



## **DIPARTIMENTO DI FISICA**

# **UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI MESSINA**

C.da Papardo, Salita Sperone 31, 98166 Messina



## **RAPPORTO DI ATTIVITA'**

**Anno 2004**

Tel.: +39 – 090391953. Fax: +39 090395004  
WEB page: <http://ww2.unime.it/dipfisica/>

## INDICE

<b>INTRODUZIONE</b> .....	2
<b>1 Struttura del Dipartimento</b> .....	3
<b>2 Organi</b> .....	4
<b>3 Personale</b> .....	5
3.1 Professori di ruolo .....	5
3.2 Ricercatori ed Assistenti di ruolo .....	6
3.3 Personale Tecnico-Amministrativo dell'Università .....	6
3.4 Personale Tecnico-Amministrativo dell'INFN .....	6
3.5 Borsisti Post-Doc e Post-Laurea, Assegnisti, Dottorandi, Visitatori .....	7
<b>4 Dottorato in Fisica</b> .....	8
<b>5 Tesi di Laurea e di Dottorato di Ricerca in Fisica</b> .....	9
<b>6 Attivita' di Ricerca</b> .....	10
6.1 Studio di Plasmi in Non-Equilibrio Prodotti da Impulsi Laser .....	11
6.2 Correlazioni fra ioni pesanti ad energie intermedie e Studio delle applicazioni del radiation processing .....	15
6.3 Produzione dei Nuclei Pesanti e Superpesanti .....	18
6.4 Materiali Amorfi .....	20
6.5 Proprietà elettroniche e magnetiche e transizioni di fase di sistemi metallici; .....	23
6.6 Proprietà Strutturali e Dinamiche di Sistemi Disordinati .....	24
6.7 Proprietà Strutturali e Dinamiche di Sistemi Complessi Puri e Confinati. Fisica Applicata ai Beni Culturali e alla Biofisica .....	28
6.8 Studio teorico e simulativo della struttura e degli equilibri di fase in fluidi complessi .....	31
6.9 Fisica Teorica e Computazionale dello Stato Liquido della Materia .....	33
6.10 Studio mediante simulazione atomistica di proprieta' strutturali, termodinamiche e dinamiche di sistemi complessi .....	34
6.11 Fisica dei Sistemi Complessi .....	35
6.12 Inquinamento ambientale acustico ed atmosferico .....	38

## **INTRODUZIONE**

**L'anno 2004** è il sedicesimo anno di vita del Dipartimento di Fisica dell'Università di Messina, che è stato costituito l'01/01/1989 per proseguire le attività del preesistente Istituto di Fisica Generale. Il Dipartimento è costituito da 30 professori di ruolo, 6 ricercatori, 1 assistente di ruolo, 10 unità di personale tecnico e amministrativo e da 3 dipendenti dell'INFN. Il Dipartimento è sede autonoma del Dottorato di Ricerca in Fisica dall'anno della sua costituzione ed è la sede elettiva in cui i dottorandi seguono i corsi di dottorato e svolgono la loro attività di ricerca. I docenti ed i ricercatori del Dipartimento svolgono la propria attività di ricerca principalmente nei campi della Fisica della Materia, della Fisica Nucleare e della Fisica applicata ai Beni culturali ed ambientali. Alcuni docenti del Dipartimento ricoprono ruoli di responsabilità gestionale e scientifica negli enti di ricerca e presso laboratori nazionali e internazionali. La produzione scientifica dell'anno 2004 è documentata da un congruo numero di lavori su riviste internazionali con referee (112) e dalla partecipazione a congressi internazionali (52 comunicazioni). Il costante potenziamento delle attività di ricerca realizzato negli ultimi anni è legato anche alla disponibilità di borse di studio di dottorato e post-dottorato e di assegni di ricerca, utilizzate presso il Dipartimento essenzialmente da giovani ricercatori italiani. I professori di ruolo del Dipartimento di Fisica svolgono la loro attività didattica nei numerosi corsi di Laurea Triennale e Magistrale attivati presso le Facoltà di Scienze MM.FF.NN., di Ingegneria, di Medicina e di Farmacia dell'Università di Messina e inoltre anche tutti i ricercatori hanno svolto nell'anno accademico 2003/04 almeno un corso ufficiale. Il Dipartimento è impegnato in modo particolare nella preparazione dei futuri fisici. Parte integrante della formazione del fisico, oltre ai corsi istituzionali, è lo svolgimento della tesi di laurea di secondo livello che porta, di norma, ad inserire almeno per un anno gli studenti nella attività di ricerca dei gruppi, con l'opportunità di raggiungere risultati originali. Nell'anno 2004 sono state portate a termine, presso il Dipartimento di Fisica, 15 tesi di Laurea e 4 tesi di Dottorato di Ricerca (XVI Ciclo).

## 1 – STRUTTURA DEL DIPARTIMENTO

Il Dipartimento di Fisica dell'Università di Messina è articolato in tre *Sezioni*, un *centro* di criogenia e un *Gruppo Operativo*:

Sezione di Struttura della Materia  
Sezione di Fisica Teorica  
Sezione di Fisica Nucleare  
Centro di Criogenia  
Gruppo Operativo di Fisica Applicata \*

\*Il Gruppo Operativo di Fisica Applicata può svolgere anche attività di consulenza conto terzi nelle seguenti discipline:

Fisica Ambientale  
Conservazione dei Beni culturali  
Criminalistica

Presso il Dipartimento operano:

13 Professori Ordinari  
16 Professori Associati  
7 Ricercatori  
11 Borsisti  
10 Dottorandi  
13 Unità di personale Tecnico e Amministrativo (Università)  
3 Unità di personale Tecnico e Amministrativo (I.N.F.N.)

Inoltre nel Dipartimento sono inseriti tecnici ed amministrativi associati ad Unità di Ricerca dei seguenti organismi nazionali:

Istituto Nazionale per la Fisica della Materia (INFN)  
Istituto Nazionale di Fisica Nucleare (INFN)

Presso il Dipartimento è attivato il Dottorato di Ricerca in Fisica

I corsi di laurea che si avvalgono dei laboratori didattici e delle strutture del Dipartimento sono:

Corso di laurea	in Fisica
	in Chimica
	in Matematica
	in Scienze Biologiche
	in Scienze Naturali
	in Ingegneria Civile
	in Ingegneria Elettronica
	in Ingegneria dei Materiali
	in Informatica

## **2 - ORGANI**

Sono organi del Dipartimento il *Consiglio*, il *Direttore* e la *Giunta*.

### *Consiglio di Dipartimento*

13 Professori Ordinari, 16 Professori Associati, 7 Ricercatori, 1 Assistente ordinario, il Segretario Amministrativo, 1 Rappresentante dei dottorandi di ricerca, 1 Rappresentante del personale tecnico-amministrativo.

### *Direttore*

G. CARINI; dal 01-11-2004 Prof. G. MAISANO

### *Segr. Amm.vo:*

S. CAMPOBELLO

### *Giunta*

F. BROCCIO  
G. CARINI  
G. D'ANGELO  
D. DE PASQUALE  
G. GIARDINA  
S. MAGAZU'  
G. MALESCIO  
G. PIZZIMENTI  
U. WANDERLINGH

### **3 - PERSONALE**

#### **3.1 Professori di ruolo**

M.C. ABRAMO	Associato di Fisica della Materia
P. BALLONE	Associato di Fisica della Materia
E. BRUNO	Associato di Fisica della Materia
C. BARNA'	Associato di Fisica Nucleare
C. CACCAMO	Straordinario di Fisica della Materia
G. CANNISTRARO	Straordinario di Fisica Tecnica
G. CARINI	Ordinario di Fisica Sperimentale
M. CUTRONI	Straordinario di Fisica Sperimentale
V. D'AMICO	Associato di Fisica Sperimentale
D. DE PASQUALE	Associato di Fisica Nucleare
G. FAZIO	Associato di Complementi di Fisica
G. GALLI	Associato di Fisica Sperimentale
P. GIAQUINTA	Ordinario di Fisica della Materia
G. GIARDINA	Straordinario di Fisica Sperimentale
B. GINATEMPO	Straordinario di Fisica Sperimentale
R. GIORDANO	Associato di Fisica Sperimentale
E. S. GIULIANO	Ordinario di Fisica della Materia
S. MAGAZU'	Straordinario di Fisica Sperimentale
G. MAISANO	Ordinario di Fisica Sperimentale
D. MAJOLINO	Associato di Fisica Sperimentale
G. MALESCIO	Associato di Fisica della Materia
F. MALLAMACE	Straordinario di Fisica Sperimentale
P. MIGLIARDO	Ordinario di Fisica Sperimentale
G. PIZZIMENTI	Associato di Fisica Teorica
A. PROVETTI	Associato di Informatica
R. RUGGERI	Associato di Fisica Sperimentale
L. TORRISI	Associato di Fisica Applicata

G. TRIPODO	Associato di Fisica Sperimentale
F. WANDERLINGH	Ordinario di Fisica Sperimentale
U. WANDERLINGH	Associato di Fisica Sperimentale

### **3.2 Ricercatori ed Assistenti di ruolo**

F. BROCCIO	Ass. di ruolo - Settore FIS/06
V. CRUPI	Ricercatore – Settore FIS/01
G. D'ANGELO	Ricercatore – Settore FIS/01
M. FEDERICO	Ricercatore – Settore FIS/01
A. ITALIANO	Ricercatore "INFN"
A. PICCOLO	Ricercatore – Settore ING-IND/11
S. PRESTIPINO GIARRITTA	Ricercatore – Settore FIS/03

### **3.3 Personale Tecnico-Amministrativo**

M. CALVO	Assistente Tecnico
S. CAMPOBELLO	Coordinatore Amministrativo
D. COSIO	Agente Tecnico
P. DONATO	Assistente Amministrativo
M. FARO	Funzionario Amministrativo
V. FURCI	Collaboratore Contabile
C. GENTILE	Coordinatore Tecnico
S. INTERDONATO	Coordinatore Tecnico
F. PAGANO	Operatore Amministrativo
S. RANDO	Assistente Amministrativo

### **3.4 Personale Tecnico-Amministrativo dell'I. N. F. N.**

D. COSIO	Specialista Tecnico Ente Ricerca
F. FIORENTINO	Collaboratore Tecnico Ente Ricerca
A. RUGGERI	Tecnologo

### 3.5

#### **Assegnisti di Ricerca:**

Caterina Branca, Dino Costa, Andrea Mandanici, Federica Migliardo, Antonio Faraone, Giuseppe Pellicane, Giovanna Romeo, Antonio Trifirò, Marina Trimarchi, Valentina Venuti.

#### **Borsisti Post-Doc:**

Germana Barone, Francesco Barreca.

#### **Dottorandi:**

##### ***Ciclo XVII***

Broccio Matteo, Nicotra Orazio, Ruberto Romina.

##### ***Ciclo XVIII***

Allitto Francesco, Barilaro Donatella, Carini Giovanni, Esposito Pino Rubens, Mangione Alfonso, Picciotto Antonino.

##### ***Ciclo XIX***

Caridi Francesco, Corsaro Carmelo, Crupi Cristina, La Rocca Sergio, Longo Francesca, Mandaglio Giuseppe.



#### 4. DOTTORATO DI RICERCA IN FISICA

Il primo Dottorato di Ricerca in Fisica è stato istituito nell'anno ac.1982/83 ed è continuato ininterrottamente fino all'anno solare 2004. In questo anno si sono tenuti i cicli XVII, XVIII e XIX.

*Coordinatore Prof. Carlo Caccamo.*

I seguenti cicli di lezioni (moduli) sono stati tenuti da docenti afferenti al Dipartimento di Fisica durante l'anno solare 2004:

##### Lezioni Dottorato di Ricerca in Fisica

###### 1° anno

Fisica dello stato solido I-II	Proff. Ginatempo-Bruno
Fisica dei sistemi a molti corpi (a-b)	Proff. Caccamo – Malescio
Fisica dei sistemi disordinati	Proff. Magazù - Tripodo
Tecniche di calcolo della fisica	Prof. Bruno - Dott. Savasta
Teoria delle interazioni fondamentali	Prof. De Pasquale
Introduzione alle tecniche spettroscopiche	Prof. F. Wanderlingh
Spettroscopia neutronica	Prof. U. Wanderlingh
Acquisizione ed elaborazione dei dati sperim.	Prof. Aliotta (CNR)
Spettroscopia ottica	Proff. Majolino – Crupi – Micali
Teoria delle reazioni nucleari	Prof. Giardina
Spettroscopia nucleare	Prof. Barnà
Teoria della funzione di risposta	Prof. F. Wanderlingh
Astrofisica nucleare e subnucleare	Prof. De Pasquale

##### Lezioni Dottorato di Ricerca in Fisica

###### 2° anno

Fisica dei sistemi polimerici e transizioni di fase	Prof. Mallamace
Spettroscopia acustica e dielettrica	Prof. Tripodo
Spettroscopia elettronica	Prof. Mondio
Teoria dei sistemi (Complessità – Irrevers.)	Prof. S. Magazù
Fisica relativistica	Prof. Denti
Teoria dei gruppi	Prof. Borghese
Spettroscopia nucleare	Prof. Barnà
Laboratorio di analisi numerica	Prof. Ginatempo
Fisica dei sistemi disordinati	Proff. Tripodo -Magazù
Astrofisica nucleare e subnucleare	Prof. De Pasquale
Spettroscopia ottica	Proff. Majolino – Crupi -Micali
Fisica dei sistemi a molti corpi (a – b)	Proff. Caccamo -Malescio
Teoria delle interazioni fondamentali	Prof. De Pasquale
Acquisizione ed elaborazione dei dati sperim.	Prof. Aliotta
Problemi connessi al restauro dei beni culturali	Prof. Triscari

## 5- TESI DI LAUREA E DI DOTTORATO DI RICERCA IN FISICA - ANNO 2004

### A. Tesi di Laurea

COGNOME E NOME	RELATORE	ARGOMENTO TESI di LAUREA
Beltrano Joseph John	L. Torrisi	Produzione di ioni da plasmi di laser pulsati per impianto ionico di materiali
Emanuele Umberto	D. De Pasquale	Studio di una cavit� a radiofrequenza ad alta efficienza per un acceleratore di elettroni compatto
Giubrone Giuseppe	R. Barna'	Studio di un sistema di trasporto magnetico del fascio di elettroni accelerati nel LINAC
Ilacqua Antonio	L. Torrisi	Interazione di impulsi laser con targhette solide e rivelazione dei prodotti emessi
La Fauci Iacopo	M.C. Abramo	Dilatazioni di matrici fullereniche indotte da molecole organiche
Maccarone Simona	S. Magazu'	Impiego di tecniche spettroscopiche per lo studio di "structure-makers" e "structure-breakers"
Mammano Francesco	E. Bruno	Trasferimento di carica nelle leghe metalliche
Marguccio Santina	G. Giardina	Dipendenza della fissilit� del nucleo composto dalla dinamica del canale d'ingresso
Palmisano Vincenzo	D. De Pasquale	Oscillazione di neutrini massivi
Puleio Antonio	D. Majolino	Studio delle propriet� strutturali e dinamiche di liquidi confinati in matrici nanoporose
Raimondo Anna	M. Cutroni	Propriet� dinamiche in vetri a conduzione ionica
Romeo Maurizio Giuseppe	F. Broccio	Cenesi di idrometeore
Tripodi Mariastella	V. Crupi	Problematiche biomediche studiate mediante spettroscopia IR e Raman in trasformata di Fourier
Vadala' Miriana	S. Magazu'	Studio della transizione liquido-liquido in sistemi a legame idrogeno
Verduci Annamaria	D. De Pasquale	Simulazioni con metodo Montecarlo di spettri di Bremsstrahlung prodotti da ioni accelerati dal Linac di Messina

### B. Tesi di Dottorato

COGNOME E NOME	RELATORE	ARGOMENTO TESI DI DOTTORATO
Broccio Matteo	F. Mallamace	Studies of structural arrest in dense attractive systems.
Nicotra Orazio	D. De Pasquale	Nuclear matter equation of state, from nuclei to compact stellar objects.
Ruberto Romina	M.C. Abramo	Crystallization and vitrification in supercooled model C <sub>60</sub> and binary fullerene-mixtures.

## 6. Attività Di Ricerca

Le attività di ricerca del Dipartimento si articolano essenzialmente nelle seguenti 12 linee:

1. Studio di Plasmi in Non-Equilibrio Prodotti da Impulsi Laser;
2. Correlazioni fra ioni pesanti ad energie intermedie e Studio delle applicazioni del radiation processing;
3. Produzione dei Nuclei Pesanti e Superpesanti;
4. Materiali Amorfi;
5. Proprietà elettroniche e magnetiche e transizioni di fase di sistemi metallici;
6. Proprietà Strutturali e Dinamiche di Sistemi Disordinati;
7. Proprietà Strutturali e Dinamiche di Sistemi Complessi Puri e Confinati. Fisica Applicata ai Beni Culturali e alla Biofisica;
8. Studio teorico e simulativo della struttura e degli equilibri di fase in fluidi complessi;
9. Fisica Teorica e Computazionale dello Stato Liquido della Materia;
10. Studio mediante simulazione atomistica di proprietà strutturali, termodinamiche e dinamiche di sistemi complessi.
11. Fisica dei Sistemi Complessi
12. Inquinamento ambientale acustico ed atmosferico

## 6.1 Studio di Plasmi in Non-Equilibrio Prodotti da Impulsi Laser

Partecipanti: Prof. Lorenzo Torrissi, Dr. A. Picciotto, Dr. F. Caridi, Dr. J. Beltrano, D.ssa A.M. Mezzasalma,

L'attività svolta dal Prof. Lorenzo Torrissi durante il 2004 ha riguardato prevalentemente lo studio di plasmi in non equilibrio prodotti in vuoto da ablazione laser di potenza, la loro caratterizzazione e la loro applicazione. Gli esperimenti sono stati svolti adoperando un laser Nd:Yag impulsato (9 ns) di intensità massima pari a  $10^{10}$  W/cm<sup>2</sup> presente presso l'INFN-LNS di Catania ed un laser a miscela di Iodio impulsato (400 ps) e di intensità massima pari ad  $10^{16}$  W/cm<sup>2</sup> presente presso i Laboratori PALS di Praga (Repubblica Ceca).

Sono state misurate le temperature dei plasmi, le densità di plasma, l'emissione particellare (ioni, elettroni e neutri) nonché l'emissione fotonica nel campo IR, VIS, UV e dei raggi X-molli, le frazioni di ionizzazione, le distribuzioni angolari e le distribuzioni energetiche e degli stati di carica ottenibili.

Ad alta intensità laser i plasmi presentano temperature dell'ordine di 50 keV, densità di circa  $10^{20}$ /cm<sup>3</sup>, stati di carica fino a circa 50+, elevata direttività di emissione centrata attorno alla normale alla targhetta irradiata e frazione di ionizzazione superiore al 90%. Le distribuzioni energetiche degli ioni emessi seguono andamenti di Boltzmann dipendenti dallo stato di carica dello ione. Le distribuzioni degli stati di carica informano sui processi di ionizzazione, di ricombinazione e di scambio di carica prodotti all'interno del plasma.

In particolare il prof. Torrissi ha approfondito due applicazioni della tematica di ricerca, quella che permette di iniettare ioni generati da plasmi in sorgente ioniche di acceleratori (come la sorgente ECR del ciclotrone dei Laboratori nazionali del Sud) e quella della possibile realizzazione di un acceleratore a fascio multienergetico, utilizzabile nel campo della impiantazione ionica, progettato in ambito INFN. Le ricerche svolte sono leader internazionale nel settore di ricerca considerato.

Su queste tematiche il Prof. Torrissi ha diretto tutte le attività connesse col Progetto PLAIA finanziato dall'INFN sia a livello nazionale, coordinando le sedi INFN di Catania, Messina e Lecce, che internazionale, con l'apporto dato, come Responsabile Italiano, al progetto Europeo "Ion Production and Ion implantation for laser ablation" al quale aderisce in qualità di esperto.

In questo ambito il prof. Torrissi ha partecipato a ricerche avvenute in laboratori esteri (Repubblica ceca, Polonia, Germania), ha partecipato a convegni Nazionali ed Internazionali, è stato invitato a tenere alcuni seminari specialistici sull'argomento ed è stato autore, nel 2004, di oltre trenta lavori su riviste Internazionali e Nazionali (di seguito elencati).

Parallelamente a questi studi, durante il 2004 il Prof. Torrissi si è interessato di Materiali Biocompatibili, della loro caratterizzazione fisica e del loro trattamento con fasci di ioni e di elettroni. In particolare si è interessato di effetti di Radiation damage di materiali polimerici indotti da alte dosi di fasci di elettroni di alta energia.

Le suddette attività sono state svolte dal Prof. Torrissi in collaborazione con 1 ricercatore dell'Università di Messina (Dr.ssa A.M. Mezzasalma), 2 Prof. Associati della medesima Università (Prof. F. Neri e Prof. R. Barnà), due dottorati di ricerca della stessa Università (Dr. A. Picciotto e Dr. F. Caridi), un tesista (Sig. D. Margarine) nonché con 1 Ricercatore dell'INFN-LNS di Catania (Dr. S. Gammino), 1 Ricercatore dell'Istituto di Fisica dell'Accademia delle Scienze di Praga (Dr. J. Krasa) ed un Professore dell'Istituto di Fisica dei Plasmi di Varsavia (Prof. J. Wolowski).

### *Bibliografia 2004*

Lavori scientifici pubblicati su riviste internazionali con Referee censite ISI

1) A. Valenza, A.M. Visco, L. Torrissi and N. Campo

"Characterization of ultra-high-molecular weight polyethylene (UHMWPE) modified by ion implantation" Polymer 45, 1707-1715, 2004

- 2) H.R. Hora, C. Yu, X.T. He, Z. Jie, F. Osman, F.P. Badziak, F.P. Boody, S. Gammino, R. Hopfl, K. Jungwirth, B. Kralikova, J. Krasa, L. Laska, L. Hong, G.H. Miley, P. Parys, P. Hansheng, M. Pfeifer, K. Rohlena, J. Skala, Z. Skladanowski, L. Torrissi, J. Ullschmied, J. Wolowski and W.Y. Zhang “Generation of nonlinear force driven blocks from skin layer interection of petawatt-picosecond laser pulses for ICF” *Plasma Science & Technology* 6(1), 2172-2178, Feb. 2004
- 3) L. Láska, K. Jungwirth, B. Králiková, J. Krása, M. Pfeifer, K. Rohlena, J. Skála, J. Ullschmied, J. Badziak, P. Parys, J. Wolowski, E. Woryna, L. Torrissi, S. Gammino, and F. P. Boody “Charge-energy distribution of Ta ions from plasmas produced by 1 and 3 frequencies of a high-power iodine laser”; *Review of Scientific Instruments* Vol 75(5) pp. 1588-1591. May 2004
- 4) L. Láska, K. Jungwirth, B. Králiková, J. Krása, E. Krouský, K. Maek, M. Pfeifer, K. Rohlena, J. Skála, J. Ullschmied, J. Badziak, P. Parys, L. Ryc, A. Szydlowski, J. Wolowski, E. Woryna, G. Ciavola, S. Gammino, L. Torrissi, and F. P. Boody;  
“Review of laser ion sources developments in Prague and production of q over 50+ ions at Prague Asterix Laser System”; *Rev. Sci. Instrum.* 75(5) 1546-1550, 2004
- 5) S. Gammino, G. Ciavola, L. Torrissi, L. Andò, M. Presti, L. Laska, J. Krasa, J. Wolowski  
“Innovative ion sources for accelerators. The benefits of the plasma technology” *Czech. J. of Physics* 54, Suppl. C, C883-C888, 2004
- 6) L. Torrissi, A. Picciotto, L. Andò, S. Gammino, D. Margarone, L. Laska, M. Pfeifer and J. Krasa  
“Pulsed laser ablation of gold at 1064 nm and 532 nm” *Czech. J. of Physics* 54, Suppl. C, C421-C430, 2004
- 7) J. Wolowski, J. Badziak, P. Parys, L. Ryc, K. Jungwirth, J. Krása, L. Láska, M. Pfeifer, K. Rohlena, J. Ullschmied, A. Mezzasalma, L. Torrissi, S. Gammino, H. Hora and F. P. Boody  
“The influence of pre-pulse plasma on ion and X-ray emission from Ta plasma produced by a high-energy laser pulse” *Czech. J. of Physics* 54, Suppl. C, C385-C390, 2004
- 8) L. Laska, K. Jungwirth, J. Krása, M. Pfeifer, K. Rohlena, J. Ullschmied, J. Badziak, P. Parys, J. Wolowski, E F. P. Boody, S. Gammino and L. Torrissi  
“Generation of extreme high laser intensities in plasma” *Czech. J. of Physics* 54, Suppl. C, C370-C377, 2004
- 9) L. Torrissi, S. Gammino, A.M. Mezzasalma, A.M. Visco, J. Badziak, P. Parys, J. Wolowski, E. Woryna, J. Krasa, L. Laska, M. Pfeifer, K. Rohlena and F.P. Boody “Laser ablation of UHMWPE-polyethylene by 438 nm high energy pulsed laser” *Appl. Surf. Sci.* 227, 164174, 2004
- 10) L. Torrissi  
“Ion charge state distributions in plasma produced by pulsed laser irradiations” *Rad. Eff. & Def. In Solids* 159, 249-258, 2004
- 11) L. Torrissi, A.M. Visco, R. Barnà, D. de Pasquale, N. campo, G. di marco, M. Trimarchi and A. Trifirò  
“Radiation effects induced by MeV electron beams irradiating dense polyethylene (UHMWPE)” *Rad. Eff. & Def. In Solids* 159(4), 259-271, 2004
- 12) S. Gammino, L. Torrissi, G. Ciavola, L. Andò, L. Celona, S. Manciangli, J. Krasa, L. Laska, M. Pfeifer, K. Rohlena, A.M. Mezzasalma, C. Gentile, A. Picciotto, J. Wolowski, E. Woryna, J. Badziak, P. Parys, D. Hotz and G.D. Shirkov  
“The electron cyclotron resonance coupled to laser ion source for charge enhancement experiment: production of high intensity ion beams by means of a hybrid ion source” *J. Appl. Phys.* 96(5), 2961-2968, 2004
- 13) L. Laska, J. Krasa, M. Pfeifer, K. Rohlena, S. Gammino, L. Torrissi, L. Andò and G. Ciavola  
“Generation of intense streams of metallic ions with a charge state up to 10+ in a laser ion source” *Rev. Sci. Instr.* 75(5), 1575-1578, 2004
- 14) L. Laska, J. Badziak, F. P. Boody, S. Gammino, K. Jungwirth, J. Krása, M. Pfeifer, K. Rohlena, J. Ullschmied, , P. Parys, J. Wolowski, E. Woryna and L. Torrissi  
“Laser production of highly charged ions” *Brazilian journal of Physics* 34(4B) 1-6, 2004

#### **Comunicazioni a Congresso con Referee 2004**

- 1) L. Torrissi

- “Characterization of titanium plasmas produced by high power laser pulses”  
 Proceedings SIF, Progress in Condensed Matter Physics, G. Mondio and E. Silipigni Eds.,  
 Messina January 2004.
- 2) S. Gammino, G. Diavola, L. Celona, L. Torrisci, L. Andò, M. Presti, L. Laska, J. Krasa and Wolowski  
 “Innovative ion sources for ion accelerators” Proc. Int. Conf. SPPT2004, June 2004, Prague
- 3) L. Torrisci, L. Andò, S. Gammino, A. Picciotto, D. Margarine, L. Laska, M. Pfeifer and J. Krasa  
 “Pulsed laser ablation of gold targets at 1064nm and 532 nm” Proc. Int. Conf. SPPT2004, June 2004, Prague
- 4) J. Wolowski, J. Badziak, P. Parys, L. Ryc, K. Jungwirth, J. Krása, L. Láska, M. Pfeifer, K. Rohlena, J. Ullschmied, A. Mezzasalma, L. Torrisci, S. Gammino, H. Hora and F. P. Boody  
 “The influence of pre-pulse plasma on ion and X-ray emission from Ta plasma produced by laser ablation” Proc. Int. Conf. SPPT2004, June 2004, Prague
- 5) L. Laska, K. Jungwirth, J. Krása, M. Pfeifer, K. Rohlena, J. Ullschmied, J. Badziak, P. Parys, J. Wolowski, E. F. P. Boody, S. Gammino and L. Torrisci  
 “Generation of extreme high laser intensities in plasma laser-produced” Proc. Int. Conf. SPPT2004, June 2004, Prague
- 6) L. Torrisci, S. Gammino, E. Amato, A. Mezzasalma, A. Picciotto, J. Krasa and L. Laska  
 “Ions, electrons and X-rays produced by pulsed Nd:YAG laser irradiating metals” Proc. Int. Conf. ECLIM, Rome Sept. 2004
- 7) N. Campo, F. Caridi, L. Torrisci and A.M. Visco  
 “Polyethylene treatments with ion and electron beams to improve its mechanical properties”  
 9<sup>th</sup> Meeting “Ceramics, cells and tissues”, Faenza, Ott. 2004
- 8) V. Nassisi, J. Wolowski, J. Badziak, J. Krasa, F.P. Boody, L. Torrisci, A. Mezzasalma, L. Calcagnile, G. Quarta, F. Belloni, D. Doria, S. Gammino  
 “Modification of materials by high energy plasma ions” 8th European Conference on Accelerators in Applied Research and Technology, September 20-24, 2004, Paris, France
- 9) V. Nassisi, F. Belloni, D. Doria, A. Lorusso, L. Torrisci, L. Calcagnile, G. Quarta  
 “Characterisation of ablation plasma ion implantation” 8th European Conference on Accelerators in Applied Research and Technology, September, 20-24, 2004, Paris, France
- 10) L. Torrisci, E. Amato and S. Gammino  
 “Study of the photon emission from plasma generated by fast pulsed laser” Proc. Of 2<sup>nd</sup> German-Polish Conference on “Plasma Diagnostics for Fusion and Applications” Cracow, Poland, Sept 8-10, 2004
- 11) A. Picciotto, J. Krasa, L. Laska, K. Rohlena, L. Torrisci, S. Gammino, L. Andò and A.M. Mezzasalma  
 “Analysis of ion currents emitted by laser-produced plasmas” In *Proceedings of the Fourth International Workshop and School: Towards Fusion Energy – Plasma Physics, Diagnostics, Applications*, pages 659-663, Kudowa Zdrój, Poland, June 2004. IPPLM CD-ROM.
- 12) M. Rosiński, J. Badziak, F.P. Boody, S. Gammino, H. Hora, J. Krása, L. Láska, A.M. Mezzasalma, P. Parys, K. Rohlena, L. Torrisci, J. Ullschmied, J. Wołowski, and E. Woryna.  
 “Direct implantation of laser-produced ions into various materials”. In *Proceedings of the Fourth International Workshop and School: Towards Fusion Energy – Plasma Physics, Diagnostics, Applications*, pages 659-663, Kudowa Zdrój, Poland, June 2004. IPPLM CD-ROM.
- 13) Láska, L. - Badziak, J. - Boody, F. P. - Gammino, S. - Jungwirth, K. - Krása, J. - Parys, P. Pfeifer, M. - Rohlena, K. - Torrisci, L. - Ullschmied, J. - Wolowski, J.  
 “Laser production of ions at different pre-formed plasma conditions”. In: *Plasma Physics*. - (Ed. Norreys, P.; Hutchinson, H.). - Mulhouse, EPS 2004. - S. -. European Physical Society Conference on Plasma Physics /31./. London (GB)
- 14) F.P. Boody, P. Bickel, J. Kempf, G. Monkman, R. Hopfl, H. Hora, L. Laska, J. Krasa, M. Pfeifer, K. Rohlena, J. Wolowski, J. Badziak, P. Parys, L. Ryc, E. Woryna, A. Szyldowski, L. Torrisci, S. Gammino and A. Mezzasalma  
 “Flexible laser ion source for ion implantation” Proc. SPIE Conference 5448, Taos, New

Mexico, USA, Apr. 2004

*Reports 2004*

- 15) L. Torrisi, E. Amato, S. Gammino, D. Margarone, G. Bonanno and S. Scuderi “Study of photons emission from plasma generated by fast pulsed laser” Report INFN-LNS, 2004, in press
- 16) F. Caridi, A. Ilaqua, A. Picciotto, N. Campo, A.. Trifirò, M. Trimarchi, L. Auditore, R. Barnà and L. Torrisi “Radiation damage in polietilene indotto da irraggiamento di elettroni” SIF, XC Congr. Naz. SIF, Brescia, Sett. 2004

## **6.2 Correlazioni fra ioni pesanti ad energie intermedie e Studio delle applicazioni del radiation processing**

Partecipanti: F. Allitto, L. Auditore, R. C. Barnà, D. De Pasquale, V. D'Amico, A. Italiano, A. Trifirò, M. Trimarchi

### Studio delle applicazioni del radiation processing

Durante l'anno 2004, mediante l'acceleratore lineare di elettroni da 5 MeV presente presso questo Dipartimento sono state studiate le modifiche indotte dalla radiazione ionizzante su alcuni materiali. In particolare questo studio è stato svolto in una prima fase a fini dosimetrici, per caratterizzare la risposta alla radiazione da parte di vetri o cristalli, al fine di sviluppare un nuovo dosimetro economico per le elevate correnti impulsive di questo acceleratore. In seguito, sono state studiate le modifiche indotte dalla radiazione nelle proprietà meccaniche del polietilene ad alta densità (Ultra High Molecular Weight PolyEthylene) e nelle proprietà diffusive del polietilene nero. Inoltre, varie prove sono state effettuate su resine commerciali al fine di realizzare un sistema per filament winding.

### Sviluppo di una sorgente di raggi X di alta energia per radiografie industriali

La possibilità di generare un fascio di raggi X con energia massima di 5 MeV a partire dall'acceleratore esistente ha stimolato lo sviluppo di un sistema per radiografie industriali e tomografie ad alta energia per oggetti di grandi dimensioni o di materiali pesanti.

Nel corso del 2004, numerose simulazioni effettuate mediante il codice MCNP-4C2 hanno consentito di effettuare un progetto definitivo per la sorgente di raggi X. Sono state studiate le performances di conversione elettroni-gamma di diversi materiali pesanti in funzione del loro spessore, le proprietà filtranti di alcuni metalli al fine di ridurre le componenti diffuse di bassa energia degli X prodotti, nonché lo schema geometrico dei collimatori atti a garantire il parallelismo del fascio di raggi X allo scopo di ottenere buone radiografie.

La sorgente così realizzata è stata interfacciata con uno schermo convertitore X-luce di tipo GOS e con una telecamera CCD. Sono state ottenute alcune radiografie preliminari di oggetti costruiti in materiali pesanti, in vista della realizzazione di un sistema topografico.

### Correlazioni fra ioni pesanti ad energie intermedie

Nell'ambito invece dell'attività di questo gruppo in fisica nucleare, si è dato inizio all'analisi dei dati sperimentali raccolti presso l'IREs di Strasburgo alla fine del 2003 nell'ambito dell'esperimento PARECO. In questo ambito è stata affidata una tesi di Dottorato di Ricerca.

Per quanto riguarda l'esperimento ISOSPIN, che viene svolto in collaborazione con le sezioni INFN di Catania, LNS, Milano e Napoli, questo gruppo di ricerca ha partecipato al montaggio definitivo del multirivelatore CHIMERA presso il Laboratorio Nazionale del Sud, alla raccolta dei dati sperimentali durante numerose campagne effettuate durante tutto l'anno, e si è impegnato nell'ambito della calibrazione dei rivelatori, con particolare riguardo all'identificazione delle massa mediante la procedura di calibrazione  $\Delta E-E$ .



Elenco lavori pubblicati su riviste internazionali con referee:

- 1) E.Geraci, M.Bruno, M.D'Agostino, E.De Filippo, A.Pagano, G.Vannini, M.Alderighi, A.Anzalone, L.Auditore, V.Baran, R.Barnà, M.Bartolucci, I.Berceanu, J.Blicharska, A.Bonasera, B.Borderie, R.Bougault, J.Brzychczyk, G.Cardella, S.Cavallaro, A.Chbihi, J.Cibor, M.Colonna, D.De Pasquale, M.Di Toro, F.Giustolisi, A.Greszczuk, P.Guazzoni, D.Guinet, M.Iacono-Manno, A.Italiano, S.Kowalski, E.Laguidara, G.Lanzalone, G.Lanzanò, N.Le Neindre, S.Li, S.Lo Nigro, C.Maiolino, Z.Majka, G.Manfredi, T.Paduszynski, M.Papa, M.Petrovici, E.Piasecki, S.Pirrone, G.Politi, A.Pop, F.Porto, M.F.Rivet, E.Rosato, S.Russo, P.Russotto, G.Sechi, V.Simion, M.L.Sperduto, J.C.Steckmeyer, A.Trifirò, M.Trimarchi, M.Vigilante, J.P.Wieleczko, J.Wilczynski, H.Wu, Z.Xiao, L.Zetta, W.Zipper: *'Isoscaling in central  $^{124}\text{Sn}+^{64}\text{Ni}$ ,  $^{112}\text{Sn}+^{58}\text{Ni}$  collisions at 35 A MeV* – **Nuclear Physics A732** (2004) 173-201
- 2) E. Amato, R.C. Barnà, V. D'Amico, D. De Pasquale, A. Italiano, A. Trifirò and M. Trimarchi: *'Response of an underwater Cherenkov detector to supernova neutrinos'* - **Phys. Rev. C 69** (2004) 035801
- 3) L.Auditore, R.C.Barnà, D.De Pasquale, A.Italiano, A.Trifirò, M.Trimarchi: *'Pulsed 5 MeV standing wave electron linac for radiation processing'* **Phys. Rev. ST-AB 7** (2004) 030101
- 4) E.Geraci, M.Alderighi, A.Anzalone, L.Auditore, V.Baran, M.Bartolucci, I.Berceanu, J.Blicharska, A.Bonasera, B.Borderie, R.Bougault, M.Bruno, J.Brzychczyk, G.Cardella, S.Cavallaro, A.Chbihi, J.Cibor, M.Colonna, M.D'Agostino, E.De Filippo, M.Di Toro, F.Giustolisi, A.Greszczuk, P.Guazzoni, D.Guinet, M.Iacono-Manno, S.Kowalski, E.Laguidara, G.Lanzalone, G.Lanzanò, N.Le Neindre, S.Li, S.Lo Nigro, C.Maiolino, Z.Majka, G.Manfredi, T.Paduszynski, A.Pagano, M.Papa, M.Petrovici, E.Piasecki, S.Pirrone, G.Politi, A.Pop, F.Porto, M.F.Rivet, E.Rosato, S.Russo, P.Russotto, G.Sechi, V.Simion, M.L.Sperduto, J.C.Steckmeyer, A.Trifirò, M.Trimarchi, G.Vannini, M.Vigilante, J.P.Wieleczko, J.Wilczynski, H.Wu, Z.Xiao, L.Zetta and W.Zipper: *Isotope correlations as a probe for freeze-out characterization: central  $^{124}\text{Sn} + ^{64}\text{Ni}$ ,  $^{112}\text{Sn} + ^{58}\text{Ni}$  collisions'* **Nuclear Physics A734** (2004) 524-527
- 5) R. Barna, V. Bollini, A. Bubak, A. Budzanowski, D. De Pasquale, D. Filges, S. V. Förtsch, F. Goldenbaum, A. Heczko, H. Hodde, A. Italiano, L. Jarczyk, B. Kamys, J. Kisiel, M. Kistryn, St. Kistryn, St. Kliczewski, A. Kowalczyk, P. Kulesza, H. Machner, A. Magiera, J. Majewski, W. Migda, H. Ohm, N. Paul, B. Piskor-Ignatowicz, K. Pysz, Z. Rudy, H. Schaal, R. Siudak, E. Stephan, G. F. Steyn, R. Sworst, T. Thovhogi, M. Wojciechowski and W. Zipper, *'PISA – an experiment for fragment spectroscopy at the Internal Beam of COSY: application of an Axial Ionization Chamber'* **NIM A519** (2004) 610-622
- 6) A.Pagano, M.Alderighi, F. Amorini, A.Anzalone, L.Arena, L.Auditore, V.Baran, M.Bartolucci, I.Berceanu, J.Blicharska, J.Brzychczyk, A.Bonasera, B.Borderie, R.Bougault, M.Bruno, G.Cardella, S.Cavallaro, M.B.Chatterjee, A.Chbihi, J.Cibor, M.Colonna, M.D'Agostino, R.Dayras, E.De Filippo, M.Di Toro, W.Gawlikowicz, E.Geraci, F.Giustolisi, A.Greszczuk, P.Guazzoni, D.Guinet, M.Iacono-Manno, S.Kowalski, E.Laguidara, G.Lanzanò, G.Lanzalone, N.Le Neindre, S.Li, S.Lo Nigro, C.Maiolino, Z.Majka, G.Manfredi, T.Paduszynski, M.Papa, M.Petrovici, E.Piasecki, S.Pirrone, R. Planeta, G.Politi, A.Pop, F.Porto, M.F.Rivet, E.Rosato, F.Rizzo, S.Russo, P.Russotto, M.Sassi, G.Sechi, V.Simion, K.Siwiek-Wilczynska, I.Skwira, M.L.Sperduto, J.C.Steckmeyer, L.Swidorski, A.Trifirò, M.Trimarchi, G.Vannini, M.Vigilante, J.P.Wieleczko, J.Wilczynski, H.Wu, Z.Xiao, L.Zetta and W.Zipper: *'Fragmentation studies with the CHIMERA detector at LNS in Catania: recent progress'* **Nuclear Physics A734** (2004) 504-511

- 7) L. Torrisi, A. M. Visco, R. Barnà, D. De Pasquale, N. Campo, G. Di Marco, M. Trimarchi, A. Trifirò : ‘*Radiation effects induced by MeV electron beams irradiating dense polyethylene (UHMWPE)*’ **Radiation Effects and Defects in Solids** **159/4** (2004) 259-271
- 8) M.Alderighi, A.Anzalone, L.Auditore, N.Arena, R.Bassini, J.Blicharska, C.Boiano, V.Campagna, G.Cardella, S.Cavallaro, M.D’Andrea, A.Di Stefano, F. Fichera, E.De Filippo, E.Geraci, N.Giudice, F.Giustolisi, A.Greszczuk, N.Guardone, P.Guazzoni, A.Grimaldi, E.Laguidara, G.Lanzanò, G.Lanzalone, A.Limone, D.Nicotra, T.Paduszynski, A.Pagano, M.Papa, S.Pirrone, G.Politi, F.Porto, C.Rapicavoli, G.Rizza, E.Rosato, S.Russo, P.Russotto, S.Salomone, M.Sassi, G.Saccà, G.Sechi, M.L.Sperduto, A.Trifirò, M.Trimarchi, S.Urso, M.Vigilante, L.Zetta, V.Zipper: ‘*Pulse shape method applied to silicon detectors of CHIMERA array*’ **Nuclear Physics A****734** (2004) E88-E91

Elenco comunicazioni a Congressi Nazionali ed Internazionali:

- 1) L. Auditore, R.C. Barnà, D. De Pasquale, A. Italiano, A. Trifirò, M. Trimarchi: “*Design of a photoneutron source based on a 5 MeV electron linac*” **EPAC 04**, Lucern (Switzerland), July 05-09, 2004
- 2) L. Auditore, R.C. Barnà, D. De Pasquale, A. Italiano, A. Trifirò, M. Trimarchi: “*A 5 MeV electron linac for radiation processing*” **EPAC 04**, Lucern (Switzerland), July 05-09, 2004
- 3) L. Auditore, R.C. Barnà, D. De Pasquale, A. Italiano, A. Trifirò, M. Trimarchi: “*Studio di una sorgente di fotoneutroni prodotti da elettroni da 5 MeV*” **XC Congresso Nazionale SIF**, Brescia, 20-25 Settembre 2004
- 4) L. Auditore, R.C. Barnà, D. De Pasquale, A. Italiano, A. Trifirò, M. Trimarchi “*Un acceleratore lineare di elettroni da 5 MeV per radiation processing*” **XC Congresso Nazionale SIF**, Brescia, 20-25 Settembre 2004

### 6.3 Produzione dei Nuclei Pesanti e Superpesanti

Partecipanti: Proff. Giovanni Fazio, Giorgio Giardina e Roberto Ruggeri, e Dr. Giuseppe Mandaglio (Dottorando del XIX ciclo)

Sono state studiate le reazioni nucleari  $^{16}\text{O}+^{204}\text{Pb}$  e  $^{96}\text{Zr}+^{124}\text{Sn}$  (che portano alla formazione del nucleo  $^{220}\text{Th}^*$ ), e la reazione nucleare  $^{48}\text{Ca}+^{208}\text{Pb}$  (che forma il nucleo composto  $^{256}\text{No}^*$ ), allo scopo di investigare gli effetti che si inducono sui prodotti finali, dovuti alle strutture dei nuclei ed alla dinamica dei processi di reazione.

Nel caso della formazione del nucleo  $^{220}\text{Th}^*$  è stato possibile mettere in evidenza l'influenza dell'asimmetria di massa del canale d'ingresso sulla dinamica della reazione che forma prodotti dipendenti dalla competizione tra quasifissione e fusione completa. Al tempo stesso, i prodotti finali della reazione (frammenti e residui di evaporazione) dipendono dalla diseccitazione del nucleo composto, sensibile esso stesso alle condizioni del canale d'ingresso.

Nel caso della formazione del nucleo  $^{256}\text{No}^*$ , i nuclei interagenti sono caratterizzati dalla doppia chiusura di shell, e ciò esalta nei prodotti della reazione gli effetti dovuti alle particolari condizioni di struttura dei nuclei.

E' stato possibile, inoltre, investigare la dipendenza della probabilità di fissione dei nuclei intermedi formati lungo la cascata di diseccitazione del nucleo composto, e valutare come dette condizioni determinano ed influenzano i residui di evaporazione. La semplice analisi dei dati sperimentali non porta infatti a una conclusione priva di ambiguità. E' necessario pertanto uno studio teorico dei vari steps della reazione ed un calcolo delle sezioni d'urto parziali di cattura e fusione per comprendere correttamente i risultati sperimentali.

Detto studio è importante per progettare nuovi esperimenti e scegliere opportunamente le reazioni nucleari che conducono nelle condizioni di migliore efficacia alla formazione di ulteriori nuclei superpesanti.

#### Papers

- 1) Fazio G., Giardina G., Lamberto A., Ruggeri R., Saccà C., Palamara R., Muminov A.I., Nasirov A.K., Yakhshiev U.T., Hanappe F., Materna T. and Stuttgé L. “*Fomation of heavy and superheavy elements by reactions with massive nuclei*”, Eur. Phys. J. A **19**, 89 (2004).
- 2) Giardina G., Fazio G., Lamberto A., Muminov A.I., Nasirov A.K., Yakhshiev U.T., Palamara R., Ruggeri R. “*Reactions of massive nuclei for the synthesis of heavy and superheavy nuclei*”, Acta Phys. Hung. A **19**, 101 (2004)
- 3) Nasirov A.K., Giardina G., Muminov A.I., Scheid W. and Yakhshiev U.T. “*Dynamics of capture and fusion in heavy ion collisions*” Acta Phys. Hung. A **19**, 109 (2004),
- 4) Fazio G., Giardina G., Lamberto A., Muminov A.I., Nasirov A.K., Hanappe F., Stuttge L. “*The influence of the entrance channel dynamics on the evaporation residue formation*” Eur. Phys. J. A **22**, 75 (2004).
- 5) Itkis M.G., Beghini S., Bogatchev A.A., Corradi L., Dorvaux O., Hanappe F, Gadea A., Giardina G., Itkis I.M., Jandel M., Kliman J., Kniajeva G.N., Kondratiev N.A., Korzyukov I.V., Kozulin E.M., Krupa L., Latina L., Materna T., Montagnoli G., Oganessian Y.T., Pokrovsky I.V., Prokhorova E.V., Rowley N., Rusanov A.Y., Scarlassara F., Stefanini A.M., Stuttge L., Szilner S., Trotta M., Voskressenski V.M. “*Shell effects in Fusion-Fission of heavy and superheavy nuclei*” . Acta Phys. Hung. A **19**, 9 (2004).
- 6) Materna T., Aritomo Y., Amar N., Bogatchev A., Bouchat V., Dorvaux O., Giardina G., Grevy S., Hanappe F., Itkis I., Itkis M., Jandel M., Knyajeva G., Kliman J., Kozulin E., Kondratiev N., Krupa L., Peter J., Prokhorova E., Pokrovsky I., Schmitt C., Stuttge L., Voskresensky V.. “*Capture and dissipation in the superheavy region*” Nucl. Phys. A **734**, 184 (2004).

- 7) Drozdov V.A., Eremenko D.O., Fotina O.V., Giardina G., Malaguti F., Platonov S.Y., Yuminov O.A. “*Decay time of heavy excited nuclei*” Nucl. Phys. A **734**, 225 (2004).
- 8) Itkis M.G., Aysto M.G., Beghini S., Bogachev A.A., Corradi K., Dorvaux O., Gadea A., Giardina G., Hanappe F., Itkis I.M., Jandel M., Kliman J., Khlebnikov S.V., Kniajeva G.N., Kondratiev N.A., Kozulin E.M., Krupa L., Latina A., Materna T., Montagnoli G., Oganessian Y.T., Pokrovsky I.V., Prokhorova E.V., Rowley N., Rubchenya V.A., Rusanov A.Y., Sagaidak R.N., Scarlassara F., Stefanini A.M., Stuttge L., Szilner S., Trotta M., Trzaska W.H., Vakhtin D.N., Vinodkumar A.M., Voskressenski V.M., Zagrebaev V.I. “*Shell effects in fission and quasi-fission of heavy and superheavy nuclei*” Nucl. Phys. A **734**, 136 (2004).

#### Comunicazioni a congressi

- 1) Fazio G., Giardina G., Lamberto A., Mandaglio G., Palamara R., Ruggeri R., Saccà C., Nasirov A. K., “*L’influenza della dinamica di reazione sulla produzione dei residui di evaporazione*”, XC Congresso Nazionale SIF, Boll. n° 5, pag. 138, 2004.
- 2) Nasirov A. K., Giardina G., Muminov A.I., Mandaglio G., Kalandarov Sh., Utamuratov R., “*Appearance of Fast-Fission and Quasifission in Reactions with Massive Nuclei*”, Third Eurasian Conference “Nuclear Science and its Application” 5-8 October Tashkent (Republic of Uzbekistan), 2004.

#### **Ospiti Stranieri del Dipartimento di Fisica durante l’anno 2004**

- A. K. Nasirov del Bogoliubov Laboratory of Theoretical Physics del JINR, Dubna, Russia.
- F. Hanappe dell’Université Libre de Bruxelles, Belgio.
- E. Tomasi-Gustafsson del Centre D’Etudes de Saclay, Francia.

## 6.4 Materiali Amorfi

Partecipanti: Giovanni Carini, Giuseppe Carini, Cristina Crupi, Maria Cutroni, Giovanna D'Angelo, Mauro Federico, Andrea Mandanici, Gaspare Tripodo.

### 1. Rilassamenti meccanici in polimeri amorfi interpenetranti.

Esperimenti di calorimetria a scanning differenziale e spettroscopia meccanica dinamica in network di polimeri termoplastici interpenetranti basati su poliuretano (PU) e (S-b-AK) e su network sequenziali di polimeri pienamente interpenetranti (full-IPN) basati su poliuretano crosslinked (CPU) and policianurati (PCN) di esteri dicianati hanno evidenziato distinte transizioni calorimetriche e meccaniche, che sono state associate ad una inerente eterogeneità della struttura caratterizzante questi network termoplastici, dovuta ad una debole affinità termodinamica dei due componenti. Queste osservazioni indicano che la morfologia dei polimeri amorfi studiati è basata su strutture a doppia fase caratterizzate da deboli interazioni intercatena.

### 2. Anarmonicità e fragilità in vetri borati

Misure di attenuazione di onde ultrasoniche in vetri borati alcalini e d'argento al variare della temperatura fra 1.5 e 400 K, hanno rivelato l'esistenza di (i) un plateau a  $T < 10$  K e (ii) ampi picchi di rilassamento, la cui intensità dipende dal tipo di ione modificatore del network e dalla sua concentrazione. La prima caratteristica è stata interpretata in termini del rilassamento phonon-assisted di sistemi di tunneling a due livelli (TLS) e la seconda, assumendo l'esistenza di una distribuzione di centri rilassanti termicamente attivati. La densità spettrale dei TLS risulta essere indipendente dal contenuto di ossido alcalino, mentre la densità di particelle rilassanti diminuisce con la concentrazione di ioni litio, supportando la loro associazione alle unità triangolari  $BO_3$  formanti il network borato. Il paragone fra le densità numeriche dei TLS e delle particelle rilassanti indica che solo una frazione dei difetti localmente mobili sono soggetti a moti di tunneling.

L'analisi dei risultati ottenuti suggerisce che (i) il moto locale dei difetti strutturali e l'anarmonicità nei vetri borati sono fortemente influenzati dal potere polarizzante degli ioni modificatori di network e (ii) la fragilità è predittiva dell'anarmonicità dei sistemi formanti vetro.

### 3. Proprietà acustiche e termiche di aerogels e xerogels di silice.

Misure comparative di scattering Brillouin della luce e di ultrasuoni in aerogels e xerogels di silice hanno evidenziato l'esistenza di distinti meccanismi governanti l'andamento dell'attenuazione acustica al variare della temperatura. Nel range dei MHz l'attenuazione è principalmente regolata (i) dai moti locali termicamente attivati di difetti strutturali a basse T, tipici della silice vetrosa e (ii) dal rilassamento di difetti estrinseci ad alte temperature, cioè i gruppi idrossilici presenti all'interno dei pori negli aerogels. Nel range dei GHz, invece, l'attenuazione è dominata da un processo statico, indipendente dalla temperatura, dovuto allo scattering dei fononi dai pori.

L'attività di ricerca del gruppo di Spettroscopia Meccanica e Dielettrica (prof. M. Cutroni, dott. M. Federico, dott. A. Mandanici) ha portato ad importanti risultati sulla risposta dinamica di vetri a conduzione ionica e di sistemi glass-forming.

Vetri ionici. Lo studio dei processi di rilassamento sub-T<sub>g</sub> in sistemi amorfi a conduzione ionica è stato effettuato ponendo a confronto la risposta meccanica a frequenze ultrasoniche con la risposta dielettrica a larga banda, esaminata su un intervallo di frequenze estremamente vasto, da 0.001 Hz a  $4 \times 10^{10}$  Hz, ed in un ampio range di temperatura da 300 K a 30 K. Sono stati posti in luce contributi rilassamentali distinti, associati ad energie di attivazione diverse. Sulla base dei risultati ottenuti anche con diverse tecniche di indagine (NMR, X-rays diffraction) è stata proposta una possibile interpretazione dei nuovi aspetti fenomenologici osservati. Tale interpretazione è basata sull'esistenza di configurazioni locali differenti viste dagli ioni  $Ag^+$  nel loro moto. Il moto di diffusione ionica a lungo range incontra barriere di energia più elevate ed è responsabile sia per la conduzione dc, sia per il contributo di rilassamento meccanico a più alta temperatura. Il moto di hopping a medio range, corrispondente a scale temporali più brevi, può essere associato ad una energia di attivazione più bassa, e diventa rilevante per spiegarne l'elevata conducibilità ad alte frequenze ed il contributo di rilassamento meccanico a più bassa energia. La ricerca sulla

correlazione fra struttura e dinamica nei vetri a conduzione ionica è argomento dei progetti di interesse nazionale PRIN 2002/2004 e PRIN 2004/2006 in collaborazione con il Dipartimento di Fisica dell'Università di Trento, con il CNR- Istituto per i materiali fotonici e le nanotecnologie Trento, e con il Dipartimento di Chimica-Fisica dell'Università di Pavia.

Liquidi glass forming. Recenti risultati avevano portato a supporre che la presenza di un gruppo laterale metile in una sostanza derivata dal benzene, la m-toluidina, potesse inibire il modo rilassamentale di Johari-Goldstein in questa sostanza. Contrariamente a questa ipotesi i nostri studi basati su misure dielettriche ad alta risoluzione hanno dato prova dell'esistenza del processo beta nella m-toluidina. Inoltre i nostri risultati hanno dato ulteriore conferma del fatto che la separazione di un processo beta dal processo di rilassamento strutturale corrisponde ad una transizione fra due regimi diversi di dipendenza della viscosità di shear dalla temperatura. Lo studio dielettrico ad alta risoluzione, insieme alle precedenti misure dielettriche a larga banda ed alle misure ultrasoniche, ha consentito di ottenere un quadro molto dettagliato delle proprietà dinamiche di questo interessante liquido glass-forming. Ulteriori ed interessanti sviluppi sono scaturiti da uno studio della risposta meccanica di shear a bassa temperatura, in prossimità della Tg. Si è osservato che nella regione di energy landscape dominated behaviour la risposta dinamica soddisfa il principio di sovrapposizione tempo-temperatura, in quanto si conserva costante vs. T la forma della funzione di rilassamento.

#### **Pubblicazioni 2004**

1. "Ultrasonic relaxations in borate glasses", G. D'Angelo, G. Tripodo, G. Carini, E. Cosio, A. Bartolotta, G. Di Marco, *Materials Science and Engineering A* 370, 326 (2004).
2. "Thermal and mechanical properties of simultaneous and sequential full-interpenetrating polymer networks", A. Bartolotta, G. Di Marco, M. Lanza, G. Carini, G. D'Angelo, G. Tripodo, A. Fainleib, I. Danilenko and L. Sergeeva, *Materials Science and Engineering A* 370, 288 (2004).
3. "Local and cooperative molecular mobility in thermoplastic polymers", A. Bartolotta, G. Carini, G. D'Angelo, G. Di Marco, F. Farsaci, O. P. Grigoryeva, L. Sergeeva, O. Slisenko, O. Starostenko, G. Tripodo, *Phil. Mag.* 84, 1591-1598 (2004).
4. "Low frequency Raman scattering of silver borate glasses", G. D'Angelo, C. Vasi, A. Bartolotta, G. Carini, G. Di Marco, G. Tripodo, *Phil. Mag.* 84, 1631-1638 (2004).
5. "Acoustic and thermal properties of silica aerogels and xerogels", S. Caponi, G. Carini, G. D'Angelo, A. Fontana, O. Pilla, F. Rossi, F. Terki, G. Tripodo, T. Woignier, *Phys. Rev. B* 70, 214204 (2004)
6. "Acoustic properties of borate glasses", Giovanni Carini, Giuseppe Carini, E. Cosio, G. D'Angelo, G. Tripodo, A. Bartolotta, *J. Non Crystalline Solids* 345, 473 (2004).
7. "Electrical and Mechanical Moduli: comparison between relaxation responses in a superionic glass", M. Cutroni, A. Mandanici, *Phil. Mag. B* 84, 1583-1590 (2004)
8. "Mechanical relaxation in simple molecular liquids from the liquid to the supercooled state" M. Cutroni, A. Mandanici, *Materials Science and Engineering A*, 370, 464-467 (2004)
9. "Mechanical response of supercooled ethylbenzene at ultrasonic frequencies" M. Cutroni, A. Mandanici, *Phil. Mag. B* 84, 1499-1506 (2004)

10. "Frequency dependent conductivity of single alkali and mixed alkali phosphate glasses"  
A. Mandanici, C. Karlsson, A. Matic, J. Swenson, M. Cutroni, L. Börjesson, J. Non-Cryst. Solids, 345-346, 514 (2004)

11. "Dynamics of Glass-Forming Liquids. VIII. Dielectric signature of probe rotation and bulk dynamics in branched alkanes ", S. Shahriari, A. Mandanici, L.-M. Wang, R. Richert, J. Chem. Phys. , 121, 8960 (2004)

12. "Dynamics of Glass Forming Liquids in the Vicinity of T<sub>g</sub>: From Small Molecule Glass-Forming Materials to Polymers", X. Shi, A. Mandanici, M. Cutroni, and G. B. McKenna, Proc. XIV Int. Congr. on Rheology (2004)

#### **Comunicazioni a congressi**

X. Shi, A. Mandanici, M. Cutroni, and G. B. McKenna, X. Shi, A. Mandanici, G.B. McKenna, M. Cutroni, XIV International Congress on Rheology, Seoul, Korea (2004)

#### **Progetti di Ricerca Finanziati**

**COFIN 2004-2006** "Correlazione tra struttura a corto e medio raggio e dinamica ionica in sistemi disordinati". Coordinatore nazionale: Prof. M. Cutroni

#### **Attività presso altri laboratori/gruppi di ricerca**

Dr. A. Mandanici. Invito e grant per attività di ricerca nel gruppo del prof. Miguel A. Ramos, Departamento de Física de la Materia Condensada, Universidad Autónoma de Madrid

#### **Collaborazioni Interuniversitarie Socrates/Erasmus attivate**

Universität des Saarlandes, Saarbrücken

Universidad Autónoma de Madrid

Collaborazioni di ricerca attualmente in corso

- Dipartimento di Chimica-Fisica, Università di Pavia, prof. A. Magistris, prof. P. Mustarelli
- Condensed Matter Physics, Department of Applied Physics, Chalmers Univ. of Technology (Sweden), gruppo del prof. L. Börjesson
- Universität des Saarlandes, Saarbrücken, Prof. R. Pelster
- Institut für Physikalische-Chemie, University of Münster (D), prof. K. Funke
- Dipartimento di Fisica, Università di Trento, prof. G. Dalba, prof. P. Fornasini
- CNR – ITC Trento, Dott. F. Rocca
- Prof. R. Richert, Department of Chemistry and Biochemistry, Arizona State University
- Prof. G. B. McKenna, Department of Chemical Engineering, Texas Tech University
- Prof. Miguel A. Ramos, Departamento de Física de la Materia Condensada, Universidad Autónoma de Madrid

## 6.5 Proprietà elettroniche e magnetiche e transizioni di fase di sistemi metallici

Partecipanti: Ezio Bruno, Beniamino Ginatempo, Francesco Mammano

Sono stati effettuati studi teorico- computazionali delle proprietà elettroniche e magnetiche di leghe metalliche. In particolare si sono studiate le proprietà magnetiche di Fe e Fe-Pt, con particolare riguardo alla dipendenza dalla temperatura della anisotropia magnetica cristallina. Quest'ultimo studio ha prodotto risultati innovativi che hanno consentito il superamento di modelli *single ion*. Inoltre, si è dato vita ad una collaborazione teorico-sperimentale per studiare le superfici di Fermi di Cr e sue leghe, allo scopo di comprendere la variazione con la concentrazione dell'Oscillatory Exchange Coupling.

Lo studio di transizioni di fase in sistemi metallici è stato affrontato in diversi modi. Uno degli approcci seguiti consiste nell'individuare i 'meccanismi elettronici' che originano tali transizioni attraverso l'analisi delle instabilità della fase omogenea ad alta temperatura rispetto a fluttuazioni dei parametri d'ordine coinvolti nelle specifiche transizioni studiate. Le quantità rilevanti vengono calcolate ab initio, mediante la teoria del funzionale della densità di Hohenberg e Kohn e l'approssimazione di potenziale coerente (CPA), oppure sperimentalmente dalla correlazione angolare dello spettro di annichilazione di positroni. Contemporaneamente stiamo sviluppando un particolarmente promettente approccio alternativo alle transizioni di ordinamento e di segregazione in leghe metalliche attraverso la fondazione di un nuovo metodo basato sull'implementazione congiunta della Charge Excess Functional theory CEF e del metodo MonteCarlo di Metropolis et al.. Tra i sistemi studiati nel corso dell'anno: leghe di FePt, Fe hcp, Cr e leghe di Cr, ZrZn<sub>2</sub>, leghe di CuZn e CuPd. Un risultato particolarmente significativo è la conferma sperimentale, ottenuta dall'analisi degli spettri di annichilazione di positroni, che le proprietà esotiche dello ZrZn<sub>2</sub> (coesistenza di ferromagnetismo e superconduttività) sono legate alla prossimità ad un punto critico quantistico, come precedentemente predetto su basi teoriche.

### Elenco pubblicazioni 2004

1. S. Ostanin, J. B. Staunton, S. S. A. Razee, C. Demangeat, B. Ginatempo and Ezio Bruno, "An ab initio search for a high permeability material based on bcc Iron", Phys. Rev. B **69**, 064425 (2004).
2. Zs. Major, S. B. Dugdale, R. Watts, G. Santi, M. A. Alam, S. M. Hayden, J.A. Duffy, J.W. Taylor, T. Jarlborg, E. Bruno, D. Benea and H. Herbert, "Direct Observation of the Multisheet Fermi Surface in the Strongly Correlated Transition Metal Compound ZrZn<sub>2</sub>", Phys. Rev. Lett. **92**, 107003 (2004).
3. E. Bruno and L. Zingales, "Are random alloys charge glasses?", Phil. Mag., **84**, 1621 (2004).
4. R. J. Hughes, S. B. Dugdale, Zs. Major, M. A. Alam, T. Jarlborg, E. Bruno and B. Ginatempo, "Evolution of the Fermi surface and the oscillatory exchange coupling across Cr and Cr-based alloys", Phys. Rev. B **69**, 174406 (2004).
5. J. B. Staunton, S. Ostanin, S. S. A. Razee, B.L. Gyorffy, L. Szunyogh, B. Ginatempo and Ezio Bruno, "Temperature dependent magnetic anisotropy in metallic magnets from ab initio electronic structure theory: L10 ordered FePt", Phys. Rev. Lett. **93**, 257254 (2004).
6. J.B. Staunton, S. Ostanin, S.S.A. Razee, B. Gyorffy, L. Szunyogh, B. Ginatempo and E. Bruno, "Long-range chemical order effects upon the magnetic anisotropy of FePt alloys from an ab initio electronic structure theory", J. Phys.: Condens. Matter, **16**, S5623-S5631 (2004).

### Partecipazione congressi

1. European KKR group meeting, Munich, Febbraio 2004
2. INFMeeting, Genova, Giugno 2004

### Attività organizzative

- 1) Direzione del progetto IMFM (Ipertesto multimediale di Fisica della Materia), per conto dell'INFM, progetto PON a valere sulla misura II.2 – Azione b (protocollo MIUR n° 3039/41).
3. 2) Progetto di ricerca di interesse nazionale (PRIN 2004023079) " Calcolo ab initio di proprietà termodinamiche e strutturali di leghe metalliche" , Coordinatore scientifico del Programma di Ricerca: Alfredo Dupasquier, Responsabile scientifico dell'unità di Ricerca: Ezio Bruno.



## 6.6 Proprietà Strutturali e Dinamiche di Sistemi Disordinati

Partecipanti: Prof. Giacomo Maisano, Prof. Salvatore Magazù, Dr. Caterina Branca, Dr. Federica Migliardo, Dr. Giovanna Romeo

Le tematiche di ricerca affrontate nell'anno 2004 sono molteplici, e sotto alcuni aspetti anche diverse, per quanto emerge un comune motivo conduttore: l'uso integrato di tecniche di indagine sperimentale, quali la diffusione di luce laser (scattering statico di luce, spettroscopia di correlazione fotonica, scattering Rayleigh, Rayleigh-wing, Brillouin, Raman) e l'assorbimento infrarosso in trasformata di Fourier, con esperimenti realizzati nei laboratori del Dipartimento di Fisica dell'Università di Messina e presso il Laboratoire de Dynamique et Structure des Matériaux Moleculaires di Lille (F), lo scattering di neutroni (diffrazione neutronica, scattering quasi-elastico di neutroni, scattering inelastico di neutroni, scattering di neutroni a piccolo angolo), con esperimenti realizzati presso l'ISIS Facility (Rutherford Appleton Laboratory, Chilton-Didcot, Oxford), il Berlin Neutron Scattering Center (BENSFC, Hahn-Meitner-Institut di Berlino), il Laboratoire Léon Brillouin (LLB) di Saclay-Parigi, l'Institut Laue Langevin (ILL) di Grenoble, le tecniche ultrasonore, misure di tipo termodinamico, etc..., per la caratterizzazione delle correlazioni spazio-temporali di sistemi fisici disordinati. Tali sistemi sono caratterizzati da una *struttura dinamica* parametrizzabile per mezzo di opportune scale spazio-temporali. In questo riferimento i temi di ricerca possono così sintetizzarsi:

- a) studio delle distanze e dei tempi caratteristici, per cui il concetto di *ordine* risulta dominante;
- b) studio delle influenze che tali proprietà di ordine esercitano sui meccanismi microscopici e macroscopici (processi di rilassamento, idratazione, coordinazione, etc...).

I sistemi sottoposti ad indagine contemplano liquidi puri in peculiari condizioni termodinamiche, liquidi molecolari ed associati, sistemi idrogenoidi, microemulsioni, soluzioni, proteine, gels, bioprotettori e polimeri.

Risultati di ragguardevole rilevanza scientifica sono stati conseguiti sul tema *Indagini sperimentali delle proprietà chimico-fisiche rilevanti nei meccanismi di bioprotezione*.

Più specificamente nel 2004 il trealosio è stato oggetto di crescente attenzione, sia sotto il profilo specificamente scientifico che per le rilevanti ricadute applicative. L'interesse è principalmente connesso all'eccezionale efficacia come bioprotettore, e nasce dall'osservazione che taluni organismi mostrano capacità di sopravvivenza a disidratazione e congelamento grazie alla sintesi del disaccaride. Ciò permette loro di transire in uno stato vetroso di animazione sospesa e, in caso di reidratazione, di ripristinare le funzioni vitali. L'analisi dei meccanismi molecolari coinvolti nei processi di bioprotezione, ha fornito dati di fondamentale importanza sul processo di stabilizzazione evidenziando per il trealosio un comportamento simile a quello di un inibitore competitivo.

Superfluo ribadire che il notevole *spin-off* ha interessato molteplici ambiti applicativi: dal mantenimento dell'integrità funzionale e metabolica di organismi biologici, alla conservazione di alimenti, etc.... L'aspetto applicativo della ricerca è stato curato in collaborazione con l'Aventis e la Labplants.

L'attività di ricerca è stata sussidiata dai seguenti finanziamenti:

- Progetto FP-6 LIFESCIHEALTH "scrIN-SILICO: Finding promising drug candidates against tuberculosis with multidisciplinary protocol based non-conventional search" (Finanziamento 2004-2006).
- Progetto di collaborazione scientifica Italia-Francia GALILEO intitolato "Meccanismi fisici della efficacia di bioprotezione del trealosio (Mécanismes physiques des capacités de bioprotection du tréhalose)", stipulato tra l'Università di Messina e l'Università di Lille 1, per la mobilità dei ricercatori.
- Progetto Università di Messina (PRA interdisc. 2003 PRME031439 "Studio dei meccanismi fisico-chimici responsabili dell'efficacia dei bioprotettori finalizzato ad applicazioni biomediche").
- Progetto ATER con il Laboratoire de Dynamique et Structure des Matériaux Moléculaires dell'Université de Lille 1, Lille, Francia.
- Progetto INTERREG intitolato "Therapeutic Materials" anno 2004.

## Monitoraggio Ambientale

Nell'ambito del gruppo operativo di Fisica applicata, ambientale, sanitaria e dei beni culturali, costituito presso il Dipartimento di Fisica dell'Università di Messina, sono state impiegate alcune metodologie fisiche nel campo dei beni ambientali. Più specificatamente alcune tecniche spettroscopiche sono state impiegate per l'identificazione e la caratterizzazione dimensionale di specie inquinanti. Sono stati altresì impiegati i Sistemi Informativi Territoriali (Geographic Informative Systems, GIS) per il monitoraggio, l'analisi e la trasposizione multimediale di informazioni ambientali georeferenziate. L'impiego dei GIS ha fornito un prezioso supporto per il monitoraggio dell'inquinamento ambientale, con particolare riferimento all'inquinamento acustico ed elettromagnetico, con la generazione di mappe zonali che ha consentito di svolgere funzioni di integrazione per la modellizzazione dell'impatto ambientale

L'attività di ricerca in ambito ambientale è stata sostenuta da un finanziamento connesso al:

- Progetto ARPA 2004-2006 intitolato "Monitoraggio dell'inquinamento acustico ed elettromagnetico di Messina ed analisi dei dati mediante impiego di Sistemi Informativi Territoriali".

### **Elenco dei lavori pubblicati nell'anno 2004:**

1. -S. Magazù, G. Maisano, F. Migliardo, C. Mondelli,  
"Mean Square Displacement Relationship in Bioprotectant Systems by Elastic Neutron Scattering"  
Biophysical Journal, 86, 3241 (2004).
- 2.-S. Magazù, G. Maisano, F. Migliardo,  
"Fragility by Elastic Incoherent Neutron Scattering" Journal of Chemical Physics, 121, 8911 (2004).
- 3.-S. Magazù, G. Maisano, F. Migliardo, C. Mondelli,  
"An EINS Study on the Fragility of Homologues Disaccharides/H<sub>2</sub>O Mixtures" Physical Chemistry Chemical Physics, 6, 1962 (2004).
- 4.- C. Branca, A. Faraone, A., S. Magazù, G. Maisano, A. Mangione,  
"A quasi-elastic neutron scattering and neutron spin-echo study of hydrogen bonded system",  
Physica B, 350, E355 (2004).
- 5.- C. Branca, S. Magazù, G. Maisano, A. Mangione, S. M. Bennington, J. Taylor,  
"INS Investigation of Disaccharide/H<sub>2</sub>O Mixtures", Journal of Molecular Structure, 700, 229 (2004).
- 6.-S. Magazù, G. Maisano, F. Migliardo, C. Mondelli, G. Romeo,  
"An Elastic Neutron Scattering Study on Dynamical Transition in Hydrogen-Bonded Systems"  
Journal of Molecular Structure, 700, 225 (2004).
- 7.- S. M. Bennington, C. Branca, S. Magazù, G. Maisano, A. Mangione, J. Taylor,  
"Vibrational studies on disaccharide/H<sub>2</sub>O systems", Physica B, 350, E371 (2004).
- 8.-C. Branca, C. Corsaro, F. Frusteri, V. Magazù, A. Mangione, F. Migliardo, U. Wanderlingh,  
"Structural and Vibrational Properties of Carbon Nanotubes by TEM and Infrared Spectroscopy"  
Diamond & Related Materials, 13, 1249 (2004).
- 9.- S. Magazù, F. Migliardo, C. Mondelli,  
"Elastic Incoherent Neutron Scattering Studies on Glass Forming Hydrogen Bonded Systems",  
Journal of Molecular Liquids, 110, 7 (2004).

10.-C. Branca, V. Magazù, A. Mangione, F. Migliardo, G. Romeo,  
“Photon Correlation Spectroscopy and Small Angle Neutron Scattering Studies on Fullerene in Solution” *Diamond & Related Materials*, 13, 1333 (2004).

11.- S. Magazu', C. Branca, F. Migliardo, G. Romeo, A. Mangione,  
“Scattering Findings on Disaccharide/Water Mixtures” *Journal of Molecular Structure*, 700, 211 (2004).

12.-S. Magazù, F. Migliardo, C. Mondelli,  
“Harmonic-Anharmonic Transition in Disaccharides/H<sub>2</sub>O Mixtures by EINS” *Physica B*, 350, E375 (2004).

13.- C. Branca, S. Magazù, G. Maisano, M. T. F. Telling,  
“Temperature Evolution of the Diffusive Dynamics of Disaccharide Aqueous Solutions by Quasielastic Neutron Scattering” *Journal of Physical Chemistry B*, 108, 17069 (2004).

14.-C. Branca, F. Frusteri, V. Magazù, A. Mangione,  
“Characterization of Carbon Nanotubes by TEM and Infrared Spectroscopy”  
*Journal of Physical Chemistry B*, 108, 3469, 2004

15.-S. Maccarrone, S. Magazù, F. Migliardo, F. Mondio Mondio,  
“Small Angle Neutron Scattering and Inelastic Neutron Scattering Studies on  $\alpha$ -Cyclodextrins and Hydroxypropyl- $\alpha$ -Cyclodextrins”  
*Physica B*, 350, E615 (2004).

16.-S. Magazù, G. Maisano, F. Migliardo, C. Mondelli,  
“ $\alpha$ , $\beta$ -Trehalose. VII. An Elastic Incoherent Neutron Scattering Study on Fragility”  
*Journal of Physical Chemistry*, 108, 13580 (2004).

Proceedings e Pubblicazioni su volume:

1.- S. Magazù  
“Complementary Spectroscopic Techniques: Elastic, Quasi-Elastic and Inelastic Scattering”,  
[www.sisn.it](http://www.sisn.it)

2.- C. Branca, S. Magazu', G. Maisano, S. M. Bennington, J. Taylor  
“Raman and INS Investigations on Disaccharide/H<sub>2</sub>O Mixtures”,  
GNSR 2003; XVIII Congress of the National Group of Discussion of Raman Spectroscopies and Non Linear Effects, edito da A. Morresi e P. Sassi, Morlacchi Editore, Perugia 2004.

3.- I. Baglione, M. C. Bucca, A. Mangione, F. Paonessa, S. Magazù, M. Mantarro, G. Iarrera, C. Lisa, M. Mafodda, C. Magazzù, M. Maio,  
“Analisi dei dati riguardanti il traffico e visualizzazione dei dati relativi all'inquinamento acustico della città di Messina”,  
Proceedings della Conferenza “Beni ambientali e culturali e GIS, GIS DAY”, Editore Firenze, University Press 2004.

4.- M. C. Bucca, G. Consolo, M. La Rosa, S. Magazù, F. Migliardo, G. F. Rappazzo,  
“Monitoraggio del Parco dei Peloritani mediante Sistemi Informativi Territoriali”,  
Proceedings della “8 Conferenza ASITA 2004”, Roma 2004.

- 5.- S. Magazù, A. Mangione,  
 “Analisi di inquinamento acustico nella città di Messina mediante ArcGis”,  
 Proceedings della “7ma Conferenza ESRI Italia 2004”, Roma, 2004.
- 6.-C.C. Gugliotta, F. La Paglia, S. Magazù, A. Mangione, F. Migliardo, R. Musotto, A. Viola, A. Savarese, M. Vadalà,  
 “Biotechnology and Molecular Studies Applied on High Added Value Products”,  
 Physical-chemical methodologies applied to conservation of high added value agri-food products, 3,  
 (2004)
- 7.-C.C. Gugliotta, F. La Paglia, S. Magazù, A. Mangione, F. Migliardo, R. Musotto, G. Romeo, A. Viola, A. Savarese,  
 “Stabilisation and Conservation of Food Materials”  
 Physical-chemical methodologies applied to conservation of high added value agri-food products, 9,  
 (2004)
- 8.-C.C. Gugliotta, F. La Paglia, S. Magazù, A. Mangione, F. Migliardo, R. Musotto, A. Viola, A. Savarese,  
 “Spectroscopic Investigations on Bioprotectant Additives Employed on High Added Value Products”  
 Physical-chemical methodologies applied to conservation of high added value agri-food products,  
 21, (2004)

#### **Elenco delle comunicazioni e/o partecipazioni a congressi relative al 2004**

- 1.- S. Magazù (lezioni su invito)  
 “Vibrational Spectroscopy: Neutron Raman IR”  
 Giornate Didattiche “Dinamica dei Sistemi Molecolari Complessi”, Convegno Annuale della Società Italiana di Spettroscopia Neutronica (SISN), 6 Luglio 2004, Sirolo (AN), Italia.
- 2.- S. Magazù (lezioni su invito)  
 “Elastic, Quasi Elastic and Inelastic Scattering: Neutron Raman IR”  
 School of Neutron Scattering Francesco Paolo Ricci, 22 Settembre 2004, Palau, Italia.
- 3.-S. Magazù , G. Maisano, F. Migliardo, C. Mondelli  
 “Characterization of Fragility in Hydrogen-Bonded Systems by Elastic Neutron Scattering”  
 International Workshop on “Dynamics in Viscous Liquids”, 14-17 Marzo 2004, Monaco, Germania.
- 4.-F. Affouard, P. Bordat, M. Descamps, A. Lerbret, S. Magazù, G. Maisano, F. Migliardo  
 “Neutron Scattering and Simulation Studies on Disaccharides/H<sub>2</sub>O Mixtures”  
 International Workshop on “Dynamics in Viscous Liquids”, 14-17 Marzo 2004, Monaco, Germania.
- 5.-S. Magazù, G. Maisano, F. Migliardo, C. Mondelli, G. Romeo, M. F. T. Telling  
 “Dynamical Properties of Disaccharide/Water Mixtures by QENS and EINS”  
 Quasi Elastic Neutron Scattering QENS 2004, 1-4 Settembre 2004, Arcachon, Francia.
- 6.- C. Branca, S. Magazu’, G. Maisano, M. F. T. Telling  
 “Study of Relaxational vs Vibrational Contribution in Disaccharides Aqueous Solutions”  
 Quasi Elastic Neutron Scattering QENS 2004, 1-4 Settembre 2004, Arcachon, Francia.

## **6.7 Proprietà Strutturali e Dinamiche di Sistemi Complessi Puri e Confinati. Fisica Applicata ai Beni Culturali e alla Biofisica.**

Partecipanti: Majolino D., Migliardo P., Crupi V., Venuti V., Barilaro D., Longo F.

Descrizione dell'attività di ricerca svolta nell'anno 2004:

L'attività scientifica svolta dal gruppo è stata in particolare indirizzata allo sviluppo delle seguenti linee tematiche:

1) Studio degli effetti del confinamento sulle proprietà statiche e dinamiche di liquidi a legame idrogeno, come polimeri a basso peso molecolare e acqua, confinati in matrici nanoporose di diversa natura.

2) Applicazione di metodologie fisiche non invasive allo studio di beni di interesse culturale e a problematiche biofisiche.

La ricerca è stata effettuata mediante l'ausilio fornito da differenti e complementari tecniche spettroscopiche quali scattering Rayleigh wing, Raman, Raman in trasformata di Fourier (FT-Raman), scattering quasi elastico (IQENS) ed inelastico (INS) di neutroni, spettroscopia di assorbimento infrarosso in trasformata di Fourier (FT-IR), assorbimento di raggi X (EXAFS, Extended X-ray Absorption Fine Structure), diffrazione di neutroni, al fine di ottenere una varietà di informazioni in grado di garantire un migliore e più completo scenario relativo ai complessi fenomeni inerenti le suddette tematiche.

L'attività di ricerca può allora essere così dettagliata:

### **1) Studio degli effetti del confinamento sulle proprietà statiche e dinamiche di liquidi a legame idrogeno (polimeri, acqua) confinati in nanotubuli.**

È stata approfondita la conoscenza delle proprietà strutturali e dinamiche di liquidi a legame idrogeno in matrici nanoporose di diversa natura. L'investigazione spettroscopica effettuata è stata realizzata in funzione di particolari caratteristiche dei mezzi confinanti (dimensione e geometria dei pori, qualità chimica dell'interfaccia...) e della temperatura. Il confinamento è stato realizzato mediante vetri di silice sol-gel porosi e matrici zeolitiche sintetiche (alluminosilicati), avendo avuto cura di mettere in rilievo il diverso ruolo giocato dalla diversa matrice nei confronti del liquido ospite. In particolare è stata studiata:

A) L'acqua confinata all'interno di zeoliti sintetiche di tipo A, come Na-A ed  $Mg(x)Na(1-x)A$ , con  $x=0.41$ ,  $x=0.53$ ,  $x=0.73$  e  $x=0.86$ , matrici con cavità nanoscopiche di diametro di circa 10 Å, in condizioni di idratazione totale ed al variare di T. Nei suddetti campioni sono state effettuate misure di assorbimento FT-IR, in geometria ATR (Attenuated Total Reflectance) nella regione dell'O-H stretching in modo da valutare le modificazioni indotte dalla matrice nella dinamica vibrazionale dell'acqua. La mobilità dell'acqua all'interno delle suddette cavità nanoscopiche è stata inoltre studiata mediante misure di Inelastic Neutron Scattering, INS, utilizzando lo spettrometro in backscattering IN13 presso la grande facility europea ILL di Grenoble (Francia). Dalle misure ottenute è stato rilevato un rallentamento della mobilità dell'acqua legato al confinamento.

B) Propylene Glycol (PG) confinato all'interno di vetri GelSil, con diametro nominale dei pori di 25 Å e superficie interna modificata e non.

Lo studio delle proprietà dinamiche di tale polimero a basso peso molecolare confinato all'interno di matrici vetrose, realizzato mediante misure di scattering di luce, a bassa (Rayleigh-wing) e ad alta frequenza (Raman) ha permesso di evidenziare l'effetto di rallentamento sulla dinamica riorientazionale e vibrazionale del suddetto sistema, legato all'interazione con le pareti del mezzo confinante. Inoltre è stato anche effettuato uno studio di spettroscopia IQENS. Un'analisi preliminare dei dati, collezionati a temperatura ambiente e in condizione di idratazione totale, ha rivelato un contributo rotazionale indipendente dal vettore scambiato Q, dovuto ai gruppi metilici della molecola. Un'analisi più approfondita prevede uno studio in funzione dei parametri caratteristici prima considerati, mediante uno spettrometro ad elevata risoluzione.

### **2) Applicazione di metodologie fisiche non invasive allo studio di beni di interesse culturale e a problematiche biofisiche.**

Sono state approfondite alcune tematiche archeometriche su ceramiche, materiali lapidei, ed indagini geofisiche applicate ai beni culturali. In particolare, l'indagine su materiali lapidei, mediante microscopia ottica, porosimetria, GPR, diffrazione di raggi X (XRD), è stata finalizzata al restauro della chiesa S. Sebastiano in Catania. Inoltre la caratterizzazione di manufatti artistici, provenienti da Gela e Caltagirone è stata condotta mediante una varietà di tecniche spettroscopiche, quali assorbimento FT-IR, scattering Raman ed FT-Raman, EXAFS e diffrazione neutronica, al fine di individuare le produzioni artigianali della Sicilia arcaica e classica. Infine in campo biofisico, è stato realizzato uno studio spettroscopico, mediante assorbimento FT-IR, del danno causato, in diversi tipi di tessuto di ratto (rene, cuore e fegato), da una sorgente di radiazione non ionizzante a bassa frequenza. I cambiamenti osservati nel profilo spettrale IR, sono stati confrontati con l'analisi morfologica realizzata al microscopio ottico.

#### **PUBBLICAZIONI 2004**

- 1) V.Crupi, D. Majolino, E. Stroschio, V.Venuti.  
“Different role of confining matrices on the vibrational dynamics of water”.  
Philosophical Magazine B, 84, 1405 – 1412 (2004).
- 2) V.Crupi, D. Majolino, P.Migliardo, V.Venuti, U. Wanderlingh, T. Mizota, M. Telling  
“Neutron Scattering Study and Dynamic Properties of Hydrogen-Bonded Liquids in Mesoscopic Confinement. 2. The Zeolitic Water Case”.  
Journal of Physical Chemistry B, 108 4314-4323 (2004).
- 3) V. Crupi, V. Venuti, D. Majolino  
“FT-IR spectroscopy: An advanced tool for studying biomedical problems”.  
Spectroscopy 19, 22 (2004).
- 4) V.Crupi, D. Majolino, V.Venuti  
“Diffusional and vibrational dynamics of water in NaA zeolites by neutron and FT-IR spectroscopy”.  
Journal of Physics: Condensed Matter 16, 5297-5316 (2004).
- 5) V. Venuti, V. Crupi, D. Majolino, P. Migliardo, Marie Claire Bellissent-Funell  
“Neutron diffraction study of the structure of water confined in a sol-gel silica glass”  
Physica B 350, 599-601 (2004).
- 6) V. Crupi, D. Majolino, P. Migliardo, V. Venuti, T. Mizota  
“Vibrational and diffusional dynamics of water in Mg50-A zeolites by spectroscopic investigation”.  
Molecular Physics 102, 1943-1957 (2004).
- 7) V. Crupi, S. Interdonato, D. Majolino, M.R. Mondello, S. Pergolizzi, V. Venuti  
“Structural changes of tissue samples exposed to low frequency electromagnetic field: a FT-IR absorbance study”  
Spectroscopy: An International Journal, 18, 513-518 (2004).
- 8) V. Crupi, , D. Majolino, P. Migliardo, M.R. Mondello, S. Pergolizzi, V. Venuti  
“FT-IR spectroscopy for the detection of liver damage”  
Spectroscopy: an International Journal 18, 67 - 73 (2004).
- 9) V.Crupi, D. Majolino, P.Migliardo, V.Venuti.  
“Structure and dynamics of water in confined state”.

Progress in Condensed Matter Physics, Vol. 84, edited by G. Mondio and L. Silipigni (SIF - Bologna), pag. 429 (2004).

10) V. Crupi, G. Barone, S. Galli, D. Majolino, P. Migliardo, G. Spagnolo.  
“Mineralogical-Petrographic and Spectroscopic Investigations on Coarse Potteries and Transport Amphorae from Agrigento”  
Mediterranean Archaeology and Archaeometry (2004), Volume 4, No 1 (June, 2004).

11) G. Barone, C. Branca, V. Crupi, D. Majolino.  
“Archaeometric analyses of ceramics from Sicilian Greek colonies: Contributing an Increase in the knowledge of local ceramic production”.  
International Journal of Mineralogy, Crystallography, Geochemistry, Ore deposits, Petrology, Volcanology, 73, 43-56 (2004).

### **COMUNICAZIONI A CONGRESSI 2004**

1) V. Venuti, V. Crupi, D. Majolino, P. Migliardo  
“Different role of confining matrices on the vibrational dynamics of water”  
Proceedings del Congresso Nazionale GNSR2003, editori A. Morresi e P. Sassi, Editrice Morlacchi, Perugia, 27 (2004).

2) V. Crupi, A.J. Dianoux, F. Longo, D. Majolino, P. Migliardo and V. Venuti  
“IQENS study of the influence of confinement on diffusional dynamics of propylene glycol”  
XXVII European Congress on Molecular Spectroscopy, Krakòw – Poland, 5-10 September 2004.

3) D. Barilaro, G. Barone, V. Crupi, M.G. Donato, D. Majolino, G. Messina, R. Ponterio  
“Spectroscopic Techniques applied to the characterization of decorated potteries from Caltagirone (Sicily, Italy)” XXVII European Congress on Molecular Spectroscopy, Krakòw – Poland, 5-10 September 2004.

4) V. Crupi, C. Corsaro, D. Majolino, P. Migliardo, V. Venuti, U. Wanderlingh  
“Effects of cation substitution on mobility of water in zeolites: a QENS study”.  
7<sup>th</sup> International Conference on Quasi-Elastic Neutron Scattering Arcachon – France, 1-4 September 2004.

5) V. Crupi, C. Corsaro, F. Longo, D. Majolino, V. Venuti, U. Wanderlingh  
“Methods for understanding single particle diffusional dynamics of water in NaA zeolites”.  
7<sup>th</sup> International Conference on Quasi-Elastic Neutron Scattering, Arcachon – France, 1-4 September 2004.

## **6.8 Studio teorico e simulativo della struttura e degli equilibri di fase in fluidi complessi.**

Partecipanti: M.C.Abramo, C.Caccamo, D.Costa, G. Malescio, G.Pellicane

Nel corso del 2004 sono state indagate le condizioni di coesistenza di fase e insorgenza della transizione vetrosa in sistemi modello che possono approssimare con un certo realismo soluzioni proteiche globulari, sistemi fullerenici ad una o più componenti, e miscele binarie di liquidi semplici in geometria confinata.

Gli strumenti utilizzati sono stati sia teorie integrali per le funzioni strutturali delle fase liquida, che simulazioni al computer. Per quanto riguarda i sistemi proteici, è stato possibile ricostruire teoricamente con notevole accuratezza il diagramma di fase di proteine globulari come il lisozima e la gamma-cristallina in condizioni di moderata concentrazione del sale aggiunto. I sistemi fullerenici indagati sono stati il C60, per il quale si è arrivati a predire la transizione vetrosa ad una temperatura intorno ai 1200 K, sulla base di una sequenza di raffreddamenti in simulazioni di dinamica molecolare a pressione costante. Per i fluidi confinati sono state indagate, tramite teorie strutturali integrali, miscele binarie di liquidi semplici in matrici porose, evidenziando così che il numero di transizioni di fase possibili aumenta significativamente rispetto al bulk, con variazioni qualitative nel comportamento di coesistenza.

L'attività di ricerca si è incentrata sullo studio del comportamento di fase di sistemi modello per fluidi interagenti con potenziali aventi una componente repulsiva caratterizzata da due scale di lunghezza. Tali potenziali possono dare origine a comportamenti inusuali in sistemi ad una sola componente, quali equilibri liquido-liquido o formazione spontanea di patterns. I risultati ottenuti sono rilevanti sia per la comprensione dello scenario proposto per spiegare i comportamenti anomali dell'acqua, sia per possibili applicazioni tecnologiche legate alla formazione di nanostrutture.

### ELENCO PUBBLICAZIONI

- 1.- Pellicane, G; Costa, D; Caccamo, C  
"Theory and simulation of short-range models of globular protein solutions"  
JOURNAL OF PHYSICS-CONDENSED MATTER, 16 (42): S4923-S4936, (2004)
- 2.- Ruberto, R; Abramo, MC; Caccamo, C  
"Molecular dynamics simulation study of binary fullerene mixtures"  
PHYSICAL REVIEW B, 70 (15): art. no.-155413 OCT 2004
- 3.- Malescio, G; Pellicane, G  
"Stripe patterns in two-dimensional systems with core-corona molecular architecture"  
PHYSICAL REVIEW E, 70 (2): art. no.-021202 Part 1 AUG 2004
- 4.- Abramo, MC; Caccamo, C; Costa, D; Ruberto, R  
"High-temperature glass transition in model C-60"  
JOURNAL OF PHYSICAL CHEMISTRY B, 108 (36): 13576-13579, 2004
- 5.- Pellicane, G; Caccamo, C; Wilson, DS; Lee, LL  
"Replica Ornstein-Zernike self-consistent theory for mixtures in random pores"  
PHYSICAL REVIEW E, 69 (6): art. no.-061202 Part 1 JUN 2004
- 6.- Pellicane, G; Costa, D; Caccamo, C  
"Microscopic determination of the phase diagrams of lysozyme and gamma-crystallin solutions"  
JOURNAL OF PHYSICAL CHEMISTRY B, 108 (23): 7538-7541, 2004



7.- Pellicane, B; Pellicane, G; Malescio, G

"Polymorphism in simple liquids: A Gibbs ensemble Monte Carlo study"  
JOURNAL OF CHEMICAL PHYSICS, 120 (18): 8671-8675, 2004

8.- Abramo, MC; Caccamo, C; Costa, D; Pellicane, G; Ruberto, R

"Atomistic versus two-body central potential models of C-60: A comparative molecular dynamics study" PHYSICAL REVIEW E, 69 (3): art. no.-031112 Part 1 MAR 2004

#### RELAZIONI ORALI A CONGRESSI

1.D.COSTA

Congresso nazionale dell'INFM 2004, Genova 8/10 Giugno 2004.

"Phase transitions in model liquid crystals: An entropy-based Monte Carlo study"

2.G.PELLICANE

INFM meeting, Genova, Italy (June, 8-10 2004)

"Theoretical determination of phase diagram in globular protein solutions"

3. G.PELLICANE

STATPHYS 22 satellite conference "Disorder, Complexity and Biology", à  
Varanasi (India) (July, 12-15 2004)

"Theoretical determination of phase diagrams of lysozyme and gamma-crystallin solutions"

4.B.Pellicane, G.Pellicane and G.Malescio

"Polymorphism in simple liquids: a Gibbs Ensemble Monte Carlo study",  
J.Chem.Phys. 120, 8671-8675 (2004).

5.A.Skibinsky, G.Franzese, G.Malescio, S.V.Buldyrev and H.E.Stanley,

"Liquid-liquid phase transitions for soft-core attractive potentials",  
Phys.Rev.E 69, 61206 (2004).

6.G.Malescio and G.Pellicane,

"Stripe patterns in two-dimensional systems with core-corona molecular architecture",  
Phys.Rev.E 70, 021202 (2004).

#### COMUNICAZIONI POSTER A CONGRESSI

1.D.COSTA

International Workshop "Dynamical Arrested State of Soft  
Matter and Colloids", Bonn (D) 1/3 Aprile 2004.

" Microscopic determination of phase diagram of lysozyme and gamma-crystallin"

## 6.9 Fisica Teorica E Computazionale Dello Stato Liquido Della Materia

Partecipanti: Paolo V. Giaquinta; Santi Prestipino Giarritta.

### 1. Entropia e correlazioni

E' stato ideato un procedimento ricorsivo per ricavare un passo alla volta, nell'ensemble canonico, lo sviluppo dell'entropia di un fluido in una serie di correlazioni spaziali fra piu' particelle. Sottoprodotti di quest'analisi sono:

1) l'attribuzione di un possibile significato ai singoli termini dello sviluppo;

2) la formulazione di uno sviluppo dell'entropia anche per sistemi composti da particelle appartenenti a specie distinte. In particolare, e' stata fornita la forma esplicita dell'entropia di coppia per una miscela binaria composta da particelle di forma sferica e da sferocilindri rigidi.

2. Modello probabilistico del gas ideale Il modello di Ehrenfest e' un processo stocastico che descrive in modo schematico ma qualitativamente corretto il rilassamento all'equilibrio delle fluttuazioni di densita' in un gas poco denso. E' stata formulata un'estensione di questo modello che prevede particelle provviste, oltre che d'una posizione, anche di una velocita'.

Così, in aggiunta alle usuali mosse diffusive, viene considerata la possibilita' di urti elastici binari ad esito casuale tra le particelle e di collisioni con le pareti del contenitore. Con queste regole di aggiornamento dello stato del sistema, la distribuzione delle velocita' finisce con l'assumere, a tempi lunghi, la nota forma maxwelliana. Inoltre, l'entropia di Boltzmann della distribuzione d'equilibrio ricalca l'entropia che la meccanica statistica assegna ad un gas di particelle non interagenti sulla base dell'ipotesi ergodica.

Articoli pubblicati nel 2004:

1) S. Prestipino and P. V. Giaquinta, "The entropy multiparticle-correlation expansion for a mixture of spherical and elongated particles", J. Stat. Mech.: Theor. Exp. (2004) P09008;

2) S. Prestipino, "A probabilistic model for the equilibration of an ideal gas", Physica A 340 (2004) 373.

Partecipazione a congressi:

"Phase transitions in model liquid crystals: An entropy-based Monte Carlo study", INFMeeting 2004 (Genova, 8-10/06, 2004).

## **6.10 Studio mediante simulazione atomistica di proprieta' strutturali, termodinamiche e dinamiche di sistemi complessi**

Partecipanti: Pietro Ballone, Dr. R. O. Jones, Forschungszentrum Juelich; Dr. C. Rovira, Universita' di Barcelona; Dr. B. Montanari, Imperial College, London; Dr. A. Ruini, Universita' di Modena e Reggio Emilia

L'attivita' di ricerca di Pietro Ballone durante l'anno 2004 ha riguardato lo studio mediante simulazione atomistica di proprieta' strutturali, termodinamiche e dinamiche di sistemi complessi (polimeri, molecole organiche, sistemi nano-cristallini).

In particolare, l'attivita' e' stata focalizzata sui seguenti sistemi e problemi:

trasformazioni di fase in fosforo sotto pressione e ad alta temperatura;  
polimerizzazione di equilibrio in molecole di interesse biologico (tubulina, actina).  
proprieta' elettroniche (polarizzabilita') di atomi e molecole calcolate con nuovi metodi density functional (DFT).  
proprieta' vibrazionali di nano-strutture e materiali nano-cristallini.

Durante l'anno sono apparsi i seguenti lavori:

1. A reactive force field simulation of liquid-liquid phase transitions in phosphorus - P. Ballone and R. O. Jones, J. Chem. Phys. **121**, 8147 (2004).
2. Atomic polarizability by semi-local and non-local density functional approximations - C. Cucinotta and P. Ballone, Physica Scripta T109, 166 (2004).
3. Simulation of Liquid-liquid phase transitions in sulphur and phosphorus - R. O. Jones and P. Ballone, in *Computational Modeling and Simulation of Materials* Part A, P. Vincenzini and A. Lami (Editors), Techna Group, pp 281-288 (2004).

due ulteriori manoscritti sono stati sottomessi per la pubblicazione.

Conferenze e seminari:

1. Maggio 2004: Dipartimento di fisica, Universita' di Modena e Reggio;
2. Giugno 2004: 3rd International Conference on Computational Modeling and Simulation of Materials, Acireale;
3. Agosto 2004: Forschungszentrum Juelich;
4. Ottobre 2004: Chemistry Department, Imperial College, London;
5. Dicembre 2004: Queen's University Belfast, Northern Ireland

## 6.11 Fisica dei Sistemi Complessi.

Partecipanti: F. Mallamace, U. Wanderlingh, R. Giordano, A. Faraone, M. Broccio, C. Cersaro.

Il nostro gruppo ha operato su due differenti linee di ricerca: lo studio sperimentale dei processi strutturali e dinamici che caratterizzano i sistemi complessi fuori dall'equilibrio termodinamico (stati di non-ergodicità) e la realizzazione e messa a punto di una nuova strumentazione: il TRVSALS (Time resolved very small angle light scattering).

Nello studio dei sistemi complessi alla transizione in stati di non ergodicità abbiamo focalizzato il nostro interesse su: la transizione vetrosa (TG), i fenomeni di aggregazione e la sol-gel transition (PT). Tramite misure di scattering elastico (luce e neutroni), quasielastico di luce (QELS) e viscoelasticità abbiamo studiato i seguenti sistemi: soluzioni acquose (e non) di block copolimeri, gels, sistemi micellari, dendrimeri. Questo, in considerazione del fatto che in molti di questi sistemi il potenziale di interazione e particolarmente la sua parte attrattiva può essere facilmente modulato e quindi questi sistemi possono essere efficacemente utilizzati per verificare tutte le singolarità previste dalla teoria di mode-mode coupling (MCT). Inoltre, abbiamo tenuto in giusta considerazione che in tali sistemi, dipendendo dai parametri termodinamici (concentrazione e temperatura), si originano spontaneamente i fenomeni di transizione critica, aggregazione (reversibile ed irreversibile), percolazione e glass transition tutti caratterizzati da processi di dinamica lenta associabili a effetti di clustering.

I risultati ottenuti possono essere quindi così sintetizzati

a) Utilizzando un sistema micellare attrattivo in carattere, "soluzione acquosa di un three-block copolimero" siamo riusciti a validare i suggerimenti di specifiche simulazioni basati sulla MCT. Abbiamo, infatti, osservato specifiche linee di transizione (nel piano T-C) caratterizzate da singolarità di ordine superiore (A2 ed A3), da precisi decays logaritmici nelle funzioni di correlazione densità-densità ed inoltre la esistenza di due differenti fasi vetrose i.e. il vetro attrattivo e quello repulsivo. Tali fasi, caratterizzate da dinamiche differenti, occupano regioni separate del diagramma di fase originando comportamenti rientranti liquido-vetro, vetro-liquido-vetro e vetro-vetro. Tutte queste fenomenologie nell'ambito di una collaborazione fra la nostra UR, la UR di Roma ed il Massachusetts Institute of Technology sono state da noi scoperte e studiate a mezzo di misure intensive di scattering. Inoltre al fine di una corretta valutazione dei risultati sperimentali abbiamo sviluppato una nuova modellistica di elaborazione dei risultati di scattering di neutroni a piccoli angoli (SANS) basato sulla corretta utilizzazione del fattore di forma per sistemi polimerici quanto delle informazioni correlate agli specifici comportamenti di scala, tipici dei sistemi complessi e delle loro proprietà fisiche. Ovviamente un tale modello è stato sviluppato utilizzando le "canoniche" modellistiche della meccanica statistica (Ornstein-Zernike Eq., Percus-Yevik approximation, Hypernetted-chain closure, etc.) calcolando appropriatamente le quantità caratterizzanti il potenziale di interazione delle macromolecole che costituiscono l'elemento di base del sistema (coefficienti di sticking, distribuzione delle cariche, idratazione, dimensioni caratteristiche e forma del potenziale interparticellare). In questo contesto, abbiamo utilizzato altre tecniche di misura quali: la viscoelasticità. I risultati di questi ultimi esperimenti hanno permesso di verificare alcune proposizioni della MCT alla glass transition. Cioè un comportamento che riflette integralmente i rilassamenti strutturali: in particolare, la parte immaginaria del modulo complesso di shear ( $G''$ ) mostra in funzione della frequenza un minimo al rilassamento beta ed un massimo al rilassamento alfa. L'intensità di queste singolarità e la loro collocazione in frequenza dovrebbero risultare strettamente collegati ai parametri d'ordine ed agli esponenti critici che caratterizzano le leggi di scala MCT che descrivono le correlazioni delle fluttuazioni di densità in vicinanza del punto di TG. In poche parole, misure di viscoelasticità in questi sistemi hanno fornito le stesse informazioni, ma per via diversa, che si ottengono da misure dirette della funzione intermedia di scattering sulle proprietà dinamiche e sul comportamento delle correlazioni di densità che caratterizzano la GT. Tale sistema è stato studiato in fasi di supercooling confinato in nanosistemi. Dati di scattering di neutroni mostrano chiaramente un crossover nella dinamica dell'hydrogen bond da un comportamento Vogel-Fulger-Tammon verso un puro Arrhenius; ossia da fragile a

strong glass. Questo comportamento è fortemente simile con quanto osservato (e descritto in precedenza) nei diagrammi di fase dei vetri attrattivi. Il che sembra proporre per il sistema acqua la possibilità di inquadralo in un contesto di più ampia generalità come richiesto dagli attuali modelli della fisica statistica.

b) Dallo studio comparativo delle transizioni sol-gel e quella liquido-vetro, in funzione dei parametri termodinamici (concentrazione e temperatura) in sistemi (principalmente polimeri e colloidali) che le mostrano entrambe abbiamo verificato la ipotizzata universalità (e generalità) dei processi di Jamming.

Infatti, alcuni dei sistemi complessi, studiati nella precedente sezione, sono caratterizzati dalla coesistenza, in precise regioni del piano T-C, di una linea di sol-gel transition (PT) e di una di GT nettamente separate fra loro nel diagramma di fase. Inoltre, alla PT non si notano nella funzione intermedia di scattering quegli "hallmarks" tipici della GT (i.e. rilassamenti a due steps) mentre i comportamenti viscoelastici obbediscono alle leggi di scala delle teorie di percolazione. Studi recenti, basati esclusivamente su concetti di teoria della percolazione, svolti sul processo di gelificazione hanno mostrato che le corrispondenti correlazioni nelle fluttuazioni densità-densità sono fortemente dipendenti da processi di clustering. Si hanno due possibilità estreme dipendenti dagli effetti di schermaggio idrodinamico dei clusters in formazione: in un caso tale schermaggio è completo "Rouse regime" nel secondo le correlazioni monomero-cluster sono parzialmente schermate "Zimm regime". A queste due condizioni corrispondono dinamiche diverse; per la viscoelasticità si hanno infatti differenti esponenti di scala nei due regimi (e.g. 1,35 nel "Rouse regime" e 0,7 nel "Zimm regime"). Molto più marcata è la differenza nei decays dei rilassamenti, mentre nel primo caso si hanno, avvicinandosi alla PT, comportamenti a leggi di potenza (simili a quanto si osserva alla GT) nel secondo si hanno invece decays di tipo stretched exponentials. In entrambi i casi il rilassamento caratterizzante la PT e la TG sembrano mostrare delle similitudini, sebbene nel Zimm regime i clusters dovrebbero avere caratteristiche dinamiche (i cosiddetti Coniglio-Kein clusters). Partendo da questi dati, in collaborazione con la UR di Napoli, abbiamo mostrato che il processo di clustering è alla base delle due fenomenologie e sia la PT quanto la GT hanno una comune descrizione in termini dei processi di jamming. Questo risultato indica inoltre che anche i processi di aggregazione che caratterizzano le sostanze colloidali obbediscono alla stessa fisica ponendo un ulteriore supporto alle teorie di universalità dei processi di jamming.

c) Quanto esposto nella sezione precedente indica che i processi di aggregazione dei sistemi colloidali caratterizzati come è noto da differenti cinetiche di crescita (Diffusion limited aggregation DLA, cluster-cluster aggregation DLCA, reaction limited aggregation RLA, etc.) possono essere, tramite concetti di clustering, rubricati nell' unico modello di jamming. Lo stesso sembra valere per la materia granulata. Queste situazioni originano specifiche gerarchie strutturali e le relative dinamiche sono caratterizzate da multirilassamenti. Tali dati sembrano comunque significativi e mostrano una adeguata corrispondenza con quanto proposto dalle correnti teorie. In particolare, sia le loro dinamiche quanto le loro strutture sono descritte da precise leggi di scala e gli "indici critici" calcolati sembra che possano essere ricondotti alle invocate concettualizzazioni di universalità.

## PUBBLICAZIONI

W-R. Chen, Y.Liu, F. MALLAMACE, P. Thiyagarajan and S. H. Chen "*Studies of structural arrest transition in L64/D20 micellar solutions*", J PHYS-CONDENS MAT 16 (42), 4951 (2004)

F. MALLAMACE, P. Tartaglia, W-R. Chen, A. Faraone and S. H. Chen. "*A mode coupling theory analysis of viscoelasticity near the kinetic glass transition of a copolymer micellar system*" J PHYS-CONDENS MAT 16 (42), 4975 (2004).

F. MALLAMACE, F. Sciortino and S.H. Chen "*Structural arrest transitions in colloidal systems with short-range attractions*" preface on the special issue of J PHYS-CONDENS MAT 16 (42), (2004).

F. MALLAMACE, M. Broccio, A. Faraone, W-R. Chen and S. H. Chen "*Glassy states in attractive micellar systems*" PHYSICA A 339 (1-2), 92(2004).

- F. MALLAMACE, M. Broccio, A. Faraone, W-R. Chen and S. H. Chen "*Glass states in densew attractive micellar systems*" in *Unifying Concepts in Granular Media and Glasses*, Ed. by A. Coniglio, A. Fierro, H.J. Herrmana and M. Nicodemi (Elsevier, Amsterdam -2004).
- S. H. Chen, W-R. Chen and F. MALLAMACE "*Study of the liquid-to-glass and the glass-to-glass transitions in dense L64 copolymermicellarsolutionsby scattering experiments*" in *The Physics of Complex Systems (New Advances and Perspectives)*, Ed. by F. Mallamace and H.E. Stanley (IOS press, Amsterdam -2004).
- Wanderlingh U et al. "Neutron scattering study and dynamic properties of hydrogen-bonded liquids in .." *J PHYS CHEM B* 108, 4314 (2004)
- Faraone A et al. "Fragile-to-strong liquid transition in deeply supercooled confined water" *J CHEM PHYS* 121, 10843(2004)
- Faraone A, et al. "Quasielastic and inelastic neutron scattering on hydrated calcium silicate pastes" *J CHEM PHYS* 121, 3212 (2004)
- Faraone A et a. "Model for the translation-rotation coupling of molecular motion in water" *J CHEM PHYS* 119, 6302 (2003)
- Faraone A, et al "Inelastic X-ray scattering studies of phonons in liquid crystalline DNA", *PHYS CHEM CHEM PHYS* 6, 1499 (2004).

l'elenco delle comunicazioni e/o partecipazioni a congressi relative al 2004:

- 1) The liquid-to-liquid and the glass to glass transitions in attractive colloids, Francesco Mallamace relazione su invito al congresso internazionale: From hard to ultrasoft colloids "colloids and polymeric assemblies near to and far from equilibrium" Creta,Grecia June 25-27 2004.
- 2) The reentrant behavior in the glass transition of dendrimer systems, Francesco Mallamace relazione su invito al congresso internazionale: Structural arrest in dense Collois" Bonn, Germania April 1-4 2004.
- 3) The physics of wind in the models of current statistical physics approaches, Francesco Mallamace relazione su invito al congresso nazionale di ingegneria del vento: IN-vento 2004 Reggio Calabria, Italy,June 21-23 2004.
- 4) A. Faraone, "Fragile-to-strong liquid transition in deeply supercooled water cofined in nanoporous MCM-41-S" oral contribution on the 7th Int. Conference on QENS-2004, Arcachon, France 1-4 Sept. 2004
- 5) C. Corsaro et al, "Methods for understanding single particle diffusional dynamics of water in NaA-Zeolites" poster contribution on the 7th Int. Conference on QENS-2004, Arcachon, France 1-4 Sept. 2004

## 6.12 Inquinamento ambientale acustico ed atmosferico.

Partecipanti: Prof. Ing. Giuseppe Cannistraro, Dr. Antonio Piccolo, Dr. Loredana Ponterio, Dr. Demetrio Plutino, Dr Giovanni Lupo.

Lo sviluppo urbano sostenibile è subordinato al rispetto di adeguati livelli di qualità ambientale all'interno degli spazi di vita e di lavoro confinati o aperti.

Al fine di ricavare informazioni dettagliate sul clima di rumore della città di Messina sono state effettuate campagne di misure sperimentali per l'acquisizione dei livelli di rumore prodotti dal traffico veicolare sia all'interno del centro urbano e in strade di circonvallazione interna che in vie principali di attraversamento e/o di collegamento tra gli svincoli autostradali e le stazioni marittime di imbarco per il continente. I dati raccolti (georeferenziati tramite GIS - Geographic Information Systems) hanno permesso di analizzare la distribuzione spaziale e temporale del rumore nonché la distribuzione statistica dei livelli rilevati. Si è effettuata inoltre la validazione dei principali modelli di previsione dell'inquinamento acustico in ambiente esterno (Cannelli e altri, Benedetto e Spagnolo, Cosa e Nicoli, Griffiths e Langdon, Burgess, etc.) come pure la calibrazione di un modello empirico sulla città di Messina. Per studiare e stimare il rapporto tra livelli di rumore esistenti nel centro urbano e disturbo arrecato alla popolazione si è proceduto alla individuazione dei valori limite di rumore sostenibili effettuando la zonizzazione acustica della città di Messina sulla base della analisi dei principali indicatori statistici (popolazione, numero di uffici, di attività commerciali, etc.). Sono stati quindi applicati i più recenti modelli esistenti in letteratura per la stima dell'"annoyance" prodotta (dose-effect relationships).

Al fine di ricavare informazioni dettagliate sul quadro climatico della città di Messina si è presa in considerazione la possibilità di mettere a punto un sistema avanzato di monitoraggio e controllo della qualità ambientale del centro urbano eseguendo osservazioni in movimento mediante i mezzi dei servizi pubblici di trasporto urbano. La conoscenza del quadro climatico nelle aree urbanizzate a scala locale e territoriale è di fondamentale importanza nell'analisi degli aspetti fisico-tecnici ed igienico-sanitari del controllo ambientale di spazi aperti ai fini della classificazione dei climi urbani (zonizzazione climatica), per l'individuazione delle zone con definiti gradi di comfort o discomfort (termoigrometrico, visivo) per la popolazione esposta, per lo studio della bioclimatologia umana (fisioclimatologia, climatopatologia, climatoterapia). L'analisi dei dati consente inoltre lo studio della qualità dell'aria mediante modelli di diffusione atmosferica (mappe di iso-concentrazione dei inquinanti primari e secondari) e facilita la diagnosi delle cause di degrado del patrimonio storico artistico architettonico (mappa del degrado).

### Modelli e strumenti per il controllo ambientale degli spazi confinati

Negli spazi confinati la conoscenza approfondita del quadro climatico è di valido aiuto per la progettazione bioclimatica in relazione alla destinazione d'uso (comfort termoigrometrico, daylighting), per la definizione dei valori di IAQ mediante procedure prestazionali o comportamentali nonché per il calcolo dei consumi energetici mediante modelli di simulazione (energy saving).

Si è analizzata la possibilità di garantire adeguati livelli di comfort di un determinato ambiente affidando totalmente (o almeno parzialmente) il ricambio dell'aria alla ventilazione naturale. Per tale studio sono stati utilizzati programmi standard di simulazione per il calcolo dei flussi d'aria di ricambio insieme a modelli parametrici esistenti in letteratura per il calcolo dei coefficienti di pressione sulle superfici esterne degli edifici. L'analisi, applicata a differenti moduli edilizi, ha portato alla definizione della "carta di ventilabilità" di un ambiente come metodo semplificato per la valutazione delle portate d'aria per ventilazione naturale; Tale parametro può ben figurare tra gli elementi progettuali utili a definire il benessere dell'ambiente stesso.

E' stata inoltre intrapresa una indagine avente per argomento i problemi della qualità dell'aria degli spazi confinati (Indoor-Air-Quality, IAQ) associati al rilascio di inquinanti da parte di materiali d'arredamento e sostanze presenti negli ambienti chiusi. E' in corso, di progettazione e realizzazione una camera climatica che consente di tracciare (in condizioni termoigrometriche controllate) le curve di rilascio di VOC da parte dei materiali strutturali, di rivestimento e d'arredamento più comuni presenti all'interno delle abitazioni. L'analisi viene attualmente estesa anche ai problemi della qualità dell'aria nelle sale operatorie.

## Termoacustica

Tale ricerca si colloca nel quadro della individuazione di tecnologie sostenibili (a basso impatto ambientale) per la produzione di energia e sulle fonti di energia rinnovabili.

La termoacustica è un terreno fertile di innovazione e di sviluppo tecnologico. I dispositivi termoacustici comprendono motori, frigoriferi e pompe di calore. I vantaggi offerti da questi dispositivi rispetto alla tecnologia tradizionale appaiono molto attraenti ed innovativi e sono: a) semplicità tecnico-costruttiva e compattezza; b) affidabilità derivante dalla assenza di parti meccaniche in movimento (niente usure, lubrificanti, ecc.); c) controllo del potere refrigerante di tipo continuo e proporzionale al carico termico e non di tipo on/off; d) bassi costi di costruzione e manutenzione perché le tecnologie e i materiali in gioco sono tradizionali; e) fluidi di lavoro economici, inerti e sicuri ad impatto ambientale praticamente nullo (gas o miscele di gas nobili: elio, argon, etc.).

Nell'ambito della ricerca l'obiettivo specifico riguarda soprattutto il miglioramento delle prestazioni di tali dispositivi, che a tutt'oggi risultano inferiori a quelle dei dispositivi tradizionali. Ciò comporta estese analisi teorico-sperimentali dei complessi processi termofluidodinamici e di scambio termico che hanno luogo all'interno di questi dispositivi.

Nel contesto di questa ricerca è stato progettato e un semplice prototipo di refrigeratore termoacustico funzionante ad aria ed a bassa pressione. Tale apparato ha consentito di realizzare un esteso studio sperimentale dell'effetto termoacustico incentrato soprattutto all'individuazione dei processi fisici responsabili delle deviazioni che sistematicamente vengono rilevate tra il comportamento atteso in base alla teoria termoacustica standard ed i dati sperimentali. E' stata elaborata, inoltre, una procedura di calcolo analitico che consente di evidenziare l'effetto che il comportamento acustico non-lineare di queste macchine ha sui processi convettivi di scambio termico che stanno alla base dell'effetto di pompaggio termico.

Sono stati infine sviluppati modelli di simulazione numerica per studiare i processi di scambio termico che hanno luogo in componenti specifici (ad es. scambiatori di calore termoacustici) che, essendo interessati da scambio termico con un fluido in moto oscillante con velocità media nulla, non possono essere dimensionati con le metodologie standard. I risultati ottenuti dalle simulazioni numeriche hanno consentito di ottenere utili informazioni sulle procedure di dimensionamento degli scambiatori termoacustici ed, in particolare, di desumere il valore numerico dei coefficienti di scambio termico convettivo locali.

### **Publicazioni anno 2004**

G.Cannistraro, C.Giaconia, G.Lupo, A.Piccolo, D.Plutino, L.Ponterio.

Naturally ventilated rooms: use of chart of ventilability for design and energy saving purposes, Proc. *Mediterranean congress of climatisation CLIMAMED*. Lisbon - Portugal, 15-18 April 2004.

G.Cannistraro, G.Lupo, A.Piccolo, D.Plutino, L.Ponterio, F.Zumbo.

Analisi del clima di rumore e proposta di zonizzazione acustica del comune di Messina, Atti *31° Congresso Nazionale AIA*, Venezia, 5-7 Maggio 2004, pp. 535-540.

G.Cannistraro, G.Lupo, A.Piccolo, G.Pistone, D.Plutino, L.Ponterio.

A Numerical simulation of the energy fluxes in a stack of a thermoacoustic refrigerator, Atti *59° Congresso Nazionale ATI*, Genova, 14-17 Settembre 2004, pp. 535-540.



**A. ELENCO TELEFONICO E INDIRIZZI DI POSTA ELETTRONICA**

<b>COGNOME E NOME</b>	<b>POSTA ELETTRONICA</b>	<b>telefono</b>	<b>fax</b>
ABRAMO MARIA CONCETTA	mcabramo@unime.it	090-6765050	090-765042
BALLONE PIETRO	pballone@unime.it	090-6765040	090-6765042
BARNA' CALOGERO	renato.barna@me.infn.it	090-6765028	090-395004
BRANCA CATERINA		090-6765019	090-395004
BRUNO EZIO	ebruno@unime.it	090-6765233	090-6765042
CACCAMO CARLO	carlo.caccamo@unime.it	090-6765044	090-6765042
CALVO MASSIMO	massimo.calvo@unime.it	090-6765034	090-395004
CANNISTRARO GIUSEPPE	gcannistraro@ingegneria.unime.it	090-6765236	090-395004
CARINI GIUSEPPE	carini@unime.it	090-6765014	090-395004
COSIO DANIELE	dcosio@unime.it	090-6765037	090-6765042
COSTA DINO	dino.costa@unime.it	090-6765041	090-6765042
CRUPI VINCENZA	vcrupi@unime.it	090-6765039	090-395004
CUTRONI MARIA	cutroni@unime.it	090-6765013	090-395004
D'AMICO V.	vincenzo.damico@unime.it	090-6765027	090-395004
D'ANGELO GIOVANNA	gdangelo@unime.it	090-6765039	090-395004
DE PASQUALE DOMENICO	domenico.depasquale@unime.it	090-6765028	090-395004
DONATO PAOLA	pdonato@unime.it	090-6765031	090-395004
FARAONE ANTONIO	antonio.faraone@unime.it	090-6765019	090-395004
FARO MARIA	maria.faro@unime.it	090-6765048	090-395004
FAZIO GIOVANNI	fazio@nucleo.unime.it	090-6765029	090-395004
FEDERICO MAURO	mauro.federico@unime.it	090-6765015	090-395004
FURCI VITTORIO	Vittorio.furci@unime.it	090-6765037	090-395004
GALLI GIOVANNI	giovanni.galli@unime.it	090-6765012	090-395004
GENTILE CLAUDIO	gentile@unime.it	090-6765022	090-395004
GIAQUINTA PAOLO VITTORIO	paolo.giaquinta@unime.it	090-6765.045	090-3973006
GIARDINA GIORGIO	giardina@nucleo.unime.it	090-6765025	090-395004
GINATEMPO BENIAMINO	beniamino.ginatempo@unime.it	090-6765046	090-6765042
GIORDANO RITA	giordano@unime.it	090-6765020	090-395004
GIULIANO EURO SANDRO	giulianos@unime.it	090-6765047	090-6765042
INTERDONATO SALVATORE	interdonatos@unime.it	090-6765036	090-395004
ITALIANO ANTONIO	antonio.italiano@me.infn.it	090-6765021	090-395004
MAGAZU' SALVATORE	salvatore.magazu@unime.it	090-6765025	090-395004
MAISANO GIACOMO	giacomo.maisano@unime.it	090-6765017	090-395004
MAJOLINO DOMENICO	majolino@unime.it	090-6765237	090-395004
MALESCIO GIANPIETRO	malescio@unime.it	090-6765230	090-6765042
MALLAMACE FRANCESCO	francesco.mallamace@unime.it	090-6765016	090-395004
MANDANICI ANDREA	andrea.mandanici@unime.it	090-6765013	090-395004
MIGLIARDO PLACIDO	placido.migliardo@unime.it	090-6765018	090-395004
PAGANO FRANCESCA	pagano@unime.it	090-6765031	090-395004
PELLICANE GIUSEPPE	gpellicane@unime.it	090-6765044	090-395004
PICCOLO ANTONIO	antonio.piccolo@unime.it	090-6765013	090-395004

<b>COGNOME E NOME</b>	<b>POSTA ELETTRONICA</b>	<b>telefono</b>	<b>fax</b>
PIZZIMENTI GIOVANNI	pizzimen@unime.it	090-6765048	090-6765042
PRESTIPINO GIARRITTA SANTI	prestipino@unime.it	090-6765045	090-6765042
RANDO SALVATORE	randos@unime.it	090-6765042	090-6765042
RUGGERI ALDO	aldo.ruggeri@me.infn.it	090-6765022	090-395004
RUGGERI ROBERTO	Ruggeri.r@tin.it	090-6765046	090-6765042
TORRISI LORENZO	lorenzo.torresi@unime.it	090-6765052	090-6765042
TRIFIRO' ANTONIO	Antonio.trifiro@me.infn.it	090-6765036	090-395004
TRIPODO GASPARE	gaspare.tripodo@unime.it	090-6765039	090-395004
VENUTI VALENTINA	vvenuti@unime.it	090-6765019	090-395004
WANDERLINGH FRANCO	fwanderlingh@unime.it	090-6765011	090-395004
WANDERLINGH ULDERICO	uwanderlingh@unime.it	090-6765023	090-395004