

# Piano annuale 2007

**Materiali e Dispositivi**

**Consiglio Nazionale delle Ricerche**







**Consiglio Nazionale delle Ricerche**

## **PIANO ANNUALE 2007**

**Preliminare**

### **Materiali e Dispositivi**

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

**Biofisica e Soft Matter**

**Sistemi e materiali complessi**

**Ottica, Fotonica e Plasmi**

**Materiali, sistemi e dispositivi magnetici e superconduttori**

**Microelettronica, Sensori e Microsistemi**

**Nanoscienze e nanotecnologie**





# **Biofisica e Soft Matter**



## Processi di membrana nella comunicazione intra- ed inter-cellulare

### *Dati generali*

<b>Progetto:</b>	Biofisica e Soft Matter
<b>Tipologia di ricerca:</b>	Progetti relativi a linee tematiche a carattere strategico
<b>Istituto esecutore:</b>	Istituto di biofisica
<b>Sede principale svolgimento:</b>	Sede principale Istituto
<b>Dip. di prevista afferenza:</b>	Materiali e Dispositivi
<b>Responsabile indicato:</b>	FRANCO GAMBALE

### *Elenco dei partecipanti*

	liv.		liv.		liv.
Boido Giovanni Raffaele	IV	Gagna Piergiorgio	V	Magliozzi Damiano	VII
Carpaneto Armando	III	Gambale Franco	I	Nobile Mario	II
Cugnoli Carlo Angelo	III	Garaventa Simona	VI	Picco Cristiana	III
De Robertis Stella	VI	Gorziglia Marina	IV	Prestipino Gianfranco	II
Gaggero Enrico	V	Guastavino Paolo	V	Usai Cesare	II
Gaggero Giacomo	IV	Lupi Marco	VII	Zanini Marta	VI

### *Temi*

#### *Tematiche di ricerca*

Caratterizzare i trasportatori di membrana e integrare gli approcci interdisciplinari già in uso basati su metodiche di elettrofisiologia, biochimica, microscopia e biologia molecolare con altri approcci innovativi finalizzati alla realizzazione di biomateriali innovativi e biodispositivi: determinazione della struttura di proteine, interazioni cellulari a livello micro- e nano-molecolare, biocompatibilità di membrana, risposta di cellule/organismi sotto stress, protocolli di biomonitoraggio.

#### *Stato dell'arte*

Il novero dei processi fisiologici che coinvolgono il funzionamento dei trasportatori di membrana è aumentato a dismisura con l'avvento delle metodiche di patch-clamp e di biologia molecolare. Questi studi riscuotono l'interesse della comunità accademica internazionale e l'attenzione di chi opera nel campo dei biomateriali, dei dispositivi, delle microscopie avanzate, delle nanobiotecnologie, della biosicurezza e nell'industria farmaceutica, biomedicale ed agroalimentare.

### *Azioni*

#### *Attività da svolgere*

Si intende investigare:

- il ruolo di recettori purinergici coinvolti nell'azione di ABA e di proteine sovraesprese in cellule di Schwann in patologie neurodegenerative del sistema nervoso.
- gli effetti di tossine dal ragno *Brachipelma vagans* e nuovi peptidi di sintesi della discrepina con alta affinità per i canali del K; i canali transienti del potassio in granuli cerebellari di ratto.
- i trasportatori di metalli e la permeazione di calcio in canali vegetali ed i meccanismi molecolari di accoppiamento tra saccarosio e protoni nel trasportatore vegetale ZmSUT1; canali anionici vacuolari e le proprietà biofisiche di cloni di canali vegetali.
- l'architettura della porzione transmembrana e di ancoraggio di leucotossine di *S. aureus*; le interazioni tra un biomarcatore del carcinoma prostatico e la membrana cellulare; struttura e funzione di lipodepsipeptidi antimicrobici di *Pseudomonas syringae*.
- la modulazione del Ca citoplasmatico indotto dall'attivazione di P2X7 da parte dell'acido arachidonico in astrociti corticali; il rilascio di glutammato in recettori purinergici P2X specie-specifici espressi in cellule in modo completo o mutato.

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

Vale quanto enunciato nello stato di avanzamento.

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

#### *Strumentazione*



*Tecniche di indagine*

*Tecnologie*

*Collaborazioni (partner e committenti)*

Università Bari, Bologna, Genova, Milano, Napoli, Roma I e II, Padova, Trento, Verona. Università Amburgo, Colonia, Darmstadt, Potsdam, Tubinga, Wuerzburg, GER; Barcellona, SP; Mexico; Utah, Berkeley, Los Angeles, Nebraska, S.Francisco, USA; Bristol, Cambridge, UK; Strasburgo, INRA/ENSA-M/CNRS FR; Lubiana-SL; USTC Hefei Ci; Avana CU; Copenhagen SV; New Delhi IN; Zürich SW. Centro Biociencias, IDEA e IVIC Caracas VE. Max Planck Inst. Frankfurt; Osp. Gaslini GE, Istituto Agrario e ITC-IRST TN.

*Iniziativa per l'acquisizione di ulteriori entrate*

Sono state avanzate o sono in procinto di essere avanzate le seguenti proposte di progetti di Ricerca o di borse di studio:

- all'AIRC (neutrofili umani) ed alla Fondazione Telethon (neuropatie periferiche)
- Fondazione Caritro (con ITC) (progetto e due borse di studio);
- Fondo Unico della Provincia Autonoma di Trento, (progetto);
- Fondo Unico della Provincia Autonoma di Trento, (Borsa di studio).

**Finalità**

*Obiettivi*

Acquisizione di nuove conoscenze necessarie per il potenziale utilizzo di sistemi cellulari per la realizzazione di bio-dispositivi e bio-sensori, per test di biocompatibilità di materiali, e per altre applicazioni nell'industria biomedica, farmaceutica e agroalimentare. Le competenze tecniche esistenti in ambito IBF per studi di elettrofisiologia, biologia molecolare, microscopie avanzate e biochimica sono di avanguardia e sufficienti per gli scopi previsti.

*Risultati attesi nell'anno*

Pubblicazioni su riviste internazionali, brevetti, protocolli di ricerca in cui si descrive:

i) il ruolo dei recettori ed i meccanismi responsabili dell'omeostasi del calcio; ii) peptidi di sintesi e tossine purificate nonché canali del K<sup>+</sup> in granuli cerebellari di ratto; iii) la struttura di tossine e lipopeptidi con relativi siti di legame iv) il funzionamento e la struttura di trasportatori e canali di origine vegetale; v) i segnali, la struttura ed il funzionamento del recettore P2X7 anche attraverso modelli computerizzati d'interazione neurone-astrocita.

*Potenziale impiego*

- per processi produttivi

- per risposte a bisogni individuali e collettivi

**Moduli**

**Modulo:** Processi di membrana nella comunicazione intra- ed inter-cellulare  
**Istituto esecutore:** Istituto di biofisica  
**Luogo di svolgimento attività:** Sede principale Istituto

*Risorse commessa 2007*

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
695	136	48	167	1.046	128	312	170	N.D.	1.344

valori in migliaia di euro

<i>Unità di personale di ruolo*</i>	
ricercatori	Totale
7	12

\*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>
2	1	1	5	0	0	0	7	3	19

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

\*dottorati, borse di studio, assegni di ricerca





## Processi di aggregazione biomolecolare

### *Dati generali*

<b>Progetto:</b>	Biofisica e Soft Matter
<b>Tipologia di ricerca:</b>	Progetti relativi a linee tematiche a carattere strategico
<b>Istituto esecutore:</b>	Istituto di biofisica
<b>Sede principale svolgimento:</b>	Sede di Palermo
<b>Dip. di prevista afferenza:</b>	Materiali e Dispositivi
<b>Responsabile indicato:</b>	PIER LUIGI SAN BIAGIO

### *Elenco dei partecipanti*

	liv.		liv.		liv.
Amato Patrizia	VI	Lapis Gaetano	VI	Pappalardo Salvatore	V
Bulone Donatella	II	Lapis Mario	IV	Pezzer Antonino	V
Cambria Pietro	IV	Manno Mauro	III	Provenzano Casimiro	VII
Cascone Rosa Anna	VI	Martorana Vincenzo	III	San Biagio Pier Luigi	II
Giacomazza Daniela	III	Megna Roberto	VII	Tomasino Antonella	VI
Giambertone Fabrizio	VI	Noto Rosina	III	Vizzini Guido	IV
La Gattuta Giannantonio	VII				

### *Temi*

#### *Tematiche di ricerca*

L'attività riguarda lo studio di diversi tipi di aggregazione biomolecolare che avvengono su una scala di lunghezze intermedia tra quella macro e quella microscopica. Diverse forme di aggregazione di biomolecole portano ad una significativa varietà di strutture sopramolecolari più o meno ordinate: associazione di proteine, formazione di fibrille polipeptidiche, gelificazione (jamming) di biopolimeri, cristallizzazione di proteine. Vengono studiati gli effetti di diversi fattori capaci di controllare l'aggregazione, quali i cambiamenti di conformazione molecolare, le proprietà del solvente, la presenza di ioni in soluzione. L'interesse di tali studi risiede nel fatto che i processi di aggregazione biomolecolare interessano campi diversi della scienza che vanno dalla food technology (nuovi additivi per controllare la 'consistenza' dei cibi) alla industria farmaceutica (biopolimeri adatti al trasporto mirato di farmaci), dalla microelettronica (DNA chip e nuovi materiali biopolimerici adatti alla costruzione di memorie ottiche) alla medicina (processi di aggregazione di proteine con effetti tossici come nel caso di alcune malattie neurodegenerative: Alzheimer, BSE, ecc.)

#### *Stato dell'arte*

La ricerca sui biomateriali rientra in quella sui 'materiali avanzati' che da alcuni anni è considerata ricerca strategica nell'ambito non solo nel PNR, ma anche del V PQ della CE, rifinanziato, con un notevole aumento, anche nel VI. La multidisciplinarietà in termini di conoscenze tecniche (fisiche, chimico-fisiche, biochimiche) e di background culturale (chimici, fisici, biologi) dei ricercatori di questo progetto soddisfa pienamente le richieste di una moderna politica della ricerca.

### *Azioni*

#### *Attività da svolgere*

Nel prossimo anno si intende studiare:

- la relazione tra la conformazione di una proteina e le interazioni intermolecolari che influenzano la stabilità in soluzione o la formazione di aggregati sopramolecolari (lysozyme, BSA, insulina)
- applicare innovativi metodi di indagine di scattering e di correlazione della fluorescenza allo studio di cinetiche di gelazione o di creazione di aggregati di materiale biologico.
- le proprietà spettrali di macromolecole inglobate in matrici polimeriche
- gli effetti dell'alfa-caseina sulla cinetica di aggregazione (indotta da stress termici o chimici) di proteine patogene e non. Verrà inoltre studiata la capacità della proteina di sciogliersi, quando aggiunta alla soluzione, oligomeri a diverso stadio di formazione.
- le interazioni di alcuni osmoli biologicamente rilevanti come la betaina (GB) e la prolina con acqua e biomolecole mediante simulazioni di dinamica molecolare. Inoltre i loro effetti sulla stabilità di proteine verranno indagati con tecniche sperimentali e computazionali.
- i processi di gelazione 'a freddo': studio del ruolo svolto dagli ioni metallici nei processi di gelazione delle proteine.



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

La realizzazione degli obiettivi proposti nella attività da svolgere dipende assolutamente dalle risorse, in termini di finanziamenti e personale, che l'Ente ed il Dipartimento metteranno a disposizione della commessa.

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

##### *Strumentazione*

##### *Tecniche di indagine*

##### *Tecnologie*

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

Le competenze relative a questa linea sono in gran parte interne all'Istituto. Sono attualmente in atto collaborazioni con diverse istituzioni, alcune delle quali qui di seguito riportate: Dept. of Biochem., Univ. of Groningen, Olanda Dip. di Scienze e Tecnologie Chim.-Roma II Dip. di Chimica e Tecnologie Farmaceutiche-Univ Palermo Dip. de Quim. Inorg. Analit.y Quim. Fis.-Buenos Aires-Argentina Istituto Pasteur - Parigi, Francia MRC-Londra - UK ST-Microelectronics,Catania Medical Research Center-Londra, UK.

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

Nel 2007 si intende:

- Presentare un progetto Telethon in collaborazione con l'Istituto IBIM del CNR, l'Università di Napoli e altri centri di ricerca
- Studiare la fattibilità di un Centro regionale per la valorizzazione dell'Olio extravergine di oliva siciliano in collaborazione con la Regione Sicilia nell'ambito dei costituendo Distretto Agroalimentare.
- Partecipare a progetti interdipartimentali (a tale proposito e' già stato presentato al Dipartimento Materiali e Dispositivi una bozza di progetto che vede coinvolti anche gruppi CNR appartenenti ai Dipartimenti Progettazione Molecolare e Scienze della Vita).

E', inoltre, in fase di costituzione un network il cui acronimo e' NBL (Nano functional Biomaterials Labs) che vede riuniti diversi Dipartimenti universitari e laboratori CNR. Tale iniziativa ha come finalita' la costituzione di un gruppo di massa critica sufficiente (in termini di laboratori, strumentazione e competenze) che possa partecipare alle prossime chiamate del VII programma quadro.

#### ***Finalità***

##### *Obiettivi*

Comprensione della relazione esistente tra struttura, funzione ed interazione tra biomolecole; processi di aggregazione; nuove tecnologie di assemblaggio biomolecolare. Competenze: Spettroscopia(UV, Vis, IR, Fluorescenza, Fosforescenza risolta nel tempo,DLS, LALS, ORD);Reologia;DSC;PCR;Spettrometria di massa;AFM;NMR 3D;Microscopia confocale;Dinamica molecolare; Genetic engineering;Genome screening. Le competenze sono interne alla linea o rientrano in quelle dei gruppi con i quali si collabora.

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

Pubblicazioni s riviste internazionali, brevetti, protocolli di ricerca utilizzabili per la determinazione di qualita' degli oli extravergini siciliani, progettazione di nuova strumentazione per misure di luce diffusa a basso angolo, nuovi algoritmi computazionali.

##### *Potenziale impiego*

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

I biopolimeri strutturali che sono oggetto di studio nella presente commessa sono utilizzati in diversi settori industriali. Essi costituiscono l'elemento di base in cui 'disperdere' sostanze bioattive (fragranze, farmaci, olii essenziali, ecc). La possibilita', nel processo produttivo, di intervenire sulla struttura di tali biopolimeri e, quindi, di controllare le proprieta' di rilascio permetterà, ad esempio, di progettare nuovi farmaci capaci di rilasciare nei tempi e nei luoghi opportuni le sostanze bioattive.

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

L'aggregazione di proteine in peculiari strutture ordinate e filamentose, dette fibrille amiloidi, ha un ruolo cruciale in molte patologie tra le quali la malattia di Alzheimer. Essa oggi colpisce circa il 5% delle persone con più di 60 anni e in Italia si stimano circa 500mila ammalati. Gli studi condotti nella presente commessa hanno permesso di chiarire i meccanismi responsabili per la formazione delle strutture amiloidiche e di



individuare quali strutture risultano essere più dannose per l'organismo vivente. Questo costituisce un primo passo per la verifica dell'efficienza di alcune sostanze che sembrano ritardare l'insorgere di tale patologia.

### Moduli

**Modulo:** Processi di aggregazione biomolecolare  
**Istituto esecutore:** Istituto di biofisica  
**Luogo di svolgimento attività:** Sede di Palermo

### Risorse commessa 2007

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
798	89	719	246	1.852	13	821	109	N.D.	1.974

valori in migliaia di euro

Unità di personale di ruolo*	
ricercatori	Totale
6	18

\*equivalente tempo pieno

Unità di personale non di ruolo									
associato	dottorando	borsista	assegnista	specializzando	incaricato di ricerca	professore visitatore	collaboratore professionale	altro	Totale
2	0	9	3	0	0	0	7	1	22

Richiesta nuove unità di personale			
tempo determinato	tempo indet	non di ruolo*	Totale
0	1	1	2

\*dottorati, borse di studio, assegni di ricerca



## Processi Fotoindotti in Biomolecole e Cellule

### *Dati generali*

<b>Progetto:</b>	Biofisica e Soft Matter
<b>Tipologia di ricerca:</b>	Progetti relativi a linee tematiche a carattere strategico
<b>Istituto esecutore:</b>	Istituto di biofisica
<b>Sede principale svolgimento:</b>	Sede di Pisa
<b>Dip. di prevista afferenza:</b>	Materiali e Dispositivi
<b>Responsabile indicato:</b>	FRANCESCO GHETTI

### *Elenco dei partecipanti*

	liv.		liv.		liv.
Checucci Giovanni	III	Lenci Francesco	I	Puntoni Alessandro	V
Chiti Gabriele	VI	Lucia Sabina	III	Sgarbossa Antonella	III
Colombetti Giuliano	I	Neri Claudia	IX	Tocchini Gina	VII
Ghetti Francesco	II	Petrongolo Claudia	IV	Verrocchi Dorina	VII
Gioffre' Domenico	IV	Pietrangeli Alberto	IX		

### *Temi*

#### *Tematiche di ricerca*

Strategie comportamentali e fotocomportamentali, strutture fotorecetrici (cromofori, cromoproteine) e meccanismi molecolari dei processi fotosensoriali in microrganismi.

Effetti della radiazione UV-Visibile e di inquinanti di origine antropica in sistemi modello (colture cellulari selezionate, microecosistemi sviluppati in laboratorio) per la messa a punto di metodi per la valutazione e il monitoraggio in tempo reale del danno indotto ad ecosistemi acquatici naturali.

Processi di aggregazione di peptidi neurotossici e individuazione di sistemi molecolari che possano inibire la fibrillogenesi o perturbare la conformazione dei suoi stadi molecolari iniziali.

Azione fotodinamica della radiazione visibile su sistemi metabolici in cellule di mammifero e di ciliati, in relazione a possibili effetti di attivazione delle attività cellulari.

#### *Stato dell'arte*

I recenti progressi nello studio dei processi di fotorecezione e fototrasduzione sensoriale in microrganismi hanno evidenziato che alcuni di questi sono basati su fotoisomerizzazione del cromoforo, con possibile conseguente attivazione di proteine-G, e che altri utilizzano diversi e peculiari processi primari per l'attivazione della catena trasduttiva, quali i processi di trasferimento di carica.

Il comportamento motorio e fotomotorio di microrganismi può costituire un utile bioindicatore in ecosistemi acquatici per il danno da inquinanti o da radiazione UV, anche nel quadro degli effetti biologici del cambiamento climatico globale. Di particolare interesse, in questo ambito, la comprensione degli effetti biologici della radiazione UV su sistemi modello, quali microecosistemi sviluppati in laboratorio.

Nel caso dei peptidi amiloidi, è stato recentemente suggerito che le fasi iniziali dei processi di aggregazione possono essere la vera forma molecolare neurotossica, imponendo quindi dettagliati studi a livello molecolare di questi fenomeni e la valutazione dell'efficienza di inibitori selettivi della cinetica di aggregazione.

### *Azioni*

#### *Attività da svolgere*

Applicazione di target analysis ai risultati di spettroscopia ultraveloce per verificare se il fotorecettore di *B. japonicum* funzioni come una pompa fotoregolata di elettroni/protoni e se il fotociclo operi anche come dissipatore. Misure al fs della velocità del trasferimento di carica su fotorecettore deuterato. Studio con microscopia confocale di proprietà spettroscopiche e distribuzione spaziale di pigmenti endogeni in ciliati in vivo. Studio di risposte comportamentali a step di luce blu, verde e arancione di ceppi Flax15 e NCR-1 di *H. salinarum*. Misura del consumo di ossigeno fotoindotto in ceppi aerobici e anaerobici di *S. cerevisiae*. Studio di fototassi di *O. flava* in varie condizioni di crescita. Analisi di comportamento motorio di *E. focardii* dopo irraggiamento UV-B. Identificazione de novo di proteine neoespresse in *E. focardii* dopo irraggiamento UV-B. Analisi comparata di geni da shock ambientale in ciliati. Utilizzo di risposta motoria e fotomoria di protisti come indicatore di citotossicità di peptidi amiloidi in varie fasi del processo di aggregazione. Misure di diroismo circolare per chiarire i meccanismi di interazione ipericina-peptidi amiloidi.



*Punti critici e azioni da svolgere*

Per poter rispettare i tempi previsti occorre avere la possibilità di assumere almeno un assegnista di ricerca per il prossimo anno, da estendere ai prossimi tre anni. Fra i punti critici scientifici più delicati c'è la possibilità di ottenere uno spettro de novo delle proteine neoespresse in *E. focardii* che sia interpretabile. Manca ancora la conferma che sia possibile immobilizzare le cellule di ciliati senza danneggiarle.

*Competenze, tecnologie e tecniche di indagine*

*Strumentazione*

*Tecniche di indagine*

*Tecnologie*

*Collaborazioni (partner e committenti)*

Università Italiane. Camerino: Dip. Biologia Molecolare, Cellulare e Animale. Firenze: Centro Interdip. Spettrometria Massa (CISM). Genova: Dip. Fisica; Dip. Studio del Territorio e sue Risorse. Lecce: Dip. Scienze Tecnologiche Biologiche Ambientali. Piemonte Orientale: Dip. Scienze dell' Ambiente e della Vita. Pisa: Dip. Etologia, Ecologia, Evoluzione; Dip. Informatica; Dip. Fisiologia e Biochimica. CNR: IPCF; IIT; ISTI; IENI. Istituzioni estere. Univ. Friedrich-Alexander, Inst. Botanik und Pharmazeutische Biologie, Erlangen (DE). CNRS e Ecole Normale Supérieure, Dip. Chimica (UMR ENS CNRS 3640, PASTEUR), Paris, France. Imprese: FlyBy srl, Livorno. ProteoGenBio srl, Pisa. Provincia di Livorno - Programma INTERREG III A Sardegna/Corsica/Toscana.

*Iniziative per l'acquisizione di ulteriori entrate*

La messa in rete delle nostre competenze e tematiche ci dovrebbe consentire, insieme a altri gruppi e istituti, di fare domanda a fondi UE; saranno inoltre presentate domande a enti pubblici e Fondazioni Bancarie. Il finanziamento relativo al Progetto INTERREG III A denominato AMICA è stato esteso a tutto il 2007.

*Finalità*

*Obiettivi*

Localizzazione e caratterizzazione di fotorecettori in microorganismi, con particolare attenzione alle interazioni cromoforo-apoproteina;  
caratterizzazione di processi di traduzione fotosensoriale in microorganismi.  
Caratterizzazione del danno da radiazione UV o da inquinanti di origine antropica in microrganismi e microecosistemi, per loro impiego come indicatori ambientali.  
Valutazione dell'efficienza di proteine chaperone e di cromofori policiclici nell'inibire la fibrillogenesi di peptidi amiloidi.

*Risultati attesi nell'anno*

Determinazione della velocità di trasferimento di carica dal fotorecettore di *B. japonicum*. Spettri di emissione e di eccitazione di fluorescenza endogena di *B. japonicum* in vivo; distribuzione spaziale del pigmento e dei suoi tempi di vita in vivo. Catena di traduzione sensoriale in *H. salinarum* Flax15 e NCR-1 per i vari pigmenti e loro interazioni. Ruolo della citocromo-C-ossidasi come fotoaccettore per il consumo di ossigeno fotoindotto. Andamento temporale della fototassi di *O. flava* in varie condizioni di crescita. Quantificazione del danno fisiologico e identificazione delle proteine neoespresse in *E. focardii* dopo irraggiamento UV-B. Mappa delle risposte metaboliche a irraggiamento UV-B in ciliati. Protocollo per un test alternativo di citotossicità utilizzando i protisti come cellule-organismi modello. Studio pilota per la scelta dei parametri e delle condizioni sperimentali ottimali per la valutazione degli effetti di peptidi beta-Amiloidi (1-40) e (1-42) implicati nella patologia di Alzheimer sui ciliati *B. japonicum*, *E. gracilis* e *D. salina*. Effetti di contaminanti delle acque marine su fotosintesi, comportamento motorio e fotomotorio di protisti.

*Potenziale impiego*

*- per processi produttivi*

Individuazione di molecole di interesse farmacologico per malattie neurodegenerative.

*- per risposte a bisogni individuali e collettivi*

Sistemi di biomonitoraggio ambientale (radiazione UV, inquinanti nelle acque), per Agenzie Regionali e Nazionali Controllo Ambiente.



**Moduli**

**Modulo:** Processi Fotoindotti in Biomolecole e Cellule  
**Istituto esecutore:** Istituto di biofisica  
**Luogo di svolgimento attività:** Sede di Pisa

**Risorse commessa 2007**

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
567	60	96	0	723	62	218	110	N.D.	895

valori in migliaia di euro

<i>Unità di personale di ruolo*</i>	
ricercatori	Totale
6	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	0	0	1	0	0	0	3	0	5

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

\*dottorati, borse di studio, assegni di ricerca



## Modelli di Organizzazione e Dinamica di Sistemi Complessi

### *Dati generali*

<b>Progetto:</b>	Biofisica e Soft Matter
<b>Tipologia di ricerca:</b>	Progetti relativi a linee tematiche a carattere strategico
<b>Istituto esecutore:</b>	Istituto di biofisica
<b>Sede principale svolgimento:</b>	Sede di Pisa
<b>Dip. di prevista afferenza:</b>	Materiali e Dispositivi
<b>Responsabile indicato:</b>	SANTI CHILLEMI

### *Elenco dei partecipanti*

	liv.		liv.		liv.
Amato Patrizia	VI	Di Carbo Angelo	III	Pezzer Antonino	V
Boido Giovanni Raffaele	IV	Gagna Piergiorgio	V	Provenzano Casimiro	VII
Cambria Pietro	IV	Garaventa Simona	VI	Puntoni Alessandro	V
Casaleggio Aldo	III	Gorziglia Marina	IV	Rauch Giuseppe	III
Cascone Rosa Anna	VI	Lupi Marco	VII	Tocchini Gina	VII
Chillemi Santi	II	Migliore Michele	II	Tomasino Antonella	VI
Chiti Gabriele	VI	Neri Claudia	IX	Verrocchi Dorina	VII
De Micheli Enrico	II	Pappalardo Salvatore	V	Vizzini Guido	IV
De Robertis Stella	VI	Petrongolo Claudia	IV	Zanini Marta	VI

### *TemI*

#### *Tematiche di ricerca*

Si prevede di studiare: a) gli effetti della modulazione delle correnti dendritiche  $I_h$ ,  $I_{Na}$  e  $I_A$  sull'integrazione e la plasticità sinaptica; b) gli effetti delle sinapsi elettriche e del rumore sulle proprietà di sincronizzazione di una rete di interneuroni inibitori; c) i modi di acquisizione dei segnali intracardiaci ed i principali pattern di innesco di tachicardie ventricolari spontanee; d) le strategie di raccolta dati sul Morbo di Alzheimer e relativa analisi.

#### *Stato dell'arte*

Molti dei processi cerebrali coinvolti con memoria e apprendimento, e dei disturbi nervosi connessi, sono sconosciuti ed attivamente studiati. I fenomeni di sincronizzazione neurale svolgono un ruolo importante in diversi processi cognitivi e un problema aperto è quello di comprendere i meccanismi alla base di questi ritmi. Nell'ambito delle patologie cardiache che determinano comportamenti aritmici del cuore sono considerati problemi aperti: (i) la comprensione dei meccanismi di innesco delle tachiaritmie ventricolari e (ii) la stratificazione del rischio di morte improvvisa di pazienti cardiopatici.

### *Azioni*

#### *Attività da svolgere*

- Modelli di reti realistiche dei neuroni del bulbo olfattivo.
- Studio delle proprietà computazionali dei neuroni CA1 dell'ippocampo.
- Studio simulativo degli effetti patologici dell'alcool sul rilascio di dopamina nel sistema nervoso centrale.
- Proseguimento dello studio sui fenomeni di sincronizzazione neurale.
- Studio degli effetti di modulazione neurale derivanti dalla presenza di astrociti.
- Realizzazione di data base di segnali cardiaci da ICD, Pacemaker e Holter.
- Studio delle modalità di innesco di tachicardie ventricolari.
- Analisi di aritmie atriali.
- Studio della distribuzione dei battiti ectopici da registrazioni holter per la stratificazione del rischio di morte improvvisa.
- Studio teorico e numerico della continuazione meromorfa di funzioni di variabile complessa. Determinazione dei poli e corrispondenti residui di una funzione meromorfa a partire dai campioni della funzione stessa valutati su curve nel piano complesso.

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

-Dal punto di vista tecnico/scientifico non si prevedono sostanziali difficoltà nel portare avanti le azioni previste. Come già ampiamente discusso e sottolineato, le ricerche previste sono integrate in un più ampio scenario internazionale che vede diversi gruppi sperimentali e teorici collaborare per la comprensione di alcuni processi che stanno alla base del funzionamento cerebrale. Il normale svolgimento delle ricerche



all'interno della commessa non può quindi prescindere dall'assegnazione di maggiori risorse umane e finanziarie che riescano a sostenere in modo adeguato le attività previste.

-La disponibilità di dati sperimentali è determinante per un miglioramento dei modelli neurali utilizzati.

-L'implementazione di nuove routine specifiche per accrescere la libreria del software attualmente disponibile, come pure l'incremento del data base esistente e lo sviluppo di nuovi data base di segnali cardiaci non presentano particolari criticità.

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

##### *Strumentazione*

##### *Tecniche di indagine*

##### *Tecnologie*

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

Yale University, New Haven, USA; Center for Learning and Memory, University of Texas, Austin; George Mason University, Fairfax, USA; Department of Comparative Medicine, Stanford, USA; Divisione di Cardiologia dell'Ospedale San Martino di Genova; St. Jude Medical Italia, Milano; Department of Clinical Veterinary Sciences, Università di Berna, CH; Ospedale S. Andrea, La Spezia; Dipartimento di Scienze Neurologiche, Università di Genova.

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

Nonostante il mancato finanziamento dei progetti di ricerca proposti all'interno della commessa, si manterrà la massima apertura e disponibilità nei confronti di eventuali coinvolgimenti per l'elaborazione e la messa a punto di nuove proposte volte all'acquisizione di ulteriori finanziamenti.

##### *Finalità*

##### *Obiettivi*

a) Studio di integrazione sinaptica e proprietà elettriche della membrana, mediante simulazioni di modelli realistici di neuroni; b) si prevede di sviluppare un modello realistico di interneurone FS e di determinare le proprietà di sincronizzazione di una rete neurale in funzione degli accoppiamenti sinaptici; c) analisi di segnali cardiaci per migliorare la conoscenza dei fenomeni coinvolti nell'innescio spontaneo di tachicardie ventricolari; d) ottimizzazione e sviluppo di apparecchiature per la raccolta di dati.

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

Pubblicazioni scientifiche

##### *Potenziale impiego*

##### *- per processi produttivi*

- aumento delle conoscenze sui meccanismi cerebrali alla base dei processi cognitivi (memoria/apprendimento), con possibili applicazioni in campo terapeutico e farmacologico;

- aumento delle conoscenze sui fenomeni coinvolti nell'innescio spontaneo di tachiaritmie cardiache con possibili applicazioni in campo biomedicale;

- sviluppo e miglioramento di strumentazione biomedicale.

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

##### *Moduli*

<b>Modulo:</b>	Modelli di Organizzazione e Dinamica di Sistemi Complessi
<b>Istituto esecutore:</b>	Istituto di biofisica
<b>Luogo di svolgimento attività:</b>	Sede di Pisa





*Risorse commessa 2007*

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
477	84	1	87	649	22	107	100	N.D.	771

valori in migliaia di euro

<i>Unità di personale di ruolo*</i>	
ricercatori	Totale
6	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	1	1	2

\*dottorati, borse di studio, assegni di ricerca



## Bioenergetica e Biologia molecolare delle piante

### *Dati generali*

<b>Progetto:</b>	Biofisica e Soft Matter
<b>Tipologia di ricerca:</b>	Progetti di sviluppo competenze
<b>Istituto esecutore:</b>	Istituto di biofisica
<b>Sede principale svolgimento:</b>	Sede di Milano
<b>Dip. di prevista afferenza:</b>	Materiali e Dispositivi
<b>Responsabile indicato:</b>	GIUSEPPE ZUCHELLI

### *Elenco dei partecipanti*

Basso Pozzi Barbara	liv. III	Grippio Antonio	liv. VI	Zangrossi Sandro	liv. VI
Beffagna Nicoletta	II	Romani Giulia	III	Zucchelli Giuseppe	I

### *Temi*

#### *Tematiche di ricerca*

Proseguire nel caratterizzare i complessi di PSI e PSII estratti o ricostituiti, nella comprensione delle loro interazioni, delle caratteristiche e ruolo delle forme rosse di PSI e dell'influenza della struttura, dimensione dell'antenna ed interazioni tra complessi sulla velocità della fotochimica. Termodinamica della fotosintesi. Effetto d'inibitori della respirazione e analisi di mutanti del trasporto d'elettroni respiratorio e fotosintetico. Attività fotosintetica e fotoinibizione in mutanti.

#### *Stato dell'arte*

La convergenza dei risultati ottenuti dalla numerosa comunità internazionale a livello strutturale, utilizzando tecniche di biochimica e biologia molecolare e con indagini spettroscopiche, condotte sia con metodi tradizionali sia utilizzando le tecniche di spettroscopia più avanzate, hanno enormemente ampliato la comprensione del sistema fotosintetico.

Inoltre, tentativi di sviluppare dispositivi che riproducano o integrino il processo naturale sono stati avviati in diversi laboratori.

### *Azioni*

#### *Attività da svolgere*

Caratterizzare le proprietà chimico-fisiche delle forme spettrali di clorofilla (chl) di più bassa energia in CP29, antenna esterna del fotosistema II (PSII), tramite ricostituzione in vitro della apoproteina coi pigmenti e mutazione dei siti di legame delle chl. Ruolo di tali forme spettrali nel trasferimento d'energia CP29-Core di PSII. Ruolo delle deformazioni della chl nel modulare l'energia di transizione. Purificazione dell'isoforma ACA8 della Ca<sup>2+</sup> ATPasi in forma e quantità atte a cristallizzazione e analisi di mutanti sito-diretti per la comprensione del meccanismo di autoinibizione. Identificazione dei siti d'interazione PPI1-H<sup>+</sup> ATPasi. Identificazione e descrizione dell'inibitore di catalasi prodotto da cellule in coltura in risposta alla fusicoccina. Cristallizzazione della proteina Kev-like MA1D, un canale virale per il potassio. Espressione e caratterizzazione funzionale di una calcio ATPasi di origine virale. Ruolo della fratassina e dell'isoforma mitocondriale della ferritina nell'omeostasi del ferro. Analisi di co-regolazione nei trascritti per geni implicati nel metabolismo in Arabidopsis. Piante transgeniche esprimenti antigeni ad uso umano e veterinario.

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

Le attività proposte sono lo sviluppo di progetti in corso da diverso tempo e sono condotti da persone con notevole esperienza nei relativi settori. Un punto di forza è rappresentato dalla sinergia con l'Università che permette di ampliare notevolmente il campo delle collaborazioni, anche occasionali, con persone aventi competenze differenti dai proponenti il progetto e di poter coinvolgere giovani in formazione. Non individuano, pertanto, punti particolarmente critici. Sufficiente, sebbene non ottimale, la disponibilità in proprio di strumentazione necessaria alle attività proposte. Tuttavia, la crescente difficoltà di finanziamento e di risorse da utilizzare per l'inserimento di nuovo personale, nella formazione di giovani ricercatori e nella acquisizione di nuova strumentazione erode sempre più la capacità di poter sviluppare progetti innovativi.

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

#### *Strumentazione*



*Tecniche di indagine*

*Tecnologie*

*Collaborazioni (partner e committenti)*

Università di Verona; Università di Aix-Marseille II; CEA Saclay; Vrije Universiteit Amsterdam; Max Planck Institut Muelheim a.d. Rhur; Università del Piemonte Orientale; INFN Milano; IBP-CNRS Paris; Hungarian Academy of Sciences Szeged; Queen Mary and Westfield College London; Udmurt State University, Izhevsk, Russia.

*Iniziative per l'acquisizione di ulteriori entrate*

**Finalità**

*Obiettivi*

Comprensione dei fattori strutturali, funzionali, termodinamici che determinano l'elevata efficienza della fotochimica primaria integrando tecniche biochimiche di ricostruzione in vitro di entrambi i fotosistemi con analisi spettroscopiche di stato stazionario o risolte in tempo.

Comprensione dei dettagli della transizione di stato con misura simultanea dell'ossigeno e della fluorescenza del PSII. Basi genetiche, biochimiche, fisiologiche della protezione da stress fotoinibitori e ossidativi.

*Risultati attesi nell'anno*

Complesso CP29 ricostituito e mutato; caratteristiche delle sue forme spettrali. Descrizione dell'impatto delle deformazioni dell'anello pirrolico delle clorofilla sulla modulazione dell'energia di transizione in LHCI, antenna esterna del fotosistema II. 'Scale up' di purificazione di At ACA8 per produrre >1-2 mg proteina. Analisi dell'interazione di PPI1 con mutanti per delezione del C-terminus della H<sup>+</sup>-ATPasi e dell'interazione di mutanti per delezione del N-terminus di PPI1 con H<sup>+</sup>-ATPasi wild type. Cristallizzazione della proteina Kcv-like MA1D: produzione di proteina per le dieci varianti del canale Kcv. Costruzione di un gene sintetico per la calcio ATPasi per l'espressione in Saccharomyces. Localizzazione della fratassina e identificazione dell'isoforma mitocondriale della ferritina in pianta modello. Identificazione di geni candidati alla sintesi dei glucosinolati in pianta modello.

*Potenziale impiego*

*- per processi produttivi*

La caratterizzazione e la comprensione dei meccanismi coinvolti nell'efficiente conversione dell'energia luminosa in energia chimica da parte dei fotosistemi della membrana fotosintetica forniscono le informazioni necessarie per tentare di riprodurre tale processo di conversione dell'energia in laboratorio con sistemi sintetici.

*- per risposte a bisogni individuali e collettivi*

**Moduli**

**Modulo:** Bioenergetica e Biologia molecolare delle piante  
**Istituto esecutore:** Istituto di biofisica  
**Luogo di svolgimento attività:** Sede di Milano

**Risorse commessa 2007**

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
381	17	20	0	418	176	213	52	N.D.	646

valori in migliaia di euro

Unità di personale di ruolo*	
ricercatori	Totale
4	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
9	7	0	1	0	0	0	4	2	23

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

\*dottorati, borse di studio, assegni di ricerca



## Meccanismi di trasmissione e trasduzione di segnali cellulari

### *Dati generali*

<b>Progetto:</b>	Biofisica e Soft Matter
<b>Tipologia di ricerca:</b>	Progetti relativi a linee tematiche a carattere strategico
<b>Istituto esecutore:</b>	Istituto di cibernetica 'Edoardo Caianiello'
<b>Sede principale svolgimento:</b>	Sede principale Istituto
<b>Dip. di prevista afferenza:</b>	Materiali e Dispositivi
<b>Responsabile indicato:</b>	PAOLA PIEROBON

### *Elenco dei partecipanti*

	liv.		liv.		liv.
Allocati Francesco	IV	Formicola Valentina	VIII	Rofrano Umberto	VII
Arena Laura Patricia	IV	Ippolito Salvatore	VII	Rosato Franco	IV
Boccaccio Rita	VII	Izzo Marcella	IV	Tarsia Franco	IV
Cammarota Sergio	VI	Keller Lidia	VII	Tino Angela	III
Cotugno Antonio	IV	Marino Giuseppe	IV	Tortiglione Claudia	III
De Petrocellis Luciano	II	Nolfe Giuseppe	II	Vitale Emilia	III
Di Bonito Elena	VII	Pierobon Paola	II		

### *Temi*

#### *Tematiche di ricerca*

WP1 Caratterizzazione di geni codificanti per recettori LGIC in un sistema nervoso primitivo; studio del trascrittoma. Regioni regolative, funzione, espressione in sistemi eterologhi e/o mutanti. Complessi proteici associati a subunità recettoriali di tipo GABA/glicina in Hydra. Validazione di sensori criogenici. WP2 Meccanismi regolativi dei sistemi endocannabinoidi e endovanilloidi; ruolo nella proliferazione cellulare. Studio del meccanismo di azione dei cannabinoidi e loro potenziali applicazioni terapeutiche. Studio delle vie metaboliche di endovanilloidi. Identificazione dei meccanismi di trasduzione del segnale e/o di secondi messaggeri dopo chemiostimolazione: ruolo del calcio. Analisi di associazione di malattie neuroimmuni WP3 Studio dell'attività bioelettrica spontanea ed evocata in alcune patologie di rilevante interesse sanitario: invecchiamento cerebrale e malattie cerebrovascolari. Markers elettrofisiologici di recupero dell'afasia.

#### *Stato dell'arte*

Una frontiera della ricerca sulla neurotrasmissione è rappresentata oggi dallo studio dei meccanismi postsinaptici (traffico recettoriale, sintesi di subunità, meccanismi regolativi dell'espressione genica, trasporto e traduzione di messaggeri; azione di neurotrasmettitori 'on demand') implicati nell'efficienza della segnalazione, trasduzione del segnale e della plasticità sinaptica, fenomeni alla base della funzione nervosa e dei processi di apprendimento e memoria a lungo termine. Lo sviluppo di tecniche d'indagine non invasive, con livelli più avanzati di analisi e risoluzione del materiale sperimentale è oggi resa possibile dall'avanzamento di conoscenze e tecnologie in ambiti diversi le cui applicazioni costituiscono un campo di sperimentazione di avanguardia

### *Azioni*

#### *Attività da svolgere*

Caratterizzazione di geni codificanti per recettori LGIC in un sistema nervoso primitivo: studio dell'espressione di Hy1 e Hy2. Localizzazione delle corrispondenti subunità proteiche per immunocitochimica. Studio funzionale mediante espressione in sistemi eterologhi  
Studio dell'attività funzionale dei recettori dei cannabinoidi in cellule beta-pancreatiche: interazioni con la bombesina e con i recettori dei vanilloidi; Relazioni struttura-attività di RTX; regolazione del TRPM8: effetto del cAMP e dei recettori dei cannabinoidi e degli endovanilloidi. Valutazione dell'azione inibitrice di una serie di antagonisti; valutazione dell'azione apoptotica di sostanze che interagiscono con recettori TRP. Studio genetico molecolare di malattie a carattere neurodegenerativo. Sviluppo di nuove tecniche diagnostiche in ottica coerente ad alta risoluzione per l'identificazione di biomarkers di malattie neurodegenerative. Interventi diagnostici e riabilitativi di neuropatologie. Correlati ormonali del rischio cardiovascolare

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

Produzione di anticorpi policlonali diretti contro peptidi di sintesi corrispondenti alle sequenze geniche di interesse

Valutazione dell'azione antitumorale di sostanze che interagiscono con recettori TRP



*Competenze, tecnologie e tecniche di indagine*

Biochimica, biologia molecolare e cellulare, genetica molecolare, neurobiologia, neurofisiologia clinica, statistica matematica, teoria dei processi stocastici, bioinformatica

*Strumentazione*

Due laboratori di biologia molecolare: thermocyclers, real time PCR, analizzatore di immagini digitale, centrifughe, strumentazione da banco. Un laboratorio di biochimica: spettrofluorimetro, FPLC, elettroforesi, strumentazione da banco. Un laboratorio per culture cellulari: cappa a flusso laminare, incubatore a CO<sub>2</sub>, microscopio invertito. Microscopia: criostato, microscopio ottico, microscopio invertito, fotocamera, stereomicroscopio a fluorescenza, telecamera digitale. Uno stabulario per allevamento di Hydra (termostati, stereomicroscopi, strumentazione da banco). Un laboratorio di elettroencefalografia: elettroencefalografo. Laboratori di supporto (distillatori, autoclave, lavavetreteria, etc).

*Tecniche di indagine*

clonaggio, RT-PCR, RACE, trasfezione, ibridazione in situ, analisi di espressione e genomica con microarray (assimetrix pattern, luminex, in house macrochip)  
misura di flussi di calcio, elettroforesi, HPLC, FPLC  
cultura in vitro, manipolazione animale, comportamento  
EEG, potenziali evocati, processi stocastici, clinical trials

*Tecnologie*

*Collaborazioni (partner e committenti)*

recettori LGIC di Hydra: Prof. A. Concas, Dip. Biol sper, UniCA, Cagliari (biochimica e farmacologia); Dr. R. J. Harvey, The School of Pharmacy, Univ London, UK (biologia molecolare); Prof. G. Kass-Simon, Dept. Biol Sci, URI, Kingston RI, USA (neurofisiologia). Spettrometria: dr. P. Christ, Max PlanckInst fur Physik, Monaco, D.

endocannabinoidi: Dip Scienze Chimiche, Alimentari, Farmaceutiche e Farmacologiche, Novara; Dip Scienze Farmaceutiche, UniSA, Salerno; Dept Biol Sci, Allergan, Inc., Irvine, CA, USA; Dept Microbiol Mol Genetics, UMDNJ-New Jersey Medical School, Newark, USA; Dept Psychol Neurosci, Brown Univ, Providence, RI USA; Dep Bioquímica y Biología Molecular, Facultad de Medicina, Universidad Complutense, Madrid, Spain.

afasia globale dopo ictus: Prof. A. Giaquinto, Ospedale San Raffaele Pisana, Roma; profilo ormonale e rischio cardiovascolare: Prof.ssa G. Mingrone, Ist Medicina Interna, Università cattolica del Sacro Cuore, Roma. Sperimentazione protocolli riabilitazione cognitiva: Ospedale Santobono, Napoli, Istituto di riabilitazione Fisiomedica Loretana, Toro (CB), Centro Dinastar, Napoli.

*Iniziative per l'acquisizione di ulteriori entrate*

Contratti di ricerca con società interessate alla farmacologia dei recettori TRP.  
Applicazione per fondi Regione Campania.

*Finalità*

*Obiettivi*

Clonaggio di cDNA codificanti per recettori di neurotrasmettitori in Hydra, localizzazione dei cDNA isolati mediante ibridazione in situ. Clonaggio del trascritto completo (RACE). Studio della fotorecezione non visiva in Hydra. Nuovi agonisti al recettore dei vanilloidi TRPV1. Co-localizzazione dei recettori CB1 e TRPV1 nel cervello di topo. Trasduzione del segnale cannabimimetico. Alterazioni del sistema endocannabinoide nella fisiopatologia dei disordini dell'alimentazione. Analisi di SNPs per l'identificazione di loci di suscettibilità a malattie neuroimmunologiche. Markers elettrofisiologici del recupero in pazienti afasici. Software di riabilitazione cognitiva mirato al miglioramento dei deficit attentivi. Correlati ormonali nel rischio cardiovascolare. Diagnosi precoce di danni al SNC in epatopatie latenti.

*Risultati attesi nell'anno*

Pubblicazioni, contratti di ricerca, formazione.

*Potenziale impiego*

*- per processi produttivi*

identificazione di nuove sostanze di origine naturale di potenziale interesse terapeutico.

*- per risposte a bisogni individuali e collettivi*

interventi socio-sanitari. Protocolli di riabilitazione cognitiva per il miglioramento della qualità della vita nell'handicap. Analisi popolazionistica di varianti genetiche di patologie rare.



**Moduli**

**Modulo:** Meccanismi di trasmissione e trasduzione di segnali cellulari  
**Istituto esecutore:** Istituto di cibernetica "Edoardo Caianiello"  
**Luogo di svolgimento attività:** Sede principale Istituto

**Risorse commessa 2007**

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
575	83	0	194	852	191	274	291	N.D.	1.334

valori in migliaia di euro

<i>Unità di personale di ruolo*</i>	
ricercatori	Totale
6	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	2	0	3

<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



## Modelli dell'attività ritmica in popolazioni neurali

### *Dati generali*

<b>Progetto:</b>	Biofisica e Soft Matter
<b>Tipologia di ricerca:</b>	Progetti relativi a linee tematiche a carattere strategico
<b>Istituto esecutore:</b>	Istituto di cibernetica 'Edoardo Caianiello'
<b>Sede principale svolgimento:</b>	Sede principale Istituto
<b>Dip. di prevista afferenza:</b>	Materiali e Dispositivi
<b>Responsabile indicato:</b>	FRANCESCO VENTRIGLIA

### *Elenco dei partecipanti*

	liv.		liv.		liv.
Allocati Francesco	IV	Di Maio Vito	III	Maharajan Veeramani	III
Arena Laura Patricia	IV	Formicola Valentina	VIII	Musio Carlo	III
Boccaccio Rita	VII	Guglielmotti Vittorio	III	Rofrano Umberto	VII
Cotugno Antonio	IV	Ippolito Salvatore	VII	Santillo Silvia	III
Di Bonito Elena	VII	Izzo Marcella	IV	Tarsia Franco	IV
Di Franco Francesco	IV	Keller Lidia	VII	Ventriglia Francesco	II

### *Temi*

#### *Tematiche di ricerca*

Definizione molecolare e fotoregolazione circadiana di opsine visive e nonvisive e identificazione morfologica e funzionale della cascata visiva in Hydra.

Neuroanatomia morfo-funzionale di strutture neurali cerebrali coinvolte nella generazione dei bioritmi in vertebrati.

Identificazione degli effetti di agenti farmacologici e fattori ambientali sul cervello in fase di sviluppo.

Formulazione di modelli stocastici di sinapsi e di neuroni ippocampali e corticali. Modellizzazione e simulazione al computer dell'attività ritmica del campo CA3 dell'ippocampo.

#### *Stato dell'arte*

Il controllo dei ritmi biologici è una linea di ricerca in rapida espansione. Le attività ritmiche sono investigate con metodi sperimentali e teorico-computazionali. Di particolare interesse sono: la fotorecezione non-visiva e le implicazioni nella regolazione dei processi fisiologici temporali ritmici luce-dipendenti e nelle funzioni diencefaliche; l'attività ritmica di strutture cerebrali i cui ritmi sono i correlati elettrici principali dei processi di apprendimento e di memoria.

### *Azioni*

#### *Attività da svolgere*

Analisi biomolecolare di opsine visive e non visive in Hydra; studio neuroanatomico e funzionale dei meccanismi cellulari fototrasduttivi.

Studio immunistoichimico dell'espressione del neuropeptide orexina nel sistema nervoso della Rana, sia adulta che durante lo sviluppo. Studio immunoistoichimico sulla coespressione di recettori per gli endocannabinoidi CB1 e TRPV1 nel mammifero.

Saranno condotte indagini sugli effetti di tossine ambientali sul cervello in sviluppo di topi e pecore. Tali effetti saranno valutati tramite l'analisi dei cambiamenti apportati sia alle strutture delle cellule neuronali sia al sistema serotoninergico.

Studio con metodi modellistico-computazionali delle basi neurali dei processi di apprendimento e memoria. In questo ambito, tramite procedure implementate su computer parallelo, si simuleranno, l'attività di sparo di singoli neuroni con particolare riferimento al codice neurale e l'attività ritmica di popolazioni neurali del campo CA3 dell'ippocampo.

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

Per lo sviluppo dello studio della ritmicità in sistemi nervosi sia semplici sia complessi, un utilissimo strumento di indagine è rappresentato da colture di cellule nervose (Neuroni). La disponibilità di linee neurali ben controllate rappresenta la base per diversi sistemi di indagini che vanno dall'immunoistoichimica, alla neuroanatomia funzionale, alla elettrofisiologia con tecniche avanzate. La nascita di nuove tecniche, come la possibilità di registrazioni da colture neuronali con sistemi di array di elettrodi, la marcatura immunoistoichimica delle terminazioni nervose, lo studio della connettività di cellule pacemakers in piccole reti che presentano comportamenti ritmici, sono di grande aiuto nella comprensione dei meccanismi di base che producono fenomeni di ritmicità. A questo scopo sono necessari fondi per circa 100.000 Euro per





l'acquisizione della strumentazione di base necessaria per la preparazione di colture di neuroni e la registrazione della loro attività.

*Competenze, tecnologie e tecniche di indagine*

Neuroanatomia del sistema nervoso dei vertebrati (anfibi, rettili, mammiferi). Neurobiologia di sistemi sensoriali animali. Neurobiologia del cervello in fase di sviluppo. Elettrofisiologia da strutture neurali 'in vivo' e su 'slices'. Strutture e funzioni della Corteccia Cerebrale e del circuito limbico. Apprendimento e Memoria. Modellistica neurale, sia stocastica sia deterministica, applicata a sinapsi, singoli neuroni e popolazioni neurali. Programmazione per calcolo parallelo.

*Strumentazione*

Armadio termostato con temporizzatore luce/buio per colture animali. Set up di elettrofisiologia. PCR real time, spettrofotometro, centrifuga (presso altra commessa)

Microtome, Vibrotome, Stufa 37 C, Stufa 60 C, Stufa 200 C, Distillatore, Frigo, Cappa chimica, Cappa Flusso laminare, Microscopio ottico Leica, Ingranditore fotografia, Macchina fotografica Digitale Leica.

Stufe termostate a paraffina con o senza sistema di vuoto.

Microscopi per luce trasmessa e per fluorescenza.

Microtomi: a paraffina, a congelazione.

Criostato.

Ultramicrotomo.

Apparati per acquisizione digitale di immagini.

Cluster di Workstations per calcolo parallelo.

*Tecniche di indagine*

Tecniche di biologia molecolare (estrazione di DNA e RNA, protocolli PCR), biofisica cellulare (preparazione di campioni cellulari, patch-clamp) e bioinformatica (analisi genomica 'in silico'). Applicazioni di protocolli per traccianti neurali, istochimica, immunostochimica e di biologia molecolare. Microscopia ottica ed elettronica, Ultramicrotomia, Traccianti assonali, Analisi densitometrica. Tecniche di biologia cellulare e molecolare nel cervello in fase di sviluppo. Tecniche di indagine morfo-funzionale.

*Tecnologie*

Modelli stocastici di trasmissione sinaptica. Modelli stocastici e deterministici di neuroni e popolazioni neurali della Corteccia Cerebrale e dell'Ippocampo. Produzione del software di simulazione di modelli neurali, sia di singole sinapsi, sia di neuroni, sia di strutture cerebrali.

*Collaborazioni (partner e committenti)*

Dip. Biologia, Univ. Padova; IBP-CNR, Napoli; Dip. Informatica Univ. Pisa; IBF-CNR, Pisa e Genova; SISSA, Trieste; Dip. Biol., Lund University; Dip. Scienze Morfologiche e Mediche, Univ. Verona; Dip. Biologia Evolutiva e Comparata, Univ. Napoli; Ist. Physiol. Acad. Sci. Czech Rep., Praga; Ist. Biophys. Acad. Sci. Ungheria, Budapest; Dip. Fisiol., Univ. Bologna; Dip. Strut. Funz. e Tecn. Biol., Univ. Napoli; Dip. Med. Clin. Sperim., Univ. Napoli.

*Iniziativa per l'acquisizione di ulteriori entrate*

Partecipazione a progetti PRIN.

Partecipazione a progetti europei (7 Programma Quadro per la Ricerca e lo Sviluppo tecnologico).

*Finalità*

*Obiettivi*

Studio comparato anatomico e funzionale dei processi fototrasduttivi extraoculari in modelli animali invertebrati e vertebrati. Analisi evolutiva di tali processi nella regolazione fotonica della fisiologia temporale nei metazoi. Analisi immunocitochimica e tract-tracing. Analisi cellulare e molecolare di alterazioni prodotte sulla neurotrasmissione da agenti ambientali e farmacologici. Identificazione di parametri sinaptici, di singoli neuroni e di popolazioni neurali che determinano l'attività ritmica dell'ippocampo e delle strutture cerebrali correlate.



**Risultati attesi nell'anno**

Fattibilità e sviluppo di metodi biofisici molecolari e cellulari in Hydra; tuning della ritmicità dei trascritti di opsine ed effetto di neurotrasmettitori (KA, DOPA, 5-HT). Identificazione dell'espressione di clock genes. Bioinformatica di fotopigmenti. Localizzazione istochimica di trascritti genici e di secondi messaggeri.

Caratterizzazione immunistochimica dell'espressione del neuropeptide orexina nel nucleo soprachiasmatico di Rana.

Caratterizzazione cellulare e molecolare di cellule cerebrali ed espressione di geni influenzati da tossine ambientali durante lo sviluppo.

Software per la simulazione dell'attività di neuroni piramidali e di sottocampi dell'Ippocampo. Caratterizzazione degli effetti dei cambiamenti della frequenza di stimolazione sinaptica sull'attività di sparo dei neuroni piramidali, e studio della struttura statistica dell'attività elettrica nella zona di soglia (axon hillock). Caratterizzazione degli effetti del controllo da parte delle popolazioni neuronali inibitorie sull'attività ritmica globale del campo CA3 dell'Ippocampo.

**Potenziale impiego**

- per processi produttivi

- per risposte a bisogni individuali e collettivi

Indicazioni terapeutiche per malattie collegate ai disturbi del ritmo circadiano e ai fenomeni di ipereccitabilità ippocampale.

**Moduli**

**Modulo:** Modelli dell'attività ritmica in popolazioni neurali  
**Istituto esecutore:** Istituto di cibernetica "Edoardo Caianiello"  
**Luogo di svolgimento attività:** Sede principale Istituto

**Risorse commessa 2007**

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
482	75	0	163	720	29	104	244	N.D.	993

valori in migliaia di euro

Unità di personale di ruolo*	
ricercatori	Totale
6	9

\*equivalente tempo pieno

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

Richiesta nuove unità di personale			
tempo determinato	tempo indet	non di ruolo*	Totale
0	0	0	0

\*dottorati, borse di studio, assegni di ricerca



## Struttura e dinamica di proteine

### *Dati generali*

<b>Progetto:</b>	Biofisica e Soft Matter
<b>Tipologia di ricerca:</b>	Progetti di sviluppo competenze
<b>Istituto esecutore:</b>	Istituto di biofisica
<b>Sede principale svolgimento:</b>	Sede di Pisa
<b>Dip. di prevista afferenza:</b>	Materiali e Dispositivi
<b>Responsabile indicato:</b>	GIOVANNI BATTISTA STRAMBINI

### *Elenco dei partecipanti*

	liv.		liv.		liv.
Balestreri Ettore	II	Gonnelli Margherita	III	Strambini Giovanni Battista	I
Barsanti Laura	V	Gualtieri Paolo	II	Tocchini Gina	VII
Chiti Gabriele	VI	Neri Claudia	IX	Tozzi Alduino	IV
Cioni Patrizia	II	Palamidese Patrizia	II	Trivellini Daniela	IV
Coltelli Primo	III	Passarelli Vincenzo	V	Turchi Gino	III
Evangelista Valtere	V	Petrongolo Claudia	IV	Verrocchi Dorina	VII
Gabellieri Edi	III	Puntoni Alessandro	V		

### *Temi*

#### *Tematiche di ricerca*

Studio della fotofisica dello stato di tripletto del triptofano in composti modello ed in proteine. Sviluppo di nuove metodologie ed apparati strumentali basati sulla spettroscopia di fosforescenza del triptofano, e suoi analoghi, atti ad esaminare proprietà strutturali e dinamiche di proteine in diversi mezzi e condizioni sperimentali: soluzioni acquose, membrane biologiche, ghiaccio, stato secco, stato micellare, silica gels, film sottili e proteine depositate ad interfacce, e fino ad una pressione idrostatica di 7 kbar. Relazione struttura-funzione in proteine enzimatiche, di trasporto di membrana, motor proteins e proteine fotorecetrici. Estrazione, purificazione e sequenza della proteina fotorecetrica dell'alga *Euglena gracilis*. Sequenziamento completo del gene codificante la proteina fotorecetrica e sua sovra-espressione in vettori batterici per la produzione di biomateriali e biodispositivi.

#### *Stato dell'arte*

La possibilità di rivelare alterazioni strutturali in proteine poste in condizioni estreme, oltre ad allargare il campo della conoscenza, permette di superare un importante fattore limitante per la commercializzazione di farmaco proteine e per lo sviluppo di biosensori e di materiali e dispositivi biomedici/bioelettronici. Per esempio, le perturbazioni strutturali indotte dal congelamento, che nell'ambito farmaceutico possono condurre allo shock anafilattico, sono ancora largamente sconosciute.

Tuttora i protocolli di liofilizzazione di farmaco proteine sono laboriosi e costosi perché realizzati in modo empirico. Ad oggi solo la spettroscopia di fosforescenza ha dimostrato potenzialità per il rilevamento di cambiamenti strutturali in ghiaccio, proteine depositate in film sottili o incorporate in vari dispositivi; un informazione che può far da guida nella scelta delle condizioni sperimentali e degli additivi stabilizzanti.

### *Azioni*

#### *Attività da svolgere*

Effetto di polisaccaridi, sali di Hofmeister e polimeri sulla stabilità di proteine in ghiaccio. Caratterizzazione strutturale di glucose binding protein, trombina e interleuchina in soluzione ed in stato aggregato. Caratterizzazione dell'interazione fra le proteine p53 e azzurrina, che porta all'apoptosi di cellule tumorali umane, per individuare le sequenze coinvolte nella formazione del complesso, lo stato d'aggregazione della p53 e valutare l'effetto di mutazioni specifiche sull'affinità del complesso. Indagine sulla nucleoplasmina nelle larve di ape operaia. Caratterizzazione di frammenti d'albumina mutata in pazienti con patologie renali. Estensione della sequenza del gene/i codificante la proteina fotorecetrica nell'alga *Euglena gracilis* ed estrazione-purificazione della stessa per produzione di anticorpi. Cinetiche di fotociclo delle proteine fotorecetrici di *Phacus triquetra* mediante microscopia digitale. Studio di flavonoidi con proprietà antitumorali e otticamente attivi. Verifica dell'espressione del gene ricombinante IGF-1 in linee cellulari umane di muscolo scheletrico cotrasfettate con il gene della B-galattosidasi e quello per la resistenza al G-418.

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

Finanziamento adeguato.



*Competenze, tecnologie e tecniche di indagine*

*Strumentazione*

*Tecniche di indagine*

*Tecnologie*

*Collaborazioni (partner e committenti)*

Ditte farmaceutiche: Amgen, Boehringer. Università: Colorado (Denver), Connecticut, Mc Gill, Groningen, Birmingham, Washington.

*Iniziativa per l'acquisizione di ulteriori entrate*

Progetto di ricerca a tema libero presentato da G.Turchi 'finanziabile' con un punteggio 12/15. Applicazione a progetti Interreg (Toscana) da P.Gualtieri e P.Cioni

***Finalità***

***Obiettivi***

Conoscenza della natura e dei meccanismi alla base delle perturbazioni strutturali di proteine indotte dal congelamento, dalla disidratazione e dall'assorbimento a superfici e dall'alta pressione. Realizzazione di procedure e protocolli di liofilizzazione di farmaco proteine.

Realizzazione di nuovi approcci spettroscopici basati sul contenuto informativo dello spettro di fluorescenza. Sequenza completa del gene della proteina estratta dal fotorecettore di *Euglena gracilis*, sovra-espressione della proteina in vettori batterici e realizzazione di mono-multistrati proteici per biosensori. Realizzazione di dispositivi compatti per memorie elettroniche. Sono previste pubblicazioni su riviste internazionali. Le competenze e tecniche da utilizzare sono interamente disponibili in ambito IBF.

***Risultati attesi nell'anno***

Descrizione quantitativa della perturbazione della struttura proteica dal ghiaccio e valutazione dell'efficacia stabilizzante di vari additivi usati nella liofilizzazione di farmaco proteine. Caratterizzazione dei cambiamenti conformazionali indotti da Ca e glucosio nella Glucose binding protein, dal Na nella trombina e dall'aggregazione nell'interleuchina. Identificazione della sequenza peptidica dell'azzurina essenziale per l'interazione con la P53 al fine di realizzare un peptide antitumorale con scarsa immunogenicità. Ruolo fisiologico della nucleoplasmina nella differenziazione dell'ape. Screening di pazienti nefropatici per la presenza di albumina mutata. Purificazione d'anticorpi della proteina fotorecettore nell'alga *Euglena gracilis*. Cinetica del fotociclo delle proteine fotorecetrici di *Phacus triquetus* mediante microscopia digitale con risoluzione al millisecondo. Identificazione di flavonoidi otticamente attivi con proprietà antitumorali. Verifica dell'espressione del gene ricombinante IGF-1 in linee cellulari umane di muscolo scheletrico cotrasfettate con il gene della B-galattosidasi e quello per la resistenza al G-418.

***Potenziale impiego***

*- per processi produttivi*

Controllo strutturale di farmaco proteine e sviluppo di protocolli stabilizzanti per l'industria farmaceutica. Produzione di vaccini e sterilizzazione di emoderivati. Protocolli per l'industria dei biosensori.

Realizzazione di biodispositivi.

*- per risposte a bisogni individuali e collettivi*

***Moduli***

<b>Modulo:</b>	Struttura e dinamica di proteine
<b>Istituto esecutore:</b>	Istituto di biofisica
<b>Luogo di svolgimento attività:</b>	Sede di Pisa



*Risorse commessa 2007*

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
773	117	6	0	896	31	154	173	N.D.	1.100

valori in migliaia di euro

<i>Unità di personale di ruolo*</i>	
ricercatori	Totale
8	13

\*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	2	0	1	0	0	0	1	0	4

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

\*dottorati, borse di studio, assegni di ricerca



## Meccanismi molecolari della permeabilità di membrana

### *Dati generali*

<b>Progetto:</b>	Biofisica e Soft Matter
<b>Tipologia di ricerca:</b>	Progetti relativi a linee tematiche a carattere strategico
<b>Istituto esecutore:</b>	Istituto di biofisica
<b>Sede principale svolgimento:</b>	Sede principale Istituto
<b>Dip. di prevista afferenza:</b>	Materiali e Dispositivi
<b>Responsabile indicato:</b>	MICHAEL PUSCH

### *Elenco dei partecipanti*

	liv.		liv.		liv.
Boido Giovanni Raffaele	IV	Garaventa Simona	VI	Magliozzi Damiano	VII
De Robertis Stella	VI	Cavazzo Paola	III	Marchetti Carla	II
Gaggero Enrico	V	Gorziglia Marina	IV	Moran Albonico Gasparotto	III
Gaggero Giacomo	IV	Guastavino Paolo	V	Oscar Santiago	
Gagna Piergiorgio	V	Lupi Marco	VII	Pusch Michael	II
				Zanini Marta	VI

### *Temi*

#### *Tematiche di ricerca*

Le tematiche della commessa comprendono l'analisi della relazione tra struttura e funzione di canali/recettori postsinaptici glutamatergici e di canali e trasportatori del tipo CFTR e CLC. Per i canali/recettori glutamatergici viene inoltre studiata l'interazione con metalli pesanti la cui tossicità si esplica mediante un'interazione diretta del metallo con la proteina canale con conseguente alterazione delle caratteristiche funzionali. Per quanto riguarda i canali CLC ci si propone di approfondire i meccanismi molecolari del funzionamento, in considerazione soprattutto delle importanti funzioni fisiologiche svolte e del loro coinvolgimento in almeno cinque patologie genetiche diverse. Per le proteine CFTR e CLC vengono sviluppati e studiati nuovi strumenti farmacologici di interesse per il trattamento delle malattie genetiche, in particolare per la fibrosi cistica, che è la malattia genetica letale più frequente. Sono sempre in sviluppo nuove tecnologie e metodi.

#### *Stato dell'arte*

Il coinvolgimento dei recettori del glutammato nella tossicità operata dai metalli pesanti a livello neuronale è stato descritto da tempo. In questo ambito ci proponiamo di caratterizzare gli effetti funzionali del Pb, potente agente neurotossico, sui recettori NMDA e più specificatamente di individuare i determinanti strutturali dell'inibizione di questo metallo sulla corrente del canale. Nonostante la proteina CFTR, un canale di struttura atipica in quanto membro di una famiglia di trasportatori, venga studiata da 15 anni, non è disponibile una terapia 'molecolare' della fibrosi. Per progredire nel campo progettiamo e analizziamo piccole molecole che funzionino come attivatori della CFTR nell'ottica di individuare terapie efficaci. Almeno 5 delle 9 proteine CLC sono coinvolte in patologie genetiche. Per molte di esse i meccanismi del trasporto sono oscuri. In particolare non è chiaro come i CLC canali si distinguono da quelli che sono cotrasportatori. Intendiamo affrontare questa problematica e studiare e progettare molecole che interagiscano con proteine CLC con possibili applicazioni biomediche.

### *Azioni*

#### *Attività da svolgere*

Oltre al completamento dei progetti 2006, si prevede di studiare i determinanti strutturali del legame del Ni che mediano l'effetto di potenziamento nei recettori che contengono la subunità NR2B. L'espressione e inserimento in membrana delle subunità NR2 sarà monitorato mediante immunofluorescenza e Western blotting per acquisire dati sullo sviluppo dei neuroni in coltura e validare il modello anche per lo studio di patologie neurodegenerative. Per la CFTR si prevede di raffinare i modelli molecolari al computer, includendo informazione dalla dinamica molecolare forzata, di proseguire lo studio di mutazioni sito-specifiche per la localizzazione del sito di legame dei potenziatori e di procedere alla caratterizzazione biochimica e strutturale dell'interazione dei NBD della CFTR mediante l'uso di proteine ricombinanti. Per i canali e trasportatori del tipo CLC si intendono studiare i meccanismi molecolari del potenziamento dei CLC-K da parte del NFA, il meccanismo del gating del CLC-0, e il meccanismo di trasporto attivo del CLC-5.



*Punti critici e azioni da svolgere*

Occorrerà mettere a punto il protocollo di marcatura mediante immunofluorescenza in grado di riconoscere la presenza delle diverse subunità NR2 del recettore NMDA e ciò implica la prova di anticorpi differenti, nonché l'utilizzo di cellule transfettate con un solo tipo di subunità per verificare la specificità. Analogamente si dovrà procedere alla messa a punto di un sistema per Western blotting per misura quantitativa delle stesse proteine. Per la CFTR si continuerà la caratterizzazione biochimica e strutturale dei domini leganti nucleotidi della CFTR. La caratterizzazione strutturale sarà integrata da misure funzionali di trasporto di cloro e da modelli molecolari al calcolatore. Le proteine CLC saranno studiate con tecniche elettrofisiologiche ad alta risoluzione e verranno introdotte mutazioni sito-specifiche per determinare i residui coinvolti nel legame dei potenziatori e per determinare i recettori dei protoni. Inoltre verranno sviluppati modelli matematici per descrivere i meccanismi di apertura e chiusura dei canali CLC.

*Competenze, tecnologie e tecniche di indagine*

*Strumentazione*

*Tecniche di indagine*

*Tecnologie*

*Collaborazioni (partner e committenti)*

Lab. Genetica Molecolare, Ist. Gaslini, Genova

Lab. Medicina Molecolare, Ist. Gaslini, Genova

Dipartimento Farmacobiologico, Università Bari

Department of Physiology, University of Bristol, UK

Scientific Park of Barcelona, Institute of Biomedical Research, Spagna

Centro di Biologia Molecolare Neuronale, Università Amburgo, Germania

Istituto di Fisiologia, Università Tubinga, Germania

Istituto di Fisiologia, Università Würzburg, Germania

Centro de Biociencias y Medicina Molecular, Instituto IDEA, Venezuela

Dipartimento di Biochimica, Università di Brandeis, Waltham, USA

USTC, Hefei, Cina

*Iniziative per l'acquisizione di ulteriori entrate*

Si intende attivarsi per presentare progetti in ambito europeo (VII Programma Quadro), nazionale (fondo per la ricerca di base, se ripristinato) e regionale (DDL 228). Inoltre si cercherà di ottenere finanziamenti dalla fondazione Telethon.

*Finalità*

*Obiettivi*

Obiettivo principale della commessa è l'acquisizione di nuove conoscenze sui meccanismi molecolari della permeabilità delle membrane biologiche, attraverso lo studio dettagliato di alcuni canali/trasportatori di particolare interesse. Oltre a ciò intendiamo utilizzare le tecniche e conoscenze per affrontare problemi di interesse biomedico. In questo ambito possono essere perseguiti tre obiettivi: identificazione di bersagli molecolari specifici per metalli pesanti localizzati sui recettori di tipo NMDA e coinvolti nei meccanismi di neurotossicità; identificazione di attivatori della proteina CFTR per lo sviluppo di una terapia della fibrosi cistica; comprensione dei meccanismi di funzionamento delle proteine CLC e sviluppo di strumenti farmacologici per le proteine CLC che agiscano come rimedi alle patologie genetiche e altre patologie diffuse.

*Risultati attesi nell'anno*

Individuazione dei determinanti strutturali per l'interazione di metalli piombo e nichel con il canale del glutammato di tipo NMDA e valutazione della competizione con modulatori endogeni e farmaci. Caratterizzazione dello sviluppo dei recettori NMDA in colture neuronali come modello in vitro per lo studio di patologie neurodegenerative. Identificazione del sito di unione dei potenziatori della CFTR. Soluzione della struttura dei domini leganti nucleotidi della CFTR a bassa risoluzione. Identificazione del sito di legame del NFA sui canali CLC-K. Comprensione della dipendenza del gating del CLC-0 dal pH e del meccanismo di trasporto del CLC-5.



*Potenziale impiego*

*- per processi produttivi*

Potenzialmente, sostanze sviluppate nell'ambito di questa commessa potrebbero servire come molecole "lead" per l'industria farmaceutica.

*- per risposte a bisogni individuali e collettivi*

Un programma di acquisizione dati, sviluppato in questa commessa a Genova e in continua evoluzione, viene utilizzato dalla ditta "Nanion", Monaco, GER e da altri gruppi di ricerca nel mondo.

**Moduli**

**Modulo:** Meccanismi molecolari della permeabilità di membrana

**Istituto esecutore:** Istituto di biofisica

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

*Risorse commessa 2007*

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
389	86	53	94	622	41	180	95	N.D.	758

valori in migliaia di euro

<i>Unità di personale di ruolo*</i>	
ricercatori	Totale
4	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
1	0	1	3	0	0	0	3	2	10

<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





## Mezzi d'indagine, tecnologie e nuove competenze

### *Dati generali*

<b>Progetto:</b>	Biofisica e Soft Matter
<b>Tipologia di ricerca:</b>	Progetti di sviluppo competenze
<b>Istituto esecutore:</b>	Istituto per i processi chimico-fisici
<b>Sede principale svolgimento:</b>	Sede principale Istituto
<b>Dip. di prevista afferenza:</b>	Materiali e Dispositivi
<b>Responsabile indicato:</b>	GIUSEPPE SALVETTI

### *Elenco dei partecipanti*

	liv.		liv.		liv.
Badalassi Mino	VI	Grassini Stefania	IV	Ricci Domenico	III
Bagnesi Cinzia	VII	Guidarini Dante	IV	Righetti Maria Cristina	III
Barbini Alessandro	IV	Lanza Clara	V	Roventini Giovanna	V
Bussolino Gian Carlo	III	Longo Iginio	II	Salveti Giuseppe	II
Cempini Manuela	V	Masserotti Marcello	VIII	Spiniello Roberto	VI
Consani Mario	VI	Onor Massimo	V	Tombari Elpidio	II
Cosci Orlando	V	Palla Paolo	IV	Voliani Mauro	VII
Girolami Maria Laura	IV	Picchi Maurizio	V	Zini Paolo	IV

### *Temi*

#### *Tematiche di ricerca*

##### Sviluppo di:

- uno spettrometro EPR in alto campo con metodi quasi-ottici nell'ambito dello sviluppo dell'infrastruttura CNR-INFN-INSTM;
  - calorimetri differenziali multimodo progettati per applicazioni dedicate nell'ambito di convenzioni e contratti di ricerca esterni;
  - calorimetri-reometri per liquidi(CAR);
  - calorimetri-reometri-dielettrometri(CARD);
  - sistemi per la microscopia ottica confocale;
  - risonatori aperti ad altissima frequenza per studi di proprietà dielettriche di materiali anche a risoluzione spaziale.
  - nuove tecnologie a microonde per applicazioni scientifiche civili ed industriali.
- Organizzazione di un convegno sull'utilizzo dei metodi di microscopia videoconfocale. Cessione e sfruttamento di Brevetti, creazione di spin-off, formazione di giovani ricercatori e tecnici meccanici, vetro, elettronica.

#### *Stato dell'arte*

La promozione delle competenze è strategica per accrescere le capacità di competizione e questo avviene in tutti i paesi industrializzati. Lo sviluppo di tecniche e metodi d'indagine innovativi è di particolare rilievo per la ricerca italiana, fortemente dipendente dall'importazione di strumentazione scientifica. Inoltre i paesi competitori possono contare sull'industria privata, spesso monopolista nel settore. La commessa ha collaborazioni e consulenze con la PMI e ha venduto un brevetto.

Le nuove tecnologie a microonde sviluppate a Pisa e destinate all'attivazione in situ di processi chimici o chimico fisici si collocano allo stato dell'arte della chimica a microonde in campo internazionale.

La calorimetria multimodo, la dielettrometria a largabanda, l'EPR ad alti campi e alta frequenza e la microscopia videoconfocale presenti nella Commessa certamente rappresentano una significativa presenza in settori di frontiera scientifica.

La commessa rende disponibile, ad imprese e centri di ricerca, un facile e rapido accesso ad informazioni e competenze autorevoli sulle proprietà termofisiche e chimiche dei materiali attraverso il 'data base' di 'The evitherm Society'.



### **Azioni**

#### *Attività da svolgere*

Nuovi metodi d'indagine e formazione di ricercatori e tecnici nell'ambito di: EPR ad alti campi, spettroscopia dielettrica ad alta frequenza, calorimetria multimodo, tecniche ottiche e di microscopia, tecniche a microonde per la chirurgia miniinvasiva, per la chimica industriale e per la catalisi chimica a microonde. Sensori per l'analisi dell'idratazione di fanghi e di campioni ad alte perdite dielettriche. Risuonatori aperti ad onda millimetrica per misure di EPR ad alto campo mediante l'uso di apparati quasi ottici.

Metodo integrato calorimetria + naso artificiale per l'autenticazione dell'olio d'oliva;

Elettronica dedicata e sviluppata ex novo per calorimetri multimodo MASC2.

Studi acustici e valutazioni modellistiche per la definizione dei contributi di singole infrastrutture ai livelli di rumore valutati presso i ricettori; Uso di tecniche calorimetriche per determinare la resistenza alla fiamma di materiali; Caratterizzazione fisica di materiali antimacchia per superfici di gres porcellanato.

Attività di rappresentanza per il CNR in 'The evitherm Society' che gestisce un Istituto Virtuale, configurato come sito web, sulle proprietà termofisiche e chimiche dei materiali.

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

Attrezzature per microlavorazioni meccaniche ed ottiche, microsaldature; creazione di sensori a film; meccanica di precisione; sviluppo di strumentazione elettronica su misura. Finanziamenti adeguati per: contratti dei giovani ricercatori e tecnici; ammodernamento ed arricchimento del parco macchine e delle strumentazioni dei laboratori scientifici e dell'officina meccanica e vetro che costituiscono un altro punto chiave per il successo delle attività da svolgere.

L'assistenza di un ufficio del CNR competente per i rapporti con l'industria e con il mercato dei brevetti riveste un ruolo prioritario. Un fattore assolutamente negativo è costituito dall'appesantimento del carico burocratico.

Costi di gestione (liquidi criogenici) per sistemi superconduttori; mancanza di supporto di personale ricercatore e tecnico per l'infrastruttura Alti Campi Alte Frequenze.

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

Elettromagnetismo. Propagazione e risonanza di onde elettromagnetiche in sistemi metallici e dielettrici in regime di basse perdite ed in regime di perdite elevate. Interazione risonante della radiazione elettromagnetica con sistemi paramagnetici e ferromagnetici.

Calorimetria. Progettazione, realizzazione e applicazione di calorimetri multimodo dedicati per la didattica o per la ricerca, anche a basso costo.

Dielettrometria: Applicazione di tecniche dielettriche largabanda nel dominio del tempo e della frequenza.

Tecnologie a microonde. Nuove tecnologie per il trattamento termico di materiali con sviluppo di applicatori dedicati.

Microscopia videoconfocale. Sviluppi di prototipi industriali mediante accordi con imprese e PMI.

#### *Strumentazione*

Analizzatore di reti vettoriale con frequenza di lavoro da 8 GHz a circa 1000 GHz. Spettrometro EPR basato su magnete superconduttore da 12 T, diodi GUNN e sistema di propagazione quasi ottico. Rivelatore bolometro ad 'elettroni caldi'. Criostato a flusso d'elio per misure nell'intervallo di temperature da 300 a 4.2 K. Il laboratorio di microonde dispone di un'attrezzatura consistente, in buona parte di progetto originale, per lo studio, la costruzione e la caratterizzazione di reattori a microonde per applicazioni scientifiche, civili ed industriali.

Calorimetri MASC (Adiabatici, a Modulazione e a Scansione di temperatura) progettati e realizzati su brevetto CNR.

Sistema per spettroscopia dielettrica nel dominio della frequenza da 1mHz a 10MHz utilizzabile anche per misure simultanee alla calorimetria.

Sistemi ottici e digitali per la realizzazione di microscopi ottici videoconfocali.

#### *Tecniche di indagine*

Dielettrometria di campioni a basse perdite dielettriche mediante l'impiego di risuonatori dielettrici basati su modi 'whispering gallery'. Analisi di sistemi ad alte perdite dielettriche mediante sensori a microonda a campo prossimo. Tecniche di EPR in onda continua a multifrequenza ed alto campo.

La tecnologia a microonde sviluppata a Pisa consente di applicare metodologie multidisciplinari basate sull'attivazione termica di processi chimici o chimico-fisici.

Tecniche dielettriche, tecniche calorimetriche multimodo anche combinate alla dielettrometria.

Microscopia ottica ad alta risoluzione.



### *Tecnologie*

Modellizzazione numerica di sistemi elettromagnetici mediante software agli elementi finiti. Progettazione CAD, lavorazione meccanica fine, lavorazione del vetro.

### *Collaborazioni (partner e committenti)*

La Commessa conta collaborazioni attive con almeno 60 realtà esterne, non elencabili in questo spazio, che fanno capo a Dipartimenti Universitari e Istituti di ricerca nazionali ed internazionali, Industrie, Piccole e Medie Imprese, Enti pubblici e privati.

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

Presentazione di risultati e brevetti alle industrie ed a convegni specialistici

Accordo di collaborazione con UNIRoma per la fornitura di calorimetri a basso costo dedicati alla didattica;

Progetto INFN 'Diagnostica a microonde ad alta risoluzione per tessuti biologici.'

Sottoscrizione di contratti di cessione di diritti di sfruttamento di Brevetti CNR.

Partecipazione ad un progetto europeo per la costruzione di un robot chirurgico del tipo inch-worm attivato a microonde per i trattamenti endocavitari del colon. Sottoscrizione di Contratti di Collaborazione/Convenzioni con soggetti attivi nel campo dell'industria chimica.

Proposte di progetti a Fondazione Cassa di Risparmio di Pisa: Diagnostica a microonde ad alta risoluzione per tessuti biologici. Proposte di progetti interdipartimentale: Caratterizzazione di mobilità' e centri di scattering in materiali per celle solari. Proposte di Progetti alla CE: Micromechanical detection of EPR.

### *Finalità*

#### *Obiettivi*

Tecniche combinate all'analisi termica; sviluppo strumentale e metodologico per il controllo ambientale; strumenti diagnostici nelle patologie cardiovascolari e neurodegenerative; controllo di qualità' degli alimenti, microscopia ottica confocale; innovazione tecnologica e competenze di microwave heating; tecniche avanzate di EPR in multifrequenza. Introduzione dell'innovazione tecnologica nei processi chimici industriali mediante l'impiego di sorgenti e di applicatori a microonde di basso costo e di facile uso.

#### *Risultati attesi nell'anno*

Formazione di ricercatori, tecnologi e tecnici e creazione di posizioni di lavoro per attività di ricerca e sviluppo.

Struttura nanofasica di sistemi polimerici e la stabilità di materiali farmaceutici in fase vetrosa mediante calorimetria.

Studi dielettrici della dinamica di rilassamento delle catene polimeriche.

Prototipo di microscopio video-confocale per l'analisi in fluorescenza.

Calorimetri a basso costo per PMI e didattica.

Spettrometro EPR ad alto campo funzionante con circuito quasi ottico in modalità di rivelazione omodina ed eterodina e con risonatori a struttura aperta. - Rivelazione delle perdite dielettriche intrinseche in materiali ceramici e di sintesi. - Studio di tessuti biologici con onde millimetriche - Dimostrazione della risoluzione spaziale in campo prossimo a lunghezze d'onda millimetriche.

Prototipo di reattore a microonde attivato con un array di applicatori in situ per l'implementazione di impianti di interesse chimico-industriale. Brevetto Internazionale.

Applicazioni di risonatori aperti ad onda millimetrica.

Report contenente calcolo dell'esposizione al rumore mediante stima dei valori di rumore presenti in facciata delle abitazioni.

#### *Potenziale impiego*

##### *- per processi produttivi*

-Protocolli di autenticazione dell'olio d'oliva e supporto alle PMI del settore con lo sviluppo di tecniche calorimetriche dedicate ed a basso costo.

-Nuove tecnologie per processi di chimica assistita a microonde, nel settore della chimica fine nella sintesi organica, nella fotocatalisi chimica ed in impianti pilota.

- Applicazione della calorimetria per misure di resistenza alla fiamma di materiali plastici. Applicazione industriale di prodotti antimacchia nei settori del lapideo e della ceramica.

- Ottimizzazione del processo di produzione di materiali ceramici a basse perdite dielettriche e basso coefficiente termico.

- Sensoristica a microonde per tessuti biologici e materiali ad alte perdite.

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

Introduzione della calorimetria nella Didattica in collaborazione con: UNI Roma 'la Sapienza'.

Autenticazione e controllo della qualità dell'olio d'oliva Italiano.

Impiego di metodi dielettrometrici con risonatori aperti per diagnostica medica e per l'analisi di siti inquinati.



La metodologia CHARMANT (chemical activation resorting to a microwave antenna) sviluppata all'IPCF è in grado di sostituire in tutto o in parte l'attuale tecnologia che si avvale di forni, consentendo vantaggi in ordine ai costi, alla versatilità di impiego, all'efficienza ed alla capacità di rompere lo scale up barrier nei processi industriali.

**Moduli**

**Modulo:** Mezzi d'indagine, tecnologie e nuove competenze  
**Istituto esecutore:** Istituto per i processi chimico-fisici  
**Luogo di svolgimento attività:** Sede principale Istituto

**Risorse commessa 2007**

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
511	43	162	0	716	176	381	169	N.D.	1.061

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	5	0	1	0	3	0	9

<i>Richiesta nuove unità di personale</i>			
tempo determinato	tempo indet	non di ruolo*	Totale
1	3	4	8

\*dottorati, borse di studio, assegni di ricerca



**Strutture ad alta organizzazione gerarchica realizzate mediante approcci di tipo biologico e chimico, per lo studio e la progettazione di materiali e sistemi ibridi di interesse fotochimico**

*Dati generali*

<b>Progetto:</b>	Biofisica e Soft Matter
<b>Tipologia di ricerca:</b>	Progetti relativi a linee tematiche a carattere strategico
<b>Istituto esecutore:</b>	Istituto per i processi chimico-fisici
<b>Sede principale svolgimento:</b>	Sede di Bari
<b>Dip. di prevista afferenza:</b>	Materiali e Dispositivi
<b>Responsabile indicato:</b>	ANGELA AGOSTIANO

*Elenco dei partecipanti*

Curri Maria Lucia	liv. III	Mallardi Antonia	liv. III	Striccoli Marinella	liv. III
Fini Paola	III	Milano Francesco	III	Talpo Federica	VII
Lasorella Giovanni	VI	Nuzzo Sergio	VI	Trotta Massimo	III

***Temi***

*Tematiche di ricerca*

- (a) nuovi materiali polimerici ibridi modificati mediante nanoparticelle colloidali,
- (b) l'organizzazione 2/3 D di materiali nanostrutturati mediante tecniche di self assembly e soft lithography,
- (c) lo sviluppo con metodi chimici di materiali nanostrutturati per applicazioni ambientali,
- (d) lo studio di sistemi supramolecolari per applicazioni biomediche, analitiche ed ambientali,
- (e) lo studio di macro e microsistemi biologici (cellule, microrganismi ed enzimi) per applicazioni ambientali,
- (f) lo sviluppo di modelli teorici per la previsione di proprietà dei materiali e sistemi complessi
- (g) lo sviluppo di sistemi biomimetici per applicazioni sanitarie ed energetiche.

*Stato dell'arte*

La ricerca è orientata, in linea con i programmi di numerosi laboratori internazionali, verso sistemi le cui peculiari proprietà sono riconducibili alla loro organizzazione gerarchica. La progettazione, la realizzazione e la caratterizzazione di queste originali strutture funzionali costituisce il fondamentale approccio bottom-up, ponte indispensabile tra il regime nanoscopico e la scala mesoscopica, verso il loro sfruttamento in campo biomedico, sensoristico e in dispositivi optoelettronici.

***Azioni***

*Attività da svolgere*

Sintesi, caratterizzazione e funzionalizzazione di nanocristalli (NC) per applicazioni in campo biologico, optoelettroniche (OE) e sensoristico, per la formazione di super-reticoli e per la modifica di polimeri usati in applicazioni MEMS e NEMS

2/3D Self assembly di NC funzionalizzati per nanopatterning, OE e sensoristica

Incorporazione di NC in matrici polimeriche per strutturazione mediante nanoimprinting lithography per OE e sensoristica

Sviluppo di fotocatalizzatori NC per i beni culturali e lo smaltimento di inquinanti organici ed inorganici in matrici acquose.

Incorporazione di macromolecole biologiche in sistemi biomimetici per applicazioni energetiche, sanitarie ed ambientali.

Caratterizzazione della risposta di macrosistemi fotosintetici a condizioni di stress da metalli pesanti per applicazioni di Bioremediation.

Caratterizzazione funzionale di proteine immobilizzate per la realizzazione di biosensori.

Effetti del trealosio sulla dinamica conformazionale e sulla stabilità termica delle proteine.



*Punti critici e azioni da svolgere*

Condizioni di fattibilità della commessa sono rappresentate da:

- accesso a tecniche di indagine multiscala, sia in termini spaziali che temporali indispensabile per lo studio e la caratterizzazione dei sistemi sopradescritti
- acquisizione di risorse finanziarie adeguate a garantire la mobilità dei ricercatori per l'accesso a large scale facilities ed i relativi canoni di utilizzo
- acquisto di nuove apparecchiature (in primo luogo un TEM (microscopio a trasmissione elettronica) e manutenzione di quelle esistenti
- disponibilità di risorse di personale ricercatore e tecnico stabili su un arco temporale di almeno tre anni
- Incrementare la disponibilità di finanziare dottorati di ricerca con fondi CNR

*Competenze, tecnologie e tecniche di indagine*

Laboratorio di elettrochimica e fotoelettrochimica in cui convergono le competenze elettrochimiche nel campo dei sistemi biologici, nel campo delle macromolecole e nel campo delle nanostrutture.

Laboratorio di fotochimica delle macromolecole fotosintetiche dove vengono studiati i meccanismi delle reazioni di trasferimento protonico ed elettronico in proteine ed enzimi fotosintetici.

Laboratorio di preparazioni biochimiche e microbiologiche utilizzato per tutte le fasi di coltivazione dei microrganismi fotosintetici, della loro manipolazione, della estrazione e purificazione dei componenti proteici e macromolecolari di interesse, della crio-conservazione.

Laboratorio di nanomateriali in cui avviene la preparazione di semiconduttori e metalli nanocristallini mediante differenti tecniche di sintesi, la loro caratterizzazione ottica e morfologica e lo studio della loro possibile applicazione in campo biologico, ambientale e sensoristico.

Laboratorio di calorimetria ed analisi termica per la caratterizzazione cinetica e termodinamica di sistemi complessi allo stato solido ed in soluzione.

*Strumentazione*

Microscopio a Forza Atomica e a correnti di tunneling – Applicazioni nelle indagini morfologiche di nanomateriali, nanocompositi nell'ambito dello studio del self-assembly.

Fluorimetro a stato stazionario e risolto nel tempo (risoluzione subnanosecondo). Misure di fluorescenza su materiali e sistemi biologici.

Spettrofotometro UV-VIS-NIR CARY 5000.

Ultracentrifuga Beckmann con rotori al titanio (ad angolo fisso e a bracci oscillanti). Purificazione materiale biologico e separazione materiale inorganico.

Differential Scanning Calorimeter.

SCANNING ELECTROCHEMICAL MICROSCOPY

Sistema home-build pump-and-probe per fotochimica di sistemi proteici

Spin Coater

Spettrofotometro Cary 3

DIFFUSE REFLECTANCE SPHERE

LASER Nd:YAG

*Tecniche di indagine*

Caratterizzazione ottica, elettrica e morfologica di nanomateriali e di sistemi di origine biologica.

Caratterizzazione elettrochimica di macromolecole biologiche e di nanomateriali.

Caratterizzazione calorimetrica e termica di macromolecole biologiche, nanomateriali e materiale composito.

Caratterizzazione dei tempi di vita degli stati eccitati di macromolecole biologiche e di nanomateriali.

*Tecnologie*

Utilizzo di microrganismi fotosintetici anossigenici nell'ambito dei processi di bioremediation di siti inquinati da metalli pesanti.

Impiego di fotocatalizzatori nanostrutturati per la conservazione dei beni culturali e per lo smaltimento di inquinanti organici ed inorganici in matrici acquose. Uso di pigmenti di origine naturale e sintetica in campo medico per la cura di malattie da infezione batterica o di tipo oncologico. Utilizzo delle ciclodestrine per migliorare la rivelabilità delle micotossine in matrici alimentari. Utilizzo delle proteine fotosintetiche per la costruzione di sensori in ambito ambientale ed energetico.



*Collaborazioni (partner e committenti)*

Consiglio Nazionale delle Ricerche  
IPCF Messina  
IPCF Pisa  
IBAM Lecce  
IMM Lecce  
NNL Lecce  
IRSA Bari  
IC Bari  
ICCOM Bari  
ISPA Bari  
IMIP Bari  
ISMN Messina

Ecoacque srl Giovinazzo (BA)

Dipartimenti Università di Bari

Fisica  
Chimica  
Biologia  
Geologia  
Agraria

Dipartimenti Università di Lecce

Scienza dei Materiali  
Ingegneria dell'Innovazione

IBM Research Laboratory Ruschlikon Zurich- Switzerland

CSEM Neuchatel - Switzerland

SMCT University of Twente - The Neatherland

CIDETEC, San Sebastian – Spain

MRT Berlin Germany,

MIC Denmark

Tyndall National Institute, Cork-Ireland

EPFL Lausanne Switzerland

Università di Szeged (Hu) – Dipartimento di Biofisica

Università di Bologna

Dipartimento di Chimica Inorganica, Chimica Analitica e Chimica Fisica Università di Messina

Department of Chemistry and Biochemistry UCLA

Biophysics & Nanoscience Centre, Università della Tuscia- Viterbo,

Botanisches Institut der Universitat – Munchen.

Glynn Laboratory UCL London

Department of Biochemistry & Biophysics UIUC

*Iniziativa per l'acquisizione di ulteriori entrate*

Entrate certe:

-STREP 6th FP-EU NOVOPOLY j 57.492

-IP 6th FP-EU NaPa j 68600

-FIRB 'Synergy' -Progetto FIRB 2003 D.L. 2186 'Sintesi di nuovi materiali organici ed architetture supramolecolari per sistemi optoelettronici e fotonici ad elevata efficienza' j 27.000

-Regione Puglia Progetto esplorativo 'Utilizzo di semiconduttori nanostrutturati in processi fotocatalitici per la degradazione di inquinanti organici in matrici acquose' finanziamento richiesto: j 49.500

-Regione Puglia Progetto esplorativo 'Fotobionifica Biologica' Finanziamento richiesto j 81512

-Regione Puglia Progetto Strategico 'Protezione, consolidamento e pulitura di materiali lapidei caratteristici della regione Puglia: sperimentazione di prodotti a basso impatto ambientale e monitoraggio dei trattamenti' Finanziamento richiesto j 59500



### **Finalità**

#### **Obiettivi**

Messa a punto e ottimizzazione di metodologie della chimica colloidale per la preparazione di materiali nanostrutturati. Progettazione e preparazione di materiali complessi basati su materiali nanostrutturati in 2/3 D e materiali ibridi (bio)organici - inorganici nanocristallini.

Utilizzo delle competenze nel campo delle metodologie microbiologiche e (bio)chimiche per l'isolamento e purificazione di pigmenti e proteine fotosintetici per l'organizzazione in supercomplessi per scopi biomimetici.

Utilizzo di microrganismi fotosintetici anoossigenici nell'ambito dei processi di bioremediation di siti inquinati da metalli pesanti.

Impiego di fotocatalizzatori nanostrutturati per la conservazione dei beni culturali e per lo smaltimento di inquinanti organici ed inorganici in matrici acquose.

Sviluppo di nuovi fotosensibilizzatori per l'ampliamento del campo di utilizzo della terapia fotodinamica.

Utilizzo delle ciclodestrine per migliorare la rivelabilità delle micotossine in matrici alimentari. Utilizzo delle proteine fotosintetiche per la costruzione di sensori in ambito ambientale ed energetico.

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

Caratterizzazioni di nanocristalli di tipo core@shell (CdS@SiO<sub>2</sub>, CdSe@ZnS@SiO<sub>2</sub>) solubili in solventi polari - Caratterizzazione di assembly di nanocristalli luminescenti su substrati patternati - Caratterizzazione di nanoparticelle d'oro ottenute mediante tecniche colloidali - Modifica di materiali polimerici con nanoparticelle metalliche e magnetiche - Applicazione di semiconduttori nanocristallini per rimozioni di inquinanti in fase acquosa e gassosa - Bioconiugazione di nanocristalli luminescenti e magnetici con molecole di interesse nel campo biosensoristico - Caratterizzazione del centro di reazione fotosintetico immobilizzato in PEM da impiegare in biosensori per erbicidi.

#### **Potenziale impiego**

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

Materiali nanostrutturati ibridi per applicazioni optoelettroniche, sensoristiche ed ambientali.

Sistemi di Biobonifica di siti inquinati da metalli pesanti.

Sistemi per la cura dei tumori e di infezioni batteriche.

Miglioramento della sicurezza alimentare.

Complessi fotosintetici per applicazioni biosensoristiche.

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

Utilizzo di sistemi ibridi biologico-inorganico nel campo della trasformazione dell'energia e per l'abbattimento di inquinanti in campo ambientale.

Sistemi di Biobonifica di siti inquinati da metalli pesanti.

Sviluppo di nuovi fotosensibilizzatori per l'ampliamento del campo di utilizzo della terapia fotodinamica.

Miglioramento della sicurezza alimentare.

Sviluppo di nuovi biosensori in ambito ambientale ed energetico.

### **Moduli**

**Modulo:** Strutture ad alta organizzazione gerarchica realizzate mediante approcci di tipo biologico e chimico, per lo studio e la progettazione di materiali e sistemi ibridi di interesse fotochimico

**Istituto esecutore:** Istituto per i processi chimico-fisici

**Luogo di svolgimento attività:** Sede di Bari

### **Risorse commessa 2007**

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
378	32	270	0	680	256	558	44	N.D.	980

valori in migliaia di euro





<i>Unità di personale di ruolo*</i>	
<b>ricercatori</b>	<b>Totale</b>
6	9

\*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>
4	6	0	1	0	0	0	0	1	12

<i>Richiesta nuove unità di personale</i>			
<b>tempo determinato</b>	<b>tempo indet</b>	<b>non di ruolo*</b>	<b>Totale</b>
2	4	1	7

\*dottorati, borse di studio, assegni di ricerca



## Struttura e dinamica in sistemi autoorganizzati e cooperativi

### *Dati generali*

<b>Progetto:</b>	Biofisica e Soft Matter
<b>Tipologia di ricerca:</b>	Progetti relativi a linee tematiche a carattere strategico
<b>Istituto esecutore:</b>	Istituto per i processi chimico-fisici
<b>Sede principale svolgimento:</b>	Sede principale Istituto
<b>Dip. di prevista afferenza:</b>	Materiali e Dispositivi
<b>Responsabile indicato:</b>	CALOGERO PINZINO

### *Elenco dei partecipanti*

	liv.		liv.		liv.
Bagnesi Cinzia	VII	Forte Claudia	III	Moretti Augusto	II
Barbini Alessandro	IV	Fortunelli Alessandro	II	Onor Massimo	V
Bertolini Davide	II	Girolami Maria Laura	IV	Palla Paolo	IV
Buffa Giovanni	II	Grassini Stefania	IV	Pardi Luca	II
Calucci Lucia	III	Grigolini Paolo	I	Picchi Maurizio	V
Cassettari Mario	II	Guidarini Dante	IV	Pinzino Calogero	III
Cempini Manuela	V	Lanza Clara	V	Roventini Giovanna	V
Consani Mario	VI	Lepori Luciano	II	Spanedda Andrea	VI
Cosci Orlando	V	Masserotti Marcello	VIII	Voliani Mauro	VII
Doni Emilio	III	Matteoli Enrico	II	Zini Paolo	IV

### *Temi*

#### *Tematiche di ricerca*

Studio di miscele di idrocarburi; EPR e NMR di membrane, vescicole e liposomi con sostanze a basso e alto peso molecolare; ordine orientazionale in cristalli liquidi termotropici con  $^{13}\text{C}$  NMR; EPR in multifrequenza del petrolio in sistemi nanoporosi; Processi di trasporto in modelli di cristalli liquidi; Termodinamica della transizione vetrosa in polimeri e miscele polimeriche; Proprietà dielettriche fino a circa 1 THz; analisi con entropia della diffusione per l'origine della cooperazione

#### *Stato dell'arte*

La ricerca nell'area dei materiali usualmente indicati con il nome di Soft Matter è una delle aree di ricerca del 21 secolo fra le più attive e in più rapida crescita. I materiali autoaggregati e cooperativi hanno molte applicazioni nella vita di tutti i giorni e la ricerca fondamentale su tali materiali è strettamente collegata alla ricerca applicata e industriale. La caratterizzazione strutturale e dinamica di tali materiali aumenta le nostre conoscenze e ne facilita l'utilizzo in vari campi

### *Azioni*

#### *Attività da svolgere*

Studio NMR della conformazione di mesogeni. Ordine orientazionale e dinamica molecolare di cristalli liquidi termotropici calamitici. Spettri NMR su vetri vulcanici dell'area vulcanica dei Campi Flegrei per ottenere informazioni sul processo di interazione fuso/acqua. NMR di suoli per valutare effetti ambientali e climatici. Studio delle proprietà di idrogeli a base di poliammidoammine differenzialmente idratati. Indagini della produzione di radicali e delle variazioni di fluidità di membrane tilacoidali di piante a seguito di stress ambientali mediante tecniche EPR di spin trapping e spin probing. Tecniche di spettroscopia NMR ed EPR per indagare la coordinazione di ioni di transizione in complessi metallo-organici. Studio della dinamica di sistemi polimerici in diversi regimi di temperatura e di frequenze. Indagine sulla mineralizzazione di rocce carbonatiche con l'uso di specie paramagnetiche in esse presenti in tracce. Studio EPR ad alto campo di particelle carbonacee presenti nelle fuliggini. Studio di fenomeni di rilassamento in sistemi magnetici contenenti ioni delle terre rare. Studio della forma di riga collisionale nei gas per molecole e ioni di interesse atmosferico.

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

1. Molti degli studi da intraprendere dipendono dalla reperibilità di materiale, sia esso 'naturale' o di sintesi, derivante da collaborazioni con gruppi di esperti in ambito biologico, agrario, geologico e chimico. Dagli studi finora effettuati sui fusi silicatici sembra di particolare rilevanza l'effetto di residui centri paramagnetici sugli spettri NMR. Si cercherà quindi di simulare tale effetto mediante un software implementato ad hoc. 2. Il Mantenimento degli spettrometri EPR ad alto campo, EPR, NMR e parziale obsolescenza della strumentazione. Bisognerà Portare a regime il sistema quasi ottico nell'EPR ad alto campo in modo da rendere permanente e fruibile anche all'esterno il miglioramento di sensibilità e di stabilità. 3. Un



ostacolo al confronto fra i metodi di calcolo quanto meccanici e quelli semiclassici è costituito dal fatto che gli usuali modelli semiclassici presentano limitazioni circa i potenziali intermolecolari che possono essere utilizzati, mentre i calcoli quanto meccanici ricorrono a superfici di potenziale ottenute da calcoli ab initio. Di qui la necessità di una riformulazione della trattazione semiclassica che permetta di eliminare queste limitazioni.

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

I partecipanti alla commessa hanno le competenze per implementare ed applicare tecniche NMR ed EPR anche innovative idonee allo studio dei diversi sistemi presi in esame. Sono presenti nella commessa anche le competenze necessarie per l'implementazione di software specifico. Saranno invece utilizzate collaborazioni con personale universitario per l'interpretazione dei risultati sperimentali nell'ambito delle problematiche geologiche, pedologiche, biologiche e per la sintesi di sistemi di interesse.

Competenze riassumibili in:

- Chimica-fisica dei metalli di transizione e delle terre rare.
- Materiali magnetici non diluiti e fenomeni critici.
- Chimica-fisica di sistemi polimerici e glass formers
- Proprietà e propagazione delle onde millimetriche e sub- millimetriche e loro interazione con i materiali. Metodi quasi ottici.
- Dielettrometria a larga banda.
- Disegno e realizzazione di parti meccaniche di strumentazione
- Risonanza magnetica elettronica e nucleare
- Alti campi magnetici.
- Metodi criogenici e di controllo della temperatura.
- Calcoli di hamiltoniano di spin e simulazione di spettri EPR.
- Calcoli quantomeccanici.

#### *Strumentazione*

- 1) Spettrometro EPR ad alto campo dotato di magnete a superconduttore 12 Tesla, sistema quasi ottico, diverse teste di misura, sorgente a stato solido 95, 190, 285 GHz. Rivelatori bolometrici.
- 2) Spettrometro EPR Varian E-112, equipaggiato con misuratore di frequenza, stabilizzatore di frequenza e campo, sistema di controllo computerizzato costruito in casa e implementazioni per risonanze multiple. Usato per tecniche avanzate di CW EPR, ENDOR, LOMENDOR, Pulsed LODESER e ENDOR nelle frequenze della banda X in un range di temperature da 4K a 450K.
- 3) Spettrometro EPR ADANI PS100.X, usato per dosimetria, routine e didattica in un range di temperature da 77K a 300K.
- 4) Spettrometro NMR Bruker AMX300 WB, equipaggiato con tre probe ad alta risoluzione (un selettivo  $^1\text{H}$ , un reverse multinucleare e un multinucleare da 10mm) e un probe multinucleare per esperimenti CPMAS e MAS disaccoppiato ad alta potenza con rotore da 4mm. Usato per spettri ad alta risoluzione di fasi liquido cristalline e isotrope e per registrare spettri MAS e CPMAS in solidi.
- 5) Spettrometro di fluorescenza ISS-GREG 200.
- 6) Analizzatore Vettoriale di Reti alle onde Millimetriche (8 – 1000 GHz).

#### *Tecniche di indagine*

Le tecniche sperimentali di indagine consistono principalmente in diversi tipi di esperimenti EPR e NMR selettivi e non  $^1\text{H}$ ,  $^2\text{H}$  e  $^{13}\text{C}$  sia in soluzione che a stato solido, in tecniche di misura in alto campo ed alta frequenza, in tecniche di multifrequenza e in tecniche quasi ottiche per la propagazione e rivelazione delle onde millimetriche e sub- millimetriche. Ai risultati sperimentali saranno combinati metodi di analisi dati implementati negli anni passati dal personale della commessa e calcoli teorici mediante Gaussian e Spartan.

#### *Tecnologie*

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

Dip. di Chimica e Chimica Industriale, Università di Pisa Dip. di Fisica, Università di Pisa Dip. di Scienze Botaniche, Università di Pisa Dip. di scienze dei materiali, Università di Pisa Center for Nonlinear Science, Denton, Texas Istituto Nazionale per la Fisica dei Materiali di Bucarest Institute of Physics, Jagellonian University, Krakow, Polonia Research Institute for Solid State Physics and Optics, Budapest Molecular Physics Department of Kazan State University, Russia



*Iniziativa per l'acquisizione di ulteriori entrate*

Partecipazione a progetti del 7 Programma Quadro di Ricerca e Sviluppo Tecnologico dell'UE. Partecipazione a progetti finanziati dalla Regione Toscana, Banche e Miur. Contatti con aziende e imprese. Progetto bilaterale CNR/MTA

*Finalità*

*Obiettivi*

Collaborare alla caratterizzazione di sistemi autoorganizzati innovativi per applicazioni industriali come polimeri, biosensori di inquinamento ambientale, materiali con peculiarità elettro-ottiche, materiali per il trasporto e il rilascio controllato di farmaci, utilizzando le competenze teoriche e sperimentali in termodinamica, in spettroscopia di risonanza magnetica, nello studio di interazioni con onde elettromagnetiche e in spettroscopia molecolare del personale afferente alla commessa

*Risultati attesi nell'anno*

Dai mesogeni informazioni su mesomorfismo e struttura. Dai cristalli liquidi calamitici procedure per la caratterizzazione dell'ordine orientazionale e della dinamica senza marcatura isotopica. Dagli oligopeptidi in sistemi micellari informazioni su struttura peptidica e membrana cellulare. Dai vetri vulcanici analisi più dettagliate sulla speciazione dell'acqua. I dati di speciazione della materia organica nei diversi suoli studiati verranno messi in relazione alle caratteristiche ambientali e climatiche delle zone di provenienza. dagli idrogeli a base di poliammidoammine differentemente idratati, si prevede di valutare differenze nelle interazioni acqua-polimero. Dal materiale vegetale informazioni sugli eventuali processi ossidativi causati da stress ambientali. Caratterizzazione di proprietà strutturali ed elettroniche di complessi metallo-organici. Comprensione della dinamica rapida nei polimeri e nei glass formers. Forma di riga del segnale del Manganese bivalente nelle rocce carbonatiche ed relazioni fra tale segnale nei travertini e nella calcite. Calcoli teorici per di pressure broadening e shift delle righe rotazionali dello ione  $\text{HCO}^+$  per collisioni con argon, elio e  $\text{H}_2$ .

*Potenziale impiego*

- per processi produttivi I materiali, oggetto di studio, trovano larga applicazione nei settori industriali biomedico, ambientale, energetico, alimentare e cosmetico. Una vasta gamma di utili proprietà meccaniche, dinamiche, ottiche e catalitiche possono essere ottenute accordando la composizione dei materiali con le interazioni dei componenti. Tali materiali offrono anche ampie promesse come componenti di dispositivi integrati specializzati. Interessante è l'impiego di ceramiche ternarie, aventi alta costante dielettrica, per la realizzazione di vari dispositivi con ridotte dimensioni geometriche come risonatori dielettrici, filtri, antenne planari, circuiti integrati utilizzabili nel range millimetrico delle microonde. L'applicazione delle competenze accumulate nello studio della dinamica dei sistemi polimerici potrebbe dare anche indicazioni fondamentali nello studio della mobilità degli idrocarburi fossili nelle sabbie e negli scisti bituminosi e fornire anche informazioni sui metodi di liquefazione del carbone e di sequestro dell'anidride carbonica. Lo studio dei cambiamenti strutturali di membrane tilacoidali possono dar luogo alla progettazione di sensori biologici

*- per risposte a bisogni individuali e collettivi*

Le ricerche, inquadrandosi nei programmi per la realizzazione di nuovi materiali o per il miglioramento delle loro qualità, e per la tutela ambientale, in primo luogo aumentano le conoscenze in questo campo della scienza, e se trovano applicazione possono anche rispondere a bisogni individuali e collettivi. Possono contribuire alla realizzazione di nuovi dispositivi più efficienti e miniaturizzati, possono contribuire alla riduzione della dipendenza energetica dal petrolio convenzionale come alla riduzione delle emissioni di anidride carbonica e possono contribuire con metodologie e sensori innovativi al controllo e allo studio dell'inquinamento ambientale.

*Moduli*

<b>Modulo:</b>	Struttura e dinamica in sistemi autoorganizzati e cooperativi
<b>Istituto esecutore:</b>	Istituto per i processi chimico-fisici
<b>Luogo di svolgimento attività:</b>	Sede principale Istituto



*Risorse commessa 2007*

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
1.025	80	119	0	1.224	176	375	286	N.D.	1.686

valori in migliaia di euro

<i>Unità di personale di ruolo*</i>	
ricercatori	Totale
13	15

\*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	4	7	1	5	18

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

\*dottorati, borse di studio, assegni di ricerca



## Modellizzazione di proprietà e reattività di molecole biologiche e biomimetiche

### *Dati generali*

<b>Progetto:</b>	Biofisica e Soft Matter
<b>Tipologia di ricerca:</b>	Progetti relativi a linee tematiche a carattere strategico
<b>Istituto esecutore:</b>	Istituto per i processi chimico-fisici
<b>Sede principale svolgimento:</b>	Sede principale Istituto
<b>Dip. di prevista afferenza:</b>	Materiali e Dispositivi
<b>Responsabile indicato:</b>	FABRIZIO SANTORO

### *Elenco dei partecipanti*

	liv.		liv.		liv.
Alagona Giuliano	I	Girolami Maria Laura	IV	Picchi Maurizio	V
Bagnesi Cinzia	VII	Grassini Stefania	IV	Rizzo Antonio	II
Barbini Alessandro	IV	Guidarini Dante	IV	Roventini Giovanna	V
Carravetta Vincenzo	II	Lami Alessandro	I	Santoro Fabrizio	III
Cempini Manuela	V	Lanza Clara	V	Spizzo Pietro	III
Consani Mario	VI	Masserotti Marcello	VIII	Villani Giovanni	III
Cosci Orlando	V	Monti Susanna	III	Voliani Mauro	VII
Durante Nicola Luigi	III	Onor Massimo	V	Zini Paolo	IV
Ghio Caterina Enrica	II	Palla Paolo	IV		

### *Temi*

#### *Tematiche di ricerca*

Le ricerche della commessa sono volte a sviluppare conoscenza e metodologie di interesse per la progettazione e la caratterizzazione di materiali organici. Le metodologie utilizzate sono quelle della chimica teorica e computazionale e il campo di indagine si estende dalle singole molecole agli aggregati in fase condensata. Con un approccio di tipo chimico e molecolare si studiano le proprietà e la reattività di molecole biologiche, intese come primi mattoni per nuovi materiali, e si indaga il loro mutamento in soluzione, in ambiente proteico e/o in seguito all'interazione in aggregati e adsorbati, caratterizzando e investigando la formazione di strutture supramolecolari e le loro proprietà originali.

Si studiano: reattività di stato fondamentale e fotoindotta in biomolecole, equilibri tautomerici, fotoisomerizzazioni e trasferimenti protonici ed elettronici; catalisi omogenea; risposta lineare e nonlineare di peptidi a sollecitazioni elettromagnetiche; simulazione e interpretazione di spettri di assorbimento X di oligopeptidi adsorbiti su nanoparticelle; conformazioni di biopolimeri e loro interazioni con superfici metalliche.

#### *Stato dell'arte*

Le metodologie teorico-computazionali costituiscono uno strumento efficiente ed economico per il design di molecole ed aggregati con specifiche proprietà di interesse anche industriale. Per questa ragione studi teorico computazionali hanno sempre maggiore spazio su riviste specializzate in Soft Matter come Soft Matter, Eur. J. Phys. E, Phys. Rev

E. I metodi di calcolo elettronico ab initio e DFT, con le moderne tecniche di linear scaling permettono l'indagine accurata di sistemi di dimensioni sempre maggiori. I modelli del continuo e/o espliciti consentono studi realistici dell'effetto solvente. Metodi QM/MM, di meccanica e dinamica molecolare e metodi Monte Carlo permettono l'indagine di struttura e proprietà di biopolimeri. I nostri ricercatori sviluppano e utilizzano questi metodi nei campi d'indagine della commessa, creando e promuovendo sinergie teorico-sperimentali sempre più strette.

### *Azioni*

#### *Attività da svolgere*

Proseguiremo il lavoro secondo i filoni di ricerca già avviati su biomolecole e molecole biomimetiche. Nel campo delle dinamiche molecolari di stato eccitato studieremo processi reattivi di fotoisomerizzazione nel retinale, e conversione interna e trasferimento protonico in monomeri e oligomeri di basi del DNA. Nel campo dei meccanismi di reazione di stato fondamentale studieremo la catalisi omogenea con composti organometallici o enzimi (naturali e/o mutati). Nel campo della macromolecole proseguiamo i lavori di determinazione computazionale di grandezze chimico-fisiche di sistemi di interesse biologico mediante simulazioni con metodi perturbativi dell'energia libera (MC o MD) o Car-Parrinello Molecular Dynamics (CPMD); studieremo con metodi MD il comportamento di oligopeptidi autoassemblanti e proseguiamo gli studi di interazione superfici di biossido di titanio/molecole biologiche. Nel campo delle spettroscopie



proseguiremo i nostri studi sul dicroismo circolare a due fotoni e lo sviluppo del nostro metodo per il calcolo di spettri elettronici risolti vibrazionalmente.

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

La commessa porta avanti con successo ricerca avanzata e di frontiera come testimoniato dalla lista delle pubblicazioni. Abbiamo le competenze per realizzare gli obiettivi prefissi. I punti critici sono legati alla scarsità dei fondi, soprattutto quelli messi a disposizione dall'Ente, per il rinnovo della strumentazione di calcolo e ancor più le missioni dei ricercatori. In questo contesto risulta sempre più difficile non solo mantenere l'alta qualità attuale delle ricerche e rispondere alla competizione internazionale, ma anche comunicare a congressi i risultati conseguiti e mettere in campo azioni (visite, partecipazioni a workshop e incontri preparatori) per ottenere nuovi finanziamenti. Inoltre vi è urgente bisogno di reclutare personale in formazione per l'inserimento nelle ricerche in corso e la preparazione alla sostituzione di alcune unità di personale che in breve tempo andranno in pensione, pena l'esaurimento di alcuni filoni di ricerca che sono allo stato attuale molto produttivi.

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

Le competenze dei ricercatori della commessa coprono un vasto campo della chimica teorica e computazionale, sia dal punto di vista dello sviluppo di nuovi metodi sia nella loro applicazione per studi di frontiera. I nostri ricercatori sono esperti in metodi per il calcolo elettronico sia semiempirici che ab-initio, Hartree-Fock (HF), post-HF o DFT, per lo stato elettronico fondamentale, e multiconfigurazionali o time-dependent DFT per gli stati eccitati. Sistemi di grandi dimensioni vengono trattati con approcci misti quantomeccanici/meccanica molecolare (QM/M). Dal punto di vista dinamico abbiamo una vasta competenza nel campo della dinamica molecolare classica e della dinamica molecolare ab-initio o Car-Parrinello. Per le dinamiche di stato eccitato siamo esperti di dinamiche quantistiche e semiclassiche cui uniamo una notevole esperienza nella modellizzazione e nel trattamento di problemi elettronici non adiabatici. Abbiamo inoltre competenza nel campo della simulazione e interpretazione di spettri IR, Vis, UV, XPS e NEXAFS e, con i metodi della dinamica quantistica, di spettri elettronici risolti nel tempo.

#### *Strumentazione*

Computer per il calcolo intensivo del centro di calcolo dell'IPCF, per calcoli scalari e paralleli.

In particolare abbiamo utilizzato:

Cluster Hydra 16 unità:

A) Athlon biprocessore 2800MP, RAM DDR 2GB, 2 HD 120 GB M; acquisito nel 2003

B) Cluster WAM 5 unità: Dual Opteron Dual core 265, RAM 4GB, 2 HD 160 GB; acquisito nel dicembre 2005 ;

C) 6 Athlon biprocessori 2800MP, RAM DDR 1-2GB, 1-2 HD 80-120;

acquisiti nel 2003-2005; 2 Pentium 4, RAM DDR 1-2GB, 2 HD 80-120 GB

acquisiti nel 2003-2005 ; 3 DEC-alpha acquisiti 1999-2001

#### *Tecniche di indagine*

Utilizziamo approcci multiscale attraverso i quali il sistema investigato viene frazionato in sottosistemi descritti con livelli di accuratezza variabile, a seconda della loro importanza per il problema in esame. Il core del sistema, la sua parte chimicamente più rilevante, viene descritta in maniera QM con metodi ab initio HF, post-HF, o DFT e TD-DFT. Sistemi proteici di grandi dimensioni vengono affrontati con metodi misti QM/MM, o con il metodo della dinamica molecolare (DM). Dinamiche e processi reattivi di stato fondamentale vengono investigati con il metodo di Car-Parrinello. Il solvente viene descritto come un mezzo polarizzabile continuo (metodo PCM) o con tecniche Monte-Carlo. I processi ultraveloci di molecole nello stato eccitato vengono descritti con i metodi della dinamica quantistica e semiclassica e si sviluppano modelli per la simulazione degli effetti dissipativi e di decoerenza dovuti all'ambiente. Si sviluppano ed applicano metodi per la predizione e l'interpretazione di misure spettroscopiche stazionarie di molecole in fase gassosa e in soluzione e per il calcolo delle proprietà di risposta lineari e non lineari di molecole a stimoli elettromagnetici

#### *Tecnologie*

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

Università di Aarhus (Danimarca), Torun (Polonia), Barcellona, Santiago de Compostela e Valencia (Spagna), Karlsruhe, Mainz e Wuerzburg (Germania), Toledo (Ohio-USA), Venda (Sud Africa), Oslo (Norvegia), Toulouse (Francia), Pisa, Trieste, Napoli, Salerno, Roma, Roma 3, Padova, Siena, Bologna, Modena e Reggio Emilia. Inoltre: KHT (Stoccolma), CNR (IBB- Napoli) Menarini Ricerche Spa (Firenze e Pomezia), SISSA (Trieste), sincrotrone Elettra (Trieste).



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

La commessa partecipa al progetto di Laboratorio Virtuale Village (Virtual Italian Laboratory for Large-scale Applications in a Geographically distributed Environment) in attesa di certificazione come centro di riferimento INSTM. È stato finanziato un progetto per 70000 ore di calcolo nell'ambito della convenzione CINECA/INSTM Studio e progettazione di strutture supramolecolari con metodi di meccanica e dinamica molecolare, in collaborazione con l'Università di Pisa e altri ne verranno proposti per lo studio di interazioni tra superfici

di biossido di titanio e molecole biologiche. È stato finanziato un progetto presentato alla Fondazione Cassa di Risparmio di Pisa sullo studio degli oligopeptidi autoassemblanti. Metteremo in campo azioni per progetti Europei nell'ambito del VII programma Quadro (nel VI programma quadro era stato finanziato NANOQUANT, vedi il modulo MD.P10.004.002). Proseguiremo inoltre contatti con la Menarini Ricerche per rinnovare la collaborazione intercorsa negli ultimi anni.

#### *Finalità*

##### *Obiettivi*

Sviluppi metodologici di applicabilità generale e comprensione dei problemi affrontati, con particolare attenzione alle interazioni tra il sistema in esame e il suo ambiente (solvente o scheletro proteico) o la nanoparticella con cui interagisce. Lo scopo è sviluppare conoscenze utili alla progettazione di nuovi materiali soft di interesse tecnologico. Fare luce sugli effetti che regolano alcune reazioni di fotoisomerizzazione e trasferimento protonico in biomolecole darà informazioni utili per la progettazione di motori molecolari e sistemi molecolari biomimetici; lo studio degli effetti del solvente su potenziali farmaci e la loro attività sarà di importanza per il drug design, mentre gli studi di catalisi omogenea aiuteranno la progettazione di fine chemicals a basso impatto ambientale. Gli studi di proprietà ottiche e elettromagnetiche di peptidi saranno rilevanti per la progettazione di materiali con particolari caratteristiche elettroottiche e magnetooptiche. L'interpretazione di spettri aiuterà a chiarire come struttura e proprietà di molecole organiche e biologiche mutano in fasi condensate o all'interfaccia con nanoparticelle.

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

Nel campo delle dinamiche ultraveloci ci aspettiamo di chiarire i meccanismi di conversione interna in oligomeri di poliadenina e di studiare la dinamica quantistica di decadimento dell'uracile caratterizzando l'effetto del solvente e dei sostituenti; eseguiremo inoltre studi modellistica di dinamica quantistica del trasferimento protonico all'interno della macromolecola di DNA. Nel campo delle macromolecole metteremo a punto un modello per l'interpretazione delle proprietà spettroscopiche della lignina. Nel campo dei meccanismi di reazione, ci aspettiamo inoltre di predire la regio e diastereoselettività in reazioni domino in catalisi omogenea, di portare avanti studi di equilibri tautomerici con il metodo FEP/MC-continuo, e di applicare il metodo GA-NN per predire l'assorbimento intestinale di alcuni farmaci potenziali. Caratterizzeremo inoltre gli spettri di dicroismo circolare a due fotoni di vari aminoacidi investigando la loro relazione con le conformazioni molecolari e svilupperemo il codice di calcolo per gli spettri di assorbimento per includere l'effetto della temperatura e simulare spettri Herzberg-Teller.

##### *Potenziale impiego*

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

Sviluppo di software per la progettazione molecolare ed il 'drug design' per industrie chimiche e farmaceutiche, e di software per la predizione di proprietà spettroscopiche molecolari, distribuibili in maniera open-source secondo i dettami del copyleft o da implementare in codici commerciali. Attività di consulenza e indirizzamento web, attraverso l'adesione a laboratori virtuali, per imprese interessate alle applicazioni di modelli teorici e computazionali e all'impiego di codici per il calcolo intensivo.

Ampliamento delle conoscenze per la progettazione di nuovi materiali.

Esempi: proprietà elettriche, ottiche e magnetiche (dispositivi e sensori); farmacologiche e chimiche (farmaci più potenti con minor impatto ambientale e reazioni con maggiore stereo- e regioselettività; nuovi materiali biocompatibili da usare come trasportatori di farmaci o per supporti in ingegneria tissutale); film sottili di molecole organiche e biomolecole su superfici (impiantologia e sensori chimici).

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

Incremento della conoscenza scientifica nel campo di indagine della commessa.

#### *Moduli*

<b>Modulo:</b>	Modellizzazione di proprietà e reattività di molecole biologiche e biomimetiche
<b>Istituto esecutore:</b>	Istituto per i processi chimico-fisici
<b>Luogo di svolgimento attività:</b>	Sede principale Istituto





*Risorse commessa 2007*

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
530	39	8	0	577	33	80	155	N.D.	765

valori in migliaia di euro

<i>Unità di personale di ruolo*</i>	
ricercatori	Totale
6	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
1	0	1	0	0	0	0	0	0	2

<i>Richiesta nuove unità di personale</i>			
tempo determinato	tempo indet	non di ruolo*	Totale
0	2	3	5

\*dottorati, borse di studio, assegni di ricerca



## Sistemi macromolecolari, polimeri e fluidi complessi

### *Dati generali*

<b>Progetto:</b>	Biofisica e Soft Matter
<b>Tipologia di ricerca:</b>	Progetti relativi a linee tematiche a carattere strategico
<b>Istituto esecutore:</b>	Istituto per i processi chimico-fisici
<b>Sede principale svolgimento:</b>	Sede di Messina
<b>Dip. di prevista afferenza:</b>	Materiali e Dispositivi
<b>Responsabile indicato:</b>	CIRINO SALVATORE VASI

### *Elenco dei partecipanti*

	liv.		liv.		liv.
Aliotta Francesco	II	Grasso Sandro	V	Princi Pietro	III
Angelini Nicola	III	Gucciardi Pietro Giuseppe	III	Saija Franz	III
Arigo' Domenico	V	Lanza Maurizio	III	Salvato Gabriele	III
Bartolotta Antonino	III	Lombardo Domenico	III	Spinella Giuseppe	VI
Calogero Giuseppe	III	Lupo' Giuseppe	VI	Toscano Giovanna	V
Di Marco Gaetano	II	Marago' Onofrio	III	Triolo Alessandro	III
Farsaci Francesco	III	Micali Norberto Liborio	II	Trusso Sebastiano	III
Fazio Barbara	III	Miceli Sabrina	VII	Vasi Cirino Salvatore	I
Fontanella Maria Elena	III	Pieruccini Marco	III	Villari Valentina	III
Gismondo Giuseppe	V	Ponterio Rosina Celeste	III		

### *Temi*

#### *Tematiche di ricerca*

Studio di fenomeni emergenti in miscele e sistemi fuori dall'equilibrio termodinamico. Sviluppo di tecniche di nanomanipolazione in sistemi colloidali e biologici. Caratterizzazione reologica ed elettroreologica di colloidali. Caratterizzazione e modellizzazione di polimeri, miscele polimeriche e liquidi ionici. Deposizione di film polimerici. Studio della stabilità di sostanze farmaceutiche. Controllo di processi in micelle di CO<sub>2</sub> supercritica. Microscopia a sonda. Sviluppo di strumentazione per la ricerca in soft matter. Sviluppo di applicazioni nel campo del controllo ambientale e del degrado di beni culturali.

#### *Stato dell'arte*

Le attività di ricerca sia in campo nazionale che in campo internazionale sono accentrate sullo studio di materiali eterogenei accomunati dal fatto di presentare strutture su scale di distanze che vanno da quelle tipiche del raggio molecolare sino all'intero volume occupato dal sistema. L'attenzione è in particolare rivolta alla comprensione dei processi alla base della ricchezza di strutture osservate ed alla ricerca di un formalismo generale per la descrizione di questi comportamenti complessi. Le attività sin qui, svolte da gruppi misti di fisici, chimici e ingegneri hanno avuto una notevole ricaduta nello sviluppo di nuovi materiali, nel controllo di processi produttivi, nello sviluppo di tecniche avanzate di preparazione, caratterizzazione, riciclo, progettazione e realizzazione di dispositivi innovativi per la elaborazione ottica, memorie olografiche e display.

### *Azioni*

#### *Attività da svolgere*

Studio della relazione tra nano-struttura e rilassamenti in materiali polimerici. Studio delle fasi amorfe del ghiaccio attraverso approcci di natura entropica. Studio di sistemi supramolecolari dendrimerici con porfirina. Studio di carrier farmaceutici a base di ciclodestrine. Studio dei processi di self-assembly di porfirine e di perilene in solvente organico. Misure di Brillouin, SAXS, WAXS, Raman ed IR su miscele di liquidi ionici in diversi solventi. Deposizione di film di PMMA tramite laser ablation e loro caratterizzazione Raman ed IR. Preparazione di celle solari fotoelettrochimiche utilizzando sensibilizzatori ancorabili su superfici solide nanostrutturate.

Costruzione di strumentazione per l'imaging di fluorescenza e Raman su scala nanometrica mediante tecniche SNOM. Analisi delle proprietà di field-enhancement in nanostrutture metalliche mediante spettroscopia Raman (SERS). Realizzazione di pinzette ottiche dinamiche per lo studio di Liquidi Ionici e sistemi complessi tramite misure di microreologia e microfluidità. Progettazione e costruzione di un prototipo per il monitoraggio della posizione del campione da utilizzare sullo spettrometro NIMROD (RAL).

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

Continua a non essere chiaro il rapporto tra commesse, istituti, progetti e dipartimenti. La sovrapposizione di ruoli non consente di avere riferimenti istituzionali per l'avvio di collaborazioni tra commesse e per lo



sviluppo di progetti. La distribuzione dell'Istituto su più sedi con tematiche e competenze spesso diverse sta rallentando una vera integrazione scientifica dell'Istituto stesso. Dal punto di vista operativo si risente dell'incertezza dei finanziamenti e della mancanza di una programmazione a lunga scadenza fondamentale per poter sviluppare progetti di ricerca. Nel 2007 ci sarà il trasferimento alla nuova sede per cui ci potrebbe essere un rallentamento nell'attività sperimentale della commessa stessa. La maggiore estensione della nuova sede comporterà un aumento nelle spese fisse che comunque sarà abbondantemente compensato dal risparmio delle spese di affitto. La commessa è coinvolta nella costruzione di NIMROD presso la facility di Neutroni del RAL (UK) e per quanto riguarda la messa a punto del prototipo da installare su NIMROD devono ancora essere effettuate alcune comparazioni tra rivelatori commerciali allo scopo di selezionare quello più adatto all'impiego.

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

La natura stessa della ricerca in soft-matter pone questa disciplina tra i settori multidisciplinari per eccellenza. Pur trattandosi infatti di un argomento della Fisica (e Fisici o Fisico Chimici sono infatti sempre gli approcci metodologici utilizzati) si tratta di una disciplina che richiede una forte interazione tra i Fisici e studiosi di discipline diverse. La Commessa racchiude al suo interno oltre alle competenze nel campo della Fisica (ovvie in un Istituto che, tradizionalmente, fa parte dell'area Fisica) competenze nel campo della Chimica, dell'Ingegneria, della Matematica e dell'Informatica. Tali competenze possono avvalersi di un ampio spettro di strumentazioni esistenti all'interno dei laboratori a disposizione della Commessa e particolarmente adatti alla ricerca nel campo della soft matter. Sono inoltre disponibili le competenze per l'utilizzo delle grandi facility internazionali di neutronica e raggi x. Le competenze nel campo della neutronica e dello sviluppo di strumentazioni sono in questo momento utilizzate nella realizzazione di un nuovo diffrattometro per liquidi (NIMROD) che verrà installato presso la nuova sorgente di ISIS (RAL-UK).

#### *Strumentazione*

Sono praticamente disponibili tutte le tecniche di spettroscopia ottica (decadimento di fluorescenza, dinamica vibrazionale e diffusionale, moti idrodinamici collettivi, etc.), meccanica nonché diverse tecniche di microscopia (anche sviluppate in sede). Sono disponibili inoltre un efficiente laboratorio di elettronica ed un'officina meccanica che consentono la messa in opera di nuova strumentazione ideata ad hoc.

#### *Tecniche di indagine*

#### *Tecnologie*

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

CNR-IMM Catania; CNR-ICB Catania; CNR-ICTP Catania;  
G.I.N.T. - INFN Napoli;  
Fismed-INFM&CNR Milano; Lycril-INFM&CNR Cosenza;  
Institut Laue-Langevin (ILL), Grenoble, France;  
Laboratoire Léon Brillouin (LLB), Saclay, France;  
CRLC-RAL Chilton UK;  
HMI-BENSC Berlino Germania;  
Università di Messina: Dipartimento di Fisica; Dipartimento di Chimica Inorganica Chimica Analitica e Chimica Fisica; Dipartimento Farmaco-Chimico; Facoltà di Medicina;  
Università di Pisa: Dipartimento di Fisica;  
Department Molecular Biology. Univ. Salzburg;  
Department of Physics, Adam Mickiewicz University Polonia;  
Istituto de Estructura de la Materia, CSIC Madrid Spain;  
Department of Engineering, Cambridge University UK;  
Department of Physics and Astronomy University College London UK.



*Iniziativa per l'acquisizione di ulteriori entrate*

La commessa attualmente è coinvolta in richieste di finanziamento per i seguenti progetti:

- ISIS TS2 - ISIS Target Station 2. Commission of the European Communities - Research Directorate-General Contract Number 011723.
- POR 2000-2006 Misura 3.14 'Promozione e sostegno al sistema regionale per la Ricerca e l'Innovazione' Azione B. Progetto iCRT – interactive Cultural Real Tour.
- POR 2000-2006 Misura 2.03. Progetto 'E.T.N.A. for Etna'
- POR 2000-2006 Misura 3.15 sottoazione C 'Potenziamento delle infrastrutture e laboratori esistenti'. Progetto Tecnologie sensoristiche e sistemi automatici intelligenti per l'innalzamento competitivo delle attività produttive.
- Contratto tra CNR e CCLRC-RAL (UK) per lo sviluppo dello strumento NIMROD
- Convenzione con spin-off Advanced Nano Materials Research s.r.l. (ANM) per produzione di film sottili tramite laser ablation.
- Progetto Gruppo V INFN per le Nanotecnologie (GINT). 'Sviluppo di rivelatori di particelle e radiazioni ionizzanti e non ad alta risoluzione spaziale'.
- In collaborazione con University College London: International Joint Project - Microstirring of complex ionic liquids with optical tweezers.

*Finalità*

*Obiettivi*

- Descrizione dei processi irreversibili che vengono a determinarsi in condizioni di non equilibrio termodinamico e che danno luogo a fenomeni aggregativi nella formazione di strutture caratterizzate da un'enorme variabilità di scala.
- Individuazione di sistemi modello e sviluppo di nuovi approcci teorici mirati al raggiungimento di una descrizione razionale dei fenomeni usualmente osservati in tutti i sistemi organizzati.
- Individuazione di parametri caratteristici che consentano di determinare le proprietà dei sistemi in studio, di ottenere informazioni sui processi aggregativi che vi hanno luogo e predirne e governarne le scale spaziali e temporali.
- Comprensione del ruolo giocato dalle proprietà microscopiche, in relazione alle proprietà macroscopiche che rendono questi materiali interessanti dal punto di vista tecnologico.
- Messa a punto di nuove tecniche di indagine sperimentale e di strumentazioni per l'avanzamento della conoscenza nel campo della Soft-Matter.

*Risultati attesi nell'anno*

Ottenimento dei diagrammi di fase di liquidi ionici e delle loro miscele in vari solventi. Avanzamento delle conoscenze nel campo della termodinamica delle miscele e sviluppo di un approccio generale per la descrizione delle proprietà di eccesso. Avanzamento conoscenze di base su materiali impiegati conversione di energia solare. Caratterizzazione di strutture locali e moti molecolari in sistemi amorfi e semicristallini. Determinazione di coefficienti fenomenologici e di stato in ambito meccanico e dielettrico. Comprensione del ruolo del potenziale elettrostatico nei fenomeni di intercalazione di complessi metallici con acidi nucleici. Biodisponibilità di flavonoidi insolubili in acqua mediante complessazione di ciclodestrine. Messa a punto di un micro viscosimetro per fluidi complessi. Comprensione dei meccanismi di intrappolamento ottico di nanotubi di carbonio in soluzione. Micromanipolazione di nanotubi di carbonio con pinzette ottiche dinamiche. Nano-Intrappolamento ottico tramite fibre ottiche appuntite sia con luce infrarossa che nel blue. Messa in opera del sistema di monitoraggio del fascio all'interno della camera di NIMROD.

*Potenziale impiego*

*- per processi produttivi*

Realizzazione di materiali innovativi per farmaceutica, sensoristica e controllo ambientale.

*- per risposte a bisogni individuali e collettivi*

*Moduli*

<b>Modulo:</b>	Sistemi macromolecolari, polimeri e fluidi complessi
<b>Istituto esecutore:</b>	Istituto per i processi chimico-fisici
<b>Luogo di svolgimento attività:</b>	Sede di Messina



**Risorse commessa 2007**

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
1.413	179	170	119	1.881	1.653	2.002	108	N.D.	3.642

valori in migliaia di euro

<i>Unità di personale di ruolo*</i>	
ricercatori	Totale
22	29

\*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	1	0	0	0	3	0	0	0	5

<i>Richiesta nuove unità di personale</i>			
tempo determinato	tempo indet	non di ruolo*	Totale
0	4	1	5

\*dottorati, borse di studio, assegni di ricerca



## Soft Materials nano strutturati per fotonica, modelli teorici, tecniche ottiche di dispositivi e sistemi per applicazioni

### *Dati generali*

<b>Progetto:</b>	Biofisica e Soft Matter
<b>Tipologia di ricerca:</b>	Progetti relativi a linee tematiche a carattere strategico
<b>Istituto esecutore:</b>	Centro di responsabilità scientifica INFN
<b>Sede principale svolgimento:</b>	LR LICRYL
<b>Dip. di prevista afferenza:</b>	Materiali e Dispositivi
<b>Responsabile indicato:</b>	ALFREDO MAZZULLA

### *Elenco dei partecipanti*

Arnone Alberto	liv. IX	Foppiano Caterina	liv. V	Pane Alfredo	liv. VI
Ballero Gabriele	VII	Fortunati Francesca	VI	Parodi Elena	V
Barraco Ignazia	V	Franchini Daniela	VI	Pernati Barbara	V
Beltrami Monica	V	Franguelli Simona	VI	Pittaluga Dameri	VII
Beroldo Raffaella	VII	Garbarino Maria Carla	V	Alessandro	
Bolla Matilde	VI	Gennai Irene Maria	VI	Poggi Sabrina	V
Borello Gian Piero	II	Genovese Giuseppe	V	Pollio Daniela	VII
Bozzarello Antonio	VI	Imperatore Antonucci Danilo	VI	Punginelli Marco	VI
Cagnana Barbara	V	Ivaldi Fulvia	VII	Santroni Adriana	VI
Calvi Francesca	IV	La Ferla Michela	VI	Savoldi Giovanna	V
Camauli Enrico	V	Lo Grasso Giusy	VI	Sciaccaluga Liliana	V
Caporali Andrea	IV	Luciano Sergio	DIRI	Scotto Stefania	VI
Corezzola Paola	VI	Maloberti Sciutto Michela	VII	Spano' Francesca	III
Dalla Libera Monica	V	Mamberti Emanuele	IV	Spinuzzi Simone	V
De Almeida Nunes	V	Marescalchi Tatiana	VI	Talamo Valeria	VI
Manganaro Jose' Carlos		Mazzulla Alfredo	III	Tassistro Michela	V
De Donatis Roberta	V	Miceli Diletta	VI	Termine Roberto	III
De Marco Rocco	VI	Millio Marco	VI	Toncini Annamaria	V
Di Lello Piero	VIII	Palazzo Nicoletta	III	Toselli Milena	III
Distefano Fabio	VII			Vivona Sonia	V

### *Temi*

#### *Tematiche di ricerca*

Studio di proprietà ottiche, elettroottiche e fenomeni di superficie in materiali polimerici, cristalli liquidi etc. Memorie ottiche (permanenti, riscrivibili, statiche e dinamiche), laser organici privi di cavità esterna (senza specchi) accordabili in lunghezza d'onda sia a struttura periodica indotta da scrittura laser (DFB) sia a band-gap intrinseca sistemi chirali, (PBG), interruttori ottici ed elementi ottici diffrattivi. Il mercato dell'optoelettronica è in espansione, esso include le aree delle telecomunicazioni e le IT, biomediche, manifatturiere, dell'energia, dell'illuminazione e sensoristiche. Gli sviluppi sui materiali molecolari sono promettenti, si tratta di migliorare le loro proprietà ottiche ed elettroniche da affiancare alle loro qualità (flessibilità strutturale, unita alla leggerezza ed al basso costo). Ci si propone pertanto lo sviluppo di:

-Materiali di nuova generazione (di tipo fotoriflettivo) quali ciclotallati, polimeri funzionalizzati, cristalli organici.

-Materiali multifunzionali.

-Della ricerca di proprietà di organizzazione supra-molecolare in materiali amorfi, mesomorfi o cristallini, anche chirali, come mezzo per esaltare le proprietà molecolari

#### *Stato dell'arte*

Lo ricerca sulla soft matter ha subito un forte impulso a causa delle ricadute sullo sviluppo tecnologico. Vi sono molti dispositivi basati su polimeri, cristalli liquidi, dyes etc. Nella fotonica, noi studiamo questi materiali per applicazioni in memorie ottiche, laser a bandgap fotonica, elementi diffrattivi etc., in breve:

Ologrammi di polarizzazione ad alta efficienza di diffrazione. Nuovi elementi diffrattivi per polarimetria. Emissione laser in regime di guida d'onda. Array di microlaser. Random lasing. Propagazione di solitoni spaziali. (26 articoli nel 2006 con I.F. medio 3.7).

Daltro canto, i semiconduttori polimerici sono oggetto di approfondite ricerche per il loro interesse in elettronica, optoelettronica o fotonica in luogo dei materiali inorganici. Obiettivo di ricerche in ambito accademico e industriale sono i materiali per laser, trattamento immagini, optical storage, diodi LED, elettronica flessibile, sensori e dispositivi fotovoltaici. I limiti che collocano i materiali organici in una



posizione subalterna agli inorganici sono le proprietà ottiche ed elettroniche, causa la scarsa conoscenza della loro fisica che è alla base delle proprietà da ottimizzare

### ***Azioni***

#### ***Attività da svolgere***

Fenomeni fotoindotti in materiali polimerici e cristalli liquidi (CL) per olografia e lasing. Tecniche olografiche per strutturazioni nanometriche di superfici e per sistemi a struttura periodica 1-D e 2-D. Studio di reticoli in celle di CL. Fotorifrattività per elaborazione e amplificazione ottica.

Controllo e stabilizzazione di reticoli olografici in POLICRYPS. Fotorifrattività di superficie in nematici twistati e controllo ottico del fattore di guadagno. Bandgap fotoniche 1D e array di microcavità per laser organici DFB, DBR e in regime guidato tunabili; modellizzazione degli stessi.

Sintesi di composti molecolari con migliori proprietà di fotogenerazione, emissione, trasporto di carica, emissione polarizzata, fotorifrattività e stabilità chimica; Nuovi gruppi funzionali per materiali multifunzionali.

Sviluppo di metodi di preparazione per film sottili; Controllo dell'organizzazione supramolecolare e della conformazione delle catene in polimeri chirali.

Studio di strutture molecolari; Proprietà spettroscopiche e comportamento termico; Mesomorfismo; Efficienza delle proprietà fotorifrattive; Dinamica di stati eccitati; Morfologia strutturale; Spessore di film sottili.

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

Ricerca di materiali molecolari fotosensibili per applicazioni in fotonica, individuazione di elementi ottici rifrattivi e diffrattivi, basati sui suddetti materiali, prodotti mediante l'uso di tecniche olografiche.

Studio dei materiali in relazione alle applicazioni (olografia, lasing, amplificazione ottica, indirizzamento ottico), selezione delle tecniche olografiche, modellizzazione e caratterizzazione dei sistemi ottici.

Comprensione dei meccanismi fisici responsabili di effetti fotoindotti e ottimizzazione dei dispositivi. Studio ed ottimizzazione della fotogenerazione in sistemi molecolari. Sintesi e proprietà di fotogenerazione di complessi ciclotallati. Studio ed ottimizzazione del trasporto di carica. Sintesi di complessi ciclotallati mesogeni e ottimizzazione delle loro proprietà di trasporto di carica.

Ottimizzazione delle proprietà emissive. Sintesi e proprietà di materiali luminescenti. Studio di nuovi effetti e di materiali multifunzionali. Oligomeri multifunzionali otticamente attivi e derivati polimerici.

Ottimizzazione delle proprietà di ottica non lineare (NLO) e degli effetti correlati. Proprietà fotofisiche e fotorifrattive dei materiali sintetizzati

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

Gestione di strumentazione complessa di laboratorio (sistemi laser, spettrometria, microscopia ottica, sistemi di acquisizione dati, etc.); Realizzazione di apparati sperimentali per la caratterizzazione ottica ed elettroottica di materiali; Elaborazione dati (per mezzo di pacchetti software vari); Progettazione e realizzazione di nuova strumentazione; Realizzazione di prototipi.

Inoltre, fra i partecipanti a sono presenti competenze sia di sintesi che di sviluppo funzionale di materiali per l'optoelettronica e la fotonica molecolare. L'esperienza dei ricercatori coinvolti si è recentemente catalizzata all'interno del Centro di Eccellenza MIUR 'Preparazione e trattamento di materiali a struttura organizzata su scala nanometrica per applicazioni in fotonica, in optoelettronica, in trasformazioni e separazioni'. Fra le competenze specifiche vi sono:

Sintesi di composti organometallici e di complessi transizione

Sintesi di materiali liquido cristallini

Proprietà ed applicazioni di materiali mesomorfi

Proprietà di fotogenerazione e fotoconduzione di materiali molecolari

Proprietà derivanti dall'interazione fra materiali molecolari e luce (luminescenza, fotorifrattività)



### *Strumentazione*

- Large Facility: Class 100 Clean Room attrezzata con:  
Due sistemi per la deposizione termica sotto vuoto di film sottili di materiali organici ed inorganici (uno a sorgente quadrupla)  
Tre cappe a flusso laminare  
1 rubbing machine, 2 spin-coater, 1 dip-coater, 1 vasca di Langmuir, 3 hot-plates  
Attrezzatura per micro-fotolitografia  
Sistema di vuoto per riempimento celle (film, strutture porose ecc.)  
Profilometro a stilo  
Glove box (2) in ambiente di Ar
- Laboratorio di microscopia elettronica dotato di SEM e TEM
- 3 sistemi AFM-STM-SNOM
- Microscopi ottici a luce polarizzata con sistema micro-fotometrico
- Laser impulsato Q-switched a stato solido Nd:YAG mod. Continuum Surelite II
- Laser in continua a gas ioni argo mod. Innova 90 Coherent
- Laser impulsato Nd:YAG mod. Tempest 20 New Wave
- Laser impulsato ad Azoto
- Spettrometri a fibra ottica in trasmissione e riflessione
- Riflettometro X
- Diffrattometri a raggi X sia su polveri che per cristallo singolo
- Spettrofluorimetro risolto nel tempo
- Sistema per multiwave mixing a 633 nm ed a 532 nm
- Strumentazione minore:  
Rivelatori ottici,  
Power meter,  
Oscilloscopi,  
generatori di segnale  
multimetri digitali

### *Tecniche di indagine*

Si dispone di una strumentazione completa e di ultima generazione che le competenze per la sintesi e lo sviluppo funzionale di materiali per l'optoelettronica e la fotonica molecolare e la caratterizzazione ottica dei materiali. Queste includono:

- Le spettroscopie per lo studio della struttura molecolare
- Fluorescenza risolta nel tempo per lo studio di stati elettronici di sistemi molecolari
- Raggi-x sia su cristalli singoli che su polveri su sistemi molecolari
- Mobilità e fotoconduzione in sistemi molecolari
- Tecniche olografiche multionda
- Microscopia ottica
- Tecniche calorimetriche (TGA, DSC)
- Tecniche interferometriche di intensità e di polarizzazione con diverse geometrie e diversi pattern di interferenza, ottenibili attraverso l'uso di elementi ottici (lamine ritardatrici, polarizzatori, filtri etc.).
- Tecniche di wave-mixing (miscelazione a più onde), quali il Two Beam Coupling e il Degenerate Four-Wave Mixing, per la caratterizzazione delle proprietà fotorifrattive e fotoconduttive di materiali.
- Tecniche di spettroscopia ottica.
- Tecniche nanoscopiche a forza atomica AFM, STM.
- Tecniche di spettroscopia elettronica SEM, TEM.
- Riflettometria X

### *Tecnologie*

Le tecnologie a disposizione dei componenti della Commessa includono:

- Deposizione di film sottili (organici ed inorganici) per evaporazione termica e spin coating (organici) e loro caratterizzazione per profilometria
- Trattamenti di superfici di confinamento e tecniche associate (rubbing, shearing, campi elettrici etc.) per l'ottenimento di macrodomini orientati di cristalli liquidi
- Metodiche di separazione di fase per l'ottenimento di materiali compositi a morfologia controllata
- Manipolazione di materiali in ambiente anidro e in assenza di ossigeno (glove box)





*Collaborazioni (partner e committenti)*

Università della Calabria - Centro di Eccellenza CEMIF.CAL, Rende  
Dip. di Fisica, Università della Calabria  
Dip. di Chimica, Università della Calabria  
Prof. A. D'Alessandro Dip. Ingn. Elettron., Università La Sapienza, Roma  
Prof. G. Abbate Dip. Scienza Fisiche, Università Federico II, Napoli  
Prof. G. Assanto Dept Elect Engr, NooEL Nonlinear Opt & OptoElect Lab, Univ. Roma Tor Vergata, Roma  
Prof. G. Chilaya Georgian Acad Sci, Inst Cybernet, Tbilisi, GE-380060 Rep of Georgia  
Dott. S. Palto Russian Acad Sci, AV Shubnikov Crystallog Inst, Moscow (Russia)  
Prof. F. Lej Garolla de Bard Dipartimento di Chimica - Università della Basilicata (Struttura elettronica di sistemi molecolari attraverso metodi computazionali)  
Prof. L. Angiolini Dipartimento di Chimica Industriale e dei Materiali - Università di Bologna (Proprietà di fotoconduzione e fotorifratività in polimeri multifunzionali chinali)  
Dr. F. Barigelletti Istituto per la sintesi organica e la fotoreattività ISOF-CNR Bologna (Fotoluminescenza ed elettroluminescenza di complessi di coordinazione)  
Prof. J.L. Serrano Dipartimento di Chimica - Università di Zaragoza - Spagna (Fotoconduzione in mesofasi discotiche)  
CaLCTec S.r.l., Cosenza (Società Spin-Off)

*Iniziativa per l'acquisizione di ulteriori entrate*

Fondi supplementari per la ricerca saranno reperiti attraverso la presentazione di domande di finanziamento a valere su programmi specifici, europei (VII P.Q.) e nazionali.

**Finalità**

*Obiettivi*

Preparazione di film organici sottili con tecniche di deposizione in ambiente controllato (camera bianca). Tecniche olografiche di intensità e di polarizzazione per scrittura di reticoli in film di materiali fotosensibili e per l'analisi delle proprietà fotoniche dei materiali. Ologrammi in sistemi compositi polimero-cristallo liquido. Reticoli topografici in polimeri. Lasing da sistemi organici a bandgap fotonica, accordabili in lunghezza d'onda. Sintesi e studio di proprietà e requisiti di materiali polimerici per fotonica ed optoelettronica. Le funzionalità sono comuni a diverse applicazioni, e i risultati attesi sono di interesse per più settori tecnologici (fotovoltaico, LED) e, più in generale, nel campo dei materiali fotorifrativi. Processi complessi e laboriosi (quindi costosi) per creare multistrati di materiali con funzionalità diverse e scarsa conoscenza delle proprietà fisiche delle interfacce frenano la diffusione dei materiali organici, quindi lo sviluppo di materiali polifunzionali sarà un altro obiettivo. Studio di struttura e organizzazione dei materiali in quanto le prestazioni sono connesse alla formazione di nano-aggregati (liquido-cristallini o supramolecolari)

*Risultati attesi nell'anno*

Ologrammi di polarizzazione 1D e 2D ad alta efficienza e modulabili.  
Reticoli di diffrazione bidimensionali a nematico twistato per applicazioni polarimetriche. Controllo tutto-ottico della amplificazione ottica dinamica mediante fotorifratività di superficie in celle di nematico twistabile. Micro e nanostrutturazione controllata di superfici polimeriche. Elementi diffrattivi di nuova concezione: cristalli liquidi polidispersi olografici (H-PDLC) e disposti in strati intervallati da polimero (POLYCRIPS). Test dei dispositivi in applicazioni polarimetriche, memorie ottiche, laser organici a bassa soglia compatti e modulabili in lunghezza d'onda, filtri e separatori di fascio per telecomunicazioni. Sintesi e sviluppo di complessi di coordinazione in fase discotica con proprietà di trasporto di carica migliorata di almeno un ordine di grandezza. Comprensione dei processi elettronici legati alla fotogenerazione di carica in complessi ciclotetallati in fase amorfa  
Verifica della possibilità di usare sistemi fotorifrativi bistabili basati su mesofasi ferroelettriche in applicazioni di 'optical thresholding'. Sviluppo di materiali fotorifrativi in assenza di campi elettrici applicati

*Potenziale impiego*

*- per processi produttivi*

- Le applicazioni prevedibili per i microlaser organici sono:  
Sistemi spettroscopici portatili per applicazioni mediche, per il monitoraggio ambientale, etc.  
Sorgenti di luce monocromatica e/o coerente per sistemi fotonici.  
Uso in sistemi di telecomunicazioni.

Le applicazioni dello spettrometro innovativo per dicroismo circolare per le quali risulta essere competitivo (a causa della sua compattezza, facilità di calibrazione e operatività in tempo reale) sono biochimica, biomedicina, per le analisi tossicologiche, nel controllo di qualità dei cibi e dei farmaci e nella cosmetica. I semiconduttori molecolari e polimerici sono oggetto di approfondite ricerche che hanno lo scopo di rendere disponibili materiali per l'elettronica, l'optoelettronica o la fotonica alternativi ai materiali inorganici. Le



ragioni di un tale interesse derivano da un insieme di proprietà quali: ampia possibilità di introdurre modifiche strutturali; minore peso minore costo processabilità a bassa temperatura lavorabilità con processi idonei alla preparazione di prodotti ad elevata area superficiale lavorabilità da soluzioni nanomorfologia controllabile su vasta area con processi di stampaggio

- per risposte a bisogni individuali e collettivi

Per quanto riguarda i microlaser organici questi sono di particolare interesse in quanto trattasi di sistemi di indagine medica non invasivi.

#### Moduli

**Modulo:** Soft Materials nano strutturati per fotonica, modelli teorici, tecniche ottiche di dispositivi e sistemi per applicazioni

**Istituto esecutore:** Centro di responsabilità scientifica INFM

**Luogo di svolgimento attività:** LR LICRYL

**Modulo:** Modelli teorici con tecniche ottiche di dispositivi e sistemi per applicazioni

**Istituto esecutore:** Centro di responsabilità scientifica INFM

**Luogo di svolgimento attività:** CRS COHERENTIA

#### Risorse commessa 2007

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
164	17	259	52	492	26	302	241	N.D.	759

valori in migliaia di euro

Unità di personale di ruolo*	
ricercatori	Totale
2	4

\*equivalente tempo pieno

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

Richiesta nuove unità di personale			
tempo determinato	tempo indet	non di ruolo*	Totale
0	0	0	0

\*dottorati, borse di studio, assegni di ricerca



## Soft Matter e nanotecnologie per elettro-ottica e di interesse biomedico e applicazioni tecnologiche correlate

### *Dati generali*

<b>Progetto:</b>	Biofisica e Soft Matter
<b>Tipologia di ricerca:</b>	Progetti relativi a linee tematiche a carattere strategico
<b>Istituto esecutore:</b>	Centro di responsabilità scientifica INFN
<b>Sede principale svolgimento:</b>	LR LICRYL
<b>Dip. di prevista afferenza:</b>	Materiali e Dispositivi
<b>Responsabile indicato:</b>	MICHELE GIOCONDO

### *Elenco dei partecipanti*

Arnone Alberto	liv. IX	Distefano Fabio	liv. VII	Parodi Elena	liv. V
Ballero Gabriele	VII	Foppiano Caterina	V	Pernati Barbara	V
Barraco Ignazia	V	Fortunati Francesca	VI	Pittaluga Dameri	VII
Beltrami Monica	V	Franchini Daniela	VI	Alessandro	
Beroldo Raffaella	VII	Franguelli Simona	VI	Poggi Sabrina	V
Bolla Matilde	VI	Garbarino Maria Carla	V	Pollio Daniela	VII
Borello Gian Piero	II	Gennai Irene Maria	VI	Punginelli Marco	VI
Bozzarello Antonio	VI	Genovese Giuseppe	V	Rizzuti Bruno	III
Cagnana Barbara	V	Giocondo Michele	III	Santroni Adriana	VI
Calvi Francesca	IV	Imperatore Antonucci Danilo	VI	Savoldi Giovanna	V
Camauli Enrico	V	Ivaldi Fulvia	VII	Sciaccaluga Liliana	V
Caporali Andrea	IV	La Ferla Michela	VI	Scotto Stefania	VI
Ciuchi Federica	III	Lo Grasso Giusy	VI	Sorriso Valvo Luca	III
Corezzola Paola	VI	Luciano Sergio	DIRI	Spano' Francesca	III
Dalla Libera Monica	V	Maloberti Sciutto Michela	VII	Spinuzzi Simone	V
De Almeida Nunes	V	Mamberti Emanuele	IV	Talamo Valeria	VI
Manganaro Jose' Carlos		Marescalchi Tatiana	VI	Tassistro Michela	V
De Donatis Roberta	V	Miceli Diletta	VI	Toncini Annamaria	V
De Marco Rocco	VI	Millio Marco	VI	Toselli Milena	III
Desiderio Giovanni	VI	Palazzo Nicoletta	III	Vivona Sonia	V
Di Lello Piero	VIII				

### *Temi*

#### *Tematiche di ricerca*

Proprietà di interfaccia e di volume di materiali liquido-cristallini su superfici micro e nanostrutturate, con particolare riferimento alla dinamica ri-orientazionale e a ancoraggi non convenzionali (multistabili, con pretilt controllabile ecc.). Le superfici potranno essere costituite da film di materiali inorganici (ossidi), organici (polimeri) oppure biologici (proteine, polipeptidi ecc.).

Proprietà ottiche di cristalli liquidi in geometria confinata (silicio microporoso).

Emissione coerente (lasing) da sistemi a feedback distribuito costituiti da strutture liquido cristalline chirali segregate in microcavità di polimero ottenute per olografia. Preparazione di film inorganici con tecnica sol-gel e loro caratterizzazione per mezzo di spettroscopia Raman.

Simulazioni numeriche della dinamica di fluidi complessi.

#### *Stato dell'arte*

I cristalli liquidi attraggono un notevole interesse per la varietà dei fenomeni fisici coinvolti, oltre che per le possibili ricadute applicative. Le superfici e le interfacce sono fondamentali in questi sistemi in quanto consentono di stabilizzare tessiture instabili e di effettuare transizioni reversibili tra stati differenti. Lo studio di loro interfacce con substrati biologici costituisce un tema nuovo sul panorama scientifico internazionale che riveste una grande importanza dal punto di vista della fisica di base (interfacce biologico-organico), e può produrre importanti ricadute sia in campo medico che ambientale.



### ***Azioni***

#### ***Attività da svolgere***

Preparazione di film di materiali biologici (proteine) e di multilayer ibridi organici/biologici con la tecnica di Langmuir-Blodgett / Scheffer. Studio della bagnabilità da parte di liquidi ordinari polari e non, studio di strutturazioni in funzione dei parametri di deposizione (Ph, temperatura, pressione) studio dell'interazione con cristalli liquidi.

Studio dell'influenza del grado di strutturazione dei film sull'allineamento di cristalli liquidi nematici.

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

Disponibilità di campioni di molecole biologiche in quantità sufficiente e con un adeguato grado di purezza.

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

Preparazioni di film strutturati in mono/multi layers di molecole organiche o biologiche con tecnica di Langmuir-Scheffer.

Tecnica sol-gel per la preparazione di film inorganici.

Deposizione di film inorganici (ITO, SiO<sub>x</sub>) su substrati solidi per evaporazione in vuoto o sputtering.

Deposizione di film organici o inorganici da soluzioni o sol-gel per spin-coating.

Analisi della risposta elettro-ottica di film di cristalli liquidi.

Spettroscopie ottiche (scattering, riflettometria di modi guidati)

Simulazione numerica di fluidi complessi e di dinamiche molecolari

Spettroscopie a raggi X e a neutroni

Modelli pseudo-molecolari

#### ***Strumentazione***

Large Facility: Class 100 Clean Room attrezzata con:

2 sistemi di evaporazione sotto vuoto (di cui uno a sorgente quadrupla),

1 glove box, 3 cappe a flusso laminare, 1 rubbing machine, 2 spin-coater, 1 dip-coater, 1 vasca di Langmuir, 3 hot-plates, 1 spettro-fotometro, attrezzatura per micro-fotolitografia, 1 sistema di vuoto per riempimento celle (film, strutture porose ecc.), 3 sistemi AFM-STM-SNOM

Laboratorio di microscopia elettronica dotato di SEM e TEM

Microscopi ottici a luce polarizzata con sistema micro-fotometrico

Diffrattometro X Bruker Axs equipaggiato per grazing incidence diffraction e riflettometria.

Ellissometro ottico

Misuratore di angolo di contatto

Sorgenti Laser

Strumentazione minore:

Rivelatori ottici,

Power meter,

Oscilloscopi,

generatori di segnale

multimetri digitali.

#### ***Tecniche di indagine***

X-ray reflectometry e grazing incidence X-ray diffraction e Microscopia a scansione di forza (contact e non-contact AFM, STM, LFM) per lo studio morfologico e strutturale di film sottili.

Fast Dynamic Half Leaky Guided Mode Spectroscopy per lo studio della dinamica dei fenomeni di riorientazione in fluidi complessi.

Microscopie elettroniche a scansione (SEM e TEM).

Elettro-ottica con microscopia ottica in luce polarizzata per lo studio di fenomeni di riorientazione e di trasporto ionico in fluidi complessi.

Ellissometria ottica.

Spettroscopia Raman

#### ***Tecnologie***



*Collaborazioni (partner e committenti)*

EPR italiane:

- CNR-IMM sez. di Napoli (strutture in silicio poroso per fotonica ed elettro-ottica)

EPR straniere:

- Cristallografy Institute – Mosca (Russia) (materiali fotosensibili);
- Russian Academy of Science, Institute of Mechanical Problems, Mosca (Russia) (materiali auto-assemblanti);
- Istituto di Cibernetica, Tbilisi (Georgia) (sistemi guest-host CL-dye);
- CNRS, CEMES - Toulouse (F) (materiali auto-assemblanti);

Privati:

- CaLCTec S.r.l., Cosenza (Società Spin-Off) (realizzazione prototipi/strumentazione);

Università:

- Università della Calabria - Centro di Eccellenza CEMIF.CAL, Rende (CS) (materiali organici multilayered);
- Università Politecnica delle Marche - Dip. di Fisica & Ingegneria dei Materiali & Territorio, Ancona (materiali per optical storage);
- Università Federico II - Dip. di Scienze Fisiche, Napoli (misure spettroscopiche);
- Università di Roma 'La Sapienza' - Dip. Ingegneria Elettronica, Roma (materiali auto-assemblanti);
- Università di Exeter - Scuola di Fisica, Exeter (GB) (misure spettroscopiche);
- Università del Colorado, Physics Dept., Boulder (USA) (materiali auto-assemblanti)

*Iniziative per l'acquisizione di ulteriori entrate*

Presentazioni di progetti sul 7 FP

**Finalità**

*Obiettivi*

Costruzione di interfacce per l'allineamento dei materiali liquido cristallini con caratteristiche innovative (multistabilità, modulabilità dell'easy axis, bassa viscosità di superficie). Uso delle interfacce in sistemi elettro-ottici a cristallo liquido, con l'intento di osservare transizioni di tessitura veloci. La ricerca in campo biomedico si inquadra nell'ottica più generale della caratterizzazione dell'interfaccia di materiali biologici con materiali organici.

*Risultati attesi nell'anno*

Definizione dei parametri ottimali di deposizione per film di Idrofobine.

*Potenziale impiego*

- per processi produttivi

Schermi e dispositivi elettro-ottici innovativi a cristalli liquidi (schermi multistabili e veloci).

- per risposte a bisogni individuali e collettivi

L'adozione di film biologici per l'allineamento di cristalli liquidi consentirebbe un minor impatto ambientale nello smaltimento dei dispositivi basati su questa tecnologia

**Moduli**

**Modulo:** Soft Matter e nanotecnologie per elettro-ottica e di interesse biomedico e applicazioni tecnologiche correlate

**Istituto esecutore:** Centro di responsabilità scientifica INFM

**Luogo di svolgimento attività:** LR LICRYL

**Risorse commessa 2007**

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
243	16	0	52	311	44	60	246	N.D.	601

valori in migliaia di euro

<i>Unità di personale di ruolo*</i>	
ricercatori	Totale
4	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	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	0	0	0

\*dottorati, borse di studio, assegni di ricerca



## Film di materiali polimerici: effetti di confinamento superficiale ed applicazioni

### *Dati generali*

<b>Progetto:</b>	Biofisica e Soft Matter
<b>Tipologia di ricerca:</b>	Progetti relativi a linee tematiche a carattere strategico
<b>Istituto esecutore:</b>	Centro di responsabilità scientifica INFM
<b>Sede principale svolgimento:</b>	CRS NEST - LR POLYLAB
<b>Dip. di prevista afferenza:</b>	Materiali e Dispositivi
<b>Responsabile indicato:</b>	PIERANGELO ROLLA

### *Elenco dei partecipanti*

	liv.		liv.		liv.
Arnone Alberto	IX	Distefano Fabio	VII	Millio Marco	VI
Ballerio Gabriele	VII	Foppiano Caterina	V	Palazzo Nicoletta	III
Barraco Ignazia	V	Fortunati Francesca	VI	Parodi Elena	V
Beltrami Monica	V	Franchini Daniela	VI	Pernati Barbara	V
Beroldo Raffaella	VII	Franguelli Simona	VI	Pittaluga Dameri	VII
Bolla Matilde	VI	Garbarino Maria Carla	V	Alessandro	
Borello Gian Piero	II	Gennai Irene Maria	VI	Poggi Sabrina	V
Bronco Simona	III	Genovese Giuseppe	V	Pollio Daniela	VII
Cagnana Barbara	V	Imperatore Antonucci	VI	Punginelli Marco	VI
Calvi Francesca	IV	Danilo		Santroni Adriana	VI
Camauli Enrico	V	Ivaldi Fulvia	VII	Saviozzi Michela	VII
Caporali Andrea	IV	La Ferla Michela	VI	Savoldi Giovanna	V
Ceccarelli Elisa	VII	Labardi Massimiliano	III	Sciaccaluga Liliana	V
Corezzola Paola	VI	Lo Grasso Giusy	VI	Scotto Stefania	VI
Dalla Libera Monica	V	Luciano Sergio	DIRI	Spano' Francesca	III
De Almeida Nunes	V	Macchi Andrea	III	Spinozzi Simone	V
Manganaro Jose' Carlos		Maloberti Sciutto Michela	VII	Talamo Valeria	VI
De Donatis Roberta	V	Mamberti Emanuele	IV	Tassistro Michela	V
De Marco Rocco	VI	Marescalchi Tatiana	VI	Toncini Annamaria	V
Di Lello Piero	VIII	Miceli Diletta	VI	Toselli Milena	III

### *Temi*

#### *Tematiche di ricerca*

Ricerca industriale: Materiali per il packaging. Trasformazione materie plastiche. Modifica e trattamento di fibre e tessuti. Trattamenti di pellami. Trattamento scarti industriali. Membrane ioniche e catalitiche per celle a combustibile. Ricerca libera: Blends e compositi a base polimerica. Nanocompositi. Polimeri elettroottici. Riuso e riciclo di materiali polimerici. Analisi e caratterizzazioni meccaniche, termiche, ottiche ed elettriche. Aging. Effetti del confinamento in film ultrasottili.

#### *Stato dell'arte*

Applicando le strategie di blending di omopolimeri, o impiegando polimeri a blocchi capaci di autoassemblarsi in una varietà di mesofasi, si possono costruire polimeri con proprietà fisiche e chimiche su misura. Ulteriori caratteristiche possono essere ottenute sfruttando le interazioni o i legami che si realizzano all'interfaccia tra polimeri funzionalizzati e particelle inorganiche micro e nanostrutturate. Questi materiali possono essere utilizzati in varie applicazioni, in particolare in forma di film sono largamente impiegati nel packaging. Le interazioni d'interfaccia, che sono alla base delle proprietà di compositi e nanocompositi, possono essere studiate nei film ultrasottili dove gli effetti di confinamento modificano la dinamica delle macromolecole, l'autoassemblaggio di polimeri a blocchi su substrati, le fenomenologie di wetting/dewetting, l'adesione polimero/polimero, i fenomeni di trasporto e producono talvolta la formazione di pattern superficiali utili come scaffold per la crescita di biomateriali.

### *Azioni*

#### *Attività da svolgere*

Lobbiettivo principale è quello di sviluppare la conoscenza degli effetti del confinamento e delle interazioni sulle proprietà di compositi a base di poliolefine, poliesteri, poliaccrilati. Nello specifico programma di ricerca per il prossimo anno i film sottili e ultrasottili ottenuti con varie tecniche (casting, LB e spin e spray coating) verranno analizzati in funzione di vari parametri, quali pesi molecolari, energia interfacciale, cristallinità, temperatura e velocità di raffreddamento e presenza di limitate concentrazioni di molecole a



basso peso molecolare. Questi parametri influenzano le proprietà morfologiche, tribologiche e dinamiche che permettono la realizzazione di film con strutture a risoluzione nanometrica e di elevata stabilità temporale (strettamente collegate con le lunghezze di cooperazione), o film e compositi con le previste proprietà funzionali e strutturali macroscopiche.

Le ricerche previste dal progetto FIRB sui film per packaging saranno svolte secondo quanto previsto dal programma del secondo anno.

Nel 2007 si concluderanno inoltre le ricerche previste da alcuni importanti commesse industriali: dai risultati finali dipenderanno gli ulteriori sviluppi

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

I punti critici sono l'organizzazione delle molteplici competenze necessarie allo studio dei materiali in senso lato; l'integrazione tra esigenze (tempi e obiettivi) delle ricerche per conto delle industrie e quelle della ricerca di base e, non ultima, una programmazione specifica dei meccanismi di selezione e delle carriere del personale attualmente in formazione. Nei contenuti specifici gli elementi di criticità sono: lo sviluppo di modelli interpretativi dei fenomeni d'interfaccia efficaci ai fini operativi; la capacità di caratterizzare sperimentalmente la fenomenologia di sistemi complessi in modo da guidare la sintesi e la preparazione dei materiali. Su questi aspetti verranno investite risorse adeguate.

Per affrontare i punti critici di carattere organizzativo occorrerà un'azione forte coordinamento e un addestramento specifico dei giovani ricercatori a finalizzare e organizzare le proprie attività entro precisi limiti temporali. Riguardo al personale, il polyLAB è stato sempre in grado di mettere a disposizione risorse proprie adeguate e si aspetta che il CNR possa trasformare tali risorse in prospettive di carriera per i giovani in formazione.

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

I ricercatori del laboratorio hanno una provenienza distribuita sulle aree della Chimica Macromolecolare, della Struttura della Materia e dell'Ingegneria dei Materiali e quindi coprono le competenze che servono per affrontare i problemi di ricerca in Scienza dei Materiali Polimerici e le relative applicazioni industriali.

Il laboratorio dispone di competenze che vanno dalla sintesi/modifica molecolare alla preparazione dei materiali specifici per miscelazione, reattiva o interattiva, dalla caratterizzazione meccanica, reologica e termodinamica a quella spettroscopica (NMR, EPR, UV-VIS, IR, X-ray, ecc.) e microscopica (AFM, SNOM, EFM). Alcune tecniche d'indagine sono state sviluppate direttamente da ricercatori del laboratorio, in particolare per lo studio dei processi di diffusione ai gas, per l'analisi della risposta di sistemi di spin, per l'analisi delle superfici mediante microscopia a sonda e per lo studio dell'interazione laser-materia ad alte intensità e durate ultrabrevi.

#### *Strumentazione*

Analizzatori d'impedenza e di reti tra 10-5 Hz e 40 GHz per spettroscopia dielettrica.

Spettrometri EPR di vario tipo e a varie frequenze.

Generatori e applicatori a microonde di potenza.

Vari microscopi a sonda: STM, AFM, SNOM, EFM.

Sistemi di nanodeposizione e nanolitografia laser.

GPC a bassa e alta temperatura

Gas Cromatografo Autosystem Perkin Elmer

NMR 400 Stato solido 400 e NMR 200 / 300

Vari spettrometri FT-IR

Spettrometro ad assorbimento UV-visibile

Spettrometro per fluorescenza da 300 a 2000 nm

DSC, DMA, DMTA, TGA, Rheometer Haake

Misuratore Angolo contatto

Sistema per l'analisi del comportamento meccanico di microcampioni

Analizzatori di permeabilità a ossigeno e acqua

Estrusore per quantità limitate di fibre e piattine

Spin Coater

Miscelatori Brabender





### *Tecniche di indagine*

Le metodologie/tecniche d'indagine che più di altre caratterizzano il laboratorio per il connubio efficace tra competenze e strumentazione sono:

- metodologie di funzionalizzazione, blending ed esfoliazione per la preparazione dei materiali nanocompositi;
- metodi/tecniche di analisi mediante microscopia a sonda;
- spettroscopie di risonanza magnetica e loro applicazione allo studio dei processi di rilassamento;
- metodologie per lo studio della risposta dielettrica e dei meccanismi di conduzione;
- tecniche a microonde per il trattamento dei materiali.

### *Tecnologie*

L'attività sperimentale è supportata da attività computazionale in cui vengono investigate le interazioni tra il polimero naturale e l'agente modificante. Oggetto dello studio è la modellazione delle interazioni e la disposizione nello spazio tra due microfibrille di collagene, delle interazioni tra le stesse microfibrille e molecole a basso peso molecolare con capacità di stabilizzare la proteina, delle proprietà spettroscopiche e della capacità chelante nei confronti di metalli pesanti degli addotti.

### *Collaborazioni (partner e committenti)*

Committenti principali: DAMAPEL, DOC, ENI, ITALCAVE, MOEL, MONTECO, PIRELLI, Fond. CARIPI.

Collaborazioni nazionali principali: CNR-INFM CRS 'soff' di Roma, Università di Perugia, Laboratorio LENS di Firenze, ICCOM-CNR Milano-Genova, Politecnico e Istituto Boella di Torino, Centro Italiano Packaging-Venezia.

Collaborazioni internazionali: NRL Washington, Silesian University Poland, Max Planck Mainz, Freiburg University, Waseda

University Tokyo, University of Pittsburgh.

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

Il polyLAB intrattiene rapporti sistematici con diverse industrie, partecipa ai principali programmi di ricerca nazionali ed europei e si procura all'esterno la quasi totalità delle risorse necessarie alla sua attività. In particolare con le risorse dei programmi di ricerca industriale sostiene gran parte della ricerca di base e un numero rilevante di giovani in formazione. Tra le iniziative avviate e che dovrebbero divenire concrete nel prossimo anno citiamo due progetti di ricerca importanti per conto di industrie del settore del packaging, il rinnovo di alcune commesse industriali e la partecipazione a progetti regionali/europei in collaborazione con imprese.

### *Finalità*

#### *Obiettivi*

Sviluppo delle applicazioni industriali dei materiali polimerici in collaborazione e su committenza delle industrie: film flessibili per il packaging, trasformazione e trattamento di materie plastiche, trattamento e/o modifica di fibre, tessuti e pellami, membrane ioniche e catalitiche per celle a combustibile, riciclo e riuso di scarti industriali.

Ricerca libera avanzata in funzione di future applicazioni e a supporto della ricerca industriale.

#### *Risultati attesi nell'anno*

I risultati prevedibili sono di tre categorie:

- a) nuovi materiali a base polimerica con specifiche proprietà strutturali e funzionali definite nel piano operativo dettagliato;
- b) descrizione e interpretazione del comportamento e delle proprietà fisico chimiche di superfici/interfacce e di sistemi polimerici confinati;
- c) sviluppo di tecnologie di processing e di analisi per i nuovi materiali/film polimerici.

#### *Potenziale impiego*

##### *- per processi produttivi*

Oltre la attività svolte in modo specifico per lo sviluppo di nuovi prodotti/processi, vengono svolte diverse attività di ricerca ai fini di sviluppare la conoscenza in settori di prevedibile sviluppo applicativo: sistemi fotorefrattivi e fotoconduttivi, bioplastiche, modifica di polimeri naturali con tecniche di funzionalizzazione, ruolo dei complessi/cluster metallici nei sistemi macromolecolari, fenomenologie di rilassamento, aging e confinamento strutturale, fenomeni di trasporto in sistemi complessi e nanostrutturati, studio delle fenomenologie dell'interazione laser-materia ad alte intensità e durate ultrabrevi.

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

Lo sviluppo di nuovi materiali e in particolare la complessa fenomenologia connessa con le superfici e interfacce nei film sottili e ultrasottili come nel bulk, è l'elemento critico per lo sviluppo delle attuali e future



tecnologie. Con questo tema conduttore è possibile sviluppare conoscenza e trovare applicazioni utili per il mercato in moltissimi campi che vanno dai dispositivi, sensori e sistemi micro/nano ai manufatti per impieghi strutturali, con un impatto sui più importanti problemi di sviluppo, quali la salvaguardia della salute, dell'ambiente e delle fonti energetiche.

**Moduli**

**Modulo:** Film di materiali polimerici: effetti di confinamento superficiale ed applicazioni

**Istituto esecutore:** Centro di responsabilità scientifica INFM

**Luogo di svolgimento attività:** CRS NEST - LR POLYLAB

**Risorse commessa 2007**

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
215	11	804	52	1.082	36	851	245	N.D.	1.363

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	0	0	0	0	0	0	0	0	0

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

\*dottorati, borse di studio, assegni di ricerca



## Sviluppo e valorizzazione prototipi

### *Dati generali*

<b>Progetto:</b>	Biofisica e Soft Matter
<b>Tipologia di ricerca:</b>	Progetti di sviluppo competenze
<b>Istituto esecutore:</b>	Centro di responsabilità scientifica INFM
<b>Sede principale svolgimento:</b>	LR LICRYL
<b>Dip. di prevista afferenza:</b>	Materiali e Dispositivi
<b>Responsabile indicato:</b>	Riccardo BARBERI

### *Elenco dei partecipanti*

Abate Salvatore	liv. VI	Distefano Fabio	liv. VII	Palazzo Nicoletta	liv. III
Arnone Alberto	IX	Foppiano Caterina	V	Parodi Elena	V
Ballero Gabriele	VII	Fortunati Francesca	VI	Pernati Barbara	V
Barraco Ignazia	V	Franchini Daniela	VI	Pittaluga Dameri	VII
Beltrami Monica	V	Franguelli Simona	VI	Alessandro	
Beroldo Raffaella	VII	Garbarino Maria Carla	V	Poggi Sabrina	V
Bolla Matilde	VI	Gennai Irene Maria	VI	Pollio Daniela	VII
Borello Gian Piero	II	Genovese Giuseppe	V	Punginelli Marco	VI
Bozzarello Antonio	VI	Imperatore Antonucci	VI	Santroni Adriana	VI
Cagnana Barbara	V	Danilo		Savoldi Giovanna	V
Calvi Francesca	IV	Ivaldi Fulvia	VII	Sciaccaluga Liliana	V
Camauli Enrico	V	La Ferla Michela	VI	Scotto Stefania	VI
Caporali Andrea	IV	Lo Grasso Giusy	VI	Spano' Francesca	III
Corezzola Paola	VI	Lombardo Giuseppe	III	Spinozzi Simone	V
Dalla Libera Monica	V	Luciano Sergio	DIRI	Talamo Valeria	VI
De Almeida Nunes	V	Maloberti Sciutto Michela	VII	Tassistro Michela	V
Manganaro Jose' Carlos		Mamberti Emanuele	IV	Toncini Annamaria	V
De Donatis Roberta	V	Marescalchi Tatiana	VI	Toselli Milena	III
De Marco Rocco	VI	Miceli Diletta	VI	Vivona Sonia	V
Di Lello Piero	VIII	Millio Marco	VI		

### *TemI*

#### *Tematiche di ricerca*

La commessa sviluppa prototipi preindustriali nel campo dell'ottica e dell'elettro-ottica dei cristalli liquidi e dei polimeri, dei film sottili fotoluminescenti ed elettro-luminescenti e dei sistemi fotonici a film sottili organici.

Parallelamente, con una fortissima integrazione con l'attività di ricerca tecnico/scientifica, è avviata un'attività di valorizzazione dei risultati applicativi, che persegue le azioni di protezione della proprietà intellettuale, diffusione dei risultati, sperimentazione di modelli economici ed attiva primi contatti con le imprese al fine di rendere possibile un futuro sfruttamento industriale dei prototipi sviluppati.

E' prevista una forte collaborazione con le altre commesse del laboratorio LiCryL e con laboratori di chimica nel campo della sintesi di nuovi materiali organici funzionali.

#### *Stato dell'arte*

Nel campo della Soft Matter, le scoperte della ricerca di base permettono di immaginare nuovi dispositivi potenzialmente interessanti in svariati campi dell'industria hi-tech, con un impegno tecnologico iniziale per lo sviluppo di prototipi preindustriali relativamente ridotto rispetto ad altre aree di ricerca.

Le applicazioni della soft matter hanno ormai una diffusione enorme, basti pensare agli ormai ben conosciuti schermi a cristalli liquidi, od ai più recenti schermi oled. Nonostante ciò, le potenzialità applicative in questo campo sono solamente agli albori rispetto alle reali possibilità di sviluppo. Molte delle applicazioni elettroniche tradizionali, basate sul silicio, possono trovare nuove vie di sviluppo nel campo della Soft Matter. Ciò è particolarmente vero nel caso delle applicazioni di fotonica, ma anche nel campo più tradizionale dei display piatti, dove le innovazioni possibili sono innumerevoli.

I prototipi in via di sviluppo sono progettati per rendere più attraenti per l'industria i risultati della ricerca fondamentale nel campo della soft matter, rendendo tangibile l'innovazione introdotta dall'attività di ricerca di base.



### ***Azioni***

#### *Attività da svolgere*

Sviluppo dei seguenti prototipi:

- nuovi display a cristalli liquidi,
- mirrorless laser modulabile nel visibile,
- dispositivi fotonici,
- strumentazione.

Presentazione di prototipi in manifestazioni mirate a settori dell'industria preselezionati per porre le basi per ricerche industriali in comune tra sistema di ricerca pubblico ed aziende.

Diffusione dei risultati tramite canali virtuali, come le vetrine web o le banche dati nazionali ed internazionali delle reti di collaborazione industriale, ma anche con l'organizzazione di incontri sul modello delle fiere tecnologiche mirate ad operatori economici di settori industriali di volta in volta individuati.

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

Difficoltà obiettive dovute al sistema paese nell'attività di collaborazione verso l'industria soprattutto quando mira a cofinanziare l'attività di ricerca.

Difficoltà ad innestare l'attività di protezione della proprietà intellettuale con una strategia di valorizzazione nazionale ed europea.

Necessità di un maggiore supporto tecnologico soprattutto in campo elettronico nell'azione di sviluppo prototipi.

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

I ricercatori di LiCryL operano da più di 20 anni nel campo dell'ottica e dell'elettro-ottica dei cristalli liquidi e dei polimeri. Negli ultimi 10 anni hanno inoltre sviluppato una forte competenza nel campo della nanoscienza della soft matter.

I risultati di ricerca scientifica sono dimostrati dalle numerosissime pubblicazioni scientifiche su riviste scientifiche internazionali.

Il laboratorio LiCryL possiede le tecnologie di base per la realizzazione di prototipi nel campo dell'ottica, dell'elettro-ottica, della fotonica e delle nanotecnologie della soft matter.

Possono quindi essere realizzati prototipi nel campo delle tecnologie dei cristalli liquidi, dei polimeri, dei film elettroluminescenti, delle deposizioni sottili multistrato, dei reticoli ottici e dei dispositivi olografici passivi ed attivi.

#### *Strumentazione*

Il laboratorio LiCryL è attrezzato oltre che con strumentazione avanzata per indagini ottiche (laser, banchi ottici, spettroscopi, rilevatori, ...), elettro-ottiche (microscopi in luce polarizzata, elettronica di controllo e di acquisizione dati, fotomoltiplicatori, ...) e di microscopia elettronica ed a sonda (AFM, EFM, SPM, SEM, TEM, ...) anche con una camera bianca di classe 100 di oltre 200 mq contenente attrezzature avanzate per la deposizione e la caratterizzazione di film sottili di materiali inorganici e/o organici (spin coaters, vasca di Langmir-Blodgett, camere di deposizione sotto vuoto, ...), per il trattamento di substrati conduttori (vetri, plastiche, ...) e per la realizzazione di celle sottili nell'intervallo di spessori da 1 a 50 micron, come richiesto dai dispositivi ottici, elettro-ottici e fotonici obiettivo di sviluppo della commessa.

#### *Tecniche di indagine*

Le tecniche di indagine sono fortemente interdisciplinari, combinando tecniche di ottica e di elettro-ottica in luce polarizzata con tecniche di nanoscienza del tipo scanning probe machine e tecnologie elettroniche ed informatiche.

Sono attualmente indagati con particolare interesse:

- i dispositivi elettro-ottici basati sul controllo della ricostruzione d'ordine dei nematici, sia con campi elettrici che meccanici;
- i mirror-less laser basati su cristalli liquidi colesterici e materiali fotoluminescenti con prospettive di applicazione nel campo biomedicale.



### *Tecnologie*

E' in sviluppo e parzialmente operativo il primo software applicativo per la modellizzazione dinamica 2D di celle elettro-ottiche a cristalli liquidi basato sulla descrizione diretta degli autovalori del tensore d'ordine nematico e non, come è solito, sull'orientazione molecolare media (direttore).

Ciò permette la descrizione di transizioni tra tessiture nematiche con diversa topologia, alla base dei nuovi dispositivi elettro-ottici bistabili e multi-stabili che oggi rappresentano la punta più avanzata della ricerca applicata nel campo dei display piatti a cristalli liquidi.

Sono inoltre in sviluppo dispositivi elettronici portatili per l'indirizzamento di dispositivi elettro-ottici avanzati basati su materiali organici funzionali. E' il caso del generatore multicanale arbitrario ad alta velocità (1 microsec) ed alta tensione (fino a 80 Volt).

### *Collaborazioni (partner e committenti)*

Per ciò che riguarda le collaborazioni scientifiche, sono attivi contatti con laboratori di chimica soprattutto nel campo di nuovi materiali ibridi fotosensibili o fotoluminescenti a cui sono richieste anche proprietà di anisotropia e compatibilità con i materiali organici più tradizionali come cristalli liquidi e/o polimeri (Universidad de Zaragoza, Facultad de Ciencias-ICMA, Química Organica -Spagna) oltre che con laboratori scientifici pubblici a forte propensione verso l'innovazione tecnologica (Neuchatel - Svizzera, Göteborg - Svezia).

Continuano le collaborazioni già esistenti con altri paesi europei (Francia, Gran Bretagna, Germania, Spagna, Romania, Bulgaria), ma anche extra-europei come gli USA (Boulder, Cleveland, Santa Barbara).

L'obiettivo principale, tramite l'attività di valorizzazione dei prototipi sviluppati, che prevede un'efficace diffusione dei risultati, è comunque la strutturazione di rapporti sistematici con il mondo dell'industria italiana ed europea per lo sviluppo di progetti comuni a medio termine.

Il tutto è collegato al sistema di alta formazione nel campo della scienza e tecnologia dei nuovi materiali presso l'Università della Calabria, consistente in una Scuola di Dottorato ed in 3 dottorati coordinati, di cui 2 già internazionalizzati.

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

Presentazione di progetti nel campo della ricerca applicata e del trasferimento tecnologico.

Partecipazione al programma CRESCITA in collaborazione con l'Università della Calabria, l'Università Magna Grecia di Catanzaro e il Parco Scientifico e Tecnologico della Calabria.

### *Finalità*

#### *Obiettivi*

L'attività di sviluppo prototipi, così come quella di valorizzazione dei risultati con valenza applicativa, mirano a creare contatti stabili e strutturati con l'industria italiana ed europea.

La presentazione di prototipi in manifestazioni mirate a settori dell'industria prelezionati permette di porre le basi per ricerche industriali in comune tra sistema di ricerca pubblico ed aziende.

L'attività di collaborazione verso l'industria mira quindi sia a cofinanziare l'attività di ricerca che a lanciare nuovi progetti di ricerca industriale quando lo sviluppo di un particolare prototipo abbia permesso di intercettare un bisogno di innovazione tecnologica specifico per l'industria.

La diffusione dei risultati è effettuata tramite canali virtuali, come le vetrine web o le banche dati nazionali ed internazionali delle reti di collaborazione industriale, ma anche con l'organizzazione di incontri sul modello delle fiere tecnologiche mirate ad operatori economici di settori industriali di volta in volta individuati.

Sono in sviluppo i seguenti prototipi: nuovi display a cristalli liquidi, mirrorless laser modulabile nel visibile, strumentazione.

#### *Risultati attesi nell'anno*

Pubblicazione di almeno 10 articoli scientifici in riviste internazionali.

Deposito di almeno un brevetto di nuovo dispositivo.

Studio di almeno un nuovo prototipo innovativo.

Realizzazione di almeno un nuovo prototipo portatile di dispositivo innovativo per la presentazione della tecnologia in fiere, mostre, workshop o manifestazioni similari.

Strutturazione dei contatti con l'industria con accordi di sviluppo specifici.

#### *Potenziale impiego*

##### *- per processi produttivi*

Sono in via di sviluppo sistemi elettro-ottici per display piatti che semplificano l'attuale tecnologia dei visualizzatori a cristalli liquidi, sistemi laser organici modulabili nel visibile, che non hanno corrispettivo nel campo delle tradizionali tecnologie laser, e strumentazione avanzata di laboratorio per agevolare la ricerca sperimentale nel campo della Soft Matter.

Si sta operando per garantire la copertura della proprietà intellettuale dei prodotti collegati.



L'attività di valorizzazione, favorendo i contatti con l'industria, dovrebbe permettere l'integrazione di questi dispositivi innovativi in sistemi più complessi suggeriti dall'industria stessa.

I campi tecnologici di riferimento sono l'elettro-ottica (display e otturatori ottici), la spettroscopia in luce visibile (applicazioni biomediche, per i beni culturali, ...) i laboratori avanzati di tecnologia dei nuovi materiali (strumentazione avanzata: spin coaters, hot stages, piccoli sistemi per il vuoto, ...).

*- per risposte a bisogni individuali e collettivi*

I prototipi in sviluppo hanno campi di applicazione potenziale per dispositivi ad alta tecnologia con mercato di riferimento mondiale. L'integrazione delle innovazioni proposte in dispositivi di interesse industriale soddisfa domande di innovazione nei campi delle tecnologie per dispositivi di visualizzazione portatili e/o a basso consumo, della biomedica, dei dispositivi fotonici per le comunicazioni, di strumentazione avanzata, di cui esiste attualmente una grande domanda.

### Moduli

**Modulo:** Sviluppo e valorizzazione prototipi  
**Istituto esecutore:** Centro di responsabilità scientifica INFM  
**Luogo di svolgimento attività:** LR LICRYL

### Risorse commessa 2007

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
151	16	0	52	219	38	54	240	N.D.	497

valori in migliaia di euro

Unità di personale di ruolo*	
ricercatori	Totale
1	4

\*equivalente tempo pieno

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

Richiesta nuove unità di personale			
tempo determinato	tempo indet	non di ruolo*	Totale
0	0	0	0

\*dottorati, borse di studio, assegni di ricerca



## **Sistemi e materiali complessi**



## **Modelli, Metodi Matematici e Simulazione Numerica per lo Sviluppo di Materiali Nuovi: Ricerca e Formazione**

### *Dati generali*

<b>Progetto:</b>	Sistemi e materiali complessi
<b>Tipologia di ricerca:</b>	Progetti relativi a linee tematiche a carattere strategico
<b>Istituto esecutore:</b>	Istituto per le applicazioni del calcolo "Mauro Picone"
<b>Sede principale svolgimento:</b>	Sede principale Istituto
<b>Dip. di prevista afferenza:</b>	Materiali e Dispositivi
<b>Responsabile indicato:</b>	VANDA VALENTE

### *Elenco dei partecipanti*

	liv.		liv.		liv.
Cerimele Maria Mercede	II	Rughetti Paolo	VI	Valente Vanda	I
March Riccardo	II	Spitaleri Rosa Maria	II	Vasile Mario	VIII
Pistella Francesca	II				

### *Temi*

#### *Tematiche di ricerca*

Analisi qualitativa e simulazione numerica di modelli matematici che descrivono rilevanti fenomeni nel settore dei materiali nuovi: fenomeni evolutivi relativi a materiali ferromagnetici, superconduttori e piezoelettrici; proprietà meccaniche di materiali biologici; transizioni di fase; formazione e propagazione di fratture; metodi del calcolo scientifico per la simulazione computazionale di campi; metodi numerici per geometrie complesse mediante coordinate curvilinee; griglie strutturate, approccio algebrico-ellittico e ottimizzazione della qualità della griglia; valutazione algoritmica. Le tematiche sono strettamente connesse a quelle sviluppate nell'ambito dei progetti:

1-Prog. Europeo SMART-SYSTEMS (HPRN-CT-2002-00284): New materials, Adaptive Systems and their Nonlinearities; Modeling, Control and Numerical Simulation.

2-Fondo Speciale per lo Sviluppo della Ricerca legge 449/2000. Prog. CNR/MIUR:

Materiali Compositi per Applicazioni Strutturali di Rilevante Interesse Industriale.

3-Prog. Europeo MSCF-CT-2004-013336: A European Atelier for Engineering and Computational Sciences.

#### *Stato dell'arte*

Numerose riviste internazionali sono dedicate ad attività di ricerca nel settore dei materiali e sistemi smart. Molte pubblicazioni mostrano gli aspetti tecnologici delle applicazioni industriali e presentano approcci ottenuti da modelli semplificati. L'attenzione verso metodi matematici e computazionali sofisticati consente di formulare ed affrontare i relativi problemi con modelli matematici più completi. Una rassegna esauriente dell'attività di ricerca nel settore è esposta nel volume in corso di stampa: "State of the art, trends and directions in Smart Systems: The smart system network" a cura dei responsabili scientifici del network.

L'attuale sviluppo di metodologie del calcolo scientifico sempre più complesse e adatte all'investigazione di fenomeni di grande interesse sociale richiede nuove risposte alle esigenze di calcolo, nuovi strumenti software che sappiano combinare tecnologie computazionali e capacità collaborative. Uno sforzo specifico è rivolto al superamento di una persistente dispersione di conoscenze e risorse e alla formazione integrata di giovani ricercatori.

### *Azioni*

#### *Attività da svolgere*

Le tematiche da svolgere sono strettamente connesse a quelle richieste dai progetti nazionali e internazionali che contribuiscono al finanziamento dell'attività della commessa. In particolare: aspetti teorico-numerici che emergono dall'analisi evolutiva e dal controllo di materiali magnetoelastici e di quelli modellati dalle equazioni nonlineari di Ginzburg-Landau; metodi variazionali in elasticità non lineare con applicazione alle energie di blistering; sviluppo di modelli analitico-numerici della formazione di fratture e della propagazione del danno; modellazione fisico-matematica e simulazione numerica della crescita e delle modificazioni strutturali di alcuni tessuti biologici; individuazione e sviluppo di metodi numerici agli elementi finiti e alle differenze finite; calcolo multigrad; generazione numerica di griglie in geometrie complesse; calcolo interattivo. Accanto all'attività di ricerca notevole impegno sarà rivolto all'attività di formazione: tutoring, organizzazione di scuole, corsi e convegni.





*Punti critici e azioni da svolgere*

In vista di possibili nuovi finanziamenti, specificati in ' Iniziative per l'acquisizione di ulteriori entrate', l'assunzione in tempi brevi di almeno due giovani ricercatori permetterebbe di consolidare e sviluppare ulteriormente le iniziative scientifiche proposte. Per quanto riguarda l'attività di formazione e diffusione un adeguato sostegno finanziario da parte dell'Ente consentirebbe l'utilizzo ottimale delle risorse esterne.

*Competenze, tecnologie e tecniche di indagine*

Analisi matematica di equazioni alle derivate parziali; teoria del controllo; calcolo delle variazioni; analisi numerica e simulazione; calcolo scientifico.

*Strumentazione*

Mezzi di calcolo

*Tecniche di indagine*

*Tecnologie*

Metodologie di modellazione tipiche della scienza dei materiali.

*Collaborazioni (partner e committenti)*

Università di RomaTre (A. Di Carlo); Università di Roma La Sapienza (G. Vergara Caffarelli, N. Ansini); Università di Roma Tor Vergata (A. Braides); ESIEE, Paris (B. Miara); Università di Ferrara (G. Del Piero); Università di Siviglia (Fernandez-Cara); Università di Zurigo (M. Chipot); Comunità Europea; MIUR; Università di Firenze (C. Conti, R. Morandi); CRS4, Cagliari (G. Fotia); UAB, USA (B. Soni); SIMAI; Università di Pisa (M. Vanneschi); MOX, Milano (L. Formaggia, M. Prosi), ADAPCO, Roma (S. Paoletti), ULB, BE (R. Bauwens), Rutgers University, USA (R. Vichnevetsky); Università di Messina (L. Puccio), SIMAI, ISCG, IMACS, EWM

*Iniziative per l'acquisizione di ulteriori entrate*

Inserimento nelle proposte di prosecuzione degli attuali progetti Europei SMART-SYSTEMS e EUA4X.

Studio di fattibilità per una iniziativa che formalizzi ed estenda la connessione del progetto EUA4X con Università in USA a finanziamento National Science Foundation.

*Finalità*

*Obiettivi*

Sviluppare metodologie matematiche (analisi nonlineare, calcolo delle variazioni, teoria del controllo), metodologie del calcolo scientifico (metodi alle differenze finite e agli elementi finiti, metodi di generazione algebrico-ellittica di griglie, calcolo multigrad) e strumenti software (sistemi interattivi e interfacce utente, siti web collaborativi) atti a migliorare la comprensione del comportamento di sistemi e strutture adattive.

*Risultati attesi nell'anno*

Sulle tematiche di ricerca oggetto della commessa: pubblicazioni scientifiche su riviste internazionali di analisi matematica, analisi numerica e calcolo scientifico, comunicazioni a congressi e workshop internazionali e sviluppo di software scientifico. Attività editoriale e organizzazione di convegni e corsi di formazione. Documentazione dello stato di avanzamento delle attività sarà reperibile anche nei siti web e nei report annuali dei progetti che contribuiscono al finanziamento della commessa:

- 1- Progetto Europeo HPRN-CT-2002-00284 'SMART-SYSTEMS' (<http://www.esiee.fr/smart-systems>)
- 2- Fondo speciale per lo sviluppo della Ricerca legge 449/200. Prog. CNR/MIUR: Materiali compositi per applicazioni strutturali di rilevante interesse industriale.
- 3- Progetto Europeo MSCF-CT-2004-013336 'A European Atelier for Engineering and Computational Sciences' (<http://www.eua4x.net>)

*Potenziale impiego*

*- per processi produttivi*

La progettazione e realizzazione di materiali e dispositivi avanzati richiedono la confluenza di competenze multidisciplinari. La ricerca matematica nel settore e la sua diffusione costituiscono un passo significativo del processo produttivo.

Lo sviluppo di metodi numerici avanzati, adatti al trattamento di problemi su geometrie complesse, è indispensabile a mantenere l'interesse applicativo e la capacità di intervento della simulazione nei processi produttivi.



*- per risposte a bisogni individuali e collettivi*

La diffusione dei risultati mediante pubblicazioni scientifiche, organizzazione di workshop e specialmente una coordinata attività di formazione attraverso scuole e borse di dottorato, rispondono all'esigenza di quei giovani ricercatori che vogliono avviare le proprie attività nel settore scientifico proposto dalla commessa.

**Moduli**

**Modulo:** Modelli, Metodi Matematici e Simulazione Numerica per lo Sviluppo di Materiali Nuovi: Ricerca e Formazione

**Istituto esecutore:** Istituto per le applicazioni del calcolo 'Mauro Picone'

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

**Risorse commessa 2007**

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
376	41	68	48	533	78	187	31	N.D.	642

valori in migliaia di euro

<i>Unità di personale di ruolo*</i>	
ricercatori	Totale
4	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	1	0	0	0	2	0	2	8	13

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

\*dottorati, borse di studio, assegni di ricerca



## Dinamica dei sistemi complessi fluidodinamici e biologici

### *Dati generali*

<b>Progetto:</b>	Sistemi e materiali complessi
<b>Tipologia di ricerca:</b>	Progetti relativi a linee tematiche a carattere strategico
<b>Istituto esecutore:</b>	Istituto per le applicazioni del calcolo "Mauro Picone"
<b>Sede principale svolgimento:</b>	Sede principale Istituto
<b>Dip. di prevista afferenza:</b>	Materiali e Dispositivi
<b>Responsabile indicato:</b>	SAURO SUCCI

### *Elenco dei partecipanti*

	liv.		liv.		liv.
Ali Giuseppe	III	Lacorata Guglielmo	III	Olla Piero	III
Bini Donato	III	Lamura Antonio	III	Pontrelli Giuseppe	II
Caringi Giuliana	IV	Lanotte Alessandra Sabina	III	Succi Sauro	I
Celli Andrea	II	Mansutti Daniela	II	Torricollo Isabella	III
Ciricugno Cirillo Luca	VII	Notarnicola Filippo	III	Toschi Federico	III
Dell'Angelo Custode Giuseppe	VII				

### *Temi*

#### *Tematiche di ricerca*

Continuazione di quelle in corso, con forte apertura verso i settori interdisciplinari di confine tra la fluidodinamica la scienza dei materiali e la biologia. Particolare attenzione alle applicazioni tecnologicamente avanzate che richiedono tecniche di modellistica multiscala e simulazione multidisciplinare.

#### *Stato dell'arte*

La dinamica dei fluidi costituisce un settore dominante della moderna scienza applicata a livello internazionale. Essa si rivolge principalmente ai settori dell'Ingegneria tradizionale (aeronautica, automobilistica ...) ma gli sviluppi della tecnologia moderna la portano ad interfacciarsi in maniera sempre più intensa alla scienza dei materiali e biologia. Oltre a coprire i settori tradizionali, l'attività verrà estesa alle emergenti aree scientifico-tecnologiche di cui sopra.

### *Azioni*

#### *Attività da svolgere*

Continuazione delle attività già avviate.

Incremento della modellistica microfluidica in seguito agli impegni del progetto europeo INFLUS.

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

Nessuna risorsa finanziaria dal CNR. I finanziamenti esterni (CE) hanno vincoli di spesa molto rigidi, ad esempio è molto difficile acquisire materiale durevole (computers...).

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

Modellistica matematica, fisica teorica e computazionale (meccanica statistica, relativistica e quantistica), simulazione numerica, calcolo simbolico, dinamica dei fluidi, dinamica dei sistemi complessi, calcolo scientifico ad alte prestazioni.

#### *Strumentazione*

Apparecchiature di calcolo (workstations e pc ad alte prestazioni). Un server potente in Istituto sarebbe utile per i calcoli più massicci e la visualizzazione dei risultati.

#### *Tecniche di indagine*

Simulazione numerica, calcolo analitico, visualizzazione, analisi statistica di grosse moli di dati.

#### *Tecnologie*

Metodologie matematico-numeriche per la soluzione di complesse equazioni di evoluzione non-lineare in più dimensioni.



*Collaborazioni (partner e committenti)*

Univ. Roma I, Roma II, Roma III, SNS Pisa, ENS Lyon, ULB Brussels, Oxford Univ., Cambridge Univ, Univ. College London, ETHZ Zurich, EPFL Lausanne, IKZ Berlin, KFZ Juelich, Mainz University, Yale Univ., Harvard Univ., Princeton Univ., EXA Corporation, USA, Univ. LAquila, Politecnico Milano, INRIA (Rocquencourt, Francia), EPFL (Losanna, Svizzera), Istituto Superiore della Sanita'.

*Iniziative per l'acquisizione di ulteriori entrate*

Grants nazionali ed europei.  
Contratti/convenzioni con industrie private.

**Finalità**

*Obiettivi*

Sviluppo di metodi e strumenti di calcolo per la predizione quantitativa di fenomeni complessi coinvolgenti la dinamica di sistemi fluidi e biologici indicati piu' sopra:

Design ottimale dei dispositivi pratici basati sulla dinamica dei fluidi a tutte le scale:  
(e.g. auto, microreattori, stents biomedici...).

Competenze: Modellistica matematica, simulazione numerica e simbolica, fisica statistica, dinamica dei sistemi nonlineari, biologia.

*Risultati attesi nell'anno*

Si spera di continuare a mantenere la vigorosa produzione di articoli su prestigiose riviste scientifiche che ha caratterizzato l'attività della commessa negli anni precedente.

*Potenziale impiego*

*- per processi produttivi*

Il lavoro svolto all'interno di questa commessa ha un grosso potenziale applicativo per i seguenti processi produttivi:

- Progettazione automobilistica (aerodinamica esterna)

- Reattori e dispositivi microfluidici

- Sensori biofisici (nanofluidici)

- Processi manifatturieri (crescita di cristalli)

*- per risposte a bisogni individuali e collettivi*

Il lavoro svolto in q.ta commessa puo' fornire sostanziali contributi ai seguenti bisogni individuali e collettivi

- Effetti del trasporto di contaminanti in atmosfera (flussi turbolenti)

- Ottimizzazione di interventi clinici per disturbi cardiovascolari  
(flussi sanguigni)

- Miglioramento del GPS (Global Positioning System) (fluidi relativistici)

- Ottimizzazione di tecniche di vaccinazione e immunologiche in generale

**Moduli**

<b>Modulo:</b>	Dinamica dei sistemi complessi fluidodinamici e biologici
<b>Istituto esecutore:</b>	Istituto per le applicazioni del calcolo 'Mauro Picone'
<b>Luogo di svolgimento attività:</b>	Sede principale Istituto

<b>Modulo:</b>	Turbolenza Fluidodinamica
<b>Istituto esecutore:</b>	Istituto di scienze dell'atmosfera e del clima
<b>Luogo di svolgimento attività:</b>	Sede di Lecce



*Risorse commessa 2007*

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
446	47	30	64	587	155	232	52	N.D.	794

valori in migliaia di euro

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

<i>Richiesta nuove unità di personale</i>			
tempo determinato	tempo indet	non di ruolo*	Totale
2	6	1	9

\*dottorati, borse di studio, assegni di ricerca



## Materiali Funzionali e Sistemi Disordinati

### *Dati generali*

<b>Progetto:</b>	Sistemi e materiali complessi
<b>Tipologia di ricerca:</b>	Progetti relativi a linee tematiche a carattere strategico
<b>Istituto esecutore:</b>	Istituto dei Sistemi Complessi (Sperimentale)
<b>Sede principale svolgimento:</b>	Sede di Firenze
<b>Dip. di prevista afferenza:</b>	Materiali e Dispositivi
<b>Responsabile indicato:</b>	MARCO ZOPPI

### *Elenco dei partecipanti*

	liv.		liv.		liv.
Argentero Antonella	IV	Corvasce Fabrizio	V	Metalli Fabrizio	VII
Bafile Ubaldo	II	De Rossi Sergio	II	Montani Antonio	IV
Bisegna Marco	VIII	Del Giallo Franco	II	Moretti Paolo	II
Bolle Giovanni	IV	Di Paolo Paola	VIII	Petrone Maria Bonaria	V
Campa Maria Cristina	III	Dragone Roberto	V	Rusanescu Craciun	III
Celli Milva	III	Faraglia Giuseppe	VII	Floriana	
Cilloco Francesco	III	Ferraris Giovanni	II	Tappi Giulia	IV
Cognesi Daniele	III	Fierro Giuseppe	III	Ulivi Lorenzo	II
Cordero Francesco	II	Latino Paolo Massimiliano	VIII	Zoppi Marco	I

### *Temi*

#### *Tematiche di ricerca*

Idrogeno e materiali per l'immagazzinamento dell'idrogeno:

Determinazione sperimentale (spettroscopia e diffrazione neutronica) della struttura e dinamica microscopica di idrogeno puro e miscele, idruri semplici e complessi, nanotubi di carbonio, complessi metallorganici, materiali contenenti idrogeno. Spettroscopia Raman su materiali contenenti idrogeno, idruri molecolari, nanotubi di carbonio.

Materiali per la catalisi:

Misure di spettroscopia ottica e neutronica su materiali innovativi per la catalisi eterogenea (platinum-free catalyst).

Materiali per la sensoristica:

Misure anelastiche, dielettriche ed NMR su rilassori ferroelettrici e su titanato di stronzio. Fenomeni di invecchiamento e memoria della polarizzazione elettrica in funzione dei cicli termici. Proprietà strutturali e dielettriche di film sottili prodotti da deposizione laser in funzione della natura del substrato e dei parametri di deposizione.

Strumentazione Neutronica:

Progetto INES: gestione della Stazione Sperimentale Italiana ad ISIS (UK). Progetto NIMROD: progettazione e costruzione di un diffrattometro per neutroni nell'ambito dell'accordo di cooperazione internazionale tra CNR e CCLRC.

#### *Stato dell'arte*

La ricerca sui materiali per l'immagazzinamento dell'idrogeno (idruri, matrici nanoporose, materiali complessi) sono temi caldi su cui l'UE sta investendo risorse notevoli. Le tecniche di spettroscopia che utilizzano i fotoni e i neutroni sono fondamentali per determinare i siti di assorbimento e le cinetiche di reazione, che permetteranno la progettazione di nuovi ed efficienti materiali.

Le misure spettroscopiche mirano ad investigare il ruolo di eventuali droganti e come l'aumentata complessità del materiale influenzi le caratteristiche di capacità e mobilità dell'idrogeno. La diffrazione neutronica fornisce informazioni sui siti preferenziali di assorbimento.

Misure anelastiche, dielettriche ed NMR su rilassori ferroelettrici (equivalenti dielettrici dei vetri di spin) evidenziano l'esistenza di modi di rilassamento non polari, legati alle rotazioni degli ottaedri di ossigeno. Sono osservati fenomeni di invecchiamento e memoria in funzione dei cicli termici anche al di sopra della temperatura di congelamento della polarizzazione elettrica. Misure su titanato di stronzio forniscono informazioni sulle frequenze di hopping delle vacanze di ossigeno.



### **Azioni**

#### *Attività da svolgere*

- 1-spettroscopia e diffrazione neutronica (ISIS, UK) su materiali per H-storage (idruri, nanotubi, MOF, clatrati idrati)
- 2-spettroscopia Raman (ISC, Firenze) sugli stessi materiali.
- 3-spettroscopia Mössbauer (ISC in simbiosi con Università di Firenze) su materiali per la catalisi eterogenea.
- 4-spettroscopia anelastica e dielettrica (ISC, Roma Tor Vergata) su rilassori ferroelettrici e materiali piezoelettrici.
- 5-Gestione della Stazione Italiana ad ISIS (INES)
- 6-Costruzione di strumentazione neutronica (progetto NIMROD, c/o ISIS)

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

La gestione della Stazione Italiana ad ISIS (INES) prevede sia la nomina di un instrument scientist che il versamento di una quota onerosa. Il costo relativo totale è stimato in 100.000 euro/anno, che NON POSSONO GRAVARE sui costi di commessa e dovrebbero essere finanziati su un capitolo separato. La quota onerosa 2006 (50.000 euro) era stata evidenziata alla voce CONVENZIONI nella sezione SPESE ma NON E' STATA PRESA IN CONSIDERAZIONE dal CNR. Stando così le cose, andiamo incontro ad una CHIUSURA FORZATA della Stazione Italiana.

Si richiede il finanziamento della quota onerosa 2006 e 2007, oltre ai fondi necessari per l'INSTRUMENT SCIENTIST ad ISIS. Si fa presente che la persona che ha coperto tale posizione nel 2006 con un Assegno di Ricerca se n'è andata (per ovvi motivi). Sarebbe opportuna l'accensione ALMENO di un Art.36

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

- Analisi di esperimenti di spettroscopia ottica (visibile e infrarossa) e neutronica.
- Analisi di esperimenti di diffrazione neutronica: correzioni per scattering incoerente, multiplo, self-shielding, anelastiche, etc.
- Analisi di esperimenti di diffrazione a raggi-X: correzioni dati per effetto Thomson etc.
- Simulazione di sistemi molecolari: Monte Carlo, Path Integral Monte Carlo, Dinamica Molecolare.
- Analisi dati di spettroscopia dielettrica e anelastica.
- Analisi di esperimenti di spettroscopia Moessbauer.
- Analisi di esperimenti di calorimetria differenziale.
- Conoscenza approfondita di tutte le basi teoriche necessarie all'applicazione critica delle tecniche sopra descritte.

#### *Strumentazione*

- Laser ad argon, krypton, He-Ne per spettroscopia Raman ottica.
- Doppio monocromatore Spex a reticoli olografici con rivelazione a singolo canale (Photon counting).
- Triplo monocromatore Spex Triplemate a reticoli olografici con rivelazione multicanale (CCD).
- Attrezzatura e celle per alte ed altissime pressioni per gas, liquidi e solidi.
- Sistemi criogenici a circuito chiuso di elio per operare a temperature tra 4 e 300 K con campioni gassosi, liquidi o solidi, anche sotto pressione.
- Attrezzatura per spettroscopia dielettrica e anelastica, in un vasto intervallo di temperature.
- Sistemi criogenici tradizionali ad elio liquido.
- Calorimetro differenziale ad alta sensibilità (in costruzione).

#### *Tecniche di indagine*

- Tecniche di spettroscopia ottica (visibile e infrarossa) e neutronica.
- Tecniche di diffrazione neutronica e raggi-X.
- Tecniche di simulazione: Monte Carlo, Path Integral Monte Carlo, Dinamica Molecolare.
- Tecniche criogeniche (fino all'elio liquido e transizione superfluida) e di alto vuoto.
- Processi a temperatura e atmosfera controllata.
- Tecniche di alta pressione (fino al Mbar).
- Tecniche di manipolazione di gas e materiali speciali.
- Tecniche di spettroscopia dielettrica.
- Tecniche di calorimetria.

#### *Tecnologie*

- Generalmente, se uno strumento non è disponibile, ce lo costruiamo.
- Se una tecnica di analisi non esiste, siamo in grado di svilupparla in maniera autonoma.
- Il gruppo, pur essendo orientato verso un'attività sperimentale, è perfettamente in grado di costruire modelli teorici di ausilio all'interpretazione dei dati sperimentali misurati.



*Collaborazioni (partner e committenti)*

- 1-A.Albinati(Uni-Milano)
  - 2-S.Cantelli(Uni-Roma-1)
  - 3-G.Principi(Uni-Padova)
  - 4-M.Ferretti(Uni-Genova)
  - 5-P.Nanni(Genova)
  - 6-G.Spina(Uni-Firenze)
  - 7-CNR-ISTEC(Faenza)
  - 8-CNR-IENI (Genova)
  - 9-CNR-ICCOM(Firenze)@
  - 10-LENS (Firenze)@
  - 11-University Salford(UK)\*
  - 12-University Nottingham(UK)\*
  - 13-GKSS(Hamburg,D)\*
  - 14-CEA(Paris,F)\*
  - 15-University Besancon (F)\*
  - 16-CNR-IPCF(Messina)#
  - 17-Università Roma-Tre#
  - 18-CCLRC-ISIS(UK)#
  - 19-University Vienna (A)
  - 20-University Barcelona (E)
  - 21-University Patagonia (Arg.)
  - 22-University Tsukuba (Japan)
  - 23-University Bucarest(Romania)
- (@) Collaborazione nell'ambito del Progetto FIRENZE-HYDROLAB (Ente C.R.F.)  
(\* ) Collaborazione nell'ambito del Progetto HYTRAIN (UE-FP6)  
(#) Collaborazione nell'ambito del Progetto ISIS-TS2 (UE-FP6)

*Iniziativa per l'acquisizione di ulteriori entrate*

La commessa e' molto impegnata in attivita' di reperimento di fondi esterni all'Ente sia per le attivita' di ricerca sui materiali per H-storage che per quelle sui materiali ferroelettrici e piezoelettrici.

La gestione diretta di un diffrattometro per neutroni, apre ampie possibilita' di offerta alla comunita' scientifica nazionale per scopi diagnostici. Lo strumento INES e' stato e verra' pubblicizzato nell'ambito della scienza dei materiali, scienze della terra, beni culturali ed archeologici, con lo scopo di coinvolgere un gran numero di ricercatori che potranno utilizzarlo nello loro attivita' di ricerca programmatiche. Le competenze di spettroscopia Ottica, Neutronica, Dielettrica vengono continuamente offerte per ottenere commesse di ricerca su materiali di interesse dell'Istituto, sia in ambito nazionale che internazionale.

**Finalità**

*Obiettivi*

L'utilizzo di un materiale per scopi funzionali (immagazzinamento di idrogeno, produzione di energia in cella a combustibile, produzione di sensori o trasduttori) presuppone un'intima conoscenza delle sue caratteristiche a livello microscopico allo scopo di selezionare i fattori responsabili dei valori elevati delle grandezze fisico-chimiche rilevanti.

Il nostro obiettivo principale è quello di ottenere informazioni dirette sulle caratteristiche dei materiali funzionali utilizzando, in stretta correlazione, le tecniche spettroscopiche (spettroscopia dielettrica ed anelastica, spettroscopia ottica e neutronica), i modelli teorici e le simulazioni.

La conoscenza della struttura e della dinamica microscopica dell'idrogeno è un prerequisito necessario per lo studio dei materiali che vengono proposti per un efficace immagazzinamento. Solo partendo da questa base si possono ottenere informazioni rilevanti sui meccanismi di interazione idrogeno-materiale e su come questi influenzino la dinamica. L'idrogeno non è facilmente visibile ai raggi X, mentre risulta facilmente osservabile con i neutroni. L'utilizzo dei neutroni e' fondamentale per questa attivita'.





### *Risultati attesi nell'anno*

Sul fronte dell'H-storage prevediamo di ottenere informazioni trasferibili all'innovazione tecnologica e utili per la progettazione di serbatoi innovativi. Lo sviluppo è su tempi di scala medio-lunga (10-15 anni) conformemente alle aspettative dell'UE. Contemporaneamente dovrà proseguire la ricerca di base su questi materiali, così come sui materiali per celle a combustibile, e su quelli per applicazioni elettroniche ed elettromeccaniche. Pubblicazioni scientifiche. Trasferimento tecnologico. Comunicazioni a conferenze. Possibili brevetti. Realizzazione di strumentazione neutronica avanzata (sulla scala di 4-5 anni). Ricerca ed applicazione delle tecniche diagnostiche di competenza della commessa, nell'ambito di materiali complessi di origine archeologica, per applicazioni in ambito beni culturali.

### *Potenziale impiego*

#### *- per processi produttivi*

Alternative ai combustibili fossili per la produzione energetica sono oggi tecnologicamente possibili, ma sono rese proibitive dagli elevati costi di esercizio. D'altra parte, la recente impennata del prezzo del petrolio, legata all'aumento della richiesta mondiale, non bilanciata da un corrispondente aumento di produzione, suggerisce che una strategia focalizzata solo sui costi attuali potrebbe risultare miope e che l'economicità di possibili alternative ai combustibili fossili potrebbe divenire attuale su scale di tempi inferiori alle stime del passato.

In questa ottica, le ricerche avanzate sui materiali per un immagazzinamento efficace dell'energia (nella fattispecie, idrogeno), dell'informazione (memorie ferroelettriche), ovvero per la produzione di energia elettrica a partire da fonti rinnovabili (catalizzatori per celle a combustibile) si candidano come attività di fisica fondamentale che potrebbero comunque sfociare in applicazioni tecnologico-industriali su una scala di tempo non troppo lunga.

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

L'aumento costante del livello di inquinamento atmosferico impone la ricerca di alternative ai combustibili fossili per la produzione energetica. Questo problema è drammaticamente attuale nel caso dell'autotrazione e nelle aree urbane densamente popolate. Inoltre, gli effetti del riscaldamento del pianeta si stanno manifestando, a livello globale, sotto forma di un'aumentata frequenza di eventi atmosferici estremi. Queste considerazioni sono ampiamente contemplate nel protocollo di Kyoto.

La popolazione più evoluta del pianeta si aspetta che la ricerca scientifica fornisca, a tempi brevi, risposte plausibili alla domanda sempre più pressante di alternative valide ai combustibili fossili per la produzione di energia.

L'utilizzo di una piccolissima frazione dell'irraggiamento solare potrebbe risolvere i problemi energetici del pianeta, se solo fossimo in grado di immagazzinare questa energia e renderla disponibile all'utilizzo nel tempo e nel luogo dove è richiesta.

Il vettore idrogeno è il candidato ideale per svolgere questo ruolo, ma è necessario un grosso sforzo di ricerca, finalizzata a questo scopo, per ottenere risultati in tempi ragionevoli.

### *Moduli*

**Modulo:** Materiali Funzionali e Sistemi Disordinati  
**Istituto esecutore:** Istituto dei Sistemi Complessi (Sperimentale)  
**Luogo di svolgimento attività:** Sede di Firenze

### *Risorse commessa 2007*

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
727	105	216	0	1.048	363	684	114	N.D.	1.525

valori in migliaia di euro

<i>Unità di personale di ruolo*</i>	
ricercatori	Totale
9	13

\*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	1	0	0	1

<i>Richiesta nuove unità di personale</i>			
tempo determinato	tempo indet	non di ruolo*	Totale
1	4	4	9

\*dottorati, borse di studio, assegni di ricerca



## Formazione spontanea di strutture e fenomeni di trasporto

### *Dati generali*

<b>Progetto:</b>	Sistemi e materiali complessi
<b>Tipologia di ricerca:</b>	Progetti di sviluppo competenze
<b>Istituto esecutore:</b>	Istituto dei Sistemi Complessi (Sperimentale)
<b>Sede principale svolgimento:</b>	Sede di Firenze
<b>Dip. di prevista afferenza:</b>	Materiali e Dispositivi
<b>Responsabile indicato:</b>	RUGGERO VAIA

### *Elenco dei partecipanti*

Argentero Antonella	liv. IV	Faraglia Giuseppe	liv. VII	Pini Maria Gloria	liv. II
Bisegna Marco	VIII	Ferraris Giovanni	II	Pitolli Luca	V
Bolle Giovanni	IV	Fierro Giuseppe	III	Politi Paolo	III
Campa Maria Cristina	III	Materassi Massimo	III	Pontuale Giorgio	V
Cilloco Francesco	III	Metalli Fabrizio	VII	Ricci Claudio	VII
De Rossi Sergio	II	Montani Antonio	IV	Ruggeri Rocco	III
Del Giallo Franco	II	Moretti Paolo	II	Scrocca Roberto	VII
Di Paolo Paola	VIII	Petri Alberto	II	Vaia Ruggero	III
Dragone Roberto	V	Petrone Maria Bonaria	V		

### *Temi*

#### *Tematiche di ricerca*

- Analisi di stabilità non lineare di modelli di crescita
- Studio di transizioni di fase classiche, quantistiche, quanto-dissipative
- Simulazioni di modelli (1D e 2D magnetici, di crescita epitassiale, di reticoli Josephson)
- Esperimenti su sistemi granulari
- Collezione e analisi di dati da missioni spaziali
- Analisi di dati da misure di emissione acustica
- Analisi di serie temporali di tipo finanziario

#### *Stato dell'arte*

Fenomeni diversi in idrodinamica, mezzi granulari, magneti, sistemi disordinati, etc., hanno caratteristiche universali. Nonostante le differenze qualitative tra equilibrio e non-equilibrio, dinamiche classiche e quantistiche, la trasposizione di tecniche è efficace. Problemi emergenti: effetti dissipativi, quantificazione dei flussi (energia, informazione) sia spaziali (calore) che su scale diverse (strutture turbolente, fratture), stabilità di fasi binarie e studio delle interfacce.

### *Azioni*

#### *Attività da svolgere*

1. Fisica dei granulari.
2. Emissione acustica e fratture dei mezzi disordinati.
3. Superfici e interfacce, instabilità, coarsening, pattern formation.
4. Plasmi spaziali e geofisici.
5. Tunneling quantistico macroscopico.
6. Tunneling coerente e incoerente in cluster magnetici.
7. Effetti di taglia finita in catene magnetiche.
8. Strutture a domini in dot magnetici.
9. Modelli magnetici a bassa dimensionalità.

Oltre al lavoro sulle tematiche suesposte, si consideri che si deve far fronte all'organizzazione dell'importante conferenza internazionale 'Statphys 23' (Genova, 13-19 luglio 2007), per contribuire alla quale sono stati inseriti in richiesta di finanziamento 90.000 euro.



*Punti critici e azioni da svolgere*

- RISORSE UMANE. La Ricerca ha bisogno di personale giovane e motivato: dottorandi, assegnisti, ricercatori. Molti giovani capaci rinunciano ad una carriera precaria fin'oltre i 40 anni.
- POSSIBILITÀ DI PIANIFICARE A MEDIO TERMINE, con un minimo di sicurezza sulle risorse.
- SUPPORTO BUROCRATICO. La concentrazione sull'attività scientifica confligge con le continue necessità di richiedere fondi, compilare progetti, richieste, previsioni, relazioni, a fronte di fabbisogni peraltro modesti.

*Competenze, tecnologie e tecniche di indagine*

- Esperienza e competenze in calcoli analitici e numerici, perturbativi e nonperturbativi, per termodinamica all'equilibrio e fuori equilibrio.

*Strumentazione*

L'attività sperimentale della commessa è concentrata principalmente sullo studio del comportamento meccanico di mezzi granulari sottoposti a sforzi di taglio, e quello dell'emissione acustica di materiali disordinati sotto diversi tipologie di sforzo.

Per lo studio dei granulari sono state realizzate diverse celle in cui un canale circolare è riempito con un granulare a cui si può applicare un tasso di deformazione di taglio attraverso una piastra girevole che poggia sul granulare. In questo modo si misura essenzialmente la resistenza del granulare allo sforzo.

Per lo studio dell'emissione acustica si dispone di una pressa idraulica e di una catena di acquisizione trasduttori-filtri-amplificatori-oscilloscopio-calcolatore, che può acquisire segnali fino almeno a 10 MHz.

*Tecniche di indagine*

- Calcolo analitico e simulazione numerica, elaborazione di dati sperimentali e da sonde spaziali, automi cellulari.

*Tecnologie*

*Collaborazioni (partner e committenti)*

- Univ. Firenze, Dip. di Fisica (A.Rettori, A.Cuccoli)
- Univ. Firenze, Dip. di Chimica (R.Sessoli)
- Univ. Roma La Sapienza, Dip. di Fisica (V.Loreto, A.Vulpiani)
- Univ. Trento, Dip. di Fisica (A.Tagliani)
- INGV, U.F. Fisica dell'alta atmosfera, Roma (G.DeFranceschi, V.Romano, L.Alfonsi)
- INAF, Istituto di Fisica dello Spazio Interplanetario (G.Consolini)
- CNR, Istituto di Fisica Applicata (P.Spalla)
- CNR, Istituto Nazionale di Fisica della Materia (P.Verrucchi)
- ETH, Zürich (CH), Departement Physik (A.Vindigni)
- CNRS, Grenoble (F), Laboratoire de Spectrométrie Physique (C.Misbah)
- Univ. Bath (UK), Department of Electric and Electronic Engineering (C.N.Mitchell)
- CNR, INFM, Roma (S.Zapperi)
- Univ. Limerick (IR), Department of Physics (D.Corcoran, B.Fitzgerald)
- Polska Akademia Nauk (PL), Centrum Badan Kosmicznych (PL) (A.Wernik)
- Univ. São Paulo (BR), Instituto de Física (M.J.de Oliveira, S.Salinas)
- Keio Univ. (JP), Department of Physics (Y.Saito)
- Univ. Nacional de Córdoba (AR), Facultad de Matemática, Astronomía y Física (S.A.Cannas, E.E.Ferrero)
- Uppsala Univ. (S), Institutet för rymdfysik (E.Yordanova)
- Univ. of Western Australia, Crowley (AUS), School of Physics (R.L.Stamp)

*Iniziativa per l'acquisizione di ulteriori entrate*

- Ricerca di finanziamento attraverso programmi europei e nazionali.
- Ricerca di partnership con altre realtà scientifiche.

*Finalità*

*Obiettivi*

- Conoscenza della struttura e dinamica microscopica di sistemi complessi, classici e quantistici, appartenenti a contesti diversi ma con caratteristiche di universalità.
- Formulazione e studio di modelli sia semplici, finalizzati alla comprensione fisica, sia realistici, per interpretare dati sperimentali.



**Risultati attesi nell'anno**

- Proposte di nuovi modelli, soluzioni analitiche e numeriche per i sistemi in esame. Si evidenzieranno analogie tra fenomeni particolari che permettono il trasferimento di tecniche analitiche e numeriche. Messa a punto di dispositivi sperimentali e di raccolta dati, di codici numerici per analisi dati, soluzione di equazioni, simulazioni Monte Carlo.
- I risultati saranno oggetto di pubblicazioni scientifiche su riviste internazionali e diffusi mediante seminari e partecipazione a conferenze.

**Potenziale impiego**

- per processi produttivi
- Stoccaggio e manipolazione di materiali granulari
- per risposte a bisogni individuali e collettivi
- Prevenzione delle valanghe e dei terremoti
- Manipolazione dell'informazione

**Moduli**

**Modulo:** Formazione spontanea di strutture e fenomeni di trasporto  
**Istituto esecutori:** Istituto dei Sistemi Complessi (Sperimentale)  
**Luogo di svolgimento attività:** Sede di Firenze

**Risorse commessa 2007**

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
553	85	183	0	821	156	424	91	N.D.	1.068

valori in migliaia di euro

<b>Unità di personale di ruolo*</b>	
ricercatori	Totale
6	11

\*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
2	6	1	9

\*dottorati, borse di studio, assegni di ricerca



## Crescita e funzionalità di materiali e sistemi complessi a base carbonio

### *Dati generali*

<b>Progetto:</b>	Sistemi e materiali complessi
<b>Tipologia di ricerca:</b>	Progetti relativi a linee tematiche a carattere strategico
<b>Istituto esecutore:</b>	Istituto dei Sistemi Complessi (Sperimentale)
<b>Sede principale svolgimento:</b>	Sede principale Istituto
<b>Dip. di prevista afferenza:</b>	Materiali e Dispositivi
<b>Responsabile indicato:</b>	EMILIA CAPPELLI

### *Elenco dei partecipanti*

Argentero Antonella	liv. IV	De Rossi Sergio	liv. II	Mattei Giorgio	liv. I
Bisegna Marco	VIII	Di Paolo Paola	VIII	Menichelli Gisella	V
Bolle Giovanni	IV	Dragone Roberto	V	Metalli Fabrizio	VII
Caliendo Cinzia	III	Faraglia Giuseppe	VII	Montani Antonio	IV
Campa Maria Cristina	III	Ferraris Giovanni	II	Patrizi Aldo	VII
Cappelli Emilia	II	Fierro Giuseppe	III	Tomassini Norberto	II

### *Tem*

#### *Tematiche di ricerca*

"Tailoring" delle proprietà fisiche di materiali complessi a base carbonio tramite il controllo dei processi di auto-organizzazione strutturale.

Ottimizzazione delle proprietà, tramite studio e ottimizzazione dei parametri sperimentali di crescita, in funzione delle performance finali.

Studio ed ottimizzazione delle giunzioni metallo/semiconduttore nei prototipi di dispositivi.

Crescita di film piezoelettrici (AlN, GaN, ZnO), realizzazione e studio di dispositivi elettroacustici su diamante/piezoelettrico operanti a frequenze dei GHz.

Progettazione e modellizzazione di prototipi di dispositivi.

Modellistica della propagazione acustica attraverso multistrati a diversa configurazione di accoppiamento elettroacustico ed al variare della temperatura.

#### *Stato dell'arte*

V Programma Quadro UE, Growth. Collaborazioni con Università Italiane (RomaTre e Cattolica) e strutture di ricerca ed industrie straniere (Karolinska, Eurorad, Technion, Scanditronix).

Programmi FIRB, FISIR CARBONIO - Contesto italiano: Strutture CNR, INFN ed Università (11 Unità complessive).

Programma FIRB-Polimeri: contesto italiano: 5 unità operative CNR, Univ. Roma 1 e Pavia.

Progetto PROMOMAT: Un. ed Enti di Ricerca Italiani (ENEA, ANSALDO Ric. CETMA, CNR-IMCB, INFN Ancona, Politecnico Torino e Bari, Un. Cagliari, TURBOCOATING).

### *Azioni*

#### *Attività da svolgere*

1a) Messa in funzione di un banco da vuoto per la caratterizzazione di rivelatori e convertitori utilizzando una sorgente di raggi X ed una di particelle alfa.

1b) Ottimizzazione della risposta per fotoluminescenza dei rivelatori in diamante naturale.

1c) Ottimizzazione delle proprietà elettroniche, morfologiche e della geometria di convertitori di energia in diamante CVD. Prove di irraggiamento con sorgenti di particelle alfa.

2- Realizzazione di nano-strutture orientate di tipo grafenico tramite ottimizzazione dei parametri di crescita con tecniche di ablazione laser pulsata da grafite con radiazione variabile nel range UV-VIS-NIR. Caratterizzazioni strutturali e spettroscopiche e relative misure di proprietà elettroniche (Un.RomaTre, Dip. Ing. Elett.). Progettazione e costruzione di apparecchiatura CVD a parete calda e assistita da plasma ad RF per la crescita di nanotubi di carbonio.

3-Dispositivi elettroacustici e sensori SAW: ottimizzazione dei parametri di crescita di film orientati di GaN e SiC; misure strutturali (ISM-CNR) e di piezoelettricità; realizzazione di linee di ritardo; studio della dispersione della velocità di fase e di gruppo; test di sensori chimici.



*Punti critici e azioni da svolgere*

Costi per manutenzione delle apparecchiature esistenti.

Finanziamenti aggiuntivi per il completamento di apparecchiature già in parte acquisite.

Progettazione ed assemblaggio di nuove apparecchiature per estendere le capacità preparative verso materiali innovativi e complementari (da nano-strutture orientate di Carbonio verso nano-tubi a parete multipla e fasci composti da MWCNTs); modifica della camera da vuoto dello sputtering per l'ottimizzazione uniformità di spessore dei film piezoelettrici.

Verranno presentate proposte di ricerca sia verso EU (VII PQ) sia verso Aziende Industriali Italiane (Ansaldo) ma è da tenere presente che vi sono sempre forti problemi di cofinanziamento, soprattutto per le attrezzature.

Scarsità di personale giovane di ruolo, anche di tecnici.

Scarsa appetibilità per dottorandi e/o borsisti per scarsa competitività formale con le Università e limitata dotazione di fondi e di apparecchiature.

Assunzione di giovani contrattisti con concorsi adeguati e stanziamenti mirati per borse e/o contratti anche su fondi ordinari congrui.

*Competenze, tecnologie e tecniche di indagine*

Scienza dei materiali, termodinamica di processi fuori dall'equilibrio, chimica-fisica delle deposizioni chimiche (CVD) e fisiche (PVD) da vapore e assistite da plasmi e bias. Deposizione di film sottili di materiali tramite ablazione da laser pulsati, con radiazione variabile nel range NIR-VIS-UV.

Studi di nucleazione e crescita di materiali in fase eterogenea.

Crescita di materiali (isolanti, semiconduttori, conduttori, piezoelettrici, etc.) fuori dall'equilibrio, amorfi, policristallini e nano-strutturati.

Ingegneria elettronica: progettazione e realizzazione di dispositivi elettronici. Analisi delle prestazioni attraverso comparazione con i dispositivi disponibili commercialmente.

Elettroacustica e propagazione di onde acustiche superficiali.

Spettroscopie e microscopie elettroniche ed a raggi X, misure di trasporto e di emissione elettronica.

Modelli teorici di: 1. propagazione acustica in sistemi multistrato; 2. sensori chimici basati su dispositivi SAW; 3. configurazioni di accoppiamento elettromeccanico. Modellizzazione di crescita ed organizzazione di sistemi complessi a base Carbonio.

*Strumentazione*

Deposizione chimica (CVD) e fisica da vapore (PVD e PLD), attivate da plasmi, di film sottili:

- HF-CVD (Hot Filament-CVD) + (DC bias, home-made)
- MW-CVD (AsTex, in comodato da UniromaTre, Dip. Ing. El.) + nuova sorgente microonde e sorgente di potenza magnetron
- PLD (Pulsed Laser Deposition Apparatus (Ionvac)) + ottiche e micro-posizionatori
- RF Reactive Magnetron Sputtering (Ionvac)
- Laser pulsato ad eccimeri ArF (Lambda Physik) (compartecipazione con IMIP),
- Laser pulsato Nd:YAG (Quanta Ray)

Preparazione di micro-dispositivi elettro-acustici (fotolitografia ottica ed attacco chimico):

- Mask aligner (strumento ricondizionato)
- Spinner
- Deionizzatore
- Gas cabinet
- Bilancia, vasca ultrasuoni, cappa chimica, forno di essiccazione fotoresist, etc.

(da acquistare: saldatrice ad ultrasuoni e profilometro meccanico)



*Tecniche di indagine*

- Microscopia elettronica, ottica e forza atomica:
  - SEM (Cambridge, in comodato da Enitecnologie 2005),
  - AFM (Quesant),
  - Microscopio ottico con telecamera.
  
- Caratterizzazione elettronica:
  - Banco elettronico (oscilloscopio, alimentatore e saldatore)
  - Emissione elettronica secondaria (Elettrometro)
  
- X-ray (8.05 keV) characterisation setup per dosimetri di radiazione di alta intensità ed energia:
  - Elettronica di misura ed amplificazione del segnale in condizioni di irraggiamento AC e DC,
  - Posizionatori ed attuatori elettromeccanici,
  - Camera vuoto e sistema di pompaggio,
  - sistemi riscaldante e refrigerante (azoto liquido) (in costruzione).
  
- Test di sensori chimici di gas basati su dispositivi SAW:
  - Essiccatore-umidificatore d'aria,
  - Sistema di controllo dei flussi di gas,
  - Sensore temperatura-umidità di riferimento.
  
- Misure di proprietà acustiche al variare della temperatura e/o umidità relativa:
  - Camera climatica,
  - Sonde di temperatura.
  
- Caratterizzazione elettroacustica:
  - Analizzatore di rete vettoriale
  - Sistema di acquisizione dati
  - Software di calcolo ed elaborazione dati

*Tecnologie*

- Tecniche fotolitografiche.
- Tecniche di deposizione di contatti elettrici.

*Collaborazioni (partner e committenti)*

Collaborazioni e committenti

Partners europei (Karolinska, Eurorad, Scanditronix), israeliani (Technion) ed italiani (Un. Cattolica Sacro Cuore, Un.RomaTre- Dip.Ing.El.) per progetto dosimetri in diamante.

Un.RomaTre-Dip.Ing.Elett., IMM-CNR sez. Bologna, IMIP-CNR Potenza, BEAR- Beamline INFN (Prof. S.Nannarone), IC-CNR Roma Montelibretti (Dr. A.Pifferi, Dr. L. Barba) per progetti FIRB, FISR su Carbonio.

ENEA- Casaccia, per progetto PROMOMAT.

Dipartimento di Chimica, Univ. Roma 1, ISM-CNR Torvergata, Università degli Studi di PAVIA, Dip. Chimica-Fisica, Centro di Studio Macromolecole Stereordinate ed Otticamente Attive (CNR), per progetto FIRB sui sensori. ISM-CNR Montelibretti.

Committenti: EU e MIUR

*Iniziativa per l'acquisizione di ulteriori entrate*

1. Partecipazione al programma "Ideas" della European Research Council (ERC) all'interno del VII PQ europeo.
2. Partecipazione al programma "Cooperation" all'interno del VII PQ europeo.
3. Perfezionamento di un progetto di ricerca cofinanziato in collaborazione con Ansaldo Nucleare per lo sviluppo di rivelatori per sorgenti radioattive ad elevata intensità ed energia.





### **Finalità**

#### **Obiettivi**

Dosimetri di radiazione e rivelatori in diamante policristallino con risposta lineare in un range il più ampio possibile.

Convertitori di energia nucleare in elettrica con efficienza di conversione paragonabile a quella dei dispositivi disponibili commercialmente.

Dispositivi elettro-acustici su strutture multistrato basati su film piezoelettrici.

Film nano-strutturati in Carbonio per usi opto-elettronici.

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

Aumento dell'efficienza di conversione di energia dei dispositivi in diamante CVD attraverso l'ottimizzazione di 1) proprietà elettroniche 2) morfologiche del film, 3) geometria del dispositivo. Obiettivo minimo è un valore di efficienza almeno pari all'1% con irraggiamento di un fascio di elettroni.

Sviluppo di un rivelatore per fotoluminescenza realizzato in diamante naturale per radiazione UV. Analisi comparata delle proprietà opto-elettroniche per massimizzare il segnale di fotoluminescenza.

Nano-strutture ottimizzate di Carbonio per usi elettronici.

Progettazione e costruzione di apparecchiatura CVD a parete calda e assistita da plasma ad RF per la crescita di nanotubi di carbonio.

Sviluppo di dispositivi a base di GaN e SiC su Si e diamante; studio della stabilità termica di dispositivi SAW realizzati su multistrati a base GaN e SiC; realizzazione e test delle performances (reversibilità, ripetibilità, aging test, poisoning, long term stability, selettività, limite di detectability, etc) di sensori basati sulla propagazione di SAW ed utilizzando membrane con nanoparticelle metalliche. Sviluppo di modellistica di propagazione SAW in multistrati a base GaN/diamante.

#### **Potenziale impiego**

- per processi produttivi

- per risposte a bisogni individuali e collettivi

1a- Dosimetri per il monitoraggio della dose di radiazione in radioterapia oncologica.

1b- Dosimetri per il monitoraggio della dose di radiazione ad elevata energia ed intensità.

1c- Convertitori di energia nucleare in energia elettrica.

2- Dispositivi ad emissione di campo (FE)

3- Dispositivi elettroacustici (linee di ritardo, filtri e risonatori) nelle telecomunicazioni ad alta frequenza ed in campo sensoristico.

### **Moduli**

**Modulo:** Crescita e funzionalità di materiali e sistemi complessi a base carbonio

**Istituto esecutore:** Istituto dei Sistemi Complessi (Sperimentale)

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

### **Risorse commessa 2007**

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>
286	29	0	0	315	23	52	52	N.D.	390

valori in migliaia di euro

<b>Unità di personale di ruolo*</b>	
<b>ricercatori</b>	<b>Totale</b>
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	2	0	0	0	0	0	3

<i>Richiesta nuove unità di personale</i>			
tempo determinato	tempo indet	non di ruolo*	Totale
1	2	2	5

\*dottorati, borse di studio, assegni di ricerca



## Preparazione, caratterizzazione e modellizzazione di mesostrutture di materiali complessi.

### *Dati generali*

<b>Progetto:</b>	Sistemi e materiali complessi
<b>Tipologia di ricerca:</b>	Progetti relativi a linee tematiche a carattere strategico
<b>Istituto esecutore:</b>	Istituto dei Sistemi Complessi (Sperimentale)
<b>Sede principale svolgimento:</b>	Sede principale Istituto
<b>Dip. di prevista afferenza:</b>	Materiali e Dispositivi
<b>Responsabile indicato:</b>	GIORGIO MATTEI

### *Elenco dei partecipanti*

	liv.		liv.		liv.
Argentero Antonella	IV	Dragone Roberto	V	Piciacchia Giuseppe	V
Bisegna Marco	VIII	Faraglia Giuseppe	VII	Pilozzi Laura	III
Bolle Giovanni	IV	Ferraris Giovanni	II	Platania Rosario	II
Campa Maria Cristina	III	Fierro Giuseppe	III	Righini Marcofabio	III
Carrara Guido	VII	Mattei Giorgio	I	Schiumarini Donatella	III
D'Andrea Andrea	I	Metalli Fabrizio	VII	Tomassini Norberto	II
De Rossi Sergio	II	Montani Antonio	IV	Vuzza Elisabetta	V
Di Paolo Paola	VIII				

### *Temi*

#### *Tematiche di ricerca*

Studio del ruolo del confinamento quantico, degli stati di interfaccia semiconduttore-dielettrico e dei difetti strutturali nella ricombinazione radiativa dei nanocristalli. Messa a punto e perfezionamento di tecniche preparative e di funzionalizzazione di sistemi a base di semiconduttori nanostrutturati e porosi (PS). Studio della provenienza di marmi di interesse archeologico e modifiche chimiche e strutturali legate al deterioramento della carta.

Modellizzazione e studio teorico di: i) proprietà ottiche lineari e non lineari in cristalli fotonici ii) risposta ottica a bordo banda valenza-conduzione di meso-cristalli polaritonici uni e bi-assiali, iii) modi di perdita e della 'vacuum Rabi energy' in cavità planari con corrugamento laterale, iv) risposta ottica in presenza di campi elettrici statici e di corrente di elettroni e/o di lacune in regime stazionario e v) distribuzione degli stati fotonici in reticoli dielettrici con elevato grado di disordine (materiali porosi e granulari).

#### *Stato dell'arte*

La capacità di produrre sistemi basati su semiconduttori nanostrutturati offre stimolanti possibilità nella realizzazione di materiali dalle proprietà innovative per applicazioni in optoelettronica, fotonica (ad esempio cristalli fotonici mono- e bi- dimensionali) e nella sensoristica.

Il calcolo da principi primi ed autoconsistente della risposta ottica in mesostrutture dotate di confinamento quantistico ed elettromagnetico, nello schema semiclassico in approssimazione di massa efficace, è un problema ancora aperto che necessita di essere implementato per tener conto dell'interazione di quadrupolo elettrico e di dipolo magnetico, di droganti shallow e di correnti di elettroni in banda di conduzione in regime stazionario.

### *Azioni*

#### *Attività da svolgere*

Sviluppo di tecniche elettrochimiche preparative e di funzionalizzazione chimica di strati singoli e supestrutture di semiconduttori porosi e nanostrutturati (ad es. silicio poroso). I sistemi realizzati saranno studiati con tecniche spettroscopiche: IR, luminescenza, SFG, macro- micro- , nano-Raman e AFM. Attività sperimentali per lo studio della risposta ottica lineare e non lineare, della dipendenza dalla temperatura e dei processi di ricombinazione di Si-nc e Ge-nc. Analisi statistiche dei dati per la determinazione delle cave di provenienza dei marmi di manufatti di interesse archeologico.

Attività teorica: i) implementazione del 'framework' teorico per il calcolo delle proprietà ottiche in mesostrutture di semiconduttori; ii) studio dell'interazione eccitone-eccitone nello schema di quasi-bosone; iii) 'tailoring' di cavità ottiche planari con corrugamento laterale 2D per applicazioni avanzate (SHG), iv) 'tailoring' di sensori 'all optics' basati sull'effetto a super-prisma per applicazioni ambientali e sanitarie.

Si terrà ad ERICE in Luglio il 6th corso di 'Complex Optics in Mesoscopic Materials', satellite del Convegno Statphys23, organizzato dall'ISC-CNR (A.D'Andrea).



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

Si presenta come urgente problema cui dare soluzione la stabilizzazione del personale precario e l'immissione di nuovo personale ricercatore. 1) La dott.sa. D.Schiumarini, tra l'altro impegnata nello studio delle sorgenti laser (FIRB-MIAO), ha il contratto di ricercatore a tempo determinato che scade improrogabilmente a Dicembre 2007. 2) Risulta inoltre necessaria l'assegnazione di un posto nel ruolo di ricercatore a tempo indeterminato, da mettere a concorso per sostenere l'attività sperimentale nel settore della preparativa chimica e nello studio delle proprietà ottiche di materiali semiconduttori nano-strutturati e porosi

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

Competenze nel campo delle spettroscopie ottiche e vibrazionali (Infrarossa, Raman, Luminescenza) utili nello studio e caratterizzazione di materiali complessi, film e superfici.

Competenze nella preparativa mediante tecniche elettrochimiche di strati e film di semiconduttori porosi, nella funzionalizzazione chimica e infiltrazione nella matrice porosa di specie atte a modificare utilmente le proprietà del materiale.

Competenze nello studio: dei processi di ricombinazione di cariche fotoeccitate in nanocristalli semiconduttori (NC); della dipendenza della risposta ottica dalla temperatura del nanocristallo e dall'intensità della radiazione incidente (laser); della risposta ottica nonlineare.

Infine, il gruppo teorico possiede: i) competenze di fisica-matematica e di informatica per lo studio e la simulazione degli effetti a 'molti corpi' nella chimico-fisica della materia condensata; ii) competenze necessarie allo sviluppo di codici di calcolo originali e alla rielaborazione di codici commerciali per il calcolo della risposta ottica in mesostrutture a confinamento quantistico ed elettromagnetico.

#### *Strumentazione*

Sistema Raman-Laser per misure macro-, micro- e nano-Raman costituito da: i) un triplo spettrometro della Dilor modello XY con rivelatore a CCD raffreddata ad azoto liquido e microscopio modificato della Olympus che permette misure macro-Raman, micro Raman in set-up confocale con risoluzione spaziale laterale di 1, 2, 10 micron; ii) accessorio della ditta NANONICS che permette di effettuare spettroscopia ottica Raman e di luminescenza con risoluzione spaziale nanometrica (50-500 nm), oltre che la mappatura AFM della superficie in studio.

Spettrometro infrarosso a trasformata di Fourier della Biorad-Digilab modello FTS-40A, con allineamento dinamico, con box essiccato esterno per misure con un secondo rivelatore ed accessori per misure in riflessione ad angolo variabile ed ATR.

Laser impulsato per misure Z-scan di NC, criostato a circolazione di elio per misure a temperature 10-300 K. Varie sorgenti laser per misure di fotoluminescenza.

Mezzi di calcolo PC e RISC con utilizzo di software originale (90%) e commerciale rielaborato (10%).

#### *Tecniche di indagine*

Spettroscopie ottiche e vibrazionali (macro-, micro- e nano-scopiche) Raman, di luminescenza e FTIR per acquisire informazioni sulle proprietà strutturali, chimiche e fisiche di cristalli, film, superfici e materiali porosi. Utilizzo della microscopia AFM per la caratterizzazione topologica e strutturale di superfici e materiali porosi.

Dipendenza della fotoluminescenza dei nano-cristalli dalla temperatura per l'interpretazione degli stati di assorbimento-ricombinazione.

Nell'attività teorica particolare attenzione è rivolta all'implementazione da principi primi dello schema teorico adottato, basato su soluzioni autoconsistenti delle equazioni Schroedinger-Maxwell e Poisson-Maxwell, rifuggendo da modellizzazioni non giustificabili all'interno degli stessi principi.

#### *Tecnologie*

Tecnologie di preparazione e funzionalizzazione di semiconduttori porosi, in particolare silicio poroso. Metodologie per modificare le proprietà di semiconduttori porosi mediante infiltrazione con tecniche di deposizione sotto vuoto (ad es. HFCVD) o mediante l'uso di un sistema AFM con opportune sonde (elettrochimiche, elettriche, ecc.).

Le caratteristiche degli schemi teorici adottati permettono un confronto con i dati sperimentali non basato su processi di 'fitting' dei dati. L'alto valore predittivo del modello riveste particolare importanza per l'economicità del numero di campioni da sintetizzare per l'ottimizzazione delle proprietà ottiche.

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

- Middle East Technical University, Ankara, Turchia - ISM-CNR - Istituto Centrale Patologia del Libro ENEA-Frascati. - Institute of spectroscopy, Russian Academy of Science, Troitsk, Russia - - Facoltà di ingegneria dell'Università di Osaka, Giappone. - Dipartimento di Chimica, Università di Roma 'La Sapienza'. - Dipartimento di Scienze e Tecnologie Chimiche, Università di Roma 'Tor Vergata' - Toyota Physical and Chemical Research Institute, Aichi, Nagakute, Giappone (Prof. Kikuo Cho) - Institut des NanoSciences de



Paris, Paris, Francia (Prof. Monique Combescot). - Laboratoire de Physique de la Matière Condensée, Tunis, Tunisia (Prof. Rauf Bennaceur).

*Iniziativa per l'acquisizione di ulteriori entrate*

Presentazione di progetti nell'ambito del VII programma quadro della Comunità Europea.

Presentazione del progetto di un sensore 'all optics' per analisi ambientale e sanitaria (analisi del DNA) basato sull'effetto a super-prisma di cristalli fotonici bi-dimensionali.

**Finalità**

*Obiettivi*

Controllo dei processi di crescita dei nanocristalli, comprensione delle proprietà ottiche lineari e non lineari, modifica e controllo dei tempi di ricombinazione. Realizzazione di strati singoli, di cristalli fotonici mono- e bi-dimensionali a base di silicio poroso (PS). Perfezionamento di preparative elettrochimiche di semiconduttori porosi. Sviluppo di metodologie di controllo delle proprietà dei materiali porosi mediante infiltrazione e funzionalizzazione chimica. Attività di caratterizzazione: spettroscopia ottica UV-Vis-NIR, trasmissività a risoluzione temporale, OKE, Z-scan, FTIR e Raman. Comprensione dei processi di degrado e conservazione della carta e dei marmi

Gli obiettivi della attività teorica sono: i) studio e simulazione delle proprietà ottiche di meta-materiali interessanti per la dispositivi ottica 'all optics'; ii) codici di calcolo per la simulazione numerica delle proprietà ottiche dei sistemi; iii) 'soluzione del problema inverso' per il 'tailoring' a priori delle proprietà ottiche.

*Risultati attesi nell'anno*

Realizzazione di cristalli fotonici di silicio poroso (PS), funzionalizzati e ibridi PS/metallo. Nanopatterning di silicio con strutture submicrometriche di PS. - Sistemi di PS impregnati di carbonio nanostrutturato e caratterizzazione delle proprietà strutturali, ottiche, di trasporto elettrico e termico

Comprensione dei processi di ricombinazione radiativa e non-radiativa di Ge-nc e Si-nc.

Individuazione delle cave di provenienza di reperti lapidei provenienti dagli scavi archeologici di Cirene, Libia, e di Pompei.

Oltre alle pubblicazioni scientifiche riguardanti gli aspetti di ricerca teorica fondamentale, dovremmo parallelamente essere in grado di effettuare il confronto fra i risultati delle simulazioni teoriche per quanto riguarda i punti: i) cavità planari con corrugamento laterale ed ii) sensori 'all optics' basati sull'effetto a super prisma, con le caratterizzazioni sperimentali su sistemi ottenuti mediante nano-litografia (IFN).

*Potenziale impiego*

*- per processi produttivi*

I semiconduttori porosi, in particolare il silicio poroso, sono potenzialmente di grande interesse applicativo in vari settori produttivi: a motivo delle capacità emissive di luce nel visibile nella dispositivi optoelettronica (ad es. come emettitori di luce e display); a causa della grande area superficiale e della integrabilità nella circuitistica elettronica nel settore della sensoristica ambientale e biologica; la biocompatibilità è interessante per il settore medico e farmaceutico (ad es. 'drugs delivery').

In generale, i nano-cristalli di semiconduttori sono di interesse nei settori della dispositivi elettronica optoelettronica.

L'impiego più frequente delle informazioni ricavate dagli studi e dalla modellizzazione teorica sono nei settori: i) delle sorgenti laser nel medio e lontano infrarosso, dove permettono di ottenere un alto fattore di qualità ottica mediante confinamento in due e tre dimensioni del campo elettromagnetico e ii) dei sensori 'all optics', che trovano largo impiego nella dispositivi ambientale e sanitaria anche sotto condizioni difficili o estreme (FIRB-MIAO).

*- per risposte a bisogni individuali e collettivi*

- Beni culturali
- Ambiente
- Sanità
- Telecomunicazioni

**Moduli**

**Modulo:** Preparazione, caratterizzazione e modellizzazione di mesostrutture di materiali complessi.

**Istituto esecutore:** Istituto dei Sistemi Complessi (Sperimentale)

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



*Risorse commessa 2007*

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
649	71	19	0	739	57	147	94	N.D.	890

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
1	2	1	4

\*dottorati, borse di studio, assegni di ricerca



## Realizzazione e studio di sistemi complessi Organico/Inorganico

### *Dati generali*

<b>Progetto:</b>	Sistemi e materiali complessi
<b>Tipologia di ricerca:</b>	Progetti relativi a linee tematiche a carattere strategico
<b>Istituto esecutore:</b>	Istituto dei Sistemi Complessi (Sperimentale)
<b>Sede principale svolgimento:</b>	Sede di Firenze
<b>Dip. di prevista afferenza:</b>	Materiali e Dispositivi
<b>Responsabile indicato:</b>	STEFANO SOTTINI

### *Elenco dei partecipanti*

Argentero Antonella	liv. IV	Faraglia Giuseppe	liv. VII	Mastropietro Marcello	liv. V
Bisegna Marco	VIII	Ferrari Luisa	III	Metalli Fabrizio	VII
Bolle Giovanni	IV	Ferraris Giovanni	II	Montani Antonio	IV
Campa Maria Cristina	III	Fierro Giuseppe	III	Petrone Maria Bonaria	V
De Cesaris Enzo	VII	Giorgetti Emilia	III	Righini Marcofabio	III
De Rossi Sergio	II	Iacobucci Stefano	III	Satta Mauro	III
Di Paolo Paola	VIII	Larciprete Rosanna	II	Selci Stefano	I
Di Trolio Antonio	III	Mangione Marco	V	Sottini Stefano	I
Dragone Roberto	V	Margheri Giancarlo	III	Trigari Silvana	III

### *Temi*

#### *Tematiche di ricerca*

La ricerca si articolerà su 2 linee: lo studio di fenomeni elettromagnetici all'interfaccia metallo/dielettrico e lo studio di fenomeni di auto-organizzazione e di formazione di architetture ordinate alle interfacce tra adsorbati organici e substrati inorganici.

I fenomeni elettromagnetici che si osservano nei compositi metallo-dielettrico ad es. strutture frattali o percolati, sono promettenti per la miniaturizzazione di componenti ottici. Lo studio dettagliato dell'arrangiamento di specie molecolari cresciute su template ha un ruolo cruciale nelle proprietà macroscopiche delle rispettive strutture e dei film impiegati nella nuova tecnologia dei dispositivi. Sarà studiata la crescita autoorganizzata mediante deposizione da fasci molecolari di strati sottili di macromolecole organiche su substrati inorganici come metalli nobili e materiali a diversa gap. Attenzione particolare sarà dedicata allo studio degli effetti di confinamento spaziale, dell'interazione col substrato e della morfologia sulla struttura elettronica di sistemi 2D e 1D, con l'obiettivo di realizzare circuiti integrati nanofotonici che sfruttino effetti non lineari o di fluorescenza.

#### *Stato dell'arte*

I fenomeni elettromagnetici nei compositi organico/inorganico sono oggetto di intensi studi da diversi anni. Infatti, i compositi nano strutturati posseggono proprietà elettromagnetiche affascinanti, che differiscono grandemente da quelle dei materiali convenzionali e che sembrano sempre più promettenti per la miniaturizzazione di componenti nano optoelettronici o nano fotonici. Per esempio, le strutture frattali, non possedendo invarianza traslazionale, impediscono la propagazione delle onde elettromagnetiche. Un altro fenomeno di grande interesse è costituito dalla cosiddetta soglia di percolazione in film metallici semicontinui nanostrutturati. Inoltre, in presenza di interfacce rugose si possono generare anche band-gap fotonici. L'adsorbimento controllato di molecole organiche con speciali proprietà ottiche quali non linearità o fluorescenza, su strutture con le proprietà precedentemente descritte, apre la strada allo sviluppo di circuiti integrati nano fotonici.

Allo stesso tempo, una opportuna funzionalizzazione delle superfici metalliche consente lo sviluppo di sensori chimici e/o biologici di notevole interesse.

### *Azioni*

#### *Attività da svolgere*

Trattandosi di temi molto attuali e date le insufficienti risorse avute nel 2006, l'attività per il 2007 consiste in una continuazione di quella dello scorso anno, salvo pochi aggiornamenti evidenziati nei temi di seguito riassunti: Studio della struttura elettronica e morfologica dei substrati metallici e semiconduttori usati come template per la crescita di molecole e films organici. Modellizzazione di strutture PBG a 1 e 2D tramite software FEMLAB (elementi finiti) e/o PWM. Fabbricazione e caratterizzazione di tali strutture nel VIS-NIR. Deposizione per ablazione laser di ossidi trasparenti e conduttori (ZnO drogato con Al e Mn) e loro caratterizzazione. Fabbricazione, mediante ablazione laser, di nanostrutture metallo/dielettrico 3D.



Deposizione da fasci molecolari di macromolecole organiche su substrati inorganici e determinazione della configurazione elettronica dell'etero-giunzione. Calcolo degli shift energetici di orbitali molecolari di core di C in composti organici adsorbiti su superfici metalliche. Estensione della metodologia tight binding-QEq da substrati metallici a substrati di ossidi semiconduttori.

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

Come già detto nel 2006, la commessa include diversi gruppi sperimentali dotati di strumentazioni sofisticate che in molti casi sono frutto della progettazione e assemblaggio dei gruppi stessi. Ciò costituisce certamente una importante risorsa ma, in tempi come gli attuali, crea anche molte preoccupazioni per reperire le risorse economiche ed umane per una sana gestione della strumentazione. Per la sezione di Firenze si aggiungono i problemi ancora irrisolti, connessi con il trasferimento nella nuova area. Le notevoli risorse necessarie, già richieste con il 25% 2005, finora non sono state accordate, con effetti inevitabilmente frenanti per l'attività di ricerca. Ad esempio, la clean-room che dovremmo utilizzare insieme con IIFAC è ancora inagibile e, per motivi di sicurezza non possiamo accendere i forni. Riguardo alla strumentazione ricordo ancora: completamento sistema XPS-STM e apparato ablazione laser, implementazione apparato spettroscopia elettronica, oltre a spese più modeste. Last but not least, sarebbero necessarie almeno tre nuove unità di personale che nel prossimo futuro dovrebbero divenire a tempo indeterminato

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

Le risorse umane ammontano a circa 11 anni uomo. Essendo le tematiche di ricerca fortemente interdisciplinari, i ricercatori hanno acquisito vaste conoscenze sia di carattere sperimentale che teorico, per la modellizzazione delle strutture oggetto di indagine. Le competenze presenti nella commessa relative alla fabbricazione di campioni e dimostratori e quelle relative alle tecniche di misura si evincono chiaramente dalla descrizione della strumentazione disponibile, descritta nel quadro successivo

#### *Strumentazione*

La commessa include diversi gruppi sperimentali dotati di strumentazioni sofisticate che in molti casi sono frutto della progettazione e assemblaggio dei gruppi stessi. Ciò costituisce certamente una importante risorsa ma, in tempi come gli attuali, crea anche molte preoccupazioni per reperire le risorse economiche ed umane per una sana gestione della strumentazione stessa. Le dotazioni strumentali comprendono: MBE, evaporazione con electron gun, spin coating, evaporazione films organici, laser ablation, litografia ottica, camera bianca, vari tipi di laser. L'attività di caratterizzazione comprende: misure nonlineari (Z-scan, four wave mixing, SHG), SERS, m-line spectroscopy, microscopia avanzata (confocale, STM, AFM), spettroscopia di fotoemissione. XPS e UPS in UHV, particolari spettroscopie elettroniche sempre in UHV

#### *Tecniche di indagine*

Le tecniche di indagine sono state praticamente già citate a proposito della strumentazione in quanto la caratterizzazione dei nostri campioni si effettua di solito mediante misure e tecniche di indagine che richiedono apparecchiature specifiche dedicate. I dati sperimentali sono integrati con l'attività di modellizzazione che va dalla plasmonica alla modellizzazione energetica e strutturistica di sistemi costituiti da superfici metalliche/molecole organiche e semiconduttore/molecole organiche

#### *Tecnologie*

Le tecnologie disponibili sono quelle che si deducono dall'elenco delle apparecchiature e metodi di caratterizzazione sopra riportati. A questo si deve aggiungere l'attività di modellizzazione delle strutture e dei dimostratori oggetto di indagine. Oltre alla modellizzazione delle strutture plasmoniche, sono da ricordare: il calcolo degli shift energetici di orbitali molecolari di core di C in composti organici adsorbiti su superfici metalliche. L'estensione della metodologia tight binding-QEq (charge equilibration) da substrati metallici a substrati di ossidi semiconduttori. Le simulazioni strutturali ed energetiche di multilayer organici su substrati metallici. Lo studio di molecole organiche chirali: sono state utilizzate metodologie di dinamica classica per analizzare lo spazio conformazionale di tali sistemi, e simulazioni quantistiche per studiare le interazioni intra ed intermolecolari





*Collaborazioni (partner e committenti)*

Lo sviluppo del progetto si basa in gran parte su risorse umane e strumentali interne. Le collaborazioni esterne sono però indispensabili per l'acquisizione di materiali di nuova concezione quali per es. nuove molecole organiche, e di particolari competenze nel campo della chimica, biologia ecc., data la forte interdisciplinarietà delle nanotecnologie. Le seguenti collaborazioni sono in atto :

CNR-ISM

CNR-IMP

Università di Padova

Università di Genova

Politecnico di Bari

Università di Roma I

Università di Roma II

ELETTRA Sincrotrone Trieste,

Laboratorio ELETTRA Università Pierre et Marie Curie (Francia)

ENEA UTS Tecnologie Fisiche Avanzate, C.R. Frascati,

Dip.to di Fisica Università di RomaTre

CIQA-CONACYT Saltillo (Mexico)

*Iniziative per l'acquisizione di ulteriori entrate*

Durante il 2006 sono proseguiti i contatti con ditte e istituzioni per future collaborazioni e finanziamenti, in particolare sono stati presentati almeno due progetti alla regione Lazio in cui è coinvolta la commessa, e uno alla regione Piemonte. Nel 2007 una importante opportunità potrebbe, almeno in teoria, essere offerta dalle call for proposals del VII programma quadro. Purtroppo la situazione economica e di personale in cui versa la commessa da anni temo renderà particolarmente difficoltoso il nostro inserimento in progetti vincenti.

**Finalità**

*Obiettivi*

Dimostrazione di circuiti integrati nanofotonici caratterizzati da locali interazioni elettromagnetiche fra macromolecole, strutture biologiche, ecc. e superfici metalliche. Sviluppo di sensoristica basata su SPR. Studio dell'etero-giunzione fra macromolecole organiche e substrati semiconduttori inorganici. Crescita in situ di films sottili di ossidi trasparenti e conduttori per ablazione laser. Studio di nanotubi per catalisi. Sviluppo di materiali elettroluminescenti e fotoluminescenti

*Risultati attesi nell'anno*

Proseguiremo le attività del 2006, sfruttando al meglio le risorse disponibili, citiamo in particolare: Proseguirà l'attività di modellizzazione e fabbricazione di dimostratori in vista dello sviluppo di dispositivi nanofotonici. Cercheremo ancora di reperire le risorse necessarie per completare sia il sistema XPS- STM in UHV, sia il sistema di deposizione per ablazione laser. E' in atto uno studio, insieme con CNISM Roma 3, su sistemi ad alta correlazione elettronica mediante nuove tecniche spettroscopiche in grado di investigare proprietà di superficie diverse da quelle di volume. A Firenze si prevede di potere caratterizzare il nuovo sistema SNOM. Proseguirà lo studio degli effetti di confinamento spaziale, dell'interazione col substrato e della morfologia sulla struttura elettronica di sistemi 1D e 2D. Sarà sviluppata l'attività di modellizzazione tramite software FEMLAB (elementi finiti) e/o PWM (plane wave method). Come dimostratori, proseguirà lo sviluppo di sensori basati su SPR e strutture PBG

*Potenziale impiego*

*- per processi produttivi*

I temi di ricerca della commessa presentano sia un interesse di carattere generale mirante allo sviluppo delle nanotecnologie e della nanofotonica, sia interessi più immediati, ad esempio lo sviluppo di sensori. E' chiaro che i futuri dispositivi basati sulle nanotecnologie richiederanno l'introduzione di nuove tecniche di fabbricazione, ad es la deposizione di films sottili e la nanolitografia, e di caratterizzazione che sono oggetto di indagine nell'ambito di questa commessa

*- per risposte a bisogni individuali e collettivi*

I temi della ricerca rivestono una grande importanza a medio lungo termine per lo sviluppo delle nanotecnologie e della nanofotonica il cui futuro impatto è attualmente difficilmente prevedibile anche se certamente molto notevole. Possibili applicazioni a più breve termine, ad esempio nel campo della sensoristica, mirano allo sviluppo di dispositivi con caratteristiche molto avanzate in termini di sensibilità e praticità di impiego che potrebbero rivelarsi particolarmente utili sia nel campo del monitoraggio ambientale che delle biotecnologie



**Moduli**

**Modulo:** Realizzazione e studio di sistemi complessi Organico/Inorganico  
**Istituto esecutore:** Istituto dei Sistemi Complessi (Sperimentale)  
**Luogo di svolgimento attività:** Sede di Firenze

**Risorse commessa 2007**

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	101	11	0	936	20	132	116	N.D.	1.072

valori in migliaia di euro

<i>Unità di personale di ruolo*</i>	
ricercatori	Totale
11	15

\*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	3	0	3

\*dottorati, borse di studio, assegni di ricerca



## Tecnologie e sistemi innovativi per la formazione e supporto tecnologico alle amministrazioni pubbliche ed alle imprese

### *Dati generali*

<b>Progetto:</b>	Sistemi e materiali complessi
<b>Tipologia di ricerca:</b>	Progetti relativi a linee tematiche a carattere strategico
<b>Istituto esecutore:</b>	Istituto di struttura della materia
<b>Sede principale svolgimento:</b>	Sede principale Istituto
<b>Dip. di prevista afferenza:</b>	Materiali e Dispositivi
<b>Responsabile indicato:</b>	PAOLO PERFETTI

### *Elenco dei partecipanti*

	liv.		liv.		liv.
Adamo Cecilia	IV	De Santis Giuseppe	VIII	Moretto Luciano	IV
Argentero Antonella	IV	Di Paolo Paola	VIII	Napoleoni Paolo	VI
Bisegna Marco	VIII	Dragone Roberto	V	Olivieri Antonio	VIII
Bolle Giovanni	IV	Emma Giovanni	VIII	Ottaviani Carlo	III
Brandispada Walter	VIII	Faraglia Giuseppe	VII	Penna Anna	VII
Campa Maria Cristina	III	Ferraris Giovanni	II	Penna Massimiliano	IX
Cappoli Enrico	VII	Fierro Giuseppe	III	Perfetti Paolo	DIRE
Cianfanelli Maria Claudia	VIII	Ianni Grazia	VIII	Pierini Goffredo	IV
Ciccarelli Elisabetta	VI	Ippoliti Alessandro	V	Pitoli Luca	V
Cimini Cristiana	VI	Leonetti Massimo	VII	Politi Roberto	IX
Cirone Anna Maria	V	Lupini Fernando	IV	Ponzi Bruna	VIII
D'Antonio Carlo	IV	Mangione Marco	V	Rossi Franca	VI
D'Orazi Laura	VI	Marchetti Giorgio	VII	Sensini Rosano	VII
De Cinti Francesca	VI	Mascari Giovanni Francesco	II	Silenzi Patrizia	VII
De Fazio Daniela	VII	Metalli Fabrizio	VII	Spadari Fabio	VIII
De Rossi Sergio	II	Montani Antonio	IV	Zaccaria Francesca	VIII

### *Temi*

#### *Tematiche di ricerca*

Le tematiche affrontate riguardano la formazione per gli insegnanti delle scuole su tematiche di carattere scientifico-tecnologico e lo sviluppo ed applicazione di infrastrutture telematiche e servizi.

Si prevede un costante incremento dell'uso del sistema di grid-computing orientato sia all'implementazione di servizi avanzati on-line, che ad applicazioni intensive di calcolo scientifico.

Compatibilmente con le disponibilita' finanziarie verranno previste azioni di intervento ed integrazione per il potenziamento delle strutture tecnologiche.

Proseguiranno le attivita' di divulgazione in diversi ambiti disciplinari anche in raccordo con altre iniziative a livello territoriale e nazionale.

#### *Stato dell'arte*

Con il progetto MEGALAB, promosso dalla Regione Lazio, si e' avviata la piu' importante iniziativa per la creazione di una rete GRID per applicazioni di tipo scientifico e per la realizzazione di servizi telematici.

Diversi collegamenti in rete geografica ad altissima velocita' sono stati gia' realizzati e verranno ulteriormente estesi nel corso del 2007.

Va rilevata, nell'ambito delle iniziative di formazione e divulgazione, l'implementazione di notevoli infrastrutture tecnologiche di supporto.



### **Azioni**

#### *Attività da svolgere*

Le attività da svolgere riguarderanno la formazione professionale ampliando gli ambiti attualmente affrontati sia dal punto di vista dei destinatari, che da quello degli strumenti utilizzati (sistemi di lavoro on-line). Proseguirà la fase operativa del progetto europeo EDEN (educazione didattica per la e-navigation), che prevede la realizzazione di diversi eventi divulgativi ed un maggior coinvolgimento delle scuole.

Verranno promosse attività di divulgazione nel campo scientifico e tecnologico attraverso l'organizzazione di corsi e di conferenze; a tale proposito è già pianificato, a partire dal mese di gennaio 2007, un corso di formazione dal titolo: 'Darwin: l'evoluzione ed oltre', realizzato nell'ambito delle iniziative per la celebrazione dei 200 anni dalla nascita di Charles Darwin. Si prevede un supporto all'organizzazione della conferenza Statphys 2007.

Verranno incrementate le applicazioni che utilizzano il sistema di GRID computing e si estenderà l'offerta verso entità esterne di servizi telematici avanzati.

Verrà realizzata la seconda fase del progetto FISR: 'Celle a combustibile ad elettroliti polimerici e ceramici'.

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

I punti critici che si possono in generale individuare riguardano il grande impegno richiesto nell'attività progettuale, indispensabile per creare nuove opportunità di finanziamento. L'importanza di questo aspetto è determinante anche perché rappresenta attualmente l'unica possibilità per l'acquisizione ed il mantenimento di personale a contratto e per il potenziamento delle infrastrutture tecnologiche di supporto.

Le azioni da svolgere saranno pertanto mirate a creare nuove opportunità di finanziamento attraverso la partecipazione a progetti e rafforzando contatti e collaborazioni.

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

Le competenze presenti per lo svolgimento delle attività previste, riguardano la capacità di sviluppo ed implementazione di infrastrutture e piattaforme informatiche destinate alla formazione, al calcolo matematico, allo sviluppo di modelli di simulazione, ed alla gestione delle informazioni mediante tecniche basate su sistemi di knowledge management. Particolari competenze sono richieste per il Grid Computing, per le applicazioni ad esso relative, e lo sviluppo di modelli formativi basati sull'utilizzo delle nuove tecnologie.

#### *Strumentazione*

La strumentazione disponibile consiste principalmente in infrastrutture informatiche di elevate prestazioni, tra le quali si segnala in particolare il sistema di GRID computing. Sono inoltre presenti diverse piattaforme tecnologiche orientate a sistemi di lavoro collaborativo on-line (groupware).

Per le attività di formazione e divulgazione sono disponibili aule didattiche attrezzate e sistemi di videoconferenza e videostreaming.

#### *Tecniche di indagine*

In considerazione della tipologia di attività prevista per questa commessa, la metodologia di indagine è orientata all'analisi dei fabbisogni formativi e di sviluppo di tecnologie innovative. Il contatto costante con pubbliche amministrazioni e PMI è un importante elemento di orientamento per queste attività.

#### *Tecnologie*

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

Tra le principali collaborazioni si segnala il Protocollo d'Intesa in atto con il MIUR - Ufficio Scolastico Regionale per il Lazio. Altre collaborazioni sono in atto con il Servizio di Polizia Postale e delle Comunicazioni, le università del Lazio ed altre istituzioni scientifiche, la Commissione Europea (DG Information Society). Nell'ambito delle attività relative al trasferimento tecnologico sono state attivate collaborazioni con, Regione Lazio, Enti Locali, alcune piccole e medie imprese interessate al Grid Computing nel campo dell'e-Health, e-Learning, infomobilità ed altre applicazioni.

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

L'acquisizione di ulteriori entrate verrà perseguita con la partecipazione a progetti e la realizzazione di accordi per l'erogazione di servizi telematici verso enti esterni.

Il reperimento di altre risorse potrà avvenire anche attraverso progetti di collaborazione con piccole e medie imprese.

#### *Finalità*

#### *Obiettivi*

Postenziamento ed estensione delle applicazioni dell'infrastruttura GRID. Potenziamento delle strutture dedicate alle attività di formazione. Realizzazione di corsi formativi. Partecipazione a progetti in ambito



nazionale ed europeo. Divulgazione scientifica. Realizzazione della posta certificata e della certification authority. Consolidamento della struttura preposta all'organizzazione ed alla gestione delle varie attività.

*Risultati attesi nell'anno*

Per l'anno 2007 si prevede un incremento nelle attività di formazione e nell'utilizzo del sistema di GRID computing. Si confida di poter partecipare a bandi per progetti nazionali ed europei.

Sarà ulteriormente consolidata la struttura per l'erogazione di servizi telematici. Verranno realizzati accordi di collaborazione con varie entità per lo svolgimento delle attività del progetto EDEN.

Si provvederà al mantenimento della certificazione ISO 9001:2000 per l'erogazione di servizi formativi.

*Potenziale impiego*

*- per processi produttivi*

Formazione in ambito professionale e aziendale su diversi campi, sia di tipo tecnico-scientifico che amministrativo-gestionale. Realizzazione di piattaforme per lo sviluppo di servizi innovativi, in generale nel campo dell'e-government. Sviluppo di sistemi avanzati per la gestione delle informazioni applicabili in diversi ambiti, infomobilità, gestione degli eventi critici.

Sistemi per il lavoro e l'apprendimento on-line.

*- per risposte a bisogni individuali e collettivi*

Divulgazione scientifica e tecnologica rivolta in particolare alla comunità scolastica ed ai giovani.

Realizzazione di sistemi on-line per la fruizione di servizi al cittadino offerti da pubbliche amministrazioni o da aziende.

*Moduli*

**Modulo:** Tecnologie e sistemi innovativi per la formazione e supporto tecnologico alle amministrazioni pubbliche ed alle imprese  
**Istituto esecutore:** Istituto di struttura della materia  
**Luogo di svolgimento attività:** Sede principale Istituto

**Modulo:** Tecnologie e sistemi innovativi per la formazione e supporto tecnologico alle amministrazioni pubbliche ed alle imprese  
**Istituto esecutore:** Istituto dei Sistemi Complessi (Sperimentale)  
**Luogo di svolgimento attività:** Sede principale Istituto

**Modulo:** Servizi applicativi per il trattamento di informazioni e strutture complesse  
**Istituto esecutore:** Istituto per le applicazioni del calcolo "Mauro Picone"  
**Luogo di svolgimento attività:** Sede principale Istituto

*Risorse commessa 2007*

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
359	81	144	0	584	32	257	104	N.D.	720

valori in migliaia di euro

<i>Unità di personale di ruolo*</i>	
ricercatori	Totale
2	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	3	0	3



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

\*dottorati, borse di studio, assegni di ricerca



## Modellizzazione di sistemi a molti corpi classici e quantistici in presenza di forte correlazione e disordine

### *Dati generali*

<b>Progetto:</b>	Sistemi e materiali complessi
<b>Tipologia di ricerca:</b>	Progetti relativi a linee tematiche a carattere strategico
<b>Istituto esecutore:</b>	Centro di responsabilità scientifica INFN
<b>Sede principale svolgimento:</b>	Laboratorio Nazionale TASC e CRS DEMOCRITOS
<b>Dip. di prevista afferenza:</b>	Materiali e Dispositivi
<b>Responsabile indicato:</b>	SANDRO SORELLA

### *Elenco dei partecipanti*

Arnone Alberto	liv. IX	De Marco Rocco	liv. VI	Miceli Diletta	liv. VI
Ballero Gabriele	VII	Di Lello Piero	VIII	Millio Marco	VI
Baricevic Moreno	VI	Distefano Fabio	VII	Palazzo Nicoletta	III
Barraco Ignazia	V	Foppiano Caterina	V	Parodi Elena	V
Becca Federico	III	Fortunati Francesca	VI	Pernati Barbara	V
Beltrami Monica	V	Franchini Daniela	VI	Pittaluga Dameri	VII
Beroldo Raffaella	VII	Franguelli Simona	VI	Alessandro	
Bolla Matilde	VI	Garbarino Maria Carla	V	Poggi Sabrina	V
Borello Gian Piero	II	Gennai Irene Maria	VI	Pollio Daniela	VII
Cagnana Barbara	V	Genovese Giuseppe	V	Punginelli Marco	VI
Calvi Francesca	IV	Gustin Sabrina	V	Santroni Adriana	VI
Camauli Enrico	V	Imperatore Antonucci Danilo	VI	Savoldi Giovanna	V
Caporali Andrea	IV			Sciaccaluga Liliana	V
Centazzo Martina	VI	Ivaldi Fulvia	VII	Scotto Stefania	VI
Corezzola Paola	VI	La Ferla Michela	VI	Spano Francesca	III
Cozzini Stefano	III	Lo Grasso Giusy	VI	Spinozzi Simone	V
Dalla Libera Monica	V	Luciano Sergio	DIRI	Talamo Valeria	VI
De Almeida Nunes	V	Maloberti Sciotto Michela	VII	Tassistro Michela	V
Manganaro Jose' Carlos		Mamberti Emanuele	IV	Toncini Annamaria	V
De Donatis Roberta	V	Marescalchi Tatiana	VI	Toselli Milena	III

### *Tem*

#### *Tematiche di ricerca*

Si intende identificare le instabilità elettroniche che possono essere indotte dalla correlazione elettronica ed amplificate dalla contiguità ad un isolante di Mott o da interazioni magnetiche frustranti. Per sistemi complessi classici si intende sviluppare concetti e schemi di simulazione numerica in grado di includere informazioni a livello quantistico. Parte dell'attività verte su temi di Information Technology, per la sperimentazione, sviluppo e ottimizzazione delle risorse computazionali.

#### *Stato dell'arte*

Il ruolo della forte correlazione in sistemi a molti corpi è di vasto interesse scientifico sia per sistemi elettronici quantistici che per sistemi classici disordinati. Per i primi, è importante chiarire perché, in molti materiali, fasi isolanti compaiano in prossimità di fasi metalliche anomale o superconduttive. Nella descrizione classica di liquidi e amorfi, invece, gli effetti della correlazione sono cruciali per lo studio di sistemi caratterizzati da una dinamica lenta o confinata.



### **Azioni**

#### *Attività da svolgere*

Sviluppo del codice di Monte Carlo per applicazioni efficaci a sistemi realistici. Studieremo l'idrogeno ad alte pressioni e basse temperature.

Nel caso degli isolanti di Mott non magnetici approfondiremo la connessione fra i limiti di debole e forte correlazione e la relazione fra l'isolante di Mott e quello di Anderson.

Le linee di ricerca riguardanti l'effetto Kondo a due canali nel problema della conduttanza di un nanocontatto e quelle sui superconduttori fullerenici continueranno.

Verrà affrontato il problema della conduttanza in un contatto nanomagnetico.

Studio mediante LOTF della frattura fragile in semiconduttori.

Effetti long-range nel self-assembly, e studio di superfici nanostrutturate di SiC.

Studio numerico della termodinamica dell'acqua confinata, effetti di finite size, e della transizione vetrosa in fluidi semplici al variare del confinamento.

Studio della dipendenza della fragilità di miscele LJ sottoraffreddate dalla asimmetria delle interazioni.

Effetti di interazioni soffici sulla superficie di energia in sistemi sottoraffreddati.

Validazione di potenziali polarizzabili per alogenuri metallici mediante calcoli ab-initio.

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

Perfezionamento di un codice parallelo per la simulazione di sistemi elettronici complessi. È iniziata anche una collaborazione col Caspur di Roma che porterà a un efficiente sviluppo e trasferibilità del codice.

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

#### *Strumentazione*

#### *Tecniche di indagine*

#### *Tecnologie*

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

R. Car (Princeton), C. Castellani (Roma), A. Parola (Como), F. Mila (Losanna), R. Martonak (Zurigo), E. Dagotto (NL Oak Ridge), Gruppo GRID del CINECA, M. Dijkstra (Utrecht), N. Marzari e S. Yip (MIT), J. von Barth (Vancouver).

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

Esploreremo la possibilità di partecipare a qualche progetto del VII Programma Quadro europeo.

### **Finalità**

#### *Obiettivi*

Studio degli isolanti di Mott in bassa dimensionalità e delle proprietà anomale della contigua fase metallica; descrizione, mediante funzioni correlate, dei sistemi elettronici contenenti un numero considerevole di elettroni e atomi; studio delle caratteristiche universali della transizione liquido vetro e di sistemi confinati; ulteriore sviluppo di tecniche di quantum annealing in sistemi complessi; miglioramento delle interfacce per il GRID Computing

#### *Risultati attesi nell'anno*

Realizzazione di un codice di Monte Carlo quantistico per sistemi elettronici con numero grande di particelle. Ci si aspettano numerosi contributi su problemi di interesse fisico chimico, che sono difficili da affrontare con i metodi standard post-Hartree-Fock.

La determinazione del diagramma di fase del modello t-J con accoppiamenti realistici per descrivere possibili stati magnetici incommensurati, così come instabilità di carica di varia natura, importanti per comprendere l'origine della superconduttività ad alta temperatura critica.

Inizierà un progetto sulla possibile superconduttività 2D della superficie di Sn/Si(111), che è un reticolo di Hubbard triangolare isolante quando non drogato.

Nuovi risultati sul problema della frattura fragile e della tecnologia 'smart cut' in dispositivi a semiconduttore, migliore comprensione degli effetti a long-range nell'autoassemblazione molecolare.

Descrizione degli effetti del confinamento sulla transizione vetrosa.

Determinazione degli effetti di finite size sul diagramma di fase del liquido confinato nella matrice frattale.

Comprensione della relazione tra fragilità e interazioni in miscele liquide sottoraffreddate.





*Potenziale impiego  
- per processi produttivi*

*- per risposte a bisogni individuali e collettivi*

**Moduli**

**Modulo:** Modellizzazione di sistemi a molti corpi classici e quantistici in presenza di forte correlazione e disordine  
**Istituto esecutore:** Centro di responsabilità scientifica INFM  
**Luogo di svolgimento attività:** Laboratorio Nazionale TASC e CRS DEMOCRITOS

**Risorse commessa 2007**

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
117	10	0	52	179	1	11	238	N.D.	418

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
12	0	0	0	0	0	0	0	0	12

<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



## La complessità nella fisica dello stato solido

### *Dati generali*

<b>Progetto:</b>	Sistemi e materiali complessi
<b>Tipologia di ricerca:</b>	Progetti relativi a linee tematiche a carattere strategico
<b>Istituto esecutore:</b>	Centro di responsabilità scientifica INFN
<b>Sede principale svolgimento:</b>	CRS SOFT - CRS SMC
<b>Dip. di prevista afferenza:</b>	Materiali e Dispositivi
<b>Responsabile indicato:</b>	JOSE GUILLERMO GARCIA LORENZANA

### *Elenco dei partecipanti*

	liv.		liv.		liv.
Arnone Alberto	IX	Foppiano Caterina	V	Millio Marco	VI
Ballero Gabriele	VII	Fortunati Francesca	VI	Palazzo Nicoletta	III
Barraco Ignazia	V	Franchini Daniela	VI	Parodi Elena	V
Beltrami Monica	V	Franguelli Simona	VI	Pernati Barbara	V
Beroldo Raffaella	VII	Garbarino Maria Carla	V	Pittaluga Dameri	VII
Bolla Matilde	VI	Garcia Lorenzana Jose'	II	Alessandro	
Borello Gian Piero	II	Guillermo		Poggi Sabrina	V
Cagnana Barbara	V	Gennai Irene Maria	VI	Pollio Daniela	VII
Calvi Francesca	IV	Genovese Giuseppe	V	Punginelli Marco	VI
Camauli Enrico	V	Ginnetti Gianluca	VII	Santroni Adriana	VI
Capone Massimo	III	Hogan Conor	III	Savoldi Giovanna	V
Caporali Andrea	IV	Imperatore Antonucci	VI	Sciaccaluga Liliana	V
Cappelluti Emmanuele	III	Danilo		Scotto Stefania	VI
Corezzola Paola	VI	Ivaldi Fulvia	VII	Spano' Francesca	III
Dalla Libera Monica	V	La Ferla Michela	VI	Spinozzi Simone	V
De Almeida Nunes	V	Lo Grasso Giusy	VI	Talamo Valeria	VI
Manganaro Jose' Carlos		Luciano Sergio	DIRI	Tassistro Michela	V
De Donatis Roberta	V	Maloberti Sciutto Michela	VII	Toncini Annamaria	V
De Marco Rocco	VI	Mamberti Emanuele	IV	Toselli Milena	III
Di Lello Piero	VIII	Marescalchi Tatiana	VI	Verrucchi Paola	III
Distefano Fabio	VII	Miceli Diletta	VI		

### *Temi*

#### *Tematiche di ricerca*

Studio teorico di solidi nei quali la competizione fra diverse interazioni dà luogo a comportamenti complessi. Si tratta di materiali che spesso presentano ricadute applicative, come i materiali superconduttori ad alta temperatura (cuprati, fullereni, MgB<sub>2</sub>, etc.), le manganiti a magnetoresistenza colossale, etc. Lo scopo principale è la comprensione dei meccanismi fisici sottostanti nonché lo sviluppo di tecniche teoriche in grado di dare un'adeguata descrizione delle loro proprietà.

#### *Stato dell'arte*

In questi sistemi le approssimazioni più banali, tipo campo medio sono inadeguate per cui è necessario sviluppare nuove tecniche. Grandi progressi sono stati fatti studiando dei modelli semplificati di questi materiali con delle tecniche numeriche come la teoria del campo medio dinamico. Informazioni più specifiche sono state ottenute con delle approssimazioni più drastiche su modelli più realistici come la approssimazione del funzionale densità locale, tecniche variazionali e perturbative.



### **Azioni**

#### *Attività da svolgere*

Calcoli di stati elettronici e di proprietà magnetiche, ottiche, di Electron Energy Loss e di spettroscopia Auger per vari sistemi di diversa dimensionalità. Si studierà l'effetto delle forti correlazioni sia di tipo elettrone-elettrone sia elettrone-reticolo. Analisi delle competizione fra superconduttività, ordine di carica e disordine nei cuprati e della transizione Kosterlitz-Thouless nei sistemi layered.

Studio della stabilità e applicazioni di sistemi con modulo di bulk negativo e transizioni di fase. Studiare il ruolo della banda interlayer nell'interazione elettrone-fonone dei superconduttori grafatici sulla base di calcoli realistici.

I sistemi da studiare in base alla loro dimensionalità sono:

0D) cluster di silicio, idrogenati e no.

1D) wires di Si, Ge, SiGe etc

2D e quasi 2D) superfici, tra cui C(111), il gas di elettroni e il cristallo di Wigner, materiali a strati come i cuprati, manganati, nichelati. Materiali con interazioni di spin antisimmetriche. Superconduttori intercalati di grafite e la grafene. Semiconduttori organici (aceni).

3D) sistemi di interesse biologico. Il MgB<sub>2</sub>, fullereni, reticoli ottici e heavy fermions.

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

Saranno usati, implementati e migliorati i seguenti approcci:

- Saranno usate, implementate e migliorate diverse tecniche innovative:

- Cluster Dynamical Mean-Field Theory (CDMFT) includendo effetti di temperatura finita e interazioni aggiuntive rispetto alla correlazione elettronica (accoppiamento elettrone-fonone).

- Estensioni di metodi a molti corpi basati sulla Density functional theory DFT e time dependent DFT.

- Una approssimazione di Gutzwiller dipendente del tempo che tenga conto delle fluttuazioni superconduttive.

Il progetto comporta un grande sforzo computazionale, che sarà svolto sia su macchine locali che sui supercalcolatori del CINECA.

La totalità della ricerca INFN-CNR è svolta da ricercatori a tempo determinato, per assicurare continuità è importante che sia dato un adeguato consolidamento professionale.

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

I partecipanti alla commessa sono dei teorici esperti della teoria dei solidi, superconduttività, magnetismo e sistemi fortemente correlazioni in generale.

#### *Strumentazione*

Si utilizzano principalmente cluster per calcolo numerico basati sul sistema operativo Linux.

#### *Tecniche di indagine*

Si usano e sviluppano una vasta gamma di tecniche numeriche e analitiche come la teoria del funzionale densità, metodi di Monte Carlo, la teoria del campo medio dinamico, il gruppo di rinormalizzazione, tecniche variazionali.

#### *Tecnologie*

Si sviluppa software in diversi linguaggi per applicazioni al calcolo scientifico.

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

Possiamo citare collaborazioni già avviate con gruppi sperimentali a 'La Sapienza' (Calvani, Postorino), ISIS-Oxford (Boothroyd, Coldea), Max-Planck Dresden (Haase) e teorici a Rutgers (Kotliar), Ekaterinburg (Anisimov), Cottbus (Seibold), Ginevra (Gianmarchi), Utrecht (Morais-Smith), Palaiseau (Lucia Reining), Trieste (Tosatti), ISC (Cavagna), ISC-Corvino (Petri). Sono previste collaborazioni con altri gruppi sia sperimentali che teorici di SMC e ISC e gruppi di istituzioni romane, italiane ed estere.

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

Il NoE Nanoquanta fornisce un sostegno finanziario rilevante, di circa 110000 euro per il 2006. Chiederemo (ed abbiamo sempre ottenuto) circa 50000 ore sui calcolatori paralleli del CINECA. Diverse azioni sono in corso per acquisire nuovi fondi sia europei che italiani.



### **Finalità**

#### **Obiettivi**

L'obiettivo principale è di arrivare ad una spiegazione, accettata dalla comunità scientifica, delle varie proprietà osservate sia nei materiali che mostrano una superconduttività ad alta temperatura, sia in altri materiali in cui gli effetti quantistici e della forte correlazione sono cruciali. Vogliamo inoltre capire meglio il comportamento di sistemi superfluidi o superconduttori in varie geometrie e calcolare in dettaglio le proprietà di vari materiali, anche non superconduttori.

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

- Un modello semplificato dell'interazione elettrone-fonone e conseguente predizione della dipendenza di Tc dai parametri strutturali negli intercalati di grafite.
- Proprietà ottiche della grafene.
- Completamento del diagramma di fase del modello di Hubbard usando la CDMFT
- Caratterizzazione completa delle proprietà di modelli per il fullerene, evidenziando il ruolo della correlazione elettronica e proponendo esperimenti in grado di confermare le nostre predizioni.
- Fasi a simmetria rotta e possibile fase supersolida in un reticolo ottico per misture fermioniche di atomi freddi.
- Punto critico quantistico locale in modello di Anderson periodico per heavy fermions.
- Comprensione delle proprietà nonadiabatiche in MgB2.
- Relazione tra effetto spin-Hall e superficie di Fermi nei gas di elettroni.
- Di particolare interesse sono i risultati attesi per l'acqua con molecole in soluzione, secondo il formalismo dell'equazione di Bethe Salpeter.
- Ci aspettiamo inoltre la determinazione teorica dello spettro ottico della superficie C(111)2x1, da confrontare con gli spettri sperimentali su cui stanno lavorando 2 gruppi di ricerca, a Roma e a Berlino.

#### **Potenziale impiego**

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

I materiali studiati spesso presentano ricadute applicative, come i materiali superconduttori ad alta temperatura (cuprati, fullereni, MgB2, etc.), le manganiti a magnetoresistenza colossale, etc. Si spera che la comprensione dei meccanismi dei effetti osservati permetta di ottimizzare certe proprietà di grandi utilità come la superconduttività o la magnetoresistenza colossale.

Inoltre nel ambito della commessa si sviluppa del software che permette calcolare spettri di assorbimento ottico e altre spettroscopie su una varietà di sistemi. Questi software possono essere utilizzati nel disegno di materiali con, per esempio, un certo spettro di assorbimento già che è possibile prevedere lo spettro senza sintetizzare il materiale. Nanoquanta forma parte della European Theoretical Spectroscopy Facility che si propone di fornire servizi di calcolo in modo simili a una struttura sperimentale

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

Dopo 20 anni dalla scoperta i superconduttori di alta temperatura critica cominciano a essere utilizzati in una varietà di campi relazionati con risparmio energetico, salute e alta tecnologia.

Ci sono 10 progetti di cavi per trasmissione in sperimentazione o in uso nel mondo. Ce un uso sempre più intenso di superconduttori di alta Tc sui magneti (NMR, ciclotroni, medicina, etc.)

Ce' la prospettiva di uso in Elettronica (vedi SCENET Roadmap for Superconductor Digital Electronics, Physica C, 2006).

### **Moduli**

**Modulo:** La complessità nella fisica dello stato solido  
**Istituto esecutore:** Centro di responsabilità scientifica INFM  
**Luogo di svolgimento attività:** CRS SOFT - CRS SMC

### **Risorse commessa 2007**

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
274	12	53	52	391	1	66	248	N.D.	640

valori in migliaia di euro



<i>Unità di personale di ruolo*</i>	
<b>ricercatori</b>	<b>Totale</b>
5	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	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>
2	7	1	10

\*dottorati, borse di studio, assegni di ricerca



## Complessità nelle scienze naturali

### *Dati generali*

<b>Progetto:</b>	Sistemi e materiali complessi
<b>Tipologia di ricerca:</b>	Progetti relativi a linee tematiche a carattere strategico
<b>Istituto esecutore:</b>	Centro di responsabilità scientifica INFM
<b>Sede principale svolgimento:</b>	CRS SOFT - CRS SMC
<b>Dip. di prevista afferenza:</b>	Materiali e Dispositivi
<b>Responsabile indicato:</b>	GUIDO CALDARELLI

### *Elenco dei partecipanti*

Arnone Alberto	liv. IX	De Marco Rocco	liv. VI	Millio Marco	liv. VI
Ballerio Gabriele	VII	Di Lello Piero	VIII	Montuori Marco	III
Barraco Ignazia	V	Distefano Fabio	VII	Palazzo Nicoletta	III
Beltrami Monica	V	Foppiano Caterina	V	Parodi Elena	V
Beroldo Raffaella	VII	Fortunati Francesca	VI	Pernati Barbara	V
Bolla Matilde	VI	Franchini Daniela	VI	Pittaluga Dameri	VII
Borello Gian Piero	II	Franguelli Simona	VI	Alessandro	
Cagnana Barbara	V	Gabrielli Andrea	III	Poggi Sabrina	V
Caldarelli Guido	II	Garbarino Maria Carla	V	Pollio Daniela	VII
Calvi Francesca	IV	Gennai Irene Maria	VI	Punginelli Marco	VI
Camauli Enrico	V	Genovese Giuseppe	V	Santroni Adriana	VI
Campus Angelo	VI	Imperatore Antonucci Danilo	VI	Savoldi Giovanna	V
Caporali Andrea	IV	Ivaldi Fulvia	VII	Sciacaluga Liliana	V
Castellano Claudio	III	La Ferla Michela	VI	Scotto Stefania	VI
Cecconi Fabio	III	Lo Grasso Giusy	VI	Spano' Francesca	III
Cencini Massimo	III	Luciano Sergio	DIRI	Spinozzi Simone	V
Colaioni Francesca	III	Maloberti Sciutto Michela	VII	Talamo Valeria	VI
Corezzola Paola	VI	Mamberti Emanuele	IV	Tassistro Michela	V
Dalla Libera Monica	V	Marescalchi Tatiana	VI	Toncini Annamaria	V
De Almeida Nunes	V	Miceli Diletta	VI	Toselli Milena	III
Manganaro Jose' Carlos				Zapperi Stefano	III
De Donatis Roberta	V				

### *Temî*

#### *Tematiche di ricerca*

Fisica dei sistemi autosimili, processi di crescita, studio dell'invarianza di scala geometrica e topologica con particolare attenzione ai sistemi di reti. Fisica computazionale dei sistemi complessi. Studio del trasporto di campi e particelle in sistemi turbolenti. Dinamica fuori equilibrio e instabilità dei materiali.

Meccanica Statistica di sistemi caotici e disordinati.

Modellistica molecolare e simulazione di biopolimeri. Dinamica di sistemi dissipativi e materiali granulari.

Fisica computazionale di sistemi astrofisici.

Analisi statistiche di topografie planetarie

#### *Stato dell'arte*

Le tematiche di ricerca sopra indicate individuano le possibili applicazioni nel campo della fisica dello stato condensato della nuova scienza della complessità. Questa scienza è al momento di grandissima attualità e in tutto il mondo nuovi istituti e dipartimenti si stanno formando su base multidisciplinare per comprendere come si possano studiare e controllare questi fenomeni. Applicazioni recenti nelle varie discipline elencate fra le tematiche di ricerca riguardano la realizzazione di motori di ricerca, la sincronizzazione in reti di elementi caotici, la compressione delle proprietà di dinamiche relative al trasporto di particelle inerziali in turbolenza sviluppata e lo studio delle fratture e delle proprietà plastiche dei materiali.



### ***Azioni***

#### *Attività da svolgere*

Studio della forma grancanonica dei sistemi di reti, analisi di sistemi sociali di tagging e reti sociali in genere.  
Analisi statistica topografica di Marte e Venere.  
Riconoscimento automatico della morfologia galattica tramite algoritmo di compressione dati.  
Studio degli effetti delle code mareali sul diagramma HR di ammassi globulari. Studio teorico e numerico delle proprietà di scaling spazio-temporale della funzione di correlazione densità-densità nelle simulazioni cosmologiche n-body.  
Applicazioni dell'equazione di Vlasov alla comprensione del clustering gravitazionale di sistemi di particelle massive con diverse simmetrie geometriche.  
Studio dei processi di interazione proteina-ligando e del folding di proteine con interesse clinico in oftalmologia e cardiologia.  
Caratterizzazione della dinamica ed del trasporto di sistemi pseudocoatici con interazione impulsive di tipo hard-core anche in presenza di effetti di dissipazione energetica.

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

Un punto critico è rappresentato dalla mancanza di personale di ruolo e dalla mancanza di personale al livello di post-doc. Pensiamo di risolvere in parte questo problema grazie alla partecipazione ai progetti banditi dalla comunità europea nell'ambito del 7 programma quadro.

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

Calcolo delle probabilità, teoria termodinamica per granulari, turbolenza e sistemi di reti. Simulazioni al computer, analisi di campo medio e modelli esatti.

#### *Strumentazione*

essenzialmente macchine workstation del tipo personal computer. In caso di analisi legate allo studio di fenomeni astrofisici si sono utilizzate anche macchine specifiche in appositi centri di calcolo.

#### *Tecniche di indagine*

Principalmente modellizzazione statistica dei vari sistemi e loro studio analitico o computazionale.

#### *Tecnologie*

Simulazioni MonteCarlo, Tecniche di Campo Medio e diagrammatiche.

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

Prof. R. Livi (Università di Firenze)  
Prof. U. Marini-Bettolo-Marconi (Università di Camerino)  
Dott. G. Costantini (Università di Camerino)  
Prof. P. De Los Rios (EPFL Losanna Svizzera)  
Dott. F. Piazza (EPFL Losanna Svizzera)  
Dott. C. Guardiani (Università di Firenze)  
Prof. A. Vespignani Indiana University USA.  
Prof. M.J Alava (Fisica Dep. Helsinki),  
Prof. M-A Munoz (Dip. Fisica Granada Spagna)  
Dott. M. Barthelemy (CRNS Paris Francia)  
Prof. A. Diaz-Guilera (Barcelona Spagna)  
Prof. S. Leonardi (dipartimento Informatica e sistemistica Roma)  
Prof. L. Biferale (fisica Roma 2)  
Prof. M. Zaiser (Dip. Ing. Mecc. Edinburgo)  
Prof. A. Barrat (Fisica Paris Sud)  
Dr.S.Manrubia (Centro de Astrobiologia, Spagna)  
Dr.O.Pieto Ballesteros (Centro de Astrobiologia, Spagna)  
Dr.A.Lepinette (Centro de Astrobiologia, Spagna)  
Prof.R. Capuzzo Dolcetta (Dip. Fisica, Univ. La Sapienza, Italia)  
Dr.P. Mocchi (Osserv di Teramo, Italia)  
Dr.P. Di Matteo (Observatoire de Paris, Francia)  
Dr.A. Baldassarri (Dip Fisica, Univ La Sapienza, Italia)  
Dr.G.Rodighiero (Dip Astronomia, Univ Padova, Italia)  
J. Bec (CNRS, Nizza, Francia)  
F. Toschi (CNR-IAC, Roma)  
A. Lanotte



*Iniziativa per l'acquisizione di ulteriori entrate*

**PARTECIPAZIONE AL 7 PROGRAMMA QUADRO DELL'UNIONE EUROPEA.**

Fra i progetti che intendiamo presentare uno riguarda lo studio e la modellizzazione delle interazioni proteina-proteina con metodiche diverse dalle analisi a doppio ibrido.

Un'altra proposta sarà basata sulla formazione e l'analisi dei sistemi di reti sociali.

**Finalità**

*Obiettivi*

Nel caso dei sistemi di reti ci proponiamo di studiare gli effetti del traffico sulla topologia e se questo determini instabilità di qualche natura per il sistema. Per i fenomeni di turbolenza l'obiettivo è la determinazione della soluzione delle equazioni per il trasporto non lineare. Per quanto riguarda lo studio dei materiali siamo interessati ai fenomeni di valanghe all'interno dei materiali magnetici e delle impurezze nei fenomeni di frattura. Per i fenomeni di turbolenza l'obiettivo è il raggiungimento di una caratterizzazione sistematica della statistica e del trasporto di particelle in flussi turbolenti. Per i sistemi astrofisici la comprensione dei meccanismi fondamentali di formazione di strutture in sistemi di particelle autogravitanti sia a simmetria centrale sia in condizioni di omogeneità spaziale.

*Risultati attesi nell'anno*

Nel caso dei sistemi di reti ci proponiamo di realizzare uno studio sulla interazione fra dinamica e topologia con particolare attenzione al traffico definito sul sistema. Per i fenomeni di turbolenza l'obiettivo è una generalizzazione della soluzione delle equazioni per il trasporto non lineare. Per quanto riguarda lo studio dei materiali siamo interessati a una teoria dei fenomeni di valanghe all'interno dei materiali magnetici e delle impurezze nei fenomeni di frattura.

Descrizione Grancanonica dei sistemi di grafi pesati. Simulazione e modellizzazione di fenomeni di turbolenza legati al trasporto degli scalari passivi. Ottimizzazione degli algoritmi per la simulazione dell'evoluzione di sistemi grancanonici per studiare le transizioni solido-solido e fluido-solido. Finalizzare un programma estensivo di simulazioni ad alta risoluzione per il trasporto di particelle inerziali in turbolenza sviluppata. Obiettivo una risoluzione  $2048^3$  con milioni di particelle allo scopo di studiare la dipendenza della statistica di tali particelle dall'intensità della turbolenza.

Studio dei processi di interazione proteina-ligando e del folding di proteine con interesse clinico.

*Potenziale impiego*

*- per processi produttivi*

Realizzazione di metodologie e procedure informatiche e computazionali per il riconoscimento di serie temporali e sistemi complessi.

Particolare attenzione alle applicazioni alla realizzazione di tecniche utili per motori di ricerca e bioinformatica.

*- per risposte a bisogni individuali e collettivi*

Data l'importanza delle tematiche di bioinformatica e dell'uso di internet crediamo che gli impieghi descritti al punto precedente possano essere di interesse collettivo.

**Moduli**

**Modulo:** Complessità nelle scienze naturali  
**Istituto esecutore:** Centro di responsabilità scientifica INFM  
**Luogo di svolgimento attività:** CRS SOFT - CRS SMC

**Risorse commessa 2007**

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
404	19	0	52	475	61	80	257	N.D.	793

valori in migliaia di euro

<i>Unità di personale di ruolo*</i>	
ricercatori	Totale
8	10

\*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>
4	0	0	0	0	0	0	0	0	4

<i>Richiesta nuove unità di personale</i>			
<b>tempo determinato</b>	<b>tempo indet</b>	<b>non di ruolo*</b>	<b>Totale</b>
0	9	0	9

\*dottorati, borse di studio, assegni di ricerca



## La complessità nei sistemi vetrosi

### *Dati generali*

<b>Progetto:</b>	Sistemi e materiali complessi
<b>Tipologia di ricerca:</b>	Progetti relativi a linee tematiche a carattere strategico
<b>Istituto esecutore:</b>	Centro di responsabilità scientifica INFM
<b>Sede principale svolgimento:</b>	CRS SOFT - CRS SMC
<b>Dip. di prevista afferenza:</b>	Materiali e Dispositivi
<b>Responsabile indicato:</b>	ANDREA CAVAGNA

### *Elenco dei partecipanti*

Angelani Luca	liv. III	Distefano Fabio	liv. VII	Millio Marco	liv. VI
Arnone Alberto	IX	Foppiano Caterina	V	Palazzo Nicoletta	III
Ballerò Gabriele	VII	Fortunati Francesca	VI	Parodi Elena	V
Barraco Ignazia	V	Franchini Daniela	VI	Pernati Barbara	V
Beltrami Monica	V	Franguelli Simona	VI	Pittaluga Dameri	VII
Beroldo Raffaella	VII	Garbarino Maria Carla	V	Alessandro	
Bolla Matilde	VI	Gennai Irene Maria	VI	Poggi Sabrina	V
Borello Gian Piero	II	Genovese Giuseppe	V	Pollio Daniela	VII
Cagnana Barbara	V	Giardina Irene Rosana	III	Pretti Marco	III
Calvi Francesca	IV	Imperatore Antonucci Danilo	VI	Punginelli Marco	VI
Camauli Enrico	V	Ivaldi Fulvia	VII	Santroni Adriana	VI
Caporali Andrea	IV	La Ferla Michela	VI	Savoldi Giovanna	V
Cavagna Andrea	III	Leuzzi Luca	III	Scala Antonio	III
Corezzola Paola	VI	Lo Grasso Giusy	VI	Sciacaluga Liliana	V
Dalla Libera Monica	V	Luciano Sergio	DIRI	Scotto Stefania	VI
De Almeida Nunes	V	Maloberti Sciutto Michela	VII	Spano' Francesca	III
Manganaro Jose' Carlos		Mamberti Emanuele	IV	Spinuzzi Simone	V
De Donatis Roberta	V	Marchetti Manuela	VII	Talamo Valeria	VI
De Marco Rocco	VI	Marescalchi Tatiana	VI	Tassistro Michela	V
De Martino Andrea	III	Miceli Diletta	VI	Toncini Annamaria	V
Di Lello Piero	VIII			Toselli Milena	III

### *Temi*

#### *Tematiche di ricerca*

Proprietà di equilibrio e non-equilibrio dei sistemi vetrosi (vetri di spin e vetri strutturali) e più in generale di sistemi di agenti eterogenei interagenti. Studio della connessione topologia/transizioni di fase in vari modelli. Analisi della relazione tra proprietà statiche e dinamiche in sistemi complessi. Definizione di algoritmi e tecniche sperimentali innovative per lo studio dei sistemi complessi. Applicazione a problemi interdisciplinari: ottimizzazione combinatoria, reti metaboliche, sistemi ad agenti (in economia ed ecologia).

#### *Stato dell'arte*

Un problema centrale al momento è estendere la comprensione della dinamica della transizione vetrosa ottenuta in campo medio a sistemi a dimensione finita. Alcuni lavori svolti in questa direzione hanno portato allo sviluppo di tecniche numeriche che si sono rivelate fondamentali in altri campi, come l'ottimizzazione combinatoria e lo studio dei sistemi economici di agenti interagenti. Nuove possibilità applicative si aprono oggi nel campo dell'ecologia e della 'system biology'.

### *Azioni*

#### *Attività da svolgere*

Portare avanti lo studio sperimentale degli stormi nell'ambito del progetto STARFLAG. Portare avanti lo studio analitico/numerico/sperimentale delle proprietà ottiche non lineari di materiali soffici/colloidali. Portare avanti lo studio della dinamica fuori dall'equilibrio dei sistemi vetrosi, connettendo tale descrizione dinamica con una equivalente descrizione termodinamica. Avviare l'analisi delle proprietà delle reti metaboliche reali.



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

Sviluppare tecniche di ricostruzione dinamica tridimensionale di stormi (progetto STARFLAG). Studiare la dinamica fuori dall'equilibrio per i modelli a vincolo sferico. Applicare le tecniche di analisi numerica sviluppate per i problemi alla Von Neumann su grafi random allo studio delle reti metaboliche reali. Punto critico: l'assenza di personale post-doc di supporto.

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

Ciascuno dei partecipanti alla commessa ha svolto ricerca con successo nel campo dei sistemi vetrosi e complessi negli ultimi anni. Le linee di ricerca attive riguardano lo studio dei liquidi, dei vetri strutturali e di spin, dei sistemi colloidali, dei sistemi ag agenti interagenti in ecologia (stormi) ed economia (mercati), e dei sistemi biologici (reti metaboliche). I ricercatori della commessa hanno una grande esperienza sia in metodi di indagine analitici, sia numerici. La commessa sta inoltre sviluppando una forte esperienza sperimentale per l'indagine di sistemi biologici.

#### *Strumentazione*

Computer dedicati per la simulazione numerica di sistemi disordinati. Per l'esperimento STARFLAG sono state impiegate tecniche di ricostruzione stereografica, e dunque fotocamere digitali ad alta risoluzione e relativi accessori.

#### *Tecniche di indagine*

L'analisi dei sistemi vetrosi combina la teoria con esperimenti numerici e simulazioni di liquidi, vetri e sistemi colloidali (diversi modelli). L'analisi dei sistemi biologici ed economici richiede l'utilizzo di metodi analitici della teoria dei vetri di spin e numerici. Nell'ambito del progetto STARFLAG è presente una consistente attività sperimentale, che usa prevalentemente tecniche stereografiche e di computer vision.

#### *Tecnologie*

Tecniche analitiche: metodo delle repliche, metodo della cavità, supersimmetria, funzionale generatore (dinamica). Tecniche di simulazione: metodi Monte Carlo ottimizzati e dinamica molecolare; algoritmi ad hoc per la soluzione di problemi di ottimizzazione lineare su grafi (tipo Minover). Tecniche sperimentali (STARFLAG): apparato per la misura stereometrica di gruppi di stormi in volo.

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

Progetto STARFLAG: CEA (Parigi), ELTE (Budapest), ISS (Roma), Max Planck (Monaco), CESS (Groningen), SNS (Pisa). Altre collaborazioni: Università di Orsay (Parigi), Università di Trento, Università di Madrid, Università di Manchester, Università e centro di ricerca di Grenoble, Università di Lione, Università di La Plata, Ecole Normale Supérieure (Parigi). Altre collaborazioni: ICTP (Trieste), King's College (Londra), ISI (Torino), ENS (Parigi).

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

#### *Finalità*

##### *Obiettivi*

1. Progetto STARFLAG: proseguire presa e analisi dei dati per la ricostruzione statica degli stormi; messa a punto dell'analisi dinamica. 2. Analisi della relazione tra proprietà dinamiche e termodinamiche in sistemi colloidali. 3. Analisi dei meccanismi della transizione sol-gel. 4. Portare avanti lo studio della dinamica fuori dall'equilibrio di sistemi vetrosi e liquidi sottoraffreddati. 5. Sviluppo di tecniche teoriche per l'analisi delle reti metaboliche reali e artificiali.

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

1. Ottimizzazione delle tecniche di ricostruzione statica e prime ricostruzioni dinamiche di stormi (progetto STARFLAG). 2. Calcolo delle proprietà ottimali di crescita delle reti metaboliche reali. 3. Test della teoria viscoelastica dei liquidi sottoraffreddati. 4. Studio degli effetti dovuti alla forma delle particelle in sistemi fluidizzabili. 5. Approfondimento dell'analisi del ruolo degli stati marginali in modelli di sistemi vetrosi.

##### *Potenziale impiego*

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

Le innovative tecniche di risoluzione stereoscopica utilizzate nell'ambito del progetto STARFLAG sono potenzialmente utilizzabili in ambito tecnico-industriale, per il rilevamento di profili e superfici a distanza, in alternativa al più dispendioso metodo laser-scan.

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



**Moduli**

**Modulo:** La complessità nei sistemi vetrosi  
**Istituto esecutore:** Centro di responsabilità scientifica INFM  
**Luogo di svolgimento attività:** CRS SOFT - CRS SMC

**Risorse commessa 2007**

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
319	15	43	52	429	5	63	251	N.D.	685

valori in migliaia di euro

<i>Unità di personale di ruolo*</i>	
ricercatori	Totale
6	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
4	0	2	1	0	0	0	0	0	7

<i>Richiesta nuove unità di personale</i>			
tempo determinato	tempo indet	non di ruolo*	Totale
0	8	2	10

\*dottorati, borse di studio, assegni di ricerca



## Materia soffice: Dinamica di non-equilibrio e complessità

### *Dati generali*

<b>Progetto:</b>	Sistemi e materiali complessi
<b>Tipologia di ricerca:</b>	Progetti relativi a linee tematiche a carattere strategico
<b>Istituto esecutore:</b>	Centro di responsabilità scientifica INFM
<b>Sede principale svolgimento:</b>	CRS SOFT - CRS SMC
<b>Dip. di prevista afferenza:</b>	Materiali e Dispositivi
<b>Responsabile indicato:</b>	GIANCARLO RUOCCO

### *Elenco dei partecipanti*

Angelici Paola	liv. IV	De Marco Rocco	liv. VI	Marescalchi Tatiana	liv. VI
Angelini Roberta	III	Di Lello Piero	VIII	Miceli Diletta	VI
Arnone Alberto	IX	Di Leonardo Roberto	III	Millio Marco	VI
Baldi Giacomo	III	Distefano Fabio	VII	Palazzo Nicoletta	III
Ballero Gabriele	VII	Eramo Roberto	III	Parodi Elena	V
Barraco Ignazia	V	Foppiano Caterina	V	Pernati Barbara	V
Beltrami Monica	V	Fortunati Francesca	VI	Pittaluga Dameri	VII
Beroldo Raffaella	VII	Franchini Daniela	VI	Alessandro	
Berzina Tatiana	II	Franguelli Simona	VI	Poggi Sabrina	V
Bolla Matilde	VI	Garbarino Maria Carla	V	Pollio Daniela	VII
Borello Gian Piero	II	Gennai Irene Maria	VI	Punginelli Marco	VI
Cagnana Barbara	V	Genovese Giuseppe	V	Santroni Adriana	VI
Calvi Francesca	IV	Gorelli Federico Aiace	III	Savoldi Giovanna	V
Camauli Enrico	V	Imperatore Antonucci Danilo	VI	Sciaccaluga Liliana	V
Capaccioli Simone	III	Ivaldi Fulvia	VII	Scopigno Tullio	III
Caponi Silvia	III	La Ferla Michela	VI	Scotto Stefania	VI
Caporali Andrea	IV	Lo Grasso Giusy	VI	Spano' Francesca	III
Comez Lucia	III	Loffredo Giovanna	VII	Spinozzi Simone	V
Corezzola Paola	VI	Luciano Sergio	DIRI	Talamo Valeria	VI
Dalla Libera Monica	V	Maloberti Sciutto Michela	VII	Tassistro Michela	V
De Almeida Nunes	V	Mamberti Emanuele	IV	Toncini Annamaria	V
Manganaro Jose' Carlos				Toselli Milena	III
De Donatis Roberta	V				

### *Temi*

#### *Tematiche di ricerca*

Sviluppo e Applicazione di strumenti reali e concettuali per la caratterizzazione dei materiali disordinati fuori dall'equilibrio termodinamico, in particolare materia soffice e vetri strutturali. Tutti questi sistemi sono caratterizzati dall'esistenza di un rilassamento lento, quindi, qualora allontanati dall'equilibrio, ritornano lentamente verso di esso: questi sistemi 'invecchiano'. Per definire la loro termodinamica va quindi considerata la dipendenza temporale delle proprietà fisiche.

#### *Stato dell'arte*

Recentemente una grossa mole di lavoro teorico e numerico ha identificato alcune importanti peculiarità della dinamica dei sistemi disordinati durante l'invecchiamento (generalizzazione dei teoremi di fluttuazione e di fluttuazione-dissipazione, temperature effettive, ..). Scopo della commessa è il trasferimento di questi studi al mondo reale. Questa estensione è importante sia per la ricerca fondamentale, sia per aspetti applicativi.

### *Azioni*

#### *Attività da svolgere*

Sviluppo e Applicazione di strumenti reali e concettuali per la caratterizzazione dei materiali disordinati fuori dall'equilibrio termodinamico, in particolare materia soffice e vetri strutturali. Tutti questi sistemi sono caratterizzati dall'esistenza di un rilassamento lento, quindi, qualora allontanati dall'equilibrio, ritornano lentamente verso di esso: questi sistemi 'invecchiano'. Per definire la loro termodinamica va quindi considerata la dipendenza temporale delle proprietà fisiche.



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

Tra i numerosi esperimenti in corso, si individua il seguente come centrale per gli scopi (dimostrazione sperimentale della generalizzazione del teorema fluttuazione - dissipazione):

Misura simultanea della fluttuazione (diffusione depolarizzata della luce) e della risposta (effetto Kerr ottico con campi elettrici DC) in un sistema colloidale (soluzione di Laponite in acqua) in regime di invecchiamento.

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

Competenze: fisica dei vetri, dei liquidi sottoreaffreddati e della materia soffice

***Strumentazione***

- Rheostress Haake RS150 (PI and RS)
- HM Ultrasonic system 1-20 MHz (PG and RS)
- Langmuir-Blodgett laboratories (PR and RS) with AFM and STM microscopes
- GIII Setaram Differential Scanning Calorimeter (PG)
- Perkin-Elmer DSC7 and Dynamics Mechanical Analyzer DMA7 (PI)
- HM Static Light Scattering apparatus (RS)
- Fiber Optic Quasi Elastic Light Scattering (Brookhaven) equipped with an optical microfiber probe (RS)
- Photo-Correlation system (HM) based on a Brookhaven BI 9000 AT PC board (RS)
- Photo-Correlation system (HM) based on a PMT detector and a HM software correlators. Time resolution 50 ns. (RS)
- Fast Photo-Correlation system (HM) based on a FAST time of flight board, a Multi Channel Plate detector and a HM software correlators. Time resolution 0.5 ns (RS)
- Variable angle 3D Photo-Cross-Correlation system (HM) based on PMT detectors and HM software correlators. Time resolution 50 ns (RS)
- High resolution (1 GHz) visible monochromator SOPRA DMDP 2000 equipped with PMT detector or with CCD camera
- High resolution (0.5 GHz) UV monochromator Hiresuv (AQ)
- Sandercock 3+3 pass Fabry Perot interferometer (100MHz-300GHz) (PG)

***Tecniche di indagine***

Tecniche spettroscopiche facenti uso della strumentazione di laboratorio sopra riportata e gli strumenti pubblici operativi presso le Large Scale Facilities (principalmente ILL e ESRF).

***Tecnologie***

NN

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

Sono attive collaborazioni internazionali con i gruppi europei leaders nel settore della dinamica di non-equilibrio. Tra questi segnaliamo in particolare una collaborazione scientifica consolidata con i gruppi di diffusione anelastica di raggi X (Sette, Monaco, Krisch), di time resolved spectroscopy (Wulf) e di X-ray photocorrelation spectroscopy (Marsden) dell'ESRF di Grenoble.

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

Progetti sottomessi (o in via di sottomissione) presso:

- Settimo programma quadro
- MUR
- Regione Lazio
- Fondi di ricerca delle Università

***Finalità***

***Obiettivi***

Nell'ambito del più impegnativo progetto di giungere ad una descrizione della dinamica della materia soffice in condizioni di non equilibrio, si individuano alcuni obiettivi a più breve termine. Tra questi: i) la verifica sperimentale della relazione fluttuazione-dissipazione generalizzata; ii) la individuazione di metodologie per la determinazione delle temperature effettive in sistemi fuori equilibrio; iii) la verifica della applicabilità del 'teorema' di fluttuazione (Gallavotti-Cohen).

***Risultati attesi nell'anno***

Il risultato principale riguarda la prima verifica sperimentale della generalizzazione (prevista teoricamente e numericamente) del teorema di fluttuazione - dissipazione per sistemi fuori equilibrio termodinamico.



*Potenziale impiego*

- per processi produttivi

NN

- per risposte a bisogni individuali e collettivi

NN

**Moduli**

**Modulo:** Materia soffic: Dinamica di non-equilibrio e complessita

**Istituto esecutore:** Centro di responsabilit  scientifica INFM

**Luogo di svolgimento attivit :** CRS SOFT - CRS SMC

*Risorse commessa 2007*

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
521	35	483	52	1.091	37	555	264	N.D.	1.392

valori in migliaia di euro

<i>Unit� di personale di ruolo*</i>	
ricercatori	Totale
10	13

\*equivalente tempo pieno

<i>Unit� 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 unit� di personale</i>			
tempo determinato	tempo indet	non di ruolo*	Totale
2	0	0	2

\*dottorati, borse di studio, assegni di ricerca



## Materia ufficio: Self Assembly, Clustering, Arresto Strutturale

### Dati generali

<b>Progetto:</b>	Sistemi e materiali complessi
<b>Tipologia di ricerca:</b>	Progetti relativi a linee tematiche a carattere strategico
<b>Istituto esecutore:</b>	Centro di responsabilità scientifica INFM
<b>Sede principale svolgimento:</b>	CRS SOFT - CRS SMC
<b>Dip. di prevista afferenza:</b>	Materiali e Dispositivi
<b>Responsabile indicato:</b>	FRANCESCO SCIORTINO

### Elenco dei partecipanti

	liv.		liv.		liv.
Arnone Alberto	IX	Foppiano Caterina	V	Palazzo Nicoletta	III
Ballerio Gabriele	VII	Fortunati Francesca	VI	Parodi Elena	V
Barraco Ignazia	V	Franchini Daniela	VI	Pernati Barbara	V
Beltrami Monica	V	Franguelli Simona	VI	Pittaluga Dameri	VII
Beroldo Raffaella	VII	Garbarino Maria Carla	V	Alessandro	
Bolla Matilde	VI	Gennai Irene Maria	VI	Poggi Sabrina	V
Borello Gian Piero	II	Genovese Giuseppe	V	Pollio Daniela	VII
Cagnana Barbara	V	Imperatore Antonucci	VI	Punginelli Marco	VI
Calvi Francesca	IV	Danilo		Ruzicka Barbara	III
Camauli Enrico	V	Ivaldi Fulvia	VII	Santroni Adriana	VI
Caporali Andrea	IV	La Ferla Michela	VI	Savoldi Giovanna	V
Capuani Silvia	III	La Nave Emilia	III	Sciaccaluga Liliana	V
Corezzola Paola	VI	Lo Grasso Giusy	VI	Scotto Stefania	VI
Dalla Libera Monica	V	Luciano Sergio	DIRI	Spano' Francesca	III
De Almeida Nunes	V	Maloberti Sciutto Michela	VII	Spinuzzi Simone	V
Manganaro Jose' Carlos		Mamberti Emanuele	IV	Talamo Valeria	VI
De Donatis Roberta	V	Marescalchi Tatiana	VI	Tassistro Michela	V
De Marco Rocco	VI	Melchionna Simone	III	Toncini Annamaria	V
Di Lello Piero	VIII	Miceli Diletta	VI	Toselli Milena	III
Distefano Fabio	VII	Millio Marco	VI	Zaccarelli Emanuela	III

### Temi

#### Tematiche di ricerca

- Individuazione degli elementi unificanti nei processi di formazione di aggregati di dimensione finita.
- Processi di self-assembly in materiali soffici e colloidali di nuova generazione.
- Polimerizzazione di equilibrio
- Arresto strutturale: differenze tra arresto di tipo vetroso e arresto di tipo gel.
- Analogie tra sistemi colloidali e molecolari
- Processi di aggregazione in materiali biologici (gel proteici - gel biomimetici)

#### Stato dell'arte

Negli ultimi anni -- stimolati dai numerosi processi di self-assembly incontrati nello studio dei sistemi biologici e nei nuovi materiali colloidali e soffici -- e' stato intensificato lo studio dei meccanismi che stanno alla base di tali processi. Energie sono state applicate alla comprensione delle differenze tra formazione di stati omogenei macroscopici e stati

intrinsecamente disordinati in cui, in equilibrio, la struttura del sistema non e' omogenea (fasi clusters). Contemporaneamente sono state studiate le differenze tra processi di equilibrio e processi in cui la evoluzione del sistema controlla lo stato finale. Notevoli progressi sono stati compiuti nel tentativo di comprendere il ruolo relativo del processo di formazione vetrosa, di formazione di gel e di separazione di fase. Si e' evidenziato l'importanza delle interazioni competitive e delle interazioni direzionali nella stabilizzazione dello stato liquido.





### ***Azioni***

#### *Attività da svolgere*

- Modellizzazione dei processi di assembly in sistemi colloidali con interazioni direzionali
- Modellizzazione della dinamica in sistemi di living polymers
- Modellizzazione della dinamica in sistemi gel-forming
- Studio sperimentale del processo di assembly in sistemi di interesse biologico (DNA-coated colloids)
- Studio sperimentale dei processi di aggregazione in presenza di interazioni competitive (liposomi carichi in presenza di polielettroliti)
- Studio sperimentale dei processi di gel-formation in sistemi colloidali
- Diagrammi di fase di proteine globulari (teoria-esperimenti)

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

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

Negli ultimi anni abbiamo studiato i processi di self-assembly e clustering in sistemi colloidali di varia natura, in presenza di interazioni di depletions e interazioni a lungo raggio repulsive, i liposomi cationici (che costituiscono vettori ideali per la terapia genica), la laponite (una argilla sintetica utilizzata industrialmente), i colloidi carichi (costruiti depositando strati di polielettroliti sulla superficie di particelle di PMMA), gel chimici (step-polymerization) e recentemente i gel biologici.

Le tecniche di indagine utilizzate dai partecipanti alla commessa includono

- utilizzo delle facilities europee per scattering di neutroni e raggi X
- scattering statico e dinamico della luce
- calorimetria DSC
- dielettrico (su 10 decenni di frequenza)
- simulazioni numeriche

#### *Strumentazione*

- utilizzo delle facilities europee per scattering di neutroni e raggi X
- scattering statico e dinamico della luce
- calorimetria DSC
- dielettrico (su 10 decenni di frequenza)
- clusters di processori per calcolo parallelo

#### *Tecniche di indagine*

- utilizzo delle facilities europee per scattering di neutroni e raggi X
- scattering statico e dinamico della luce
- calorimetria DSC
- dielettrico (su 10 decenni di frequenza)
- simulazioni numeriche

#### *Tecnologie*

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

Alcuni dei ricercatori impegnati nel progetto fanno parte di un Network europeo Maria Curie dedicato al problema dell'arresto strutturale in sistemi colloidali.

Una collaborazione scientifica consolidata e' attiva con i gruppi di Loewen/Likos (Duesseldorf), Goetze (Monaco), Kob (Montpellier), D. Weitz (Harvard) e D. Reuchman (Columbia NY). Queste collaborazioni saranno mantenute attive.

Sono in corso di attivazione collaborazioni con i gruppi di J. Douglas (NIST) e K Freed (Chicago) (esperti di self-assembly)

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

Partecipazione ai prossimi bandi europei



**Finalità**

**Obiettivi**

L'obiettivo primario è la comprensione dei processi di clustering ed arresto e la maniera in cui le interazioni tra le particelle determinano la morfologia dello stato macroscopico. Come obiettivi parziali identifichiamo la comprensione di specifici processi di clustering e come obiettivi di ampio respiro quali analogie e differenze tra stati arrestati di diversa origine, tra gel colloidali e liquidi molecolari network forming e tra aggregazioni colloidali ed aggregazioni proteiche.

**Risultati attesi nell'anno**

Comprensione più profonda dei processi di clustering e self assembly in materia soffice e biologica.

**Potenziale impiego**

- per processi produttivi

- per risposte a bisogni individuali e collettivi

**Moduli**

**Modulo:** Materia soffice: Self Assembly, Clustering, Arresto Strutturale  
**Istituto esecutore:** Centro di responsabilità scientifica INFM  
**Luogo di svolgimento attività:** CRS SOFT - CRS SMC

**Risorse commessa 2007**

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
232	20	34	52	338	18	72	246	N.D.	602

valori in migliaia di euro

Unità di personale di ruolo*	
ricercatori	Totale
5	6

\*equivalente tempo pieno

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

Richiesta nuove unità di personale			
tempo determinato	tempo indet	non di ruolo*	Totale
0	0	0	0

\*dottorati, borse di studio, assegni di ricerca



## Materia soffice: diffusione elastica ed anelastica di neutroni e raggi-x

### *Dati generali*

<b>Progetto:</b>	Sistemi e materiali complessi
<b>Tipologia di ricerca:</b>	Progetti relativi a linee tematiche a carattere strategico
<b>Istituto esecutore:</b>	Centro di responsabilità scientifica INFN
<b>Sede principale svolgimento:</b>	CRS SOFT - CRS SMC
<b>Dip. di prevista afferenza:</b>	Materiali e Dispositivi
<b>Responsabile indicato:</b>	FRANCESCO SACCHETTI

### *Elenco dei partecipanti*

	liv.		liv.		liv.
Aisa Simone	VI	Di Lello Piero	VIII	Natali Francesca	III
Arnone Alberto	IX	Distefano Fabio	VII	Palazzo Nicoletta	III
Ballero Gabriele	VII	Foppiano Caterina	V	Parodi Elena	V
Barraco Ignazia	V	Fortunati Francesca	VI	Pernati Barbara	V
Beltrami Monica	V	Franchini Daniela	VI	Pittaluga Dameri	VII
Beroldo Raffaella	VII	Franguelli Simona	VI	Alessandro	
Bolla Matilde	VI	Garbarino Maria Carla	V	Poggi Sabrina	V
Borello Gian Piero	II	Gennai Irene Maria	VI	Pollio Daniela	VII
Cagnana Barbara	V	Genovese Giuseppe	V	Punginelli Marco	VI
Calvi Francesca	IV	Imperatore Antonucci Danilo	VI	Russo Daniela	III
Camauli Enrico	V	Ivaldi Fulvia	VII	Santroni Adriana	VI
Capogna Lucia	III	La Ferla Michela	VI	Savoldi Giovanna	V
Caporali Andrea	IV	Laloni Alessio	VI	Sciacaluga Liliana	V
Corezzola Paola	VI	Lo Grasso Giusy	VI	Scotto Stefania	VI
Cunsolo Alessandro	III	Luciano Sergio	DIRI	Spano Francesca	III
Dalla Libera Monica	V	Maloberti Sciutto Michela	VII	Spinuzzi Simone	V
De Almeida Nunes	V	Mamberti Emanuele	IV	Talamo Valeria	VI
Manganaro Jose Carlos		Marescalchi Tatiana	VI	Tassistro Michela	V
De Donatis Roberta	V	Miceli Diletta	VI	Toncini Annamaria	V
De Francesco Alessio	III	Millio Marco	VI	Toselli Milena	III
De Marco Rocco	VI				

### *Temi*

#### *Tematiche di ricerca*

Lo studio della materia soffice implica lo studio della statica e dinamica su scala nanometrica e su una scala temporale da 1 ps ad almeno 1 ms. In questo settore, è essenziale l'uso della diffusione anelastica di neutroni ed RX. A Grenoble OGG, si sviluppano strumenti e si studiano le proprietà dinamiche di vari sistemi disordinati. In collaborazione con istituzioni di altri paesi e con le facilities (ILL ed ESRF) vengono sviluppate, quattro linee: AXES, ID16, BRISP ed IN13.

#### *Stato dell'arte*

Le grandi infrastrutture di ricerca con neutroni e raggi-x sono presenti in tutti i maggiori paesi del mondo. Oltre il 10% della ricerca nel campo della scienza della materia viene condotta con luce di sincrotrone e neutroni, con un elevato rapporto prodotto-costi. I maggiori paesi si stanno anche impegnando nello sviluppo di nuove e più avanzate facilities sia di neutroni che raggi-x, con un impegno di miliardi di Euro sia in Europa che negli Stati Uniti e nel Giappone.

### *Azioni*

#### *Attività da svolgere*

L'attività scientifica continuerà cercando di estendere a nuovi sistemi gli studi combinati con neutroni e raggi-x. Vanno estesi gli studi di dinamica collettiva a metalli di transizione allo stato liquido e la determinazione accurata dei processi di damping dei modi collettivi in tutti i sistemi, metallici, vetrosi o nella materia biologica appare di grande importanza. Gli effetti poi sulla dinamica della materia biologica di alcuni composti 'stabilizzanti' quali alcuni saccaridi verranno estesi a proteine con differenti caratteristiche. Lo sviluppo strumentale continuerà come nel passato allo scopo di migliorare ulteriormente le prestazioni.

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

Gli studi combinati con neutroni e raggi-x sono stati limitati a pochi sistemi per le difficoltà intrinseche legate ad ottenere dati di uguale qualità con due tecniche abbastanza differenti. La messa a punto di celle di misura ottimizzate è uno dei punti critici che deve essere considerato con la massima attenzione. Si sta quindi



conducendo un progetto dedicato alla costruzione di nuove celle di varia concezione per effettuare misure in condizioni sempre più estreme di temperatura e pressione. Il disegno di nuove celle è iniziato nel corso degli ultimi anni e impegnerà il personale nel futuro.

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

Il ricercatore personale impiegato nella commessa ha adeguate competenze tecniche nello sviluppo di nuova strumentazione e nell'esecuzione ed analisi di esperimenti di scattering di neutroni e raggi-x. In particolare, sono disponibili le capacità per lo sviluppo di componenti innovativi di spettrometri, dai monocromatori, ai collimatori ed ai rivelatori. La strumentazione gestita dalla commessa rappresenta uno stato dell'arte a livello mondiale e viene costantemente aggiornata con l'acquisizione e lo sviluppo di nuove tecnologie. Le competenze tecniche e scientifiche del personale vengono continuamente aggiornate e migliorate stimolando ogni sviluppo tecnico, in stretta collaborazione con le facility e con i membri delle varie collaborazioni internazionali.

#### *Strumentazione*

Sono gestiti dalla commessa le quattro linee denominate BRISP ed IN13 ad ILL e ID15 ed AXES ad ESRF. BRISP è l'unico spettrometro per neutroni dedicato allo scattering anelastico a basso angolo per neutroni. Il suo disegno è completamente nuovo e si avvale degli sviluppi più recenti nel campo della collimazione e rivelazione di neutroni. IN13 è l'unico spettrometro anelastico ad altissima risoluzione (0.01 meV) operante con neutroni termici ed è stato recentemente migliorato notevolmente grazie a nuovi rivelatori. ID16 è il primo spettrometro anelastico dedicato allo studio della dinamica atomica con raggi-x ed ha aperto delle nuove ed ancora solo parzialmente esplorate possibilità di ricerca. AXES è uno spettrometro per fotoemissione da superficie con varie possibilità di analisi dello stato finale in termini di polarizzazione dei fotoni o degli elettroni.

#### *Tecniche di indagine*

Lo studio dei sistemi disordinati è reso complesso dall'ampissima scala di tempi su cui si estendono i fenomeni e dall'importanza di tutte le scale spaziali. I ricercatori della commessa hanno un'esperienza pluriennale nell'effettuare esperimenti in vari sistemi sia con neutroni che con raggi-x. La strumentazione disponibile, insieme a tecniche di analisi sofisticate che vengono migliorate con il migliorare della strumentazione e con l'ampliarsi delle conoscenze, fa sì che questo sia uno dei gruppi che a livello mondiale ha un notevole impatto in questo settore.

#### *Tecnologie*

Per la comprensione dei fenomeni legati alla dinamica e struttura dei sistemi disordinati è necessario sviluppare modelli teorici e tecniche di simulazione del comportamento dei sistemi nelle varie condizioni di misura. Nella commessa sono state sviluppate, in collaborazione con vari gruppi esterni, metodologie di interpretazione basate ad esempio su dinamica molecolare o su modelli teorici basati sulle interazioni atomiche deducibili da principi primi o da modelli fenomenologici.

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

Tutte le attività si svolgono in stretta collaborazione con le facility ESRF ed ILL, ma anche con EMBL ed IBS. In questo contesto va menzionata la possibilità di partecipare alle Partnership sul sito, sia per la biologia che per la soft matter, allo scopo di estendere le collaborazioni e lo scambio di competenze con istituzioni straniere. Finanziamenti si ottengono anche da una collaborazione per lo sviluppo strumentale avvalendosi di progetti europei (fp6 per le grandi infrastrutture).

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

Si stanno presentando proposte per partecipare alla 'Neutron and Muon Integrated Infrastructure Initiative' nell'ambito di FP7. Nella commessa ci sono competenze per partecipare sia allo sviluppo di nuovi rivelatori che di nuove tecniche di focalizzazione dei neutroni, oltre a nuove tecniche nella gestione dei fasci di muoni.

#### *Finalità*

##### *Obiettivi*

Le attività di ricerca hanno l'obiettivo di estendere la comprensione delle fenomenologie connesse con le relazioni fra struttura e dinamica dei sistemi disordinati e delle loro interazioni. Si vuole ottimizzare e migliorare le metodologie sperimentali che impiegano neutroni e raggi-x sviluppando nuove competenze relativamente a questo tipo di strumentazione. Il personale, in stretta collaborazione con le facility, acquista così nuove competenze, importanti per la loro unicità.



**Risultati attesi nell'anno**

L'attività scientifica dovrà fornire alcuni risultati nuovi sulla velocità di propagazione dei modi collettivi nei metalli e sulla dinamica collettiva e di particella singola di proteine in varie condizioni.

Si prevede l'installazione di un nuovo monocromatore per lo spettrometro BRISP, oltre alla messa a punto di un sistema per il trasferimento dei monocromatori che sono stati attivati ad alto livello dal fascio di neutroni. Un nuovo sistema di supporto dei monocromatori verrà installato al fine di permettere la focalizzazione del fascio sul rivelatore in tutte e due le direzioni.

**Potenziale impiego**

- per processi produttivi

- per risposte a bisogni individuali e collettivi

**Moduli**

**Modulo:** Materia soffice: diffusione elastica ed anelastica di neutroni e raggi-x  
**Istituto esecutore:** Centro di responsabilità scientifica INFM  
**Luogo di svolgimento attività:** CRS SOFT - CRS SMC

**Risorse commessa 2007**

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
302	52	3.873	1.137	5.364	132	4.057	250	N.D.	5.746

valori in migliaia di euro

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

\*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
4	0	1	5

\*dottorati, borse di studio, assegni di ricerca



## Comportamento dinamico di sistemi complessi

### *Dati generali*

<b>Progetto:</b>	Sistemi e materiali complessi
<b>Tipologia di ricerca:</b>	Progetti relativi a linee tematiche a carattere strategico
<b>Istituto esecutore:</b>	Istituto dei Sistemi Complessi (Sperimentale)
<b>Sede principale svolgimento:</b>	Sede di Firenze
<b>Dip. di prevista afferenza:</b>	Materiali e Dispositivi
<b>Responsabile indicato:</b>	ANTONIO POLITI

### *Elenco dei partecipanti*

Argentero Antonella	liv. IV	Faraglia Giuseppe	liv. VII	Petrone Maria Bonaria	liv. V
Bisegna Marco	VIII	Ferraris Giovanni	II	Politi Antonio	I
Boccaletti Stefano	III	Fierro Giuseppe	III	Puccioni Gian Piero	II
Bolle Giovanni	IV	Giacomelli Giovanni	II	Quercioli Franco	II
Campa Maria Cristina	III	Kreuz Thomas	INDI	Tiribilli Bruno	II
De Rossi Sergio	II	Lepri Stefano	III	Torcini Alessandro	III
Di Paolo Paola	VIII	Metalli Fabrizio	VII	Vassalli Massimo	III
Dragone Roberto	V	Montani Antonio	IV		

### *Temi*

#### *Tematiche di ricerca*

Comportamento dinamico di singoli neuroni: validazione dei modelli esistenti, loro semplificazione, analisi delle proprietà dinamiche rilevanti, analisi di serie temporali fornite da gruppi esterni.

Studio della dinamica di reti complesse con diverse topologie di connessioni. Fenomeni di risonanza coerente in reti di sistemi eccitabili accoppiati. Studio del flusso di energia in sistemi bassodimensionali: proprietà di scala e ruolo della nonlinearity. Studio del ripiegamento di eteropolimeri con riferimento sia a sistemi microscopici (proteine) che macroscopici (catene granulari vibranti). Ruolo del numero di attuatori nel controllo e sincronizzazione in un sistema ottico con caos spaziotemporale.

Studio di processi stocastici in laser a semiconduttore (VCSEL e quantum dots). Risonanza stocastica spaziotemporale. Analisi di sistemi a ritardo lungo ed equivalenza a sistemi estesi. Fenomeni di propagazione e di interfaccia e ruolo del rumore. Sviluppo di strumentazione e tecniche di microscopia ottica a scansione per lo studio di materiale biologico.

#### *Stato dell'arte*

Sono stati proposti molti modelli di singolo neurone. Il più realistico (Hodgkin-Huxley) è stato studiato principalmente nel regime silente, ove mostra il fenomeno di risonanza di coerenza. Sono stati recentemente introdotti modelli di reti complesse con proprietà di scala che rappresentano molti sistemi reali (internet, reti metaboliche e di proteine, reti sociali, etc.). Su tali modelli è appena iniziato lo studio delle proprietà dinamiche. Sono state predette due classi di universalità per il comportamento anomalo della conducibilità termica e si è stabilita una connessione con i processi di superdiffusione dell'energia.

È stato eseguito il controllo e la sincronizzazione del caos in un sistema esteso ed evidenziata la bistabilità tra due differenti tipi di solitoni trasversi. La modulazione del parametro di pompa ha permesso di regolarizzare la dinamica.

Lo studio di modelli di laser multimodo ha evidenziato il ruolo del rumore moltiplicativo nel sistema. La lentezza dell'acquisizione limita l'uso di microscopie a scansione per l'analisi dinamica.

Sono state formulate varie proposte per aumentarla velocità attraverso l'ottimizzazione del controllo.



### **Azioni**

#### *Attività da svolgere*

Studio di segnali generati da neuroni singoli o da reti sia in esperimenti che in modelli numerici, allo scopo di caratterizzare le proprietà di coerenza, sincronizzazione e stabilità. Ricostruzione della rete di relazioni causali ed analisi delle relative proprietà topologiche. Caratterizzazione del comportamento di laser a quantum-dot, nella prospettiva di un loro impiego nello studio della dinamica di reti di oscillatori. Studio di comportamenti collettivi in insiemi di oscillatori (neuroni) globalmente accoppiati. Simulazione di reti unidimensionali per studiarne le proprietà di trasporto. In particolare, ci prefiggiamo di introdurre modelli semplici per verificare l'esistenza di due classi di universalità ed il ruolo giocato dai 'breather' mobili.

Realizzazione di un microscopio AFM con controllo software avanzato, utilizzando un sistema operativo in tempo reale. Misure di FRET su macromolecole biologiche per lo studio delle proteine G.

Allestimento di un esperimento per l'osservazione della dinamica di catene granulari prime misure con catene di 10-50 grani di pochi mm di diametro.

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

Disponibilità di segnali sperimentali da sistemi neuronali di qualità sufficientemente alta da poter effettuare confronti soddisfacenti con i risultati teorici. Lo studio del trasporto in catene unidimensionali ha rivelato l'esistenza di effetti di taglia finita molto rilevanti per cui appare necessario studiare sistemi molto grandi per tempi molto lunghi. È pertanto necessario cominciare a progettare una nuova struttura per il sistema di calcolo in modo da ottimizzare la simulazione di problemi abbastanza specifici da permettere guadagni significativi, ma sufficientemente generali da poter coprire varie esigenze. Riguardo la caratterizzazione dei laser a quantum dots (che inizia quest'anno), possono emergere difficoltà legate alla complessità del loro spettro.

Disponibilità di sistemi di acquisizione ad alta frequenza per risolvere le differenti scale di tempo di sistemi dinamici con ritardo lungo. Forte bisogno di personale di alta motivazione e qualificazione per tutte le ricerche descritte nella commessa.

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

Analisi di segnali temporali per l'estrazione di proprietà dinamiche rilevanti (tecniche di embedding, calcolo di informazione). Competenze numeriche per la simulazione di reti di oscillatori nonlineari. Competenze di meccanica statistica per la caratterizzazione di sistemi a molti corpi.

Competenze sperimentali in ottica nonlineare per la generazione controllata di pattern di vario tipo.

#### *Strumentazione*

La strumentazione più rilevante consiste in vari microscopi a forza atomica per l'indagine di materiali biologici e non su nanoscale.

Microscopi confocali (ad uno e due fotoni) vengono usati a complemento dell'indagine precedente.

Per l'esecuzione delle simulazioni è stato assemblato un cluster di PC per calcoli anche paralleli.

#### *Tecniche di indagine*

L'attività sperimentale si basa principalmente su tecniche di indagine ottica nel visibile, ma anche nell'infrarosso con relative interfacce per l'acquisizione dati e, là dove necessario, per software di controllo (in particolare per la gestione di microscopi a forza atomica).

#### *Tecnologie*

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

L. Pecora (Naval Research Lab., USA), V. Latora (INFN, Catania), M. Sartore, M. Adami (ElbaTech Srl), R. Livi (Dipartimento di Fisica Firenze), G.-L. Oppo (University of Strathclyde, Glasgow GB), H. Abarbanel (San Diego, USA), Y. Maistrenko (Julich, Germania), H. Chate (Saclay, Francia), S. Denisov, (Max Planck Institute, Dresda, Germania), C. Tessone (IMEDEA, Isole Baleari, Spagna), J. Kurths (Potsdam University, Germania); P. Baschieri (IPCF, Pisa), M. Basso (Dipartimento Sistemi ed Informatica, Firenze), Arcovito (Università Cattolica Sacro Cuore, Roma), B. Samori (Dipartimento di Biochimica, Bologna), R. Raiteri (Dipartimento di Bioingegneria Elettronica, Genova), A. Imparato (Politecnico Torino), M. Cencini (CNR-INFN Roma), Massimo Giudici (INLN, Nizza, Francia).

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

È stato approvato il progetto STREP intitolato 'Global approach to brain activity: from cognition to disease' (GABA). Finanziamento triennale a partire dal gennaio 2007 per un totale di 276.000 Euro (di cui 140.000 Euro

ai sottocontrattori). È stata approvata una Marie-Curie Outgoing International Fellowship di durata triennale, su 'Spike time dependent plasticity'. Importo pari a 245.000 euro dal 01/04/2007 a 31/03/2010.

È attivo il progetto STREP EMBIO (Emergent organisation in complex biomolecular systems) (dal 2005 al 2008). La gestione amministrativa locale è affidata al Dipartimento di Fisica, che contribuisce con una borsa



di dottorato per uno studente che lavorerà presso IISC con il microscopio a forza atomica. Siamo coinvolti in un PRIN su "Proprietà di trasporto in sistemi classici e quantistici" che contribuisce con una annualità di borsa di dottorato su temi della commessa. Finanziamento del progetto "Scienza ludica: impariamo lottica con il LEGO" dal Ministero Università e ricerca (10,000 Euro).

***Finalità***

***Obiettivi***

Caratterizzazione delle risposte di singolo neurone a segnali dipendenti dal tempo con vari gradi di correlazione.

Caratterizzazione della propensione alla sincronizzazione in una rete complessa a leggi di scala generiche. Valutazione dell'impatto di variazioni nelle interazioni sulla robustezza dei fenomeni collettivi.

Completamento della classificazione proposta dei regimi di conduzione del calore: predizione del profilo di temperatura.

Comprensione del ruolo del rumore moltiplicativo in sistemi ottici nonlineari multimodo e in sistemi optoelettronici con ritardo lungo.

Chiarire i meccanismi di ripiegamento delle proteine tramite lo studio di modelli semplici, analisi sperimentale di catene granulari macroscopiche e di unfolding tramite microscopia a forza atomica.

Progettazione e realizzazione di strumentazione e tecniche di misura all'avanguardia nel campo della microscopia ottica a scansione per applicazioni nel campo della biofisica.

***Risultati attesi nell'anno***

Nello studio di reti neurali ci sono due tipici parametri di scala: il numero di neuroni e la larghezza del singolo impulso. Ci aspettiamo di chiarire il peso dei due parametri nella definizione della stabilità di vari regimi dinamici. Ci aspettiamo che lo studio di sistemi di 'hard-points' possa aiutare a chiarire la propagazione dell'energia in sistemi unidimensionali. Studio preliminare di regimi lontano dall'equilibrio, dove la teoria della risposta nonlineare non si applica. Caratterizzazione delle proprietà ottiche e dinamiche del singolo emettitore a quantum-dots, eventualmente in presenza di feedback ottico. Ricostruzione del panorama di energia libera in proteine, partendo da dati di unfolding (sperimentali e numerici). Caratterizzazione di aggregati proteici ed identificazione dei meccanismi sottostanti. Analisi spettroscopica di materiale organico (lana) per la caratterizzazione di oggetti d'arte (arazzi e tappeti). Microscopia FLIM: messa a punto del sistema operativo. Realizzazione di un apparato sperimentale per lo studio di catene vibranti.

***Potenziale impiego***

***- per processi produttivi***

Analisi di qualità di cristalli fotonici bidimensionali in relazione alla loro produzione. Analisi di qualità di fibre tessili in alternativa alla microscopia elettronica.

Ottimizzazione dei processi di produzione e distribuzione dei prodotti in settori industriali specifici, quali l'omogeneità del fascio in laser di potenza.

Immagazzinamento non-volatile di informazioni ottiche ad alta densità

Ottimizzazione di sistemi di trasmissione ottica su fibre ottiche, incluso l'effetto del rumore sulla qualità.

Regolazione del controllo del flusso di calore su nanoscale; in particolare sfruttamento delle proprietà di conduzione anomala di nanotubi al carbonio per un raffreddamento efficiente delle CPU di nuova generazione.

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

farmaci molto specifici;

cpu veloci per bisogni ludici delle nuove generazioni;

metodologie diagnostiche curative e di diagnosi precoce di malattie neurodegenerative (epilessia, Parkinson);

protesi neurali, interfacce neuro-elettroniche;

prevenzione di black out in reti di distribuzione di energia;

ottimizzazione del flusso fra sorgente e utente in reti di distribuzione di gas, acqua, etc.





**Moduli**

**Modulo:** comportamento dinamico di sistemi complessi  
**Istituto esecutore:** Istituto dei Sistemi Complessi (Sperimentale)  
**Luogo di svolgimento attività:** Sede di Firenze

**Risorse commessa 2007**

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
707	88	286	0	1.081	83	457	114	N.D.	1.278

valori in migliaia di euro

<i>Unità di personale di ruolo*</i>	
ricercatori	Totale
10	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
1	4	0	5

\*dottorati, borse di studio, assegni di ricerca





# **Ottica, Fotonica e Plasmi**



## Materiali e dispositivi attivi per le telecomunicazioni e la sensoristica

### *Dati generali*

<b>Progetto:</b>	Ottica, Fotonica e Plasm
<b>Tipologia di ricerca:</b>	Progetti di sviluppo competenze
<b>Istituto esecutore:</b>	Istituto di fisica applicata 'Nello Carrara'
<b>Sede principale svolgimento:</b>	Sede principale Istituto
<b>Dip. di prevista afferenza:</b>	Materiali e Dispositivi
<b>Responsabile indicato:</b>	MASSIMO BRENCI

### *Elenco dei partecipanti*

Agostini Alessandro	liv. VI	Di Maggio Paolo	liv. VI	Papa Anna	liv. VII
Azzari Lucia	VIII	Falciai Riccardo	II	Pelli Stefano	III
Azzurrini Angela	VI	Galli Giacomo	VI	Raimondi Valentina	III
Bigozzi Leonardo	VII	Mealli Maria Cristina	V	Sacco Vincenzo Maria	II
Brenci Massimo	I	Mencaglia Andrea Azelio	III	Schena Alessandro	III
Calzolari Roberto	IV	Morandi Marco	IV	Venturi Valerio	IV
Cartia Marco	IX	Nocentini Nara	VII	Zeni Elena	VIII
Così Franco	IV	Olivieri Giulio	VII		

### *Temi*

#### *Tematiche di ricerca*

Progetto di nuovi vetri attivi e loro caratterizzazione; sviluppo dei processi tecnologici corrispondenti. Realizzazione di prototipi di dispositivi fotonici sia di tipo attivo (sorgenti laser), sia di tipo passivo (amplificatori, strutture a reticolo, componentistica per telecomunicazioni) e sviluppo delle tecniche necessarie. Studio di strutture a cristallo fotonico. Sviluppo di sistemi LIDAR di fluorescenza e loro applicazioni.

#### *Stato dell'arte*

Da alcuni anni vi è un crescente interesse scientifico ed industriale sui dispositivi per telecomunicazioni utilizzando vetri drogati con terre rare (es. amplificatori e laser). A livello nazionale occorre colmare una lacuna per allinearsi allo stato dell'arte. Anche sul tema del controllo della qualità dell'ambiente è rilevante il ruolo dei sistemi laser. Grande, infine è l'interesse per temi come cristalli fotonici e quantum computing.

### *Azioni*

#### *Attività da svolgere*

Proseguirà lo studio sui vetri fotorifrattivi realizzati mediante 'sputtering' a radiofrequenza. In particolare saranno ulteriormente affinate le tecniche di realizzazione e di caratterizzazione di tali vetri, sui quali, mediante 'UV imprinting', saranno realizzati altri prototipi di guide e di strutture a reticolo che saranno sistematicamente caratterizzati. Sarà sperimentata la possibilità di realizzare, con la stessa tecnica, guide e strutture a reticolo anche su materiali polimerici.

Continuerà lo studio sui vetri telluriti e, in particolare, continuerà l'innovativa attività per la 'scrittura' di guide su tali vetri mediante la tecnica di 'ion beam'.

Continuerà l'attività sui microrisonatori microsferici e si valuterà l'opportunità di studiare e realizzare microrisonatori ad anello. Utilizzando tali risonatori si realizzeranno ulteriori prototipi di microlaser, verranno studiati sensori di parametri ambientali e sarà valutata la possibilità di realizzare dispositivi per telecomunicazioni.

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

La camera pulita di cui è stato dotato l'Istituto non è ancora in grado di funzionare, a causa della mancanza di alcuni impianti necessari, anche se molto è stato fatto nel corso del 2006 per realizzare l'impianto per il raffreddamento delle apparecchiature, adeguare l'impianto elettrico, ecc. Nel corso del 2007 tutti gli impianti saranno completati con particolare attenzione (e impegno finanziario) per l'impianto di distribuzione dei gas tecnici.

Benchè varie strumentazioni siano diventate obsolete, durante il 2006 è stato possibile solo un loro parziale aggiornamento poichè non si è potuto disporre interamente dei fondi sui quali erano state basate le previsioni. Ciò ci ha costretto a differire a tempi successivi l'acquisizione di risorse importanti e, in parte, indispensabili.

Si continua a lamentare la carenza di nuova forza lavoro.



*Competenze, tecnologie e tecniche di indagine*

Gli afferenti alla Commessa possiedono competenze pluridecennali nel campo dell'ottica e della fotonica, documentate, tra l'altro, da una nutritissima produzione bibliografica.

*Strumentazione*

Le strumentazioni disponibili sono numerose, anche se molte richiederebbero un aggiornamento. Oltre a laboratori di ottica adeguatamente attrezzati, sono disponibili camere pulite classe 1000 e classe 100.

*Tecniche di indagine*

*Tecnologie*

*Collaborazioni (partner e committenti)*

Istituto di Fotonica e Nanotecnologie, CNR - Dipartimento di Fisica, Università di Trento - Dipartimento Scientifico e Tecnologico, Università di Verona - Research Institute for Solid State Physics and Optics, Budapest (Ungheria) - Institute of Chemical Technology, Prague (Rep. Ceca) - Dipartimento di Ingegneria Meccanica, Sezione Materiali, Università di Padova - Dipartimento di Scienza dei Materiali ed Ingegneria Chimica, Politecnico di Torino

*Iniziativa per l'acquisizione di ulteriori entrate*

Si cercherà (mediante richieste mirate rivolte non solo nei confronti dell'Ente, ma anche di realtà locali) di reperire fondi per il completamento degli impianti della camera pulita e per attrezzare la stessa in modo adeguato. Per tale scopo è attualmente in fase di definizione un accordo con l'Ente CRF.

*Finalità*

*Obiettivi*

Obiettivi principali: sviluppo di dispositivi tipo innovativo per l'applicazione nel settore delle comunicazioni ottiche; caratterizzazione di materiali vetrosi da utilizzare per dispositivi fotonici in guida ottica; sviluppo di sistemi laser e delle metodologie per il monitoraggio ambientale. Possono essere sfruttate le competenze acquisite durante alcuni decenni di ricerca fondamentale e applicata nel campo dell'ottica guidata, dell'elettronica quantistica e della sensoristica attiva.

*Risultati attesi nell'anno*

Studio su vetri fotorifrattivi silica-germania realizzati mediante 'sputtering' R.F.  
Realizzazione e caratterizzazione di componentistica fotonica realizzata mediante UV imprinting su vetri silica-germania.  
Estensione delle tecniche di UV imprinting a materiali polimerici.  
Caratterizzazione di guide realizzate mediante ion-beam su vetri soda-lime telluriti.  
Studio di sensori e di dispositivi fotonici realizzati con microrisonatori ottici.

*Potenziale impiego*

- per processi produttivi

- per risposte a bisogni individuali e collettivi

*Moduli*

**Modulo:** Materiali e dispositivi attivi per le telecomunicazioni e la sensoristica  
**Istituto esecutore:** Istituto di fisica applicata 'Nello Carrara'  
**Luogo di svolgimento attività:** Sede principale Istituto

*Risorse commessa 2007*

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
284	53	80	13	430	62	195	96	N.D.	588

valori in migliaia di euro



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

\*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	1	0	1	0	0	3	5

<i>Richiesta nuove unità di personale</i>			
<b>tempo determinato</b>	<b>tempo indet</b>	<b>non di ruolo*</b>	<b>Totale</b>
1	2	1	4

\*dottorati, borse di studio, assegni di ricerca



## Fotonica per l'industria, il biomedicale ed i beni culturali

### *Dati generali*

<b>Progetto:</b>	Ottica, Fotonica e Plasm
<b>Tipologia di ricerca:</b>	Progetti relativi a linee tematiche a carattere strategico
<b>Istituto esecutore:</b>	Istituto di fisica applicata 'Nello Carrara'
<b>Sede principale svolgimento:</b>	Sede principale Istituto
<b>Dip. di prevista afferenza:</b>	Materiali e Dispositivi
<b>Responsabile indicato:</b>	RENZO SALIMBENI

### *Elenco dei partecipanti*

	liv.		liv.		liv.
Agati Giovanni	II	Matera Manlio	II	Salimbeni Renzo	I
Agostini Alessandro	VI	Mazzoni Marina	III	Schena Alessandro	III
Azzari Lucia	VIII	Mealli Maria Cristina	V	Siano Salvatore	III
Azzurrini Angela	VI	Morandi Marco	IV	Susini Carlo	III
Bigozzi Leonardo	VII	Nocentini Nara	VII	Toci Guido	III
Calzolari Roberto	IV	Olivieri Giulio	VII	Vannini Matteo	II
Cartia Marco	IX	Papa Anna	VII	Venturi Valerio	IV
Di Maggio Paolo	VI	Pini Roberto	II	Zeni Elena	VIII
Galli Giacomo	VI	Sacco Vincenzo Maria	II		

### *Tem*

#### *Tematiche di ricerca*

Saranno studiati materiali scintillatori attraverso la loro caratterizzazione spettroscopica risolta nel tempo. Saranno sviluppati sistemi e tecnologie laser di nuova concezione per le problematiche dei settori di interesse. Saranno studiati i processi di ablazione e gli effetti fotofisici indotti. Per l'industria saranno studiati sensori di processo, dispositivi e procedure di lavorazione di vari materiali. Per il biomedicale saranno sviluppate tecniche di microscopia multispettrale, diagnostica e chirurgia. Per i beni culturali saranno sviluppati sistemi e metodologie laser per la conservazione.

#### *Stato dell'arte*

Le tecniche laser hanno uno sviluppo crescente nei settori dell'industria, del biomedicale e dei beni culturali. IFAC ha una competenza specifica riconosciuta a livello nazionale ed internazionale collaborando con imprese, fra cui il Gruppo EL.EN. leader in Italia per la produzione di laser, altri centri ed istituzioni (Università, ospedali, soprintendenze), partecipando a progetti regionali, nazionali e comunitari. Quindi in un contesto nazionale ed internazionale. La commessa collaborerà anche con i Dipartimenti Sistemi Produttivi e Patrimonio Culturale.

### *Azioni*

#### *Attività da svolgere*

Rispetto alle attività 2006 in questo anno si aggiungeranno il progetto START della Regione Toscana, il progetto Europeo AUTHENTICO, e lo studio di materiali scintillatori. START dovrà sviluppare tecniche laser per i beni culturali e preparare nuovi ricercatori addestrati su queste tematiche. AUTHENTICO dovrà sviluppare metodi oggettivi per l'autentica di opere d'arte di provenienza archeologica in metallo. Lo studio di materiali scintillatori vedrà impegnati i colleghi recentemente associati alla commessa.

Le altre attività sui versanti industriale e bio-medicale proseguiranno verso il conseguimento dei loro obiettivi.



*Punti critici e azioni da svolgere*

Per AUTHENTICO il punto critico tecnico è riuscire a dimostrare un metodo oggettivo anticontraffazione basato su strumenti portatili e analisi in-situ.

Per altre ricerche vale la considerazione che l'esperienza del personale coinvolto costituisce una buona premessa per il raggiungimento degli obiettivi. Quindi i punti critici non sono di tipo scientifico ma metodologico, per esempio riuscire ad interessare con il nuovo prototipo o la nuova metodica un livello differenziato, diciamo di utenza. Oppure un livello di ricerca internazionale che offra risorse e ne estenda lo sviluppo.

Sono azioni da svolgere :

- la comunicazione dei risultati, con conferenze e pubblicazioni opportune,
- l'individuazione di partners in Italia o in Europa per lo sviluppo,
- l'inserimento di proposte nel 7 FP.

*Competenze, tecnologie e tecniche di indagine*

Competenze nelle seguenti metodiche:

Spettroscopia di eccitazione risolta nel tempo

Microfluorimetria

Spettroscopia Raman

Spettroscopia LIBS

Ablazione laser

Microinterventi laser

Restauro laser

Sviluppo laser speciali a Nd:YAG

Sviluppo laser Ytterbio

Sviluppo laser Ce:LiCaF

*Strumentazione*

Laser di pompa in continua Millennia: Nd:YVO pompato a diodi con duplicazione della frequenza, 6W a 532nm.

Laser Ti:Sa con generazione di impulsi ultracorti.

Laser di pompa Quantronix pompato a lampada, Q-Switch ad alta frequenza di ripetizione.

Laser a ioni Ce: in vari ospiti (LiCAF, LiLuF) accordabile nella banda 280-340 nm.

Sorgente laser sperimentale accordabile nel vicino infrarosso a stato solido basata su un cristallo di Yb:YLF, pompata a diodo.

Laser a CO<sub>2</sub> EL.EN. Mod. C-2000 a flusso assiale veloce.

Laser ad eccimeri Lambda Physik Mod. COMPEX 102.

Laser ad eccimeri Lambda Physik Mod. LBX 200.

Laser a Vapori di Rame CuBr PULSSVET.

Microscopio ad epifluorescenza Nikon per analisi multispettrale e microspettrometria.

Microscopio chirurgico Takagi con doppia visione

Colposcopio Vasconcellos.

Sistema di acquisizione immagini per microscopi chirurgici (videocamera, monitor, 2 videoregistratori SVHS).

Spettrometro portatile StellarNet a fibra ottica con lampada a deuterio (banda 250-1200 nm).

Termocamera infrarossa FLIR M20.

Sistema Laser a Nd:YAG EL.EN. Mod. Smart Clean I.

Sistema Laser a Nd:YAG EL.EN. Mod. Smart Clean II.

Sistema Laser a Nd:YAG EL.EN. Mod. Var

*Tecniche di indagine*

Spettroscopia con eccitazione UV (Laser a XeCl) risolta nel tempo.

Spettroscopia a due eccitazioni simultanee (Laser a coloranti, Laser ad eccimeri) risolta nel tempo.

*Tecnologie*

Microinterventi laser su vari materiali fra cui:

Microforatura laser di materiali ultraduri

Saldatura e microsaldatura laser

Pulitura laser di opere d'arte

*Collaborazioni (partner e committenti)*

La commessa (di Fotonica) ha collaborazioni nei dipartimenti Sistemi Produttivi e Patrimonio Culturale con le commesse IFAC e con altri istituti CNR come IFN, INFN-Bari, ICVBC e INOA. Collabora inoltre con imprese laser (EL.EN. Spa, Quanta System spa, RTM Spa) di restauro (RestauroItalia srl, Meridiana Restauri srl, MIDA





srl) con il settore tessile(Tecnotessile srl), con altri enti (ENEA Frascati, ASL di Firenze, Opificio delle Pietre Dure, Sopr. Archeologica Toscana etc.).

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

Il successo della partecipazione in vari progetti della Regione Toscana costituirà la base di credibilità per operare ancora sul versante dell'innovazione tecnologica, verso applicazioni di tecniche laser in settori nuovi. La finanziaria 2007 sembra assegnare fondi consistenti al Ministero per l'Industria. Saranno svolte azioni per la convergenza fra i loro bandi e le nostre potenzialità di ricerca.

Lo sviluppo dato alle applicazioni laser per i beni culturali è già riconosciuto come successo esemplare di ricerca trasferita alle imprese. Saranno intensificate le proposte di ricerca a livello Europeo per sfruttare al meglio la credibilità guadagnata presso gli uffici DGR e COST di Brussels.

#### **Finalità**

##### *Obiettivi*

Obiettivo primario è lo sviluppo e la promozione di tecniche laser nell'industria, nel biomedicale e per i beni culturali. Su questi temi applicativi di ricerca si è consolidato il ruolo di IFAC che costituisce nella collaborazione con il Gruppo EL. EN.spa a Firenze un centro organico di riferimento di livello nazionale ed internazionale. Le competenze da utilizzare sono sia quelle interne al gruppo che le altre complementari ed interdisciplinari che risiedono nell'ampia gamma di enti ed imprese collaboranti.

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

Dallo studio di materiali scintillatori sono attesi risultati dalla spettroscopia di eccitazione risolta nel tempo, in grado di selezionare quelli che diano prospettive di interesse. Lo sviluppo di laser a stato solido UV dovrebbe poter dimostrare il funzionamento CW e la generazione di impulsi ai femtosecondi nell'UV. In START saranno sviluppati laser a Nd:YAG ai 100 nS per applicazioni ai beni culturali. In AUTHENTICO saranno sviluppate tecniche LIBS associate ad altre (XRF, naso elettronico) per caratterizzare materiali metallici.

##### *Potenziale impiego*

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

I laser UV a stato solido da noi sviluppati hanno un potenziale di impiego in vari ambiti, fra cui indagine di materiali organici, monitoraggio di inquinanti. Le tecniche di ablazione laser hanno un vasto impiego in ambiti produttivi come peraltro documentano i progetti MIDA e T2MP.Net finanziati dalla Regione Toscana per promuovere ricerche rivolte ai problemi delle imprese manifatturiere del settore orafa.

L'impiego potenziale è ben più vasto, e recentemente sono stati svolti progetti per il taglio laser dei materiali lapidei, per la marcatura laser come tecnica anticounterfeiting nel tessile e la moda, per il trasferimento di sistemi laser per la saldatura tissutale in campo oculistico. Parte di queste attività sono state infatti poste in una commessa del Dipartimento Sistemi di Produzione. Le tecniche ottiche nell'agroalimentare hanno prospettive per il controllo di qualità.

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

I risultati delle ricerche della commessa riverberano in ogni settore, fra quelli affrontati, aspetti di interesse sociale, sia individuali che collettivi. Si tratta infatti di innovazioni nei campi della tecnologia, dell'oreficeria, degli alimenti, dei beni culturali, dove cioè ognuno ha un interesse individuale, e per molte di queste categorie ognuno trova un motivo di interesse come fruitore.

#### **Moduli**

**Modulo:** Fotonica per l'industria, il biomedicale ed i beni culturali  
**Istituto esecutore:** Istituto di fisica applicata 'Nello Carrara'  
**Luogo di svolgimento attività:** Sede principale Istituto

#### **Risorse commessa 2007**

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
476	99	142	20	737	101	342	154	N.D.	992

valori in migliaia di euro



<i>Unità di personale di ruolo*</i>	
<b>ricercatori</b>	<b>Totale</b>
6	8

\*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	6	3	12

\*dottorati, borse di studio, assegni di ricerca



## Preparazione e caratterizzazione di nanostrutture per fotonica

### *Dati generali*

<b>Progetto:</b>	Ottica, Fotonica e Plasm
<b>Tipologia di ricerca:</b>	Progetti relativi a linee tematiche a carattere strategico
<b>Istituto esecutore:</b>	Istituto dei materiali per l'elettronica ed il magnetismo
<b>Sede principale svolgimento:</b>	Sede principale Istituto
<b>Dip. di prevista afferenza:</b>	Materiali e Dispositivi
<b>Responsabile indicato:</b>	SECONDO FRANCHI

### *Elenco dei partecipanti*

	liv.		liv.		liv.
Antonacci Claudio	IV	Franchi Secondo	I	Mosca Roberto	II
Bocchi Claudio	II	Frigeri Paola	III	Motta Alberto	VI
Canevari Vittorio	IV	Gombia Enos	II	Nasi Lucia	III

### *Tem*

#### *Tematiche di ricerca*

Le attività saranno relative alle seguenti tematiche: 1) preparazione MBE di nanostrutture: 1a) a punti quantici e 1b) per cristalli fotonici, 2) ingegnerizzazione delle strutture a punti quantici per ottenere efficiente emissione ottica a temperatura ambiente nelle finestre di interesse fotonico (0.98  $\mu\text{m}$ , 1.3  $\mu\text{m}$  e 1.55  $\mu\text{m}$ ) e 3) studio di tali nanostrutture e comprensione delle loro proprietà ottiche (mediante fotoluminescenza), elettriche (con tecniche capacitiv e di trasporto), morfologiche (AFM) e strutturali (tecniche avanzate a raggi X e microscopia elettronica in trasmissione); tecniche fotolitografiche saranno messe a punto ed utilizzate come supporto alla caratterizzazione.

#### *Stato dell'arte*

Nanostrutture epitassiali ottenute mediante MBE consentono la realizzazione di dispositivi fotonici che avranno enorme importanza per il soddisfacimento dei bisogni della 'società dell'informazione', come testimoniato dall'interesse ad esse riservato in programmi di ricerca internazionali e comunitari. In particolare esse potranno consentire lo studio dei nuovi sistemi zero-dimensionali e la fabbricazione di laser a punti quantici, che si ritiene potranno rivoluzionare i settori telecom e datacom. Il vantaggio di nanostrutture a punti quantici per la fabbricazione di dispositivi laser consiste nella proprietà uniche di emissione ottica di nanostrutture con sistemi 0-dimensionali di portatori di carica e nella possibilità di avere emissione nelle finestre spettrali a 0.98, 1.3 e 1.55  $\mu\text{m}$ , pur soddisfacendo vincoli di relativa economicità legati al tipo di substrati utilizzati (GaAs) e alla non necessità di tecnologie nanolitografiche avanzate. Strutture a cristalli fotonici consentiranno la realizzazione di nuovi dispositivi, di prestazioni estremamente elevate e dimensioni ultra-compatte

### *Azioni*

#### *Attività da svolgere*

Dal 2003 la commessa ha sviluppato il concetto di Quantum Dot Strain Engineering, l'applicazione del quale in nanostrutture a punti quantici InAs/InGaAs consente di spostare la lunghezza d'onda di emissione verso le finestre fotoniche a lunghe lunghezze d'onda (e 1.3  $\mu\text{m}$ ). Nel 2006, per incrementare la energia di attivazione del quenching di fotoluminescenza e -quindi- l'efficienza di luminescenza a temperatura ambiente, sono state introdotte nelle strutture barriere addizionali di InAlAs per confinare più efficacemente i portatori nei punti quantici, raggiungendo così emissioni a temperatura ambiente fino a 1.51  $\mu\text{m}$ . Nel 2007 si prevede di procedere nello studio dell'ingegnerizzazione delle strutture con barriere addizionali per arrivare a lunghezze d'onda di 1.55  $\mu\text{m}$  o superiori con adeguata efficienza di luminescenza, risultato di grande interesse per telecomunicazioni su fibra ottica. In strutture con emissione a lunghe lunghezze d'onda verrà studiata la natura e la localizzazione di difetti mediante caratterizzazioni strutturale, elettrica ed ottica e i risultati saranno correlati allo scopo di progettare e realizzare strutture con efficiente emissione a temperatura ambiente.

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

Si ribadisce quanto già affermato precedentemente e si ricorda che i punti critici consistono nella: i) scarsità di personale (aggravata dal recente pensionamento di due unità di personale tecnico) su temi di crescente interesse internazionale, aggravata dal fatto che la competitività a livello internazionale richiede che le ricerche siano condotte in modo tempestivo e ii) diminuita affidabilità della maggior parte delle apparecchiature rilevanti, installate da oltre dieci anni: questo comporta fermi prolungati che rallentano lo



svolgimento della ricerca. Pertanto si ritiene necessario che sia le risorse umane e che quelle strumentali vengano potenziate in modo apprezzabile. Il superamento di almeno parte dei punti critici sopra menzionati renderà possibile un più ampio e completo sviluppo delle potenzialità della commessa, al momento già inserita in progetti FIRB, Network of Excellence europei, in Progetti Regionali e in proposte a Progetti Interdipartimentali del CNR; le attività della commessa in questi progetti e le proposte sono tutte concentrate su diversi aspetti dello studio della preparazione e delle proprietà di nanostrutture per fotonica.

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

Le competenze disponibili alla commessa costituiscono un pacchetto notevolmente completo su: a) preparazione MBE di strutture epitassiali avanzate basate su semiconduttori III-V e -in particolare- su nanostrutture a punti quantici b) caratterizzazione strutturale (raggi X e TEM), morfologica (AFM), elettrica (tecniche di carica spaziale e di trasporto) ed ottica (fotoluminescenza e riflettanza). Tali competenze sono state sviluppate e dimostrate nello svolgimento di attività di ampio respiro nell'ambito di Progetti CNR (Finalizzati, Strategici, ex-5%) Progetti MIUR (FIRB), Progetti Regionali e Attività Comunitarie (Network of Excellence).

#### *Strumentazione*

La strumentazione disponibile é: 1) Epitassia da Fasci Molecolari per strutture epitassiali avanzate, 2) strumentazione avanzata a raggi X (diffrazione, topografia, mappe di reticolo reciproco), 3) Microscopio Elettronico in Trasmissione (CTEM), 4) Microscopio a Forza Atomica (AFM), 5) strumentazione per misure capacitivie (C-V, DLTS, ammettenza, microscopia di capacità a scansione) e di corrente (I-V, Hall) e 6) apparecchiatura per fotoluminescenza e riflettività. Sono disponibili anche strumentazioni per metallizzazione e fotolitografia per la fabbricazione di strutture per caratterizzazione.

#### *Tecniche di indagine*

1) Tecniche di indagine strutturale-morfologica utilizzando raggi X, microscopia elettronica e microscopia a forza atomica, 2) tecniche per la caratterizzazione elettrica di materiali e dispositivi e 3) tecniche per la caratterizzazione ottica di materiali e dispositivi

#### *Tecnologie*

1) Epitassia da Fasci Molecolari di nanostrutture a bassa dimensionalità e 2) tecnologie per metallizzazioni e fotolitografia finalizzate alla fabbricazione di strutture per caratterizzazione.

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

Per caratterizzare e studiare compiutamente le strutture preparate proseguiranno le numerose attività di collaborazione già proficuamente instaurate da anni con Istituti CNR (IMM (sezione di Bologna) su strutture per cristalli fotonici), gruppi e istituti universitari appartenenti al precedente INFN (Milano Bicocca, Pavia, Firenze, Roma La Sapienza (su proprietà ottiche di nanostrutture a punti quantici)). Continuerà la collaborazione con gruppi del Network of Excellence SANDiE nell'ambito del 6 PQ della CE, quali Università di Sheffield (preparazione delle strutture e proprietà ottiche), CSIC di Madrid (preparazione delle strutture), Università di Valencia (proprietà ottiche), Università di Cádiz e Edinburgh (proprietà strutturali).

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

La commessa QDot intende presentare una proposta nel Progetto Interdipartimentale CNR 'Sicurezza', all'interno del quale si potrà occupare dello studio della preparazione e delle proprietà di nanostrutture a punti quantici: 1) per la rivelazione ottica nell'infrarosso (2-15  $\mu\text{m}$ ) per scopi di 1a) surveillance e difesa e 1b) rivelazione di inquinanti, contaminanti e agenti aggressivi e 2) emittitori a fotone singolo (1.0-1.5  $\mu\text{m}$ ) per la sicurezza delle comunicazioni (crittografia quantistica). I rivelatori di cui al punto 1) presentano notevoli vantaggi rispetto agli attuali per la realizzazione di cortine bidimensionali per imaging. La commessa sarà anche attiva nella presentazione di un progetto di estensione dell'attuale iniziativa regionale MIST-ER a Società Consortile con partecipazione del CNR, che avrà come scopo quello di sviluppare tecnologie abilitanti di interesse per aziende della Emilia-Romagna. Infine, la commessa parteciperà insieme agli attuali gruppi afferenti al Network of Excellence 'SANDiE' del 6 PQ di EC a proposte nel settore di nanomateriali e nanostrutture per fotonica nell'ambito del 7 PQ di prossimo avvio.



### **Finalità**

#### **Obiettivi**

Gli obiettivi sono: a) sviluppo della: a1) preparazione MBE, a2) possibilità di ingegnerizzazione delle strutture per ottenere efficiente emissione nelle finestre di interesse fotonico e per cristalli fotonici e a3) caratterizzazione strutturale (raggi X e TEM), morfologica (AFM), elettrica (C-V, DLTS, ammettenza, microscopia di capacità a scansione) ed ottica (fotoluminescenza e riflettanza) di nanostrutture a punti quantici basate su semiconduttori III-V, b) trasferimento delle relative metodologie e tecniche a istituzioni ed aziende interessate nell'ambito di progetti comuni e c) disponibilità per la comunità scientifica ed industriale di nanostrutture con proprietà e caratteristiche fotoniche controllate.

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

I risultati attesi nel 2007 sono relativi a: 1) progettazione e preparazione MBE di nanostrutture a punti quantici: 1a) in cui i portatori siano sufficientemente confinati nei QDot da limitare l'escape termico degli stessi dai QDot e 1b) aventi lunghezze d'onda di emissione all'interno della finestra spettrale 1.3 - 1.6 um, resa interessante dalla disponibilità delle nuove fibre ottiche a basso contenuto di ossidrilili, 2) individuazione della natura e delle proprietà di difetti che si comportano da centri di ricombinazione non radiativa e che possono limitare la efficienza di emissione ottica e 3) avvio del processo di correlazione dei risultati strutturali, elettrici ed ottici e di retroazione sulla ingegnerizzazione delle strutture e sulle condizioni di preparazioni adatte per l'ottimizzazione della emissione a temperatura ambiente a lunghe lunghezze d'onda (maggiori di 1.3 um). Nell'ambito della attività su cristalli fotonici, si procederà allo studio di strutture con lunghezze d'onda di operazione a 1.55 um.

#### **Potenziale impiego**

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

Lo sviluppo di componenti fotonici innovativi è considerato di grandissimo interesse applicativo ed industriale; in particolare, dispositivi emettitori quali laser a cavità verticale (VCSEL) potranno avere un vastissimo impatto nel settore telecom e datacom.

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

Lo sviluppo di componenti fotonici innovativi consentirà di dare diverse risposte, fra cui quelle nei settori di telelavoro, telemedicina e teleistruzione, che derivano dalla enorme espansione delle possibilità di telecomunicazioni a basso costo e a larga banda su area locale e metropolitana.

### **Moduli**

**Modulo:** Preparazione e caratterizzazione di nanostrutture per fotonica  
**Istituto esecutore:** Istituto dei materiali per l'elettronica ed il magnetismo  
**Luogo di svolgimento attività:** Sede principale Istituto

### **Risorse commessa 2007**

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>
375	87	75	0	537	28	190	108	N.D.	673

valori in migliaia di euro

<b>Unità di personale di ruolo*</b>	
ricercatori	Totale
4	6

\*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
4	1	0	2	0	0	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>
1	2	1	4

\*dottorati, borse di studio, assegni di ricerca



## Fotonica degli Alti Campi

### *Dati generali*

<b>Progetto:</b>	Ottica, Fotonica e Plasm
<b>Tipologia di ricerca:</b>	Progetti relativi a linee tematiche a carattere strategico
<b>Istituto esecutore:</b>	Istituto per i processi chimico-fisici
<b>Sede principale svolgimento:</b>	Sede principale Istituto
<b>Dip. di prevista afferenza:</b>	Materiali e Dispositivi
<b>Responsabile indicato:</b>	LEONIDA ANTONIO GIZZI

### *Elenco dei partecipanti*

	liv.		liv.		liv.
Bagnesi Cinzia	VII	Girolami Maria Laura	IV	Onor Massimo	V
Baldeschi Walter	VI	Giulietti Antonio	I	Palla Paolo	IV
Barbini Alessandro	IV	Gizzi Leonida Antonio	II	Picchi Maurizio	V
Bolognesi Luca	III	Grassini Stefania	IV	Rossi Antonella	V
Cempini Manuela	V	Guidarini Dante	IV	Roventini Giovanna	V
Consani Mario	VI	Lanza Clara	V	Voliani Mauro	VII
Cosci Orlando	V	Masserotti Marcello	VIII	Zini Paolo	IV

### *Tem*

#### *Tematiche di ricerca*

Le tematiche oggetto dell'attività della Commessa riguardano la fisica dell'interazione di impulsi laser di altissima potenza con la materia.

Nello specifico, tra i settori di interesse troviamo la fusione per confinamento inerziale, la spettroscopia ottica ed X ad alta risoluzione temporale (sub ps) e l'accelerazione di particelle cariche in onde di plasma. Altre tematiche includono l'ottica laser e l'ottica X, l'interazione della radiazione ionizzante (X, gamma, elettroni e protoni) con la materia.

#### **PROGETTI IN CORSO**

Per quanto riguarda i progetti in corso, si segnalano:

Progetto MIUR-FIRB (BLISS - Broadband laser) Coordinatore Antonio Giulietti - 'Sviluppo di un laser a banda larga per studi sulla fusione inerziale'. Progetto PLASMON-X (INFN e CNR) Coordinatore - Danilo Giulietti 'Accelerazione ad alto gradiente e sorgente X da scattering Thomson

Progetto MIUR-FISR (FiXer - Sorgente X ai Femtosecondi) Resp. Leonida Gizzi 'Studio di una sorgente X ultraveloce basata su impulsi laser ai fs'.

#### *Stato dell'arte*

La fotonica degli alti campi è uno settore a rapido tasso di crescita ed elevato fattore d'impatto grazie ai continui progressi nella generazione ed amplificazione di impulsi corti ed ultracorti di luce laser di elevata potenza. Tra gli studi in corso, sia presso grandi infrastrutture che in laboratori di piccola scala, i più promettenti riguardano le armoniche di alto ordine, per il pump and probe agli attosecondi, l'accelerazione di elettroni a plasma, la produzione di impulsi ultracorti di raggi X, la produzione di fasci di protoni e ioni.

### *Azioni*

#### *Attività da svolgere*

L'attività prevista per il 2006 include una campagna sperimentale da svolgere presso il laboratorio ILL/PCF riguardante l'accelerazione di elettroni relativistici in gas jet da svolgersi nell'ambito del progetto PLASMON-X.

Si prevede poi la prosecuzione dell'attività di sviluppo laser nell'ambito del progetto MIUR-FIRB BLISS, con particolare riferimento alla realizzazione della sincronizzazione dei sistemi laser ns e fs per esperimenti combinati.

Si prevede quindi attività sperimentale nel campo della propagazione di elettroni veloci in solidi da studiare attraverso la rivelazione di radiazione X di fluorescenza (k-alpha) nell'ambito del progetto MIUR-FISSR sulle sorgenti X ad impulsi ultracorti.

dal punto di vista delle attività progettuali, continuerà l'impegno nella collaborazione alle proposte progettuali di grandi infrastrutture europee HiPER ed ELI come già previsto dalla roadmap dell'ESFRI.

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

Ai punti critici già individuati nella descrizione dello stato di avanzamento (supporto tecnico e personale), si prevede anche la difficoltà legata al consolidamento istituzionale del CNR nelle proposte progettuali di



grandi infrastrutture HiPER ed ELI. Come già comunicato al Direttore del Dipartimento di afferenza (MD) in data 27/10/06, è urgente che il CNR, attraverso il Dipartimento stesso, esprima una manifestazione di interesse in particolare verso il programma HiPER nel quale la commessa, attraverso i suoi partecipanti, è pienamente inserita e riconosciuta scientificamente. Questa manifestazione di interesse costituisce il passo fondamentale per promuovere la partecipazione dell'Italia alla fase preparatoria e alla successiva realizzazione della infrastruttura.

Un ulteriore punto critico, anch'esso già portato a conoscenza del Dipartimento MD, riguarda l'opportunità di una organica partecipazione al progetto INFN PLASMON-X che, per la sua peculiarità e le sue potenzialità scientifiche richiederebbe la stipula di una convenzione specifica per la collaborazione scientifica tra enti.

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

N-Le competenze principali includono lo sviluppo di laser di alta potenza e larga banda, l'interazione laser-materia con impulsi corti ed ultracorti con particolare riferimento alla fusione termonucleare tramite confinamento inerziale e all'accelerazione di particelle cariche. Altre competenze consolidate includono lo sviluppo di sorgenti X ad impulsi ultracorti e loro applicazioni e la modellizzazione numerica della fisica dell'interazione laser-plasma.

#### *Strumentazione*

N-Le attività intramoenia si svolgono nel Laboratorio di Irraggiamento con Laser Intensi dell'IPCF che comprende una gamma di sistemi laser di potenza tra i quali un sistema multi-stadio ad impulsi ultracorti del tipo 'Titanio di Zaffiro' in grado di generare impulsi della potenza di 2TW con un rate di ripetizione di 10 Hz alla lunghezza d'onda di 800 nm. Altre strumentazioni includono una gamma di rivelatori CCD per radiazione X di ultima generazione, streak-camere. Il laboratorio è dotato di tre camere da vuoto per l'interazione laser-materia, equipaggiate con sistemi di movimentazione micrometrica del bersaglio a controllo remoto. La commessa ha poi partecipato alla realizzazione di un cluster per il calcolo numerico che viene impiegato per l'esecuzione di codici di simulazione del tipo Particle in cell e/o idrodinamici. Infine, le attività della commessa includono anche l'accesso alle facility laser europee incluse nell'iniziativa integrata europea denominata LASERLAB.

#### *Tecniche di indagine*

N-Le tecniche di indagine includono la spettroscopia ottica, X e gamma per lo studio dei processi di accoppiamento della radiazione laser con il plasma; nel caso di esperimenti di accelerazione laser-plasma vengono inoltre impiegati anche metodi innovativi per lo studio di distribuzione angolare ed energetica di elettroni relativistici; vengono poi impiegati metodi di indagine per l'analisi temporale ultraveloce sia nel range visibile che dei raggi X.

#### *Tecnologie*

Le tecniche di modell(izz)azione dei sistemi studiati sono prevalentemente di natura numerica e sfruttano l'impiego di cluster linux locali o macchine remote.

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

Collaborazioni organiche e consolidate con partner nazionali ed internazionali, tra cui il Dip. di Fisica UniPI, l'Az. Ospedaliera Pisana, IISM-CNR (Area Tor Vergata), il Dip. Ing. UniRoma1, l'INFN, il lab. SLIC- SPAM-Drecom (CEA, Parigi), la CLF-RAL (Oxford), la Queen's University of Belfast, IIOQ-UniJena (Jena, Germania), il Dip. Fisica della Moscow State Univ. (Mosca), il Lawrence Livermore National Lab. (USA) e l'Università di Tokyo (Japan). Con questi partner sono stati formalizzati progetti comuni e/o protocolli di intesa tra Istituti. Particolare rilievo assume l'integrazione, come partner associato, nel LASERNET (Rete europea di Infrastrutture Laser). Da sottolineare anche la partecipazione alla rete internazionale COAST (Center of Advanced Science and Technology (COAST) Project) promosso dal JSPS (Japanese Society for the Promotion of Science).

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

Le principali iniziative riguardano la partecipazione alle proposte progettuali del 7 programma quadro dell'Unione Europea, con particolare riferimento alla fase preparatoria dei progetti HiPER ed ELI.

#### *Finalità*

##### *Obiettivi*

Obiettivo di questa proposta è quello di integrare le attività e gli obiettivi relativi ai progetti esterni attualmente in corso, unitamente alle risorse umane e strumentali da questi rese disponibili, in un programma coerente, teso al consolidamento di questa tematica, anche nell'ambito dei programmi europei. In particolare, ci si propone di integrare struttura-laboratorio ILIL-IPCF nella rete europea di infrastrutture laser.





#### Risultati attesi nell'anno

Si prevede di attivare il regime di accelerazione di elettroni relativistici nei plasmi presso il laboratorio ILL per avviare uno studio di fattibilità di schemi alternativi di accelerazione con sistemi laser compatti.

#### Potenziale impiego

##### - per processi produttivi

L'attività della commessa si basa sullo sviluppo di competenze nel settore dei laser di alta potenza. La produzione di laser di potenza su scala internazionale è in continua crescita ed estremamente attivo dal punto di vista degli assetti industriali (si vedano le frequenti acquisizioni operate dalle aziende leader del settore). L'Italia, tra i paesi tecnologicamente avanzati, stenta ad esprimere le sue potenzialità in questo settore, anche a causa dell'insufficiente sforzo nella formazione di personale altamente specializzato. Le competenze e la formazione generati dall'attività della commessa sono elementi essenziali nello sviluppo di processi produttivi innovativi in questo settore.

Altri settori di riferimento dal punto di vista produttivo sono l'industria elettronica e l'industria delle attrezzature per la diagnostica e la terapia medica. I risultati previsti sono di potenziale impiego nella caratterizzazione dei componenti per l'industria elettronica attraverso test non-distruttivi e lo sviluppo di strumenti di verifica e screening in ambito ospedaliero.

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

Tra gli obiettivi perseguiti in questo programma di ricerca, le nuove tecniche di accelerazione di particelle cariche basate su laser intensi costituisce una delle possibilità, attualmente allo studio, per la realizzazione di una nuova generazione di strumenti diagnostici e terapeutici in grado di superare i limiti concettuali della strumentazione attualmente in uso in ambito bio-medico. Queste prospettive di impiego stanno favorendo la creazione su scala internazionale di centri di ricerca e sviluppo che integrano il settore bio-medico e quello dei laser di alta potenza. Le ricerche nell'ambito della commessa trovano anche impiego nel settore della fusione termonucleare per confinamento inerziale.

#### Moduli

**Modulo:** Fotonica degli alti campi per la generazione di impulsi ultracorti di radiazione X e particelle di alta energia

**Istituto esecutore:** Istituto per i processi chimico-fisici

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

**Modulo:** Sviluppo di laser a larga banda per studi strategici sulla fusione per confinamento inerziale

**Istituto esecutore:** Istituto per i processi chimico-fisici

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

#### Risorse commessa 2007

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
365	34	89	0	488	34	157	111	N.D.	633

valori in migliaia di euro

Unità di personale di ruolo*	
ricercatori	Totale
3	7

\*equivalente tempo pieno

Unità di personale non di ruolo									
associato	dottorando	borsista	assegnista	specializzando	incaricato di ricerca	professore visitatore	collaboratore professionale	altro	Totale
0	4	0	1	0	1	0	1	1	8



<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	3	7

\*dottorati, borse di studio, assegni di ricerca



## Fotonica a raggi X

### *Dati generali*

<b>Progetto:</b>	Ottica, Fotonica e Plasmi
<b>Tipologia di ricerca:</b>	Progetti di sviluppo competenze
<b>Istituto esecutore:</b>	Istituto di struttura della materia
<b>Sede principale svolgimento:</b>	Sede principale Istituto
<b>Dip. di prevista afferenza:</b>	Materiali e Dispositivi
<b>Responsabile indicato:</b>	VALERIO ROSSI ALBERTINI TIRANNI

### *Elenco dei partecipanti*

Adamo Cecilia	liv. IV	De Santis Giuseppe	liv. VIII	Penna Massimiliano	liv. IX
Bartirono Rosario	I	Emma Giovanni	VIII	Perfetti Paolo	DIRE
Brandispada Walter	VIII	Gizzi Leonida Antonio	II	Pierini Goffredo	IV
Cappoli Enrico	VII	Ianni Grazia	VIII	Politi Roberto	IX
Cedola Alessia	III	Lagomarsino Stefano	I	Ponzi Bruna	VIII
Cianfanelli Maria Claudia	VIII	Leonetti Massimo	VII	Rossi Albertini Tiranni	III
Ciccarelli Elisabetta	VI	Lupini Fernando	IV	Valerio	
Cimini Cristiana	VI	Marchetti Giorgio	VII	Rossi Franca	VI
Cirone Anna Maria	V	Moretto Luciano	IV	Scarinci Fernando	III
D'Antonio Carlo	IV	Napoleoni Paolo	VI	Sensini Rosano	VII
D'Orazi Laura	VI	Olivieri Antonio	VIII	Severi Valerio	VIII
De Cinti Francesca	VI	Paparazzo Ernesto	II	Silenzi Patrizia	VII
De Fazio Daniela	VII	Penna Anna	VII	Spadari Fabio	VIII
				Zaccaria Francesca	VIII

### *Temi*

#### *Tematiche di ricerca*

Studi nell'ambito del progetto SPARC-SPARX per la realizzazione di un laser ad elettroni liberi ed attività ad esso collegate.

Caratterizzazione del funzionamento e miglioramento delle prestazioni di materiali e dispositivi di interesse tecnologico.

Sviluppo delle tecniche di indagine strutturale e morfologica in situ. Costruzione ed uso di nuove linee e apparecchiature a raggi X.

Estensione della strumentazione del laboratorio per lo sviluppo di metodologie di indagine con tecniche spettroscopiche complementari alla diffrazione.

#### *Stato dell'arte*

1. La sorgente FEL attualmente in fase di realizzazione presso i laboratori nazionali di Frascati dell'INFN, permetterà lo sviluppo di tecniche e metodologie sperimentali che non hanno corrispettivo nei laser convenzionali, coniugando le caratteristiche di questi e delle migliori sorgenti di raggi X. Il nostro contributo sta riguardando sia lo sviluppo di linee di luce che di tecniche e metodologie connesse all'uso di raggi X prodotti da FEL.

2. Lo studio di materiali di fuel cells, possibile soluzione ai problemi energetici e ambientali, è di fondamentale importanza per garantirne durata e affidabilità. Gli studi sinora condotti da questa commessa concorrono al miglioramento delle prestazioni, consentendo di comprendere alcuni dei meccanismi a cui è legata la perdita di efficienza delle celle stesse.

3. Gli studi che si svolgono nell'ambito dei nanomateriali consentiranno di realizzare dispositivi di nuova generazione elettroacustici, magnetici, metallo-organici.



### **Azioni**

#### *Attività da svolgere*

Continuazione dell'attività in corso nell'ambito del progetto SPARC-SPARX per la realizzazione di un laser ad elettroni liberi. Studi preliminari di dispositivi, componenti ottici e tecniche sperimentali da impiegare quando il laser entrerà in funzione.

Approfondimento degli studi in svolgimento sui materiali e i dispositivi di interesse nel campo delle energie rinnovabili e a basso impatto ambientale (membrane di celle a combustibile, sensori di gas-serra, celle solari organiche).

Sviluppo di strumentazione a raggi X

Avvio di una nuova attività di ricerca consistente nel condurre studi in-situ congiunti di microscopia AFM e diffrazione/riflettività di raggi X su sistemi soggetti a modificazioni strutturali/morfologiche.

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

I punti critici sono quelli già espressi in passato, ovvero la difficoltà di garantire continuità al lavoro di ricerca che si basa su personale a contratto, la cui permanenza è subordinata alla regolarità delle erogazioni dei fondi da parte dei soggetti finanziatori.

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

Esperienza in tecniche di raggi X, quali ottica, spettroscopia, diffrazione, riflettometria, tomografia e produzione tramite plasma.

Inoltre, esperienza in microscopia AFM, tecniche di luce di sincrotrone e di neutroni. Ottica con laser da laboratorio.

#### *Strumentazione*

Apparecchi a raggi X: spettrometri, tomografi, diffrattometri, riflettometri, banchi per ottica di raggi X. Microscopi AFM, linee di luce di sincrotrone (Elettra e ESRF) e di neutroni (ILL e RAL). Spettrometro Auger. Laser e strumentazione ottica.

#### *Tecniche di indagine*

Tecniche a raggi X:

EDXD, EDXR, XRD, SAXS, GISAXS, GIXRD, MAD, HighEnergy-XRD, Tomografia, Assorbimetria, Spettroscopia.

Tecniche microscopiche:

AFM, STM, SEM, TEM, Auger.

Tecniche ottiche nell'IR, visibile, UV, raggi X

#### *Tecnologie*

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

Committenti: MIUR

Partner:

Collaborazioni al progetto sulle celle a combustibile:

Dipartimento di Chimica, Università La Sapienza, Roma1

Dipartimento di Chimica, Università di Camerino,

Dipartimento di Ingegneria, Università Tor Vergata, Roma2

Dipartimento di Chimica, Università di Pavia,

Dipartimento di Chimica, Università di Padova

Dipartimento di Chimica, Università di Perugia

ESRF-Grenoble

Collaborazioni al progetto sulle free electron laser:

Dipartimento di Fisica, Università di Pisa,

INFN-Laboratori Nazionali di Frascati,

ENEA-Frascati

IMIP-CNR

IFM-CNR,

IC-CNR

In altre attività:

ISC-CNR

IMM-CNR

IDAC-CNR

Dipartimento di Fisica, Università La Sapienza di Roma



*Iniziativa per l'acquisizione di ulteriori entrate*

1) Partecipazione al bando della Regione Lazio per promuovere la collaborazione tra enti pubblici di ricerca (o università) e piccole e medie imprese.

2) Sollecitazione del finanziamento di un progetto di ricerca in collaborazione con la Ditta Mossi e Ghisolfi di Tortona, il cui inizio data Luglio 2006, ma per il quale non è stata ancora disposta l'erogazione dei fondi.

**Finalità**

*Obiettivi*

- Miglioramento delle prestazioni di materiali e dispositivi di interesse tecnologico.
- Perfezionamento delle tecniche di indagine strutturale e morfologica in situ e risolte temporalmente
- Realizzazione ed utilizzazione di nuove linee e apparecchiature a raggi X.
- Esecuzione di misure ad alta risoluzione temporale (pump&probe)
- Sviluppo di nuove metodologie di indagine con raggi X

*Risultati attesi nell'anno*

Approfondimento degli aspetti relativi al laser ad elettroni liberi in fase di realizzazione: tecniche sperimentali; componenti ottici a raggi x per la focalizzazione, il trasporto e la manipolazione del fascio; esperimenti preliminari.

Conclusioni dell'adattamento del diffrattometro di raggi X per lo studio in situ del grado di idratazione di membrane in celle a combustibile e conseguente descrizione del bilancio di acqua nelle varie condizioni sperimentali in cui la cella si trova ad operare.

Studio della correlazione tra variazioni morfologiche registrate con riflettometria di raggi X e variazioni della superficie di film sensibili ai gas-serra

Studio congiunto delle proprietà strutturali e di trasporto elettrico in celle solari polimeriche.

*Potenziale impiego*

*- per processi produttivi*

Celle a combustibile: per la produzione di energia rinnovabile ed ecocompatibile

Sensori di gas: per il rilevamento di agenti inquinanti e gas serra

Film magnetici: per il miglioramento delle prestazioni delle unità di memoria dei microprocessori

Film elettroacustici: per la realizzazione di trasduttori più veloci ed efficienti

Polimeri conduttori compositi: per la realizzazione di celle solari organiche

*- per risposte a bisogni individuali e collettivi*

Free electron laser: per consentire studi di nuova concezione basati sull'impiego di radiazione coerente, pulsata, estremamente intensa, collimata e monocromatica. Gli impieghi sono innumerevoli e spaziano dall'olografia di oggetti microscopici, agli studi ad alta risoluzione temporale di fenomeni veloci (femtochimica e femtofisica), di oggetti debolmente interagenti con i raggi X, di processi e strutture biologiche (single protein crystallography).

**Moduli**

**Modulo:** Fotonica a raggi X  
**Istituto esecutore:** Istituto di struttura della materia  
**Luogo di svolgimento attività:** Sede principale Istituto

**Modulo:** Ottiche per X-FEL  
**Istituto esecutore:** Istituto di fotonica e nanotecnologie  
**Luogo di svolgimento attività:** Sede principale Istituto

**Modulo:** Produzione di raggi X da plasma tramite l'uso di radiazione FEL  
**Istituto esecutore:** Istituto per i processi chimico-fisici  
**Luogo di svolgimento attività:** Sede principale Istituto

**Modulo:** Metodi per misure di nanocristalli mediante l'uso di radiazione FEL  
**Istituto esecutore:** Istituto di cristallografia  
**Luogo di svolgimento attività:** Sede principale Istituto



**Modulo:** Spettroscopia elettronica per indagini con radiazione FEL  
**Istituto esecutore:** Istituto di metodologie inorganiche e dei plasmi  
**Luogo di svolgimento attività:** Sede principale Istituto

*Risorse commessa 2007*

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>
531	89	417	0	1.037	47	553	137	N.D.	1.221

valori in migliaia di euro

<i>Unità di personale di ruolo*</i>	
ricercatori	Totale
4	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	2	0	1	0	0	1	0	0	4

<i>Richiesta nuove unità di personale</i>			
tempo determinato	tempo indet	non di ruolo*	Totale
1	2	9	12

\*dottorati, borse di studio, assegni di ricerca



## Generazione di radiazione X ultrabreve 'soft e hard' e di impulsi ad attosecondi: sistemi 'table-top' per analisi avanzata dei materiali

### *Dati generali*

<b>Progetto:</b>	Ottica, Fotonica e Plasmi
<b>Tipologia di ricerca:</b>	Progetti relativi a linee tematiche a carattere strategico
<b>Istituto esecutore:</b>	Centro di responsabilità scientifica INFM
<b>Sede principale svolgimento:</b>	CRS ULTRAS
<b>Dip. di prevista afferenza:</b>	Materiali e Dispositivi
<b>Responsabile indicato:</b>	SANDRO DE SILVESTRI

### *Elenco dei partecipanti*

Arnone Alberto	liv. IX	Di Lello Piero	liv. VIII	Palazzo Nicoletta	liv. III
Ballero Gabriele	VII	Distefano Fabio	VII	Parodi Elena	V
Barraco Ignazia	V	Foppiano Caterina	V	Pernati Barbara	V
Beltrami Monica	V	Fortunati Francesca	VI	Pittaluga Dameri	VII
Beroldo Raffaella	VII	Franchini Daniela	VI	Alessandro	
Bertoli Roberta	VII	Franguelli Simona	VI	Podini Laura	VII
Biondi Antonella	VII	Garbarino Maria Carla	V	Poggi Sabrina	V
Bolla Matilde	VI	Gennai Irene Maria	VI	Pollio Daniela	VII
Bonora Stefano	III	Genovese Giuseppe	V	Punginelli Marco	VI
Borello Gian Piero	II	Imperatore Antonucci	VI	Salvestrini Paolo	VI
Brocca Alessandra	VII	Danilo		Santroni Adriana	VI
Cagnana Barbara	V	Ivaldi Fulvia	VII	Savoldi Giovanna	V
Calvi Francesca	IV	La Ferla Michela	VI	Sciaccaluga Liliana	V
Camauli Enrico	V	Lo Grasso Giusy	VI	Scotto Stefania	VI
Caporali Andrea	IV	Luciano Sergio	DIRI	Spano Francesca	III
Carpene Ettore	III	Maloberti Sciutto Michela	VII	Spinozzi Simone	V
Corezzola Paola	VI	Mamberti Emanuele	IV	Talamo Valeria	VI
Dalla Libera Monica	V	Marescalchi Tatiana	VI	Tassistro Michela	V
De Almeida Nunes	V	Mastrangelo Eloise	III	Toncini Annamaria	V
Manganaro Jose' Carlos		Miceli Diletta	VI	Toscani Silvia	V
De Donatis Roberta	V	Milani De Mayo De Mari	III	Toselli Milena	III
De Marco Rocco	VI	Mario			
		Millio Marco	VI		

### *Temi*

#### *Tematiche di ricerca*

Nel settore dei raggi X soft: ottimizzazione dell'efficienza di generazione di armoniche di ordine elevato, misura della durata e selezione spettrale mediante monocromatori 'time invariant'.

Nel settore dei raggi X hard (energie del keV): generazione di impulsi da plasma mediante focalizzazione di laser multi-terawatt su bersagli solidi e sviluppo di tecniche di imaging.

Nel settore della fisica degli attosecondi: generazione controllata degli impulsi e sviluppo di tecniche per la loro caratterizzazione temporale. Nel settore delle applicazioni ad esempio: (i) sviluppo di tecniche di imaging a raggi X; (ii) studio dei livelli di core; (iii) analisi strutturale nelle transizioni di fase; (iv) dinamica elettronica ad attosecondi.

#### *Stato dell'arte*

La ricerca si pone all'interno di un ampio contesto internazionale che vede i maggiori laboratori laser europei, americani e giapponesi impegnati nella produzione di radiazione X ultrabreve e nella fisica degli attosecondi. In ambito europeo sono numerose le iniziative che trovano riscontro in progetti o reti finanziati dalla Comunità Europea. Inoltre lo sviluppo dei Free Electron Laser (FEL) prevede l'uso di sorgenti di radiazione X-UV coerente ultrabreve per tecniche di seeding. L'attività di ricerca si inserisce in questo contesto con elementi di assoluta originalità come: (i) l'uso di impulsi di pochi cicli ottici di elevata energia; (ii) l'utilizzo di tecniche di controllo della fase assoluta; (iii) gli ampi risvolti applicativi.



### **Azioni**

#### *Attività da svolgere*

L'attività si articolerà secondo le seguenti linee:

- Caratterizzazione della radiazione ottenuta mediante la generazione di armoniche di ordine elevato in gas nobili utilizzando un monocromatore del tipo 'time invariant' con relativo sistema di cross-correlazione per la misura degli impulsi in uscita.
- Studio di tecniche passive per la stabilizzazione della fase assoluta di impulsi di pochi cicli.
- Uso degli impulsi stabilizzati in fase a pochi cicli ottici ed ad elevata energia per la generazione di impulsi ad attosecondi singoli, mediante la tecnica di 'polarization gating' applicata al processo di generazione di armoniche di ordine elevato in diversi gas nobili
- Studio e sviluppo delle tecniche di misura degli impulsi ad attosecondi, basate su sistemi di cross-correlazione.
- Generazione di raggi X duri utilizzando diversi bersagli solidi (alluminio, ferro e teflon) e per diverse durate dell'impulso di pompa (60 fs - 1 ps), ottenuto da una sorgente a Titanio in zaffiro con potenza di picco sino a 2 terawatt.
- Studio di tecniche di imaging in trasmissione e contrasto di fase mediante l'uso di impulsi ultrabrevi a raggi X e rivelatori a centri di colore.

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

Le attività in oggetto coprono diversi settori che richiedono lo sviluppo e l'utilizzo di tecnologie di frontiera e pertanto presentano alcuni elementi di criticità come ad esempio: (i) sviluppo di sorgenti laser di pompa con caratteristiche estreme; (ii) ottiche XUV ad elevata efficienza e larga banda; (iii) manipolazione di impulsi X ultrabrevi e sviluppo delle relative tecniche di misura; (iv) tecniche di generazione controllata di impulsi ad attosecondi.

Le condizioni di fattibilità sono legate essenzialmente ad un adeguato supporto finanziario e alle collaborazioni con gruppi esperti nei settori complementari.

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

- Sviluppo di sorgenti laser a femtosecondi
- Tecniche di compressione ottica di impulsi a femtosecondi di elevata energia
- Tecniche di misura di impulsi a femtosecondi
- Generazione di armoniche di ordine elevato in gas
- Tecniche di generazione di impulsi ad attosecondi e loro caratterizzazione
- Progettazione e sviluppo di ottiche a larga banda nella regione X-UV
- Progettazione di spettrometri e rivelatori nel X-UV
- Codici di calcolo per lo studio dell'interazione radiazione materia ad alta intensità

#### *Strumentazione*

- Sistema laser a femtosecondi (oscillatore + amplificatore e compressore) a Titanio in Zaffiro (durata 25 fs, energia 1 mJ e frequenza di ripetizione 1 kHz) con stabilizzazione attiva della fase
- Due linee di amplificazione in parallelo a 30 fs, 2 mJ e 1 KHz
- Sistema di compressione degli impulsi mediante fibra cava e chirped mirrors: 5 fs, 250 microjoule, 1 kHz
- Camera di generazione di armoniche di ordine elevato e spettrometro XUV a campo piatto.
- Sistema laser a femtosecondi (oscillatore+amplificatore e compressore) a Titanio in Zaffiro (durata 45 fs, 2 mJ, 1 kHz)
- Sistema laser al terawatt a Titanio in Zaffiro: 60 fs, 120 mJ, 10 Hz
- Camera di interazione e spettrometro per raggi X da plasma generato da laser

#### *Tecniche di indagine*

- Tecniche di auto-correlazione per la misura di impulsi a femtosecondi (ampiezza e fase)
- Tecniche di controllo della fase assoluta per impulsi di pochi cicli ottici
- Tecniche di spettrometria 'time invariant' per la selezione spettrale di impulsi di radiazione a larga banda nel X-UV
- Tecniche di cross-correlazione per la misura di impulsi ad attosecondi (ampiezza e fase)

#### *Tecnologie*





*Collaborazioni (partner e committenti)*

Le attività si avvalgono delle seguenti collaborazioni

- CRS-Coherentia e IMIP-CNR: tecniche di misura della durata degli impulsi X soft;
- ENEA-Frascati: applicazione della radiazione ottenuta mediante generazione di armoniche ad alta energia a sorgenti FEL (seeding, sviluppo tecniche di misura di impulsi nella regione XUV);
- Imperial College (London, UK): studio e sviluppo di tecniche di generazione di radiazione X-UV soft da sistemi molecolari;
- Lund University (Lund Sweden): applicazioni impulsi ad attosecondi
- FOM Institute AMOLF (Amsterdam, Olanda): tecniche di imaging di processi attosecondi
- LR-LUXOR: progettazione e sviluppo di ottiche XUV, spettrometri e camere di interazione per raggi X.

Collaborazioni sono in atto a livello europeo nell'ambito di progetti finanziati dalla Comunità Europea quali:

- Network europei nel settore della radiazione X ultrabreve e attosecondi come 'Ultrashort X-UV pulses for time resolved nonlinear applications' (XTRA) c.n. MRTN-CT-2003-505138, che comprende 14 tra Università e Centri di ricerca europei con l'aggiunta di due gruppi in Canada e negli USA;
- Il CRS-ULTRAS è parte del 'Centre for Ultrafast Science and Biomedical Optics (CUSBO)', una facility riconosciuta dall'Unione Europea appartenente al network LASERLAB-EUROPE nell'ambito dell'azione 'Integrated Initiative Infrastructures' (I3) del VI Programma quadro. La Facility opera nel settore dei laser, dell'ottica e della spettroscopia ultrabreve e accoglie gruppi di ricerca europei.

*Iniziativa per l'acquisizione di ulteriori entrate*

Nell'ambito del VII Programma quadro sono previste iniziative per lanciare progetti del tipo 'Marie Curie' al fine di poter disporre di personale per le ricerche.

Si prevede di potenziare le collaborazioni nell'ambito dei progetti internazionali relativi allo sviluppo dei Free Electron Laser (FEL) in quanto presentano importanti ricadute nel settore della tecnologia laser e nella generazione di radiazione coerente X-UV mediante sistemi 'table top'.

**Finalità**

*Obiettivi*

Gli obiettivi nella generazione X soft e hard consistono nell'ottimizzazione e caratterizzazione della radiazione in termini di efficienza di produzione e misura della durata degli impulsi. Per gli impulsi ad attosecondi l'obiettivo consiste nello sviluppo di tecniche di generazione controllata. Infine si prevede la realizzazione di sistemi di misura (del tipo pump-probe) per l'analisi dei materiali. Le competenze sono ampie e comprendono il settore laser, le ottiche X e la fisica dei materiali.

*Risultati attesi nell'anno*

I risultati previsti sono:

- Misure di efficienza di trasmissione degli impulsi X-UV in uscita ad un monocromatore del tipo 'time invariant' utilizzato per selezionare lo spettro generato da armoniche di ordine elevato in gas nobili
- Caratterizzazione spettrale di una sorgente X hard a femtosecondi e analisi dei risultati ottenuti con diversi bersagli solidi;
- Tecniche di generazione di frequenza differenza per la stabilizzazione passiva della fase assoluta di impulsi di pochi cicli ottici
- Generazione controllata di impulsi ad attosecondi singoli e studio di possibili tecniche di caratterizzazione;
- Prove di tecniche di imaging con impulsi ultrabrevi a raggi X in trasmissione per l'analisi dello spessore di film sottili.

*Potenziale impiego*

*- per processi produttivi*

La messa a punto di sistemi table-top per la generazione efficiente di radiazione X-UV coerente consentirebbe in alcuni casi l'applicazione di tecniche diagnostiche senza dover ricorrere alle sorgenti di radiazione di sincrotrone, presenti solamente presso le grandi facility.

*- per risposte a bisogni individuali e collettivi*

**Moduli**

<b>Modulo:</b>	Generazione di radiazione X ultrabreve
<b>Istituto esecutore:</b>	Centro di responsabilità scientifica INFM
<b>Luogo di svolgimento attività:</b>	CRS ULTRAS



*Risorse commessa 2007*

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
282	114	97	52	545	5	216	249	N.D.	799

valori in migliaia di euro

<i>Unità di personale di ruolo*</i>	
ricercatori	Totale
4	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
18	0	0	0	0	0	0	0	0	18

<i>Richiesta nuove unità di personale</i>			
tempo determinato	tempo indet	non di ruolo*	Totale
2	2	3	7

\*dottorati, borse di studio, assegni di ricerca



## Fotonica ultrabreve dall'infrarosso al EUV: applicazioni a materiali e dispositivi per ICT, magnetismo, biomedicina e nanoscienze

### *Dati generali*

<b>Progetto:</b>	Ottica, Fotonica e Plasmi
<b>Tipologia di ricerca:</b>	Progetti relativi a linee tematiche a carattere strategico
<b>Istituto esecutore:</b>	Centro di responsabilità scientifica INFM
<b>Sede principale svolgimento:</b>	CRS ULTRAS
<b>Dip. di prevista afferenza:</b>	Materiali e Dispositivi
<b>Responsabile indicato:</b>	RINALDO CUBEDDU

### *Elenco dei partecipanti*

Arnone Alberto	liv. IX	Distefano Fabio	liv. VII	Palazzo Nicoletta	liv. III
Ballero Gabriele	VII	Foppiano Caterina	V	Parodi Elena	V
Barraco Ignazia	V	Fortunati Francesca	VI	Pernati Barbara	V
Beltrami Monica	V	Franchini Daniela	VI	Pittaluga Dameri	VII
Beroldo Raffaella	VII	Franguelli Simona	VI	Alessandro	
Bertoli Roberta	VII	Galli Anna	III	Podini Laura	VII
Biondi Antonella	VII	Garbarino Maria Carla	V	Poggi Sabrina	V
Bolla Matilde	VI	Gennai Irene Maria	VI	Pollio Daniela	VII
Bondani Maria	III	Genovese Giuseppe	V	Punginelli Marco	VI
Borello Gian Piero	II	Imperatore Antonucci	VI	Salvestrini Paolo	VI
Brocca Alessandra	VII	Danilo		Santroni Adriana	VI
Cagnana Barbara	V	Ivaldi Fulvia	VII	Savoldi Giovanna	V
Calvi Francesca	IV	La Ferla Michela	VI	Sciaccaluga Liliana	V
Camauli Enrico	V	Lo Grasso Giusy	VI	Scotto Stefania	VI
Caporali Andrea	IV	Luciano Sergio	DIRI	Spano Francesca	III
Corezzola Paola	VI	Luer Larry	II	Spinozzi Simone	V
Dalla Libera Monica	V	Maloberti Sciutto Michela	VII	Talamo Valeria	VI
De Almeida Nunes	V	Mamberti Emanuele	IV	Tassistro Michela	V
Manganaro Jose' Carlos		Marescalchi Tatiana	VI	Toncini Annamaria	V
De Donatis Roberta	V	Miceli Diletta	VI	Toscani Silvia	V
De Marco Rocco	VI	Millio Marco	VI	Toselli Milena	III
Di Lello Piero	VIII				

### *Temi*

#### *Tematiche di ricerca*

L'attività di ricerca comprende le seguenti tematiche:

- sistemi pump-probe con impulsi di pochi cicli ottici accordabili dal vicino infrarosso sino alla regione del visibile;
- microscopia ottica in campo prossimo a fs e microscopia a più fotoni;
- sviluppo di sistemi ottici a larga banda ad impulsi a fs per imaging di mezzi diffondenti.

Per quanto riguarda i settori applicativi:

- studio delle proprietà di nuovi materiali per dispositivi fotonici;
- studio delle proprietà di materiali magnetici per dispositivi in spintronica
- monitoraggio di attività funzionali in sistemi biologici in vivo;
- caratterizzazione di dispositivi basati su nanostrutture.

#### *Stato dell'arte*

La ricerca si pone in un contesto nazionale e internazionale nell'ambito dei materiali e dispositivi con caratteristiche innovative in diversi settori e dello sviluppo di tecniche diagnostiche non convenzionali. Sono numerose le iniziative relative a progetti e reti finanziati dalla Comunità Europea. L'attività si inserisce con elementi di assoluta originalità come l'uso di impulsi ultrabrevi accordabili, la realizzazione di sistemi diagnostici avanzati e l'ampio spettro di applicazioni.



### ***Azioni***

#### ***Attività da svolgere***

L'attività di ricerca si svolgerà secondo le seguenti linee:

- Sviluppo di sistemi per la spettroscopia ultraveloce basati su amplificatori ottici parametrici in geometria non collineare (NOPA) sincronizzati
- Sviluppo di "Scanning Near-field Optical Microscope" (SNOM) accoppiato con impulsi a femtosecondi dotato di nanosonda a piramide cava
- Fotoemissione a femtosecondi per lo studio delle dinamiche elettroniche in materiali metallici e magnetici con sorgente di eccitazione nell'ultravioletto e spettrometro a tempo di volo
- Spettroscopia ultraveloce delle proprietà degli stati elettronici di nanotubi di carbonio, della dinamica ultraveloce degli stati eccitati dei carotenoidi e dei processi di trasferimento energetico alle clorofille in sistemi fotosintetici.
- Sviluppo dei sistemi ottici a larga banda ad impulsi a femtosecondi per scansioni bidimensionali di mezzi diffondenti con la possibilità di combinare misure spettroscopiche a larga banda con informazioni spaziali, al fine di una migliore diagnosi delle neoplasie.
- Sviluppo di sistemi ottici per il monitoraggio di attività funzionali in sistemi biologici in vivo.

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

Le attività in oggetto coprono diversi settori che richiedono lo sviluppo e l'utilizzo di tecnologie di frontiera e pertanto presentano alcuni elementi di criticità come ad esempio:

- sviluppo di sistemi laser con caratteristiche estreme;
- sviluppo di tecniche diagnostiche di dispositivi o sistemi con funzionalità complessa, come in biomedicina.

Le condizioni di fattibilità sono legate essenzialmente ad un adeguato supporto finanziario e alle collaborazioni con gruppi esperti nei settori complementari.

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

La ricerca prevede un ampio spettro di competenze in settori, quali:

- effetti ottici non lineari per la generazione e amplificazione di impulsi a femtosecondi a larga banda accordabili
- microscopia ottica in campo prossimo (tecniche di approccio e di trattamento del segnale)
- proprietà dei materiali magnetici da impiegarsi in dispositivi per il settore della spintronica
- tecniche diagnostiche basate sulla diffusione della radiazione in tessuti di interesse biologico
- analisi funzionale di sistemi biologici in vivo

#### ***Strumentazione***

- Oscillatore a femtosecondi a Titanio in Zaffiro a cavità allungata (26 MHz di frequenza di ripetizione) accoppiato ad un sistema SNOM
- Sistema ottico a larga banda ad impulsi a femtosecondi con fibra a "cristalli fotonici"
- Sistema laser a Titanio in Zaffiro (Oscillatore + amplificatore): 120 fs, 0.7 mJ, 1kHz
- Evaporatore in alto vuoto per metallizzazioni
- Criostato a ciclo chiuso
- Analizzatori di spettro spettro
- Analizzatori a tempo di volo di elettroni

#### ***Tecniche di indagine***

- Tecniche di "pump-probe" con amplificatori parametrici accordabili per lo studio delle dinamiche temporali delle bande spettrali
- Tecniche di fotoemissione risolte in tempo per lo studio delle dinamiche nei sistemi magnetici
- Tecniche di imaging e di analisi funzionale in vivo

#### ***Tecnologie***



*Collaborazioni (partner e committenti)*

Le principali collaborazioni:

- CRS>NNL laser a quantum dots e polimeri;
- CRS-NEST: semiconduttori e materiali organici;
- Lund Laser Center (Lund: imaging in mezzi diffondenti);
- Fordham Univ. (New York) e IBF-CNR (Pisa): microscopia di interesse biologico;
- PTB (Berlino): tecniche di ossimetria
- Università di Pisa: tecniche di microscopia a scansione in campo prossimo (SNOM);
- ESRF e ELETTRA: analisi di materiali magnetici con luce di sincrotrone.

Nell'ambito della Comunità Europea collaborazioni in: (i) network europei del settore; (ii) infrastruttura integrata LASERLAB-Europe.

*Iniziativa per l'acquisizione di ulteriori entrate*

Partecipazione ai bandi della Comunità Europea relativamente al VII Programma Quadro in tematiche legate alla Fotonica e alla Salute.

**Finalità**

*Obiettivi*

Realizzazione di tecniche diagnostiche innovative quali:

- sorgenti accordabili di pochi cicli ottici;
- microscopia risolta in tempo e nonlineare anche in campo prossimo;
- sistemi di imaging a larga banda.

Per le applicazioni si prevede:

- studio di dispositivi innovativi organici e inorganici;
- studio di materiali per spintronica;
- analisi funzionali in biomedicina.

Le competenze sono ampie e comprendono il settore laser, la fisica dei materiali e l'ingegneria di dispositivi e sistemi.

*Risultati attesi nell'anno*

- Sviluppo di sistemi per la spettroscopia ultraveloce basati su amplificatori ottici parametrici in geometria non collineare (NOPA) sincronizzati
- Misure di ottica non-lineare in campo vicino mediante l'uso dello "Scanning Near-field Optical Microscope" (SNOM) accoppiato con impulsi a femtosecondi a piramide cava
- Misure di pump-probe in materiali metallici e magnetici
- Misura della dinamica vibrazionale coerente degli stati elettronici di nanotubi di carboni e proseguimento dello studio della dinamica ultraveloce degli stati eccitati dei carotenoidi.
- Proseguimento dello sviluppo di sistemi ottici a larga banda ad impulsi a femtosecondi per scansioni bidimensionale di mezzi diffondenti con applicazioni alla mammografia ottica
- Proseguimento delle applicazioni dei sistemi ottici per il monitoraggio delle attività funzionali in sistemi biologici in vivo, quali le variazioni di emodinamica cerebrale a seguito di attivazioni su compiti motori o cognitivi.

*Potenziale impiego*

*- per processi produttivi*

Lo studio delle proprietà dei materiali magnetici e di nuovi materiali a base organica può portare allo sviluppo di dispositivi innovativi per ICT e la sensoristica.

*- per risposte a bisogni individuali e collettivi*

Lo sviluppo di metodologie diagnostiche per la rivelazione delle neoplasie basate su tecniche esclusivamente di tipo ottico può costituire rispetto alle tecniche tradizionali per alcuni casi una alternativa più efficace per altri un valido affiancamento.

**Moduli**

<b>Modulo:</b>	Fotonica ultrabreve dall'infrarosso al EUV: applicazioni a materiali e dispositivi per ICT, magnetismo, biomedicina e nanoscienze
<b>Istituto esecutore:</b>	Centro di responsabilità scientifica INFM
<b>Luogo di svolgimento attività:</b>	CRS ULTRAS



*Risorse commessa 2007*

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
264	48	197	52	561	6	251	248	N.D.	815

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
29	0	0	0	0	0	0	0	0	29

<i>Richiesta nuove unità di personale</i>			
tempo determinato	tempo indet	non di ruolo*	Totale
3	3	2	8

\*dottorati, borse di studio, assegni di ricerca



## Ottica e spettroscopia nell'intervallo spettrale UV-X soffici

### *Dati generali*

<b>Progetto:</b>	Ottica, Fotonica e Plasmi
<b>Tipologia di ricerca:</b>	Progetti relativi a linee tematiche a carattere strategico
<b>Istituto esecutore:</b>	Centro di responsabilità scientifica INFN
<b>Sede principale svolgimento:</b>	Laboratorio Nazionale TASC e CRS DEMOCRITOS
<b>Dip. di prevista afferenza:</b>	Materiali e Dispositivi
<b>Responsabile indicato:</b>	STEFANO NANNARONE

### *Elenco dei partecipanti*

	liv.		liv.		liv.
Arnone Alberto	IX	De Marco Massimiliano	VI	Miceli Diletta	VI
Babic Claudia	VII	De Marco Rocco	VI	Millio Marco	VI
Ballero Gabriele	VII	Di Lello Piero	VIII	Mistrun Paola	V
Barraco Ignazia	V	Distefano Fabio	VII	Palazzo Nicoletta	III
Beltrami Monica	V	Doyle Bryan Patrick	III	Parodi Elena	V
Benedetti Davide	V	Fanucchi Rossella	VII	Pedio Maddalena	II
Beroldo Raffaella	VII	Ferranti Roberta	VI	Pernati Barbara	V
Bertoch Paolo	VIII	Foppiano Caterina	V	Pertot Alessandro	VI
Bigaran Stefano	V	Fortunati Francesca	VI	Pittaluga Dameri	VII
Bolla Matilde	VI	Franchini Daniela	VI	Alessandro	
Borello Gian Piero	II	Franguelli Simona	VI	Poggi Sabrina	V
Borgatti Francesco	III	Garbarino Maria Carla	V	Pollio Daniela	VII
Cagnana Barbara	V	Gennai Irene Maria	VI	Punginelli Marco	VI
Calvi Francesca	IV	Genovese Giuseppe	V	Salvador Federico	VI
Camauli Enrico	V	Giglia Angelo	III	Santroni Adriana	VI
Caporali Andrea	IV	Gotter Roberto	III	Savoldi Giovanna	V
Carpentiero Alessandro	VI	Gruden Ales	VIII	Sciaccaluga Liliana	V
Centazzo Martina	VI	Imperatore Antonucci	VI	Scotto Stefania	VI
Cociancich Ezio	VI	Danilo		Spano Francesca	III
Corezzola Paola	VI	Ivaldi Fulvia	VII	Spinozzi Simone	V
Cvelbar Vanja	VI	La Ferla Michela	VI	Suran Fabio	VI
Dalla Libera Monica	V	Lo Grasso Giusy	VI	Talamo Valeria	VI
Davidson Bruce	III	Luciano Sergio	DIRI	Tassistro Michela	V
De Almeida Nunes	V	Maloberti Scitutto Michela	VII	Toncini Annamaria	V
Manganaro Jose' Carlos		Mamberti Emanuele	IV	Toselli Milena	III
De Donatis Roberta	V	Marescalchi Tatiana	VI	Varas Stefano	VI
De Luisa Aleksander	IV	Martin Andrea	VI		

### *Temi*

#### *Tematiche di ricerca*

Sviluppo ed ottimizzazione di tecniche photon-in-photon-out (riflettività speculare, dielettrica e diffusa, fluorescenza, assorbimento, luminescenza) nell'intervallo UV-Xsoffici connesse con l'utilizzo e conduzione della beamline BEAR ad Elettra. Polarimetria nell'intervallo UV-Xsoffici.

Prestazioni di elementi ottici e di rivelatori di fotoni. Determinazione di costanti ottiche di materiali. Utilizzo di tecniche photon-in-photon-out nello studio di processi di nano-patterning di superfici, polarizzazione magnetica in film ultra sottili, ossidi depositi, assembling e funzionalizzazione di molecole su superfici. Sviluppo ed utilizzo di tecniche di emissione di fotoni per impatto elettronico su superficie (fotoemissione inversa). Crescita per deposizione atomica in ultra alto vuoto (MBE) di materiali (perovskiti) superconduttori ad alta temperatura e loro studio in-situ con le tecniche photon-in-photon-out e fotoemissione inversa.

#### *Stato dell'arte*

La diponibilità e l'uso estensivo di sorgenti di luce come i sincrotroni come estensione della attività di laboratorio a cui recentemente si vanno aggiungendo i FEL offre alle tecniche ottiche di studio della materia condensata uniche opportunità di indagine quantitativa.

Le attività della commessa si inseriscono al livello alto dell'attività in questo campo con obiettivi scientifici e capacità di risposta a problemi tecnologici e richieste industriali.



### **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)*

N.S.Sokolov, Ioffe, S.Pietroburgo, Russia;  
J.Nogues Univ. Autonoma Barcellona Spagna;  
J.Larruquert, CSIC, Madrid, Spagna;  
J.M.Gago, CSIC, Madrid, Spagna;  
F.Delmotte, Institute d'Optique, Lab. C.Fabry, France;  
S.Tautz International, Univ. Bremen, Germany;  
R.Felici OGG CNR c/o ESRF France;  
F.Boscherini, Dip.Fisica, Univ. Bologna;  
L.Pasquali, Dip.Ing.mat., Univ. Modena e R.E.;  
M.L.Foresti, Dip.Chimica, Univ. Firenze;  
L.Casalis, Elettra, Trieste;  
S.Iacobucci, IMAI-CNR, Montelibretti;  
R.Seeber, F.Terzi, Dip.Chimica, Univ. Modena e R.E.;  
A.M.Malvezzi, Dip.Fisica, Univ. Pavia;  
M.Coreno, IMA-CNR, I Trieste;  
M.De Simone, TASC-CNR, Trieste;  
G.Paolicelli S3 CNR, Modena;  
L.Poletto, M.Pelizzo LUXOR-CNR, Padova;  
G.Tondello, P.Nicolosi, Dip.DEL, Univ. Padova and LUXOR-CNR, Padova.

*Iniziative per l'acquisizione di ulteriori entrate*

Partecipazione ai bandi della Comunità Europea relativamente al VII Programma Quadro in tematiche legate alla Fotonica e alla Salute.

### **Finalità**

*Obiettivi*

Sviluppo ottimizzazione di tecniche ottiche photon-in-photon-out in UV-Xsoft e photon out nei processi di fotoemissione inversa. Contribuire alla comprensione dei meccanismi di nanopatterning con fluoruri della superficie Si(001), meccanismi microscopici nella crescita di ossidi di terre rare//Si(001), meccanismi di ancoraggio di molecole/metalli. Test e dati per ottimizzazione di ottiche a multistrato. Risposta ottica in UV-Xsoft di film ultrasottili. Polrimeria in UV-Xsoft con multistrati.

*Risultati attesi nell'anno*

*Potenziale impiego*

*- per processi produttivi*

La presente Commessa produce conoscenze legate a processi microscopici utilizzabili nel campo della microelettronica e della nanotecnologia e conoscenze di carattere tecnologico riguardanti la tecnologia della ottiche UV-Xsoft e della ingegneria della strumentazione nei campi dell'ottica, elettronica, meccanica e del vuoto.

*- per risposte a bisogni individuali e collettivi*





**Moduli**

**Modulo:** Ottica e spettroscopia nell'intervallo spettrale UV-X soffici  
**Istituto esecutore:** Centro di responsabilità scientifica INFM  
**Luogo di svolgimento attività:** Laboratorio Nazionale TASC e CRS DEMOCRITOS

**Risorse commessa 2007**

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
344	23	0	57	424	34	57	253	N.D.	711

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	0	0	0	0	0	0	0	0

<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



## **Sviluppo di strumentazione ottica e fotonica (Vis-UV-XUV-X) per impieghi scientifici (spaziali e radiazione di sincrotrone) ed industriali**

### *Dati generali*

<b>Progetto:</b>	Ottica, Fotonica e Plasmi
<b>Tipologia di ricerca:</b>	Progetti relativi a linee tematiche a carattere strategico
<b>Istituto esecutore:</b>	Centro di responsabilità scientifica INFM
<b>Sede principale svolgimento:</b>	LR LUXOR
<b>Dip. di prevista afferenza:</b>	Materiali e Dispositivi
<b>Responsabile indicato:</b>	GIUSEPPE TONDELLO

### *Elenco dei partecipanti*

	liv.		liv.		liv.
Ambrosio Federica	VII	Fedel Massimo	IV	Pelizzo Maria Guglielmina	III
Arnone Alberto	IX	Foppiano Caterina	V	Perazin Sandra	V
Ballerio Gabriele	VII	Fortunati Francesca	VI	Pernati Barbara	V
Barraco Ignazia	V	Franchini Daniela	VI	Pittaluga Dameri	VII
Beltrami Monica	V	Franguelli Simona	VI	Alessandro	
Beroldo Raffaella	VII	Garbarino Maria Carla	V	Poggi Sabrina	V
Bolla Matilde	VI	Gennai Irene Maria	VI	Poletto Luca	III
Borello Gian Piero	II	Genovese Giuseppe	V	Pollio Daniela	VII
Cagnana Barbara	V	Imperatore Antonucci	VI	Punginelli Marco	VI
Calvi Francesca	IV	Danilo		Rossi Gianluca	VI
Camauli Enrico	V	Ivaldi Fulvia	VII	Santroni Adriana	VI
Caporali Andrea	IV	La Ferla Michela	VI	Savoldi Giovanna	V
Corezzola Paola	VI	Lo Grasso Giusy	VI	Sciaccaluga Liliana	V
Da Deppo Vania	III	Luciano Sergio	DIRI	Scotto Stefania	VI
Dalla Libera Monica	V	Maloberti Sciutto Michela	VII	Spano' Francesca	III
De Almeida Nunes	V	Mamberti Emanuele	IV	Spinozzi Simone	V
Manganaro Jose' Carlos		Marescalchi Tatiana	VI	Talamo Valeria	VI
De Donatis Roberta	V	Miceli Diletta	VI	Tassistro Michela	V
De Marco Rocco	VI	Millio Marco	VI	Toncini Annamaria	V
Di Lello Piero	VIII	Palazzo Nicoletta	III	Toselli Milena	III
Distefano Fabio	VII	Parodi Elena	V		

### *Temi*

#### *Tematiche di ricerca*

Produzione di plasmi con laser come sorgenti di radiazione XUV; sviluppo di strumentazione XUV per SR e FEL; sviluppo di strumentazione XUV per impieghi spaziali; deposizione di film sottili per specchi multilayers per XUV; produzione di armoniche di ordine elevato con laser ai fs; diagnostica con gli X per NDT in campo industriale; misure di distanza e forme per impiego industriale e ai beni culturali; lavorazioni meccaniche con laser a diodi; sviluppo ottiche deformabili

#### *Stato dell'arte*

Le tematiche di ricerca pur nella loro varietà appartengono al filone delle applicazioni della moderna ottica ed optoelettronica. In questi settori l'avanzamento è molto rapido per l'impatto delle nuove tecnologie e nanotecnologie. Le attività della commessa rappresentano innovazioni molto significative nei relativi campi; inoltre vi è una significativa attività per l'applicazione di queste tecnologie al mondo industriale.

### *Azioni*

#### *Attività da svolgere*

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

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

#### *Strumentazione*





<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



## Sviluppo e applicazioni di sorgenti laser infrarosse a cascata quantica, a fibra ottica e di potenza

### *Dati generali*

<b>Progetto:</b>	Ottica, Fotonica e Plasmi
<b>Tipologia di ricerca:</b>	Progetti relativi a linee tematiche a carattere strategico
<b>Istituto esecutore:</b>	Centro di responsabilità scientifica INFM
<b>Sede principale svolgimento:</b>	LR LIT3
<b>Dip. di prevista afferenza:</b>	Materiali e Dispositivi
<b>Responsabile indicato:</b>	GAETANO SCAMARCIO

### *Elenco dei partecipanti*

Ancona Antonio	liv. III	Di Lello Piero	liv. VIII	Millio Marco	liv. VI
Arnone Alberto	IX	Distefano Fabio	VII	Palazzo Nicoletta	III
Ballerò Gabriele	VII	Foppiano Caterina	V	Parodi Elena	V
Barraco Ignazia	V	Fortunati Francesca	VI	Pernati Barbara	V
Beltrami Monica	V	Franchini Daniela	VI	Pittaluga Dameri	VII
Beroldo Raffaella	VII	Franguelli Simona	VI	Alessandro	
Bolla Matilde	VI	Garbarino Maria Carla	V	Poggi Sabrina	V
Borello Gian Piero	II	Gennai Irene Maria	VI	Pollio Daniela	VII
Cagnana Barbara	V	Genovese Giuseppe	V	Punginelli Marco	VI
Calabrese Paolo Pietro	VI	Imperatore Antonucci	VI	Santroni Adriana	VI
Calvi Francesca	IV	Danilo		Savoldi Giovanna	V
Camauli Enrico	V	Ivaldi Fulvia	VII	Sciaccaluga Liliana	V
Caporali Andrea	IV	La Ferla Michela	VI	Scotto Stefania	VI
Corezzola Paola	VI	Lo Grasso Giusy	VI	Spano' Francesca	III
Dalla Libera Monica	V	Loiudice Angela	VI	Spinuzzi Simone	V
De Almeida Nunes	V	Luciano Sergio	DIRI	Talamo Valeria	VI
Manganaro Jose' Carlos		Maloberti Sciutto Michela	VII	Tassistro Michela	V
De Donatis Roberta	V	Mamberti Emanuele	IV	Toncini Annamaria	V
De Marco Rocco	VI	Marescalchi Tatiana	VI	Toselli Milena	III
Di Franco Cinzia	III	Miceli Diletta	VI		

### *Temi*

#### *Tematiche di ricerca*

Realizzazione, studio ed applicazioni di sorgenti laser innovative: design e realizzazione di laser a cascata quantica nel medio IR e nei THz; studio di dispositivi fotonici mediante spettroscopia ottica a micro-sonda; sviluppo di sensori laser fotoacustici di tracce gassose; sviluppo di laser a fibra ottica; modellizzazione di strutture solitoniche in laser a cavità verticale; studio dei processi e sviluppo di sensori di saldatura laser; sviluppo di sensori laser di posizione.

#### *Stato dell'arte*

Determinazione sperimentale della temperatura elettronica e delle proprietà termiche dei laser a cascata quantica operanti nel medio IR. Brevetto di un sensore per la diagnostica della saldatura laser, in fase di trasferimento tecnologico. Previsioni teoriche sui laser a carattere solitonico. Verifica sperimentale della bistabilità ottica e della auto-organizzazione trasversa in array di VCSELs a cristallo fotonico. Sensore fotoacustico di NO (500 ppb) basato su laser a cascata quantica.



### ***Azioni***

#### *Attività da svolgere*

- Design, fabbricazione e caratterizzazione di laser a cascata quantica operanti nella regione spettrale dei THz (2-4 THz).
- Studio delle caratteristiche termiche ed elettroniche di dispositivi fotonici durante il funzionamento, mediante spettroscopia FT-IR, micro-Raman e luminescenza a micro-sonda.
- Sviluppo di sensori ottici di tracce gassose basati su celle fotoacustiche e sorgenti laser a cascata quantica per applicazioni ambientali.
- Sviluppo di laser a fibra ottica per applicazioni biomedicali e industriali.
- Sviluppo di sistemi di sensori compositi di saldatura laser per il monitoraggio in tempo reale della qualità dei giunti.
- Studio del processo di saldatura laser delle leghe di Al-Mg-Si.
- Studio di strutture spaziali solitoniche in microcavità broad-area basate su multi-quantum wells o multi-quantum dots GaAs/GaAlAs.
- Studio della auto-miscelazione i diodi laser per il controllo di posizionamento in tempo reale di macchine utensili.

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

- Acquisizione di wafer MBE per la fabbricazione di laser a cascata quantica da partners e/o produttori commerciali.
- Sviluppo di know-how nel settore dei laser a fibra ottica operanti nei regimi Q-switch e mode-locking

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

Know-how sulla progettazione e fabbricazione di dispositivi optoelettronici ed emettitori laser a semiconduttore.

Know-how sulla realizzazione ed analisi di spettri di luminescenza e raman a microsonda su dispositivi laser durante l'operazione anche a temperature criogeniche.

Know-how sulle tecniche di caratterizzazione ottica IR ed elettrica.

Know-how sulle tecniche di saldatura laser.

Know-how sulla spettroscopia laser di tracce gassose.

Know-how sulla modellizzazione termica di laser a semiconduttore.

Know-how sulla modellizzazione di strutture solitoniche in microcavità laser.

#### *Strumentazione*

Clean room (class 100 - 1000)

E-beam evaporator

Plasma-assisted chemical vapor deposition

Soft reactive ion etching

Spin coater

Mask aligner

Rapid thermal Annealer

Surface profilometer

Micro-wedge bonder

#### **Devices and materials Characterisation Lab**

Electrical (pulsed, cw) and IR optical characteristics

FT-IR spectroscopy (step-scan)

MiLaser Material Processing Lab

2.5 kW CO<sub>2</sub> Laser - Rofin DC025

Robotic Cell Ravasi LC1000

#### **Metallographic Lab**

Abrasive Cut-Off Machine

Hot Mounting Press

Grinding and Polishing equipment

Metallurgical and Stereo Microscopes

Image Measurement and Analysis

#### **Microprobe-Raman and photoluminescence**

#### **Work station network**



**Tecniche di indagine**

Fotoluminescenza a microsonda per l'analisi di proprietà chimiche strutturali, termiche ed elettroniche di materiali semiconduttori o dielettrici e dispositivi, su dimensioni minime dell'ordine del micrometro.

**Tecnologie**

Tecniche di modellizzazione di dispositivi optoelettronici e laser.

**Collaborazioni (partner e committenti)**

C.Hu (MIT, Cambridge, USA); F.Capasso, M.Troccoli (Harvard, USA); C.Sirtori (Univ. Paris VII); G.Strasser (Univ. Vienna); J.Cockburn (Univ. Sheffield); A.Tredicucci (NEST-CNR-IFM); J.Faist (Univ. Neuchatel); H.Page (Alpes Laser); L.Lugiato (Univ. Como); R.Kuszelewicz (CNRS); J.Tredicce (INLN, Nice); RTM SpA; Quanta System SpA; TERNI-Research SpA; Tubinsud SpA; Consorzio SINTESI SCpA; LIGI Tecnologie Medicali SpA; Persico SpA; Europa Metalli SpA; Conserve Italia SpA; Univ. di Napoli e Salerno.

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

- Presentazione di progetti europei (7FP), nazionali e regionali
- Stipula di contratti commerciali per lo svolgimento di attività di ricerca applicata e trasferimento tecnologico con soggetti industriali operanti nei settori: meccatronica, biomedicale, ambientale, taglio e saldatura

**Finalità**

**Obiettivi**

Ideazione, realizzazione e studio di laser a cascata quantica. Sviluppo di laser a fibra ottica di alta potenza di picco per applicazioni industriali e biomedicali. Sviluppo di sensori laser fotoacustici di gas per applicazioni ambientali ed industriali. Sviluppo di sensori di saldatura laser basati sull'analisi delle oscillazioni del plasma. Ottimizzazione del processo di saldatura laser di leghe di Alluminio. Modelli di strutture solitoniche in microcavità per il trattamento dati tutto-ottico.

**Risultati attesi nell'anno**

- Modellizzazione simultanea delle caratteristiche termiche ed elettriche di dispositivi a cascata quantica
- Misura assoluta della efficienza 'wall-plug' di laser a cascata quantica
- Misura di tracce gassose di formaldeide mediante spettroscopia laser fotoacustica.
- Misura dello spostamento spaziale di target in movimento mediante tecniche di auto-miscelazione in diodi laser.
- Modello di cavità laser a gap fotonica per la stabilizzazione della localizzazione dei solitoni
- Descrizione di strutture spaziali e solitoni in amplificatori a semiconduttore in microcavità verticali e laser edge-emitter.
- Sviluppo di un prototipo dimostrativo di laser a fibra ottica operante in regime continuo.
- Sviluppo di protocolli di processo di saldatura laser delle leghe Al-Mg-Si che riducano l'incidenza di porosità, ossidi e perdita di Mg.

**Potenziale impiego**

**- per processi produttivi**

Sviluppo di sensori per il controllo di processi industriali (saldatura laser; posizionamento on-line di macchine utensili).

Saldatura laser di leghe metalliche.

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

Sviluppo di sensori di inquinamento ambientale.

**Moduli**

**Modulo:** Sviluppo e applicazioni di sorgenti laser infrarosse a cascata quantica, a fibra ottica e di potenza

**Istituto esecutore:** Centro di responsabilità scientifica INFN

**Luogo di svolgimento attività:** LR LIT3

**Risorse commessa 2007**

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
182	17	366	52	617	25	408	242	N.D.	884

valori in migliaia di euro



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

\*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>
1	9	2	12

\*dottorati, borse di studio, assegni di ricerca





## Fotonica: Materiali Strutture e Diagnostica

### *Dati generali*

<b>Progetto:</b>	Ottica, Fotonica e Plasm
<b>Tipologia di ricerca:</b>	Progetti relativi a linee tematiche a carattere strategico
<b>Istituto esecutore:</b>	Istituto di fotonica e nanotecnologie
<b>Sede principale svolgimento:</b>	Sede di Trento
<b>Dip. di prevista afferenza:</b>	Materiali e Dispositivi
<b>Responsabile indicato:</b>	MAURIZIO FERRARI

### *Elenco dei partecipanti*

	liv.		liv.		liv.
Bertoldi Marina	V	Ferrari Maurizio	II	Marchetti Claudio Mario	V
Cavecchia Valter	V	Iannotta Salvatore	I	Scarinci Fernando	III
Cedola Alessia	III	Lagomarsino Stefano	I	Verucchi Roberto	III
Chiasera Alessandro	III				

### *Tem*

#### *Tematiche di ricerca*

Le tematiche di ricerca riguardano la fabbricazione e lo studio ad ampio spettro di nuovi materiali, nuovi dispositivi attivi e passivi, strutture innovative e tecniche diagnostiche di punta, per la realizzazione di sistemi ed applicazioni e per l'interpretazione dei fenomeni fisico-chimici correlati. Le tematiche proposte sono da individuarsi all'interno dei seguenti argomenti chiave: (i) Preparativa: Ottimizzazione dei processi di fabbricazione, per il controllo della loro affidabilità e ripetibilità; (ii) Materiali: sistemi innovativi principalmente su base vetrosa e nanocompositi, (iii) Attivazione: realizzazione di strutture attive per sorgenti luminose; (iii) Diagnostica: studio delle proprietà tramite tecniche di spettroscopia ottica e spettroscopie a raggi X; (iv) Modellizzazione della struttura, dei meccanismi fisici e dell'architettura dei dispositivi; (v) Sviluppo di dispositivi multifunzionali su base tutto-ottica, (vi) Sviluppo di ottiche avanzate per raggi X - diffrazione e imaging ad alta risoluzione spaziale applicate allo studio di biomateriali e strutture biologiche; (vii) test di nuovi rivelatori innovativi per raggi X ad alta risoluzione spaziale.

#### *Stato dell'arte*

La Fotonica è un asse portante nello sviluppo delle società tecnologicamente avanzate, con applicazioni in molte aree d'interesse strategico. La ricerca sulla fotonica in dielettrici e sistemi ibridi organici-inorganici è argomento di sviluppo attuale che ha portato risultati di notevole interesse in scienza dei materiali, nelle tecnologie per integrazione diretta di diverse funzionalità ottiche in strutture ibride, in sensoristica, in sistemi con potenzialità in bio-fotonica, nelle tecniche di crescita e deposizione, nelle tecniche di studio ed analisi sia sperimentali che teoriche. La fotonica a raggi X ha avuto progressi significativi, grazie anche alle sorgenti di radiazione di sincrotrone di III generazione, e alle ottiche per raggi x a risoluzione spaziale nanometrica. Nei campi specifici che vanno dal confinamento della radiazione elettromagnetica alla sensoristica, alle sorgenti innovative sono attive varie tematiche complementari che introducono significative ed indispensabili sinergie tra varie competenze della scienza dei materiali, dell'ottica e della fotonica anche con le altre sedi dell'Istituto ed Istituzioni esterne locali, nazionali e straniere.

### *Azioni*

#### *Attività da svolgere*

L'attività prevede: fabbricazione e diagnostica di guide ottiche e strutture confinate in materiali vetrosi attivati; studio e sviluppo di modelli interpretativi dei meccanismi fisici inerenti ai sistemi investigati e modellizzazione; ottimizzazione dei protocolli di realizzazione delle strutture; realizzazione e studio di strutture confinate PBG 1D, 3D per lo sviluppo di dispositivi miniaturizzati multifunzionali e random laser; realizzazione e studio di luminescence enhancement ottenuto da sistemi nanostrutturati del tipo ibrido e in vetro-ceramiche ultrasotrasparenti; realizzazione e studio di microrisonatori attivi e passivi; sviluppo di tecniche basate su irradiazione laser per fabbricazione e diagnostica di materiali nanocompositi; realizzazione e studio di strutture core-shell per via sol-gel. Riguardo la fabbricazione di ottiche avanzate per raggi X le prove sia con sorgenti da laboratorio sia con sorgenti di radiazione di sincrotrone forniranno il "feedback" necessario per l'ottimizzazione delle procedure di fabbricazione. Proseguirà l'applicazione della microdiffrazione con ottiche avanzate anche esplorando nuove metodologie di misura ed analisi.



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

I punti critici dell'attività di ricerca e sviluppo in fotonica su vetro sono principalmente inerenti ai processi di sintesi, ai materiali, alle tecniche di fabbricazione e deposizione. Le azioni cruciali sono da individuarsi: i) nell'ottimizzazione delle tecniche di deposizione quali rf sputtering, sol-gel, co-evaporazione, e irradiazione con luce coerente e non; ii) nello sviluppo di metodologie di diagnostica in tempo reale atte a valutare le proprietà fisico-chimiche dei materiali e delle strutture prodotte. Di particolare impegno sarà l'ottimizzazione di nano-micro sfere attivate con cromofori soprattutto nella parte core-shell. Per quanto riguarda la microdiffrazione, i punti critici riguardano essenzialmente l'analisi dei dati mentre le procedure di microfabbricazione sono complesse e richiedono l'ottimizzazione di molti step di processo. Sarà essenziale uno sforzo sinergico tra i differenti soggetti attivi nella Commessa nello sviluppare nuove metodologie di analisi e fabbricazione. Vitale è il capitale umano necessario all'attività e quindi si continuerà il lavoro in corso per acquisire risorse finanziarie esterne tramite la valorizzazione dei prodotti ottenuti.

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

Le competenze, le tecnologie e le tecniche diagnostiche patrimonio della Commessa coprono: studio dei meccanismi fisici fondamentali alla sintesi e sviluppo di materiali innovativi per la fotonica, architettura e fabbricazione di dispositivi applicabili in campi d'interesse strategico tra i quali sensoristica, telecomunicazioni e sorgenti luminose. Esse includono studio della struttura, nanocristallizzazione, proprietà ottiche e spettroscopiche di vetri, guide di luce planari, strutture confinate e sistemi nanocompositi fabbricati con varie tecniche quali rf sputtering, sol-gel, co-evaporazione, crescita da fasci supersonici. Sviluppo di ottiche per raggi X - rivelatori, diffrazione e imaging ad alta risoluzione spaziale applicate allo studio di biomateriali e strutture biologiche. Sono state sviluppate molteplici tecniche d'indagine per la valutazione delle proprietà fisico chimiche dei materiali, sistemi e dispositivi prodotti quali spettroscopie ottiche di luminescenza, Raman e Brillouin, spettroscopia modale, spettroscopia EXAFS, XRD. Tali competenze hanno prodotto numerose pubblicazioni e comunicazioni, ed a progetti d'interesse strategico locale, nazionale ed internazionale.

#### *Strumentazione*

- Forni, camera pulita, macchine da taglio e pulitura, per sintesi e lavorazione di vetri e film per via sol gel.
- Apparato dip-coating per la deposizione di film per via sol gel.
- Apparato rf sputtering
- Laser Ti-Sapphire in continua ( 750-850 nm; 750-1100 nm) ed apparato per misure di luminescenza nella regione del vicino infrarosso con rivelatore a diodo e PMT. Accoppiamento tramite prisma e butt coupling per misure con eccitazione in guida d'onda. Diodi laser a 980 nm ed 800 nm.
- Microposizionatori per accoppiamento in guida.
- Spettrometri m-line con accoppiamento a prisma, uno operativo nel visibile ed uno nel NIR. Apparato per misure del coefficiente di attenuazione. Laser Argon esterno.
- Programmi di simulazione di guide di luce canale.
- Spettrometro Raman con laser ad Argon
- Laser pulsato a Nd:YAG con raddoppiatore e triplicatore di frequenza e laser a colorante. Doppio monocromatore per spettroscopia di luminescenza nel visibile risolta in tempo.
- Spettrometro per misure di assorbimento e trasmissione da 0.2 a 3 um.
- Laser CO2 impulsato in allestimento

#### *Tecniche di indagine*

- Spettroscopia di luminescenza risolta in tempo Vis e NIR
- Spettroscopia Raman e microRaman
- Spettroscopia modale
- Spettroscopia EXAFS e XRD
- Spettroscopia d'assorbimento, riflettanza
- Misure di guadagno e perdita
- Misure ottiche in campo vicino
- Test di rivelatori a raggi X ad alta risoluzione spaziale
- Tecniche basate su ottiche a raggi X per diffrazione e imaging ad alta risoluzione spaziale.



#### *Tecnologie*

- Tecnologie di fabbricazione sviluppando opportuni protocolli sol-gel ed rf sputtering da applicarsi a strutture planari, cristalli fotonici 3D, microcavità 1D, microrisonatori, materiali nanocompositi e strutture core-shell.
- Sviluppo di modelli per la comprensione dei fenomeni fisico-chimici con particolare attenzione al ruolo della struttura locale.
- Tecnologie di diagnostica spettroscopica per misure di fotoluminescenza ad alta risoluzione spaziale.
- Tecnologie per diagnostica di imaging a raggi X con alta risoluzione spaziale

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

Una vastissima rete di collaborazioni è già attiva ed include vari centri di ricerca nazionali e stranieri e realtà industriali tecnologicamente avanzate. Le sinergie con gli Istituti di Ricerca ed Università locali e la capacità degli afferenti alla Commessa di far convergere i vari soggetti su progetti comuni permette di rafforzare, valorizzare e sviluppare l'attività di ricerca dando un contributo significativo nell'area Materiali e Dispositivi. Le collaborazioni attivate a livello nazionale ed internazionale riflettono la capacità dei ricercatori di essere promotori di progetti di interesse strategico locale, quali ad esempio quelli definiti nel Programma pluriennale della Ricerca della Provincia Autonoma di Trento, nazionale ed internazionale, inclusi progetti europei.

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

Sono in corso elaborazione di progetti e proposte a livello locale, nazionale ed internazionale, per l'acquisizione di fondi sulle tematiche specifiche alla commessa coinvolgendo anche attori esterni quali industrie locali e non, ad esempio nel campo del fotovoltaico e dei biomateriali. Particolare attenzione sarà rivolta ad auspicati progetti interdipartimentali. In particolare sono stati presentati progetti al MAE ed alla Provincia di Trento per i quali è in corso procedura di valutazione. Il modulo sarà funzionale alla Commessa ed al Progetto nel consolidare e ampliare la rete di collaborazioni, attivando forme di coordinamento tra vari soggetti del panorama scientifico e produttivo e proponendo anche la costituzione di un fondo di cofinanziamento per la partecipazione a varie azioni nazionali ed europee con partner industriali. Di particolare interesse per la commessa sarà l'essere soggetto attivo e, dove possibile promotore, di forme di coordinamento atte ad applicare sulle chiamate a progetto del settimo PQ della UE e della Provincia Autonoma di Trento.

#### *Finalità*

##### *Obiettivi*

Gli obiettivi sono rivolti allo sviluppo di tecnologie e metodologie avanzate per la fabbricazione e la diagnostica di materiali e strutture fotoniche, congruenti con le linee di ricerca stabilite nei progetti già finanziati ed in corso di svolgimento, ovvero ancora nello stadio di valutazione ma la cui base scientifica è già attiva presso i gruppi di ricerca afferenti alla commessa. Uno degli obiettivi della commessa è consolidare la rete di rapporti esistenti anche attraverso la formazione di un fondo di cofinanziamento per i progetti europei e la partecipazione a progetti congiunti con l'industria.

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

I risultati attesi riflettono riguardano materiali, dispositivi attivi e passivi, strutture e tecniche diagnostiche per lo studio e l'ottimizzazione di materiali altamente innovativi e con ampio spettro di applicazioni, la messa a punto di metodologie avanzate e la loro applicazione nei campi di interesse strategico della fotonica. Ci si attende di ottenere protocolli di fabbricazione di guide di luce per rf sputtering e sol-gel, per vetroceramiche ultra-trasparenti anche in formato planare in particolare utilizzando irradiazione con luce coerente e non, per microcavità, per strutture ad opale diretto ed inverso, per microrisonatori sferici e per le strutture core-shell. Entro il 2007 avremo acquisito i primi dati sperimentali di tomo-diffraction che permetteranno una ricostruzione tridimensionale delle proprietà strutturali del campione. Questo consentirà di chiarire meglio la relazione tra la morfologia dello 'scaffold' e la crescita dell'osso ingegnerizzato. I risultati saranno validati da: pubblicazioni su riviste internazionali JCR, comunicazioni a congressi nazionali ed internazionali, ed eventuali brevetti.

##### *Potenziale impiego*

##### *- per processi produttivi*

Le tematiche affrontate favoriranno la crescita di competenze scientifico tecnologiche nell'area della fotonica potenzialmente traslabili in prodotti industriali innovativi. Su questa base risultano altamente promettenti i sistemi che si intendono realizzare nel campo della sensoristica per applicazioni bio, agronomiche ed ambientali. Le tecniche di preparativa con il conseguente sviluppo di protocolli avanzati di fabbricazione potrebbero costituire una risorsa per realtà industriali di differenti settori.



*- per risposte a bisogni individuali e collettivi*

Le attività di ricerca della commessa possiedono una forte carica innovativa in quanto le tematiche proposte favoriscono il connubio di scienze fisiche, scienza dei materiali e tecnologie critiche per la fabbricazione di materiali, strutture e dispositivi per la fotonica.

L'attività di diagnostica di bio-materiali, ed in particolare lo studio mediante microdiffrazione a raggi X dei meccanismi di rigenerazione del tessuto osseo utilizzando cellule stromali e biomateriali appositamente preparati, possono avere un importante impatto sullo sviluppo di protesi innovative, con evidenti vantaggi sociali e sanitari.

L'impatto sociale dell'attività riguarda la formazione di personale ad elevata qualificazione nel settore della fotonica e l'innovazione scientifica e tecnologica in Sintesi di Materiali, Tecniche di fabbricazione, Architettura dei dispositivi, Tecniche diagnostiche, e Comprensione dei meccanismi fisici.

**Moduli**

**Modulo:** Sviluppo e diagnostica ottica e spettroscopica di materiali e strutture per la fotonica  
**Istituto esecutore:** Istituto di fotonica e nanotecnologie  
**Luogo di svolgimento attività:** Sede di Trento

**Modulo:** Metodologie avanzate con raggi X e loro applicazioni  
**Istituto esecutore:** Istituto di fotonica e nanotecnologie  
**Luogo di svolgimento attività:** Sede principale Istituto

**Risorse commessa 2007**

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
321	9	10	0	340	64	83	80	N.D.	484

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
6	1	0	2	0	3	1	9	1	23

<i>Richiesta nuove unità di personale</i>			
tempo determinato	tempo indet	non di ruolo*	Totale
1	2	2	5

\*dottorati, borse di studio, assegni di ricerca



## Dispositivi e sistemi fotonici per telecomunicazioni, biomedicina, ambiente e beni culturali

### *Dati generali*

<b>Progetto:</b>	Ottica, Fotonica e Plasmi
<b>Tipologia di ricerca:</b>	Progetti relativi a linee tematiche a carattere strategico
<b>Istituto esecutore:</b>	Istituto di fotonica e nanotecnologie
<b>Sede principale svolgimento:</b>	Sede di Milano
<b>Dip. di prevista afferenza:</b>	Materiali e Dispositivi
<b>Responsabile indicato:</b>	GIANLUCA GALZERANO

### *Elenco dei partecipanti*

Foglietti Vittorio	liv. II	Osellame Roberto	liv. III	Spinelli Lorenzo Clemente	liv. III
Galzerano Gianluca	III	Pallaro Luciano	IV	Virgili Tersilla	III
Masserano Floriana	V				

### *Temi*

#### *Tematiche di ricerca*

L'attività di ricerca è articolata in tre differenti aree di intervento:

i) dispositivi e sistemi fotonici per ICT, ambiente e spazio; ii) sistemi fotonici per biomedicina, agroalimentare e beni culturali; iii) dispositivi fotonici organici.

#### *Stato dell'arte*

La realizzazione di dispositivi e sistemi fotonici costituisce un obiettivo primario per lo sviluppo delle società tecnologicamente avanzate con ripercussioni in differenti aree strategiche quali: telecomunicazioni, sensoristica, bio-compatibilità, ambiente, salute, quantum computing, valorizzazione e conservazione dei beni culturali, ingegneria dei materiali.

### *Azioni*

#### *Attività da svolgere*

Nel corso del secondo anno di attività le problematiche che si dovranno affrontare sono ancora legate allo sviluppo di nuove tecnologie e materiali per la realizzazione di dispositivi e sistemi fotonici avanzati per applicazioni in aree strategiche quali telecomunicazioni, biomedicina, beni culturali, sensoristica per ambiente e spazio. In particolare, l'attività di ricerca sarà rivolta allo sviluppo e realizzazione di: microcanali in vetro tramite scrittura diretta con impulsi laser ultrabrevi e attacco chimico per applicazioni alla microfluidica; generazione di impulsi brevi con elevate frequenze di ripetizione per le telecomunicazioni; dispositivi non lineari in guida per il controllo tutto ottico dei segnali; cristalli fotonici e strutture periodiche per il controllo della luce; LED, laser, e fotorivelatori polimerici; rivelatori SPAD per misure optoelettroniche ultrarapide; sistemi fotonici di imaging di fluorescenza, riflettanza e assorbimento ad elevata risoluzione temporale per biomedicina e beni culturali; sistemi fotonici per il monitoraggio ambientale e sensoristica.

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

Il punto critico di maggiore rilevanza è la ridotta disponibilità di un finanziamento interno adeguato agli obiettivi previsti dalla commessa. In questo senso è necessario potenziare le iniziative per l'acquisizione di ulteriori entrate (si veda la sezione 'Iniziative per l'acquisizione di ulteriori entrate').

Dal punto di vista scientifico i punti critici sono legati allo sviluppo di nuove tecnologie per la fabbricazione di dispositivi fotonici avanzati.

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

Competenze di fisica dei laser, elettronica quantistica e spettroscopia ad elevata risoluzione spettrale e temporale.

Competenze di ottica non-lineare, ottica guidata, interazione radiazione materia, e micro e nano ottica.

Competenze di sistemi comunicazione ottica, fotonica, biomedicina e rivelazione di singoli fotoni.

Competenze di litografia elettronica ed ottica.



#### *Strumentazione*

Sistema di scrittura continua di reticoli di Bragg con laser ad Argon duplicato in frequenza (244 nm) a controllo interferometrico.

Sistema Laser a Tizaffiro amplificato a 780 nm, 140 fs, 1 mJ, 1 kHz.

Sistema di litografia elettronica Leica, EBPG 5HR.

Sistemi di litografia ottica Karl Suss contact mask-aligner MA150 e EV-420 contact mask-aligner (per esposizioni si doppia faccia).

In convenzione con il Dipartimento di Fisica del Politecnico di Milano

Sistema di fabbricazione di guide d'onda per scambio ionico/protonico

Sistema di caratterizzazione lineare e non lineare di guide d'onda

Sistema di pig-tailing di guide d'onda dielettriche.

#### *Tecniche di indagine*

Spettroscopia pump and probe.

Caratterizzazione di dispositivi fotonici attivi e passivi in guida d'onda.

Caratterizzazione di impulsi ultrabrevi.

Tecniche di imaging ottico in mezzi diffondenti.

Tecniche di riflettanza e fluorescenza risolta nel tempo.

#### *Tecnologie*

Modellizzazione di strutture a cristallo fotonico mono e bidimensionale.

Modellizzazione della propagazione in mezzi diffondenti.

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

È già attiva un'ampia rete di collaborazione con i principali centri di ricerca europei ed americani e con realtà industriali tecnologicamente avanzate. Tra gli obiettivi della commessa 'Dispositivi e sistemi fotonici per telecomunicazioni, biomedicina, ambiente e beni culturali' si inserisce il consolidamento di tali collaborazioni anche attraverso la formazione di un fondo di cofinanziamento per i progetti europei e la partecipazione a progetti congiunti con l'industria.

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

Tali risorse dovranno essere ricercate prevalentemente attraverso la partecipazione a progetti di ricerca e di trasferimento tecnologico sia in ambito nazionale (Ministero della Università e Ricerca, Ministero delle Attività produttive, bandi Regionali) che Internazionali (VII programma quadro e agenzia spaziale europea).

#### *Finalità*

##### *Obiettivi*

Sviluppo di nuova strumentazione per la sintesi, caratterizzazione e micro-nano fabbricazione di materiali per dispositivi fotonici e realizzazione di dimostratori rivolti all'applicazione in aree di interesse strategico per la Fotonica.

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

- realizzazione di microcanali in vetro tramite scrittura con impulsi laser ultrabrevi e attacco chimico in fase di vapore
- sviluppo di laser a stato solido nel vicino infrarosso per la generazione di impulsi ultrabrevi con elevata frequenza di ripetizione
- realizzazione di sensori di deformazione e temperatura in fibra ottica
- realizzazione di guide a canale curve
- cristalli fotonici con bordi del dispositivo con rugosità estremamente ridotta
- realizzazione di amplificatori e generatori parametrici basati su cristalli periodically poled
- sviluppo di un array binary per il controllo delle proprietà diffrattive della luce (dimostrazione della self-induced transparency)
- realizzazione di SPAD con diametro di circa 0.2mm
- realizzazione di matrici di SPAD con 5x5 e 6x8 elementi
- impiego della tecnica di riflettanza risolta nel tempo per valutare il grado di maturazione di diverse varietà di frutti
- sviluppo di un sistema per fluorescenza spettrale per immagini basato sull'utilizzo di un filtro accordabile a cristalli liquidi accoppiato ad una telecamera a basso rumore
- misure di mobilità delle cariche in LED organici



*Potenziale impiego*

*- per processi produttivi*

Lo sviluppo di tecniche innovative è uno dei principali prodotti che l'attività di ricerca della commessa fornisce alla comunità tecnologica.

In tale ottica, la disponibilità di nuove tecnologie per la fabbricazione di dispositivi fotonici avrà immediate ripercussioni nello sviluppo di processi produttivi alternativi a quelli attualmente in uso.

*- per risposte a bisogni individuali e collettivi*

La commessa 'Dispositivi e sistemi fotonici per telecomunicazioni, biomedicina, ambiente e beni culturali' avrà naturali ricadute nelle aree strategiche telecomunicazioni, ambiente, salute, valorizzazione e conservazione dei beni culturali.

**Moduli**

**Modulo:** Dispositivi e sistemi fotonici  
**Istituto esecutore:** Istituto di fotonica e nanotecnologie  
**Luogo di svolgimento attività:** Sede di Milano

**Modulo:** Micro e nanolavorazioni per dispositivi fotonici  
**Istituto esecutore:** Istituto di fotonica e nanotecnologie  
**Luogo di svolgimento attività:** Sede principale Istituto

**Risorse commessa 2007**

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
278	18	0	0	296	11	29	148	N.D.	455

valori in migliaia di euro

<i>Unità di personale di ruolo*</i>	
ricercatori	Totale
4	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
12	0	0	0	0	0	0	0	0	12

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

\*dottorati, borse di studio, assegni di ricerca



## **Interazione coerente di radiazione con atomi, molecole e superfici attraverso la progettazione e sviluppo di nuove metodologie e sorgenti dall'UV al millimetrico**

### *Dati generali*

<b>Progetto:</b>	Ottica, Fotonica e Plasmi
<b>Tipologia di ricerca:</b>	Progetti relativi a linee tematiche a carattere strategico
<b>Istituto esecutore:</b>	Istituto per i processi chimico-fisici
<b>Sede principale svolgimento:</b>	Sede principale Istituto
<b>Dip. di prevista afferenza:</b>	Materiali e Dispositivi
<b>Responsabile indicato:</b>	CARLO GABBANINI

### *Elenco dei partecipanti*

	liv.		liv.		liv.
Antoci Salvatore	II	Gozzini Silvia	III	Onor Massimo	V
Badalassi Mino	VI	Grassini Stefania	IV	Palla Paolo	IV
Bagnesi Cinzia	VII	Guidarini Dante	IV	Picchi Maurizio	V
Barbini Alessandro	IV	Ioli Nadia	II	Roventini Giovanna	V
Cempini Manuela	V	Lanza Clara	V	Simili Roberto	IV
Consani Mario	VI	Lucchesini Alessandro	III	Tagliaferri Mauro	V
Cosci Orlando	V	Marchetti Sauro	II	Voliani Mauro	VII
Gabbanini Carlo	II	Masserotti Marcello	VIII	Zini Paolo	IV
Girolami Maria Laura	IV	Moretti Augusto	II		

### *TemI*

#### *Tematiche di ricerca*

Studio del Coherent Population Trapping (CPT).

Formazione, rivelazione e intrappolamento di molecole ultrafredde. Atomi di Rydberg ultrafreddi.

Spettroscopia di assorbimenti molecolari overtone nel VIS e NIR di molecole (CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, C<sub>2</sub>H<sub>4</sub>..).

Studio di fotodesorbimento tramite spettroscopia laser e EPR.

Manipolazione ottica di fascio di bario e applicazione a deposizione di nanostrutture.

Spettroscopia ad alta sensibilita' a 5 e 10 µm per analisi di tracce.

Studio delle proprieta' ottiche dei semiconduttori.

Sorgenti IR e FIR.

#### *Stato dell'arte*

La commessa riguarda tematiche di grande interesse nella comunità scientifica. L'effetto CPT è studiato per laser cooling, magnetometria, rallentamento della luce, metrologia. Le molecole ultrafredde sono di grande interesse nel campo dei gas a degenerazione quantistica, per misure di EDM e per quantum computing. La litografia atomica è un'alternativa a quella tradizionale per creazione di nanostrutture. Lo sviluppo di nuove sorgenti contribuisce a colmare regioni spettrali finora non coperte.





### ***Azioni***

#### *Attività da svolgere*

Nuovi meccanismi di formazione di dimeri freddi di rubidio. Trappola ottica per molecole fredde. Realizzazione di MOT di rubidio e cesio per studi di formazione di molecole polari RbCs.

Studi preliminari di laser cooling di bario.

Spettroscopia di atomi di Rydberg freddi di rubidio.

CPT sulla seconda riga di risonanza del potassio in configurazione Hanle. Interpretazione delle misure con modelli teorici. Realizzazione della coerenza in configurazione Lambda sia sul livello 4P che sul 5P, con modulazione sorgente o extracavity con acusto-ottico.

Caratterizzazione spettroscopica della scarica rf in cella contenente polidimetilsilossano (PDMS), per investigare il fenomeno d'amplificazione dell'effetto LIAD sotto campo rf. Analisi di LIAD sulla superficie delle celle tramite onda e.m. evanescente a frequenza risonante col potassio.

Analisi dello spettro d'assorbimento del metano a 784 nm: posizione delle righe, misura di sezioni d'urto d'assorbimento, di allargamento e shift collisionali.

Refrattometria di alta precisione ( $1E-7$ ) di gas e spettroscopia optoacustica di alta sensibilità nella regione dei 10 micron.

Attività divulgativa con la mostra Ludoteca Scientifica.

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

Permangono difficoltà sia per quanto riguarda le risorse che per il personale, accentuata dall'esaurimento del Progetto Europeo RTN 'Cold Molecules' che garantiva almeno sul piano del personale delle borse postdottorato. Tra la strumentazione che rende critica l'attività si possono citare: sorgenti laser adeguate per la risonanza sul potassio, sorgente CO<sub>2</sub> di purezza e stabilità necessarie per trappola ottica. Ci sono inoltre delle difficoltà tecniche da risolvere quali l'accoppiamento del laser e guida d'onda con la superficie polimerica per gli studi di LIAD in onda evanescente, lo sviluppo di celle di nuovo disegno per incrementare il limite di sensibilità delle misure optoacustiche.

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

#### *Strumentazione*

#### *Tecniche di indagine*

#### *Tecnologie*

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

I ricercatori operanti nella commessa hanno in atto un rilevante numero di collaborazioni di cui le principali sono: INFN-Sezione di Pisa, Dipartimento di Fisica-Università di Pisa, Dip.di Fisica-Università di Siena, ENEA Frascati, Lab. Aimé Cotton-Orsay, Institute of Electronics-Sofia.

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

La commessa partecipa a due progetti presentati all'European Science Foundation per l'Eurocore 'EuroQUAM'. Le proposte hanno superato la selezione di referaggio e sono in corso negoziazioni per eventuali finanziamenti.

Progetto FIRB - MIAO per minisensoristica ambientale in collaborazione col Dott. Longo IPCF-CNR, C.R.E.O. - L'Aquila.

Accordo di Collaborazione Bilaterale CNR/BAN (solo scambio di personale finanziato direttamente dalla Sede Centrale).

### ***Finalità***

#### *Obiettivi*

Sviluppo strumentale e metodologico su sorgenti e interazione radiazione- materia. Possibili applicazioni per spettrometri a grande risoluzione, magnetometri ad elevata sensibilità, realizzazione di nanostrutture, analisi di tracce.



*Risultati attesi nell'anno*

I risultati specifici attesi nell'anno sono:

Nuovi meccanismi di formazione di molecole ultrafredde di rubidio.

Trappola magneto-ottica a due specie alcaline (rubidio e cesio).

Magnetometro ottico sul Potassio.

Spettro CH4 a 784 nm: tabella coefficienti d'allargamento e shift per pressione.

Spettro visibile di emissione del glow-discharge nella cella di misura di LIAD.

Analisi superficiale dell'effetto LIAD: modello d'interazione alcalino-PDMS.

Incremento della precisione delle misure refrattometriche e della sensibilità delle misure optoacustiche alle frequenze del laser CO2.

*Potenziale impiego*

- per processi produttivi

- per risposte a bisogni individuali e collettivi

Avanzamento delle conoscenze, pubblicazioni scientifiche

*Moduli*

**Modulo:** Interazione coerente di radiazione con atomi, molecole e superfici attraverso la progettazione e sviluppo di nuove metodologie e sorgenti dall'UV al millimetrico

**Istituto esecutore:** Istituto per i processi chimico-fisici

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

*Risorse commessa 2007*

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
643	46	10	0	699	70	126	176	N.D.	945

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	0	0	2	2	2	0	6

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

\*dottorati, borse di studio, assegni di ricerca



## Tecniche di imaging per lo studio e l'analisi di materiali microstrutturati

### *Dati generali*

<b>Progetto:</b>	Ottica, Fotonica e Plasm
<b>Tipologia di ricerca:</b>	Progetti relativi a linee tematiche a carattere strategico
<b>Istituto esecutore:</b>	Istituto di cibernetica 'Edoardo Caianiello'
<b>Sede principale svolgimento:</b>	Sede principale Istituto
<b>Dip. di prevista afferenza:</b>	Materiali e Dispositivi
<b>Responsabile indicato:</b>	SERGIO DE NICOLA

### *Elenco dei partecipanti*

	liv.		liv.		liv.
Allocati Francesco	IV	Delle Cave Giuseppe	III	Keller Lidia	VII
Arena Laura Patricia	IV	Di Bonito Elena	VII	Pierattini Giovanni	II
Boccaccio Rita	VII	Finizio Andrea	IV	Piscitelli Sergio	IV
Cotugno Antonio	IV	Formicola Valentina	VIII	Rofrano Umberto	VII
De Angelis Marella	III	Ippolito Salvatore	VII	Tarsia Franco	IV
De Nicola Sergio	III	Izzo Marcella	IV		

### *Tem*

#### *Tematiche di ricerca*

L'attività della Commessa è inquadrata prevalentemente in quattro progetti principali finanziati:

- 1) Progetto FIRB negoziale 'Dispositivi fotonici in Niobato di Litio' (FIRB) in collaborazione con INOA-Firenze
- 2) Progetto PON : 'Sistema Integrato per il Monitoraggio Ambientale'
- 3) Progetto: 'Circuiti fotonici integrati per le telecomunicazioni ottiche e la sensoristica' per l'integrazioni di dispositivi ibridi in silicio/niobato di litio.
- 4) Progetto Regionale Campania 280502 n 5 Finanziamento 2002: "Sviluppo e realizzazione di un microscopio interferometrico di tipo olografico"

Vengono sviluppate tecniche di imaging avanzato interferometriche ed olografiche per ispezione microscopica ed olografica di microstrutture; per lo studio di proprietà ottiche ed elettroottiche di materiali di interesse per la microelettronica (MEMS-MOEMS), l'optoelettronica e la fotonica.

#### *Stato dell'arte*

Il crescente sviluppo di nuovi materiali ottici nel settore dell'optoelettronica, dell'ottica integrata e delle tecniche di microlitografia per la fabbricazione di microdispositivi per la sensoristica ambientale, motiva la programmazione di una attività scientifica di ampio respiro per lo studio e l'analisi delle materiali e componenti mediante tecniche di imaging avanzate. La non invasività di queste tecniche e la possibilità di sviluppare metodi numerici avanzati per la ricostruzione e l'elaborazione dell'immagine rende possibile l'applicazione di queste metodologie non solo nei settori tradizionali della microscopia ma anche come metodologie diagnostiche per lo studio e l'analisi di materiali di interesse fisico e/o industriale in applicazioni diversificate, dalla sensoristica per il controllo ambientale alla biotecnologia nel settore della biofisica.

Più in generale lo studio dell'interazione della radiazione coerente nella materia richiede l'approfondimento di tematiche fondamentali di interesse teorico nel campo dell'ottica fisica necessarie ad una comprensione più approfondita della fenomenologia

### *Azioni*

#### *Attività da svolgere*

- 1- Ottimizzazione del metodo di analisi di ologrammi di campioni cellulari in presenza di lunghezze d'onda multiple
- 2- Studio e sviluppo di un polarimetro per l'analisi dei sensori a reticolo di bragg in cavità

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

Adeguamento dell'impianto di condizionamento della camera pulita per litografia interferometrica per la realizzazioni di cristalli 'poled' di niobato di litio.



*Competenze, tecnologie e tecniche di indagine*

*Strumentazione*

*Tecniche di indagine*

*Tecnologie*

*Collaborazioni (partner e committenti)*

P.K. Rastogi (EPFL Lousanne, CH), F.Laurell (Royal Univ.- Stockholm,Svezia), K.A. Stetson (HoloMetrology, CT-USA), B. Javidi (Univ. Connecticut, USA),I Gurov, Saint Petersburg State University of Information Technologies, Mechanics and Optics (Technical University) Russia,(INOA, Napoli, Firenze,Italy),IMM-CNR (bologna, Napoli) Università di Napoli "Federico II" ( Dip. Scienze Fisiche),IMB (distretto tecnologico-Campania)

*Iniziativa per l'acquisizione di ulteriori entrate*

Proposte di progetti di ricerca regionali

Proposta di un progetto di ricerca interdipartimentale per l'applicazione di tecniche microscopiche avanzate per l'analisi di strutture cellulari.

***Finalità***

*Obiettivi*

Gli obiettivi della Commessa sono quelli propri dei Progetti nei quali è impegnata. L'attività della Commessa si inquadra in generale nell'ambito dello sviluppo di tecniche di imaging per la diagnostica di micro e nano strutture per lo studio di novi materiali di interesse per l'optoelettronica e la fotonica e per l'applicazione delle suddette tecniche all'analisi della fenomenologia dell'interazione della radiazione coerente del laser in strutture guidanti,il trasporto radiativo in mezzi diffondenti e biologici. Sono considerati obiettivi primari lo sviluppo di nuove tecniche di calcolo per l'analisi di pattern interferometrici e metodi di ricostruzione numerica in olografia digitale relativamente alla possibilità di migliorare il processo di ricostruzione dell'immagine in particolare per le applicazioni diagnostiche in real-time: monitoraggio del comportamento elettroottico e termo-ottico di materiali specificamente fabbricati per per ottica non lineare (cristalli ferroelettrici per nuove sorgenti laser; cristalli liquidi) ,la diagnostica di micro a nano strutture (MEMS,MOEMS,materiali compositi nanostrutturati)

*Risultati attesi nell'anno*

1- Automatizzazione del processo di ricostruzione numerica di ologrammi digitalizzati di strutture tridimensionali.

2-Caratterizzazione polarimetrica di reticoli di Bragg in cavità

*Potenziale impiego*

*-per processi produttivi*

Possibilità di contribuire significativamente al trasferimento tecnologico verso l'industria nazionale segnatamente nello sviluppo di sistemi di controllo di processo, diagnostica avanzata e di strumentazione innovativa. I risultati conseguiti recentemente sono stati brevettati:

1) Brevetto CNR di invenzione industriale, già depositato in Italia ed esteso all'estero(PCT) riguardante lo sviluppo di un Microscopio Olografico a ricostruzione numerica per la caratterizzazione strutture MEMS: Rif. "Method for modifying spatial resolution in the reconstruction of images in digital holography",PCT/IT04/000380 (9-7-2004)

2) Brevetto CNR depositato in Italia riguardante la caratterizzazione di cristalli per ottica non lineare Rif. Metodo per la mappatura bidimensionale del coefficiente elettro-ottico di oggetti, cella da utilizzare in tale metodo per l'applicazione del campo elettrico ad oggetti, e relativo apparato" ( Roma n. RM2004A000133 il 17 Marzo 2004)

3) Brevetto CNR (N RM2005A000120 Roma 16/3 2005 "Metodo olografico a ricostruzione numerica per ottenere un immagine di un oggetto 3D nella quale siano a fuoco...) inventori: S De Nicola et al



*- per risposte a bisogni individuali e collettivi*

Possibilità di contribuire significativamente al problem solving in settori a carattere interdisciplinare di notevole interesse per la comunità, quali la sensoristica per applicazioni biomediche, geofisiche etc.

**Moduli**

**Modulo:** Tecniche di imaging per lo studio e l'analisi di materiali microstrutturati

**Istituto esecutore:** Istituto di cibernetica 'Edoardo Caianiello'

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

**Risorse commessa 2007**

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
396	59	0	134	589	157	216	200	N.D.	946

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	0	0	0	0	0	0	0

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

\*dottorati, borse di studio, assegni di ricerca



## Sensori e metodologie optoelettroniche per la salute e l'ambiente

### *Dati generali*

<b>Progetto:</b>	Ottica, Fotonica e Plasm
<b>Tipologia di ricerca:</b>	Progetti relativi a linee tematiche a carattere strategico
<b>Istituto esecutore:</b>	Istituto di fisica applicata 'Nello Carrara'
<b>Sede principale svolgimento:</b>	Sede principale Istituto
<b>Dip. di prevista afferenza:</b>	Materiali e Dispositivi
<b>Responsabile indicato:</b>	RICCARDO FALCIAI

### *Elenco dei partecipanti*

Agostini Alessandro	liv. VI	Di Maggio Paolo	liv. VI	Papa Anna	liv. VII
Azzari Lucia	VIII	Falciai Riccardo	II	Pelli Stefano	III
Azzurrini Angela	VI	Galli Giacomo	VI	Raimondi Valentina	III
Baldini Francesco	II	Mealli Maria Cristina	V	Sacco Vincenzo Maria	II
Bigozzi Leonardo	VII	Mencaglia Andrea Azelio	III	Schena Alessandro	III
Calzolari Roberto	IV	Mignani Anna Grazia	III	Trambusti Massimo	IV
Cartia Marco	IX	Morandi Marco	IV	Trono Cosimo	III
Cecchi Giovanna	II	Nocentini Nara	VII	Venturi Valerio	IV
Così Franco	IV	Olivieri Giulio	VII	Zeni Elena	VIII

### *Tem*

#### *Tematiche di ricerca*

Realizzazione di: rete in fibra ottica di sensori di Bragg per il monitoraggio remoto di opere ed elementi strutturali; strumentazione sonde a fibra ottica per la qualità di alimenti; sensore di pH interstiziale; piattaforme microottiche funzionalizzate per la rivelazione di gas; sensore a NF-kB; sensore di RNA messaggero; sensori a microsfera. Test e collaudo in campo di FLIDAR-Profilers; fattibilità di rete integrata di sensori per il controllo di aree industriali.

#### *Stato dell'arte*

La maggior parte delle attività in corso o previste sono motivate e coordinate da progetti nazionali ed internazionali, in contesti applicativi che vanno dalle indagini sulla qualità dell'aria o dell'acqua (compresi ambienti marini) alla diagnostica biomedicale, ad analisi agro- alimentari, a controlli strutturali, per finire con la diagnostica di opere d'arte ed il controllo di ambienti museali. In ciascun progetto vi è una forte collaborazione con aziende e altri gruppi di ricerca.

### *Azioni*

#### *Attività da svolgere*

Le attività in corso possono essere raggruppate in tre filoni principali: a) sviluppo di sensori e metodologie innovativi; b)ottimizzazione di dispositivi (già sviluppati) per applicazioni dedicate; c) realizzazione di misure e test dimostrativi. I settori applicativi di maggior interesse sono quelli della salute (che include il biomedicale e l'agro-alimentare) e dell'ambiente (riferendosi anche ad ambienti interni ed all'edilizia). Su questi filoni saranno concentrate le attività dei ricercatori, mirando anche alle possibilità di interagire con produttori e/o utilizzatori delle nuove metodologie e strumentazione che saranno sviluppate.

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

Due sono i fattori più critici per il raggiungimento degli obiettivi previsti: (1) la necessità di nuovo personale, sia ricercatore che tecnico, per far fronte ai numerosi impegni su contratti esterni ed anche ai problemi legati al pensionamento dei ricercatori più anziani; (2) l'aggiornamento della strumentazione più significativa, il cui invecchiamento può pregiudicare in futuro anche il mantenimento delle attuali capacità tecnologiche. A tale scopo si cercherà anche di proporre nuovi progetti di ricerca ai possibili enti finanziatori.



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

Realizzazione di sensori in fibra ottica di vario tipo: sensori ad assorbimento diretto o a trasduttore per la misura di parametri d'interesse ambientale, industriale e biomedico; sensori per l'analisi di particolati in sospensione; sensori a modulazione di lunghezza d'onda per la misura di deformazioni e temperatura di strutture estese.

Esperienza nell'applicazione della spettroscopia indotta da laser per lo studio dell'ambiente e del patrimonio culturale effettuata sia in laboratorio che in campo, competenza nella progettazione e sviluppo di sensori per il telerilevamento lidar incluse immagini di fluorescenza.

#### *Strumentazione*

Laboratorio attrezzato per il progetto, la fabbricazione e la caratterizzazione di reticoli di Bragg in fibra ottica (FBG) con il metodo fotolitografico e tecnica di scrittura 'stretch and write'.

Strumentazione principale: laser ad eccimeri (KrF) Compex 100 Lambda Physik; analizzatore di spettro a fibra ottica Anritsu; sistema di interrogazione 'picoWave' Micron Optics; LED superluminescente a 1550 nm, laser di pompa a 980 nm, 300 mW; componentistica varia in fibra ottica.

Banchi ottici attrezzati per la caratterizzazione di sensori in fibra ottica per parametri fisici e chimici.

Laboratorio FLIDAR comprendente tre sensori lidar a fluorescenza, di cui uno sviluppato recentemente in collaborazione con un'industria, in grado di acquisire immagini in fluorescenza del bersaglio osservato o di effettuare il profilo di bersagli di volume (FLIDAR-Profilier). Laboratorio di spettroscopia (spettrofluorimetria).

Sorgenti laser nel VIS e vicino UV.

#### *Tecniche di indagine*

Realizzazione di schiere di sensori di deformazione e temperatura per il monitoraggio di strutture estese e materiali compositi.

Realizzazione di laser DBR (distributed Bragg reflector) mediante scrittura di reticoli di Bragg in fibra drogata all'erbio per la rivelazione di onde acustiche superficiali e sottomarine (idrofon).

Telerilevamento lidar, spettroscopia indotta da laser per lo studio dell'ambiente marino, della vegetazione e del patrimonio artistico. Sviluppo di tecniche di elaborazione dati e di inversione del segnale.

#### *Tecnologie*

Progettazione e realizzazione di sensori lidar per l'analisi ambientale e di opere d'arte. Realizzazione di campagne di misura specifiche.

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

Oltre a molte collaborazioni di ricerca, sia nazionali che internazionali, la commessa, per le sue caratteristiche, comporta l'interazione, attraverso contratti, sia con industrie che con Enti pubblici (in particolare per quanto riguarda l'impatto ambientale ed il patrimonio culturale). Numerose sono anche le collaborazioni in programmi bilaterali (con Francia, Messico, Repubblica Ceca, Ungheria).

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

E' prevista la collaborazione con il Museo della Fisica e Centro Studi e Ricerche Enrico Fermi per lo sviluppo di microrisonatori ottici quali elementi di base per microsensori e microlaser. In tale ambito verrà studiata anche la fattibilità di tali microrisonatori come elementi per la rivelazione di onde gravitazionali. Il Centro Fermi non darà finanziamenti diretti, ma potrà sostenere i costi di due contrattisti e di materiale di consumo. E' stata presentata una proposta alla European Science Foundation per l'organizzazione di scuole a livello europeo volte a formare una generazione di giovani scienziati esperti nel campo della sensoristica ottica per parametri chimici e biochimici.

Sono in preparazione proposte europee nell'ambito del settimo programma quadro nell'ambito della sensoristica ottica in campo biomedico.

E' in fase di definizione un contratto con la Ditta Hospitex Diagnostics, nell'ambito del Bando DOCUP Ob.2 della Regione Toscana.

#### *Finalità*

##### *Obiettivi*

Progettazione, realizzazione e test dimostrativi di sensori ottici ed optoelettronici. Sviluppo di componentistica microottica ed a fibre ottiche, e di circuiti ottici integrati, per applicazioni sensoristiche.

Progettazione di strumentazione per sistemi lidar a fluorescenza.

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

Oltre ad un generale progresso delle conoscenze ed alla messa a punto di nuove metodologie, si prevede di ottenere risultati interessanti sia da un punto di vista scientifico che tecnologico (e possibilmente anche socio-economico) nei filoni che hanno per obiettivo lo sviluppo di: a) Strutture periodiche in fibra ottica, in ottica integrata ed in microottica; b) Microsensori a fibre ottiche per la determinazione di analitici chimici in matrici alimentari, con particolare attenzione alla rivelazione di aflatossine nel latte; c) Microsensori chimici e



biologici basati su microrisonatori sferici in silice; d) Matrici di sensori su chip ottici integrati e/o in fibre ottiche per la rivelazione multipla di parametri biochimici di interesse clinico; e) Biosensori ottici per la rivelazione di proteine ed acidi nucleici; f) Sensori basati su microarray di cantilever interrogati otticamente per la rivelazione di parametri biologici; g) Sistema ottico basato sulla diffusione di luce per la rivelazione di aggregati di particelle con applicazione nel campo delle analisi immunochimiche; h) Sviluppo e applicazioni di lidar a fluorescenza per il controllo dell'ambiente e dei beni culturali.

**Potenziale impiego**

**- per processi produttivi**

Molti dei sensori studiati e sviluppati hanno caratteristiche di rilevante interesse in settori prioritari, quali la salute, l'ambiente, i beni culturali, e sono quindi di potenziale interesse produttivo.

Un esempio specifico è dato dalla tecnica lidar a immagini di fluorescenza: in collaborazione con El.En. (che è azienda leader a livello internazionale in sistemi laser) è stato sviluppato un sensore lidar innovativo per l'acquisizione di immagini di fluorescenza'.

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

I sensori sviluppati per applicazioni biomedicali ed ambientali rispondono ad esigenze sociali ed economiche, e per alcuni di essi è già in atto una sperimentazione clinica (biomedicali) o un'attività svolta in collaborazione con Enti locali ed Organismi internazionali.

**Moduli**

**Modulo:** Sensori e metodologie optoelettroniche per la salute e l'ambiente  
**Istituto esecutore:** Istituto di fisica applicata 'Nello Carrara'  
**Luogo di svolgimento attività:** Sede principale Istituto

**Risorse commessa 2007**

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
445	124	323	26	918	512	959	185	N.D.	1.615

valori in migliaia di euro

Unità di personale di ruolo*	
ricercatori	Totale
5	8

\*equivalente tempo pieno

Unità di personale non di ruolo									
associato	dottorando	borsista	assegnista	specializzando	incaricato di ricerca	professore visitatore	collaboratore professionale	altro	Totale
0	2	0	3	0	0	0	1	2	8

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

\*dottorati, borse di studio, assegni di ricerca





## Sviluppo di strumentazione per lo spazio e l'ambiente

### *Dati generali*

<b>Progetto:</b>	Ottica, Fotonica e Plasm
<b>Tipologia di ricerca:</b>	Progetti relativi a linee tematiche a carattere strategico
<b>Istituto esecutore:</b>	Istituto di fisica applicata 'Nello Carrara'
<b>Sede principale svolgimento:</b>	Sede principale Istituto
<b>Dip. di prevista afferenza:</b>	Materiali e Dispositivi
<b>Responsabile indicato:</b>	UGO CORTESE

### *Elenco dei partecipanti*

Agostini Alessandro	liv. VI	Castellini Guido	liv. II	Nocentini Nara	liv. VII
Azzari Lucia	VIII	Cortesi Ugo	III	Olivieri Giulio	VII
Azzurrini Angela	VI	Del Guasta Massimo	III	Palchetti Luca	III
Bigozzi Leonardo	VII	Di Maggio Paolo	VI	Papa Anna	VII
Boscaleri Andrea	III	Galli Giacomo	VI	Pippi Ivan	IV
Calzolari Roberto	IV	Mazzoni Marina	III	Sacco Vincenzo Maria	II
Carli Bruno	I	Mealli Maria Cristina	V	Schena Alessandro	III
Cartia Marco	IX	Mencaraglia Francesco	II	Venturi Valerio	IV
Castagnoli Francesco	IV	Morandi Marco	IV	Zeni Elena	VIII

### *Tem*

#### *Tematiche di ricerca*

Sviluppo di di metodi di misura e di strumentazione ottica per applicazioni di telerilevamento dallo spazio e di monitoraggio ambientale.

#### *Stato dell'arte*

Lo sviluppo di nuovi dispositivi (rivelatori, sorgenti) e di nuove soluzioni elettromeccaniche rendono possibili continui miglioramenti in termini di compattamento e prestazioni della strumentazione ottica utilizzata per applicazioni spaziali ed ambientali. Presso IIFAC esiste una tradizione di realizzazioni di strumenti per la ricerca nel campo della strumentazione LIDAR e nel campo della spettroscopia di Fourier.

### *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)*

Questa commessa prevede la collaborazione con una commessa dell'INOA che partecipa con allo stesso progetto 'Ottica' del Dipartimento 'MD' e con altre due commessa dell'IIFAC specializzate rispettivamente nel il sondaggio verticale dell'atmosfera terrestre (che partecipa al progetto 'Osservazione della Terra' del Dipartimento T&A) e nel trattamento delle immagini (che partecipa al Dipartimento ICT).





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

\*dottorati, borse di studio, assegni di ricerca



## Dispositivi ottici e metodologie per il patrimonio culturale

### *Dati generali*

<b>Progetto:</b>	Ottica, Fotonica e Plasm
<b>Tipologia di ricerca:</b>	Progetti relativi a linee tematiche a carattere strategico
<b>Istituto esecutore:</b>	Centro di responsabilità scientifica INOA
<b>Sede principale svolgimento:</b>	Sede principale Istituto
<b>Dip. di prevista afferenza:</b>	Materiali e Dispositivi
<b>Responsabile indicato:</b>	LUCA PEZZATI

### *Elenco dei partecipanti*

	liv.		liv.		liv.
Acciai Sergio	VI	Fraioli Paola	VII	Pipino Pasqualina	VII
Albavetti Loreno	V	Fubiani Daniela	VII	Poggi Pasquale	IV
Bianchi Paolo	VI	Greco Marinella	III	Poggiali Sandra	VII
Cetica Maurizio	I	Mascalchi Silvano	IV	Pucci Mauro	V
Chiattelli Beatrice	V	Materazzi Marzia	III	Renai Simonetta	VII
Cirri Leonardo	V	Pampaloni Enrico	III	Rossi Roberto	VIII
D'Uva Massimo	VI	Parenti Roberta	VII	Tenani Andrea	VI
Euzzor Stefano	IV	Pezzati Luca	II	Zanaboni Antonella	VII
Fontana Raffaella	III				

### *Tem*

#### *Tematiche di ricerca*

Le ricerche svolte dal GBC - INOA sono incentrate sullo studio, sviluppo ed applicazione di nuove tecniche, metodologie e strumentazioni per la diagnostica ottica di oggetti di interesse storico-artistico. Gli strumenti diagnostici sviluppati ed la strumentazione realizzata sono poi utilizzati all'interno di importanti progetti di diagnostica e di monitoraggio del patrimonio culturale. Le attuali linee di ricerca del GBC coprono due aree molto rilevanti per la diagnostica: le tecniche ad immagine ed i metodi per il rilievo 3D. La tecnica riflettografica a scansione, della quale è autore il GBC-INOA, risulta essere unica a livello internazionale.

#### *Stato dell'arte*

La ricerca sulla diagnostica per il patrimonio culturale trova nel nostro Paese l'ambiente ideale per svilupparsi. Le tecnologie ottiche sono elemento trainante ed indispensabile. La ricerca sulla diagnostica ottica produce alcuni tra i più importanti strumenti con i quali poter analizzare oggetti artistici ed archeologici. Non è un caso se l'Italia gioca da tempo un ruolo di primo piano nel mondo. La ricerca condotta mira a realizzare soluzioni metrologiche con strumentazione a basso costo, capace di un elevato potere di penetrazione presso gli utenti. L'utenza è quasi sempre di tipo pubblico, i fondi per la tutela sono cronicamente scarsi. Negli ultimi anni sta assumendo importanza l'integrazione delle tecnologie diagnostiche. Questa ricerca è in fase iniziale sia a livello nazionale che internazionale: le tecnologie diagnostiche non sono ancora utilizzate in applicazioni di routine nel restauro e conservazione; è difficile poter disporre di dati diagnostici di varie fonti da poter integrare, con strumenti software o con tecniche hardware. Campagne diagnostiche complete con strumenti all'avanguardia sono state condotte per poche opere di risonanza internazionale, ad es. il David

### *Azioni*

#### *Attività da svolgere*

Considerato che la maggior parte degli obiettivi prefissati per il GBC INOA deriva dai capitoli dei progetti approvati, le attività da svolgere sono quelle tese alla realizzazione degli obiettivi minimi per ciascun progetto, più quelle consentite caso per caso dall'evolvere dei progetti stessi. Le principali attività previste nell'immediato futuro sono:

Studio e realizzazione di rugosimetro portatile (MESIDE)

Studio di metodi per fotogrammetria digitale (BLU-ARCHEOSYS)

Studio, progetto e realizzazione di stazione di misura integrata (BLU-ARCHEOSYS)

Studio di protocolli per la misura del colore (START)

Progetto e realizzazione di uno scanner multispettrale VIS-NIR (START)Assemblaggio e test del sistema multispettrale NIR (EU-ARTECH)Diagnostica con gli strumenti del laboratorio mobile (MOLAB, di EU-ARTECH)



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

**Personale:** impossibilità di strutturare personale nelle unità territoriali, ove questo è richiesto per svolgere i progetti (Firenze, Lecce). Mina le capacità di operare efficacemente e di raccogliere fondi su progetto laddove, come ad esempio a Lecce, non si hanno unità di personale a T.Indet.**Governance:** il particolare status di INOA all'interno del CNR non favorisce, anzi complica, i processi gestionali necessari allo svolgimento dei progetti. **Cofinanziamenti:** le capacità potenziali di attrarre fondi sono depresse dal limite posto dalla massa stipendi del personale del gruppo a T. Indet. (circa 250 kEuro/anno), che risulta al momento essere l'unica possibile fonte di cofinanziamento progetti, e che per il triennio è praticamente saturata.

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

Le competenze presenti nel Gruppo Beni Culturali coprono le necessità di questo tipo di ricerca. Si tratta principalmente di:

- Progettazione e realizzazione di sistemi e dispositivi ottici ed optoelettronici prototipali;
- Progettazione e calcolo ottico;
- Progettazione e sviluppo di software;
- Radiometria, fotometria e colorimetria;
- Acquisizione, trattamento e restituzione dell'informazione digitale.

#### *Strumentazione*

Le strumentazioni utilizzate in questa ricerca sono prevalentemente autocostruite (prototipi) e composte da componenti di costo medio-basso, quali telecamere, meccaniche di precisione, ottiche e sensori. La ricerca del GBC - INOA si svolge presso la sede di Firenze (Arcetri), il Laboratorio all'Opificio delle Pietre Dure (Firenze, Fortezza da Basso), i laboratori della UOT di Lecce (Arnesano) ed il laboratorio alla Soprintendenza di Venezia (Scuola Vecchia della Misericordia).

#### *Tecniche di indagine*

- Tecniche ottiche ed optoelettroniche

#### *Tecnologie*

- Tecnologie optoelettroniche;
- Modellazione numerica;
- Tecniche 3D

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

Collaborazioni formalizzate con enti afferenti al Ministero per i Beni e le Attività Culturali:

Opificio delle Pietre Dure, Firenze,

Soprintendenza Speciale per il Polo Espositivo Veneziano;

Soprintendenza Archeologica della Toscana.

Collaborazioni formalizzate con enti ed istituti di ricerca

ISTI - Istituto di Scienza e Tecnologia dell'Informazione, CNR, Pisa;

Centro di Servizi Interdipartimentali di Rilievo Cartografia ed Elaborazione (CIRCE);

Istituto Universitario Architettura di Venezia (IUAV) - Venezia;

ISUFI - Università di Lecce Collaborazioni di ricerca (informali) Università di Bologna, Dip. di Fisica;

Univ. di Ferrara, Dip. di Scienze Biomediche;

Univ. di Lecce, Facoltà di Beni Culturali.

Altre collaborazioni.

Il GBC INOA ha inoltre collaborazioni nazionali ed internazionali, su specifici progetti di ricerca, con Università, Gruppi di ricerca, Soprintendenze, Musei, Gallerie ed altri enti che si occupano di conservazione del patrimonio culturale.

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

Viene costantemente perseguita la ricerca di finanziamenti mediante presentazione di progetti di ricerca, anche utilizzando gli strumenti più vantaggiosi per il finanziamento delle ricerche basate nella UOT di Lecce. Essendo al limite delle possibilità di cofinanziamento, non sono previste azioni per l'acquisizione di rilevanti entrate nel triennio (oltre a quanto già acquisito) fino a che non sarà risolto il problema del cofinanziamento.

#### *Finalità*

##### *Obiettivi*

La ricerca del GBC si sviluppa attraverso singoli progetti di ricerca finanziati che assicurano un'altissima percentuale di autofinanziamento. Progetti in corso: EU-ARTECH: progetto quinquennale termina nel 2009. Prevede lo svolgimento di interventi per diagnostica di eccellenza presso istituzioni nazionali ed internazionali. Vi è anche una attività di ricerca sulla quale si sta sviluppando un dispositivo per imaging multibanda nel vicino IR. ([www.eu-artech.org](http://www.eu-artech.org)); BLU-Archeosys: progetto quadriennale previsto in avvio dal 2007. Obiettivo la realizzazione di una stazione per la misura con diagnostica integrata di reperti



archeologici; START (Prog. pilota Reg. Toscana): progetto triennale molto complesso ed articolato in avvio dal 2007. Obiettivo la realizzazione in Toscana di un laboratorio regionale pubblico-privato per le tecnologie della conservazione, LARTEC. INOA è capofila ([www.lartec.org](http://www.lartec.org)); MESIDE (strategico Reg. Puglia): progetto triennale in avvio dal 2007. Obiettivo la realizzazione di un rugosimetro portatile per misure in esterno del degrado di superfici lapidee. Il GBC partecipa inoltre a alcuni progetti coordinati per la diagnostica di opere del patrimonio culturale

**Risultati attesi nell'anno**

Progetto di rugosimetro portatile (MESIDE)

Report su metodi per fotogrammetria digitale (BLU-ARCHEOSYS)

Studio e inizio del progetto di stazione di misura integrata (BLU-ARCHEOSYS)

Avanzamento sullo studio di protocolli per la misura del colore (START) Prototipo di scanner multispettrale VIS-NIR (START)

Prototipo di sistema multispettrale NIR (EU-ARTECH)

Due/tre interventi di diagnostica con gli strumenti del laboratorio mobile (MOLAB, di EU-ARTECH)

**Potenziale impiego**

**- per processi produttivi**

Molti se non tutti gli strumenti e le tecnologie sviluppate per il patrimonio culturale trovano applicazione nella diagnostica industriale e/o ambientale. Questi possibili fallout non sono però perseguiti con costanza per la sostanziale mancanza di tempo da dedicare a progetti di trasferimento al di fuori dal settore dei beni culturali, che assorbe tutto l'impegno del Gruppo.

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

La ricerca svolta aumenta le capacità del Paese di tutelare e valorizzare il suo patrimonio culturale. Non è facile stimare le ricadute delle varie azioni di ricerca, anche di tipo industriale, previste da questa commessa. Si va dall'impatto sull'economia locale (per progetti tipo i PON e POR che si svolgono quasi interamente in zone Obiettivo 1) che si esprime sia in termini di indotto, anche turistico, che di creazione di posti di lavoro, a tempo determinato e, quando possibile, indeterminato.

**Moduli**

**Modulo:** Dispositivi ottici e metodologie per il patrimonio culturale

**Istituto esecutore:** Centro di responsabilità scientifica INOA

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

**Risorse commessa 2007**

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
476	79	0	40	595	5	84	176	N.D.	776

valori in migliaia di euro

Unità di personale di ruolo*	
ricercatori	Totale
6	9

\*equivalente tempo pieno

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

Richiesta nuove unità di personale			
tempo determinato	tempo indet	non di ruolo*	Totale
6	10	0	16

\*dottorati, borse di studio, assegni di ricerca



## Dispositivi ottici per applicazioni industriali: diagnostica, sviluppo e caratterizzazione di nuove sorgenti e componenti ottici

### *Dati generali*

<b>Progetto:</b>	Ottica, Fotonica e Plasmi
<b>Tipologia di ricerca:</b>	Progetti relativi a linee tematiche a carattere strategico
<b>Istituto esecutore:</b>	Centro di responsabilità scientifica INOA
<b>Sede principale svolgimento:</b>	Sede principale Istituto
<b>Dip. di prevista afferenza:</b>	Materiali e Dispositivi
<b>Responsabile indicato:</b>	Antonio Lapucci

### *Elenco dei partecipanti*

Acciai Sergio	liv. VI	Fraioli Paola	liv. VII	Pipino Pasqualina	liv. VII
Albavetti Lorenzo	V	Francini Franco	I	Poggi Pasquale	IV
Bianchi Paolo	VI	Fubiani Daniela	VII	Poggiali Sandra	VII
Chiattelli Beatrice	V	Greco Vincenzo	III	Pucci Mauro	V
Ciamberlini Claudio	III	Jafrancesco David	III	Renai Simonetta	VII
Ciofini Marco	III	Lapucci Antonio	II	Rossi Roberto	VIII
Cirri Leonardo	V	Mascalchi Silvano	IV	Sansoni Paola	III
D'Uva Massimo	VI	Mercatelli Luca	III	Tenani Andrea	VI
Euzzor Stefano	IV	Molesini Giuseppe	I	Vannoni Maurizio	III
Farini Alessandro	III	Parenti Roberta	VII	Zanaboni Antonella	VII
Fontani Daniela	III				

### *Temi*

#### *Tematiche di ricerca*

La commessa opera nel campo delle applicazioni industriali di sistemi e dispositivi ottici. Le tematiche di ricerca sono: studio e realizzazione di risonatori ottici per laser e di dispositivi ottici per il trattamento di fasci laser. Le attività di ricerca suddette sono supportate da attività di progettazione ottica e di caratterizzazione di fasci e componenti ottici. La commessa si avvale del laboratorio di metrologia ottica (accreditato SIT) in grado di caratterizzare componenti ottici (lamine, specchi, prismi, lenti e sistemi). La commessa svolge anche attività di progetto di sistemi e componenti per l'illuminazione, nelle applicazioni industriali e biomedicali. Progettazione ottica, sviluppo e verifica di sistemi di controllo. Studio e progetto di sistemi per la concentrazione e lo sfruttamento della luce solare, avvalendosi del laboratorio di Fotometria ed Illuminotecnica - accreditato ISO9001e in grado di eseguire misure spettrofotometriche su materiali e misure spettroradiometriche su sorgenti, misure di distribuzione angolare e misure colorimetriche. Ancora una tematica riguarda l'ergonomia della visione in applicazioni ergonomiche ed industriali.

#### *Stato dell'arte*

Nello studio di risonatori per sorgenti laser innovative il nostro gruppo di ricerca ha un ruolo di livello internazionale, tanto che l'Agenzia Spaziale Europea ci ha coinvolto nello sviluppo della sorgente per l'altimetro della programmata missione Bepi-Colombo verso Mercurio. Nella commessa ci si avvale anche di esperienza oramai ben stabilita nella caratterizzazione di fasci laser e componenti ottici e nella progettazione ottica. Esperienza che è anche oggetto di contratti verso industrie private e altri enti pubblici. Inoltre, il crescente interesse a livello nazionale ed europeo su i problemi legati alla qualità di prodotto e di processo impone anche nel settore dell'ottica e della scienza della visione la presenza di strutture di ricerca e di laboratori qualificati. La commessa è attiva nell'ambito della certificazione di conformità a standard e normative sia per componenti con attività di svolta nella rete di laboratori accreditati dal Servizio di Taratura in Italia (Centri SIT), che operano a norma ISO/IEC 17025 ed assicurano la riferibilità delle misure ai campioni nazionali, che per sorgenti coerenti ed incoerenti.

### *Azioni*

#### *Attività da svolgere*

si vedano i campi dei singoli moduli

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

si vedano i campi dei singoli moduli



*Competenze, tecnologie e tecniche di indagine*

*Strumentazione*

*Tecniche di indagine*

*Tecnologie*

*Collaborazioni (partner e committenti)*

Come dettagliato nella documentazione dei singoli moduli, sono attive le seguenti collaborazioni: i laboratori ENEA di Faenza, Frascati, Casaccia e Brindisi, ELEN. RTM e Cantieri Rodriguez per i laser di alta potenza. Galileo Avionica sul progetto E.S.A.-MILD (Microlaser development). SACMI (Imola), E.N.E.A., CE.TA.CE. (Firenze - Prato), SHAP (Roma), IMQ (Milano), General Project (Montespertoli - FI), Sirio Panel (Montevarchi - AR), Facoltà di Ingegneria Roma3 (Roma), clinica oculistica universitaria di Firenze, Istituto di Neurofisiologia del CNR, IRSOO (Istituto Regionale Studi Ottici e Optometrici), Targetti Sankey S.p.A. per fotometria e illuminotecnica. L'attività di certificazione si svolge su domanda specifica di committenti di volta in volta differenti.

*Iniziative per l'acquisizione di ulteriori entrate*  
si vedano i campi dei singoli moduli

***Finalità***

***Obiettivi***

I progetti in cui siamo coinvolti ci danno per i prossimi anni degli obiettivi specifici assai precisi. Fra questi: la realizzazione e lo sviluppo di una sorgente laser impulsata a stato solido pompata da diodi per applicazioni da satellite con energia di impulso di 50 mJ e fascio quasi diffraction-limited. La realizzazione di sorgenti laser continue basate su mezzo attivo ceramico operanti nella gamma di potenze 100-200 W accoppiabili in fibra ottica per applicazioni industriali, e lo studio e sviluppo di una sorgente da 2kW basata sulle stesse tecnologie in collaborazione con il principale costruttore italiano di sorgenti laser.

Le attività metrologiche, oltre ad essere funzionale alle attività di ricerca, si propongono di incrementare le capacità di progettazione e mettere a punto metodi specifici per i controlli ottici, allargando le nostre potenzialità di collaborazione con altri gruppi in Italia ed all'estero e raggiungendo uno standard qualitativo che consenta di svolgere al massimo grado di competenza e affidabilità le attività di misura, consulenza e progettazione.

*Risultati attesi nell'anno*

si vedano i campi dei singoli moduli

***Potenziale impiego***

***- per processi produttivi***

Le tecnologie ottiche hanno numerose applicazioni in campo industriale. Si va dalle applicazioni di tipo metrologico (misura e controllo di processi) ma anche direttamente produttivo. Ad esempio il laser trova applicazione nei processi di marcatura, taglio, saldatura, ma anche in processi di formatura come la sinterizzazione selettiva o la stereolitografia. Le nostre attività e competenze risultano chiave in molte di queste applicazioni. Le attività di collaudo e certificazione, in quanto tali, sono di supporto diretto alle attività produttive, sia come presupposto di riferimento sia come apporto di valore aggiunto al prodotto finale. Nel triennio passato hanno usufruito delle nostre attività di ricerca anche applicatori legati al settore dei controlli industriali nelle catene di produzione, quelli relativi alla realizzazione di moduli di illuminazione per avionica e strumentazione biomedicale.

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

Le stesse attività e competenze trovano applicazione anche in settori come la ricerca spaziale - Il progetto E.S.A.-Mild (Micro Laser Development) prevede la realizzazione di una sorgente laser impulsata da utilizzare sulla sonda Bepi-Colombo che dovrà raggiungere il pianeta Mercurio nel 2012.

Le attività sui Collettori Solari si svolgono nel contesto della ricerca e qualificazione di nuove fonti energetiche rinnovabili. In generale l'attività metrologica e di certificazione risponde alla crescente richiesta di qualità e sicurezza per oggetti, impianti e produzioni che utilizzano metodologie e apparati ottici. Mantenendola attiva si riconosce la necessità di conservare al più alto livello, nel panorama nazionale, le competenze produttive e conoscitive nel campo dell'ottica fine, e di disporre di un riferimento scientifico riconosciuto nel circuito metrologico internazionale.





La ricerca nel settore dell'ergonomia della visione risponde all'esigenza di fornire ad ogni applicazione ed ad ogni individuo una diversa soluzione fotometrica e illuminotecnica.

#### **Moduli**

**Modulo:** Sviluppo sorgenti laser e progettazione e caratterizzazione di componentistica ottica

**Istituto esecutore:** Centro di responsabilità scientifica INOA

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

**Modulo:** Studio e caratterizzazione di sistemi e componenti per illuminotecnica e per la percezione visiva

**Istituto esecutore:** Centro di responsabilità scientifica INOA

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

#### **Risorse commessa 2007**

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
952	193	118	76	1.339	218	529	325	N.D.	1.882

valori in migliaia di euro

<b>Unità di personale di ruolo*</b>	
ricercatori	Totale
12	16

\*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
2	8	0	10

\*dottorati, borse di studio, assegni di ricerca



## **Sviluppo di tecnologie, materiali e dispositivi per applicazioni alla ottica quantistica ed alla spettroscopia**

### *Dati generali*

<b>Progetto:</b>	Ottica, Fotonica e Plasmi
<b>Tipologia di ricerca:</b>	Progetti relativi a linee tematiche a carattere strategico
<b>Istituto esecutore:</b>	Centro di responsabilità scientifica INOA
<b>Sede principale svolgimento:</b>	Sede principale Istituto
<b>Dip. di prevista afferenza:</b>	Materiali e Dispositivi
<b>Responsabile indicato:</b>	PAOLO DE NATALE

### *Elenco dei partecipanti*

	liv.		liv.		liv.
Acciai Sergio	VI	D'Amato Francesco	II	Mazzotti Davide	III
Addeo Carmela	VI	D'Uva Massimo	VI	Parenti Roberta	VII
Aiello Maria	V	De Natale Paolo	I	Pipino Pasqualina	VII
Albavetti Lorenzo	V	Euzzor Stefano	IV	Poggi Pasquale	IV
Bellini Marco	II	Fraioni Paola	VII	Poggiali Sandra	VII
Bianchi Paolo	VI	Fubiani Daniela	VII	Pucci Mauro	V
Bratina Vojko	III	Gagliardi Gianluca	III	Renai Simonetta	VII
Cancio Pastor Pablo	III	Giusfredi Giovanni	II	Rossi Roberto	VIII
Chiattelli Beatrice	V	Mascalchi Silvano	IV	Tenani Andrea	VI
Cirri Leonardo	V	Mazzinghi Piero	I	Zanaboni Antonella	VII

### *Temi*

#### *Tematiche di ricerca*

Ottica quantistica.

Sorgenti di radiazione coerente.

Spettroscopia ad alta sensibilità e risoluzione con sorgenti coerenti.

Metrologia di frequenza.

Sensori ottici per analisi chimiche ambientali.

Sensori ottici per applicazioni geofisiche ed aerospaziali.

#### *Stato dell'arte*

L'attuale livello delle competenze nel campo dei dispositivi ottici può consentire non solo lo sviluppo di nuovi sistemi per la diagnostica applicata a specifici settori, ma anche la realizzazione di sistemi completamente innovativi nel settore delle comunicazioni attraverso l'utilizzo di tecnologie quantistiche. Ad esempio, per la diagnostica e gestione del rischio ambientale, sono ad oggi quasi unicamente disponibili sistemi ottici basati su sorgenti incoerenti, quindi con prestazioni limitate per sensibilità e precisione e non integrabili in sistemi di rete. D'altra parte, i sistemi di trasmissione dell'informazione, che attualmente fanno uso di sistemi laser e componenti ottici per la manipolazione dei segnali "convenzionali", saranno probabilmente rivoluzionati dalla componentistica fotonica di nuova generazione, con cristalli fotonici non-lineari micro-strutturati e dalle tecniche di generazione parametrica di campi non classici. Anche la possibilità di misurare la frequenza negli intervalli spettrali ottici ed infrarosso è stata fino ad oggi fortemente limitata, ma i recentissimi "optical frequency combs" (OFC) ad impulsi laser ultracorti, aprono scenari nuovi.



### ***Azioni***

#### ***Attività da svolgere***

Nuovi schemi per la generazione di stati quantistici a maggiore efficienza.  
Sistema di rivelazione omodina multimodo ad alta frequenza.  
Prime misure spettroscopiche con tecnica Ramsey e armoniche elevate.  
Miglioramento del sistema di rivelazione del segnale di 'cavity ring-down' nel medio IR.  
Pulizia ottiche FSL FM presso NASA KSC.  
Supporto collaudi ottici FSL EM.  
Progettazione ottica telescopio WSO.  
Strumentazione per osservazione della Terra dalla Luna.  
Sviluppi di sistemi per spettroscopia attiva (LIDAR) e passiva da piattaforma spaziale.  
Misure in laboratorio e in campo con analizzatori a diodi laser raffreddati con Stirling cooler.  
Organizzazione della conferenza FLAIR 2007.  
Caratterizzazione dei sistemi di aggancio in fase tra la sorgente nel medio IR e l'OFC nel vicino IR.  
Produzione e rivelazione di ioni CH+n per investigazione spettroscopica e misure assolute di frequenza.  
Utilizzo dello spettrometro MIRTuS (Mid-IR Tunable Spectrometer) per analisi chimica dell'espriato.  
Investigazione dei limiti di sensibilità ed accuratezza in misure di 'strain' con i sistemi in fibra ottica.  
Realizzazione di gravimetro laser in fibra ottica (simulazioni e test di lab.).

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

Continuità nella disponibilità di risorse umane con competenze adeguate alle attività da svolgere.

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

Buona conoscenza di tecniche di collaudo di target e superfici ottiche.  
Conoscenza di sistemi laser e sorgenti coerenti.  
Conoscenze di spettroscopia atomica e molecolare.  
Competenze nel settore della metrologia di frequenza.  
Competenze nel settore dell'ottica quantistica.

#### ***Strumentazione***

Sistemi laser a Ti:zaffiro impulsati al pico/femto-secondo, con amplificazione CPA.  
Apparato per generazione e rivelazione omodina di stati quantistici.  
Apparato per generazione, rivelazione e applicazioni spettroscopiche di armoniche laser.  
OFC nel visibile/vicino IR, autoriferito allo standard primario via GPS.  
Sorgente di radiazione coerente e sintonizzabile nel medio IR (4 micron) ottenuta con un processo di differenza di frequenza in un cristallo di LiNbO3 'periodically-poled'.  
Cavità risonante ad alta finezza (>20000) nel medio IR.  
Analizzatore di CO denominato COLD.  
Analizzatore di metano denominato ALTO.  
Software di progettazione ottica.  
OFC nel vicino IR, autoriferito allo standard primario via GPS.  
Sorgente di radiazione coerente nel medio IR (3 micron) ampiamente sintonizzabile e di elevata potenza (> 3 mW), basata su processo di differenza di frequenza tra laser amplificati in fibre drogare con Er ed Yb.

#### ***Tecniche di indagine***

Tecniche spettroscopiche per la rivelazione di molecole ad altissima sensibilità ed accuratezza.  
Tecniche ottiche di trasmissione dell'informazione mediante scambio di 'chiavi' quantistiche.  
Tecniche di misura basate su sistemi integrati di sensori ottici per l'acquisizione di parametri fisico-chimici.

#### ***Tecnologie***

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

Tale commessa si avvale di una fitta rete di collaborazioni con Enti, Università ed aziende per lo svolgimento delle attività di ricerca e sviluppo tecnologico, come dettagliato alla voce 'Stato di Avanzamento'-> 'Collaborazioni'.

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

Supporto collaudi ottici per FSL EM sulla base di 'work orders' appositamente emessi dal committente.  
Supporto sviluppo EC per FSL sulla base di 'work orders' appositamente emessi dal committente.  
Partecipazione a bandi relativi al FP7 dell'Unione Europea.



### **Finalità**

#### **Obiettivi**

Sviluppo di sorgenti ad alta coerenza per differenza di frequenza con emissione accordabile nell'infrarosso, riferiti a sistemi OFC per misure assolute di frequenza e rivelazione di gas ad altissima sensibilità.

Spettroscopia ad alta accuratezza per la misura di costanti fisiche fondamentali e di parametri atomici e molecolari.

Realizzazione di sorgenti coerenti infrarosse portatili, per misure spettroscopiche 'outdoor', in ambienti difficili e da aereo.

Sviluppo di sensori in fibra a reticolo di Bragg per misure di deformazioni statiche e dinamiche e temperatura ad altissima sensibilità, anche mediante l'uso di sistemi OFC.

Realizzazione di sistemi di monitoraggio ambientale multiparametrici, configurabili in reti di sensori.

Sviluppo di sistemi di 'imaging' ad altissima sensibilità nel medio infrarosso.

Sviluppi di sistemi per spettroscopia attiva (LIDAR) e passiva da piattaforma spaziale.

Test nuove sorgenti e tecniche per generazione e controllo di campi non classici.

Realizzazione di sorgenti di luce quantistica compatte.

Spettroscopia ad alta risoluzione con armoniche elevate.

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

Realizzazione di un nuovo strumento analitico nel medio IR portatile.

#### **Potenziale impiego**

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

I sistemi di diagnostica ottica in corso di sviluppo si qualificano come sistemi ad alte prestazioni per il monitoraggio ambientale, sia da terra che dallo spazio, il controllo di processi industriali e di strutture civili. I sistemi per generazione parametrica di fotoni hanno possibili applicazioni nel settore delle comunicazioni intrinsecamente sicure.

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

I sensori per la diagnostica ambientale sono integrabili in sistemi di rete multiparametrici, utilizzabili per attività di Protezione Civile per la mitigazione del rischio sismico, vulcanico ed antropico e per la gestione di catastrofi naturali.

Le misure con i sensori aerospaziali permetteranno una migliore valutazione delle dinamiche climatiche globali, considerando anche fenomeni a mesoscala attualmente trascurati.

I progetti afferenti alla Commessa prevedono una parte di attività di alta formazione e di incubazione di impresa nel settore dell'ottica.

### **Moduli**

**Modulo:** Sviluppo di tecnologie, materiali e dispositivi per applicazioni alla ottica quantistica ed alla spettroscopia

**Istituto esecutore:** Centro di responsabilità scientifica INOA

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

### **Risorse commessa 2007**

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
764	115	422	82	1.383	140	677	264	N.D.	1.787

valori in migliaia di euro

<b>Unità di personale di ruolo*</b>	
ricercatori	Totale
9	13

\*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
4	3	1	7	0	0	0	1	0	16



<i>Richiesta nuove unità di personale</i>			
<b>tempo determinato</b>	<b>tempo indet</b>	<b>non di ruolo*</b>	<b>Totale</b>
4	9	11	24

\*dottorati, borse di studio, assegni di ricerca



## Sviluppo di tecniche di diagnostica ottica, microscopia ed interferometria

### *Dati generali*

<b>Progetto:</b>	Ottica, Fotonica e Plasm
<b>Tipologia di ricerca:</b>	Progetti relativi a linee tematiche a carattere strategico
<b>Istituto esecutore:</b>	Centro di responsabilità scientifica INOA
<b>Sede principale svolgimento:</b>	Sez. Napoli
<b>Dip. di prevista afferenza:</b>	Materiali e Dispositivi
<b>Responsabile indicato:</b>	PIETRO FERRARO

### *Elenco dei partecipanti*

	liv.		liv.		liv.
Abbate Roberto	VII	De Rosa Maurizio	III	Poggi Pasquale	IV
Acciai Sergio	VI	Euzzor Stefano	IV	Poggiali Sandra	VII
Addeo Carmela	VI	Ferraro Pietro	II	Pucci Mauro	V
Aiello Maria	V	Fraioli Paola	VII	Renai Simonetta	VII
Albavetti Lorenzo	V	Fubiani Daniela	VII	Rossi Roberto	VIII
Bianchi Paolo	VI	Mascalchi Silvano	IV	Salza Mario	VI
Chiattelli Beatrice	V	Meucci Riccardo	I	Tenani Andrea	VI
Cirri Leonardo	V	Parenti Roberta	VII	Zanaboni Antonella	VII
D'Uva Massimo	VI	Pipino Pasqualina	VII		

### *Tem*

#### *Tematiche di ricerca*

- sviluppo di metodi avanzati (es. super-risoluzione) per migliorare le prestazioni di apparati di interferometria e/o microscopia (risoluzione laterale, risoluzione verticale, profondità di campo e operatività in varie condizioni, es. investigazione in-situ e/o in tempo reale di fenomeni dinamici);
- sviluppo di procedure interferometriche specifiche (sia nel visibile che nell'IR) per caratterizzare materiali e processi (es. inversione domini ferroelettrici, proprietà termo-ottiche, elettro-ottico, espansione termica etc.), e per diagnostica di dispositivi (es. MEMS, MOEMS, etc.);
- sviluppo di apparati e metodi interferometrici per fotolitografia su scala sub-micrometrica per la fabbricazione di strutture e dispositivi per ottica/optoelettronica (es. cristalli fotonici, cristalli non lineari, reticoli di Bragg in guida, etc.);
- sviluppo di tecniche per scrittura di reticoli sub-micrometrici con impiego di sistemi di microscopia a scansione di sonda (nano-rubbing) eventualmente da integrare con la litografia interferometrica per investigare la realizzazione di dispositivi modulabili elettricamente (niobato di litio, cristalli liquidi nematici).

#### *Stato dell'arte*

Le tecniche interferometriche sono strumenti essenziali per caratterizzazioni ad alta risoluzione ed accuratezza in misure di profilo, ritardo ottico, indice di rifrazione, e quindi fondamentali per lo studio delle proprietà di materiali e dispositivi. Inoltre l'avanzamento tecnologico incrementa la complessità delle microstrutture realizzate richiedendo una riduzione delle dimensioni dalla scala micrometrica a quella sub-micrometrica. La litografia tradizionale usata anche in processi produttivi industriali non consente di realizzare strutture sub-micrometriche. L'alternativa a costi/tempi accettabili è quella a fascio elettronico che però presenta limiti sulle dimensioni massime delle aree da processare. D'altra parte è necessario poter disporre di metodi non invasivi e a pieno campo per investigare con risoluzione micrometrica tali strutture e parallelamente di metodi con risoluzione nanometrica (es. AFM) per quelle sub-micrometriche per caratterizzazioni complete e affidabili. La microscopia interferometrica è adatta ma sono necessari sforzi di ricerca per esplorare le potenzialità su scala sub-micrometrica tramite approcci di super-risoluzione.



### **Azioni**

#### *Attività da svolgere*

- Sviluppo di sistemi opto-microfluidici su materiali micro-nano strutturati per studio materiali biologici;
- Sviluppo di metodi di imaging di cellule in-vivo per analisi quantitativa a contrasto di fase tramite microscopio olografico;
- Controllo in tempo reale del processo di poling in cristalli ferroelettrici con reticolo di resist impiegando tecniche interferometriche;
- Realizzazione di un reticolo tipo Bragg in substrati di LiNbO<sub>3</sub> operante a lunghezze telecom tramite inversione periodica di domini ferroelettrici su scala sub-micrometrica;
- realizzazione di microdispositivi ottici integrati per litografia adattativi con 'phase array' in LiNbO<sub>3</sub>;
- Caratterizzazione delle proprietà ottiche di materiali (ceramici, cristalli liquidi, fotorifrattivi, etc.)
- Realizzazione di un laser ad alta potenza con ceramica Nd:YAG ed iniezione del laser ceramico con una sorgente ad alta stabilità;
- Sincronizzazione di più laser in regime caotico di 'spiking and bursting', analogie con processi cognitivi e sistemi economici. Simulazioni analogiche su diversi tipi di oscillatori nonlineari;
- Olografia digitale IR proprietà ottiche di materiali ed imaging nel medio e vicino IR

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

- realizzazione di circuiti microfluidici integrando LiNbO<sub>3</sub> con altri materiali;
- Stabilizzazione del sistema interferometrico durante acquisizione immagini nel processo di inversione di domini ferroelettrici tramite campo elettrico esterno;
- Necessità di un porta-campione per applicazione di campo esterno che sia dotato di lente di ingrandimento integrata per visualizzare la formazione di reticoli micrometrici;
- Necessità di migliorare il processo fotolitografico su scala sub-micrometrica adottando una opportuna ricetta che faccia uso di un coating antiriflesso idoneo;
- Realizzazione di una cavità laser otticamente stabile ad alte potenze di pompaggio/emissione;
- Realizzazione di uno schema di stabilizzazione in frequenza di un laser in fibra rispetto a una cavità Fabry-Pérot ad alta finesse.

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

I partecipanti alla commessa dovranno avere competenze sui seguenti aspetti dell'ottica:

- interferometria, microscopia, tecnoche di imaging, ottica non-lineare.

Le competenze dovranno essere inoltre estese anche all'impiego delle seguenti apparecchiature e strumentazioni:

- apparato di litografia, interferometrica, interferometri in diverse configurazioni;
- sistemi di acquisizione di immagini, quali CCD e CMOS ed elaborazione di immagini per estrazione di informazioni da sistemi di frange di interferenza;
- impiego di sorgenti laser nel visibile e nell'UV;
- apparati per il poling elettrico di cristalli ferroelettrici;
- trattamento e caratterizzazione di cristalli per l'ottica non-lineare;
- osservazione e valutazione con microscopio ottico in diverse configurazioni;
- competenza nell'approntare un set-up di misura interferometrico/olografico;
- competenza nei processi di preparazione campioni per litografia;
- competenze nell'impiego di microscopio a forza atomica per la caratterizzazione di campioni;
- metod di preparazione e trattamento per l'osservazione al microscopio interferometrico a cellule in in-vivo.

#### *Strumentazione*

- Apparat di tipo interferometrico per caratterizzazione di materiali, dispositivi e processi ed in particolare:
- interferometri del tipo Mach-Zehnder, Michelson e olografico, nella configurazione a microscopio e non e ad una o più lunghezze d'onda;
- interferometri nell'IR con laser a CO<sub>2</sub>

#### **Apparato per litografia**

- apparato di litografia interferometrica in camera pulita;

#### **Sorgenti laser:**

- laser nel visibile, IR ed UV;

#### **Apparato di microscopia AFM a forza atomica;**



*Tecniche di indagine*

Sviluppo e impiego di metodologie per estrazione di mappe di fase quantitative da sistemi di frange interferometriche;

Sviluppo e impiego di metodologie di indagine per consentire di adattare gli apparati di tipo interferometrico ai diversi tipi di materiali, dispositivi e/o processi.

-Sviluppo di strategie per migliorare la risoluzione spaziale di apparati di tipo interferometrico.

*Tecnologie*

- Metodi e processi di litografia e processi di 'attacco' chimico in umido per microstrutturazione di cristalli ferroelettrici.

*Collaborazioni (partner e committenti)*

Prof. Fredrik Laurell (Royal Institute of Technology Stoccolma, Svezia).

S. Mailis (Optoelectronic Research Centre, Southampton, UK).

P.K. Rastogi (EPFL Lousanne, CH).

K.A. Stetson (Holometrology, CT-USA).

Javidi (Univ. Connecticut) - USA

F. Dubois (Univ. Brussels) - Belgio

A. Arie (Univ. Tel Aviv) - Israele

Prof. D. Psaltis (California Technology Institute, CALTECH - USA)

Prof. J. Wyant (Università dell'Arizona, Tucson AZ, USA)

Prof. N. George (Institute of Optics, Università di Rochester, NY, USA)

Prof. W. Osten (Istituto di Ottica, Università di Salsomaggiore, Germany)

Prof. C-H. Poon (Virginia Polytechnic Institute, USA)

Dr. Erik Novak (VEECO Metrology, Tucson, AZ, USA)

Prof. W. Juptner (BIAS Università di Brema, Germany)

Prof. A. Asundi (Nanyang Technological University, Singapore)

Prof. M.K. Kim (University of South Florida, Tampa USA).

F. T. Arecchi, Università degli Studi di Firenze, Dipartimento di Fisica.

F. Salvadori, Università degli Studi di Firenze, Dipartimento di Fisica.

K. Al Naimee, borsista ICTP, Physics Dept., College of Science, University of Baghdad, Baghdad, Iraq

B. Goswami, borsista ICTP, Laser and Plasma Technology Division, Bhabha Atomic Research Centre, Mumbai 400085, India.

M. Ivanchenko, Dept. of Radiophysics, University of Nizhny Novgorod, Russia.

J. Seoane, Universidad Rey Juan Carlos, Madrid, Spain

S. Zambrano, Universidad Rey Juan Carlos, Madrid, Spain

I. Leyva, Universidad Rey Juan Carlos, Madrid, Spain

I. P. Marino, Universidad Rey Juan Carlos, Madrid, Spain

M. A. F. Sanjuan, Universidad Rey Juan Carlos, Madrid, Spain

D. Acampora, Università degli Studi di Firenze, Dipartimento di Fisica.

S. Boccaletti, CNR-Istituto dei Sistemi Complessi, Italy.

Laboratoire Kastler-Brossel, ENS, Parigi (Francia);

Collaborazioni scientifiche in ambito nazionale non CNR:

C. Sada, Università di Padova

P. Laporta (Politecnico di Milano)

S. Donati, Univ. Di Pavia

LENS, Firenze;

ICIB-CNR

*Iniziativa per l'acquisizione di ulteriori entrate*

Partecipazione a progetti di ricerca con finanziamenti promossi dall'Unione Europea del FP7 Programma Quadro su i seguenti temi:

- metodi e tecniche di caratterizzazione per mezzo di tecniche interferometriche;

- realizzazione di micro-nano-strutture in Niobato di Litio per applicazioni nella circuitistica fotonica;

Presentazione di progetti in ambito Regione Campania per possibile collaborazione con partner industriali per applicazioni di sorgenti ad alte potenze.

Partecipazione ad iniziative dei PNR.





### **Finalità**

#### **Obiettivi**

migliorare la risoluzione spaziale trasversale (super-risoluzione) e verticale in microscopia interferometrica (MI)  
rendere flessibile la profondità di campo in MI  
sviluppo di metodi MI per controllo in tempo reale di inversione di domini ferroelettrici su scala micrometrica  
realizzare/caratterizzare microstrutture e nanostrutture di superficie  
realizzare un apparato MI e una metodologia per misurare profili di indice in guide d'onda  
studio birifrangenza alla frontiera di domini invertiti  
studio tensioni all'interfaccia tra materiali diversi per caratterizzare dispositivi ibridi silicio/niobato anche nell'IR  
studio di effetti fotorifrattivi in cristalli  
sviluppo apparati per misura simultanea di espansione termica e proprietà termo-ottiche di cristalli phase array in LiNbO<sub>3</sub> con geometrie 2D  
reticolo di Bragg con domini invertiti su scala sub-micrometrica in guida d'onda  
studio fattibilità tecnologica di cristalli fotonici in LiNbO<sub>3</sub>  
studio realizzabilità tramite AFM e cristalli liquidi di reticoli di diffrazione modulabili elettricamente  
realizzare difetti a geometria controllata in strutture litografiche ordinate tramite sis

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

- sistema microfluidico per analisi statica e dinamica sistemi cellulari integrato con apparato di imaging a contrasto di fase quantitativa;
- microscopio olografico con miglioramento della risoluzione spaziale e verticale;
- Reticolo di Bragg integrato in LiNbO<sub>3</sub> operante come filtro per lunghezze telecom;
- Metodo per controllo affidabile del processo di inversione periodica di domini ferroelettrici su scala micrometrica;
- messa a punto di metodi e procedure di misura per la caratterizzazione di proprietà ottiche di materiali e il testing di microdispositivi sia nel visibile che nell'IR;
- Laser ad alta potenza (100 W) con elevate caratteristiche di emissione (singolo modo longitudinale e trasverso, larghezza di emissione ridotta).

#### **Potenziale impiego**

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

I risultati finora ottenuti hanno permesso di ottenere n.4 brevetti di invenzione industriale

- 1) Sviluppo di un Microscopio Olografico a ricostruzione numerica per caratterizzare strutture MEMS. Contatti in corso con aziende in Europa e USA per accordi tramite cessione di diritti (CD), spin-off (SO), collaborazioni con aziende (COL), etc. per possibile uso industriale.
- 2) Caratterizzazione di cristalli specifici tramite tecniche interferometriche. Possibile estensione all'estero. Ora è possibile definire un prototipo che potrebbe avere un mercato sia in ambito industriale che accademico. È in esame l'eventuale uso industriale tramite CD, SO, COL, etc.
- 3) (in corso) È stata avviata la procedura attraverso le strutture competenti del DAST-CNR, in collaborazione con l'azienda D'Appolonia, per sviluppare un sistema innovativo per lettura di deformazioni in regime quasi-statico tramite reticoli di Bragg in fibra. Si attende che il partner industriale D'Appolonia possa arrivare ad una commercializzazione dello stesso in tempi brevi.
- 4) Metodo olografico a ricostruzione numerica per ottenere un'immagine di un oggetto tridimensionale con a fuoco anche punti f

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

Gli eventuali dispositivi di tipo "cristallo fotonico" in substrati di materiale ottico non lineare es. niobato di litio) che si potrebbero ottenere dall'attività di ricerca della presente commessa, aprire la strada alla realizzazione di sistemi di comunicazione (es. rete internet) che, diversamente da ora, sarebbero basati su componenti tutti ottici migliorando così le prestazioni dei sistemi di comunicazione in termini soprattutto di velocità. Basti pensare a come una rete internet più veloce in ambienti di tipo amministrativo migliorerebbe la qualità della vita individuale e collettiva.

### **Moduli**

**Modulo:** Sviluppo di tecniche di diagnostica ottica, microscopia ed interferometria

**Istituto esecutore:** Centro di responsabilità scientifica INOA

**Luogo di svolgimento attività:** Sez. Napoli



*Risorse commessa 2007*

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
362	56	120	19	557	9	185	92	N.D.	658

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	2	0	1	0	0	0	0	0	3

<i>Richiesta nuove unità di personale</i>			
tempo determinato	tempo indet	non di ruolo*	Totale
2	2	7	11

\*dottorati, borse di studio, assegni di ricerca



## Effetti di coerenza e superfluidità nei gas bosonici e fermionici

### Dati generali

<b>Progetto:</b>	Ottica, Fotonica e Plasmi
<b>Tipologia di ricerca:</b>	Progetti di sviluppo competenze
<b>Istituto esecutore:</b>	Centro di responsabilità scientifica INFN
<b>Sede principale svolgimento:</b>	CRS BEC
<b>Dip. di prevista afferenza:</b>	Materiali e Dispositivi
<b>Responsabile indicato:</b>	FRANCO DALFOVO

### Elenco dei partecipanti

	liv.		liv.		liv.
Arnone Alberto	IX	Distefano Fabio	VII	Parodi Elena	V
Ballero Gabriele	VII	Foppiano Caterina	V	Pernati Barbara	V
Barraco Ignazia	V	Fortunati Francesca	VI	Pittaluga Dameri	VII
Beltrami Monica	V	Franchini Daniela	VI	Alessandro	
Beroldo Raffaella	VII	Franguelli Simona	VI	Poggi Sabrina	V
Bolla Matilde	VI	Garbarino Maria Carla	V	Pollio Daniela	VII
Borello Gian Piero	II	Gennai Irene Maria	VI	Punginelli Marco	VI
Cagnana Barbara	V	Genovese Giuseppe	V	Recati Alessio	III
Calarco Tommaso	II	Imperatore Antonucci	VI	Santroni Adriana	VI
Calvi Francesca	IV	Danilo		Savoldi Giovanna	V
Camauli Enrico	V	Ivaldi Fulvia	VII	Scarfone Antonio	III
Caporali Andrea	IV	La Ferla Michela	VI	Sciaccaluga Liliana	V
Carusotto Iacopo	III	Lo Grasso Giusy	VI	Scotto Stefania	VI
Chinello Mirella	VII	Luciano Sergio	DIRI	Smerzi Augusto	II
Corezzola Paola	VI	Maloberti Sciutto Michela	VII	Spano' Francesca	III
Dalla Libera Monica	V	Mamberti Emanuele	IV	Spinozzi Simone	V
De Almeida Nunes	V	Marescalchi Tatiana	VI	Talamo Valeria	VI
Manganaro Jose' Carlos		Menotti Chiara	III	Tassistro Michela	V
De Donatis Roberta	V	Miceli Diletta	VI	Toncini Annamaria	V
De Marco Rocco	VI	Millio Marco	VI	Toselli Milena	III
Di Lello Piero	VIII	Palazzo Nicoletta	III		

### Temi

#### Tematiche di ricerca

Lo scopo della commessa è lo sviluppo e l'implementazione di modelli teorici e metodi numerici nel campo dei gas quantistici degeneri. Si studiano in particolare: i fenomeni di coerenza e superfluidità in gas confinati in trappole magnetiche e ottiche, in potenziali periodici, in trappole in rotazione, in geometrie quasi-1D o quasi-2D; gli effetti delle interazioni di campo medio e oltre campo-medio, dal limite di gas diluiti fino al limite di forte interazione; le proprietà dei condensati di Bose-Einstein; le proprietà dei gas fermionici, in regime BCS, di transizione BCS-BEC e in regime unitario; la condensazione di Bose-Einstein in sistemi a stato solido e fotonici; l'informazione quantistica con atomi freddi e la sensoristica con gas quantistici.

#### Stato dell'arte

A partire dalle prime osservazioni della BEC in gas ultrafreddi, nel 1995, lo studio di tali sistemi è diventato uno dei settori emergenti della fisica e un punto d'incrocio tra discipline diverse. La BEC è stata ottenuta in decine di laboratori con Rb, Na, Li, K, H, He, Cs e Yb. Negli ultimi anni si è fortemente sviluppato lo studio di gas fermionici, con l'osservazione sperimentale della superfluidità in regime BCS e nella regione di transizione tra BCS e BEC al variare dell'interazione tra gli atomi. Fermioni, bosoni e loro miscele vengono studiati in diverse geometrie e con diversi sistemi di intrappolamento. Sono state osservate nuove fasi quantistiche. Vengono sviluppate tecniche di confinamento di atomi su chip o in reticoli ottici adatti per esperimenti di interferometria o di informazione quantistica. Il gruppo di Trento si occupa di teorie e di calcoli utili all'interpretazione degli esperimenti in corso e la progettazione di nuovi esperimenti, in collaborazione con gruppi sperimentali che operano in vari centri internazionali.

### Azioni

#### Attività da svolgere

Si proseguiranno le ricerche sui gas bosonici e fermionici in diversi regimi e diverse geometrie.



*Punti critici e azioni da svolgere*

*Competenze, tecnologie e tecniche di indagine*

I promotori del centro sono esperti di teorie dei sistemi a molti corpi, della materia condensata e della meccanica statistica, avendole applicate in passato alla fisica nucleare e alla fisica dell'elio superfluido. Le prime attività del gruppo in questo nuovo settore degli atomi ultrafreddi hanno riguardato l'applicazione ai condensati di teorie di campo medio (equazione di Gross-Pitaevskii), equazioni idrodinamiche, regole di somma e tecniche di calcolo numerico ab initio. Il gruppo si è poi allargato includendo giovani ricercatori con esperienze interdisciplinari in ottica quantistica, fisica atomica e dello stato solido, informazione quantistica.

*Strumentazione*

L'attività è di tipo teorico e, come strumentazione, richiede l'uso di computer. Per le risorse di calcolo e di rete il gruppo si basa sulle risorse a disposizione del dipartimento di fisica dell'Università di Trento e risorse esterne accessibili tramite programmi di collaborazione scientifica.

*Tecniche di indagine*

*Tecnologie*

*Collaborazioni (partner e committenti)*

Fin dall'inizio il centro BEC di Trento ha stabilito una collaborazione sinergica con il gruppo sperimentale di Massimo Inguscio al LENS di Firenze. Altre collaborazioni durature si sono sviluppate con i gruppi sperimentali e teorici dell'ENS di Parigi, con i laboratori di JILA e University of Colorado a Boulder, con i gruppi sperimentali e teorici dell'Università di Innsbruck, con i teorici del Los Alamos National Laboratory, della Universitat Politecnica de Catalunya e dell'Institut de Ciències Fotoniques di Barcellona. Tali collaborazioni hanno anche permesso scambi di ricercatori e la permanenza all'estero dei ricercatori del centro. Numerose altre collaborazioni sono state intraprese con gruppi sperimentali e teorici su singoli progetti di ricerca. Il centro BEC di Trento svolge anche un ruolo di punto d'incontro di esperti del settore, tramite l'organizzazione di eventi scientifici di vario formato, da piccoli workshop a grandi conferenze.

*Iniziativa per l'acquisizione di ulteriori entrate*

Si sta completando l'iter del rinnovo della convenzione con la Provincia Autonoma di Trento (PAT) per il cofinanziamento del centro BEC per il triennio 2007-2010. L'accordo prevede uno stanziamento della PAT di 240.000,00 euro, che si aggiungono ai fondi già stanziati dalla PAT sulla base della convenzione che scade nel 2007. Il rinnovo della convenzione è stato già approvato dalla Giunta della PAT il 29/12/2006.

*Finalità*

*Obiettivi*

Si prevede di pubblicare un numero consistente di articoli sulle tematiche sopra elencate, aventi un significativo impatto sulle attività teoriche e sperimentali a livello internazionale, anche tramite collaborazioni dirette e continuative con diversi laboratori sperimentali.

*Risultati attesi nell'anno*

Si prevede la pubblicazione di numerosi articoli su riviste scientifiche internazionali ad alto impatto.

*Potenziale impiego*

- per processi produttivi

- per risposte a bisogni individuali e collettivi

*Moduli*

<b>Modulo:</b>	Effetti di coerenza e superfluidità nei gas bosonici e fermionici
<b>Istituto esecutore:</b>	Centro di responsabilità scientifica INFM
<b>Luogo di svolgimento attività:</b>	CRS BEC



*Risorse commessa 2007*

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
232	24	242	151	649	17	283	246	N.D.	912

valori in migliaia di euro

<i>Unità di personale di ruolo*</i>	
ricercatori	Totale
6	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
2	0	3	5

\*dottorati, borse di studio, assegni di ricerca



## Manipolazione ottica e magnetica di gas degeneri: nuovi materiali e dispositivi

### Dati generali

<b>Progetto:</b>	Ottica, Fotonica e Plasmi
<b>Tipologia di ricerca:</b>	Progetti relativi a linee tematiche a carattere strategico
<b>Istituto esecutore:</b>	Centro di responsabilità scientifica INFN
<b>Sede principale svolgimento:</b>	CRS BEC
<b>Dip. di prevista afferenza:</b>	Materiali e Dispositivi
<b>Responsabile indicato:</b>	FRANCESCO MINARDI

### Elenco dei partecipanti

	liv.		liv.		liv.
Arnone Alberto	IX	Foppiano Caterina	V	Palazzo Nicoletta	III
Ballero Gabriele	VII	Fortunati Francesca	VI	Parodi Elena	V
Barraco Ignazia	V	Franchini Daniela	VI	Pernati Barbara	V
Beltrami Monica	V	Franguelli Simona	VI	Pittaluga Dameri	VII
Beroldo Raffaella	VII	Garbarino Maria Carla	V	Alessandro	
Bolla Matilde	VI	Gennai Irene Maria	VI	Poggi Sabrina	V
Borello Gian Piero	II	Genovese Giuseppe	V	Pollio Daniela	VII
Cagnana Barbara	V	Imperatore Antonucci	VI	Punginelli Marco	VI
Calvi Francesca	IV	Danilo		Roati Giacomo	III
Camauli Enrico	V	Ivaldi Fulvia	VII	Santroni Adriana	VI
Caporali Andrea	IV	La Ferla Michela	VI	Savoldi Giovanna	V
Checchi Simona	VI	Lo Grasso Giusy	VI	Sciaccaluga Liliana	V
Corezzola Paola	VI	Luciano Sergio	DIRI	Scotto Stefania	VI
Dalla Libera Monica	V	Maloberti Sciutto Michela	VII	Spano' Francesca	III
De Almeida Nunes	V	Mamberti Emanuele	IV	Spinozzi Simone	V
Manganaro Jose' Carlos		Marescalchi Tatiana	VI	Talamo Valeria	VI
De Donatis Roberta	V	Miceli Diletta	VI	Tassistro Michela	V
De Marco Rocco	VI	Millio Marco	VI	Toncini Annamaria	V
Di Lello Piero	VIII	Minardi Francesco	III	Toselli Milena	III
Distefano Fabio	VII	Morsch Oliver	II	Wiersma Diederik Sybolt	II
Ferrari Gabriele	III				

### TemI

#### Tematiche di ricerca

La commessa intende indagare fenomeni fondamentali che, in modo interdisciplinare, attengono alla fisica atomica, alla materia condensata e allo stato solido, quali transizioni di fase quantistiche, superfluidità, diagrammi di fase di miscele degeneri, formazione di condensati molecolari ed entanglement. La commessa avrà anche rilevanza nel campo emergente della informazione quantistica, poiché i gas degeneri figurano tra i materiali candidati a realizzare porte logiche e memorie quantistiche.

Con l'attivazione del nuovo modulo la Commessa sarà attiva anche nel campo del trasporto di onde luminose in materiali disordinati.

#### Stato dell'arte

I materiali e dispositivi che si intendono realizzare sono alla frontiera dello stato dell'arte e presentano aspetti tecnici inesplorati. La fattibilità è assicurata dalle competenze sviluppate e comprovate dal successo che i partecipanti alla commessa hanno ottenuto in progetti passati. La commessa richiede anche competenze nella micro- e nano-ottica che vengono dalla rafforzata sinergia con ricercatori di enti, quali IINOA, una volta separati, ora confluiti nello stesso Progetto CNR.

### Azioni

#### Attività da svolgere

Si proseguirà lo studio dei condensati in reticoli di dimensione 2 e 3. Si proseguiranno gli esperimenti di associazione di molecole eteronucleari KRb fermioniche sfruttando le risonanze di Fano-Feshbach. Si studieranno le miscele degeneri Bose-Bose in reticolo ottico, per la creazione di nuove fasi quantistiche con due specie. Si studieranno gli effetti delle interazioni interatomiche su esperimenti di interferometria. Si proseguirà lo studio delle oscillazioni di Bloch per l'interferometria. Si studieranno i condensati sottoposti ad eccitazioni impulsive.

Si proseguirà lo studio sperimentale del trasporto di luce in cristalli fotonici e dielettrici disordinati e quasi-ordinati.



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

Sarà critica la capacità di attrarre finanziamenti da fonti esterne, per cui sono già state intraprese iniziative nel 6 Programma Quadro. Si richiede comunque un incremento del fondo di dotazione, attualmente pari a 28 kEuro, appena sufficiente a coprire le spese dei 4 dipendenti. Sarà critica inoltre la possibilità di attivare una nuova posizione di Primo Ricercatore.

Sarà necessario prevedere un fondo di dotazione per l'attivazione del nuovo modulo, che gode già di cofinanziamenti da parte dell'UE e da parte del LENS.

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

I ricercatori della commessa hanno una formazione post-universitaria in fisica atomica e molecolare, fisica della materia condensata, ottica, spettroscopia e metrologia. Gli esperimenti di atomi freddi e degeneri e di ottica dei sistemi complessi richiedono competenze su: sorgenti laser, dispositivi elettro-ottici, fibre ottiche, tecnologia del vuoto, sorgenti di radio-frequenze e micro-onde, sistemi di stabilizzazione, elettronica a basso rumore, sistemi di acquisizione immagini, software per l'automazione degli esperimenti, per l'acquisizione e l'analisi dei dati.

#### *Strumentazione*

La strumentazione della commessa è assicurata in larga parte da altri organismi quali il LENS, i Dipartimenti di Fisica di Firenze e Pisa, INFN.

Comprende: un numero ingente di lasers allo stato dell'arte, in continua ed impulsati, camere CCD per l'acquisizione di immagini, strumenti per la generazione e la misura di radio-frequenze e micro-onde, generatori di corrente/tensione stabilizzati, dispositivi elettro-ottici, microscopi.

#### *Tecniche di indagine*

Le caratteristiche comuni delle tecniche di indagine della commessa è l'uso dell'interazione tra luce e materia per l'indagine sperimentale dei fenomeni studiati. In genere, sia gli esperimenti di atomi freddi e degeneri, del modulo esistente, sia quelli di ottica di sistemi complessi, del nuovo modulo proposto, implicano l'acquisizione di segnali sotto forma di immagini.

#### *Tecnologie*

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

Collaborazioni sono già in essere con diversi gruppi, soprattutto teorici. Citiamo specialmente quelle con il gruppo teorico del CRS-BEC, sviluppata nel quadro di progetti PRA e di interesse nazionale, fondamentale per l'ideazione e la comprensione degli esperimenti e quella con il gruppo teorico del Dipartimento di Fisica di Firenze. Sono stati avviati contatti con Istituti del CNR, quali IMM, impegnati nello studio e nella fabbricazione di microdispositivi, per applicarli ai gas degeneri.

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

E' stato presentata una domanda per un progetto collaborativo EuroQuam nell'ambito del programma EUROCORES della European Science Foundation. Tale progetto, se approvato, risulterà in un finanziamento di 120 kEuro in 3 anni. Inoltre i ricercatori della Commessa sono stati invitati a sottoporre una proposta per entrare a far parte dell'Integrated Project SCALA finanziato nell'ambito del 6 Programma Quadro. L'accoglimento della proposta comporterebbe un finanziamento di 170 kEuro in due anni, a partire da Nov 2007.

Per l'attività del nuovo modulo, verranno presentate domande per due progetti STREP del 7 Programma Quadro (IST). Cofinanziamento è assicurato dalla partecipazione già attiva del gruppo al Network of Excellence (NoE) on nanophotonics, Phoremot (IST, 6 Programma Quadro).

#### *Finalità*

#### *Obiettivi*

Gli obiettivi sono: approfondire lo studio di gas degeneri in potenziali periodici; esplorare schemi sperimentali per il controllo delle interazioni interatomiche; indagare l'effetto del rumore sulle proprietà di coerenza mediante l'uso di potenziali random; studiare l'applicazione di gas degeneri all'informazione quantistica; produrre molecole a partire da miscele quantistiche degeneri mediante le risonanze di Feshbach. Con il nuovo modulo: studiare le proprietà di trasporto di onde coerenti in mezzi disordinati.

#### *Risultati attesi nell'anno*

Si prevede di pubblicare un numero significativo, superiore a quello del 2006, di articoli sulle riviste internazionali di riferimento (principalmente Physical Review Letters e Physical Review A).

Con l'attivazione di un nuovo modulo che raccoglie l'attività del gruppo di Ottica dei sistemi complessi, il numero di pubblicazioni su riviste internazionali salirà ulteriormente.



*Potenziale impiego  
- per processi produttivi*

*- per risposte a bisogni individuali e collettivi*

**Moduli**

**Modulo:** Manipolazione ottica e magnetica di gas degeneri: nuovi materiali e dispositivi

**Istituto esecutore:** Centro di responsabilità scientifica INFM

**Luogo di svolgimento attività:** CRS BEC

**Risorse commessa 2007**

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
298	15	0	52	365	0	15	250	N.D.	615

valori in migliaia di euro

<i>Unità di personale di ruolo*</i>	
ricercatori	Totale
5	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	1	0	1

\*dottorati, borse di studio, assegni di ricerca





## Plasmi per la Scienza dei Materiali

### *Dati generali*

<b>Progetto:</b>	Ottica, Fotonica e Plasmi
<b>Tipologia di ricerca:</b>	Progetti di sviluppo competenze
<b>Istituto esecutore:</b>	Istituto di metodologie inorganiche e dei plasmi
<b>Sede principale svolgimento:</b>	Sede di Bari
<b>Dip. di prevista afferenza:</b>	Materiali e Dispositivi
<b>Responsabile indicato:</b>	GIOVANNI BRUNO

### *Elenco dei partecipanti*

Ambrico Marianna	liv. III	Gristina Roberto	liv. III	Palumbo Fabio	liv. III
Bruno Giovanni	I	Losurdo Maria	II	Sacchetti Alberto	VI
Colaprico Vincenzo	IV				

### *Temi*

#### *Tematiche di ricerca*

I temi di ricerca si riferiscono allo studio di processi plasmochimici per la deposizione e il trattamento di materiali, e ad aspetti di ingegnerizzazione dei materiali, delle superfici e delle interfasi, con impatto sulle 4 aree strategiche seguenti:

- 1) Tecnologie dell'informazione Optoelettronica ed Elettronica flessibile: Processi plasmochimici di crescita e di trattamento di semiconduttori GaN, InN e di film di silicio su plastica Microelettronica: Deposizione di ossidi ad alta costante dielettrica
- 2) Energia ed Ambiente Energia solare: Realizzazione di celle fotovoltaiche con efficienza > 15% Celle a combustibile: Deposizione di ossidi conduttori nanostrutturati Sensori: Microsistemi sensoriali per applicazioni estreme ed ostili
- 3) Salute e Medicina Materiali antibatterici e Biofunzionalizzazione: Manipolazione su scala nanometrica di materiali e sviluppo di biomateriali polimerici
- 4) Materiali e Fabbricazione Rivestimenti anticorrosivi e per Imballaggi Alimentari: Deposizione via plasma di strati anticorrosivi di leghe metalliche e di strati barriera su polimeri biodegradabili.

#### *Stato dell'arte*

L'interesse scientifico e tecnologico rivolto a quest'area di ricerca, in cui rivestono ruolo primario aspetti di ingegnerizzazione dei materiali, delle superfici e delle interfacce è attestato dall'elevato numero di riviste scientifiche specialistiche, dalle attività di ricerca complementari svolte da industrie (ST-microelettronica, Alcatel, Uniaxis,...), e da laboratori nazionali (ENEA) ed internazionali (CNRS-Ecole Polytechnique, NRL-USA, MIT-USA, UCSB-USA)

### *Azioni*

#### *Attività da svolgere*

L'attività di ricerca interesserà le aree strategiche di: 1) Optoelettronica ed elettronica. con (a) crescita (plasma-MOCVD e MBE) di strati di III-V nitruri (GaN, InN, GaInN) su SiC; (b) processi plasmochimici per la modificazione strutturale di semiconduttori III-V e II-VI (ZnO). 2) Microelettronica, crescita plasma-MOCVD di ossidi 'high-k and low-k dielectrics' 3) Nanoelettronica: (a) crescita via sputtering-plasma-MOCVD di nanostrutture (strutture Au-, Ga-, In-SPR). (b) Realizzazione di strutture MQW di semiconduttori III-V (GaAs/GaAsSb e GaAs/GaAsP). (c) studi di ellissometria per film nanostrutturati, e di strutture mesoporose. 4) Energia solare. (a) celle fotovoltaiche con eterostrutture c-Si/a-Si. (b) Produzione plasmochimica di film di silicio e Ge per applicazioni fotovoltaiche. 5) Sensori. Crescita di cluster metallici e funzionalizzazione bio-inorganica di semiconduttori per la sensoristica. 6) Ingegneria tissutale e Materiali antibatterici. Studio di superfici prodotte via plasma per l'adesione crescita e morfologia di linee cellulari eucariotiche. 7) Rivestimenti per strati barriera e anticorrosivi. Deposizione di film con carattere ultrabarriera per varie applicazioni.

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

Punti critici delle attività presenti nella commessa Plasmi per la Scienza dei Materiali (Pla.S.Ma) sono tutti riconducibili alle difficoltà che si incontrano nella realizzazione di dispositivi (elettronici, fotovoltaici, biofunzionali,...) allo scopo di validare i processi e le metodologie di crescita e trattamento dei materiali e quindi la loro funzionalità. La interdisciplinarietà dei temi trattati e delle attività, richiede competenze di chimica, di fisica dello stato solido ed ingegneristiche dei dispositivi. Tale interdisciplinarietà può essere



soddisfatta attraverso interazioni con altre commesse favorendo lo sviluppo di attività trasversali all'interno del dipartimento.

Inoltre, l'upgrade tecnologico dell'attività richiede il set-up di nuovi impianti/strumentazioni con conseguente esigenza di investimenti strutturali e strumentali.

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

L'area tematica della commessa "Plasmi per la Scienza dei Materiali", fa riferimento allo studio e sviluppo di processi di deposizione/trattamento plasmochimici di - semiconduttori a base di silicio, di semiconduttori III-V; - ossidi e nitrucci nanostrutturati; - polimeri e metalli di interesse per applicazioni industriale; - biomateriali.

Le competenze esistenti fanno riferimento a:

- progettazione di reattori/processi plasmochimici (PECVD, PA-MOCVD, Sputtering reattivo, MBE) per la deposizione e il trattamento di materiali;
- sviluppo di metodologie diagnostiche della fase gassosa/plasma e delle superfici/materiali per il monitoraggio in tempo reale dei processi CVD.
- Controllo della funzionalità dei materiali a seguito della definizione delle loro proprietà ottenute attraverso un'ampia caratterizzazione con metodologie chimiche(XPS,FTIR), strutturale-morfologica (SEM,AFM,XRD), ottica (ellissometria) ed elettrica(I-V,C-V,kelvin probe,mobilità Hall)

#### *Strumentazione*

##### REATTORI PLASMOCHIMICI PER IL TRATTAMENTO E LA DEPOSIZIONE DI MATERIALI

1. Impianto PECVD per deposizione film di silicio amorfo, micro e nanocristallino per applicazioni fotovoltaiche, elettroniche e optoelettroniche
2. Impianto Remote Plasma-MOCVD per crescita epitassiale e trattamento semiconduttori III-V (GaAs, InP, GaN InN) per applicazioni opto-elettroniche
3. Impianto multisorgente (Plasma, MOCVD, sputtering) per la deposizione e l'etching di materiali: metalli, ossidi (high-k dielectrics, e semiconduttori (IV-IV, II-VI, III-V)
4. Impianto PECVD deposizione film organici, con contenuto di gruppi carbosilici controllato, su substrati di varia natura (metalli, polimeri e ceramici)
5. Impianto PECVD per deposizione film SiO<sub>x</sub>
6. Impianto PECVD per deposizione di film di struttura simile a polietileneossido (PEO-like) con attività non fouling.

I suddetti reattori sono equipaggiati con tecniche di monitoraggio sia delle superfici(interferometria laser, ellissometro spettroscopico) che della fase gassosa/plasma (spettrometri di massa, spettroscopi per l'analisi dell'emissione ottica, spettroscopia FTIR)

#### *Tecniche di indagine*

##### STRUMENTAZIONE PER LA CARATTERIZZAZIONE DI MATERIALI

- SE (Spectroscopic Ellipsometry) nell'intervallo spettrale 0.75-6.5 eV.
- AFM/EFM (atomic force/electrical force microscopy) • FTIR (Fourier transformer infrared spectroscopy)
- Banco di caratterizzazione elettrica (corrente-tensione, sotto illuminamento e in funzione della temperatura) per materiali e dispositivi
- Strumento Hall, per la valutazione della mobilità elettrica e della densità di portatori in materiali semiconduttori.

Insieme di queste tecniche e la messa a punto di metodologie permette di valutare la funzionalità dei materiali e dei dispositivi nei vari settori d'intervento e in particolare per, il fotovoltaico, l'elettronica, la sensoristica e le biotecnologie.

#### *Tecnologie*

Le tecnologie disponibili fanno riferimento a tutti gli aspetti primari di ingegnerizzazione dei materiali, delle superfici e delle interfacce. In particolare, sono state sviluppate metodologie per:

- la realizzazione di dispositivi fotovoltaici di tipo eterogiunzione.
- la crescita di ossidi ad alta costante dielettrica su vari semiconduttori Si(100), SiC, GaN
- la modificazione superficiale di polimeri per le applicazioni biologiche e per il settore alimentare.
- la realizzazione di nanostrutture polimeriche su varie superfici
- la preparazione di superfici per la crescita epitassiale di semiconduttori III-V (GaN, InN, AlN ...)
- la passivazione di superfici metalliche con strati anticorrosivi



*Collaborazioni (partner e committenti)*

- Prof April Brown, Duke-University, North Carolina US: Crescita epitassiale di GaN
- Dr Carabe, CIEMAT-Madrid, Spain: Eterogiunzioni fotovoltaiche a base di silicio
- Dr Roca, ENEA-Portici: Deposizione PECVD di Silicio
- Prof Fragalà, Università Catania: Deposizione MOCVD di ossidi
- Prof. Drioli, Univ Calabria/CNR-ITM di Cosenza: Modificazione Membrane
- Dr Francois Rossi, Joint Reserach Center ISPRA: sviluppo ICP
- Prof Curtis, University of Glasgow (Scozia): Nanostrutture per Biomateriali
- Laboratoire de Genie des Procedes Plasmas et Traitement de Surfaces, Paris (Francia)

*Iniziativa per l'acquisizione di ulteriori entrate*

A livello europeo, nell'ambito del VII FP, sono in atto trattative per sottoporre progetti di ricerca nei settori di interesse della commessa.

A livello nazionale in ambito FIRB, si procederà alla firma di un contratto di ricerca sul tema generale dei Polimeri semoconduttori.

In ambito internazionale si sta sviluppando una progettualità nel settore delle nanostrutture metalliche per applicazioni sensoristiche/energetiche

**Finalità**

*Obiettivi*

- Deposizione plasmochimica di film amorfi/microcristallini di silicio e sue leghe.
- Realizzazione di TFT e di giunzioni fotovoltaiche.
- Crescita epitassiale di GaN InN e loro leghe (InGaN) su substrati diversi.
- Deposizione di film sottili (SiOx, SiNx) con proprietà barriera (corrosione, packaging)
- Immobilizzazione di biomolecole(enzimi) su polimeri funzionalizzati via plasma.
- Tecnologie per la manipolazione su scala nanometrica dei materiali e loro applicazione biomedica -
- Deposizione plasmochimica di ossidi metallici (SnO2, In2O3, ZnO) per sensoristica.
- Deposizione di ossidi (LaAlO3, Pr2O3, HfO2, CCTO) ad alta costante dielettrica.
- Studio della correlazione proprietà-struttura dei materiali attraverso estensiva caratterizzazione chimica, strutturale, ottica, elettrica e morfologica.
- Studio dei processi plasmochimici di trattamento delle superfici per migliorare l'adesione film-substrato

*Risultati attesi nell'anno*

- (a) Ampliamento della conoscenza di base dei fenomeni di interazione plasma-superficie.
- (b) Metodologia innovativa per la crescita epitassiale di GaN e sue leghe su vari substrati (SiC, LiAlO2, ZnO).
- (c) Prototipo di eterogiunzione fotovoltaica di tipo p-n con efficienza maggiore del 10%.
- (d) Film di ossidi nanostrutturati con funzionalità ottica, elettronica e catalitica.
- (e) Sviluppo di un coating multilayer con valore di water transmission rate minore di 10-3g/m2 day atm
- (f) Nanopatterning di superfici attraverso colloidal nanolithograph
- (g) Film sottili per sensoristica, film metallici e nanostrutturati (Ga, In, GaM) per applicazioni nella sensoristica ed energetica

*Potenziale impiego*

*- per processi produttivi*

- Produzione di impianti PECVD per varie applicazioni.
- Produzione di sistemi fotovoltaici a film sottile a base di silicio
- Produzione di sistemi optoelettronici (LED, Laser) operanti nel blu a base di nitruri del III gruppo.
- Processi per la microelettronica (CMOS)
- Realizzazione di sensori
- Coating di metalli per la protezione dalla corrosione
- Sviluppo di membrane con attività biologica
- per risposte a bisogni individuali e collettivi*

**Moduli**

<b>Modulo:</b>	Plasmi per la Scienza dei Materiali
<b>Istituto esecutore:</b>	Istituto di metodologie inorganiche e dei plasmi
<b>Luogo di svolgimento attività:</b>	Sede di Bari



*Risorse commessa 2007*

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
388	31	0	8	427	67	98	75	N.D.	569

valori in migliaia di euro

<i>Unità di personale di ruolo*</i>	
ricercatori	Totale
5	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
4	0	1	0	0	0	0	0	0	5

<i>Richiesta nuove unità di personale</i>			
tempo determinato	tempo indet	non di ruolo*	Totale
0	6	0	6

\*dottorati, borse di studio, assegni di ricerca



## Dinamica dei processi atomici e molecolari

### *Dati generali*

<b>Progetto:</b>	Ottica, Fotonica e Plasm
<b>Tipologia di ricerca:</b>	Progetti di sviluppo competenze
<b>Istituto esecutore:</b>	Istituto di metodologie inorganiche e dei plasmi
<b>Sede principale svolgimento:</b>	Sede principale Istituto
<b>Dip. di prevista afferenza:</b>	Materiali e Dispositivi
<b>Responsabile indicato:</b>	LORENZO AVALDI

### *Elenco dei partecipanti*

	liv.		liv.		liv.
Ambrico Paolo Francesco	III	De Fazio Dario	III	Nguyen Xuan Chieu	II
Avaldi Lorenzo	I	Di Rocco Romolo	IV	Patrono Pasquale	II
Bolognesi Paola	III	Di Stefano Giorgio	II	Pinzari Fulvia	III
Cacciatore Mario Antonio	I	Dilecce Giorgio	II	Rosati Fosca Aleandra	VI
Camilloni Rossana	I	Fainelli Ettore	II	Rutigliano Maria	III
Coreno Marcello	III	Ferragina Carla	II	Viri Fulvia	VIII
De Benedictis Santolo	I	Maracci Francesco	II		

### *Temi*

#### *Tematiche di ricerca*

Studio della ionizzazione singola e multipla e della frammentazione di molecole poliatomiche per impatto elettronico, fotoionizzazione con radiazione di sincrotrone e laser. Studio dei trasferimenti di energia V-V e quenching di stati elettronici eccitati di radicali e dei trasferimenti V-V in molecole biatomiche. Studio della forza di riga delle transizioni atmosferiche di N<sub>2</sub>, O<sub>2</sub>, NO ed applicazioni. Studio teorico di trasferimenti energetici in collisioni atomo/atomo, diatomo per la determinazione di sezioni d'urto e costanti di velocità. Determinazione, mediante calcoli di dinamica molecolare, di dati collisionali per reazioni catalitiche in fase eterogenea in diversi campi della ricerca applicata (energia, aerospazio). Studio della scarica a barriera di N<sub>2</sub>-O<sub>2</sub> e sue applicazioni in energetica, aerospazio e chimica dell'atmosfera. Preparazione di materiali ad alta stabilità, selettività e attività per applicazioni catalitiche.

#### *Stato dell'arte*

L'attività di ricerca si colloca in un contesto europeo e mondiale di attività rilevanti alla modellizzazione di processi elementari in sistemi complessi attinenti alla chimica dell'atmosfera (ASI, MIUR), plasmi a bassa temperatura (Troitsk-Mosca, Bochum, Giappone) e attività tecnologiche per aerospazio (ESA; ASI, NASA-AMES) ed energia (IAEA). In questo ambito l'attività svolta dalla commessa è competitiva sia per il contenuto dei programmi, sia per i risultati ottenuti. La sfida tecnologica nel settore è rappresentata da un lato nell'ottenere una descrizione sempre più dettagliata del processo elementare in sistemi isolati misurando simultaneamente il maggior numero di parametri che lo determinano e dall'altro nell'individuare delle tecniche di diagnostica efficienti che permettano di seguire il processo nell'ambiente complesso in cui si verifica in natura (atmosfera, sistemi biologici) nei processi tecnologici (scariche, deposizioni, motori). Dal punto di vista teorico la sfida consiste nello sviluppo di modelli collisionali quantistici in grado di determinare i parametri di reazione in sistemi e processi complessi, in particolare in catalisi.

### *Azioni*

#### *Attività da svolgere*

Studio degli effetti non-dipolari nella fotoionizzazione con radiazione di sincrotrone. Caratterizzazione completa del decadimento Auger in molecole biatomiche e studio dei decadimenti Auger in molecole di interesse biologico. Studio degli scambi energetici V-V, quenching in specie radicaliche e misure sulla forza di riga di N<sub>2</sub>. Studio teorico di processi collisionali atomo/molecola (N-N<sub>2</sub>, N<sub>2</sub>-N<sub>2</sub>) e molecole/superfici. Energetica di fisi- e chemisorbimento, dinamica di reazione e dissociazione di specie chemisorbite (H, H<sub>2</sub>/W; O, O<sub>2</sub>/ZrB<sub>2</sub>). Analisi della transizione glow-filamentare in DBD. Sviluppo di DBD per plasma jet e di DBD coassiali per studi con diagnostiche laser di N<sub>2</sub>-Benzene. Misure di ricombinazione di atomi su TPS di interesse aerospaziale, del rilassamento collisionale di N<sub>2</sub>(C,v) e CRDS su NO<sub>3</sub>. Ottenimento di materiali stabili e omogenei per uso in optoelettronica e per studi fotofisici e fotochimici; e materiali selettivi ed efficienti di basso impatto ambientale (catalisi eterogenea). Preparazione e caratterizzazione di catalizzatori per reazioni di reforming di alcoli per la produzione di H<sub>2</sub> e di transesterificazione per l'ottenimento di biodisel.



*Punti critici e azioni da svolgere*

Mancanza di ricercatori e personale tecnico, scarsità di personale in formazione, che limita fortemente le possibilità di sviluppo delle attività teorico/sperimentali della commessa sia della sezione barese che di quella romana. I progetti della commessa, l'attività di ricerca presso le sorgenti di luce di sincrotrone e i costruttori FEL e le vacanze prodotte dai pensionamenti rendono improcrastinabile l'assunzione di giovani ricercatori. Mancanza di tecnici e personale in formazione per la gestione degli esperimenti: si cercherà di reperire fondi per borse di studio per personale in formazione e collaborazioni con altri istituti per supporto tecnico alle attività sperimentali. Il ritardo nell'assegnazione e il non adeguato finanziamento sta compromettendo il completamento dell'attività di alcuni progetti finanziati e può pregiudicare l'accesso a nuovi progetti coordinati.

*Competenze, tecnologie e tecniche di indagine*

Esperienza stabilizzata e internazionalmente riconosciuta nello settore dello studio sperimentale e teorico di processi elementari di sistemi in fase gassosa ed in interazione con superficie e di sistemi plasmochimici. Competenze nella progettazione di strumentazione per rivelazione e trasporto di particelle cariche in vuoto, di reattori plasmochimici a scarica a barriera. Sviluppo di plasmi basati su scariche elettriche a bassa ed alta pressione. Metodologie diagnostiche dei plasmi. Sviluppo di sistemi di controllo e misura per l'analisi dell'evoluzione dinamica dei sistemi plasmochimici in regime impulsato. Competenze teoriche nello sviluppo di codici per lo studio della reattività chimica con modelli semiclassici e quantomeccanici.

*Strumentazione*

Apparati di spettroscopia elettronica e coincidenza elettrone-elettrone e elettrone-ione con sorgenti di elettroni e fotoni. Beamline GAPH per esperimenti di fotoionizzazione di sistemi in fase gassosa a Elettra. Sistemi on line per eccitazione ottica, rilevamento e trattamento dati per spettroscopie ottiche. Reattori plasmochimici basati su scariche elettriche tipo ICP impulsive a bassa pressione. Reattori a scarica barriera di volume e di superficie, reattori plasma jet in regime impulsato. Strumentazioni diagnostiche di tipo spettroscopico (Emissione, LIF, TALIF, OODR-LIF, CARS, CRDS); sonde di Langmuir per la misura delle proprietà degli elettroni nei plasmi. Diffratometro-RX per polveri; apparato simultaneo termogravimetrico e termodifferenziale; reattori catalitici; IR; micro-analizzatore, linee per catalisi. Cluster di workstation per il calcolo intensivo, PC per elaborazione dati e codici di dinamica molecolare semiclassici e quantomeccanici.

*Tecniche di indagine*

Spettroscopie elettroniche (per esempio EELS, Auger Electron spectroscopy) e di massa per rivelazione di frammenti ionici con sorgenti di elettroni e radiazione di sincrotrone. Spettroscopie di coincidenza elettrone-elettrone ed elettrone-ione. Spettroscopie della forza di riga di specie gassose biatomiche e studio dei modelli. Metodologie di calibrazione di tecniche LIF, TALIF per specie atomiche e molecolari nei plasmi a base di aria. Metodi computazionali semiclassici e quantomeccanici per la descrizione della struttura elettronica e la reattività di sistemi a complessità crescente.

*Tecnologie*

Metodologie di produzione di fasci effusivi di atomi e molecole e vapori metallici. Progettazione di apparecchiature scientifiche per spettroscopie elettroniche ed ottiche. Metodologie di eccitazione/produzione di specie in plasma a microonde

*Collaborazioni (partner e committenti)*

Dipartimenti di Chimica Perugia, Roma, Napoli, INFN-TASC, Sincrotrone Trieste, CNR-IFP, CNR-IPCF, CNR-IFN Trento, Acc. delle Scienze-Praga, ASI, CASPUR-Roma, Dept. de Química Física-Barcellona, CNRS-IMP di Odeillo (F), Troitsk Institute- Mosca, Physics Dept. Manchester (UK), Ioffe Institute San Pietroburgo (Russia), CNR-ISM, CNRS-LIXAM (F), FHI-MPG-Berlino, School of Physics ANU Canberra, Institute of Rarefied Gases-Novosibirsk, State University of Aerospace Instrumentation ( St. Petersburg RU), Institute for Electron Physics-Uzghorod (Ukraine)

*Iniziativa per l'acquisizione di ulteriori entrate*

Partecipazione ai PON regionali per misure di specie in traccia con CRDS e utilizzo di scariche DBD per abbattimento di NOx. Presentazione di un progetto di ricerca sul tema 'quantum control and its application' nell'ambito del programma IDEAS Starting Grant del FP7, presentazione della proposta di un network per l'uso delle nuove facilities FEL nell'ambito del progetto People del FP7. Si prevede anche la partecipazione ad un progetto su una delle seguenti tematiche: reforming catalitico per fuel cells o reazione di transesterificazione per la produzione di biodiesel.



### **Finalità**

#### **Obiettivi**

Caratterizzazione teorico-sperimentale di processi collisionali e radiativi indotti dalla interazione di elettroni e fotoni con atomi/molecole e di atomi /molecole con superfici. Calcolo di grandezze collisionali nei processi di collisione atomo/molecola e nei processi di superficie dovuti al chemisorbimento di atomi/molecole su substrati solidi. Studio delle cinetiche in scariche elettriche a bassa e alta pressione. Misura di coefficienti di rilassamento di specie eccitate nei plasmi in fase omogenea ed eterogenea. Produzione e caratterizzazione di nuovi materiali per catalisi eterogenea e loro applicazione nei settori dell'energetica, inquinamento atmosferico e optoelettronica.

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

Misura dei parametri non-dipolari per la fotoionizzazione di N<sub>2</sub> su un ampio range energetico. Misura e caratterizzazione dello spettro Auger della pirimidina. Completamento dello studio della frammentazione di C<sub>2</sub>H<sub>2</sub>. Misura del quenching di PH<sub>2</sub>(A,v<sub>2</sub>) dovuto a molecole con differenti valori di buca di potenziale. Fotodissociazione di PCl<sub>3</sub> con indagine sulla cinetica dei fotoframmenti. Misure sulla forza di riga di N<sub>2</sub>. Messa a punto del potenziale di interazione e dinamica di urti inelastici N-N<sub>2</sub>. Dinamica di ricombinazione di H su W, frammentazione di CH<sub>4</sub> su zeolite. Calcoli di struttura elettronica e dinamica di N/SiO<sub>2</sub> e O<sub>2</sub>/ZrB<sub>2</sub>. Comprensione della transizione glow-filamentare in DBD a circa 8KHz. Completamento dell'analisi del rilassamento di N<sub>2</sub>(C,v). Validazione apparato CRDS su NO<sub>3</sub> in cella. Sviluppo di una scarica DBD coassiale per la generazione di plasma jet. Caratterizzazione di scariche DBD coassiali in N<sub>2</sub>-Benzene. Ottenimento materiali da utilizzare nell'optoelettronica e per studi fotofisici e fotochimici. Effetto del titanio e di elementi di transizione sulla produzione di CO e sulla temperatura di reazione

#### **Potenziale impiego**

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

Nuovi materiali e metodologie per catalisi eterogenea - Applicazioni nel settore energetico(biodiesel), ambientale e aerospazio.

Realizzazione di scariche a barriera per applicazioni nei settori energetico e ambientale.

Progettazione e realizzazione di strumentazione scientifica come spettrometri per particelle cariche e per analisi ambientali

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

Avanzamento della conoscenza nei settori della fisica atomica e molecolare, chimica fisica e plasmi a basse temperature. Produzione di dati di sezioni d'urto, velocità di reazione, intensità di righe, canali di reazione e frammentazione di molecole, ioni e radicali per banche dati utilizzate nella modellizzazione e remote sensing dell'atmosfera, delle scariche nei plasmi industriali, in astrofisica e aerospazio, e negli studi del danneggiamento biologico a causa di radiazioni ionizzanti.

### **Moduli**

**Modulo:** Dinamica dei processi atomici e molecolari  
**Istituto esecutore:** Istituto di metodologie inorganiche e dei plasmi  
**Luogo di svolgimento attività:** Sede principale Istituto

### **Risorse commessa 2007**

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
1.378	142	54	24	1.598	94	290	230	N.D.	1.922

valori in migliaia di euro

<b>Unità di personale di ruolo*</b>	
ricercatori	Totale
17	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	1	1	0	0	0	0	0	2

<i>Richiesta nuove unità di personale</i>			
tempo determinato	tempo indet	non di ruolo*	Totale
0	9	2	11

\*dottorati, borse di studio, assegni di ricerca





## Dinamica di Plasmi e Laser-Plasmi

### *Dati generali*

<b>Progetto:</b>	Ottica, Fotonica e Plasmi
<b>Tipologia di ricerca:</b>	Progetti di sviluppo competenze
<b>Istituto esecutore:</b>	Istituto di metodologie inorganiche e dei plasmi
<b>Sede principale svolgimento:</b>	Sede di Bari
<b>Dip. di prevista afferenza:</b>	Materiali e Dispositivi
<b>Responsabile indicato:</b>	SAVINO LONGO

### *Elenco dei partecipanti*

	liv.		liv.		liv.
Armenise Iole	III	Colonna Gianpiero	II	Laricchiuta Annarita	III
Bruno Domenico	III	De Pascale Olga	I	Sansone Eugenia	VII
Cicala Grazia	II	Esposito Fabrizio	III	Senesi Giorgio Saverio	III

### *Temi*

#### *Tematiche di ricerca*

Modelli chimico-fisici per rientro di navicelle spaziali, nell'ambito del progetto A.S.I./CAST. -Problematiche MHD (Magneto Hydro Dynamics) per trasporto spaziale, nell'ambito del progetto 'CAST' e di vari progetti finanziati dall'ESA. -Dinamica dei plasmi, nell'ambito del progetto ESA 'Plasma Laboratory in Space'. - Ottimizzazione di sorgenti di ioni negativi H-/D- utilizzabile per il programma ITER -Caratterizzazione di plasmi LIBS prodotti da laser nell'ambito del progetto MIUR/PON TECSIS

#### *Stato dell'arte*

La dinamica di plasmi e laser-plasmi riveste una importanza strategica in molte applicazioni tecnologiche come risulta anche dalla molteplicità di iniziative internazionali del settore. Basti ricordare i numerosi Max Planck Institute operanti nei plasmi collisionali e non collisionali, gli analoghi laboratori francesi del CNRS e dell'Ecole Polytechnique, i ben noti Lebedev e Kurchatov Istituti e i Laboratori di Plasmi americani (Princeton, Dayton) e dalle molteplici iniziative italiane.

### *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)*

Università di Pisa - Prof. F. Pegoraro, LIMHP CNRS-Université de Paris Nord (FR), Max-Planck Institute fur Plasma Physik, Greifswald (GE), ESA-ESTEC 'Nordwijk (NL), Kurchatov Institute ' Moscow (RU), Institute of High Temperature ' Moscow (RU), Mechanical and Aerospace Engr. Dept. 'Princeton Univ. (USA), Institute for problems in mechanics ' Moscow (RU), Dipartimento di Chimica ' Univ. Perugia, Dipartimenti di Ingegneria Spaziale ' Univ. Bologna e Polit. Torino C.I.R.A. s.p.a. - CAPUA ALTA-Pi

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

Partecipazione ai PON regionali per misure di specie in traccia con CRDS e utilizzo di scariche DBD per abbattimento di NOx. Presentazione di un progetto di ricerca sul tema 'quantum control and its application' nell'ambito del programma IDEAS Starting Grant del FP7, presentazione della proposta di un network per l'uso delle nuove facilities FEL nell'ambito del progetto People del FP7. Si prevede anche la partecipazione ad



un progetto su una delle seguenti tematiche: reforming catalitico per fuel cells o reazione di transesterificazione per la produzione di biodiesel.

**Finalità**

**Obiettivi**

Gli obiettivi della commessa, nei settori Aerospazio, Energetica, Ambiente e Beni Culturali, possono essere riassunti: - Modelli chimico-fisici microscopici e macroscopici per rientro di navicelle spaziali; - Modellizzazione e diagnostica di sorgenti di ioni negativi H-/D- utilizzabili per il programma ITER; - Caratterizzazione di plasmi LIBS prodotti da laser al nsec, psec, fsec; Dinamica dei plasmi collisionali e collisionless per applicazioni spaziali ed in astrofisica.

**Risultati attesi nell'anno**

**Potenziale impiego**

- per processi produttivi

- per risposte a bisogni individuali e collettivi

**Moduli**

**Modulo:** Dinamica di Plasmi e Laser-Plasmi  
**Istituto esecutore:** Istituto di metodologie inorganiche e dei plasmi  
**Luogo di svolgimento attività:** Sede di Bari

**Risorse commessa 2007**

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>
451	77	298	11	837	83	458	93	N.D.	1.013

valori in migliaia di euro

<b>Unità di personale di ruolo*</b>	
ricercatori	Totale
8	9

\*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
6	0	0	0	0	0	0	0	0	6

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

\*dottorati, borse di studio, assegni di ricerca



## Dinamica di plasmi e laser-plasmi

### *Dati generali*

<b>Progetto:</b>	Ottica, Fotonica e Plasmi
<b>Tipologia di ricerca:</b>	Progetti relativi a linee tematiche a carattere strategico
<b>Istituto esecutore:</b>	Istituto per i processi chimico-fisici
<b>Sede principale svolgimento:</b>	Sede principale Istituto
<b>Dip. di prevista afferenza:</b>	Materiali e Dispositivi
<b>Responsabile indicato:</b>	VINCENZO PALLESCHI

### *Elenco dei partecipanti*

	liv.		liv.		liv.
Bagnesi Cinzia	VII	Guidarini Dante	IV	Palleschi Vincenzo	III
Barbini Alessandro	IV	Lanza Clara	V	Picchi Maurizio	V
Cempini Manuela	V	Masserotti Marcello	VIII	Roventini Giovanna	V
Consani Mario	VI	Nocera Luigi	III	Tognoni Elisabetta	III
Cosci Orlando	V	Onor Massimo	V	Voliani Mauro	VII
Girolami Maria Laura	IV	Palla Paolo	IV	Zini Paolo	IV
Grassini Stefania	IV				

### *Temi*

#### *Tematiche di ricerca*

La realizzazione di un prototipo per analisi sul campo e la definizione dei protocolli di misura associati saranno accompagnati da uno studio dei processi di interazione laser-materia volto all'ottimizzazione del sistema. In particolare si studieranno le caratteristiche di plasmi ottenuti mediante l'uso di laser a doppio impulso, per migliorare sensibilità e precisione dello strumento analitico.

Verranno studiati i solitoni di tipo KdV e mKdV nelle interfacce inomogenee di plasma

#### *Stato dell'arte*

Le tecniche di laser-plasmi si stanno rapidamente affermando come metodologie analitiche elementari, in virtù della loro versatilità, velocità e possibilità di intervento in situ. Queste caratteristiche rendono le tecniche laser particolarmente interessanti nel settore dell'analisi di materiali, per la diagnostica ambientale e per lo studio e la conservazione dei Beni Culturali.

La natura dei solitoni nelle interfacce di larghezza finita non è del tutto ben compresa: in particolare non è compreso il ruolo delle condizioni al bordo plasma-conduttore e plasma-vuoto nella formazione dei solitoni

### *Azioni*

#### *Attività da svolgere*

Nel corso del triennio sarà necessario da un lato proseguire lo studio dei processi fondamentali dell'interazione laser-materia, dall'altro riversare le conoscenze acquisite nella realizzazione di strumentazione dedicata e nello sviluppo di applicazioni innovative, specialmente nei settori in cui il laboratorio è sempre stato più presente (Materiali, Processi Industriali, Beni Culturali, Ambiente, BioMedicina, Sicurezza).

Prevediamo di determinare il comportamento dei coefficienti del modello solitonico al variare delle condizioni ambientali del plasma

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

L'azzeramento delle risorse istituzionali dedicate alla ricerca impone una sempre maggiore attenzione verso le opportunità fornite da finanziamenti esterni da enti pubblici o organizzazioni private. Si cercherà a questo scopo di sfruttare al massimo le opportunità legate alla partenza del VII Programma Quadro della Commissione Europea, sempre a condizione che l'Ente garantisca la necessaria libertà e flessibilità di intervento che la partecipazione a questi programmi impone.

Dal punto di vista della ricerca teorico/computazionale, potrà essere necessario ricorrere a metodi di manipolazione algebrica (computer algebra).

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

Competenze di spettroscopia atomica e molecolare

Competenze di analisi e calcolo numerici



*Strumentazione*

Strumentazione laser di tipo LIBS  
Strumento mobile per analisi LIBS sul campo  
Strumento per analisi micro-Raman di laboratorio  
Strumento per analisi multispettrale sul campo  
Spettrofotometro  
Assorbimento Atomico  
Frame camera  
Oscilloscopi veloci  
Calcolatore parallelo

*Tecniche di indagine*

Spettroscopia LIBS  
Spettroscopia micro-Raman  
Imaging multispettrale  
Shadowgrafia e Olografia  
Simulazioni numeriche, manipolazione algebrica

*Tecnologie*

Metodologia per l'analisi elementare quantitativa di materiali con tecnica LIBS senza calibrazione  
Integrazione di PDEs con metodo FCT

*Collaborazioni (partner e committenti)*

Sono già in atto numerose collaborazioni con strutture di ricerca private e pubbliche, in Italia e all'estero, volte alla realizzazione di strumentazione analitica commercializzabile e allo scambio di informazioni scientifiche. Queste collaborazioni sono state formalizzate con opportune convenzioni-quadro e accordi di collaborazione.

*Iniziative per l'acquisizione di ulteriori entrate*

Vedi campi precedenti

***Finalità***

*Obiettivi*

L'obiettivo della ricerca è la realizzazione di strumentazione analitica, potenzialmente commercializzabile, basata su metodologie laser-plasmi già definite dal gruppo proponente. A questo scopo verranno utilizzate le competenze dei ricercatori, tecnici e collaboratori coinvolti nel progetto.

Intendiamo determinare le condizioni affinché si producano, nelle interfacce di tipo inomogeneo, solitoni di tipo mKdV che comportano lo scollamento del plasma dai bordi.

*Risultati attesi nell'anno*

Pubblicazioni  
Prototipi

*Potenziale impiego*

*- per processi produttivi*

Le metodologie e la strumentazione sviluppate nell'ambito della commessa sono impiegate per le diagnostiche di processo (deposizione laser, la metallurgia, produzione di ceramica, vetri e polimeri) e materiali

*- per risposte a bisogni individuali e collettivi*

Le metodologie e la strumentazione sviluppate nell'ambito della commessa sono impiegate per la conservazione e lo studio dei Beni Culturali e per la protezione ambientale

***Moduli***

<b>Modulo:</b>	Dinamica di plasmi e laser-plasmi
<b>Istituto esecutore:</b>	Istituto per i processi chimico-fisici
<b>Luogo di svolgimento attività:</b>	Sede principale Istituto



*Risorse commessa 2007*

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
229	21	34	0	284	19	74	79	N.D.	382

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	0	0	0	1	0	0	1	2

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

\*dottorati, borse di studio, assegni di ricerca



## Dinamica dei processi atomici e molecolari

### *Dati generali*

<b>Progetto:</b>	Ottica, Fotonica e Plasmi
<b>Tipologia di ricerca:</b>	Progetti relativi a linee tematiche a carattere strategico
<b>Istituto esecutore:</b>	Istituto per i processi chimico-fisici
<b>Sede principale svolgimento:</b>	Sede principale Istituto
<b>Dip. di prevista afferenza:</b>	Materiali e Dispositivi
<b>Responsabile indicato:</b>	VINCENZO CARRAVETTA

### *Elenco dei partecipanti*

	liv.		liv.		liv.
Bagnesi Cinzia	VII	Grassini Stefania	IV	Picchi Maurizio	V
Barbini Alessandro	IV	Guidarini Dante	IV	Roventini Giovanna	V
Carravetta Vincenzo	II	Lami Alessandro	I	Santoro Fabrizio	III
Cempini Manuela	V	Lanza Clara	V	Spizzo Pietro	III
Consani Mario	VI	Masserotti Marcello	VIII	Villani Giovanni	III
Cosci Orlando	V	Onor Massimo	V	Voliani Mauro	VII
Durante Nicola Luigi	III	Palla Paolo	IV	Zini Paolo	IV
Girolami Maria Laura	IV				

### *Temi*

#### *Tematiche di ricerca*

La commessa e' incentrata sullo sviluppo ed applicazione di metodologie avanzate per lo studio teorico e la simulazione numerica delle proprietà e del comportamento di atomi e molecole sia isolati che interagenti tra loro e/o con campi elettromagnetici esterni.

Le metodologie impiegate sono modellizzazione quanto meccanica e calcolo ab-initio e DFT, includendo o no effetti relativistici, secondo i piu' diffusi approcci della chimica computazionale, servendosi spesso di programmi di calcolo sviluppati in proprio.

Gli obiettivi principali sono: calcolo e modellizzazione di proprietà statiche e dinamiche di atomi, molecole e cluster anche in interazione con campi esterni; studio teorico della dinamica ed energetica di ionizzazione, dissociazione, frammentazione e reazioni indotte da radiazione laser, radiazione di sincrotrone e particelle cariche, di atomi, molecole e cluster; studio teorico dei trasferimenti di energia interna per sistemi collisionali, molecola-molecola e di atomi e molecole con superfici metalliche.

#### *Stato dell'arte*

La modellizzazione teorica delle proprietà e dei processi elementari che coinvolgono atomi e piccole molecole in interazione tra loro e con la radiazione elettromagnetica, e' ormai una esigenza nei piu' diversi campi di indagine della chimica fisica. In questo contesto si stanno mettendo a punto metodi di calcolo ed algoritmi ab-initio che simulano il comportamento della materia a livello microscopico con una accuratezza simile ed a volte superiore a quella ottenibile con tecniche sperimentali. Come esempi di interesse per il presente progetto possono essere citati:

lo studio di reazioni elementari di stato eccitato e del loro controllo coerente via laser, anche al fine di progettare macchine molecolari,

lo studio dei processi di assorbimento, fotoemissione, decadimento e dissociazione indotti da interazione con radiazione UV, X ed elettroni,

lo studio teorico di collisioni reattive importanti in processi di combustione, atmosferici, ed astro-chimici.



### **Azioni**

#### *Attività da svolgere*

1. Fotoeccitazione e dinamica interna. Calcolo quanto-meccanico della fluorescenza di  $\text{NH}_2 \text{X}_2\text{B}_1\text{A}_2\text{A}_1$ , in presenza di effetti di Renner-Teller.
2. Dinamica di reazioni. Calcolo quanto-meccanico della dinamica di  $\text{C}^+ + \text{H}_2 \rightarrow \text{CH}^+ + \text{H}$ , in presenza di effetti di Renner-Teller e d'intersezione conica.
3. Studi di dinamica su modelli di superfici elettroniche dello stato fotoreattivo del retinale per la comprensione del meccanismo di trapping dinamico e delle divergenze nelle predizioni classico/quantistiche.
4. Studi della dinamica di decadimento Auger nella dissociazione ultrarapida di  $\text{CH}_3\text{F}$  eccitato ( $\text{F}1s \rightarrow \sigma^*$ )
5. Studio di superfici quasi stabili di  $\text{CO}^{++}$  attraverso decadimento Auger.
6. Studio della dinamica quantistica di sistemi di interesse biologico in presenza di ponti idrogeno ed electron transfer.
7. Studio dell'adsorbimento di oligopeptidi su superfici di rutile ( $\text{TiO}_2$ ) con spettroscopie a raggi X.

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

Dal punto di vista scientifico e metodologico non ci si aspettano particolari criticità, date le competenze possedute dai partecipanti alla commessa, anche se per alcuni degli studi previsti dovranno essere sviluppati programmi di calcolo specifici. Le maggiori difficoltà saranno, come negli anni passati, dovute alla necessità di svolgere un notevole numero di indagini, sollecitate dalla collaborazione con gruppi sperimentali italiani ed internazionali, senza un adeguato finanziamento ordinario che permetta l'aggiornamento dei computer per il calcolo intensivo e per la concessione di una borsa di studio ad un giovane ricercatore. Quest'ultimo problema sarà parzialmente ridotto, nel 2007, dalla partecipazione alla attività della commessa di una dottoranda del KTH di Stoccolma che verrà a specializzarsi all'IPCF completamente sovvenzionata da una borsa di studio svedese.

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

Le competenze dei partecipanti alla presente commessa coprono un vasto campo della chimica teorica e computazionale, dal punto di vista sia dello sviluppo di nuovi metodi che della loro applicazione per studi di modellizzazione di diversi sistemi a livello molecolare. Tra le diverse competenze si possono ricordare: calcolo di superfici elettroniche di stato eccitato e della dinamica quantistica di pacchetti d'onda guidati da impulsi laser complessi; simulazione di processi elettronici coinvolgenti stati 'supereccitati' ed il continuo elettronico molecolare; dinamica quantistica di pacchetti d'onda; Calcolo di osservabili ottiche lineari e non-lineari.

I calcoli numerici vengono effettuati servendosi di programmi sviluppati in proprio ed in collaborazione con altri centri di ricerca nazionali ed internazionali.

L'attività è supportata da un centro di calcolo dell'IPCF dotato di un cluster Linux (32 CPU) ed un certo numero di workstations dedicate al calcolo intensivo.

#### *Strumentazione*

Diversi computer, singoli o collegati in parallelo, dedicati al calcolo intensivo, costituiscono il 'centro di calcolo' dell'istituto.

I computer, raccolti in una sala calcolo dotata di specifico condizionamento d'aria sono collegati in rete tra loro e con il resto del dominio locale e sono affidati alle cure di un tecnico informatico dell'istituto. Il centro di calcolo dell'IPCF fornisce a circa 15 utenti interni, potenza di calcolo in modo affidabile ed a basso costo. Le macchine più specificatamente dedicate allo sviluppo della presente commessa sono:

Cluster 16 unità Athlon biprocessore 2800MP, RAM DDR 2GB, 2 HD 120 GB M;

#### *Workstations:*

- 4 Athlon biprocessori 2800MP, RAM DDR 1-2GB, 1-2 HD 80-120;
- 1 Pentium 4, RAM DDR 1-2GB, 2 HD 80-120 GB
- 3 DEC-alpha .

#### *Tecniche di indagine*

I metodi impiegati sono quelli ab-initio della chimica computazionale, che forniscono una modellizzazione della materia a partire dai principi primi della meccanica quantistica. Atomi, molecole, cluster etc. sono descritti a diversi livelli di approssimazione.

La descrizione ad elettroni indipendenti è quella dal metodo SCF (Self Consistent Field); la correlazione nel moto elettronico è descritta da diversi metodi: interazione di configurazioni con riferimento SCF (CI) o con



riferimento multiplo (MRCI), MCSF (Multi Configuration Self Consistent Field), CC (Coupled Cluster), DFT (Density Functional Theory).

La simulazione degli stati eccitati piu' bassi viene ottenuta con metodi di funzione risposta (RPA, MCRPA) o, per gli stati supereccitati (energie al di sopra della soglia di ionizzazione) con metodi che includono il continuo elettronico: STEX (Static-Exchange Approximation). Effetti relativistici, rilevanti per sistemi contenenti atomi pesanti o per i gusci interni di atomi leggeri, sono descritti con metodi a quattro componenti. La dinamica nucleare nei processi reattivi e' descritta con metodi quantistici a pacchetti d'onda per la risoluzione della equazione di Schroedinger.

#### *Tecnologie*

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

TEORICHE: Olivucci (Univ. di Siena), Persico (Univ. di Pisa), H. Agren e Yi Luo (KTH di Stoccolma (Svezia)), K. Ruud (Univ. di Tromsø (Norvegia)), S.K. Gray (Argonne National Laboratory (USA)), G.C. Schatz (Northwestern University (USA)), M. Gonzalez (Univ. di Barcellona (Spagna)), Jinlong Yang Hefei National Lab for Physics Sciences at Micro-scales, (University of Science and Technology of China)<sup>1</sup>.  
SPERIMENTALI: Avaldi (commessa MD.P08.002 (IMIP-CNR)), Gerber (Univ. di Wuerzburg (Germania)), Polzonetti e Stefani (Univ. 'Roma3' (Roma) e sincrotrone ELETTRA (Trieste)), M.N. Piancastelli e S. Svensson (Univ. di Uppsala e sincrotrone MAX-2 (Svezia), K. Ueda (Univ. di Tohoku e sincrotrone SPring-8 (Giappone)).

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

Verranno sviluppati i contatti internazionali per la definizione di possibili progetti Europei finanziabili nell'ambito del VII programma Quadro.

#### *Finalità*

#### *Obiettivi*

Modellizzazione di: meccanismi di reazione, trasferimento di energia, protoni ed elettroni; modifica delle rese di reazione con impulsi laser; spettri NEXAFS e di decadimento Auger risonante; calcolo proprietà molecolari, come polarizzabilità, iperpolarizzabilità etc., e superfici elettroniche.

#### *Risultati attesi nell'anno*

1. Osservabili di fluorescenza: tempi di vita media, intensità, LIF, e fluorescenza dispersa.
2. Osservabili di reazione: probabilità, sezioni d'urto, costanti di velocità, e distribuzioni dei prodotti.
4. Interpretazione degli spettri di decadimento Auger in coincidenza con emissione di frammenti ionici in CH<sub>3</sub>F eccitato (F1s → σ\*)
5. Determinazione teorico-sperimentale della dinamica nucleare in dicationi: CO<sup>++</sup>

#### *Potenziale impiego*

- per processi produttivi

- per risposte a bisogni individuali e collettivi

Incremento della conoscenza scientifica di base nel campo della dinamica dei processi atomici e molecolari.

#### *Moduli*

**Modulo:** Dinamica dei processi atomici e molecolari  
**Istituto esecutore:** Istituto per i processi chimico-fisici  
**Luogo di svolgimento attività:** Sede principale Istituto

#### *Risorse commessa 2007*

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
297	20	0	0	317	9	29	77	N.D.	403

valori in migliaia di euro





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

\*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>
1	0	0	0	0	0	0	0	0	1

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

\*dottorati, borse di studio, assegni di ricerca





# **Materiali, sistemi e dispositivi magnetici e superconduttori**



## Magnetismo - Complessità - Magnetismo - Sistemi magnetici a bassa dimensionalità

### *Dati generali*

<b>Progetto:</b>	Materiali, sistemi e dispositivi magnetici e superconduttori
<b>Tipologia di ricerca:</b>	Progetti relativi a linee tematiche a carattere strategico
<b>Istituto esecutore:</b>	Istituto dei Sistemi Complessi (Sperimentale)
<b>Sede principale svolgimento:</b>	Sede di Firenze
<b>Dip. di prevista afferenza:</b>	Materiali e Dispositivi
<b>Responsabile indicato:</b>	MARIA GLORIA PINI

### *Elenco dei partecipanti*

Argentero Antonella	liv. IV	Di Paolo Paola	liv. VIII	Montani Antonio	liv. IV
Bisegna Marco	VIII	Dragone Roberto	V	Moretti Paolo	II
Bolle Giovanni	IV	Faraglia Giuseppe	VII	Petrone Maria Bonaria	V
Campa Maria Cristina	III	Ferraris Giovanni	II	Pini Maria Gloria	II
De Rossi Sergio	II	Fierro Giuseppe	III	Politi Paolo	III
Del Giallo Franco	II	Metalli Fabrizio	VII	Vaia Ruggero	III

### *Temi*

#### *Tematiche di ricerca*

Calcolo con metodi analitici e numerici (Monte Carlo) delle proprietà termodinamiche di sistemi di spin quantistici su reticolo 2D. Analisi mediante proprietà di entanglement della struttura dello stato fondamentale in catene di spin quantistiche in presenza di campo magnetico. Studio dell'ordine a lungo raggio in array di dot magnetici ed effetto delle interazioni interdotti sui processi di rilassamento. Analisi di dati sperimentali in film. Caratterizzazione delle fluttuazioni di spin e dell'anisotropia magnetica mediante spettroscopia Moesbauer.

#### *Stato dell'arte*

I sistemi magnetici a bassa dimensionalità (quali cluster, catene, film ultrasottili, multistrati) per le proprietà innovative esibite presentano notevole interesse scientifico nel campo della meccanica statistica e della dinamica di spin. Nel medio e lungo periodo si prevedono applicazioni tecnologiche di tali materiali magnetici nel settore della registrazione magnetica e della computazione quantistica.

### *Azioni*

#### *Attività da svolgere*

Analisi di comportamento quanto critici in sistemi diversi, come il modello XY in campo trasverso, anche mediante tecniche di teoria dell'informazione quantistica.

Studio di una nuova classe di catene magnetiche, di formula chimica  $RE(hfac)_3NIT(C_6H_4OPh)$ , basate sull'alternanza fra una terra rara (RE) e un radicale organico. Gli ioni di terre rare consentono di modulare finemente le proprietà magnetiche delle catene.

Ricerca in corso: Determinazione dell'anisotropia magnetica assiale, in valore e direzione, nel dimero  $[Fe(Ome)(dpm)_2]_2$  mediante l'analisi Mössbauer su un campione di cristalliti orientati e in presenza di un campo esterno.

In prospettiva: caratterizzazione Mössbauer di SMM costituiti da anelli di cromo, con sostituenti Fe(II) e Fe(III).

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

1) RISORSE UMANE. La Ricerca ha bisogno di personale giovane e motivato: dottorandi, assegnisti, ricercatori. Molti giovani capaci rinunciano ad una carriera che risulta ormai di precariato fin'oltre i 40 anni. 2) POSSIBILITÀ DI PIANIFICARE A MEDIO TERMINE, con un minimo di sicurezza sulle risorse. 3) SUPPORTO BUROCRATICO. La concentrazione sull'attività scientifica confligge con le continue necessità di richiedere fondi, compilare progetti, richieste, previsioni, relazioni, a fronte di fabbisogni peraltro modesti.

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

Meccanica statistica, transizioni di fase. Elaborazioni di modelli per lo studio delle fluttuazioni di spin. Spettroscopia Moesbauer.



### *Strumentazione*

Il laboratorio Moessbauer dispone di tre linee di misura:  
Una linea con criostato munito di campo da 5 T a bagno d'elio.  
Una linea con criostato a flusso d'elio.  
Una linea con criogeneratore Gifford-Mac Mahon, per  $T > 10$  K.

### *Tecniche di indagine*

Metodi analitici; simulazioni Monte Carlo classiche e quantistiche; teorie di campo medio e RPA; spettroscopia Mössbauer.

### *Tecnologie*

### *Collaborazioni (partner e committenti)*

School of Physics, University of Western Australia, Crawley, Australia (R.L. Stamps).  
Dipartimento di Fisica, Università di Perugia (G. Carlotti).  
Dipartimento di Fisica, Università di Firenze (A. Rettori, A. Cuccoli, V. Tognetti, A. Fubini, G. Spina).  
Dipartimento di Chimica, Università di Firenze (A. Caneschi, R. Sessoli).  
Il laboratorio Mössbauer è gestito in simbiosi col Dipartimento di Fisica della Università di Firenze (G. Spina).  
Dipartimento di Fisica, Università di Pavia, (F. Borsa)  
Chemistry Department, Northeastern University, Boston, US (W. Reiff)

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

1) Ricerca di finanziamento attraverso programmi europei e nazionali 2) Ricerca di partnership con altre realtà scientifiche

### *Finalità*

#### *Obiettivi*

Obiettivi: Studio di effetti quantistici sulla statistica di sistemi di spin su reticolo 2D. Studio della struttura dello stato fondamentale di catene di spin quantistiche. Studio di stato fondamentale e processi di rilassamento in reticoli di dot magnetici. Studio Mössbauer della dinamica di spin in nanostrutture magnetiche molecolari.

#### *Risultati attesi nell'anno*

Caratterizzazione dei composti studiati, proposte di nuovi modelli, soluzioni analitiche e numeriche per i sistemi in esame. Si evidenzieranno analogie tra fenomeni particolari che permettono il trasferimento di tecniche analitiche e numeriche. I risultati saranno oggetto di pubblicazioni scientifiche su riviste internazionali e diffusi mediante seminari e partecipazione a conferenze.

#### *Potenziale impiego*

##### *- per processi produttivi*

Supporti magnetici per memorie di massa.

Dispositivi magnetici e sensori.

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

### *Moduli*

**Modulo:** Complessità - Magnetismo - Sistemi magnetici a bassa dimensionalità  
**Istituto esecutore:** Istituto dei Sistemi Complessi (Sperimentale)  
**Luogo di svolgimento attività:** Sede di Firenze

### *Risorse commessa 2007*

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
206	26	0	0	232	19	45	36	N.D.	287

valori in migliaia di euro



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

\*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	0	0	0

\*dottorati, borse di studio, assegni di ricerca



## Progettazione, preparazione e studio di materiali magnetici funzionali

### *Dati generali*

<b>Progetto:</b>	Materiali, sistemi e dispositivi magnetici e superconduttori
<b>Tipologia di ricerca:</b>	Progetti relativi a linee tematiche a carattere strategico
<b>Istituto esecutore:</b>	Istituto dei materiali per l'elettronica ed il magnetismo
<b>Sede principale svolgimento:</b>	Sede principale Istituto
<b>Dip. di prevista afferenza:</b>	Materiali e Dispositivi
<b>Responsabile indicato:</b>	FRANCA ALBERTINI

### *Elenco dei partecipanti*

	liv.		liv.		liv.
Acquarone Marcello	II	Boschi Alberto	V	Nasi Lucia	III
Albertini Franca	III	Cabassi Riccardo	III	Paoluzi Antonio Ermanno	II
Antonacci Claudio	IV	Casoli Francesca	III	Pareti Luigi	I
Bocchi Claudio	II	Kimberle Maria	I	Rastelli Enrico	II
Bolzoni Fulvio	II	Masini Roberto	II		

### *Temi*

#### *Tematiche di ricerca*

Preparazione e studio di bistrati epitassiali FePt/Fe, FePt/FePt con magnetizzazione perpendicolare accoppiati da scambio e di nanostrutture magnetiche. Preparazione e studio di composti intermetallici con elevate caratteristiche magnetocaloriche e magnetoelastiche. Studio dell'effetto magnetocalorico in relazione a trasformazioni magneto-strutturali. Studio delle proprietà di magnetotrasporto di rutenocuprati e manganiti. Effetti sulle proprietà strutturali e di trasporto di sostituzioni parziali dello ione Mn e della nanostrutturazione delle polveri. Studio, mediante simulazioni Monte Carlo, di modelli di spin bidimensionali, con interazioni di scambio e dipolari, atti a descrivere film magnetici ultrasottili. Studio delle condizioni per la coesistenza di superconduttività e antiferromagnetismo in sistemi a fermioni pesanti e degli effetti dell'anarmonicità fononica sia nello stato normale che superconduttivo in MgB<sub>2</sub>.

#### *Stato dell'arte*

I materiali magnetici funzionali stanno rivestendo un sempre crescente interesse soprattutto per quanto riguarda le applicazioni nel campo dei microdispositivi (attuatori e memorie), dei sensori, della spintronica e della refrigerazione magnetica. Di notevole importanza sono la progettazione e la preparazione di sistemi nanostrutturati, sia in forma di film sottili e multistrati sia di materiali granulari. La comprensione e la modellizzazione delle proprietà dei superconduttori non tradizionali è un campo di ricerca strategico per le rilevanti prospettive applicative.

### *Azioni*

#### *Attività da svolgere*

Continuazione dell'attività su preparazione di spring magnets (SM) e studio della morfologia e dello scambio magnetico all'interfaccia di bistrati FePt/FePt(soft), FePt/Fe, in funzione della temperatura di deposizione. Studio della relazione fra struttura, morfologia e proprietà magnetiche in nanostrutture e film sottili. Studio del diagramma di fase del modello di Ising su reticolo quadrato con interazioni di scambio e dipolari, avente una varietà di stati fondamentali a strisce. Preparazione e studio di composti intermetallici per le caratteristiche magnetocaloriche (refrigerazione magnetica) e magnetoelastiche (ferromagneti a memoria di forma). Composti intermetallici in forma di sistemi granulari. Ossidi (rutenocuprati e manganiti) di particolare interesse nel campo della spintronica. Studio della coesistenza di superconduttività e (antiferro)magnetismo in composti di terre-rare e lantanidi.

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

Le competenze e l'esperienza scientifica del Personale CNR coinvolto nella ricerca, unite alla competenza dei Collaboratori esterni, rendono realistiche le condizioni di fattibilità del progetto. Si possono considerare critiche le condizioni di alcune apparecchiature (Campo pulsato, forni per trattamenti, melt spinning), che richiederebbero interventi di up-grading. Di notevole importanza è anche l'assunzione di personale ricercatore giovane per aumentare la capacità di ricerca e attuare il trasferimento di know-how ed esperienza in relazione al pensionamento di personale ricercatore.



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

Le competenze scientifiche del gruppo riguardano sia metodologie di preparazione di materiali nanostrutturati e massivi sia lo studio delle proprietà, mediante l'utilizzo di tecniche sperimentali di caratterizzazione magnetica, di trasporto, calorimetrica, strutturale e morfologica. Esistono competenze specifiche riguardanti la messa a punto di strumentazione e tecniche di misura innovative. Esistono competenze specifiche riguardanti la teoria dei sistemi superconduttori e (anti)ferromagnetici, la meccanica statistica dei sistemi a molti corpi e la simulazione numerica dei processi di magnetizzazione.

#### *Strumentazione*

Forni ad arco e radio frequenza, melt-spinning, mechanical-alloying, sputtering RF. Forni per trattamenti termici in atmosfera controllata. Suscettometri AC (4-300K e 300-1300 K). Magnetometri VSM, AGFM, SQUID. Campi magnetici pulsati (tempo di impulso 2-10 ms, massimo campo 40T). Misure di calore specifico in funzione del campo magnetico e della temperatura. Misure di magnetotrasporto (AC/DC) e capacitive (AC) in campo magnetico fino a 5.5 T. Microscopi elettronici in scansione e in trasmissione, diffrattometri X. Microscopio a sonda (SPM) per microscopia a forza atomica (AFM) e magnetica (MFM), nanolitografia e nanomanipolazione.

#### *Tecniche di indagine*

Tra le principali tecniche: 1) Analisi termomagnetica per analisi di fase e studio delle transizioni magnetiche e strutturali in materiali magnetici e in ferromagneti a memoria di forma; 2) Tecnica Singular Point Detection (SPD) per studio dell'anisotropia magnetocristallina in policristalli; 3) Magnetometria per la caratterizzazione magnetocalorica e di magnetotrasporto; 4) Magnetometria e studio della struttura a domini in film sottili; 5) Riflettività X e microscopia elettronica e a sonda per lo studio di proprietà morfologiche, di interfaccia e strutturali in film sottili e nanostrutture magnetiche; 6) Sviluppo di software per l'interpretazione dei dati sperimentali relativamente a parametri critici delle transizioni di fase, diagrammi di fase di sistemi ad elevata anisotropia con transizioni magnetiche del primo e del secondo ordine, processi di magnetizzazione.

#### *Tecnologie*

Nanolitografia e nanomanipolazione con microscopio a sonda in scansione (SPM). Tecnologie per la realizzazione di bobine per la generazione di campi magnetici intensi. Sistemi per metallizzazione e trattamenti termici. Trattamento di materiali (orientazione cristallografica, taglio, lappatura, polishing, compattazione di polveri).

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

Sono in corso collaborazioni con : Dip. di Fisica delle Università di Parma, Ferrara e Perugia, Dip. di Chimica (GIAF) di Parma e Genova, gli Istituti ISMN e IENI del CNR, Centro S3 e Dip. di Fisica dell'Università di Modena, Laboratorio SuperMat di Salerno, INRIM e Politecnico di Torino, Università e ICMA-CSIC di Saragozza (Spagna), Università di Porto, Institute of Physics (AVCR) di Praga (Rep. Ceca), Università di Porto Alegre (Brasile), Centro Atomico di Bariloche (Argentina), Università Jaghiellonica di Cracovia (Polonia), Università Jiao Tong di Shangai (Cina); Institute of Radioengineering and Electronics of RAS di Mosca (Russia).

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

Progetto FAR su 'Refrigerazione magnetica' in collaborazione con (UNI PR, UNI GE, ditta Zanotti SpA di Pegognaga, MN). Previsto finanziamento di 150.000 Euro in 3 anni.

Richiesta di finanziamento per il 2007 avanzata nell'ambito di un 'Progetto di Grande Rilevanza' del Ministero degli Affari Esteri Italia-Giappone tra IMEM-NIMS.

Proposte di ricerca nel VII Programma Quadro

#### *Finalità*

##### *Obiettivi*

Gli obiettivi riguardano: 1) Ottenimento di strati sottili, bistrati spring e nanostrutture a magnetizzazione perpendicolare rilevanti nella tecnologia di data storage e studio della correlazione fra magnetismo e microstruttura; 2) Modellizzazione del magnetismo in film ultrasottili; 3) Preparazione e studio di composti intermetallici con elevato effetto magnetocalorico, magnetoelastico e proprietà di magnete permanente ad alta temperatura; 4) Preparazione di ossidi magnetici e studio dei meccanismi di magneto-trasporto; 5) Migliore comprensione delle condizioni di coesistenza di superconduttività ed (anti)ferromagnetismo, e degli effetti dell'anarmonicità fononica sia nello stato normale che superconduttivo in MgB<sub>2</sub>; 6) studio dell'effetto delle dimensioni nanometriche dei grani in manganiti

Le competenze coinvolte riguardano: a) la preparazione dei materiali con diverse tecniche; b) la caratterizzazione magnetica, termomagnetica, strutturale ed elettrica dei materiali; c) lo studio teorico e la simulazione Monte Carlo.





**Risultati attesi nell'anno**

Nanostrutture, film sottili e bistrati perpendicolari basati su FePt L10 con diverse morfologie di interfaccia: comprensione della relazione fra struttura, morfologia e magnetismo al fine di modulare le proprietà funzionali agendo su microstruttura e nanostrutturazione. Descrizione del diagramma di fase di Ising su reticolo quadrato, in presenza di interazioni dipolari e di scambio. Materiali con effetto magnetocalorico e ferromagneti a memoria di forma: comprensione del ruolo delle transizioni di fase magnetiche e strutturali nella determinazione dell'effetto magnetocalorico, comprensione del ruolo della struttura cristallina nella determinazione delle proprietà magnetoelastiche e studio degli effetti della pressione idrostatica (fino a 1 GPa). Manganiti e rutenocuprati: interpretazione delle proprietà magnetiche lineari e non lineari, dei meccanismi di magnetotrasporto e degli effetti della nanostrutturazione sulle proprietà chimico-fisiche. Determinazione delle condizioni per la coesistenza di superconduttività e antiferromagnetismo in composti di terre-rare e lantanidi e chiarimento degli effetti del riempimento delle bande sull'anarmonicità fononica in MgB<sub>2</sub>.

**Potenziale impiego**

- per processi produttivi

Nella progettazione di microdispositivi, memorie ibride, registrazione magnetica, spintronica e refrigerazione magnetica.

- per risposte a bisogni individuali e collettivi

La migliore comprensione di proprietà come effetto magnetocalorico e superconduttività ad elevata temperatura, consentiranno lo sviluppo di materiali e tecnologie eco-compatibili.

**Moduli**

**Modulo:** Progettazione, preparazione e studio di materiali magnetici funzionali  
**Istituto esecutore:** Istituto dei materiali per l'elettronica ed il magnetismo  
**Luogo di svolgimento attività:** Sede principale Istituto

**Risorse commessa 2007**

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
732	100	41	0	873	186	327	173	N.D.	1.232

valori in migliaia di euro

<b>Unità di personale di ruolo*</b>	
ricercatori	Totale
9	11

\*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
2	1	0	0	0	0	0	0	0	3

<b>Richiesta nuove unità di personale</b>			
tempo determinato	tempo indet	non di ruolo*	Totale
0	2	3	5

\*dottorati, borse di studio, assegni di ricerca



## Materiali Magnetici Nanostrutturati

### *Dati generali*

<b>Progetto:</b>	Materiali, sistemi e dispositivi magnetici e superconduttori
<b>Tipologia di ricerca:</b>	Progetti relativi a linee tematiche a carattere strategico
<b>Istituto esecutore:</b>	Istituto di struttura della materia
<b>Sede principale svolgimento:</b>	Sede principale Istituto
<b>Dip. di prevista afferenza:</b>	Materiali e Dispositivi
<b>Responsabile indicato:</b>	ELISABETTA AGOSTINELLI

### *Elenco dei partecipanti*

Agostinelli Elisabetta	liv. II	De Fazio Daniela	liv. VII	Rossi Franca	liv. VI
Capobianchi Aldo	III	Filaci Pasquale	IV	Scavia Guido	III
Cianfanelli Maria Claudia	VIII	Fiorani Dino	I	Silenzi Patrizia	VII
Ciccarelli Elisabetta	VI	Foglia Sabrina	III	Suber Lorenza	III
Cimini Cristiana	VI	Ianni Grazia	VIII	Testa Alberto Maria	II
Cirone Anna Maria	V	Petrilli Lucantonio	V	Zaccaria Francesca	VIII
De Cinti Francesca	VI	Ponzi Bruna	VIII		

### *Temi*

#### *Tematiche di ricerca*

Sintesi, indagine strutturale, morfologica e studio delle proprietà magnetiche di materiali nanostrutturati:  
- Film PLD di leghe magnetiche ad alta anisotropia (es. CoPt) su substrati cristallini (MgO, Si) e underlayers metallici (es. Pt, Cr, Cu).  
- Bilayers PLD di sistemi con exchange bias (es. CoPt e ossidi misti di metalli magnetici, PtMn, etc).  
- Polveri di leghe metalliche e ferriti, adatte alla deposizione di film per dip-coating o Langmuir-Blodgett.  
- Polveri di nanoparticelle core-shell di ferriti/ossido.  
- Nanoparticelle d'argento rivestite con ditiolo.  
- Nanotubi di carbonio riempiti con ossidi di ferro ai fini dell'orientamento dei CNTs.  
Sui predetti materiali verrà effettuato uno studio dei processi di magnetizzazione con particolare attenzione verso gli effetti di anisotropia di superficie e di interazioni di scambio all'interfaccia.

#### *Stato dell'arte*

Lo sviluppo di nuovi materiali magnetici nanostrutturati (nanoparticelle, film sottili, multistrati, nanocompositi, nanoarray) ha aperto nuove problematiche scientifiche alle frontiere della conoscenza e nuovi orizzonti in diversi settori tecnologici (energetica, sensoristica, information storage, microelettronica, optoelettronica, telecomunicazioni).  
In particolare, negli ultimi anni la spinta verso la miniaturizzazione, possibile anche grazie all'utilizzo sempre più esteso di metodologie di indagine microscopiche, con risoluzione nanometrica, e di tecniche nanolitografiche e l'enorme sviluppo della spintronica stanno producendo un notevole impatto tecnologico e di mercato nelle memorie magnetiche e nella dispositiva ibrida magnete-semiconduttore. A conferma di ciò, tale ricerca costituisce al momento una delle linee di maggiore sviluppo e impegno finanziario nei paesi tecnologicamente avanzati (es. 6 e 7 Programma Quadro Europeo).

### *Azioni*

#### *Attività da svolgere*

-Studio della rimanenza magneto-termica, con misure a frequenza e temperatura variabile, in particelle singolo dominio di ematite, preparate per via chimica.  
- Preparazione per via chimica, caratterizzazione chimica, strutturale morfologica e magnetica di nanoparticelle d'argento di diversa dimensione, rivestite con ditiolo. Misure EXAFS-XANES per lo studio della coordinazione Ag-S.

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

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

Competenze nella sintesi e nella caratterizzazione chimica di materiali inorganici-organici nanostrutturati.  
Competenze nelle tecniche di microscopia elettronica (TEM e SEM).



### *Strumentazione*

#### *Tecniche di indagine*

Diffrazione a raggi X per polveri. Spettrometria UV-visibile. Spettrometria IR. Microscopia tunneling a scansione (STM). Microscopia elettronica a scansione (SEM). Microscopia elettronica in trasmissione (TEM). Microscopia a forza atomica (AFM).

#### *Tecnologie*

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

La commessa collabora con i partners stranieri coinvolti nei 2 progetti europei attivi nel 2005 (totale 11 Istituzioni di ricerca e 3 industrie). Inoltre è attiva una collaborazione bilaterale Italia-Argentina. In particolare, nel 2005 sono state attive le seguenti collaborazioni:

UPMC-Paris-Francia-Prof. E.Tronc

CNRS-Paris-Francia-Dr. G.Faini

NCSR'D-Athens-Grecia-Dr. D.Niarchos, Dr. K.Trohidou

CSIC-Madrid- Spagna-Dr.F. Briones

TUW-Wien-Austria-Prof. J.Fidler

Unaxis-Balzers-Liechtenstein-Dr. H.Rorhmann

STMicronics-Milano-Italia-Ing. G.Betti

Univ. Leicester-UK-Prof. C.Binns

Suny State University-Ukraina-Prof. S.Denisov

Universitat de Barcelona-Spagna-Prof. J.Tejada

University of Surrey-UK-Dr. P.Zhdan

NT-MDT-Russia Mr. A.Schubin

INFN-Università di Bologna-Dr. L.Del Bianco

ENEA-Casaccia-Dr. A. Montone

Univ. L'Aquila-Prof. F.Lucari

IMEM-Parma-Dr. L. Pareti Dr. G.Turilli

Centro Atomico di Bariloche-Argentina-Dr. R.Zysler

Università di Merida-Venezuela-Prof. H. Romero

Università Politecnica delle Marche - Prof. D.Rinaldi

Università Tor Vergata Roma 3- Prof. S. Mobilio

IMIP-CNR-Dr. C.Ferragina

ISM-CNR-Dr. P.Imperatori

Clarkson University-Potsdam (USA)- Mr.W.R.Plunkett

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

#### *Finalità*

##### *Obiettivi*

-Produzione di film di metalli e leghe metalliche ferromagnetiche (es. CoPt) depositati su layer antiferromagnetici (es. PtMn) (sistemi exchange bias) per migliorare la stabilità magnetica a temperatura ambiente.

-Comprensione del comportamento ferromagnetic-like in nanoparticelle di argento rivestite con ditiolo.

-Comprensione della rimanenza magneto-termica in nanoparticelle singolo dominio di ematite.

-Ottimizzazione della fase cristallina della lega FePt e deposizione di array organizzati in film L.-B.

-Ottimizzazione del processo di sintesi di CNTs riempiti per l'ottenimento di CNTs orientati.

-Studio delle proprietà exchange bias in sistemi core-shell (es. Co-Mn, Fe-Mn).

- Studio dei processi di magnetizzazione nei suddetti sistemi. Studio dei meccanismi di inversione della magnetizzazione, dei contributi all'anisotropia magnetica, dei fenomeni di superficie e di scambio magnetico all'interfaccia.

#### *Risultati attesi nell'anno*

Pubblicazioni su riviste internazionali

#### *Potenziale impiego*

##### *- per processi produttivi*

I materiali a base di leghe metalliche ad alta anisotropia magnetocristallina, quali CoPt e FePt, vengono considerati i migliori candidati per i mezzi di registrazione magnetica ad alta densità, in particolare per la



registrazione perpendicolare. Nanotubi riempiti di materiale magnetico sono potenzialmente utilizzabili come punte per i microscopi a forza magnetica Particelle d'argento magnetiche potrebbero essere utilizzate in microelettronica e nella sensoristica magnetica.

*- per risposte a bisogni individuali e collettivi*

Lo sviluppo di sensori ad alta sensibilità e memorie magnetiche ad alta densità viene incontro alla esigenze crescenti della nostra società di dispositivi multifunzionali miniaturizzati (telefonia mobile, immagazzinamento e trattamento delle informazioni, medicina...)

#### **Moduli**

**Modulo:** Materiali Magnetici Nanostrutturati  
**Istituto esecutore:** Istituto di struttura della materia  
**Luogo di svolgimento attività:** Sede principale Istituto

#### **Risorse commessa 2007**

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>
482	82	167	0	731	28	277	142	N.D.	901

valori in migliaia di euro

<i>Unità di personale di ruolo*</i>	
ricercatori	Totale
6	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	2	0	2	0	0	0	1	0	5

<i>Richiesta nuove unità di personale</i>			
tempo determinato	tempo indet	non di ruolo*	Totale
3	4	2	9

\*dottorati, borse di studio, assegni di ricerca



## Proprietà magnetiche, elettroniche e funzionali di aggregati di dimensione atomica

### *Dati generali*

<b>Progetto:</b>	Materiali, sistemi e dispositivi magnetici e superconduttori
<b>Tipologia di ricerca:</b>	Progetti relativi a linee tematiche a carattere strategico
<b>Istituto esecutore:</b>	Istituto di struttura della materia
<b>Sede principale svolgimento:</b>	Sede principale Istituto
<b>Dip. di prevista afferenza:</b>	Materiali e Dispositivi
<b>Responsabile indicato:</b>	CARLO CARBONE

### *Elenco dei partecipanti*

	liv.		liv.		liv.
Amore Bonapasta Aldo	I	De Cinti Francesca	VI	Priori Sandro	V
Capozi Mario	IV	De Fazio Daniela	VII	Quaresima Claudio	I
Carbone Carlo	I	De Padova Irene Paola	II	Rossi Franca	VI
Cianfanelli Maria Claudia	VIII	Filippone Francesco	III	Silenzi Patrizia	VII
Ciccarelli Elisabetta	VI	Ianni Grazia	VIII	Turchini Stefano	III
Cimini Cristiana	VI	Matacotta Francesco Cino	II	Zaccaria Francesca	VIII
Cirone Anna Maria	V	Perfetti Paolo	DIRE	Zema Nicola	II
Crotti Corrado	III	Ponzi Bruna	VIII		

### *Temi*

#### *Tematiche di ricerca*

L'attività prevista nell'ambito della commessa è dedicata all'analisi, manipolazione ed ottimizzazione delle proprietà magnetiche, elettroniche e funzionali di aggregati di dimensioni atomiche, in forma di cluster, fili quantici, film ultra-sottili di metalli, atomi metallici in composti metallorganici ed in semiconduttori magnetici diluiti. La attività è articolata su tre temi di studio principali: i) nanosistemi con alte anisotropie e momenti magnetici, costituiti da atomi magnetici diluiti, clusters e fili atomici; ii) interazioni magnetiche ed elettroniche tra film ultrasottili, in sistemi di spin-valve ed exchange bias; iii) sintesi ed ottimizzazione delle proprietà elettroniche e del magnetismo di semiconduttori magnetici diluiti per applicazioni spintroniche. Verranno esaminate, con metodi spettroscopici, misure magnetiche e calcoli di struttura elettronica, le proprietà magnetiche, locali e collettive, la loro correlazione con le caratteristiche elettroniche, e verranno elaborate strategie per la miniaturizzazione su scala atomica di dispositivi magnetici funzionali.

#### *Stato dell'arte*

Le proprietà magnetiche recentemente scoperte in materiali nanometrici stanno attualmente rivoluzionando la tecnologia delle memorie e sensori magnetici. Lo sviluppo di strategie per l'ulteriore miniaturizzazione di elementi funzionali richiede oggi il controllo e la manipolazione del comportamento magnetico di aggregati di scala atomica. In questo contesto, è da notare come le proprietà magnetiche in tali sistemi siano controllate da effetti di confinamento quantico e bassa dimensionalità e non possano essere estrapolate da concetti micromagnetici convenzionali.

L'ISM ha sviluppato strumentazione e metodi innovativi per lo studio di nanosistemi magnetici che hanno recentemente portato alla sintesi di un reticolo di nanoelementi magnetici con altissima densità lineare ( $5 \times 10^6$  per cm) ed alla osservazione della più alta anisotropia magnetica finora nota, in atomi di Co diluiti su Pt. Questi risultati sono stati riportati da prestigiose riviste scientifiche, tra cui Science e Nature, ed anche dalla stampa internazionale (Le Quotidien Suisse des Affaires et de la Finance, 24 heures, Corriere della Sera, Frankfurter Allgemeine Zeitung).

### *Azioni*

#### *Attività da svolgere*

L'attività di ricerca verrà dedicata allo studio di sistemi magnetici nanostrutturati, mediante metodi di indagine spettroscopica e calcoli da principi primi. I temi principali verso cui saranno indirizzate le investigazioni nel corso del 2007 sono:

- le proprietà magnetiche e gli effetti di confinamento quantico in film sottili di metalli e semiconduttori diluiti.
- la configurazione elettronica di sistemi magnetici zero- e mono-dimensionali (atomi isolati e fili quantici) su superfici (nel quadro del progetto Self-Organized Nanostructures dell'European Science Foundation).



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

Il punto più critico nella realizzazione delle attività è rappresentato dalla estrema subcriticità delle risorse umane (ricercatori e tecnici) inserite stabilmente nell'unità operativa con sede a Trieste, per lo svolgimento delle attività che utilizzano radiazione di sincrotrone.

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

L'Istituto di Struttura della Materia dispone di ben consolidata competenza nello studio delle proprietà fondamentali e funzionali di materiali nanostrutturati mediante tecniche sperimentali di magnetometria e di spettroscopia, basate principalmente sull'utilizzo di radiazione di sincrotrone (linee VUV e Polar ad Elettra), e con metodi teorici da principi primi.

#### *Strumentazione*

- linee di luce VUV e Polar al sincrotrone Elettra, Trieste.
- spettrometri per fotoemissione con alta risoluzione angolare ed energetica.
- magneti superconduttore per misure in UHV ad alto campo e bassa temperatura.
- camere per UHV con strumentazione per crescita in situ per MBE e loro caratterizzazione (LEED, RHEED, Auger, magnetometria Kerr, evaporatori di vario tipo).

#### *Tecniche di indagine*

- fotoemissione ad alta risoluzione di energia e momento elettronico.
- dicroismo magnetico in assorbimento nel regime dei raggi x-soffici.
- caratterizzazioni strutturali, chimiche e magnetiche di sistemi di superficie e nanostrutturati con LEED, RHEED, Auger e magnetometria Kerr.
- calcoli da principi primi.

#### *Tecnologie*

- crescita in situ per MBE in UHV di nanomateriali
- progettazione ed ottimizzazione di proprietà funzionali magnetiche ed elettroniche (magneto-resistenza, tunneling spin-dipendente, altissima energia di anisotropia magnetica).

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

Collaborazioni principali: Ecole Polytechnique, Losanna (Prof. Harald Brune, Dr. Pietro Gambardella); Max-Planck Institut, Stoccarda (Prof. Klaus Kern); Forschungszentrum Juelich (Prof. Stefan Bluegel, Prof. Peter Dederichs); SISSA-CNR-IFNM, Trieste (Prof. Stefano Baroni); BESSY, Berlin (Prof. Wolfgang Eberhardt); TASC-CNR-IFNM, Trieste (Prof. Giorgio Rossi); SNS, Pisa (Prof. P. Giannozzi); Universite de Gergy-Pontoise (Prof. K. Hricovini); Universitaet Hamburg (Prof. R. Jonhson).

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

Si prevede la partecipazione della commessa a progetti del VII programma quadro, dedicati allo studio di nuovi materiali per nanotecnologie.

Il responsabile di questa commessa è coordinatore di un progetto SONS-2 dell'European Science Foundation, il cui finanziamento è stato approvato dall'ESF il 6 luglio 2006. Si attende dall'agenzia nazionale l'assegnazione del finanziamento relativo all'attività del progetto da svolgersi nel quadro di questa commessa.

#### *Finalità*

##### *Obiettivi*

Obiettivo principale della commessa è l'analisi e la progettazione di nuovi materiali, di dimensioni atomiche e con proprietà magnetiche funzionali. Milestones: a 12 mesi - Analisi del comportamento magnetico di impurezze metalliche diluite su superfici e film di semiconduttori. a 24 mesi - Studio della anisotropia magnetica e magnetizzazione di catene atomiche e clusters (<100 atomi) e di composti di coordinazione metallorganici su superfici metalliche. a 36 mesi - Proprietà magnetiche ed effetti di confinamento quantico in nanostrutture metalliche per componenti di sistemi di spin-valve ed exchange-bias.

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

- Approfondimento dell'analisi di meccanismi microscopici che determinano le proprietà di sistemi magnetici in geometrie con bassa coordinazione atomica e la funzionalità di materiali nanostrutturati. In particolare, saranno sintetizzati ed esaminati con indagini spettroscopiche: i) sistemi con exchange-bias costituiti da film di Fe e NiO; ii) nanostrutture magnetiche su superfici di semiconduttori della classe III-V e IV; iii) nanostrutture costituite da elementi della serie di transizione 4d.
- Sviluppo di metodi spettroscopici avanzati: i) dicroismo e fotoemissione ad altissima sensibilità per lo studio di sistemi fortemente diluiti; ii) fotoemissione ad alta risoluzione energetica ed angolare per l'indagine di nanostrutture su superfici.



*Potenziale impiego  
- per processi produttivi*

Film ultrasottili e nanostrutture magnetiche costituiti da metalli, leghe e composti, di dimensioni e geometria definite, hanno estesa applicazione in settori emergenti nella nanoelettronica, spintronica e quantum computation ed offrono eccellenti prospettive per il loro ulteriore sviluppo. I sistemi oggetto di studio nell'ambito della commessa sono di interesse per la progettazione e lo sviluppo di memorie magnetiche ad alta densità, di sensori ad alta magnetoresistenza (GMR) per misure di campo magnetico, di posizione e di velocità di rotazione, e di dispositivi spintronici.

*- per risposte a bisogni individuali e collettivi*

**Moduli**

**Modulo:** Proprietà magnetiche, elettroniche e funzionali di aggregati di dimensione atomica

**Istituto esecutore:** Istituto di struttura della materia

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

**Risorse commessa 2007**

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
502	27	44	52	625	84	155	157	N.D.	866

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
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
1	4	1	6

\*dottorati, borse di studio, assegni di ricerca



## Materiali magnetici massivi da sistemi nanostrutturati

### *Dati generali*

<b>Progetto:</b>	Materiali, sistemi e dispositivi magnetici e superconduttori
<b>Tipologia di ricerca:</b>	Progetti relativi a linee tematiche a carattere strategico
<b>Istituto esecutore:</b>	Centro di responsabilità scientifica INFN
<b>Sede principale svolgimento:</b>	Sede principale Istituto
<b>Dip. di prevista afferenza:</b>	Materiali e Dispositivi
<b>Responsabile indicato:</b>	MAURIZIO FERRETTI

### *Elenco dei partecipanti*

	liv.		liv.		liv.
Arnone Alberto	IX	Foppiano Caterina	V	Millio Marco	VI
Ballero Gabriele	VII	Fortunati Francesca	VI	Palazzo Nicoletta	III
Barraco Ignazia	V	Franchini Daniela	VI	Parodi Elena	V
Beltrami Monica	V	Franguelli Simona	VI	Pernati Barbara	V
Beroldo Raffaella	VII	Garbarino Maria Carla	V	Pittaluga Dameri	VII
Bolla Matilde	VI	Gennai Irene Maria	VI	Alessandro	
Borello Gian Piero	II	Genovese Giuseppe	V	Poggi Sabrina	V
Cagnana Barbara	V	Imperatore Antonucci	VI	Pollio Daniela	VII
Calvi Francesca	IV	Danilo		Punginelli Marco	VI
Camauli Enrico	V	Ivaldi Fulvia	VII	Santroni Adriana	VI
Caporali Andrea	IV	La Ferla Michela	VI	Savoldi Giovanna	V
Corezzola Paola	VI	Lo Grasso Giusy	VI	Sciaccaluga Liliana	V
Dalla Libera Monica	V	Luciano Sergio	DIRI	Scotto Stefania	VI
De Almeida Nunes	V	Maloberti Sciutto Michela	VII	Spano' Francesca	III
Manganaro Jose' Carlos		Mamberti Emanuele	IV	Spinuzzi Simone	V
De Donatis Roberta	V	Marescalchi Tatiana	VI	Talamo Valeria	VI
De Marco Rocco	VI	Martinelli Alberto Mario	III	Tassistro Michela	V
Di Lello Piero	VIII	Meardi Michele	VI	Toncini Annamaria	V
Distefano Fabio	VII	Miceli Diletta	VI	Toselli Milena	III

### *Temi*

#### *Tematiche di ricerca*

Ci si propone di investigare materiali magnetici massivi le cui proprietà funzionali come la magnetoresistenza colossale o la coesistenza di ferromagnetismo e superconduttività sono fortemente correlate con la presenza di disomogeneità nanoscopiche indotte dalla composizione e dalla procedura di sintesi. La magnetoresistenza gigante in sistemi metallici può essere invece investigata attraverso la creazione di sistemi granulari micro- e nanostrutturati basati su eutettici finemente suddivisi

#### *Stato dell'arte*

La realizzazione di materiali massivi nano-strutturati è stata finora considerata soprattutto per applicazioni strutturali in cui esistono indicazioni sui vantaggi che la riduzione delle particelle a scala nanometrica è in grado di fornire. Meno studiato, invece, il campo delle applicazioni funzionali che richiedono materiali in forme compatte (bulk o sinterizzati) ma nello stesso tempo costituiti da particelle nanometriche, potenzialmente in grado di fornire spiccate proprietà innovative.

### *Azioni*

#### *Attività da svolgere*

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

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

#### *Strumentazione*

#### *Tecniche di indagine*







<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	2	4

\*dottorati, borse di studio, assegni di ricerca



**Studio della correlazione fra proprietà strutturali e morfologiche di film ultrasottili (psudomorfismo, epitassia) e loro proprietà elettroniche e magnetiche**

*Dati generali*

<b>Progetto:</b>	Materiali, sistemi e dispositivi magnetici e superconduttori
<b>Tipologia di ricerca:</b>	Progetti relativi a linee tematiche a carattere strategico
<b>Istituto esecutore:</b>	Centro di responsabilità scientifica INFN
<b>Sede principale svolgimento:</b>	Laboratorio Nazionale TASC e CRS DEMOCRITOS
<b>Dip. di prevista afferenza:</b>	Materiali e Dispositivi
<b>Responsabile indicato:</b>	GIANCARLO PANACCIONE

*Elenco dei partecipanti*



Arnone Alberto	liv. IX	De Marco Massimiliano	liv. VI	Miceli Diletta	liv. VI
Babic Claudia	VII	De Marco Rocco	VI	Millio Marco	VI
Ballero Gabriele	VII	Di Lello Piero	VIII	Mistron Paola	V
Barraco Ignazia	V	Distefano Fabio	VII	Palazzo Nicoletta	III
Beltrami Monica	V	Fanucchi Rossella	VII	Panaccione Giancarlo	II
Benedetti Davide	V	Ferranti Roberta	VI	Parodi Elena	V
Beroldo Raffaella	VII	Foppiano Caterina	V	Pernati Barbara	V
Bertoch Paolo	VIII	Fortunati Francesca	VI	Pertot Alessandro	VI
Bigaran Stefano	V	Franchini Daniela	VI	Pittaluga Dameri	VII
Bolla Matilde	VI	Franguelli Simona	VI	Alessandro	
Borello Gian Piero	II	Fujji Jun	III	Poggi Sabrina	V
Bruno Francesco	III	Garbarino Maria Carla	V	Pollio Daniela	VII
Cagnana Barbara	V	Gennai Irene Maria	VI	Punginelli Marco	VI
Calvi Francesca	IV	Genovese Giuseppe	V	Salvador Federico	VI
Camauli Enrico	V	Gotter Roberto	III	Santroni Adriana	VI
Caporali Andrea	IV	Grillo Vincenzo	III	Savoldi Giovanna	V
Carlino Elvio	II	Gruden Ales	VIII	Sciaccaluga Liliana	V
Carpentiero Alessandro	VI	Imperatore Antonucci	VI	Scotto Stefania	VI
Centazzo Martina	VI	Danilo		Spano' Francesca	III
Cociancich Ezio	VI	Ivaldi Fulvia	VII	Spinozzi Simone	V
Corezzola Paola	VI	Krizmancic Damjan	III	Suran Fabio	VI
Cvelbar Vanja	VI	La Ferla Michela	VI	Talamo Valeria	VI
Dalla Libera Monica	V	Lo Grasso Giusy	VI	Tassistro Michela	V
Davidson Bruce	III	Luciano Sergio	DIRI	Toncini Annamaria	V
De Almeida Nunes	V	Maloberti Sciutto Michela	VII	Toselli Milena	III
Manganaro Jose' Carlos		Mamberti Emanuele	IV	Varas Stefano	VI
De Donatis Roberta	V	Marescalchi Tatiana	VI	Vobornik Ivana	III
De Luisa Aleksander	IV	Martin Andrea	VI		

### ***Temi***

#### ***Tematiche di ricerca***

Crescita di nanostrutture magnetiche su superfici vicinali, confinamento elettronico di fili a catene monoatomiche.

Relazione tra struttura e magnetismo di superficie in interfacce (Co/Cu); antiferromagnete/ferromagnete (PtMn/Fe) e

Spettroscopia X dicroica e dinamica della magnetizzazione di materiali patternati (permalloy, Co su Si). Crescita ed analisi.

Sistemi ferromagnetici diluiti (GaMnAs), interfacce bidimensionali ferromagnete/semiconduttore (Fe/GaAs, Fe/GaMnAs).

Micro e nanofabbricazione di matrici di particelle magnetiche e sistemi mesoscopici.

Transizioni di fase in ossidi complessi ed in sistemi fortemente correlati (vanadati, manganiti, rutenati)

Produzione, caratterizzazione ed analisi di perovskiti magnetiche ed evaporazione attraverso maschere di sistemi confinati ferromagnetici.

Produzione di sistemi prototipo per dispositivi a magnetoresistenza gigante basate su manganiti (LSMO) e rutenati.

Estensione della spettroscopia dicroica TEM a sistemi magnetici confinati lateralmente.

Studio dell'accoppiamento antiferro/ferro in interfacce metalliche (PtMn/Fe, NiO/Fe/Ag)

#### ***Stato dell'arte***

L'attività di ricerca sulle proprietà magnetiche di superfici e nanostrutture continua ad essere di grande rilievo scientifico ed applicativo. Le prospettive di ricerca ed applicazione di materiali per la spintronica, ed in genere di ossidi magnetici, si inseriscono in un panorama internazionale di grande competitività. Il TASC, ed in particolare l'attività della commessa, sono fortemente coinvolti in collaborazioni nazionali, europee ed internazionali



focalizzate sulla caratterizzazione, lo studio e la realizzazione di prototipi di nuovi materiali magnetici nanostrutturati, o piu' in generale di bassa dimensionalita'. Le tecniche spettroscopiche di analisi fine della materia disponibili al TASC sono ben posizionate nel panorama internazionale, in particolare per quanto riguarda l'utilizzo della luce di sincrotrone polarizzata circolarmente, della spettroscopia TEM chirale e di STM a risoluzione atomica.

### ***Azioni***

#### *Attività da svolgere*

Selezione di sistemi per applicazioni sensoristica, microelettronica, spintronica e sistemi ibridi a forte correlazione.

Realizzazione di sistemi prototipo con strutture ibride magnete/semiconduttore.

Protocolli di crescita e preparazione di perovskiti e rutenocuprati.

Sviluppo magnetometria risolta in spin e in tempo su sistemi a bassa dimensionalita'

Avanzamento delle conoscenze in settori di frontiera del magnetismo, quali effetti di confinamento quantico e di strain, studio di sistemi FM/AF ad exchange bias, effetti delle dimensioni finite.

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

La forte competizione internazionale e le esigue risorse indicano come fattore di criticita' lo sviluppo di know-how (giovani ricercatori e post-doc) dedicato a nuovi campi e l'acquisizione di nuova strumentazione e/o upgrade di strumentazione esistente, quali fotoemissione con laser pulsati, fotomissione ad alta energia cinetica con risoluzione laterale, variable temperature STM e STM spin resolved.

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

- Radiazione di Sincrotrone, spettroscopie elettroniche, TEM, STM.
- Costruzione, commissioning ed utilizzo di apparati sperimentali (linee di luce, spettrometri) per analisi delle proprieta' dei materiali.
- Preparazione e caratterizzazione di superfici ed interfacce
- Studio di sistemi fortemente correlati; analisi delle proprieta' chimiche, elettroniche e strutturali di sistemi a bassa dimensionalita'; proprieta' magnetiche di sistemi confinati e/o artificiali
- Crescita di ossidi complessi

#### *Strumentazione*

- Linea di Luce APE (Advanced Photoemission Experiment), presso il Lab. ELETTRA. La linea di luce comprende due stazioni sperimentali e camere di preparazione.

- Laboratorio di microscopia ottica. TEM ad alta risoluzione, laboratorio preparazione campioni

- Laboratorio di crescita oxide MBE.

- Spettrometro VOLPE per fotoemissione ad alta energia.

#### *Tecniche di indagine*

- Preparazione di superfici, Auger, LEED
- STM a risoluzione atomica
- TEM e spettroscopia TEM dicroica
- ARPES ad alta risoluzione (temperatura variabile e polarizzazione variabile)
- Fermi Surface Mapping in ARPES
- XMCD, XAS, Polarimetria basata su Mott scattering (temperatura variabile e polarizzazione variabile)
- XPS (temperatura variabile e polarizzazione variabile)
- HAXPES (fotoemissione con Hard X-ray)

#### *Tecnologie*

- Crescita per deposizione controllata MBE di film sottili per ossidi e di interfacce nanostrutturate di ossidi complessi



*Collaborazioni (partner e committenti)*

Italiane: Università di Genova, Perugia, Padova, Modena e Reggio Emilia, Cattolica Brescia, Napoli, Salerno, Roma La Sapienza, Roma III, Politecnico Milano.

EU: University of Regensburg-D, Osnabrück-D, Konstanz-D, Leoben-D, Cracow-PL, Zurich-Irchel-CH, Cergy-Pontoise-F, Strasbourg-F, Lab. SOLEIL-F, ETH Zurich-CH, ESRF Grenoble-F, Lab. CPM-Paris-F, Laboratoire Louis Neel Grenoble-F.

Extra-EU: University of Illinois-Urbana/Champaign-USA, Belo Horizonte-Minas Gerais-BR, Fudan Shanghai-JP, ALS Berkeley-USA, Ampel Laboratory, Vancouver, CA.

*Iniziativa per l'acquisizione di ulteriori entrate*

Un progetto europeo resterà attivo fino al luglio 2007 (CHIRALTEM).

Un progetto regionale (SPINOX) resterà attivo per tutto il 2007.

E' previsto il reperimento di ulteriori risorse attraverso la partecipazione a Progetti Europei (FP7) e Regionali.

**Finalità**

*Obiettivi*

Sviluppo di materiali magnetici funzionali, in particolare di sistemi magnetici dimensionalmente confinati (film ultrasottili, multistrati, nanoarray di dot magnetici), e di strutture ibride magnete/semiconduttore con applicazioni in sensoristica, microelettronica, spintronica.

Avanzamento delle conoscenze in settori di frontiera del magnetismo, quali effetti di confinamento quantico e di strain, studio di ossidi magnetici, di sistemi FM/AF ad exchange bias, effetti delle dimensioni finite..

*Risultati attesi nell'anno*

12 mesi Comprensione del meccanismo di accoppiamento magnetico in semiconduttori ferromagnetici diluiti.

Produzione ed analisi di rutenocuprati e manganiti con alto drogaggio magnetico.

Controllo delle proprietà magnetiche di strutture patternate ottenute in-situ.

Estensione della misura diroica TEM a sistemi magnetici con confinamento laterale.

Effetti di prossimità tra superconduttori e ferromagneti.

Produzione di sistemi prototipo per applicazioni di exchange bias e studio dell'accoppiamento magnetico in caso di crescita epitassiale.

*Potenziale impiego*

*- per processi produttivi*

Possibili obiettivi tecnologici riguardano:

a) la potenziale applicazione dei semiconduttori magnetici diluiti per applicazioni in spintronica

b) la crescita di ossidi di alta qualità su wafer di silicio, con la prospettiva di integrazione in sistemi CMOS.

*- per risposte a bisogni individuali e collettivi*

**Moduli**

**Modulo:** Studio della correlazione fra proprietà strutturali e morfologiche di film ultrasottili (psudomorfismo, epitassia) e loro proprietà elettroniche e magnetiche

**Istituto esecutore:** Centro di responsabilità scientifica INFM

**Luogo di svolgimento attività:** Laboratorio Nazionale TASC e CRS DEMOCRITOS

**Risorse commessa 2007**

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	46	105	57	593	19	170	255	N.D.	867

valori in migliaia di euro



<i>Unità di personale di ruolo*</i>	
<b>ricercatori</b>	<b>Totale</b>
6	9

\*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>
1	0	0	0	0	0	0	0	0	1

<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	5	5

\*dottorati, borse di studio, assegni di ricerca



## Sviluppo di strumentazione e di metodologie sperimentali avanzate per lo studio delle proprietà strutturali dei materiali con raggi X da sincrotrone

### Dati generali

<b>Progetto:</b>	Materiali, sistemi e dispositivi magnetici e superconduttori
<b>Tipologia di ricerca:</b>	Progetti relativi a linee tematiche a carattere strategico
<b>Istituto esecutore:</b>	Centro di responsabilità scientifica INFN
<b>Sede principale svolgimento:</b>	Laboratorio Nazionale TASC e CRS DEMOCRITOS
<b>Dip. di prevista afferenza:</b>	Materiali e Dispositivi
<b>Responsabile indicato:</b>	SETTIMIO MOBILIO

### Elenco dei partecipanti

	liv.		liv.		liv.
Arnone Alberto	IX	Fanucchi Rossella	VII	Miceli Diletta	VI
Babic Claudia	VII	Ferranti Roberta	VI	Millio Marco	VI
Ballerò Gabriele	VII	Fonda Stefano	VII	Mistrun Paola	V
Barraco Ignazia	V	Foppiano Caterina	V	Palazzo Nicoletta	III
Beltrami Monica	V	Fortunati Francesca	VI	Parodi Elena	V
Beroldo Raffaella	VII	Franchini Daniela	VI	Pernati Barbara	V
Bolla Matilde	VI	Franguelli Simona	VI	Pittaluga Dameri	VII
Borello Gian Piero	II	Garbarino Maria Carla	V	Alessandro	
Cagnana Barbara	V	Gennai Irene Maria	VI	Poggi Sabrina	V
Calvi Francesca	IV	Genovese Giuseppe	V	Pollio Daniela	VII
Camauli Enrico	V	Imperatore Antonucci	VI	Punginelli Marco	VI
Caporali Andrea	IV	Danilo		Santroni Adriana	VI
Centazzo Martina	VI	Ivaldi Fulvia	VII	Savoldi Giovanna	V
Corezzola Paola	VI	Kholmanov Iskandar	III	Sciacaluga Liliana	V
Dalla Libera Monica	V	La Ferla Michela	VI	Scotto Stefania	VI
De Almeida Nunes	V	Lo Grasso Giusy	VI	Spano' Francesca	III
Manganaro Jose' Carlos		Luciano Sergio	DIRI	Spinozzi Simone	V
De Donatis Roberta	V	Maloberti Sciutto Michela	VII	Talamo Valeria	VI
De Marco Rocco	VI	Mamberti Emanuele	IV	Tassistro Michela	V
Dhez Olivier	III	Marescalchi Tatiana	VI	Toncini Annamaria	V
Di Lello Piero	VIII	Maurizio Chiara	III	Toselli Milena	III
Distefano Fabio	VII				

### Temi

#### Tematiche di ricerca

Sperimentazione basata su diffrazione, assorbimento di raggi-X e utilizzo di radiazione coerente di raggi-X, per l'analisi delle proprietà strutturali, con particolare attenzione a quelle locali di metalli, semiconduttori e materiali magnetici, di materiali nanostrutturati, di sistemi biologici e catalizzatori di interesse industriale, di materiale di interesse della Scienza della Terra, Archeometria ed inquinamento ambientale.

Sviluppo di metodologie sperimentali per l'utilizzo dei raggi-X duri di sincrotrone, di nuove componenti ottiche e di rivelazione del segnale.

Sviluppo di metodologie avanzate di analisi dei dati di spettri di assorbimento e di diffrazione X.

#### Stato dell'arte

I raggi X di sincrotrone sono una flessibile e potente sonda per lo studio delle proprietà strutturali, elettroniche, magnetiche e dinamiche della materia. Presso la facility di luce di sincrotrone europea ESRF sita a Grenoble sono disponibili decine di beamlines che sfruttano la estrema intensità e collimazione dei raggi X emessi dal sincrotrone consentendo la realizzazione di esperimenti di scattering e di assorbimento altrimenti non realizzabili di interesse non solo per la Fisica e la Scienza dei Materiali ma anche per la Chimica, la Biologia, le Scienze della Terra, l'Ambiente, la Medicina.

La beamline di luce di sincrotrone italiana GILDA è oggi una delle più avanzate e potenti beamline esistenti per la misura del coefficiente di assorbimento su sistemi diluiti; essa consente anche misure di diffrazione a polveri ad alta risoluzione e risulta in tempo.

Sia GILDA sia il laboratorio del Gruppo Operativo di Grenoble sono per la comunità italiana le strutture di riferimento per l'accesso al sincrotrone europeo ESRF.





## **Azioni**

### *Attività da svolgere*

Nel 2007 le attività della commessa saranno articolate in:

utilizzo e gestione del tempo macchina della linea GILDA, in particolare sarà fornito supporto alla utenza della linea;

perseguiranno gli studi sulla struttura locale di semiconduttori magnetici diluiti, nanoparticelle di metalli nobili, nanoparticelle magnetiche e droganti luminescenti in silicio e vetri;

perseguirà il potenziamento delle stazioni sperimentali della linea; in particolare sulla stazione sperimentale di diffrazione sarà installato un nuovo rivelatore di recente acquisizione, che consentirà di diminuire sensibilmente gli attuali tempi morti nella utilizzazione dell'imaging plate, tempi morti legati allo sviluppo delle immagini; sarà sviluppato un sistema di raffreddamento per la stazione di REFLEXAFS, verrà installato e collaudato un rivelatore a cristallo misura in fluorescenza ad alta risoluzione energetica.

Infine, in vista del rinnovamento della facility ESRF, verrà sviluppato un piano di ammodernamento della linea che la renda compatibile e le consenta di sfruttare appieno le nuove prestazioni previste di ESRF; tale piano sarà sottoposto agli Enti per l'eventuale finanziamento.

### *Punti critici e azioni da svolgere*

Il punto critico principale per l'attività della commessa riguarda il personale sia tecnico sia ricercatore.

Per quanto concerne il personale tecnico sono assegnati alla commessa due unità di personale; una delle due lavora attualmente con compiti puramente amministrativi, sia per la carenza di personale amministrativo nella sede di Grenoble sia per le sue specifiche competenze; la seconda ha chiesto il trasferimento in Italia e non lavora al momento nell'ambito della commessa. Disporre di due unità di personale con compiti tecnici è per la commessa un problema cruciale da risolvere.

Per quanto concerne il personale scientifico, le attività della commessa richiedono la presenza di tre unità di ricercatore. Al momento sono presenti solo una unità di personale a tempo indeterminato ed una a tempo determinato con scadenza del contratto a fine 2007. È necessario che nel corso del 2007 si provveda alla assunzione di un ricercatore a tempo indeterminato, già per altro previsto nei piani INFM trasferiti al CNR, ed alla assunzione di un ricercatore a tempo determinato in sostituzione del contratto in scadenza.

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

I partecipanti alla commessa hanno una approfondita conoscenza delle metodologie sperimentali per il foccheggiamento, la monocromatizzazione e la misura di raggi X emessi da un sincrotrone. Hanno sviluppato una profonda conoscenza nelle problematiche relative alla realizzazione, collaudo ed utilizzazione di beamlines.

Conoscono approfonditamente sia gli aspetti sperimentali sia gli aspetti relativi al trattamento ed alla analisi dei dati della spettroscopia di raggi X e della diffrazione.

Hanno competenze approfondite in alcuni campi della scienza dei materiali e precisamente i materiali nanostrutturati, le impurezze luminescenti in semiconduttori e vetri, i semiconduttori magnetici diluiti.

### *Strumentazione*

La strumentazione principale è la beamline GILDA, la linea di luce di sincrotrone italiana presso il sincrotrone europeo ESRF a Grenoble.

Gilda utilizza la emissione di un magnete curvo di ESRF, fornendo agli esperimenti un fascio di raggi X monocromatico nell'intervallo 4 - 80 KeV e foccheggiato a dimensioni dell'ordine del millimetro.

Nei punti focali vengono eseguiti gli esperimenti di assorbimento di raggi X e di diffrazione.

Il coefficiente di assorbimento di raggi X è misurato sia direttamente in trasmissione sia indirettamente in fluorescenza o total electron yield, nell'intervallo di temperature 4 - 500K. È possibile anche la misura in riflessione totale, per evidenziare il contributo della superficie rispetto a quello del bulk. Opportune celle chimiche consentono il trattamento in situ dei materiali investigati in temperatura e/o con reagenti chimici particolari.

La stazione di diffrazione, dotata di un diffrattometro e di un imaging plate traslante, consente misure di diffrazione a polveri di altissima qualità e risoluzione in solo pochi secondi di esposizione; consente anche lo studio di cinetiche con tempi tipici del secondo.

### *Tecniche di indagine*

Le metodiche sperimentali di indagine sono l'assorbimento di raggi X e la diffrazione da polveri.

La spettroscopia di assorbimento di raggi X sia nella regione di soglia (XANES) sia nella regione estesa (EXAFS) è un potente mezzo di indagine sulle proprietà strutturali locali dei materiali, in particolare quando la struttura locale determina le proprietà chimico fisiche di un materiale.

Richiede l'uso della luce di sincrotrone opportunamente monocromatizzata e foccheggiata, di rivelatori di raggi X per la misura della intensità trasmessa da un campione o da esso emessa per fluorescenza; la difficoltà principale è dovuta alla necessità di misurare il coefficiente di assorbimento con un rapporto



segnale rumore ed una linearità dell'ordine di una parte su 100.000. L'analisi dei dati richiede l'uso di metodiche di analisi dei dati avanzate.

La diffrazione è una tecnica sperimentale molto più classica che si avvantaggia della intensità e della collimazione della luce di sincrotrone consentendo sia misure ad alta risoluzione angolare sia di misure risolte in tempo con risoluzione dell'ordine delle centinaia di millisecondi.

#### *Tecnologie*

Le metodologie principali utilizzate sono: la monocromatizzazione di raggi X duri mediante cristalli perfetti, il foccheggiamento di raggi X duri mediante sia cristalli sia specchi ad incidenza radente, misura della intensità di raggi X duri con camere ad ionizzazione, rivelatori a stato solido ed a gas, sistemi di monitoraggio e controllo di fasci di raggi X, programmi per la modellizzazione del coefficiente di assorbimento, analisi dei dati di diffrazione mediante metodologia Rietveld.

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

La Commessa è basata su una pluriennale collaborazione istituzionalizzata che coinvolge il CNR, INFN-CNR e l'Istituto di Fisica Nucleare. Le strutture che hanno collaborato alla realizzazione della strumentazione della commessa sono i Laboratori Nazionali di Frascati dell'INFN, l'Istituto di Struttura della Materia del CNR, e di Dipartimenti di Fisica di diverse Università e precisamente de L'Aquila, Roma TRE, Trento, Camerino, Parma, Roma 'La Sapienza', Roma TorVergata. Attualmente collaborano alla commessa i Dipartimenti di Bologna, Roma TRE, Trento. La commessa fornisce anche supporto tecnico scientifico ai gruppi di varie Università tra cui Bologna, Trento, Parma, Roma (I, II, TRE), Palermo, Catania, Torino, Padova, Venezia, Perugia, Genova, Trieste, Modena, Firenze, L'Aquila, Camerino.

L'OGG collabora inoltre con ESRF,ILL,Univ. Urbana, Univ. Bath, ISIS, Univ. Madrid, ITS-Lisbona, LEPES-CNRS, LETI-CEA

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

Saranno presentati progetti di ricerca nell'ambito del VII programma quadro dell'UE e dei finanziamenti PRIN 2007.

#### *Finalità*

##### *Obiettivi*

Sviluppare nuova strumentazione e nuove metodologie per la caratterizzazione strutturale di materiali avanzati cristallini, amorfi, soffici e biologici, mediante l'utilizzazione della luce di sincrotrone nel campo dei raggi X duri. Sviluppare metodologie innovative per applicazioni di indagine archeometrica, biomedica, dinamica.

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

I risultati principali sono legati al successo degli esperimenti che saranno eseguiti sulla beamline; in particolare sarà assicurato agli esperimenti le condizioni ottimali per la registrazione di spettri di alta qualità; verrà inoltre fornita consulenza nella analisi dei dati.

Particolare cura ed attenzione sarà posta nella realizzazione di alcuni esperimenti promettenti, in particolare su cluster magnetici di Au ed Ag, volti allo studio della relazione tra le proprietà elettroniche e strutturali locali con la presenza del magnetismo in tali sistemi, di Mn in Ge nanostrutturato per la individuazione delle varie fasi che si formano in diverse condizioni di crescita, di cluster di Au impiantati in matrici di silice, per lo studio della interazione con l'ossigeno della matrice.

La applicazione del sistema di rivelazione del "total yield" oscillante, a bassa temperatura recentemente sviluppato, consentirà la realizzazione di esperimenti su film sottili cresciuti su substrati cristallini.

##### *Potenziale impiego*

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

Gli obiettivi scientifici della commessa sono rivolti allo studio di materiali di potenziale interesse applicativo in particolare materiali magnetici, materiali nanostrutturati, semiconduttori, materiali luminescenti e catalizzatori, con lo scopo di chiarire la interrelazione tra le proprietà strutturali locali e le proprietà fisiche dei sistemi.

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

La metodologia EXAFS sta acquisendo una notevole importanza nello studio di alcuni fenomeni di inquinamento per la sua capacità di fornire la "speciazione" chimica delle impurezze inquinanti.



**Moduli**

**Modulo:** Sviluppo di strumentazione e di metodologie sperimentali avanzate per lo studio delle proprietà strutturali dei materiali con raggi X da sincrotrone

**Istituto esecutore:** Centro di responsabilità scientifica INFM

**Luogo di svolgimento attività:** Laboratorio Nazionale TASC e CRS DEMOCRITOS

**Risorse commessa 2007**

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
206	20	3.910	1.137	5.273	8	3.938	244	N.D.	5.525

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
20	2	0	1	0	0	0	0	8	31

<i>Richiesta nuove unità di personale</i>			
tempo determinato	tempo indet	non di ruolo*	Totale
2	2	3	7

\*dottorati, borse di studio, assegni di ricerca



## Proprietà magnetiche, magnetoelastiche e magnetoresistive di nanocompositi e film sottili

### *Dati generali*

<b>Progetto:</b>	Materiali, sistemi e dispositivi magnetici e superconduttori
<b>Tipologia di ricerca:</b>	Progetti relativi a linee tematiche a carattere strategico
<b>Istituto esecutore:</b>	Centro di responsabilità scientifica INFN
<b>Sede principale svolgimento:</b>	CRS COHERENTIA
<b>Dip. di prevista afferenza:</b>	Materiali e Dispositivi
<b>Responsabile indicato:</b>	LUCIANO LANOTTE

### *Elenco dei partecipanti*

	liv.		liv.		liv.
Arnone Alberto	IX	Foppiano Caterina	V	Palazzo Nicoletta	III
Ballero Gabriele	VII	Fortunati Francesca	VI	Parodi Elena	V
Barraco Ignazia	V	Franchini Daniela	VI	Pernati Barbara	V
Beltrami Monica	V	Franguelli Simona	VI	Pittaluga Dameri	VII
Beroldo Raffaella	VII	Garbarino Maria Carla	V	Alessandro	
Bolla Matilde	VI	Gennai Irene Maria	VI	Poggi Sabrina	V
Borello Gian Piero	II	Genovese Giuseppe	V	Pollio Daniela	VII
Cagnana Barbara	V	Imperatore Antonucci	VI	Punginelli Marco	VI
Calvi Francesca	IV	Danilo		Santroni Adriana	VI
Camauli Enrico	V	Ivaldi Fulvia	VII	Savoldi Giovanna	V
Caporali Andrea	IV	La Ferla Michela	VI	Sciaccaluga Liliana	V
Corezzola Paola	VI	Lo Grasso Giusy	VI	Scotto Stefania	VI
Dalla Libera Monica	V	Luciano Sergio	DIRI	Spano' Francesca	III
De Almeida Nunes	V	Maloberti Sciutto Michela	VII	Spinuzzi Simone	V
Manganaro Jose' Carlos		Mamberti Emanuele	IV	Talamo Valeria	VI
De Donatis Roberta	V	Marescalchi Tatiana	VI	Tassistro Michela	V
De Marco Rocco	VI	Miceli Diletta	VI	Toncini Annamaria	V
Di Lello Piero	VIII	Millio Marco	VI	Toselli Milena	III
Distefano Fabio	VII				

### *Temi*

#### *Tematiche di ricerca*

I temi perseguiti possono essere sintetizzati in due preminenti filoni di studio:

a) Film magnetici nano-granulari, innovativi per composizione, forma, dimensione e disposizione delle nanoparticelle componenti, con peculiari proprietà di anisotropia magnetica locale e/o magneto-resistive

b) Materiali elastomagnetici nanostrutturati, costituiti da micro e nano-particelle magnetiche in matrice elastica, per applicazioni in sensoristica ed attuazione delle deformazioni statiche e dinamiche, con relativa elaborazione dei modelli teorici.

#### *Stato dell'arte*

I materiali costituiti da micro e nano-particelle disperse in matrice non magnetica elastica hanno già mostrato notevoli potenzialità per applicazioni nella sensoristica ed attuazione di deformazioni. Il contesto appare maturo per lo sviluppo di sistemi più complessi ed ingegnerizzati che utilizzano detti materiali in particolare per l'attenuazione delle vibrazioni in dispositivi microscopici e macroscopici.

D'altro canto, sono stati ottenuti risultati molto buoni nella produzione di film nanogranulari tramite deposizione con impulsi laser ultraveloci (frazioni di picosecondo). Esistono inoltre dati preliminari per la realizzazione, mediante detta tecnica, di film particellari a più componenti (Terfenol), con forma e dimensioni delle particelle controllate al nanometro, che potrebbero aprire innovative applicazioni per microdispositivi magnetoresistivi, magnetostrittivi e sensori di campo magnetico. Nei film di questo tipo già prodotti, appare particolarmente interessante la possibilità di predisporre peculiari caratteristiche magnetiche e magnetoelastiche regolando la interazione di scambio tramite forma e dimensione delle nanoparticelle componenti il film.



### **Azioni**

#### *Attività da svolgere*

Si intende procedere alla produzione di films nanoparticellari mediante impulsi laser al femtosecondo ed eventuale seconda irradiazione delle particelle in volo tra target e substrato. Le composizioni di nanoparticelle che si intende ottenere sono: Co-Cu, Fe-Ag per film a magnetoresistenza governata dalla diffusione degli spin; Ni-Si, con varia percentuale delle particelle di Nichel, per studi di base su sistemi costituiti da particelle a singolo dominio fortemente semipermanenti.

Si procederà anche alla realizzazione di nuovi composti elastomagnetici costituiti da particelle permanentemente magnetizzate disperse in matrice elastica in modo che le polarità delle particelle magnetiche generi forze repulsive interne (poli uguali affacciati) crescenti con la riduzione di distanza tra le particelle. Detti materiali nanostrutturati dovrebbero avere rigidità fortemente variabile a seguito di deformazioni sia statiche che dinamiche e costituire il cuore di dispositivi innovativi per l'attenuazione di vibrazioni.

Verranno estesi i modelli della interazione magnetica in sistemi di nanoparticelle magnetiche, in funzione delle dimensioni, forma e distanza tra le particelle.

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

Per ottenere con impulsi laser ultraveloci particelle fortemente ridotte in spessore sarà necessario controllare la loro temperatura all'impatto sul substrato o colpirle in volo con un secondo impulso: entrambi le finalità richiedono notevole miglioramento del sistema sperimentale di deposizione via laser che non sono sicuramente raggiungibili nel corso di un solo anno e per i quali potrebbe essere necessario un finanziamento più consistente di quello che si prevede disponibile.

Relativamente ai sistemi nanostrutturati elastomagnetici un limite nelle applicazioni da sviluppare (attenuatori) potrebbe risiedere nella usura dipendente dalla frizione interna tra particelle magnetizzate rigide e matrice elastica: sarà necessario pertanto procedere anche a prove di affidabilità su lunghi tempi di funzionamento (con relativo dispendio di forza lavoro e di fondi)

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

I partecipanti costituiscono un'unione di esperti sui diversi aspetti essenziali allo svolgimento della ricerca.

In particolare le competenze scientifiche, internazionalmente riconosciute, annoverano:

- esperienza nel settore della produzione mediante ablazione laser e dei modelli collegati, oltre che nella formazione di compositi mediante micromiscelamento in fase liquida di diversi componenti e successivo processo di solidificazione controllato
- esperienza nella elaborazione dei modelli della magnetoelasticità e nella realizzazione di dispositivi elastomagnetici, con precedente responsabilità di coordinazione in progetti nazionali e collaborazioni internazionali
- esperienza nell'analisi delle topologie di nanostrutture mediante la microscopia a forza atomica
- esperienza nella caratterizzazione delle proprietà magnetiche e di trasporto elettronico in films sottili e materiali bulk
- ideazione di dispositivi sensori prototipi e loro realizzazione e test

#### *Strumentazione*

1. Microscopio a forza atomica e magnetica (AFM/MFM)

-dettagli di qualche nanometro su aree di 250 nm x 250 nm

-testa di misura a-magnetica con possibilità di inserimento in Magnete superconduttivo

2. Magnete superconduttivo(CFM) a largo volume di lavoro

campo uniforme sino a 10 tesla in volumi di lavoro cilindrici di 3-4 cm in altezza, con diametro di 15 cm

3. Magnetometro a provino vibrante (VSM Oxford Instrument 0-9 T)

-magnetometria in temperatura, da 4 a 1000 K, ed in funzione del tempo

-susceptività a.c. e d.c. -effetto Hall -magneto-resistenza

4. Apparato integrato per la produzione e caratterizzazione di compositi nanostrutturati elastomagnetici

-processi di mescolamento, preorientamento e solidificazione di materiali costituiti da micro e nano-particelle magnetiche in matrice elastica

- sistemi per testare sensori ed attuatori di deformazioni statiche e dinamiche.

#### *Tecniche di indagine*

L'analisi comparata delle condizioni di deposizione (ablazione laser ultraveloce, reazioni chimiche, micromiscelazione) delle nanoparticelle costituenti i film investigati, della morfologia precisa delle stesse tramite microscopia a forza atomica, della risposta magnetica (VSM\_AFM) nel piano dei films ed



ortogonalmente ad esso, permettono di correlare forma, eccentricità, preorientazione e dimensioni delle nanoparticelle. In base a dette osservazioni sperimentali, preliminari, si elaborano i modelli teorici che spiegano le proprietà magnetiche tramite la diversa interazione tra le particelle. Questi ci mettono in grado di progettare altri films con topologia e composizione delle nanoparticelle tali da ottimizzare precipe caratteristiche, come la combinazione di alta magnetostrizione e/o alti effetti magnetoresistivi a bassi campi magnetizzanti: connubio quest'ultimo estremamente interessante per i micro e nano-dispositivi.

Il ruolo fondamentale viene giocato quindi dalla stretta relazione tra forma, disposizione e dimensione delle particelle e le proprietà (sia meccaniche che di trasporto elettronico) dipendenti soprattutto dalle condizioni di interfaccia tra di esse.

#### *Tecnologie*

Le tecnologie e metodologie principali utilizzate si basano su:

1. possibilità di intervenire nei processi di produzione (ablazione laser ultraveloce, deposizione chimica e micro-miscelazione meccanica) per variare non solo la dimensione ma anche la natura delle nanoparticelle: particelle elastiche non magnetiche con rigide magnetiche, conduttive non magnetiche con conduttive ferromagnetiche....
2. uso di software aggiornati per la elaborazione dei dati di microscopia a forza atomica e di magnetometria a provino vibrante, che ci mettono in grado di fornire una descrizione precisa e sensibile sia della morfologia delle nanoparticelle, sia della risposta magnetica in diverse orientazioni del campo magnetizzante e a differente temperatura.
3. uso dei modelli magnetici di sistemi nanoparticellari, basantisi sulla interazione di scambio, sulla maggiore o minore natura monodominica delle stesse, sulle anisotropie di forma, magnetoelastica e magnetocristallina
4. applicazione della teoria della magnetoelasticità in sistemi compositi e suo ulteriore sviluppo per la modellizzazione dei sistemi sperimentali di nostro interesse (microsonde cantilever, testine di registrazione ....).

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

Tematica: applicazioni materiali magnetici nanostrutturati e compositi

Nell'ambito della collaborazione internazionale bilaterale del MIUR Italia -Romania

National Institute of Research and Development for Technical Physics - riferimento Prof. Horia Chiriac

Nell'ambito dei progetto Socrates e NDT (Grecia)

Technical University of Athens - riferimento Prof. Evangelis Hristoforou

Altre collaborazioni al di fuori dei progetti

1. Dipartimento di Ingegneria dei Materiali e Tecnologie Industriali, Università di Trento (riferimento Prof. P. Scardi)

tematica: analisi strutturale XRD e EDS di film uPLD

2. Politecnico di Torino e IEN - riferimento Dr Franco Vinai

tematica: magnetoresistenza in film nanogranulari

3. STRAGO (Pozzuoli-Na) - riferimento Ing. Giovanni Mannara

tematica: attenuazione delle vibrazioni e controlli non distruttivi

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

Si sta organizzando una rete di partecipanti per la presentazione di un progetto nell'ambito del 7 programma quadro della unione europea ed in particolare nella tematica: Nanosciences, nanotechnologies, materials and new production technologies.

Si sono già ricevute risposte positive da laboratori eccellenti distribuiti in cinque diversi nazioni della comunità e la iniziativa è stata presentata nelle giornate di prescreening organizzate al CNR.

Poichè il ruolo svolto dal capocommessa dovrebbe essere di coordinatore del progetto, l'eventuale finanziamento ottenuto dovrebbe dare un forte impulso alla attività della commessa. Ciò anche tenendo presente che la tematica proposta è perfettamente coerente con gli obiettivi scientifici della stessa, riguardando:

Production and characterization of nanoparticles magnetic films with innovative properties based on the coexistence of magnetostrictive and magnetoresistive properties.



### **Finalità**

#### **Obiettivi**

Ci aspettiamo principalmente di ottenere: films nanogranulari a ottimo rapporto costo-prestazioni, per effetto Hall e per dispositivi magnetoresistivi; compositi nanogranulari ad alta magnetostrizione, con più basso campo magnetico di attivazione rispetto a quelli attuali; dispositivi elettronici ibridi mediante films sottili di materiali magnetici, isolanti e metallici.

S'intende estendere lo studio dei materiali compositi elastomagnetici a strutture multistrato, per pervenire a dispositivi passivi in grado di aumentare, senza essere energizzati dall'esterno, la propria rigidità a seguito delle stesse sollecitazioni esterne

Puntiamo inoltre all'approfondimento delle proprietà magnetoresistive dei film nanoparticellari ottenuti per uPLD, iniziando dalle composizioni SiNi, CoCu e AgFe

Infine, l'attività più strettamente teorica è particolarmente finalizzata al prosieguo della generalizzazione dei modelli magnetoelastici a sistemi cantilever per MEMS

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

E' prevista la continuazione dell'analisi delle proprietà magnetiche di films di nanoparticelle di nickel prodotti mediante ablazione laser ultraveloce con la chiara interpretazione della influenza della forma e volume delle particelle sul tipico comportamento già evidenziato dai precedenti studi; in particolare verrà interpretato il ruolo della energia magnetoelastica all'interfaccia e della anisotropia di forma sui campi di saturazione e coercitivi e sulla rimanenza magnetica.

Saranno iniziate le indagini magnetoresistive sui primi film binari (particelle magnetiche / particelle non magnetiche), sempre depositati per ablazione laser ultraveloce, in modo da evidenziare se la non coalescenza tra le particelle, già dimostrata, determina condizioni favorevoli per la modalità di trasporto nota come GMR (giant magnetoresistivity) a partire da dimensioni delle nanoparticelle maggiori di quelle necessarie per i granulari prodotti mediante le altre tecniche convenzionali.

Verranno prodotti e testati nuovi compositi elastomagnetici al fine di ulteriore ottimizzare delle prestazioni per macro e micro dispositivi di attenuazione delle vibrazioni.

#### **Potenziale impiego**

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

Lo sviluppo della tecnica di produzione mediante impulsi laser, implicito nell'attività di questa commessa, potenzialmente si potrebbe estendere come nuovo procedimento efficace per l'ottenimento di particolari stechiometrie nel settore dei materiali compositi, non solo strettamente legati alle proprietà magnetoelastiche e/o magnetoresistive oggetto stringente della ricerca, ma di interesse più ampio nel campo dei materiali funzionali a speciali applicazioni a seguito delle caratteristiche meccaniche, elettriche e/o magnetiche.

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

Nel caso di successo nella produzione di un migliore materiale elasto-magnetico per l'attenuazione delle vibrazioni, le ricadute nel campo del benessere collettivo risulterebbero ovviamente enormi; si pensi ad esempio al campo delle applicazioni nel settore civile per il controllo degli edifici nelle aree a rischio sismico.

D'altro canto, ottenere un migliore film a magnetoresistenza gigante, a temperatura ambiente e con bassi campi energizzanti, risulterebbe altrettanto a vasta ricaduta sui bisogni sia individuali (si pensi ad esempio ai microelettronici per la lettura di dati), sia collettivi (più efficaci sensori di campi magnetici, ad esempio).

### **Moduli**

**Modulo:** Proprietà magnetiche, magnetoelastiche e magnetoresistive di nanocompositi e film sottili

**Istituto esecutore:** Centro di responsabilità scientifica INFM

**Luogo di svolgimento attività:** CRS COHERENTIA

### **Risorse commessa 2007**

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
33	4	0	52	89	5	9	233	N.D.	327

valori in migliaia di euro



<i>Unità di personale di ruolo*</i>	
<b>ricercatori</b>	<b>Totale</b>
0	1

\*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>
5	0	0	0	0	0	0	0	0	5

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

\*dottorati, borse di studio, assegni di ricerca





## **Superconduttività - Sintesi e studio di nuovi superconduttori e materiali con nuove proprietà elettroniche**

### *Dati generali*

<b>Progetto:</b>	Materiali, sistemi e dispositivi magnetici e superconduttori
<b>Tipologia di ricerca:</b>	Progetti relativi a linee tematiche a carattere strategico
<b>Istituto esecutore:</b>	Istituto dei materiali per l'elettronica ed il magnetismo
<b>Sede principale svolgimento:</b>	Sede principale Istituto
<b>Dip. di prevista afferenza:</b>	Materiali e Dispositivi
<b>Responsabile indicato:</b>	EDMONDO GILIOLI

### *Temi*

#### *Tematiche di ricerca*

Sviluppo di modelli della superconduttività non convenzionale. Studio e sintesi di nuovi composti metastabili in condizioni di HP/HT (alta temperatura e alta pressione). Crescita di cristalli singoli di manganiti e zolfo mediante sintesi convenzionale, HP/HT ed idrotermale.

Caratterizzazione strutturale mediante diffrazione X; simulazione di strutture e confronto con banche dati. Misura delle proprietà di trasporto e magnetiche in funzione della temperatura e del campo magnetico. Misure di costante dielettrica. Analisi termiche e studi di microscopia (con microanalisi).

#### *Stato dell'arte*

Lo sviluppo di materiali con proprietà elettroniche innovative è un prerequisito per il progresso della tecnologia moderna. Promettenti sono i materiali a forti correlazioni elettroniche per la varietà delle proprietà fisiche. La scoperta e l'ingegnerizzazione di tali materiali richiede: 1) la comprensione delle correlazioni fra proprietà strutturali e elettroniche; 2) avanzati processi di sintesi e qualificazione. La sintesi armonica fra 1) e 2) costituisce la linea guida dell'attività proposta.

Le potenzialità delle tecniche di sintesi, la vasta gamma di proprietà esibite dai nuovi materiali e la complementarità delle tecniche di caratterizzazione, consentono alle attività della commessa MATNEP di confrontarsi coi migliori centri di ricerca mondiali che operano nel settore dei nuovi materiali, con sviluppi difficilmente prevedibili ma certamente importanti.

### *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)*

UNI Parma: proprietà strutturali, studi NMR, NQR e SR; Coherentia e CNR Napoli: proprietà elettrodinamiche e film sottili; UNI Modena: misure di calore specifico; UNI Cagliari e l'Aquila: calcoli ab initio; EPF-Losanna: misure di trasporto sotto pressione; UNI Tel-Aviv: misure di trasporto sotto pressione mediante DAC; SLS-PSI, Villigen: diffrazione X con luce di sincrotrone; ISIS, Oxford: diffrazione a neutroni su cristallo singolo; NIST, Gaithersburg: diffrazione a neutroni; UNI Roma "La Sapienza": misure IR; ERSF, Grenoble: misure RXS; EMAT-Anversa: studi HRTEM; IFW-Dresda: misure EPR; Riken, Saitama: misure STS; UNI Parma e Salerno, UNI Porto Alegre, Centro Atomico Bariloche, UNI Jiao Tong, Shanghai, UNI Jaghiellonica, Cracovia: teoria della superconduttività; UNI Genova, Dipartimento di Chimica e Chimica Industriale (sezione Chimica Fisica).



*Iniziative per l'acquisizione di ulteriori entrate*

Si sta organizzando una rete di partecipanti per la presentazione di un progetto nell'ambito del 7 programma quadro della unione europea ed in particolare nella tematica:

Nanosciences, nanotechnologies, materials and new production technologies.

Si sono già ricevute risposte positive da laboratori eccellenti distribuiti in cinque diversi nazioni della comunità e la iniziativa è stata presentata nelle giornate di prescreening organizzate al CNR.

Poichè il ruolo svolto dal capocommessa dovrebbe essere di coordinatore del progetto, l'eventuale finanziamento ottenuto dovrebbe dare un forte impulso alla attività della commessa. Ciò anche tenendo presente che la tematica proposta è perfettamente coerente con gli obiettivi scientifici della stessa, riguardando:

Production and characterization of nanoparticles magnetic films with innovative properties based on the coexistence of magnetostrictive and magnetoresistive properties.

**Finalità**

*Obiettivi*

Gli obiettivi sono lo studio dei meccanismi della superconduttività non BCS e la sintesi di nuovi ossidi e solfuri di metalli di transizione a forte correlazione elettronica. Tali composti potenzialmente danno luogo a superconduttività, transizioni metallo-isolante, ordinamenti di carica, spin e orbitali. Gli strumenti per il raggiungimento degli obiettivi consistono nell'approccio multidisciplinare e nella vasta gamma di competenze e tecniche di analisi disponibili nella commessa e fruibili attraverso una fitta rete di collaborazioni scientifiche. Per quanto riguarda la sintesi di materiali innovativi, una tradizione consolidata nella preparazione dei materiali, la competenza su diverse tecniche e la disponibilità di attrezzature all'avanguardia, in particolare nelle sintesi in condizioni di alta pressione (HP/HT). Il raggiungimento degli obiettivi preposti, produrrà importanti risultati, con applicazioni in svariati settori della scienza dei materiali.

*Risultati attesi nell'anno*

*Potenziale impiego*

*- per processi produttivi*

La scoperta e l'applicazione di materiali innovativi hanno sempre giocato un ruolo fondamentale nello sviluppo tecnologico. Una ricerca mirata a sviluppare le conoscenze nel settore della Scienza dei Materiali innovativi è un prerequisito per ogni futuro avanzamento scientifico e produttivo.

*- per risposte a bisogni individuali e collettivi*

La comprensione di fenomeni quali la superconducibilità nei HTS o i meccanismi di ordinamento di carica, orbitale e spin nei sistemi a valenza mista, rappresenta un avanzamento di fondamentale importanza nello studio dei materiali a forte correlazione elettronica.

**Moduli**

**Modulo:** Sintesi e studio di nuovi superconduttori e materiali con nuove proprietà elettroniche

**Istituto esecutore:** Istituto dei materiali per l'elettronica ed il magnetismo

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

**Risorse commessa 2007**

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	33	0	0	33	69	107	0	N.D.	107

valori in migliaia di euro

<i>Unità di personale di ruolo*</i>	
ricercatori	Totale
0	0

\*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	0	0	0

\*dottorati, borse di studio, assegni di ricerca



## Superconduttività - Fisica e Tecnologia dei Sistemi Coerenti

### *Dati generali*

<b>Progetto:</b>	Materiali, sistemi e dispositivi magnetici e superconduttori
<b>Tipologia di ricerca:</b>	Progetti relativi a linee tematiche a carattere strategico
<b>Istituto esecutore:</b>	Istituto di cibernetica 'Edoardo Caianiello'
<b>Sede principale svolgimento:</b>	Sede principale Istituto
<b>Dip. di prevista afferenza:</b>	Materiali e Dispositivi
<b>Responsabile indicato:</b>	MAURIZIO RUSSO

### *Elenco dei partecipanti*

	liv.		liv.		liv.
Allocati Francesco	IV	Frunzio Luigi	III	Pagano Sergio	II
Arena Laura Patricia	IV	Granata Carmine	III	Rofrano Umberto	VII
Boccaccio Rita	VII	Ippolito Salvatore	VII	Rombetto Francesco	IV
Camerlingo Carlo	II	Izzo Marcella	IV	Ruggiero Berardo	II
Cotugno Antonio	IV	Keller Lidia	VII	Russo Maurizio	I
Cristiano Roberto	I	Lisitskiy Mikhail	III	Salinas Carlo	IV
Di Bonito Elena	VII	Monaco Roberto	III	Sarnelli Ettore	III
Esposito Emanuela	III	Mormile Pasquale	III	Tarsia Franco	IV
Fornicola Valentina	VIII	Nappi Ciro	III		

### *Temi*

#### *Tematiche di ricerca*

Vengono affrontate tematiche proprie della superconduttività, della coerenza quantistica macroscopica e dell'interazione della radiazione con la materia curando aspetti sia di fisica fondamentale che applicativi di interesse nell'elettronica e sensoristica superconduttiva. Vengono anche curati aspetti prevalentemente applicativi legati allo sviluppo di tecnologie abilitanti ed all'integrazione di componentistica superconduttiva in sistemi e strumentazione innovativa realizzata nell'ambito di progetti a carattere interdisciplinare (diagnostiche avanzate di interesse nel campo della biomedicina, della geofisica, dei materiali e dei beni culturali).

#### *Stato dell'arte*

Le proprietà dello stato superconduttore e la fenomenologia esibita da sistemi di superconduttori debolmente accoppiati consentono la realizzazione di un'ampia varietà di dispositivi noti come applicazioni a bassa corrente della superconduttività (elettronica e sensoristica). Alcuni di tali dispositivi sono già commercializzati; altri, in fase di sviluppo, potranno costituire la base di una serie di applicazioni, anche di interesse interdisciplinare, che già suscitano un notevole interesse da parte della comunità scientifica internazionale e del mondo della produzione.

### *Azioni*

#### *Attività da svolgere*

Studio di dispositivi LTS basati su rf SQUID e di reti di JTJ per coerenza quantistica macroscopica e per porte logiche basate su qubits. Metodi di micro e nano-strutturazione di film di YBCO per la fabbricazione e studio di dispositivi elettronici basati su superconduttori a simmetria d'onda non convenzionale, includenti giunzioni Josephson singole (biepitassiali, bicristalline ad elevato  $I_c R_n$ , dispositivi a shift di fase sub-micrometrici) ed array, SQUID e strutture ibride semiconduttore-superconduttore. Sviluppo di rivelatori di radiazione LTS nanostrutturati a singolo fotone e per spettrometria di massa di macromolecole; studio della risposta di nonequilibrio di rivelatori DROID e di strutture STJ anulari; spettrometria a fluorescenza X con rivelatore superconduttore e fattibilità di un apparato MS-TOF. Sviluppo di tecnologie di nanofabbricazione. Sviluppo di sensoristica magnetica SQUID LTS ed HTS, sua applicazione alla microscopia magnetica a scansione, alla geospesazione, alle misure di biomagnetismo (MEG, MCC) ed alla biosusctometria. Monitoraggio dell'interazione laser-campioni biologici mediante IR imaging. Sviluppo di sistemi multicanale per indagini in campo biomedico.



*Punti critici e azioni da svolgere*

Passaggio del Centro di Competenza Regionale 'Nuove Tecnologie per le Attività Produttive' a Società Consortile, conseguente riorganizzazione delle attività; tale aspetto riguarderà, a fine anno, anche il CRdC 'Innova'.

Problemi tecnici ed organizzativi per l'installazione in ambiente clinico del magnetoencefalografo SQUID prototipale realizzato dalla Commessa.

Promozione per impieghi sul campo di strumentazione prototipale sviluppata dalla Commessa.

Sviluppo di competenze e potenziamento delle tecnologie di nanofabbricazione; messa a punto di relative tecnologie abilitanti.

Potenziamento della capacità di fabbricazione di piccole serie di dispositivi per forniture a Istituzioni Scientifiche e Industrie.

Miglioramenti infrastrutturali dei laboratori (per es. completamento dei laboratori depolverizzati), upgrade del parco strumentale, completamento (sistema di end-point detection per un sistema di Ion Milling; sistema di fixed beam-moving stage per EBL; spettrometro di massa MALDI-TOF come seconda beam facility per fasci di ioni di macromolecole, su un sistema a scansione laser) di rilevanti strumentazioni di recente acquisite dalla Commessa con fondi esterni.

*Competenze, tecnologie e tecniche di indagine*

Il gruppo è attivo nel campo della Superconduttività sin dal 1968. Detiene competenze di carattere sia teorico che sperimentale specificatamente nel campo della Superconduttività Debole (effetto Josephson) e delle sue applicazioni a bassa corrente (small scale applications: elettronica e sensoristica superconduttiva). La sua competenza è ampiamente riconosciuta a livello internazionale ed il suo know how tecnologico è altamente competitivo con punte di assoluta eccellenza. Nell'ultimo decennio il gruppo ha affrontato, con successo, il compito di integrare componentistica superconduttiva in applicazioni reali di interesse interdisciplinare (strumentazione innovativa). In tale contesto ha contribuito, con l'industria nazionale, alla realizzazione di sistemi per misure di biomagnetismo (multicanali SQUID per MCG, MEG e NMG) fra i più avanzati attualmente sul mercato. Più recentemente, nell'ambito della partecipazione ai Centri di Competenza della regione Campania 'Innova' e 'Tecnologie', ha acquisito/sviluppato strumentazione di notevole rilievo e acquisito know how sia nel campo delle diagnostiche avanzate di materiali che nelle tecniche di nanofabbricazione.

*Strumentazione*

Deposizione e processo di film sottili: 6 sistemi UHV con sorgenti dc e rf sputtering, e-gun, ion-gun, Ion Milling e RIE, evaporatori Joule.

Litografia: Clean room (classe 1000 banchi classe 100), Litografia UV micrometrica e submicrometrica, Spin coater, Laser-writer, Litografia a fascio elettronico.

Criogenia: Criostato a diluizione (20 mK), ADR (30 mK), Criostato 3He (300 mK), 5 criostati (1.2K), 3 cryocooler (10 K), Camera schermata, Sistemi di read-out a basso rumore per dispositivi Josephson.

Supporto: Taglio wafer computerizzato, profilometro, bonder, lappatrice, forno in quarzo.

Diagnostica di materiali: Microscopio SQUID, microscopio Raman, E-SEM, cryo-EDS, spettrometro WAXS, spettrometro FTIR, Set up per: misura indice di rifrazione, analisi dei modi in guide planari; sistema per termografia (3.2-4.2mm); sistema per caratterizzazione termo-ottica ed elettro-ottica.

Il tutto installato in laboratori di superficie pari a circa 950 m<sup>2</sup> totali.

*Tecniche di indagine*

Tecnologie di micro e nano fabbricazione di dispositivi e sensori. Tecnologie del Nb, NbN, Al, dei sistemi S/Sc, dell'YBCO e micro e nano strutturazione di film HTC.

Misure elettriche a basse temperature (fino a 20 mK) in condizioni di bassissimo rumore di componentistica elettronica anche in funzione di parametri esterni quali: campo magnetico, radiazione em, temperatura.

Diagnostiche avanzate di materiali e NDE.

Impiego integrato di tecniche ottiche e proprie della Superconduttività per lo sviluppo e la caratterizzazione di dispositivi innovativi.

Caratterizzazione ottica di sistemi guidanti e di IR imaging.

Funzionalità di sistemi che integrano componentistica superconduttiva (per es. in magnetometria, microscopia magnetica, ...).

Sviluppo di metodologie numeriche per la visualizzazione dei campi magnetici generati da campioni a componente magnetica e loro comparazione con i segnali ottenuti da strumentazione avanzata (in sviluppo e/o in dotazione). Sviluppo di algoritmi per la ricostruzione delle sorgenti dalla campionatura di segnali magnetici per analisi non distruttive.

Sviluppo di metodologie per analisi termografiche di campioni biologici e dispositivi microelettronici.



### *Tecnologie*

Si utilizzeranno e si svilupperanno ulteriormente i modelli teorici e le simulazioni numeriche sviluppate sia come supporto allo sviluppo dei sensori avanzati, in particolare sensori SQUID e rivelatori criogenici di radiazione, sia nella ricerca di base in materia condensata con particolare riferimento ai fenomeni di non equilibrio indotti da radiazione nei materiali e dispositivi superconduttivi, ai fenomeni di coerenza quantistica, a quelli che emergono in giunzioni e topologie non convenzionali. Le competenze specifiche in questo ambito saranno indirizzate in particolare modo per modellare il funzionamento integrato di più sensori o array estesi di rivelatori coinvolgenti più dispositivi.

### *Collaborazioni (partner e committenti)*

New York State University at Stony Brook, USA; University of Cambridge, UK; Univ. Complutense de Madrid, E; Yale University, USA; Univ. di Erlangen; Max Plank Inst., Monaco, DE; Univ. Tecnica di Monaco, DE; Univ. del Negev, Israel; Univ. of Illinois, Urbana, USA, Jiangsu University, (Cina); Trinity College, Dublino, Irlanda; Fluxonics eV, DE; Vericold GmbH, DE; UE networks.

Univ. di Napoli 'Federico II', Seconda Università di Napoli, di Salerno, di Roma Tor Vergata, Dip. di Fisica, Univ. di Roma III; ITAB-Università di Chieti; Dip. di Fisica, Politecnico di Torino, INFN sez. di Napoli, Milano, Genova; CNR-IMM; CNR-IFN; CNR-ICTP; Pirelli Lab.; Promete srl.; AtB srl; Ansaldo-CRIS, Napoli; Fondazione IDIS, Napoli.

Regione Campania e società consorzi relative ai CRdC 'Tecnologie' e 'Innova'.

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

Su obiettivi inerenti le tematiche proprie della Commessa, sono stati presentati progetti all'INFN, alla Regione Campania ed al MUR in partnership sia con istituzioni scientifiche che imprese. Attualmente sono in corso di valutazione progetti per un finanziamento (contributo) dell'ordine di oltre un milione di Euro.

Sono in corso iniziative per la partecipazione a bandi del VII PQ della UE.

Si prevede un maggiore impegno, con il necessario apporto di competenze multidisciplinari, nella realizzazione di strumentazione innovativa, nella logica di un suo effettivo impiego sul campo;

Implementazione dell'interazione della Commessa con le imprese, in particolare, implementando le attività di fonderia, garantendo expertise e l'accessibilità ai laboratori realizzati nell'ambito dei due Centri di Competenza Regionale 'Tecnologie' e 'Innova' (in fase di transizione a società consorzi) segnatamente nei settori delle nanotecnologie, della diagnostica dei materiali e delle misure di interesse geofisico.

### *Finalità*

#### *Obiettivi*

Obiettivi specifici della Commessa sono quelli propri dei Progetti extra murali nei quali è impegnata. In generale riguardano: l'implementazione delle conoscenze nel campo della fisica e della tecnologia di dispositivi superconduttivi per micro e nanoelettronica e sensoristica; la loro eventuale produzione su piccola scala ed il trasferimento tecnologico; la realizzazione e l'impiego di strumentazione innovativa che integri la componentistica sviluppata e l'operatività di laboratori aperti anche ad utenza esterna (micro e nanofabbricazione, diagnostica avanzata di materiali e di interesse biomedico e geofisico).

#### *Risultati attesi nell'anno*

Determinazione della dipendenza delle proprietà di trasporto dalla microstrutturazione in film HTC nello stato misto magnetico.

Realizzazione e misura di dispositivi basati su rf-SQUID in presenza di microonde per esperimenti di MQT in condizioni di risonanza.

Realizzazione e misura di reti di giunzioni Josephson con topologia non-convenzionale

Studio sistematico della deposizione di film nanostrutturati di NbN su vari substrati. Risposta alla radiazione di nanowires di NbN. Misure di diffusione di quasiparticelle in strutture DROID in condizioni di nonequilibrio.

Realizzazione e studio di effetti quantistici e mesoscopici in giunzioni submicrometriche non convenzionali.

Realizzazione di un gradiometro SQUID planare per MCG in ambiente moderatamente schermato e di un sistema SQUID monocanale per misure delle componenti tangenziali del campo magnetico prodotto dal cuore.

Realizzazione di magnetometri SQUID completamente integrati ad alta risoluzione in campo con bobina di pick-up multispira e SQUID in configurazione di doppio washer parallelo.

Ottimizzazione del laser-annealing su dispositivi Josephson.

Banca dati per definizione protocolli per l'uso dei laser in medicina.

#### *Potenziale impiego*

##### *- per processi produttivi*

Lo sviluppo delle applicazioni di piccola scala della superconduttività, delle relative tecnologie e di una loro integrazione con tecnologie ottiche e di nanofabbricazione può contribuire significativamente al



trasferimento tecnologico verso l'industria nazionale segnatamente nello sviluppo di componentistica, di strumentazione innovativa e nella realizzazione di sistemi diagnostici avanzati.

*- per risposte a bisogni individuali e collettivi*

Oltre che a contribuire ad un aumento delle conoscenze, incrementando il know how italiano nel settore specifico, sarà possibile contribuire significativamente al problem solving in settori a carattere interdisciplinare quali la diagnostica biomedica e in nanomedicina, geofisica, beni culturali, sicurezza, ecc. di notevole interesse per la comunità.

#### **Moduli**

**Modulo:** Fisica e Tecnologia dei Sistemi Coerenti  
**Istituto esecutore:** Istituto di cibernetica "Edoardo Caianiello"  
**Luogo di svolgimento attività:** Sede principale Istituto

**Modulo:** Fabbricazione di Nanostrutture per i rivelatori SSPD  
**Istituto esecutore:** Istituto di fotonica e nanotecnologie  
**Luogo di svolgimento attività:** Sede principale Istituto

#### **Risorse commessa 2007**

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
882	120	134	302	1.438	304	558	451	N.D.	2.193

valori in migliaia di euro

<i>Unità di personale di ruolo*</i>	
ricercatori	Totale
13	18

\*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
2	2	2	4	0	0	0	2	6	18

<i>Richiesta nuove unità di personale</i>			
tempo determinato	tempo indet	non di ruolo*	Totale
2	5	9	16

\*dottorati, borse di studio, assegni di ricerca



## Superconduttività e sue applicazioni di potenza

### *Dati generali*

<b>Progetto:</b>	Materiali, sistemi e dispositivi magnetici e superconduttori
<b>Tipologia di ricerca:</b>	Progetti relativi a linee tematiche a carattere strategico
<b>Istituto esecutore:</b>	Centro di responsabilità scientifica INFM
<b>Sede principale svolgimento:</b>	Sede principale Istituto
<b>Dip. di prevista afferenza:</b>	Materiali e Dispositivi
<b>Responsabile indicato:</b>	CARLO FERDEGHINI

### *Elenco dei partecipanti*

	liv.		liv.		liv.
Arnone Alberto	IX	Ferdeghini Carlo	I	Palazzo Nicoletta	III
Ballero Gabriele	VII	Foppiano Caterina	V	Pallecchi Ilaria	III
Barraco Ignazia	V	Fortunati Francesca	VI	Parodi Elena	V
Beltrami Monica	V	Franchini Daniela	VI	Pernati Barbara	V
Bernini Cristina	III	Franguelli Simona	VI	Pittaluga Dameri	VII
Beroldo Raffaella	VII	Garbarino Maria Carla	V	Alessandro	
Bolla Matilde	VI	Gennai Irene Maria	VI	Poggi Sabrina	V
Borello Gian Piero	II	Genovese Giuseppe	V	Pollio Daniela	VII
Braccini Valeria	III	Imperatore Antonucci	VI	Punginelli Marco	VI
Cagnana Barbara	V	Danilo		Santroni Adriana	VI
Calvi Francesca	IV	Ivaldi Fulvia	VII	Savoldi Giovanna	V
Camauli Enrico	V	La Ferla Michela	VI	Sciaccaluga Liliana	V
Caporali Andrea	IV	Lo Grasso Giusy	VI	Scotto Stefania	VI
Corezzola Paola	VI	Luciano Sergio	DIRI	Spano' Francesca	III
Dalla Libera Monica	V	Malagoli Andrea	III	Spinuzzi Simone	V
De Almeida Nunes	V	Maloberti Sciutto Michela	VII	Talamo Valeria	VI
Manganaro Jose' Carlos		Mamberti Emanuele	IV	Tassistro Michela	V
De Donatis Roberta	V	Marescalchi Tatiana	VI	Toncini Annamaria	V
De Marco Rocco	VI	Miceli Diletta	VI	Toselli Milena	III
Di Lello Piero	VIII	Millio Marco	VI	Vignolo Maurizio	VI
Distefano Fabio	VII				

### *Temi*

#### *Tematiche di ricerca*

Questa ricerca si inserisce nello sviluppo e trasferimento di nuove tecnologie fabbricative e nuovi materiali compositi superconduttori con i quali realizzare prototipi di dispositivi che consentiranno un più rapido impiego industriale della superconduttività. In particolare viene approfondito lo studio del diboruro di magnesio allo scopo di migliorarne le proprietà superconduttive così da renderlo applicabile in dispositivi come ad esempio magneti per MRI e limitatori di corrente.

La ricerca comprende lo studio dei parametri critici di tali superconduttori che presentano la particolarità di essere superconduttori a due bande; questo genera una ricca ed interessante nuova fenomenologia.

#### *Stato dell'arte*

E' opinione globale che la superconduttività avrà nel futuro un grosso impatto sulle applicazioni di potenza. Con la scoperta della superconduttività nell'MgB2 del 2001 si ha a disposizione un materiale caratterizzato da una discreta facilità di fabbricazione ed economicità. Queste sue peculiarità lo rendono un buon candidato in quelle applicazioni dove sono necessarie una maggiore economia delle risorse energetiche ed il miglioramento del rendimento delle macchine elettrotecniche attuali

### *Azioni*

#### *Attività da svolgere*

La presenza delle due distinte gap nel diboruro di magnesio origina tutta una fenomenologia che deve essere ancora studiata e compresa: in particolare merita attenzione l'effetto del disordine inter ed intra banda sui parametri critici. Per effettuare tali studi il disordine verrà introdotto sia per sostituzione sia per irraggiamento neutronico, non modificando, cioè, con quest'ultimo metodo, il charge doping.

Dal punto di vista applicativo, Il Lamia ha dimostrato la possibilità dell' utilizzazione del diboruro di magnesio, in forma di nastro, per la realizzazione di grandi magneti a basso campo per applicazioni biomedicali. L'attività è ora concentrata sul miglioramento delle proprietà del cavo in termine di correnti critiche ai più alti campi magnetici necessari per un utilizzo più estensivo del materiale. Si lavorerà sia sul





drogaggio delle polveri con nanocostituenti (Carbonio, Sic, altri diboruri....)che possano operare come centri di ancoraggio per i flussoni ai campi più alti necessari, sia su layout alternativi del cavo superconduttore.

Le tecnologie PIT sviluppate per le realizzazione dei cavi superconduttori sono adatte alla sintesi di materiali termoelettrici orientati.

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

Le criticità attese sono, per quanto riguarda l'introduzione del disordine in bulk attraverso irraggiamento neutronico, quelle correlate con l'accesso e l'utilizzo delle grandi facilities internazionali (nello specifico PSI, Villighen per l'irraggiamento e GHMFL, Grenoble per le misure di trasporto in alto campo magnetico).

Per la parte più applicativa la principale difficoltà sarà nel dimensionare opportunamente i difetti introdotti su scala nanometrica affinché siano efficaci centri di pinning.

Le criticità risiedono inoltre nell'accordare gli effetti degli specifici trattamenti termici necessari ad ottimizzare le deformazioni meccaniche dei diversi materiali costituenti i cavi (diversi per ciascuna applicazione specifica) con la reazione delle polveri di MgB<sub>2</sub> variamente drogate.

Una delle criticità da sottolineare è la delicatezza dei rapporti con il mondo industriale anche regolato, come nel nostro caso, da contratti di ricerca per la tutela della proprietà intellettuale della ricerca svolta al Lamia.

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

##### *Strumentazione*

##### *Tecniche di indagine*

##### *Tecnologie*

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

I ricercatori del LAMIA collaborano con svariate industrie e centri di ricerca mondiali, con molti dei quali sono attivi progetti di ricerca pubblici e commerciali. Per tale attività è cruciale la collaborazione con industrie come Columbus Superconductors (spin-off del LAMIA), Ansaldo Superconduttori SpA, CESI SpA, Tratos Cavi SpA, con le quali si sviluppano superconduttori in MgB<sub>2</sub> e prototipi di grande scala di dispositivi per applicazioni di potenza della superconduttività.

Rilevantissimo il numero di collaborazioni con i più importanti centri di ricerca internazionali sulla superconduttività e gli accessi alle grandi facilities internazionali.

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

Purtroppo, il PF7, per ora, non prevede bandispecifici sull'argomento.

Si sta attendendo la valutazione di un Far e di un Furb sull'argomento fatta insieme con Ansaldo, Paramed, Columbus SC.

Si è in attesa della sperabile liquidazione di una vecchia domanda 297 risalente al 2002 ed ora nuovamente esaminata.

Si stanno concludendo gli accordi per un contratto commerciale con CSM per ricerche sulla microscopia elettronica previsione 40-50kj.

##### *Finalità*

##### *Obiettivi*

Lo scopo primario è quello di migliorare le proprietà superconduttive del materiale e di ottimizzarne il processo di fabbricazione per renderlo disponibile alle industrie italiane al fine di realizzare prototipi di dispositivi impiegabili in applicazioni sia in corrente continua che in corrente alternata come per esempio la risonanza biomedica e i limitatori di corrente.



*Risultati attesi nell'anno*

- Inserimento di difetti per irraggiamento neutronico in campioni bulk per aumentare il pinning; caratterizzazione con analisi TYEM delle loro dimensioni. Misura dell'aumento delle correnti critiche correlate.
- Valutazione dell'effetto dello scattering interbanda (su campioni bulk irraggiati) su resistività, valore delle gap, valore dei campi critici
- Miglioramento della corrente critica ad alto campo delle polveri da utilizzare per i nastri sia sostituite sia macinate.
- Scaling dei processi di sostituzione e macinazione sui quantitativi necessari per le pezzature di nastri di interesse applicativo (1.5 Km).
- individuazione di guaine non magnetiche per applicazioni a.c. che siano adatte all'Mgb2 e a questo tipo di trattamento meccanico termico
- Layout innovativi per l'ottimizzazione della stabilizzazione termica ed elettrica.
- Aumento del fill factor dei cavi.
- Preparazione e caratterizzazione di materiali termoelettrici (NaxCoO2) tessiturati con il metodo PIT: tali materiali, simili come struttura ai Superconduttori ad alta Tc, potrebbero avere interessanti applicazioni nel campo dell'energetica.

*Potenziale impiego*

- per processi produttivi

- per risposte a bisogni individuali e collettivi

**Moduli**

**Modulo:** Superconduttività e sue applicazioni di potenza  
**Istituto esecutore:** Centro di responsabilità scientifica INFM  
**Luogo di svolgimento attività:** Sede principale Istituto

*Risorse commessa 2007*

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
260	10	90	52	412	28	128	247	N.D.	687

valori in migliaia di euro

<i>Unità di personale di ruolo*</i>	
ricercatori	Totale
4	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
7	0	0	0	0	0	0	0	0	7

<i>Richiesta nuove unità di personale</i>			
tempo determinato	tempo indet	non di ruolo*	Totale
1	4	2	7

\*dottorati, borse di studio, assegni di ricerca



## Elettronica degli ossidi e trasporto quantistico in nanodispositivi

### *Dati generali*

<b>Progetto:</b>	Materiali, sistemi e dispositivi magnetici e superconduttori
<b>Tipologia di ricerca:</b>	Progetti relativi a linee tematiche a carattere strategico
<b>Istituto esecutore:</b>	Centro di responsabilità scientifica INFN
<b>Sede principale svolgimento:</b>	Sede principale Istituto
<b>Dip. di prevista afferenza:</b>	Materiali e Dispositivi
<b>Responsabile indicato:</b>	DANIELE MARRE <sup>1</sup>

### *Elenco dei partecipanti*

Arnone Alberto	liv. IX	Distefano Fabio	liv. VII	Nita Florin	liv. III
Ballero Gabriele	VII	Foppiano Caterina	V	Palazzo Nicoletta	III
Barraco Ignazia	V	Fortunati Francesca	VI	Pallecchi Ilaria	III
Bellingeri Emilio	III	Franchini Daniela	VI	Parodi Elena	V
Beltrami Monica	V	Franguelli Simona	VI	Pernati Barbara	V
Beroldo Raffaella	VII	Garbarino Maria Carla	V	Pittaluga Dameri	VII
Bolla Matilde	VI	Gennai Irene Maria	VI	Alessandro	
Borello Gian Piero	II	Genovese Giuseppe	V	Poggi Sabrina	V
Braggio Alessandro	III	Imperatore Antonucci	VI	Pollio Daniela	VII
Cagnana Barbara	V	Danilo		Punginelli Marco	VI
Calvi Francesca	IV	Ivaldi Fulvia	VII	Santroni Adriana	VI
Camauli Enrico	V	La Ferla Michela	VI	Savoldi Giovanna	V
Caporali Andrea	IV	Lo Grasso Giusy	VI	Sciaccaluga Liliana	V
Corezzola Paola	VI	Luciano Sergio	DIRI	Scotto Stefania	VI
Dalla Libera Monica	V	Maloberti Sciutto Michela	VII	Spano' Francesca	III
De Almeida Nunes	V	Mamberti Emanuele	IV	Spinozzi Simone	V
Manganaro Jose' Carlos		Marescalchi Tatiana	VI	Talamo Valeria	VI
De Donatis Roberta	V	Massone Annamaria	III	Tassistro Michela	V
De Marco Rocco	VI	Miceli Diletta	VI	Toncini Annamaria	V
Di Lello Piero	VIII	Millio Marco	VI	Toselli Milena	III

### *Temi*

#### *Tematiche di ricerca*

L'interesse di tipo fondamentale e le potenzialità applicative degli ossidi dei metalli di transizione rendono questo campo di ricerca uno dei più promettenti a livello internazionale. Il LAMIA ha le competenze multidisciplinari e le attrezzature per affrontare con successo queste tematiche. L'attività si concentrerà sulla elettronica degli ossidi e sullo studio e lo sviluppo di materiali con proprietà funzionali innovative, in particolare semiconduttori innovativi, materiali a magnetoresistenza colossale e superconduttori. Saranno realizzati e studiati dispositivi innovativi per principio di funzionamento e architettura che sfruttino le proprietà funzionali dei composti dei metalli di transizione.

La ricerca partirà dall'approfondimento della conoscenza delle proprietà dei materiali tramite indagine sperimentale e teorica, passerà attraverso la realizzazione dei dispositivi tramite opportune tecniche di deposizione e nanolitografia e si occuperà anche della realizzazione di opportuni software di gestione del dispositivo che permettano di ottimizzarne le prestazioni.

#### *Stato dell'arte*

I composti dei metalli di transizione presentano una grande varietà di proprietà fisiche (super e semi-conduttività, magnetoresistenza colossale, ferro- e piezo-elettricità..) che dipendono dalla composizione e dalla densità di portatori. Sono molto studiati sia per gli aspetti fondamentali, sia per sfruttarne le proprietà in una nuova elettronica. Una tale varietà di comportamenti fisici si manifesta in strutture reticolari simili, adatte ad essere integrate in multistrati epitassiali.

Le proprietà di questi materiali sono estremamente sensibili a parametri esterni quali campi elettrici e magnetici, pressione, o interni come stress e composizione chimica.

### *Azioni*

#### *Attività da svolgere*

Il primo modulo tratta la preparazione e caratterizzazione di materiali funzionali e dispositivi. I materiali, oggetto di questa ricerca, sono: ossidi semiconduttori, ossidi a magnetoresistenza colossale, superconduttori ad alta temperatura critica. Per quanto riguarda i dispositivi basati su questi materiali, sono realizzati e



studati dispositivi ad effetto di campo, dispositivi che sfruttino l'interazione tra corrente polarizzata in spin e magnetizzazione in ossidi magnetici e dispositivi microelettromeccanici. Il secondo modulo tratta le proprietà di trasporto e di coerenza in dispositivi nanoelettronici e l'elaborazione di immagini biomedicali. Per la prima tematica si studieranno le proprietà di corrente e delle sue fluttuazioni, la dinamica di spin e la sua decoerenza e si considererà l'influenza di modi vibrazionali accoppiati agli elettroni come punto di partenza per la caratterizzazione di dispositivi nanoelettromeccanici fortemente interagenti. Per la seconda tematica, si valuterà la fattibilità e lo sviluppo prototipale di strumenti software per accelerare e automatizzare l'esame di distretti anatomici di dimensioni superiori al campo di vista dell'apparato.

*Punti critici e azioni da svolgere*

Riteniamo critici i seguenti aspetti:

Primo modulo: 1) effetto del disordine strutturale e chimico sulle proprietà dei materiali 2) studio della dipendenza delle proprietà di ossidi di metalli di transizione da concentrazione di portatori, densità di corrente e strain 3) realizzazione di dispositivi ad effetto di campo, di valvole di spin e di dispositivi microelettromeccanici interamente basati su ossidi.

Sarà cruciale un'attenta calibrazione dei processi di crescita layer by layer al fine di poter confrontare campioni strutturalmente omogenei tra loro.

Secondo modulo: 1) Caratteristiche tensione-corrente: determinazione della competizione tra interazioni elettroniche, dinamica di spin e confinamento geometrico; 2) Rumore e statistica di conteggio: completa caratterizzazione delle fluttuazioni di corrente; 3) Coerenza e dissipazione: determinazione degli effetti di decoerenza indotta dall'accoppiamento del dispositivo con ambienti esterni.

Per l'imaging biomedicale i punti critici sono:

- 1) la compensazione della distorsione geometrica dovuta alle disomogeneità di campo magnetico.
- 2) il riconoscimento delle strutture della parte anatomica da esaminare.

*Competenze, tecnologie e tecniche di indagine*

*Strumentazione*

*Tecniche di indagine*

*Tecnologie*

*Collaborazioni (partner e committenti)*

Collaborazioni: GHMFL-Grenoble, France; LNCMP-Toulouse, France DPMC- Université de Geneve CH; University of Augsburg D; University of Twente NL; Osaka University Japan; Max-Plank Institut Stuttgart D; Weizmann Institute Israel; University of Madrid E; University of Karlsruhe, D; University of Hamburg D; Chalmers University of Technology, Sweden; NTNU, Norway; Cambridge University UK; Scuola Normale Superiore, Pisa I; Università di Catania I; International University Bremen (D); Technische University, Berlin (D); Theoretische Physik Universitaet Bochum (D); Harvard University, (USA); Institut fuer Festkoerperphysik, Hannover (D); Technical University of Denmark, Lyngby (DK); Korea Advanced Institute of Science and Technology, Daejeon (Korea); Siemens Medical Solutions Erlangen (D); Istituto Giannina Gaslini Genova (I).

Committenti: UE, Regione Liguria.

*Iniziativa per l'acquisizione di ulteriori entrate*

A settembre 2006 è partito un progetto europeo sui dispositivi nanometrici basati su ossidi dei metalli di transizione coordinato dal laboratorio LAMIA che proseguirà sino al 2009 cofinanziando questa attività di ricerca. Grazie alla rete di collaborazioni internazionali saranno presentati altri progetti europei incentrati sulle tematiche proprie di questa commessa. Da anni il gruppo teorico ha stretto prestigiose collaborazioni con gruppi teorici e sperimentali internazionali. Ciò ha consentito, nel corso di questi anni, di partecipare a diversi network di ricerca europei. L'ultimo ancora attivo dal titolo 'Fundamentals of Nanoelectronics' (MCRTN-CT2003-504574) è gestito amministrativamente, per la parte italiana, all'interno del CNR-LAMIA. Tale progetto scadrà nel mese di Maggio del 2008. Nel corso del 2007 si prevede la stesura di un nuovo programma per la formazione di un network europeo nell'ambito del VII programma quadro Marie-Curie RTN. La tematica chiave verterà sempre sui dispositivi nanoelettronici. Il gruppo teorico del Lamia parteciperà nuovamente come partner.





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

\*dottorati, borse di studio, assegni di ricerca



## Studi su sistemi fermionici pesanti

### *Dati generali*

<b>Progetto:</b>	Materiali, sistemi e dispositivi magnetici e superconduttori
<b>Tipologia di ricerca:</b>	Progetti relativi a linee tematiche a carattere strategico
<b>Istituto esecutore:</b>	Centro di responsabilità scientifica INFN
<b>Sede principale svolgimento:</b>	Laboratorio Nazionale TASC e CRS DEMOCRITOS
<b>Dip. di prevista afferenza:</b>	Materiali e Dispositivi
<b>Responsabile indicato:</b>	FULVIO PARMIGIANI

### *Elenco dei partecipanti*

	liv.		liv.		liv.
Arnone Alberto	IX	De Marco Rocco	VI	Millio Marco	VI
Babic Claudia	VII	Di Lello Piero	VIII	Mistron Paola	V
Ballero Gabriele	VII	Distefano Fabio	VII	Palazzo Nicoletta	III
Barraco Ignazia	V	Fanucchi Rossella	VII	Parodi Elena	V
Beltrami Monica	V	Ferranti Roberta	VI	Pernati Barbara	V
Benedetti Davide	V	Foppiano Caterina	V	Pertot Alessandro	VI
Beroldo Raffaella	VII	Fortunati Francesca	VI	Pittaluga Dameri	VII
Bertoch Paolo	VIII	Franchini Daniela	VI	Alessandro	
Bigaran Stefano	V	Franguelli Simona	VI	Poggi Sabrina	V
Bolla Matilde	VI	Garbarino Maria Carla	V	Pollio Daniela	VII
Bondino Federica	III	Gennai Irene Maria	VI	Punginelli Marco	VI
Borello Gian Piero	II	Genovese Giuseppe	V	Salvador Federico	VI
Cagnana Barbara	V	Gotter Roberto	III	Santroni Adriana	VI
Calvi Francesca	IV	Gruden Ales	VIII	Savoldi Giovanna	V
Camauli Enrico	V	Imperatore Antonucci	VI	Sciaccaluga Liliana	V
Caporali Andrea	IV	Danilo		Scotto Stefania	VI
Carpentiero Alessandro	VI	Ivaldi Fulvia	VII	Spano Francesca	III
Centazzo Martina	VI	La Ferla Michela	VI	Spinuzzi Simone	V
Cociancich Ezio	VI	Lo Grasso Giusy	VI	Suran Fabio	VI
Corezzola Paola	VI	Luciano Sergio	DIRI	Talamo Valeria	VI
Cvelbar Vanja	VI	Magnano Elena	III	Tassistro Michela	V
Dalla Libera Monica	V	Maloberti Sciutto Michela	VII	Toncini Annamaria	V
De Almeida Nunes	V	Mamberti Emanuele	IV	Toselli Milena	III
Manganaro Jose' Carlos		Marescalchi Tatiana	VI	Varas Stefano	VI
De Donatis Roberta	V	Martin Andrea	VI	Zacchigna Michele	III
De Luisa Aleksander	IV	Miceli Diletta	VI	Zangrando Marco	III
De Marco Massimiliano	VI				

### *Temi*

#### *Tematiche di ricerca*

Queste ricerche toccano alcuni dei punti di frontiera delle nostre attuali conoscenze investendo problemi fondamentali per la fisica dello stato solido, ed in particolare:

La natura della transizione superconduttiva in sistemi a base di cuprati o ossidi misti

La natura dei meccanismi di Kondo in sistemi a fermioni pesanti come

La possibile esistenza di ordini microstrutturali nascosti,

La natura delle transizioni di fase magnetiche e di trasposto,

l'interazione tra elettroni-fononi,

la natura di stati coerenti e quella di punti critici quantistici

#### *Stato dell'arte*

I superconduttori HTCS sono degli isolanti di Mott drogati e quindi i meccanismi responsabili della superconduttività sono diversi da quelli individuati dalla teoria BCS. Negli ultimi anni la spettroscopia ARPES ha permesso lo studio delle superfici di Fermi, l'identificazione dell'anisotropia della gap superconduttiva e di una pseudogap sopra  $T_c$ . Da queste basi è necessario partire per affrontare i problemi relativi alla formazione delle coppie di Cooper e degli stati coerenti.

Per sistemi come i cobaltati di sodio i meccanismi di accoppiamento non sono ancora chiariti (appartengono anch'essi alla categoria di isolanti di Mott drogati) mentre il loro diagramma di fase mostra un interessante interplay tra fenomeni elettronici e caratteristiche magnetiche. In particolare questi come altri sistemi possono essere degli ottimi candidati per lo studio di questi punti quantici critici del diagramma di fase. La tecnica d'elezione per questi studi nel nostro caso è la fotoemissione risolta in angolo



### **Azioni**

#### *Attività da svolgere*

Studio delle superfici di Fermi per Cobaltati di tipo misfit con diversi droganti. Studio delle superfici di Fermi di Rhodati, che condividono con i cobaltati le stesse caratteristiche macroscopiche di potere termoelettrico gigante e resistività e dove la fisica avviene su piani triangolari di Rh ed O invece che Co ed O. Correlazioni tra questi sistemi per lo studio della fisica di sistemi elettronici a forte frustrazione elettronica e magnetica. Studio della transizione alfa-gamma per il Ce.

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

Sviluppo di un sistema ad altissima risoluzione per poter attaccare i problemi della fisica delle eccitazioni elettroniche in prossimità del livello di Fermi tramite spettroscopia ARPES. Sviluppo di una endstation ottimizzata allo studio della struttura magnetica tramite spettroscopie di XMCD ed XMLD sia in TEY che in TFY che tramite spettroscopia RIXS. Queste endstations si prevedono operative alla fine dell'anno.

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

I partecipanti alla commessa condividono un forte background di ricerca con le tecniche affrontate, in particolare avendo tutti lavorato nelle facility e presso i laboratori più importanti. Collaborazioni con diversi laboratori, conoscenza delle più moderne strumentazioni e forte coinvolgimento anche nello sviluppo di nuove competenze e strumentazione sono ingredienti fondamentali di questa commessa. Le tecniche saranno ARPES ad altissima risoluzione energetica ed angolare, Assorbimento a bassissime temperature e alti campi magnetici, tecniche di fisica delle superfici e crescita. Tutto questo è accessibile all'interno delle forti sinergie dei gruppi dei laboratori del Laboratorio TASC - CNR

#### *Strumentazione*

Per la strumentazione verrà perlopiù utilizzata la beamline BACH con le sue due endstations, la beamline APE, le altre beamlines INFN. Accanto a questo i laboratori di supporto del TASC sono routinariamente usati per caratterizzazione e sviluppo di metodologie avanzate.

#### *Tecniche di indagine*

#### *Tecnologie*

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

Collaborazioni su tecniche e sviluppo competenze:

ARPES: Z.X. Shen, K. Shen, Y. Chen, T. Pardini – Stanford University (USA) Z. Hussain – ALS (USA) C. Fadley – UC Davis CA (USA)

CRIOSTATO: J.P. Kappler, Ph. Sainctavit – IPCMS Strasbourg (France) (collaborazione ufficialmente terminata)

SPEETROMETRO FLUORESCENZA D. Cocco, K.C. Prince, M. Matteucci – Sincrotrone Trieste (Italy)

MICROSCOPIE M. Kiskinova, B. Kaulich – Sincrotrone Trieste (Italy) E. Di Fabrizio – TASC-INFN (Italy)

RIXS Christof Woell Ruhr-Universitaet Bochum (Germany)

#### *Collaborazioni scientifiche:*

SILICIURI: D. Van der Marel, F. Carbone – Materials Science Center, Groningen (The Netherlands)

MANGANITI L. Malavasi, G. Flor – Dept. of Chemistry and Physics, University of Pavia (Italy)

FULLERENI A. Goldoni – Sincrotrone Trieste (Italy)

COBALTATI V. Brouet Laboratoire de physique des Solides Université Paris-Sud, Orsay (France)

RUTENATI: A. Damascelli University of British Columbia - Vancouver (Canada)

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

#### **Finalità**

#### *Obiettivi*

Contribuire alla comprensione dei meccanismi di interazione elettrone-elettrone ed elettrone-fonone e alla formazione degli stati coerenti della fase superconduttiva.





*Risultati attesi nell'anno*

Ulteriori misure sui cobaltati di Sodio, finalizzazione dei risultati ed analisi dati per lo studio dei 4 layers RS misfit cobaltates. Primi studi delle superfici di Fermi per Rhodati, Prime misure a cavallo della transizione alfa-gamma per il Ce.

*Potenziale impiego*

- per processi produttivi

- per risposte a bisogni individuali e collettivi

**Moduli**

**Modulo:** Studi su sistemi fermionici pesanti  
**Istituto esecutore:** Centro di responsabilità scientifica INFM  
**Luogo di svolgimento attività:** Laboratorio Nazionale TASC e CRS DEMOCRITOS

*Risorse commessa 2007*

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
305	26	0	57	388	41	67	250	N.D.	679

valori in migliaia di euro

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



## Interplay tra superconduttività e magnetismo

### *Dati generali*

<b>Progetto:</b>	Materiali, sistemi e dispositivi magnetici e superconduttori
<b>Tipologia di ricerca:</b>	Progetti relativi a linee tematiche a carattere strategico
<b>Istituto esecutore:</b>	Centro di responsabilità scientifica INFN
<b>Sede principale svolgimento:</b>	LR SUPERMAT
<b>Dip. di prevista afferenza:</b>	Materiali e Dispositivi
<b>Responsabile indicato:</b>	ANNA MARIA CUCOLO

### *Elenco dei partecipanti*

Arnone Alberto	liv. IX	Fortunati Francesca	liv. VI	Palazzo Nicoletta	liv. III
Ballerio Gabriele	VII	Franchini Daniela	VI	Paolone Annalisa	III
Barraco Ignazia	V	Franguelli Simona	VI	Parodi Elena	V
Beltrami Monica	V	Garbarino Maria Carla	V	Pernati Barbara	V
Beroldo Raffaella	VII	Gennai Irene Maria	VI	Pittaluga Dameri	VII
Bolla Matilde	VI	Genovese Giuseppe	V	Alessandro	
Borello Gian Piero	II	Giubileo Filippo	III	Poggi Sabrina	V
Cagnana Barbara	V	Gombos Marcello	III	Pollio Daniela	VII
Calvi Francesca	IV	Imperatore Antonucci	VI	Punginelli Marco	VI
Camauli Enrico	V	Danilo		Santroni Adriana	VI
Caporali Andrea	IV	Ivaldi Fulvia	VII	Savoldi Giovanna	V
Corezzola Paola	VI	La Ferla Michela	VI	Sciaccaluga Liliana	V
Cuoco Mario	III	Lo Grasso Giusy	VI	Scotto Stefania	VI
Dalla Libera Monica	V	Luciano Sergio	DIRI	Spano' Francesca	III
De Almeida Nunes	V	Maloberti Sciuotto Michela	VII	Spinozzi Simone	V
Manganaro Jose' Carlos		Mamberti Emanuele	IV	Talamo Valeria	VI
De Donatis Roberta	V	Marescalchi Tatiana	VI	Tassistro Michela	V
De Marco Rocco	VI	Martucciello Nadia	III	Toncini Annamaria	V
Di Lello Piero	VIII	Miceli Diletta	VI	Toselli Milena	III
Distefano Fabio	VII	Millio Marco	VI	Vecchione Antonio	III
Foppiano Caterina	V				

### *Temi*

#### *Tematiche di ricerca*

Studio della coesistenza di ordine ferromagnetico e superconduttivo per esempio in composti attinidi come l'UCe<sub>2</sub>, materiali con struttura analoga a quella dei superconduttori ad alta temperatura critica come la classe dei materiali ruteno-cuprati e multistrati artificiali superconduttori/ferromagneti.

#### *Stato dell'arte*

L'analisi dei meccanismi di coesistenza di superconduttività e magnetismo nonché delle proprietà delle suddette fasi sotto l'ipotesi di disomogeneità è un problema aperto. Una possibile soluzione è la formulazione di una teoria effettiva della superconduttività mediata da fluttuazioni di spin. Per lo studio di tale problema è determinante la realizzazione di campioni orientati quali single crystal, film e multistrati.

### *Azioni*

#### *Attività da svolgere*

La scoperta di materiali appartenenti alla classe dei rutenocuprati e degli attinidi apre interessanti interrogativi in relazione allo studio dei meccanismi di coesistenza tra superconduttività e ferromagnetismo, sulla simmetria del parametro d'ordine e sulle disomogeneità spaziali che si manifestano nella fase di coesistenza. Per tali sistemi, esistono elettroni di conduzione polarizzati in prossimità della superficie di Fermi che da un lato partecipano al magnetismo e dall'altro o risultano interagenti con gli elettroni che formano le coppie oppure fanno parte dello stesso liquido elettronico responsabile sia della superconduttività che del magnetismo. Molto interessanti risultano inoltre le proprietà superconduttive e magnetiche di sistemi artificiali quali multilayer di Nb/(Cu,Pd)Ni e manganiti tipo La(Sr,Ca)MnO su YBaCuO, che sono determinate dal complesso interplay tra i range dei parametri d'ordine e gli spessori dei materiali costituenti. Si studierà l'interazione tra superconduttività e magnetismo in cristalli singoli eutettici di Sr<sub>2</sub>RuO<sub>4</sub>-Sr<sub>3</sub>Ru<sub>2</sub>O<sub>7</sub>; verrà analizzata se l'apparente superconduttività nella fase 327 sia dovuta ad effetti di prossimità dovuta a clusters 214.



*Punti critici e azioni da svolgere*

Effettiva disponibilità dei fondi di Dotazione 2007 al più nei primi mesi dell'anno.  
Effettiva disponibilità del personale ricercatore richiesto.

*Competenze, tecnologie e tecniche di indagine*

*Strumentazione*

*Tecniche di indagine*

*Tecnologie*

*Collaborazioni (partner e committenti)*

P. Horsch, Max-Planck-Institute, Stuttgart, Germany; A. M. Oles, Institute of Physics, Jagellonian University, Krakow, Poland; J. Ranninger, Centre de Recherches sur les Très Basses Températures C.N.R.S., Grenoble, France; M. Acquarone, CNR- Dipartimento di Fisica, Università di Parma; Y. Maeno, University of Kyoto, Giappone; S. Goren, University of Negev, Israele; E. Olsson, Chalmers University, Svezia; L. Marchese, Università del Piemonte Orientale, Italia; M. Aprili, CNRS Paris, Francia.

*Iniziativa per l'acquisizione di ulteriori entrate*

Per il 2007 contiamo di partecipare a progetti che rientreranno nell'ambito del programma FP7-Unione Europea, ai progetti regionali banditi dalla regione Campania-Legge 5 e ad eventuali bandi FIRB del MIUR.

*Finalità*

*Obiettivi*

Comprensione dei meccanismi di base della coesistenza superconduttività-(ferro)magnetismo. Comprensione della topologia delle fasi superconduttive e magnetiche. Realizzazione di campioni di cristalli singoli, film orientati e sistemi multistrati.

*Risultati attesi nell'anno*

L'attività si concentrerà principalmente sui fenomeni connessi con la superconduttività non convenzionale del composto  $\text{Sr}_2\text{RuO}_4$  di cui si prevede di studiare in dettaglio gli aspetti connessi con la superconduttività di tripletto ad esso attribuita. Inoltre, la produzione di cristalli sarà finalizzata anche allo studio delle interfacce naturali tra due ossidi con ordinamento magnetico non convenzionale. Si procederà allo studio delle proprietà spin/orbitali/reticolari degli ossidi di rutenio con calcio della famiglia  $\text{Ca}_{n+1}\text{Ru}_n\text{O}_{3n+1}$ . Studieremo inoltre l'effetto del filling nella risposta ad un campo esterno applicato a grani metallici in presenza di accoppiamento superconduttivo e magnetico. Infine sarà avviato lo studio degli effetti di prossimità indotti dal contatto di un superconduttore con un ferromagnete metallico in cui il ferromagnetismo non è dovuto ad uno shift rigido della posizione della banda degli elettroni con un dato spin rispetto a quella degli elettroni con spin opposto. In riferimento all'apparente superconduttività della fase 327 dell'eutettico 327-214, verranno analizzate le proprietà strutturali e funzionali su scala nanoscopica.

*Potenziale impiego*

- per processi produttivi

- per risposte a bisogni individuali e collettivi

*Moduli*

<b>Modulo:</b>	Interplay tra superconduttività e magnetismo
<b>Istituto esecutore:</b>	Centro di responsabilità scientifica INFM
<b>Luogo di svolgimento attività:</b>	LR SUPERMAT



*Risorse commessa 2007*

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
190	17	0	52	259	4	21	243	N.D.	506

valori in migliaia di euro

<i>Unità di personale di ruolo*</i>	
ricercatori	Totale
4	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
8	0	0	0	0	0	0	0	0	8

<i>Richiesta nuove unità di personale</i>			
tempo determinato	tempo indet	non di ruolo*	Totale
3	3	1	7

\*dottorati, borse di studio, assegni di ricerca



## Fenomeni di trasporto in materiali superconduttori

### *Dati generali*

<b>Progetto:</b>	Materiali, sistemi e dispositivi magnetici e superconduttori
<b>Tipologia di ricerca:</b>	Progetti relativi a linee tematiche a carattere strategico
<b>Istituto esecutore:</b>	Centro di responsabilità scientifica INFM
<b>Sede principale svolgimento:</b>	LR SUPERMAT
<b>Dip. di prevista afferenza:</b>	Materiali e Dispositivi
<b>Responsabile indicato:</b>	CARMINE ATTANASIO

### *Elenco dei partecipanti*

	liv.		liv.		liv.
Arnone Alberto	IX	Fortunati Francesca	VI	Millio Marco	VI
Ballerio Gabriele	VII	Franchini Daniela	VI	Palazzo Nicoletta	III
Barraco Ignazia	V	Franguelli Simona	VI	Parodi Elena	V
Beltrami Monica	V	Garbarino Maria Carla	V	Pernati Barbara	V
Beroldo Raffaella	VII	Gennai Irene Maria	VI	Pittaluga Dameri	VII
Bolla Matilde	VI	Genovese Giuseppe	V	Alessandro	
Borello Gian Piero	II	Giubileo Filippo	III	Poggi Sabrina	V
Cagnana Barbara	V	Gombos Marcello	III	Pollio Daniela	VII
Calvi Francesca	IV	Grimaldi Gaia	III	Punginelli Marco	VI
Camauli Enrico	V	Imperatore Antonucci Danilo	VI	Santroni Adriana	VI
Caporali Andrea	IV	Ivaldi Fulvia	VII	Savoldi Giovanna	V
Corezzola Paola	VI	La Ferla Michela	VI	Sciaccaluga Liliana	V
Cuoco Mario	III	Lo Grasso Giusy	VI	Scotto Stefania	VI
Dalla Libera Monica	V	Luciano Sergio	DIRI	Spano' Francesca	III
De Almeida Nunes	V	Maloberti Sciutto Michela	VII	Spinuzzi Simone	V
Manganaro Jose' Carlos		Mamberti Emanuele	IV	Talamo Valeria	VI
De Donatis Roberta	V	Marescalchi Tatiana	VI	Tassistro Michela	V
De Marco Rocco	VI	Martucciello Nadia	III	Toncini Annamaria	V
Di Lello Piero	VIII	Miceli Diletta	VI	Toselli Milena	III
Distefano Fabio	VII			Vecchione Antonio	III
Foppiano Caterina	V				

### *Temi*

#### *Tematiche di ricerca*

Sintesi, crescita e studio delle proprietà strutturali, magnetiche e di trasporto di film e materiale massivo e di strutture stratificate artificiali superconduttive.

#### *Stato dell'arte*

Di recente non sono stati scoperti nuovi materiali superconduttori e gli studi si sono orientati verso tematiche di base volte alla comprensione di superconduttori ceramici, del diboruro di magnesio e all'analisi delle loro prospettive applicative in campo elettrotecnico. Presso il Laboratorio Regionale Supermat le attività si sono concentrate sulla sintesi, crescita e studio delle proprietà strutturali, magnetiche e di trasporto di film e materiale massivo e in strutture superconduttive a strati

### *Azioni*

#### *Attività da svolgere*

Nonostante i fenomeni di trasporto di corrente in presenza di impurezze ed il diagramma di fase campo magnetico-temperatura dei superconduttori di II tipo siano stati studiati approfonditamente alcuni fenomeni devono essere ancora chiariti. Sarà analizzata l'interazione dinamica dei vortici di Abrikosov con i centri di pinning ed i processi di non equilibrio aggiuntivi associati. Verranno studiate le proprietà di trasporto in multistrati S/F e approfondita la problematica relativa allo studio del coefficiente di trasparenza in multilayer Nb/Pd(Cu)Ni tramite misure di transizioni resistive al variare degli spessori dei materiali, di campo magnetico critico in funzione della temperatura e di correnti critiche. Sarà valutato l'andamento del parametro di anisotropia in funzione dello spessore di materiale ferromagnetico e saranno studiate le proprietà del parametro superconduttivo in questi sistemi. Saranno effettuati studi della densità di stati in materiali electron-doped mediante l'impiego di differenti tecniche spettroscopiche. Verrà portato a termine la realizzazione del magnete di MgB2 raffreddato da cryocooler nell'ambito del progetto FAR con CRIS-Ansaldo.



*Punti critici e azioni da svolgere*

Il punto critico essenziale è l'effettiva disponibilità dei fondi di Dotazione 2007 al più nei primi mesi dell'anno. Risulta, inoltre, fondamentale l'effettiva disponibilità del personale ricercatore richiesto.

*Competenze, tecnologie e tecniche di indagine*

*Strumentazione*

*Tecniche di indagine*

*Tecnologie*

*Collaborazioni (partner e committenti)*

Jan Aarts, University of Leiden, Leiden, Paesi Bassi. Peter Kes, University of Leiden, Leiden, Paesi Bassi. Sergej L. Prischepa, University of Informatics and Radioelectronics, Minsk, Bielorussia. Alexander Lykov, Lebedev Institute, Mosca, Russia. Rene Flukiger, University of Geneva, Ginevra, Svizzera. Caplin, Imperial College, Londra, Regno Unito. Dimitri Roditchev, Parigi, Francia. Yoshi Maeno, University of Kyoto, Giappone

*Iniziativa per l'acquisizione di ulteriori entrate*

Per il 2007 contiamo di partecipare a progetti che rientreranno nell'ambito del programma FP7-Unione Europea, ai progetti regionali banditi dalla regione Campania-Legge 5 e ad eventuali bandi FIRB del MIUR. Si cercherà di avviare collaborazioni con ENEA Frascati volta ad una caratterizzazione di cavi di Nb<sub>3</sub>Sn in relazione al progetto ITER, con INFN Frascati per l'analisi di proprietà di cavi Nb<sub>3</sub>Sn per la realizzazione di magneti pulsati. Si tenterà di riavviare una collaborazione con il CESI nell'ambito delle applicazioni della superconduttività al miglioramento dell'affidabilità della rete di distribuzione dell'energia elettrica ed alla sua qualità.

*Finalità*

*Obiettivi*

Realizzazione di un avvolgimento di MgB<sub>2</sub> operante a temperatura di 20 K. Comprensione dei meccanismi di base del pinning e delle perdite a.c. in superconduttori compositi. Comprensione microscopica della superconduttività in MgB<sub>2</sub>. Comprensione dello stato superconduttore in strutture stratificate: ruolo dell'interfaccia e della simmetria del parametro d'ordine. Comprensione delle prospettive applicative di 'coated superconductors'.

*Risultati attesi nell'anno*

Verrà determinato il coefficiente di trasparenza in multilayer S/F e sarà valutato l'andamento del parametro di anisotropia in funzione dello spessore del materiale ferromagnetico tramite misure di campi magnetici critici. Si prevede di misurare la dipendenza della forza di pinning dalla corrente per correnti al di sopra del valore critico in tutto il piano campo-temperatura ed analizzare l'eventuale dipendenza della velocità critica di flux-flow dal pinning in film sottili di materiale superconduttore e in strutture S/N e S/F. Si stimeranno inoltre i tempi di rilassamento connessi alla penetrazione di un vortice all'interno di una impurezza normale. In relazione alla conclusione del progetto FAR con CRIS-Ansaldo, verrà portata a termine la realizzazione del magnete di MgB<sub>2</sub> insieme al criostato ed al sistema di raffreddamento a 20K mediante cryocooler e ne verranno verificate le prestazioni in condizioni operative.

*Potenziale impiego*

- per processi produttivi

- per risposte a bisogni individuali e collettivi

*Moduli*

<b>Modulo:</b>	Fenomeni di trasporto in materiali superconduttori
<b>Istituto esecutore:</b>	Centro di responsabilità scientifica INFN
<b>Luogo di svolgimento attività:</b>	LR SUPERMAT



*Risorse commessa 2007*

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
157	10	0	52	219	2	12	241	N.D.	462

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
12	0	0	0	0	0	0	0	0	12

<i>Richiesta nuove unità di personale</i>			
tempo determinato	tempo indet	non di ruolo*	Totale
3	3	0	6

\*dottorati, borse di studio, assegni di ricerca



## Deposizione e diagnostica di film sottili di materiali innovativi

### *Dati generali*

<b>Progetto:</b>	Materiali, sistemi e dispositivi magnetici e superconduttori
<b>Tipologia di ricerca:</b>	Progetti relativi a linee tematiche a carattere strategico
<b>Istituto esecutore:</b>	Centro di responsabilità scientifica INFN
<b>Sede principale svolgimento:</b>	CRS COHERENTIA
<b>Dip. di prevista afferenza:</b>	Materiali e Dispositivi
<b>Responsabile indicato:</b>	FABIO MILETTO GRANOZIO

### *Elenco dei partecipanti*

	liv.		liv.		liv.
Arnone Alberto	IX	Fortunati Francesca	VI	Parisi Cristina	VII
Aruta Carmela	III	Franchini Daniela	VI	Parodi Elena	V
Ballero Gabriele	VII	Franguelli Simona	VI	Pernati Barbara	V
Barraco Ignazia	V	Garbarino Maria Carla	V	Pittaluga Dameri	VII
Beltrami Monica	V	Gennai Irene Maria	VI	Alessandro	
Beroldo Raffaella	VII	Genovese Giuseppe	V	Poggi Sabrina	V
Bolla Matilde	VI	Imperatore Antonucci Danilo	VI	Pollio Daniela	VII
Borello Gian Piero	II	Ivaldi Fulvia	VII	Punginelli Marco	VI
Cagnana Barbara	V	La Ferla Michela	VI	Salluzzo Marco	III
Calvi Francesca	IV	Lo Grasso Giusy	VI	Santroni Adriana	VI
Camauli Enrico	V	Loffredo Antonia	VII	Savoldi Giovanna	V
Caporali Andrea	IV	Luciano Sergio	DIRI	Sciaccaluga Liliana	V
Corezzola Paola	VI	Maloberti Sciutto Michela	VII	Scotto Stefania	VI
Dalla Libera Monica	V	Mamberti Emanuele	IV	Spano' Francesca	III
De Almeida Nunes	V	Marescalchi Tatiana	VI	Spinozzi Simone	V
Manganaro Jose' Carlos		Miceli Diletta	VI	Talamo Valeria	VI
De Donatis Roberta	V	Miletto Granozio Fabio	III	Tassistro Michela	V
De Marco Rocco	VI	Millio Marco	VI	Taurino Francesco Maria	VI
De Martino Vincenzo	VIII	Orgiani Pasquale	III	Toncini Annamaria	V
Di Lello Piero	VIII	Osteria Maria Paola	V	Toselli Milena	III
Distefano Fabio	VII	Palazzo Nicoletta	III	Villani Raffaella	VII
Energico Salvatore	VI			Wang Xuan	III
Foppiano Caterina	V				

### *Temi*

#### *Tematiche di ricerca*

Obiettivo della ricerca è la crescita di film sottili e multistrati epitassiali di materiali innovativi, la caratterizzazione delle loro proprietà elettroniche e strutturali mediante tecniche di indagine avanzate ed il loro uso per la fabbricazione di nuovi dispositivi. Principale oggetto di indagine sono gli ossidi dei metalli di transizione, che presentano una varietà di fenomeni di enorme interesse scientifico ed applicativo, specialmente negli ambiti del trasporto di carica (p. es. superconduttività ad alta  $T_c$ ), delle proprietà magnetiche (p.es. magnetoresistenza colossale, conduttori di tipo 'half metal') della polarizzabilità elettrica (dielettrici ed alto  $k'$ , ferroelettrici).

Le applicazioni previste includono dispositivi attivi a tre terminali (p. es. transistori ad effetto di campo), dispositivi passivi (p. es. filtri), sensori e memorie.

#### *Stato dell'arte*

Gli ossidi di metalli di transizione sono oggetto di un crescente interesse presso la comunità scientifica per una serie di fenomeni straordinari, il più noto dei quali è la superconduttività ad alta temperatura critica. Altre proprietà di grande interesse sono quelle riscontrate ad esempio nel campo del magnetismo, della risposta dielettrica e ferroelettrica e dell'ottica non lineare.

L'interesse della comunità scientifica mondiale è estremamente spiccato sugli aspetti fondamentali che sulle applicazioni tecnologiche. L'origine ultima della superconduttività ad alta  $T_c$  è universalmente considerata una delle massime sfide intellettuali della scienza contemporanea.

Le applicazioni tecnologiche previste coprono sia i settori dell'elettrotecnica di potenza (p. esempio cavi e nastri superconduttori) non direttamente compresi tra i nostri obiettivi, che quelle nell'ambito dispositivoistico, citate nel precedente paragrafo ed oggetto della nostra ricerca.





### ***Azioni***

#### ***Attività da svolgere***

Saranno studiati ed ottimizzati nei vari laboratori afferenti alla commessa i processi di crescita di film sottili epitassiali di diversi cuprati superconduttori e manganiti ferromagnetiche. Allo scopo si ricorrerà principalmente alla tecnica di deposizione per ablazione laser, ma si manterrà una attività sostenuta anche sulla epitassia da fasci molecolari e sullo sputtering.

L'attività è sostanzialmente divisa in tre filoni di ricerca: a) studio ed ottimizzazione dei meccanismi di crescita dei film, inclusa l'evoluzione della piuma laser e la sua interazione col substrato; b) impiego dei campioni prodotti per lo studio di proprietà fondamentali dei materiali in questione, con misure effettuate sia presso i laboratori della commessa che presso facilities esterne, quali quelle poste presso sorgenti di luce di sincrotrone; c) realizzazione di dispositivi prototipali nell'ambito dei concetti innovativi della elettronica degli ossidi, e tesi ad utilizzare le straordinarie proprietà magnetiche, superconduttive, dielettriche/ferrolettriche e di trasporto riscontrate tra gli ossidi funzionali.

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

Il confronto con i punti critici individuati una anno fa ci conferma i progressi compiuti, sia per quanto riguarda la piena operatività del nuovo sistema di crescita e deposizione di film sottili di Napoli, che per quanto riguarda il rafforzamento delle collaborazioni.

Sarà perseguito l'ulteriore rafforzamento delle collaborazioni finalizzate all'accesso sia a competenze complementari, nel campo della caratterizzazioni e delle dispositivi, che a facilities quali sorgenti di sincrotrone e laboratori di nanolitografia,

Riteniamo che due punti critici da affrontare per lo sviluppo della nostra commessa siano l'ulteriore crescita della visibilità internazionale della nostra ricerca e la capacità progettuale ed organizzativa da mettere in campo nell'ambito dei programmi FP7.

Su una scala globale, e come obiettivo da perseguire su un periodo più ampio, si sente la necessità di portare il settore della 'elettronica degli ossidi' in una fase più matura dal punto di vista delle applicazioni tecnologiche e delle loro ricadute industriali.

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

L'attività della nostra commessa di avvale di estese e storicamente consolidate competenze nell'ambito della superconduttività e del magnetismo.

La stessa commessa rappresenta inoltre, a nostro avviso, un serbatoio di competenze di assoluto rilievo internazionale nella crescita di film sottili e multistrati epitassiali, ed in tutte le problematiche tecnico-scientifiche direttamente collegate a tale tipo di campioni (p. es meccanismi di crescita, strain epitassiale, effetti di bassa dimensionalità, tecnologia dell'UHV).

Estremamente spiccate sono inoltre le competenze nell'ambito della caratterizzazione di materiali, e più recentemente di scienza delle superfici: citiamo a tal proposito le tecniche di diffrazione (sia mediante sorgenti X di laboratorio e di luce di sincrotrone, che mediante diffrazione elettronica), nonché lo scattering e l'assorbimento di raggi X, la fotoemissione e la microscopia a scansione.

Da segnalare anche le consolidate competenze nella caratterizzazione delle proprietà di trasporto anche in ambiente criogenico ed in presenza di campi magnetici.



#### *Strumentazione*

- Napoli: Apparato multicamera di crescita e caratterizzazione di film sottili di ossidi (Modular facility for Oxide Deposition and Analysis - MODA) costituito da: una camera di deposizione PLD (deposizione laser pulsata) assistita da RHEED, dotata di camera ICCD per la caratterizzazione della piuma laser; camera di analisi con apparati XPS, UPS e SPA-LEED; camera UHV AFM/STM, camera di distribuzione e di caricamento rapido.
- Napoli: Tre sistemi di deposizione di film di ossidi (manganiti, cuprati) per polverizzazione catodica (sputtering).
- Salerno: Sistema di deposizione per Epitassia da Fasci Molecolari MBE e PLD, assistita da RHEED. Il sistema è a tripla camera, due per deposizioni ed una di precarica.
- Roma: Due sistemi di deposizione PLD completo, di cui dotato di RHEED per la deposizione in regime di basse pressioni.

La commessa dispone inoltre di:

- Due diffrattometri a raggi X
  - Vari sistemi di caratterizzazione delle proprietà di trasporto a temperatura variabile, anche in campo magnetico.
  - Facilities di microlitografia.
- e si avvale dell'accesso a facilities esterne presso sorgenti di luce di sincrotrone e di nanolitografia

#### *Tecniche di indagine*

Tecniche di diffrazione X, sia mediante sorgenti X di laboratorio che presso sorgenti di luce di sincrotrone

Spettroscopie di assorbimento, emissione e scattering risonante di raggi X

Spettroscopie di fotoemissione, sia mediante sorgenti di laboratorio (X, UV) che presso sorgenti di luce di sincrotrone.

Microscopia/spettroscopia a scansione, sia ed effetto tunnel (STM/STS) che a forza atomica.

Caratterizzazione delle proprietà di trasporto anche in ambiente criogenico ed in presenza di campi magnetici.

#### *Tecnologie*

Tecnologie avanzate di crescita di film sottili epitassiali, con monitoraggio in sito del processo di crescita. La crescita avviene per deposizione da vapore fisico, mediante deposizione laser pulsata (PLD), epitassia da fasci molecolari (MBE) e polverizzazione catodica (sputtering).

Tecnologie di crescita di strutture multistrato per la realizzazione di dispositivi.

Tecnologie di microlitografia ed accesso mediante collaborazioni a tecnologie di nanolitografia

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

Oltre alle collaborazioni "istituzionali" con le altre commesse di CNR-INFN-Coherentia, ed a quelle ampiamente consolidate con CNR-INFN-LAMIA e CNR-ICIB, citiamo:

- Dr. Joerg Zegenhagen, Beamline Scientist ID32 ESRF Grenoble France, diffrazione di superficie
- Prof. Lucio Braicovich, Dipartimento di Fisica Politecnico di Milano – ESRF Grenoble, Scattering risonante di raggi X
- Ø. Fischer, DPMC University of Geneva, Analisi delle proprietà di film epitassiali
- Dr. X. Torrelles, Instituto de Ciencia de Materiales in Barcelona, Diffrazione X ad incidenza radente
- Davide Boschetto, Laboratoire d'Optique Appliquée (LOA), Ecole Polytechnique - ENSTA, Dinamiche ultraveloci in esperimenti pump-probe
- Juan Carlos Campuzano, University of Illinois and Argonne National Labs, Spettroscopia ARPES
- Roberto De Renzi, Università di Parma, Dipartimento di Fisica, Spettroscopia NMR.
- Darrel C Schlom, Department of Materials Science and Engineering, Penn State University, crescita di film sottili per MBE
- B. Freelon, Advanced Light Source, Lawrence Berkeley National Laboratory, spettroscopia di emissione ed assorbimento di raggi X

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

L'attività della commessa si avvarrà nel corso del 2006 di fondi alcuni esterni non riportati a bilancio, quali quelli relativi alla partecipazione di afferenti alla commessa a progetti PRIN ed al progetto STREP



NANOXIDE (a bilancio sulla commessa MD.P11.009). Si è in attesa dell'esito della valutazione di sei progetti regionali LR5 presentati nel corso dello scorso anno.

Come già precedentemente commentato, un ruolo cruciale per il futuro della commessa sarà dato dalla capacità di competere sui bandi del 7 programma quadro. Le chiamate che appaiono strategiche per la nostra commessa e che potrebbero condurre alla presentazione di progetti sono:

- nell'ambito del programma COOPERATION, alcune voci relative ai settori NMP (p. es. NMP-2007-2.2-2 Nanostructured materials with tailored magnetic properties) ed ICT (ICT-2007.3.1 Nano-scale ICT devices and systems)

- nell'ambito del programma IDEAS il bando "ERC Starting Independent Researcher Grant"

Si prevede anche la possibile partecipazione a proposte del tipo Marie Curie del Programma PEOPLE e quelle della sezione Infrastructures del programma CAPACITIES.

#### **Finalità**

##### **Obiettivi**

- Contribuire significativamente a livello internazionale allo sviluppo di tecnologie basate sugli ossidi nel campo della microelettronica, della sensoristica e delle nanotecnologie.

- Partecipare all'avanzamento della conoscenza nell'ambito della scienza della materia ed in particolare dei sistemi ad elettroni correlati.

- Conservare e migliorare il livello di eccellenza della comunità scientifica italiana nell'ambito dei materiali innovativi per l'elettronica e rendere tempestivamente disponibili alla comunità nazionale queste tecnologie una volta mature.

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

Alcuni dei risultati si proverà a perseguire quest'anno sono brevemente citati qui sotto:

- Realizzazione di dispositivi ad effetto di campo basati su film superconduttori ultrasottili, nel limite della singola cella unitaria

- Ottimizzazione di dispositivi magnetici basati sulla mobilità di bordi di dominio magnetici in nanostrutture.

- Messa a punto il processo di sintesi di alcuni nuovi materiali, sia magnetici che superconduttori, per soddisfare le esigenze di progetti e collaborazioni in corso.

- Miglioramento della comprensione dell'interazione tra la piuma laser ed il substrato nel processo PLD, anche con misure di diffrazione elettronica temporalmente risolte.

- Avanzamento della conoscenza sulle proprietà elettroniche dei nostri campioni, anche ricorrendo a svariate tecniche spettroscopiche: spettroscopia tunnel a sonda, fotoemissione anche risolta in angolo, assorbimento di raggi X, riflettività IR e Raman.

##### **Potenziale impiego**

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

Applicazioni nel campo dei dispositivi attivi a tre terminali (p. es transistors ad effetto di campo), di dispositivi passivi (p. es filtri), sensori e memorie.

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

- Avanzamento della conoscenza nell'ambito della fisica dello stato solido;

- Attività di formazione di giovani ricercatori all'uso di tecnologie avanzate

#### **Moduli**

**Modulo:** Deposizione e diagnostica di film sottili di materiali innovativi

**Istituto esecutore:** Centro di responsabilità scientifica INFM

**Luogo di svolgimento attività:** CRS COHERENTIA

#### **Risorse commessa 2007**

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
300	16	7	52	375	35	58	250	N.D.	660

valori in migliaia di euro



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

\*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>
9	0	0	0	0	0	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>
0	4	0	4

\*dottorati, borse di studio, assegni di ricerca



## Aspetti di fisica quantistica macroscopica, dispositivi superconduttivi e spintronici

### *Dati generali*

<b>Progetto:</b>	Materiali, sistemi e dispositivi magnetici e superconduttori
<b>Tipologia di ricerca:</b>	Progetti relativi a linee tematiche a carattere strategico
<b>Istituto esecutore:</b>	Centro di responsabilità scientifica INFN
<b>Sede principale svolgimento:</b>	CRS COHERENTIA
<b>Dip. di prevista afferenza:</b>	Materiali e Dispositivi
<b>Responsabile indicato:</b>	GIOVANNI PIERO PEPE

### *Elenco dei partecipanti*

	liv.		liv.		liv.
Arnone Alberto	IX	Foppiano Caterina	V	Parisi Cristina	VII
Aruta Carmela	III	Fortunati Francesca	VI	Parodi Elena	V
Ballero Gabriele	VII	Franchini Daniela	VI	Pernati Barbara	V
Barraco Ignazia	V	Franguelli Simona	VI	Pittaluga Dameri	VII
Beltrami Monica	V	Garbarino Maria Carla	V	Alessandro	
Beroldo Raffaella	VII	Gennai Irene Maria	VI	Poggi Sabrina	V
Bolla Matilde	VI	Genovese Giuseppe	V	Pollio Daniela	VII
Borello Gian Piero	II	Imperatore Antonucci	VI	Punginelli Marco	VI
Cagnana Barbara	V	Danilo		Santroni Adriana	VI
Calvi Francesca	IV	Ivaldi Fulvia	VII	Savoldi Giovanna	V
Camauli Enrico	V	La Ferla Michela	VI	Sciaccaluga Liliana	V
Caporali Andrea	IV	Lo Grasso Giusy	VI	Scotto Stefania	VI
Corezzola Paola	VI	Loffredo Antonia	VII	Spano' Francesca	III
Dalla Libera Monica	V	Luciano Sergio	DIRI	Spinozzi Simone	V
De Almeida Nunes	V	Maloberti Sciutto Michela	VII	Talamo Valeria	VI
Manganaro Jose' Carlos		Mamberti Emanuele	IV	Tassistro Michela	V
De Donatis Roberta	V	Marescalchi Tatiana	VI	Taurino Francesco Maria	VI
De Marco Rocco	VI	Miceli Diletta	VI	Toncini Annamaria	V
De Martino Vincenzo	VIII	Millio Marco	VI	Toselli Milena	III
Di Lello Piero	VIII	Osteria Maria Paola	V	Valentino Massimo	III
Distefano Fabio	VII	Palazzo Nicoletta	III	Villani Raffaella	VII
Energico Salvatore	VI				

### *Temì*

#### *Tematiche di ricerca*

Studi fondamentali dei fenomeni di non-equilibrio nell'interazione radiazione/materia superconduttiva; sviluppo di dispositivi superconduttori per la rivelazione di radiazione; effetti quantistici in strutture superconduttive; sviluppo di dispositivi mesoscopici impieganti materiali HTS; dispositivi opto-elettronici superconduttivi e strutture ibride; dispositivi spintronici impieganti materiali superconduttori; analisi non distruttive con sensori SQUID su materiali strutture composite innovative

#### *Stato dell'arte*

Un tema di grande rilevanza nello scenario nazionale ed internazionale è legato allo sviluppo di strutture Josephson che costituiscono insieme probe dei superconduttori e base per dispositivi avanzati di grande rilevanza in connessione alla interazione radiazione-materia e alla realizzazione ed applicazione di strutture SQUID. Tecniche ottiche con sorgenti ultrabrevi aprono la strada a potenziali applicazioni nell'optoelettronica, nella spintronica, e nella dispositiviistica avanzata.



### **Azioni**

#### *Attività da svolgere*

sviluppo di prototipi di rivelatori ultraveloci di tipo superconduttivi per applicazioni nel campo del Single Photon Counting;  
studio di effetti quantistici in strutture superconduttive di tipo Josephson;  
studio di spin-valve superconduttive per il testing di modelli riguardanti gli ibridi S/F;  
ottimizzazione dei dispositivi spintronici basati sull'utilizzo di materiali innovativi per sensoristica e quantum physics;  
realizzazione di misure ed esperimenti di superconduttività di non equilibrio su strutture opto-elettroniche per il testing dei problemi di interfaccia segnale ottico-elettronica superconduttiva e per la procedura inversa;  
studio di effetti mesoscopici in giunzioni con superconduttori ad alta temperatura critica (teoria ed esperimenti), misura dell'energia di Thouless;  
studio sull'effetto Casimir;  
studio del trasporto quantistico, manipolazione coerente degli spin elettronici in quantum dot, conducibilità risonante Kondo in dot e dispositivi mesoscopici;  
sviluppo di un sistema SQUID NDE digitale.

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

manca di disponibilità di apparati criogenici a  $T < 300\text{mK}$  per lo studio degli effetti quantistici macroscopici  
-> richiesta apparecchiatura ed apertura di collaborazioni scientifiche per il superamento dell'ostacolo evidenziato;  
set-up di un apparato di tipo pump-probe a polarizzazione ottica con laser ultraveloci ( $< 100\text{fs}$ ) per lo studio dei rilassamenti di spin -> compatibilità criogenica dell'apparato;  
fabbricazione e caratterizzazione di giunzioni Josephson HTS sub-micrometriche -> ottimizzazione del livello di riproducibilità di tali giunzioni;  
interfacing di dispositivi opto-elettronici alle basse temperature con elettronica superconduttiva -> caratterizzazione dinamica degli accoppiamenti;  
realizzazione di film superconduttivi molto sottili ( $< 20\text{nm}$ ) per la sviluppo di rivelatori ottici ultraveloci -> caratterizzazione superconduttiva dei film realizzati.

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

Nell'ambito delle ricerche portate avanti all'interno di questa commessa sono state sviluppate competenze specifiche nel campo della definizione submicrometrica di dispositivi superconduttivi di tipo Josephson mediante tecniche a focused Ion beam, delle misure di caratterizzazione di dispositivi Josephson anche in regime quantistico, delle misure di nonequilibrio impieganti laser ultraveloci ( $< 100\text{fs}$ ) e dei relativi studi di rilassamento elettronico, della realizzazione di dispositivi spintronici sia a GMR che di tipo spin-valve, impieganti tecnologie superconduttive e tradizionali, delle misure di analisi non distruttive su materiali compositi di nuova generazione e di interesse industriale.

#### *Strumentazione*

MQT Electronics front-end: sistema misure di macroscopic quantum tunnelling fino a  $T=0.3\text{K}$ , completo di acquisizione di segnale ed analisi dei dati;  
sistema per la caratterizzazione di dispositivi spintronici fino a  $T=2\text{K}$ ;  
Sistema di misura per spettroscopia risolta in tempo ( $100\text{fs}$ ) per lo studio di rilassamenti elettronici sia in ampiezza che in fase -in fase di completamento-;  
Sistema NDE basato su SQUIDS e sensori em convenzionali per analisi non distruttive su materiali industriali;  
Sistema criogenico  $^3\text{He}$  per caratterizzazione a basso rumore di JJs fino a  $T=0.3\text{K}$ ;  
facilities fotolitografiche risoluzioni ultime di  $1\text{micron}$  e sistemi per wet e dry etching;  
Sistemi UHV a magnetron sputtering per la deposizione di film sottili superconduttivi sia a bassa che ad alta temperatura critica, metalli ed ossidi.

#### *Tecniche di indagine*

MQT Electronics front-end: sistema misure di effetto Josephson fino a  $T=0.3\text{K}$ , completo di acquisizione di segnale ed analisi dei dati;  
Sistema di misura per spettroscopia risolta in tempo ( $< 100\text{fs}$ ) per lo studio di rilassamenti elettronici sia in ampiezza che in fase.

#### *Tecnologie*

Facilities fotolitografiche con risoluzione ultima di  $1\text{micron}$ ;  
sistemi per wet e dry etching per la definizione delle geometrie;  
sistemi UHV a magnetron sputtering (dc e rf) per la deposizione di film sottili superconduttivi, sia a bassa che ad alta temperatura critica, metalli ed ossidi superconduttivi.



*Collaborazioni (partner e committenti)*

CNR Institute of Cybernetics, Naples: LTS JJs fabrication on electro-optical substrates (LiNbO<sub>3</sub> and LiTaO<sub>3</sub>) and for junction modelling;

Technical University of Denmark (Prof. N.F. Pedersen), Denmark, for Josephson junction electro-dynamics and modelling;

University of Rochester USA: single-photon superconducting detectors and nonequilibrium kinetic inductance analysis;

University of S. Luis de Potosi and South Caroline University USA (Prof. B. Ivlev), Mexico: nonequilibrium superconductivity and quantum physics

University of Twente NL (Prof. A. Golubov): nonequilibrium superconductivity and proximity effect in superconductor/ferromagnet hybrid heterostructures and devices;

University of Erlangen D (Prof. A. Ustinov): quantum escape measurements in Josephson escape measurements;

CSNSM, Orsay, Paris F (Prof. M. Aprili): design and realization of three terminal devices employing superconductor/ferromagnetic structures.

*Iniziativa per l'acquisizione di ulteriori entrate*

Le attività della commessa sono state parte centrale in una serie di progetti presentati al MIUR ed alla Regione Campania. Inoltre, si prevede di dare seguito a progetti di networking europeo, a cui i ricercatori della commessa hanno già partecipato in maniera massiccia nel recente passato, e di produrre applications all'interno del VII PQ. Inoltre, sono previste commesse da partner industriali su aspetti riguardanti lo sviluppo di sensoristica avanzata e tecnologie di caratterizzazione elettronica.

**Finalità**

*Obiettivi*

Misure spettroscopiche risolte in tempo fino alle basse temperature; fabbricazione di giunzioni superconduttive LTS e HTS di alta qualità, e loro utilizzo in misure di tipo fondamentale;

dispositivi superconduttivi su substrati otticamente attivi per applicazioni opto-elettroniche; sviluppo di rivelatori superconduttivi per il single photon counting;

studio della risposta elettromagnetica in materiali compositi in presenza di difettosità controllate;

sviluppo di dispositivi innovativi spintronici, anche su scala sub-micrometrica, per applicazioni nel campo della sensoristica avanzata.

*Risultati attesi nell'anno*

misure preliminari di rivelazione ultraveloce con strip superconduttive prossimizzate;

realizzazione di spin-valve superconduttive e studio del comportamento Josephson in strutture ibride S/F;

misure di superconduttività di nonequilibrio su strutture opto-elettroniche integrate;

esperimenti per lo studio di effetti mesoscopici in giunzioni con superconduttori ad alta temperatura critica;

studio sperimentale sull'effetto Casimir;

studi teorici del trasporto quantistico in quantum dot e più in generale in dispositivi mesoscopici;

testing di un sistema NDE impiegante SQUIDS digitali.

*Potenziale impiego*

*- per processi produttivi*

Il danneggiamento dei materiali compositi in seguito ad impatti costituisce un campo di ricerca applicata di grande interesse, soprattutto perché su tali materiali verterà la costruzione dei futuri aerei. Le tecniche di analisi non distruttive con sensori superconduttivi SQUID possono dare risposte importanti a problematiche connesse con la creazione di delaminazioni, e successivamente di rotture di fibre, con pericolose compromissioni della stabilità. Il personale scientifico della commessa è molto impegnato nel rendere gli output di tali misure magnetiche leggibili in termini di imaging per la vasta comunità 'industriale' abituata ad una visualizzazione del difetto in tempo reale con la misura.

*- per risposte a bisogni individuali e collettivi*

**Moduli**

**Modulo:** Aspetti di fisica quantistica macroscopica, dispositivi superconduttivi e spintronici

**Istituto esecutore:** Centro di responsabilità scientifica INFN

**Luogo di svolgimento attività:** CRS COHERENTIA



*Risorse commessa 2007*

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
165	14	0	52	231	45	59	241	N.D.	517

valori in migliaia di euro

<i>Unità di personale di ruolo*</i>	
ricercatori	Totale
1	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
9	3	0	2	0	0	0	0	3	17

<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





## Aspetti fondamentali della fisica delle perovskiti

### Dati generali

<b>Progetto:</b>	Materiali, sistemi e dispositivi magnetici e superconduttori
<b>Tipologia di ricerca:</b>	Progetti relativi a linee tematiche a carattere strategico
<b>Istituto esecutore:</b>	Centro di responsabilità scientifica INFN
<b>Sede principale svolgimento:</b>	CRS COHERENTIA
<b>Dip. di prevista afferenza:</b>	Materiali e Dispositivi
<b>Responsabile indicato:</b>	LORENZO MARRUCCI

### Elenco dei partecipanti

	liv.		liv.		liv.
Arnone Alberto	IX	Fortunati Francesca	VI	Parisi Cristina	VII
Ballerio Gabriele	VII	Franchini Daniela	VI	Parodi Elena	V
Barraco Ignazia	V	Franguelli Simona	VI	Pernati Barbara	V
Beltrami Monica	V	Garbarino Maria Carla	V	Pittaluga Dameri	VII
Beroldo Raffaella	VII	Gennai Irene Maria	VI	Alessandro	
Bolla Matilde	VI	Genovese Giuseppe	V	Poggi Sabrina	V
Borello Gian Piero	II	Imperatore Antonucci	VI	Pollio Daniela	VII
Cagnana Barbara	V	Danilo		Punginelli Marco	VI
Calvi Francesca	IV	Ivaldi Fulvia	VII	Santroni Adriana	VI
Camauli Enrico	V	La Ferla Michela	VI	Savoldi Giovanna	V
Caporali Andrea	IV	Lamura Gianrico	III	Sciaccaluga Liliana	V
Corezzola Paola	VI	Lo Grasso Giusy	VI	Scotto Stefania	VI
Dalla Libera Monica	V	Loffredo Antonia	VII	Spano' Francesca	III
De Almeida Nunes	V	Luciano Sergio	DIRI	Spinuzzi Simone	V
Manganaro Jose' Carlos		Maloberti Sciuotto Michela	VII	Talamo Valeria	VI
De Donatis Roberta	V	Mamberti Emanuele	IV	Tassistro Michela	V
De Marco Rocco	VI	Marescalchi Tatiana	VI	Taurino Francesco Maria	VI
De Martino Vincenzo	VIII	Miceli Diletta	VI	Toncini Annamaria	V
Di Lello Piero	VIII	Millio Marco	VI	Toselli Milena	III
Distefano Fabio	VII	Osteria Maria Paola	V	Varlamov Andrei	I
Energico Salvatore	VI	Palazzo Nicoletta	III	Villani Raffaella	VII
Foppiano Caterina	V	Paparo Domenico	III		

### Temi

#### Tematiche di ricerca

Fisica fondamentale di ossidi perovskitici, quali cuprati e manganiti, e di materiali affini, con particolare riguardo agli effetti delle forti correlazioni elettroniche (es.: superconduttività, magnetoresistenza colossale). Ruolo della geometria a film sottile (strain, confinamento). Tecniche di spettroscopia ottica (IR, Raman, fluorescenza risolta in tempo), a microonde, STM, e ARPES. Tecniche spettroscopiche innovative basate sull'ottica non lineare (SHG, CARS). Applicazioni nel campo dell'optoelettronica superconduttiva e della spintronica.

#### Stato dell'arte

L'attività oggetto della commessa corrisponde ad una delle più vaste linee di ricerca nel campo della fisica della materia in ambito internazionale, anche per le notevoli potenzialità applicative di tali materiali. Le spettroscopie lineari sono molto utili e ampiamente utilizzate, ma molti fenomeni restano non chiariti. Le tecniche ottiche non lineari rappresentano invece una frontiera aperta solo recentemente, ma che promette di fornire informazioni non accessibili con le tecniche lineari.

### Azioni

#### Attività da svolgere

Si prevede di continuare gli studi spettroscopici IR, Raman e in microonde dei materiali oggetto della commessa, nonché gli studi teorici associati. In particolare, sul piano sperimentale, si menziona l'apertura recente di una nuova linea di ricerca sulla famiglia degli ossidi di vanadio, dove l'insorgere della transizione isolante-metallo è guidata sia dalla interazione elettrone-elettrone sia da quella elettrone-fonone. Inoltre, l'apparato per la spettroscopia Raman-coerente dovrebbe essere completato con l'apparecchiatura criogenica necessaria per studiare l'YBCO nel suo stato superconduttivo, con l'obiettivo di rivelare le segnature dei processi di pair-breaking fotoindotto (come si vedono nel Raman ordinario) e di studiarne la dinamica. Sul



piano teorico, ci stiamo concentrando sullo studio della conducibilità ottica e dei processi di fotoemissione nel modello (tJ), includendo gli effetti di interazione elettrone-fonone.

*Punti critici e azioni da svolgere*

*Competenze, tecnologie e tecniche di indagine*

- Spettroscopia infrarossa (IR) e Raman di materiali solidi, anche in condizioni criogeniche e/o ad alte pressioni (cella di Anvil).
- Spettroscopia ottica di fluorescenza risolta in tempo.
- Spettroscopia ottica non lineare di superfici e di film (generazione di seconda armonica, SHG; raman coerente Stokes e anti-Stokes, CRSR e CARS).
- Spettroscopia a microonde.
- Misure di proprietà di trasporto in condizioni criogeniche.
- Spettroscopia STM criogenica.
- Teoria e modelli, teorie di campo quantistico delle fluttuazioni, metodi numerici per la simulazione di sistemi fortemente correlati.

*Strumentazione*

- Strumentazione della beamline IR presso Sincrotrone ELETTRA (microscopio e interferometro IR).
- Spettrometro IR
- Spettrometro micro-Raman
- Apparato per la spettroscopia in fluorescenza risolta in tempo
- Apparato per la spettroscopia non lineare SHG
- Apparato per la spettroscopia non lineare raman coerente Stokes o anti-Stokes
- Apparato per la spettroscopia a microonde
- Apparato per la spettroscopia STM criogenica

*Tecniche di indagine*

Vedi sopra.

*Tecnologie*

- metodologie innovative di spettroscopia ottica non lineare
- metodologie innovative di modellazione numerica di sistemi elettronici fortemente correlati e dell'interazione con il reticolo (polaroni)
- tecnologia brevettata per la realizzazione di componenti ottici innovativi a fase geometrica

*Collaborazioni (partner e committenti)*

Il team dispone di un'ampia rete di collaborazioni con diversi gruppi di ricerca di punta a livello internazionale (in particolare con Northeastern Univ. USA, Univ. of Zurich CH, Imperial College, UK, ecc.). Un accordo formalizzato è stato sottoscritto con gli Argonne National Laboratories (USA). Infine, è in atto e si prevede committenza per ricerca da parte della commissione europea (programma quadro), dalla regione e dal MIUR.

*Iniziative per l'acquisizione di ulteriori entrate*

Richieste di finanziamento al VII PQ, FIRST (MUR), nonché su bandi regionali.

Acquisizione di contratti da partner industriali per lo sviluppo di sistemi basati su nuova tecnologia per la componentistica ottica.

*Finalità*

*Obiettivi*

Migliorare la comprensione del ruolo dei vari gradi di libertà di carica, di spin e orbitali, del disordine e dell'interazione elettrone-fonone nella fisica degli ossidi perovskitici. Implementare tecniche spettroscopiche innovative basate sull'ottica non lineare e risolta in tempo per acquisire nuove informazioni sulla fisica di questi materiali.

Gestire e migliorare le prestazioni della beam-line IR di Elettra (SISSI).

*Risultati attesi nell'anno*

Avanzamento della conoscenza della fisica di alcune perovskiti, con particolare riguardo all'interazione elettrone-fonone.

Acquisizione dei primi spettri Raman-coerenti criogenici, con caratteristiche spettrali associate alla superconduttività (pair-breaking).



**Potenziale impiego**

**- per processi produttivi**

- Creazione del know-how necessario per la progettazione e/o l'ottimizzazione di nuovi materiali per applicazioni nell'elettronica del futuro

- Ricaduta nella tecnologia delle tecniche spettroscopiche per l'analisi di materiali

- Sviluppo di nuove tecnologie nell'ottica e nella dispositiviistica elettronica

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

Avanzamento della conoscenza umana.

**Moduli**

**Modulo:** Aspetti fondamentali della fisica delle perovskiti

**Istituto esecutore:** Centro di responsabilità scientifica INFM

**Luogo di svolgimento attività:** CRS COHERENTIA

**Risorse commessa 2007**

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>
275	18	36	52	381	43	97	248	N.D.	672

valori in migliaia di euro

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

\*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
12	0	0	0	0	0	0	0	0	12

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

\*dottorati, borse di studio, assegni di ricerca





# **Microelettronica, Sensori e Microsistemi**



## Dispositivi ad effetto di campo per elettronica di larga area e iperfrequenze

### *Dati generali*

<b>Progetto:</b>	Microelettronica, Sensori e Microsistemi
<b>Tipologia di ricerca:</b>	Progetti relativi a linee tematiche a carattere strategico
<b>Istituto esecutore:</b>	Istituto di fotonica e nanotecnologie
<b>Sede principale svolgimento:</b>	Sede principale Istituto
<b>Dip. di prevista afferenza:</b>	Materiali e Dispositivi
<b>Responsabile indicato:</b>	GUGLIELMO FORTUNATO

### *Elenco dei partecipanti*

Fortunato Guglielmo	liv. I	Pecora Alessandro	liv. III	Valletta Antonio	liv. III
Mariucci Luigi	III				

### *Temi*

#### *Tematiche di ricerca*

Obiettivi dell'attività sono lo sviluppo di dispositivi avanzati per applicazioni in elettronica di larga area, con processi a bassa temperatura su substrati flessibili, l'integrazione di processi di laser annealing per la formazione di giunzioni ultra-sottili. Questo obiettivo verrà perseguito attraverso la realizzazione di moduli di processo avanzati, dispositivi prototipali, tecniche di caratterizzazione e modellizzazione.

#### *Stato dell'arte*

Tra i settori emergenti della Information and Communication Technologies rientra la Large Area Electronics (LAE). Il settore della LAE deve il suo sviluppo alla tecnologia dei transistor a film sottile e attualmente i display a schermo piatto sono l'applicazione di maggiore successo. Di particolare interesse sono la realizzazione di display su substrati plastici e l'elettronica a basso costo utilizzando semiconduttori organici. Tali tecnologie richiedono lo sviluppo di processi a bassa temperatura per la realizzazione dei dispositivi e notevoli progressi sono stati effettuati in questi ultimi anni. Ad esempio nell'ambito del progetto Europeo Flexidis, al quale la commessa partecipa, sono stati realizzati dei prototipi di display flessibili su poliammide, che aprono nuove frontiere per applicazioni quali la telefonia mobile o l'e-book.

### *Azioni*

#### *Attività da svolgere*

Nell'ambito del progetto Europeo Flexidis, si prevede di completare l'analisi delle caratteristiche elettriche e della stabilità di TFT a silicio policristallino realizzati su poliammide. In particolare saranno effettuate misure elettriche e test di stabilità elettrica accelerati in diverse condizioni di curvatura del substrato. Inoltre, si collaborerà con l'Ecole Polytechnique per la realizzazione di TFT a silicio microcristallino con nuove architetture per la soppressione della corrente di off.

Nell'ambito del progetto con ST Microelectronics saranno sviluppati processi di fabbricazione per TFT a silicio policristallino su substrato plastico. In particolare, verrà ottimizzato il processo di realizzazione di TFT a silicio policristallino su strati di poliammide, ottenuti mediante spin-coating su substrati di Si e quindi delaminati. Verrà inoltre sviluppato un processo completo per la realizzazione di TFT con materiali organici, quali il pentacene, includendo l'incapsulamento realizzato mediante polimeri quali il parilene.

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

Uno dei punti critici nella realizzazione di dispositivi organici è la stabilità temporale delle caratteristiche elettriche. Particolare attenzione sarà rivolta alla messa a punto di strati di incapsulamento dei dispositivi, utilizzando strati sia inorganici (ossidi o nitrucci di silicio) che organici (parilene, PVA, ecc.).

Altro aspetto critico è rappresentato, nell'ambito della realizzazione di TFT a silicio policristallino su substrati plastici, il processo di idrogenazione dei difetti presenti all'interfaccia isolante/semiconduttore, viste le limitazioni in temperatura.

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

La commessa dispone di competenze nella realizzazione, caratterizzazione e simulazione, mediante analisi numerica bidimensionale, di dispositivi a film sottile.

#### *Strumentazione*

Si dispone delle attrezzature per i processi fotolitografici e di definizione mediante dry etching di film isolanti e semiconduttori amorfi o policristallini. Sono inoltre disponibili tecniche di crescita di film mediante plasma CVD ed ECR-plasma CVD, evaporazione di materiali organici, sistemi di deposizione di metalli sia mediante



evaporazione termica che per sputtering. Un ruolo centrale tra le tecniche utilizzate è rappresentato dal sistema di laser annealing, che consente la ricristallizzazione di materiali amorfi e l'attivazione di specie droganti in semiconduttori.

Nell'ambito delle tecniche di caratterizzazione sono disponibili 4 probe station per misure I-V e C-V in funzione della temperatura. Sono disponibili 2 spettrofotometri (Uv-Vis, FTIR) per l'analisi dei film depositati. Infine, si dispone di un programma di simulazione numerica bidimensionale per l'analisi delle caratteristiche elettriche dei dispositivi.

#### *Tecniche di indagine*

Si dispone di tecniche per la caratterizzazione elettrica di dispositivi a semiconduttore sia in DC che in frequenza per lo studio, ad esempio, di fenomeni quali quelli indotti da portatori caldi, instabilità elettrica, processi di self-heating. Per la maggiore comprensione di tali fenomeni i risultati sperimentali sono analizzati attraverso simulazione numerica bidimensionale. La combinazione di risultati sperimentali e simulazione numerica consente di comprendere in maniera dettagliata il comportamento dei dispositivi e di sviluppare nuove architetture per l'ottimizzazione delle caratteristiche dei dispositivi.

#### *Tecnologie*

L'analisi numerica bidimensionale, attraverso programmi commerciali (DESSIS) o sviluppati in casa, è ampiamente utilizzata per lo studio delle caratteristiche elettriche dei dispositivi a film sottile realizzati.

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

Le attività prevedono la stretta collaborazione con: ST-Microelectronics, CNR-IMM, Università di Oslo, Lambda Physik, Philips, ENEA, CNRS-LPICM, LETI, CNR-IMIP.

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

Si prevede di partecipare ad almeno due proposte di progetti che saranno sottomesse nel primo call for proposal - ICT, del VII programma quadro della UE.

#### **Finalità**

##### *Obiettivi*

Obiettivo generale delle attività è lo sviluppo di tecnologie e dispositivi avanzati per applicazioni in ambito dell'elettronica di larga area (con processi a bassa temperatura su substrati flessibili) e dispositivi di potenza. Questo obiettivo verrà perseguito attraverso la realizzazione di moduli di processo avanzati, dispositivi prototipali, un continuo aggiornamento delle tecnologie e caratterizzazione dei dispositivi realizzati.

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

Caratterizzazione e modellizzazione dei fenomeni di stabilità elettrica in TFT a silicio policristallino realizzati su poliammide in funzione delle condizioni di curvatura del substrato.

Realizzazione di TFT a silicio microcristallino, in collaborazione con l'Ecole Polytechnique, con bassa corrente di off.

Processo di realizzazione di TFT a silicio policristallino su substrati plastici.

Processo di realizzazione di TFT a pentacene, includente strato di passivazione.

##### *Potenziale impiego*

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

La tecnologia dei transistor a film sottile a silicio policristallino trova grande interesse nell'ambito della realizzazione di display a matrice attiva e di applicazioni di elettronica di larga area.

Attualmente ST-Microelectronics ha dimostrato un forte interesse verso tale tecnologia, confermato dal contratto di ricerca che ci vede collaborare in questo settore. Nell'ambito del progetto FlexiDis, si sta collaborando con LETI e Philips allo sviluppo di una tecnologia di TFT su substrati flessibili per la realizzazione di display a matrice attiva.

L'integrazione di processi di laser annealing nella realizzazione di dispositivi MOS di potenza, in collaborazione con ST-Microelectronics, ha già prodotto importanti risultati, consentendo l'ulteriore riduzione delle geometrie, ed è pensabile che tale processo possa effettivamente essere impiegato in produzione.

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

Lo sviluppo di dispositivi per elettronica di larga area è alla base della realizzazione di sempre più complessi sistemi per la visualizzazione, quali display a cristalli liquidi, a diodi emettitori organici, elettroforetici, in cui non solo la matrice di pilotaggio ma anche i circuiti di indirizzamento ed altre funzioni sono realizzati con tecnologia a film sottile. La presenza di display è ormai pervasiva nella tecnologia dell'informazione (personal



computer, telefoni mobili, palmari, ecc.) e la possibilità di sistemi a basso costo e su substrati flessibili apre nuove opportunità applicative quali e-book, e-paper, tags, display conformabili.

#### **Moduli**

**Modulo:** Dispositivi per elettronica di larga area  
**Istituto esecutore:** Istituto di fotonica e nanotecnologie  
**Luogo di svolgimento attività:** Sede principale Istituto

#### **Risorse commessa 2007**

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
230	113	117	0	460	91	321	122	N.D.	673

valori in migliaia di euro

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

\*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	4	1	3	0	0	0	1	0	9

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

\*dottorati, borse di studio, assegni di ricerca





## **Sviluppo, caratterizzazione strutturale e modelling di strutture avanzate per elettronica**

### *Dati generali*

<b>Progetto:</b>	Microelettronica, Sensori e Microsistemi
<b>Tipologia di ricerca:</b>	Progetti relativi a linee tematiche a carattere strategico
<b>Istituto esecutore:</b>	Istituto dei materiali per l'elettronica ed il magnetismo
<b>Sede principale svolgimento:</b>	Sede principale Istituto
<b>Dip. di prevista afferenza:</b>	Materiali e Dispositivi
<b>Responsabile indicato:</b>	GIANCARLO SALVIATI

### *Elenco dei partecipanti*

Antonacci Claudio	liv. IV	Catellani Alessandra	liv. II	Leccabue Fabrizio	liv. II
Attolini Giovanni	IV	Ferrari Claudio	II	Magno Rosella	VII
Battaglioli Miria	IV	Frigeri Cesare	II	Nasi Lucia	III
Bocchi Claudio	II	Gombia Enos	II	Salviati Giancarlo	I
Bocelli Gabriele	II	Lazzarini Laura	III	Watts Bernard Enrico	III

### *Temi*

#### *Tematiche di ricerca*

Preparazione e studio di materiali per elettronica, sensoristica e biosensoristica  
Determinazione del tipo e densità del contaminante residuo in epi-Si. Studio di processi di impiantazione e successivi trattamenti termici Si e in SiGe utilizzando l'emissione secondaria da campo X stazionario.  
Preparazione di film sottili di 3C-SiC/Si mediante precursori non tradizionali. Studio dei processi di deposizione di molecole organiche su Si(C). Crescita e caratterizzazione di film sottili di ossidi ad alta k  
Simulazioni ab initio di superfici nanostrutturate  
Studio mediante calcoli da primi principi delle proprietà elettroniche di nanostrutture di semiconduttori a larga gap. Funzionalizzazione di superfici e strutture ed individuazione di strategie per la realizzazione di dispositivi  
Sviluppo di metodologie diagnostiche nanometriche strutturali ed ottiche  
Studio delle proprietà strutturali ed ottiche di nanostrutture III-N per nanofotonica, di film sottili di SiC per sensoristica e di isole di SiGe/Si per transistor a singolo elettrone. Modulazione controllata del band-gap in GaPN:H mediante scrittura elettronica per guide ottiche planari. Studio del degrado di LED e Laser di InGaN

#### *Stato dell'arte*

Il mercato mondiale dei semiconduttori ha superato nel 2005 la soglia dei 400 miliardi di dollari, superiore al mercato mondiale dell'automobile. Nonostante il settore industriale abbia raggiunto dimensioni economiche rilevanti, l'innovazione costituisce ancora il fattore competitivo determinante, in particolare nello sviluppo di nuovi materiali e dispositivi e nell'ottimizzazione di processi per superare i problemi legati al procedere dello scaling. Oltre alla tecnologia del Silicio, a livello internazionale, è di interesse strategico lo sviluppo di materiali nanostrutturati e l'ottimizzazione di processi per nuovi e più sensibili sensori totalmente inorganici funzionanti in ambienti estremi oltre che per biosensori da utilizzare nei campi della sicurezza e della salute.

### *Azioni*

#### *Attività da svolgere*

Individuazione mediante HRXRD, XRPS, XTEM dei difetti da impiantazione di In e degli effetti dei successivi trattamenti termici in strati di  $\text{GeSi}_{1-x}$  in funzione di x. Determinazione mediante EBIC e DLTS stratigrafica del tipo e densità di contaminante tramite lo studio del gettering del Fe in epi-Si. Crescita ed ottimizzazione di film sottili di 3C-SiC/Si policristallino per sensori sia a membrana di SiC che funzionalizzati con molecole organiche. Deposizione di film sottili di ossidi ad alta k e loro caratterizzazione ad alte frequenze.  
Studio mediante calcoli ab initio di possibili funzionalizzazioni di superfici e strutture di semiconduttori del gruppo IV e/o a larga gap.  
Ottimizzazione mediante HRXRD e XTEM di strati multipli di isole di SiGe cresciute su substrati pre-patternati di  $\text{SiO}_2/\text{Si}$ . Studio delle proprietà strutturali di nanowires di GaN mediante mappe X nel r.r..  
Irraggiamento elettronico di strati di GaPN:H e determinazione della percentuale di recupero delle condizioni pre-idrogenazione per la modulazione controllata delle proprietà ottiche. Studio degli effetti indotti da stress termici ed elettronici sulla vita media di LED e Laser a base di Nitruro



*Punti critici e azioni da svolgere*

Le competenze ed il numero dei ricercatori consentono lo svolgimento del programma proposto. Ciò nonostante, permangono alcuni punti di criticità legati alla necessità di acquisizione di nuovo personale di ruolo in vista del pensionamento di due unità di personale ricercatore alla fine del 2007. È inoltre necessario un posto da ricercatore a tempo determinato per affiancare e rafforzare l'interazione tra attività di calcolo e sperimentali tra tutti i WPs. Per quanto riguarda le attrezzature è necessario acquisire una stazione di calcolo che è indispensabile per la rappresentazione grafica, per tutte le simulazioni classiche, incluse quelle per la preparazione di input, ma anche per calcoli su sistemi modello. È inoltre ormai imperativo l'acquisto di un SEM ambientale con filamento ad emissione di campo per lo studio di superfici funzionalizzate con molecole organiche.

*Competenze, tecnologie e tecniche di indagine*

Crescita di film sottili di SiC policristallino mediante epitassia da fase vapore, crescita di ossidi ad alta  $k$  mediante sol-gel, caratterizzazione strutturale, ottica ed elettrica su scala submicrometrica, programmi allo stato dell'arte per calcolo ab initio delle proprietà elettroniche e programmi di calcolo per le proprietà strutturali, scrittura elettronica al SEM su aree sub-micrometriche in composti III-N-V:H per band gap engineering nel piano e per protocolli di aging elettronico controllato di dispositivi III-N.

*Strumentazione*

Reattori MOCVD, Diffrattometro X-PERT ad alta risoluzione a cristalli multipli, Diffrattometro Philips a doppio cristallo, Camera per Topografia ad alta risoluzione, Sincrotrone, Microscopio Elettronico in Trasmissione, Microscopio Elettronico a Scansione, Catodoluminescenza, Fotoluminescenza, DLTS, Fotolitografia, Ion milling.

*Tecniche di indagine*

Diffrazione dei raggi X in alta risoluzione e mappe di reticolo reciproco, riflettività X, topografia a raggi X a doppio cristallo, spettroscopia da fotoelettroni, microscopia elettronica in trasmissione ed a scansione con microanalisi a raggi X e tecnica EBIC, Catodoluminescenza in funzione di T, ( $6 < T < 300$  K) della profondità e della potenza di eccitazione; tecniche capacitive e di spettroscopia di livelli profondi, microscopia a forza atomica.

*Tecnologie*

Reattore epitassiale MOVPE, tecnica del sol gel, litografia ottica, camere bianche per test pattern litografici et al. (Dip. Ing. Inf. UNI PR), elaboratori IBM-SP5 e CLUSTER IBM-CLX del CINECA, Sincrotrone Grenoble, strati impiantati di Si e SiGe (S&T Microelectronics), strati multipli di isole di SiGe (Dip. di Fisica dell'Università ROMA 3), Laser a base di GaN (MATSUSHITA) e strati GaPN idrogenati (Dip. Fisica Roma1).

*Collaborazioni (partner e committenti)*

M. Camalleri, S&T Microelectronics; G. Borionetti, MEMC; K. Tateno, NTT Labs-JAP; T. Sekiguchi, NIMS-JAP; Ing. V. Haerle, OSRAM, Regensburg-GER; A. Cerabolini GAVAZZI Spazio, A. Rizzi, Università di Göttinga-GER; S. Iannotta IFN-CNR- Trento; V. Grillo, INFN-CNR-TASC, Trieste; G. Capellini, A. De Seta, Dip. di Fisica-Università Roma3; M. Capizzi, A. Polimeri, Dip. Di Fisica-Università Roma1; E. Zanoni, G. Meneghesso, Dip. Ing. Informazione-Università di Padova; A. Cavallini, Dip. di Fisica-Università di Bologna; M. Manfredi, M. Pavesi, Dip. Di Fisica-Università di Parma; G. Cicero, G. Brandino, Dip. di Fisica-Politecnico di Torino; Centro Nazionale S3 e Dipartimento di Fisica-Università di Modena e Reggio Emilia; P. Cova, N. Del Monte, Dipartimento di Ingegneria dell'Informazione-Università di Parma.



*Iniziative per l'acquisizione di ulteriori entrate*

- contraente: FPVII
- progetto: Hydrogen-assisted defect engineering for in-plane modulation of the electronic properties of dilute nitrides
- Importo: 200000 j
- Durata: 2007-2009
- Entrate previste per 100000 j nel 2007

- contraente: FPVII
- progetto: Functionalization of ZnO-based nanowiskers for biosensing
- Importo: 200000 j
- Durata: 2007-2009
- Entrate previste per 100000 j nel 2007

- contraente: CNR
- progetto: Sensore a membrana vibrante di SiC
- Importo: ...j 3 anni
- Durata: 2007-2009
- Entrate previste per 10000 j nel 2007

**Finalità**

*Obiettivi*

- Studio delle modificazioni reticolari indotte da specie coimpiantate in Si e SiGe per la riduzione degli effetti di canale corto in CMOS. Individuazione delle procedure di gettering intrinseco p<sup>+</sup> ottimali e riduzione di impurezze in epi-Si per EEPROM.
- Crescita MOVPE, ottimizzazione e caratterizzazione di film di 3C-SiC poli su Si da 2' con precursori alternativi a Silano e Propano.
- Deposizione da sol gel e studio delle proprietà dielettriche ad alta frequenza di ossidi ad alta k. Realizzazione di strutture MIM e modelling dei dispositivi.
- Studio e progettazione teorica di nanostrutture a semiconduttore e loro funzionalizzazione per la realizzazione di dispositivi.
- Ottimizzazione delle proprietà morfologiche e strutturali di isole di SiGe/SiO<sub>2</sub>/Si prepatternato per la realizzazione di transistor a singolo elettrone.
- Scrittura elettronica su scala sub-micrometrica in strutture GaPN:H per il ripristino di condizioni pre-idrogenazione per band gap engineering sul piano.
- Identificazione e modeling di meccanismi di guasto in LED e laser industriali composti da leghe III-N.

*Risultati attesi nell'anno*

Determinazione del profilo di impiantazione di In in strati di SiGe in funzione della concentrazione di Ge e dell'influenza dei trattamenti termici sul profilo di impiantazione. Determinazione dell'efficacia del gettering intrinseco e p<sup>+</sup> in epi-Si. Crescita di film sottili di 3C-SiC-poli/Si utilizzando il precursore CBr<sub>4</sub>. Confronto delle proprietà strutturali ed ottiche con i film cresciuti con propano e silano. Studio delle condizioni di crescita di molecole organiche su substrati di SiC mediante AFM. Crescita di film sottili di ossidi ad alta k e metodologie di studio con spettroscopia dielettrica per la comprensione delle proprietà dielettriche e di capacitori ad alta frequenza. Funzionalizzazione di superfici e strutture di semiconduttori a larga gap ed individuazione delle strategie per la realizzazione di dispositivi. Ottimizzazione delle condizioni di crescita di isole di SiGe su substrati pre-patternati e determinazione della composizione e dimensione media e su scala locale. Scrittura elettronica con diverso grado di recupero in GaPN:H per la possibile ingegnerizzazione sub-micrometrica nel piano del band gap. Modellizzazione dei meccanismi di degrado in LED di InGaN.

*Potenziale impiego*

*- per processi produttivi*

Sviluppo della tecnologia CMOS, di sensori operanti in ambienti ostili e biosensori, di transistor a singolo elettrone, LED e laser a base di GaN, dispositivi ottici integrati.

*- per risposte a bisogni individuali e collettivi*

La tecnologia del XX secolo che ha avuto il maggior impatto sulla nostra vita quotidiana è certamente l'elettronica a stato solido o, più precisamente, l'integrazione su Silicio. Inoltre le esigenze di sicurezza individuale e collettiva sono sempre più pressanti dopo i fatti dell'11 Settembre 2001.



**Moduli**

**Modulo:** Sviluppo, caratterizzazione strutturale e modelling di strutture avanzate per elettronica  
**Istituto esecutore:** Istituto dei materiali per l'elettronica ed il magnetismo  
**Luogo di svolgimento attività:** Sede principale Istituto

**Risorse commessa 2007**

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
481	77	70	0	628	1.065	1.212	123	N.D.	1.816

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
7	1	0	2	0	0	0	0	3	13

<i>Richiesta nuove unità di personale</i>			
tempo determinato	tempo indet	non di ruolo*	Totale
3	2	3	8

\*dottorati, borse di studio, assegni di ricerca



## Dispositivi di potenza ed analogici ad alte prestazioni

### Dati generali

<b>Progetto:</b>	Microelettronica, Sensori e Microsistemi
<b>Tipologia di ricerca:</b>	Progetti relativi a linee tematiche a carattere strategico
<b>Istituto esecutore:</b>	Istituto per la microelettronica e microsistemi
<b>Sede principale svolgimento:</b>	Sede principale Istituto
<b>Dip. di prevista afferenza:</b>	Materiali e Dispositivi
<b>Responsabile indicato:</b>	VITO RAINERI

### Elenco dei partecipanti

	liv.		liv.		liv.
Armigliato Aldo	I	Maita Luigi	IV	Raineri Vito	II
Balboni Roberto	III	Nipoti Roberta	II	Roccaforte Fabrizio	III
Bongiorno Corrado	VI	Pannitteri Salvatore	VI	Solmi Sandro	I
Giannazzo Filippo	III	Parasole Nicolò	VI	Spada Aldo	VI
Lo Nigro Raffaella	III	Poggi Antonella	III	Spinella Rosario Corrado	I

### Temi

#### Tematiche di ricerca

processing su SiC (impiantazione, rinvenimento, ossidazione con particolare riferimento a politipi 4H e 3C), realizzazione di diodi Schottky nanostrutturati, realizzazione di MOS e MOSFET, sviluppo di processing su GaN (metallizzazioni, etching), caratterizzazione elettrica e strutturale di film di high k (composti delle terre rare) e giant k (CCTO), realizzazione di MIM e MOS. Dispositivi di potenza MOS e Schottky con interfacce e barriere nanostrutturate. Sviluppo di tecniche basate sulla caratterizzazione mediante microscopia a scansione di sonda per la determinazione di proprietà fisiche a livello nanometrico quali profili di portatori, proprietà di barriere Schottky, trasporto di cariche in dielettrici. Determinazione di strutture 2D e 3D per applicazioni in dispositivi di potenza avanzati in Si.

#### Stato dell'arte

Benché oltre il 90% dell'industria dei semiconduttori operi su Si esistono applicazioni (attuali o future) che necessitano dispositivi con prestazioni non ottenibili in Si. Sono trainate da interessi strategici (tlc, difesa, spazio, avionica) e dal consumer (gruppi di alimentazione, energia, telefonia mobile, trasmissioni satellitari). Il mercato potenziale è di 100 miliardi di dollari. La parte su SiC è dominata da CREE ed Infineon, con STMicroelectronics e IR che si stanno affacciando sul mercato. Molti dei dispositivi sono già disponibili su scala industriale o pre-industriale. L'esigenza di sviluppare ulteriormente la tecnologia e per dispositivi con prestazioni sempre maggiori rappresenta lo stato dell'arte. Il gruppo in IMM è fra i pochi al mondo con competenze di valenza internazionale dalla caratterizzazione del materiale fino alla realizzazione e valutazione di dispositivi.

### Azioni

#### Attività da svolgere

L'attività da svolgere va sviluppata contestualmente agli obiettivi da raggiungere contestualizzati nei progetti e contratti di ricerca:

- 1) Realizzazione di diodi Schottky di potenza in GaN - Bisogna sviluppare le conoscenze per la realizzazione di strutture di bordo, drogaggi selettivi, isolamenti, ed in genere tecnologie di processing di interesse industriale.
- 2) Realizzazione di HEMT in GaN/AlGaN - Bisogna sviluppare le conoscenze per la realizzazione di contatti ohmici a bassa resistenza di contatto, sviluppare capacità di processing idonee e di interesse industriale.
- 3) Realizzazione di MOSFET in SiC con elevata mobilità di canale - sviluppare interfacce dielettrico SiC idonee.
- 4) Realizzazione di rivelatori UV ad elevata sensibilità - Sviluppare strutture a singolo elettrone in SiC.
- 5) Dispositivi nanostrutturati - sviluppare le capacità di nanoprocessing quali nanolitografia (nanoimprinting, EBL, e SPM based), self-assembling e nanocaratterizzazione.
- 6) Condensatori MIM con elevata densità capacitiva - sviluppare le metodologie per la deposizione di film con elevata costante dielettrica, rispettiva caratterizzazione e capacità di processing per la formazione di MIM.

#### Punti critici e azioni da svolgere

Si rende indispensabile l'acquisizione di spazi per uffici idonei, funzionali e decorosi. Vista ormai la completa insensibilità degli organi di governo dell'ente a tale aspetto si ritiene di doversi rivolgere a privati disponibili a



fornire locali in comodato d'uso gratuito. Si pensa di ricorrere ad una campagna di sensibilizzazione a mezzo stampa.

E' fondamentale procedere ad una stabilizzazione del personale mediante l'espletamento dei concorsi da tempo banditi e la possibilità al personale rimanente di confrontarsi con nuovi concorsi.

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

Realizzazione di dispositivi in GaN: processing per metallizzazioni, contatti, litografie con processi lift off e con attacchi, attacchi chimici con ICP, impiantazione ionica, dispositivi di potenza HEMT.

Realizzazione di dispositivi in SiC: processing per metallizzazioni, litografie, dielettrici, impiantazione ionica, annealing.

Nanotecnologie: nanoimprinting (hot embossing e UV), processi self assembled di cluster metallici.

Deposizioni per MOCVD di ossidi delle terre rare e perovskitici

#### *Strumentazione*

CLEAN ROOM ISO 4 (classe 10) completamente equipaggiata per la realizzazione di dispositivi.

LABORATORIO DI MICROSCOPIA A SCANSIONE DI SONDA:

Digital Instruments Dimension 3100 nanoscope V con testa metrologica e testa standard, moduli per SCM, SSRM, TUNA, C-AFM.

Multimode con controller quadrex e stage per misure in temperatura fino a 200 C

Psia 150: con true non contact, e moduli per misure capacitiva ed in corrente.

DIFFRATTOMETRO di raggi x per caratterizzazione di film sottili

#### *Tecniche di indagine*

microscopia scansione di sonda: microscopia a forza atomica su semiconduttori, dielettrici, organici e materiali biologici. Microscopia a scansione capacitiva e a scansione resistiva per la determinazione di profili di drogante in semiconduttori. Microscopia capacitiva e conduttiva su dielettrici.

Capacità nella caratterizzazione morfologico e strutturale di materiali dielettrici.

#### *Tecnologie*

nanolitografie per nanoimprinting.

capacità di realizzare dispositivi su semiconduttori ad ampia banda proibita

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

Collaborazioni con l'industria:

STMicronics:

sviluppo di processi e dispositivi in SiC, trasferimento tecnologico diodi Schottky MOSFET e rivelatori UV.

Sviluppo di processi e dispositivi in GaN. Caratterizzazione avanzata di strutture 2D e 3D per dispositivi di potenza avanzati in Si.

Collaborazioni con istituzioni scientifiche:

Università di Tours (FR); IMEC (BE); Università di Catania (Dipartimento di

Chimica e Dipartimento di Fisica); Università degli studi di Bologna;

Università degli studi di Modena e Reggio Emilia; Università di Perugia;

Università di Padova; Istituto Nazionale di Fisica Nucleare.

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

Si sta valutando la possibilità di prendere parte a progetti EU del VII programma quadro.

#### *Finalità*

##### *Obiettivi*

Gli obiettivi principali sono: Materiali: Caratterizzazione di film eteroepitassiali di GaN su Si, SiC o zaffiro; deposizioni MOCVD di high e giant k. Processi di fabbricazione: drogaggio selettivo di SiC e GaN (impiantazione e rinvenimento) ossidazione termica, metallizzazione (contatti ohmici e Schottky). Caratterizzazione: caratterizzazione nanostrutturale mediante SPM dei materiali depositi.

Dispositivi: Diodi Schottky nanostrutturati su 4H-SiC; MOSFET su 4H-SiC; Diodi Schottky su GaN; MIM ad alta densità capacitiva mediante CCTO.



#### *Risultati attesi nell'anno*

Durante l'anno ci si aspetta di sviluppare la capacità di realizzare diodi Schottky di potenza in GaN e di comprenderne le ragioni fisiche per il loro ulteriore sviluppo.

Verranno realizzati HEMT ed altri dispositivi in GaN per RF al fine di sviluppare una tecnologia adeguata in Italia.

Si cercherà di comprendere i limiti realizzativi per MOSFET in SiC.

Verranno sviluppate ulteriormente le competenze e capacità in nanotecnologie.

#### *Potenziale impiego*

##### *- per processi produttivi*

Sviluppo di processi per dispositivi di potenza in semiconduttori ad ampia banda proibita. L'impiego di tale tecnologia permetterà all'industria dei semiconduttori collegata (STMicroelectronics, ...) di ampliare il mercato di riferimento con la proposta di nuovi prodotti e nuove tecnologie. I processi produttivi sono tutti ad alta tecnologia ed ad alto valore aggiunto, produzioni quindi che verranno collocate in paesi tecnologicamente avanzati. Le competenze di caratterizzazione avanzata sono di cruciale importanza per lo sviluppo di strutture di potenza tridimensionali in Si. Il loro apporto si è rivelato determinante per l'industria e una proficua collaborazione è in corso.

Dispositivi MIM ad alta densità capacitiva sono l'elemento chiave per la miniaturizzazione dell'elettronica di potenza portatile. Il 90% dell'area microelettronica di un cellulare è occupata da condensatori. Tale area raddoppia ad ogni applicazione aggiuntiva (blue tooth, immagini video, ...).

Lo stesso per tutte le applicazioni wireless. Il potenziale impiego, mediante integrazione in chip in Si, è quindi vasta e copre settori di interesse diffuso in tutta l'elettronica di consumo.

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

I dispositivi che verranno sviluppati trovano il loro potenziale impiego nel campo del trasporto dell'energia, dell'alimentazione elettrica di tutti i prodotti per elettronica di consumo, alimentazione di elettrodomestici e nel campo delle comunicazioni wireless. Risparmio energetico, messa in sicurezza delle reti di distribuzione per evitare black out, trasmettitori wireless più piccoli ed efficienti sono solo alcuni esempi di risposte a bisogni collettivi.

Altri esempi riguardano la diffusione di sistemi wireless che consentiranno il risparmio di materiali preziosi quali il rame con conseguente riduzione dell'impatto ambientale. Molti dei processi che vengono sviluppati sono a basso consumo di materiale inquinante (riduzione di emissioni) e riguardano lo sviluppo di processi ad alta sicurezza per gli operatori (sicurezza sul lavoro).

I sistemi wireless miniaturizzati multifunzione sono alla base di applicazioni nel campo della sicurezza (controllo ambientale antiterrorismo) e della salute (telemedicina, teleassistenza, telemonitoraggio).

#### *Moduli*

**Modulo:** Dispositivi su semiconduttori ad ampia banda proibita  
**Istituto esecutore:** Istituto per la microelettronica e microsistemi  
**Luogo di svolgimento attività:** Sede principale Istituto

**Modulo:** Materiali funzionali e innovativi  
**Istituto esecutore:** Istituto per la microelettronica e microsistemi  
**Luogo di svolgimento attività:** Sede principale Istituto

#### *Risorse commessa 2007*

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
409	22	439	0	870	171	632	410	N.D.	1.451

valori in migliaia di euro

<i>Unità di personale di ruolo*</i>	
ricercatori	Totale
6	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	1	1	3	0	0	0	1	0	6

<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





## Sviluppo di Modelli Fisici, Simulazione e Tecniche Avanzate di Caratterizzazione Strutturale per la Microelettronica

### *Dati generali*

<b>Progetto:</b>	Microelettronica, Sensori e Microsistemi
<b>Tipologia di ricerca:</b>	Progetti relativi a linee tematiche a carattere strategico
<b>Istituto esecutore:</b>	Istituto per la microelettronica e microsistemi
<b>Sede principale svolgimento:</b>	Sede di Bologna
<b>Dip. di prevista afferenza:</b>	Materiali e Dispositivi
<b>Responsabile indicato:</b>	PIER GIORGIO MERLI

### *Elenco dei partecipanti*

	liv.		liv.		liv.
Armigliato Aldo	I	Donolato Cesare	I	Milita Silvia	III
Balboni Roberto	III	Giovannini Giorgia	V	Parisini Andrea	III
Bianconi Marco	III	Lulli Giorgio	II	Servidori Marco	II
Corticelli Franco	V	Merli Pier Giorgio	I	Solmi Sandro	I
Cristiani Stefano	VI	Migliori Andrea	III	Zani Antonio	IV

### *Tem*

#### *Tematiche di ricerca*

Difetti e droganti in Si: analisi strutturale (TEM, RBS-C, X-ray); modelli strutturali, di trasporto e attivazione elettrica; analisi SEM e STEM di strati drogati ultrasottili. Studio di Strain : aumento risoluzione mappe TEM/CBED; misure X alta risoluzione su SON e radenti (luce di sincrotrone) su film organici. Sviluppo modelli analitici per l'elettrostatica. Caratterizzazione con metodi SEM, STEM, microscopia a risoluzione atomica, olografia elettronica e raggi X di materiali nanostrutturati e nanotubi di carbonio.

#### *Stato dell'arte*

Il continuo processo di miniaturizzazione dei dispositivi richiede da un lato lo sviluppo di nuove tecniche di caratterizzazione in grado di spingere l'analisi su scala spaziale nano e sub-nanometrica, dall'altro lo sviluppo di modelli fisici (numerici e analitici) per l'interpretazione delle osservabili di misura. Le finalità sono una maggiore comprensione e controllo dei processi tecnologici avanzati e la validazione di tecniche di simulazione di processo.

### *Azioni*

#### *Attività da svolgere*

L'attività TEM/CBED verrà applicata all'analisi di strutture di isolamento di ultima generazione in Si per la mappatura dello strain. Verrà esplorata la possibilità di impiegare tecniche congiunte di channeling elettronico e CBED per l'analisi nanostrutturale di cristalli di SiC. La ricerca sui profili chimici di drogaggio affronterà il problema della determinazione della sensibilità per le diverse specie impiantate. Si inizierà inoltre a investigare la possibilità di rendere quantitative le analisi effettuate. Nell'ambito della cristallografia elettronica si svilupperà un dispositivo per implementare sul TEM la tecnica della precessione elettronica e verranno caratterizzate da un punto di vista

strutturale e microanalitico nanoparticelle di PbS e nano-wire di Bi<sub>2</sub>S<sub>3</sub>. L'olografia elettronica verrà applicata allo studio di nanotubi e nanowires.

Lo studio analitico di problemi di elettrostatica affronterà il problema dei contatti metallo-semiconduttore o conduttore-plasma.

Le metodiche di caratterizzazione X proseguiranno la caratterizzazioni di nanoparticelle di C e di nanotubi ed inizieranno lo studio di semiconduttori cristallini in matrici dielettriche.

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

Per tutte le ricerche che prevedono l'utilizzo della microscopia elettronica a trasmissione il punto maggiormente critico è rappresentato dalla mancanza di un focused ion beam (FIB) che consenta la preparazione di sezioni trasverse sottili con spessore costante.

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

Competenze metodologiche in microscopia elettronica, raggi X, analisi con fasci ionici. Competenze nella modellizzazione di processi di interazione radiazione materia. Metodiche fisico matematiche per lo studio di microcampi elettrostatici.



#### *Strumentazione*

Microscopio elettronico a scansione con emettitore a effetto di campo.  
Microscopio elettronico a trasmissione da 200keV dotato di sorgente ad elevata brillantezza, accessorio STEM, biprisma elettronico per olografia e accessori analitici.  
Diffrattometro a raggi X per polveri e film sottili e diffrattometro a cristalli multipli per alta risoluzione.  
Beamline da 2 MeV dell'acceleratore HV-TANDETRON per analisi con fasci ionici (RBS-C).

#### *Tecniche di indagine*

Microscopia elettronica in trasmissione (TEM): contrasto di diffrazione; alta risoluzione (HREM); diffrazione elettronica a fascio convergente (CBED); olografia elettronica; cristallografia elettronica; microscopia elettronica a scansione in trasmissione (STEM), microanalisi TEM.  
Microscopia elettronica a scansione (SEM): immagini con elettroni retrodiffusi, secondari e trasmessi; microanalisi.  
Raggi X: diffrazione da polveri; diffrazione ad alta risoluzione da monocristalli; riflettività (amorfi e cristalli); analisi con luce di sincrotrone (presso ESRF-Grenoble).  
Analisi con fasci ionici: Rutherford BackScattering (RBS) e channeling (RBS-C); Nuclear Reaction Analysis (NRA); Proton-induced Gamma Ray Emission (PIGE).

#### *Tecnologie*

Modellizzazione dell'interazione tra fasci di ioni-elettroni-radiazione X e materiali per la simulazione/interpretazione di processi di misura: microscopia elettronica (tecniche TEM, SEM, Olografia e Cristallografia elettronica), analisi con fasci ionici (Rutherford Backscattering - Channeling), diffrattometria X.

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

STMicroelectronics Agrate (MI); Olympus-SIS GmbH (Münster, Germania); Università di Modena-Reggio Emilia & INFN-S3; Università di Bologna, Università di Brescia, Università di Milano-Bicocca Università di Padova; Università di Trento; Università di Parma; CNR- IMEM (PR); CNR-ISOF (BO); CNR- ISMN(BO); ELETTRA(TS); ITC-IRST Povo (TN); Applied Materials UK Ltd, West Sussex, UK; University of Surrey, UK; University of Salford, UK; Università di Toronto, Canada; Fraunhofer-Gesellschaft, Erlangen, Germany; MEMC Electronic Materials, Novara, Italy; IMEL Athens, Greece; University of Patras, Greece; Research Institute for Technical Physics and Material Science, Budapest, Hungary; TU Wien, Austria; Physikalisch-Technische Bundesanstalt, Berlin, Germany; Intel Ireland Ltd, Leixlip, Ireland.

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

Preparazione di una proposta di ricerca per l'implementazione su un microscopio elettronico a scansione di un sistema di filtraggio energetico di elettroni retrodiffusi.

#### *Finalità*

##### *Obiettivi*

L'obiettivo è sviluppare metodologie sperimentali e teoriche per potenziare e mantenere aggiornate le tecniche di caratterizzazione, adeguandole alle necessità poste dallo sviluppo dei processi utilizzati nella micro- e nano- elettronica e, più in generale, nell'ambito delle nanotecnologie.

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

L'attività sul TEM/CBED si propone di definire un procedimento affidabile per ottenere mappe di strain ad alta risoluzione in strutture preparate presso STMMicroelectronics.  
Sensibilità delle tecniche per la determinazione del profilo chimico del drogante alla concentrazione e al numero atomico dei principali droganti in Si.  
Deposizione di film sottili nanostrutturati di C a forte prevalenza di coordinazione sp<sup>2</sup> per applicazioni in display ultrasottili e nano-transistor.  
Sviluppo di algoritmi analitici per il calcolo di campi elettrostatici in strutture di potenziale interesse per la microelettronica.  
Implementazione del sistema di precessione elettronica sul TEM e consolidamento di tecniche e metodologie di cristallografia elettronica per la risoluzione strutturale di materiali con ordine cristallino su scala sub-micrometrica: i.e., cristalli composti, materiali multifasici, clusters etc.

##### *Potenziale impiego*

##### *- per processi produttivi*

Parte dell'attività prevista nell'ambito della commessa verrà accreditata, secondo le normative internazionali, come metodologia analitica di riferimento a livello europeo. Analoghe iniziative verranno condotte in diversi paesi europei nell'ambito del Network ANNA, dando vita ad una rete di laboratori, che si costituiranno come Joint European Analytical Laboratory.



Questa rete di infrastrutture sarà a disposizione anche dell'industria micro(nano)elettronica europea, che le impiegherà nelle varie fasi di fabbricazione di dispositivi di dimensioni sempre più ridotte (progettazione, sviluppo di processi, caratterizzazioni elettriche).  
- per risposte a bisogni individuali e collettivi

### Moduli

**Modulo:** Sviluppo di Modelli Fisici, Simulazione e Tecniche Avanzate di Caratterizzazione Strutturale per la Microelettronica  
**Istituto esecutore:** Istituto per la microelettronica e microsistemi  
**Luogo di svolgimento attività:** Sede di Bologna

### Risorse commessa 2007

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
663	86	237	0	986	111	434	282	N.D.	1.379

valori in migliaia di euro

Unità di personale di ruolo*	
ricercatori	Totale
7	10

\*equivalente tempo pieno

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

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

\*dottorati, borse di studio, assegni di ricerca



## Sviluppo di processi avanzati per tecnologie microelettroniche ultra scalate

### *Dati generali*

<b>Progetto:</b>	Microelettronica, Sensori e Microsistemi
<b>Tipologia di ricerca:</b>	Progetti relativi a linee tematiche a carattere strategico
<b>Istituto esecutore:</b>	Istituto per la microelettronica e microsistemi
<b>Sede principale svolgimento:</b>	Sede principale Istituto
<b>Dip. di prevista afferenza:</b>	Materiali e Dispositivi
<b>Responsabile indicato:</b>	VITTORIO PRIVITERA

### *Elenco dei partecipanti*

	liv.		liv.		liv.
Alberti Alessandra	III	La Magna Antonino	III	Parasole Nicolò	VI
Alippi Paola	III	Mannino Giovanni	III	Privitera Vittorio	II
Bongiorno Corrado	VI	Marino Antonio Damaso	VI	Scalese Silvia	III
D'Arrigo Giuseppe Alessio	III	Maria		Solmi Sandro	I
Maria		Nizza Francesca	VII	Spada Aldo	VI
Italia Markus	VI	Pannitteri Salvatore	VI		

### *Temi*

#### *Tematiche di ricerca*

Sarà studiato l'uso di impulsi laser ultravioletti o infrarossi per l'attivazione elettrica di impianti ionici in Si e Silicon On Insulator (SOI) realizzati con energie dell'ordine del keV. Le ricerche sono finalizzate all'integrazione di questi processi termici innovativi nella tecnologia CMOS.

Verranno sviluppati schemi di metallizzazione basati sull'uso di NiSi, proposti metodi di integrazione in strutture MOS e valutata la compatibilità con processi termici non convenzionali.

Si svolgerà un'attività di sintesi di materiali nanostrutturati a base C, quali i nanotubi di C, e se ne valuteranno le possibili applicazioni nell'ambito della nanoelettronica. È stata anche intrapresa, dagli afferenti alla Commessa, un'attività rivolta alla realizzazione di dispositivi elettronici su plastica, nell'ambito di un Laboratorio Pubblico-Privato finanziato dal MUR. L'approccio, che sarà seguito per ottenere componenti elettronici flessibili, consiste nella realizzazione di dispositivi al silicio su substrati plastici, per applicazioni nell'elettronica di larga area. Le attività sperimentali saranno affiancate dallo sviluppo di modelli e dalla loro implementazione in programmi di simulazione.

#### *Stato dell'arte*

Il progresso auspicato nel campo della Microelettronica richiede dimensione del gate di circa 20 nm per la tecnologia CMOS nel 2010; non

tutti i parametri necessari alla realizzazione di questo obiettivo sono ottenibili con materiali e processi attualmente in uso. Un indicatore dell'impatto scientifico, economico e sociale di queste ricerche è rappresentato dal finanziamento al programma Tecnologie dell'Informazione e della Comunicazione del VII Programma Quadro UE (9.100 su un totale di 32.300 MEuro), il più alto seguito dalla Salute. Relativamente alle attività della Commessa, le ricerche sui processi termici innovativi sono di interesse a livello mondiale; la sostituzione del CoSi<sub>2</sub> con il NiSi risulta anche esso un argomento attuale, così come il controllo delle giunzioni in Si e SOI rappresenta un nodo cruciale di interesse industriale. La sfida immediata nella sintesi dei nanotubi è invece rappresentata da produzione di materiale con le proprietà desiderate e in grande quantità. L'elettronica flessibile ha invece notevoli potenzialità per la realizzazione di dispositivi a basso costo per svariate applicazioni, dalla tracciabilità dei prodotti all'elettronica negli indumenti.

### *Azioni*

#### *Attività da svolgere*

Sarà valutata la formazione di giunzioni sottili in silicio con laser a infrarossi (808nm). Questi processi verranno inoltre applicati a materiali nanostrutturati e a dispositivi su plastica. Sarà completato lo studio del fenomeno di up hill diffusion in SOI e Si bulk. Si estenderanno le capacità del codice di simulazione del riscaldamento laser, per supportare gli esperimenti di irraggiamento di Si e Si/plastica con laser ad infrarossi. Si determinerà l'altezza di barriera Schottky (φ<sub>B</sub>) di strati sottili di NiSi trans-rotazionali su silicio [001], per il controllo della qualità dell'interfaccia; saranno realizzati strati sottili di NiSi su silicio depositato su substrati plastici.

Saranno sintetizzati materiali nanostrutturati a base C mediante RF magnetron sputtering e scarica ad arco in azoto liquido. L'acquisizione di un sistema di nanomanipolazione permetterà la caratterizzazione elettrica delle nanostrutture. Sarà prodotto un codice per descrivere le proprietà di trasporto di nanotubi di carbonio,



basato sulle funzioni di Green di non equilibrio e Hamiltoniane semi-empiriche, con inclusione del contributo dovuto alle correlazioni elettrone- fonone e elettrone-elettrone.

*Punti critici e azioni da svolgere*

Sarà necessario stabilire il meccanismo di attivazione in fase solida del drogante impiantato in silicio, irraggiato con il laser, ed in particolare il ruolo dei cluster drogante-difetto, al fine di determinare le migliori condizioni di processo per applicazioni su dispositivo. La criticità della crescita di NiSi risiede nella realizzazione di strati trans-rotazionali, in relazione alla pulizia dell'interfaccia, al metodo di deposizione ed al trattamento termico successivo. Riguardo all'attività su substrati plastici, si intende verificare la reazione del nickel processi di irraggiamento laser.

Sarà perseguita l'ottimizzazione dei parametri per la produzione di nanotubi di C mediante RF magnetron sputtering, con particolare attenzione alla preparazione del substrato ed alla ricerca di materiali utilizzabili come catalizzatori per la crescita.

Relativamente all'attività di simulazione, il cluster di processori è alloggiato in un ambiente non idoneo, 2 mq in presenza di gruppi di continuità con notevoli difficoltà di raffreddamento. Si registra inoltre la mancanza di studenti di dottorato e si intende pertanto attivare ulteriori collaborazioni con gruppi universitari locali.

*Competenze, tecnologie e tecniche di indagine*

L'attività della Commessa è sostenuta dalle competenze complementari dei suoi afferenti. Sono presenti infatti nel gruppo di ricerca sia fisici sperimentali che teorici. I primi vantano una notevole esperienza, testimoniata dalle numerose pubblicazioni, relazioni a congressi e partecipazioni a progetti nazionali ed europei, nel campo dei processi per la microelettronica e delle tecniche di caratterizzazione fisica, chimica e strutturale del Si e dei materiali a base Si. La componente teorica della Commessa possiede invece una solida preparazione, anch'essa attestata da importanti pubblicazioni e comunicazioni, spesso su invito, a congressi internazionali, nel campo dei metodi di calcolo ab initio, dinamica molecolare e Monte Carlo. Dall'integrazione delle competenze scaturisce un approccio completo alla risoluzione delle problematiche da affrontare.

*Strumentazione*

Diverse attrezzature sono a disposizione della Commessa, sia analitiche che di processo. Le attrezzature maggiormente utilizzate, gestite direttamente da afferenti alla Commessa, sono:

Spreading Resistance Probe;

Cluster di processori (76 CPU) per calcolo parallelo;

Scanning Electron Microscope con sorgente a emissione di campo;

Diodo Laser a infrarossi da 600 W (808 nm);

Impiantatore ionico Tandem da 1.7 MV;

Sputter per deposizione di strati metallici in ultra alto vuoto;

Forno per Rapid Thermal Annealing.

Vengono altresì utilizzate altre attrezzature, di uso generale e disponibili presso l'Istituto di afferenza della Commessa, o anche presso altri Istituti CNR, Università o Industrie con cui sono in corso delle collaborazioni.

Le apparecchiature in questione sono:

Magnetron RF Sputtering per deposizione di C;

Acceleratore Singletron per Rutherford Backscattering Spectrometry;

Laser a eccimeri (308 nm);

Chemical Vapour Deposition per deposizione di Si e dielettrici

Diffrattometro a doppio cristallo

Spettrometro di massa di ioni secondari (SIMS).

*Tecniche di indagine*

Le tecniche utilizzate per le ricerche della Commessa sono profondamente conosciute dagli afferenti alla stessa. Mediante un uso esperto delle metodologie sperimentali e teoriche è quindi possibile caratterizzare i fenomeni osservati e guidare la scelta dei parametri negli esperimenti. In particolare, vengono utilizzate intensamente tecniche di microscopia elettronica per l'analisi morfologica e strutturale dei materiali e dei dispositivi realizzati. In questo campo la Commessa possiede notevoli competenze, tali da consentire un'approfondita interpretazione dei dati. Tecniche di analisi elettriche e chimiche sono utilizzate per studiare gli effetti del drogaggio in Si e i fenomeni di diffusione, basandosi su una pluriennale esperienza in questo campo. La metodologia generale di indagine consiste nella formulazione di modelli per la descrizione dei fenomeni osservati, basati sui dati sperimentali ottenuti, mediante metodi ab initio e al continuo, e nella successiva implementazione dei modelli in programmi di simulazione, che consentono di quantificare le osservazioni sperimentali, estrarre parametri e progettare gli esperimenti minimizzandone le matrici di condizioni.



### *Tecnologie*

Le tecnologie impiegate nelle ricerche della Commessa sono legate alle componenti della microelettronica. I materiali e i processi, che vengono trattati nell'ambito degli studi della commessa, sono essenzialmente gestiti con metodologie di microelettronica tradizionale, con frequenti tentativi di intervento, tuttavia, con tecnologie innovative, che derogano dagli approcci convenzionali per proporre scoperte e soluzioni non ancora esplorate. Anche in ambito teorico, i cui prodotti servono a quantificare le osservazioni sperimentali e a fornire strumenti di simulazione per la progettazione degli esperimenti, sono altresì proposte metodologie che richiedono lo sviluppo di nuove tecniche computazionali, che di per se rappresentano un contributo originale e innovativo, oltre a sostenere le tecnologie sperimentali.

### *Collaborazioni (partner e committenti)*

Le attività descritte non possono prescindere da scambi con ricercatori esterni all'Ente, per accedere a motivazioni, competenze e attrezzature a livello internazionale. Proseguiranno quindi le collaborazioni già avviate con istituzioni accademiche e industrie. Si segnala l'Università di Oslo, con cui è stato siglato un Accordo di Cooperazione per alcune delle attività in questione, e la ST Microelectronics con cui esistono collaborazioni ufficiali, sia nell'ambito di progetti nazionali che di contratti di ricerca. Ulteriori contatti, che producono risultati concreti in termini di pubblicazioni o di utilizzo di ulteriori competenze e apparecchiature, o infine di finanziamento da terzi, sono in corso con:

Lambda Physik, Germania

IRST-ITC, Trento

University of Surrey, UK

Dipartimento di Fisica, Università di Catania

Istituto di Fotonica e Nanotecnologie - CNR

Istituto dei Materiali per l'Elettronica ed il Magnetismo - CNR

European Synchrotron Radiation Facility, Francia

Dipartimento di Chimica, Università di Catania

Dipartimento di Fisica, Università della Calabria

Istituto de Carboquímica (CSIC), Zaragoza, Spagna

CNR-INFN-OGG, ESRF Grenoble, Francia

CNR-INFN SLACS, Cagliari

Dipartimento di Fisica, Università di Cagliari

Dipartimento di Matematica, Università di Catania

ST Microelectronics, Catania

SAGEM, Francia

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

Si prevede la partecipazione ad un progetto sulle tecniche innovative di formazione di giunzioni sottili, nell'ambito del VII Programma Quadro della Commissione Europea.

Si intende sottomettere una proposta di progetto europeo finalizzato all'implementazione di codici per la simulazione di processi termici avanzati, con funzioni di coordinatore. Si sta partecipando alla stesura di una proposta di progetto nazionale, finalizzato alla fabbricazione di nanosonde SPMS a nanotubi di carbonio, con funzioni di partner.

Si prevede la sottomissione di una proposta di progetto, nell'ambito del VII programma quadro della Commissione Europea, sulla realizzazione di celle fotovoltaiche con Si multi-cristallino, con funzioni di partner dell'Università di Oslo che agisce da coordinatore.

### *Finalità*

#### *Obiettivi*

L'intera comunità microelettronica mondiale si interroga sulle scelte per la realizzazione di una struttura CMOS di alte prestazioni. L'obiettivo generale consiste nel proporre una struttura con i parametri dimensionali ed elettrici richiesti dai futuri nodi tecnologici e richiede l'impegno di esperti di impiantazione ionica, diffusione e metallizzazione, sostenuti da ricercatori con profonde conoscenze nel campo della modellizzazione e implementazione di strumenti di simulazione di processo. L'ulteriore obiettivo della Commessa consiste nello studio e realizzazione di dispositivi elettronici ibridi (silicio su plastica), per la realizzazione di un'elettronica nuova, con caratteristiche di flessibilità, basso costo, leggerezza e robustezza, rivolta ad applicazioni innovative, come integrazione di dispositivi elettronici negli indumenti o nelle merci.



### *Risultati attesi nell'anno*

Formazione di giunzioni in cui il drogante impiantato non diffonda, ma sia attivo almeno il doppio rispetto a quanto possibile con un processo termico rapido in forno.

Realizzazione di diodi Schottky per la determinazione dell'altezza di barriera e misura di  $(fB)$  tramite caratterizzazione elettrica

Realizzazione di Thin Film Transistor (TFT) su substrati plastici aventi per area attiva strati sottili di silicio di nickel e confronto con TFT standard

Estrazione delle caratteristiche strutturali ed elettriche delle nanostrutture di C prodotte. Il sistema di nanomanipolazione permetterà di isolare nanotubi prodotti durante la scarica ad arco e studiarne le proprietà elettriche senza dover effettuare complicati processi di purificazione del materiale.

Calcolo del riscaldamento a cui sono sottoposti i substrati plastici nelle varie configurazioni di materiali e strutture previste nell'attività riguardante l'elettronica su plastica.

Modellizzazione dell'attivazione dei profili di drogante irraggiato con laser ad infrarossi.

Modellizzazione delle proprietà elettriche di nanotubi modificati con impurezze (B e N) e vacanze reticolari.

### *Potenziale impiego*

#### *- per processi produttivi*

L'introduzione di processi innovativi, efficaci ed affidabili, consente di migliorare le prestazioni dei dispositivi in termini di velocità di funzionamento e di ridurre le loro dimensioni. Dal punto di vista dello sviluppo tecnologico, l'utilizzo di nuovi processi ha delle implicazioni relative alla qualità dei prodotti, così come richiede l'impiego di personale con alta qualificazione, con conseguenti ricadute occupazionali.

Inoltre, l'applicazione di tali processi richiede la costruzione di apparecchiature industriali, derivanti dalla trasformazione di strumenti scientifici di ricerca in macchine per la produzione. Ad esempio si sta perseguendo, in collaborazione con le aziende Lambda Physik e Innovavent, l'apertura di un segmento di mercato nel campo dei processi termici nella tecnologia CMOS, basati sull'utilizzo di laser ad eccimeri, normalmente impiegati per l'elettronica su larga area, o a infrarossi, ancora non sviluppati a livello industriale. Afferenti alla Commessa risultano co-autori di un brevetto relativo all'utilizzo del laser a ultra violetti, di cui il CNR è comproprietario, sviluppato nel contesto delle attività di ricerca della Commessa.

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

Lo sviluppo dei processi per la fabbricazione di dispositivi elettronici ha ricadute immediate sulla qualità della vita degli individui. Infatti, l'uso di tali dispositivi non è più relegato ai tradizionali aspetti di archiviazione e elaborazione di dati, infatti essi vengono sempre più integrati in oggetti d'uso comune permettendo di incrementare le prestazioni di apparecchiature e macchinari. Alcuni effetti dell'applicazione dei dispositivi elettronici nanometrici riguardano: a) i miglioramenti che l'uso del monitoraggio tramite microprocessori ha permesso di ottenere nella diagnostica medica, nelle analisi chimiche e biologiche e nel controllo ambientale, b) la fabbricazione di moderni presidi medici, c) lo sviluppo delle telecomunicazioni, d) il miglioramento dei mezzi di trasporto in termini di prestazioni, sicurezza e riduzione dell'impatto ambientale, e) la disponibilità di nuovi strumenti d'indagine e prevenzione contro la criminalità e il terrorismo. In tutte queste applicazioni la disponibilità di dispositivi elettronici ultraveloci di dimensioni nanometriche può essere considerata un elemento determinante per lo sviluppo sociale ed economico.

### *Moduli*

**Modulo:** Sviluppo di processi avanzati per tecnologie microelettroniche ultra scalate

**Istituto esecutore:** Istituto per la microelettronica e microsistemi

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

### *Risorse commessa 2007*

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
410	22	647	0	1.079	239	908	376	N.D.	1.694

valori in migliaia di euro



<i>Unità di personale di ruolo*</i>	
<b>ricercatori</b>	<b>Totale</b>
5	9

\*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	0	0	0	0	2	0	3

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

\*dottorati, borse di studio, assegni di ricerca





## Controllo su scala atomica dei materiali per dispositivi innovativi elettronici e fotonici basati su silicio.

### *Dati generali*

<b>Progetto:</b>	Microelettronica, Sensori e Microsistemi
<b>Tipologia di ricerca:</b>	Progetti relativi a linee tematiche a carattere strategico
<b>Istituto esecutore:</b>	Centro di responsabilità scientifica INFM
<b>Sede principale svolgimento:</b>	CRS MATIS
<b>Dip. di prevista afferenza:</b>	Materiali e Dispositivi
<b>Responsabile indicato:</b>	FRANCESCO PRIOLO

### *Elenco dei partecipanti*

Arnone Alberto	liv. IX	Franchini Daniela	liv. VI	Napolitani Enrico	liv. III
Ballero Gabriele	VII	Franguelli Simona	VI	Palazzo Nicoletta	III
Barraco Ignazia	V	Franzo' Giorgia	III	Parodi Elena	V
Beltrami Monica	V	Garbarino Maria Carla	V	Percolla Carmelo	VI
Beroldo Raffaella	VII	Gennai Irene Maria	VI	Pernati Barbara	V
Bolla Matilde	VI	Genovese Giuseppe	V	Pittaluga Dameri	VII
Borello Gian Piero	II	Iacona Fabio Santo	II	Alessandro	
Cagnana Barbara	V	Impellizzeri Giuliana	III	Poggi Sabrina	V
Calvi Francesca	IV	Imperatore Antonucci	VI	Pollio Daniela	VII
Camauli Enrico	V	Danilo		Punginelli Marco	VI
Caporali Andrea	IV	Irrera Alessia	III	Santroni Adriana	VI
Corezzola Paola	VI	Ivaldi Fulvia	VII	Savoldi Giovanna	V
Crupi Isodiana	III	La Ferla Michela	VI	Sciaccaluga Liliana	V
Dalla Libera Monica	V	La Greca Carmela	VII	Scotto Stefania	VI
De Almeida Nunes	V	Alessandra		Spano Francesca	III
Manganaro Jose' Carlos		Lo Grasso Giusy	VI	Spinozzi Simone	V
De Donatis Roberta	V	Luciano Sergio	DIRI	Talamo Valeria	VI
De Marco Rocco	VI	Maloberti Sciotto Michela	VII	Tassistro Michela	V
Di Lello Piero	VIII	Mamberti Emanuele	IV	Tati Salvatore	VI
Distefano Fabio	VII	Marescalchi Tatiana	VI	Toncini Annamaria	V
Foppiano Caterina	V	Miceli Diletta	VI	Toselli Milena	III
Fortunati Francesca	VI	Millio Marco	VI		
		Mirabella Salvatore	III		

### *Temi*

#### *Tematiche di ricerca*

La continua miniaturizzazione dei dispositivi elettronici basati su silicio ed il trend verso dimensioni nanometriche pone nuove sfide scientifiche e tecnologiche. La presente ricerca intende trovare soluzioni innovative attraverso un controllo su scala atomica dei materiali ed una ingegneria di difetti ed impurezze. Tra le soluzioni innovative previste vi è l'utilizzo di fotoni come mezzo per il trasporto dell'informazione, attraverso l'integrazione di funzionalità ottiche ed elettroniche.

#### *Stato dell'arte*

Lo studio delle proprietà ottiche ed elettroniche del Si per far fronte alla crescente miniaturizzazione coinvolge tanto la ricerca industriale quanto la comunità scientifica con la presenza di grossi centri dedicati quali ad esempio IMEC in Belgio e LETI in Francia. Mentre la ricerca industriale punta a soluzioni a breve termine, obiettivo dei centri di ricerca è esplorare problematiche di lungo termine.

### *Azioni*

#### *Attività da svolgere*

Verranno studiati i meccanismi atomici di interazione drogante-drogante, drogante-impurezza e drogante-difetto in Si, in Ge ed eterostrutture a base di Si. In particolare, si studierà l'effetto di nanocavità prodotte da impianti di He sulle proprietà elettriche in giunzioni ultrasottili. Verranno studiate la diffusione di B in silicio cristallino ed amorfo, le proprietà di diffusione di droganti in Ge, nonché le proprietà di trasporto in nanostrutture metalliche. Inoltre, verranno fabbricati nuovi materiali a base di composti dell'erbio, compatibili con la tecnologia ULSI, per i quali verranno ottimizzate le proprietà di emissione di luce ed il pompaggio elettrico. Infine saranno realizzati cristalli fotonici in grado di controllare i meccanismi di emissione e trasporto di luce in Si.



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

Punto cruciale della presente ricerca è l'opportunità di investigare nella sua interezza il complesso percorso che va dalla produzione dei materiali innovativi alla loro conseguente applicazione in un dispositivo compiuto. Di fondamentale importanza per il raggiungimento di tale obiettivo è la compresenza nello stesso polo scientifico-tecnologico di risorse umane, attrezzature e competenze scientifiche ed industriali di livello internazionale maturate nell'ambito di una decennale esperienza.

La presente ricerca si avvarrà di eventuali collaborazioni con enti pubblici e realtà industriali con cui i proponenti hanno maturato un fruttuoso rapporto di sinergia. In particolare, saranno coinvolte le Università di Catania, Padova e Pavia, l'Istituto IMM-CNR, la STMicroelectronics e l'Applied Materials. Si prevede di continuare e potenziare la collaborazione con gruppi di ricerca teorica nazionali e internazionali nello sviluppo di solidi modelli atomistici dei processi.

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

I partecipanti alla presente commessa hanno pluriennale competenza nella crescita, processo e caratterizzazione di materiali innovativi per l'elettronica e la fotonica, con particolare riferimento a materiali a base di silicio o compatibili con la tecnologia del silicio.

#### *Strumentazione*

Le ricerche si avvarranno di sofisticate attrezzature per la crescita, il processo e la caratterizzazione di materiali e dispositivi.

In particolare la produzione ed il processo dei materiali verranno effettuate attraverso:

- Sistema per magnetron sputtering in ultra alto vuoto
- Sistema di epitassia da fasci molecolari
- Impiantatore ionico da 400 kV
- Forni in vuoto, a flusso ed ultr-rapidi (RTA)

La caratterizzazione dei materiali necessiterà l'utilizzo di:

- Acceleratore singletron da 3.5 MV
- Sistema di spettroscopia da ioni secondari (SIMS)
- Diffrazione da raggi X in alta risoluzione (HRXRD)
- Microscopia elettronica a scansione (SEM)
- Laboratorio di misure elettriche: I-V, C-V, Hall
- Laboratorio ottico: foto ed elettroluminescenza

#### *Tecniche di indagine*

Le ricerche utilizzeranno metodologie di indagine strutturale, ottica ed elettrica dei materiali. Tra queste menzioniamo:

- Rutherford Backscattering Spectrometry (RBS)
- Profilometria da ioni secondari
- Misure di channeling
- Misure di strain
- Misure ottiche
- Misure elettriche

#### *Tecnologie*

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

La presente ricerca si avvarrà di collaborazioni con enti pubblici e realtà industriali con cui l'ente proponente ha maturato un fruttuoso rapporto di sinergia. In particolare, saranno coinvolte le Università di Catania e Padova, l'Istituto IMM-CNR, il sito di Catania della STMicroelectronics e l'Applied Materials. L'attività verrà anche svolta nell'ambito di progetti nazionali ed europei.

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

Verranno intraprese diverse azioni per l'acquisizione di ulteriori entrate esterne. In particolare si cercherà di sfruttare i contatti con STMicroelectronics per contratti e per la sottomissione di progetti comuni. Inoltre sono già in corso con svariati partner europei avanzati contatti per la sottomissione di iniziative progettuali nell'ambito del VII Programma Quadro dell'Unione Europea.

#### *Finalità*

#### *Obiettivi*

Obiettivi: controllo su scala atomica di drogante, difetti, impurezze, e centri emettitori in silicio e in materiali compatibili con la tecnologia del silicio al fine di fabbricare dispositivi elettronici e fotonici innovativi.



Obiettivi principali sono (i) il raggiungimento di giunzioni ultra-sottili per le future generazioni di dispositivi elettronici; (ii) la realizzazione di dispositivi al silicio elettroluminescenti con elevata efficienza quantica.

*Risultati attesi nell'anno*

Obiettivo della presente commessa è il controllo su scala atomica di drogante, difetti, impurezze, e centri emettitori in silicio e in materiali compatibili con la tecnologia del silicio al fine di fabbricare dispositivi elettronici e fotonici innovativi.

Schematicamente i risultati scientifici attesi nel corso dell'anno sono: (i) determinazione dei parametri fondamentali relativi alla diffusione del B sia in Si amorfo che in Si cristallino, (ii) realizzazione di giunzioni ultrasottili attraverso una ingegneria delle nanocavità di He, (iii) determinazione delle proprietà di trasporto in nanostrutture metalliche su silicio, (iv) realizzazione di nuovi materiali emettitori di luce ad elevato contenuto di Er compatibili con la tecnologia VLSI, (v) realizzazione di cristalli fotonici e loro integrazione con dispositivi attivi.

*Potenziale impiego*

*- per processi produttivi*

I risultati conseguiti avranno potenziali applicazioni nella fabbricazione di dispositivi elettronici e fotonici innovativi e saranno pertanto di interesse per l'industria microelettronica ed optoelettronica.

*- per risposte a bisogni individuali e collettivi*

**Moduli**

**Modulo:** Controllo su scala atomica dei materiali per dispositivi innovativi elettronici e fotonici basati su silicio.

**Istituto esecutore:** Centro di responsabilità scientifica INFM

**Luogo di svolgimento attività:** CRS MATIS

*Risorse commessa 2007*

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
424	51	94	52	621	3	148	258	N.D.	882

valori in migliaia di euro

<i>Unità di personale di ruolo*</i>	
ricercatori	Totale
7	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
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	2	2	4

\*dottorati, borse di studio, assegni di ricerca



## Materiali, processi, e tecniche analitiche per la realizzazione di dispositivi innovativi con funzionalità logiche o di memoria non volatile integrabili su Silicio

### *Dati generali*

<b>Progetto:</b>	Microelettronica, Sensori e Microsistemi
<b>Tipologia di ricerca:</b>	Progetti relativi a linee tematiche a carattere strategico
<b>Istituto esecutore:</b>	Centro di responsabilità scientifica INFM
<b>Sede principale svolgimento:</b>	LABORATORIO MDM
<b>Dip. di prevista afferenza:</b>	Materiali e Dispositivi
<b>Responsabile indicato:</b>	MARCO FANCIULLI

### *Elenco dei partecipanti*

Alia Mario	liv. IV	Distefano Fabio	liv. VII	Palazzo Nicoletta	liv. III
Arnone Alberto	IX	Fanciulli Marco	I	Parodi Elena	V
Ballerò Gabriele	VII	Ferrari Sandro	III	Pernati Barbara	V
Barraco Ignazia	V	Foppiano Caterina	V	Pittaluga Dameri	VII
Beltrami Monica	V	Fortunati Francesca	VI	Alessandro	
Beroldo Raffaella	VII	Franchini Daniela	VI	Poggi Sabrina	V
Bolla Matilde	VI	Franguelli Simona	VI	Pollio Daniela	VII
Bonera Emiliano	III	Garbarino Maria Carla	V	Punginelli Marco	VI
Borello Gian Piero	II	Gennai Irene Maria	VI	Santroni Adriana	VI
Cagnana Barbara	V	Genovese Giuseppe	V	Savoldi Giovanna	V
Calvi Francesca	IV	Grazioli Anna Maria Luisa	VII	Scarel Giovanna	III
Camauli Enrico	V	Imperatore Antonucci Danilo	VI	Sciacaluga Liliana	V
Caporali Andrea	IV	Ivaldi Fulvia	VII	Scotto Stefania	VI
Cocco Simone	VI	La Ferla Michela	VI	Spano' Francesca	III
Colnaghi Roberto	VI	Lanati Mara	VII	Spiga Sabina	III
Corezzola Paola	VI	Lo Grasso Giusy	VI	Spinuzzi Simone	V
Dalla Libera Monica	V	Luciano Sergio	DIRI	Talamo Valeria	VI
De Almeida Nunes	V	Maloberti Sciutto Michela	VII	Tallarida Graziella	III
Manganaro Jose' Carlos	V	Mamberti Emanuele	IV	Tassistro Michela	V
De Donatis Roberta	VI	Marescalchi Tatiana	VI	Toncini Annamaria	V
De Marco Rocco	II	Miceli Diletta	VI	Toselli Milena	III
Debernardi Alberto	VIII	Millio Marco	VI	Wiemer Claudia	III

### *Temi*

#### *Tematiche di ricerca*

Sviluppo di materiali, processi e tecniche analitiche per: dispositivi MOSFETs e di memoria non volatile ultrascalati ed emergenti; dispositivi spintronici integrabili su silicio; neuroelettronica; dispositivi basati su ossido/semiconduttore organico. Le competenze utilizzate sono la crescita, la caratterizzazione strutturale, fisico-chimica, elettrica, e funzionale, anche supportata da calcoli ab-initio, ed il processo di materiali isolanti, semiconduttori, e metallici.

#### *Stato dell'arte*

L'attività di ricerca si inserisce nel contesto generale, della International Technology Roadmap for Semiconductor 2003, con esplicito riferimento alle problematiche connesse allo sviluppo di MOSFETs e memorie non volatili (NVM) Flash ultrascalate e di dispositivi emergenti nanoelettronici e spintronici con funzionalità logiche o di memoria non volatile. Sono inoltre considerate attività di sviluppo tecnologico per applicazioni in neuroelettronica.



### **Azioni**

#### *Attività da svolgere*

- Deposizione di strati di ossidi innovativi su Si, Ge, e composti III-V con funzionalità di gate, di ossidi di tunnel e di ossidi inter-poly; in dispositivi logici o di memoria ultrascalati;
- Realizzazione di nanocristalli semiconduttori o metallici ottenuti in matrice isolante mediante deposizione fisica per lo sviluppo di memorie non volatili (NVM) innovative;
- Sviluppo di processi MOCVD per la deposizione di materiali calcogenuri per NVM;
- Sviluppo di strutture MIM per la realizzazione di NVM innovative basate sulla commutazione resistiva degli ossidi; -
- Sviluppo di ossidi non magnetici e magnetici per la realizzazione di giunzioni tunnel ferromagnetiche (MTJ);
- Sviluppo di ossidi e materiali ad altissima costante dielettrica per la realizzazione di strutture EOS dedicate alla neuroelettronica;
- Caratterizzazione di isolanti ed interconnessioni per lo sviluppo di dispositivi ultrascalati;
- Sviluppo di processi per la realizzazione di transistor a canale tipo n con semiconduttori organici e ossidi depositi;
- Realizzazione di elementi di selezione in strutture cross-bar basati su giunzioni rettificanti composte da ZnO e semiconduttori organici.

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

Sono necessarie alcune risorse strumentali (un sistema di deposizione a cluster, un sistema per l'attacco reattivo – RIE – e l'aggiornamento della linea di litografia) e di personale (principalmente sul processo) come previsto dal piano di sviluppo del laboratorio fermo da 3 anni.

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

#### *Strumentazione*

#### *Tecniche di indagine*

#### *Tecnologie*

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

Nazionali: STMMicroelectronics, U. Cagliari, Politecnico di Milano, U. Milano Bicocca, U. Roma La Sapienza, Renishaw, U. Trieste, U. LAquila, ICTP-A.Salam, ISMAC-CNR Milano. Internazionali: IBM Zürich (CH), INTEL (USA), Philips (NL), NCSR (GR), MPI-Halle (D), IMEC (B), MEPHI-Moscow (RU), IMOC-Nizhny Novgorod (RU), U. Clausthal (D), EPFL-Lausanne (CH), SAS Bratislava (Slovak Republic), NCSR (IR); CNRS-CEMES Toulouse (F), U. Leoben (A), Renishaw PLC(UK), MPI-Martinsried (D).

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

- Proposta di progetto industriale (in corso)
- Proposte per progetti nazionali-regionali (in corso)
- Preparazione di proposte per FP7

#### **Finalità**

#### *Obiettivi*

Macro-obiettivo: sviluppo di materiali, processi e tecniche analitiche per la realizzazione di dispositivi MOSFETs e di memoria non volatile (NVM) ultrascalati, e di dispositivi emergenti. Micro-obiettivi: front-end, back-end, interconnessioni metalliche, NVM basate su nanocristalli in ossidi, su materiali a cambiamento di fase (PCM), sull'isteresi conduttiva in ossidi, su semiconduttori organici, dispositivi spintronici integrati su silicio (FTJ), condensatori MOS per la neuroelettronica.



*Risultati attesi nell'anno*

- Deposizione mediante ALD ed MBE su Si, Ge e semiconduttori del III-V gruppo di ossidi ad alta costante dielettrica amorfi e cristallini epitassiali;
- Comprensione dei difetti alle interfacce ossido/semiconduttore;
- Realizzazione di nanocristalli in ossidi mediante deposizione fisica e processi innovativi e loro caratterizzazione funzionale;
- Sviluppo di un processo di deposizione MOCVD per materiali calcogenuri e loro caratterizzazione strutturale, composizionale, termica, elettrica e funzionale;
- Deposizione e caratterizzazione di ossidi mediante MBE ed ALD per dispositivi di memoria non volatile innovativi basati sulla commutazione resistiva degli ossidi;
- Realizzazione di un prototipo di transistor n-MOSFET basato su semiconduttori organici; M7) Integrazione di un array di giunzioni ibride ossido/semiconduttore organico che dimostrino proprietà rettificanti; - Realizzazione di strutture MTJ basate su ossidi;
- Caratterizzazione dell'interfaccia metallo(FM)/isolante; M9) Realizzazione di strutture EOS per neuroelettronica.

*Potenziale impiego*

- per processi produttivi

- per risposte a bisogni individuali e collettivi

**Moduli**

**Modulo:** Materiali, processi, e tecniche analitiche per la realizzazione di dispositivi innovativi con funzionalità logiche o di memoria non volatile integrabili su Silicio

**Istituto esecutore:** Centro di responsabilità scientifica INFM

**Luogo di svolgimento attività:** LABORATORIO MDM

*Risorse commessa 2007*

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
467	162	421	52	1.102	1	584	261	N.D.	1.364

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	0	0	0	0	0	0	0

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

\*dottorati, borse di studio, assegni di ricerca



## TRASPORTO IN MOS SCALATI E NUOVE STRUTTURE

### *Dati generali*

<b>Progetto:</b>	Microelettronica, Sensori e Microsistemi
<b>Tipologia di ricerca:</b>	Progetti relativi a linee tematiche a carattere strategico
<b>Istituto esecutore:</b>	Istituto per la microelettronica e microsistemi
<b>Sede principale svolgimento:</b>	Sede principale Istituto
<b>Dip. di prevista afferenza:</b>	Materiali e Dispositivi
<b>Responsabile indicato:</b>	SALVATORE LOMBARDO

### *Elenco dei partecipanti*

	liv.		liv.		liv.
Balsamo Anna	VII	Lombardo Salvatore	II	Puglisi Rosaria Anna	III
Bongiorno Corrado	VI	Pannitteri Salvatore	VI	Spada Aldo	VI
Libertino Sebania	III	Parasole Nicolò	VI	Spinella Rosario Corrado	I

### *Temi*

#### *Tematiche di ricerca*

FET MULTIGATE. Attività associata al Progetto FINFLASH: studio di una nuova architettura di cella di memoria non volatile (NVM) per superare i limiti di scaling delle FLASH che si porranno oltre il nodo tecnologico di 28 nm, valutando l'architettura FINFET, tra le più promettenti per superare i limiti di scaling dei CMOS. NANOLITOGRAFIA con copolimeri a blocchi per definire array ordinate di nanostrutture e sistemi molecolari. Applicazioni della tecnica a leghe GeSbTe, SiGe, e molecole. DIELETTRICI. L'attività verterà su: intrappolamento di carica in dielettrici inter-poly e di controllo per celle NVM e affidabilità e breakdown in metal gate - high-k per CMOS avanzati. MEMORIE NVM BASATE SU TRAPPOLE DISCRETE. Studio di affidabilità e radiation hardness di memorie NROM o a nanocristalli. NUOVI SENSORI. Caratterizzazione di fotorivelatori di Si per singolo fotone operanti in Geiger mode. Determinazione dei meccanismi di riconoscimento di biomolecole (DNA, proteine, tossine, ecc.) in liquidi, e trasduzione elettrica del segnale. Progettazione, fabbricazione e caratterizzazione di sensori in tecnologia planare atti al loro monitoraggio.

#### *Stato dell'arte*

In generale, lo scaling dei CMOS e delle Flash rappresenta uno dei più grandi settori della ricerca in microelettronica. Lo scaling dei dielettrici e gli effetti di canale corto richiedono ormai innovazioni radicali. Le soluzioni non sono note e c'è molto interesse a trovarle, date le grandi prospettive che la microelettronica continua ad offrire. In particolare, riguardo alle NVM, su memorie a quantum dot di Si o a trappole discrete numerose aziende (STM, Freescale, AMD, Samsung, Infineon, Qimonda, etc) hanno programmi di ricerca e sviluppo o primi prodotti. Su affidabilità in dielettrici e multi-gate FET tutte le principali aziende di microelettronica, e i più grandi laboratori di ricerca ed università svolgono una notevole attività. Il nostro gruppo opera in questi settori, ed ha acquisito competenza e visibilità internazionale in settori quali l'affidabilità dei dielettrici di gate per CMOS e NVM e la sintesi di nanocristalli di Si su ossido. L'attività del gruppo sta adesso iniziando ad allargarsi verso le architetture multi-gate, nuove tecniche di self-assembling per realizzare nanostrutture con tecniche bottom-up, e applicazioni di queste tecniche.

### *Azioni*

#### *Attività da svolgere*

Le attività riguardano i seguenti punti: FINFLASH: Studiare tecniche realizzative, design, caratterizzazione e ottimizzazione di celle di memoria non volatile e mini-array con architettura FINFET e dimensioni caratteristiche di dell'ordine di 20 nm. NANOLITOGRAFIA con copolimeri a blocchi per definire array ordinate di nanostrutture e sistemi molecolari. Applicazioni della tecnica a leghe GeSbTe e SiGe. DIELETTRICI: Studio dell'intrappolamento di carica in dielettrici inter-poly e di controllo per celle NVM e affidabilità e breakdown in metal gate - high-k per CMOS avanzati. MEMORIE NVM BASATE SU TRAPPOLE DISCRETE: studio dell'affidabilità di memorie NROM o a nanocristalli sottoposte a radiazioni ionizzanti per valutare la radiation hardness. NUOVI SENSORI: caratterizzazione di fotorivelatori di Si per singolo fotone operanti in Geiger mode. Caratterizzazione elettrica di condensatori MOS funzionalizzati con materiale biologico in funzione delle caratteristiche della soluzione utilizzata come contatto superiore. Fabbricazione e caratterizzazione di dispositivi MOSFET come sensori.

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

L'attività è svolta nell'ambito di numerose collaborazioni con enti esterni, anche di grandi dimensioni, in Italia e all'estero. Le attività verranno effettuate da personale CNR con l'aiusilio di personale esterno ed in



particolare con l'apporto delle seguenti persone: F. Crupi (associato), C. Pace (associato), D. Corso (collaboratore), S. Aurite (collaboratore), G. Nicotra (dottorando), P. La Fata (dottorando), R. Pagano (dottorando), M. Fichera (borsista), V. Aiello (dottorando). Campi di competenza e qualifica sono riportati nell'elenco del personale esterno che partecipa alle attività dell'Istituto. La dotazione strumentale a disposizione è sostanzialmente adeguata. La produzione scientifica e di know-how di interesse industriale ci sembra valida e con buone prospettive. Pertanto allo stato attuale e per il futuro, e in particolare per gli anni descritti nella presente previsione, la situazione è complessivamente buona. Aspetti che andrebbero potenziati e sui quali intendiamo operare con azioni correttive riguardano la contattatura su scala nanometrica mediante nanoprobe e l'accesso a tecniche di nanolitografia.

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

Le competenze del gruppo sono orientate al settore delle nanotecnologie per microelettronica e della caratterizzazione elettrica e strutturale di dispositivi a semiconduttore. I programmi in corso richiedono competenze nel settore fisica dei dispositivi elettronici, della scienza dei materiali, affidabilità dei dielettrici in MOS, realizzazione di strumentazione per misure su dispositivi, biotecnologie, e nuove tecniche analitiche di microscopia su nanostrutture. Le tecnologie adoperate nell'attività sono la tecnologia planare microelettronica, nell'ambito dell'Istituto, ma soprattutto in collaborazione con altri enti (STMICROELECTRONICS), e in modo particolare la CVD per realizzare quantum dot. Le tecniche di indagini adoperate sono essenzialmente misure elettriche in materiali e dispositivi a semiconduttore, TEM, e microscopia a scansione di sonda. Le attività suddette verranno effettuate da personale del CNR con l'aiuto di personale esterno ed in particolare con l'apporto delle seguenti persone: F. Crupi, C. Pace, D. Corso, G. Nicotra, S. Aurite, P. La Fata, R. Pagano, M. Fichera, V. Aiello descritte nell'elenco del personale esterno che partecipa alle attività dell'Istituto

#### *Strumentazione*

La strumentazione a disposizione del gruppo è fondamentalmente orientata verso la caratterizzazione di materiali e dispositivi semiconduttori.

Sono disponibili quattro probe station per la caratterizzazione elettrica wafer level, con ampie capability in termini di range di temperatura (da 10 K a 200 °C), range di tensioni (da 10 uV a 1100 V) e correnti (da 1 fA a 10 A)DC, sistemi RF (vettoriale fino 20 GHz), misure LCR, impulsatori, amplificatori, oscilloscopi, misure risolte in tempo (fino 1 ns di risoluzione), DLTS, etc. La commessa dispone anche di due banchi per misure ottiche nel visibile, UV, e vicino IR, (foto- ed elettroluminescenza, spettroscopia ottica, misura su fibra). Accanto a queste facility, il gruppo ha pieno accesso alle altre strutture dell'Istituto, e in particolare al TEM (FEG, LaB6, e STEM), alla clean-room dello IMM - sezione di Catania, e all'impiantatore ionico ad alta energia. Oltre che ad un pieno accesso alle strutture dell'IMM, per quanto concerne la realizzazione di materiali e dispositivi avanzati, la commessa si avvale della collaborazione con enti esterni quali la STMICROELECTRONICS, Catania e Agrate, il LETI, la IBM, la Tower, la Sematech.

#### *Tecniche di indagine*

#### *Tecnologie*

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

Per quanto riguarda l'attività sulle memorie, questa è svolta ormai da alcuni anni in collaborazione con la STMICROELECTRONICS. Inoltre, sempre riguardo alle NVM, è in corso un contratto con il LETI (Grenoble), riguardo alla caratterizzazione di nanocristalli mediante TEM e la valutazione elettrico-affidabilistica di multi-strati high-k per barriere tunnel e dielettrici di controllo. Di recente è stata anche iniziata una nuova collaborazione, con la Tower Semiconductors (Haifa) che svolge da tempo un'attività R&D rilevante nel settore delle memorie NROM per applicazioni embedded. Nell'ambito dello stesso programma ci si aspetta di iniziare un'attività in collaborazione con Tecnosystem, una ditta italiana che si occupa della realizzazione di elettronica per satelliti. Per i FET MULTIGATE, l'attività, nata nel 2005, è associata al Progetto Europeo FINFLASH (vedi <http://www.imm.cnr.it/imm/progetti/projects/FinFLASH/index.html>), recentemente iniziato e coordinato dal CNR e con partner la STMICROELECTRONICS (Catania), il CEA-LETI (Grenoble), HIMEC (Leuven), La SILVACO (Grenoble, Francia e St. Ives), e l'Università di Pisa. L'attività sugli ossidi è svolta in collaborazione con IBM-Yorktown (USA) e la Sematech (Austin).

Accanto ai programmi con l'industria e laboratori di ricerca, c'è anche una notevole attività di collaborazione con l'Università di Catania e l'Università di Rende.

Per quanto riguarda le attività sui sensori le collaborazioni sono con il Laboratorio di superfici e interfacce (SUPERLAB) del consorzio Catania Ricerche; Università di Catania, Dip. di Scienze Biomediche, Dip. di chimica Biologica, chimica medica e biologia molecolare, Dip. di chimica. Università di Palermo, Dip. di Ingegneria Elettrica, Elettronica e delle Telecomunicazioni.





*Iniziativa per l'acquisizione di ulteriori entrate*  
Sono in corso numerose iniziative.

**Finalità**

*Obiettivi*

FET MULTIGATE: Studiare una nuova architettura di cella di memoria non volatile (NVM) per superare i limiti di scaling delle FLASH che si porranno oltre il nodo tecnologico di 28 nm (anno 2012 e oltre). NANOLITOGRAFIA con copolimeri a blocchi per definire array ordinate di nanostrutture e sistemi molecolari. Applicazioni della tecnica a leghe GeSbTe e SiGe. DIELETTICI: Studio dell'intrappolamento di carica in dielettrici inter-poly e di controllo per celle NVM e affidabilità e breakdown in metal gate - high-k per CMOS avanzati. MEMORIE NVM BASATE SU TRAPPOLE DISCRETE: Studio dell'affidabilità di memorie NROM o a nanocristalli. Studio dell'effetto di radiazioni ionizzanti per valutare la radiation hardness. NUOVI SENSORI: Caratterizzazione di fotorivelatori di Si per singolo fotone operanti in Geiger mode. Fabbricazione di un dispositivo di tipo MOS che funga da piattaforma su cui 'integrare' la parte organica da utilizzare per il funzionamento come sensore. Si vogliono determinare i processi ottimali per la funzionalizzazione del layer sensibile del sensore che siano compatibili con la tecnologia planare.

*Risultati attesi nell'anno*

Riguardo i FINFLASH si prevede di completare la caratterizzazione dei primi prototipi, e di riprogettare e realizzare una seconda generazione di dispositivi ottimizzati. Per quanto concerne la NANOLITOGRAFIA con copolimeri a blocchi, ci si attende di realizzare array dense di nanostrutture su leghe GeSbTe e SiGe. Sui DIELETTICI ci si attende di studiare quantitativamente e iniziare a modellare l'intrappolamento di carica in dielettrici e il breakdown in hi-k per CMOS avanzati e inter-poly in celle NVM. Riguardo alle MEMORIE NVM BASATE SU TRAPPOLE DISCRETE, ci si attende di ottenere prime valutazioni e una pre-qualifica dell'affidabilità di memorie NROM o a nanocristalli rispetto a radiazioni ionizzanti. Per quanto concerne i NUOVI SENSORI, verranno caratterizzati array di fotorivelatori di Si per singolo fotone operanti in Geiger mode dal punto di vista del cross-talk ottico / elettrico. Inoltre, verrà effettuata una caratterizzazione elettrica di condensatori MOS funzionalizzati con materiale biologico in funzione delle caratteristiche della soluzione utilizzata come contatto superiore.

*Potenziale impiego*

*- per processi produttivi*

Le memorie a trappole discrete (SONOS, NROM, nanocristalli), dati i vantaggi in termini di soppressione delle capacità parassite, compattezza della cella, e maggiore affidabilità, sono già di grande interesse per l'industria della VLSI, come testimoniato dalla presenza di grandi programmi di sviluppo in numerose aziende importanti e dalla presenza di primi prodotti. Il know-how in questo settore porterebbe vantaggi all'industria nazionale, data la possibilità di introdurre nuovi prodotti nell'ambito VLSI, anche nel caso in cui una grossa fetta della produzione di memorie venisse spostata in Oriente. Un discorso analogo vale per lo sviluppo dei dispositivi FINFLASH. L'attività di studio della radiation hardness in collaborazione con la Tower e la Tecnosystem potrebbe avere come ricaduta la realizzazione di memorie NROM con elevata affidabilità rispetto all'esposizione a radiazioni ionizzanti. L'attività sugli APD operanti in modo Geiger potrebbe avere ricadute industriali nel settore dei dispositivi discreti. I biosensori MOS hanno un grande interesse per il settore sensoristico dato l'impiego della tecnologia planare, una tra le più importanti tecniche dell'industria moderna.

*- per risposte a bisogni individuali e collettivi*

Le attività in questione possono contribuire positivamente allo sviluppo dell'industria microelettronica e delle piccole-medie imprese correlate. Ne seguirebbe quasi certamente un impatto positivo nel livello occupazionale. Inoltre, una forte microelettronica è a sua volta un ingrediente importante, probabilmente essenziale, per lo sviluppo complessivo dell'industria elettronica e in generale del settore manifatturiero e dell'intrattenimento. Queste industrie rappresentano il core della società dell'informazione, ed hanno un importantissimo impatto positivo sulla collettività, contribuendo a migliorare la vita di tutti, per il lavoro, la salute, il divertimento, etc.

Tecnologie che consentano alte performance e basso costo nei biosensori avrebbero ovviamente un immediato impatto sulla comunità per il controllo ambientale, salute, etc., oltretutto grande interesse per l'industria manifatturiera che lavora nel settore hi-tech.

**Moduli**

<b>Modulo:</b>	TRASPORTO IN MOS SCALATI E NUOVE STRUTTURE
<b>Istituto esecutore:</b>	Istituto per la microelettronica e microsistemi
<b>Luogo di svolgimento attività:</b>	Sede principale Istituto



*Risorse commessa 2007*

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
255	11	182	0	448	195	388	106	N.D.	749

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
2	3	0	0	0	0	0	2	0	7

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

\*dottorati, borse di studio, assegni di ricerca



## Nuovi processi e attrezzature avanzate per la produzione di wafer di Carburo di Silicio

### *Dati generali*

<b>Progetto:</b>	Microelettronica, Sensori e Microsistemi
<b>Tipologia di ricerca:</b>	Progetti di sviluppo competenze
<b>Istituto esecutore:</b>	Istituto per la microelettronica e microsistemi
<b>Sede principale svolgimento:</b>	Sede principale Istituto
<b>Dip. di prevista afferenza:</b>	Materiali e Dispositivi
<b>Responsabile indicato:</b>	FRANCESCO LA VIA

### *Elenco dei partecipanti*

	liv.		liv.		liv.
Alberti Alessandra	III	La Via Francesco	II	Pappalardo Gaetana	VII
D'Arrigo Giuseppe Alessio Maria	III	Nipoti Roberta	II	Patrizia	
La Magna Antonino	III	Pannitteri Salvatore	VI	Parasole Nicolò	VI
				Spinella Rosario Corrado	I

### *Temì*

#### *Tematiche di ricerca*

L'attività di ricerca verrà focalizzata sulle seguenti attività:

- processi di crescita di substrati SiC;
- processi epitassiali SiC/SiC;
- processi epitassiali SiC/Si;
- simulazione numerica dei processi di crescita;
- caratterizzazione ottica dei semiconduttori ad ampia gap;
- caratterizzazione elettrica dei semiconduttori ad ampia gap mediante dispositivi test;
- caratterizzazione mediante spettroscopia X dei semiconduttori ad ampia gap;
- caratterizzazioni delle superfici
- sviluppo di tecniche di analisi in situ;
- sviluppo di reattori epitassiali e per la crescita dei cristalli.

#### *Stato dell'arte*

Attualmente il carburo di silicio è disponibile in commercio a prezzi molto elevati e con volumi di produzione limitati. Le dimensioni dei substrati è limitata tipicamente a 2 e 3 pollici di diametro e la loro difettosità è molto alta. Alcuni di questi difetti (micropipes) influenzano notevolmente le rese elettriche dei dispositivi realizzati su carburo di silicio. Inoltre si riescono a crescere lingotti cristallini di limitata lunghezza che permettono di ottenere un numero limitato di wafer da ogni crescita.

Per quanto riguarda l'epitassia i problemi principali sono legati alla bassa velocità di crescita (tipicamente 5-6 um/h), al non perfetto controllo della concentrazione di drogante (disuniformità maggiori del 10%) ed alla formazione di particolato durante il processo di crescita.

Questi problemi determinano un alto costo del processo legato alla bassa produttività dei reattori e una bassa resa dei dispositivi realizzati su queste epitassie.

#### *Azioni*

##### *Attività da svolgere*

Nel corso del 2007 l'attività della commessa si focalizzerà su tre obiettivi:

- Sviluppo di un processo di omo-epitassia mediante l'utilizzo del triclorosilano (TCS);
- Sviluppo di un processo di etero-epitassia SiC/Si;
- Sviluppo di un codice Montecarlo per la simulazione della crescita del SiC.

Per quanto riguarda il primo obiettivo si cercherà di massimizzare la velocità di crescita ed, allo stesso tempo, si cercherà di ridurre la difettosità del materiale cresciuto.

Per quanto riguarda il processo di etero-epitassia ci si focalizzerà sui primi istanti della crescita (carbonizzazione), si cercherà di utilizzare dei substrati compiacenti per ridurre la difettosità dello strato di



SiC e si metterà a punto un processo di crescita innovativo mediante l'utilizzo del TCS che dovrebbe permettere di ottenere alte velocità di crescita.

Infine il codice Montecarlo per la simulazione della crescita del carburo di silicio permetterà la comprensione dei fenomeni fisici che stanno alla base del processo di crescita omo-epitassiale ed etero-epitassiale. Inoltre, mediante questo strumento, si cercherà di ottimizzare i vari processi di crescita.

*Punti critici e azioni da svolgere*

Nel corso del 2007 si cercherà di risolvere il punto critico precedentemente evidenziato mediante l'acquisizione di nuovi spazi in comodato gratuito. Questi spazi permetteranno di espandere l'attività mediante l'acquisizione di due apparecchiature di una certa importanza (XRD e sistema per la fotoluminescenza) e il potenziamento dei sistemi di caratterizzazione elettrica e del cluster di calcolo. Inoltre i nuovi spazi per uffici permetteranno di accogliere nuovi ricercatori a contratto (italiani e stranieri) che permetteranno un notevole sviluppo dell'attività. Per attrezzare questi spazi sarà però necessario reperire dei fondi per realizzare le pareti divisorie e gli impianti. Per queste necessità si prevede un aumento della dotazione ordinaria per quest'anno di ..... j.

*Competenze, tecnologie e tecniche di indagine*

*Strumentazione*

*Tecniche di indagine*

*Tecnologie*

*Collaborazioni (partner e committenti)*

L'attività di ricerca sarà svolta in stretta collaborazione con l'Epitaxial Technology Center (ETC) del gruppo LPE e con la Numidia S.r.l.

La ETC sviluppa e commercializza reattori epitassiali per silicio ed è il terzo produttore mondiale di tali apparecchiature. Negli ultimi anni è stata avviata una notevole attività di ricerca nel campo del carburo di silicio. Nell'ambito di questa attività è stato sviluppato un primo prototipo di reattore epitassiale per il carburo di silicio in collaborazione con il CNR-IMM, il Dipartimento di Fisica dell'Università di Catania, il Politecnico di Milano e la LPE di Bollate (Mi). A fine 2005 è stata completata la realizzazione di un primo prototipo di reattore verticale per la crescita di cristalli di SiC che verrà testato nel prossimo anno.

La Numidia S.r.l. è una società che sviluppa codici di simulazione parallela. La sua attività è stata incentrata sulla simulazione di motori a scoppio e sulle simulazioni fluidodinamiche per le automobili. Negli ultimi tempi sta diversificando la sua attività e sta sviluppando dei codici per la simulazione dei processi fluidodinamici e termodinamici all'interno dei reattori epitassiali.

*Iniziative per l'acquisizione di ulteriori entrate*

Per l'acquisizione di nuove entrate si sfrutterà la notevole conoscenza acquisita nell'ambito delle crescite CVD per presentare dei progetti che sviluppano nuovi reattori a plasma per la realizzazione di celle fotovoltaiche ad alto rendimento su substrati a basso costo.

Inoltre si cercherà di partecipare al VII Programma Quadro anche se i temi di questi progetti non sono molto vicini a quelli sviluppati all'interno di questa commessa.



### **Finalità**

#### **Obiettivi**

Gli obiettivi della commessa nel triennio 2006-2008 sono i seguenti:

- a) sviluppare un reattore verticale CVD per la crescita di cristalli di carburo di silicio con i relativi processi di crescita;
- b) sviluppare un reattore epitassiale con il relativo processo di crescita omo-epitassiale SiC/SiC;
- c) sviluppare un processo di crescita etero-epitassiale SiC/Si;
- d) sviluppare dei codici di simulazione parallela dei processi di crescita del carburo di silicio;
- e) sviluppare dei codici di simulazione parallela per la progettazione di reattori CVD per il carburo di silicio;
- f) implementare nuove tecniche di caratterizzazione per lo sviluppo dei processi di crescita del carburo di silicio.

Il raggiungimento di questi obiettivi dovrà permettere di aumentare il diametro dei wafer di carburo di silicio, diminuirne la difettosità con un conseguente aumento delle rese dei dispositivi e diminuire allo stesso tempo i costi di produzione dei wafer.

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

Nel corso dell'anno si prevede di ottenere notevoli miglioramenti del processo di epitassia su wafer da tre pollici con il processo con il triclorosilano e di riuscire a mettere a punto un processo industriale per epitassie con spessori maggiori di 100 micron.

Inoltre, i progressi effettuati negli ultimi mesi sul fronte dell'etero-epitassia e le notevoli collaborazioni instaurate con l'Università di Tampa (Florida), permettono di prevedere che nel corso dell'anno verrà ottimizzato un primo processo di crescita etero-epitassiale molto interessante e che potrebbe permettere, nel giro di qualche anno, di ottenere dei substrati di SiC 3C con diametro superiore ai sei pollici.

#### **Potenziale impiego**

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

Tra gli obiettivi della commessa c'è lo sviluppo di reattori epitassiali per la crescita del carburo di silicio e di reattori per la crescita dei cristalli in collaborazione con la ETCi. Tali attrezzature permetteranno lo sviluppo dei processi di crescita del carburo di silicio, sia per quanto riguarda la crescita dei substrati sia per quanto riguarda la crescita delle epitassie. Tali processi sono i processi che limitano la diffusione dei dispositivi su SiC. Infatti, sia il piccolo diametro dei substrati (3 pollici), sia l'alto costo e l'alta difettosità non hanno permesso un rapido sviluppo dei dispositivi realizzati su questo nuovo semiconduttore nonostante le alte prestazioni dei dispositivi. La realizzazione degli obiettivi della nostra attività di ricerca dovrebbe permettere di risolvere queste problematiche con un notevole sviluppo delle attività produttive legate al SiC e quindi con una notevole ricaduta occupazionale nel medio periodo.

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

Lo sviluppo dell'attività di ricerca qui presentata permetterà la realizzazione e la successiva commercializzazione di dispositivi di potenza su SiC che troveranno il loro impiego principale nel campo del trasporto dell'energia, dell'alimentazione elettrica dei prodotti per l'elettronica di consumo, nella sensoristica per l'automobile, ... Tutti questi dispositivi permetteranno una notevole riduzione dei consumi di energia elettrica, della potenza dissipata e dell'inquinamento ambientale.

### **Moduli**

**Modulo:** Nuovi processi e attrezzature per la produzione di wafer di Carburo di Silicio  
**Istituto esecutore:** Istituto per la microelettronica e microsistemi  
**Luogo di svolgimento attività:** Sede principale Istituto

#### **Risorse commessa 2007**

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
232	13	594	0	839	177	784	110	N.D.	1.126

valori in migliaia di euro



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

\*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>
2	3	0	1	0	0	0	0	0	6

<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	0	2

\*dottorati, borse di studio, assegni di ricerca



## Sensori e Microsistemi Intelligenti per la Sicurezza e la Qualità della vita nei settori Agroalimentare, Trasporti ed 'Ambient Assisted Living'

### Dati generali

<b>Progetto:</b>	Microelettronica, Sensori e Microsistemi
<b>Tipologia di ricerca:</b>	Progetti relativi a linee tematiche a carattere strategico
<b>Istituto esecutore:</b>	Istituto per la microelettronica e microsistemi
<b>Sede principale svolgimento:</b>	Sede di Lecce
<b>Dip. di prevista afferenza:</b>	Materiali e Dispositivi
<b>Responsabile indicato:</b>	PIETRO ALEARDO SICILIANO

### Elenco dei partecipanti

	liv.		liv.		liv.
Capone Simonetta	III	Lomascolo Mauro	II	Prete Paola	III
Casino Flavio	VI	Marra Claudio	IV	Rella Roberto	II
Catalano Massimo	III	Martucci Maria Concetta	VI	Rizzo Rocco Massimo	V
Distante Cosimo	III	Melissano Enrico	VI	Russo Maurizio	VI
Epifani Mauro Salvatore	III	Pace Giovanni Battista	VI	Siciliano Pietro Aleardo	I
Florio Anna Rosa	VII	Pinna Antonio	VI	Taurino Antonietta	III
Francioso Luca Nunzio	III	Prato Mario	VI		

### Temi

#### Tematiche di ricerca

Le principali tematiche di ricerca riguardano: 1) Materiali e processi tecnologici per la realizzazione di MEMS e di dispositivi innovativi per sensori chimici, fisici e biologici 2) Array di microsensori a stato solido per l'analisi di specie chimiche in gas ed in liquido (naso elettronico e lingua elettronica) 3) Biosensori per la rivelazione di agenti di natura biologica quali, ad esempio, funghi e micotossine 3) Tecniche di Pattern Recognition e di Elaborazione di Segnali ed Immagini per il monitoraggio di eventi oltre che l'analisi delle risposte dei sensori, array di sensori e sistemi multisensoriali inseriti in reti, quali per esempio negli ambienti domestici.

Vengono utilizzate le tecnologie di micro e nano-fabbricazione dei materiali per lo sviluppo di sistemi multisensoriali miniaturizzati in un contesto di 'Ambiente Intelligente'. Vengono realizzati sensori a base di nanostrutture di ossidi per l'utilizzazione con diversi principi di trasduzione, oltre che micro-array a matrice biologica, per la rivelazione delle specie chimiche e biologiche di interesse, associandoli a tecniche di separazione cromatografiche per migliorare la selettività e la sensibilità.

#### Stato dell'arte

La sensoristica e la microsistemistica, soprattutto se accoppiate con le moderne tecnologie di interrogazione e comunicazione a distanza in un contesto di Ambiente Intelligente, consentono oggi di sviluppare sistemi analitici innovativi, rapidi, economici, portatili ed intelligenti, potenzialmente applicabili in diversi settori, tra cui l'Agroalimentare, i Trasporti e l'Ambient Assisted Living. In tali settori, Sensori e Microsistemi Intelligenti sono infatti richiesti per dare delle soluzioni innovative per:

- soddisfare l'esigenza dell'industria alimentare di monitorare e controllare la qualità, la sicurezza e la classificazione del prodotto
- monitorare i processi di combustione nei motori e le condizioni di sicurezza e qualità nell'abitacolo delle autovetture
- monitorare le condizioni di sicurezza e qualità della vita dei cittadini in ambienti pubblici
- fornire assistenza agli anziani e ai disabili che vivono da soli negli ambienti domestici, incidendo anche sulla riduzione dei costi sanitari.

### Azioni

#### Attività da svolgere

Si avrà un proseguimento dell'attività sulle linee guida già individuate negli anni scorsi, e cioè secondo le seguenti tematiche: 1) crescita di materiali e sviluppo di processi per la realizzazione di MEMS e di dispositivi innovativi per sensori chimici, fisici e biologici 2) Array di microsensori a stato solido per l'analisi di specie chimiche in gas ed in liquido (naso elettronico e lingua elettronica) 3) Biosensori per la rivelazione di agenti di natura biologica quali, ad esempio, funghi e micotossine 3) Tecniche di Pattern Recognition e di Elaborazione di Segnali ed Immagini per l'analisi delle risposte dei sensori, array di sensori e sistemi multisensoriali. Utilizzando le tecnologie di micro e nano-fabbricazione, saranno sviluppati sistemi multisensoriali miniaturizzati in un contesto di 'Ambiente Intelligente'. Saranno realizzati sensori con diversi



principi di trasduzione, sotto forma di nasi e di lingue elettroniche, oltre che micro-array a matrice biologica, per la rivelazione delle specie chimiche e biologiche di interesse, associandoli a tecniche di separazione cromatografiche per migliorare la selettività e la sensibilità.

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

Innanzitutto si segnala la mancanza assoluta di risorse finanziarie per far fronte alle spese di gestione della Camera Pulita. Sarebbe auspicabile trovare al più presto una soluzione analoga a quanto avviene per altri Istituti, dove tali spese gravano sul bilancio delle Aree di Ricerca. Per tale motivo esiste un forte rischio di non poter far fronte agli impegni presi nei progetti Europei che si stanno portando avanti.

Vengono inoltre confermati i punti critici già individuati e segnalati lo scorso anno, e cioè:

- per avere dei dispositivi affidabili sarà necessario realizzare sensori con materiali sensibili abbastanza stabili nel tempo. Si stanno portando avanti ricerche in questo senso.
- E' necessario avviare un processo rapido, tramite l'innesto di giovani ricercatori, già formati, per non perdere le competenze acquisite negli ultimi anni, ampiamente riconosciute a livello nazionale ed internazionale.
- Tale processo, considerando il carattere prettamente pluridisciplinare delle attività, è inoltre necessario per aumentare la massa critica e fronteggiare l'elevato livello di competitività presente in altri paesi del mondo nel settore dei Sensori e Microsistemi

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

L'attività comprende:

- messa a punto dei processi di micro/nano fabbricazione per la realizzazione di MEMS/NEMS
  - preparazione dei materiali e degli strati sensibili tramite diverse metodologie di crescita
  - caratterizzazione dei materiali con metodologie chimico-fisiche
  - realizzazione e test dei dispositivi
  - applicazione dei dispositivi in contesti operativi reali per il monitoraggio e controllo di particolari eventi
- Pertanto l'attività da svolgere per raggiungere con successo gli obiettivi è basata su un contesto fortemente multidisciplinare e, pertanto, sono coinvolte diverse competenze; fisica, chimica, ingegneria dei materiali, ingegneria elettronica, ingegneria informatica, biologia. Importanti sono anche le competenze in Scienze Economiche per un'adeguata analisi di mercato e di impatto socio- economico dei dispositivi realizzati.

#### *Strumentazione*

Considerando i Sensori ed i Microsistemi che vengono realizzati, la commessa ha ovviamente un carattere fortemente tecnologico.

Gli impianti maggiormente utilizzati per realizzazione dei dispositivi sono essenzialmente relativi ai processi che vengono svolti in camera pulita:

- processi di micro e nano-fabbricazione (litografia, dry e wet etching, ICP-RIE, FIB)
- tecnologie di deposizione di materiali sensibili a base di film sottili nanostrutturati (sputtering, e-beam, sol-gel, etc.), nanostrutture (tramite Vapour-Solid-Liquid transport, CVD, metodi wet-chemical)
- attrezzature per il dicing ed il packaging dei dispositivi
- tecnologie per l'immobilizzazione e la deposizione di strati biologici
- attrezzature per la caratterizzazione morfologico-strutturale dei materiali (SEM/FEG, HRTEM/FEG, AFM)
- attrezzature per la caratterizzazione ottica ed elettrica dei materiali
- attrezzature per i test funzionali dei dispositivi

Risultano inoltre di fondamentale importanza una serie di attrezzature, quali workstations e videocamere, dedicate all'Acquisizione e all'Elaborazione di Segnali ed Immagini provenienti da sistemi multisensoriali

#### *Tecniche di indagine*

Tecniche di indagine maggiormente utilizzate:

- Microscopia elettronica a scansione con sorgente FEG (SEM/FEG) e in trasmissione a sorgente FEG (HRTEM/FEG)
- Microscopia a Forza Atomica
- X-ray diffraction
- Caratterizzazioni ottiche (spettrofotometria UV-VIS-NIR, spettrofluorometria, fotoluminescenza, Surface Plasmon Resonance)
- Caratterizzazioni elettriche (I-V, C-V, misure in DC ed AC)
- Gas Cromatografia/Spettrometria di Massa

#### *Tecnologie*

Vengono utilizzate metodologie per lo sviluppo di algoritmi per la modellizzazione e conseguente rivelazione di particolari eventi.

Vengono utilizzate metodologie di simulazione e progettazione dei dispositivi da realizzare





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

Le collaborazioni più importanti derivano dalle attività svolte con partners italiani e stranieri all'interno di progetti nazionali ed europei. Tra di esse vengono riportate:

Università di Lecce: Dipartimento Ingegneria dell'Innovazione, Università di Brescia: Dipartimento di Fisica e Chimica dei Materiali, Università Roma Tor Vergata: Dipartimento Ingegneria Elettronica, Università di Pavia: Dipartimento Elettronica, Istituto ISPA-CNR di Bari, ISSIA-CNR di Bari, ITC-irst di Trento, Università di Linköping (Svezia), Università di Barcellona (Spagna), Università di St. Pittsburgh (USA), ETH (Svizzera), University of Tuebingen (Germania), University of Manchester (UK), Centro National de Microelectronica CNM-CSIC (Spagna), Smart Homes (Netherlands), SVVE (Netherlands), Provincia Autonoma di Trento, Technobiochip, IBM (Praga), MR&D S.p.a, EADS (Germania), Centro Ricerche FIAT, ST Microelectronics, UnionKey s.r.l., Casa Olearia Italiana s.p.a., Consorzio OPTEL, Microlaben s.r.l.

E' inoltre da segnalare l'attivazione di una importante collaborazione con Carl Zeiss NTS GmbH per la realizzazione di un 'CNR\_IMM - Zeiss NT Joint Laboratory for nanostructural and nanofabrication analysis by Electron Microscopy and Focused Ion Beam'.

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

Sono già state ammesse a finanziamento delle nuove proposte presentate nel corso del 2006 in risposta a bandi del MIUR (Idee progettuali e Centri di Competenza) e della Regione Puglia (Progetti strategici ed esplorativi) che partiranno nel 2007. Avrà inizio un nuovo progetto, con funzione di coordinamento, della durata di 4 anni, finanziato dalla Commissione Europea relativamente alla tematica " Ambient Assisted Living".

Verranno presentate alcune proposte nell'ambito del VII Programma Quadro

#### **Finalità**

##### *Obiettivi*

Gli obiettivi generali consistono nel progettare, realizzare e collaudare nei contesti operativi reali, sistemi multisensoriali miniaturizzati ed intelligenti, per il controllo della sicurezza e la qualità della vita con particolare riferimento ai settori Agroalimentare, Trasporti ed Ambient Assisted Living. Le problematiche da affrontare richiedono competenze specifiche che vanno da quelle tipiche della fisica, chimica, ingegneria, biologia e dell'intelligenza artificiale, a quelle relative allo sviluppo delle tecnologie caratteristiche della realizzazione di microsistemi e sistemi multisensoriali intelligenti.

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

Possono essere elencati i seguenti risultati attesi: - brevetti; - pubblicazioni su riviste internazionali; - nuovi processi di micro e nano-fabbricazione di materiali e dispositivi per la sensoristica avanzata - prototipi di sensori e microsistemi intelligenti innovativi per l'industria agroalimentare e dei trasporti; - nuovi materiali per sensori a base di nanostrutture (nanoparticelle, nanorods, ecc.) preparati con tecniche di tipo fisico e di tipo chimico; - metodologie innovative per il controllo della sicurezza e la qualità della vita degli anziani; - nuovi processi di fabbricazione e trattamento di materiali biologici- nuovi algoritmi per l'elaborazione di segnali ed immagini

##### *Potenziale impiego*

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

Il potenziale impiego nei processi produttivi prevede l'utilizzo dei risultati in diversi contesti quali ad esempio:

- monitoraggio on-line in sistemi per il controllo della qualità del prodotto
- sistemi per il packaging degli alimenti
- fase di stoccaggio
- controllo delle varie fasi dei processi di produzione e in alcuni casi di fermentazione
- monitoraggio on board e su banco della presenza di carburante nell'olio motore
- monitoraggio dei processi di combustione nei motori per la riduzione degli inquinanti
- miglioramento delle condizioni di sicurezza e qualità della vita dei cittadini in genere, in particolar modo degli anziani che vivono da soli in ambienti domestici

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

Per la loro miniaturizzazione spinta, e quindi basso costo, basso consumo, e basso ingombro, i sistemi da realizzare sono potenzialmente utilizzabili in particolari contesti operativi. Si pensi per esempio al singolo consumatore che vuole avere delle informazioni sugli alimenti da acquistare, potendo utilizzare un microsistema inserito nel suo cellulare.

Oppure si pensi, nel caso degli anziani, alla possibilità di avere dei sensori indossabili che siano in grado di trasmettere segnali di allarme in caso di caduta o in caso di disfunzioni cardiache, ecc.



E' inutile comunque ribadire che, una volta messi a punto i dispositivi e le tecnologie, i sensori e i microsistemi sviluppati possono essere anche utilizzati in varie applicazioni, diverse da quelle proprie della Commessa, venendo incontro alla risoluzione di moltissimi problemi e bisogni individuali e collettivi.

#### **Moduli**

**Modulo:** Sensori e Microsistemi Intelligenti per la Sicurezza e la Qualità della vita nei settori Agroalimentare, Trasporti ed 'Ambient Assisted Living'  
**Istituto esecutore:** Istituto per la microelettronica e microsistemi  
**Luogo di svolgimento attività:** Sede di Lecce

#### **Risorse commessa 2007**

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
660	103	680	0	1.443	0	783	866	N.D.	2.309

valori in migliaia di euro

<b>Unità di personale di ruolo*</b>	
ricercatori	Totale
8	15

\*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	2	0	4	0	0	1	2	0	9

<b>Richiesta nuove unità di personale</b>			
tempo determinato	tempo indet	non di ruolo*	Totale
2	4	7	13

\*dottorati, borse di studio, assegni di ricerca



## Sviluppo di tecnologie e realizzazione di dispositivi e microsistemi fotonici e fluidici

### *Dati generali*

<b>Progetto:</b>	Microelettronica, Sensori e Microsistemi
<b>Tipologia di ricerca:</b>	Progetti relativi a linee tematiche a carattere strategico
<b>Istituto esecutore:</b>	Istituto per la microelettronica e microsistemi
<b>Sede principale svolgimento:</b>	Sede di Bologna
<b>Dip. di prevista afferenza:</b>	Materiali e Dispositivi
<b>Responsabile indicato:</b>	PIERA MACCAGNANI

### *Elenco dei partecipanti*

Bellini Milena	liv. V	Lulli Giorgio	liv. II	Severi Maurizio	liv. I
Bianconi Marco	III	Maccagnani Piera	III	Solmi Sandro	I
Cristiani Stefano	VI	Nicoletti Sergio	III	Summonte Caterina	III
Gavina Giuliano	IV	Poggi Antonella	III	Tamarri Fabrizio	VI

### ***Tem***

#### *Tematiche di ricerca*

Le attività da svolgere comprendono lo sviluppo di singoli processi (microlavorazioni meccaniche di silicio o altri materiali, wafer bonding).

In particolare verranno eseguite lavorazioni superficiali micrometriche su materiali otticamente attivi (LiNbO<sub>3</sub>), su Silicio e su materiali polimerici di particolare interesse per la realizzazione di microcanali, microvalvole e micromotori. Saranno affrontate le problematiche relative alla realizzazione di dispositivi di vario tipo, dai singoli rivelatori SPAD, a matrici di rivelatori, ai dispositivi fotovoltaici. Saranno inoltre messe a punto le opportune tecniche di analisi e di misura per la caratterizzazione funzionale dei microsistemi.

#### *Stato dell'arte*

Le tecniche di progettazione e realizzazione di microsistemi sono in rapidissima evoluzione e promettono nuove soluzioni tecnologiche micro e nanometriche per nuovi dispositivi e soprattutto nuovi sistemi integrati di crescente livello di complessità e funzionalità. Le tecnologie impiegate oggi per la realizzazione di microsistemi sono quelle derivanti dallo sviluppo della microelettronica del silicio, con l'aggiunta della tecnologia di microlavorazione del silicio e di altri materiali.

### ***Azioni***

#### *Attività da svolgere*

Progettazione e realizzazione di una matrice di rivelatori SPAD con elevata efficienza di rivelazione da interfacciare con una matrice biologica per analisi di DNA e proteine marcati. Studio delle modalità per consentire un rapido allineamento ottico tra spot del microarray biologico e elementi della matrice SPAD.

Realizzazione di microvalvole in silicio per regolazione dei flussi di propellente in microthrusters. Realizzazione di strutture ottiche integrate per la realizzazione di giroscopi ottici. Realizzazione di cavità risonanti integrate e strutture fotoniche submicrometriche. Messa a punto di processi basati su impiantazione ionica e etching per la lavorazione submicrometrica di silicio, ossido di silicio e niobato di litio. Studio di nuovi materiali per la realizzazione di strutture ottiche integrate. Ottimizzazione dei processi di micromachining superficiale in niobato di litio.

Ottimizzazione dei dispositivi e dei processi per incrementare l'efficienza delle celle solari su supporti in gres porcellanato. Realizzazione di celle a p*Ã* larga area. Studio di processi alternativi per la purificazione del silicio metallurgico fino al grado solare.

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

Problemi di cross-talk ottico e elettrico tra rivelatori adiacenti della matrice di SPAD.

Difficoltà di reperimento ed elevato costo dei materiali per la realizzazione di strutture ottiche integrate.

Problemi di resistenza serie e di possibili shunting sui dispositivi a larga area.

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

Le competenze richieste per lo svolgimento dei progetti che rientrano nella commessa vanno dalle conoscenze tecnologiche tipiche dei processi della microelettronica (processi fotolitografici, di etching selettivo dei materiali, di deposizione di vari materiali,...) a conoscenze di simulazione microfluidica e progettazione di microsistemi. Sono quindi conoscenze multidisciplinari, dove spesso ci si trova ad affrontare



problematiche di frontiera tra la microelettronica e la micromeccanica fine, e dove bisogna operare per far coesistere le due.

#### *Strumentazione*

1. Camera bianca in classe 100 presso IMM sezione di Bologna e relative attrezzature di processing ivi installate (litografia, processi termici, deposizioni, attacchi RIE ecc).
2. Impiantatore a media energia per drogaggi controllati.
3. Microscopi elettronici in trasmissione e scansione per la caratterizzazione strutturale e di superficie.
4. Sistema automatico per la caratterizzazione elettrica di dispositivi e di processo.
5. Apparecchiatura per fotolitografia mediante un sistema laser a eccimeri a 248nm.
6. Sistema di wafer-bonding.

#### *Tecniche di indagine*

Impiego di microscopio ottico e di un profilometro per la verifica delle strutture realizzate sul wafer nel corso dei vari processi di mascheratura.

Utilizzo di un ellissometro per controllare lo spessore dei vari film (ossidi, nitrucci, polisilicio,...) depositi sul wafer.

Impiego di microscopio elettronico a scansione per analisi in piano e in sezione delle strutture realizzate.

Sistema automatizzato per la caratterizzazione elettrica delle strutture di test e dei dispositivi realizzati e relativa estrazione dei parametri, realizzazione di mappe per la distribuzione sul wafer dei diversi parametri.

#### *Tecnologie*

La definizione del flusso di processo tecnologico che consente la realizzazione dei diversi dispositivi si avvale dell'uso di diversi simulatori: di processo come DIOS e ATHENA e di dispositivo come DESSIS e ATLAS.

Il layout dei singoli dispositivi così come quello delle diverse maschere necessarie nel corso del processo tecnologico vengono definiti utilizzando il software CADENCE, che consente anche il controllo delle regole di layout legate al processo tecnologico.

Le misure elettriche sono eseguite su un sistema che fa uso di una probe station e consente la caratterizzazione direttamente a livello wafer. Il software di gestione è stato sviluppato a livello locale e consente di implementare ogni tipo di misura I-V, C-V, G-V, nel tempo ecc.

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

Le attività saranno svolte in collaborazione con la sezione di Napoli dell'IMM, con la Carlo Gavazzi Space SpA, con il Dipartimento di Fisica dell'Università di Padova, con l'Istituto IFAC-CNR e con INOA-CNR.

Nell'ambito degli SPAD si collaborerà con il Politecnico di Milano, con la Microgate, con la spin-off MPD, con l'osservatorio di Catania, con l'ESO, con l'Istituto ICRM di Milano.

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

Sono in fase di stesura alcune proposte di progetti nell'ambito del VII P.Q. della CEE.

#### *Finalità*

##### *Obiettivi*

Gli obiettivi generali consistono nel progettare, realizzare e collaudare, nei contesti operativi reali, sia rivelatori di singolo fotone che microsistemi ottici integrati anche associati a strutture fotoniche. In parallelo vengono anche realizzati microsistemi in grado di svolgere funzioni di attuatori in applicazioni di diverse tipologie, quali la micromeccanica e la microfluidica. Va ricordato che la realizzazione di microsistemi richiede un approccio multidisciplinare.

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

Realizzazione e caratterizzazione di matrici di rivelatori SPAD e prime prove di allineamento della matrice ottica con il microarray biologico.

Realizzazione e caratterizzazione di cavità fotoniche risonanti, di un giroscopio ottico in fibra e di valvole di alimentazione per microthrusters a propellente liquido.

Realizzazione di celle solari su supporti in gres porcellanato con un'area di 7 cm<sup>2</sup>.

##### *Potenziale impiego*

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

L'attività svolta ha consentito di realizzare rivelatori in silicio robusti e a basso costo con prestazioni ottimizzate. Il processo tecnologico messo a punto potrà essere trasferito all'industria dei semiconduttori.

L'attività relativa ai microcanali ha puntato alla realizzazione di sistemi ibridi 'elettronici-microfluidici' in modo da consentire il trasferimento dei processi sviluppati all'industria dei semiconduttori.

L'interferometro integrato tipo Mach-Zender è nato a seguito di un contratto industriale cofinanziato dall'ASI, ha originato 2 brevetti di tipo industriale e pertanto è idoneo all'inserimento in processi produttivi per la realizzazione di sensoristica ottica per telerilevamento da satellite o aereo.



*- per risposte a bisogni individuali e collettivi*

I dispositivi e le strutture sviluppate trovano un potenziale impiego in vasti campi applicativi che rispondono a bisogni collettivi e individuali.

Un rivelatore SPAD ad es. può essere utilizzato all'interno di un microsistema per l'analisi del DNA a basso costo, mentre la realizzazione di sistemi ibridi 'elettronici-fluidici' consente di realizzare biosensori per l'industria farmaceutica o alimentare.

**Moduli**

**Modulo:** Sviluppo di tecnologie e realizzazione di dispositivi e microsistemi fotonici e fluidici  
**Istituto esecutore:** Istituto per la microelettronica e microsistemi  
**Luogo di svolgimento attività:** Sede di Bologna

**Risorse commessa 2007**

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
387	196	567	0	1.150	323	1.086	264	N.D.	1.737

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
2	0	0	3	0	0	0	2	3	15

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

\*dottorati, borse di studio, assegni di ricerca



## Sensori e Tecnologie per Applicazioni BioMedicali e Spaziali

### *Dati generali*

<b>Progetto:</b>	Microelettronica, Sensori e Microsistemi
<b>Tipologia di ricerca:</b>	Progetti relativi a linee tematiche a carattere strategico
<b>Istituto esecutore:</b>	Istituto per la microelettronica e microsistemi
<b>Sede principale svolgimento:</b>	Sede di Roma
<b>Dip. di prevista afferenza:</b>	Materiali e Dispositivi
<b>Responsabile indicato:</b>	CORRADO DI NATALE

### *Elenco dei partecipanti*

	liv.		liv.		liv.
Bearzotti Andrea	III	Fontana Francesco	IX	Maiani Marco	VII
Biagiolini Claudio	V	Frenguelli Luciano	VII	Maita Luigi	IV
De Rosa Rita	VIII	Lampasona Antonio	VII	Risi Claudio	VII
Fabiani Paolo	V	Macagnano Antonella	III		

### *Temi*

#### *Tematiche di ricerca*

Ottimizzazione materiale sensibile Caratterizzazione sensori chimici Integrazioni trasduttori di massa su singolo substrato; Progetto elettronico avanzato con integrazione degli algoritmi di analisi dati Sviluppo microsensore di umidità e temperatura integrato nella matrice sensibile Sviluppo di protocolli di misura in pazienti per varie patologie Campagna di misura in strutture ospedaliere Test strutturali per missioni spaziali Missione spaziale Analisi dei dati sperimentali

#### *Stato dell'arte*

La ricerca sulla diagnostica clinica attraverso l'analisi dell'odore rappresenta una nuova frontiera della medicina, la cui fattibilità è stata dimostrata in vari esperimenti in-vitro. La sezione di Roma è uno dei pochi centri si svolgono misure in-vivo su pazienti e si intende mantenere questa posizione. NASA e ESA stanno studiando applicazioni di sensori chimici. Il superamento di test di collaudi spaziali garantisce delle ricadute in applicazioni relative al controllo degli spazi chiusi

### *Azioni*

#### *Attività da svolgere*

Uno degli scopi della ricerca sarà la definizione di un modello teorico che colleghi la struttura del recettore con le sue caratteristiche di sensibilità e selettività. A tal scopo si sintetizzeranno dei recettori sintetici basati su porfirine che saranno testati su trasduttori di massa e ottici. Verrà studiata la impedenza dei film di porfirina per la realizzazione di sensori a variazione di resistenza e capacità per i quali saranno realizzati gli opportuni trasduttori controllati in temperatura.

Verranno studiati membrane mesoporose e nanostrutturate sia come materiali sensibili (attivati con inclusioni di materiali catalitici) sia come materiale ospite di film organici per trasduttori di massa e ottici.

Saranno realizzati microrisonatori tipo QMB su singolo substrato integrati con condizionatori di temperatura.

Verranno studiati dei nuovi prototipi di sistemi olfattivi artificiali completi dal punto di vista hardware e software.

Saranno ottimizzati i protocolli di misura per le applicazioni mediche.

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

Necessità di ulteriore strumentazione di calibrazione dei sensori da dedicare a misure a lungo termine per lo studio della stabilità e del drift dei sensori.

Messa a punto di una tecnica veloce e ad alta riproducibilità per la realizzazione di sensori chimici.

Realizzazione di un sistema di controllo dell'umidità del campione.

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

Sintesi recettori artificiali;

film molecolari

trasduttori di massa e ottici

progettazione e realizzazione circuiti, microprocessori, logiche programmabili.

chimica analitica.



**Strumentazione**

Evaporatore film molecolari  
sistema di gas delivery per caratterizzazione sensori  
GC-MS  
AFM  
Litografia e mask aligner  
sputtering  
strumentazione elettronica

**Tecniche di indagine**

**Tecnologie**

**Collaborazioni (partner e committenti)**

Università Roma Tor Vergata: Dipartimento Ingegneria Elettronica, Dipartimento Scienze e Tecnologie Chimiche e Dipartimento di Chirurgia. Università di Linkoping (Svezia), Università di St. Petersburg (Russia). Policlinico dell'Università di Roma Tor Vergata, Ospedale C. Forlanini Roma, Ospedale IDI Roma Bioclear nv, European Space Agency Centro Sviluppo Materiali, Technobiochip, Centro Ricerche FIAT, FIAT Auto, COSMED

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

Si prevede la partecipazione ad almeno due proposte di progetti europei.

**Finalità**

**Obiettivi**

Gli obiettivi: ottimizzazione materiale sensibile; integrazione di sistemi sensoriali in strutture single-chip per ridurre il volume ed i tempi di analisi; integrazione elettronica per ridurre i consumi; integrazione algoritmi di elaborazione ed analisi per sistemi application-oriented che forniscono in tempo reale il risultato della analisi; integrazione di sensori di temperatura e umidità per una maggiore robustezza delle predizioni.

**Risultati attesi nell'anno**

Modello struttura-sensibilità per recettori sintetici organo-metallici.  
Multirisonatori QMB su singolo substrato con controllo di temperatura.  
Nuovo prototipo di naso elettronico basato su multirisonatori su singolo substrato.  
Sensori basati su materiali mesoporosi.  
Protocolli di misura di elevata riproducibilità.

**Potenziale impiego**

- per processi produttivi

- per risposte a bisogni individuali e collettivi

La applicazione del naso elettronico per la diagnosi medica è considerata di grande interesse per le tecniche di diagnosi precoce, e per il follow-up di malattie tumorali a grande probabilità di recidiva.  
Il controllo di ambienti con sistemi di sensori è inoltre di interesse in molte applicazioni civili ed industriali.

**Moduli**

**Modulo:** Sensori e Tecnologie per Applicazioni BioMedicali e Spaziali  
**Istituto esecutore:** Istituto per la microelettronica e microsistemi  
**Luogo di svolgimento attività:** Sede di Roma

**Risorse commessa 2007**

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
269	108	129	0	506	114	351	182	N.D.	802

valori in migliaia di euro



<i>Unità di personale di ruolo*</i>	
<b>ricercatori</b>	<b>Totale</b>
2	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>
2	1	0	2	0	0	0	0	2	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	3	0	3

\*dottorati, borse di studio, assegni di ricerca





## Microsistemi per l'analisi di sostanze gassose in applicazioni ambientali

### *Dati generali*

<b>Progetto:</b>	Microelettronica, Sensori e Microsistemi
<b>Tipologia di ricerca:</b>	Progetti relativi a linee tematiche a carattere strategico
<b>Istituto esecutore:</b>	Istituto per la microelettronica e microsistemi
<b>Sede principale svolgimento:</b>	Sede di Bologna
<b>Dip. di prevista afferenza:</b>	Materiali e Dispositivi
<b>Responsabile indicato:</b>	GIAN CARLO CARDINALI

### *Elenco dei partecipanti*

Balzani Giovanna	liv. VI	Mazzone Anna Maria	liv. II	Sanmartin Michele	liv. VI
Cardinali Gian Carlo	II	Negrini Paolo	IV	Severi Maurizio	I
Dori Leonello	II	Parisini Andrea	III	Summonte Caterina	III
Maggi Arturo	V	Pizzochero Giulio	V	Zani Antonio	IV
Masini Luca	V	Roncaglia Alberto	III		

### *Tem*

#### *Tematiche di ricerca*

Sviluppo di sistemi per l'analisi di gas e dei microdispositivi che ne costituiscono i componenti chiave, quali sensori ad ossidi metallici semiconduttori, microcolonne di preconcentrazione e separazione cromatografica, filtri ottici, microemettitori e rivelatori IR.

Studio e sintesi di materiali nanostrutturati o a struttura molecolare specifica per applicazioni sensoristiche.

Studio e sviluppo di microsistemi per la rilevazione del particolato atmosferico, con metodologie di tipo ottico ed elettrico.

Progettazione e realizzazione di sensori di 'strain' in silicio, a microstrutture risonanti, per tecniche innovative di monitoraggio della solidità di infrastrutture civili (quali tunnel di linee metropolitane).

Messa a punto di tecnologie di interconnessione fluidica, elettrica e meccanica per l'integrazione in forma ibrida dei micro componenti.

Progettazione di interfacce elettroniche dedicate per la misura e il controllo di microsensori e microsistemi

Metodologie e tecniche per l'esecuzione di prove funzionali e per la validazione dei microsistemi.

#### *Stato dell'arte*

Nel settore della sensoristica per applicazioni ambientali una notevole attività è stata svolta sia in ambito scientifico che industriale. Tuttavia, i prodotti ad oggi disponibili non risultano adatti alle esigenze di monitoraggio di cui il concetto di 'ambient intelligence', fortemente sostenuto dalla EU, rappresenta una significativa sintesi. A tal fine è necessario sviluppare una nuova classe di dispositivi, che solo l'adozione di tecnologie microsistemistiche permette di realizzare. Ad esempio, il monitoraggio capillare della qualità dell'aria, sia in esterno che in interni, è di fondamentale importanza per garantire buone condizioni di vita, ma i sistemi di misura attuali sono generalmente di grandi dimensioni e molto costosi. Microsistemi basati su architetture cromatografiche o su principi di trasduzione selettivi (ad esempio l'assorbimento infrarosso) sono in via di sviluppo e sembrano offrire promettenti prospettive. Oltre ai gas, ha grande rilevanza anche il monitoraggio del particolato atmosferico. Tuttavia microsistemi idonei a rilevare ed analizzare questo specifico inquinante sono quasi completamente assenti, anche nella letteratura scientifica internazionale.



### **Azioni**

#### *Attività da svolgere*

Ottimizzazione del progetto di sensori MOX a bassissimo consumo e investigazione delle prestazioni, anche dinamiche. Estensione del modello di semiconduttore a largo gap, già sperimentato, per descrivere le risposte di dispositivi MOX a variazioni più estese della temperatura di lavoro.

Sviluppo di un secondo prototipo di GC palmare, basato su microcolonne di preconcentrazione e di separazione di nuovo disegno e su una piattaforma di interconnessione pneumatica ad elevata modularità. Studio di materiali innovativi (cavitandi e nanotubi di C) per preconcentrazione e separazione di gas.

Realizzazione e caratterizzazione di matrici di emettitori IR a grande area ed elevata emissività. Progetto di filtri ottici, da realizzare con tecnologie del film sottile (pacchetti di materiali ottici separati da regioni incoerenti)..

Studio di microsensori per la misura del particolato atmosferico. Saranno indagate soluzioni basate su principi di selezione e traduzione ottica ed elettrica.

Sviluppo di una tecnologia per la fabbricazione di risonatori in silicio su substrati SOI con packaging in vuoto, per estensimetri ad elevata risoluzione spaziale (progetto EUROCORES S3T Underground M3).

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

Relativamente agli aspetti tecnico scientifico dell'attività di ricerca, le condizioni a maggiore rischio, suscettibili di insuccesso, sono state identificate nei diversi contesti ed associate a possibili contromisure. Ad esempio, sono previste difficoltà di ordine tecnologico per il wafer bonding di microcamere in vuoto e la separazione di microstrutture, ma si sono già studiate alternative, a livello di processo e di dispositivo. Dovranno anche essere superati, con l'allestimento di nuova strumentazione e con adeguate metodologie di analisi, alcuni limiti delle tecniche di caratterizzazione disponibili (misure di mobilità elettronica in MOX e della emissività in funzione della temperatura per i materiali dei sistemi IR).

Per quanto concerne l'organizzazione del lavoro, appare aggravarsi l'impegno per mantenere la consistenza numerica del personale attualmente coinvolto, costituito in larga misura da ricercatori e tecnici, con posizioni non di ruolo e a tempo determinato. Sarebbe fondamentale riattivare quanto prima affidabili meccanismi di pianificazione delle assunzioni che permettano ai giovani e, di conseguenza ai progetti di ricerca, di operare con prospettive meno incerte.

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

Progettazione, fabbricazione e caratterizzazione di dispositivi microelettronici e microsistemi in silicio

Processi di micromachining di silicio e vetro; tecnologie di bonding e di incapsulamento.

Conoscenze relative alla lavorazione e alle proprietà di materiali specifici per applicazioni sensoristiche.

Progettazione di sistemi elettronici e fluidici.

Caratterizzazione elettrica, strutturale e funzionale di microsistemi.

Conoscenze specifiche relative ai settori di applicazione considerati.

#### *Strumentazione*

Sistemi di calcolo e pacchetti software per il progetto di microsistemi comprendenti strumenti per il disegno del layout, la simulazione di processi e di dispositivi.

Camera bianca in classe 100 con le apparecchiature di servizio e di processo necessarie per la messa a punto e la realizzazione dell'intera sequenza di passi tecnologici caratteristici della fabbricazione di microsistemi a livello prototipale.

Strumentazione per la caratterizzazione elettrica, ottica e strutturale dei materiali e dei dispositivi e metodologie software per l'estrazione dei parametri dei modelli circuitali e comportamentali.

#### *Tecniche di indagine*

Nell'ambito della commessa sono disponibili metodologie, sperimentali e teoriche, che permettono di caratterizzare materiali e dispositivi, anche utilizzando adeguate strutture di test, al fine di pervenire alla comprensione dei fenomeni di interesse ed orientare la scelta dei parametri di progettazione. Oltre ad indagini basate su misure elettriche, sono utilizzate anche tecniche di microscopia elettronica a scansione e in trasmissione, soprattutto per l'analisi morfologica e strutturale dei materiali e dei dispositivi. Le informazioni acquisite sono di fondamentale importanza per la progettazione assistita da calcolatore, attraverso modelli analitici e numerici di simulazione dei processi e dei dispositivi. E per la caratterizzazione funzionale dei prototipi realizzati.

#### *Tecnologie*

Tecnologie planari utilizzate per la lavorazione del silicio in microelettronica e di microlavorazione meccanica in dispositivi MEMS.



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

Le tematiche considerate richiedono un approccio multidisciplinare, che raccoglie il contributo, oltre che delle diverse sezioni IMM, anche di altri numerosi gruppi di ricerca pubblici e privati sia nazionali che internazionali. Tra questi: LR-SENSOR, Brescia; CREO; LR-CASTi, L'Aquila; Università di Bologna; Università di Firenze; Università di Parma; Università di Perugia; Università di Roma Torvergata; ITC-Irst, Trento; SSSA, Pisa; ARPA, Bologna; Università di Cambridge; Università di Barcellona (Spagna); Università di Madrid (Spagna); Università di Tarragona (Spagna); CSIC-CNM, Barcellona (Spagna); IMSAS, Brema (Germania); SINTEF, Oslo (Norvegia); Tekniker, Eibar (Spagna); EADS CRC, Monaco (Germania); SENSOR, Horten (Norvegia)

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

In attesa di nuovi bandi, che permettano di accedere a finanziamenti per la ricerca a livello nazionale o regionale, si stanno valutando le possibilità offerte dal VII programma quadro della EU, recentemente avviato. Nel frattempo, proseguono i contatti con aziende nazionali interessate ad avviare e finanziare progetti di ricerca o di trasferimento delle tecnologie e delle competenze sviluppate nell'ambito della commessa. Si sta anche valutando l'opportunità di costituire uno spin-off industriale per facilitare queste interazioni.

#### **Finalità**

##### *Obiettivi*

Sviluppo di nuove competenze relative a: tecnologie planari e di microlavorazione meccanica del silicio per la realizzazione di dispositivi MEMS; proprietà di materiali speciali per applicazioni sensoristiche e relative tecniche di lavorazione; tecnologie di packaging e di interconnessione elettrica e fluidica; progetto e caratterizzazione strutturale ed elettrica di MEMS; studio delle problematiche specifiche dei settori applicativi considerati.

Le conoscenze e le tecnologie sviluppate saranno finalizzate alla realizzazione di:

- a) microsistemi spettroscopici IR per la rivelazione di gas tossici e di interesse ambientale,
- b) sistemi palmari per la misura di benzene e toluene a livello di ppb con metodologie di tipo gascromatografico;
- c) microsensori per la misura del contenuto di particolato micrometrico e submicrometrico in atmosfera;
- d) microsistemi wireless per il monitoraggio del degrado nei tunnel delle reti di trasporto metropolitane, basati su sensori di strain alimentati con tecnologie di recupero dell'energia ambiente (power harvesting).

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

Saranno sviluppati modelli di simulazione termoelettrica e funzionale di sensori MOX per valutare le possibilità di ulteriori ottimizzazioni (riduzione del consumo e qualità della risposta) sia del layout che dei processi di fabbricazione.

Si realizzerà un nuovo prototipo di GC palmare, con struttura modulare, progettata per facilitare sia le prove funzionali del sistema completo, sia il test delle singole parti, includendo anche lo studio delle prestazioni di materiali di preconcentrazione e separazione innovativi (cavitandi e nanotubi di C).

Sarà messa a punto la tecnologia per la fabbricazione di emettitori IR di grande area, che includa la presenza di pacchetti di materiali ottici finalizzati a massimizzare l'emissività. Realizzazione di prototipi di sistema emettitore-filtro-rivelatore centrati su una specifica banda.

Progetto preliminare di microdispositivi idonei al trattamento e quindi alla misura del particolato atmosferico e implementazione delle relative strutture per gli studi di fattibilità.

Messa a punto della tecnologia, progetto delle maschere e fabbricazione dei primi prototipi di risonatori in silicio.

##### *Potenziale impiego*

##### *- per processi produttivi*

Le tecnologie messe a punto per la realizzazione dei microsistemi oggetto della commessa sono idonee al trasferimento verso possibili partner industriali. A conferma di queste potenzialità, si sono già concretizzate significative occasioni di collaborazione con industrie, collocate sia nel settore specifico della commessa che in altri ambiti applicativi.

Anche i singoli componenti e le tecnologie utilizzate per la loro fabbricazione sono suscettibili di produrre ricadute in contesti più estesi. Ad esempio, i processi di microlavorazione delle colonne di separazione e preconcentrazione gascromatografica in vetro/silicio sono stati proposti per innovazioni in altre tipologie di prodotti, alcuni estremamente specialistici, quali i micropropulsori per applicazioni spaziali o i dispositivi di microdosaggio dei medicinali, altri più diffusi e consueti, come le testine di stampa a getto di inchiostro.



*- per risposte a bisogni individuali e collettivi*

I sistemi sviluppati per la misura di inquinanti in aria, tra cui il gascromatografo palmare e i microsistemi ad assorbimento IR, sono stati concepiti per il controllo della qualità e della sicurezza ambientale e sono, quindi, intrinsecamente finalizzati al miglioramento del benessere individuale e collettivo delle persone.

Il gascromatografo palmare, se adeguatamente industrializzato, ha le potenzialità per permettere nuovi approcci, basati su reti capillari e dispositivi portatili, allo studio e al controllo dei gas tossici.

I microsistemi IR sono suscettibili di notevoli applicazioni, soprattutto per il monitoraggio dell'aria in ambienti confinati e per risolvere problematiche connesse alla sicurezza (riconoscimento dei precursori di sostanze nocive) e al controllo di fughe e di emissioni in ambito industriale, laddove sia soprattutto richiesta grande selettività e velocità di risposta.

Questo tipo di dispositivi può, inoltre, essere facilmente reindirizzato ad altri settori applicativi, quali quelli agroalimentare, biomedicale e più in generale nel contesto del controllo nei processi di produzione industriale.

**Moduli**

**Modulo:** Microsistemi per l'analisi di sostanze gassose in applicazioni ambientali

**Istituto esecutore:** Istituto per la microelettronica e microsistemi

**Luogo di svolgimento attività:** Sede di Napoli

**Risorse commessa 2007**

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
592	209	293	0	1.094	364	866	277	N.D.	1.735

valori in migliaia di euro

<i>Unità di personale di ruolo*</i>	
ricercatori	Totale
5	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
1	0	0	4	0	0	0	0	0	5

<i>Richiesta nuove unità di personale</i>			
tempo determinato	tempo indet	non di ruolo*	Totale
3	4	4	11

\*dottorati, borse di studio, assegni di ricerca



## Microsistemi optoelettronici in silicio e tecnologie compatibili

### *Dati generali*

<b>Progetto:</b>	Microelettronica, Sensori e Microsistemi
<b>Tipologia di ricerca:</b>	Progetti relativi a linee tematiche a carattere strategico
<b>Istituto esecutore:</b>	Istituto per la microelettronica e microsistemi
<b>Sede principale svolgimento:</b>	Sede di Napoli
<b>Dip. di prevista afferenza:</b>	Materiali e Dispositivi
<b>Responsabile indicato:</b>	IVO RENDINA

### *Elenco dei partecipanti*

Coppola Giuseppe	liv. III	Iodice Mario	liv. III	Muse Gaetano	liv. VII
De Stefano Luca	III	Medugno Mario	III	Palmieri Vincenzo	VII
Gigliotti Monica	VII	Mocella Vito	III	Rendina Ivo	I
Giordano Antonio	III	Mosca Vincenzo	V	Sirleto Luigi	III
Indolfi Maurizio	VI				

### *Temi*

#### *Tematiche di ricerca*

L'attività di ricerca è suddivisa in due filoni principali:

- 1) OPTOELETTRONICA IN SILICIO, che mira all'impiego della tecnologia del silicio (e di tecnologie ad essa compatibili) per lo sviluppo di dispositivi optoelettronici integrati su chip. Questi sono principalmente dispositivi fotonici in guida (guide, router, modulatori, switch, etc), fotorivelatori e amplificatori ottici; e
- 2) MICROSENSORI E SISTEMI DI SENSING OTTICI, finalizzata alla realizzazione di microsensori ottici in Si, integrabili su chip con altri componenti optoelettronici e microfluidici, e di reti di sensing ottico in fibra.

#### *Stato dell'arte*

La realizzazione di sistemi complessi, dove dispositivi elettronici, ottici, meccanici e sensori sono assemblati in un insieme 'intelligente', è d'importanza strategica nei settori applicativi ritenuti trainanti dello sviluppo industriale di un paese avanzato (i.e., produzione-automazione, energia, trasporti, medicina, edilizia, sicurezza e ambiente). Presupposto imprescindibile per la concreta ed ampia diffusione di tali sistemi è una riduzione drastica dei costi attraverso l'impiego di tecniche di microfabbricazione e di integrazione, già disponibili in principio, ma finora poco applicate allo sviluppo di chip multi-funzionali. Le tecniche di progettazione e realizzazione di microsistemi sono in rapidissima evoluzione e, grazie a nuove soluzioni tecnologiche micro e nanoelettroniche e micromeccaniche, permettono la concezione di dispositivi e soprattutto di nuovi microsistemi ottici integrati, dotati di funzionalità di sensing e di attuazione.

### *Azioni*

#### *Attività da svolgere*

Ottimizzazione dei processi tecnologici per una realizzazione prototipale di guide e switch ottici in configurazione planare. Realizzazione di strutture a cristallo fotonico tramite litografia e-beam e attacchi ICP-RIE. Studio delle proprietà di emissione raman nonlineari in strutture di silicio nanocristallino. Realizzazione di strutture preliminari di fotorivelatori in Si cristallino e amorfo a cavità ottica risonante e in guida d'onda. Sviluppo di sensori ottici bio-chimici in silicio poroso con struttura a film sottile e a cavità risonante, integrati con circuiti microfluidici. Ingegnerizzazione di reti di sensing ottico in fibra da certificare in campo aeronautico. Sviluppo di sistemi ottici per la caratterizzazione termo-strutturale (ad altissima temperatura) in campo aerospaziale di materiali ceramici e parti di velivoli di rientro in atmosfera.

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

Lo studio dei processi tecnologici per la realizzazione dei micro- e nano-dispositivi citati rappresenta l'ultima frontiera nel campo della micro- e nano-tecnologia. Notevoli sforzi saranno pertanto dedicati alle attività sperimentali finalizzate all'ottimizzazione dei processi realizzativi. Collaborazioni scientifiche per l'eventuale completamento delle competenze tecnologiche già presenti in IMM sono previste.

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

Le competenze sono di tipo fisico, ingegneristico, chimico e coprono l'intero percorso che va da studi di base sui materiali per l'opto-elettronica fino alla progettazione e realizzazione di dispositivi multifunzionali basati sulle tecnologie microelettroniche e le nanotecnologie.



### *Strumentazione*

I laboratori coprono una superficie complessiva di circa 800 mq, di cui 130 mq in area pulita (classe fino a ISO 5). Questi comprendono i seguenti laboratori:

Caratterizzazione opto-elettronica (oscilloscopi, analizzatori di spettro ottico, monocromatori UV-VIS-IR e sorgenti ottiche a larga banda, sorgente laser a gas e stato solido, amplificatore ottico in fibra, laser raman in fibra, laser a cavità esterna accordabile in lunghezza d'onda, fotorivelatori, 2 profilometri, FTIR, ellissometro spettroscopico, misuratore di resistività, macroscopio, probing station, tracciatori di caratteristiche, microsaldatrice, etc)

Laboratorio deposizione e attacco film sottili (evaporatori a fascio elettronico e termici, sputtering RF/DC, PECVD-RIE e ICP-RIE)

Trattamenti termici (4 forni lenti e 1 RTA)

Microscopia (1 SEM, 5 ottici)

Litografia ottica (spinner, stripper, allineatore di maschere fronte-retro) e a fascio elettronico (c/o ICIB-CNR)

Preparazione wafer e chip (dicer, scriber, lappatrice, anodic bonding)

Attacchi chimici (wet, dry e elettrochimici)

Calcolo per progettazione e simulazioni

### *Tecniche di indagine*

Nell'ambito del monitoraggio non invasivo, l'Unità ha un'esperienza ormai consolidata nel settore della diagnostica ottica interferometrica. I metodi di caratterizzazione olografici, si candidano come ottimi strumenti di misura per differenti attività di monitoraggio. Tali tecniche non prevedono alcun contatto tra la strumentazione di test ed i campioni in esame e pertanto permettono di effettuare un'analisi strutturale non distruttiva dei sistemi monitorati. L'olografia consente di operare trasversalmente su dimensioni di ordine di grandezza differenti (10<sup>-7</sup> - 1 m). È, infatti, possibile effettuare sia un'analisi di deformazioni statiche e dinamiche di ampie zone di strutture composite, sviluppando sistemi di diagnosi ad elevata precisione di fratture indotte da stress termici e meccanici, che caratterizzare, in fase di realizzazione, i singoli dispositivi integrati nella struttura. Le tecniche olografiche, infatti, sono ampiamente impiegate per l'analisi profilometrica di microstrutture di natura elettro-opto-meccanica (MOEMS) consentendo, grazie alla loro elevata flessibilità, l'osservazione del funzionamento di questi sistemi sia in regime statico che dinamico.

### *Tecnologie*

Sono stati sviluppati software dedicati alla progettazione elettrica, ottica, termica e meccanica di dispositivi e microsistemi micro-opto-elettro-meccanici. Sono anche disponibili strumenti di calcolo per la simulazione dei processi realizzativi di tali circuiti e dispositivi.

### *Collaborazioni (partner e committenti)*

L'attività è svolta in collaborazione con altre Unità dell'IMM, con le Università di Napoli, della Calabria, di Reggio Calabria, di Berkeley (USA), di Delft (NL), UCLA (USA), di Boston (USA), con l'Istituto Elettrotecnico Nazionale 'Galileo Ferraris', con l'Istituto di Cibernetica, l'Istituto Nazionale di Ottica Applicata, l'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia. Inoltre sono attivi contratti e rapporti di collaborazione con industrie quali Alenia Aeronautica, ST Microelectronics, Carlo Gavazzi Space, Selex SI, Marotta Advanced Technologies, ed altre PMI regionali e nazionali.

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

Micro-sistema di Diagnosi basato su biosensori elettrochimici innovativi, 200 K<sub>j</sub>-FAR-297

Progetto STELLA MARINA, Idee progettuali per Progetti Strategici (DM 1621/Ric del 18 luglio 2005)<sup>9</sup>, linea 8, 0.4M<sub>j</sub>

Si prevede inoltre di presentare proposte a valere sul VII Programma Quadro comunitario e sulla misura regionale 3.17

### *Finalità*

#### *Obiettivi*

- 1) Messa a punto di sistemi di progettazione e simulazione di dispositivi e processi.
- 2) Messa a punto di tecnologie abilitanti la realizzazione di microsistemi optoelettronici.
- 3) Sviluppo di tecniche di caratterizzazione dedicate all'analisi di materiali e processi impiegati nel campo dei microsistemi.
- 4) Sviluppo di dispositivi fondamentali e prototipi preliminari di microsistemi opto-elettro-meccanici.

#### *Risultati attesi nell'anno*

Ottimizzazione dei processi di micro- e nano-lavorazione e di nanotecnologia. - Realizzazione di prime versioni e misure preliminari di caratterizzazione ottica di modulatori in configurazione planare. Realizzazione di strutture preliminari a cristallo fotonico tramite litografia e-beam e attacchi ICP-RIE. - Misura dell'emissione Raman stimolata in silicio nanocristallino. - Realizzazione di fotorivelatori a cavità



risonanti basati sull'effetto fotoelettrico interno in bulk e in guida d'onda. - Test in volo di sistemi di sensing ottico in fibra per il monitoraggio strutturale di componenti avioniche - Sviluppo di sistema prototipale di caratterizzazione termo-strutturale di parti di velivoli aerospaziali di rientro in atmosfera.

**Potenziale impiego**

**- per processi produttivi**

L'interesse crescente del mercato al settore dell'optoelettronica e dei microsistemi si spiega soprattutto alla luce della forte ricaduta che l'impiego di questi avrà sulla qualità della vita, basti pensare ai sistemi compatti ed automatizzati di monitoraggio ambientale, ai sistemi che stanno entrando prepotentemente nel campo automobilistico e avionico per migliorare confort e sicurezza, ai sensori intelligenti che rendono l'ambiente di lavoro sicuro, per finire agli enormi sviluppi previsti nel campo bio-medico. Alcune delle attività svolte sono state oggetto di brevetti che coinvolgono partner industriali a testimonianza della potenziale ricaduta in campo produttivo. Le attività relative ad alcuni settori di maggiore impatto industriale, quali quelle relative alle reti di sensing ottico, sono svolte in qualità di committenti di aziende nazionali di primaria importanza in campo aerospaziale (Alenia Aeronautica, C. Gavazzi Space, etc.). Tra queste si cita l'attività di sviluppo di prototipi di reti di sensing ottico per il monitoraggio strutturale di velivoli di test Airbus e Boeing e per il monitoraggio di terremoti in aree a rischio sismico

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

Progetti sottoposti ad approvazione, i cui risultati sarebbero di diretto interesse in campo sociale, riguardano lo sviluppo e l'impiego di microsistemi ottici nel campo delle telecomunicazioni, della diagnostica medica, della genetica, della proteomica, del controllo della qualità delle acque, della sicurezza ambientale in campo geo-sismico.

**Moduli**

**Modulo:** Microsistemi optoelettronici in silicio e tecnologie compatibili  
**Istituto esecutore:** Istituto per la microelettronica e microsistemi  
**Luogo di svolgimento attività:** Sede di Napoli

**Risorse commessa 2007**

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
580	151	116	0	847	24	291	359	N.D.	1.230

valori in migliaia di euro

<b>Unità di personale di ruolo*</b>	
ricercatori	Totale
8	13

\*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
1	8	0	1	0	0	0	1	1	12

<b>Richiesta nuove unità di personale</b>			
tempo determinato	tempo indet	non di ruolo*	Totale
3	5	4	12

\*dottorati, borse di studio, assegni di ricerca



**Matrici di sensori a base di materiali nanostrutturati di ossidi metallici (MOX), semiconduttori organici e loro miscele per applicazioni ambientali, alimentari e biomediche**

*Dati generali*

<b>Progetto:</b>	Microelettronica, Sensori e Microsistemi
<b>Tipologia di ricerca:</b>	Progetti relativi a linee tematiche a carattere strategico
<b>Istituto esecutore:</b>	Centro di responsabilità scientifica INFN
<b>Sede principale svolgimento:</b>	LR SENSOR
<b>Dip. di prevista afferenza:</b>	Materiali e Dispositivi
<b>Responsabile indicato:</b>	GIORGIO SBERVEGLIERI

*Elenco dei partecipanti*

Arnone Alberto	liv. IX	Foppiano Caterina	liv. V	Pardo Matteo	liv. III
Ballero Gabriele	VII	Fortunati Francesca	VI	Parodi Elena	V
Barraco Ignazia	V	Franchini Daniela	VI	Pernati Barbara	V
Beltrami Monica	V	Franguelli Simona	VI	Picozzi Silvia	III
Beroldo Raffaella	VII	Garbarino Maria Carla	V	Pittaluga Dameri Alessandro	VII
Bolla Matilde	VI	Gatti Maria Antonietta	V	Poggi Sabrina	V
Borello Gian Piero	II	Gennai Irene Maria	VI	Pollio Daniela	VII
Cagnana Barbara	V	Genovese Giuseppe	V	Punginelli Marco	VI
Calvi Francesca	IV	Imperatore Antonucci Danilo	VI	Santroni Adriana	VI
Calvisi Vincenza	VII	Ivaldi Fulvia	VII	Savoldi Giovanna	V
Camauli Enrico	V	La Ferla Michela	VI	Sciaccaluga Liliana	V
Caporali Andrea	IV	Lo Grasso Giusy	VI	Scotto Stefania	VI
Ciattoni Alessandro	III	Luciano Sergio	DIRI	Spano Francesca	III
Corezzola Paola	VI	Maloberti Sciutto Michela	VII	Spinozzi Simone	V
Dalla Libera Monica	V	Mamberti Emanuele	IV	Stefancich Marco	III
De Almeida Nunes	V	Marescalchi Tatiana	VI	Talamo Valeria	VI
Manganaro Jose' Carlos		Miceli Diletta	VI	Tassistro Michela	V
De Donatis Roberta	V	Millio Marco	VI	Toncini Annamaria	V
De Marco Rocco	VI	Nodari Rosita	VI	Toselli Milena	III
Di Lello Piero	VIII	Palazzo Nicoletta	III	Vomiero Alberto	III
Distefano Fabio	VII				

***Tem***

*Tematiche di ricerca*

I temi della ricerca del Laboratorio SENSOR sono la preparazione e la caratterizzazione di dispositivi singoli e di matrici di sensori di gas a base di film sottili o film spessi di nanocristalli di ossidi metallici semiconduttori MOX e/o semiconduttori organici per applicazioni industriali, ambientali, agroalimentari e biomedicali.

*Stato dell'arte*

Film sottili a semiconduttore inorganici e organici sono tra i dispositivi più promettenti nell'ambito dei sensori chimici a stato solido grazie alle loro ridotte dimensioni, al basso costo di produzione, ai bassi consumi, alla compatibilità con la microelettronica (circuiti e metodi di analisi). Nanowires di ossidi semiconduttori sviluppati recentemente nel Laboratorio SENSOR sono potenziali candidati estremamente promettenti per lo studio e la preparazione di dispositivi nanostrutturati.





### **Azioni**

#### *Attività da svolgere*

Sviluppo di nuove tecniche di sintesi per la crescita autorganizzata di nanocristalli quasi unidimensionali. Studio e modellizzazione della risposta ottica di nanobelts, nanowires e nanorods di ossidi metallici in funzione dell'atmosfera circostante con l'obiettivo di sviluppare sensori ottici per gas come NO<sub>2</sub>, O<sub>3</sub> e VOC.

Sviluppo di una nuova e innovativa tecnologia e di materiali nanostrutturati materiali per la rilevazione di DNA senza l'ausilio di marcatori, con elevata sensibilità, e con buona selettività, per fornire le basi di una rivelazione di DNA molteplice, integrata, e ad elevata capacità di trattamento per controlli genetici estesi, rilevazione di pericoli biologici e per sicurezza alimentare.

SENSOR continuerà l'attività sui sensori di gas a stato solido per la rivelazione di gas nervini e molecole prodotte da esplosivi.

Sviluppo di un prototipo di naso elettronico basato su una matrice ibrida di sensori di gas per il monitoraggio non invasivo dello stato di ferite (ustioni) superficiali

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

Long term stability dei sensori di gas per cui si faranno dei benchmarking per la scelta dei sensori migliori e si valuteranno la stabilità e la riproducibilità dei sensori.

Per lo sviluppo di sensori per la rivelazione di DNA invece i punti critici rimangono lo sviluppo di nuovi sistemi di caratterizzazione in liquido dei sensori e la verifica della possibilità di utilizzare sistemi basati su nanofili a questi si aggiunge lo sviluppo di dispositivi tipo FET.

Nell'ambito del progetto WOUNDMONITOR particolare attenzione si contenerà a porre allo sviluppo di sensori di gas particolarmente sensibili ai marker volatili prodotti dai microorganismi patogeni che possono infettare la ferita

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

#### *Strumentazione*

#### *Tecniche di indagine*

#### *Tecnologie*

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

Molteplici collaborazioni sono in corso nell'ambito di progetti europei e nazionali a carattere industriale con aziende quali SACMI, EADS, SIEMENS, ELECTROLUX, ALENIA SPAZIO, MICRONAS, MICRON TECHNOLOGIES, FINMECCANICA, VAISALA, STUDIO ALFA e con gruppi di ricerca quali CONSORZIO CNISM, UNIVERSITÀ DI BRESCIA E DELLAQUILA, GEORGIA TECH, CNR ISTITUTO IMM e IMEM, CENTRO RICERCHE FIAT, INFN, FRAUNHOFER, UNIV. DI BARCELLONA, TUEBINGEN, HAIFA, MOSCOW, MELBOURNE, ARGONNE LAB

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

SI sottoporranno nuovi progetti nell'ambito del 7FP, si prevede di presentarne uno come coordinatori, rimanendo quindi in tale ruolo che si aveva anche nel VFP, nell'ambito del tema NMP. Sempre nell'ambito del 7FP si prevede anche l'ingresso in altri progetti del tema security e IST. Dopo il successo ottenuto con il Ministero Economia e Finanza che ha finanziato il progetto TIME si prevede la sottomissione di un'altro progetto allo stesso ministero.

Sono in corso contatti con Aziende per la stipula di contratti per lo sviluppo di sensori di gas a base di nanofili di MOX per applicazioni in campo agro - alimentare e della sicurezza.

### **Finalità**

#### *Obiettivi*

Obiettivo della ricerca è affrontare alcuni problemi concreti di carattere industriale e risolverli mediante lo sviluppo di array di sensori, mediante la realizzazione di Nasi Elettronici o Specifici Sistemi di Sensori, di specie gassose per migliorare la competitività dell'industria italiana e europea e nello stesso tempo fornire modellistiche evolute sui sensori di gas e sui sistemi olfattivi elettronici.



**Risultati attesi nell'anno**

Studio e realizzazione di sensori di gas a base di nanostrutture single crystal tipo: nanowire, nanorod e nanobelt, con prestazioni eccezionali come stabilità, ridotte dimensioni e basso costo.

Si opererà per la realizzazione di eterogiunzione di nanowire di MOX al fine di realizzare sensori di gas e emettitori di luce a dimensionalità ridotta, questo permetterebbe a SENSOR di rimanere all'avanguardia rispetto agli altri laboratori.

**Potenziale impiego**

- per processi produttivi

- per risposte a bisogni individuali e collettivi

**Moduli**

**Modulo:** Matrici di sensori a base di materiali nanostrutturati di ossidi metallici (MOX), semiconduttori organici e loro miscele per applicazioni ambientali, alimentari e biomediche

**Istituto esecutore:** Centro di responsabilità scientifica INFM

**Luogo di svolgimento attività:** LR SENSOR

**Risorse commessa 2007**

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	23	161	52	573	15	199	252	N.D.	840

valori in migliaia di euro

<b>Unità di personale di ruolo*</b>	
ricercatori	Totale
5	9

\*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	2	0	2

\*dottorati, borse di studio, assegni di ricerca



## Fisica dei materiali nanostrutturati per sensori di gas

### *Dati generali*

<b>Progetto:</b>	Microelettronica, Sensori e Microsistemi
<b>Tipologia di ricerca:</b>	Progetti relativi a linee tematiche a carattere strategico
<b>Istituto esecutore:</b>	Centro di responsabilità scientifica INFM
<b>Sede principale svolgimento:</b>	CRS COHERENTIA
<b>Dip. di prevista afferenza:</b>	Materiali e Dispositivi
<b>Responsabile indicato:</b>	PASQUALINO MADDALENA

### *Elenco dei partecipanti*

	liv.		liv.		liv.
Arnone Alberto	IX	Distefano Fabio	VII	Millio Marco	VI
Ballerio Gabriele	VII	Foppiano Caterina	V	Palazzo Nicoletta	III
Barraco Ignazia	V	Fortunati Francesca	VI	Parodi Elena	V
Beltrami Monica	V	Franchini Daniela	VI	Pernati Barbara	V
Beroldo Raffaella	VII	Franguelli Simona	VI	Pittaluga Dameri	VII
Bolla Matilde	VI	Garbarino Maria Carla	V	Alessandro	
Borello Gian Piero	II	Gennai Irene Maria	VI	Poggi Sabrina	V
Cagnana Barbara	V	Genovese Giuseppe	V	Pollio Daniela	VII
Calvi Francesca	IV	Imperatore Antonucci	VI	Punginelli Marco	VI
Camauli Enrico	V	Danilo		Santroni Adriana	VI
Cantele Giovanni	III	Ivaldi Fulvia	VII	Savoldi Giovanna	V
Caporali Andrea	IV	La Ferla Michela	VI	Sciaccaluga Liliana	V
Corezzola Paola	VI	Lettieri Stefano	III	Scotto Stefania	VI
Dalla Libera Monica	V	Lo Grasso Giusy	VI	Spano' Francesca	III
De Almeida Nunes	V	Luciano Sergio	DIRI	Spinozzi Simone	V
Manganaro Jose' Carlos		Maloberti Sciutto Michela	VII	Talamo Valeria	VI
De Donatis Roberta	V	Mamberti Emanuele	IV	Tassistro Michela	V
De Marco Rocco	VI	Marescalchi Tatiana	VI	Toncini Annamaria	V
Di Lello Piero	VIII	Miceli Diletta	VI	Toselli Milena	III

### *Temi*

#### *Tematiche di ricerca*

L'attività sperimentale si concentrerà su: proprietà di fotoluminescenza (stazionaria e risolta in tempo) di sensori nanostrutturati basati su ossidi semiconduttori per comprendere i meccanismi che conducono alla modulazione del segnale di fotoluminescenza da parte del gas circostante; studio dei meccanismi che sottendono il trasferimento di carica tra gas e nanostruttura mediante la spettroscopia con generazione di seconda armonica ottica di superficie. Saranno condotte misure spettrofotometriche ad elevata risoluzione spaziale (mediante SNOM e microscopia IR) nel visibile ed infrarosso per la caratterizzazione delle nanostrutture.

Gli studi teorici saranno condotti utilizzando la teoria DFT nelle sue varie implementazioni computazionali. Per i sistemi estesi bidimensionali, come le superfici, si utilizzeranno codici di calcolo basati sulle onde piane mentre invece per i sistemi finiti come le nanostrutture si utilizzeranno le basi localizzate. Il lavoro sarà articolato su due attività: la prima riguarda i meccanismi di adsorbimento su superfici ben definite, o senza difetti; la seconda si concentrerà sul ruolo dei difetti sulle proprietà elettroniche e di adsorbimento

#### *Stato dell'arte*

Lo sviluppo di sensori a stato solido si basa sulla conoscenza approfondita delle proprietà ottiche e di trasporto per migliorare le prestazioni del dispositivo. Ad esempio, tuttora non sono del tutto chiari i processi di ricombinazione dei portatori e di trasferimento di carica. Tecniche tradizionali (fotoluminescenza, spettrofotometria, etc.) e altre più avanzate (seconda armonica di superficie), affiancate da uno studio teorico computazionale sono, sotto questo aspetto, di fondamentale importanza.

### *Azioni*

#### *Attività da svolgere*



*Punti critici e azioni da svolgere*

Si cercherà da una parte di migliorare la risposta degli apparati sperimentali in termini di prontezza e sensibilità e, dall'altra, di potenziare le strutture di calcolo.

Si rafforzeranno i rapporti di collaborazione con altri gruppi di ricerca, cercando di reperire fondi sul mercato nazionale e internazionale nell'ambito di progetti di ricerca applicativa e di base.

Un punto critico fondamentale è la mancanza di prospettive stabili per i giovani ricercatori e tecnici del gruppo.

*Competenze, tecnologie e tecniche di indagine*

- Ottica lineare
- Ottica nonlineare
- Fisica dei semiconduttori
- Fisica del laser
- Proprietà fisico/chimiche dei materiali nanostrutturati
- Messa a punto di modelli e sviluppo di codici di calcolo

*Strumentazione*

- Spettrofotometri UV-Vis-NIR e FT-IR
- Microscopio SNOM
- Laser Nd:YAG mode-locked + OPG + DFG (intervallo spettrale .7-16 micron)
- Laser Nd:YAG Q-switched + OPO
- Laser He:Cd e Ar+ c.w. (100 e 200 mW di potenza di uscita, rispettivamente)
- Streak camera (2 ps di risoluzione temporale)
- Sistema per misure di fotoluminescenza in emissione
- Sistema multiprocessore per il calcolo parallelo delle proprietà elettroniche e ottiche di materiali nanostrutturati
- Monocromatori
- Celle portacampione termostate (80-700 K)
- Sistema di distribuzione gas ultrapuri (8 linee)

*Tecniche di indagine*

- Fotoluminescenza stazionaria
- Fotoluminescenza risolta in tempo
- Fotoluminescenza in emissione
- Microscopia a scansione in campo prossimo (SNOM)
- Spettrofotometria
- Generazione/rivelazione di seconda armonica ottica di superficie
- Tecniche pump-probe
- Sviluppo di codici di calcolo basati sul metodo tight binding per il calcolo della risposta ottica di materiali nanostrutturati

*Tecnologie*

- Metodologie innovative per la diagnostica ottica di materiali nanostrutturati
- Metodologie innovative per la modellizzazione delle proprietà chimico/fisiche di materiali nanostrutturati

*Collaborazioni (partner e committenti)*

Le attività teoriche e sperimentali saranno condotte in collaborazione con gruppi dell' ENEA di Portici (NA) (G. Di Francia) e IMM-CNR (NA) (I. Rendina), con i gruppi di sensoristica dell'Univ. di Brescia (G. Sberveglieri), dell'Aquila (S. Santucci) e di Ferrara (G. Martinelli), con il Dipartimento di Fisica del Politecnico di Torino (F. Giorgis). A livello internazionale sono in atto collaborazioni con l'Università di Troyes (Francia) e l'Università di Lille (Francia), MIT Boston e Università di Chicago (USA).

*Iniziative per l'acquisizione di ulteriori entrate*

Partecipazione a progetti nazionali ed europei sulle tematiche della presente proposta

**Finalità**

*Obiettivi*

Studio delle proprietà di fotoluminescenza in ambiente controllato (temperatura, umidità, gas circostante) di materiali nanostrutturati (nanobelt, nanowire, nanocristalli di ossidi metallici, silice porosa, silicio poroso) attraverso la misura dello spettro di fotoluminescenza e la determinazione dei tempi di decadimento dei portatori di carica che intervengono nei processi di ricombinazione fotoluminescente, per avere un quadro complessivo dei processi radiativi e non radiativi che intervengono nel fenomeno. Analisi dei processi di trasferimento di carica nanostruttura-ambiente con tecniche ottiche nonlineari (spettroscopia di seconda



armonica di superficie). Studio teorico del ruolo giocato dai difetti (vacanze di ossigeno in SnO<sub>2</sub> o TiO<sub>2</sub>) sia sulla conducibilità elettrica del materiale (doping) che sui meccanismi di sensing.

*Risultati attesi nell'anno*

Studio del processo di emissione della fotoluminescenza in polveri nanostrutturate di ossidi metallici in presenza di gas.

Studio del processo di emissione della fotoluminescenza in materiali silicei (diatomee, silice porosa) in presenza di gas.

Applicazione di tecniche SNOM alla caratterizzazione ottica nonlineare di materiali

Caratterizzazione ottica di film sottili

Calcolo realistico (ab-initio) della struttura a bande delle superfici di basso indice dell'SnO<sub>2</sub>.

*Potenziale impiego*

- per processi produttivi

- Analisi non distruttiva, eventualmente in situ, di processi di fabbricazione di materiali nanostrutturati

- Analisi non distruttiva, eventualmente in situ, di processi di deposizione di film sottili

- per risposte a bisogni individuali e collettivi

- Sviluppo di sensori chimici innovativi per il controllo della qualità dell'aria e delle acque

*Moduli*

**Modulo:** Fisica dei materiali nanostrutturati per sensori di gas

**Istituto esecutore:** Centro di responsabilità scientifica INFM

**Luogo di svolgimento attività:** CRS COHERENTIA

*Risorse commessa 2007*

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
113	8	0	52	173	7	15	238	N.D.	418

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
6	0	0	0	0	0	0	0	0	6

<i>Richiesta nuove unità di personale</i>			
tempo determinato	tempo indet	non di ruolo*	Totale
0	3	2	5

\*dottorati, borse di studio, assegni di ricerca



## Nanotubi di carbonio per applicazioni nella sensoristica e nella nanoelettronica

### *Dati generali*

<b>Progetto:</b>	Microelettronica, Sensori e Microsistemi
<b>Tipologia di ricerca:</b>	Progetti relativi a linee tematiche a carattere strategico
<b>Istituto esecutore:</b>	Istituto per la microelettronica e microsistemi
<b>Sede principale svolgimento:</b>	Sede di Bologna
<b>Dip. di prevista afferenza:</b>	Materiali e Dispositivi
<b>Responsabile indicato:</b>	RITA RIZZOLI

### *Elenco dei partecipanti*

Albertazzi Eros	liv. III	Impronta Maurizio Pio	liv. II	Migliori Andrea	liv. III
Angelucci Renato	II	Lulli Giorgio	II	Ostoja Paolo	II
Bianconi Marco	III	Mazzone Anna Maria	II	Rizzoli Rita	III
Cremonini Tiziana	VI				

### *Temi*

#### *Tematiche di ricerca*

Sviluppo dei processi crescita CVD catalizzata finalizzata alle applicazioni in sensoristica e nanoelettronica. Continuazione dei progetti per la realizzazione di 1) collettori di carica per un rivelatore di particelle con risoluzione spaziale submicrometrica, costituito da una matrice di CNTs all'interno di nanostampi di allumina porosa; 2) transistori basati su SWNTs orientati parallelamente al substrato tra pad di polysilicio o metallo; 3) micro-catodi freddi o array di CNTs che emettano elevate densità di corrente di elettroni a bassi valori del campo elettrico applicato.

Studio delle tecniche di impiantazione ionica per la preparazione di substrati e nanoparticelle di catalizzatore.

Sviluppo di tecniche e metodi di caratterizzazione strutturale di nanoparticelle e CNTs.

Messa a punto delle tecniche di misura delle proprietà elettriche dei CNTs e dei contatti ai CNTs.

Studio dell'affidabilità delle interconnessioni nelle tecnologie microelettroniche ultra scalate.

Simulazione con metodi di dinamica molecolare classica della crescita dei CNT. Misura dell'emissione di elettroni secondari in array di CNTs indotta da un fascio elettronico.

#### *Stato dell'arte*

La ricerca internazionale sui materiali strategici continua a prestare molta attenzione ai CNTs. Molte sono le applicazioni proposte nel campo della sensoristica e della nanoelettronica che prevedono di sfruttare le straordinarie proprietà dei CNTs. La maggior parte delle applicazioni in letteratura sono però realizzate con CNTs depositati precedentemente e poi purificati e selezionati con varie tecniche complicate e costose. La principale sfida per poter trasformare queste proposte in prodotti realmente fruibili sul mercato è proprio la messa a punto di metodi di sintesi selettiva, che consentano di ottenere CNTs con ben definite proprietà, posizione specifica all'interno di un layout e orientazione desiderata rispetto al substrato. Questo implica un notevole sforzo di controllo della formazione e attivazione delle nanoparticelle di catalizzatore, di comprensione dei meccanismi alla base della catalisi e della sintesi dei CNTs nei vari processi.

Per la caratterizzazione elettrica, i metodi di misura sulle nanostrutture sono ancora in una fase di sviluppo iniziale e IEEE Nanotechnology Council ha pubblicato nel 2006 un primo tentativo di definizione dei metodi di misura sui CNTs.



### ***Azioni***

#### *Attività da svolgere*

Si continueranno gli studi su:

- meccanismi di nucleazione e crescita dei CNTs, per riuscire a controllarne le proprietà richieste dalle applicazioni di nostro interesse
- formazione delle nanoparticelle di catalizzatore per migliorare il controllo della dimensione ed attività catalitica, sperimentando l'utilizzo di altri metalli per stabilizzare le nanoparticelle del catalizzatore utilizzato (Fe, Ni o Co) alle temperature di crescita.

Si pensa di introdurre tecniche di impiantazione ionica nel processo di preparazione dei substrati per la crescita catalizzata di nanotubi tramite CVD e di studiare la crescita localizzata di CNTs in template nanoporosi realizzati con Ion Track Technology.

Inoltre si utilizzeranno metodi di simulazione di dinamica molecolare classica per studiare la crescita a partire dalle proprietà dei cluster del catalizzatore.

Si studierà l'emissione di elettroni secondari in array di CNTs indotta da un fascio elettronico.

Si valuteranno le resistenze di contatto ottenibili con differenti sistemi di metallizzazione per selezionare quelli più idonei alle applicazioni proposte.

Si intende verificare il metodo di misura dell'elettromigrazione sviluppato da IMM-Bo.

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

Uno dei punti critici sarà la definizione delle procedure, metodi e strutture da realizzare sul substrato per effettuare misure elettriche e strutturali affidabili sia su CNTs isolati e che su dispositivi basati sui CNTs stessi.

Sarà necessario implementare le facilities esistenti in Istituto per la caratterizzazione elettrica dei CNTs e la nanostrutturazione dei substrati.

Si intende acquisire almeno un sistema di manipolatori con punte submicrometriche, utile per la contattatura dei singoli nanotubi nella probe station esistente.

Inoltre, se possibile un sistema di micromanipolatori per il SEM, al fine di effettuare misure elettriche in situ sui CNTs e sui dispositivi nanoelettronici che si stanno osservando al microscopio.

Si intende acquisire un sistema di e-beam lithography per la nanolitografia e la nanolavorazione dei substrati.

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

Le principali competenze possedute dai partecipanti riguardano le tecnologie microelettroniche e in particolare:

- preparazione di substrati micro-nanolavorati (allumina nanoporosa, silicio poroso, microfabbricazione di substrati di silicio..)
- processi fotolitografici e di etching selettivo dei materiali
- deposizione CVD e PECVD di materiali per l'elettronica
- deposizione di film sottili mediante sputtering e tecniche PVD
- impiantazione ionica
- tecniche di caratterizzazione strutturale quali HRTEM, SEM, RAMAN e diffrazione di raggi X
- tecniche di caratterizzazione elettrica di film e dispositivi
- tecniche innovative di misura per prove affidabilistiche e misure elettriche di linee di interconnessione per microelettronica ultra scalata
- tecniche di caratterizzazione ottica di film e multistrati
- misure di emissione di elettroni per effetto di campo.



#### *Strumentazione*

- Camere bianche classe 100, 1000 e 100000 presso IMM sezione di Bologna
- sistemi per processi fotolitografici (spinner con hot plate, allineatrici..)
- processi termici: forni e RTP
- sistemi di sputtering ed evaporazione termica per la deposizione di film sottili metallici
- sistemi di deposizione LPCVD e PECVD per la deposizione di film sottili a base di Si
- sistema CVD catalitico per la sintesi di nanotubi di C
- sistemi RIE per etching di diversi materiali
- Impiantatore a media energia per drogaggi controllati
- Impiantatore ad alta energia per impianti profondi e caratterizzazione strutturale mediante fasci ionici
- Laser a eccimeri a 248nm
- Microscopi elettronici a scansione e in trasmissione ad alta risoluzione per la caratterizzazione strutturale e di superficie
- Sistema automatico per la caratterizzazione elettrica di dispositivi e di processo
- Sistema automatico per test standard di elettromigrazione e caratterizzazione resistometrica ad alta risoluzione delle interconnessioni
- Sistema automatico di misura di emissione di elettroni per effetto di campo
- Spettrometri UV-visibile e FT-IR
- Misure I-V in vuoto in funzione della T (dall'azoto liquido a 300 C)

#### *Tecniche di indagine*

Metodologia di caratterizzazione Raman e HRTEM di nanotubi di C a parete singola (SWNTs) sospesi tra elettrodi senza asportazione dei SWNTs dal sito di crescita per la comprensione dei meccanismi di crescita dei CNTs.

Metodologia di caratterizzazione elettrica dei contatti metallo/CNT mediante modifica di tecniche messe a punto in passato per i contatti Si-metallo.

#### *Tecnologie*

Il layout dei singoli dispositivi così come quello delle diverse maschere necessarie nel corso del processo tecnologico vengono definiti utilizzando il software CADENCE, che consente anche il controllo delle regole di layout legate al processo tecnologico.

Le misure elettriche sono eseguite su un sistema che fa uso di una probe station e consente la caratterizzazione direttamente a livello wafer. Il software di gestione è stato sviluppato a livello locale e consente di implementare ogni tipo di misura I-V, C-V, G-V, nel tempo ecc.

Metodi di simulazione di dinamica molecolare classica saranno utilizzati per studiare la crescita dei CNT a partire dalle proprietà dei cluster del catalizzatore.

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

Per quanto riguarda il rivelatore di posizione di particelle è stato rinnovato il contratto di ricerca con INFN Sez. di Bologna, e Dipartimento di Fisica, Università di Bologna (Nanochant 2).

Per applicazioni più propriamente nanoelettroniche è stato rinnovato per il 2007 il contratto di ricerca con STMicroelectronics.

Per i microemettitori di elettroni e la caratterizzazione delle proprietà emissive è operativo presso il nostro istituto un sistema di misura dell'emissione di elettroni ed è già attiva una collaborazione con il Dipartimento di Chimica dell'Università di Roma 'Tor Vergata'.

Nel campo delle misure elettriche, esiste una collaborazione di lunga data con le Università di Parma e Perugia a riguardo del supporto teorico su modelli e simulazione dei meccanismi di guasto e progetto di nuove strutture di prova e quale serbatoio di personale in formazione (tesisti, borsisti, assegnisti di ricerca).

Riguardo alla tematica sull'affidabilità delle interconnessioni, dal mese di ottobre 2003 è stato stipulato un contratto di ricerca tuttora in corso con STMicroelectronics di Agrate Brianza sui 'Metodi rapidi di misura dell'elettromigrazione a livello wafer' in cui STM è il destinatario privilegiato dei risultati ottenuti e dei metodi di misura messi a punto.

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

Intendiamo presentare una proposta di progetto nell'ambito del VII P.Q. Europeo e a tale scopo stiamo organizzando un workshop nazionale sul tema dei nanotubi di carbonio.





### **Finalità**

#### **Obiettivi**

- 1) Studio del processo di sintesi per un più accurato controllo della posizione, struttura, dimensione, posizione e orientamento dei CNTs
- 2) Studio di nuovi metodi di deposizione e definizione delle nanoparticelle di catalizzatore in substrati piatti o nanostampi di vario tipo, e stabilizzazione delle nanoparticelle di catalizzatore con introduzione di altri elementi metallici.
- 3) Riduzione della temperatura del processo di crescita dei CNTs.
- 4) Introduzione di tecniche di impiantazione ionica nella preparazione dei substrati per la crescita CVD catalizzata di nanotubi.
- 5) Caratterizzazione mediante SEM, HRTEM, XRD, Raman e misure di emissione di campo di elettroni e la messa a punto di metodologie di preparazione dei campioni per la caratterizzazione strutturale dei CNTs direttamente sui siti di crescita.
- 6) Fabbricazione di strutture test e sviluppo di metodi di caratterizzazione elettrica di strutture nanometriche, contatti e CNTs. Misure di affidabilità di interconnessioni metalliche in strutture ultra scalate
- 7) Verifica delle possibilità di impiego dei CNTs nell'ambito della fabbricazione dei sensori di gas.
- 8) Simulazione con metodi di dinamica molecolare della crescita di CNT

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

Definizione di processi di crescita dei CNTs verticali su substrati piatti a temperature inferiori a 500 C.

Misura della resistenza di contatto metallo/CNT per la definizione dei processi di fabbricazione di dispositivi basati sui CNTs.

Realizzazione di emettitori di elettroni basati su CNTs in allumina o in matrici nanoporose realizzate in LTO.

Definizione delle procedure di misura elettrica affidabile su nanostrutture e CNTs: si ritiene di riuscire a valutare la resistenza di contatto dei nanotubi, mettendo a punto le procedure, sia di misura che tecnologiche, atte a dare risultati relativamente riproducibili.

Prime applicazioni dei CNTs depositati presso IMM Bo in applicazioni sensoristiche.

Presentazione a E-MRS 2007 (Strasburgo) e un'altra conferenza internazionale dei risultati ottenuti.

Si confida che il nuovo Standard, sviluppato dall'IMM per le misure di elettromigrazione con tecnica isoterma, possa essere approvato dal JEDEC Board of Directors (delegati dalle maggiori industrie microelettroniche), e pubblicato entro l'anno 2007.

#### **Potenziale impiego**

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

Una volta individuato un metodo di crescita dei CNTs capace di controllare le proprietà, la localizzazione e la direzione dei nanotubi si può pensare di implementarlo a livello di processi produttivi nell'industria microelettronica, scalando opportunamente la geometria del reattore e i processi di crescita.

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

Le applicazioni previste nei progetti in essere, ovvero in fisica delle alte energie, in nanoelettronica e nelle memorie, possono dare risposte ai bisogni individuali e collettivi anche nel campo della medicina, infatti il rivelatore di particelle può essere applicato in medicina nucleare, e nel campo della informazione e comunicazione, mediante l'uso di memorie ad alta densità e di display a basso consumo e ridotte dimensioni. Nanotubi opportunamente funzionalizzati possono essere impiegati in campo biomedicale come biosensori specifici, fortemente selettivi, ad esempio per rivelare il livello di glucosio nel sangue o le sequenze del DNA nel corpo.

### **Moduli**

<b>Modulo:</b>	Sintesi e caratterizzazione di nanotubi di carbonio per applicazioni nella sensoristica e nella nanoelettronica
<b>Istituto esecutore:</b>	Istituto per la microelettronica e microsistemi
<b>Luogo di svolgimento attività:</b>	Sede di Bologna

### **Risorse commessa 2007**

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
405	121	103	0	634	38	267	266	N.D.	938

valori in migliaia di euro



<i>Unità di personale di ruolo*</i>	
<b>ricercatori</b>	<b>Totale</b>
6	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	2	0	2	0	0	0	0	0	4

<i>Richiesta nuove unità di personale</i>			
<b>tempo determinato</b>	<b>tempo indet</b>	<b>non di ruolo*</b>	<b>Totale</b>
1	2	1	4

\*dottorati, borse di studio, assegni di ricerca



# **Nanoscienze e nanotecnologie**



## Nanostrutture e nanodispositivi

### *Dati generali*

<b>Progetto:</b>	Nanoscienze e nanotecnologie
<b>Tipologia di ricerca:</b>	Progetti relativi a linee tematiche a carattere strategico
<b>Istituto esecutore:</b>	Istituto di fotonica e nanotecnologie
<b>Sede principale svolgimento:</b>	Sede principale Istituto
<b>Dip. di prevista afferenza:</b>	Materiali e Dispositivi
<b>Responsabile indicato:</b>	ROBERTO LEONI

### *Elenco dei partecipanti*

Barbanera Sandro	liv. II	Fiore Andrea	liv. III	Mastrogiacomo Luigi	liv. IV
Calapai Alessandra	V	Gerardino Annamaria	III	Salvatore Saverio	VI
Castellano Maria Gabriella	II	Giustini Massimo	VII	Torrioli Guido	II
Chiarello Fabio	III	Leoni Roberto	II	Tortora Filomena	VII

### *Temi*

#### *Tematiche di ricerca*

I progetti attivi, le competenze dei ricercatori e le potenzialità tecnologiche dell'Istituto permettono lo sviluppo di dispositivi elettronici e fotonici, lavorazioni micro/nanomeccaniche e di rivelatori di radiazione elettromagnetica.

#### *Stato dell'arte*

Vi è una crescente richiesta di dispositivi e strutture sempre più piccole da utilizzare sia per la ricerca di base che nell'elettronica ad alta integrazione. L'interesse in questo ambito è internazionale, soprattutto negli USA ed in Giappone. La Comunità Europea ha contribuito e contribuisce all'avanzamento in questo settore inserendo la nanotecnologia nei vari programmi quadro. Strategico è il controllo delle tecniche di nanopatterning e delle proprietà dei materiali.

### *Azioni*

#### *Attività da svolgere*

Dispositivi a base semiconduttore. Si ottimizzerà il processo di realizzazione di nanocontatti in gas elettronici di Si/SiGe mediante litografia elettronica e rimozione del materiale. Per i transistor a singolo elettrone si produrranno due barriere elettrostatiche poste su un filo contenente il gas elettronico per delimitare l'isola ed un terzo elettrodo per variare il capacitivamente il trasporto.

Computazione quantistica con dispositivi a base superconduttore. Si procederà all'implementazione del controllo dei parametri che caratterizzano il qubit superconduttore mediante circuiti basati sulla logica RSFQ integrati nello stesso chip.

Fotonica. verrà ottimizzato il processo di fabbricazione del LED basato su microcavità a cristallo fotonico e di campioni nanostrutturati per la crescita locale di singoli punti quantici in InAs.

Rivelatori. Si ottimizzerà il processo di fabbricazione di rivelatori di singolo fotone anche su substrati interessanti per l'integrazione con le sorgenti di singolo fotone. Si inizierà lo sviluppo di bolometri per lontano IR e di griglie in scala nanometrica per il rivelatore ELENA di atomi neutri.

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

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

Competenze di Litografia elettronica ed ottica.

Deposizione di film sottili e tecniche di etching di materiali isolanti e metallici.

Microscopia elettronica ed a forza atomica.

Criogenia fino a temperatura di 0.05K



#### *Strumentazione*

Sistema di litografia elettronica Leica, EBPG 5HR.

Sistemi di litografia ottica Karl Suss contact mask-aligner MA150 e EV-420 contact mask-aligner (per esposizioni su doppia faccia).

Sono disponibili anche sistemi di deposizione di film sottili a cannone elettronico, cannone ionico e per sputtering.

Sistema di rimozione a secco di materiali, Plasma Technology RIE.

Microscopio elettronico, Leica Cambridge S360 V2.

Microscopio a forza atomica, Dimension 3100 della Veeco.

Refrigeratore ad elio-3 della Oxford Instruments, Tbase=0.3K.

Refrigeratore a diluizione Leiden Cryogenics, Tbase=0.05K.

#### *Tecniche di indagine*

Microscopia elettronica ed a forza atomica.

Criogenia fino a temperatura di 0.05K.

Strumentazione per misure elettroniche.

#### *Tecnologie*

Nell'ambito dello studio dei sistemi Josephson per l'elettronica quantistica e per il calcolo quantistico, si sviluppano procedure di modellizzazione e di simulazione di dispositivi Josephson. In particolare, si sviluppano e si ottimizzano tecniche per la scrittura delle Hamiltoniane di sistemi composti, per la determinazione dei relativi spettri energetici, per la risposta all'irraggiamento con microonde, per lo studio del comportamento in presenza di rumore, per la determinazione delle condizioni di adiabaticità e lo studio in condizioni di non-adiabaticità. I risultati sono utilizzati per l'analisi e l'interpretazione dei risultati sperimentali da un lato, e per la progettazione di nuovi dispositivi con parametri ottimizzati dall'altro.

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

collaborazioni estere:

SPEC-CEA, Saclay, Francia

Università di Leiden, Dipartimento di Fisica, Olanda

VTT, Helsinki, Finlandia

EPFL- Ecole Polytechnique Fédérale de Lausanne, Losanna, Svizzera.

#### *Collaborazioni Nazionali:*

Università di Roma TRE, Roma - Dip. di Fisica

Università 'La Sapienza', Roma - Dip. di Fisica

Università dell'Aquila, Dipartimento di Ingegneria Elettrica

ISMN-CNR (Bologna),

ISM-CNR (Montelibretti, Roma)

IFSI-INAF, Tor Vergata, Roma

Ist. Sistemi Complessi del CNR, Tor Vergata, Roma

NEST-CNR (Pisa)

Ist. di Cibernetica-CNR (Pozzuoli, Napoli)

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

Si sta attivando un contratto con AMC-Italy s.r.l. per lo sviluppo di mosaici di bolometri per la rivelazione di radiazione a frequenza dei Terahertz.

Si sta attivando un contratto con ASI per lo sviluppo di rivelatori di atomi neutri nell'ambito della missione ESA -BepiColombo a Mercurio-.

Dal 2007 l'Istituto è partner del NoE ePIXNet

#### *Finalità*

##### *Obiettivi*

Sviluppo di tecniche di realizzazione di dispositivi controllati da pochi elettroni e per la spintronica. Sviluppo di tecniche per la realizzazione di lavorazioni micro/nanomeccaniche. Implementazione di quantum computing con dispositivi a stato solido. Sviluppo di tecniche per sviluppare dispositivi integrabili su chip per la fotonica.

Realizzazione di mosaici di bolometri per lontano infrarosso.



**Risultati attesi nell'anno**

Dispositivi a base semiconduttore. Si spingerà la risoluzione per realizzare punti di contatto molto piccoli, fino a 20nm, con l'ulteriore difficoltà di allineare un elettrodo di controllo sul dispositivo.  
Realizzazione di transistor di singolo elettrone con isole di dimensioni sub 100nm.

Computazione quantistica con dispositivi a base superconduttore. Realizzazione di qubit superconduttori con integrati circuiti basati sulla logica RSFQ.

Fotonica. Realizzazione del LED a Quantum Dot (QD) basato su nanocavità a cristallo fotonico e con apertura ossidata. Crescita di QD con densità decrescente su substrati nanostrutturati.

Rivelatori. Realizzazione di SSPD basati su NbN depositato sia su GaAs, MgO e Si e loro caratterizzazione elettrica. Inizio dello studio dell'integrazione di un SSPD con una linea di trasmissione basata su logica RSFQ.

Realizzazione di bolometri a ponte sospeso e loro integrazione con antenne planari di tipo spirale accordate nella banda 0.3-1mm. Sviluppo di elettronica di lettura per bolometri. Realizzazione di matrici di fenditure su una membrana di nitruro di silicio, fenditure di larghezza inferiore a 500nm.

**Potenziale impiego**

**- per processi produttivi**

I dispositivi a singolo elettrone ed i FET basati su fili quantici rappresenteranno una delle possibili alternative ai CMOS quando questi ultimi raggiungeranno il limite della loro scalabilità.

I nanoemettitori ed i rivelatori di singolo fotone sono studiati per un loro possibile impiego nelle telecomunicazioni sicure.

I rivelatori di radiazione elettromagnetica nell'intervallo di frequenze del terahertz hanno interesse in ambito 'security' come rivelatori di oggetti nascosti.

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

**Moduli**

**Modulo:** Nanodispositivi a semiconduttore  
**Istituto esecutore:** Istituto di fotonica e nanotecnologie  
**Luogo di svolgimento attività:** Sede principale Istituto

**Modulo:** Nanodispositivi Superconduttori  
**Istituto esecutore:** Istituto di fotonica e nanotecnologie  
**Luogo di svolgimento attività:** Sede principale Istituto

**Modulo:** Nanodispositivi spintronici e fotonici  
**Istituto esecutore:** Istituto di fotonica e nanotecnologie  
**Luogo di svolgimento attività:** Sede principale Istituto

**Modulo:** Cristalli fotonici risonanti per dispositivi "all optics"  
**Istituto esecutore:** Istituto dei Sistemi Complessi (Sperimentale)  
**Luogo di svolgimento attività:** Sede principale Istituto

**Risorse commessa 2007**

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
556	150	50	0	756	88	288	345	N.D.	1.189

valori in migliaia di euro



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

\*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	4	0	1	0	0	1	0	0	6

<i>Richiesta nuove unità di personale</i>			
<b>tempo determinato</b>	<b>tempo indet</b>	<b>non di ruolo*</b>	<b>Totale</b>
3	3	4	10

\*dottorati, borse di studio, assegni di ricerca



## Proprietà delle superfici e dei cluster di materiali nanostrutturati

### *Dati generali*

<b>Progetto:</b>	Nanoscienze e nanotecnologie
<b>Tipologia di ricerca:</b>	Progetti relativi a linee tematiche a carattere strategico
<b>Istituto esecutore:</b>	Istituto dei materiali per l'elettronica ed il magnetismo
<b>Sede principale svolgimento:</b>	Sede di Genova
<b>Dip. di prevista afferenza:</b>	Materiali e Dispositivi
<b>Responsabile indicato:</b>	RENATO SPADACINI

### *Elenco dei partecipanti*

Fregara Andrea	liv. IX	Lucaccini Matteo Antonio	liv. VII	Spadacini Renato	liv. II
Garibaldi Ubaldo Emilio	II	Maloberti Giulio	VI	Tassistro Claudio	VI
Luigi					
Gussoni Antonio	VI				

### *Temi*

#### *Tematiche di ricerca*

Studio dell'interazione di O<sub>2</sub> ed idrocarburi con superfici metalliche nanostrutturate; reazione di ossidazione di CO su Pd(100) con fasci molecolari rotazionalmente allineati; reazione di idrossilazione di O/Ag(110) con STM criogenico. Studio delle strutture autoassemblate di acido glutammico su superfici metalliche e film di ossido nanostrutturati. Studio strutturale e dinamico di film autoassemblati di etantiolo su Au (111). Preparazione di nanocluster di Au in soluzione e loro deposizione su superfici di silicio. Simulazione di clusters e nanofili di leghe bimetalliche e di metalli su ossidi (stabilità, fusione, crescita). Implementazione di un programma di Monte Carlo cinetico per la crescita. Analisi esatta di processi di crescita non scambiabili e loro simulazione.

#### *Stato dell'arte*

I fenomeni su scala nanometrica sono rilevanti per la miniaturizzazione di dispositivi optoelettronici e l'ottimizzazione di catalizzatori e sensori.

I nanocluster presentano peculiari caratteristiche ottiche, elettroniche e catalitiche che appaiono promettenti in vari campi applicativi come ad es. l'elettronica e la sensoristica. Le strutture di nanoleghe metalliche e di aggregati metallici supportati su ossidi sono di interesse per applicazioni catalitiche, ottiche e biologiche. A livello internazionale vengono impiegate tecnologie derivate dalla scienza delle superfici e dei cluster, sperimentali e teoriche, che rientrano nelle competenze del gruppo genovese.

### *Azioni*

#### *Attività da svolgere*

Studio dell'interazione di O<sub>2</sub> ed idrocarburi con superfici metalliche nanostrutturate; reazione di ossidazione di CO su Pd(100) con fasci molecolari rotazionalmente allineati; reazione di idrossilazione di O/Ag(110) con STM criogenico. Studio delle strutture autoassemblate di acido glutammico su superfici metalliche e film di ossido nanostrutturati. Studio strutturale e dinamico di film autoassemblati di etantiolo su Au (111). Preparazione di nanocluster di Au in soluzione e loro deposizione su superfici di silicio. Simulazione di clusters e nanofili di leghe bimetalliche e di metalli su ossidi (stabilità, fusione, crescita). Implementazione di un programma di Monte Carlo cinetico per la crescita. Analisi esatta di processi di crescita non scambiabili e loro simulazione.

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

Per gli studi con ISTM criogenico è necessario elio liquido, la cui disponibilità è condizionata dalla possibilità di effettuare la necessaria e onerosa manutenzione e sostituzione di parti obsolete o non più funzionanti all'impianto di liquefazione di elio dell'IMEM. Lo studio di molecole organiche con catena flessibile richiede l'utilizzo di basse temperature per ridurre il contributo anelastico allo scattering di elio, deve essere quindi acquisito un refrigeratore a circuito chiuso per raffreddare il campione sotto 100 K.

Il montaggio del criogeneratore a circuito chiuso richiede modifiche sostanziali dell'apparato da scattering di He per evitare il surriscaldamento del criogeneratore con conseguente rottura durante le fasi di bake-out dell'apparato





*Competenze, tecnologie e tecniche di indagine*

Ultra alto vuoto, basse temperature, caratterizzazione strutturale e spettroscopica delle superfici, preparazione di film sottili. Metodi simulativi.

*Strumentazione*

*Tecniche di indagine*

*Tecnologie*

Spettroscopie e microscopie di superficie (STM, HREELS, XPS, ISS, fasci molecolari, ...); radiazione di sincrotrone; simulazioni MD e MC, soluzioni numeriche di equazioni stocastiche.

*Collaborazioni (partner e committenti)*

Sugli argomenti di ricerca sono in corso collaborazioni con Università di Perugia; SISSA, Trieste; Università di Trieste; Università di Princeton; Università di Osaka; Università di St. Andrews; IPCF/CNR, Pisa; ISMAC/CNR, Milano; CRMCN/CNRS, Marsiglia; Birmingham University; ICTP, Trieste; IST, Genova.

*Iniziative per l'acquisizione di ulteriori entrate*

*Finalità*

*Obiettivi*

Struttura e dinamica vibrazionale di film autoassemblanti, Effetti stereodinamici nell'interazione gas-superficie e in semplici reazioni chimiche, reattività di film ultrasottili di ossidi, reazioni chimiche enantio-selettive in fase eterogenea.

Studio delle proprietà di nanocluster depositati su film organici al variare del surfattante utilizzato.

Individuazione di strutture energeticamente stabili e di pathways di formazione degli aggregati. Dinamica stocastica di clusterizzazione.

*Risultati attesi nell'anno*

Dissociazione e reazioni chimiche indotte da manipolazione con STM di idrossili ed acqua adsorbiti su superfici di Ag e film ultrasottili di MgO. Adsorbimento ed autoassemblaggio di acido glutammico su Ag(100) e su film ultrasottili di MgO. Dipendenza della reattività di O<sub>2</sub> con CO/Pd(100) per molecole allineate rotazionalmente. Ruolo di difetti ben definiti nella fase iniziale della nucleazione di ossidi su Cu(410).

Sintesi di nanocluster di Au e Ag con surfattante organico in solvente organico, loro deposizione su silicio funzionalizzato e su self-assembled monolayer su Au(111), misura delle loro proprietà strutturali. Ricerca delle condizioni per l'ottenimento di fasi pure sqrt(3)xsqrt(3)R30 o (3x4) di metafiolo su Au(111) a bassa temperatura, misura dello spettro vibrazionale di tali fasi.

Simulazione di nanoaggregati bimetallici.

*Potenziale impiego*

- per processi produttivi

- per risposte a bisogni individuali e collettivi

*Moduli*

**Modulo:** Proprietà delle superfici e dei cluster di materiali nanostrutturati  
**Istituto esecutore:** Istituto dei materiali per l'elettronica ed il magnetismo  
**Luogo di svolgimento attività:** Sede di Genova

*Risorse commessa 2007*

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
333	21	0	0	354	59	80	104	N.D.	517

valori in migliaia di euro



<i>Unità di personale di ruolo*</i>	
<b>ricercatori</b>	<b>Totale</b>
2	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>
3	0	0	1	0	0	0	0	0	4

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

\*dottorati, borse di studio, assegni di ricerca



## Processi molecolari e nanolavorazione

### *Dati generali*

<b>Progetto:</b>	Nanoscienze e nanotecnologie
<b>Tipologia di ricerca:</b>	Progetti relativi a linee tematiche a carattere strategico
<b>Istituto esecutore:</b>	Istituto per i processi chimico-fisici
<b>Sede principale svolgimento:</b>	Sede principale Istituto
<b>Dip. di prevista afferenza:</b>	Materiali e Dispositivi
<b>Responsabile indicato:</b>	PAOLO BASCHIERI

### *Elenco dei partecipanti*

	liv.		liv.		liv.
Bagnesi Cinzia	VII	Frediani Carlo	I	Onor Massimo	V
Barbini Alessandro	IV	Girolami Maria Laura	IV	Palla Paolo	IV
Baschieri Paolo	III	Grassini Stefania	IV	Picchi Maurizio	V
Cempini Manuela	V	Guidarini Dante	IV	Roventini Giovanna	V
Consani Mario	VI	Lanza Clara	V	Vanni Leonardo	IV
Cosci Orlando	V	Mariani Tullio	V	Voliani Mauro	VII
Dinelli Franco	III	Masserotti Marcello	VIII	Zini Paolo	IV
Ferretti Alessandro	III				

### *Temi*

#### *Tematiche di ricerca*

1: Ci si propone di studiare le interazioni molecolari con microscopie SPM specialmente per le implicazioni di queste nei processi nanolitografici e nella progettazione di biosensori ad alta densità. Verrà completata la costruzione di un SPM multipurpose per operare modifiche di campioni e scrittura di pattern litografici con elevata flessibilità.

2: Studio delle proprietà di trasporto di carica in molecole organiche e complessi di metalli di transizione.. Funzionalità molecolari di interesse per l'applicazione in dispositivi a molecola singola (interruttori, diodi, etc).

3: Ci proponiamo di studiare dettagliatamente attraverso una sperimentazione approfondita le modalità sperimentali del fenomeno ESR-STM onde arrivare ad una sua piena interpretazione, premessa indispensabile per un suo utilizzo efficace.

4: Ci proponiamo di dimostrare la possibilità di utilizzo di guide d'onda non radiative nell'infrarosso e nel visibile e di testarne i limiti

#### *Stato dell'arte*

1: L'AFM si è dimostrato un eccezionale strumento per nanolitografia e manipolazione di nanocluster, nanotubi e DNA.

2: L'uso di molecole con opportune funzionalità nella realizzazione di dispositivi, dà oggi ragionevoli possibilità di miniaturizzazione.

3: La misura di frequenza di Larmor su singole molecole paramagnetiche è oggetto di nuovi studi teorici e sperimentali.

4: Nei circuiti integrati ottici nel visibile e infrarosso non si è finora fatto uso di guide non radiative. Abbiamo un brevetto sull'argomento.



### **Azioni**

#### *Attività da svolgere*

1. Sviluppo di un microscopio AFM/STM tramite l'uso di oscillatori tipo tuning fork come attuatori di movimento verticale e rivelatori di spostamento e di forza.
2. Studio di precessione di Larmor con ESR/STM di singola molecola su metallo.
3. Litografia tramite ossidazione localizzata su silicio. Litografia tramite contact/printing su matrice polimeriche con singola punta.
4. Studio della struttura elettronica e della geometria del sistema molecola-superficie metallica di contatto in relazione a processi di trasporto o reattivi.  
Studio di morfologia e di proprietà optoelettroniche di eterostrutture di semiconduttori organici.  
Studio delle proprietà ottiche e del trasporto di carica in molecole organiche e complessi mono e poli metallici di metalli di transizione.
5. Implementazione di tecnica innovativa per lo studio di attacco/distacco di singole molecole di interesse biologico.
6. Realizzare un milliscopio standalone per misure topografiche in loco con ampia area di investigazione.

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

1. Ottenere sistemi punta/tuning fork con fattori di merito elevati per alta risoluzione verticale. Uso di punte di varia composizione e di circuiti atti a rilevare variazioni di ampiezza e fase e di corrente di tunnel.
2. Selezione di molecole adatte. Reperimento di uno strumento per analisi di radiofrequenza in tempo reale. Investigare l'influenza sul fenomeno di parametri quali la tensione di polarizzazione e la corrente di tunnel. Confronto e validazione dei risultati teorico/computazionali con i dati sperimentali ottenuti nell'ambito della commessa o riportati in letteratura.  
Sviluppo di metodi teorici e tecniche numeriche per il calcolo delle proprietà di interesse.
3. Realizzare tramite FIB: leve con schermo elettrostatico; punte di forma opportuna. Trovare condizioni di riscaldamento e di raffreddamento per ottenere le impronte desiderate.
4. Realizzare serie di film organici con parametri di crescita ben definiti. Misurare le risposte ottiche ottenute da dispositivi realizzati con gli stessi film.
5. Realizzare attuatori piezoelettrici opportuni e pilotarli in modo da ottenere forze e velocità di distacco per mappare ampie aree in tempi relativamente brevi.

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

Metodi della chimica teorica. Teoria della Non-Equilibrium Green's Function.

Esperienza: nella crescita di film di molecole coniugate, nella caratterizzazione morfologica di suddetti film, nelle misure elettriche di dispositivi basati su questi film che hanno proprietà di semiconduttori intrinseci.

Competenze nella realizzazione delle parti elettroniche e meccaniche di microscopi a scansione (ad esempio scanner per grandi superfici) e di sonde alternative atte a migliorare l'interazione col campione (cantilever speciali, tuning fork).

E' stato sviluppato un sistema di controllo molto versatile (basato su DSP) che, sfruttando i sistemi di posizionamento assoluto, permette di eseguire processi litografici con alta risoluzione laterale. Questi processi litografici possono essere dei più vari tipi: nano-ossidazione, nano-scratching, dip-pen (deposito controllato di molecole tipo tioli che si autorganizzano a formare film monomolecolari compatti, SAM).

Lo stesso sistema può essere utilizzato per realizzare mappe di curve forza/distanza in liquido per lo studio di singola molecola. Questo è stato applicato a molecole di interesse biologico.



### *Strumentazione*

#### 1) Nano-Woker (AFM per nanolitografie)

Sistema completo per microscopia AFM con controller DSP e software di gestione fatti in casa, in grado di attuare diverse tecniche di nano-litografia (LAO, Dip Pen, Scratching) e nanomanipolazione in modo composito con le diverse modalita' di scansione (contatto, contatto intermittente, mappe di curve F/D), sia al fine di realizzare specifiche litografie in maniera "intelligente", che per controllare in real time il risultato delle stesse.

2) Testa AFM (SMENA, NT-MDFTM) standalone, portacampione riscaldato fino a 150 C (in ambiente ad umidità controllata), accoppiata ad elettronica e software di gestione del NanoWorker, ma senza posizionamento assoluto.

#### 3) Milliscopio

Sistema AFM fatto in casa, con originale scanner elettromagnetico per grandi aree di scansione, fino a 1mm\*1mm.

#### 4) Spettrometro ESR-STM.

#### 5) AFM Molecular Imaging

6) Microscopio ottico invertito (OLYMPUSTM) abbinabile a testa AFM con sonda mobile (SMENA o MI) per investigazioni di materiale biologico.

7) Per il calcolo intensivo: 4 PC doppio processore Athlon. 3 PC Dual Opteron Dual Core. Accesso ad un cluster di 18 PC doppio processore Athlon.

### *Tecniche di indagine*

Tecniche di calcolo ab initio: DFT e multireference CI. Tecniche basate sulla Non-Equilibrium Green's Function. Uso di Hamiltoniani modello per sistemi estesi.

Mappe di curve forza/distanza in liquido per lo studio di singola molecola.

In particolare, la misura delle forze di legame molecolari, è relizzata con un metodo che permette di regolare il tempo in cui si esercita una forza determinata sul campione. Questo permette di ottimizzare nelle diverse condizioni sperimentali la formazione dei legami che si vogliono poi misurare punto per punto.

### *Tecnologie*

L'approccio sviluppato con il NanoWorker permette di comporre diverse tecniche di nanolitografia e nanomanipolazione tra di loro e di accoppiarle a diverse modalità di scansione. Questa combinazione può essere anche cambiata punto per punto. Ciò è importante sia al fine di realizzare un processo nanolitografico complesso sia per monitorare in real time l'effetto del processo litografico in corso.

Le diverse tecniche di nanolitografia e nanomanipolazione e le diverse modalità di scansione sono codificate spazialmente usando tre diverse maschere litografiche con 3 scale indipendenti di 256 valori. Inoltre, per dosare e comporre diversamente l'azione litografica in funzione delle diverse proprietà del campione (durezza, viscosità, spessore), si può eseguire un'operazione algebrica punto per punto tra il valore assegnato localmente ad una delle proprietà del campione ed il valore assegnato a quel punto dalle maschere litografiche, avendo per risultato una modulazione "intelligente" dell'azione litografica.

### *Collaborazioni (partner e committenti)*

Dr. P. Facci, INFN S3, Modena

Dr. P. Pingue, NEST INFN, Pisa

Prof C. Henry, Dr D. Pailharey, Dr M. Dayez CRMCN-CNRS, Francia

Prof. Y. Manassen, Ben Gurion Univ., Israele

Prof. G. Denti, Dip. Chim. e Biotecn. Agrarie, Univ. Pisa

Prof. I. Cacelli, Dip. Chim. e Chim. Ind., Univ. Pisa

Dr. M. Girlanda, Dip. Chim. e Chim. Ind., Univ. Pisa

Prof. M. Macucci, Dip. Ing. dell'Informazione, Univ. Pisa

Dr. P. Morales, ENEA Casaccia.

Dr. M. Muccini ISMN - CNR Bologna

Dr. L. Curri IPCF-CNR Bari

Prof. B. Samori, Dr. G. Zuccheri Univ. Bologna

Ing. Di Giacomo, La Micromega Srl Pisa

Ing. Sartore, Elbatech Srl Marciana

Dr. C. Cecconi, Dip. Fisica, Univ. Modena e Reggio

Dr. F. Quercioli, Dr. B. Tiribilli ISC CNR Firenze

Prof. E. Barone, Dip. Chim., Univ. Napoli 'Federico II';

Prof. J. C. Greer, Tyndall National Institute, Cork, Ireland;

Prof. G. Fagas, Tyndall National Institute, Cork, Ireland;

Prof. Z. Crljen, R. Boskovic Institute, Zagreb, Croatia;





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

\*dottorati, borse di studio, assegni di ricerca



## Materiali Ibridi Organici-Inorganici

### *Dati generali*

<b>Progetto:</b>	Nanoscienze e nanotecnologie
<b>Tipologia di ricerca:</b>	Progetti relativi a linee tematiche a carattere strategico
<b>Istituto esecutore:</b>	Istituto di struttura della materia
<b>Sede principale svolgimento:</b>	Sede principale Istituto
<b>Dip. di prevista afferenza:</b>	Materiali e Dispositivi
<b>Responsabile indicato:</b>	CARLO BELLITTO

### *Elenco dei partecipanti*

Alippi Paola	liv. III	De Cinti Francesca	liv. VI	Ponzi Bruna	liv. VIII
Amore Bonapasta Aldo	I	De Fazio Daniela	VII	Righini Guido	V
Bellitto Carlo	I	Filippone Francesco	III	Rossi Franca	VI
Capobianchi Aldo	III	Flamini Alberto	I	Rossi Gentilina	II
Cianfanelli Maria Claudia	VIII	Ianni Grazia	VIII	Scavia Guido	III
Ciccarelli Elisabetta	VI	Imperatori Patrizia	III	Silenzi Patrizia	VII
Cimini Cristiana	VI	Paoletti Anna Maria	II	Zaccaria Francesca	VIII
Cirone Anna Maria	V	Pennesi Giovanna	II		

### *Temi*

#### *Tematiche di ricerca*

- 1) Sintesi e caratterizzazione strutturale di materiali ibridi organici- inorganici multifunzionali a base di metallo-fosfonati.
- 2) Sintesi di composti organici-inorganici a base di nanotubi di carbonio.
- 3) Ibridi organico/inorganico basati su metallo ftalocianine e semiconduttori
- 4) Film sottili di molecole elettroattive ancorate chimicamente su substrati silicio di tipo n e p.
- 5) Studi teorici su semiconduttori ed influenza dei droganti sulle loro proprietà.

#### *Stato dell'arte*

La funzionalità di un qualsiasi oggetto (in qualsiasi scala di lunghezza) deriva da un complicato gioco di proprietà dei suoi costituenti. In sistemi molecolari complessi, quali sono gli ibridi organici-inorganici, ci sono proprietà che non sono presenti in ciascun componente preso individualmente. Siamo di fronte quindi a oggetti multifunzionali. Mentre è ovvio che elettroni e nuclei formino atomi (scala sub-Angstrom, che gli atomi formino molecole (scala dell'Angstrom), lo è meno che monomeri formino polimeri o in generale strutture complesse (scala nanometrica).

L'obiettivo della commessa è l'esplorazione delle potenzialità degli assemblaggi sopra-molecolari o degli oggetti multi-funzionali. Oggi diventa scientificamente e tecnologicamente interessante studiare l'organizzazione nanoscopica della materia, perché questa è in relazione diretta con le dimensioni delle forme di vita. La materia viene studiata prendendo in esame sistemi complessi con processo "bottom up" utilizzando la sintesi chimica come un mezzo di assemblaggio di unità molecolari.

### *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)*

Istituto dei Sistemi Complessi del CNR, Roma Tor Vergata  
Rutherford Laboratory, Chilton (Oxfordshire), U.K.  
CNRS-Institut de Materiaux «J.Rouxel» Nantes.Fr.  
Università di Brescia, Facoltà Ing.dei Materiali,  
Università dell'Aquila Dip.di Fisica  
Università degli Studi di Roma 'Tor Vergata'  
Dip.Ing.Elettr. Università degli Studi di Roma 'La Sapienza'  
Dip. Chimica, IFN del CNR, Roma ENEA-CRF, Frascati  
Università di Trento, Dip. Ingegneria dei Materiali  
Scuola Normale Superiore Pisa

*Iniziative per l'acquisizione di ulteriori entrate*

Partecipazione a progetti di ricerca nazionali ed internazionali

**Finalità**

*Obiettivi*

- Materiali ibridi organici-inorganici multifunzionali a base di metallo- fosfonati.
- Strati ordinati di molecole funzionali su semiconduttori inorganici.
- Eterostrutture di ftalocianine su semiconduttori inorganici .
- Materiali multistrato con proprietà magnetiche ed elettriche.
- Modulazione di proprietà di nanotubi di carbonio per applicazioni elettroniche e biomedicali.
- Studio metodi teorici da principi primi Density Functional Theory.
- mantenimento e potenziamento delle competenze nella sintesi chimica, nella caratterizzazione chimico-fisica, strutturale, magnetica e di trasporto dei materiali, nella microscopia STM ed AFM, nei metodi teorici di calcolo.

*Risultati attesi nell'anno*

*Potenziale impiego*

*- per processi produttivi*

*- per risposte a bisogni individuali e collettivi*

Dispositivi elettronici, Sensori di gas inquinanti, Sensori biologici, Materiali compositi per accumulo di energia. Sono stati depositati due brevetti. Il primo ha come oggetto un procedimento di riempimento di strutture a nanotubo, in particolare nanotubi di carbonio [Autori: A.Capobianchi, S. Foglia, P. Imperatori N. IT RM2005A000153, depositato il 01.04.2005.] Il secondo è una estensione in Europa di un brevetto italiano n IT RM2003A000048 sulla preparazione del materiale catodico LiFePO4 per batterie Litio-ione, [autori: E.M.Bauer, C.Bellitto, G.Righini, M.Pasquali e P.P.Prosini] ultimo risultato di una collaborazione fra CNR, ENEA ed Università di Roma 'La Sapienza'.

**Moduli**

**Modulo:** Materiali Ibridi Organici-Inorganici  
**Istituto esecutore:** Istituto di struttura della materia  
**Luogo di svolgimento attività:** Sede principale Istituto

*Risorse commessa 2007*

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
786	130	30	0	946	36	196	241	N.D.	1.223

valori in migliaia di euro

<i>Unità di personale di ruolo*</i>	
ricercatori	Totale
9	13

\*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
1	4	2	7

\*dottorati, borse di studio, assegni di ricerca



## Superfici Funzionalizzate, Interfacce, Riconoscimento Molecolare e Catalisi

### *Dati generali*

<b>Progetto:</b>	Nanoscienze e nanotecnologie
<b>Tipologia di ricerca:</b>	Progetti relativi a linee tematiche a carattere strategico
<b>Istituto esecutore:</b>	Istituto di struttura della materia
<b>Sede principale svolgimento:</b>	Sede principale Istituto
<b>Dip. di prevista afferenza:</b>	Materiali e Dispositivi
<b>Responsabile indicato:</b>	NICOLA ZEMA

### *Elenco dei partecipanti*

	liv.		liv.		liv.
Adamo Cecilia	IV	De Cinti Francesca	VI	Penna Anna	VII
Brandispada Walter	VIII	De Fazio Daniela	VII	Penna Massimiliano	IX
Brolatti Massimo	VI	De Santis Giuseppe	VIII	Pierini Goffredo	IV
Cappoli Enrico	VII	Emma Giovanni	VIII	Politi Roberto	IX
Carbone Carlo	I	Flamini Alberto	I	Ponzi Bruna	VIII
Cianfanelli Maria Claudia	VIII	Ianni Grazia	VIII	Quaresima Claudio	I
Ciccarelli Elisabetta	VI	Leonetti Massimo	VII	Rossi Franca	VI
Cimini Cristiana	VI	Lupini Fernando	IV	Sensini Rosano	VII
Cirone Anna Maria	V	Marchetti Giorgio	VII	Silenzi Patrizia	VII
Contini Giorgio	III	Moretto Luciano	IV	Spadari Fabio	VIII
Crotti Corrado	III	Napoleoni Paolo	VI	Turchini Stefano	III
D'Antonio Carlo	IV	Olivieri Antonio	VIII	Zaccaria Francesca	VIII
D'Orazi Laura	VI	Paparazzo Ernesto	II	Zema Nicola	II

### *Temi*

#### *Tematiche di ricerca*

Funzionalizzazione di superfici di silicio cristallino e poroso con catene alifatiche e composti aromatici per sensori chimici e biomedicali. Deposizione di molecole chirali su superfici metalliche (Cu, Au, Pd) per l'ottenimento di film e di interacce chirali. Caratterizzazione spettroscopica ed elettrochimica dei supporti così ottenuti.

#### *Stato dell'arte*

Nella fisica delle superfici ha sempre maggiore interesse lo studio dell' interazione superficie-molecola organica ed in particolar modo quelle situazioni che possono portare a nuovi attributi per la superficie stessa quali le capacità catalitiche o la selettività enantiospecifica.

L'espressione di una chiralità di superficie così ottenuta sta avendo sempre più attenzione grazie alla possibilità che l'interazione Superficie/molecola induca chiralità su una superficie non-chirale.

### *Azioni*

#### *Attività da svolgere*

Nel corso del 2007 si prevede: a) di proseguire le attività di caratterizzazione delle proprietà dicroiche delle molecole chirali lineari libere attraverso lo studio del comportamento dicroico in fotoemissione. b) di investigare l'interazione del isopropanolammina e del propilene ossido con le superfici di Cu(100) e Cu(110), allo scopo di caratterizzarne le capacità di self assembling e la reattività stereochimica. c) Sintesi di coppie redox e chirali, basate sul ferrocene sostituito con il mentolo, da usare come sonde elettrochimiche per mettere in evidenza la chiralità di una superficie di oro funzionalizzata con i corrispondenti tiomentoli (da sintetizzare

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

Particolarmente importante per la prosecuzione delle attività inerenti la commessa è il rinnovamento della strumentazione esistente, in particolar modo per quel che riguarda gli analizzatori di elettroni per il sistema di fotoemissione in fase gassosa, che incrementi la velocità di acquisizione dell'informazione dicroica, consentendo una più accurata determinazione dei parametri dicroici specifici. L'adeguamento della strumentazione agli standard commerciali correnti garantisce una miglior credibilità sulla scena internazionale all'atto della partecipazione a competizioni su scala europea (FP7). Importante è inoltre avere gli strumenti per l'acquisizione ed il mantenimento delle competenze sviluppate attraverso l'attività della commessa (subcriticità delle risorse umane).



*Competenze, tecnologie e tecniche di indagine*

Fisica e chimica delle superfici  
Produzione dell'Ultra alto vuoto  
Spettroscopia con radiazione di sincrotrone  
Proprietà dicroiche della materia

*Strumentazione*

- Apparat per spettroscopia UPS ed assorbimento con LdS nel VUV e soft X-ray, in UHV.  
- Strumentazione da laboratorio per produzione di superfici pulite (sputtering ed annealing), deposizione e caratterizzazione LEED/Auger ed XPS.  
- Strumentazione per caratterizzazione ottica ed UV.

*Tecniche di indagine*

- fotoemissione ad alta risoluzione di energia e momento elettronico.  
- assorbimento nel regione dei raggi x-soffici.  
- caratterizzazioni strutturali (LEED, XRD) e chimiche dei sistemi molecola/superficie  
- calcoli da principi primi.

*Tecnologie*

*Collaborazioni (partner e committenti)*

Dipartimento di Chimica della Università 'La Sapienza', Roma  
Dipartimento di Farmacia della Università 'La Sapienza', Roma  
Dipartimento di Chimica della Università di Trieste

*Iniziativa per l'acquisizione di ulteriori entrate*

- È prevista l'acquisizione della rata a consuntivo del progetto FISR "Tecnologie su silicio per microsistemi bioelettronici".  
- Accensione del contratto di collaborazione con il Gruppo Mossi/Chisolmi per "Materiali innovativi a matrice PET per applicazioni nel settore del Packaging alimentare".  
- Finanziamento su un progetto di ricerca a tema libero approvato.  
- Partecipazione a progetti per la realizzazione e l'utilizzo di una sorgente di radiazione coerente nell'ultravioletto e nei raggi X (X-FEL).

*Finalità*

*Obiettivi*

L'obiettivo della commessa è quello di studiare i meccanismi e realizzare modificazioni delle superfici che portino a nuove proprietà specifiche quali la selettività chirale e la catalisi nei processi chimici. Il gruppo dispone di consolidate competenze nello studio delle proprietà chirali dei sistemi e delle proprietà di superficie mediante tecniche di spettroscopia elettronica e con luce di Sincrotrone e nella chimica fondamentale.

*Risultati attesi nell'anno*

Produzione di sistemi chirali alle interfacce tra molecole chirali e superfici Cu(100) e Cu(110). Caratterizzazione di sistemi propeedeutici alla sensoristica e catalisi. Pubblicazioni su riviste internazionali a carattere tecnico e scientifico.

*Potenziale impiego*

*- per processi produttivi*

Farmaceutica: Purificazione enantioselettiva di molecole di interesse medico, catalisi stereospecifica.

*- per risposte a bisogni individuali e collettivi*

Sensoristica nelle scienze ambientali.

*Moduli*

<b>Modulo:</b>	Superfici Funzionalizzate, Interfacce, Riconoscimento Molecolare e Catalisi
<b>Istituto esecutore:</b>	Istituto di struttura della materia
<b>Luogo di svolgimento attività:</b>	Sede principale Istituto



**Risorse commessa 2007**

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
631	114	101	0	846	22	237	184	N.D.	1.052

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	1	0	2	0	0	0	0	1	4

<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



## Microscopia a Scansione a Sonda Locale su sistemi nanostrutturati e materiali biologici

### *Dati generali*

<b>Progetto:</b>	Nanoscienze e nanotecnologie
<b>Tipologia di ricerca:</b>	Progetti relativi a linee tematiche a carattere strategico
<b>Istituto esecutore:</b>	Istituto di struttura della materia
<b>Sede principale svolgimento:</b>	Sede principale Istituto
<b>Dip. di prevista afferenza:</b>	Materiali e Dispositivi
<b>Responsabile indicato:</b>	ANTONIO CRICENTI

### *Elenco dei partecipanti*

	liv.		liv.		liv.
Adamo Cecilia	IV	De Santis Giuseppe	VIII	Penna Anna	VII
Brandispada Walter	VIII	Emma Giovanni	VIII	Penna Massimiliano	IX
Cappoli Enrico	VII	Generosi Renato	IV	Pierini Goffredo	IV
Cianfanelli Maria Claudia	VIII	Girasole Marco	III	Politi Roberto	IX
Ciccarelli Elisabetta	VI	Gori Paola	III	Pompili Sergio	II
Cimini Cristiana	VI	Ianni Grazia	VIII	Ponzi Bruna	VIII
Cirone Anna Maria	V	Leonetti Massimo	VII	Rinaldi Massimiliano	VI
Colonna Stefano	III	Luce Marco	VI	Ronci Fabio	III
Cricenti Antonio	I	Lupini Fernando	IV	Rossi Franca	VI
D'Antonio Carlo	IV	Marchetti Giorgio	VII	Sensini Rosano	VII
D'Orazi Laura	VI	Moretto Luciano	IV	Silenzi Patrizia	VII
De Cinti Francesca	VI	Napoleoni Paolo	VI	Spadari Fabio	VIII
De Fazio Daniela	VII	Olivieri Antonio	VIII	Zaccaria Francesca	VIII

### *Temi*

#### *Tematiche di ricerca*

Si studiano: mediante STM, semiconduttori magnetici della famiglia III-V e film sottili di metalli di transizione depositati su semiconduttori della famiglia II-VI.

Mediante AFM/SNOM, l'espressione genica usando marcatori fluorescenti (es. GFP) e l'effetto di campi magnetici di bassa frequenza su cellule in coltura; le modificazioni morfologiche di membrane e nanomembrane impiegate nella potabilizzazione dell'acqua in funzione del tempo di utilizzo; centri di colore in campioni di LiF ottenuti mediante irraggiamento.

#### *Stato dell'arte*

L'interesse tecnologico si sta spostando verso il controllo della struttura elettronica e del rapporto morfologia-funzione dei biosistemi per modellare le caratteristiche del materiale alle necessità di sviluppo di biotecnologia, elettronica e optoelettronica. La caratterizzazione di proprietà morfologiche ed elettroniche è un aspetto delle nanotecnologie in cui trovano applicazione tecniche di microscopia STM;AFM;SNOM e tecniche di spettroscopia elettronica, ottica e spettromicroscopia.

### *Azioni*

#### *Attività da svolgere*

Studio di materiali nanostrutturati e biotecnologici tra cui: centri di colore in LiF; rapporto tra nanostrutture biologiche e stress ambientali (es. campi magnetici); alterazioni di membrana in RBC estratti da pazienti con patologie del citoscheletro; nanomembrane per potabilizzazione dell'acqua; sistemi ibridi biomolecole-semiconduttore; deposizioni metalliche su superfici di semiconduttori; sistemi ad elettroni fortemente correlati. Verrà inoltre svolta un'attività di gestione della linea SNOM-infrarosso presso Nashville (USA) e sviluppo di nuovi modelli di microscopi SNOM ottimizzati per applicazioni di elevato impatto scientifico e tecnologico (scattering-SNOM e bio-SNOM).

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

Mancanza di personale: l'attività coinvolge ben 7 ricercatori e 2 tecnici in formazione come dottorandi o borsisti (CNR ed esterni), i quali, in assenza di prospettive per una duratura attività di ricerca nell'Ente, saranno spinti a cercare altre attività lavorative. Mancanza di adeguati fondi: nello sviluppo di nuovi microscopi ci sono risorse che vengono utilizzate nelle realizzazioni meccaniche ed elettroniche per ottenere prototipi e prodotti finali funzionanti.



*Competenze, tecnologie e tecniche di indagine*

Caratterizzazione di sistemi biologici cellulari e sub-cellulari ovvero semiconduttori e substrati inorganici utilizzando tecniche di microscopia a scansione AFM/SNOM e di spettroscopia ottica. Sviluppo ed ottimizzazione di sistemi ibridi organici-inorganici. Sviluppo e messa a punto di microscopi a scansione di sonda. Misure di riflettività e fotoemissione risolta in angolo su materiali semiconduttori binari e variazioni delle caratteristiche elettroniche di superficie tramite evaporazione di materiali metallici; misure di microscopia e spettroscopia a scansione tunnel su superfici di materiali semiconduttori e metallici. Calcolo da principi primi per la determinazione delle proprietà strutturali ed elettroniche di superfici e sistemi a bassa dimensionalità e la simulazione di immagini STM

*Strumentazione*

Camera da ultra alto vuoto per misure di fotoemissione da banda di valenza e livelli di core risolta in angolo. Camera da ultra alto vuoto per misure a T variabile tra 3 K e temperatura ambiente mediante Microscopia ad Effetto Tunnel.

Microscopi STM, AFM e SNOM in vari ambienti (UHV, aria, liquido).

SNOM accoppiato a linea di luce FEL nell'infrarosso presso il Centro di Nashville (USA).

Sistema di calcolo

*Tecniche di indagine*

Fotoemissione da banda di valenza e livelli di core risolta in angolo.

Microscopia STM, AFM e SNOM in vari ambienti (UHV, aria, liquido).

Riflettività ottica. Calcolo da principi primi per la determinazione delle proprietà strutturali ed elettroniche di superfici e sistemi a bassa dimensionalità e la simulazione di immagini STM

*Tecnologie*

Ultra Alto Vuoto, Basso Vuoto, Basse Temperature

*Collaborazioni (partner e committenti)*

G. Amiconi, G. Boumis, Roma I; S. Grimaldi, A. Lisi, CNR-INMM; A. Congiu-Castellano, C. Coluzza, Roma I; G. DeStasio Madison, USA; N. Tolk e D.

Piston Nashville, USA; G. Le Lay CNRS, Francia; C. Carbone, T. Prosperi,

N. Zema, C. Quaresima, ISM; S. Mobilio, F. D'Acapito ESRF; G.

Margaritondo, Lausanne, Svizzera; B. Orlowski, Varsavia, Polonia;

R.M. Monteverdi, ENEA, Roma; F. Somma, Università di Roma III; L. Duo',

Milano

*Iniziativa per l'acquisizione di ulteriori entrate*

E' in corso un accordo di collaborazione con la Ditta Assing per lo sviluppo e la vendita di microscopi a scansione a sonda locale (STM, AFM e SNOM). E' in atto un programma di sei mesi con la Camera di Commercio di Roma e il Centro Roma Ricerche per lo sviluppo di nuovi microscopi a sonda. E' in corso una attività di collaborazione con l'ISPEL e l'Istituto di Medicina Sperimentale (ora sezione dell'INMM) che, se finalizzata, permetterà di poter pagare un dottorando.

*Finalità*

*Obiettivi*

Realizzazione di nuovi microscopi a scansione a sonda locale per lo studio di nuovi materiali. Realizzazione di nanostrutture in ultra alto vuoto su superfici pulite di semiconduttori mediante overlayer metallici. Studi ultrastrutturali di campioni proteici previa purificazione o preparazione di cellule in terreno di coltura vive o fissate con tecniche standard per AFM, SNOM, SEM e TEM.

*Risultati attesi nell'anno*

Nell'arco dell'anno si realizzeranno: 1) nanostrutture su superfici pulite di semiconduttori 2) protocolli per la preparazione di campioni biologici per la microscopia a sonda locale 3) diagnostica ultrastrutturale di modificazioni di strutture biologiche esposte a stress ambientali di varia natura 4) diagnosi chimico-strutturale di nanomembrane e centri di colore in LiF 5) studio di sistemi composti da molecole biologiche (es. oligonucleotidi) legate covalentemente con un substrato semiconduttore per applicazioni di biosensoristica 6) nuovi microscopi a scansione a sonda locale (magnetico, ottico e a scattering 7) Calcoli di struttura a bande in DFT e in approssimazione GW per ZnO bulk. Calcolo della funzione dielettrica a livello DFT e confronto con risultati sperimentali 8) Studi sul sistema Sn/Si(111) con STM da ultra alto vuoto in funzione della temperatura.



*Potenziale impiego  
- per processi produttivi*

I microscopi a scansione a sonda locale (STM, AFM e SNOM) possono essere utilizzati per eventuali spin-off con industrie del settore bio-medico e di scienza dei materiali.

*- per risposte a bisogni individuali e collettivi*

Le ricerche in ambito bio-medico possono essere importanti per la comprensione dei meccanismi di invecchiamento e nella lotta contro vari tipi di patologie, mentre le ricerche su nanostrutture in scienza dei materiali possono essere importanti per processi di miniaturizzazione di circuiti elettronici.

**Moduli**

**Modulo:** Microscopia a Scansione a Sonda Locale su sistemi nanostrutturati e materiali biologici

**Istituto esecutore:** Istituto di struttura della materia

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

*Risorse commessa 2007*

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
766	132	159	0	1.057	12	303	224	N.D.	1.293

valori in migliaia di euro

<i>Unità di personale di ruolo*</i>	
ricercatori	Totale
6	17

\*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	4	0	0	0	0	0	0	3	7

<i>Richiesta nuove unità di personale</i>			
tempo determinato	tempo indet	non di ruolo*	Totale
5	4	6	15

\*dottorati, borse di studio, assegni di ricerca





## Nanotecnologie molecolari

### *Dati generali*

<b>Progetto:</b>	Nanoscienze e nanotecnologie
<b>Tipologia di ricerca:</b>	Progetti relativi a linee tematiche a carattere strategico
<b>Istituto esecutore:</b>	Centro di responsabilità scientifica INFM
<b>Sede principale svolgimento:</b>	CRS NNL
<b>Dip. di prevista afferenza:</b>	Materiali e Dispositivi
<b>Responsabile indicato:</b>	GIUSEPPE GIGLI

### *Elenco dei partecipanti*

Arnone Alberto	liv. IX	Foppiano Caterina	liv. V	Parodi Elena	liv. V
Ballero Gabriele	VII	Fortunati Francesca	VI	Pernati Barbara	V
Barraco Ignazia	V	Franchini Daniela	VI	Pittaluga Dameri	VII
Beltrami Monica	V	Franguelli Simona	VI	Alessandro	
Beroldo Raffaella	VII	Garbarino Maria Carla	V	Poggi Sabrina	V
Bolla Matilde	VI	Gennai Irene Maria	VI	Pollio Daniela	VII
Borello Gian Piero	II	Genovese Giuseppe	V	Punginelli Marco	VI
Cagnana Barbara	V	Imperatore Antonucci	VI	Salerno Marco	III
Calvi Francesca	IV	Danilo		Salhi Abdelmajid	III
Camauli Enrico	V	Ivaldi Fulvia	VII	Santroni Adriana	VI
Caporali Andrea	IV	La Ferla Michela	VI	Savoldi Giovanna	V
Corezzola Paola	VI	Li Yanqin	III	Sciaccaluga Liliana	V
Dalla Libera Monica	V	Lo Grasso Giusy	VI	Scotto Stefania	VI
De Almeida Nunes	V	Luciano Sergio	DIRI	Spano' Francesca	III
Manganaro Jose' Carlos		Maloberti Sciutto Michela	VII	Spinuzzi Simone	V
De Donatis Roberta	V	Mamberti Emanuele	IV	Talamo Valeria	VI
De Iaco Gianvito	VI	Marescalchi Tatiana	VI	Tassistro Michela	V
De Marco Rocco	VI	Miceli Diletta	VI	Todaro Maria Teresa	III
Della Sala Fabio	III	Millio Marco	VI	Toncini Annamaria	V
Di Lello Piero	VIII	Mocavero Antonio	VI	Toselli Milena	III
Distefano Fabio	VII	Palazzo Nicoletta	III	Urso Ciro	VII
Epifani Gianmichele	VI				

### *Temi*

#### *Tematiche di ricerca*

Nell'ambito della commessa nanotecnologie molecolari sono svolte le seguenti attività di ricerca:

- 1: Fabbricazione di diodi emettitori di luce organici e ibridi (organico/nanocristalli colloidali) per applicazioni lighting
- 2: Fabbricazione di celle solari organiche e ibride
- 3: Fabbricazione di Laser organici e ibridi
- 4: Studio proprietà ottico strutturali di materiali molecolari
- 5: Modelling proprietà ottiche di sistemi molecolari complessi
- 6: Fabbricazione di nanostrutture molecolari mediante litografie bottom up (dewetting, microfluidica, contact printing) e top down (nanoimprinting, replica molding, etc.)
- 7: fabbricazione di dispositivi lab on chip per applicazioni citofluorimetrici

#### *Stato dell'arte*

Dispositivi elettronici, optoelettronici e biomedicali basati su composti organici hanno avuto negli ultimi anni un crescente sviluppo in virtù delle caratteristiche peculiari, quali estrema modulazione delle proprietà elettro-ottiche, basso costo di produzione e tecniche di deposizione economiche, di questi materiali. Dispositivi OLEDs hanno raggiunto performaces in termini di luminanze, tempi di vita ed efficienze compatibili con applicazioni industriali e sono attualmente commercializzati per uso in display, monitors etc. Celle di solari elettrolitiche iniziano ad avere efficienze di conversione paragonabili a quelle basate sul silicio amorfo. Problemi aperti riguardano ancora i tempi di vita sia delle celle solari che dei dispositivi oled operanti ad alte luminanze. A tal fine lo sviluppo di tecniche litografiche per il patterning di materiali organici, dette soft lithographies, ha recentemente permesso la realizzazione di nanostrutture il cui utilizzo in dispositivi complessi può migliorarne le prestazioni e potenzialmente risolvere i problemi elencati.



### **Azioni**

#### *Attività da svolgere*

- 1\_ Fabbricazione di Oled ad emissione rossa ad elevata luminanza e tempo di vita
- 2\_ Sviluppo di nuove procedure di sintesi di nanocristalli di ossido di titanio per la fabbricazione di celle solari di grätzel.
- 3\_ Fabbricazione di celle solari ibride basate su matrici organiche e nanocristalli colloidali branched quali rods, tetrapods
- 4\_ Fabbricazione di laser organici a pompaggio ibrido ottico elettrico
- 5\_ Realizzazione di micro/nanostrutture ibride (small molecules/nanocristalli colloidali) mediante tecniche litografiche bottom up quali dewetting e contact printing
- 6\_ Fabbricazione di superfici nanostrutturate self cleaning e antiriflesso
- 7\_ realizzazione di sistemi a rilascio di farmaco per applicazioni in citofluorimetri integrati in lab on chip microfluidici

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

principali punti critici riguardo le attività:

- 1\_ Fabbricazione di Oled ad emissione rossa ad elevata luminanza e tempo di vita
- 7\_ realizzazione di sistemi a rilascio di farmaco per applicazioni in citofluorimetri integrati in lab on chip microfluidici

Per quanto riguarda l'attività 1 obiettivo è la realizzazione di oleds con minimo 10000cd/m<sup>2</sup> di luminanza e 1000 ore di tempo di vita. Per il raggiungimento di tali prestazioni devono essere studiati e ridotti i processi di degrado ad elevata corrente e riscaldamento.

Per quanto riguarda l'attività 7 obiettivo è la realizzazione di nanopugne capaci di variare porosità al variare di fattori esterni, quali PH. Difficoltà sono legate all'individuazione di markers capaci di essere rilasciati ed assorbiti da tali nanopugne durante il processo di variazione del volume

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

l'attività della commessa nanotecnologie Molecolari è interamente svolta dalla Divisione Organici del laboratorio nazionale di nanotecnologia (NNL) del CNR-INFM. In tale divisione lavorano circa 30 ricercatori e tecnici tra ingegneri, fisici, biologi e chimici. L'elevato grado di interdisciplinarietà garantisce lo svolgimento di attività complesse quali quelli di interesse della Commessa.

#### *Strumentazione*

Co-evaporatore per materiali organici e metalli  
Evaporatore e-beam per ossidi  
Sistema per litografia a fascio elettronico (EBL)  
Sistemi per deep etching  
Pressa per nanoimprinting  
Fs-Laser accoppiato con streak camera  
Microscopio confocale accoppiato con laser impulsato  
Computer parallelo HP

#### *Tecniche di indagine*

Principali tecniche di indagine:

microscopia a forza atomica  
Microscopia elettronica  
eletto-luminescenza/fosforescenza  
foto-luminescenza/fosforescenza  
microscopia confocale  
spettroscopia risolta in tempo e spazialmente

#### *Tecnologie*

litografia a fascio elettronico (EBL)  
Fotolitografia  
evaporazione termica e assistita da fascio elettronico  
sputtering  
Reactive ion Etching (RIE)  
Dipping and spin coating

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

Principali collaborazioni: Università di Berkeley (USA), University of Muester (D), Università di Linkoping (Sweden), Università di Karlsruhe (D), Università di Erlangen (D), Università di Dubilno (Ireland), Università



di RomaTor Vergata, Politecnico di Milano, Universtà di Bari, Università di Bologna. Principali committenti: Iguzzini, FIAMM, Siriopanel, ST microelectronics

*Iniziativa per l'acquisizione di ulteriori entrate*

sottomissione di progetti a livello europeo (VII programma quadro), nazionale e regionale (Regione Puglia) nel settore nanotecnologie e fonti energetiche alternative.

**Finalità**

**Obiettivi**

Fabbricazione di OLEDs ad emissione bianca ad alta efficienza (50lum/W),luminanza >1000cd/m2, tempo di vita >10000 ore, area >100cm2. Fabbricazione di OLEDs ad emissione rossa , tempo di vita >1000 ore, luminanza >10000cd/m2. Celle solari ibride basate su nanocristalli di Cd/Te e InP. Laser organici /ibridi a cavità verticale a bassa soglia lasing fabbricati mediante nanoimprinting . Realizzazione di dispositivi organici/ibridi optoelettronici mediante nano-microtecnologia bottom-up.

**Risultati attesi nell'anno**

Realizzazione di oleds ad emissione rossa con luminanza minima di 10000cd/m2 e 300 ore di tempo di vita. Realizzazione di celle solari ibride basate su nanocristalli colloidali ramificate (tetrapods) con efficienza >1% Realizzazione di celle di gratzel basate su film di ossido di titanio sintetizzate mediante tecniche ad alta resa e bassa temperatura.

**Potenziale impiego**

*- per processi produttivi*

Dispositivi OLEDs vengono progettati e realizzati per applicazione nei seguenti settori: Illuminazione ambienti interni ed esterni; display per TV, cellulari etc; Automotive. Nell'ambito della Commessa nanotecnologie molecolari sono attivati contratti con partner industriali interessati all'applicazione dei dispositivi sviluppati nei settori sopra elencati.

*- per risposte a bisogni individuali e collettivi*

**Moduli**

**Modulo:** Nanotecnologie molecolari  
**Istituto esecutore:** Centro di responsabilità scientifica INFM  
**Luogo di svolgimento attività:** CRS NNL

**Risorse commessa 2007**

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
218	19	1.612	52	1.901	17	1.648	245	N.D.	2.163

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	0	0	0	0	0	0	0	0	0

<i>Richiesta nuove unità di personale</i>			
tempo determinato	tempo indet	non di ruolo*	Totale
5	0	3	8

\*dottorati, borse di studio, assegni di ricerca



## Nanotecnologie per la scienza della vita

### *Dati generali*

<b>Progetto:</b>	Nanoscienze e nanotecnologie
<b>Tipologia di ricerca:</b>	Progetti relativi a linee tematiche a carattere strategico
<b>Istituto esecutore:</b>	Centro di responsabilità scientifica INFN
<b>Sede principale svolgimento:</b>	CRS NNL
<b>Dip. di prevista afferenza:</b>	Materiali e Dispositivi
<b>Responsabile indicato:</b>	ROSARIA RINALDI

### *Elenco dei partecipanti*

	liv.		liv.		liv.
Arnone Alberto	IX	Fiorelli Vittorio Federico	VI	Mocavero Antonio	VI
Ballerio Gabriele	VII	Foppiano Caterina	V	Palazzo Nicoletta	III
Barraco Ignazia	V	Fortunati Francesca	VI	Parodi Elena	V
Beltrami Monica	V	Franchini Daniela	VI	Pernati Barbara	V
Beroldo Raffaella	VII	Franguelli Simona	VI	Pisignano Dario	III
Bolla Matilde	VI	Garbarino Maria Carla	V	Pittaluga Dameri	VII
Borello Gian Piero	II	Gennai Irene Maria	VI	Alessandro	
Cagnana Barbara	V	Genovese Giuseppe	V	Poggi Sabrina	V
Calabi Franco	II	Gigante Antonio Domenico	VI	Pollio Daniela	VII
Calvi Francesca	IV	Imperatore Antonucci	VI	Punginelli Marco	VI
Camauli Enrico	V	Danilo		Santroni Adriana	VI
Caporali Andrea	IV	Ivaldi Fulvia	VII	Savoldi Giovanna	V
Cazzato Paolo	V	La Ferla Michela	VI	Sciacaluga Liliana	V
Corezzola Paola	VI	Lo Grasso Giusy	VI	Scotto Stefania	VI
D'Amone Eliana	IV	Luciano Sergio	DIRI	Spano' Francesca	III
Dalla Libera Monica	V	Maloberti Sciutto Michela	VII	Spinuzzi Simone	V
De Almeida Nunes	V	Mamberti Emanuele	IV	Talamo Valeria	VI
Manganaro Jose' Carlos		Marescalchi Tatiana	VI	Tassistro Michela	V
De Donatis Roberta	V	Maruccio Giuseppe	III	Toncini Annamaria	V
De Marco Rocco	VI	Miceli Diletta	VI	Toselli Milena	III
Di Lello Piero	VIII	Millio Marco	VI	Urso Ciro	VII
Distefano Fabio	VII				

### *Temî*

#### *Tematiche di ricerca*

Applicazione di tecniche avanzate di fabbricazione a livello nanometrico per produrre strutture ed oggetti per l'intefacciamento e studio di strutture biologiche, quali proteine, filamenti di DNA, batteri, cellule e tessuti. Studio dei meccanismi biofici e biochimici di base che ne regolano le funzioni con spettroscopie in scansione a nanosonda e fluorescenza ad alta risoluzione spaziale. Biosensori a matrice e Lab on chip. Studio di drug delivery mediante nanoparticelle. Microfluidica

#### *Stato dell'arte*

Recentemente si e' dimostrato che le tecniche di fabbricazione a livello nanometrico sono fondamentali per la ricerca di nuovi metodi per la cura di diverse patologie, fra cui il cancro. I progressi ottenuti nel campo del monitoraggio ad alta risoluzione, permettono di condurre degli studi a livello di singola molecola utili a capire molti meccanismi biologici e biochimici fondamentali. I dispositivi miniaturizzati per diagnostica 'point of care' sono in forte sviluppo (EuroNanoforum2005).

### *Azioni*

#### *Attività da svolgere*

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

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

#### *Strumentazione*





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

\*dottorati, borse di studio, assegni di ricerca



## Sistemi confinati, fenomeni critici e dinamica coerente

### *Dati generali*

<b>Progetto:</b>	Nanoscienze e nanotecnologie
<b>Tipologia di ricerca:</b>	Progetti relativi a linee tematiche a carattere strategico
<b>Istituto esecutore:</b>	Centro di responsabilità scientifica INFN
<b>Sede principale svolgimento:</b>	CRS MATIS
<b>Dip. di prevista afferenza:</b>	Materiali e Dispositivi
<b>Responsabile indicato:</b>	GIUSEPPE FALCI

### *Elenco dei partecipanti*

	liv.		liv.		liv.
Arnone Alberto	IX	Foppiano Caterina	V	Paladino Elisabetta	III
Ballero Gabriele	VII	Fortunati Francesca	VI	Palazzo Nicoletta	III
Barraco Ignazia	V	Franchini Daniela	VI	Parodi Elena	V
Beltrami Monica	V	Franguelli Simona	VI	Pernati Barbara	V
Beroldo Raffaella	VII	Garbarino Maria Carla	V	Pittaluga Dameri	VII
Bolla Matilde	VI	Gennai Irene Maria	VI	Alessandro	
Borello Gian Piero	II	Genovese Giuseppe	V	Poggi Sabrina	V
Cagnana Barbara	V	Imperatore Antonucci	VI	Pollio Daniela	VII
Calvi Francesca	IV	Danilo		Punginelli Marco	VI
Camauli Enrico	V	Ivaldi Fulvia	VII	Santroni Adriana	VI
Caporali Andrea	IV	La Ferla Michela	VI	Savoldi Giovanna	V
Corezzola Paola	VI	La Greca Carmela	VII	Sciaccaluga Liliana	V
Dalla Libera Monica	V	Alessandra		Scotto Stefania	VI
De Almeida Nunes	V	Lo Grasso Giusy	VI	Spano' Francesca	III
Manganaro Jose' Carlos		Luciano Sergio	DIRI	Spinuzzi Simone	V
De Donatis Roberta	V	Maloberti Sciutto Michela	VII	Talamo Valeria	VI
De Marco Rocco	VI	Mamberti Emanuele	IV	Tassinero Michela	V
Di Lello Piero	VIII	Marescalchi Tatiana	VI	Toncini Annamaria	V
Distefano Fabio	VII	Miceli Diletta	VI	Toselli Milena	III
		Millio Marco	VI		

### *Tem*

#### *Tematiche di ricerca*

Nanostrutture : cluster su substrato e in matrice, produzione di dot nanocristallini; analisi XRD; design di proprietà funzionali. Interazione forte e trasporto quantistico. Nanoelettronica: design di qubit single-electron e dispositivi nanoelettromeccanici. Porte adiabatiche. Controllo quantistico e misura della statistica del rumore in nanosistemi. Materia degenera: qubit con condensati atomici su micro-chip; sistemi critici e simulatori. Propagazione in potenziali disordinati.

#### *Stato dell'arte*

La fabbricazione di sistemi nanometrici ed il controllo della loro dinamica coerente sono argomenti centrali nel settore delle nanotecnologie. Recenti passi importanti in questa direzione, sono favoriti dal crescente impegno finanziario di istituzioni ed agenzie, in particolare dell'Unione Europea, che ha posto obiettivi ambiziosi (controllo di sistemi multiqubit, integrazione di sistemi coerenti di natura diversa) per i prossimi anni.



### **Azioni**

#### *Attività da svolgere*

##### Nanodispositivi coerenti

Protocolli adiabatici in charge-phase qubit: design di esperimenti per la misura di fasi di Berry, generazione di singolo fotone con STIRAP, effetti di rumore  $1/f$  e ottimizzazione del protocollo. Disaccoppiamento dinamico e spettroscopia con sequenze di impulsi a punto ottimale, osservabilità di effetto Zenone. Rumore e modulabilità di interazione tra qubit SC. Sistemi elettronici interagenti: entanglement e comportamento critico, nanostrutture in materiali H-TC. Pairing e instabilità di Stoner in SC ferromagnetici a nanoscala. Effetti del rumore a punto critico quantistico (quantum Kibble-Zurek)

Simulazione di dinamica di fenomeni critici quantistici (qKZ) su reticoli di Josephson. Design dell'accoppiamento tra condensati in atom-chip e dimostrazione sperimentale dell'interazione.

##### Sintesi di nanostrutture

Controllo e selezione in taglia di QD di Si su substrato, confronto dati sperimentali e modello per gli spettri Raman. Transizione liquido-solido in cluster di Xe: analisi di cumulanti di ordine superiore, teoria ed esperimenti per evidenziare la asimmetria della pair distribution function.

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

Aspetti tecnicamente impegnativi dell'attività programmata sono: simulazione di protocolli multiqubit in presenza di rumore a stato solido; Simulatori quantistici: valutazione della dipendenza delle performance dalla forma di impulso; Dimostrazione sperimentale dell'interazione tra condensati ed eventuale design di un quantum data bus.

Il lavoro preparatorio, sia numerico che sperimentale svolto durante il 2006 saranno d'ausilio per la soluzione dei suddetti punti critici.

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

##### - Competenze:

La parte teorica facente parte della commessa possiede competenze specifiche nella fisica dei sistemi elettronici confinati, nella dinamica dei sistemi Josephson mesoscopici, in transizioni di fase quantistiche, su metodi di soluzione esatta di sistemi integrabili per elettroni fortemente correlati.

E' anche presente una specifica competenza su metodi numerici, sono stati recentemente sviluppati codici per la simulazione di dinamica quantistica con rumore classico correlato.

La parte sperimentale possiede una ben consolidata esperienza in metodologie di sintesi di nanostrutture.

##### - Strumentazione

##### - Strumentazione:

UHV Cluster deposition equipment, HV evaporator, apparato per la produzione di sistemi a raffreddamento laser.

##### - Tecniche di indagine

#### *Tecnologie*

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

Elettra e ESRF (caratterizzazioni XPS, UPS, EXAFS, GIXRD e Spettromicroscopia LdS). NEST (R. Fazio, M. G. Palma, R. Raimondi); LAMIA (M. Sassetti), Uni-Bari (S. Pascazio). Si intende sviluppare una collaborazione con MDM (M. Fanciulli). Quantronics-CNRS-Saclay, NEC-Tsukuba, Chalmers (Gotheborg), Delft Univ. of Technology. IMM-CNR (D'Arrigo); LENS (Fort, Inguscio, Minardi, Modugno); IEN (Brida, Genovese); Uni-Napoli (Fedele); IOTA-Orsay (Westbrook), IMM-CNR Catania (Lombardo).

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

Progetti in attesa di valutazione: ATOMA-STREP (F.S. Cataliotti)

Si progetta di sottoporre proposte nell'ambito del VII programma quadro dell'UE.

#### **Finalità**

##### *Obiettivi*

Obiettivi: QD e clusters con taglia controllabile nei 2-10 nm con dispersione nella dimensione dei QD  $< 10\%$ . Implementazione in stato solido di protocolli più evoluti (STIRAP, algoritmo di Deutch) e di canali di trasmissione di informazione quantistica (bus, ripetitori). Studio della dinamica di sistemi critici quantistici e sua implementazione su catene di condensati atomici. Random laser.





**Risultati attesi nell'anno**

Protocolli adiabatici in charge-phase qubit: generazione di singolo fotone con STIRAP in charge-phase SC qubit, effetti di rumore  $1/f$  e ottimizzazione del protocollo . Rumore e modulabilità di interazione tra qubit SC . Effetto Zenone in nanocircuiti tramite controllo del rilassamento.

Sistemi elettronici interagenti: entanglement e comportamento critico, nanostrutture in materiali H-TC.

Effetti del rumore a punto critico quantistico (quantum Kibble-Zurek).

Design dell'accoppiamento tra condensati in atom-chip.

Controllo e selezione in taglia di QD di Si su substrato, confronto fra i dati sperimentali e le previsioni del modello per gli spettri Raman . Transizione liquido-solido in cluster di Xe: analisi di cumulanti di ordine superiore .

**Potenziale impiego**

- per processi produttivi

- per risposte a bisogni individuali e collettivi

**Moduli**

**Modulo:** Sistemi confinati, fenomeni critici e dinamica coerente  
**Istituto esecutore:** Centro di responsabilità scientifica INFM  
**Luogo di svolgimento attività:** CRS MATIS

**Risorse commessa 2007**

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
89	25	0	52	166	7	32	236	N.D.	409

valori in migliaia di euro

Unità di personale di ruolo*	
ricercatori	Totale
1	2

\*equivalente tempo pieno

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

Richiesta nuove unità di personale			
tempo determinato	tempo indet	non di ruolo*	Totale
0	0	0	0

\*dottorati, borse di studio, assegni di ricerca



## Nanobiosistemi

### *Dati generali*

<b>Progetto:</b>	Nanoscienze e nanotecnologie
<b>Tipologia di ricerca:</b>	Progetti relativi a linee tematiche a carattere strategico
<b>Istituto esecutore:</b>	Centro di responsabilità scientifica INFM
<b>Sede principale svolgimento:</b>	S3
<b>Dip. di prevista afferenza:</b>	Materiali e Dispositivi
<b>Responsabile indicato:</b>	PAOLO FACCI

### *Elenco dei partecipanti*

Alessandrini Andrea	liv. III	De Marco Rocco	liv. VI	Miceli Diletta	liv. VI
Arnone Alberto	IX	Di Lello Piero	VIII	Millio Marco	VI
Ballero Gabriele	VII	Distefano Fabio	VII	Palazzo Nicoletta	III
Barraco Ignazia	V	Facci Paolo	II	Parodi Elena	V
Beltrami Monica	V	Foppiano Caterina	V	Pernati Barbara	V
Beroldo Raffaella	VII	Fortunati Francesca	VI	Pittaluga Dameri	VII
Berti Lorenzo	III	Franchini Daniela	VI	Alessandro	
Bolla Matilde	VI	Franguelli Simona	VI	Poggi Sabrina	V
Borello Gian Piero	II	Garbarino Maria Carla	V	Pollio Daniela	VII
Cagnana Barbara	V	Gennai Irene Maria	VI	Punginelli Marco	VI
Calanca Davide	VI	Genovese Giuseppe	V	Santroni Adriana	VI
Calvi Francesca	IV	Imperatore Antonucci Danilo	VI	Savoldi Giovanna	V
Camauli Enrico	V	Ivaldi Fulvia	VII	Sciaccaluga Liliana	V
Caporali Andrea	IV	La Ferla Michela	VI	Scotto Stefania	VI
Corezzola Paola	VI	Lo Grasso Giusy	VI	Spano' Francesca	III
Corni Stefano	III	Luciano Sergio	DIRI	Spinuzzi Simone	V
Dalla Libera Monica	V	Maloberti Sciutto Michela	VII	Talamo Valeria	VI
De Almeida Nunes	V	Mamberti Emanuele	IV	Tassistro Michela	V
Manganaro Jose' Carlos		Marescalchi Tatiana	VI	Toncini Annamaria	V
De Donatis Roberta	V			Toselli Milena	III

### *Temi*

#### *Tematiche di ricerca*

Studio di biosistemi con metodi innovativi e di singola molecola; sviluppo di nanodispositivi avanzati con componenti biomolecolari; applicazioni alla diagnostica, alle scienze della vita e dell'informazione. Tra i temi attivi: 1) Nanobiofisica di canali ionici 2) Elettronica biomolecolare basata su metalloproteine e assistita da DNA 3) Nanofabbricazione di sonde innovative per microscopie SPM 4) Biosensori per immunoematologia 5) Transistor organici su substrati plastici 6) Tecniche per la funzionalizzazione (bio)chimica assistita elettrochimicamente di matrici di nanoelettrodi 7) Sintesi e riconoscimento di nanoparticelle inorganiche mediante l'impiego di biomolecole modificate

#### *Stato dell'arte*

L'attribuzione (2003) del Premio Nobel per la Chimica a R. McKinnon per le scoperte su struttura e funzione di canali ionici al K<sup>+</sup> e le seguenti scoperte in relazione al meccanismo di funzionamento di tali canali, hanno reso di estrema attualità lo studio delle proprietà di gating di canali ionici non studiabili con tecniche convenzionali. Analogamente, la comprensione dei meccanismi molecolari di trasferimento elettronico in metalloproteine, assieme alle proprietà di autoassemblaggio del DNA, consentono di estendere l'elettronica molecolare nella direzione della nanobioelettronica in liquido. Funzionale a quest'ultimo aspetto e più in generale allo sviluppo delle nanotecnologie a base biologica o organica è la necessità di impartire specificità chimica a nanostrutture (ad es. matrici di nanoelettrodi) sfruttando la loro indirizzabilità elettrica.



### **Azioni**

#### *Attività da svolgere*

Ottimizzazione della preparazione di campioni di membrane ricostituite con canali ionici voltaggio dipendenti per lo studio tramite spettroscopia FTIR.

Sviluppo di un'approccio per impartire specificità chimica a nanoelettrodi in matrici tramite loro indirizzamento elettrico.

Sviluppo di approcci per bioconiugare e/o assistere la sintesi di nanocluster inorganici (semiconduttori e/o metallici) tramite costrutti molecolari sintetici a base di oligonucleotidi o oligopeptidi.

Espressione e purificazione di canali ionici al potassio in sistemi eterologhi.

Sviluppo e ottimizzazione di celle solari a base di TiO<sub>2</sub> nanostrutturato.

Parametrizzazione classica dell'interazione polipeptide-superficie d'oro.

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

Valutare e consolidare la posizione dei ricercatori con contratto Tenure-track in scadenza.

Allestimento di un nuovo laboratorio di biofisica di singola molecola per lo studio dei fenomeni di folding/unfolding con la tecnica del 'laser tweezers'.

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

Biofisica molecolare; chimica-fisica di superfici ed interfacce; elettronica dei semiconduttori organici; elettrochimica di proteine a trasferimento elettronico; microscopia ad alta risoluzione (elettronica, a scansione di sonda); chimica-fisica delle membrane biologiche; biologia molecolare ed ingegneria proteica; sintesi chimica di molecole organiche e di molecole di origine biologica (oligonucleotidi, polipeptidi); competenze spettroscopiche UV-Vis, IR; chimica quantistica, tecniche simulate tipo 'Monte Carlo'; teoria del trasporto in nanostrutture a semiconduttore.

#### *Strumentazione*

Microscopi a scansione di sonda (STM, AFM e loro derivati); microscopi ottici (contrasto di fase e fluorescenza); spettroscopi (UV-Vis, IR); HPLC; FPLC; FIB; EBL; stepper; mask aligner; wedge bonder; set-up per misure di correnti ultra-basse in nanostrutture molecolari; diffrattometro a raggi X a basso angolo; TEM; SEM; interfaccia elettrochimica.

#### *Tecniche di indagine*

Microscopia a scansione di sonda; spettroscopie UV-Vis ed IR (specie in configurazione ATR); microscopie elettroniche a scansione ed in trasmissione; controllo elettrochimico del potenziale di superfici elettrodiche; HPLC; elettroforesi su gel; realizzazione di mutanti proteici; laser tweezers, spettroscopia di forza su singola proteina (tramite AFM).

#### *Tecnologie*

Litografia ottica; litografia elettronica; nanofabbricazione FIB; sintesi chimica; ingegneria proteica; funzionalizzazione chimica e fisica di superfici; tecniche di DNA ricombinante; dinamica molecolare simulata; simulazioni alla Monte Carlo di biomolecole; soft lithography; litografia proiettiva attraverso substrati trasparenti; chimica quantistica, dinamica molecolare e da principi primi, simulazioni alla Monte Carlo; tecniche di investigazione nanomeccanica su singola proteina (spettroscopie di forza AFM e trappole ottiche).

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

Collaborazioni: Alessio Accardi, Brandeis University, USA; Paola Gavazzo, IBF-CNR Genova; Paolo Baschieri, Cesare Ascoli IPCF-CNR, Pisa; Uri Sivan, Technion, Israel; Igor Medintz NRL, Washington D.C., USA; Glenn Burley Leichester U.K.; Dragan Mihailovic, Ljubljana, Slovenia; Lucia Sorba, TASC-CNR, Trieste; Roberto Cingolani, NNL-CNR, Lecce; Massimo Rudan, Università di Bologna; Jacopo Tomasi, Università di Pisa; Pasqualantonio Pingue SNS e NEST, Pisa. Committenti: EU FP6 IST-IP PROETEX; EU Marie Curie IRC 'SINPATH';

Sanitaria Scaligera S.P.A. 'Progetto gruppaggio sanguigno'; ENERNOVA Srl 'Progetto celle solari a TiO<sub>2</sub> nanostrutturato'.

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

Sottomissione di progetti EU FP7;

Stipula di contratti con aziende private;

Sottomissione di progetti regionali.

### **Finalità**

#### *Obiettivi*

Elucidazione di meccanismi biofisici fondamentali a livello di singola biomolecola e di sistema biologico, valutazione della loro rilevanza applicativa, eventuale implementazione di dispositivi funzionanti sulla scorta



di meccanismi biologici e di proprietà di molecole organiche. Sviluppo di metodi di controllo sui fenomeni biologici alla nanoscala. Sviluppo di tecniche di indagine per estendere le potenzialità investigative delle nanobioscienze.

**Risultati attesi nell'anno**

Sviluppo di una tecnica di funzionalizzazione della superficie di nanoelettrodi che sia in grado di impartire ad essi specificità chimica operando a livello macroscopico con l'aiuto del controllo elettrochimico del potenziale di ciascun nanoelettrodo e con l'impiego di molecole redox attive in grado di chemisorbire su di essi.

Sviluppo di una strategia atta ad assistere la sintesi di nanocluster di semiconduttori II-VI utilizzando oligonucleotidi di opportuna sequenza ed in opportuna concentrazione.

Allestimento del laboratorio di 'laser tweezers' per misure su singola biomolecola.

**Potenziale impiego**

**- per processi produttivi**

Tecnologie per la funzionalizzazione 'smart' di superfici di nanoelettrodi;

Processi litografici su substrato trasparente; realizzazione di dispositivi 'all-organics' per l'industria tessile; realizzazione di celle solari innovative; sviluppo di tecniche di sintesi di polipeptidi e coniugati bio-inorganici (marker per tecniche FRET).

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

Realizzazione di biosensori (ad es. immunosensori per diagnostica ematologica)

**Moduli**

**Modulo:** Nanobiosistemi  
**Istituto esecutore:** Centro di responsabilità scientifica INFM  
**Luogo di svolgimento attività:** S3

**Risorse commessa 2007**

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
243	16	141	52	452	25	182	246	N.D.	723

valori in migliaia di euro

Unità di personale di ruolo*	
ricercatori	Totale
4	6

\*equivalente tempo pieno

Unità di personale non di ruolo									
associato	dottorando	borsista	assegnista	specializzando	incaricato di ricerca	professore visitatore	collaboratore professionale	altro	Totale
8	3	0	2	0	0	0	0	1	14

Richiesta nuove unità di personale			
tempo determinato	tempo indet	non di ruolo*	Totale
1	1	7	9

\*dottorati, borse di studio, assegni di ricerca



## Nanomagnetismo controllo della dinamica della magnetizzazione in nanomagneti

### *Dati generali*

<b>Progetto:</b>	Nanoscienze e nanotecnologie
<b>Tipologia di ricerca:</b>	Progetti relativi a linee tematiche a carattere strategico
<b>Istituto esecutore:</b>	Centro di responsabilità scientifica INFM
<b>Sede principale svolgimento:</b>	S3
<b>Dip. di prevista afferenza:</b>	Materiali e Dispositivi
<b>Responsabile indicato:</b>	MARCO AFFRONTI

### *Elenco dei partecipanti*

Angelini Maria Grazia	liv. V	Di Lello Piero	liv. VIII	Millio Marco	liv. VI
Arnone Alberto	IX	Distefano Fabio	VII	Palazzo Nicoletta	III
Ballero Gabriele	VII	Foppiano Caterina	V	Parodi Elena	V
Barraco Ignazia	V	Fortunati Francesca	VI	Pernati Barbara	V
Beltrami Monica	V	Franchini Daniela	VI	Pittaluga Dameri	VII
Beroldo Raffaella	VII	Franguelli Simona	VI	Alessandro	
Bolla Matilde	VI	Garbarino Maria Carla	V	Poggi Sabrina	V
Borello Gian Piero	II	Gennai Irene Maria	VI	Pollio Daniela	VII
Cagnana Barbara	V	Genovese Giuseppe	V	Punginelli Marco	VI
Calvi Francesca	IV	Imperatore Antonucci Danilo	VI	Santroni Adriana	VI
Camauli Enrico	V	Ivaldi Fulvia	VII	Savoldi Giovanna	V
Caporali Andrea	IV	La Ferla Michela	VI	Sciaccaluga Liliana	V
Corezzola Paola	VI	Lo Grasso Giusy	VI	Scotto Stefania	VI
Corradini Valdis	III	Luciano Sergio	DIRI	Spano Francesca	III
Dalla Libera Monica	V	Maloberti Sciutto Michela	VII	Spinuzzi Simone	V
De Almeida Nunes	V	Mamberti Emanuele	IV	Talamo Valeria	VI
Manganaro Jose' Carlos		Marescalchi Tatiana	VI	Tassinero Michela	V
De Donatis Roberta	V	Miceli Diletta	VI	Toncini Annamaria	V
De Marco Rocco	VI			Toselli Milena	III
Di Bona Alessandro	III				

### *Tem*

#### *Tematiche di ricerca*

Dinamica coerente di spin e della magnetizzazione. Magnetismo Molecolare. Nanostrutture magnetiche. Procedure di deposizione e caratterizzazione di layers molecolari (bottom-up) e di fabbricazione di arrays di dots magnetici (top-down). Onde di spin. Magnetotrasporto e spintronica. Sensori magnetici. Modellizzazione di nanomagneti e computazione quantistica.

#### *Stato dell'arte*

I filoni studiati a S3 sono centrali nelle priorità EU sia nel 6PQ (NMP e IST) sia per il 7PQ: sono identificati come obiettivi principali il controllo dello spin/magnetizzazione in array di nanostrutture/molecole singole/interagenti, e lo sviluppo strategie per alte densità di informazione nei mezzi magnetici. Centralità anche nei programmi in Giappone e USA . Questa commessa prevede lo sviluppo di procedure, tecniche e dispositivi innovativi e di punta a livello internazionale.



### ***Azioni***

#### ***Attività da svolgere***

Studio di layers di nuovi magnetici molecolari tramite STM/STS e XPS e mediante XAS, XMCD e Fotoemissione Risonante presso sincrotroni.

Ingegnerizzazione e caratterizzazione di nuovi Magnetici Molecolari per la computazione quantistica e per la refrigerazione magnetica.

Studio dei meccanismi di decoerenza e dell'entanglement in magneti molecolari, sviluppo di algoritmi quantistici.

Ottimizzazione apparato EPR-like a frequenza variabile. Studio di biosensori magnetici. Studio di agenti di contrasto MRI.

Sviluppo di magnetometri e calorimetri di dimensioni subnanometriche.

Utilizzo di microscopia magnetica a basse temperature e in campi magnetici per lo studio di magneti molecolari.

Studio delle proprietà dinamiche di nano-magnetici mediante rivelazione di onde di spin.

Studio degli effetti di interazione dipolare in nanostrutture artificiali anulari di forma triangolare poste a distanza ravvicinata. Si cercherà di 'scrivere' lo stato magnetico in queste nanostrutture mediante impulsi veloci mentre la 'lettura' verrà effettuata mediante misure di magneto-trasporto. Realizzazione di un dispositivo basato su questi principi.

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

Lo sviluppo di strumentazione e di dispositivi richiede solide infrastrutture: risulta necessario un rafforzamento delle facilities di S3 e, in particolare un punto critico da superare sarà il perfezionamento delle tecniche litografiche per poter ottenere matrici di dot magnetici e/o dispositivi di dimensioni ridotte fino a circa 20 nm.

Abbiamo recentemente impostato linee di ricerca decisamente originali e stabilito solide collaborazioni con gruppi internazionali: nei prossimi anni vogliamo sviluppare alcune delle linee da noi proposte e, per mantenere la leadership, sono necessari: 1) il consolidamento e l'assunzione di personale qualificato (2 ricercatori e 4 assegni per PostDocs) che lavori su specifici progetti e 2) manutenzione e aggiornamento di strumentazione d'avanguardia (400Kj).

Le variazioni della struttura organizzativa e amministrativa centrale di INFN hanno causato notevoli ritardi e disagi nello svolgimento dei progetti nel 2006: la gestione e amministrazione dei progetti deve restare flessibile e snella. Per l'attivazione e lo svolgimento dei progetti europei è necessario snellire/migliorare i rapporti con i rappresentanti legali dell'Istituto.

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

Fabbricazione di nanostrutture su superfici e funzionalizzazioni di molecole su superfici.

Tecniche spettroscopiche per la caratterizzazione elettronica strutturale e magnetica di superficie.

Competenze in criogenia e tecniche di misura in condizioni estreme.

Metodi teorici DFT, di diagonalizzazione di hamiltoniane di spin e calcolo di onde di spin in strutture confinate. Simulazioni della dinamica di spin e di meccanismi di decoerenza.

#### ***Strumentazione***

litografie ottiche, FIB, EBL.

sistema criomagnetico per misure fino a 0.3K e 7T.

Camera UHV con tecniche multiple spettroscopiche.

Scattering Brillouin.

Tecniche magneto-ottiche di superfici, MOKE.

Tecniche di litografia ottica, elettronica (EBL), e a fasci ionici (FIB).

Magnetometrie e misure termodinamiche (calore specifico).

NMR, muSR, MRI.

#### ***Tecniche di indagine***

Metodo di studio prevede: progettazione, realizzazione, caratterizzazione, studio delle proprietà statiche e dinamiche, modellizzazione della magnetizzazione di nano-oggetti.

#### ***Tecnologie***

Metodi teorici DFT, di diagonalizzazione di hamiltoniane di spin e calcolo di onde di spin in strutture confinate. Simulazioni della dinamica di spin e di meccanismi di decoerenza.

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

Su magneti molecolari (prog. PRA, FIRB, Marie Curie, NoE): P. Carretta (Pv), Caciuffo (An), INSTM (Gatteschi) e una dozzina di gruppi Europei. Su nanostrutture (prog. FIRB e STREP): Giovannini (Fe), Gabbiotti, Socino (Pg), Rettori, Pini, Politi (Fi), Di Fabrizio, Candeloro (Ts), Alberini, Casoli (Pr-IMEM), Gerardino (Roma-IFT),



Ciccacci, Duò (Mi). Kyoto (Ono, Okuno), MIT (Ross), Oakland (Slavin), Australia (Stampson), Chicago (Metlushko, Grimsditch)

*Iniziative per l'acquisizione di ulteriori entrate*

A livello nazionale e' stato recentemente approvato un PRIN 2006 sullo studio di magneti molecolari.

Intendiamo presentare progetti al CNR e FIRB appena saranno note le modalità.

A livello Europeo saranno presentati progetti nell'ambito del FP7 e ESF.

Partira' un progetto con Cericol (Centro di Ricerche Colorobbia) su studio di nuovi agenti di contrasto MRI.

Presentazione di progetti a NSF.

**Finalità**

*Obiettivi*

Controllo della dinamica coerente di spin in magneti molecolari per la codifica di qubits; deposizione controllata di magneti molecolari su superfici. Sviluppo di nanosonde e di tecniche di indagine magneto-ottiche di risposta alle radiofrequenze. Sviluppo di nanomagneti e layers inorganici per spintronica e GMR; rivelazione di onde di spin di alta frequenza. Sviluppo di modelli e simulazioni numeriche per la dinamica della magnetizzazione e magneto-trasporto.

*Risultati attesi nell'anno*

Caratterizzazione di nuovi gruppi funzionali e procedure per l'ancoraggio di molecole su superfici (principalmente Au, Si e C).

Caratterizzazione di nuovi nanomagneti a singola molecola ad alto spin e anisotropia magnetica.

Studio di nuovi magneti molecolari per la computazione quantistica e la refrigerazione magnetica.

Sviluppo e utilizzo di magnetometri a sonda di Hall in diverse condizioni. Sviluppo di strumentazione NMR a bassa frequenza e basse temperature per agenti di contrasto e sistemi paramagnetici.

Sviluppo della tecnica Brillouin e studio di onde di spin in strutture magnetiche confinate.

Comprensione dettagliata del ruolo della interazione dipolare tra nano-elementi magnetici in funzione della loro distanza. Questo e' rilevante in vista della applicazione di tali strutture in dispositivi per registrazione con alta densità ed in memorie RAM magnetiche. ottimizzazione della geometria dei nanomagneti per sfruttare gli effetti di magnetotrasporto (sensori e celle di memoria); studio della dinamica della magnetizzazione i prossimità della temperatura critica per future applicazioni in HAMRAM (heat assisted magnetic random access memories).

*Potenziale impiego*

- per processi produttivi

- per risposte a bisogni individuali e collettivi

**Moduli**

**Modulo:** Nanomagnetismo controllo della dinamica della magnetizzazione in nanomagneti

**Istituto esecutore:** Centro di responsabilità scientifica INFM

**Luogo di svolgimento attività:** S3

**Risorse commessa 2007**

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
153	12	233	52	450	46	291	240	N.D.	736

valori in migliaia di euro

<i>Unità di personale di ruolo*</i>	
ricercatori	Totale
2	4

\*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>
10	1	1	1	0	0	0	0	3	16

<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	5	7

\*dottorati, borse di studio, assegni di ricerca





## Teoria e simulazione di materiali nanostrutturati

### *Dati generali*

<b>Progetto:</b>	Nanoscienze e nanotecnologie
<b>Tipologia di ricerca:</b>	Progetti relativi a linee tematiche a carattere strategico
<b>Istituto esecutore:</b>	Centro di responsabilità scientifica INFN
<b>Sede principale svolgimento:</b>	S3
<b>Dip. di prevista afferenza:</b>	Materiali e Dispositivi
<b>Responsabile indicato:</b>	ROSA DI FELICE

### *Elenco dei partecipanti*

Arnone Alberto	liv. IX	Distefano Fabio	liv. VII	Parodi Elena	liv. V
Ballero Gabriele	VII	Foppiano Caterina	V	Pernati Barbara	V
Barraco Ignazia	V	Fortunati Francesca	VI	Pittaluga Dameri	VII
Beltrami Monica	V	Franchini Daniela	VI	Alessandro	
Beroldo Raffaella	VII	Franguelli Simona	VI	Poggi Sabrina	V
Bertoni Andrea	III	Garbarino Maria Carla	V	Pollio Daniela	VII
Bolla Matilde	VI	Gennai Irene Maria	VI	Punginelli Marco	VI
Bolognesi Elisa	VII	Genovese Giuseppe	V	Rontani Massimo	III
Borello Gian Piero	II	Imperatore Antonucci Danilo	VI	Rozzi Carlo Andrea	III
Cagnana Barbara	V	Ivaldi Fulvia	VII	Santroni Adriana	VI
Calvi Francesca	IV	La Ferla Michela	VI	Savoldi Giovanna	V
Camauli Enrico	V	Lo Grasso Giusy	VI	Sciaccaluga Liliana	V
Caporali Andrea	IV	Luciano Sergio	VI	Scotto Stefania	VI
Corezzola Paola	VI	Maloberti Sciotto Michela	DIRI VII	Spano' Francesca	III
Dalla Libera Monica	V	Mamberti Emanuele	IV	Spinuzzi Simone	V
De Almeida Nunes	V	Marescalchi Tatiana	VI	Talamo Valeria	VI
Manganaro Jose' Carlos		Miceli Diletta	VI	Tassistro Michela	V
De Donatis Roberta	V	Millio Marco	VI	Toncini Annamaria	V
De Marco Rocco	VI	Palazzo Nicoletta	III	Toselli Milena	III
Di Felice Rosa	III			Vezzani Alessandro	III
Di Lello Piero	VIII				

### *TemI*

#### *Tematiche di ricerca*

Proprietà elettroniche e ottiche in sistemi confinati e fortemente correlati. Trasporto in nanodispositivi, compresa interazione elettrone-elettrone ed elettrone-fonone. Simulazione di spettroscopie e microscopie avanzate (STM, STM/AFM magnetico, SNOM). Applicazioni: nanostrutture inorganiche confinate; molecole organiche e biologiche, anche con comportamento correlato; interfacce molecola/superficie, con rilevanza per dispositivi molecolari e ricoprimenti; nanostrutture e molecole magnetiche.

#### *Stato dell'arte*

Metodi standard per il calcolo di proprietà elettroniche e strutturali della materia sono limitati nella taglia dei sistemi e nella predittività di effetti quantistici e di correlazione, necessari per una corretta descrizione di materiali nanostrutturati e nuovi fenomeni fisico-chimici. E' quindi necessario lo sviluppo di codici per includere livelli crescenti di approssimazione (sviluppo teorico e implementazione) e per trattare sistemi di complessità crescente e applicazioni di avanguardia.



### **Azioni**

#### *Attività da svolgere*

Scopo. Integrare la produzione/caratterizzazione di nano-materiali/dispositivi/sistemi e l'osservazione di nuovi fenomeni con una comprensione di: meccanismi di aggregazione, rapporto struttura/proprietà/funzione, effetti di interazioni. Svolgeremo: sviluppo teorico e implementazione computazionale; applicazione di metodi esistenti/sviluppati a sistemi rilevanti per aspetti fondamentali e ricaduta tecnologica.

Metodi. Sviluppo in-house di codici di calcolo per proprietà elettroniche, ottiche, di trasporto: forze nello stato eccitato e GW per l'ottica; effetto delle correzioni GW nel calcolo della conduttanza quantistica; interfacce con codici DFT (PWscf, Ab-Init, FLEUR); electron transfer in DFT. Calcolo di spettroscopie e microscopie. Integrazione/ottimizzazione dei codici per la soluzione esatta dell'equazione di Schroedinger (<http://www.s3.infm.it/donrodrigo/>). 'S3 library'.

Applicazioni. Punti e fili quantici, gas elettronici; trasporto in nanodispositivi atomici/molecolari; struttura elettronica di interfacce molecola/superficie(metallo, semiconduttore); ottica di silicio nanostrutturato; proprietà elettroniche e conformazionali di DNA e proteine, anche su superfici.

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

Punti critici. È indispensabile garantire la possibilità di consolidare i ricercatori assunti con contratto tenure-track e assicurare il continuo ed attento reclutamento di post-doc e dottorandi di diversa provenienza disciplinare. Indispensabile accesso al calcolo scientifico ad alte prestazioni su supercomputer competitivi a livello internazionale (quindi con regolari upgrade), con modalità analoghe a quelle pre-esistenti. Snellimento di procedure amministrative per: (i) sottomissione e negoziazione di progetti a fonti di finanziamento esterne al CNR; (ii) reclutamento di dottorandi e postdoc; (iii) agevolazione della partecipazione di studenti e giovani ricercatori a conferenze e scuole.

Azioni CNR: rinnovo di convenzioni esistenti con centri di super-calcolo.

Azioni S3: sviluppo delle apparecchiature interne di calcolo e immagazzinazione dei dati.

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

Competenze di punta: 'high performance scientific computing', chimica e fisica computazionale; largo spettro di codici di calcolo e metodi stato dell'arte, da quelli quantistici ab-initio ai modelli classici, anche sviluppati in-house (WanT, Electronic\_Excitation\_Code, ecc. [http://www.s3.infm.it/codes\\_index.html](http://www.s3.infm.it/codes_index.html)).

#### *Strumentazione*

PC cluster (48 processori) presso il centro di calcolo DSIT dell'Università di Modena e Reggio Emilia.

PC desktop e workstations per calcoli di piccola dimensione, analisi dei risultati, e visualizzazione grafica e molecolare.

Accesso ai supercalcolatori paralleli del centro di calcolo CINECA di Bologna tramite convenzione S3-CINECA e tramite progetti valutati a livello nazionale, in virtù di una partnership dell'ex-INFM al CINECA.

#### *Tecniche di indagine*

Calcoli da principi primi della struttura elettronica e delle proprietà ottiche con codici di pubblico dominio e sviluppati in-house (teoria del funzionale densità, correzione GW, equazione di Bethe-Salpeter, trasporto alla Landauer).

Soluzione esatta dell'equazione di Shroedinger in nano-strutture a pochi elettroni.

Modelli delle proprietà ottiche e di trasporto.

Dinamica molecolare classica e quantistica (Car-Parrinello) con vari pacchetti software di pubblico dominio.



### *Tecnologie*

Teoria del funzionale densita'.

GW, Bethe-Salpeter.

Simulazioni Monte-Carlo.

Soluzione di equazioni differenziali.

Pacchetti software commerciali e di pubblico dominio per la visualizzazione molecolare e per la grafica.

### *Collaborazioni (partner e committenti)*

Con gruppi teorici (EC, MIUR, altro): Trieste (Carloni, Scandolo, Tosatti), Roma1 (Ciccotti), Roma2 (Del Sole), IMEM Parma (Catellani), Torino (Rossi, Cicero), Tel Aviv (Jortner), San Sebastian (Rubio), Regensburg (Cuniberti), Aarhus (Christensen), Louvain (Gonze), Berlin (Gross), Kauserslauten (Huebner), Graz (Ambrosch-Draxl, Hohenester), Sao Paulo Brazil (Petrilli, Caldas), Belo Horizonte Brazil (Alexandre), Madrid (Soler, Tejedor), Hamburg (Wiesendanger), Heidelberg (Wade), Munich (Gottschalk), Jena (Bechstedt), Juelich (Bluegel), Paderborn (Schmidt).

Con gruppi sperimentali (EC, MIUR, MAE, altro): S3 Modena (Facci, Affronte, Valeri), NNL Lecce (Cingolani), NEST&SNS Pisa (Pellegrini, Sorba), Trieste (Morgante, Di Fabrizio), Genova (Canepa, Valbusa), Roma1 (Betti), Bologna (Barbarella, Carbesi, Taliani), Brescia (Gavioli); Tokyo (Tarucha), Jerusalem (Porath), Madrid (Gomez, Zamora), EPFL Lausanne (Kapon), Rehovot (Heiblum, Schreiber), Munich (Abstreiter), Ljubljana (Mihailovic).

Collaborazioni USA: Princeton Univ. (Selloni), MIT (Marzari), North Carolina State Univ. (Buongiorno Nardelli), Univ. of California at San Diego (Sham), Arizona State Univ. (Menendez, Ferry, Goodnick), Los Alamos Natl. Lab. (Bishop).

[www.s3.infm.it/projects\\_index.html](http://www.s3.infm.it/projects_index.html)

[www.s3.infm.it/coll\\_index.html](http://www.s3.infm.it/coll_index.html)

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

I ricercatori partecipanti alla commessa sono attivi nella sottomissione di progetti internazionali e nazionali, per accedere a finanziamenti prevalentemente dalla European Commission (EC), dal Ministero dell'Istruzione Università e Ricerca (MIUR) e dal Ministero degli Affari Esteri (MAE). Alcuni finanziamenti provengono anche dagli USA (ONR, NATO).

Progetti già approvati da avviare a inizio 2007. 1 EC 'Nano-Hybrid' (Nanosci-ERA). 1 FIRB-Internazionalizzazione Italia-Canada MIUR.

Progetti avviati nel corso del 2006 (non risultanti nel precedente PdG). 1 EC STREP 'DNA-Nanodevices'. 1 MIUR-FIRB internazionalizzazione Italia-Israel. 1 Marie Curie individual fellowship.

Molti ricercatori partecipanti alla commessa sono al momento attivi per rispondere ai nuovi bandi FP7 appena usciti. Non è al momento possibile stimare quanti progetti saranno finanziati, ma ci si aspetta che alcuni finanziamenti EC entreranno tra fine 2007 e inizio 2008 come risultato di queste aspettative.

La lista di progetti à attivi è disponibile su [http://www.s3.infm.it/projects\\_index.html](http://www.s3.infm.it/projects_index.html)

### *Finalità*

#### *Obiettivi*

Sviluppo metodologico per la trattazione della materia alla nano-scala e integrazione graduale dei principali codici prodotti in una 'S3 library' da rendere disponibile 'open-source', con sviluppo e assistenza; ambiente comune per il 'code design'. Applicazioni di punta tra cui: struttura, ottica e trasporto correlato di dot, fili, nanotubi, molecole, superfici funzionalizzate e nanostrutture di silicio per nano- e opto-elettronica; dinamica di (bio)molecole in interazione con superfici.



**Risultati attesi nell'anno**

Codice di calcolo della conduttanza quantistica con correlazione e-e e correzioni GW, applicazione a ftalocianine (1 anno). Sviluppo e interfaccia di tale codice con pacchetti software DFT (2-3 anni).

Codice per eccitazioni ottiche (GW e Bethe-Salpeter) con calcolo autoconsistente delle forze negli stati eccitati del sistema (1 anno). Valutazione su piccole molecole e cristalli, rispetto ad altri metodi per proprietà ottiche (e.g., TDDFT), ottimizzazione (2-3 anni).

Applicazione/ottimizzazione di codici esistenti per lo studio dell'accoppiamento tra punti quantici (2 anni). Effetto delle correlazioni elettroniche in immagini STM (3 anni).

Proprietà ottiche di nanoribbons (3 anni).

Calcolo del trasferimento elettronico tra la proteina redox azzurrina e una superficie di Au, al variare dell'inclinazione, con metodi empirici e ab-initio (3 anni).

Barriere energetiche nell'assorbimento molecolare su superfici e in altre reazioni chimiche, e.g. tautomerizzazione (2 anni).

Trasferimento elettronico tra siti redox in proteine in vuoto e in soluzione (3 anni).

Studio da principi primi del nano-atrito (3 anni).

**Potenziale impiego**

**- per processi produttivi**

Interpretazione dei processi e delle condizioni ottimali per la realizzazione in laboratorio di nanostrutture, il cui impiego in dispositivi puo' portare al miglioramento di dispositivi elettronici e ottici, oltre che di sensori i dispositivi diagnostici.

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

La comprensione dei fenomeni fisico-chimici che governano la formazione di nanostrutture e la loro risposta a sollecitazioni esterne e' fondamentale per capire il funzionamento in applicazioni tecnologiche. Pertanto, la ricerca teorica effettuato nell'ambito della commessa ha potenzialita' nel lungo termine per migliorare la qualita' della vita umana e delle condizioni socio-economiche (diagnostica e cura medica, protesi, nuove fonti di energia, computers piu' piccoli e veloci e meno costosi, lampadine di luce bianca con tempi di vita oltre la vita umana, etc.)

**Moduli**

**Modulo:** Teoria e simulazione di materiali nanostrutturati  
**Istituto esecutore:** Centro di responsabilita' scientifica INFM  
**Luogo di svolgimento attivita':** S3

**Modulo:** Teoria e simulazione di materiali nanostrutturati 2  
**Istituto esecutore:** Istituto per la sintesi organica e fotoreattivita'  
**Luogo di svolgimento attivita':** Sede principale Istituto

**Risorse commessa 2007**

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
264	18	330	52	664	38	386	248	N.D.	950

valori in migliaia di euro

Unita' di personale di ruolo*	
ricercatori	Totale
5	7

\*equivalente tempo pieno

Unita' di personale non di ruolo									
associato	dottorando	borsista	assegnista	specializzando	incaricato di ricerca	professore visitatore	collaboratore professionale	altro	Totale
9	6	1	3	0	0	1	0	0	20



<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	5	7

\*dottorati, borse di studio, assegni di ricerca



## Nanofabbricazione e fenomeni di superficie interfaccia alla nanoscala

### *Dati generali*

<b>Progetto:</b>	Nanoscienze e nanotecnologie
<b>Tipologia di ricerca:</b>	Progetti relativi a linee tematiche a carattere strategico
<b>Istituto esecutore:</b>	Centro di responsabilità scientifica INFN
<b>Sede principale svolgimento:</b>	S3
<b>Dip. di prevista afferenza:</b>	Materiali e Dispositivi
<b>Responsabile indicato:</b>	SERGIO VALERI

### *Elenco dei partecipanti*

	liv.		liv.		liv.
Arnone Alberto	IX	Fortunati Francesca	VI	Palazzo Nicoletta	III
Ballero Gabriele	VII	Franchini Daniela	VI	Paolicelli Guido	III
Barraco Ignazia	V	Franguelli Simona	VI	Parodi Elena	V
Beltrami Monica	V	Garbarino Maria Carla	V	Pernati Barbara	V
Beroldo Raffaella	VII	Gazzadi Giancarlo	III	Pittaluga Dameri	VII
Bolla Matilde	VI	Gennai Irene Maria	VI	Alessandro	
Borello Gian Piero	II	Genovese Giuseppe	V	Poggi Sabrina	V
Borghi Alberto	III	Imperatore Antonucci	VI	Pollio Daniela	VII
Cagnana Barbara	V	Danilo		Punginelli Marco	VI
Calvi Francesca	IV	Ivaldi Fulvia	VII	Santroni Adriana	VI
Camauli Enrico	V	Kanjilal Alope	III	Savoldi Giovanna	V
Caporali Andrea	IV	La Ferla Michela	VI	Sciaccaluga Liliana	V
Corezzola Paola	VI	Lo Grasso Giusy	VI	Scotto Stefania	VI
Dalla Libera Monica	V	Luches Paola	III	Spano' Francesca	III
De Almeida Nunes	V	Luciano Sergio	DIRI	Spinuzzi Simone	V
Manganaro Jose' Carlos		Maloberti Sciutto Michela	VII	Talamo Valeria	VI
De Donatis Roberta	V	Mamberti Emanuele	IV	Tassistro Michela	V
De Marco Rocco	VI	Marescalchi Tatiana	VI	Toncini Annamaria	V
Di Lello Piero	VIII	Miceli Diletta	VI	Torelli Piero	III
Distefano Fabio	VII	Millio Marco	VI	Toselli Milena	III
Foppiano Caterina	V	Neri Luisa	VI		

### *Temi*

#### *Tematiche di ricerca*

Studio di una varietà di fenomeni e processi che originano dal confinamento su scala nanometrica della materia condensata, mediante differenti approcci sperimentali e teorici, con l'intento di chiarire il ruolo di confinamento, superfici e interfacce nel determinare rilevanti proprietà chimico-fisiche. Principali tematiche: sistemi confinati metallo/ossido; interfacce ibride organico-inorganico; nanotribologia; nanofabbricazione e microscopia ad alta risoluzione con fasci ionici ed elettronici.

#### *Stato dell'arte*

L'interesse per i fenomeni e delle proprietà che la materia manifesta quando viene manipolata a livello nanometrico è molto cresciuto negli anni recenti per le applicazioni elettroniche, meccaniche, biotecnologiche. La tematica richiama attualmente grande attenzione (e investimenti) a livello sia di base che di trasferimento tecnologico, e si inquadra in specifiche tematiche di FP7-UE, del Piano Nazionale della Ricerca e del PRRIIT della Regione Emilia Romagna.

### *Azioni*

#### *Attività da svolgere*

Studio della morfologia, struttura cristallina, correlazione elettronica, ordine magnetico e trasporto in film e strutture confinate di ossidi metallici e metalli. Preparazione di nanostrutture mediante FIB milling, deposizione attraverso maschere, autoassemblaggio su substrati nanostrutturati, micro e nano contact printing.

Studio delle proprietà strutturali ed elettroniche di interfacce organico/inorganico metalliche e semiconduttrici e loro nanostrutturazione. Crescita per epitassia di film organici su organici. Messa a punto di nuovi metodi per la nano-fabbricazione a scrittura diretta mediante fasci elettronico e ionico altamente focalizzati; analisi di elettrodi e nanofili mediante SEM e TEM e misure corrente-tensione. Analisi in situ delle proprietà elettriche e meccaniche. Preparazione di campioni per l'analisi TEM in sezione trasversale. Fabbricazione e modifica di punte per microscopia a sonda. Studio del ruolo della morfologia e struttura



delle superfici a contatto nella statica e dinamica dell'attrito micro/nanoscopico, mediante l'implementazione di modelli meccanici e codici di dinamica molecolare e mediante misure tribologiche su scala micro-nanometrica.

*Punti critici e azioni da svolgere*

Punti critici: controllo della reattività interfacciale nei sistemi metallo-ossido; effetti di caricamento per STM e ion patterning su ossidi; nanostrutturazione di aree estese; qualità degli oggetti cresciuti con EBID e IBID; Sviluppo di competenze sperimentali sulla tribologia alla nanoscala e teoriche sulla modellizzazione di sistemi nanopatternati. Acquisizione/consolidamento di personale.

Azioni da svolgere: Preparazione di film, sistemi confinati e substrati patterned; misure micromagnetiche e di magnetotrasporto e corrispondenti simulazioni; caratterizzazione strutturale ed elettronica mediante spettroscopie elettroniche e microscopie a scansione; messa a punto di un sistema per la deposizione di film organici da fase liquida interfacciabile UHV; trattamenti termici e irraggiamento elettronico di materiali depositati per modificarne le proprietà; misure I-V e di forza. proprietà elettriche e meccaniche di strutture realizzate per EBID o IBID. Gestione della joint facility Dual Beam. Preparazione di film duri in strati e multistrati e loro caratterizzazione tribologica; sviluppo di codici MD per lo studio della dinamica d'attrito, confronto con misure di nanoattrito.

*Competenze, tecnologie e tecniche di indagine*

- competenze nel campo della preparazione di superfici e materiali;
- competenze nel campo della caratterizzazione chimica, strutturale e morfologica di materiali allo stato solido;
- competenze nel campo della microscopia elettronica ad alta risoluzione;
- competenze del campo della micro-nano fabbricazione mediante tecniche ioniche (FIB), litografia ottica ed elettronica;
- competenze nel campo delle microscopie a scansione di sonda;
- competenze nella caratterizzazione magnetica di sistemi nanostrutturati;
- competenze nel campo della micro- e nano-tribologia;
- competenze nella simulazione ab-initio di sistemi fisici e nella dinamica molecolare;

*Strumentazione*

- sistema Ultra alto vuoto per spettroscopie Auger/XPS/LEED/STM/AFM/MBE;
- sistema Auger/XPS/ion depth profiler;
- spettrometro EELS ad alta risoluzione;
- forno a 1200 C in atmosfera controllata;
- sistema per la deposizione di cluster metallici;
- sistema per la deposizione attraverso shadow masks;
- sistema di crescita multicatodo per sputtering;
- magnetometro MOKE per UHV e microMOKE;
- sistema per misure di magnetotrasporto in DC e in AC;
- SEM/FIB Dual Beam con micromanipolatori/elettrodi;
- AFM a forza laterale e nanoindentatore;
- micro e macro tribometri con controllo ambientale;
- laboratorio per litografia ottica a contatto;
- laboratorio per processi chimici 'wet';
- lappatrice per cristalli;
- camera a guanti per deposizione da fase liquida in atmosfera controllata;
- accesso al Centro Grandi strumenti della Università di Modena e Reggio Emilia (in particolare: riflettometro a raggi X, TEM, microsonda a fluorescenza, SEM)

*Tecniche di indagine*

- spettroscopie elettroniche (Auger, XPS, LEED, HREELS);
- microscopia elettronica SEM e TEM;
- microscopia ionica;
- microscopie a scansione (STM e AFM);
- magnetometria MOKE;
- misure elettriche I-V e R-H (magnetotrasporto);



*Tecnologie*

- deposizione mediante MBE in UHV;
- deposizione mediante sputtering multicatodo (anche reattivo);
- deposizione da fase liquida in atmosfera controllata;
- nanolavorazione FIB, EBID e IBID;
- modifiche superficiali mediante bombardamento ionico;
- litografia ottica a contatto;
- forno per trattamenti termici in atmosfera controllata;
- taglio e lucidatura meccanica di cristalli;
- codici di dinamica molecolare, DFT, ecc.

*Collaborazioni (partner e committenti)*

F. Boscherini, Università di Bologna  
G. Pacchioni, M. Milani, Università Milano-Bicocca  
I. Pronin, Istituto IOFFE St. Petersburg - Russia  
A. Fortunelli, CNR-Pisa ; H.-J. Freund, FHI-Inst. Berlin – Germany  
V. Di Castro, Università La Sapienza  
G. Stefani, Università Roma 3  
M. Sauvage-Simkin, LURE, Orsay – France  
G. Scoles, SISSA Trieste  
A. Selloni, Princeton University -USA  
U. Valbusa, R. Buzio, G. Bracco, Università Genova  
A. Armigliato, R. Balboni, IMM-CNR Bologna  
M.-P. Pileni, Université Pierre et Marie Curie – France  
C. Henry, Centre National de la Recherche Scientifique – France  
G. Renaud, Commissariat à l'Energie Atomique – France  
U. Heiz, University of Ulm - Germany  
F. P. Netzer, Karl-Franzens University – Austria  
M. Urbakh - Tel Aviv University, Israel  
I. Etsion - Technion, Haifa, Israel  
G. Carlotti, G. Gubbiotti, Università di Perugia  
F. Albertini, IMEM-CNR – Parma  
M. Canepa - Università di Genova  
R. Felici - OGG Grenoble, France  
A.R. Bishop - Los Alamos National Laboratory, Los Alamos, USA  
O.M. Braun - National Academy of Sciences of Ukraine, Ukraine  
E. Tosatti - SISSA and ICTP, Trieste  
N. Manini, Università di Milano  
A. Fasolino, University of Nijmegen, The Netherlands

Aziende/Laboratori di Hi-Mech e Sup&erman

Committenti: MIUR, EC, Regione ER, Ferrari spa





*Iniziativa per l'acquisizione di ulteriori entrate*

Si intende sottomettere Progetti Europei (FP7) su nanostrutture per magnetotrasporto, ossidi nanostrutturati, manipolazione di nanoparticelle.

È stato approvato lo step iniziale di un Progetto Eurocores (FANAS) sulla nanotribologia, finanziamento in contrattazione.

Sono stati stipulati contratti con aziende nell'ambito di comuni progetti sottomessi al bando Hi-Mech del MIUR (procedure di selezione non ancora completate).

Consolidamento ed espansione delle attività del net-lab Sup&Rman, con conseguente implementazione dei contratti industriali connessi alla meccanica avanzata e alla nanomeccanica.

Incrementare ulteriormente l'attività di collaborazione con enti pubblici e privati, che attualmente prevede l'utilizzo della workstation per analisi morfologico strutturali e realizzazione di particolari step di processo, con la preparazione di campioni TEM con il metodo lift-out e la relativa analisi.

Collaborazione con il Joint Research Centre, Institute for Reference Materials and Measurements (IRMM), Reference Materials Unit della Commissione Europea, per la fabbricazione di punte per analisi mediante 3Datom probe.

***Finalità***

*Obiettivi*

Comprensione delle interazioni fondamentali: dalla nucleazione alla formazione di array ordinati di dot o fili in metalli su ossidi, dalle molecole funzionalizzate ai sistemi ibridi. Controllo delle proprietà fisico-chimiche. Set-up di un laboratorio di micro-nanotribologia; studio teorico e sperimentale dei processi che determinano i comportamenti tribologici alla nanoscala. Ottimizzare le prestazioni del DB e TEM. Merging delle competenze di ingegneria dei difetti nelle nanotecnologie.

*Risultati attesi nell'anno*

Nanopatternazione di films mediante controllo dello strain film/substrato. Protocolli per la preparazione di film continui, pattern o cluster di ossidi (MgO, NiO, CoO), metalli (Fe, Ni, Au,) e leghe metalliche (permalloy, FePt); definizione dei contributi configurazionali alla anisotropia magnetica; operatività del sistema 'nanomask' per pattern estesi. Crescita e caratterizzazione di self-assembled monolayer misti ottenuti tramite auto-assemblaggio e/o micro-contact printing; crescita per epitassia di film organici su SAM con funzione di buffer layer. Produzione di elettrodi a gap nanometrica e caratterizzazioni elettriche. Chiusura della gap mediante nanowires di Pt e di SiOC. Analisi elettriche e meccaniche delle strutture ottenute; capacità di rimozione dei residui di lavorazione mediante attacco chimico selettivo. Riduzione del coefficiente di attrito mediante nanostrutturazione delle superfici a contatto. Controllo della durezza mediante realizzazione di multistrati e compositi. Comprensione della risposta tribologica di un layer lubrificante ultrasottile; piena operatività di AFM, nanotribometro e sistema di deposizione per sputtering.

*Potenziale impiego*

*- per processi produttivi*

L'obiettivo della commessa è in larga parte la ricerca di base e la produzione di conoscenza su fenomeni fisici che si manifestano alla nanoscala.

Il potenziale impiego per processi produttivi è particolarmente concentrato sulle attività nel campo della tribologia, che vede la collaborazione con rilevanti aziende del settore meccanico e ceramico e la partecipazione al Laboratorio a rete SUP&RMAN del distretto di Alta Tecnologia della Regione Emilia-Romagna.

Anche le attività nel campo dei ricoprimenti rivestono potenziale importanza per processi produttivi: collaborazioni sono in corso con aziende del settore.

*- per risposte a bisogni individuali e collettivi*

Le attività rivolte agli ossidi in forma di film sottili e/o nanoaggregati, così come le attività sulla tribologia, rivestono importanza per settori socialmente ed economicamente rilevanti come la catalisi (es: materiali fotocatalitici per la riduzione dell'inquinamento ambientale) o il risparmio energetico (riduzione di attrito e conseguenti minori consumi di combustibili e lubrificanti ad es. nel settore automotive) o la salute pubblica (ad es. minor usura e conseguente minore rilascio di nanoparticelle nell'atmosfera).



**Moduli**

**Modulo:** Nanofabbricazione e fenomeni di superficie interfaccia alla nanoscala  
**Istituto esecutore:** Centro di responsabilità scientifica INFM  
**Luogo di svolgimento attività:** S3

**Risorse commessa 2007**

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
276	21	311	52	660	22	354	248	N.D.	930

valori in migliaia di euro

<i>Unità di personale di ruolo*</i>	
ricercatori	Totale
5	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
12	8	0	2	0	0	0	0	0	22

<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



## Teoria e modeling computazionale di materiali e processi per le nanoscienze

### *Dati generali*

<b>Progetto:</b>	Nanoscienze e nanotecnologie
<b>Tipologia di ricerca:</b>	Progetti relativi a linee tematiche a carattere strategico
<b>Istituto esecutore:</b>	Centro di responsabilità scientifica INFN
<b>Sede principale svolgimento:</b>	LR SLACS
<b>Dip. di prevista afferenza:</b>	Materiali e Dispositivi
<b>Responsabile indicato:</b>	VINCENZO FIORENTINI

### *Elenco dei partecipanti*

	liv.		liv.		liv.
Arnone Alberto	IX	Foppiano Caterina	V	Palazzo Nicoletta	III
Ballero Gabriele	VII	Fortunati Francesca	VI	Parodi Elena	V
Barraco Ignazia	V	Franchini Daniela	VI	Pernati Barbara	V
Beltrami Monica	V	Franguelli Simona	VI	Pittaluga Dameri	VII
Beroldo Raffaella	VII	Garbarino Maria Carla	V	Alessandro	
Bolla Matilde	VI	Gennai Irene Maria	VI	Poggi Sabrina	V
Borello Gian Piero	II	Genovese Giuseppe	V	Pollio Daniela	VII
Cagnana Barbara	V	Imperatore Antonucci	VI	Punginelli Marco	VI
Calvi Francesca	IV	Danilo		Santroni Adriana	VI
Camauli Enrico	V	Ivaldi Fulvia	VII	Satta Alessandra	III
Caporali Andrea	IV	La Ferla Michela	VI	Savoldi Giovanna	V
Corezzola Paola	VI	Lo Grasso Giusy	VI	Sciaccaluga Liliana	V
Dalla Libera Monica	V	Luciano Sergio	DIRI	Scotto Stefania	VI
De Almeida Nunes	V	Maloberti Sciutto Michela	VII	Spano Francesca	III
Manganaro Jose' Carlos		Mamberti Emanuele	IV	Spinozzi Simone	V
De Donatis Roberta	V	Marescalchi Tatiana	VI	Talamo Valeria	VI
De Marco Rocco	VI	Masala Giovanna	VII	Tassistro Michela	V
Di Lello Piero	VIII	Miceli Diletta	VI	Toncini Annamaria	V
Distefano Fabio	VII	Millio Marco	VI	Toselli Milena	III

### *Tem*

#### *Tematiche di ricerca*

La commessa (costituita da un unico modulo) si concentra sullo studio teorico-computazionale di nuovi materiali e processi per le nanotecnologie. Le tecniche utilizzate coprono tutta la gerarchia multiscala di metodi state-of-the-art, dalla dinamica molecolare classica alla many-body perturbation theory. Sono inclusi anche metodi sviluppati ad hoc entro la commessa stessa per il trattamento della superconduttività ab initio, della correlazione ab initio, e delle proprietà nanomeccaniche.

I materiali studiati sono sia cristallini che nanocristallini e disordinati. Tra di essi Si e SiC; ossidi magnetici, dielettrici, multiferroici, superconduttori, high-Tc; materiali per elettronica molecolare, superconduttori convenzionali e multigap, biocompatibili e fotorecettori. Molti di essi trovano applicazione in nanotecnologia, bioelettronica, microelettronica e optoelettronica, ad esempio in dispositivi ultrascalati al Si, e devices molecolari o spintronici.

#### *Stato dell'arte*

Nei paesi avanzati, la materials science computazionale e le sue applicazioni alle nanotecnologie sono attivamente perseguite. La capacità di utilizzare o sviluppare tecniche diversificate a seconda della scala temporale o dimensionale del problema è un aspetto importante di questa attività. Da ambedue i punti di vista la nostra commessa è ben collocata in questo campo a livello internazionale. Per quanto concerne il primo aspetto, benché sia difficile dare una descrizione sintetica dello stato dell'arte tutte le attività, che sono fortemente diversificate e approfondite, basti ricordare che sono stati pubblicati ~160 lavori (2000/06, ~600 dal 1994) su riviste internazionali di alto impatto, incluse Nature, Phys. Rev. Lett., Appl. Phys. Lett., Phys. Rev.,... e che l'impatto esterno dell'attività è molto buono, come testimoniano ~45 inviti a conferenze internazionali (2000/06, ~120 dal 1990) e ~6000 citazioni (dal 1990), oltre che il buon successo di fund-raising a livello nazionale e internazionale.



### ***Azioni***

#### *Attività da svolgere*

Attività tecnologiche:

Formulazione di una teoria analitica completa di sistemi multi-fratturati e della meccanica di nanosistemi non-lineari con inclusioni e cavità

Sviluppo di hamiltoniane tight-binding per molecole organiche e carburo di silicio ed applicazione allo studio dell'energetica di formazione di difetti, e di tecniche per la struttura elettronica di silicio nanocristallino

Sviluppo e perfezionamento dei kernel di scambio-correlazione superconducting-DFT e ottimizzazione del codice

Parallelizzazione, programmazione dei proiettori per il canale I=3, e delle Wannier functions nel codice SIC-DFT

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

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

I partecipanti alla ricerca (sia dipendenti che associati) sono studiosi di fisica computazionale dei materiali di diversi gradi di esperienza. I partecipanti ufficiali hanno tutti oltre dieci anni di attività in questo campo e approfondite conoscenze professionali che coprono tutto lo spettro delle tecniche computazionali oggi disponibili, sia in termini di utilizzo che di sviluppo di nuove funzionalità dei codici di calcolo e di postprocessing.

#### *Strumentazione*

La 'strumentazione' informatica utilizzata per le ricerche rientra nella categoria dei supercalcolatori paralleli. In linea di massima le macchine con la miglior resa costi/benefici sono sistemi commodity based che utilizzano processori commerciali opportunamente ingegnerizzati per migliorarne la gestibilità, il raffreddamento, lo storage, e la comunicazione di rete. Tali attrezzature sono ovviamente complesse, dispendiose e difficili da gestire. Grazie al contributo degli associati, i partecipanti alla commessa hanno accesso, per una quota pari a un quarto circa, al cluster high-performance da 196 processori Opteron in rete veloce presso il CASPUR di Roma. Nel corso del 2007 sarà disponibile l'infrastruttura HPC acquisita nell'ambito del progetto PON-CyberSar. Tale infrastruttura sarà costituita da circa 130 nodi dual-Opteron, interconnessi a banda larga, di cui 2/3 ad uso privilegiato per il gruppo di ricercatori affiliato a SLACS.

#### *Tecniche di indagine*

Genericamente intesa, la tecnica usata è quella della simulazione numerica di opportune proprietà statiche o dinamiche della materia, in dipendenza dallo specifico problema in esame. Essa si effettua tramite codici sviluppati prevalentemente ad hoc o di pubblico dominio (vedi sotto), utilizzando calcolatori specializzati come descritto sopra, e tramite postprocessing grafico.



### *Tecnologie*

Le tecnologie teorico-computazionali utilizzate sono numerose. In sintesi:

Teoria del funzionale densità (DFT) per il calcolo di energia, forze, stress, e conseguentemente proprietà geometriche ed elettroniche dello stato fondamentale (incluse alcune proprietà di risposta, e percorsi di diffusione con metodi statici);

DFT linear-response perturbation theory (calcolo delle funzioni di risposta);

DFT estesa allo stato superconduttivo (per il calcolo di gap e  $T_c$ );

DFT self-interaction corrected (per sistemi correlati);

Dinamica molecolare DFT inclusa metadinamica e campi elettrici finiti;

Dinamica molecolare tight-binding, con hamiltoniane quantistiche parametrizzate di diverso grado di sofisticazione per semiconduttori polari, molecole organiche ...;

Dinamica molecolare classica con potenziali interatomici con vari force fields (LJ, Amber, Orac...);

Teoria analitica estesa della meccanica del continuo basata su tecniche di omogeneizzazione iterativa;

Calcolo della struttura elettronica di silicio nanocristallino (metodo tight-binding su base estesa, con diagonalizzatori scalabili su piattaforme multi-processore);

Teoria many-body perturbativa in approssimazione GW.

### *Collaborazioni (partner e committenti)*

Sono attive collaborazioni con gruppi sperimentali e teorici in Italia (ex-INFN come S3, Democritos, MDM, Matis; CNR-IMM; ST Atrate...) e all'estero (FU Berlino, Philips Belgio, U Barcelona...). Le interazioni tecnico/computazionali privilegiate sono con il CINECA di Bologna e con il CASPUR di Roma, come menzionato. Alcuni dei partecipanti sono anche titolari di una grande infrastruttura per il calcolo scientifico in fase di installazione, come menzionato in precedenza. È stato avviato un progetto sui materiali multiferroici con finanziamento parziale della Fondazione Banco di Sardegna.

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

Partecipazione a progetti del VII PQ nell'area della biofisica, superconduttività, materiali multiferroici, e nanomeccanica.

### *Finalità*

#### *Obiettivi*

Su un orizzonte di 2-4 anni, l'obiettivo è la comprensione e, dove rilevante, la ottimizzazione di meccanismi fisici in azione in materiali funzionali e strutturali. Una lista parziale comprende:

- a) interdipendenza delle transizioni magnetiche, strutturali, ferroelettriche, e superconduttive in ossidi drogati a dimensionalità variabile;
- b) transizione superconduttiva sotto perturbazione in metalli e superconduttori multigap
- c) diffusione e scioglimento di complessi di droganti in Si
- d) risposta dielettrica in ossidi cristallini e amorfi per microelettronica
- e) realizzazione di celle fotovoltaiche efficienti a base Si nanocristallino
- f) light harvesting in recettori fotosintetici artificiali organici
- g) meccanica microscopica della frattura fragile e della plasticità in materiali nanocompositi con inclusioni e cavità.





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

\*dottorati, borse di studio, assegni di ricerca



## Nanochimica

### *Dati generali*

<b>Progetto:</b>	Nanoscienze e nanotecnologie
<b>Tipologia di ricerca:</b>	Progetti relativi a linee tematiche a carattere strategico
<b>Istituto esecutore:</b>	Centro di responsabilità scientifica INFM
<b>Sede principale svolgimento:</b>	CRS NNL
<b>Dip. di prevista afferenza:</b>	Materiali e Dispositivi
<b>Responsabile indicato:</b>	LIBERATO MANNA

### *Elenco dei partecipanti*

Arnone Alberto	liv. IX	Foppiano Caterina	liv. V	Palazzo Nicoletta	liv. III
Athanasίου Athanasia	II	Fortunati Francesca	VI	Parodi Elena	V
Ballero Gabriele	VII	Franchini Daniela	VI	Pellegrino Teresa	III
Barraco Ignazia	V	Franguelli Simona	VI	Pernati Barbara	V
Beltrami Monica	V	Garbarino Maria Carla	V	Pittaluga Dameri	VII
Beroldo Raffaella	VII	Gennai Irene Maria	VI	Alessandro	
Bolla Matilde	VI	Genovese Giuseppe	V	Poggi Sabrina	V
Borello Gian Piero	II	Imperatore Antonucci Danilo	VI	Pollio Daniela	VII
Cagnana Barbara	V	Ivaldi Fulvia	VII	Punginelli Marco	VI
Calvi Francesca	IV	Krahne Roman	III	Santroni Adriana	VI
Camauli Enrico	V	La Ferla Michela	VI	Savoldi Giovanna	V
Caporali Andrea	IV	Lo Grasso Giusy	VI	Sciaccaluga Liliana	V
Corezzola Paola	VI	Luciano Sergio	VI	Scotto Stefania	VI
Dalla Libera Monica	V	Maloberti Sciutto Michela	DIRI VII	Spano' Francesca	III
De Almeida Nunes	V	Mamberti Emanuele	IV	Spinuzzi Simone	V
Manganaro Jose' Carlos		Manna Liberato	III	Talamo Valeria	VI
De Donatis Roberta	V	Marescalchi Tatiana	VI	Tassistro Michela	V
De Giorgi Milena	III	Miceli Diletta	VI	Toncini Annamaria	V
De Marco Rocco	VI	Millio Marco	VI	Toselli Milena	III
Di Lello Piero	VIII	Mocavero Antonio	VI	Urso Ciro	VII
Distefano Fabio	VII				

### *Temî*

#### *Tematiche di ricerca*

Sintesi avanzata e caratterizzazione di nanocristalli colloidali di forme e composizioni complesse. Coniugazione di nanocristalli con biomolecole. Assembly di nanocristalli in soluzione e su substrati. Studi fondamentali sulle proprietà ottiche e di trasporto elettrico di nanocristalli e loro integrazione in dispositivi ottici ed elettronici. Applicazioni di nanocristalli in biomedicina, catalisi e fotocatalisi.

#### *Stato dell'arte*

Lo sviluppo di nanocristalli di forme e composizioni complesse, sta estendendo rapidamente i campi di applicazione di tali nanomateriali. Questi includono la fotonica, l'optoelettronica, l'elettronica, la ricerca biomedica (diagnostica, drug delivery), e la catalisi. Recenti sviluppi si registrano sia nella sintesi, che nella funzionalizzazione di nanocristalli e nel loro inglobamento in matrici organiche, inorganiche, biologiche e nella loro auto-organizzazione su substrati o in soluzione.

### *Azioni*

#### *Attività da svolgere*

Continueremo a ricercare metodologie innovative di sintesi di nanocristalli colloidali. Potenzieremo le linee di ricerca che vedono i nanocristalli impiegati come materiali attivi in diodi organici-inorganici emettitori di luce ed in celle. Realizzeremo allineamento di rods su larghe aree (svariati micron) mediante campi elettrici, al fine di ottenere emissione polarizzata linearmente. Svilupperemo materiali inorganici ibridi e testeremo questi materiali come candidati in varie applicazioni biomediche. Svilupperemo nanocristalli magnetici con coating di fluorofori organici stabili per esperimenti di imaging fluorescente e separazione magnetica. Condurremo studi fotocatalitici che impiegano nanocristalli di ossidi. Continueremo gli studi delle proprietà fondamentali di nanocristalli e dei loro assemblies mediante tecniche di spettroscopia, microscopia, di trasporto elettrico e di scansione di sonda.





*Punti critici e azioni da svolgere*

Sviluppo di un sistema microfluidico per l'allineamento di nanorods.

*Competenze, tecnologie e tecniche di indagine*

Competenze: sintesi avanzata di nanostrutture, spettroscopia, misure di trasporto, biochimica, microscopia ottica ed elettronica.

*Strumentazione*

Strumentazione interna alla struttura: Linee di sintesi vuoto-azoto installate in cappe chimiche, glove box ad azoto per manipolazione di sostanze chimiche, centrifughe, spettrofotometri e fluorimetri, HPLC, gel scanners, dispositivi per elettroforesi, citofluorimetro, ICP-AES, microscopio elettronico a trasmissione a bassa risoluzione, microscopio elettronico a scansione, electron beam lithography, electron beam evaporator, pressa, microscopio confocale, mask aligner, setup per misure di trasporto elettrico, spin coater, setup per spettroscopia risolta nel tempo (nanosecondo e picosecondo).

*Tecniche di indagine*

Gel elettroforesi, spettroscopia di assorbimento ed emissione, microscopia ottica confocale, microscopia elettronica a scansione e a trasmissione, spettroscopia risolta nel tempo al pico e nanosecondo, trasporto elettrico.

*Tecnologie*

*Collaborazioni (partner e committenti)*

Center for Nanoscience, Muenchen (Germany) University of Hamburg (Germany) University of Heidelberg (Germany) University of Tel Aviv (Israel) University of Jerusalem (Israel) University of Drexel (USA) University of Berkeley (USA) CNRS Toulouse (France) University of Cambridge (UK) CNR-IC (Bari, Italy) CNR-INFM-TASC (Trieste, Italy) University of Trieste (Italy) Politecnico di Milano (Italy)

*Iniziativa per l'acquisizione di ulteriori entrate*

Stiamo sottoponendo diverse idee progettuali da sottomettere entro i primi di Maggio, nell'ambito dei primi call del settimo programma quadro.

*Finalità*

*Obiettivi*

Nanocristalli ibridi semiconduttori/ferromagnetici/metalli nobili con nuove proprietà ottiche, elettroniche e catalitiche e loro assembly con biomolecole. Sviluppo di dispositivi elettronici a singolo nanocristallo. Diodi emettitori nel bianco a matrice polimero+nanocristalli. Microcavità con nanocristalli come elementi attivi. Sviluppo di toolkit per diagnostica medica a base di nanocristalli. Comprensione dell'influenza morfologica sulle proprietà ottiche ed elettroniche dei nanocristalli.

*Risultati attesi nell'anno*

- i) Allineamento su larghe aree di rods mediante campi elettrici e emissione di luce polarizzata;
- ii) Messa a punto di nanocristalli di ossido di ferro funzionalizzati con oligotiofeni e loro applicazioni in studi cellulari;
- iii) Sintesi di nanocristalli ibridi TiO<sub>2</sub>-Co e FePt-Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>;
- iv) Realizzazione di networks di tetrapods e di rods connessi alle punte con nanocristalli di oro. Studio dell'assembly e misure di trasporto elettrico;
- v) Sviluppo di diodi emettitori a base di rods CdSe@CdS;
- vi) Individuazione del migliore sistema nanocristallo per quanto riguarda la risposta ipertermica;
- vii) individuazione della dinamica di blinking in rods CdSe@CdS;

*Potenziale impiego*

*- per processi produttivi*

Conversione di energia (fotovoltaico)

Catalisi e fotocatalisi

*- per risposte a bisogni individuali e collettivi*

Applicazioni optoelettroniche (diodi, laser, guide d'onda) e biomediche (biodiagnostica, drug delivery).

*Moduli*

<b>Modulo:</b>	Nanochimica
<b>Istituto esecutore:</b>	Centro di responsabilità scientifica INFM
<b>Luogo di svolgimento attività:</b>	CRS NNL



*Risorse commessa 2007*

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
264	19	258	52	593	7	284	248	N.D.	848

valori in migliaia di euro

<i>Unità di personale di ruolo*</i>	
ricercatori	Totale
5	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	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	1	0	1

\*dottorati, borse di studio, assegni di ricerca



## Proprieta' elettroniche e strutturali di sistemi a bassa dimensionalita'

### Dati generali

<b>Progetto:</b>	Nanoscienze e nanotecnologie
<b>Tipologia di ricerca:</b>	Progetti relativi a linee tematiche a carattere strategico
<b>Istituto esecutore:</b>	Centro di responsabilita' scientifica INFN
<b>Sede principale svolgimento:</b>	Laboratorio Nazionale TASC e CRS DEMOCRITOS
<b>Dip. di prevista afferenza:</b>	Materiali e Dispositivi
<b>Responsabile indicato:</b>	ALBERTO MORGANTE

### Elenco dei partecipanti

	liv.		liv.		liv.
Arnone Alberto	IX	De Marco Massimiliano	VI	Miceli Diletta	VI
Babic Claudia	VII	De Marco Rocco	VI	Millio Marco	VI
Ballero Gabriele	VII	De Simone Monica	III	Mistrun Paola	V
Barraco Ignazia	V	Di Lello Piero	VIII	Palazzo Nicoletta	III
Beltrami Monica	V	Distefano Fabio	VII	Parodi Elena	V
Benedetti Davide	V	Fanucchi Rossella	VII	Pernati Barbara	V
Beroldo Raffaella	VII	Ferranti Roberta	VI	Pertot Alessandro	VI
Bertoch Paolo	VIII	Floreano Luca	II	Pittaluga Dameri	VII
Bigaran Stefano	V	Foppiano Caterina	V	Alessandro	
Bolla Matilde	VI	Fortunati Francesca	VI	Poggi Sabrina	V
Borello Gian Piero	II	Franchini Daniela	VI	Pollio Daniela	VII
Bruno Francesco	III	Franguelli Simona	VI	Punginelli Marco	VI
Cagnana Barbara	V	Garbarino Maria Carla	V	Salvador Federico	VI
Calvi Francesca	IV	Gennai Irene Maria	VI	Santroni Adriana	VI
Camauli Enrico	V	Genovese Giuseppe	V	Savoldi Giovanna	V
Caporali Andrea	IV	Gotter Roberto	III	Sciaccaluga Liliana	V
Carpentiero Alessandro	VI	Gruden Ales	VIII	Scotto Stefania	VI
Centazzo Martina	VI	Imperatore Antonucci	VI	Spano' Francesca	III
Cepak Cinzia	III	Danilo		Spinozzi Simone	V
Cociancich Ezio	VI	Ivaldi Fulvia	VII	Suran Fabio	VI
Corezzola Paola	VI	Kivimaki Antti Eerik	II	Talamo Valeria	VI
Cossaro Albano	III	La Ferla Michela	VI	Tassistro Michela	V
Cvelbar Vanja	VI	Lo Grasso Giusy	VI	Toncini Annamaria	V
Dalla Libera Monica	V	Luciano Sergio	DIRI	Toselli Milena	III
De Almeida Nunes	V	Maloberti Sciutto Michela	VII	Varas Stefano	VI
Manganaro Jose' Carlos		Mamberti Emanuele	IV	Verdini Alberto	III
De Donatis Roberta	V	Marescalchi Tatiana	VI	Vobornik Ivana	III
De Luisa Aleksander	IV	Martin Andrea	VI		

### TemI

#### Tematiche di ricerca

Processi di adesione e ordinamento di film di molecole organiche poliaromatiche, polimeri e fullerenidi su superfici. Proprietà elettroniche e strutturali e loro correlazione in interfacce e strutture confinate mono- e zero-dimensionali; transizioni di fase in sistemi intermetallici e metallo-semiconduttore; sistemi ad alta correlazione elettronica. Caratterizzazione spettroscopica di molecole organiche e biomolecole. Studio dei processi di fotoassorbimento, fotodissociazione e fotoionizzazione singola e multipla in fase gassosa. Mappatura di superfici di Fermi. Strumentazione innovativa per misure risolte in tempo. ed esperimenti pump-probe.

#### Stato dell'arte

La correlazione tra struttura atomico-cristallina e struttura elettronica è molto forte in sistemi a dimensionalità ridotta (2,1,0 D) ma molto meno compresa rispetto ai sistemi 3D. I film e le nanostrutture di organici hanno un vasto campo di applicazione potenziale, ma ancora non sono comprese a fondo le proprietà elettroniche di interfaccia e i meccanismi che guidano la formazione del legame con il substrato ed intermolecolare all'interno della struttura confinata. I meccanismi di autoassemblaggio possono essere molto complessi e tali da produrre strutture a bassa dimensionalità quali nanofili ma le 'driving force' per questi processi sono ancora poco note. D'altra parte la loro comprensione e controllo sono fondamentali per un utilizzo tecnologico di queste strutture. In molti casi non sono noti nemmeno la struttura elettronica e i dati spettroscopici del sistema isolato che costituiscono il dato di riferimento per la comprensione della formazione del legame con il substrato e dei meccanismi di autoassemblaggio.



### **Azioni**

#### *Attività da svolgere*

Studio delle proprietà strutturali ed elettroniche di nanostrutture organiche formate da molecole complesse quali ad esempio aminoacidi su substrati inorganici: individuazione dei meccanismi responsabili della formazione delle nanostrutture, individuazione dello stato chimico, del tipo di legame con il substrato per molecole con più gruppi funzionali che possono legarsi in vari modi tra loro e con il substrato e determinazione del loro stato chimico. Studio dei processi di trasferimento di carica all'interfaccia tra materiale organico e substrato inorganico. Studio della correlazione dello spettro XPS e struttura di aminoacidi. Caratterizzazione delle basi del DNA in fase gassosa. Caratterizzazione di cluster selezionati in massa in fascio supersonico.

Dinamica ed energetica di specie radicaliche e metastabili, di molecole e complessi di metalli di transizione e terre rare. Studio delle correlazioni elettroniche nella fotoionizzazione di atomi, molecole e sistemi altamente correlati.

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

La beamline per studi di fotoemissione in fase gassosa presso Elettra è in funzione da dieci anni; nell'ambito delle azioni di manutenzione ed upgrading iniziate nel 2006 si prevede di dover intervenire sui sistemi di pompaggio della parte terminale della linea che si interfaccia con le camere sperimentali degli utenti che normalmente non operano in UHV. Per la messa in opera del sistema pump-probe bisognerà inoltre acquisire/sviluppare un sistema di rivelazione ed elettronica di acquisizione con le necessarie specifiche temporali.

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

Processi di crescita su superfici. Interazione chimica tra molecole e superfici. Processi di adsorbimento. Determinazione delle proprietà di transizioni di fase di superficie strutturali ed elettroniche. Produzione di fasci atomici e molecolari. Sistemi di rivelazione per elettroni. Progettazione, costruzione e gestione di linee di luce di sincrotrone.

#### *Strumentazione*

3 linee di luce di sincrotrone per spettroscopia di elettroni con radiazione X e ultravioletta e per diffrazione di raggi X da superfici. Sistema per scattering di atomi di He. Microscopi a scansione. Apparatrici da alto vuoto per spettroscopie di coincidenza elettrone-elettrone e elettrone-ione, spettrometro per fluorescenza risolta in lunghezza d'onda (100-1000nm), apparato a tempo di volo per spettrometria di massa

#### *Tecniche di indagine*

Spettroscopie elettroniche ad alta risoluzione con radiazione ultravioletta, X per lo studio degli stati elettronici di core e di valenza di molecole e atomi in fase gassosa e adsorbiti su superfici. Spettroscopie di coincidenza per lo studio delle correlazioni elettroniche in fase gassosa e su superfici. Fotoemissione risolta in angolo sia con radiazione ultravioletta che raggi X per la determinazione della dispersione delle bande e per determinazioni strutturali di superficie con diffrazione di fotoelettroni. Spettrometria di fluorescenza risolta in lunghezza d'onda (100-1000 nm). Tecniche di diffrazione con atomi e raggi X ad incidenza radente.

#### *Tecnologie*

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

Universit  Pierre et Marie Curie (Paris, F); University of Ljubljana (SLO); University of Nova Gorica (SLO); Universit  di Princeton (USA); Universit  di Erlangen; Universit  Cattolica di Brescia; Universit  di Genova; Universit  di Milano Bicocca; Universit  di Roma3, ICTP (Trieste); SISSA (Trieste); Universit  di Firenze; Universit  di Milano; Universit  di Roma; CNR-IMIP; CNR-ISM, Universit  di Trieste, CNRS-LCAM (Paris F), Inorganic Chemistry Laboratory-Oxford (GB), KTH Stockholm (S), Manchester University (GB), State University of Aerospace Instrumentation (St. Petersburg RU), ETH Zurigo; Universit  di Zurigo; Universit  di Regensburg; Universit  di Perugia; SOLEIL; Universit  della British Columbia, Vancouver Canada; Columbia University New York USA.

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

Si intende accedere a fondi MIUR (PRIN e altri) e partecipare alle nuove chiamate del VII programma quadro. E' in preparazione una domanda nell'ambito del progetto People del VII Programma Quadro per un network di training e formazione di giovani ricercatori.

#### *Finalit *

#### *Obiettivi*

Sviluppo e messa in opera di sorgente supersonica di Cluster. Misure di struttura elettronica di molecole isolate da fasci atomici. Sviluppo di protocolli per la crescita ordinata di sistemi molecolari (2D e 1D) su vari



substrati. Determinazione delle proprietà di interfaccia film organico substrato inorganico in collaborazione con gruppi teorici. Mappatura della superficie di Fermi in sistemi fortemente correlati (metalli di transizione, ossidi). Sviluppo e messa in opera di un apparato per esperimenti pump-probe con radiazione di sincrotrone. Sviluppo di analizzatore TOF ad alta accettazione angolare.

*Risultati attesi nell'anno*

Nanofili di aminoacidi formati su substrati metallici: determinazione dello stato chimico, della orientazione della molecola, del legame molecolare con il substrato ed intermolecolare.

Molecole planari su semiconduttori e metalli: Orientazione delle molecole, processi di trasferimento di carica all'interfaccia, interazione intermolecolare nei film spessi. Studio dei conformeri nello spettro XPS della prolina in funzione della temperatura. Misure di fotoassorbimento, fotoemissione e fotoframmentazione delle basi del DNA. Caratterizzazione di cluster di atomi di carbonio in fascio supersonico. Determinazione dei parametri non dipolari nella fotoionizzazione di molecole. Primi esperimenti di pump-probe su sistemi campione (atomi e molecole biatomiche).

*Potenziale impiego*

*- per processi produttivi*

Film ultrasottili e nanostrutture di materiali organici sono componenti essenziali per lo sviluppo di nuovi dispositivi elettronici con l'obiettivo di giungere al transistor basato sulla singola molecola organica. Si prevedono applicazioni delle conoscenze acquisite in questi campi per l'impiego nell'elettronica molecolare che porterà ad un grado ancor più avanzato di miniaturizzazione e a ridurre i costi della strumentazione elettronica. Altre applicazioni includono celle fotovoltaiche molto più economiche di quelle basate sul silicio, LED organici, schermi flessibili.

*- per risposte a bisogni individuali e collettivi*

**Moduli**

**Modulo:** Proprietà elettroniche e strutturali di sistemi a bassa dimensionalità  
**Istituto esecutore:** Centro di responsabilità scientifica INFM  
**Luogo di svolgimento attività:** Laboratorio Nazionale TASC e CRS DEMOCRITOS

*Risorse commessa 2007*

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
450	51	17	57	575	34	102	260	N.D.	869

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	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



## Nanoscienza per applicazioni Biomediche e Tecnologiche

### *Dati generali*

<b>Progetto:</b>	Nanoscienze e nanotecnologie
<b>Tipologia di ricerca:</b>	Progetti relativi a linee tematiche a carattere strategico
<b>Istituto esecutore:</b>	Centro di responsabilità scientifica INFN
<b>Sede principale svolgimento:</b>	Laboratorio Nazionale TASC e CRS DEMOCRITOS
<b>Dip. di prevista afferenza:</b>	Materiali e Dispositivi
<b>Responsabile indicato:</b>	ENZO MARIO DI FABRIZIO

### *Elenco dei partecipanti*

	liv.		liv.		liv.
Arnone Alberto	IX	De Luisa Aleksander	IV	Miceli Diletta	VI
Babic Claudia	VII	De Marco Massimiliano	VI	Millio Marco	VI
Ballero Gabriele	VII	De Marco Rocco	VI	Mistrun Paola	V
Barraco Ignazia	V	Di Lello Piero	VIII	Palazzo Nicoletta	III
Beltrami Monica	V	Distefano Fabio	VII	Parodi Elena	V
Benedetti Davide	V	Fanucchi Rossella	VII	Pernati Barbara	V
Beroldo Raffaella	VII	Ferranti Roberta	VI	Pertot Alessandro	VI
Bertoch Paolo	VIII	Foppiano Caterina	V	Pittaluga Dameri	VII
Bigaran Stefano	V	Fortunati Francesca	VI	Alessandro	
Bolla Matilde	VI	Franchini Daniela	VI	Poggi Sabrina	V
Borello Gian Piero	II	Franguelli Simona	VI	Pollio Daniela	VII
Businaro Luca	III	Garbarino Maria Carla	V	Punginelli Marco	VI
Cabrini Stefano	II	Gennai Irene Maria	VI	Romanato Filippo	III
Cagnana Barbara	V	Genovese Giuseppe	V	Salvador Federico	VI
Calvi Francesca	IV	Gotter Roberto	III	Santroni Adriana	VI
Camauli Enrico	V	Gruden Ales	VIII	Savoldi Giovanna	V
Caporali Andrea	IV	Imperatore Antonucci	VI	Sciaccaluga Liliana	V
Carpentiero Alessandro	VI	Danilo		Scotto Stefania	VI
Centazzo Martina	VI	Ivaldi Fulvia	VII	Spano Francesca	III
Cociancich Ezio	VI	La Ferla Michela	VI	Spinozzi Simone	V
Cojoc Danut Adrian	II	Lazzarino Marco	III	Suran Fabio	VI
Corezzola Paola	VI	Lo Grasso Giusy	VI	Talamo Valeria	VI
Cvelbar Vanja	VI	Luciano Sergio	DIRI	Tassistro Michela	V
Dalla Libera Monica	V	Maloberti Sciuotto Michela	VII	Toncini Annamaria	V
De Almeida Nunes	V	Mamberti Emanuele	IV	Tormen Massimo	III
Manganaro Jose' Carlos		Marescalchi Tatiana	VI	Toselli Milena	III
De Donatis Roberta	V	Martin Andrea	VI	Varas Stefano	VI

### *Temi*

#### *Tematiche di ricerca*

Litografie per strutture nanometriche con risoluzione spaziale < 10 nm. Cristalli fotonici, 2D e 3D ed in guida su Si, GaAs, e metalli. Sistemi per il rilascio controllato di farmaci. Optical tweezers. Micro e nanoarray per studi di genomica e post-genomica. Proprietà strutturali e dinamiche di nanostrutture molecolari. Rilevazione del segnale. Ottiche diffrattive su fibra ottica. Dispositivi micro e nanomeccanici basati su Si e materiali polimerici adatti all'imprinting lithography.

#### *Stato dell'arte*

Lo sviluppo della nanofabbricazione di dispositivi prevede il concorso e la convergenza di più approcci litografici e di auto-organizzazione. I Dispositivi nanotecnologici sono in generale prodotti con tecniche di nano o microabbricazione, come è il caso per le ottiche diffrattive e i dispositivi micromeccanici. Le applicazioni di tipo biomedico sono in forte sviluppo e vanno dai dispositivi drug delivery a nanoarray per la biofotonica



### ***Azioni***

#### *Attività da svolgere*

Le attività di questa commessa riguardano la nanofabbricazione mediante tecniche di nanolitografia avanzata combinata con tecniche di deposizione/rimozione dei materiali (RIE, PECVD, crescita elettrolitiche etc.), applicata a vari campi di ricerca. In particolare, le tecniche utilizzate comprendono le seguenti litografie:

- 1) litografia elettronica
- 2) litografia ionica
- 3) litografia a raggi X
- 4) litografia profonda a raggi X
- 5) litografia imprinting

Le aree di ricerca riguardano:

- 1) microscopia optical tweezers e Raman su sistemi biologici
- 2) cristalli fotonici 2D e 3D
- 3) microfluidica combinata con tecniche spettroscopiche, in particolare, diffrazione a raggi X da luce di sincrotrone
- 4) nanolitografie per la realizzazione di campioni SPR (Surface Plasmon Resonance)
- 5) nanostrutturazione non convenzionale 2D e 3D mediante combinazione di tecniche di imprinting lithography, ion beam ed X-ray lithography
- 6) nanostrutturazione del Silicio Nanoporoso per applicazioni di drug delivery

Le attività riguarderanno quindi la progettazione, la fabbricazione e la caratterizzazione, o la partecipazione alla caratterizzazione dei dispositivi realizzati.

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

I punti critici riguardano sia le attività di nanofabbricazione che quelle di caratterizzazione.

Per la nanofabbricazione, è essenziale ottenere un controllo nanometrico delle geometrie e delle superfici costituenti la parte "sensibile" dei dispositivi. In tal senso è quindi necessario avere la strumentazione litografica e di processing nelle condizioni ottimali. Pertanto si deve prevedere una copertura per i contratti di manutenzione della strumentazione avanzata (litografia elettronica, ionica, raggi X e deep reactive ion etching). Inoltre sarà necessario realizzare uno scanner a raggi X per esposizioni oblique, completamente compatibile con l'attuale stepper. Attualmente esiste un prototipo che è stato utilizzato con successo per la realizzazione dei primi cristalli fotonici 3D.

Per le attività di caratterizzazione, si ritiene strategico investire ulteriormente sulla microscopia Optical Tweezers e corredarlo sia di rivelatori per la fluorescenza, sia per una CCD ad alta sensibilità per le misure Raman combinate col trapping ottico.

Acquisizione di una stazione per le misure di trasporto per le nanostrutture < 10 nm

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

Le competenze dei partecipanti alla commessa, coprono i vari aspetti legati alla progettazione, alla fabbricazione ed alla caratterizzazione.

In questo senso, il laboratorio ha fortemente voluto il carattere interdisciplinare necessario per attività di nanotecnologie come quelle riportate.

Sicuramente, in ambito nazionale il presente gruppo costituisce uno dei punti di riferimento per le nanotecnologie e la nanofabbricazione e rimane competitivo anche in ambito internazionale.

#### *Strumentazione*

Strumentazione più importante

- 1) Stepper a Raggi X
- 2) Dual beam (litografia elettronica e ionica)
- 3) Deep reactive ion etching ICP
- 4) Beamline a raggi X LILIT
- 5) UV Mask aligner
- 6) 200 mq di clean room classe 10-1000
- 7) sputtering per la deposizione di film metallici



*Tecniche di indagine*

- 1) spettroscopia Raman
- 2) spettroscopia e microscopia a raggi X
- 3) microscopia AFM (atomic Force Microscopy)
- 4) microscopia Optical Tweezers

*Tecnologie*

Tecniche litografiche avanzate: raggiX, litografia elettronica, litografia ionica

*Collaborazioni (partner e committenti)*

1) European Synchrotron Radiation Facility (ESRF)- Microscopia a raggi X. 2) ENS- Ecole Normale Superieur-Parigi-Microfluidica. 3) MAX Plank Institute- Strutture 3D per fabbricazione di tessuti ossei artificiali. 4) MIT- Nanografting and deep pen lithography. 5) OSU-Ohio State University. Nanoporous silicon e rilascio di farmaci. 6) Osaka University-Giappone- 2-fotoni e nanooptica. rete INFM.

*Iniziativa per l'acquisizione di ulteriori entrate*

La maggior parte delle attivita' sono svolte in ambito di progetti nazionali, Europei ed extraeuropei. In Ambito nazionale, coordiniamo o partecipiamo a progetti FIRB o PRIN. In Ambito Europeo, siamo partner di progetti Integrati (IP), in ambito extraeuropeo, vi sono attivita' parzialmente finanziate da Singapore. Vi e' infine un contributo alle attivita' di microscopia proveniente dall' industria farmaceutica (Bracco). Abbiamo preparato con cura la partecipazione a network europei e guideremo e parteciperemo a diverse proposte in ambito nanotecnologico sul settimo programma quadro.

*Finalità*

*Obiettivi*

Sviluppi della nanofabbricazione mediante litografia X, elettronica, imprinting, a fascio di ioni. Fabbricazione elettrochimica. Spettroscopie: microRaman, fotoemissione, SERS. Microscopia a sonda. Strutturazione di cristalli fotonici. Utilizzo di tecniche ion milling/etching in fluorite ed SiCl<sub>4</sub> mediante fascio ionico focalizzato. Caratterizzazione strutturale. Progettazione strutturale micromeccanica e microfluidica. Caratterizzazione ottica, elettrica e meccanica.

*Risultati attesi nell'anno*

- 1) L'ottimizzazione del sistema di misure di forze nel range dei piconewton e la combinazione del trapping ottico con la microfluidica
- 2) Ottimizzazione della fabbricazione dei cristalli fotonici e la minimizzazione dei difetti fabbricativi come la roughness interfacciale ed il controllo metrologico.
- 3) Ottimizzazione della progettazione e realizzazione di sistemi microfluidici per il controllo dinamico di reazioni chimiche di interesse biologico con volumi nel range del picolitro e scala temporale del microsecondo. I dispositivi microfluidici, considerati dei microreattori, dovranno essere compatibili con misure di spettroscopia a raggi X, infrarossa e microRaman. La scelta dei materiali, le geometrie e gli ingombri dovranno essere compatibili con queste necessita' di utilizzo.
- 4) Caratterizzazione delle strutture nanopillars metallici (Oro e Argento) per l'amplificazione di misure SPR su molecole biologiche.
- 5) Ottimizzazione e caratterizzazione di dispositivi 3D ottenuti con tecniche resistless con risoluzioni ed interdistanze inferiori ai 10 nm

*Potenziale impiego*

*- per processi produttivi*

- 1) Nano array per analisi genetiche e proteomiche
- 2) microreattori per studi di biologia e medicina molecolare
- 3) microottiche per microscopie innovative
- 4) fotonica avanzata

*- per risposte a bisogni individuali e collettivi*

Diagnostica biomedica

*Moduli*

**Modulo:** Nanoscienza per applicazioni Biomediche e Tecnologiche  
**Istituto esecutore:** Centro di responsabilita' scientifica INFM  
**Luogo di svolgimento attivita':** Laboratorio Nazionale TASC e CRS DEMOCRITOS





*Risorse commessa 2007*

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
367	56	3	57	483	47	106	254	N.D.	784

valori in migliaia di euro

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



## Sintesi e studio delle proprietà strutturali, ottiche ed elettroniche di sistemi aventi almeno una dimensione nanometrica

### *Dati generali*

<b>Progetto:</b>	Nanoscienze e nanotecnologie
<b>Tipologia di ricerca:</b>	Progetti relativi a linee tematiche a carattere strategico
<b>Istituto esecutore:</b>	Centro di responsabilità scientifica INFM
<b>Sede principale svolgimento:</b>	Laboratorio Nazionale TASC e CRS DEMOCRITOS
<b>Dip. di prevista afferenza:</b>	Materiali e Dispositivi
<b>Responsabile indicato:</b>	LUCIA SORBA

### *Elenco dei partecipanti*

	liv.		liv.		liv.
Arnone Alberto	IX	De Luisa Aleksander	IV	Martin Andrea	VI
Babic Claudia	VII	De Marco Massimiliano	VI	Miceli Diletta	VI
Ballero Gabriele	VII	De Marco Rocco	VI	Millio Marco	VI
Barraco Ignazia	V	Di Lello Piero	VIII	Mistrone Paola	V
Beltrami Monica	V	Distefano Fabio	VII	Palazzo Nicoletta	III
Benedetti Davide	V	Esch Friedrich	III	Parodi Elena	V
Beroldo Raffaella	VII	Fanucchi Rossella	VII	Pernati Barbara	V
Bertoch Paolo	VIII	Ferranti Roberta	VI	Pertot Alessandro	VI
Biasiol Giorgio	III	Foppiano Caterina	V	Pittaluga Dameri	VII
Bigaran Stefano	V	Fortunati Francesca	VI	Alessandro	
Bolla Matilde	VI	Franchini Daniela	VI	Poggi Sabrina	V
Borello Gian Piero	II	Franguelli Simona	VI	Pollio Daniela	VII
Cagnana Barbara	V	Garbarino Maria Carla	V	Punginelli Marco	VI
Calvi Francesca	IV	Gennai Irene Maria	VI	Rubini Silvia	III
Camauli Enrico	V	Genovese Giuseppe	V	Salvador Federico	VI
Caporali Andrea	IV	Gotter Roberto	III	Santroni Adriana	VI
Carlino Elvio	II	Grillo Vincenzo	III	Savoldi Giovanna	V
Carpentiero Alessandro	VI	Gruden Ales	VIII	Sciacaluga Liliana	V
Ceballos Gustavo	III	Imperatore Antonucci	VI	Scotto Stefania	VI
Centazzo Martina	VI	Danilo		Scremin Barbara	III
Cepek Cinzia	III	Ivaldi Fulvia	VII	Spano' Francesca	III
Cociancich Ezio	VI	La Ferla Michela	VI	Spinuzzi Simone	V
Corezzola Paola	VI	Lo Grasso Giusy	VI	Suran Fabio	VI
Cvelbar Vanja	VI	Luciano Sergio	DIRI	Talamo Valeria	VI
Dalla Libera Monica	V	Maloberti Sciu' Michela	VII	Tassistro Michela	V
De Almeida Nunes	V	Mamberti Emanuele	IV	Toncini Annamaria	V
Manganaro Jose' Carlos		Marescalchi Tatiana	VI	Toselli Milena	III
De Donatis Roberta	V	Martelli Faustino	II	Varas Stefano	VI

### *Temi*

#### *Tematiche di ricerca*

Sintesi e ottimizzazione di sistemi nanometrici per l'utilizzo in dispositivi elettronici, optoelettronici, spintronici o in catalizzatori, e lo studio delle proprietà strutturali, ottiche ed elettroniche rilevanti. Tecniche di deposizione altamente controllabili nelle condizioni di operazione. Studio di composizione e struttura e proprietà tramite microscopia a risoluzione atomica, misure di trasporto, ottiche e di spettroscopia elettronica.

#### *Stato dell'arte*

L'uso di sistemi a dimensionalità ridotta e nanostrutturati si diffonde ai più diversi aspetti della fisica dei materiali e della tecnologia. Gli argomenti proposti in questa commessa sono molto ben presenti nell'ambito dei programmi di finanziamento dell'Unione Europea e fanno parte dei piani di sviluppo delle maggiori aziende di prodotti ad alta tecnologia. Su alcune tecniche utilizzate per la commessa- (S)TEM, XSTM- pochi altri gruppi al mondo hanno competenze confrontabili.



### **Azioni**

#### *Attività da svolgere*

Crescita e caratterizzazione elettronica di nanofili semiconduttori III-V e II-VI. Realizzazione di strati epitassiali di GaAsN e InGaAsN per progetti relativi a confinamento dei portatori nel piano di crescita. Misure di magnetotrasporto a bassa temperatura (260mK) di punti quantici a pochi elettroni in sistemi InGaAs/GaAs. Studio delle proprietà elettroniche di punti e anelli quantici mediante microscopia a raggi X, STM e C-AFM. Studio delle transizioni di fase di metalli 2D su semiconduttori mediante STM e spettroscopie di fotoemissione.

Studio di nanostrutture con tecniche di microscopia elettronica in trasmissione (TEM) e microscopia elettronica a scansione in trasmissione (STEM).

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

Ottimizzazione dei protocolli di crescita per nanofili di InAs, di eterostrutture in linea o di tipo core/shell InAs/GaAs. Controllo di leghe ternarie lungo i nanofili.

Test finali di un prototipo di microscopio STM in UHV operante a  $\leq 2$ K. Misure di microscopia e spettroscopia a bassa temperatura su singoli punti e anelli quantici di InAs e di sistemi metallici bidimensionali su semiconduttori.

Messa a punto e calibrazione di una sorgente in situ UHV di clusters supersonici innovativa ad alta efficienza e stabilità. Ibridazione di cluster-assembling supersonici e PECVD.

Preparazione di superfici cataliticamente attive, sviluppo di tecniche di nanomanipolazione con microscopio STM criogenico operante a 4K.

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

#### *Strumentazione*

#### *Tecniche di indagine*

#### *Tecnologie*

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

Università di: Trieste, Bologna, Brescia, Padova, La Sapienza, Milano (Pol), Modena, Lecce, Pisa, Salerno, Tor Vergata, Cambridge (GB), Delft (NL), Lund (S), Monaco-LMU (D) Aarhus (DK), Loeben (B), Urbana (USA); SISSA, NNL, NEST, S3, CNR-IMIP (Pz), Sincrotrone Trieste, Philips (NL).

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

E' stata presentata e vinta una borsa di formazione dell'Area di Ricerca di Trieste per lo studio dei meccanismi di crescita dei nanotubi di carbonio (vincitrice: Cecilia Mattevi).

E' stata presentata e vinta una borsa di formazione dell'Area di ricerca di Trieste per lo studio di punti quantici InAs/GaAs mediante C-AFM (vincitore: Tomaz Mlakar).

E' stato presentato e finanziato dalla ESF un progetto relativo allo studio del trasporto coerente di spin elettronici in nanostrutture basate su InGaAs.

Presentazione al MIUR di un progetto PRIN sulla variabilità della reattività chimica attraverso il controllo della composizione e delle dimensioni delle polveri attive dei catalizzatori.

Presentazione di un progetto all'Unione Europea (FP7) per lo studio delle proprietà elettroniche di singoli punti ed anelli quantici di InAs: mapping della funzione d'onda e della composizione.

Presentazione di un progetto all'Unione Europea (FP7) per lo studio di cavity quantum electrodynamics basati su punti quantici.

#### **Finalità**

##### *Obiettivi*

Protocolli di preparazione delle nanostrutture di nuova concezione; studio delle proprietà di strutture già realizzate; Misure di profili di composizione chimica a risoluzione atomica; STM criogenico (I anno); Definizione di nanodispositivi a pochi elettroni; Proprietà strutturali, ottiche ed elettroniche; studio di nanofili e nanotubi funzionalizzati. (II); Verifica delle funzionalità, realizzazione di prototipi, integrazione in sistemi complessi (III).



**Risultati attesi nell'anno**

Crescita controllata di fili di InAs, di eterostrutture in fili e di leghe ternarie InGaAs. Determinazione della qualità cristallina tramite Raman. Analisi in microluminescenza delle proprietà ottiche dei fili di GaAs e di InGaAs.

Studio del trasporto coerente in punti quantici a pochi elettroni in sistemi InGaAs/GaAs.

Studio delle proprietà elettroniche e morfologiche di singoli punti ed anelli quantici di InAs (mapping della funzione d'onda e della composizione) e verifica dell'importanza di effetti di correlazione elettronica in sistemi metallici bidimensionali su semiconduttori.

Produzione di prototipi di campioni e compositi nanostrutturati e loro caratterizzazione nanoscopica e spettroscopica. Fabbricazione di materiali e compositi mediante cluster-assembling.

Caratterizzazione di superfici di rodio fortemente ossidate e caratterizzazione della reattività di superfici di ceria mediante STM. Struttura elettronica e geometrica di superfici di allumina con tecniche di fotoemissione.

**Potenziale impiego**

- per processi produttivi

- per risposte a bisogni individuali e collettivi

**Moduli**

**Modulo:** Sintesi e studio delle proprietà strutturali, ottiche ed elettroniche di sistemi aventi almeno una dimensione nanometrica

**Istituto esecutore:** Centro di responsabilità scientifica INFM

**Luogo di svolgimento attività:** Laboratorio Nazionale TASC e CRS DEMOCRITOS

**Risorse commessa 2007**

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
432	40	25	52	549	29	94	258	N.D.	836

valori in migliaia di euro

Unità di personale di ruolo*	
ricercatori	Totale
8	11

\*equivalente tempo pieno

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

Richiesta nuove unità di personale			
tempo determinato	tempo indet	non di ruolo*	Totale
0	0	0	0

\*dottorati, borse di studio, assegni di ricerca



## Qubit a base di silicio o SiGe e studio di gas elettronici bidimensionali in dispositivi nanoelettronici

### *Dati generali*

<b>Progetto:</b>	Nanoscienze e nanotecnologie
<b>Tipologia di ricerca:</b>	Progetti relativi a linee tematiche a carattere strategico
<b>Istituto esecutore:</b>	Centro di responsabilità scientifica INFM
<b>Sede principale svolgimento:</b>	LABORATORIO MDM
<b>Dip. di prevista afferenza:</b>	Materiali e Dispositivi
<b>Responsabile indicato:</b>	MARCO FANCIULLI

### *Elenco dei partecipanti*

Alia Mario	liv. IV	Di Lello Piero	liv. VIII	Marescalchi Tatiana	liv. VI
Arnone Alberto	IX	Distefano Fabio	VII	Miceli Diletta	VI
Ballero Gabriele	VII	Fanciulli Marco	I	Millio Marco	VI
Barraco Ignazia	V	Ferretti Anna Maria	III	Palazzo Nicoletta	III
Beltrami Monica	V	Foppiano Caterina	V	Parodi Elena	V
Beroldo Raffaella	VII	Fortunati Francesca	VI	Pernati Barbara	V
Bolla Matilde	VI	Franchini Daniela	VI	Pittaluga Dameri	VII
Bonera Emiliano	III	Franguelli Simona	VI	Alessandro	
Borello Gian Piero	II	Garbarino Maria Carla	V	Poggi Sabrina	V
Cagnana Barbara	V	Gennai Irene Maria	VI	Pollio Daniela	VII
Calvi Francesca	IV	Genovese Giuseppe	V	Punginelli Marco	VI
Camauli Enrico	V	Grazioli Anna Maria Luisa	VII	Santroni Adriana	VI
Caporali Andrea	IV	Imperatore Antonucci	VI	Savoldi Giovanna	V
Cocuzza Matteo	III	Danilo		Sciaccaluga Liliana	V
Colnaghi Roberto	VI	Ivaldi Fulvia	VII	Scotti Stefania	VI
Corezzola Paola	VI	La Ferla Michela	VI	Spano Francesca	III
Dalla Libera Monica	V	Lanati Mara	VII	Spinozzi Simone	V
De Almeida Nunes	V	Lo Grasso Giusy	VI	Talamo Valeria	VI
Manganaro Jose' Carlos		Luciano Sergio	DIRI	Tassistro Michela	V
De Donatis Roberta	V	Maloberti Sciotto Michela	VII	Toncini Annamaria	V
De Marco Rocco	VI	Mamberti Emanuele	IV	Toselli Milena	III
Debernardi Alberto	II				

### *Tem*

#### *Tematiche di ricerca*

L'attività si propone di sviluppare qubits utilizzando spin di elettroni debolmente confinati in Si o SiGe. Il confinamento può essere naturale (donori idrogenoidi) o artificiale (confinamento elettrostatico). Gli schemi sono scalabili ed integrabili nei processi della moderna microelettronica. I diversi aspetti critici quali i tempi di coerenza, la manipolazione, la rivelazione, e l'entanglement sono affrontati sperimentalmente, mediante diverse tecniche spettroscopiche, e teoricamente.

#### *Stato dell'arte*

Le attività di ricerca hanno come obiettivo lo sviluppo di dispositivi nanoelettronici per la computazione quantistica basati su semiconduttori del IV gruppo (Si, SiGe) facilmente scalabili ed integrabili nei processi della moderna microelettronica ed allo studio di gas elettronici bidimensionali a bassa densità e punti quantici. Tale ricerca, condizionata da richieste tecnologiche e di metrologia estreme, può avere ricadute sullo sviluppo di dispositivi avanzati con funzionalità classiche.



### **Azioni**

#### *Attività da svolgere*

- Studio sperimentale e teorico dei tempi di coerenza e della manipolazione, mediante interazione iperfine o valore  $g$ , di spin elettronici in strutture a bassa dimensionalità (fili, punti quantici, eterostrutture) in Si;
- Rivelazione della risonanza di spin elettronico in MOSFETs sfruttando il rumore telegrafico ed altre proprietà a bassa temperatura ed in alti campi magnetici;
- EDMR in eterostrutture basate su semiconduttori del IV gruppo e del III-V;
- Studio ab-initio delle proprietà dei donori in semiconduttori in presenza di campi elettrici e di strain, ed in strutture a bassa dimensionalità;
- Studio, teorico e sperimentale, di impurezze magnetiche in semiconduttori ed isolanti; - - Sviluppo di tecniche avanzate di risonanza di spin elettronico;
- Sviluppo di metamateriali per applicazione nelle microonde
- Utilizzo delle tecniche di microscopia a sonda per lo studio dell'interazione tra molecole fluorescenti e nanoparticelle di oro al variare del campo elettrico applicato e realizzazione di nanostrutture a dimensionalità variabile.

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

Aspetti scientifici: la realizzazione di qubits basati su Si o SiGe implica che alcune proprietà fondamentali (tempi di coerenza, interazione iperfine, valori di  $g$ ) siano tali da permettere le funzionalità richieste (manipolazione, rivelazione, entanglement).

Aspetti strutturali: è necessario poter acquisire le risorse umane (un ricercatore) e strumentali (acquisizione di sorgenti di microonde ad alte frequenze > 100 GHz).

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

#### *Strumentazione*

#### *Tecniche di indagine*

#### *Tecnologie*

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

INazionali: Politecnico di Milano, ISTM-CNR Milano, SNS-Pisa, Uni. Modena, TASC-Trieste, Università di Pavia. Internazionali: Univ. of Kassel (DE), Univ. of Cambridge (UK), Univ. of Wisconsin-Madison (USA), ETH-Zurigo (CH), Bruker Spin (DE), Univ. of Florida, NHMFL-Lab Tallahassee (USA), Boston University (USA).

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

Sono in fase di preparazione proposte per progetti nazionali/regionali e per progetti internazionali (FP7)

### **Finalità**

#### *Obiettivi*

O1) Realizzazione di qubits basati su semiconduttori del IV gruppo; O2) sviluppo di tecniche avanzate per la caratterizzazione, a basse temperature ed in alti campi magnetici, di gas elettronici bidimensionali realizzati in eterostrutture di semiconduttori del III e V gruppo ed in MOSFETs basati su silicio; O3) studio teorico degli aspetti citati nei punti precedenti.



*Risultati attesi nell'anno*

- Realizzazione e caratterizzazione sperimentale di strutture drogate a bassa dimensionalità (2D, 1D, 0D) in Si (Si, SOI, nanocristalli) e confronto con previsioni teoriche;
- Determinazione dei tempi di coerenza e di decadimento in tali strutture;
- Dimostrazione della manipolazione dello spin elettronico;
- Studio delle proprietà di magnetotrasporto in MOSFETs basati su silicio;
- Comprensione dal punto di vista teorico delle proprietà dei donori in silicio sottoposto a campi elettrici, a stress ed in nanostrutture;
- Sviluppo di una tecnica cavity-free per EPR a largo range di frequenze;
- Realizzazione sperimentale e caratterizzazione di metamateriali per applicazioni nelle micro-onde;
- Realizzazione di antenne integrate on chip;
- Discriminazione delle proprietà di magnetotrasporto osservato in semiconduttori del gruppo IV ad elevata mobilità sotto effetto di microonde;
- Manipolazione a bassa temperatura delle proprietà di singoli elettroni in condizioni ciclostazionarie in elevati campi magnetici;
- Comprensione dei meccanismi di interazione molecole-nanoparticelle di oro e determinazione dei parametri significativi per la realizzazione di nanodispositivi optoelettronici.

*Potenziale impiego*

- per processi produttivi

- per risposte a bisogni individuali e collettivi

**Moduli**

**Modulo:** Qubit a base di silicio o SiGe e studio di gas elettronici bidimensionali in dispositivi nanoelettronici  
**Istituto esecutore:** Centro di responsabilità scientifica INFM  
**Luogo di svolgimento attività:** LABORATORIO MDM

*Risorse commessa 2007*

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
221	55	27	52	355	27	109	245	N.D.	627

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	0	0	0	0	0	0	0	0

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

\*dottorati, borse di studio, assegni di ricerca



## Nanofotonica

### *Dati generali*

<b>Progetto:</b>	Nanoscienze e nanotecnologie
<b>Tipologia di ricerca:</b>	Progetti relativi a linee tematiche a carattere strategico
<b>Istituto esecutore:</b>	Centro di responsabilità scientifica INFM
<b>Sede principale svolgimento:</b>	CRS NEST - LR POLYLAB
<b>Dip. di prevista afferenza:</b>	Materiali e Dispositivi
<b>Responsabile indicato:</b>	ALESSANDRO TREDICUCCI

### *Elenco dei partecipanti*

	liv.		liv.		liv.
Arnone Alberto	IX	Foppiano Caterina	V	Parodi Elena	V
Ballero Gabriele	VII	Fortunati Francesca	VI	Pernati Barbara	V
Barraco Ignazia	V	Franchini Daniela	VI	Pittaluga Dameri	VII
Beltrami Monica	V	Franguelli Simona	VI	Alessandro	
Beroldo Raffaella	VII	Garbarino Maria Carla	V	Poggi Sabrina	V
Bolla Matilde	VI	Gennai Irene Maria	VI	Pollio Daniela	VII
Borello Gian Piero	II	Genovese Giuseppe	V	Pucci Patrizia	V
Cagnana Barbara	V	Imperatore Antonucci	VI	Punginelli Marco	VI
Calvi Francesca	IV	Danilo		Santroni Adriana	VI
Camauli Enrico	V	Ivaldi Fulvia	VII	Savoldi Giovanna	V
Caporali Andrea	IV	La Ferla Michela	VI	Sciaccaluga Liliana	V
Corezzola Paola	VI	Lo Grasso Giusy	VI	Scotto Stefania	VI
Dalla Libera Monica	V	Luciano Sergio	DIRI	Spano' Francesca	III
De Almeida Nunes	V	Maloberti Sciutto Michela	VII	Spinozzi Simone	V
Manganaro Jose' Carlos		Mamberti Emanuele	IV	Talamo Valeria	VI
De Donatis Roberta	V	Marescalchi Tatiana	VI	Tassistro Michela	V
De Marco Rocco	VI	Miceli Diletta	VI	Toncini Annamaria	V
Di Lello Piero	VIII	Millio Marco	VI	Toselli Milena	III
Distefano Fabio	VII	Palazzo Nicoletta	III	Tredicucci Alessandro	II

### *Temi*

#### *Tematiche di ricerca*

L'attività di ricerca nell'ambito della fotonica THz riguarda principalmente lo sviluppo di sorgenti laser a cascata quantica ed il loro impiego in qualità di sensori biologici e microscopia. Sono inoltre studiati innovativi sistemi a forte confinamento ottico (microcavità intersottobanda) con nuove eccitazioni di tipo polaritonico di grande interesse per la modulazione del campo di vuoto. Sempre nell'ambito della fisica delle transizioni intrabanda l'indagine di sistemi comprendenti nanofili semiconduttori è rivolta all'implementazione di primi dispositivi che dimostrino la superiore efficienza radiativa ottenibile in strutture a confinamento tridimensionale. L'attività nell'area semiconduttori è completata dalla realizzazione di dispositivi single-electron e single-photon a onde acustiche di superficie per computazione e crittografia quantistica. Infine le tematiche della commessa includono anche lo sviluppo di fibre ottiche e nanostrutture monocristalline per nuovi laser e componenti non-lineari a stato solido

#### *Stato dell'arte*

La fotonica THz è un settore in rapido sviluppo per l'implementazione di nuove applicazioni, soprattutto per quanto riguarda la sensoristica e/o la raccolta di immagini, sia in campo bio-medico, sia dei controlli di sicurezza. I laser a cascata quantica sono la tecnologia più promettente, con ottime prestazioni in termini di potenza emessa e purezza spettrale; tuttavia la massima temperatura di operazione è ancora limitata. La crescita epitassiale di nanofili bottom-up apre nuove possibilità in questo campo e più in generale come nuove nanotecnologie per CMOS e sistemi d'illuminazione. La realizzazione di nanofili eterostrutturati è stata dimostrata ma sistemi complessi sono ancora da investigare così come il controllo del drogaggio. Dispositivi capaci di emettere singoli fotoni sono necessari per la crittografia quantistica ma non ancora in grado di funzionare senza errori ad alta frequenza. Il trasporto di singoli elettroni mediante onde acustiche è già stato realizzato ed offre una promettente piattaforma. Infine i laser in fibra sono sempre più rilevanti nelle telecomunicazioni e diversi sistemi basati sul drogaggio con terre rare presentano prestazioni interessanti.





### **Azioni**

#### *Attività da svolgere*

Nell'ambito THz l'attività riguarderà lo sviluppo di laser a cascata quantica operanti in guide d'onda e cavità 'esterne' controllabili che ne permettano anche l'utilizzo come sensori biologici. Proseguirà lo studio di regioni attive nanostrutturate litograficamente, con particolare attenzione alle tecniche di planarizzazione dei dispositivi.

Continuerà l'attività su nanofili semiconduttori bottom-up. Questa prevedrà l'installazione della camera di crescita CBE e la realizzazione dei primi campioni di test. Inizierà l'attività di spettroscopia risolta in tempo nel medio infrarosso e lo studio via diffusione inelastica di luce delle transizioni elettroniche anche in strutture core-shell.

Lo studio dei polaritoni intersottobanda riguarderà soprattutto il regime di risposta non-lineare e la modulazione ottica ultraveloce.

Continuerà l'attività sui nanodispositivi ad onde acustiche esaminando in particolare giunzioni p-n planari indotte elettricamente in pozzi quantici intrinseci per la generazione controllata di singoli fotoni.

Verranno infine studiati cristalli di fluoruri per laser a stato solido nel visibile sfruttando il drogaggio con Praseodimio.

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

Lo sviluppo di laser a cascata quantica per guide d'onda esterne richiede l'implementazione di dispositivi in parte metallici con rimozione del substrato. Inoltre vanno sviluppate strutture appropriate per controllare la frazione di radiazione all'esterno del semiconduttore. Per quanto concerne gli emettitori nanostrutturati vanno studiate le tecniche di planarizzazione opportune per consentire l'iniezione elettrica in parallelo senza innalzare le perdite ottiche. La crescita dei nanofili comporterà un grosso lavoro di caratterizzazione e ottimizzazione dei parametri di lavoro; in particolare un elemento critico è la dipendenza del rate di crescita dal diametro dei fili che pone dei requisiti stringenti sulla calibrazione. Per quanto riguarda le misure ultraveloci nel medio-IR va poi implementata la configurazione pump-probe più opportuna.

Infine occorre verificare la possibilità di controllare tramite gating il profilo della giunzione p-i-n indotta elettricamente per consentire il trasporto di singoli elettroni tramite onde acustiche.

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

NEST CNR-INFN ha un'esperienza pluriennale nello studio del trasporto e delle proprietà ottiche di nanostrutture a semiconduttore e nella realizzazione di dispositivi innovativi; è tra i leader mondiali nella fisica intersottobanda. In particolare ha un track-record di assoluta eccellenza per quanto riguarda i laser cascata quantica e la fisica dei sistemi elettronici mesoscopici.

#### *Strumentazione*

NEST dispone delle più avanzate strutture per la nanofabbricazione (litografia elettronica, nanoimprint, ICP-RIE, etc.) e per le misure di proprietà elettriche e ottiche (in tutto il range di frequenze dal lontano infrarosso all'UV) a temperature da qualche mK fino a temperatura ambiente, anche in campi magnetici fino a 16 Tesla. Si è inoltre recentemente dotato di un sistema spettroscopico ultraveloce accordabile in tutto il medio-infrarosso ed è in via di installazione una camera di crescita CBE in ultra-alto-vuoto per la realizzazione di nanofili eterostrutturati in vari semiconduttori III-V. Dispone infine di un sistema Chochralski per la sintesi di cristalli e fibre monocristalline.

#### *Tecniche di indagine*

La caratterizzazione spettroscopica dei dispositivi e campioni realizzati si basa per il medio e lontano infrarosso su interferometria a trasformata di Fourier. Nel visibile e vicino infrarosso vengono inoltre effettuate misure risolte spazialmente e di correlazione per il controllo della statistica dei fotoni emessi. Misure C-I-V in criostati basati su liquidi criogenici o a ciclo chiuso con magneti superconduttivi sono utilizzate per lo studio delle proprietà di trasporto elettronico.

#### *Tecnologie*

L'attività di fabbricazione si basa su varie tecniche litografiche con attacchi chimici a secco e umido per la definizione dei dispositivi e di deposizione di materiali isolanti e metallici per l'appropriata contattazione elettrica. La crescita dei campioni avviene con tecniche epitassiali in ultra alto vuoto sia da fase solida che gassosa

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

Cambridge University (UK), Physical Sciences Inc. (USA), Thales (F), Teraview (UK), DLR (FRG), Lund University (S), Rice University (USA), Tohoku University (JAPAN), ENEA, AMC Italy, Toshiba Research Europe (UK), University of Copenhagen (DK), Siegen University (FRG), Università di Montpellier (F), Technical University of Vienna (A), IKZ- Berlino (FRG), Laboratorio TASC, Università di Parma, CIRIL-Università di Caen (F), Università di Uppsala (S), Università di Bari, Università di Amburgo, Politecnico di Milano



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

Nuove entrate per il 2007 sono state assicurate tramite un finanziamento FIRB relativo all'attività sui nanofili. Inoltre sono in fase di preparazione due progetti europei che saranno presentati nella prima metà del prossimo anno miranti alla costituzione di un network europeo sui polaritoni intersottobanda e allo sviluppo di nuove sorgenti intrabanda di fotoni THz entangled in punti quantici per applicazioni di crittografia quantistica.

#### **Finalità**

##### *Obiettivi*

L'attività mira a incrementare le prestazioni dei dispositivi THz a cascata quantica, in particolare in termini di temperatura di operazione e accordabilità in frequenza e a studiarne l'implementazione per applicazioni in biologiche. Nell'ambito delle transizioni intersottobanda, la ricerca punta inoltre a sviluppare la tecnologia per la fotonica nei nanofili ed a studiare meccanismi di modulazione ultraveloce del campo di vuoto polaritonico in microcavità. Infine, ulteriori obiettivi sono la realizzazione di nanodispositivi a singoli fotoni ed elettroni per computazione e crittografia quantistica basati sul trasporto tramite onde acustiche di superficie, e lo sviluppo di nuovi materiali cristallini per componenti fotonici in fibra.

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

Dimostrazione di laser THz a cascata quantica operanti in guide d'onda esterne variabili e verifica della loro operazione come sensori. Emettitori a cascata quantica in strutture nanostrutturate planarizzate. Spettroscopia non-lineare ed ultraveloce di polaritoni intersottobanda. Crescita CBE di nanofili di semiconduttore e misure di diffusione inelastica di luce. Dimostrazione dell'operazione in regime di pochi elettroni di giunzioni p-i-n indotte elettricamente.

Realizzazione di laser a stato solido nel visibile tramite drogaggio con Praseodimio.

##### *Potenziale impiego*

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

Le potenzialità di impiego dei laser a cascata quantica THz, sia pure ad uno stato di evoluzione ancora embrionale, sono molto interessanti e coprono un ampio range di possibilità. In particolare l'imaging terahertz può rivelarsi utile per il controllo di qualità in alcuni processi industriali (grammatura carta, asciugatura vernici, difetti nei wafer semiconduttori, etc.)

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

La realizzazione di laser THz a semiconduttore ha aperto interessanti possibilità di impiego in vari settori scientifici. Si va dall'uso come oscillatori locali per la spettroscopia astronomica a sorgenti per sistemi di imaging terahertz in tempo reale da poter utilizzare per controlli di sicurezza. Allo studio è anche il loro impiego in sensori biologici per diagnostica label-free (ad es. DNA) ed in microscopia.

Delle sorgenti di singoli fotoni capaci di operare ad alta frequenza senza errori sono l'elemento di base necessario ed ancora mancante per l'implementazione di comunicazioni sicure basate su sistemi di crittografia quantistica. I laser a stato solido che stanno venendo sviluppati nella commessa trovano infine svariate possibilità di impiego per applicazioni medicali e per telecomunicazioni sia in fibra che aria libera.

#### **Moduli**

**Modulo:** Nanofotonica  
**Istituto esecutore:** Centro di responsabilità scientifica INFN  
**Luogo di svolgimento attività:** CRS NEST - LR POLYLAB

#### **Risorse commessa 2007**

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
94	9	51	52	206	0	60	237	N.D.	443

valori in migliaia di euro

<i>Unità di personale di ruolo*</i>	
ricercatori	Totale
1	2

\*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
3	0	0	0	0	0	0	0	0	3

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

\*dottorati, borse di studio, assegni di ricerca



## Nanostrutture a semiconduttore per la nanoelettronica e la spin-fotonica

### *Dati generali*

<b>Progetto:</b>	Nanoscienze e nanotecnologie
<b>Tipologia di ricerca:</b>	Progetti relativi a linee tematiche a carattere strategico
<b>Istituto esecutore:</b>	Centro di responsabilità scientifica INFM
<b>Sede principale svolgimento:</b>	CRS NEST - LR POLYLAB
<b>Dip. di prevista afferenza:</b>	Materiali e Dispositivi
<b>Responsabile indicato:</b>	VITTORIO PELLEGRINI

### *Elenco dei partecipanti*

	liv.		liv.		liv.
Arnone Alberto	IX	Fortunati Francesca	VI	Pellegrini Vittorio	II
Ballero Gabriele	VII	Franchini Daniela	VI	Pernati Barbara	V
Barraco Ignazia	V	Franguelli Simona	VI	Pittaluga Dameri	VII
Beltrami Monica	V	Garbarino Maria Carla	V	Alessandro	
Beroldo Raffaella	VII	Gennai Irene Maria	VI	Poggi Sabrina	V
Bolla Matilde	VI	Genovese Giuseppe	V	Polini Marco	III
Borello Gian Piero	II	Heun Stefan	II	Pollio Daniela	VII
Cagnana Barbara	V	Imperatore Antonucci	VI	Pucci Patrizia	V
Calvi Francesca	IV	Danilo		Punginelli Marco	VI
Camauli Enrico	V	Ivaldi Fulvia	VII	Santroni Adriana	VI
Caporali Andrea	IV	La Ferla Michela	VI	Savoldi Giovanna	V
Corezzola Paola	VI	Lo Grasso Giusy	VI	Sciaccaluga Liliana	V
Dalla Libera Monica	V	Luciano Sergio	DIRI	Scotto Stefania	VI
De Almeida Nunes	V	Maloberti Sciutto Michela	VII	Spano Francesca	III
Manganaro Jose' Carlos		Mamberti Emanuele	IV	Spinozzi Simone	V
De Donatis Roberta	V	Marescalchi Tatiana	VI	Talamo Valeria	VI
De Marco Rocco	VI	Miceli Diletta	VI	Tassinero Michela	V
Di Lello Piero	VIII	Millio Marco	VI	Toncini Annamaria	V
Distefano Fabio	VII	Palazzo Nicoletta	III	Toselli Milena	III
Foppiano Caterina	V	Parodi Elena	V		

### *Tem*

#### *Tematiche di ricerca*

Stati uno-dimensionali in sistemi mesoscopici definiti tramite gating metallico o attacco chimico e in nanofili a semiconduttore, stati di edge nell'effetto Hall quantistico, liquidi di Luttinger chirali, interferometri con carica frazionaria, interferometri e schemi a stato solido per la computazione quantistica, stati metallici di fermioni composti, condensazione di Bose-Einstein e instabilità eccitoniche nei bistrati elettronici, eccitazioni di spin in punti quantici, stati di spin e correlazione in punti quantici, sistemi nanostrutturati ibridi per il controllo della corrente Josephson tramite il bloccaggio di Coulomb.

#### *Stato dell'arte*

Dispositivi Hall quantistici coerenti sono oggetto di interesse teorico anche a fattori di riempimento maggiori di  $1/2$  [1]. Evidenze di condensazione eccitonica nei bistrati derivano da esperimenti basati su tecniche di magneto-trasporto [2]. Numerosi esperimenti di magneto-trasporto hanno studiato effetti di spin in punti quantici [3] e solo più recentemente gli effetti di correlazione e gli spettri delle eccitazioni di spin in punti quantici a pochi elettroni sono stati investigati tramite metodologie ottiche [4]. Risultati recenti su nanofili InAs connessi a elettrodi superconduttori hanno dimostrato la possibilità di modulare la corrente Josephson modulando la carica confinata nel nanofilo [5]. [1] S. Das Sarma et al., Phys. Rev. Lett. (2005) [2] J. Eisenstein Science (2004) [3] D. Austing et al., Rev. Prog. Phys (2001) [4] C.P. Garcia et al., Phys. Rev. Lett. (2005) [5] J.A. van Dam et al. Nature (2006)



### **Azioni**

#### *Attività da svolgere*

Studio degli stati di spin e di carica in punti quantici accoppiati a pochi elettroni; protocolli per la generazione di fotoni entangled nell'intervallo delle microonde utilizzando punti quantici accoppiati

'Gocce' quantum Hall: coerenza del sistema elettronico correlato in presenza di confinamento planare su dimensioni sub-micrometriche. Fenomeni critici in transizioni di fase di sistemi Hall quantistici nei bistrati studiati tramite diffusione elastica e anelastica di luce. Transizioni di spin nello stato metallico di fermioni composti a fattore di riempimento nei singoli strati elettronici

Microscopia a scansione applicata allo studio dei processi di scattering in stati di bordo nel regime Hall quantistico

Interferometria e computazione quantistica con stati di bordo nel regime Hall quantistico frazionario

Controllo della corrente Josephson tramite l'effetto Coulomb blockade in punti quantici

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

definizione e implementazione di protocolli per la computazione quantistica anche con metodologie ottiche in punti quantici accoppiati; determinazione della coerenza macroscopica in un sistema eccitonico in regime di condensazione; Osservazione della corrente Josephson attraverso punti quantici InGaAs connessi ad elettrodi a superconduttore.

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

Sintesi, lavorazione e controllo di sistemi nanostrutturati tramite epitassia a fasci molecolari (MBE), nanolitografia e processi di 'etching', tramite processi di deposizione di metalli e superconduttori; competenze nella realizzazione di sistemi e dispositivi nanostrutturati per fotonica, optoelettronica e spintronica quali punti quantici (QD) a pochi elettroni, interferometri elettronici, stati unidimensionali di bordo nel regime Hall quantistico, nanofili a semiconduttore (in allestimento), dispositivi coerenti nei nanosistemi, sistemi ibridi superconduttore-QD, manipolazione di spin in QD a pochi elettroni, coerenza macroscopica in sistemi elettronici due-dimensionali; tecniche di indagine basate su magneto-spettroscopia ottica a  $T=40\text{mK}$  e alti B, magneto-trasporto fino a  $T=20\text{mK}$ , microscopia a scansione (SCM) a  $T=300\text{mK}$  e alti B (set-up in allestimento); metodi per il progetto al calcolatore dei nanosistemi.

#### *Strumentazione*

#### *Tecniche di indagine*

#### *Tecnologie*

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

Columbia University: Prof. Aron Pinczuk

Bell laboratories: Dr. Loren Pfeiffer

Harvard University: Prof. Robert Westervelt

Texas University: Prof. Allan MacDonald

Walter Schottky Institute: Prof. Gerhard Abstreiter, Matt Grayson

Institute of Solid State Physics Chernogolovka: Prof. Valeri Dolgoplov

Missouri University: Prof. Giovanni Vignale

S3-Modena: Prof. E. Molinari, G. Goldoni, M. Rontani

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

### **Finalità**

#### *Obiettivi*

Osservazione di transizioni di fase tra stati di spin in punti quantici a pochi elettroni tramite l'applicazione di campi magnetici; osservazione della coerenza elettronica in bistrati elettronici a fattore di riempimento uguale a 1 e definizione di procedure sperimentali per la misura del parametro d'ordine; osservazione di stati metallici di fermioni composti nei bistrati elettronici a fattore di riempimento pari a 1; evidenze sperimentali nel magneto-trasporto di liquidi di Luttinger chirali nel regime Hall quantistico; determinazione teorica delle fasi correlate e delle eccitazioni collettive di sistemi elettronici in bistrati elettronici, nel grafene e in punti



quantici a semiconduttore. Realizzazione e studio di sistemi ibridi (InAs/Nb) per la nanoelettronica non-dissipativa, effetto Coulomb blockade e supercorrente.

*Risultati attesi nell'anno*

Magnetizzazione e eccitazioni di spin in QD a pochi elettroni in campo magnetico: osservazione di transizioni tra stati a diversa polarizzazione di spin in presenza di campo magnetico

Effetto Coulomb blockade in punti quantici nanofabbricati di In<sub>0.75</sub>Ga<sub>0.25</sub>As

Misura esponenti critici in transizioni di fase in regime Hall quantistico tramite diffusione Rayleigh risonante. Studio di stati di fermioni composti metallici

Installazione e ottimizzazione di CBE (chemical beam epitaxy) e SGM (scanning gate microscopy) criomagnetico

Teoria dell'effetto di spin-drag e di separazione spin-carica in sistemi unidimensionali fortemente correlati

Calcolo delle eccitazioni magnetoplasmoniche nel grafene

Teoria della dinamica indotta dalla corrente dei bordi dei domini ferromagnetici in semiconduttori ferromagnetici (Ga,Mn)As

*Potenziale impiego*

- per processi produttivi

- per risposte a bisogni individuali e collettivi

**Moduli**

**Modulo:** Nanostrutture a semiconduttore per la nanoelettronica e la spin-fotonica

**Istituto esecutore:** Centro di responsabilità scientifica INFN

**Luogo di svolgimento attività:** CRS NEST - LR POLYLAB

**Risorse commessa 2007**

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
184	16	32	52	284	1	49	243	N.D.	528

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
3	0	0	0	0	0	0	0	0	3

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

\*dottorati, borse di studio, assegni di ricerca



## Proteine fluorescenti per la bioelettronica

### *Dati generali*

<b>Progetto:</b>	Nanoscienze e nanotecnologie
<b>Tipologia di ricerca:</b>	Progetti relativi a linee tematiche a carattere strategico
<b>Istituto esecutore:</b>	Centro di responsabilità scientifica INFM
<b>Sede principale svolgimento:</b>	CRS NEST - LR POLYLAB
<b>Dip. di prevista afferenza:</b>	Materiali e Dispositivi
<b>Responsabile indicato:</b>	RICCARDO NIFOSI

### *Elenco dei partecipanti*

	liv.		liv.		liv.
Arnone Alberto	IX	Foppiano Caterina	V	Pallini Riccardo	VI
Arosio Daniele	II	Fortunati Francesca	VI	Parodi Elena	V
Ballero Gabriele	VII	Franchini Daniela	VI	Pernati Barbara	V
Barraco Ignazia	V	Franguelli Simona	VI	Pittaluga Dameri	VII
Beltrami Monica	V	Garbarino Maria Carla	V	Alessandro	
Beroldo Raffaella	VII	Gennai Irene Maria	VI	Poggi Sabrina	V
Bolla Matilde	VI	Genovese Giuseppe	V	Pollio Daniela	VII
Borello Gian Piero	II	Imperatore Antonucci	VI	Pucci Patrizia	V
Cagnana Barbara	V	Danilo		Punginelli Marco	VI
Calvi Francesca	IV	Ivaldi Fulvia	VII	Santroni Adriana	VI
Camauli Enrico	V	La Ferla Michela	VI	Savoldi Giovanna	V
Caporali Andrea	IV	Lo Grasso Giusy	VI	Sciaccaluga Liliana	V
Corezzola Paola	VI	Luciano Sergio	DIRI	Scotto Stefania	VI
Dalla Libera Monica	V	Maloberti Sciutto Michela	VII	Spano' Francesca	III
De Almeida Nunes	V	Mamberti Emanuele	IV	Spinozzi Simone	V
Manganaro Jose' Carlos		Marescalchi Tatiana	VI	Talamo Valeria	VI
De Donatis Roberta	V	Miceli Diletta	VI	Tassistro Michela	V
De Marco Rocco	VI	Millio Marco	VI	Toncini Annamaria	V
Di Lello Piero	VIII	Nifosi Riccardo	III	Toselli Milena	III
Distefano Fabio	VII	Palazzo Nicoletta	III	Tozzini Valentina	III
Farchioni Riccardo	III				

### *Temi*

#### *Tematiche di ricerca*

- i) Spettroscopia a singola molecola a uno e due fotoni. Fotofisica e fotochimica delle proteine fluorescenti. Disegno al computer e produzione di nuovi mutanti fotocromici di proteine fluorescenti. Immobilizzazione di proteine tramite auto-assemblaggio su substrati funzionalizzati.
- ii) Nuove tecniche per il monitoraggio ottico di eventi molecolari all'interno della cellula basate sia su molecole esprimibili geneticamente (proteine) che su nanocristalli di sintesi. Biosensori FRET intracellulari per l'analisi di modifiche post traduzionali di proteine. Rilascio intracellulare di profarmaci attivati dall'interazione con proteine o mediante stimoli luminosi esterni.

#### *Stato dell'arte*

- i) La possibilità di alterare le proprietà fisico-chimiche di molecole fotocromiche, tramite irraggiamento controllato, suggerisce importanti applicazioni in dispositivi optoelettronici, come memorie ottiche o interruttori ottici. Uno dei concetti più rilevanti per la realizzazione di sistemi di scrittura-lettura-cancellazione è lo spegnimento/riaccensione fotoindotti della fluorescenza. Questo comportamento è stato dimostrato in mutanti di GFP, al livello di singola molecola.
- ii) I biosensori basati sul FRET consistono in coppie di donatore e di un accettore proteici separati da una sequenza polipeptidica in grado di modificare la propria conformazione in seguito all'interazione con gruppi associati alla modifica post traduzionale di una proteina d'interesse. Un'altra tipologia di biosensori sfrutta le interazioni tra il cromoforo delle proteine fluorescenti (PF) e metaboliti intracellulari; in alcuni casi la variazione di concentrazione di questi metaboliti modifica le proprietà ottiche delle PF.

### *Azioni*

#### *Attività da svolgere*

Progettazione e sviluppo di nuove proteine fluorescenti con proprietà di interesse applicativo (migliori proprietà spettroscopiche, resistenza al photobleaching, fotocromismo), a partire dalle strutture molecolari di proteine fluorescenti note (GFP, BFP, dsRED, AsCP, eqFP611). Dimostrazione del fotocromismo in proteine



in soluzione e immobilizzate su substrati nanostrutturati. Sviluppo di nuove tecniche per il monitoraggio di singoli eventi molecolari e quantificazione di metaboliti nella cellula, utilizzando come marcatori fluorofori sviluppati nel corso dell'attività. Utilizzo di nanocristalli per monitoraggio ottico di singole molecole e singoli eventi biologici in vivo.

*Punti critici e azioni da svolgere*

Studio delle caratteristiche del fotocromismo nei cromofori sintetici delle proteine fluorescenti e determinazione di proprietà di fotoconversione quali resa quantica e spettri delle forme ottiche distinte. Modellizzazione al computer dello spettro di assorbimento ottico e vibrazionale. Messa a punto di un sistema di spettroscopia Raman e Raman SERS su singole molecole. Strategie di funzionalizzazione di superfici adatte all'immobilizzazione di proteine. Metodiche per la determinazione di ioni cloruro mediante misure raziometriche su un biosensore espresso a livello cellulare.

*Competenze, tecnologie e tecniche di indagine*

La commessa comprende competenze multidisciplinari relative sia a tecniche sperimentali per la spettroscopia di fluorescenza, sintesi di proteine ricombinanti, sintesi chimica che a metodologie computazionali per la modellizzazione molecolare. In particolare: spettroscopia di assorbimento e fluorescenza d'insieme e di singola molecola; spettroscopia Raman e Raman SERS; spettroscopia multifotone; spettroscopia di fluorescenza risolta nel tempo; spettroscopia NMR di molecole organiche. Metodi di biologia molecolare per la realizzazione di vettori di espressione in eucarioti e procarioti; tecniche di purificazione proteica; tecniche di sintesi organica. Metodi computazionali per la dinamica molecolare sia ab initio che basata su campi di forza empirici, sia all-atom che coarse grained. Valutazione di affinità molecolare. Predizione delle proprietà spettrali di molecole organiche in diversi micro ambienti tramite tecniche ibride quanto-meccaniche e di meccanica molecolare (QM/MM).

*Strumentazione*

1) microscopio confocale, 2) rivelatore TCSPC del tempo di vita di fluorescenza, 3) spettrofotometro e spettrofluorimetro, 4) NMR (300 MHz), 5) HPLC con rivelatori di assorbimento e di indice di rifrazione

*Tecniche di indagine*

*Tecnologie*

*Collaborazioni (partner e committenti)*

Prof. Roberto Cingolani, Università di Lecce; Dr. Guido Pintacuda, Ecole Normale Supérieure de Lyon; Prof. Cristiano Viappiani Università di Parma; Prof. Yi Luo, KTH Stoccolma; Prof. Maurizio Persico, Università di Pisa; Prof. Massimo Olivucci, Università di Siena; Prof. J. Andrew McCammon, Università della California, San Diego.

*Iniziativa per l'acquisizione di ulteriori entrate*

Costituzione di un Network Europeo per la nano-biofotonica, integrando approcci teorico/computazionali con tecniche spettroscopiche standard e avanzate (spettroscopia a due fotoni, di singola molecola, e ultra-veloce). Partecipazione all'assegnazione di grant da parte del European Research Council (ERC).

*Finalità*

*Obiettivi*

- i) Progettazione e sviluppo di nuove proteine fluorescenti con speciali proprietà ottiche, a partire dalle strutture molecolari di proteine fluorescenti note (GFP, BFP, dsRED, AsCP, eqFP611...). Realizzazione di dispositivi bio-optoelettronici basati su proteine fotocromiche e altri eventuali fluorofori.
- ii) Sviluppo di nuove tecniche per il monitoraggio intracellulare di singoli eventi molecolari, utilizzando marcatori ottici di natura proteica, organica e inorganica. Biosensori FRET intracellulari l'analisi di modifiche post traduzionali di proteine. Biosensori intracellulari per metaboliti quali ioni cloro e idrogeno. Rilascio intracellulare di profarmaci attivati dall'interazione con proteine o mediante stimoli luminosi esterni.

*Risultati attesi nell'anno*

Sintesi organica di cromofori delle proteine fluorescenti e caratterizzazione del fotocromismo mediante spettroscopia di assorbimento, Raman e NMR. Analisi computazionale degli stati molecolari fotoconvertibili, assegnazione dei picchi Raman a modi vibrazionali. Partendo dai dati sui cromofori sintetici si procederà al disegno razionale di una proteina fotocromica caratterizzata da due soli stati ottici (on e off).

Biosensore intracellulare di ioni cloro, basato su costrutti binari di proteine fluorescenti.

Realizzazione di un peptide vettore di cargo (proteici e non) all'interno della cellula.





*Potenziale impiego*

*- per processi produttivi*

i) I sistemi fotocromici basati su proteine possono avere importanti ricadute sull'elettronica come metodi alternativi per l'immagazzinamento di informazione. In particolare, la natura proteica di questi sistemi dovrebbe consentire la modulazione fine delle proprietà ottiche mediante modificazioni razionali della struttura primaria, suggerite dalla modellizzazione computazionale.

*- per risposte a bisogni individuali e collettivi*

ii) I biosensori sotto studio dovrebbero permettere di quantificare l'entità delle modifiche post traduzionali a livello intracellulare delle proteine coinvolte in patologie di rilievo, fornendo indicazioni utili allo sviluppo di nuove terapie. Infine, la realizzazione di peptidi in grado di veicolare farmaci in specifici comparti intracellulari permetterà un'azione selettiva di specie farmacologiche nelle regioni di interesse.

**Moduli**

**Modulo:** Proteine fluorescenti per la bioelettronica  
**Istituto esecutore:** Centro di responsabilità scientifica INFM  
**Luogo di svolgimento attività:** CRS NEST - LR POLYLAB

**Risorse commessa 2007**

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
248	20	0	52	320	1	21	247	N.D.	568

valori in migliaia di euro

<i>Unità di personale di ruolo*</i>	
ricercatori	Totale
4	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
2	0	0	0	0	0	0	0	0	2

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

\*dottorati, borse di studio, assegni di ricerca



## Trasporto mesoscopico in nanostrutture ibride

### *Dati generali*

<b>Progetto:</b>	Nanoscienze e nanotecnologie
<b>Tipologia di ricerca:</b>	Progetti relativi a linee tematiche a carattere strategico
<b>Istituto esecutore:</b>	Centro di responsabilità scientifica INFN
<b>Sede principale svolgimento:</b>	CRS NEST - LR POLYLAB
<b>Dip. di prevista afferenza:</b>	Materiali e Dispositivi
<b>Responsabile indicato:</b>	FRANCESCO GIAZOTTO

### *Elenco dei partecipanti*

	liv.		liv.		liv.
Arnone Alberto	IX	Fortunati Francesca	VI	Parodi Elena	V
Ballero Gabriele	VII	Franchini Daniela	VI	Pernati Barbara	V
Barraco Ignazia	V	Franguelli Simona	VI	Pittaluga Dameri	VII
Beltrami Monica	V	Garbarino Maria Carla	V	Alessandro	
Beroldo Raffaella	VII	Gennai Irene Maria	VI	Poggi Sabrina	V
Bolla Matilde	VI	Genovese Giuseppe	V	Pollio Daniela	VII
Borello Gian Piero	II	Giazotto Francesco	III	Pucci Patrizia	V
Cagnana Barbara	V	Imperatore Antonucci	VI	Punginelli Marco	VI
Calvi Francesca	IV	Danilo		Santroni Adriana	VI
Camauli Enrico	V	Ivaldi Fulvia	VII	Savoldi Giovanna	V
Caporali Andrea	IV	La Ferla Michela	VI	Sciaccaluga Liliana	V
Corezzola Paola	VI	Lo Grasso Giusy	VI	Scotto Stefania	VI
Dalla Libera Monica	V	Luciano Sergio	DIRI	Spano' Francesca	III
De Almeida Nunes	V	Maloberti Sciutto Michela	VII	Spinozzi Simone	V
Manganaro Jose' Carlos		Mamberti Emanuele	IV	Taddei Fabio	III
De Donatis Roberta	V	Marescalchi Tatiana	VI	Talamo Valeria	VI
De Marco Rocco	VI	Miceli Diletta	VI	Tassistro Michela	V
Di Lello Piero	VIII	Millio Marco	VI	Toncini Annamaria	V
Distefano Fabio	VII	Palazzo Nicoletta	III	Toselli Milena	III
Foppiano Caterina	V				

### *Temi*

#### *Tematiche di ricerca*

Trasporto mesoscopico in nanostrutture ibride semiconduttore-superconduttore, ferromagnete-superconduttore, metallo normale-superconduttore.

Studio dell'interazione spin-orbita in gas bidimensionali.

Dispositivi superconduttivi per la refrigerazione elettronica e di reticolo.

Trasporto nel regime di nonequilibrio in nanostrutture ibride.

Transistor Josephson nel regime di nonequilibrio.

Dispositivi ibridi per la spintronica.

Trasporto coerente in nanostrutture semiconduttrici.

Pompaggio adiabatico e non adiabatico di carica e calore.

Detector superconduttivi.

Transistor Josephson in punti quantici.

Trasporto di carica e di calore in sistemi ibridi superconduttore-grafene.

#### *Stato dell'arte*

L'investigazione delle proprietà di trasporto elettronico nei sistemi ibridi rappresenta un'importante branca della fisica dello stato solido, dove fenomenologie tipiche dello stato ferromagnetico, superconduttivo e di sistemi a dimensionalità ridotta coesistono nella stessa struttura dando luogo a nuove effetti esotici. I dispositivi superconduttivi e ibridi aprono nuove vie e metodologie per la refrigerazione a stato solido e nuove tipologie di transistor a supercorrente.



### ***Azioni***

#### ***Attività da svolgere***

La ricerca sui sistemi ibridi è indirizzata verso: realizzazione di giunzioni Josephson semiconduttrici, controllo della supercorrente tramite nonequilibrio e iniezione di spin, studio del trasporto di supercorrente in punti quantici.

È in avvio la realizzazione di microrefrigeratori superconduttivi operanti sotto 1.5 K utilizzando sia materiali tradizionali che ferromagneti esotici.

Realizzazione di strutture controllate da interazione spin-orbita.

Pompaggio adiabatico di supercorrente.

Pompaggio di calore dinamico non adiabatico.

Trasporto di calore nel regime di effetto Hall quantistico.

Coulomb blockade in punti quantici di InGaAs.

Trasporto di carica e calore di nonequilibrio spin-dipendente.

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

Sviluppo di microrefrigeratori superconduttivi, anche combinati con ferromagneti 100% polarizzati, operanti nel range 1.5-0.3 K.

Ottimizzazione delle strutture per la massimizzazione della potenza refrigerante e delle performance.

Studio della dinamica di nonequilibrio nello stato superconduttivo.

Ottimizzazione del protocollo di fabbricazione di giunzioni Josephson integrate con punti quantici.

Massimizzazione interazione spin-orbita in gas bidimensionali di InGaAs.

Refrigerazione di spin.

Giunzioni Josephson integrate con nanorefrigeratori elettronici.

Manipolazione della corrente Josephson tramite interferometria Aharonov-Bohm.

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

Realizzazione di strutture ibride semiconduttore-superconduttore tramite tecniche combinate di litografia ottica ed elettronica, etching a secco (RIE e ICP) e deposizione di superconduttore (Nb e/o NbN) tramite sputtering (DC e RF) o evaporazione termica (Al, Nb). Fabbricazione di nanostrutture metalliche tramite litografia elettronica combinata con deposizione ad angolo da evaporatore a fascio elettronico. Tecniche di ottimizzazione in-situ dell'interfaccia semiconduttore-superconduttore. Caratterizzazione magnetoelettrica delle strutture fino a 10 mK e 16 Tesla. Misura della temperatura elettronica effettiva e delle distribuzioni di quasiparticella in nanostrutture metalliche nel regime di forte non equilibrio.

#### ***Strumentazione***

#### ***Tecniche di indagine***

#### ***Tecnologie***

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

Helsinki University of Technology (FIN)

Trinity College Dublin (IRL)

CNRS (F), Université Joseph Fourier (F)

University of Twente (NL)

Rutgers University (USA)

University of Bochum (D)

Laboratorio TASC

University of Basel (CH)

Université Paris-Sud (F)

FORTH (GR)

University of Dusseldorf (D)

TU Delft (NL),

University of Karlsruhe (D)

CEA Grenoble (F).

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



### **Finalità**

#### **Obiettivi**

L'attività mira a realizzare efficienti micro- e nanorefrigeratori a stato solido e a ottimizzarne l'implementazione on-chip. Inoltre, a realizzare giunzioni Josephson controllabili al livello di singola particella con punti quantici, allo studio di interazione spin orbita e sua implementazione per dispositivi di tipo coerente, alla comprensione dei fenomeni di trasporto di carica e calore e di nonequilibrio in nanostrutture ibride, allo studio delle interazioni di quasiparticella su scala mesoscopica, alla esplorazione di nuovi metodi per la refrigerazione a stato solido sia nel regime statico che dinamico.

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

Fabbricazione di giunzioni Josephson Nb/InGaAs.

Realizzazione interferometri Aharonov-Bohm con InGaAs.

Sviluppo di valvole di spin con superconduttori.

Studio di switch e refrigeratori superconduttivi operanti con barriere magnetiche. Realizzazione di nanostrutture di Nb.

Studio di nuovi approcci alla refrigerazione di quasiparticella spin-dipendente. Realizzazione di nanorefrigeratori superconduttivi.

Realizzazione di giunzioni Josephson controllate tramite nonequilibrio.

Punti quantici in gas bidimensionali di InGaAs.

Refrigeratori dinamici a Coulomb blockade.

Studio di dispositivi ibridi per GMR.

#### **Potenziale impiego**

- per processi produttivi

- per risposte a bisogni individuali e collettivi

### **Moduli**

**Modulo:** Trasporto mesoscopico in nanostrutture ibride  
**Istituto esecutore:** Centro di responsabilità scientifica INFM  
**Luogo di svolgimento attività:** CRS NEST - LR POLYLAB

### **Risorse commessa 2007**

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
122	14	0	52	188	0	14	239	N.D.	427

valori in migliaia di euro

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

\*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
3	0	0	0	0	0	0	0	0	3

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

\*dottorati, borse di studio, assegni di ricerca



## Fluidi quantistici e sistemi elettronici fortemente correlati alla nanoscala e in dispositivi

### *Dati generali*

<b>Progetto:</b>	Nanoscienze e nanotecnologie
<b>Tipologia di ricerca:</b>	Progetti relativi a linee tematiche a carattere strategico
<b>Istituto esecutore:</b>	Centro di responsabilità scientifica INFN
<b>Sede principale svolgimento:</b>	Laboratorio Nazionale TASC e CRS DEMOCRITOS
<b>Dip. di prevista afferenza:</b>	Materiali e Dispositivi
<b>Responsabile indicato:</b>	GAETANO SENATORE

### *Elenco dei partecipanti*

	liv.		liv.		liv.
Arnone Alberto	IX	Distefano Fabio	VII	Moroni Saverio	II
Ballerio Gabriele	VII	Foppiano Caterina	V	Palazzo Nicoletta	III
Baricevic Moreno	VI	Fortunati Francesca	VI	Parodi Elena	V
Barraco Ignazia	V	Franchini Daniela	VI	Pernati Barbara	V
Beltrami Monica	V	Franguelli Simona	VI	Pittaluga Dameri	VII
Beroldo Raffaella	VII	Garbarino Maria Carla	V	Alessandro	
Bolla Matilde	VI	Gennai Irene Maria	VI	Poggi Sabrina	V
Borello Gian Piero	II	Genovese Giuseppe	V	Pollio Daniela	VII
Cagnana Barbara	V	Gustin Sabrina	V	Punginelli Marco	VI
Calvi Francesca	IV	Imperatore Antonucci Danilo	VI	Santroni Adriana	VI
Camauli Enrico	V	Ivaldi Fulvia	VII	Savoldi Giovanna	V
Caporali Andrea	IV	La Ferla Michela	VI	Sciaccaluga Liliana	V
Centazzo Martina	VI	Lo Grasso Giusy	VI	Scotto Stefania	VI
Corezzola Paola	VI	Luciano Sergio	DIRI	Spano' Francesca	III
Dalla Libera Monica	V	Maloberti Sciutto Michela	VII	Spinuzzi Simone	V
De Almeida Nunes	V	Mamberti Emanuele	IV	Talamo Valeria	VI
Manganaro Jose' Carlos		Marescalchi Tatiana	VI	Tassistro Michela	V
De Donatis Roberta	V	Miceli Diletta	VI	Toncini Annamaria	V
De Marco Rocco	VI	Millio Marco	VI	Toselli Milena	III
Di Lello Piero	VIII				

### *Temi*

#### *Tematiche di ricerca*

Caratterizzazione delle proprietà magnetiche, strutturali e di trasporto di gas di elettroni bidimensionali in dispositivi ad alta mobilità. Studio dell'idrogeno in nanotubi e condensazione. Struttura e dinamica di clusters di elio e di idrogeno. Proprietà di fili e punti quantistici.

#### *Stato dell'arte*

La capacità di manipolare ed assemblare atomi in modo controllato e su scala nanoscopica permette di realizzare sistemi con proprietà nuove ed interessanti sia dal punto di vista tecnologico che da quello fondamentale. L'importanza della correlazione in taluni di questi sistemi fa sì che la loro comprensione quantitativa ed a volte anche quella qualitativa possa richiedere l'uso di trattamenti di grande accuratezza, quali i metodi di simulazione quantistica, o di schemi DFT opportuni.

### *Azioni*

#### *Attività da svolgere*

Elettroni confinati e in dispositivi: effetto dell'asimmetria di massa sull'energetica, struttura e suscettività di elettroni in 2D in QW a base AlAs; investigazione dei meccanismi alla base della transizione metallo-isolante in sistemi elettronici 2D; dispersione dell'energia con la polarizzazione di spin in un filo quantistico modello; proprietà di stato fondamentale di nanonanostrutture semiconduttrici in presenza di interazioni di spin-orbita alla Dresselhaus; determinazione dell'energia cinetica risolta in spin del gas d'elettroni.

Elio confinato: studio di clusters di He3 con impurezze molecolari, e sperimentazione di un algoritmo che trasforma il problema di segno in una trasformata di Laplace inversa; adsorbimento di atomi di terre alcaline in cluster misti elio-3 e elio-4; studio di una nanogoccia di elio drogata con uno ione positivo ed un elettrone (scolium).

Struttura elettronica: minimizzazione dell'energia fixed-node, combinando (a) il path-integral per il ground state e le tecniche sviluppate per le forze, e (b) il metodo per evitare la approssimazione di localizzazione introdotto da Casula e Sorella.



*Punti critici e azioni da svolgere*

E' assolutamente prioritario risolvere il problema del personale. Rimane da bandire una posizione di ricercatore a tempo indeterminato cruciale per il piano di sviluppo quinquennale del CRS. Questa posizione e' essenziale per l'attivita' di studio dei sistemi di elettroni fortemente correlati di interesse tecnologico e fondamentale, come realizzati in dispositivi e/o materiali nanostrutturati.

*Competenze, tecnologie e tecniche di indagine*

Utilizzo di tecniche e sviluppo di algoritmi per simulazioni di Monte Carlo quantistico.

Utilizzo e sviluppo del formalismo del funzionale densita'.

Teoria dei sistemi a molti corpi

Simulazioni e sviluppo di modelli in fisica, chimica e scienza dei materiali

Teoria dei liquidi quantistici e classici

*Strumentazione*

1. Presso il Dip. di Fisica Teorica (UniTS)

Cluster HP proliant con 28 cpus (14 nodi biprocessori xeon P4 a 3Ghz), esclusivamente dedicato alle attivita' della commessa

2. Presso il Cineca di Bologna (grants INFM-CNR)

-Cluster linux IBM con 750cpus (nodi xeon P4 a 3Ghz)  
-Supercomputer IBM SPS a 512 processori (modello P5)

3. Presso il Dip. di Fisica (UniRM La Sapienza)

Cluster linux con 12 processori AMD Athlon XP 2800+

4. Presso il Livermore national Laboratory [Collaborazione con M. Kalos]

Cluster linux con 4096 cpus xeon P4 a 3Ghz

5. Presso Il Dipartimento di Fisica 'Galileo Galilei' UniPD

Cluster linux con 24 cpus (xeon P4 a 3Ghz)

*Tecniche di indagine*

Quelle indicate al punto 'competenze'

*Tecnologie*

*Collaborazioni (partner e committenti)*

M. Kalos (Livermore), W.A. Lester (Berkley), C. Umrigar (Cornell), M. Cole (PennState), M. Barranco (Barcelona), D. Ceperley (Urbana), K. Schmidt (Arizona State), D. Neilson (Camerino), M. Boninsegni (Edmonton), C. Filippi (Leiden), W. Jaeger e P.N.Roy (Edmonton), G. Bachelet (Roma), P. Gori-Giorgi (Parigi), S.E. Hernandez (Buenos Aires), F. Stienkemeier (Friburgo), M. Casula (Urbana), G. Vignale (Missouri), K. Golden (Vermont), M. Shayegan (Princeton).

*Iniziative per l'acquisizione di ulteriori entrate*

**Finalità**

*Obiettivi*

Il nostro obiettivo e' la modellizzazione e la comprensione quantitativa delle proprieta' di sistemi di interesse tecnologico e fondamentale: elettroni in dispositivi ad alta mobilita', in punti quantistici, in fili quantistici; fluidi quantistici quali idrogeno ed elio confinati alla nanoscala.

*Risultati attesi nell'anno*

Per ciascuno delle attivita' elencate fra le 'Attività da svolgere' si prevede di raggiungere risultati significativi che verranno documentati in pubblicazioni su giornali internazionali con referee, nonche' in tesi di dottorato e relazioni su invito a conferenze internazionali.

*Potenziale impiego*

- per processi produttivi



- per risposte a bisogni individuali e collettivi

**Moduli**

**Modulo:** Fluidi quantistici e sistemi elettronici fortemente correlati alla nanoscala e in dispositivi  
**Istituto esecutore:** Centro di responsabilità scientifica INFN  
**Luogo di svolgimento attività:** Laboratorio Nazionale TASC e CRS DEMOCRITOS

**Risorse commessa 2007**

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
116	7	0	52	175	4	11	238	N.D.	417

valori in migliaia di euro

<i>Unità di personale di ruolo *</i>	
ricercatori	Totale
1	2

\*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
5	0	0	0	0	0	0	0	0	5

<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



## Teoria, simulazione e progetto assistito dal calcolatore di materiali nanostrutturati

### *Dati generali*

<b>Progetto:</b>	Nanoscienze e nanotecnologie
<b>Tipologia di ricerca:</b>	Progetti relativi a linee tematiche a carattere strategico
<b>Istituto esecutore:</b>	Centro di responsabilità scientifica INFN
<b>Sede principale svolgimento:</b>	Laboratorio Nazionale TASC e CRS DEMOCRITOS
<b>Dip. di prevista afferenza:</b>	Materiali e Dispositivi
<b>Responsabile indicato:</b>	STEFANO BARONI

### *Elenco dei partecipanti*

	liv.		liv.		liv.
Arnone Alberto	IX	Di Lello Piero	VIII	Miceli Diletta	VI
Ballero Gabriele	VII	Distefano Fabio	VII	Millio Marco	VI
Baricevic Moreno	VI	Fabris Stefano	III	Palazzo Nicoletta	III
Barraco Ignazia	V	Foppiano Caterina	V	Parodi Elena	V
Beltrami Monica	V	Fortunati Francesca	VI	Pernati Barbara	V
Beroldo Raffaella	VII	Franchini Daniela	VI	Pittaluga Dameri	VII
Bolla Matilde	VI	Franguelli Simona	VI	Alessandro	
Borello Gian Piero	II	Garbarino Maria Carla	V	Poggi Sabrina	V
Cagnana Barbara	V	Gennai Irene Maria	VI	Pollio Daniela	VII
Calvi Francesca	IV	Genovese Giuseppe	V	Punginelli Marco	VI
Camauli Enrico	V	Gustin Sabrina	V	Santroni Adriana	VI
Caporali Andrea	IV	Imperatore Antonucci Danilo	VI	Savoldi Giovanna	V
Centazzo Martina	VI	Ivaldi Fulvia	VII	Sciacaluga Liliana	V
Corezzola Paola	VI	La Ferla Michela	VI	Scotto Stefania	VI
Cozzini Stefano	III	Lo Grasso Giusy	VI	Spano' Francesca	III
Dalla Libera Monica	V	Luciano Sergio	DIRI	Spinuzzi Simone	V
De Almeida Nunes	V	Maloberti Sciutto Michela	VII	Talamo Valeria	VI
Manganaro Jose' Carlos		Mamberti Emanuele	IV	Tassistro Michela	V
De Donatis Roberta	V	Marescalchi Tatiana	VI	Toncini Annamaria	V
De Marco Rocco	VI			Toselli Milena	III

### *Temi*

#### *Tematiche di ricerca*

Il tema principale di ricerca è la simulazione su scala atomica di processi fisici e chimici che determinano le proprietà di materiali nanostrutturati rilevanti in vari campi della tecnologia. In questo contesto, le tematiche che ci proponiamo di svolgere riguardano lo studio su scala atomica mediante metodi numerici delle proprietà elettroniche e strutturali che sono alla base dei seguenti fenomeni e sistemi fisici: la catalisi eterogenea su superfici di materiali metallici, semiconduttori e ossidi; le interazioni tra molecole organiche e superfici metalliche; i nanomagnetici molecolari e le loro proprietà magnetiche; le nanostrutture a base di carbonio; le eterostrutture per dispositivi microelettronici e di materiali dielettrici e ferroelettrici; nanofili e nanocontatti metallici; i fenomeni di lubrificazione, attrito e capillarità. Queste attività a carattere applicativo saranno affiancate dallo sviluppo di nuovi metodi teorici per la descrizione di spettroscopie di emissione e assorbimento, dei fenomeni di trasporto e polarizzazione elettrici. Infine, ognuna delle attività precedenti sarà arricchita e coadiuvata dallo sviluppo di software scientifico per la simulazione di materiali

#### *Stato dell'arte*

Lo sviluppo di tecniche sperimentali con risoluzione atomica, di tecnologie informatiche, di teorie e di metodi per la simulazione numerica dei materiali ha reso possibile la precisa caratterizzazione di materiali nanostrutturati, permettendo in linea di principio la loro funzionalizzazione. La teoria e la simulazione numerica diventano quindi strumenti fondamentali per la conoscenza scientifica di base dei nanosistemi e quindi per la loro ingegnerizzazione mirata all'applicazione tecnologica





### ***Azioni***

#### ***Attività da svolgere***

Sviluppo di metodi innovativi per la simulazione delle proprietà ottiche di materiali nanostrutturati e di approssimazioni per il funzionale XC atte a descrivere le forze di dispersione.

Studio da principi primi della polarizzazione elettrica di sistemi estesi e generalizzazione alla magnetizzazione orbitale.

Proprietà di sistemi magnetici nanostrutturati (magneti molecolari, fili magnetici adsorbiti su superfici metalliche).

Studio ab initio delle proprietà spintroniche di giunzioni basate su ossidi magnetici nanostrutturati.

Studio dell'adsorbimento molecolare e della reattività chimica di superfici nanostrutturate di metalli di transizione e di ossidi.

Studio da principi primi di effetti magnetici e spin-orbita su nano-contatti, nano-fili e superfici.

Studio dell'attrito fra isole e cluster e superfici solide sulle quali essi siano adsorbiti.

Superconduttività 2D dello strato superficiale su Sn/Si(111) (reticolo di Hubbard triangolare).

Diagramma di fase sotto pressione dell'Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>.

Consolidamento e sviluppo dell'attività di ingegnerizzazione di software per simulazione quantistica, con inclusione di nuovi algoritmi (Quantum ESPRESSO).

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

Occorrerà innanzitutto risolvere il problema del personale. Devono essere valutate due posizioni a tempo determinato tenure-track. In aggiunta a queste devono essere bandite due posizioni, una di ricercatore, una di tecnologo, entrambe previste dal piano quinquennale di sviluppo del CRS. Quest'ultima, in particolare, è essenziale per l'attività di software engineering.

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

#### ***Strumentazione***

#### ***Tecniche di indagine***

#### ***Tecnologie***

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

Università di Trieste, SISSA (Trieste), Laboratorio TASC CNR-INFM (Trieste), Laboratorio ELETTRA (Trieste), CNR-ITAE (Messina), Max-Planck-Institut FKF (Stuttgart), CRS-S3 (Modena), ICTP (Trieste), Uni. Firenze, University College London, Uni. Milano, Politecnico di Milano, Unità Nuovi Materiali dell'ENEA, Princeton University, University of Tokyo, AIST-NEDO (Tsukuba), Uni. Stoccolma, University of Buenos Aires, University of Minnesota, Università dell'Aquila, Laboratorio MDM (Agrate Brianza), Université Pierre et Marie Curie (Parigi), Massachusetts Institute of Technology, University of California at Davis, Ecole Polytechnique Fédérale de Lausanne, JNCASR (Bangalore, India), University of Minnesota.

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

Si prevede la stipula di due contratti, con SISSA e con Sincrotrone Trieste, per la gestione, nel primo caso, di un laboratorio di calcolo scientifico ad alte prestazioni denominato SISSA eLab, nel secondo caso per il coordinamento del gruppo teorico del laboratorio Elettra.

#### ***Finalità***

#### ***Obiettivi***

Ingegnerizzazione assistita dal computer di: catalizzatori nanostrutturati, nanomagneti molecolari, nanostrutture a base di carbonio, materiali per la spintronica, dielettrici, piezoelettrici e ferroelettrici, nanofili e nanocontatti metallici. Modellizzazione di nanostrutture organiche funzionalizzate su superfici



metalliche e descrizione dei fenomeni di attrito alla nanoscala. Sviluppo di tecniche innovative per la modellizzazione delle spettroscopie ottiche in materiali nanostrutturati. Costituzione di un gruppo di teoria e simulazione numerica della materia su scala nanometrica presso il Laboratorio ELETTRA (Trieste). Realizzazione, manutenzione e distribuzione di software per la simulazione quantistica della materia su scala nanometrica. Sviluppo di metodologie avanzate per il calcolo scientifico ad alte prestazioni su architetture parallele (parallel computing) e distribuite geograficamente (GRID computing).

**Risultati attesi nell'anno**

Ci attendiamo un notevole rafforzamento della presenza di DEMOCRITOS sul campus sperimentale di Basovizza (laboratori Elettra e TASC) con un consolidamento del nostro gruppo teorico presso i laboratori. Si prevede altresì la partecipazione alle attività del laboratorio di calcolo scientifico ad alte prestazioni 'SISSA eLab' di prossima costituzione.

Si prevede la messa a punto di codici per il calcolo di proprietà ottiche con i metodi TDDFT/GW/Bethe-Salpeter.

Per ciascuno dei punti elencati fra le 'Attività da svolgere' si prevede di raggiungere risultati significativi che verranno documentati in pubblicazioni su giornali internazionali.

**Potenziale impiego**

- per processi produttivi

- per risposte a bisogni individuali e collettivi

**Moduli**

**Modulo:** Teoria, simulazione e progetto assistito dal calcolatore di materiali nanostrutturati

**Istituto esecutore:** Centro di responsabilità scientifica INFM

**Luogo di svolgimento attività:** Laboratorio Nazionale TASC e CRS DEMOCRITOS

**Risorse commessa 2007**

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
117	15	0	87	219	12	27	238	N.D.	469

valori in migliaia di euro

Unità di personale di ruolo*	
ricercatori	Totale
2	3

\*equivalente tempo pieno

Unità di personale non di ruolo									
associato	dottorando	borsista	assegnista	specializzando	incaricato di ricerca	professore visitatore	collaboratore professionale	altro	Totale
21	0	0	0	0	0	0	0	0	21

Richiesta nuove unità di personale			
tempo determinato	tempo indet	non di ruolo*	Totale
0	3	3	6

\*dottorati, borse di studio, assegni di ricerca



## Modelizzazione molecolare di sistemi biologici

### *Dati generali*

<b>Progetto:</b>	Nanoscienze e nanotecnologie
<b>Tipologia di ricerca:</b>	Progetti relativi a linee tematiche a carattere strategico
<b>Istituto esecutore:</b>	Centro di responsabilità scientifica INFN
<b>Sede principale svolgimento:</b>	Laboratorio Nazionale TASC e CRS DEMOCRITOS
<b>Dip. di prevista afferenza:</b>	Materiali e Dispositivi
<b>Responsabile indicato:</b>	PAOLO CARLONI

### *Elenco dei partecipanti*

	liv.		liv.		liv.
Arnone Alberto	IX	Distefano Fabio	VII	Millio Marco	VI
Ballerio Gabriele	VII	Foppiano Caterina	V	Palazzo Nicoletta	III
Baricevic Moreno	VI	Fortunati Francesca	VI	Parodi Elena	V
Barraco Ignazia	V	Franchini Daniela	VI	Pernati Barbara	V
Beltrami Monica	V	Franguelli Simona	VI	Pittaluga Dameri	VII
Beroldo Raffaella	VII	Garbarino Maria Carla	V	Alessandro	
Bolla Matilde	VI	Gennai Irene Maria	VI	Poggi Sabrina	V
Borello Gian Piero	II	Genovese Giuseppe	V	Pollio Daniela	VII
Cagnana Barbara	V	Gustin Sabrina	V	Punginelli Marco	VI
Calvi Francesca	IV	Imperatore Antonucci Danilo	VI	Santroni Adriana	VI
Camauli Enrico	V	Ivaldi Fulvia	VII	Savoldi Giovanna	V
Caporali Andrea	IV	La Ferla Michela	VI	Sciaccaluga Liliana	V
Centazzo Martina	VI	Lo Grasso Giusy	VI	Scotto Stefania	VI
Corezzola Paola	VI	Luciano Sergio	DIRI	Spano Francesca	III
Dalla Libera Monica	V	Magistrato Alessandra	III	Spinuzzi Simone	V
De Almeida Nunes	V	Maloberti Sciutto Michela	VII	Talamo Valeria	VI
Manganaro Jose' Carlos		Mamberti Emanuele	IV	Tassistro Michela	V
De Donatis Roberta	V	Marescalchi Tatiana	VI	Toncini Annamaria	V
De Marco Rocco	VI	Miceli Diletta	VI	Toselli Milena	III
Di Lello Piero	VIII				

### *Tem*

#### *Tematiche di ricerca*

La nostra attivita' di ricerca utilizza calcoli di dinamica ab initio (Car-Parrinello) e dinamica molecolare classica per comprendere meccanismi molecolari di sistemi biologici e biomimetici. Inoltre si usano tecniche di bioinformatica per la predizione strutturale di proteine di membrana.

#### *Stato dell'arte*

Le tecniche di simulazione biomolecolare e di bioinformatica stanno avendo un vero 'boom' negli ultimi anni. Tramite queste tecniche, si sono scoperti aspetti fondamentali dei meccanismi molecolari dei processi cellulari, inaccessibili all'esperimento. BioMod sta dando un contributo significativo a questi campi, in particolare allo studio di composti biomimetici inorganici e nella bioinformatica strutturale.

### *Azioni*

#### *Attività da svolgere*

La nostra attenzione sara' rivolta a studiare il meccanismo di azione di una metallo-beta-lattamasi, CphA, con l'intento di fornire un quadro generale del meccanismo di azione di questi enzimi metallici.

Parte della nostra attivita' di ricerca sara' rivolta allo studio di un farmaci antitumorali contenenti rame e a caratterizzare la loro interazione con il DNA. Inoltre studieremo in dettaglio il meccanismo di idrolisi di un farmaco antimetastatico contenente rutenio (NAMI-A) e il suo binding ad un potenziale target biologico (integrine) L'interazione fra NAMI-A e integrine potrebbe essere responsabile dell'attivita' antimetastatica.

Infine studieremo la presenza di effetti cooperativi nella formazione di aggregati responsabili del morbo di Huntington e la struttura di questi aggregati.



*Punti critici e azioni da svolgere*

Particolarmente importante e' fornire un quadro generale del meccanismo di azione delle metallo-beta-lattamasi dal momento che questi enzimi idrolizzano gli antibiotici piu' comunemente utilizzati nelle infezioni batteriche e costituiscono un problema di crescente importanza.

Lo studio del binding a target cellulari di farmaci antimetastatici come il NAMI-A costituisce un problema di vitale importanza visto che l'impossibilita' di curare metastasi determina spesso una prognosi infausta nello sviluppo del cancro.

Ultimamente crescente importanza viene attribuita alle malattie neurodegenerative come il Parkinson e Huntington. In stretta collaborazione con dei gruppi sperimentali della SISSA ci proponiamo di elucidare alcuni aspetti chiave che determinano l'insorgere e lo sviluppo di queste malattie.

Il risultato di questi progetti e' chiaramente vincolato alla disponibilita' di risorse di calcolo e umane.

La possibilita' di avere ore di calcolo su supercomputers come la IBM sp5 al CINECA e' un requisito fondamentale per lo svolgimento della nostra attivita'

*Competenze, tecnologie e tecniche di indagine*

Conoscenza di tecniche per la modellizzazione di sistemi biologici: dinamica molecolare, classica, ab initio, tecniche miste QM/MM e coarse grain.

*Strumentazione*

Per effettuare i nostri calcoli ogni anno vengono utilizzate circa 200,000 CPU hrs prevalentemente su IBM sp5 (e su altri cluster linux) al CINECA di Bologna.

Inoltre sono utilizzate circa 15 workstations linux dual processors

*Tecniche di indagine*

I metodi teorici utilizzati per lo sviluppo della nostra attivita' di ricerca comprendono dinamica molecolare classica, dinamica molecolare ab initio, tecniche ibride QM/MM, tecniche coarse grain, bioinformatica, docking.

*Tecnologie*

I metodi teorici elencati sopra sono utilizzati per le nostre attivita' di ricerca. Questi calcoli vengono fatti su workstation locali o prevalentemente su cluster al CINECA di Bologna

*Collaborazioni (partner e committenti)*

BioMod ha numerose collaborazioni: Prof. J. Reedijk, University of Leiden, The Netherlands, Prof. M.L. Klein, University of Pennsylvania, Philadelphia, PA, Dr. M. Vera, University of Cordoba, Cordoba, Argentina; Prof. A.J. Vila, University of Rosario, Rosario, Argentina; Prof. U. Rothlisberger, EPFL, Lausanne, Switzerland; Dr. G. Garau, Grenoble, France; Dr. A. Damjanovic, Johns Hopkins University, Baltimore, USA

*Iniziativa per l'acquisizione di ulteriori entrate*

-Nell'ambito dei progetti di bioinformatica, si scrivera' un proposal insieme a GLAXO-Verona sulla modellizzazione di canali ionici.

-Si scrivera' un progetto Telethon per la modellizzazione di progetti neurodegenerativi

-Si scrivera' un progetto europeo sull'azione delle metallo beta lattamasi.

**Finalità**

*Obiettivi*

I nostri progetti di ricerca sono rivolti allo studio di proteine ed enzimi (contenenti metalli) di grande interesse farmacologico (mordo di Alzheimer, Parkinson, idrolisi di antibiotici etc) e allo studio di interazioni tra farmaci antitumorali (organici e inorganici) e DNA. Infine tecniche di bioinformatica strutturale vengono utilizzate per determinare la struttura di canali ionici.

*Risultati attesi nell'anno*

Nel prossimo anno di proponiamo di fornire un meccanismo dettagliato dell'idrolisi di antibiotici promossa da CphA.

Il meccanismo di idrolisi in soluzione acquosa del NAMI-A e il suo binding alle intregrine verra' caratterizzato.

Ci proponiamo inoltre di verificare e la presenza di un effetto cooperativo negli aggregati di poliglutammine responsabili del morbo di Hungtinton e di valutare la struttura degli aggregati in soluzione acquosa.



*Potenziale impiego  
- per processi produttivi*

I risultati delle nostre ricerche potrebbero essere impiegati nel desing di farmaci piu' selettivi e con meno effetti collaterali per le malattie che stiamo studiando.

*- per risposte a bisogni individuali e collettivi*

Molte delle nostre attivita' di ricerca sono rivolte allo studio del processo biologico alla base di varie malattie: il cancro, malattie neurodegenerative, resistenza agli antibiotici.

**Moduli**

**Modulo:** Modelizzazione molecolare di sistemi biologici  
**Istituto esecutore:** Centro di responsabilit  scientifica INFM  
**Luogo di svolgimento attivit :** Laboratorio Nazionale TASC e CRS DEMOCRITOS

*Risorse commessa 2007*

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>
96	6	0	52	154	0	6	237	N.D.	391

valori in migliaia di euro

<i>Unit� di personale di ruolo*</i>	
ricercatori	Totale
1	2

\*equivalente tempo pieno

<i>Unit� di personale non di ruolo</i>									
associato	dottorando	borsista	assegnista	specializzando	incaricato di ricerca	professore visitatore	collaboratore professionale	altro	Totale
5	0	0	0	0	0	0	0	0	5

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

\*dottorati, borse di studio, assegni di ricerca



## Nanoscienze: crescita di materiali, funzionalizzazioni e dispositivi.

### *Dati generali*

<b>Progetto:</b>	Nanoscienze e nanotecnologie
<b>Tipologia di ricerca:</b>	Progetti relativi a linee tematiche a carattere strategico
<b>Istituto esecutore:</b>	Istituto di fotonica e nanotecnologie
<b>Sede principale svolgimento:</b>	Sede di Trento
<b>Dip. di prevista afferenza:</b>	Materiali e Dispositivi
<b>Responsabile indicato:</b>	SALVATORE IANNOTTA

### *Elenco dei partecipanti*

Bertoldi Marina	liv. V	Mazzola Maurizio	liv. V	Tonezzer Matteo	liv. IV
Iannotta Salvatore	I	Toccoli Tullio	III	Verucchi Roberto	III
Marchetti Claudio Mario	V				

### *Temi*

#### *Tematiche di ricerca*

Sintesi, crescita, funzionalizzazione/sensitizzazione di film di materiali nanostrutturati, inorganici molecolari ed ibridi, finalizzati allo sviluppo di nuove classi di dispositivi elettronici, optoelettronici, strutture e sistemi. Si combinano raffinate tecniche della moderna fisica della materia con un approccio interdisciplinare per controllare i processi di crescita alle diverse scale di lunghezza e confezionare materiali con proprietà su misura. Si sviluppano e studiano: (1) metodi di crescita e trattamenti di superficie per a) materiali inorganici nanostrutturati a partire da ossidi metallici, b) materiali molecolari organici inclusi oligomeri e molecole (tiofeni, aceni, ftalocianine, porfirine, fullereni etc.), c) biofunzionalizzazioni, c) ibridi sintetizzati per co-deposizione e/o per attivazione cinetica alla mesoscala. (2) ingegnerizzazione di interfacce per i diversi materiali sintetizzati per la fabbricazione di dispositivi elettro-attivati. (3) sviluppo di nuove classi di dispositivi: transistor, sensori, celle fotovoltaiche, emettitori di luce, per verificare la funzionalità dei processi, migliorarne le caratteristiche, valutarne ed ottimizzarne l'applicabilità.

#### *Stato dell'arte*

Forza motrice del vorticoso sviluppo delle nanoscienze è l'enorme (potenziale) impatto su una gran varietà di processi e dispositivi e sullo sviluppo tecnologico in aree strategiche. Le difficoltà per le tecnologie convenzionali ad aggredire livelli di integrazione sempre più elevati, combinata alle nuove potenzialità di approcci innovativi (bottom up) che aprono nuove frontiere tecnologiche (da nuove generazioni di dispositivi elettronici ed opto-elettronici alla bio-medica) sono tra i temi di maggior attualità. Le frontiere su cui noi lavoriamo sono la produzione ed utilizzo di materiali innovativi con proprietà ben controllate e riproducibili; la preparazione, controllo, gerarchizzazione ed ingegnerizzazione di interfacce alle diverse lunghezze di scala e rispetto ai diversi materiali (organico, inorganico, biologico); lo sviluppo di strutture, dispositivi e sistemi. Grazie alle collaborazioni affrontiamo questi temi con la necessaria forte convergenza di competenze e discipline perseguibile anche attraverso una rete fortemente connessa. In questa fase anche l'integrazione dell'approccio bottom-up con metodi top-down permette un'ampia gamma di sviluppi di grande interesse.

### *Azioni*

#### *Attività da svolgere*

-Sviluppo di processi di crescita materiali nanostrutturati, molecolari ed ibridi con la definizione di protocolli ottimizzati e finalizzati alle esigenze di fabbricazione di dispositivi e dimostratori. Materiali di riferimento saranno: molecole organiche semiconduttrici (quali aceni, tiofeni, ftalocianine e porfirine; peptidi, nanoossidi metallici e cluster di materiali inorganici. -Preparazione, studio ed ingegnerizzazione d'interfacce. Verranno studiati i processi all'interfaccia: tra molecole organiche diverse; tra molecole organiche a diversi stadi di aggregazione (nanostrutturazione), peptidi e superfici di semiconduttori; tra molecole organiche, peptidi e metalli; tra nanoaggregati inorganici e molecole nonché tra nanoaggregati o cluster inorganici e superfici metalliche. L'obiettivo è di individuare processi e procedure per produrre interfacce con iniezione di carica, proprietà elettriche, funzionalità biologica ottimizzati a seconda del tipo di applicazione. -Sviluppo di prototipi di dispositivi per la sensoristica (gas e volatili organici) e l'optoelettronica (ad es. celle fotovoltaiche e fotoemettitori) che sfruttino al meglio le proprietà funzionali del materiale

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

L'affidabilità, riproducibilità e stabilità sia dei processi di crescita sia dei materiali nanostrutturati e molecolari sono argomenti che richiederebbero un impegno e risorse molto maggiori per poter poi procedere



alla messa in campo di processi tecnologici. Allo stato attuale dello sviluppo dell'attività, sia per la disponibilità di risorse umane che finanziarie all'interno della commessa non è pensabile procedere in questa direzione con la sistematicità che sarebbe necessaria. Si procederà in ogni modo con una serie di verifiche a spot sui vari processi che sono in fase più avanzata di sviluppo. Dal punto di vista dei nuovi sviluppi la sintesi per co-deposizione di nano-ibridi è il processo che promette risultati di maggior interesse ma che anche pone elementi di criticità. Come già sostenuto nel 2006, sarebbe necessario implementare sull'apparecchiatura già esistente sia metodi complementari di indagine (ad es. fotoluminescenza e misure elettriche in-situ) sia sistemi di deposizione di film convenzionali per la produzione di contatti (celle di Knudsen, evaporatori e-beam etc.), nonché una camera a guanti per lo sviluppo di dispositivi in condizioni ben controllate.

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

Allo stato attuale coincidono con quelli dell'unico modulo associato alla commessa stessa cui si rimanda.

#### *Strumentazione*

Allo stato attuale coincidono con quelle dell'unico modulo associato alla commessa stessa cui si rimanda.

#### *Tecniche di indagine*

Allo stato coincidono con quelle descritte nell'unico modulo associato alla commessa stessa cui si rimanda.

#### *Tecnologie*

Allo stato attuale coincidono con quelle descritte nell'unico modulo associato alla commessa stessa cui si rimanda.

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

E' attiva una consistente e qualificata rete di collaborazioni che garantisce, sui singoli GAE, la necessaria convergenza di competenze complementari sulle tematiche inerenti le diverse attività. Tale rete è sia interna all'Ente, ambito in cui coinvolge in particolare ISMAC (dr. R. Bolognesi, dr.ssa S. Destri) per la sintesi materiali molecolari, IMM-Lecce e Roma (Dr. P. Siciliano, Prof. C. di Natale) per lo sviluppo di dispositivi per la sensoristica, IMEM-PR (A. Catellani, G. Salvati) sia per la modellazione teorica sia per la sintesi e caratterizzazione di materiali, INFN-S3 (prof. E. Molinari) per la simulazione teorica sia con Dipartimenti Universitari: oltre a Fisica ed Ingegneria dei Materiali di Trento (bio-funzionalizzazioni), Scienze dei Materiali Mi-Biocca (Prof. R. Tubino) e Fisica di Cagliari (fotofisica e fotochimica), Fisica di Milano (Prof. P. Milani) (cluster), Fisica - Brescia (Dr. L. Cavioli) - studi di crescita con STM e SEM ad alta risoluzione. Molto rilevante e fruttuosa è la collaborazione con IRST-ITC TN soprattutto per lo sviluppo di dispositivi MEMS, bio-MEMS e processi di funzionalizzazione. Il modulo gode una crescente credibilità internazionale (legata allo sviluppo tecnica SuMBE) testimoniata da diverse collaborazioni con realtà estere di rilievo (Università di Princeton (G. Scoles) e Cornell (G. Malliaras) - USA, Università Dresda e Muenster (D), Università di Groningen - NL (P. Rudolf), CNRS - POMA Angers FR (Prof. J.M. Nunzi e prof. M. Roncali, etc). Committenti principali: MIUR (progetti FIRB, PNR - in via di approvazione), Provincia Autonoma Trento (Fondo Unico per la Ricerca e leggi su innovazione), Università di Groningen per la quale abbiamo progettato e realizzato un sistema di crescita. Nel 2007 si attiverà un progetto UE- Marie Curie - OIF che vede un nostro ricercatore lavorare per due anni al laboratorio nazionale di nanotecnologie della Cornell University (prof. G. Malliaras) per la realizzazione di nanodispositivi elettronici

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

Vengono promosse iniziative progettuali su scala locale, nazionale ed internazionale rafforzando la rete di collaborazioni esistenti ed attivando forme di coordinamento tra i vari soggetti operanti nel campo sia dal punto di vista della ricerca di base, sia da quello della ricerca applicata e tecnologia coinvolgendo interlocutori del sistema produttivo. Sul piano locale si stanno promuovendo iniziative di coordinamento con le altre realtà di ricerca per lo sviluppo di progetti e proposte in particolare nella direzione della piattaforma Nano-on Micro che è tra le priorità del Piano Provinciale per la Ricerca sulla base del quale sono attualmente aperte le chiamate a presentazione di progetti sul Fondo Unico della Ricerca. Sono in fase di elaborazione proposte per progetti in ambito EU-VII programma quadro. Sono inoltre state elaborate due proposte di progetti per finanziamenti alla Fondazione CARITRO. Una delle quale risulta essere già approvata. Si procederà inoltre a vagliare opportunità di proposte di ricerca nell'ambito del Distretto Tecnologico del Trentino "Energia-Ambiente".

#### *Finalità*

##### *Obiettivi*

Obiettivo primario della commessa è sviluppare conoscenze, metodologie, processi e tecnologie nel campo dei materiali molecolari, nanostrutturati e delle funzionalizzazioni/sensitizzazioni. Tali ricerche sono finalizzate allo sviluppo di nuove classi di strutture, dispositivi e sistemi per applicazioni in diversi campi quali l'elettronica, la sensoristica e l'optoelettronica



nonché per implementazione di biofunzionalità. Il raggiungimento di tale obiettivo viene perseguito in coerenza con le attività di ricerca già finanziate ed in corso di svolgimento ovvero attraverso progetti in corso di proposizione (MIUR, EU, Provincia, Fond. CARITRO, etc.) ed con rapporti di partenariato nel mondo dell'industria e della ricerca industriale.

Obiettivo importante è consolidare ed ampliare la rete di rapporti e l'integrazione di competenze e tecnologie costruendo contestualmente una migliore capacità di competere attraverso la messa in campo di progetti di ricerca scientifica e tecnologica a livello europeo, nazionale e locale individuando quindi interlocutori industriali con i quali produrre processi di ricerca, innovazione ed implementazione delle conoscenze e delle tecnologie.

#### *Risultati attesi nell'anno*

I diversi progetti (GAE) che la commessa gestisce produrranno risultati che riguardano sia i processi di crescita di materiali nanostrutturati a base di ossidi metallici, sia materiali molecolari sia lo studio di ibridi-nanostrutturati. Si svilupperanno in particolare protocolli di fabbricazione di ossidi nanostrutturati che verranno utilizzati per la fabbricazione di sensori di gas finalizzati in particolare all'automotive. In questo campo si potranno verificare le potenzialità di sensori di gas basati sugli innovativi metodi di sintesi di nanoibridi a base di ossidi nanostrutturati e molecole semiconduttrici prodotti per co-deposizione da fasci supersonici. Si prevedono risultati significativi dai processi di funzionalizzazione/sensitizzazione per la produzione di materiali funzionali che migliorino le prestazioni di sensori. Si prevede di produrre il risultato di uno studio di fattibilità per l'utilizzo di questi materiali nel fotovoltaico, estendendo a celle a stato solido la concezione di Graetzel. I prodotti principali di questi risultati saranno pubblicazioni su riviste internazionali JCR, comunicazioni a congressi internazionali e nazionali ed eventuali brevetti.

#### *Potenziale impiego*

##### *- per processi produttivi*

Gli sviluppi di conoscenze, metodologie e tecnologie di base, che sono al cuore della commessa, sono orientati ad impattare su settori strategici per l'economia nazionale quali il controllo e la qualificazione di produzioni agroalimentari con la sensoristica, le telecomunicazioni e l'elettronica di nuova generazione. Le competenze che vengono sviluppate possiedono una forte carica innovativa che va oltre i campi di applicazione più immediata.

I processi di funzionalizzazione di film e di superfici, i cui studi sono stati appena avviati, vengono infatti esplorati con un raggio di azioni che si rivolge anche alle interfacce biologiche ed allo sviluppo di metodi innovativi per lo sviluppo di materiali biofunzionali. Su questo fronte si partecipa ad un programma MUR nell'ambito del PNR in collaborazione con imprese anche trentine (in attesa di finanziamento) e di uno CARITRO già finanziato. L'impegno è inoltre forte nella partecipazione alla definizione del Piano Provinciale per la Ricerca e l'Innovazione. Si tratta di un'iniziativa avviata per la prima volta quest'anno sulla base della legge 14/2005 di riordinamento del sistema della ricerca trentina con progetti in via di definizione.

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

Gli impatti sociali principali riguardano la formazione di personale ad elevato livello di qualificazione (laureandi e formazione post-laurea) in tecnologie emergenti e quindi particolarmente propenso all'innovazione scientifico-tecnologica. Di rilievo è inoltre l'utilizzo di sensoristica innovativa che, grazie a materiali dotati di migliorate caratteristiche di selettività e sensibilità, permetterà una più adeguata valutazione della qualità di prodotti agro-alimentari e della qualità degli ambienti e che potrà essere estesa a problemi rilevanti per la salute umana. Su questi argomenti è in fase iniziale un progetto che integra competenze di questa commessa con quella di fotonica: Materiali, Strutture e diagnostica e coinvolge altri Istituti del CNR ed è oggetto di un progetto PNR cui partecipiamo come UO e che è stato valutato ammissibile a finanziamento. Sono prevedibili sviluppi di nuove generazioni di celle fotovoltaiche che, promettendo costi più bassi in termini di materiali e processi, grazie anche ad una maggiore flessibilità di utilizzo in termini di substrati diversi ed anche flessibili, potranno aprire nuove prospettive allo sviluppo delle fonti energetiche rinnovabili

#### **Moduli**

<b>Modulo:</b>	Crescita di materiali, funzionalizzazioni e dispositivi da precursori molecolari, inorganici e cluster.
<b>Istituto esecutore:</b>	Istituto di fotonica e nanotecnologie
<b>Luogo di svolgimento attività:</b>	Sede di Trento





*Risorse commessa 2007*

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
263	23	218	0	504	77	318	93	N.D.	674

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
4	0	0	2	0	4	0	6	0	16

<i>Richiesta nuove unità di personale</i>			
tempo determinato	tempo indet	non di ruolo*	Totale
1	1	2	4

\*dottorati, borse di studio, assegni di ricerca



## Nanotecnologie applicate a semiconduttori, ossidi e isolanti

### Dati generali

<b>Progetto:</b>	Nanoscienze e nanotecnologie
<b>Tipologia di ricerca:</b>	Progetti relativi a linee tematiche a carattere strategico
<b>Istituto esecutore:</b>	Centro di responsabilità scientifica INFN
<b>Sede principale svolgimento:</b>	CRS NNL
<b>Dip. di prevista afferenza:</b>	Materiali e Dispositivi
<b>Responsabile indicato:</b>	ADRIANA GRAZIA PASSASEO

### Elenco dei partecipanti

	liv.		liv.		liv.
Arnone Alberto	IX	Fortunati Francesca	VI	Palazzo Nicoletta	III
Ballero Gabriele	VII	Franchini Daniela	VI	Parodi Elena	V
Barraco Ignazia	V	Franguelli Simona	VI	Passaseo Adriana Grazia	III
Beltrami Monica	V	Garbarino Maria Carla	V	Pernati Barbara	V
Beroldo Raffaella	VII	Gennai Irene Maria	VI	Pittaluga Dameri	VII
Bolla Matilde	VI	Genovese Giuseppe	V	Alessandro	
Borello Gian Piero	II	Imperatore Antonucci Danilo	VI	Poggi Sabrina	V
Cagnana Barbara	V	Ivaldi Fulvia	VII	Pollio Daniela	VII
Calvi Francesca	IV	La Ferla Michela	VI	Punginelli Marco	VI
Camauli Enrico	V	Lo Grasso Giusy	VI	Santroni Adriana	VI
Caporali Andrea	IV	Longo Massimo	III	Savoldi Giovanna	V
Corezzola Paola	VI	Luciano Sergio	DIRI	Sciaccaluga Liliana	V
D'Amone Stefania	V	Maloberti Sciutto Michela	VII	Scotto Stefania	VI
Dalla Libera Monica	V	Mamberti Emanuele	IV	Spano' Francesca	III
De Almeida Nunes	V	Mangiullo Diego	IV	Spinozzi Simone	V
Manganaro Jose' Carlos		Marescalchi Tatiana	VI	Talamo Valeria	VI
De Donatis Roberta	V	Miceli Diletta	VI	Tassistro Michela	V
De Marco Rocco	VI	Millio Marco	VI	Toncini Annamaria	V
Di Lello Piero	VIII	Mocavero Antonio	VI	Toselli Milena	III
Distefano Fabio	VII			Urso Ciro	VII
Foppiano Caterina	V				

### TemI

#### Tematiche di ricerca

Studio di nanodispositivi per fotonica ed elettronica applicata, strutturato nei seguenti filoni di ricerca:

- Dispositivi a Quantum Dot di InGaAs/GaAs
- Studio e fabbricazione di strutture a cristallo fotonico GaAs based
- Sviluppo di una piattaforma tecnologica basata sull'esplorazione del rilascio di strain come driving force per la manipolazione di strutture a semiconduttore su scala micro e nanometrica per l'ingegnerizzazione di sistemi e dispositivi per nanomeccanica e nanofotonica.
- Studio di materiali e dispositivi a large gap per elettronica di potenza ed iperfrequenze e studi di trasporto in regime mesoscopico
- Studio e sviluppo di dispositivi innovativi basati su materiali piezoelettrici (nitru) ed architetture innovative per applicazioni wireless, MEMS/NEMS e sensoristiche.
- Esplorazione di interazioni non lineari di secondo e terzo ordine in strutture III-Nitride a cristallo fotonico per lo sviluppo di sorgenti parametriche e micro/nano sorgenti di fotoni correlati

#### Stato dell'arte

Elenco dei risultati allo stato dell'arte:

- laser a quantum dot operanti a 1.3  $\mu\text{m}$  per applicazioni telecom con guadagno record di 42  $\text{cm}^{-1}$  per 6 layer di quantum dot di InAs/InGaAs, operanti a temperature di oltre 120  $^{\circ}\text{C}$  dallo stato fondamentale ed in modulazione diretta sino a 10 Gbit/sec.
- nanocavità a cristallo fotonico a simmetria circolare a quantum dot con Q-factor superiore a 2000
- Transistor ad alta mobilità a base di GaN/AlGaN con gate sub-micrometrico con mobilità di 2000  $\text{cm}^2/\text{Vs}$ , tensioni breakdown record di 200V e potenze di oltre 5W/mm su substrati in zaffiro
- generazione di seconda armonica in multistrati AlN/GaN epitassiali
- dispositivi piezoelettrici a base di nitru di alluminio sintetizzato per sputtering. Sono stati realizzati dispositivi SAW e BAW operanti a frequenze superiori al GHz e con coefficienti di accoppiamento elettromeccanico allo stato dell'arte.



- LED ibridi organico/inorganico a microcavità verticale con Q-factor record ( $>200$ ) ottenuti per litografia imprint
- incremento dell'efficienza di emissione di nanocristalli colloidali di un fattore 30 mediante metal enhancement fluorescence (MEF) su substrati metallici nanostrutturati

### **Azioni**

#### *Attività da svolgere*

Studio e realizzazione di dispositivi a cristallo fotonico a quantum dot. Studio e realizzazione di nanodispositivi free-standing su GaAs per nanosensoristica e/o nanofotonica, incluso lo studio di nanostrutture free-standing ibride con materiale attivo costituito da composti organici e/o nanocristalli.

L'attività sui dispositivi di potenza GaN/AlGaIn proseguirà con la sperimentazione di design innovativi del dispositivo e con lo studio di nuove soluzioni tecnologiche per la realizzazione dei contatti e gli strati di passivazione del dispositivo. Sarà inoltre implementato lo studio e l'ottimizzazione della crescita del materiale al fine di sperimentare nuove combinazioni di eterostrutture a base GaN per l'ottenimento congiunto di alte densità di 2DEG ed alta mobilità.

Fabbricazione di dispositivi BAW ad architettura FBAR a frequenze superiori a 2 GHz realizzati su membrana. Caratterizzazione elettromeccanica di strutture sospese a base nitruri ottenute con tecniche di micromachining.

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

Nella realizzazione di nanodispositivi free-standing ottenuti per rilascio di strain un punto critico risulta la possibilità della realizzazione dei contatti elettrici. È necessario uno studio sistematico sia del rilascio della struttura in presenza di uno strato di metallizzazione, sia di nuove combinazioni di struttura epitassiale/struttura dispositivo. Per la realizzazione di nanostrutture ibride si rende necessario lo studio di metodi di funzionalizzazione delle superfici, che permettano l'ottenimento di un alto filling factor del materiale attivo.

Studio di tecniche di passivazione 'in situ' di strutture GaN/AlGaIn e realizzazione di T-Gate da 0.15  $\mu\text{m}$  mediante tecnologia litografica bilayer o trilayer e successivo lift-off. Lo studio di nuove eterostrutture HEMT richiederà un attento controllo dello stress sia termico che strutturale delle strutture e soprattutto della struttura dell'interfaccia barriera/buffer layer. A tale scopo si intendere mettere a punto tecniche di caratterizzazione ottica risolta in tempo per lo studio delle dinamiche di ricombinazione dei portatori all'interfaccia.

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

Il gruppo di lavoro, composto da fisici ed ingegneri, ha una forte esperienza nell'ambito della sintesi, caratterizzazione e processing tecnologico di materiali e dispositivi. Le competenze possedute includono la crescita epitassiale tramite MOCVD ed MBE su materiali III/V e III-N, caratterizzazione ottica avanzata (risolta temporalmente e spazialmente), morfologico/strutturale ed elettrica di materiali e dispositivi, competenze di litografia elettronica ad alta risoluzione, modeling e di tutte le tecniche avanzate di processing tecnologico necessarie per la realizzazione di nanodispositivi. L'attività del gruppo nel campo dei dispositivi fotonici ha portato, fra gli altri, a risultati record su dispositivi a QDs in termini di guadagno modale e velocità di modulazione (10 GHz) anche ad alta temperatura ed alla realizzazione di dispositivi HEMT AlGaIn/GaN funzionanti ad alta frequenza ( $f_{\text{max}}=60\text{GHz}$ ), alta tensione di breakdown ( $>200\text{ V}$ ) e densità di corrente di leakage nel range dei microAmper.

#### *Strumentazione*

Per lo svolgimento delle attività previste sono disponibili le seguenti apparecchiature:

- 200 metri quadri di clean room in classe 1000 e parte in classe 100
- Sistema di crescita epitassiale MOCVD equipaggiato con 2 camere di reazione, per la crescita di composti III/V e III-N
- Sistema di crescita epitassiale MBE per la crescita di composti III/V
- Sistema di deposizione via Magnetron Sputtering per la sintesi di Nitruri
- Sistema di evaporazione a fascio elettronico per la deposizione di ossidi e metalli
- Evaporatore termico per contatti metallici
- ICP-RIE (Inductive coupled plasma) chlorine based per etching profondo di materiali semiconduttori
- ICP-RIE fluorine based per etching profondo di ossidi e materiali vetrosi
- 2 sistemi RIE per dry etching di semiconduttori ed ossidi
- 2 sistemi EBL (Electron Beam Lithography) per litografie con risoluzione nanometrica
- Sistema di litografia ottica dotato sistema di backside alignment con 500 nm di risoluzione

È inoltre disponibile tutta la strumentazione accessoria per la fabbricazione di dispositivi.



*Tecniche di indagine*

Spettroscopia in fotoluminescenza in ampio range spettrale (da 325 nm fino a 4 micron)  
Spettroscopia in fotoluminescenza risolta spazialmente (risoluzione 1 micron)  
Microscopia confocale operante dal vicino ultravioletto al vicino infrarosso  
Spettroscopia risolta in tempo (risoluzione al femtosecondo) UV - Visibile  
Tecniche di Down Conversion per spettroscopia risolta in tempo nell'infrarosso  
Indagine di morfologica e di superficie tramite Atomic Force Microscopy (AFM) e Scanning Tunneling Microscopy (STM)  
Microscopia elettronica a scansione (SEM)  
X-ray spectroscopy  
Network Analyzer per misure fino a 3 GHz  
Parameter analyzer  
Probe station con controllo in temperatura  
Set-up per misure elettriche di dispositivi con sensibilità di aA  
Set-up piezoelettrico per misure in guida d'onda  
Misure di effetto Hall

*Tecnologie*

Litografia ottica ad alta risoluzione  
Litografia elettronica a risoluzione nanometrica  
Dry Etching (incluso deep etching) per semiconduttori, ossidi e nitruri  
Rapid thermal annealing  
Tool di simulazione per dispositivi a cristallo fotonico  
Deposizione di ossidi e metalli  
Tecniche di lift-off

*Collaborazioni (partner e committenti)*

Principali collaborazioni: Università di Albuquerque (USA), , INDRA (Spagna), Università di Tokio (Giappone), Virginia Commonwealth University (USA), THALES (Fr), Università di Roma 'Tor Vergata', Università di Roma 'La Sapienza', Università di Modena, Politecnico di Bari, Politecnico di Milano.  
Principali committenti: STMicroelectronics, Agilent, SELEX S.I., Fiat Avio, MIUR, EU.

*Iniziative per l'acquisizione di ulteriori entrate*

Sono allo studio nuove idee progettuali da sottoporre nell'ambito dei call del settimo programma quadro. Sono inoltre in corso azioni per ampliare le collaborazioni industriali nell'ambito di progetti di ricerca applicata.

*Finalità*

*Obiettivi*

Integrazione di microlaser a Quantum Dot con cristallo fotonico operante ad alte frequenze e nanocavità a cristallo fotonico a quantum dot ad alto Q factor.  
Nanocavità ibride organico/semiconduttore basate su nanostrutturazione per rilascio di strain.  
Dispositivi HEMT ad alte prestazioni su SiC  
Integrazione di dispositivi RF su dispositivi per microfluidica  
Realizzazione di membrane sospese di AlN adatte per la realizzazione di nanoattuatori  
Generazione parametrica in strutture GaN/AlGaN a Cristallo Fotonico .

*Risultati attesi nell'anno*

Nanocavità a cristallo fotonico con Q-factor superiore a 2000. Realizzazione di micro/nano tubi ibridi semiconduttore/film organico. Realizzazione di strutture HEMT a base GaN ad alta mobilità. Messa a punto di procedure tecnologiche per la realizzazione di dispositivi su nitruri ad alte prestazioni. Dispositivi BAW ad architettura FBAR realizzati su membrana funzionanti a frequenze superiori a 2 GHz, e basso rumore ( $\leq 50$  dB). Ottenimento di nanostrutture (a membrana e/o a cantilever) adatte per applicazioni MEMS.

*Potenziale impiego*

*- per processi produttivi*

Tutte le linee di ricerca sviluppate hanno impieghi potenziali in diversi ambiti, dalla consumer elettronica ai dispositivi ad alte prestazioni.  
Per i dispositivi fotonici l'impiego principale è nell'ambito delle telecomunicazioni e della trasmissione dati per reti ottiche ad alta velocità.  
I dispositivi elettronici basati sui nitruri trovano applicazione nell'ambito sia delle comunicazioni wireless che elettronica satellitare, mentre i sensori, attuatori e dispositivi MEMS basati sull'effetto piezoelettrico hanno



importanti applicazioni in ambiti applicativi di largo consumo come automotive, avionica e sensoristica in generale

- per risposte a bisogni individuali e collettivi

### Moduli

**Modulo:** Nanotecnologie applicate a semiconduttori, ossidi e isolanti  
**Istituto esecutore:** Centro di responsabilità scientifica INFM  
**Luogo di svolgimento attività:** CRS NNL

### Risorse commessa 2007

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
231	28	962	52	1.273	20	1.010	246	N.D.	1.539

valori in migliaia di euro

Unità di personale di ruolo*	
ricercatori	Totale
2	5

\*equivalente tempo pieno

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

Richiesta nuove unità di personale			
tempo determinato	tempo indet	non di ruolo*	Totale
2	0	0	2

\*dottorati, borse di studio, assegni di ricerca



## Valorizzazione e promozione della ricerca

### *Dati generali*

<b>Progetto:</b>	Nanoscienze e nanotecnologie
<b>Tipologia di ricerca:</b>	Progetti relativi a linee tematiche a carattere strategico
<b>Istituto esecutore:</b>	Centro di responsabilità scientifica INFM
<b>Sede principale svolgimento:</b>	Sede principale Istituto
<b>Dip. di prevista afferenza:</b>	Materiali e Dispositivi
<b>Responsabile indicato:</b>	CRISTINA BATTAGLIA

### *Elenco dei partecipanti*

Arnone Alberto	liv. IX	Di Lello Piero	liv. VIII	Millio Marco	liv. VI
Ballerio Gabriele	VII	Distefano Fabio	VII	Narducci Elisabetta	III
Barraco Ignazia	V	Foppiano Caterina	V	Palazzo Nicoletta	III
Battaglia Cristina	II	Fortunati Francesca	VI	Parodi Elena	V
Beltrami Monica	V	Franchini Daniela	VI	Pernati Barbara	V
Beroldo Raffaella	VII	Franguelli Simona	VI	Pittaluga Dameri	VII
Bianucci Marco	II	Garbarino Maria Carla	V	Alessandro	
Bolla Matilde	VI	Gennai Irene Maria	VI	Poggi Sabrina	V
Borello Gian Piero	II	Genovese Giuseppe	V	Pollio Daniela	VII
Cagnana Barbara	V	Imperatore Antonucci Danilo	VI	Punginelli Marco	VI
Calvi Francesca	IV	Ivaldi Fulvia	VII	Santroni Adriana	VI
Camauli Enrico	V	La Ferla Michela	VI	Savoldi Giovanna	V
Campani Marco	II	Lo Grasso Giusy	VI	Sciaccaluga Liliana	V
Caporali Andrea	IV	Luciano Sergio	DIRI	Scotto Stefania	VI
Cella Silvia	III	Maloberti Sciutto Michela	VII	Spano' Francesca	III
Corezzola Paola	VI	Mamberti Emanuele	IV	Spinozzi Simone	V
Dalla Libera Monica	V	Mantovani Carlo	III	Talamo Valeria	VI
De Almeida Nunes	V	Marescalchi Tatiana	VI	Tassistro Michela	V
Manganaro Jose' Carlos		Merlino Silvia	III	Toncini Annamaria	V
De Donatis Roberta	V	Miceli Diletta	VI	Toselli Milena	III
De Marco Rocco	VI				

### *Temi*

#### *Tematiche di ricerca*

Nell'ambito della presente commessa si intendono sviluppare attività di valorizzazione e diffusione dei risultati della ricerca relativi al Dipartimento Materiali e Dispositivi.

A tal fine sono stati individuati tre diversi gruppi di attività:

- valorizzazione delle tecnologie e dei risultati brevettati;
- diffusione della cultura scientifica;
- formazione di ricercatori e tecnologi.

Il primo gruppo di attività riguarda le azioni per la valorizzazione dei risultati della ricerca (gestione e valorizzazione della proprietà intellettuale, licensing, spin off e collaborazioni industriali).

Il secondo gruppo è focalizzato sulle azioni volte a diffondere la cultura scientifica al mondo della scuola e a un pubblico di tutte le fasce di età attraverso la produzione di mostre interattive itineranti e di strumenti multimediali diffusi in rete.

#### *Stato dell'arte*

Le valorizzazione e la diffusione dei risultati della ricerca scientifica e tecnologica rappresentano un obiettivo fondamentale per i grandi istituti di ricerca internazionali e rientrano tra gli obiettivi prioritari dell'Agenda di Lisbona e, più di recente, fra gli strumenti di sviluppo e innovazione richiamati nella decisione del Parlamento Europeo che istituisce un programma quadro per la competitività e l'innovazione (2007-2013). Inoltre, il PQ7-RST promuoverà ulteriormente la diffusione e l'uso dei risultati della ricerca all'interno dei progetti e in settori tematici specifici.

In questo contesto si intende, a partire dall'esperienza maturata nell'attività di valorizzazione e diffusione dei risultati della ricerca, potenziare le collaborazioni tra il Dipartimento ed il tessuto imprenditoriale e sensibilizzare il grande pubblico alle nuove tecnologie per facilitarne l'assorbimento da parte dei mercati. A tal fine ci si orienterà sempre più verso progetti di filiera e di carattere internazionale cercando di non trascurare l'orientamento dei giovani verso le discipline che li rendono possibili.



### **Azioni**

#### *Attività da svolgere*

Si intende proseguire e consolidare le attività di valorizzazione delle tecnologie e dei risultati brevettati, licensing e collaborazioni industriali, diffusione della cultura scientifica e formazione di ricercatori e tecnologi. In particolare si intende rafforzare il rapporto con Sincrotrone Trieste scpa per la messa a punto di procedure per il funzionamento di strutture di trasferimento tecnologico.

Si prevede particolare vivacità in tema di gestione del portafoglio brevetti in considerazione delle manifestazioni di interesse industriale rispetto allo sviluppo di tecnologie innovative riguardo la preparazione e il trattamento di nuovi materiali. Tra le attività in avvio, a titolo d'esempio, si indicano: il coordinamento del progetto TIME "Tecnologie e Innovazione per il Mezzogiorno" relativo all'applicazione e divulgazione (attraverso la fiera "Science for Food") di nuove tecnologie in campo agroalimentare; attività di formazione, in collaborazione con l'Università di Messina, rivolta ai gruppi di ricerca in merito alla predisposizione e gestione di progetti del VII Programma Quadro di Ricerca e Sviluppo dell'Unione Europea.

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

Le criticità rilevate nelle attività condotte nell'ambito della commessa riguardano la necessità di attribuire sistematicità ai rapporti con partner esterni con cui si instaurano collaborazioni scientifiche e, contestualmente, stimolare nuovi contatti e rapporti di cooperazione in particolare con il mondo imprenditoriale. La possibilità di poter fare affidamento su una programmazione sistematica delle collaborazioni con l'esterno, consente di migliorare la qualità dei contenuti, il livello di approfondimento degli studi effettuati, la previsione di collaborazioni più strutturate su temi più ampi e a maggiore impatto scientifico/divulgativo.

In considerazione di questi punti critici, oltre alle iniziative di formazione rivolte ai ricercatori sui temi strategici della valorizzazione dei risultati della ricerca, è stato individuato un gruppo di lavoro sul trasferimento tecnologico dedicato alla promozione di iniziative per rafforzare le collaborazioni con le industrie, all'analisi delle iniziative spin-off sostenute in passato e ad eventuali azioni future, alla valutazione delle proposte di deposito di brevetti, rinnovi, estensioni.

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

#### *Strumentazione*

#### *Tecniche di indagine*

#### *Tecnologie*

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

Tra le numerose collaborazioni attivate nel corso degli anni sia a livello nazionale sia a livello internazionale ci limitiamo a segnalare quelle attualmente attive: Network europei Proton e Unite, Scuola Superiore Sant'Anna, Politecnico di Milano, LUISS, Fondazione Rosselli, Politecnico di Torino, Istituto Nazionale di Astrofisica, Università Federico II di Napoli, Università della Calabria, Università di Genova, Ufficio Scolastico Regionale per la Liguria, Università di Bari nel duplice ruolo di partner nel progetto "La Cittadella Mediterranea della Scienza e di committente degli exhibit, Università di Catania (progetto Città della Scienza), Associazione Festival della Scienza, Associazioni di giornalisti "Zadig- Roma" e "Evariste Galois". Rete europea ed extra-europea di scuole. Ambasciata Italiana in Cina, Beijing Acc. of Science (Pechino), Infmedia s.r.l., European Physical Society, Ediciones del Laberinto (Madrid), ScienceWords (Londra), Tehniški Muzej Slovenije (Lubiana).

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

Sia le attività di trasferimento tecnologico, sia le attività di diffusione della cultura scientifica hanno una forte connotazione progettuale e, allo stato attuale, possono vantare una notevole capacità di attrarre fondi esterni, sia di natura pubblica (MUR, MEF, EU, fondazioni, ecc) sia privata. Si prevede che i progetti e le attività in corso proseguano oltre il 2007 anche in virtù della costante ricerca di finanziamenti e di partnership con soggetti terzi. Val la pena sottolineare che l'intensa attività svolta nel campo delle mostre interattive, congiunta all'aspetto innovativo che la caratterizza almeno per il panorama italiano, ha determinato un intensificarsi di richieste di collaborazioni anche per progetti impegnativi.



### **Finalità**

#### **Obiettivi**

Le attività di diffusione della cultura scientifica hanno quale obiettivo quello di avvicinare la scienza e la società. In sintesi, e citando P. Busquin, 'in una società della conoscenza, una governance democratica deve garantire ai cittadini i mezzi per partecipare, in piena consapevolezza, alla scelta delle opzioni offerte da un progresso scientifico e tecnologico responsabile'.

Le attività di formazione, che si concretizzano nell'organizzazione di scuole tematiche sulle scienze dei materiali, intendono elevare il livello di specializzazione dei ricercatori (CNR ed esterni) preparandoli ad una carriera sia scientifica sia nelle imprese fornendo strumenti per la gestione dei processi di innovazione e per la tutela e valorizzazione dei risultati.

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

Tra i risultati attesi più rilevanti, si citano i seguenti:

organizzare l'evento fieristico 'Science for Food' dedicato all'incontro tra gli attori della grande distribuzione nel settore agroalimentare e le aziende operanti nel campo del controllo dei processi di produzione, del controllo della qualità e del packaging da un lato e, dall'altro, i gruppi di ricerca impegnati nello sviluppo di tecnologie innovative applicabili a tali settori industriali;

potenziare le attività di licensing e di gestione del portafoglio brevetti allo scopo di implementare il numero di famiglie di brevetti concessi in licenza, attualmente 6, ed il numero delle collaborazioni industriali.

supportare il posizionamento sul territorio del Centro di Ricerca e Sviluppo NNL attraverso nuove collaborazioni industriali favorendo la struttura nella valorizzazione dei risultati nel campo delle nanotecnologie e delle nanoscienze, anche attraverso il consolidamento dei rapporti con azienda attualmente coinvolte in progetti di ricerca di dimensioni importanti, come STMicronics srl, Sirio Panel srl, Avio Spa, Iguzzini srl, Astrom Fiamm srl, ecc.

#### **Potenziale impiego**

*- per processi produttivi*

*- per risposte a bisogni individuali e collettivi*

Le attività di valorizzazione dei risultati della ricerca rispondono al crescente bisogno di innovazione delle imprese che, per mantenere un soddisfacente livello di competitività, necessitano di collaborazioni stabili con le strutture di ricerca per favorire il processo di innovazione dei prodotti/servizi.

La divulgazione scientifica attraverso la realizzazione di mostre e prodotti multimediali ha, quale obiettivo prioritario, la sensibilizzazione del pubblico alle grandi frontiere scientifiche e tecnologiche, e la promozione di nuove vie di comunicazione tra mondo scientifico e società civile.

### **Moduli**

**Modulo:** Valorizzazione e promozione della ricerca  
**Istituto esecutore:** Centro di responsabilità scientifica INFM  
**Luogo di svolgimento attività:** Sede principale Istituto

#### **Risorse commessa 2007**

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>
367	16	27	52	462	42	85	254	N.D.	758

valori in migliaia di euro

<b>Unità di personale di ruolo*</b>	
<b>ricercatori</b>	<b>Totale</b>
7	8

\*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	0	0	0

\*dottorati, borse di studio, assegni di ricerca





**Progetto per CDS 507**  
**Dipartimento Materiali e Dispositivi**



## Commessa per CDS 507 Dipartimento Materiali e Dispositivi

### *Dati generali*

<b>Progetto:</b>	Progetto per CDS 507 Dipartimento Materiali e Dispositivi
<b>Tipologia di ricerca:</b>	Progetti relativi a linee tematiche a carattere strategico
<b>Istituto esecutore:</b>	Dipartimento Materiali e Dispositivi
<b>Sede principale svolgimento:</b>	Sede principale Istituto
<b>Dip. di prevista afferenza:</b>	Materiali e Dispositivi
<b>Responsabile indicato:</b>	GIANCARLO RIGHINI

### *Elenco dei partecipanti*

Chiorrini Daniela	liv. VIII	Mazzei Claudio	liv. V	Violetti Carla	liv. VI
Fratichini Anna Maria	VI	Righini Giancarlo	DIRE		

### *Temi*

#### *Tematiche di ricerca*

Le principali tematiche di ricerca del Dipartimento Materiali e Dispositivi includono lo studio e l'applicazione di:

- Componenti e sistemi ottici e fotonici
- Materiali magnetici funzionali
- Materiali organici e colloidali
- Materiali, processi e architetture per la microelettronica
- Materiali, sistemi e dispositivi superconduttivi avanzati
- Microtecnologie, nanoscienze e nanotecnologie
- Plasmi e sistemi atomici e molecolari per applicazioni innovative
- Sensori e microsistemi
- Sistemi e materiali complessi
- Sistemi quantistici con fotoni e atomi ultrafreddi
- Strutture e meccanismi biologici
- Tecniche diagnostiche avanzate, in particolare basate sull'utilizzo di alti campi elettromagnetici, raggi X, sorgenti laser, sorgenti di neutroni, radiazione di sincrotrone.

#### *Stato dell'arte*

Per la descrizione dello stato dell'arte nelle diverse aree di interesse del Dipartimento si rimanda alla consultazione dei documenti sulle singole Commesse (<http://www.cnr.it/commesse/CommesseAttive.html>).

### *Azioni*

#### *Attività da svolgere*

Le attività di ricerca del Dipartimento saranno svolte all'interno dei 6 Progetti:

- Materiali, dispositivi e sistemi magnetici e superconduttivi
- Sensori, microsistemi, materiali e processi per la microelettronica
- Materiali organici e colloidali, materiali e meccanismi biologici
- Componenti e dispositivi ottici e fotonici, plasmi e condensati di Bose-Einstein
- Nanoscienze e nanotecnologie
- Materiali e sistemi complessi.

Il Dipartimento intende inoltre avviare studi di fattibilità per due progetti interdipartimentali: Nanoscienze (con particolare attenzione alla nanomedicina) e Fotonica (con particolare attenzione ad aspetti ambientali ed energetici).

Il Dipartimento intende sostenere tutte le iniziative opportune per il sostegno di tali attività e per il trasferimento tecnologico e la divulgazione dei risultati ottenuti.

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

Esiste una situazione di grave crisi indotta dal taglio di 31 milioni di euro al contributo ordinario assegnato al CNR. Negli ultimi anni, la continua erosione in termini reali del contributo ordinario, a fronte della crescita delle voci di bilancio "incomprimibili" (in primis, le spese per gli stipendi del personale), aveva già determinato una situazione estremamente critica, in cui solo una bassa percentuale di tale contributo poteva essere utilizzata per il finanziamento diretto delle attività di ricerca. Il taglio apportato nel bilancio di previsione 2007 ha come risultato una riduzione dell'ordine del 30% delle risorse utilizzate per il funzionamento degli



Istituti. L'esame del bilancio preventivo ha posto in evidenza che le risorse assegnate sono tali da garantire l'attività degli Istituti solo per i primi otto mesi dell'anno in corso.

Una richiesta di ulteriore assegnazione al CNR (e quindi ai Dipartimenti) verrà inviata al Presidente del Consiglio dei Ministri ed al Ministro per l'Università e la Ricerca.

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

Per la descrizione delle competenze, tecniche di indagine e tecnologie disponibili presso gli Istituti afferenti e partecipanti al Dipartimento si rimanda alla consultazione dei documenti sulle singole Commesse (<http://www.cnr.it/commesse/CommesseAttive.html>) e delle attività svolte nei singoli Istituti (<http://www.cnr.it/commesse/IstitutiCNR.html>).

#### *Strumentazione*

Per la descrizione della strumentazione sviluppata e/o utilizzata per le attività di ricerca svolte all'interno del Dipartimento si rimanda alla consultazione dei documenti sulle singole Commesse (<http://www.cnr.it/commesse/CommesseAttive.html>) e delle attività svolte nei singoli Istituti (<http://www.cnr.it/commesse/IstitutiCNR.html>).

#### *Tecniche di indagine*

Per la descrizione delle metodologie e tecniche di indagine sviluppate e/o utilizzate nelle attività di ricerca svolte all'interno del Dipartimento si rimanda alla consultazione dei documenti sulle singole Commesse (<http://www.cnr.it/commesse/CommesseAttive.html>).

#### *Tecnologie*

Per la descrizione delle tecnologie sviluppate dai gruppi di ricerca operanti all'interno del Dipartimento si rimanda alla consultazione dei documenti sulle singole Commesse (<http://www.cnr.it/commesse/CommesseAttive.html>).

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

E' stato sviluppato un accordo quadro con il Consorzio Nazionale Interuniversitario per le Scienze fisiche della Materia (CNISM) che prevede una sistematica collaborazione tra le Università consociate attraverso l'inserimento di ricercatori e professori universitari nella programmazione e nello svolgimento delle attività del CNR nel settore delle scienze della materia.

Altre collaborazioni importanti sono state realizzate con diversi Enti pubblici di ricerca, tra i quali IENEA, e con imprese nazionali, quali STM e Finmeccanica, per l'applicazione in vari campi delle conoscenze e tecnologie sviluppate presso gli Istituti afferenti al Dipartimento.

Gli Istituti hanno una vasta rete di collaborazioni con Laboratori ed Istituti del CNRS (Francia), CSIC (Spagna), Max Planck e Fraunhofer (Germania). Fra le altre collaborazioni più significative è possibile citare quelle con ASI, ESA, IBM (Yorktown), AMD, Philips, Microlas/Lambda Physik, LETI-CEA, IMEC, Lucent Technology, Rutherford Laboratory (U.K.), EPF Lausanne, CEA-Saclay, Cornell Nanotechnology Center, Optoelectronic Research Center Southampton, Argonne National Laboratory (USA), oltre che con numerose tra le più prestigiose Università Nazionali ed Internazionali.

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

In parallelo all'azione nei confronti del Ministero per un incremento della dotazione CNR, il Dipartimento agirà come supporto per tutte le iniziative mirate a definire raggruppamenti di Laboratori/Istituti che possano costituire centri di eccellenza per lo svolgimento di progetti nazionali ed europei.

#### **Finalità**

##### *Obiettivi*

Il Dipartimento intende perseguire i seguenti obiettivi:

- 1) potenziamento della competitività e della capacità di innovazione dei gruppi di ricerca, attraverso la scelta di progetti e linee di ricerca coordinati a livello nazionale e ben inseriti nella ricerca internazionale;
- 2) potenziamento dei rapporti CNR/Università, con il duplice scopo di aprire l'accesso a gruppi Universitari alle facility CNR e di incrementare fortemente il numero di laureandi e dottorandi presso le strutture CNR.
- 3) potenziamento del rapporto CNR - mondo industriale in materia di R&D, soprattutto nei settori hardware e di sviluppo di processi e tecnologie;
- 4) pianificazione di investimenti sulla base di valutazione accurata dei risultati scientifici, dell'impatto della ricerca, e del trasferimento tecnologico dei risultati.

Tali obiettivi potranno essere raggiunti solo se la dotazione del CNR da parte del MUR verrà incrementata. L'esame del bilancio preventivo 2007 ha posto in evidenza che le risorse assegnate sono tali da garantire l'attività degli Istituti solo per i primi otto mesi dell'anno in corso.



#### *Risultati attesi nell'anno*

Il Dipartimento intende promuovere, oltre le Conferenze di Dipartimento previste dal Regolamento del CNR, seminari e convegni che facilitino ulteriori attività interdisciplinari ed interdipartimentali.

Per quanto riguarda i risultati attesi per le attività di ricerca, si invita a consultare i documenti sulle singole Commesse.

#### *Potenziale impiego*

##### *- per processi produttivi*

Gran parte delle metodologie, tecniche diagnostiche, nuovi materiali e dispositivi sviluppati dai gruppi di ricerca operanti all'interno del Dipartimento possono trovare applicazione in processi produttivi o nel loro controllo.

Particolare attenzione è dedicata dal Dipartimento alle problematiche della proprietà intellettuale (azioni brevettuali) e del trasferimento tecnologico e di innovazione.

Deattgli possono essere trovati nelle descrizioni delle attività delle singole Commesse (<http://www.cnr.it/commesse/CommesseAttive.html>).

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

Molti dei materiali, componenti e apparecchiature che costituiscono i risultati delle ricerche svolte dai gruppi operanti nel Dipartimento possono trovare impiego nei settori ambientale, agroalimentare, biomedicale e delle tecnologie dell'informazione, cioè in settori di grande rilevanza sociale.

#### *Moduli*

**Modulo:** Modulo per CDS 507 Dipartimento Materiali e Dispositivi  
**Istituto esecutore:** Dipartimento Materiali e Dispositivi  
**Luogo di svolgimento attività:** Sede principale Istituto

#### *Risorse commessa 2007*

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
327	2.320	40	0	2.687	180	2.540	20	N.D.	2.887

valori in migliaia di euro

<i>Unità di personale di ruolo*</i>	
ricercatori	Totale
0	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	0	0	0	0	0	0	0	0

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

\*dottorati, borse di studio, assegni di ricerca