

<b>Struttura</b>	<b>Gruppo</b>
<b>L.N.L.</b>	<b>3</b>
<b>Coordinatore:</b> Mario De Poli	

**COMPOSIZIONE DEI GRUPPI DI RICERCA: A)-RICERCATORI**

Componenti del Gruppo e ricerche alle quali partecipano:

N.	Cognome e Nome	Qualifica				Affer. al Gruppo	RICERCHE DEL GRUPPO IN %										Percentuale impegno in altri Gruppi				Altri impegni	
		Dipendenti		Incarichi			ALICE	ASTEROX	EDEN	EUROBALL	GASP	MARS	N-TOF	PRISMA1	STREGA	I	II	IV	V			
		Ruolo	Art. 23	Ricerca	Assoc.																	
1	ABLEEV Vladimir				St.Str.	3		50											50			
2	CAVION Corrado				DIS	3		50											50			
3	CINAUSERO Marco	Ric				3				50											50	
4	CORRADI Lorenzo	I Ric				3								80							20	
5	DE ANGELIS Giacomo	I Ric				3			80	20												
6	DE POLI Mario	I Ric				3			40	40	20											
7	DELLA MEA Gianantonio				P.O.	5							30								60	
8	FARNEA Enrico				AsRic	3			60	40												
9	FIORETTO Enrico	Ric				3				70											30	
10	GASTALDI Ugo	D.R.				3		20										80				
11	GRAMEGNA Fabiana	I Ric				3							30			70						
12	KROELL Thorsten				B.Str.	3			20	20	60											
13	LOMBARDI Mariano	Ric				5	30														70	
14	MARGINEAN Nicolae				B.P.D.	3			30	70												
15	MASTINU Pierfrancesco	Ric				3							40			60						
16	NAPOLI Daniel Ricardo	Ric				3				50	50											
17	PESENTE Silvia				Bors.	3				20											80	
18	PRETE Gianfranco	I Ric				3				70											20	
19	RICCI Renato Angelo				P.O.	3	70									30						
20	SHETTY Dinesh				B.P.D.	3				100												
21	SPOLAORE Paola	I Ric				3			30	20	50											
22	STEFANINI Alberto	D.R.				3										100						
23	TROTTA Monica				AsRic	3										100						
24	VANNUCCI Luigi	Ric				3	60													40		
25	XIAOGUAN Wu				Bors.	3				100												
							Ricercatori	1.6	1.2	3.1	4.1	2.6	1.3	1.0	2.8	2.0						

Note:

**INSERIRE I NOMINATIVI IN ORDINE ALFABETICO**

(N.B. NON VANNO INSERITI I LAUREANDI)

- PER I DIPENDENTI: Indicare il profilo INFN
- PER GLI INCARICHI DI RICERCA: Indicare la Qualifica Universitaria (P.O, P.A, R.U) o Ente di appartenenza
- PER GLI INCARICHI DI ASSOCIAZIONE: Indicare la Qualifica Universitaria o Ente di appartenenza per Dipendenti altri Enti; Bors.) Borsista; B.P-D) Post-Doc; B.Str.) Borsista straniero; Perf.) Perfezionando; Dott.) Dottorando; AsRic) Assegno di ricerca; S.Str.) Studioso straniero; DIS) Docente Istituto Superiore

4) INDICARE IL GRUPPO DI AFFERENZA

LA PERCENTUALE DI IMPEGNO NEGLI ESPERIMENTI SI RIFERISCE ALL'IMPEGNO TOTALE NELLA RICERCA, ANCHE AL DI FUORI DELL'INFN

**Mod. G. 1**

<b>Struttura</b>	<b>Gruppo</b>
<b>L.N.L.</b>	<b>3</b>
<b>Coordinatore:</b> Mario De Poli	

**COMPOSIZIONE DEI GRUPPI DI RICERCA: B)-TECNOLOGI**

Componenti del Gruppo e ricerche alle quali partecipano:

N.	Cognome e Nome	Qualifica			RICERCHE DEL GRUPPO IN %											Percentuale impegno in altri Gruppi					Altri impegni	
		Dipendenti		Incarichi	ALICE	ASTEROX	EDEN	EUROBALL	GASP	MARS	N-TOF	PRISMA1	STREGA									
		Ruolo	Art23	Assoc. Tecnologica														I	II	IV		V
1	BEZZON Giampietro	Tecn						30	20													
2	GULMINI Michele	Tecn											40									50
3	MARON Gaetano	D.T.											50									50
4	PISENT Andrea	Tecn											20									20
5	RIGATO Valentino	Tecn									20											60

Note:

1) PER I DIPENDENTI:

Indicare il profilo INFN

2) PER GLI INCARICHI DI ASSOCIAZIONE:

Indicare Ente da cui dipendono, (Bors. T.) Borsista Tecnologo

<b>Struttura</b>	<b>Gruppo</b>
<b>L.N.L.</b>	<b>3</b>
<b>Coordinatore:</b> Mario De Poli	

**COMPOSIZIONE DEI GRUPPI DI RICERCA: C) - TECNICI**

Componenti del Gruppo e ricerche alle quali partecipano:

N.	Cognome e Nome	Qualifica				RICERCHE DEL GRUPPO IN %										Percentuale impegno in altri Gruppi		Altri impegni
		Dipendenti		Incarichi		ALICE	ASTEROX	EDEN	EUROBALL	GASP	MARS	N-TOF	PRISMA1	STREGA				
		Ruolo	Art.36	Collab. tecnica	Assoc. tecnica													

Note:

- |   |                                |
|---|--------------------------------|
| 1) PER I DIPENDENTI:                            | Indicare il profilo INFN       |
| 2) PER GLI INCARICHI DI COLLABORAZIONE TECNICA: | Indicare Ente da cui dipendono |
| 2) PER GLI INCARICHI DI ASSOCIAZIONE TECNICA:   | Indicare Ente da cui dipendono |

<b>Struttura</b>	<b>Gruppo</b>
<b>L.N.L.</b>	<b>3</b>

**PREVISIONE DELLE SPESE DI DOTAZIONE E GENERALI DI GRUPPO**

Dettaglio della previsione delle spese del Gruppo che non afferiscono ai singoli Esperimenti e per l'ampliamento della Dotazione di base del Gruppo

**In ML**

VOCI DI SPESA		DESCRIZIONE DELLA SPESA	IMPORTI						
			Parziali	Totale Compet.					
Viaggi e Missioni	Interno	Mobilità dei membri del gruppo Spese per Coordinatore Spese per Presidente EPS	10 6 5	<b>21</b>					
	Estero	Partecipazione dei membri del gruppo a conferenze e meetings internazionali Spese per Presidente EPS	35 15	<b>50</b>					
Materiale di Consumo		Prelievi di magazzino Spese telefoniche e fotocopiatura. Riparazioni Minuteria meccanica elettronica e da vuoto	4 10 10	<b>24</b>					
Spese Seminari			10	<b>10</b>					
Trasporti e facch.									
Pubblicazioni Scientifiche			10	<b>10</b>					
Spese Calcolo		<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 25%;">Consorzio</td> <td style="width: 25%;">Ore CPU</td> <td style="width: 25%;">Spazio Disco</td> <td style="width: 25%;">Cassette</td> <td style="width: 25%;">Altro</td> </tr> </table>	Consorzio	Ore CPU	Spazio Disco	Cassette	Altro		
Consorzio	Ore CPU	Spazio Disco	Cassette	Altro					
Affitti e Manutenzione Apparecchiature (1)		Manutenzione calcolatori Manutenzione unità nastro EXABYTE	30 20	<b>50</b>					
Materiale Inventariabile		Attrezzatura per la nuova sede del gruppo	105	<b>105</b>					
<b>TOTALI</b>				<b>270</b>					

(1) Indicare tutte le macchine in manutenzione

<b>Struttura</b>	<b>Gruppo</b>
<b>L.N.L.</b>	<b>3</b>

## PREVISIONE DELLE SPESE PER LE RICERCHE

RIEPILOGO DELLE SPESE PREVISTE PER LE RICERCHE DEL GRUPPO

In ML

SIGLA ESPERIMENTO		SPESA PROPOSTA										
		Miss. interno	Miss. estero	Mater. di cons.	Spese Semin.	Trasp. e Facchin.	Pubbl. Scient.	Spese Calc.	Aff. e Manut. App.	Mater. Invent.	Costruz. Appar.	TOT. Compet.
A) Esperimenti o Iniz. Specifiche Gr. IV in Corso	ALICE	8	36	10						5		59
	ASTEROX	3	15	2								20
	EDEN	27	40	130		10				50		257
	EUROBALL	10	104	54						59		227
	GASP	8	50	250						35		343
	MARS	2	18	10						6		36
	PRISMA1	6	17	105						63	30	221
	STREGA	22	18	38						12		90
<b>Totali A)</b>		<b>86</b>	<b>298</b>	<b>599</b>		<b>10</b>				<b>230</b>	<b>30</b>	<b>1253</b>
B) Esperimenti o Iniz. Spec. Gr. IV da Iniziare	N-TOF	8	60	20							105	193
<b>Totali B)</b>		<b>8</b>	<b>60</b>	<b>20</b>							<b>105</b>	<b>193</b>
<b>C) Dotazioni di Gruppo</b>		<b>21</b>	<b>50</b>	<b>24</b>	<b>10</b>		<b>10</b>		<b>50</b>	<b>105</b>		<b>270</b>
<b>Totali (A+B+C)</b>		<b>115</b>	<b>408</b>	<b>643</b>	<b>10</b>	<b>10</b>	<b>10</b>		<b>50</b>	<b>335</b>	<b>135</b>	<b>1716</b>

**ISTITUTO NAZIONALE DI FISICA NUCLEARE**Preventivo per l'anno **2001**

Codice	Esperimento	Gruppo
0532	ALICE	3

<b>Struttura</b>
<b>LNL</b>

Rappresentante Nazionale: S. SERCI

Struttura di appartenenza: CAGLIARI

Posizione nell'I.N.F.N.: DIR. DI RICERCA

Ricercatore responsabile locale: VANNUCCI Luigi

**INFORMAZIONI GENERALI**

<b>Linea di ricerca</b>	IONI PESANTI RELATIVISTICI
<b>Laboratorio ove si raccolgono i dati</b>	CERN
<b>Sigla dello esperimento assegnata dal Laboratorio</b>	ALICE
<b>Acceleratore usato</b>	LHC
<b>Fascio (sigla e caratteristiche)</b>	Pb, Sn, Kr, Ar, O
<b>Processo fisico studiato</b>	Interazione di nuclei ad altissime energie
<b>Apparato strumentale utilizzato</b>	Apparato ALICE
<b>Sezioni partecipanti all'esperimento</b>	BA, BO, CA, CT, LNL, PD, RM, TO, TS
<b>Istituzioni esterne all'Ente partecipanti</b>	Aligarh, Bombay, Calcutta, Chandigarh, Jaipur, Jammu; Athens, Attikis, Ioannina; Beijing, Wuhan; Bergen, Oslo; Birmingham; Bratislava, Kosice; Budapest; CERN, Geneva; Clermont-Ferrand, Nantes, Orsay, Strasbourg; Copenaghen; Cracow, Warsaw; Darmstadt, Frankfurt, Heidelberg, Marburg, Munster; Gatchina, JINR, Kurchatov, Moscow, Novosibirsk, Sarov, St. Petersburg; Kharkov, Kiev; Lund; Mexico City; Minsk; Oak Ridge; Prague, Rez u Prahy; Yerevan; Zagreb.
<b>Durata esperimento</b>	5 anni

**Mod. EC. 1**

(a cura del responsabile locale)

Codice	Esperimento	Gruppo
0532	ALICE	3

<b>Struttura</b>
<b>L.N.L.</b>

**PREVENTIVO LOCALE DI SPESA PER L'ANNO**
**2001**
**In ML**

VOCI DI SPESA	DESCRIZIONE DELLA SPESA					IMPORTI		A cura della Comm.ne Scientifica Nazionale	
						Parziali	Totale Compet.		
Viaggi e missioni	Interno	Riunioni di gruppo					5	<b>8</b>	
		Riunioni di collaborazione ALICE ITALIA					3		
Estero	Alice meetings: 4 settimane per 2 persone					36	<b>36</b>		
	ITS Meetings: 2 settimane per 1 persona								
Off-line meetings e sviluppo software: 2 settimane per 1 persona									
Test beam: 2 settimane per 1 persona									
Materiale Consumo	Rivelatori a stato solido per misure irradiazione pixels					5,5	<b>10</b>		
	Nastri magnetici e consumo vario					2			
	Contributo spese consumi dell'esperimento					2,5			
Trasp.e facch.									
Spese Calcolo	Consorzio	Ore CPU	Spazio Disco	Cassette	Altro				
Affitti e manutenz. apparecchiati.									
Materiale Inventariabile	Moduli di elettronica per misure irradiazione pixels					5	<b>5</b>		
Costruzione Apparati									
<b>Totale</b>							<b>59</b>		
Note:									

Codice	Esperimento	Gruppo
0532	ALICE	3

<b>Struttura</b>
<b>LNL</b>

**PREVISIONE DI SPESA: PIANO FINANZIARIO LOCALE**  
**PER GLI ANNI DELLA DURATA DEL PROGETTO**

**In ML**

ANNI FINANZIARI	Miss. interno	Miss. estero	Mater. di cons.	Trasp.e Facch.	Spese Calcolo	Affitti e manut. appar.	Mat. inventar.	Costruz. apparati	TOTALE Competenza
2001	8	36	10				5		<b>59</b>
2002	10	44	10						<b>64</b>
2003	10	48	10				7		<b>75</b>
2004	10	48	10				7		<b>75</b>
<b>TOTALI</b>	<b>38</b>	<b>176</b>	<b>40</b>				<b>19</b>		<b>273</b>

Note:

Osservazioni del Direttore della Struttura in merito alla disponibilità di personale e di attrezzature:  
 Il supporto richiesto e' compatibile con le risorse della struttura

**Mod. EC. 3**

(a cura del responsabile locale)





Codice	Esperimento	Gruppo
0532	ALICE	3

<b>Struttura</b>
L.N.L.

**COMPOSIZIONE DEL GRUPPO DI RICERCA (cont.)**

LAUREANDI Cognome e Nome	Associazione		Titolo della Tesi
	SI	NO	
BUSTREO Nicola Relatore Ricci Renato A.	<input type="radio"/> SI	<input checked="" type="radio"/> NO	Rivelatore di vertice (ITS) dell'esperimento ALICE al CERN.
Relatore	<input type="radio"/> SI	<input type="radio"/> NO	
Relatore	<input type="radio"/> SI	<input type="radio"/> NO	
Relatore	<input type="radio"/> SI	<input type="radio"/> NO	
Relatore	<input type="radio"/> SI	<input type="radio"/> NO	
Relatore	<input type="radio"/> SI	<input type="radio"/> NO	
Relatore	<input type="radio"/> SI	<input type="radio"/> NO	
Relatore	<input type="radio"/> SI	<input type="radio"/> NO	

Denominazione	mesi-uomo	<b>SERVIZI TECNICI</b> Annotazioni

**INTERAZIONI CON LE INDUSTRIE (COMMESSE HIGH TECH)**

DENOMINAZIONE	DESCRIZIONE PRODOTTO O COMMESSA

**ALICE**

**Laboratori Nazionali di Legnaro**

**Richieste finanziarie per l'anno 2001**

Il gruppo dei LNL dell'INFN è attualmente coinvolto nella collaborazione ALICE per l'Internal Tracking System (ITS).

Collabora alla progettazione dei rivelatori a pixel tramite lo sviluppo di programmi di simulazione dell'apparato che permettono di valutarne la risposta. In questo contesto è stato realizzato anche il display dell'ITS.

Il gruppo dei LNL, oltre che della simulazione, si occupa anche del software di ricostruzione ed, in particolare, della determinazione del vertice primario e di quelli secondari. L'attività di sviluppo software comprende anche la generazione di eventi fisici, lo studio delle loro caratteristiche e dei segnali indicativi della formazione del QGP.

Il gruppo dei LNL collaborerà anche al trasporto del software di Alice sulle strutture di calcolatori in rete che verranno sviluppate nell'ambito del progetto GRID.

Le attività sull'hardware riguardano misure di irradiazione della microelettronica dei pixel con fasci di protoni. Tali misure sono finalizzate a valutare la resistenza dei chips e studiare il variare del loro comportamento con la dose assorbita.

### **Ricercatori partecipanti**

Il totale dei ricercatori partecipanti è di 3 per un totale di 1.6 ricercatori equivalenti come di seguito riportato:

<b>Ricercatori</b>	
Nome	PERC. in ALICE
Prof. R.A. Ricci	70%
Dr. M. Lombardi	30%
Dr. L. Vannucci	60%
Totale Ricercatori	160%

La partecipazione sui progetti è così suddivisa: 0.3 FTE su irradiazioni pixel, 1.0 FTE sviluppo software e 0.3 FTE sul progetto GRID.

## **Attività svolta nel 1999-2000:**

Nel 2000 e' stato sviluppato il software per la rappresentazione grafica dell'intero ITS. Esso permette di visualizzare l'apparato sia globalmente che nei suoi singoli componenti. Vengono visualizzate le cariche rilasciate dalle particelle e le coordinate spaziali del punto di attraversamento del rivelatore. Il software sviluppato permette la visualizzazione selettiva dell'evento per tipo di particella, impulso e rapidita'.

E' in fase di ottimizzazione il software di ricostruzione del vertice primario mediante una tecnica che utilizza solo l'informazione dei due strati piu' interni dell'ITS (rivelatori a pixel). L'algoritmo, prescindendo dal codice di ricostruzione dell'evento che coinvolge altri rivelatori, permette di conoscere a priori il vertice primario con grande precisione ( $\sim 20 \mu\text{m}$ ). Tale informazione risulta essenziale in assenza di tracking ed estremamente utile al tracking stesso.

Le misure di irradiazione della micro-elettronica dei pixel hanno permesso di valutare il comportamento dei prototipi sviluppati per Alice. Essi hanno mostrato di avere resistenza alla radiazione adeguata alle condizioni di misura dell'esperimento.

## **Attività prevista per il 2001**

Si prevede per il 2001 di operare nelle seguenti direzioni.

Collaborare al trasporto, messa a punto ed utilizzo del software di Alice su farms di calcolatori organizzate come prototipi di GRID.

Simulare eventi fisici con produzione di charm per valutare la capacita' risolutiva dell'apparato per vertici secondari che si trovino in vicinanza del vertice primario. Successivamente si intende ottimizzare le prestazioni di identificazione sviluppando, se necessario, nuovi algoritmi.

Effettuare misure di irradiazione della micro-elettronica dei rivelatori a pixel sviluppata secondo il disegno definitivo del progetto.

### **Milestones:**

#### *Giugno 2001*

Prove di utilizzo del software di Alice su prototipi di GRID.

Messa a punto dell'algoritmo di determinazione del vertice primario con i rivelatori a pixel.

Prime misure di irradiazione dei nuovi chips di micro-elettronica.

#### *Dicembre 2001*

Generazione e studio di eventi fisici con produzione di charm, valutazione della capacita' risolutiva dei vertici secondari.

Seconda serie di misure di irradiazione della micro-elettronica dei pixel.

## **Richieste finanziarie per il 2001**

### **Missioni Interno**

Richiesta Totale 8 ML.

Si richiede un finanziamento di 3 ML per la partecipazione alle riunioni della collaborazione ALICE ITALIA: 3 riunioni per anno per 3 giorni per 2 persone.

Il gruppo dei LNL lavora in collaborazione con quello di Catania per lo sviluppo software e con quello di Roma per l'irradiazione della micro-elettronica.

Per il 2001 si prevedono 3 riunioni di gruppo, a Catania. Per questo si chiede il finanziamento di 1 ML per viaggio di 1 persona per 4 giorni di trasferta al costo totale di 3 ML (si è considerato un costo di 0.5 ML per il viaggio in aereo e una spesa di 0.5 ML per due giorni di riunione + due giorni di viaggio).

Si prevedono inoltre 2 riunioni di gruppo a Roma. Per questo si chiede il finanziamento di 1 ML per viaggio di 1 persona per 4 giorni di trasferta al costo totale di 2 ML (si è considerato un costo di 0.5 ML per il viaggio in aereo e una spesa di 0.5 ML per due giorni di riunione + due giorni di viaggio).

### **Missioni Estero**

La richiesta totale ammonta a 36 ML dettagliata come segue.

Per il 2001 è previsto un periodo di turni al SPS. Considerando 15 giorni per 1 persona + 2 giorni di viaggio, si richiedono per questa attività 6 ML (~0.6 Mesi Uomo a 10.2 ML/M.U.).

Riunioni di collaborazione al CERN (ALICE WEEK): 4 per anno per 6 giorni per 2 persone: 20 ML.

Riunioni di collaborazione al CERN per ITS meetings: 2 per anno per 6 giorni per 1 persona: 5 ML.

Riunioni di collaborazione al CERN per off-line meetings e per integrazione del software sviluppato con il software generale di Alice: 2 per anno per 6 giorni per 1 persona: 5 ML.

### **Materiale di Consumo**

Richiesta totale 10 ML.

Oltre ai 2.5 ML per contributo spese comuni dell'esperimento si richiedono 5.5 ML per l'acquisto di rivelatori a stato solido da usarsi come monitors nelle misure di irradiazione della micro-elettronica dei pixel e 2 ML per acquisti di materiale vario.

### **Materiale Inventariabile**

Richiesta totale 5 ML.

Si richiedono 5 ML per acquisto di moduli di elettronica (amplificatori, discriminatori) per i rivelatori di monitor da usarsi nelle misure di irradiazione.

## **Piano locale di spesa per gli anni 2002-2004 ALICE-LNL(ITS)**

RIEPILOGO RICHIESTE ALICE LNL (ITS)	Richiesta 2001 con calcolo	2002 senza calcolo	2003 senza calcolo	2004 SENZA calcolo	Totali
INTERNO	8	10	10	10	38
ESTERO	36	44	48	48	176
CONSUMO	10	10	10	10	40
INVENTARIABILE	5		7	7	19
TRASPORTI					
COSTRUZ.APPARATI					
TOTALE	59	64	75	75	273

### ***Riepilogo richieste ALICE LNL(ITS) 2001***

RIEPILOGO RICHIESTE 2001 ALICE ITS	Richiesta	Cassa
INTERNO	8	8
ESTERO	36	36
CONSUMO	10	10
INVENTARIABILE	5	5
TRASPORTI		
COSTRUZ.APPARATI		
TOTALE	59	59

**ISTITUTO NAZIONALE DI FISICA NUCLEARE**Preventivo per l'anno **2001**

Codice	Esperimento	Gruppo
1102	ASTEROX	3

<b>Struttura</b>
<b>L.N.L.</b>

Ricercatore  
responsabile locale: GASTALDI Ugo**Rappresentante Nazionale:** U. GASTALDI

Struttura di appartenenza: L.N.L.

Posizione nell'I.N.F.N.: DIR.RIC.

**INFORMAZIONI GENERALI**

<b>Linea di ricerca</b>	SPETTROSCOPIA DI MESONI SCALARI E DINAMICA DELLE ANNICILAZIONI PROTONE ANTIPROTONE A RIPOSO
<b>Laboratorio ove si raccolgono i dati</b>	CERN e BNL (Dati di Camere a Bolle)
<b>Sigla dello esperimento assegnata dal Laboratorio</b>	ASTEROX
<b>Acceleratore usato</b>	AGS a BNL, PS al CERN
<b>Fascio (sigla e caratteristiche)</b>	antiprotoni
<b>Processo fisico studiato</b>	Annichilazioni a riposo pbarra-N -> K-Kbarra-pione
<b>Apparato strumentale utilizzato</b>	Camere a Bolle
<b>Sezioni partecipanti all'esperimento</b>	LNL
<b>Istituzioni esterne all'Ente partecipanti</b>	
<b>Durata esperimento</b>	3 anni



Codice	Esperimento	Gruppo
1102	ASTEROX	3

<b>Struttura</b>
<b>L.N.L.</b>

**PREVENTIVO LOCALE DI SPESA PER L'ANNO**
**2001**
**In ML**

VOCI DI SPESA	DESCRIZIONE DELLA SPESA					IMPORTI		A cura della Comm.ne Scientifica Nazionale	
						Parziali	Totale Compet.		
Viaggi e missioni	Interno	Contatti scientifici					3	<b>3</b>	
	Estero	Contatti scientifici (Bonn, CERN, Montpellier) 1 viaggio/mese					15	<b>15</b>	
Materiale Consumo	Economato-Magazzino					2	<b>2</b>		
Trasp.e facch.									
Spese Calcolo	Consorzio	Ore CPU	Spazio Disco	Cassette	Altro				
Affitti e manutenz. apparecchiat.									
Materiale Inventariabile									
Costruzione Apparati									
<b>Totale</b>							<b>20</b>		
Note:									

Codice	Esperimento	Gruppo
1102	ASTEROX	3

<b>Struttura</b>
<b>L.N.L.</b>

**PREVISIONE DI SPESA: PIANO FINANZIARIO LOCALE**  
**PER GLI ANNI DELLA DURATA DEL PROGETTO**

**In ML**

ANNI FINANZIARI	Miss. interno	Miss. estero	Mater. di cons.	Trasp.e Facch.	Spese Calcolo	Affitti e manut. appar.	Mat. inventar.	Costruz. apparati	TOTALE Competenza
2001	3	15	2						<b>20</b>
2002	3	15	2						<b>20</b>
<b>TOTALI</b>	<b>6</b>	<b>30</b>	<b>4</b>						<b>40</b>

Note:

Osservazioni del Direttore della Struttura in merito alla disponibilità di personale e di attrezzature:  
 Il supporto richiesto e' compatibile con le risorse della struttura

**Mod. EC. 3**

(a cura del responsabile locale)

Codice	Esperimento	Gruppo
1102	ASTEROX	3

<b>Struttura</b>
L.N.L.

**PREVENTIVO GLOBALE PER L'ANNO 2001**

In ML

Struttura	A CARICO DELL' I.N.F.N.									A carico di altri Enti
	Miss. interno	Miss. estero	Mater. di cons.	Trasp. e Facch.	Spese Calc.	Affitti e Manut. Appar.	Mater. inventar.	Costruz. appar.	TOTALE Compet.	
L.N.L.	3	15	2						20	
<b>TOTALI</b>	<b>3</b>	<b>15</b>	<b>2</b>						<b>20</b>	

NB. La colonna **A carico di altri Enti** deve essere compilata **obbligatoriamente**

Note:

**ISTITUTO NAZIONALE DI FISICA NUCLEARE**Preventivo per l'anno **2001**

Codice	Esperimento	Gruppo
1102	ASTEROX	3

<b>Struttura</b>
<b>L.N.L.</b>

**A) ATTIVITA' SVOLTA NELL'ANNO 2000**

Analisi antiprotone neutrone in  $K_s K_s$  Pi meno completata.  
 Lavoro in corso di redazione.  
 Osservazione dello stato fondamentale di Gluonio.  
 Pubblicazioni, seminari e attivita' connesse.

**B) ATTIVITA' PREVISTA PER L'ANNO 2001**

Analisi antiprotone neutrone in  $K^+ K^-$  Pi meno.  
 Analisi di isospin antiprotone neutrone in  $K^-$  antiK Pi nell'approssimazione di S-Wave dominance

**C) FINANZIAMENTI GLOBALI AVUTI NEGLI ANNI PRECEDENTI**

In ML

Anno Finanziario	Missioni interno	Missioni estero	Materiale di consumo	Trasp. e Facch.	Spese Calcolo	Affitti e Manut. Apparec.	Materiale inventar.	Costruz. apparati	TOTALE
2000	3	6	2						11
<b>TOTALE</b>	<b>3</b>	<b>6</b>	<b>2</b>						<b>11</b>

**Mod. EC. 5**

(a cura del rappresentante nazionale)

Codice	Esperimento	Gruppo
1102	ASTEROX	3

<b>Struttura</b>
<b>L.N.L.</b>

## PREVISIONE DI SPESA

### Piano finanziario globale di spesa

**In ML**

ANNI FINANZIARI	Miss. interno	Miss. estero	Materiale di cons.	Trasp.e Facch.	Spese Calcolo	Affitti e manut. appar.	Mat. inventar.	Costruz. apparati	TOTALE Competenza
2001	3	15	2						<b>20</b>
2002	3	15	2						<b>20</b>
<b>TOTALI</b>	<b>6</b>	<b>30</b>	<b>4</b>						<b>40</b>

Note:



Codice	Esperimento	Gruppo
1102	ASTEROX	3

<b>Struttura</b>
<b>L.N.L.</b>

**COMPOSIZIONE DEL GRUPPO DI RICERCA (cont.)**

<b>LAUREANDI</b> Cognome e Nome	Associazione		Titolo della Tesi
	SI	NO	
PLACENTINO Michele Relatore U. GASTALDI	<input type="radio"/> SI	<input checked="" type="radio"/> NO	Osservazione dello stato fondamentale di Gluonio.
Relatore	<input type="radio"/> SI	<input type="radio"/> NO	
Relatore	<input type="radio"/> SI	<input type="radio"/> NO	
Relatore	<input type="radio"/> SI	<input type="radio"/> NO	
Relatore	<input type="radio"/> SI	<input type="radio"/> NO	
Relatore	<input type="radio"/> SI	<input type="radio"/> NO	
Relatore	<input type="radio"/> SI	<input type="radio"/> NO	

Denominazione	mesi-uomo	<b>SERVIZI TECNICI</b> Annotazioni

**INTERAZIONI CON LE INDUSTRIE (COMMESSE HIGH TECH)**

DENOMINAZIONE	DESCRIZIONE PRODOTTO O COMMESSA

Codice	Esperimento	Gruppo
1102	ASTEROX	3

<b>Struttura</b>
L.N.L.

<b>REFEREES DEL PROGETTO</b>	
Cognome e Nome	Argomento
STEFANINI A. (Firenze)	

<b>MILESTONES PROPOSTE PER IL 2001</b>	
Data completamento	Descrizione
Giugno 2001	Analisi dati K <sup>+</sup> K <sup>-</sup> Pi meno
Dicembre 2001	Analisi di isospin con S-Wave dominance

<b>COMPETITIVITA' INTERNAZIONALE</b>
Prima identificazione del mesone $f_0(1000)$ come stato dominatamente fatto di Gluonio.

<b>LEADERSHIPS NEL PROGETTO</b>	
Cognome e Nome	Funzioni svolte
GASTALDI Ugo	Responsabile Nazionale.



Codice	Esperimento	Gruppo
1102	ASTEROX	3

<b>Struttura</b>
<b>L.N.L.</b>

**Consuntivo anno 1999/2000**

<b>LAUREATI</b>		
Cognome e Nome	Titolo della Tesi	Sbocco professionale
Laurea in		
Laurea in		
Laurea in		
Laurea in		
Laurea in		
<b>DOTTORI di RICERCA</b>		
Dott in		
Dott in		
Dott in		
Dott in		
<b>PRESENTAZIONI A CONFERENZE SU INVITO E SEMINARI SIGNIFICATIVI</b>		
Relatore	Titolo	Conferenza o luogo
GASTALDI Ugo	P++ Glueball ground state in antiproton annihilations at rest	Conf.- La Thuile 2000 Marzo 2000
GASTALDI Ugo	Observation of the 0++ Gluonium ground state in antiproton annihilations at rest	CERN TM Seminar Maggio 2000
GASTALDI Ugo	The Gluonium groundstate (experimental Review)	Montpellier Luglio 2000

Codice	Esperimento	Gruppo
1102	ASTEROX	3

<b>Struttura</b>
L.N.L.

**Consuntivo anno 1999/2000**

<b>MILESTONES RAGGIUNTE</b>	
<b>Data completamento</b>	<b>Descrizione</b>
<b>Commento al conseguimento delle milestones</b> In linea col piano di svolgimento presentato alla proposta di attivita'.	

<b>SVILUPPO DI STRUMENTAZIONE INNOVATIVA</b>

<b>Ricadute su altri gruppi, sul sistema industriale e su altre discipline</b>

Codice	Esperimento	Gruppo
1102	ASTEROX	3

<b>Struttura</b>
<b>L.N.L.</b>

### **Elenco delle pubblicazioni anno 1999/2000**

LNL-INFN (Rep)142/99( 1999) inviato a Nucl.Phys. B.  
LNL-INFN (Rep)148/99( 1999) V. Ableev et al. pubblicato in Nucl. Phys. B (Proc. suppl) 86 (2000) 351.  
LNL-INFN (Rep)150/99( 1999) apparira' in CERN Proc.LEAR Symposium.

**ISTITUTO NAZIONALE DI FISICA NUCLEARE**Preventivo per l'anno **2001**

Codice	Esperimento	Gruppo
	EDEN	3

<b>Struttura</b>
<b>L.N.L.</b>

Ricercatore  
responsabile locale: FIORETTO Enrico

**Rappresentante Nazionale:** G. PRETE -  
A. BRONDI

Struttura di appartenenza: LNL  
NAPOLI

Posizione nell'I.N.F.N.: PRIMO RIC.  
INC. DI RICERCA

**INFORMAZIONI GENERALI**

<b>Linea di ricerca</b>	REAZIONI NUCLEARI INDOTTE DA IONI PESANTI
<b>Laboratorio ove si raccolgono i dati</b>	L.N.L. Texas A&M University, Cyclotron Institute, Texas (U.S.A.)
<b>Sigla dello esperimento assegnata dal Laboratorio</b>	EDEN
<b>Acceleratore usato</b>	Tandem XTU+Linac ALPI - Ciclotrone Superconduttore K500.
<b>Fascio (sigla e caratteristiche)</b>	Ioni pesanti ad energie > 20 AMeV. <sup>4</sup> He e ioni pesanti ad energie > 20 AMeV. RIB presso Texas A&M University.
<b>Processo fisico studiato</b>	Decadimento di nuclei caldi. Emissione di pre-fissione. Dinamica delle collisioni. Densita' dei livelli nucleari in nuclei alla o vicini alla chiusura di shell. Astrofisica nucleare.
<b>Apparato strumentale utilizzato</b>	Sistema di rivelazione $8\pi$ LP (Rivelatore a $4\pi$ per particelle cariche)+Trigger per frammenti di fissione e residui di evaporazione + Rivelatori per neutroni. Punto misura per spettroscopia neutronica Neutron Ball + Odoscopio per particelle cariche. Fragmentation line.
<b>Sezioni partecipanti all'esperimento</b>	BA, FI, LNL, MI, NA, PD
<b>Istituzioni esterne all'Ente partecipanti</b>	Texas A&M University, Cyclotron Institute, College Station, Texas (U.S.A.). BARC, Bombay (INDIA).
<b>Durata esperimento</b>	1998 - 2003 (si chiede il prolungamento per i prossimi tre anni)

Codice	Esperimento	Gruppo
	EDEN	3

<b>Struttura</b>
<b>L.N.L.</b>

**PREVENTIVO LOCALE DI SPESA PER L'ANNO**
**2001**
**In ML**

VOCI DI SPESA	DESCRIZIONE DELLA SPESA	IMPORTI		A cura della Comm.ne Scientifica Nazionale				
		Parziali	Totale Compet.					
Viaggi e missioni	Interno 4 riunioni x 5 ricercatori x (.250 x 2gg + .600 viaggio) Mobilita' responsabile nazionale	22 5	<b>27</b>					
	Estero Texas: 1 turno x 5 ric. x (.500 x 7gg + 1.5 viaggio) Texas: Analisi dati; 1 trasf. x 2 ric. x (.500 x 7gg + 1.5 viag.) Contatti con gruppi esteri: BARC,Bombay-INDIA; IAE,Pechino-CINA)	25 10 5	<b>40</b>					
Materiale Consumo	Riparazioni elettronica Ricambi rivelatori al silicio (20 Rivelatori) 50+isotopi 5 Supporti magnetici e consumo esperimenti 8pLP e TAMU Manutenzioni vuoto e software 3xMWPC 8x8 cm2 per Fragmentation Line	15 55 20 10 30	<b>130</b>					
Trasp.e facch.	Trasporti Texas	10	<b>10</b>					
Spese Calcolo	Consorzio	Ore CPU	Spazio Disco		Cassette	Altro		
Affitti e manutenz. apparecchiati.								
Materiale Inventariabile	Elettronica MWPC per Fragmentation Line preamplificatori veloci, amplificatori, CFD, ADC, TDC	50	<b>50</b>					
Costruzione Apparati								
<b>Totale</b>			<b>257</b>					
Note:								

Codice	Esperimento	Gruppo
	EDEN	3

<b>Struttura</b>
<b>L.N.L.</b>

**PREVISIONE DI SPESA: PIANO FINANZIARIO LOCALE**  
**PER GLI ANNI DELLA DURATA DEL PROGETTO**

**In ML**

ANNI FINANZIARI	Miss. interno	Miss. estero	Mater. di cons.	Trasp.e Facch.	Spese Calcolo	Affitti e manut. appar.	Mat. inventar.	Costruz. apparati	TOTALE Competenza
2001	27	40	130	10			50		<b>257</b>
2002	26	45	110	5			20		<b>206</b>
2003	16	45	105	10					<b>176</b>
<b>TOTALI</b>	<b>69</b>	<b>130</b>	<b>345</b>	<b>25</b>			<b>70</b>		<b>639</b>

Note:

Osservazioni del Direttore della Struttura in merito alla disponibilità di personale e di attrezzature:  
 Il supporto richiesto e' compatibile con le risorse della struttura

**Mod. EC. 3**

(a cura del responsabile locale)

Codice	Esperimento	Gruppo
	EDEN	3

<b>Struttura</b>
L.N.L.

**PREVENTIVO GLOBALE PER L'ANNO 2001**

In ML

Struttura	A CARICO DELL' I.N.F.N.									A carico di altri Enti
	Miss. interno	Miss. estero	Mater. di cons.	Trasp. e Facch.	Spese Calc.	Affitti e Manut. Appar.	Mater. inventar.	Costruz. appar.	TOTALE Compet.	
BARI	32	8	41	3			20		<b>104</b>	
FIRENZE	24	10	17				20		<b>71</b>	
L.N.L.	26	40	130	10			50		<b>256</b>	
NAPOLI	69	40	60				16		<b>185</b>	
PADOVA	38	50	93				23		<b>204</b>	
<b>TOTALI</b>	<b>189</b>	<b>148</b>	<b>341</b>	<b>13</b>			<b>129</b>		<b>820</b>	

NB. La colonna **A carico di altri Enti** deve essere compilata **obbligatoriamente**

Note:

**ISTITUTO NAZIONALE DI FISICA NUCLEARE**Preventivo per l'anno **2001**

Codice	Esperimento	Gruppo
	EDEN	3

<b>Struttura</b>
<b>L.N.L.</b>

**A) ATTIVITA' SVOLTA NELL'ANNO 2000**

Da allegare

**B) ATTIVITA' PREVISTA PER L'ANNO 2001**

Da allegare

**C) FINANZIAMENTI GLOBALI AVUTI NEGLI ANNI PRECEDENTI**

In ML

Anno Finanziario	Missioni interno	Missioni estero	Materiale di consumo	Trasp. e Facch.	Spese Calcolo	Affitti e Manut. Apparec.	Materiale inventar.	Costruz. apparati	TOTALE
1998	137	77	230	5		111			<b>560</b>
1999	117	58	156			68			<b>399</b>
2000	138	94	178	5		97			<b>512</b>
<b>TOTALE</b>	<b>392</b>	<b>229</b>	<b>564</b>	<b>10</b>		<b>276</b>			<b>1471</b>

**Mod. EC. 5**

(a cura del rappresentante nazionale)



Codice	Esperimento	Gruppo
	EDEN	3

<b>Struttura</b>
<b>L.N.L.</b>

## PREVISIONE DI SPESA

### Piano finanziario globale di spesa

**In ML**

ANNI FINANZIARI	Miss. interno	Miss. estero	Materiale di cons.	Trasp.e Facch.	Spese Calcolo	Affitti e manut. appar.	Mat. inventar.	Costruz. apparati	TOTALE Competenza
2001	189	148	341	13			129		<b>820</b>
2002	199	168	204	13			89		<b>673</b>
2003	130	168	207	8					<b>513</b>
<b>TOTALI</b>	<b>518</b>	<b>484</b>	<b>752</b>	<b>34</b>			<b>218</b>		<b>2006</b>

Note:



Codice	Esperimento	Gruppo
	EDEN	3

<b>Struttura</b>
L.N.L.

**COMPOSIZIONE DEL GRUPPO DI RICERCA (cont.)**

LAUREANDI Cognome e Nome	Associazione		Titolo della Tesi
	SI	NO	
Relatore	<input type="radio"/> SI	<input type="radio"/> NO	
Relatore	<input type="radio"/> SI	<input type="radio"/> NO	
Relatore	<input type="radio"/> SI	<input type="radio"/> NO	
Relatore	<input type="radio"/> SI	<input type="radio"/> NO	
Relatore	<input type="radio"/> SI	<input type="radio"/> NO	
Relatore	<input type="radio"/> SI	<input type="radio"/> NO	
Relatore	<input type="radio"/> SI	<input type="radio"/> NO	
Relatore	<input type="radio"/> SI	<input type="radio"/> NO	

	Denominazione	mesi-uomo	SERVIZI TECNICI Annotazioni
1	Lavorazioni meccaniche	2	
2	Progetto Rivelatori a gas	1	
3	Realizzazione master	1	

**INTERAZIONI CON LE INDUSTRIE (COMMESSE HIGH TECH)**

DENOMINAZIONE	DESCRIZIONE PRODOTTO O COMMESSA

Codice	Esperimento	Gruppo
	EDEN	3

<b>Struttura</b>
L.N.L.

<b>REFEREES DEL PROGETTO</b>	
Cognome e Nome	Argomento
Prof. R.BONETTI	Problematiche scientifiche e congruenza economica del progetto EDEN

<b>MILESTONES PROPOSTE PER IL 2001</b>	
Data completamento	Descrizione
06/30/2001	Completamento analisi dati esperimenti realizzati nel 1999
06/30/2001	Completamento sistema software analisi dati
06/30/2001	Presenza dati per due esperimenti al Tandem-Linac dei LNL
12/30/2001	Costruzione dei rivelatori MWPC per linea di frammentazione TAMU
12/30/2001	Realizzazione di un rivelatore per frammenti di fissione per 8pLP
12/30/2001	Presenza dati per un terzo esperimento al Tandem-Linac dei LNL ed un esperimento al TAMU (Texas, USA)

<b>COMPETITIVITA' INTERNAZIONALE</b>
<p>L'esperimento EDEN si avvale di una strumentazione di punta a livello internazionale per la realizzazione di esperimenti di fisica nucleare nel campo dei meccanismi di reazione (8pLP e RIPEN presso i LNL e Neutron-ball e NIMROD presso il TAMU, Texas). Si propone per il prossimo triennio la realizzazione di esperimenti con fasci sia stabili che radioattivi per indagare il comportamento ad alta energia di eccitazione di nuclei lontani dalla valle di stabilita'.</p> <p>L'indagine su questi temi e' attualmente di grande interesse.</p>

<b>LEADERSHIPS NEL PROGETTO</b>	
Cognome e Nome	Funzioni svolte
PRETE Gianfranco	Responsabile Nazionale Linea di ricerca Fusione-Evaporazione
BRONDI Augusto	Responsabile Nazionale Linea di ricerca Fissione
FABRIS Daniela	Responsabile Locale Padova
FIORETTO Enrico	Responsabile Locale LNL
GELLI Nicla	Responsabile Locale Firenze
PANTALEO Ambrogio	Responsabile Locale Bari

Codice	Esperimento	Gruppo
	EDEN	3

<b>Struttura</b>
L.N.L.

**Consuntivo anno 1999/2000**

<b>LAUREATI</b>		
Cognome e Nome	Titolo della Tesi	Sbocco professionale
Laurea in		
Laurea in		
Laurea in		
Laurea in		
Laurea in		
<b>DOTTORI di RICERCA</b>		
Dott in		
Dott in		
Dott in		
Dott in		
<b>PRESENTAZIONI A CONFERENZE SU INVITO E SEMINARI SIGNIFICATIVI</b>		
Relatore	Titolo	Conferenza o luogo

Codice	Esperimento	Gruppo
	EDEN	3

<b>Struttura</b>
L.N.L.

**Consuntivo anno 1999/2000**

<b>MILESTONES RAGGIUNTE</b>	
<b>Data completamento</b>	<b>Descrizione</b>
02/28/2000	Attivazione di una collaborazione scientifica con UCL (Belgio)
03/30/2000	Realizzazione esperimenti con 8pLP:32S+58Ni, 19F+209Bi, 6Li+208Pb
03/30/2000	Collaborazione con TAMU per test-run apparato di misura NIMROD+neutron ball
04/30/2000	Messa a punto della prima versione di software per analisi dati basato su ROOT
06/30/2000	Primi risultati esperimenti 8pLP presentati a conferenze internazionali
<p><b>Commento al conseguimento delle milestones</b></p> <p>La collaborazione con UCL ha portato alla rappresentazione di un esperimento presso i LNL per lo studio della dinamica della fissione. Lo sviluppo del software di analisi si e' rivelato di grande efficienza e sara' implementato ulteriormente.</p>	

<b>SVILUPPO DI STRUMENTAZIONE INNOVATIVA</b>
<p>E' stato sviluppato un bus user-defined su standard (bus FAIR) per il trasferimenti dati ed e' stato realizzato un sistema di acquisizione dati con capacita' di auto-configurazione ed elevato rate di acquisizione.</p>

<b>Ricadute su altri gruppi, sul sistema industriale e su altre discipline</b>
<p>Altri due gruppi di ricerca hanno utilizzato il sistema di acquisizione dati sviluppato per 8pLP. I moduli di front-end (ADC e TDC a 32 canali su singola scheda VME) sono stati sviluppati in collaborazione con la ditta italiana SILENA International e sono attualmente disponibili commercialmente.</p>

Codice	Esperimento	Gruppo
	EDEN	3

<b>Struttura</b>
<b>L.N.L.</b>

## Elenco delle pubblicazioni anno 1999/2000

- 1998 ALPHA PARTICLE EMISSION FROM THE  $^{198}\text{Pb}$  COMPOUND NUCLEUS. COMPARISON BETWEEN THE FUSION-EVAPORATION AND THE PRE-SCISSION CHANNELS  
E.Vardaci, G.La Rana, A.Brondi, R.Moro, D.Fabris, G.Nebbia, G.Viesti, M.Cinausero, E.Fioretto, G.Prete, F.Lucarelli, E.M.Fiore, L.Fiore, V.Paticchio, P.F.Bortignon  
Eur. Phys. J. A2 (1998) 55
- 1998 THE 8pLP PROJECT AT LNL: A4p LIGHT CHARGED PARTICLE DETECTION SYSTEM  
E.Fioretto, M.Cinausero, G.Prete, M.Caldogno, D.Fabris, M.Lunardon, G.Nebbia, G.Viesti, A.Boiano, A.Brondi, G.La Rana, R.Moro, A.Ordine, E.Vardaci, P.Biasi, N.Gelli, F.Lucarelli  
NUCL. INST. and METH. A 409 (1998) 432
- 1998 INFLUENCE OF THE ENTRANCE CHANNEL IN THE FUSION REACTION  $^{318}\text{MeV } ^{74}\text{Ge}+^{74}\text{Ge}$   
L.H.Zhu, M.Cinausero, S.Lunardi, G.Viesti, D.Bazzacco, G.de Angelis, M.De Poli, D.Fabris, E.Fioretto, A.Gadea, F.Lucarelli, M.Lunardon, N.H.Medina, D.R.Napoli, C.M.Petrache, G.Prete, C.Rossi Alvarez  
Nuclear Physics A 635 (1998) 325
- 1998 EXCITATION ENERGY DEPOSITION IN  $^{209}\text{Bi}(\alpha, \alpha')$  REACTION AT 240MeV  
D.Fabris, M.Lunardon, G.Nebbia, G.Viesti, M.Cinausero, E.Fioretto, D.R.Napoli, G.Prete, K.Hagel, J.B.Natowitz, R.Wada, P.Gonthier, Z.Majka, R.Alfarro, Y.Zhao, N.Mdeiwayeh, T.Ho  
Physical Review C Vol 58,2 (1998)
- 1998 GIANT DIPOLE EMISSION IN N/Z ASYMMETRIC HEAVY-ION REACTIONS  
M.Cinausero, N.Gelli, G.Viesti, F.Lucarelli, D.Bazzacco, P.F.Bortignon, A.Brondi, D.Fabris, E.Farnea, E.M.Fiore, L.Fiore, E.Fioretto, B.Fornal, G.La Rana, M.Lunardon, D.R.Napoli, G.Nebbia, V.Paticchio, G.Prete, C.Rossi Alvarez, C.A.Ur, E.Vardaci  
Il Nuovo Cimento A111 (1998)613
- 1998 FAIR: a new fast trigger and read-out bus system  
A.Ordine, A.Boiano, E.Vardaci, A.Zaghi, A.Brondi  
IEEE Trans. on Nuclear Science 45 (1998) 873
- 1999-The 8pLP PROJECT AT LNL. A DETECTION SYSTEM FOR LIGHT CHARGED PARTICLES WITH DEEXITATION CHANNEL SELECTION  
G. Prete, E. Fioretto, M. Cinausero, M. Giacchini, M. Lollo, D. Fabris, M. Lunardon, G. Nebbia, G. Viesti, M. Caldogno, A. Brondi, G. La Rana, E. Moro, E. Vardaci, A. Ordine, A. Boiano, P. Biasi, N. Gelli, F. Lucarelli, G.J. Yuan, B.K. Nayak  
Nucl. Insto. and Meth. A422(1999) 263.
- 1999-EXCITATION ENERGY DEPOSITION IN  $^{209}\text{Bi}(\alpha, \alpha')$  REACTION AT 240 MEV  
D. Fabris, M. Lunardon, G. Nebbia, G. Viesti, M. Cinausero, E. Fioretto, D.R. Napoli, G. Prete, K. Hagel, J.B. Natowitz, R. Wada, P. Gonthier, Z. Majka, R. alfarro, Y. Zhao, N.Mdeiwayeh, T. Ho  
Nucl. Phys. A 645 (1999) 775c
- 1999-FRAGMENT DEPENDENCE OF HIGH ENERGY GAMMA-RAY EMISSION IN THE SPONTANEOUS FISSION OF  $^{252}\text{Cf}$   
D.C.Biswas, B.K. Nayak M. Cinausero, B. Fornal, G. Viesti, D. Bazzacco, M. De Poli, D. Fabris, E. Fioretto, M. Lunardon, D.R. Napoli, G. Nebbia, G. Prete, C.A.Ur, G. Vedovato  
Eur. Phys J. A. 4 (1999) 3
- 1999-ALPHA PARTICLE EMISSION, INCOMPLETE FUSION AND POPULATION OF HIGH-SPIN STATES IN THE REACTION  $^{120}\text{MeV } ^{19}\text{F}+^{181}\text{Ta}$   
M. Lunardon, C. Merigliano, G. Viesti, D. Fabris, G. Nebbia, M. Cinausero, G. de Angelis, E. Farnea, E. Fioretto, G. Prete, A. Brondi, G. La Rana, E. Moro, A. Principe, E. Vardaci, N. Gelli, F. Lucarelli, P. Favaron, D.R.Napoli, G. Vedovato.
- 1999- Energy deposition and GDR emission in the reaction  $^{209}\text{Bi}(\alpha, \alpha')$  at 240 MeV  
G. Viesti, M. Lunardon, D. Fabris, G. Nebbia, M. Cinausero, E. Fioretto, D.R.Napoli, G. Prete, K. Hagel, J.B. Natowitz, R. Wada, P. Gonthier, Z. Majka, R. Alfarro, Y.Zhao, M.Mdeiwayeh, T.Ho  
Nuclear Physics A 652 (1999) 17
- 1999- ENERGY DEPOSITION AND GDR EMISSION IN INELASTIC ALPHA PARTICLE SCATTERING  
G. Viesti, M. Lunardon, D. Fabris, G. Nebbia, M. Cinausero, E. Fioretto, D.R.Napoli, G. Prete, K. Hagel, J.B. Natowitz, R. Wada, P. Gonthier, Z. Majka, R. Alfarro, Y.Zhao, M.Mdeiwayeh, T.Ho  
Nuclear Physics A649 (1999) 165C
- 1999-FRAGMENT SPIN AS A FUNCTION OF THE MASS ASYMMETRY IN HEAVY ION INDUCED FISSION REACTIONS  
R.K. Choudury, A. Saxena, A. Chatterjee, D.V. Shetty, S.S.Kapoor, M. Cinausero, L. Corradi, E.Farnea, E. Fioretto, A. Gadea, D. Napoli, G. Prete, A.M. Stefanini, D. Bazzacco, S. Beghini, D. Fabris, G. Montagnoli, G. Nebbia, C. Rossi Alvarez, F. Scarlassara, C. Ur, G. Viesti.  
Physics Rew. C 60 (1999)
- 2000-STUDY OF THE MO-BA PARTITION IN  $^{252}\text{Cf}$  SPONTANEOUS FISSION  
D.C. Biswas, R.K. Choudury, M. Cinausero, B. Fornal, D.V. Shetty, G. Viesti, D. Fabris, E. Fioretto, M. Lunardon, G. Nebbia, G. Prete, D. Bazzacco, D.R.Napoli, C. Ur, G. Vedovato - Eur.Phys. J. A7(2000) 189

## Consuntivo scientifico esperimento EDEN (1998-2000)

L'esperimento EDEN e' iniziato nel 1998 con un piano triennale che prevedeva l'inizio della sperimentazione con l'apparato  $8\pi$ LP presso i Laboratori Nazionali di Legnaro ed una attivita' in collaborazione con la Texas A&M University (TAMU) per lo studio della dinamica della fissione nucleare e della diseccitazione del nucleo composto in esperimenti presso il Tandem-Linac dei LNL e il Ciclotrone del TAMU.

L'esperimento si conclude quindi alla fine dell'anno in corso avendo effettuato la sperimentazione secondo il programma presentato ed entro i limiti di spesa previsti (1511ML assegnati su 1837ML previsti dal piano triennale).

Nel corso del triennio sono state completate delle ricerche che hanno portato alla pubblicazione dei lavori nel seguito elencati. Questi studi hanno riguardato tematiche diverse per le quali sono stati utilizzati apparati per la rivelazione di gamma e particelle. In particolare alcuni esperimenti, condotti in collaborazione con il gruppo GASP, hanno messo in luce l'influenza del canale di ingresso in reazioni di fusione ed il ruolo delle reazioni di fusione incompleta nel popolamento di stati ad alto spin.

L'apparato GASP e' stato anche utilizzato per un'indagine sulla fissione spontanea e sulla fissione indotta in reazioni con ioni pesanti attraverso misure di coincidenza gamma-frammenti di fissione. In collaborazione con il TAMU si e' portata a termine l'analisi della diffusione inelastica di particelle alfa su  $^{209}\text{Bi}$ . La distribuzione del numero dei neutroni evaporati e' stata analizzata con il modello statistico e si e' determinata la distribuzione dell'energia di eccitazione del frammento primario del bersaglio in funzione della perdita di energia del proiettile mettendo in evidenza come questa quantita' non sia una buona misura dell'energia di eccitazione trasferita. Le conseguenze di questa osservazione sono state incluse nello studio della emissione di gamma di GDR.

Si e' condotta inoltre un'indagine comparativa tra lo spettro delle particelle alfa misurate nel canale dei residui di evaporazione e quello nel canale di precisione per il sistema composto  $^{198}\text{Pb}$ . Il confronto evidenzia il grado di deformazione del nucleo composto in via di fissione al momento della emissione alfa.

Infine sono stati presentati i risultati delle misure di test e di funzionamento del rivelatore  $8\pi$ LP e del sistema di acquisizione connesso.

Oltre che con il TAMU si sono avviate collaborazioni scientifiche con il BARC di Bombay (India), con cui si hanno attualmente scambi regolari di ricercatori, e il laboratorio di Louvain-la-Neuve (Belgio). In campo nazionale si sono realizzati esperimenti in collaborazione con il gruppo di Bari per misure di neutroni (apparato Ripen) e con il gruppo di Padova del prof. Signorini per lo studio del break-up del  $^6\text{Li}$ .

L'attivita' sperimentale con  $8\pi$ LP e' iniziata nel dicembre 98 dopo il commissioning dell'apparato. Con  $8\pi$ LP si sono realizzati 5 esperimenti che hanno avuto come oggetto:

- 1 Lo studio della fissione indotta da reazioni di trasferimento su un bersaglio di Th ( $^{28}\text{Si}+^{232}\text{Th}$   $E_{\text{lab}}=340\text{MeV}$ ).
- 2 Lo studio del processo di fissione e del decadimento evaporativo con un sistema composto di media fissilita' ( $^{32}\text{S}+^{100}\text{Mo}$   $E_{\text{lab}}=240\text{MeV}$ ).
- 3 Lo studio della fissione dei nuclei composti prodotti con reazioni di fusione incompleta ( $^{19}\text{F}+^{209}\text{Bi}$   $E_{\text{lab}}=130\text{MeV}$ ).
- 4 Lo studio della barriera di emissione in nuclei eccitati ( $^{32}\text{S}+^{58}\text{Ni}$   $E_{\text{lab}}=350\text{MeV}$ ).
- 5 Lo studio del break-up coulombiano del  $^6\text{Li}$  nell'interazione con un bersaglio di Pb ad energie prossime alla barriera.

Questi esperimenti sono stati approvati dal PAC dei LNL.

I primi tre esperimenti hanno riguardato lo studio della dinamica del processo di fissione.



Con l'esperimento ( $^{28}\text{Si}+^{232}\text{Th}$   $E_{\text{lab}}=340\text{MeV}$ ) si è studiata la fissione indotta da processi di trasferimento. I frammenti simili al proiettile (PLF) sono stati rivelati con telescopi al silicio, ed è stato utilizzato come rivelatore dei frammenti di fissione (FF) l'intera PALLA di  $8\pi\text{LP}$  (125 rivelatori da  $35^\circ$  a  $170^\circ$ ). Sono state inoltre rivelate in coincidenza le particelle leggere sul MURO e sulla stessa PALLA e i neutroni evaporati a due angoli, uno in avanti e uno all'indietro. L'analisi preliminare dei dati relativi ai neutroni ha messo in evidenza molteplicità di prefissione compatibili con un ritardo della fissione di  $2 \times 10^{-21}$  sec e valori per le temperature di pre e post-fissione rispettivamente di 2.24MeV e 1MeV consistenti con una energia di eccitazione del nucleo composto di 218MeV assumendo per il parametro di densità dei livelli  $a=A/8 \text{ MeV}^{-1}$ . Il confronto con i dati relativi alle particelle leggere è in corso di analisi. Dalle coincidenze PLF-FF si è ricavata la yield della fissione indotta dal trasferimento di nucleoni e l'anisotropia della fissione in funzione dello Z trasferito. L'analisi preliminare ha messo in evidenza un aumento della fissione e dell'anisotropia al crescere dello Z trasferito con un massimo per  $Z_{\text{trasf}}=4$ . Questo comportamento potrebbe indicare la presenza di un break-up del proiettile che inibisce il trasferimento di energia di eccitazione e momento angolare; è in corso un'analisi più approfondita.

Nel secondo esperimento ( $^{32}\text{S}+^{100}\text{Mo}$   $E_{\text{lab}}=240 \text{ MeV}$ ) sono state osservate le particelle leggere rivelate in coincidenza con i residui di evaporazione ed i frammenti di fissione. In questa reazione infatti sono presenti entrambi i processi con sezioni d'urto comparabili. Per questo esperimento sono stati effettuati due turni di misura: uno con  $8\pi\text{LP}$  ed un secondo, in collaborazione con il gruppo di Bari, sul punto misura dell'esperimento Ripen4 attrezzato per la rivelazione dei neutroni. Dalla misura della molteplicità di neutroni e particelle cariche di pre-scissione e dagli spettri di energia, utilizzando il modello statistico, si può ottenere una stima del tempo di durata del processo nonché della deformazione media del sistema composto in via di scissione. Sulla base del modello la deformazione nucleare influenza il momento d'inerzia, la barriera di emissione e le energie di legame delle particelle; queste quantità determinano le forme spettrali nonché la competizione tra l'emissione di particelle cariche e neutroni soprattutto a causa della forte dipendenza della energia di legame delle particelle cariche dal grado di deformazione del nucleo. Ne risulta una maggiore probabilità di emissione per le particelle cariche nella evoluzione del nucleo da una configurazione di equilibrio a quella del punto sella, ed una maggiore probabilità di emissione per i neutroni nel passaggio dalla configurazione di punto sella alla scissione. Il codice statistico utilizzato per l'analisi dei dati, PACE, è stato implementato per tener conto della deformazione media del nucleo nel calcolo delle molteplicità di pre-fissione e l'analisi dell'esperimento è in corso.

Anche l'esperimento  $^{19}\text{F}+^{209}\text{Bi}$   $E_{\text{lab}}=130 \text{ MeV}$  ha avuto come obiettivo lo studio della fissione. In precedenti misure sullo stesso sistema è stata osservata una anisotropia nella misura della distribuzione angolare dei frammenti lontana dalle previsioni del modello. L'esperimento vuole evidenziare la presenza di processi di fusione incompleta che potrebbero giustificare questo disaccordo. La misura della distribuzione angolare dei frammenti di fissione è stata ottenuta con dei rivelatori a piccolo angolo solido e con due rivelatori al silicio a strip ( $5 \times 7 \text{ cm}^2$ ) si è misurato l'angolo di correlazione tra i frammenti. In coincidenza con i frammenti sono state inoltre rivelate le particelle leggere sul MURO di  $8\pi\text{LP}$ .

Dallo studio delle distribuzioni angolari e degli angoli di folding è possibile individuare la presenza di componenti di fissione dovute a trasferimento incompleto di impulso e le loro relazioni con le particelle leggere rivelate in coincidenza. Con l'analisi fino ad ora condotta si è ricavata la distribuzione angolare dei FF e si è osservato come l'angolo di correlazione medio aumenti per gli eventi di fissione in coincidenza con particelle alfa rivelate nel MURO. È in corso un'analisi quantitativa per mettere in evidenza la presenza di un trasferimento incompleto di impulso.

Con l'esperimento  $^{32}\text{S}+^{58}\text{Ni}$   $E_{\text{lab}}=350$  MeV si e' condotto uno studio sul processo di fusione-evaporazione per verificare le previsioni sul decadimento del nucleo composto basate sul modello statistico e sul modello di coalescenza. Obiettivo dell'esperimento e' quello di evidenziare l'emissione di cluster da zone di bassa densita' alla periferia del nucleo che potrebbero spiegare l'abbondanza di particelle alfa di bassa energia osservata sperimentalmente ma non prevista dal modello statistico. Anche per questo esperimento e' in corso l'analisi dei dati. Dal confronto con il modello statistico (CASCADE) si e' osservato che le forme spettrali di protoni e alfa sono riprodotte aumentando il raggio di Modello Ottico del 25%. Si sono ricavati inoltre gli spettri di d, t,  $^3\text{He}$  in coincidenza con i residui di evaporazione; questi dati permetteranno di misurare la temperatura nucleare con i due metodi di "slope" e rapporto isotopico. Si completera' l'analisi con il modello statistico e gli stessi dati saranno analizzati con il modello di coalescenza confrontando i risultati delle due analisi.

L'ultimo esperimento, riguardante lo studio delle sezioni d'urto di break-up del  $^6\text{Li}$ , e' stato effettuato misurando la correlazione angolare tra i frammenti del break-up con i rivelatori della PALLA di  $8\pi\text{LP}$ . Una descrizione dettagliata di questa misura fa parte del consuntivo dell'esperimento EXOTIC.

I risultati preliminari di alcuni di questi esperimenti sono stati presentati alla International Conf. on Nuclear Reaction Mechanisms (Varenna) e alla Nucleus-Nucleus di Strasburgo.

Entro il 2000 verra' effettuato un esperimento con il rivelatore  $8\pi\text{LP}$  per lo studio della dinamica della fissione nella reazione  $^{58}\text{Ni}+^{122}\text{Sn}$ . Questo esperimento sara' realizzato in collaborazione con il gruppo del prof. El Masri per completare lo studio di questo sistema iniziato al ciclotrone di Louvain-la-Neuve con il rivelatore di neutroni Demon.

L'analisi dei dati che si ottengono da un apparato complesso come  $8\pi\text{LP}$  necessita di strumenti software adeguati. Con questo obiettivo si e' promossa una attivita' di sviluppo per la messa a punto di un software di analisi dati in collaborazione con il BARC di Bombay. Questa collaborazione ha portato alla realizzazione di una prima versione di software integrato nel programma ROOT utilizzabile su qualunque piattaforma UNIX. Sono state sviluppate in linguaggio C++ delle classi specifiche per il rivelatore  $8\pi\text{LP}$ . Si e' anche iniziato uno studio per l'utilizzo di reti neurali o algoritmi di analisi di immagini che permettano l'identificazione delle particelle in base alla localizzazione dell'evento sulle matrici DE-E, Tempo-E, PulseShape-E in collaborazione con il gruppo collegato di Trento (prof. Lazzizzera). Questa stessa tecnica potrebbe essere utilizzata on-line per il controllo attivo dei dati durante l'acquisizione.

Nell'ambito della collaborazione con il TAMU si e' realizzato l'esperimento  $^{60}\text{Ni}+^{100}\text{Mo}$  a 11 MeV/amu per valutare il contributo del processo di break-up del  $^5\text{He}$  in  $^4\text{He}+n$  negli spettri alfa evaporativi. Si e' osservata la produzione di  $^5\text{He}$  nelle misure di coincidenza alfa-neutroni. La sezione d'urto di questo processo non e' pero' sufficiente a giustificare l'ipotesi che l'eccesso di  $^4\text{He}$ , rispetto alle previsioni del modello statistico, di particelle alfa di bassa energia sia imputabile totalmente al canale evaporativo di  $^5\text{He}$ . I risultati di questo esperimento sono in corso di pubblicazione [B2 ]

Il gruppo ha inoltre collaborato con i ricercatori del TAMU per la messa a punto di un apparato che usa contemporaneamente il rivelatore per particelle cariche NIMROD inserito nella Neutron Ball. Questo apparato permette di associare le misure su  $\sim 4\pi$  delle particelle cariche alla molteplicita' e distribuzione angolare dei neutroni e verra' utilizzato per lo studio degli effetti di coalescenza in nuclei caldi.

## Proposta scientifica nuovo esperimento EDEN

Nel prossimo triennio la collaborazione EDEN intende portare avanti un programma scientifico di ulteriore approfondimento delle tematiche già affrontate, descritte nel consuntivo, ed iniziare una attività sperimentale con fasci radioattivi.

La dinamica del processo di fissione è stata uno dei soggetti principali della ricerca effettuata con il rivelatore  $8\pi$ LP. Le caratteristiche del rivelatore sono infatti particolarmente adatte, rispetto agli apparati tradizionali, per lo studio della emissione di pre-scissione di particelle cariche leggere poichè permette la rivelazione su grande angolo solido sia delle particelle cariche che dei frammenti di fissione. In particolare le coincidenze tra i frammenti di fissione, identificati in base alla analisi della forma del segnale, costituiscono un trigger selettivo per la misura delle particelle di pre-scissione. La risoluzione dell'apparato non è però sufficiente per una misura della molteplicità di particelle in funzione della asimmetria di massa dei frammenti nonché per la misura della distribuzione in massa di questi ultimi. Poiché questi osservabili risultano importanti per lo studio della dinamica del processo [1] è in programma la realizzazione di un rivelatore a gas da inserire all'interno della palla dell'apparato  $8\pi$ LP con una copertura angolare di circa il 5% di  $4\pi$ .

Il programma su questa linea di ricerca, iniziato con lo studio del sistema  $^{32}\text{S}+^{100}\text{Mo}$ , continuerà con una indagine su nuclei di media fissilità ( $A=140\div 160$ ) basata su misure a diverse energie di eccitazione del nucleo composto. In tal modo sarà possibile determinare l'on-set degli effetti dinamici della fissione sull'emissione di particelle di pre-scissione, nonché investigare sulla dipendenza della viscosità nucleare dalla temperatura, problema attualmente dibattuto. Inoltre il confronto delle molteplicità di pre-scissione misurate in sistemi con e senza la presenza di fast-fission può fornire ulteriori informazioni sulla dinamica del processo [2].

Con il prossimo anno entrerà ufficialmente nella collaborazione EDEN il gruppo di Bari con l'apparato RIPEN che permette uno studio complementare a quanto può essere fatto con  $8\pi$ LP potendo misurare molteplicità medie, distribuzioni angolari e spettri energetici di neutroni. Questo apparato è stato utilizzato per studiare il sistema  $^{32}\text{S}+^{100}\text{Mo}$   $E_{\text{lab}}=240$  MeV. È stato inoltre proposto al PAC dei LNL un nuovo esperimento che ne richiede l'utilizzo per lo studio della fissione di sistemi composti prodotti nella regione dei nuclei superpesanti ( $Z>110$ ) attraverso la misura delle molteplicità di neutroni di pre- e post-scissione. Da queste misure sarà possibile ricavare informazioni sulla scala dei tempi e in generale sull'evoluzione della fissione per i nuclei di questa regione. Queste informazioni sono di fondamentale importanza per capire il meccanismo di produzione dei nuclei superpesanti attraverso il processo di fusione.

L'evoluzione termodinamica delle reazioni nucleari che portano alla formazione del nucleo composto e la diseccitazione di questo costituiscono l'altro tema di maggior interesse affrontato dalla collaborazione EDEN. L'obiettivo della ricerca è quello di descrivere nel modo più completo possibile l'evoluzione del nucleo composto dalla fase di preequilibrio alla fase di diseccitazione termodinamicamente equilibrata. Il modello statistico, principale strumento di indagine teorica, non descrive in modo soddisfacente alcune osservabili quali la forma spettrale delle particelle cariche evaporate per un certo numero di sistemi ad elevata energia di eccitazione. Un buon accordo si ottiene introducendo un aumento del 20-30% del raggio del potenziale di Modello Ottico. Questo risultato può essere spiegato assumendo un'espansione del nucleo o con la presenza di fluttuazioni di forma per effetto termico [3]. Per lo studio di questi fenomeni il sistema di rivelazione  $8\pi$ LP rappresenta uno strumento di elevata sensibilità per la grossa copertura angolare e la buona dinamica di rivelazione. Su questa linea di ricerca è stato proposto recentemente al PAC dei LNL un esperimento, da realizzare all'inizio del 2001, per estendere lo studio del sistema  $^{32}\text{S}+^{58}\text{Ni}$  ad  $E_{\text{lab}}=350$  MeV osservando l'emissione di cluster più pesanti (Li, Be). L'obiettivo è quello di evidenziare l'eventuale presenza di emissione non puramente statistica per questi cluster, come già

osservato nell'esperimento condotto in Texas [4]. Questo lavoro approfondirà le conoscenze sui modi di decadimento del nucleo composto individuando le componenti statistiche e non-statistiche a diverse energie di eccitazione.

Le componenti non-statistiche contengono infatti informazioni sui primi stadi della reazione e possono essere utilizzate per indagarne la dinamica e il grado di equilibratura raggiunto nei vari stadi di diseccitazione dal sistema composto.

Su questa linea di ricerca si prevedono misure su diversi sistemi che verranno confrontati con le previsioni del modello statistico per mettere in evidenza osservabili sperimentali che si discostano dalle previsioni di diseccitazione all'equilibrio. I dati verranno inoltre analizzati con il modello di coalescenza [5, 6] per ottenere indicazioni sulla dimensione della sorgente emettitrice attraverso il parametro di coalescenza  $P_0$ , dedotto dalle yield misurate per i cluster evaporati. Scopo finale è la determinazione della dimensione della sorgente di evaporazione e la descrizione dell'evoluzione delle temperature e della densità lungo la cascata di diseccitazione.

Oltre all'attività sperimentale con  $8\pi\text{LP}$  e RIPEN, che continua secondo il programma già definito, la collaborazione EDEN presenta una proposta di ricerca basata sull'utilizzo di fasci stabili e radioattivi per indagare sulla dipendenza delle proprietà nucleari dalla temperatura con reazioni di particolare rilevanza per lo studio dei collassi stellari.

Questa attività si inquadra nel futuro sviluppo dei LNL che prevede la realizzazione di una facility di fasci radioattivi e consentirà di acquisire competenze sia in campo scientifico che strumentale per la fisica con fasci esotici.

L'attività sperimentale sarà condotta in stretta collaborazione con il gruppo del TAMU e prevede esperimenti con fasci stabili presso i LNL e con fasci esotici presso il ciclotrone del TAMU. Presso questi laboratori è presente una strumentazione avanzata per la rivelazione di neutroni, particelle cariche e ioni pesanti (Neutron Ball + NIMROD in Texas,  $8\pi\text{LP}$  + rivelatori di trigger e RIPEN a Legnaro) che permettono uno studio dettagliato delle reazioni di fusione-evaporazione anche con fasci di bassa intensità.

Presso il TAMU sono già disponibili fasci di  $^6\text{He}$  e  $^{14}\text{O}$  e si sta sviluppando una linea adatta alla produzione di fasci esotici di massa più elevata prodotti per frammentazione del proiettile.

La collaborazione italiana a questo progetto avrà responsabilità di rilievo nella realizzazione della strumentazione e proporrà esperimenti con propria leadership. Per quanto riguarda la parte strumentale, sarà responsabilità della componente italiana la realizzazione dei rivelatori per l'analisi e il tagging del fascio lungo la linea di frammentazione.

In allegato sono la proposta di collaborazione con la Texas A&M e la lettera di conferma del direttore del Laboratorio del Ciclotrone per la continuazione dell'attività di ricerca presso questo acceleratore.

Il piano finanziario, proposto per 3 anni, prevede da un lato il potenziamento dell'apparato  $8\pi\text{LP}$  e dall'altro la partecipazione alla realizzazione della facility di fasci radioattivi al TAMU. Sono in programma numerosi esperimenti sia a Legnaro che in Texas che motivano una consistente richiesta di materiale di consumo e trasferite sia all'interno che all'estero.

## REFERENZE

- 1 D.J.Hinde, Nucl. Phys. A553 (1993) 255
- 2 G. La Rana, Proceedings of the IX International conference on Nuclear Reaction Mechanisms, Varenna 5÷10 June 2000

- 3 J.M.Alexander et al., Proceedings of the Symposium on Nuclear Dynamics and Nuclear Disassembly, Dallas, Texas, ed. J.B.Natowitz (World Scientific, 1989)
- 4 R.J.Charity et al., submitted to Phys. Rev. C
- 5 H.Sato, K.Yazaki, Phys. Lett. B 98, (1981) 153
- 6 A.Z.Mekjian, Phys. Lett. B 89, (1980) 177

## Note al piano finanziario

Alla collaborazione EDEN partecipano le sezioni di Legnaro, Padova, Napoli, Firenze e Bari. La sezione di Bari curerà la reinstallazione dell'apparato RIPEN nella terza sala sperimentale dei LNL e l'utilizzo di questa strumentazione per le misure neutroniche.

I ricercatori partecipanti all'esperimento sono 25 pari a 12.5 ricercatori equivalenti.

La richiesta finanziaria globale per tre anni è di circa 2 miliardi.

**Materiale di consumo:** le spese per il materiale di consumo riguardano principalmente l'acquisto di rivelatori di ricambio per  $8\pi$ LP e la realizzazione di rivelatori a gas per il potenziamento delle caratteristiche dell'apparato. Verranno realizzati rivelatori a gas per frammenti di fissione per la misura della distribuzione angolare in piano e la definizione dei rapporti di massa dei frammenti di fissione. È inoltre in programma la realizzazione di 8 rivelatori a bassa soglia per ioni di massa intermedia ( $Z = 5-15$ ), costituiti da una camera a ionizzazione seguita da un rivelatore al silicio, da utilizzare come rivelatori specializzati per questa classe di particelle.

Per l'attività in collaborazione con il Texas si prevede di realizzare rivelatori sensibili alla posizione del tipo MWPC per il tagging del fascio lungo la linea di frammentazione.

Altre spese di consumo riguardano riparazioni di elettronica e manutenzioni.

La spesa globale prevista è di 756 ML di cui 341 ML nel 2001.

**Materiale inventariabile:** le spese di materiale inventariabile sono relative all'acquisto dell'elettronica necessaria per il funzionamento dei rivelatori a gas sviluppati.

La spesa globale prevista è di 218 ML di cui 129 ML nel 2001.

**Missioni interne:** le spese di trasferta interna coprono la mobilità dei ricercatori per la partecipazione a 3 turni presso i LNL, a 2 riunioni all'anno della collaborazione e per alcune riunioni di lavoro specifiche. Per Napoli e Bari sono previsti interventi tecnici per la manutenzione dei punti misura. Si fa presente che i LNL non dispongono di personale tecnico da dedicare alla manutenzione dei singoli apparati. La sezione di Firenze, oltre a partecipare alle attività sperimentali, collabora sia con Napoli che con Legnaro per l'analisi dei dati.

La spesa globale prevista è di 518 ML di cui 189 ML nel 2001.

**Missioni estere:** le missioni all'estero per il 2001 sono valutate sulla previsione del seguente piano di lavoro:

2 beam times per il test con RIB (rear ion beam) ( 2 settimane incluso il set-up strumentale per 4 ricercatori),

1 beam time per esperimenti con NIMROD ( 2 settimane incluso il set-up strumentale per 3 ricercatori),

2 interventi di montaggio e test di strumentazione con sorgenti al TAMU ( 1 settimana per 3 ricercatori);

TOTALE; 28 settimane-ric 1 viaggio in USA ( 7 giorni + biglietto aereo): 5 MLit

TOTALE 140MLit

1 viaggio per contatti scientifici con TAMU per 2 ricercatori Bari (5 giorni+viaggio)

La spesa globale prevista è di 484 ML di cui 148 ML nel 2001 così suddivisi:

Na: 40 ML , Fi: 10 ML, LNL:40 ML, Pd: 50 ML, Ba: 8 ML

# Study of temperature effects in nuclei and the physics of Stellar Collapse using the FRAGMENTATION LINE at TAMU.

## Abstract

We intend to study the possibility of performing a campaign of measurements of fusion-evaporation reactions populating nuclei in the  $A=50-70$  region to study temperature effects on the nuclear level density and symmetry energy in the range  $T < 3$  MeV. Such effects are suggested to play a central role in supernova explosion. The measurements will be performed by using stable beams available at LNL and TAMU as well as RIB produced at TAMU. The participation of the INFN to the construction of the FRAGMENTATION LINE at TAMU is envisaged.

## Members of the collaboration

- J.B.Natowitz , K. Hagel, R. Wada, T. Keutgen, M. Murray, S. Shlomo (Cyclotron Institute, Texas A&M University, USA)
- G. Prete, E. Fioretto, M. Cinausero, S. Pesente, D.V. Shetty (INFN, Legnaro, Italy)
- D. Fabris, M. Lunardon, S. Moretto, G. Nebbia, V. Rizzi, G. Viesti (INFN, Padova, Italy)
- A. Brondi, R. Moro, G. LaRana, E. Vardaci (INFN, Napoli, Italy)
- F. Lucarelli, N. Gelli, P. Blasi (INFN, Firenze, Italy)

In the work of the Milan Group (P. Donati et al, PRL 72, 1994, 2835) the temperature dependence of the nucleon effective mass has been calculated for the nuclei  $^{98}\text{Mo}$ ,  $^{64}\text{Zn}$  and  $^{64}\text{Ni}$ . It was found that in all 3 cases that the effective mass decreases appreciably in the temperature interval 0-1 MeV. This has consequences, among other things, on the level density parameter and on the symmetry energy. In particular an increase of the symmetry energy was found with temperature:

$$E_{\text{sym}}(T) = b_{\text{sym}}(T) (N-Z)^2/A$$

With  $b_{\text{sym}}(T)$  increasing by about 2.5 MeV as  $T$  increases from 0 to 1 MeV ( $b_{\text{sym}}(0) = 28$  MeV).

Such a change in the symmetry energy contribution to the binding energy would have strong influences on the dynamics of the supernova collapse and explosion, as predicted by P. Donati et al.

In a second work, the Cal Tech group (D.J. Dean et al., PLB356 (1995) 429) studied the properties of various nuclei with  $54 > A > 64$  for temperatures  $T < 1.2$  MeV via Monte Carlo shell model calculations. In accord with empirical indications, they find no systematic temperature dependence of the symmetry energy coefficient  $b_{\text{sym}}(T)$ , for  $T < 1.2$  MeV.

We propose here to extend the investigation on the temperature dependence of the nuclear properties, performed by our group in the past, to nuclei involved in the supernova explosion, to definitively test the theoretical predictions.

It is suggested that the dependence of  $b_{\text{sym}}(T)$  would influence the binding energy and therefore the multiplicity of the particles evaporated from the compound nucleus, inducing differences with respect to the multiplicities that can be predicted by Statistical Model using the cold nucleus masses.

The temperature dependence of the binding energy would be evidenced by measuring excitation functions of the fusion evaporation reactions, starting from the lowest possible energy up to  $E_x$  around 100 MeV, corresponding to 3 MeV temperature in this mass region. The measurement of exclusive charged particle multiplicity and energy spectra as a function of the bombarding energy would allow us to detect variations of both binding energies and level densities as a function of the excitation energy. Direct subtraction of spectra or unfolding of the detected parameters as a function of the bombarding energy would allow us to map out the behaviour of the different parameters versus T for a given compound nucleus, as done in the past (see M.Gonin et al., Phys. Lett. B 217, 1989, 406).

In this case, it is of great importance to control the entrance channel dynamics of the fusion reaction, to take into account possible contamination effects from incomplete-fusion reactions.

Such a reaction studies will be done with stable beams using available 4pi detector systems (8plp at LNL and NIMROD at TAMU). Light heavy ion beams (as He, Li, Be, C, O) would be used to avoid uncertainties due to angular momentum effects in light nuclei.

After these preliminary measurements, it will be desirable to vary substantially the N/Z ratio of the compound nucleus to see changes on  $E_{\text{sym}}(T)$ . To this end RIB are needed to study in a more quantitative way the effects .

As an example, to study the A=64 isobars, the following reactions are possible:

$^{16}\text{O} + ^{48}\text{Ca}$  at 100 MeV forming  $^{64}\text{Ni}$  at 100 MeV excitation

$^{16}\text{O} + ^{48}\text{Ti}$  at 115 MeV forming  $^{64}\text{Zn}$  at 100 MeV excitation

with stable beams and

$^{55}\text{Ni} + ^9\text{Be}$  at 550 MeV forming  $^{64}\text{Ge}$  at 100 MeV excitation

$^{50}\text{Ca} + ^{12}\text{C}$  at 400 MeV forming  $^{64}\text{Fe}$  at 100 MeV excitation.

with RIBs.

For other isobaric families, experiments are possible also by using  $^6\text{He}$  or  $^{14}\text{O}$  beams which should be readily available.

The proposed time schedule of this experiment will consist of 3 steps:

**2000: Definition of the project.**

**2001-2002: Campaign of measurements with stable beams, data analysis. Definition of the RIB production capability at TAMU either using the MARS spectrometer or using the FRAGMENTATION LINE. Test of RIB production. (Milestone at +24 months)**

**2003: Campaign of measurements with RIB at TAMU.**

The INFN will contribute to the FRAGMENTATION LINE at the K500 at TAMU, which will allow the study of reactions with RIBs using NIMROD. With this highly powerful instrument, counting rates of about 1 Hz are expected using secondary beams with intensity of the order of



about  $10^5$  particles per second. The INFN contribution will consist in the design and construction of the beam tagging system, made of highly transparent MWPCs and multiple Delta-E ionisation chambers to measure TOF and Z of the secondary ions.

The interest of the INFN groups in the EDEN Collaboration to the development of the FRAGMENTATION LINE is not only related to the specific research project outlined here, but also to reaction mechanisms studies with the NEUTRON BALL and NIMROD, which have been the subject of collaboration between INFN and TAMU for several years.

The INFN groups will present this project for budget allocation within September 2000. If the project is approved, a specific MoU will be prepared between INFN and the Cyclotron Institute of TAMU. The extension of the INFN-TAMU collaboration in the field of studies with RIBs will be the base of possible future collaboration in the same field at the RIA facility.

G. Prete, A. Brondi for EDEN collaboration  
J.B. Natowitz for the Cyclotron Institute of TAMU

# Collaborazione EDEN giugno 2000

50%            70%            70%            20%    100%  
**M. Cinausero, E. Fioretto, G. Prete, S. Pesente, D. Shetty**  
*Laboratori Nazionali di Legnaro*

50%            30%    80%  
**F. Lucarelli, P. Blasi, N. Gelli**  
*I.N.F.N. Sezione di Firenze*

60%            40%    50%            50%            20%  
**A. Brondi, G. La Rana, R. Moro, E. Vardaci, A. Ordine,**  
60%  
**ric. INFN (nuova assunzione)**  
*I.N.F.N. Sezione di Napoli*

100%           40%    40%            20%           100%  
**D. Fabris, G. Nebbia, G. Viesti, M. Lunardon, S. Moretto,**  
100%  
**V. Rizzi**  
*I.N.F.N. Sezione di Padova*

20%            20%    20%            20%           20%  
**G.D'Erasmus, A. Pantaleo, E. Fiore, D. Di Santo, M. Palomba**  
*I.N.F.N. Sezione di Bari*

Tot ricercatori equivalenti	<b>12.5</b>
Laboratori Nazionali di Legnaro	<b>(3,1)</b>
I.N.F.N. Sezione di Firenze	<b>(1,6)</b>
I.N.F.N. Sezione di Napoli	<b>(2,8)</b>
I.N.F.N. Sezione di Padova	<b>(4)</b>
I.N.F.N. Sezione di Bari	<b>(1)</b>

**ISTITUTO NAZIONALE DI FISICA NUCLEARE**Preventivo per l'anno **2001**

Codice	Esperimento	Gruppo
0272	EUROBALL	3

<b>Struttura</b>
<b>LNL</b>

Ricercatore  
responsabile locale: DE ANGELIS GiacomoRappresentante  
Nazionale: M. PIGNANELLIStruttura di  
appartenenza: MILANO

Posizione nell'I.N.F.N.: Incar. di Ric.

**INFORMAZIONI GENERALI**

<b>Linea di ricerca</b>	SPETTROSCOPIA NUCLEARE
<b>Laboratorio ove si raccolgono i dati</b>	Centre de Recherches Nucleaires (Strasburgo), Ganil, Oak Ridge
<b>Sigla dello esperimento assegnata dal Laboratorio</b>	EUROBALL
<b>Acceleratore usato</b>	Tandem VIVITRON
<b>Fascio (sigla e caratteristiche)</b>	Ioni pesanti
<b>Processo fisico studiato</b>	Superdeformazione ed altre forme esotiche Diseccitazione gamma nel continuo Dinamica dei processi nucleari con coincidenze gamma-particelle Nuclei N=Z e simmetrie di isospin
<b>Apparato strumentale utilizzato</b>	EUROBALL
<b>Sezioni partecipanti all'esperimento</b>	FI, GE, LNL, MI, NA, PD
<b>Istituzioni esterne all'Ente partecipanti</b>	La collaborazione EUROBALL coinvolge 25 laboratori che fanno capo alle seguenti agenzie nazionali: NBI + AFG (Danimarca), IN2P3 (Francia), MBFT (Germania), NFR (Svezia), EP8RC (Regno Unito)
<b>Durata esperimento</b>	7 anni (1994-2002)

**Mod. EC. 1**

(a cura del responsabile locale)

Codice	Esperimento	Gruppo
0272	EUROBALL	3

<b>Struttura</b>
<b>L.N.L.</b>

**PREVENTIVO LOCALE DI SPESA PER L'ANNO**
**2001**
**In ML**

VOCI DI SPESA	DESCRIZIONE DELLA SPESA					IMPORTI		A cura della Comm.ne Scientifica Nazionale	
						Parziali	Totale Compet.		
Viaggi e missioni	Interno	Contatti scientifici ed organizzativi con altre sedi					10	<b>10</b>	
	Estero	Partecipazione comitati (4 comitati x 2 riunioni anno) Turni misura Strasburgo (4 turni x 7gg x 4 pers.)					20 84	<b>104</b>	
Materiale Consumo	300 cartucce DLT (180.000 cad.)					54	<b>54</b>		
Trasp.e facch.									
Spese Calcolo	Consorzio	Ore CPU	Spazio Disco	Cassette	Altro				
Affitti e manutenz. apparecchiat.									
Materiale Inventariabile	2ADC					10	<b>59</b>		
	1 gruppo di pompaggio da alto vuoto + misuratori					15			
	1 unita' DLT					8			
	1 impulsatore					15			
	1 scaler					5			
	1 PC					6			
Costruzione Apparati									
<b>Totale</b>							<b>227</b>		
Note:									

Codice	Esperimento	Gruppo
0272	EUROBALL	3

<b>Struttura</b>
<b>LNL</b>

**PREVISIONE DI SPESA: PIANO FINANZIARIO LOCALE**  
**PER GLI ANNI DELLA DURATA DEL PROGETTO**

**In ML**

ANNI FINANZIARI	Miss. interno	Miss. estero	Mater. di cons.	Trasp.e Facch.	Spese Calcolo	Affitti e manut. appar.	Mat. inventar.	Costruz. apparati	TOTALE Competenza
2000	10	94	61				18		<b>183</b>
<b>TOTALI</b>	<b>10</b>	<b>94</b>	<b>61</b>				<b>18</b>		<b>183</b>

Note:

Osservazioni del Direttore della Struttura in merito alla disponibilità di personale e di attrezzature:  
 Il supporto richiesto e' compatibile con le risorse della struttura

**Mod. EC. 3**

(a cura del responsabile locale)

Codice	Esperimento	Gruppo
0272	EUROBALL	3

<b>Struttura</b>
L.N.L.

### COMPOSIZIONE DEL GRUPPO DI RICERCA

N	RICERCATORI Cognome e Nome	Qualifica				Affer. al Gruppo	Percentuale	N	TECNOLOGI Cognome e Nome	Qualifica			Percentuale
		Dipendenti		Incarichi						Dipendenti		Incarichi	
		Ruolo	Art. 23	Ricerca	Assoc.					Ruolo	Art. 23	Ass. Technol.	
1	DE ANGELIS Giacomo	I Ric				3	80	1	BEZZON Giampietro	Tecn			30
2	DE POLI Mario	I Ric				3	40						
3	FARNEA Enrico				AsRic	3	60						
4	KROELL Thorsten				B.Str.	3	20						
5	MARGINEAN Nicolae				B.P.D.	3	30						
6	NAPOLI Daniel Ricardo	Ric				3	50						
7	SPOLAORE Paola	I Ric				3	30						
8	XIAOGUAN Wu				Bors.	3	100						
								Numero totale dei Tecnologi					<b>1,0</b>
								Tecnologi Full Time Equivalent					<b>0,3</b>
N	TECNICI Cognome e Nome	Qualifica				Percentuale							
		Dipendenti		Incarichi									
		Ruolo	Art. 15	Collab. tecnica	Assoc. tecnica								
Numero totale dei Ricercatori							<b>8,0</b>	Numero totale dei Tecnici					
Ricerca Full Time Equivalent							<b>4,1</b>	Tecnici Full Time Equivalent					

**ISTITUTO NAZIONALE DI FISICA NUCLEARE**Preventivo per l'anno **2001**

Codice	Esperimento	Gruppo
0798	GASP	3

<b>Struttura</b>
<b>LNL</b>

Ricercatore  
responsabile locale: NAPOLI Daniel Ricardo

Rappresentante Nazionale: LUNARDI Santo

Struttura di appartenenza: PADOVA

Posizione nell'I.N.F.N.: Incarico di Ricerca

**INFORMAZIONI GENERALI**

<b>Linea di ricerca</b>	STRUTTURA NUCLEARE E REAZIONI NUCLEARI
<b>Laboratorio ove si raccolgono i dati</b>	L.N.L.
<b>Sigla dello esperimento assegnata dal Laboratorio</b>	GASP
<b>Acceleratore usato</b>	Tandem XTU e Linac ALPI
<b>Fascio (sigla e caratteristiche)</b>	Ioni pesanti
<b>Processo fisico studiato</b>	Struttura dei nuclei lontani dalla valle di stabilita'. Stati di alto momento angolare nei nuclei. Proprieta' delle bande superdeformate. Trasferimento di nucleoni. Dinamica delle reazioni nucleari. Caratterizzazione dei livelli eccitati nei nuclei.
<b>Apparato strumentale utilizzato</b>	Spettrometro per gamma GASP, filtro di molteplicita', rivelatore a $4\pi$ per particelle cariche ISIS, spettrometro di rinculi RMS, rivelatore di neutroni.
<b>Sezioni partecipanti all'esperimento</b>	FI, LNL, PD
<b>Istituzioni esterne all'Ente partecipanti</b>	NBI - Danimarca; McMaster Univ. - Canada; Univ. di Colonia, Univ. di Bonn, Juelich, Rossendorf, Univ. di Goettingen - Germania; Tandem - Argentina; Univ. di Cracovia - Polonia; Univ. di S. Paolo - Brasile; IFA - Romania; IFIC - Spagna; Paisley Univ. - UK; Univ. di Uppsala - Svezia; IReS - Francia.
<b>Durata esperimento</b>	1999-2001

**Mod. EC. 1**

(a cura del responsabile locale)

Codice	Esperimento	Gruppo
0798	GASP	3

<b>Struttura</b>
<b>L.N.L.</b>

**PREVENTIVO LOCALE DI SPESA PER L'ANNO**
**2001**
**In ML**

VOCI DI SPESA	DESCRIZIONE DELLA SPESA					IMPORTI		A cura della Comm.ne Scientifica Nazionale	
						Parziali	Totale Compet.		
Viaggi e missioni	Interno	Riunioni della collaborazione					8	8	
	Estero	Collaborazioni estere: gruppi di analisi dati (5 riunioni x 2 persone) e mobilita' scientifica (3 ricercatori equivalenti) Turni di misura in altre sedi (3 turni x 2 persone a Tandar, GSI e Berkeley)					25	50	
Materiale Consumo	Azoto liquido, riparazioni HPGe, consumo Laboratorio Ge					142	250		
	nastri magnetici e Isotopi					53			
	Servizi di manutenzioni pompe vuoto					15			
	Ricambi ISIS					35			
	Consumo spettrometro CAMEL					5			
Trasp.e facch.									
Spese Calcolo	Consorzio	Ore CPU	Spazio Disco	Cassette	Altro				
Affitti e manutenz. apparecchiati.									
Materiale Inventariabile	Moduli TDC CAEN e PCI mezzanine card (CPU per VME)					35	35		
Costruzione Apparati									
<b>Totale</b>							<b>343</b>		
Note:									



Codice	Esperimento	Gruppo
0798	GASP	3

<b>Struttura</b>
<b>LNL</b>

**PREVISIONE DI SPESA: PIANO FINANZIARIO LOCALE**  
**PER GLI ANNI DELLA DURATA DEL PROGETTO**

**In ML**

ANNI FINANZIARI	Miss. interno	Miss. estero	Mater. di cons.	Trasp.e Facch.	Spese Calcolo	Affitti e manut. appar.	Mat. inventar.	Costruz. apparati	TOTALE Competenza
2000	8	56	235	5			31		<b>335</b>
2001	8	50	250	0			35		<b>343</b>
<b>TOTALI</b>	<b>16</b>	<b>106</b>	<b>485</b>	<b>5</b>			<b>66</b>		<b>678</b>

Note:

Osservazioni del Direttore della Struttura in merito alla disponibilità di personale e di attrezzature:

Il supporto richiesto e' compatibile con le risorse della struttura

**Mod. EC. 3**

(a cura del responsabile locale)



Codice	Esperimento	Gruppo
0798	GASP	3

<b>Struttura</b>
L.N.L.

**COMPOSIZIONE DEL GRUPPO DI RICERCA (cont.)**

LAUREANDI Cognome e Nome	Associazione		Titolo della Tesi
	SI	NO	
CHENG DONG Seon Relatore Mario DE POLI	<input checked="" type="radio"/> SI	<input type="radio"/> NO	Compilatori grafici: una soluzione ai problemi "time-critical" nell'acquisizione ed elaborazione dati in fisica nucleare.
Relatore	<input type="radio"/> SI	<input type="radio"/> NO	
Relatore	<input type="radio"/> SI	<input type="radio"/> NO	
Relatore	<input type="radio"/> SI	<input type="radio"/> NO	
Relatore	<input type="radio"/> SI	<input type="radio"/> NO	
Relatore	<input type="radio"/> SI	<input type="radio"/> NO	
Relatore	<input type="radio"/> SI	<input type="radio"/> NO	
Relatore	<input type="radio"/> SI	<input type="radio"/> NO	

	Denominazione	mesi-uomo	<b>SERVIZI TECNICI</b> Annotazioni
1	Labor. di Elettronica	1	
2	O.Mecca	1	
3	Serv.Ut., Lab.Rip.Riv.Ge	10	
4	Servizi Generali	1	

**INTERAZIONI CON LE INDUSTRIE (COMMESSE HIGH TECH)**

DENOMINAZIONE	DESCRIZIONE PRODOTTO O COMMESSA
Perkin Elmer - Ortec	2 rivelatori di Ge iperpuro con elettronica sviluppata nell'ambito dell'esperimento GASP.

Codice	Esperimento	Gruppo
0798	GASP	3

<b>Struttura</b>
<b>L.N.L.</b>

**Consuntivo anno 1999/2000**

<b>LAUREATI</b>		
Cognome e Nome	Titolo della Tesi	Sbocco professionale
Enrico FABBIAN Laurea in FISICA	Stati ad alto momento angolare nel nucleo $^{35}\text{Cl}$	Informatica
Laurea in		
Laurea in		
Laurea in		
Laurea in		
<b>DOTTORI di RICERCA</b>		
Dott in		
Dott in		
Dott in		
Dott in		
<b>PRESENTAZIONI A CONFERENZE SU INVITO E SEMINARI SIGNIFICATIVI</b>		
Relatore	Titolo	Conferenza o luogo
D.R. NAPOLI	"Proton-Neutron Correlations in $f7/2$ -shell Nuclei"	Workshop NSNA 2000, Dresda, Germania
D.R. NAPOLI	"High Spin Phenomena in Light Nuclei"	XXXV Zakopane School on Physics 2000, Polonia
G. de ANGELIS	"Nuclear Structure in Medium Mass $N=Z$ nuclei"	Relazione su invito al ECT*
G. de ANGELIS	"Isospin Effects in Nuclear Structure"	Nuclear Structure for the 21st Century, Seattle, USA

Codice	Esperimento	Gruppo
0798	GASP	3

<b>Struttura</b>
L.N.L.

**Consuntivo anno 1999/2000**

**SIGNIFICATIVE VARIAZIONI DI BILANCIO**

Capitolo	Variazione (ML)	Motivazione
Missioni Interne	.....	
Missioni Estere	.....	
Consumo	.....	
Trasporti e Facchinaggio	.....	
Spese Calcolo	.....	
Affitti e Manutenzioni	.....	
Materiale Inventariabile	.....	
Costruzione Apparati	.....	
Totale storni	.....	

**CONFERENZE, WORKSHOP e SCUOLE ORGANIZZATE in ITALIA**

Data	Titolo	Luogo

**SIGNIFICATIVE COMMESSE E RELATIVO IMPORTO**

ANAGRAFICA FORNITORE	DESCRIZIONE PRODOTTO O COMMESSA	IMPORTO (ML)
Perkin Elmer - Ortec	2 rivelatori HPGE con elettronica speciale modello GASP	160

**ISTITUTO NAZIONALE DI FISICA NUCLEARE**Preventivo per l'anno **2001**

Codice	Esperimento	Gruppo
1102	MARS	3

<b>Struttura</b>
<b>LNL</b>

Ricercatore  
responsabile locale: SPOLAORE PaolaRappresentante  
Nazionale: D. BAZZACCOStruttura di  
appartenenza: PADOVA

Posizione nell'I.N.F.N.: DIR. DI RICERCA

**INFORMAZIONI GENERALI**

<b>Linea di ricerca</b>	SPETTROSCOPIA GAMMA
<b>Laboratorio ove si raccolgono i dati</b>	
<b>Sigla dello esperimento assegnata dal Laboratorio</b>	
<b>Acceleratore usato</b>	
<b>Fascio (sigla e caratteristiche)</b>	
<b>Processo fisico studiato</b>	Progetto per un sistema di rivelazione gamma compatto ad alta efficienza
<b>Apparato strumentale utilizzato</b>	Prototipi
<b>Sezioni partecipanti all'esperimento</b>	LNL, MI, PD
<b>Istituzioni esterne all'Ente partecipanti</b>	Politecnico di Milano
<b>Durata esperimento</b>	3 anni (1997-2001) + 2 (2000-2001)

**Mod. EC. 1**

(a cura del responsabile locale)

Codice	Esperimento	Gruppo
1102	MARS	3

<b>Struttura</b>
<b>L.N.L.</b>

**PREVENTIVO LOCALE DI SPESA PER L'ANNO**
**2001**
**In ML**

VOCI DI SPESA	DESCRIZIONE DELLA SPESA					IMPORTI		A cura della Comm.ne Scientifica Nazionale	
						Parziali	Totale Compet.		
Viaggi e missioni	Interno	Riunioni di gruppo					2	2	
	Estero	Contatti scientifici: 4 viaggi in Europa per 1 settimana 1 viaggio in USA (Berkeley) per 1 settimana					12 6	18	
Materiale Consumo	Aggiornamento software per simulazioni Varie di consumo per tests del prototipo					4 6	10		
Trasp.e facch.									
Spese Calcolo	Consorzio	Ore CPU	Spazio Disco	Cassette	Altro				
Affitti e manutenz. apparecchiati.									
Materiale Inventariabile	Un PC per simulazioni ed analisi di "pulse shape" dei segnali					6	6		
Costruzione Apparati									
<b>Totale</b>							<b>36</b>		
Note:									

Codice	Esperimento	Gruppo
1102	MARS	3

<b>Struttura</b>
<b>LNL</b>

**PREVISIONE DI SPESA: PIANO FINANZIARIO LOCALE**  
**PER GLI ANNI DELLA DURATA DEL PROGETTO**

**In ML**

ANNI FINANZIARI	Miss. interno	Miss. estero	Mater. di cons.	Trasp.e Facch.	Spese Calcolo	Affitti e manut. appar.	Mat. inventar.	Costruz. apparati	TOTALE Competenza
2001	2	18	10				6		<b>36</b>
<b>TOTALI</b>	<b>2</b>	<b>18</b>	<b>10</b>				<b>6</b>		<b>36</b>

Note:

Osservazioni del Direttore della Struttura in merito alla disponibilità di personale e di attrezzature:  
 Il supporto richiesto e' compatibile con le risorse della struttura

**Mod. EC. 3**

(a cura del responsabile locale)



Codice	Esperimento	Gruppo
1102	MARS	3

<b>Struttura</b>
<b>L.N.L.</b>

**COMPOSIZIONE DEL GRUPPO DI RICERCA**

N	RICERCATORI Cognome e Nome	Qualifica				Affer. al Gruppo	Percentuale	N	TECNOLOGI Cognome e Nome	Qualifica			Percentuale
		Dipendenti		Incarichi						Dipendenti		Incarichi	
		Ruolo	Art. 23	Ricerca	Assoc.					Ruolo	Art. 23	Ass. Tecnol.	
1	DE POLI Mario	I Ric				3	20						
2	KROELL Thorsten				B.Str.	3	60						
3	SPOLAORE Paola	I Ric				3	50						
								Numero totale dei Tecnologi					
								Tecnologi Full Time Equivalent					
N	TECNICI Cognome e Nome	Qualifica				Percentuale							
		Dipendenti		Incarichi									
		Ruolo	Art. 15	Collab. tecnica	Assoc. tecnica								
Numero totale dei Ricercatori						<b>30</b>	Numero totale dei Tecnici						
Ricercatori Full Time Equivalent						<b>13</b>	Tecnici Full Time Equivalent						

Codice	Esperimento	Gruppo
1102	MARS	3

<b>Struttura</b>
<b>L.N.L.</b>

**Consuntivo anno 1999/2000**

<b>LAUREATI</b>		
Cognome e Nome	Titolo della Tesi	Sbocco professionale
FANZAGO Federica Laurea in FISICA	Tecniche di tracciamento di radiazione gamma in rivelatori al germanio	
Laurea in		
Laurea in		
Laurea in		
Laurea in		
<b>DOTTORI di RICERCA</b>		
Dott in		
Dott in		
Dott in		
Dott in		
<b>PRESENTAZIONI A CONFERENZE SU INVITO E SEMINARI SIGNIFICATIVI</b>		
Relatore	Titolo	Conferenza o luogo

Codice	Esperimento	Gruppo
1102	MARS	3

<b>Struttura</b>
L.N.L.

**Consuntivo anno 1999/2000**

**SIGNIFICATIVE VARIAZIONI DI BILANCIO**

Capitolo	Variazione (ML)	Motivazione
Missioni Interne	.....	
Missioni Estere	.....	
Consumo	.....	
Trasporti e Facchinaggio	.....	
Spese Calcolo	.....	
Affitti e Manutenzioni	.....	
Materiale Inventariabile	.....	
Costruzione Apparati	.....	
Totale storni	.....	

**CONFERENZE, WORKSHOP e SCUOLE ORGANIZZATE in ITALIA**

Data	Titolo	Luogo
19/01/1999	Simulation of Detectors and Detector Arrays	LNL

**SIGNIFICATIVE COMMESSE E RELATIVO IMPORTO**

ANAGRAFICA FORNITORE	DESCRIZIONE PRODOTTO O COMMESSA	IMPORTO (ML)

Nuovo Esperimento	Gruppo
N-TOF	3

<b>Struttura</b>
<b>LNL</b>

**Rappresentante Nazionale:** N. COLONNA

**Struttura di appartenenza:** BARI

**Posizione nell'I.N.F.N.:** RICERCATORE

Ricercatore responsabile locale: MASTINU Pierfrancesco

**PROGRAMMA DI RICERCA**

**A) INFORMAZIONI GENERALI**

<b>Linea di ricerca</b>	MISURE DI SEZIONI D'URTO NEUTRONICHE
<b>Laboratorio ove si raccolgono i dati</b>	CERN, Neutron time of flight facilities (N_TOF)
<b>Acceleratore usato</b>	PS
<b>Fascio (sigla e caratteristiche)</b>	Fascio di Neutroni di energia da 1 eV a 250 MeV prodotti da fascio di protoni da 24 GeV su un blocco di Pb
<b>Processo fisico studiato</b>	Studio di reazioni indotte da neutroni di interesse astrofisico e per applicazioni agli ADS (incenerimento scorie radioattive)
<b>Apparato strumentale utilizzato</b>	Rivelatori di neutroni e calorimetro Gamma
<b>Sezioni partecipanti all'esperimento</b>	BA, LNL, BO, TS
<b>Istituzioni esterne all'Ente partecipanti</b>	CERN e collaborazione TOF (vedi foglio allegato)
<b>Durata esperimento</b>	3 anni

**B) SCALA DEI TEMPI: piano di svolgimento**

PERIODO	ATTIVITA' PREVISTA
2001-2003	

Nuovo Esperimento	Gruppo
N-TOF	3

<b>Struttura</b>
L.N.L.

**PREVENTIVO LOCALE DI SPESA PER L'ANNO**
**2001**
**In ML**

VOCI DI SPESA	DESCRIZIONE DELLA SPESA					IMPORTI		A cura della Comm.ne Scientifica Nazionale	
						Parziali	Totale Compet.		
Viaggi e missioni	Interno	Riunioni di collaborazione N_TOF					2	<b>8</b>	
		Test rivelatori Discussione analisi dati					6		
Estero	Riunioni di collaborazione e Workpackages					10	<b>60</b>		
	Setup apparato sperimentale e turni di misura					40			
Discussione analisi dati					10				
Materiale Consumo	Metabolismo laboratori + supporti magnetici					4	<b>20</b>		
	Materiali per lavorazione scintillatori					6			
	Running costs					10			
Trasp.e facch.									
Spese Calcolo	Consorzio	Ore CPU	Spazio Disco	Cassette	Altro				
Affitti e manutenz. apparecchi.									
Materiale Inventariabile									
Costruzione Apparati	3 scintillatori BaF <sub>2</sub> da 1500 cm <sup>3</sup>					105	<b>105</b>		
<b>Totale</b>							<b>193</b>		
Note:									

Nuovo Esperimento	Gruppo
N-TOF	3

<b>Struttura</b>
<b>LNL</b>

**PREVISIONE DI SPESA: PIANO FINANZIARIO LOCALE  
PER GLI ANNI DELLA DURATA DEL PROGETTO**

**In ML**

ANNI FINANZIARI	Miss. interno	Miss. estero	Mater. di cons.	Trasp.e Facch.	Spese Calcolo	Affitti e manut. appar.	Mat. inventar.	Costruz. apparati	TOTALE Competenza
2001	8	60	20				5	105	<b>198</b>
2002	8	50	14					35	<b>107</b>
2003	8	50	14						<b>72</b>
<b>TOTALI</b>	<b>24</b>	<b>160</b>	<b>48</b>				<b>5</b>	<b>140</b>	<b>377</b>

Note:

Osservazioni del Direttore della Struttura in merito alla disponibilità di personale e di attrezzature:

Il supporto richiesto e' compatibile con le risorse della struttura

**Mod. EN. 3**

(a cura del responsabile locale)

Codice	Esperimento	Gruppo
	N-TOF	3

<b>Struttura</b>
<b>L.N.L.</b>

## COMPOSIZIONE DEL GRUPPO DI RICERCA

N	RICERCATORI Cognome e Nome	Qualifica				Affer. al Gruppo	Percentuale	N	TECNOLOGI Cognome e Nome	Qualifica			Percentuale
		Dipendenti		Incarichi						Dipendenti		Incarichi	
		Ruolo	Art. 23	Ricerca	Assoc.					Ruolo	Art. 23	Ass. Technol.	
1	DELLA MEA Gianantonio			P.O.		5	30	1	RIGATO Valentino	Tecn			20
2	GRAMEGNA Fabiana	I Ric				3	30						
3	MASTINU Pierfrancesco	Ric				3	40						
								Numero totale dei Tecnologi		1,0			
								Tecnologi Full Time Equivalent		0,2			
N	TECNICI Cognome e Nome	Qualifica				Percentuale							
		Dipendenti		Incarichi			Percentuale						
Ruolo	Art. 15	Collab. tecnica	Assoc. tecnica										
Numero totale dei Ricercatori								3,0					
Ricerca Full Time Equivalent								1,0					
Numero totale dei Tecnici													
Tecnici Full Time Equivalent													

Codice	Esperimento	Gruppo
	N-TOF	3

<b>Struttura</b>
L.N.L.

**COMPOSIZIONE DEL GRUPPO DI RICERCA (cont.)**

LAUREANDI Cognome e Nome	Associazione		Titolo della Tesi
	SI	NO	
Relatore	<input type="radio"/> SI	<input type="radio"/> NO	
Relatore	<input type="radio"/> SI	<input type="radio"/> NO	
Relatore	<input type="radio"/> SI	<input type="radio"/> NO	
Relatore	<input type="radio"/> SI	<input type="radio"/> NO	
Relatore	<input type="radio"/> SI	<input type="radio"/> NO	
Relatore	<input type="radio"/> SI	<input type="radio"/> NO	
Relatore	<input type="radio"/> SI	<input type="radio"/> NO	
Relatore	<input type="radio"/> SI	<input type="radio"/> NO	

Denominazione	mesi-uomo	<b>SERVIZI TECNICI</b> Annotazioni

**INTERAZIONI CON LE INDUSTRIE (COMMESSE HIGH TECH)**

DENOMINAZIONE	DESCRIZIONE PRODOTTO O COMMESSA
Flux monitor detector	Costruzione di camera di scattering in fibra di carbonio per alloggiamento rivelatore di monitor del flusso del fascio di neutroni.



**ISTITUTO NAZIONALE DI FISICA NUCLEARE**Preventivo per l'anno **2001**

Codice	Esperimento	Gruppo
1103	PRISMA1	3

<b>Struttura</b>
<b>L.N.L.</b>

Ricercatore  
responsabile locale: STEFANINI Alberto**Rappresentante Nazionale:** A.M. STEFANINI

Struttura di appartenenza: LNL

Posizione nell'I.N.F.N.: Dir. Ric.

**INFORMAZIONI GENERALI**

<b>Linea di ricerca</b>	REAZIONI NUCLEARI CON IONI PESANTI
<b>Laboratorio ove si raccolgono i dati</b>	L.N.L.
<b>Sigla dello esperimento assegnata dal Laboratorio</b>	PRISMA1
<b>Acceleratore usato</b>	Tandem XTU e Linac ALPI
<b>Fascio (sigla e caratteristiche)</b>	Ioni pesanti con $A = 60-200$ , $E = 5-10$ MeV/A
<b>Processo fisico studiato</b>	Costruzione e messa a punto di uno spettrometro magnetico per ioni pesanti con grande accettazione e angolo solido, per studi di dinamica e struttura nucleare
<b>Apparato strumentale utilizzato</b>	vedi punto precedente
<b>Sezioni partecipanti all'esperimento</b>	LNL, NA, PD, TO
<b>Istituzioni esterne all'Ente partecipanti</b>	China Inst. of Atomic Energy, Pechino Flerov Lab. of Nuclear Reactions, Dubna
<b>Durata esperimento</b>	1998 - 1999 - 2000 - 2001

Codice	Esperimento	Gruppo
1103	PRISMA1	3

<b>Struttura</b>
<b>L.N.L.</b>

**PREVENTIVO LOCALE DI SPESA PER L'ANNO**
**2001**
**In ML**

VOCI DI SPESA	DESCRIZIONE DELLA SPESA	IMPORTI		A cura della Comm.ne Scientifica Nazionale
		Parziali	Totale Compet.	
Viaggi e missioni	Interno Contatti e collaborazioni con le altre sedi Contatti con varie Ditte	6	<b>6</b>	
	Estero 1 pers. x 1 sett. al CERN, e GSI per rivelatori di start e piano focale 2 pers. x 1 sett. due volte al CERN per sviluppi DAQ 1 pers. x 1 sett. ad Jyvaskyla per studio gas-filled mode	6 8 3	<b>17</b>	
Materiale Consumo	Consumo vario e minuterie	10	<b>105</b>	
	Attrezzatura nuovo laboratorio e box di acquisizione	10		
	Isotopi per esperimenti pilota (82Se, 90, 96Zr, 70, 76Ge, ...)	20		
	Costi esperimenti ex-ALPITOF (piccoli MCP, Silici, gas per rivelatori, ricambi vuoto)	40		
	ricambi per alimentatori magneri	25		
Trasp.e facch.				
Spese Calcolo	Consorzio			
	Ore CPU			
	Spazio Disco			
	Cassette			
	Altro			
Affitti e manutenz. apparecchiati.				
Materiale Inventariabile	Stazione di test per rivelatori nel nuovo laboratorio (meccanica, pompa crio, valvola, misuratori)	45	<b>63</b>	
	2 PC con Linux, secondo le indicazioni del gruppo calcolo LNL	8		
	2 gruppi di continuita' per DAQ e per laboratorio	10		
Costruzione Apparati	1 gruppo di pompaggio turbo con accessori (ultima parte del sistema da vuoto di PRISMA)	30	<b>30</b>	
<b>Totale</b>			<b>221</b>	
Note:				

**ISTITUTO NAZIONALE DI FISICA NUCLEARE**

Preventivo per l'anno **2001**

Codice	Esperimento	Gruppo
1103	PRISMA1	3

<b>Struttura</b>
L.N.L.

**ALLEGATO MODELLO EC 2**

(vedi relazione allegata)

Codice	Esperimento	Gruppo
1103	PRISMA1	3

<b>Struttura</b>
<b>L.N.L.</b>

**PREVISIONE DI SPESA: PIANO FINANZIARIO LOCALE**  
**PER GLI ANNI DELLA DURATA DEL PROGETTO**

**In ML**

ANNI FINANZIARI	Miss. interno	Miss. estero	Mater. di cons.	Trasp.e Facch.	Spese Calcolo	Affitti e manut. appar.	Mat. inventar.	Costruz. apparati	TOTALE Competenza
2001	6	17	105				63	30	<b>221</b>
<b>TOTALI</b>	<b>6</b>	<b>17</b>	<b>105</b>				<b>63</b>	<b>30</b>	<b>221</b>

Note:

Osservazioni del Direttore della Struttura in merito alla disponibilità di personale e di attrezzature:

Il supporto richiesto e' compatibile con le risorse della struttura

**Mod. EC. 3**

(a cura del responsabile locale)

Codice	Esperimento	Gruppo
1103	PRISMA1	3

<b>Struttura</b>
<b>L.N.L.</b>

**PREVENTIVO GLOBALE PER L'ANNO 2001**

**In ML**

Struttura	A CARICO DELL' I.N.F.N.									A carico di altri Enti
	Miss. interno	Miss. estero	Mater. di cons.	Trasp. e Facch.	Spese Calc.	Affitti e Manut. Appar.	Mater. inventar.	Costruz. appar.	TOTALE Compet.	
L.N.L.	6	17	105				63	30	<b>221</b>	
NAPOLI	12	3	8					42	<b>65</b>	
PADOVA	14	15	52				39		<b>120</b>	
TORINO	5	3							<b>8</b>	
<b>TOTALI</b>	<b>37</b>	<b>38</b>	<b>165</b>				<b>102</b>	<b>72</b>	<b>414</b>	

NB. La colonna **A carico di altri Enti** deve essere compilata **obbligatoriamente**

Note:

**ISTITUTO NAZIONALE DI FISICA NUCLEARE**Preventivo per l'anno **2001**

Codice	Esperimento	Gruppo
1103	PRISMA1	3

<b>Struttura</b>
<b>L.N.L.</b>

**A) ATTIVITA' SVOLTA NELL'ANNO 2000**

Vedi Relazione Allegata

**B) ATTIVITA' PREVISTA PER L'ANNO 2001**

Vedi Relazione Allegata

**C) FINANZIAMENTI GLOBALI AVUTI NEGLI ANNI PRECEDENTI**

In ML

Anno Finanziario	Missioni interno	Missioni estero	Materiale di consumo	Trasp. e Facch.	Spese Calcolo	Affitti e Manut. Apparec.	Materiale inventar.	Costruz. apparati	TOTALE
1998	15	25	72					750	<b>862</b>
1999	25	23	90				557	525	<b>1220</b>
2000	36	33	111				478	346	<b>1004</b>
<b>TOTALE</b>	<b>76</b>	<b>81</b>	<b>273</b>				<b>1035</b>	<b>1621</b>	<b>3086</b>

**Mod. EC. 5**

(a cura del rappresentante nazionale)

Codice	Esperimento	Gruppo
1103	PRISMA1	3

<b>Struttura</b>
<b>L.N.L.</b>

## PREVISIONE DI SPESA

### Piano finanziario globale di spesa

**In ML**

ANNI FINANZIARI	Miss. interno	Miss. estero	Materiale di cons.	Trasp.e Facch.	Spese Calcolo	Affitti e manut. appar.	Mat. inventar.	Costruz. apparati	TOTALE Competenza
2001	37	38	165				102	72	<b>414</b>
<b>TOTALI</b>	<b>37</b>	<b>38</b>	<b>165</b>				<b>102</b>	<b>72</b>	<b>414</b>

Note:

Codice	Esperimento	Gruppo
1103	PRISMA1	3

<b>Struttura</b>
<b>L.N.L.</b>

**COMPOSIZIONE DEL GRUPPO DI RICERCA**

N	RICERCATORI Cognome e Nome	Qualifica				Affer. al Gruppo	Percentuale	N	TECNOLOGI Cognome e Nome	Qualifica			Percentuale	
		Dipendenti		Incarichi						Dipendenti		Incarichi		
		Ruolo	Art. 23	Ricerca	Assoc.					Ruolo	Art. 23	Ass. Tecnol.		
1	CORRADI Lorenzo	I Ric				3	80	1	GULMINI Michele	Tecn			40	
2	STEFANINI Alberto	D.R.				3	100	2	MARON Gaetano	D.T.			50	
3	TROTTA Monica				AsRic	3	100	3	PISENT Andrea	Tecn			20	
								Numero totale dei Tecnologi					<b>3,0</b>	
								Tecnologi Full Time Equivalent					<b>1,1</b>	
N	TECNICI Cognome e Nome	Qualifica				Affer. al Gruppo	Percentuale	N	TECNICI Cognome e Nome	Qualifica				Percentuale
		Dipendenti		Incarichi						Dipendenti		Incarichi		
		Ruolo	Art. 15	Collab. tecnica	Assoc. tecnica					Ruolo	Art. 15	Collab. tecnica	Assoc. tecnica	
								Numero totale dei Tecnici						
								Tecnici Full Time Equivalent						
Numero totale dei Ricercatori						<b>3,0</b>	Numero totale dei Tecnici							
Ricercatori Full Time Equivalent						<b>2,8</b>	Tecnici Full Time Equivalent							



Codice	Esperimento	Gruppo
1103	PRISMA1	3

<b>Struttura</b>
L.N.L.

### COMPOSIZIONE DEL GRUPPO DI RICERCA (cont.)

<b>LAUREANDI</b> Cognome e Nome	Associazione		Titolo della Tesi
	SI	NO	
LATINA Andrea	<input checked="" type="radio"/> SI	<input type="radio"/> NO	Ricostruzione on-line delle traiettorie ioniche nello spettrometro PRISMA.
Relatore G. MARON/G. Pollarolo	<input type="radio"/> SI	<input type="radio"/> NO	
Relatore	<input type="radio"/> SI	<input type="radio"/> NO	
Relatore	<input type="radio"/> SI	<input type="radio"/> NO	
Relatore	<input type="radio"/> SI	<input type="radio"/> NO	
Relatore	<input type="radio"/> SI	<input type="radio"/> NO	
Relatore	<input type="radio"/> SI	<input type="radio"/> NO	
Relatore	<input type="radio"/> SI	<input type="radio"/> NO	
Relatore	<input type="radio"/> SI	<input type="radio"/> NO	
Relatore	<input type="radio"/> SI	<input type="radio"/> NO	
<b>SERVIZI TECNICI</b>			<b>Annotazioni</b>
1	Serv.Tecn.Inform.ed El.	6	
2	Servizio Utenti	4	
3	Ufficio Tecnico	2	
<b>INTERAZIONI CON LE INDUSTRIE (COMMESSE HIGH TECH)</b>			
DENOMINAZIONE	DESCRIZIONE PRODOTTO O COMMESSA		
Magneti per spettrometro	Si tratta della commessa alla ditta Danfysik per i due magneti a quadrupolo e a dipolo (a temperatura ambiente), che hanno caratteristiche superiori.		
Valvole a grande area per alto vuoto	Si tratta di due valvole rettangolari 20*100 cm2 per tenuta da alto vuoto tra i magneti di PRISMA e i rivelatori di piano focale (ditta HVA, USA)		
Soffietti lamellari	Soffietti lamellari a sezione ovale con saldatura su ogni lamella che permettono piccoli aggiustamenti meccanici in condizioni di alto vuoto.		
Microelettronica	Produzione in serie di chip innovativi per preamplificatori progettati presso la Sezione di Napoli e realizzati da industrie in zona.		
Rivelatori MCP	Amplificatori di elettroni a micro-channel plates (GALILEO, USA) a grande area (80*100 mm2) e inseriti in un rivelatore veloce position-sensitive.		

Codice	Esperimento	Gruppo
1103	PRISMA1	3

<b>Struttura</b>
L.N.L.

<b>REFEREES DEL PROGETTO</b>	
Cognome e Nome	Argomento
CALABRETTA Luciano	
LA RANA Giovanni	

<b>MILESTONES PROPOSTE PER IL 2001</b>	
Data completamento	Descrizione
7/31/2001	Completamento dei test e prima fase di calibrazione dello spettrometro; ricostruzione delle traiettorie ioniche.
12/31/2001	Effettuazione di alcuni esperimenti pilota con fasci Tandem-ALPI.

<b>COMPETITIVITA' INTERNAZIONALE</b>
<p>Uno spettrometro simile per concezione a PRISMA e' in costruzione presso GANIL, per l'uso con i fasci esotici di quel laboratorio; quello spettrometro e' chiamato VAMOS ed e' frutto di una collaborazione internazionale.</p>

<b>LEADERSHIPS NEL PROGETTO</b>	
Cognome e Nome	Funzioni svolte
BEGHINI Silvio	Responsabile per i rivelatori di piano focale
ROMOLI Mauro	Responsabile per l'elettronica sviluppata a Napoli
MONTAGNOLI Giovanna	Responsabile per il rivelatore d'ingresso
SCARLASSARA Fernando	Responsabile per l'ottica e l'ion tracking
MARON Gaetano	Responsabile per l'acquisizione dati

Codice	Esperimento	Gruppo
1103	PRISMA1	3

<b>Struttura</b>
L.N.L.

**Consuntivo anno 1999/2000**

<b>LAUREATI</b>		
Cognome e Nome	Titolo della Tesi	Sbocco professionale
Laurea in		
Laurea in		
Laurea in		
Laurea in		
Laurea in		
<b>DOTTORI di RICERCA</b>		
Dott in		
Dott in		
Dott in		
Dott in		
<b>PRESENTAZIONI A CONFERENZE SU INVITO E SEMINARI SIGNIFICATIVI</b>		
Relatore	Titolo	Conferenza o luogo
CORRADI Lorenzo	"Production of neutron-rich nuclei by multi-nucleon transfer reactions"	Divonne, 5th Int. Conf. on Radioactive Nuclear Beams
CORRADI Lorenzo	"The role of multi nucleon transfer in near-barrier fusion"	Strasburgo 7th Nucleus-Nucl Collisions Int. Conf.
STEFANINI Alberto	"Near-Barrier Fusion of $^{36}\text{S}+^{90,96}\text{Zr}$ : what is the effect of the strong octupole vibration of $^{96}\text{Zr}$ ?"	Bologna 2000, Structure of the Nucleus at the Dawn of the Century
CORRADI Lorenzo	"Multi Nucleon Transfer Reactions Studies with the PISOLO Spectrometer"	Bologna 2000, Structure of the Nucleus at the Dawn of the Century
SCARLASSARA Fernando	"Subbarrier fusion and multinucleon transfer in medium-heavy nuclei"	Dubna, Workshop on Fusion Dynamics at the Extremes

Codice	Esperimento	Gruppo
1103	PRISMA1	3

<b>Struttura</b>
L.N.L.

**Consuntivo anno 1999/2000**

**SIGNIFICATIVE VARIAZIONI DI BILANCIO**

Capitolo	Variazione (ML)	Motivazione
Missioni Interne	.....	
Missioni Estere	.....	
Consumo	.....	
Trasporti e Facchinaggio	.....	
Spese Calcolo	.....	
Affitti e Manutenzioni	.....	
Materiale Inventariabile	.....	
Costruzione Apparati	.....	
Totale storni	.....	

**CONFERENZE, WORKSHOP e SCUOLE ORGANIZZATE in ITALIA**

Data	Titolo	Luogo

**SIGNIFICATIVE COMMESSE E RELATIVO IMPORTO**

ANAGRAFICA FORNITORE	DESCRIZIONE PRODOTTO O COMMESSA	IMPORTO (ML)
DANFYSIK (DK)	Magneti a dipolo e quadrupolo	1115
PRESEZZI (Bergamo)	Piattaforma rotante di sostegno	110
HVA (USA)	Due valvole a slitta da alto vuoto rettangolari di grande area	200

Codice	Esperimento	Gruppo
1103	PRISMA1	3

<b>Struttura</b>
L.N.L.

**Consuntivo anno 1999/2000**

<b>MILESTONES RAGGIUNTE</b>	
<b>Data completamento</b>	<b>Descrizione</b>
06/16/2000	Consegna magneti dalla Danfysik
<b>Commento al conseguimento delle milestones</b>	

<b>SVILUPPO DI STRUMENTAZIONE INNOVATIVA</b>
-Rivelatore d'ingresso a micro-channel plates di grande area 80*100 mm2 per segnali di tempo al subnanosecondo e sensibile alla posizione in due direzioni. - Rivelatore multifilo PPAC a grande area 100*13 cm2 per segnali di tempo al subnanosecondo e sensibile alla posizione in due direzioni. -Sistema di acquisizione dati ad altissimo rate 200 kHz, con analisi on-line delle traiettorie. .-Preamplificatori e main amplifier per rivelatori a gas e MCP con ottime prestazioni e basso costo.

<b>Ricadute su altri gruppi, sul sistema industriale e su altre discipline</b>

Codice	Esperimento	Gruppo
1103	PRISMA1	3

<b>Struttura</b>
<b>L.N.L.</b>

## Elenco delle pubblicazioni anno 1999/2000

**Pubblicazioni 2000:**

F. Scarlassara et al., "Fusion of  $40\text{Ca}+124\text{Sn}$  around the Coulomb barrier"  
Nucl.Phys. A, in press.

L. Corradi et al., "Multinucleon transfer reactions in the  $40\text{Ca}+124\text{Sn}$  system studied via particle-gamma coincidences"  
Phys. Rev. C61 (2000) 024609.

A.M. Stefanini et al., "Near-barrier fusion of  $36\text{S}+90,96\text{Zr}$ : the effect of the strong octupole vibration of  $96\text{Zr}$ "  
Phys. Rev. C62 (2000) 014601.

G. Montagnoli et al., "The TOF magnetic spectrometer PISOLO"  
Nucl. Instr. & Meth. in Phys. Res. A, in press.

L. Corradi et al., "Production of neutron-rich nuclei by multinucleon transfer reactions", invited talk at the 5th Int. Conf. on Radioactive Nuclear Beams, Divonne (France), 3-8- April 2000.

F. Scarlassara "Subbarrier fusion and multinucleon transfer in medium-heavy nuclei" invited talk at the Workshop on Fusione Dynamics at the Extremes, Dubna (Russia), 25-27 May 2000, to be published.

(sono riportati articoli accettati su riviste internazionali con referee e talk su invito al 30 giugno 2000)

## Progetto **PRISMA**

RELAZIONE CONSUNTIVA 2000 E ATTIVITÀ PREVISTA NEL 2001

(**PR**Imo **S**pettrometro **MA**gnetico)

**”Uno spettrometro magnetico a larga accettazione e grande angolo solido  
per esperimenti presso gli acceleratori Tandem-ALPI dei LNL”**

A.M.Stefanini, L.Corradi, M.Trotta, G.Maron, M.Gulmini, A.Pisent  
*Istituto Nazionale di Fisica Nucleare, Laboratori Nazionali di Legnaro  
I-35020 Legnaro (Padova, Italy)*

S.Beghini, G.Montagnoli, F.Scarlassara, G.F.Segato, S.Lunardi  
*Dipartimento di Fisica, Università di Padova, e Istituto Nazionale di Fisica Nucleare  
Sezione di Padova, I-35131, Padova (Italy)*

A.DeRosa, G.Inglima, M. La Commara, D.Pierroutsakou, M.Romoli, M.Sandoli  
*Dipartimento di Fisica, Università di Napoli e INFN, Sez. di Napoli, Napoli (Italy)*

G.Pollarolo, F.Cerutti  
*Dipartimento di Fisica, Università di Torino e INFN, Sez. di Torino, Torino (Italy)*

<i>INDICE</i>	1
---------------	---

## **INDICE**

<b>1 Riassunto</b>	<b>2</b>
<b>2 I magneti con la piattaforma rotante</b>	<b>3</b>
<b>3 I rivelatori</b>	<b>4</b>
<b>4 L'acquisizione dati</b>	<b>9</b>
<b>5 Varie</b>	<b>9</b>
<b>6 Programma per il 2001</b>	<b>10</b>

## **ELENCO DELLE FIGURE**

1	I magneti di PRISMA alla Danfysik . . . . .	3
2	La piattaforma . . . . .	4
3	Rivelatore d'ingresso . . . . .	5
4	Spettro di posizione . . . . .	6
5	Camera di reazione . . . . .	7
6	Insieme dei rivelatori di piano focale . . . . .	8



## 1 Riassunto

L'attività svolta nel periodo settembre 1999 - giugno 2000 nell'ambito del progetto PRISMA é proseguita secondo i piani, in particolare per quanto riguarda i rivelatori che costituiscono una parte molto importante del progetto. I magneti sono stati consegnati e il completamento dello spettrometro é ormai vicino. I test finali sul prototipo del rivelatore d'ingresso sono stati positivi, per cui é stato progettato e costruito il vero rivelatore, già provato poi in laboratorio con sorgenti e con buoni risultati. Il rivelatore é pronto per l'installazione su PRISMA. É a buon punto la costruzione dell'array di rivelatori multi-wire PPAC per il piano focale; se ne prevede l'installazione entro settembre. La camera di ionizzazione multi-segmentata sarà pronta entro l'anno. Sono stati già acquisiti il sistema da vuoto e parte dell'elettronica. Sono stati costruiti (a Napoli) i preamplificatori per le camere a ionizzazione; sono in fase di sviluppo i relativi main amplifiers. Il basamento rotante dello spettrometro é stato progettato e affidato per la costruzione ad una ditta esterna a settembre '99. La preparazione del sito per lo spettrometro nella Sala Sperimentale Est del Tandem XTU é stata completata a marzo.

Sono stati ciò nonostante accumulati alcuni ritardi: 1) la consegna dei magneti dalla Danfysik, prevista per marzo 2000, é avvenuta in ritardo di tre mesi, soprattutto a causa delle fasi di mappatura dei campi magnetici, peraltro molto importanti, che hanno richiesto piu tempo del previsto; 2) il basamento rotante dello spettrometro é stato consegnato soltanto in aprile-maggio con 5 mesi di ritardo, e ne sono attualmente in corso i lavori di installazione e allineamento; 3) lo sviluppo del sistema di acquisizione dati presso i LNL ha incontrato alcune difficoltà, connesse soprattutto con la necessità di acquisire eventi ad alto rate (fino a 200 kHz).

Occorre anche tener conto delle difficoltà finanziarie incontrate nei primi due anni dell'esperimento, comuni a tutto l'Ente, che hanno ritardato l'inizio di alcune attività, a partire dall'affidamento della costruzione dei magneti. Si prevede quindi di poter iniziare le fasi di test di PRISMA a fine 2000. Per realizzare nel 2001 il commissioning completo dello spettrometro e alcuni esperimenti pilota si richiede un anno di prolungamento dell'esperimento con finanziamenti limitati.

Come nel 2000, nel bilancio preventivo é inserita una piccola cifra di consumo (circa 40 ML) per il proseguimento della linea scientifica sviluppata nel campo della dinamica delle reazioni tra ioni pesanti a bassa energia (fusione sotto barriera, multinucleon transfer), che si raccorda in modo naturale alle prospettive di ricerca aperte da PRISMA.

Qui si descrive sinteticamente l'attività nel periodo giugno 1999 - giugno 2000, insieme con le prospettive per il 2001; per una descrizione in dettaglio delle varie parti dello spettrometro PRISMA si rimanda all'analogha relazione dello scorso anno e degli anni precedenti.

## 2 I magneti con la piattaforma rotante

I due magneti a dipolo e a quadrupolo, commissionati nel 1999 alla ditta Danfysik (DK), sono stati consegnati presso i Laboratori il 16 giugno 2000, insieme con i relativi alimentatori. Vi é stato un certo ritardo rispetto alla time schedule iniziale (circa tre mesi), dovuto in massima parte alle fasi di mappatura dei campi magnetici, peraltro molto importanti per il buon funzionamento dello spettrometro, che hanno richiesto da parte della Danfysik piú tempo del previsto. I risultati finali sono stati buoni e corrispondenti alle caratteristiche di contratto, per cui, durante l'ultima nostra visita alla Ditta (primi di giugno), si é proceduto all'accettazione; la Figura 1 mostra un' immagine dei magneti ripresa alla Danfysik in quell'occasione.

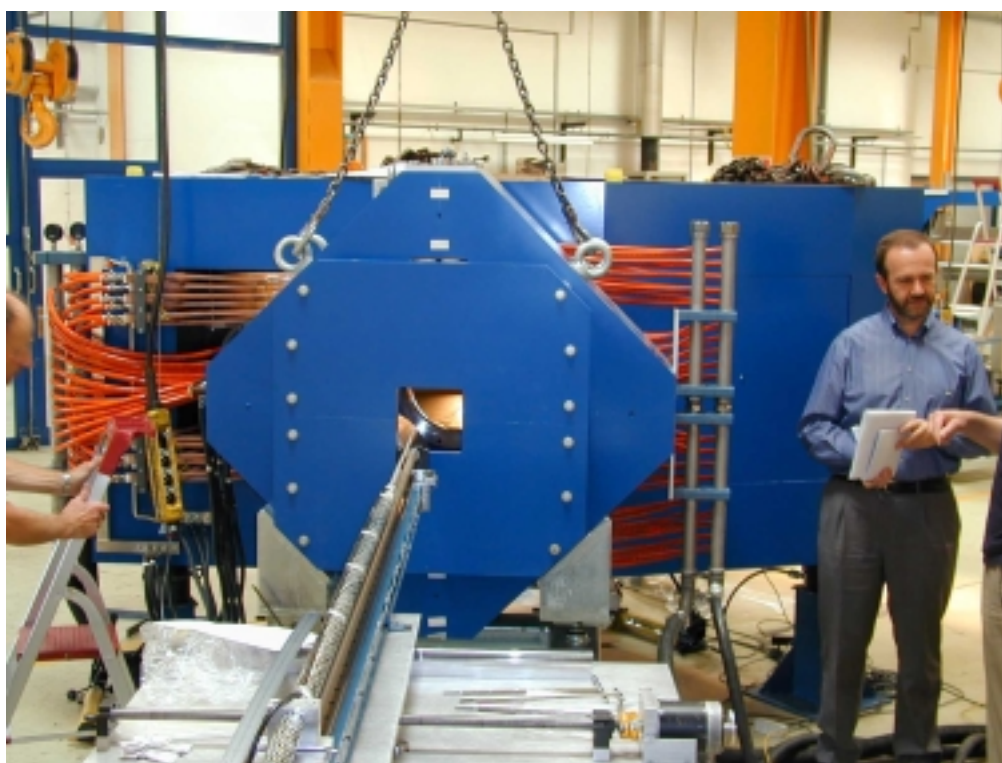


Figura 1: I magneti di PRISMA alla Danfysik prima della spedizione a Legnaro (giugno 2000). Si vede frontalmente il quadrupolo e subito dietro, piú grande, il dipolo. L'asta mobile in basso a sinistra porta la sonda di Hall usata per la mappatura dei campi magnetici.

I magneti sono stati subito dopo smontati e spediti a Legnaro; l'installazione sul sito sará supervisionata da un ingegnere della Ditta e richiederá alcuni giorni; successivamente si potrà procedere con le fasi di allacciamento e di allineamento meccanico e ottico. Considerati gli impegni e la chiusura per ferie della Danfysik durante tutto luglio, é prevedibile che l'installazione possa avvenire alla fine di agosto. Gli alimentatori dei magneti sono pure a Legnaro e attendono i collegamenti elettrici e idraulici nello scantinato.

Attualmente si sta procedendo con l'installazione e l'allineamento della piattaforma rotante di supporto a tutto lo spettrometro. La costruzione di tale struttura ha subito diversi ritardi, per cui dalla previsione iniziale di averla in casa a gennaio 2000 si é arrivati alla consegna tra aprile e maggio. Nei mesi precedenti dicembre '99 - marzo 2000 si era provveduto alla preparazione del sito destinato a PRISMA sulla linea di fascio +20B del complesso Tandem-ALPI, con lo spostamento di alcuni esperimenti e diverse ristrutturazioni, tra cui il consolidamento, mediante colonne e travi di acciaio, del pavimento della sala, per sopportare il peso di PRISMA cioè circa 60 t compresa la stessa piattaforma rotante.

Sono inseriti nelle richieste per il 2001 39 MLit per l'acquisto di un misuratore di campo NMR (per il dipolo) e di una sonda di Hall (per il quadrupolo), che non erano stati previsti a livello di contratto con la Danfysik; l'alloggiamento nella camera da vuoto del dipolo é stato però previsto.



Figura 2: Installazione della piattaforma di PRISMA (16 maggio 2000).

### 3 I rivelatori

#### a) Il rivelatore d'ingresso

È stata realizzata e provata nei mesi scorsi la versione finale del rivelatore d'ingresso che si basa su Micro-Channel Plates (MCP), di area attiva  $80 \times 100 \text{ mm}^2$ . Il rivelatore è sensibile agli elettroni secondari emessi da un sottile foglio di carbonio ( $10\text{-}20 \mu\text{g}/\text{cm}^2$ ) che nella geometria da noi adottata è posto a  $45^\circ$  rispetto alla traiettoria degli ioni da rivelare.

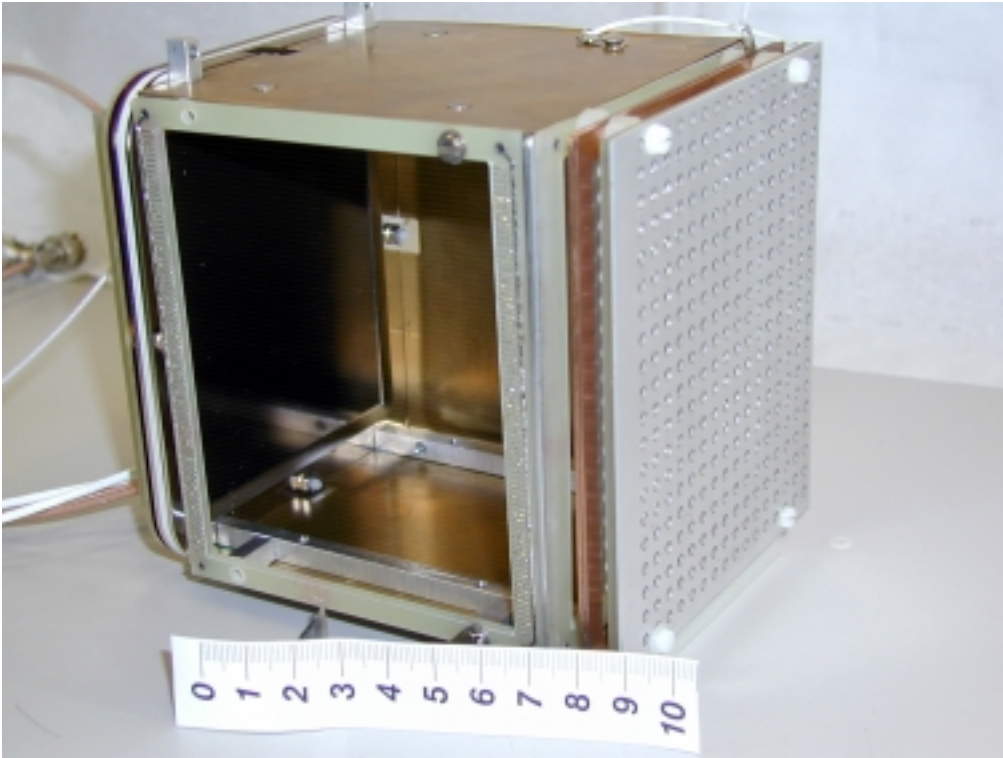


Figura 3: Foto del rivelatore d'ingresso nella sua versione finale.

Gli elettroni secondari vengono trasportati dal foglio alla coppia di MCP da un campo elettrostatico  $E$  mentre un campo magnetico  $B$  parallelo ne limita lo spread trasversale. Infatti un campo magnetico di qualche decina di Gauss (tipicamente 40-80 Gauss) spiralizza gli elettroni nel tragitto foglio-MCP permettendo di preservare l'informazione relativa alla posizione degli ioni.

Come nel prototipo descritto l'anno scorso, la raccolta della carica totale avviene quindi su un anodo di tipo "Wedge&Strip" sensibile alla posizione. La fotografia del rivelatore è mostrata in Figura 2; il foglio di Carbonio è sulla parte destra (nascosto dalla maschera con fori rotondi usata nei test di laboratorio); gli elettroni emessi all'indietro viaggiano verso sinistra, verso la coppia di MCP la cui faccia anteriore si intravede nell'immagine. L'anodo è posto all'estrema sinistra dietro gli MCP.

I fogli di Carbonio devono avere uno spessore non superiore a circa  $20\mu\text{g}/\text{cm}^2$  e sono quindi molto delicati sia da costruire sia da usare, vista anche la grande area  $80\times 100\text{mm}^2$ . Ne abbiamo attualmente due costruiti a Legnaro e alcuni altri flottati presso il GSI; con quel laboratorio si è stabilita una collaborazione in questo senso attraverso il dr. Dieter Ackermann il quale continua a partecipare al progetto PRISMA.

Il rivelatore è stato provato in laboratorio mediante una sorgente  $\alpha$  con varie combinazioni dei campi  $E$  e  $B$  mostrando: - risoluzioni di posizione in entrambe le direzioni  $X, Y$  di  $\simeq 1\text{mm}$  adatte alle esigenze di PRISMA; - un segnale rapido con  $\simeq 1\text{ns}$  di tempo di

salita adatto per la misura del tempo di volo delle particelle attraverso lo spettrometro.

La Figura 3 mostra a titolo di esempio uno spettro di posizione Y ottenuto durante questi test con la maschera che si vede nella foto del rivelatore. La risoluzione dedotta é ottima e l'efficienza é quella che ci si aspetta dalla geometria del set-up.

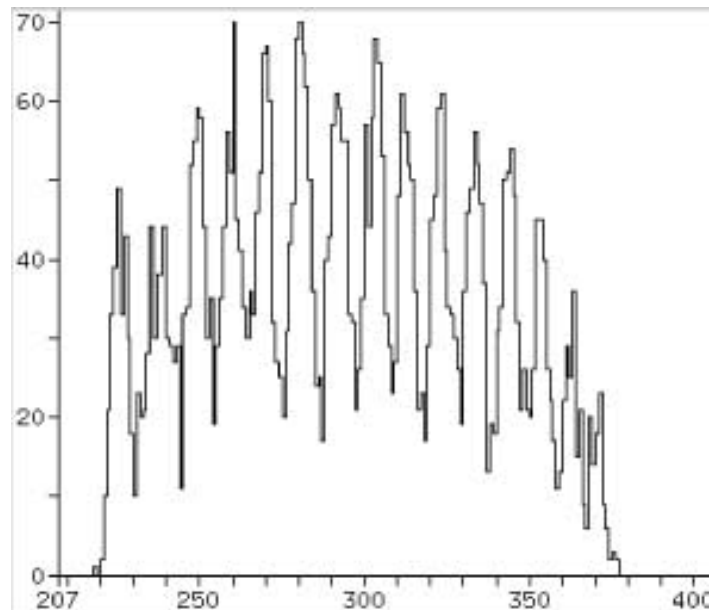


Figura 4: Spettro di posizione Y ottenuto con il rivelatore d'ingresso e una sorgente  $\alpha$ .

Notiamo che queste performances sono altrettanto buone rispetto al prototipo in scala ridotta sviluppato l'anno scorso (vedi relazione). Per i primi test di PRISMA il rivelatore verrà inserito in una piccola camera di reazione (giá costruita, vedi Figura 4) che permette una rotazione rispetto al fascio su un range angolare limitato mediante un soffiutto lamellare. Il campo magnetico viene prodotto da una bobina esterna alla struttura.

Una delle prime cose da controllare nell'installazione finale tra target e magnete a quadrupolo sará l'effetto del campo magnetico disperso sulle prestazioni del rivelatore. La soluzione posta in opera dalla Danfysik in questo senso sembra promettente; si basa su uno schermo di campo magnetico a multistrato (chiamato mirror plate) che e' la struttura quadrata che si vede, con il buco pure quadrato al centro, in Figura 1 davanti al quadrupolo. Si é verificato con la sonda di Hall che il campo magnetico, in tutta la zona di drift degli elettroni all'interno del rivelatore d'ingresso, non supera i 6-7 Gauss quando il quadrupolo é usato al massimo delle sue possibilitá, i.e. con un gradiente di circa 5 T/m; questo é rassicurante in quanto il campo prodotto dalla bobina sará superiore a 80 Gauss nella stessa zona.

#### b) I rivelatori di piano focale

Per quanto riguarda gli elementi dello spettrometro che vanno dal dipolo magnetico al piano focale compreso, sono stati realizzati tutti gli studi e le prove necessarie per

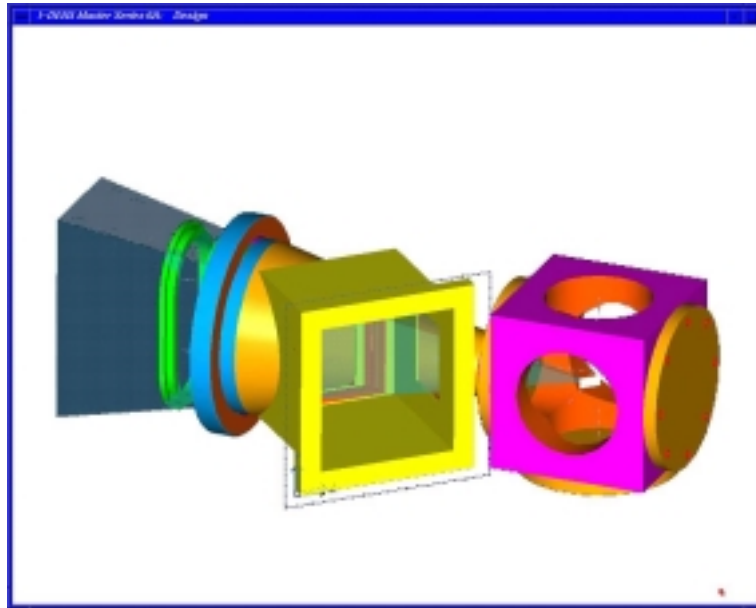


Figura 5: Camera di reazione cubica (a destra), alloggiamento per il rivelatore d'ingresso (al centro) e flangia di connessione verso il quadrupolo (a sinistra); il fascio primario esce dal foglio.

produrre le varie parti. Come si vede dalla Figura 6 d'assieme esse sono costituite, a partire da sinistra, da: - la camera da vuoto di raccordo al dipolo; - l'array di rivelatori di posizione X,Y e di tempo (PPAC); - le camere da vuoto intermedie per le connessioni e per la realizzazione dei bypass necessari per poter fare il vuoto controllato nei differenti settori dei rivelatori di piano focale; - l'array di rivelatori  $\Delta E-E$  (camere a ionizzazione IC); - il carro di scorrimento dei rivelatori di piano focale che permette, con opportune manovre, l'unione o la separazione dell'insieme di rivelatori ed il loro allineamento; - il sostegno del carro che andrà opportunamente sistemato sopra la piattaforma principale che permette la rotazione di tutto lo spettrometro.

In particolare, per quanto riguarda i rivelatori di piano focale, è stata costruita tutta la meccanica del rivelatore di posizione PPAC, compresa quella interna che deve sostenere il pacchetto costituito dai tre elettrodi con i quali si ricava la posizione X,Y ed il tempo di arrivo degli ioni. Sono stati realizzati tutti i circuiti stampati sui quali verranno opportunamente posizionati i fili sensibili alla posizione e quelli che costituiranno il catodo. La realizzazione delle linee di ritardo e la tessitura dei fili è in fase avanzata di montaggio. Parallelamente alla costruzione del catodo a fili, in collaborazione con un gruppo del CERN che si occupa di sviluppo materiali e trattamento di superfici, è stato studiato e realizzato un prototipo a grande area di catodo alluminizzato a mylar. Il foglio ha attualmente una dimensione di  $20 \times 80 \text{ cm}^2$  ed è suddiviso in 8 sezioni con alluminizzazione uniforme a doppia faccia. Si sta attualmente contattando una ditta specializzata dotata di una camera da vuoto di dimensioni sufficienti per produrre i catodi finali.



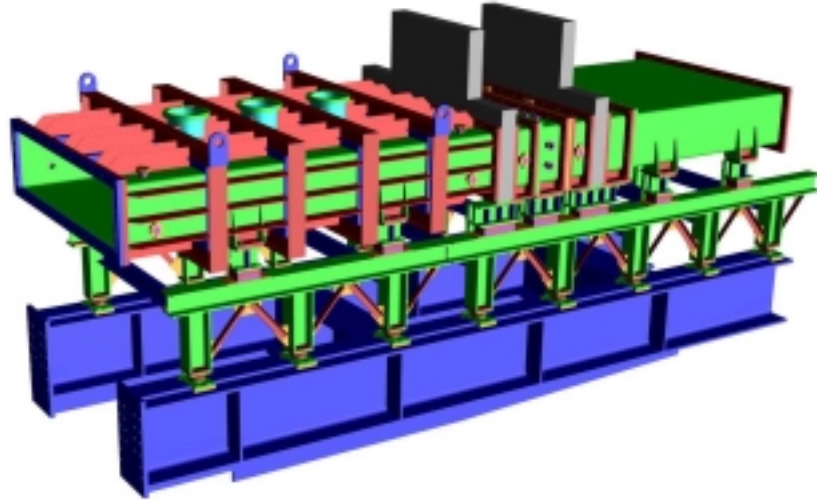


Figura 6: Insieme dei rivelatori di piano focale con i sostegni e le parti meccaniche di raccordo

Il progetto della camera IC é stato ultimato unitamente a quello relativo agli elettrodi e alla griglia di Frisch. La sua realizzazione e le prime prove sono previste per la fine dell'anno in corso. Il carro di scorrimento e quello di sostegno sono stati completamente progettati e la loro realizzazione é prevista entro ottobre 2000.

Le prove sui prototipi di rivelatori sono proseguite anche durante la seconda metà del 1999 in particolare per quanto riguarda la realizzazione delle linee di ritardo e gli amplificatori sia di carica che di timing. Sono stati realizzati (a Napoli) tutti i preamplificatori di carica della camera IC riducendone notevolmente il costo rispetto a quelli commerciali; i relativi main amplifiers sono in fase di sviluppo. Per quanto riguarda gli amplificatori dei segnali di tempo e di posizione, essi sono in fase di costruzione e saranno pronti all'inizio dell'autunno. Anche per questi amplificatori si é ottenuto un notevole risparmio rispetto a quelli disponibili sul mercato. Particolare attenzione e ripetute prove sono state fatte su un prototipo di finestra che deve separare il PPAC e la IC dal resto dello spettrometro. La condizione piú gravosa é richiesta alla finestra della camera IC perché deve sostenere una differenza di pressione fino a circa 250 mbar con una superficie di  $100 \times 13 \text{ cm}^2$ . Ciò ha richiesto lo studio e la realizzazione di un sistema particolare di fissaggio dei fili di sostegno del sottile foglio di mylar ( $200 \mu\text{g}/\text{cm}^2$ ). Al fine di contenere la deformazione del foglio entro i limiti previsti (circa 3 mm), si sono usati fili di acciaio inox da  $100 \mu\text{m}$  di diametro con una tensione di 800 gr e con un passo di 1 mm. Per le finestre del PPAC si é usato lo stesso filo ma con un passo di 3 mm essendo la pressione al massimo 30 mbar.

Saranno quindi pronti all'installazione di tutto il complesso dei rivelatori di piano focale entro la fine del 2000, con alcuni mesi di ritardo rispetto alla schedula prevista;

ritardo dovuto in massima parte alle difficoltà tecnologiche incontrate con i fogli di mylar di grande area e necessariamente molto sottili, e con le griglie di sostegno.

## 4 L'acquisizione dati

Il sistema di acquisizione dati di PRISMA, di cui una parte importante é l'analisi on-line, é stato descritto in dettaglio nella relazione di un anno fa; le scelte non sono state cambiate da allora. Possiamo sinteticamente elencare le cose fatte nel periodo settembre '99 - giugno 2000:

- é stata definita l'architettura di readout del sistema, scritta la prima versione del software che é funzionante anche se non con l'elettronica di front end dell'esperimento;
- é stato scritto il software di readout per l'elettronica di front end e sono stati eseguiti alcuni test di prestazioni;
- é stata progettata e realizzata (il test comincia in questi giorni) la scheda FireWire per la propagazione delle informazioni di Trigger a 100 kHz;
- il Run Control dell'esperimento, scritto interamente in Java e CORBA, e' funzionante;
- é stato in parte scritto, anche in connessione con una tesi di laurea, il software per la ricostruzione delle traiettorie ioniche.

Da realizzare invece nel prossimo futuro sono:

- l'integrazione del readout dell'elettronica nel software di DAQ dell'esperimento;
- il software per la scheda FireWire;
- disegnare e realizzare il sistema di memorizzazione di massa;
- scegliere uno strumento adeguato per il display degli istogrammi;
- completare e provare la ricostruzione delle traiettorie ioniche;
- integrare le varie parti e provare il sistema.

Si prevede di avere una prima versione del sistema di acquisizione dati funzionante entro dicembre 2000, completo dell'analisi on-line che sará essenziale anche e soprattutto nelle fasi di test dello spettrometro.

É previsto di acquisire nella seconda metà del 2000 la parte di elettronica commerciale ancora mancante (e già nel bilancio di quest'anno).

## 5 Varie

Una prima parte del sistema da vuoto é stato acquistato sugli anticipi di bilancio ottenuti nel 1999; la gran parte del resto é in corso di acquisizione, tranne un gruppo di pompaggio turbo con accessori che non può entrare nel bilancio 2000 e viene pertanto richiesto per l'anno prossimo. Le due valvole a slitta rettangolari di grande area sono già in casa.

Un nuovo laboratorio é stato di recente assegnato alle attività di PRISMA nell'edificio Tandem; inoltre un nuovo box di acquisizione verrà dedicato agli esperimenti con lo spettrometro. Il laboratorio dovrà essere attrezzato con materiale da lavoro (meccanica, elettronica) e la stessa cosa, entro certi limiti, vale per il box; in particolare si pensa di porre



un PC con Linux in ambedue gli ambienti e di costruire una stazione di test per rivelatori nel laboratorio con una pompa crio, una valvola, misuratori, una piccola camera da vuoto e accessori. Questo spiega alcune voci del bilancio 2001 sui LNL.

Per quanto riguarda il controllo delle varie parti di PRISMA (magneti, elettronica, vuoto, ...) si pensa di poter procedere con l'acquisto dell' hardware necessario nella seconda metà di quest'anno; vi é un certo ritardo accumulato, dovuto al fatto che nei mesi scorsi é stata data prioritá ad altre cose, i.e. magneti, rivelatori, ricostruzione delle tracce, e le forze a disposizione sono limitate. Il Servizio Utenti dei LNL ha comunque continuato con il lavoro preliminare necessario.

## 6 Programma per il 2001

Dell'esperimento PRISMA, che si prefigge la costruzione dello spettrometro omonimo, si richiede il prolungamento di un anno. L'esperimento era inizialmente previsto per il triennio 1998-1999-2000, dopo l'anno di studio 1997. Attualmente sono stati accumulati ritardi, anche se non drammatici, in alcune cose come magneti, meccanica di base e DAQ; anche sui rivelatori MWPPAC non tutti i problemi sono risolti. Globalmente si può stimare che il progetto sia in ritardo di circa sei mesi rispetto alla schedula iniziale fatta a giugno 1997, e questo é un risultato che giudichiamo molto positivo, viste le difficoltà finanziarie incontrate dalla Comm. III in questi anni che hanno fatalmente portato allo slittamento di alcuni impegni anche rilevanti (per esempio, il finanziamento del magnete a quadrupolo), e visti anche i problemi di forza lavoro presso i LNL, dove un assegno di ricerca dedicato a PRISMA é iniziato soltanto a marzo 2000, e il concorso per il posto di ricercatore lasciato libero dal dr. D. Ackermann non é ancora stato espletato (giugno 2000).

Chiediamo quindi alla Commissione l'estensione al 2001 del progetto PRISMA, per il completamento dello spettrometro e per realizzare un programma di test e, se possibile, alcuni esperimenti "pilota" con difficoltà sperimentali relativamente basse e usando i fasci con  $A \leq 100$  del complesso Tandem-ALPI; da notare infatti che i fasci piú pesanti prodotti con il nuovo iniettore a ioni positivi PIAVE, e sui quali é centrato dall'inizio l'interesse di PRISMA, saranno solo disponibili a fine 2001 secondo le stime attuali.

Dopo le fasi iniziali di allineamento delle varie parti, i test dovranno iniziare con sorgenti ( $\alpha$  e frammenti di fissione) al posto del bersaglio per provare le prestazioni dei rivelatori sul sito, e successivamente la deflessione magnetica; in particolare con la sorgente  $\alpha$  dovrà essere provato per la prima volta l'algoritmo per la ricostruzione delle traiettorie e quindi degli spettri di "massa" e di "energia". Si potranno quindi usare fasci di ioni medio-leggeri (Zolfo, Nickel) diffusi elasticamente da un bersaglio pesante a diverse energie inferiori alla barriera coulombiana, con opportuni collimatori, per calibrare lo spettrometro e controllarne le accettanze in momento e angolo, e le risoluzioni di massa ed energia in condizioni note, usando la mappatura del campo magnetico che abbiamo già a disposizione ed eventualmente modificandola. Lo spettrometro dovrà essere

caratterizzato a diversi campi e gradienti fino ai valori massimi di disegno.

I cosiddetti esperimenti pilota potranno utilizzare fasci di isotopi neutron-rich di Ge, Se, Zr accelerati ad energie 5-10% superiori alla barriera coulombiana su bersagli pesanti ( $^{150}\text{Nd}$ ,  $^{186}\text{W}$ ,  $^{208}\text{Pb}$  e simili) per verificare la popolazione di nuclei esotici ricchi di neutroni attraverso il meccanismo del trasferimento multiplo di nucleoni, sia nella zona di massa del proiettile, sia in quella della targhetta, in diverse condizioni sperimentali (e.g. bersaglio deformato o magico); PRISMA verrà utilizzato per l'identificazione dei frammenti leggeri e/o pesanti a seconda del caso.

Potrà essere utile verificare la possibilità e le difficoltà connesse con la rivelazione dei due frammenti in coincidenza cinematica, in vista di future applicazioni di questo tipo; in questo caso il secondo frammento potrà essere rivelato da un PPAC posto nelle vicinanze del bersaglio e ad un angolo opportuno. Nel bilancio 2001 è inserita una piccola voce (10 MLit, Sez. di Padova) per la costruzione di due rivelatori PPAC, su progetto già sviluppato negli anni scorsi.

Il sistema  $^{90}\text{Zr} + ^{208}\text{Pb}$  è adatto per verificare l'abilità di PRISMA a studiare il puro scattering elastico in sistemi molto pesanti, e quindi a fornire informazioni basilari sul potenziale d'interazione. La fusione-fissione di sistemi come  $^{76}\text{Ge}$ ,  $^{82}\text{Ge} + ^{150}\text{Nd}$ ,  $^{152}\text{Sm}$  potrà essere studiata con implicazioni sia per i meccanismi che governano la fusione sotto barriera, sia per gli studi attualmente molto interessanti sulla produzione dei superheavies. Certamente solo pochi di questi items potranno essere toccati nel 2001, ma si è voluto dare qui un'idea di come potrebbe svilupparsi una linea di ricerca con PRISMA nei prossimi anni nelle intenzioni del gruppo proponente, limitandoci al campo della dinamica delle reazioni ad energie prossime alla barriera.

Infine, si vuole utilizzare l'anno di prolungamento dell'esperimento per un minimo di R&D per la tecnica di utilizzo in "gas-filled mode" per PRISMA, che si presenta molto promettente e che giustifica le missioni ad Jyväskylä per visionare l'apparato per la separazione magnetica dei "recoil" RITU e per discutere con le persone giuste a riguardo. Essenzialmente la tecnica consiste nell'operare lo spettrometro riempito di gas a bassa pressione, in modo che la deflessione nel campo magnetico divenga, attraverso collisioni multiple con gli atomi del gas, non più dipendente dallo stato di carica ionica momentaneo, ma da quello medio e quindi in ultima analisi dal numero atomico  $Z$ . Questo è per esempio molto interessante per il tagging degli eventi in esperimenti di coincidenze spettrometro- $\gamma$ , anche e soprattutto in reazioni di fusione-evaporazione a piccoli angoli.

Indipendentemente dall'operazione in gas-filled mode, gli esperimenti di coincidenze spettrometro- $\gamma$  vanno a questo punto posti su un piano più operativo e anche di questo ci si occuperà nel 2001, in collaborazione con i colleghi di spettroscopia  $\gamma$ ; sarà molto utile una trasferta a GANIL, dove sta procedendo la costruzione dello spettrometro VAMOS e dove è prevista fin dall'inizio l'operazione in coincidenza con l'array  $\gamma$  EXOGAM.

**ISTITUTO NAZIONALE DI FISICA NUCLEARE**Preventivo per l'anno **2001**

Codice	Esperimento	Gruppo
0187	STREGA	3

<b>Struttura</b>
<b>L.N.L.</b>

Ricercatore  
responsabile locale: GRAMEGNA Fabiana**Rappresentante Nazionale:** F.GRAMEGNA

Struttura di appartenenza: L.N.L.

Posizione nell'I.N.F.N.: PRIMO RIC.

**INFORMAZIONI GENERALI**

<b>Linea di ricerca</b>	REAZIONI INDOTTE FRA IONI PESANTI ALLE ENERGIE DI ALPI
<b>Laboratorio ove si raccolgono i dati</b>	L.N.L., L.N.S.
<b>Sigla dello esperimento assegnata dal Laboratorio</b>	
<b>Acceleratore usato</b>	TANDEM XTU - LINAC ALPI dei L.N.L., CS dei L.N.S.
<b>Fascio (sigla e caratteristiche)</b>	Ioni pesanti con $A > 30$ con $E/A > 6$ MeV/A 12C, 16O da 4 a 70 MeV/A
<b>Processo fisico studiato</b>	Studio della dinamica delle collisioni fra ioni pesanti con particolare riguardo a processi con piu' corpi nello stato finale. Misure di sezione d'urto di interesse per la radioterapia.
<b>Apparato strumentale utilizzato</b>	GARFIELD, rivelatore anulare e parallel plate MULTICS+MEDEA
<b>Sezioni partecipanti all'esperimento</b>	BO, FI, L.N.L., L.N.S., MI, NA, TS
<b>Istituzioni esterne all'Ente partecipanti</b>	
<b>Durata esperimento</b>	3 anni

Codice	Esperimento	Gruppo
0187	STREGA	3

<b>Struttura</b>
<b>L.N.L.</b>

**PREVENTIVO LOCALE DI SPESA PER L'ANNO**
**2001**
**In ML**

VOCI DI SPESA	DESCRIZIONE DELLA SPESA	IMPORTI		A cura della Comm.ne Scientifica Nazionale
		Parziali	Totale Compet.	
Viaggi e missioni	Interno Mobilita' responsabile nazionale Riunioni e contatti per analisi x 3 persone 1 turno x 7gg presso CS LNS x 3 persone	5 10 7	<b>22</b>	
	Estero Collaborazione indiana Univ. e IUCF, Coll. Berkeley Contatti scientifici	18	<b>18</b>	
Materiale Consumo	Consumo vario (colle, gas, minuterie da vuoto, mylar, stesalite per ricambi partitore, supporti magnetici, magazzino LNL, etc.) Riparazioni varie	26 12	<b>38</b>	
Trasp.e facch.				
Spese Calcolo	Consorzio    Ore CPU    Spazio Disco    Cassette    Altro			
Affitti e manutenz. apparecchiati.				
Materiale Inventariabile	2 moduli splitter per pulser input 1 PC per analisi dati con dischi ad alta capacita'.	6 6	<b>12</b>	
Costruzione Apparati				
<b>Totale</b>			<b>90</b>	
Note:				

Codice	Esperimento	Gruppo
0187	STREGA	3

<b>Struttura</b>
<b>L.N.L.</b>

**PREVISIONE DI SPESA: PIANO FINANZIARIO LOCALE**  
**PER GLI ANNI DELLA DURATA DEL PROGETTO**

**In ML**

ANNI FINANZIARI	Miss. interno	Miss. estero	Mater. di cons.	Trasp.e Facch.	Spese Calcolo	Affitti e manut. appar.	Mat. inventar.	Costruz. apparati	TOTALE Competenza
2001	22	18	38				12		<b>90</b>
2002	17	18	30						<b>65</b>
<b>TOTALI</b>	<b>39</b>	<b>36</b>	<b>68</b>				<b>12</b>		<b>155</b>

Note:

Osservazioni del Direttore della Struttura in merito alla disponibilità di personale e di attrezzature:

Il supporto richiesto e' compatibile con le risorse della struttura

**Mod. EC. 3**

(a cura del responsabile locale)

Codice	Esperimento	Gruppo
0187	STREGA	3

<b>Struttura</b>
L.N.L.

**PREVENTIVO GLOBALE PER L'ANNO 2001**

In ML

Struttura	A CARICO DELL' I.N.F.N.									A carico di altri Enti
	Miss. interno	Miss. estero	Mater. di cons.	Trasp. e Facch.	Spese Calc.	Affitti e Manut. Appar.	Mater. inventar.	Costruz. appar.	TOTALE Compet.	
L.N.L.	22	18	38				12		<b>90</b>	
BOLOGNA	30	5	12				5		<b>52</b>	
FIRENZE	15	3	8				6		<b>32</b>	
L.N.S.	14	4	23						<b>41</b>	
MILANO	18	6	12						<b>36</b>	
NAPOLI	20	6	9				3		<b>38</b>	
TRIESTE	30	6	15						<b>51</b>	
<b>TOTALI</b>	<b>149</b>	<b>48</b>	<b>117</b>				<b>26</b>		<b>340</b>	

NB. La colonna **A carico di altri Enti** deve essere compilata **obbligatoriamente**

Note:

**ISTITUTO NAZIONALE DI FISICA NUCLEARE**Preventivo per l'anno **2001**

Codice	Esperimento	Gruppo
0187	STREGA	3

<b>Struttura</b>
<b>L.N.L.</b>

<b>A) ATTIVITA' SVOLTA NELL'ANNO 2000</b>									
<b>B) ATTIVITA' PREVISTA PER L'ANNO 2001</b>									
<b>C) FINANZIAMENTI GLOBALI AVUTI NEGLI ANNI PRECEDENTI</b>									In ML
Anno Finanziario	Missioni interno	Missioni estero	Materiale di consumo	Trasp. e Facch.	Spese Calcolo	Affitti e Manut. Apparec.	Materiale inventar.	Costruz. apparati	TOTALE
2000	107	29	93				106		<b>335</b>
<b>TOTALE</b>	<b>107</b>	<b>29</b>	<b>93</b>				<b>106</b>		<b>335</b>

**Mod. EC. 5**

(a cura del rappresentante nazionale)

Codice	Esperimento	Gruppo
0187	STREGA	3

<b>Struttura</b>
<b>L.N.L.</b>

## PREVISIONE DI SPESA

### Piano finanziario globale di spesa

**In ML**

ANNI FINANZIARI	Miss. interno	Miss. estero	Materiale di cons.	Trasp.e Facch.	Spese Calcolo	Affitti e manut. appar.	Mat. inventar.	Costruz. apparati	TOTALE Competenza
2001	149	48	117				26		<b>340</b>
2002	100	50	60						<b>210</b>
<b>TOTALI</b>	<b>249</b>	<b>98</b>	<b>177</b>				<b>26</b>		<b>550</b>

Note:



Codice	Esperimento	Gruppo
0187	STREGA	3

<b>Struttura</b>
L.N.L.

**COMPOSIZIONE DEL GRUPPO DI RICERCA**

<b>RICERCATORI</b>								<b>TECNOLOGI</b>												
N	Cognome e Nome	Qualifica				Affer. al Gruppo	Percentuale								N	Cognome e Nome	Qualifica			Percentuale
		Dipendenti		Incarichi													Dipendenti		Incarichi	
		Ruolo	Art. 23	Ricerca	Assoc.												Ruolo	Art. 23	Ass. Tecnol.	
1	GRAMEGNA Fabiana	I Ric				3	70													
2	MASTINU Pierfrancesco	Ric				3	60													
3	RICCI Renato Angelo			P.O.		3	30													
4	VANNUCCI Luigi	Ric				3	40													
Numero totale dei Ricercatori						<b>4,0</b>	Numero totale dei Tecnologi													
Ricerca Full Time Equivalent						<b>2,0</b>	Tecnologi Full Time Equivalent													

Codice	Esperimento	Gruppo
0187	STREGA	3

<b>Struttura</b>
<b>L.N.L.</b>

**COMPOSIZIONE DEL GRUPPO DI RICERCA (cont.)**

LAUREANDI Cognome e Nome	Associazione		Titolo della Tesi
	SI	NO	
Relatore	<input type="radio"/> SI	<input type="radio"/> NO	
Relatore	<input type="radio"/> SI	<input type="radio"/> NO	
Relatore	<input type="radio"/> SI	<input type="radio"/> NO	
Relatore	<input type="radio"/> SI	<input type="radio"/> NO	
Relatore	<input type="radio"/> SI	<input type="radio"/> NO	
Relatore	<input type="radio"/> SI	<input type="radio"/> NO	
Relatore	<input type="radio"/> SI	<input type="radio"/> NO	
Relatore	<input type="radio"/> SI	<input type="radio"/> NO	

	Denominazione	mesi-uomo	<b>SERVIZI TECNICI</b> Annotazioni
1	Serv. Ut. Supp. App. Sperim.	1	
2	Servizio Utenti-Controlli	1	

**INTERAZIONI CON LE INDUSTRIE (COMMESSE HIGH TECH)**

DENOMINAZIONE	DESCRIZIONE PRODOTTO O COMMESSA
ET- Power - Napoli	Delay programmabili con interfaccia FAIR a 32 canali

Codice	Esperimento	Gruppo
0187	STREGA	3

<b>Struttura</b>
<b>L.N.L.</b>

<b>REFEREES DEL PROGETTO</b>	
Cognome e Nome	Argomento
PAGANO Angelo	Progetto completo

<b>MILESTONES PROPOSTE PER IL 2001</b>	
Data completamento	Descrizione
	Cross Section measurements of interest for radiotherapy and health risk of astronauts: carbon induced reactions. (PAC LNL e PAC LNS luglio 2000).
	Search for non-equilibrium features in deep-inelastic collisions at ALPI energies with the Garfield array (PAC LNL luglio 2000).
	Collaborazione con esperimento PRIAMO: Esperimento su GDR da presentare ad un prossimo PAC LNL (dicembre 2000 o luglio 2001)
	Continuazione linea di ricerca: presentazione esperimenti PAC dicembre 2000 (in relazione ai risultati esperimenti precedenti)

<b>COMPETITIVITA' INTERNAZIONALE</b>
<p>Lo studio della termodinamica e dell'interconnessione fra processi di equilibrio e di non-equilibrio nelle reazioni fra ioni pesanti alle diverse energie e' di grande interesse internazionale attuale (vedi Topics delle piu' importanti Conferenze Internazionali, Scuola teorica di Trento settembre 2000)</p> <p>L'interesse internazionale per le misure di sezioni d'urto con fasci di carbonio per la radioterapia e' dimostrato dalla necessita' di avere maggiori informazioni per l'utilizzo di fasci su pazienti affetti da tumori presso laboratori come il GSI di Darmstadt (Germania) e l'HIMAC di Chiba nel Giappone.</p>

<b>LEADERSHIPS NEL PROGETTO</b>	
Cognome e Nome	Funzioni svolte
GRAMEGNA Fabiana	Responsabile di esperimento e Responsabile apparato GARFIELD e Respons. Naz./locale LNL
CASINI Giovanni	Responsabile rivelatori PSPPAC e Respons. locale Sezione di Firenze
CAVALLARO Salvatore	Responsabile rivelatore anulare e Respons. locale LNS
ORDINE Antonio	Responsabile acquisizione e Respons. locale sezione di Napoli.
MORONI A.	Responsabile locale Sezione di Milano
BRUNO A.	Responsabile locale Sezione di Bologna
ABBONDANNO Ugo	Responsabile locale Sezione di Trieste

Codice	Esperimento	Gruppo
0187	STREGA	3

<b>Struttura</b>
<b>L.N.L.</b>

**Consuntivo anno 1999/2000**

<b>LAUREATI</b>		
Cognome e Nome	Titolo della Tesi	Sbocco professionale
Falsiroli Massimiliano Laurea in FISICA	Calibrazione con ioni pesanti dei cristalli di ioduro di cesio e test delle camere a deriva dell' apparato GARFIELD - laureato a marzo 1999.	Andersen Consulting
LANCHAIS Ariane Laurea in FISICA	GARFIELD: un apparato per misure di reazioni tra ioni pesanti ad alte energie intermedie (laureata in giugno 2000)	Bosa di studio
Laurea in		
Laurea in		
Laurea in		
<b>DOTTORI di RICERCA</b>		
Dott in		
Dott in		
Dott in		
Dott in		
<b>PRESENTAZIONI A CONFERENZE SU INVITO E SEMINARI SIGNIFICATIVI</b>		
Relatore	Titolo	Conferenza o luogo
F. GRAMEGNA	GARFIELD: a general array for Fragments and Light Charged Particle identification	Sif Salerno - Relazione su invito ottobre 98
P.F.MASTINU	Energy and charge calibration of CsI (TI) crystals of the GARFIELD apparatus.	St. Andres - Colombia 1999
L. VANNUCCI	Future Activity at the LNL GARFIELD apparatus	Messina 2000
L. VANNUCCI	Clustering Configurations in Intermediate Medium-mass Systems, invited talk 7th International Conference on Clustering Aspects	Rab- Croatia, 14-19 June 1999

Codice	Esperimento	Gruppo
0187	STREGA	3

<b>Struttura</b>
L.N.L.

**Consuntivo anno 1999/2000**

<b>MILESTONES RAGGIUNTE</b>	
<b>Data completamento</b>	<b>Descrizione</b>
02/28/1999	Calibrazione Csl rivelatore anulare
01/31/2000	Completamento apparato GARFIELD, test sotto fascio
02/28/2000	Misure di timing: ottenimento buone prestazioni temporali fascio (700ps) (in collaborazione con gruppo macchina LNL)
03/05/2000	Calibrazione PSPPAC
<p><b>Commento al conseguimento delle milestones</b></p> <p>La misura "Experimental signature of the liquid gas phase transition at low bombarding energy" approvata dal PAC LNL nel luglio 1999 ed in programma per l'estate 2000 e' stata postposta all'autunno per problemi all'acceleratore (sistema di refrigerazione del LINAC).</p>	

<b>SVILUPPO DI STRUMENTAZIONE INNOVATIVA</b>
<p>Drift chambers con microstrip su vetro per la zona di amplificazione. Progetto F. Gramegna (LNL) e A. Moroni (MI).</p> <p>Sistema di riciclo gas per rivelatore GARFIELD: progetto P.F. Mastinu, L. Costa.</p> <p>Amplificatori - Progetto INFN Milano</p> <p>Preamplificatori - Progetto INFN Milano</p> <p>Sistema di acquisizione FAIR - Progetto INFN Napoli</p> <p>Moduli ADC_TDC FAIR - Progetto INFN Napoli</p> <p>Moduli ritardo FAIR - Progetto INFN Napoli</p> <p>Scaler FAIR -Progetto INFN Napoli</p>

<b>Ricadute su altri gruppi, sul sistema industriale e su altre discipline</b>
<p>Sviluppo rivelatori in collaborazione con esperim. DESC -Gruppo V</p> <p>Sviluppo elettronica-industrializzazione commissionata a ditte CAEN (Viareggio), Silena (Milano), ET Power (Napoli)</p> <p>Misure di sezioni d'urto di interesse per la radioterapia in collaborazione con Gruppo V (FIBIONCA-ATER)</p>

Codice	Esperimento	Gruppo
0187	STREGA	3

<b>Struttura</b>
<b>L.N.L.</b>

**Elenco delle pubblicazioni anno 1999/2000**

- 1) F. Tonetto et al. "Optimizing performances of Csl (TI) detectors with Photodiode read-out" NIMA420 (1999)181.
- 2) P.M. Mastinu et al. - Energy and charge calibration of Csl(TI) crystals of the GARFIELD apparatus III Latin American Workshop on Nuclear and Heavy Ion Physics, San Andreas Islands- Colombia 13-17 settembre 1999- Acta Physica 2000.
- 3) A. Moroni et al. - Nuclear detecting systems at LNL and LNS:foreseen experiments to provide basic data for heavy-ion risk assessment. - Proceedings of the Arona meeting - subm. to Physica Medica.
- 4) P.M. Mastinu et al. - Calibrating The Csl (te) Detectors of The Garfield Apparatur Submitted To NIM
- 5) M. Chiari Et Al. Performances Of Keystone Geometry Microstrip Gas Chambers - To Be Submitted To NIM
- 6) F.Gramegna et al. - GARFIELD: a general array for fragment identification and for emitted light charged particles in dissipative collisions - to be published
- 7) L. Vannucci et al. - Clustering Aspects of Nuclear Structure and Dynamics, Rab, Croatia, 14-19 June 1999, World Scientific 2000, pg 193.
- 8) U. Abbonndanno e N. Cindro, The twentieth Anniversary of the Orbiting Cluster Model of Resonances. Invited talk alla 7th International Conference on Clustering Aspects Of Nuclear Structure And Dynamics, Rab, Croatia, 14-19 June 1999, World Scientific 2000, Pg 117
- 9) M. Giacchini At Al., - A Slow Control System For The GARFIELD apparatus based on labviwe. - to be published.

### **Attività svolta nel 1999-estate 2000**

L'esperimento Garfield ha proseguito nel 1999 l'assemblaggio dei rivelatori a deriva e degli altri rivelatori dell'apparato per lo studio di reazioni indotte da ioni pesanti ad energie medio-basse, nonché dell'elettronica dell'esperimento.

In particolare la Sezione di Legnaro (leader) ha curato la messa a punto dei rivelatori a microstrip e dei cristalli di ioduro di cesio all'interno delle camere a deriva, l'ottimizzazione del partitore di tensione e il completamento del sistema di distribuzione del gas. Ha seguito inoltre il completamento della meccanica esterna delle due camere e dei sistemi di movimentazione delle stesse. Ha realizzato il sistema di raffreddamento dell'apparato e del sistema di ricircolo del gas. Ha analizzato i dati relativi ai test sotto fascio effettuati in febbraio e luglio '99.

La Sezione di Bologna ha contribuito alla messa a punto dell'elettronica dell'apparato, apportando modifiche opportune ai moduli amplificatori dell'apparato e preparando le basette complete di preamplificatori per la seconda camera a deriva. Ha collaborato inoltre all'allestimento delle camere a deriva.

La Sezione di Firenze ha continuato la costruzione dei rivelatori a valanga sensibili alla posizione (PSPPAC), che sono stati posti sotto fascio per le misure di calibrazione in tempo ed energia sia nel novembre '99, che nel febbraio 2000. Ha, inoltre, collaborato con i LNL nell'allestimento dei rivelatori nella camera di reazione, nonché nella fase di check dell'elettronica di front end e di acquisizione.

La sezione del LNS ha seguito la parte di test e messa a punto del rivelatore anulare composto da camere a ionizzazione, silici e cristalli di ioduro di cesio.

La Sezione di Milano ha collaborato nelle costruzioni meccaniche soprattutto per quanto riguarda le finestre dei rivelatori, la preparazione di opportuni schermi di rame per i rivelatori di CsI (isolamento contro possibili induzioni), l'allestimento della seconda camera a deriva. Ha collaborato inoltre nella sistemazione dell'elettronica dell'apparato.

La Sezione di Napoli ha allestito il sistema di acquisizione, ha seguito la messa a punto dei moduli ADC e TDC FAIR, ha sviluppato nuovi moduli di ritardo FAIR, la cui ingegnerizzazione è in fase di completamento presso una ditta esterna.

La Sezione di Trieste ha continuato la preparazione dei cristalli di Ioduro di cesio, ha collaborato all'analisi dei dati per la calibrazione dei rivelatori di Ioduro di cesio.

Tutte le Sezioni sono state coinvolte nei turni di test dei diversi prototipi e delle camere a deriva presso gli acceleratori Tandem e Linac dei LNL.

Nel febbraio e nel luglio 1999 sono stati effettuati dei turni di test e calibrazione di una camera a deriva con microstrip gas chamber.

Nell'ottobre e nel novembre 1999 sono state effettuate dal gruppo macchina delle prove per l'ottimizzazione del timing del fascio, secondo le richieste dell'esperimento: i risultati purtroppo non sono risultati soddisfacenti ed hanno pertanto obbligato allo spostamento del turno relativo al primo esperimento per lo studio della curva calorica, inizialmente programmato per febbraio 2000.

Nel febbraio 2000 è stato ripetuto il test di timing in collaborazione con il gruppo macchina, che ha portato ad un risultato più che soddisfacente con una risoluzione temporale di 700 ps, stabile nel tempo.

A causa di un guasto al liquefattore di ALPI il turno programmato per maggio 2000 è stato ulteriormente spostato all'autunno 2000.

Nel frattempo alcuni giorni di misura sono stati effettuati con fasci Tandem per lo studio dei tempi di deriva delle camere a deriva, nonché per la risoluzione di alcuni problemi derivanti da induzioni prodotte dal partitore di tensione, necessario ad uniformare il campo elettrico di deriva, sui rivelatori a ioduro di cesio.

### **Attività seconda metà 2000-2001**

Un breve turno di misura è previsto a metà luglio per la messa a punto del rivelatore anulare, in previsione del turno preventivato per l'autunno 2000 (alla ripresa dell'attività di ALPI).

Sono stati presentati 2 proposal al PAC di luglio per esperimenti da effettuarsi ad ALPI nel periodo settembre 2000 – febbraio 2001 (vedi allegati).

2-3 altri proposal sono previsti per la presentazione al PAC di dicembre 2000 per attività da effettuare nel periodo febbraio 2000-luglio 2000: tali proposal sono la naturale continuazione delle linee di ricerca

impostate dai precedenti esperimenti, sia per quanto riguarda le collisioni dissipative, che lo studio della curva calorica, che se necessario, alcune ulteriori misure con fasci di carbonio, per completare le misure per la radioterapia. Un ulteriore esperimento prevede una collaborazione con l'esperimento Priamo, per lo studio della risonanza gigante (GDR) in nuclei altamente eccitati, dove l'apparato GARFIELD verrebbe utilizzato per il trigger di frammenti pesanti e particelle cariche leggere, mentre l'apparato Hector vedrebbe la gamma di alta energia ad essi associati. Si inizieranno inoltre le analisi dati dei diversi esperimenti.



# STREGA 2001

## Partecipanti:

**LNL:** F. Gramegna (70%), P.F. Mastinu (60%), R. A. Ricci (30%), L. Vannucci (40%)

**Bologna:** M. Bruno (40%), M. D'Agostino (30%), L. Fiandri (100%), A. Lanchais (...), G.Vannini (40%), E. Verondini (20%),

**Firenze:** G. Casini (40%), P. Del Carmine (10%), A. Nannini (20%), M. Chiari (40%)

**LNS:** S. Cavallaro (50%), A. Bonasera (20%)

**Milano:** A. Moroni (30%), I. Iori (20%), E. Gadioli (20%)

**Napoli:** A. Ordine (30%), R. Mordente (40%)

**Trieste:** U. Abbondanno (70%), P.M. Milazzo (30%), G.V. Margagliotti (30%)

Totale n. ric: 21

Ric. equivalenti : LNL 2. , Bo 2.1, Fi 1.1, LNS 0.7 , Milano 0.7, Napoli 0.7 , Ts 1.3 Tot. 8.6

<i>SEDI</i>	<i>Totale</i>	<i>LNL</i>	<i>Bologna</i>	<i>Firenze</i>	<i>LNS</i>	<i>Milano</i>	<i>Napoli</i>	<i>Trieste</i>
<i>Interno</i>	149 MI	22 MI	30 MI	15MI	14 MI	18 MI	20 MI	30 MI
<i>Estero</i>	48 MI	18 MI	5 MI	3 MI	4 MI	6 MI	6 MI	6 MI
<i>Consumo</i>	117 MI	38 MI	12 MI	8MI	23 MI	12 MI	9 MI	15 MI
<i>Inventariabile</i>	26 MI	12 MI	5 MI	6 MI	---	---	3 MI	
<i>Totale</i>	340 MI	90 MI	52 MI	35 MI	41 MI	36 MI	38 MI	51 MI

## Trasferte Interne

LNL : Mobilità rappres. Nazionale 5 MI

Riunioni e contatti scientifici

STREGA 10 MI

1 turno ATER LNS x 3 Pers.

X 7 gg 7 MI

---

totale 22 MI

Bo : 2 turni x 3 persone x 7 gg 10 MI

Riunioni STREGA +

Supporto tecnico elettronica 8 MI

1 turno ATER LNS x 3 Pers.

X 7 gg 7 MI

1 turno ATER LNL x 3 pers. 5 MI

---

totale 30 MI

**Fi** : 2 turni x 2 persone x 7 gg      8 MI  
 Riunioni STREGA                      3 MI  
 1 turno ATER LNS x 1 Pers.  
 X 7 gg                                      2 MI  
 1 Turno ATER LNL x 2 pers.      2 MI

---

**totale**    15 MI

**LNS** : 2 turni x 2 persone x 7 gg      10 MI  
 Riunioni STREGA +  
 Supporto tecnico elettronica      4 MI

---

**totale**    14 MI

**Mi** : 2 turni x 2 persone x 7 gg      8 MI  
 Riunioni STREGA +  
 Supporto tecnico elettronica e  
 Meccanica                              8 MI  
 1 turno ATER LNL x 2 Pers.  
 X 7 gg                                      2 MI

---

**totale**    18 MI

**Na** : 2 turni x 2 persone x 7 gg      10 MI  
 Riunioni STREGA +  
 Supporto tecnico elettronica      6 MI  
 1 turno ATER LNL x 1 Pers.      4 MI

---

**totale**    20 MI

**Ts** : 2 turni x 3 persone x 7 gg      10 MI  
 Riunioni STREGA +  
 Supporto apparato                      9 MI  
 1 turno ATER LNS x 3 Pers.  
 X 7 gg                                      7 MI  
 1 turno ATER LNL x 3 pers.      4 MI

---

**totale**    30 MI

---

**TOTALE**                                      **154 MI**

### **Trasferte Estere**

**LNL** : Contatti scientifici, collaborazione Indiana  
 University e IUCF, collaborazione Berkeley      18 MI  
**Bo** : Contatti scientifici                      5 MI  
**Fi** : Contatti scientifici                      3 MI  
**LNS** : Contatti scientifici                      4 MI  
**Mi** : Contatti scientifici, , collaborazione Indiana  
 University e IUCF, collaborazione Berkeley      6 MI  
**Na** : Contatti scientifici                      6 MI  
**Ts.:** Contatti scientifici                      6 MI

---

**Totale**                                      **48 MI**

## Consumo

<b>LNL</b> : Consumo vario ( magazzino, colle, mylar, stesalite, sostegni Finestre partitore di ricambio, supporti magnetici, gas, fotocopie etc.) Riparazioni varie	<b>26 MI</b> <b>12 MI</b>
<hr/>	
	<b>Tot . 38 MI</b>
<b>Bo</b> : Consumo vario (supporti magnetici, riparazioni elettronica, etc.)	<b>12 MI</b>
<b>Fi</b> : Consumo vario (manutenzione PPAC, colle, gas, supporti magnetici)	<b>8 MI</b>
<b>LNS</b> : Consumo vario (manutenzione anulare , supporti magnetici, gas ) 3 settori di ricambio silici rivel. anulare	<b>8MI</b> <b>15 MI</b>
<hr/>	
	<b>Tot. 23 MI</b>
<b>Mi</b> : Consumo vario (lavorazioni meccaniche, stesalite per portafinestre, materiale vario, riparazioni elettronica)	<b>12 MI</b>
<b>Na</b> : Consumo vario (riparazioni moduli acquisizione)	<b>9 MI</b>
<b>Ts.</b> : Consumo vario ( acquisto PD riserva, manutenzione CsI crystals)	<b>15 MI</b>
<hr/>	
<b>TOTALE</b>	<b>115 MI</b>

## Inventario

<b>LNL:</b> 2 moduli splitter per pulser di riserva	<b>6MI</b>
PC analisi dati dotato di dischi di grossa capacita'	<b>6 MI</b>
<b>Bo:</b> dischi alfa vax	<b>5 MI</b>
<b>Fi:</b> PC analisi dati dotato di dischi di grossa capacita'	<b>6MI</b>
<b>Na:</b> 1 Segment Controller FAIR	<b>3 MI</b>
<hr/>	
<b>TOTALE</b>	<b>26 MI</b>

# SEARCH FOR NON-EQUILIBRIUM FEATURES IN DEEP-INELASTIC COLLISIONS AT ALPI ENERGIES WITH THE GARFIELD ARRAY

Note to the LNL PAC, june 2000

G. Casini<sup>6</sup>, F. Gramegna<sup>1</sup>, U. Abbondanno<sup>2</sup>, M. Bruno<sup>5</sup>, S. Cavallaro<sup>4</sup>, M. Chiari<sup>6</sup>, M. D'Agostino<sup>5</sup>, G.V. Margagliotti<sup>2</sup>, P.F. Mastinu<sup>1</sup>, P.M. Milazzo<sup>2</sup>, A. Moroni<sup>7</sup>, A. Nannini<sup>6</sup>, A. Ordine<sup>3</sup>, E. Vardaci<sup>3</sup>, G. Vannini<sup>5</sup>, L. Vannucci<sup>1</sup>

<sup>1</sup> *Istituto Nazionale di Fisica Nucleare, Laboratori Nazionali di Legnaro*

<sup>2</sup> *Dipartimento di Fisica dell'Università, Trieste and Istituto Nazionale di Fisica Nucleare, Sezione di Trieste*

<sup>3</sup> *Dipartimento di Fisica dell'Università, Napoli and Istituto Nazionale di Fisica Nucleare, Sezione di Napoli*

<sup>4</sup> *Dipartimento di Fisica dell'Università, Catania and Istituto Nazionale di Fisica Nucleare, Laboratorio Nazionale del Sud*

<sup>5</sup> *Dipartimento di Fisica dell'Università, Bologna and Istituto Nazionale di Fisica Nucleare, Sezione di Bologna*

<sup>6</sup> *Istituto Nazionale di Fisica Nucleare, Sezione di Firenze*

<sup>7</sup> *Istituto Nazionale di Fisica Nucleare, Sezione di Milano*

## ABSTRACT

Energy dissipation in dissipative heavy-ion collisions at low bombarding energies has been rather successfully explained in the framework of transport models. However some non-equilibrium effects have been reported which show that the mechanisms are not fully understood. The STREGA collaboration intends to study this subject using the GARFIELD apparatus. The  $^{66}\text{Zn}+^{51}\text{V}$  system in direct and reverse kinematics will be measured at the highest bombarding energies now available with the TANDEM-ALPI system.

# SEARCH FOR NON-EQUILIBRIUM FEATURES IN DEEP-INELASTIC COLLISIONS AT ALPI ENERGIES WITH THE GARFIELD ARRAY

Note to the LNL PAC, june 2000

G. Casini<sup>6</sup>, F. Gramegna<sup>1</sup>, U. Abbondando<sup>2</sup>, M. Bruno<sup>5</sup>, S. Cavallaro<sup>4</sup>, M. Chiari<sup>6</sup>, M. D'Agostino<sup>5</sup>, G.V. Margagliotti<sup>2</sup>, P.F. Mastinu<sup>1</sup>, P.M. Milazzo<sup>2</sup>, A. Moroni<sup>7</sup>, A. Nannini<sup>6</sup>, A. Ordine<sup>3</sup>, E. Vardaci<sup>3</sup>, G. Vannini<sup>5</sup>, L. Vannucci<sup>1</sup>

<sup>1</sup> *Istituto Nazionale di Fisica Nucleare, Laboratori Nazionali di Legnaro*

<sup>2</sup> *Dipartimento di Fisica dell'Università, Trieste and Istituto Nazionale di Fisica Nucleare, Sezione di Trieste*

<sup>3</sup> *Dipartimento di Fisica dell'Università, Napoli and Istituto Nazionale di Fisica Nucleare, Sezione di Napoli*

<sup>4</sup> *Dipartimento di Fisica dell'Università, Catania and Istituto Nazionale di Fisica Nucleare, Laboratorio Nazionale del Sud*

<sup>5</sup> *Dipartimento di Fisica dell'Università, Bologna and Istituto Nazionale di Fisica Nucleare, Sezione di Bologna*

<sup>6</sup> *Istituto Nazionale di Fisica Nucleare, Sezione di Firenze*

<sup>7</sup> *Istituto Nazionale di Fisica Nucleare, Sezione di Milano*

## PRELIMINARY REMARKS

The present beam-request bases on the STREGA proposal consisting of a series of heavy-ion experiments at the Tandem-ALPI facility [1], already presented at (and approved by) the Commissione Scientifica III of the INFN in 1999. The experiment hereafter described, to be performed with the GARFIELD [2] apparatus, aims at a better understanding of the problem of energy dissipation and non-equilibrium effects in deep-inelastic collisions (DIC).

The GARFIELD collaboration is allowed to put forth this request triggered by the good results on the time performances of the pulsed beam obtained last february with the TANDEM-ALPI accelerator. Beam pulses with a time width narrower than 1 ns are needed to successfully perform the experiment which relies on a precise measurement of the time of flight (TOF) of projectile-like and target-like fragments (PLF, TLF) via fast gas counters [3]. Time widths of the order of 700 ps (FWHM) have been measured in the Huygensvat chamber where GARFIELD is housed. This result, obtained with a low energy nickel beam ( $^{62}\text{Ni}$  at 320 MeV), allowed us to start the TOF-position calibration of the three Parallel plate Counters (PPAC) of the GARFIELD array employing one of the two assigned days (exp.99/52). Similar good timing features, if confirmed also at the maximum available energies ( $E/A$  around 10 AMeV) and with heavier systems, should be fine for our purposes.

A brief remark concerning beam and energy availability. In this first proposal of experiment we took into account the present working conditions of ALPI. In the future, when heavier and more energetic beams will be accelerated with ALPI, we foresee to perform other experiments on the subjects here discussed.

## INTRODUCTION

One of the most remarkable characteristics of DIC between atomic nuclei is the conversion of the ingoing available kinetic energy in the excitation of several nuclear degrees of freedom [4, 5, 6].

Since the pioneering studies, an attempt was made to understand, both experimentally and theoretically, the mechanisms which lead to the formation, at the end of the interaction, of strongly excited (possibly deformed) pieces of nuclear matter. Of great importance in understanding the reaction processes, is to establish the different time scales pertaining to the various degrees of freedom mainly in comparison with the excitation time scales which are of the order of the interaction times. In this respect the possibility to form, during the interaction, a dinuclear system in statistical equilibrium, thus characterized by the same temperature is a fundamental

topic which has been (and is) widely investigated. Despite of the large amount of experimental and theoretical studies, the problem is not completely understood.

This subject is nowadays more relevant for a twofold reason. First, dissipative binary collisions (of the type of DIC) have been shown to dominate the reaction cross section even at rather high bombarding energy where they compete with (or prepare the way to) other interesting phenomena such as fragmentation and vaporization [7, 9, 8, 10, 17]. Therefore, the study of the energy relaxation in dissipative collisions results to be more general as these phenomena covers a large range of bombarding energies and systems. Secondly, the general problem of thermalization in nuclear systems is currently amply debated because it is directly related to the application of thermodynamics in quantal mesoscopic systems. Variables like temperature, pressure, density are relevant, for example, in many models which try to describe the processes of multifragmentation, vaporization and, possibly, the occurrence of phase transitions in finite nuclear matter [14, 15, 17].

## SCIENTIFIC MOTIVATION

At the ALPI bombarding energies, for a large range of impact parameters, nuclear reactions between not too light ions produce two main excited fragments, the PLF and the TLF, which then decay before being measured in the detectors. As said before, a clear answer to the question whether the system reseparates having reached thermal equilibrium is lacking also at these rather low bombarding energies. Also the behavior of the system as a function of the impact parameter is not thoroughly explained. In the following we briefly sum up the subject referring to the literature for a detailed discussion [4, 6].

The elementary process on which many models base to explain kinetic energy dissipation (and related phenomena) in dissipative collisions is the stochastic exchange of nucleons between the nuclei during the contact phase. Several features of these reactions have been accounted for, in the years, by the developments of this simple picture which lead to the Randrup's Nucleon Exchange Model (NEM) [18].

The microscopic description proposed by the NEM is satisfactory when looking at the *average* behavior of the nuclear degrees of freedom, for example, of the excitation energy sharing between PLF and TLF. The averaging has to be intended over the whole primary mass distribution for a fixed degree of inelasticity of the collision. Usually, this latter information is estimated by the total kinetic energy loss defined as  $TKEL = E_{cm} - TKE$ , where TKE is the kinetic energy of the outgoing PLF and TLF measured in the CM-system.

Concerning the excitation energy, with increasing dissipation (i.e. TKEL), the NEM predicts that the system evolves from an equipartition between the primary fragments toward equilibrium which should be signaled by a sharing proportional to their primary mass. This smooth behavior is particularly clear for strongly mass-asymmetric systems where it has been indeed observed [6] at bombarding energies below 15-16 A·MeV. More recent results [19, 20] obtained at bombarding energies around 30 A MeV seem to confirm the validity of NEM for TKEL as high as 1 GeV. In general, most of the experimental results, while showing a trend towards equilibrium, suggest that complete equilibrium is never reached not even in central collisions.

The conclusion which one can draw from these works is the overall validity of the nucleon exchange process. For short interaction times, corresponding to peripheral collisions, only a few exchanges occur which heat almost equally the two final products. When the system interacts for longer times, the thermal disparity developed in the overlapping region can be washed out by a large number of exchanges. In this framework, the fluctuations which arise in the relevant degrees of freedom (e.g. mass, charge, excitation energy, angular momentum) are due to the fluctuations in the number of exchanges. For example, if stochastic exchanges are assumed, the variance of the mass distribution is simply estimated by the total number of exchanges.

A number of works have however pointed out that the previous picture is not completely satisfactory. From the theoretical point of view, for example, the observation that, in asymmetric

systems, DIC produces large mass width but very small drift of the mean values (namely, PLF and TLF preserve on average the initial projectile and target mass), lead Brosa and Grossmann to introduce the concept of random neck rupture [21]. In this model most of the fluctuations come from the random scission of the neck which develops in the final stage of the interaction. Large amount of energy, mass and angular momentum can be deposited in the acceptor nucleus by this mechanism.

On the experimental ground, several more refined experiments based on different technics, showed that the excitation energy sharing depends, for a fixed TKEL, on the net mass gain [23, 25, 27, 24, 26] namely, on the variation of mass of the excited PLF (TLF) with respect to the projectile (target) mass. Some results clearly demonstrate that this dependence, which is a signature of the lack of equilibrium of the reseparating system, persists even for the highest TKEL [25, 27], thus casting doubts on the global validity of the NEM approach. It has to be noted that a certain amount of non-equilibrium is predicted also by transport models for peripheral collisions where excitation built by the few nucleon exchanges is not redistributed in the whole system. However the observed strenght of the disparity acceptor-donor and its persistence at high TKEL, is not easily understandable in this framework. Very recent results obtained at cyclotron bombarding energies [11, 12] and a large amount of data [?, 16, 13] nowaday available on neck emission, strongly suggest that other mechanisms play a role in dissipating the energy in nuclear collisions. It is quite reasonable that, at the Fermi energy domain, other mechanisms come heavily into game with respect to the case of lower bombarding energies, due to the increasing relevance of nucleon-nucleon collisions. However we have to also take into account for the signals obtained under 15 AMeV; even if not complete and exhaustive, they suggest that the problem is not fully fixed within transport models and that fluctuations can originate also from more “collective” processes.

## PROPOSED MEASUREMENT

The STREGA collaboration proposes a measurement of average values and widths of primary (pre-evaporative) quantities for a better understanding of the microscopic dissipation mechanisms. Dealing with DIC, we are mainly interested in non-central collisions for which the contribution of the fusion reaction channel is reasonably small. The idea is to confirm (or not) non-equilibrium signatures previously evidenced by some authors at bombarding energies similar to those of the ALPI beams [23, 25] looking not only at the excitation energy sharing but also, possibly, at the angular momentum sharing of the excited products following a recently published technique [11].

To our knowledge, at these bombarding energies there are a few works, for example that by Tōke *et al*, in which excitation energy division has been carefully investigated. Many previous works on this subject found results which at a certain extent based on model calculations and/or, as said before, they concerned the average behaviour of the excited system. Sometimes [24] the systems have been investigated at low bombarding energies (just above the barrier) where effects due to nuclear structure can largely affect the interpretation of the data.

For the experiment, we would prefer the system  $^{116}\text{Sn}+^{93}\text{Nb}$  (or, equivalently,  $^{120}\text{Sn}+^{100}\text{Mo}$ ) at the highest energies currently available with ALPI (10-12 AMeV) in the next future employing, at least in part, a technique fully described elsewhere [27, 11] which consists in measuring a slightly mass-asymmetric system in direct and reverse kinematics. The method has been successfully employed at higher energies and can be used also in this energy domain using the GARFIELD apparatus, enriched with a matrix of 16 large area ( $50\times 50\text{mm}^2$  Silicon-lithium detectors; thickness 1.5 mm) mounted behind the most forward PPAC.

The choice of the previous systems has the advantage of allowing for a direct comparison with the data taken at higher bombarding energies. Due to the present constraints imposed by the ALPI machine, waiting for the future availability of heavier beams and according to the last ALPI Report (November 1999), we plan to measure lighter systems like  $^{66}\text{Zn}+^{51}\text{V}$  or  $^{48}\text{Ti}+^{63}\text{Cu}$ ; Also in these systems the  $N/Z$  ratios of projectile and target are almost equal thus

reducing the effects of isospin equilibration on the reaction dynamics. Moreover, the slight asymmetry allows to populate a common range of masses (namely coming from the projectile or from the target) at moderate TKEL. In the following, for the present PAC proposal, we will focus on the first mentioned system.

Basically, the experiment consists in producing excited nuclei of given mass in different ways and looking for possible differences in their decay. From the light charged particles (LCP) distributions and multiplicities and from the total number of nucleons  $\Delta A = A' - A''$  evaporated from PLF ( $A'$  and  $A''$  indicate primary and secondary masses) one check whether an overall equilibrium is or is not reached at the end of the interaction.

The three PPAC are mounted in a planar configuration to detect the velocities of the coincident PLF and TLF; by means of the kinematic reconstruction method [28] one can perform the analysis as a function of TKEL and of the primary mass  $A'$ . The secondary mass  $A''$  of PLF is measured from its TOF and its kinetic energy deposited in the silicon matrix. The LCP, emitted from both products, are measured in the GARFIELD drift chambers.

In the figures fig 1, fig 2 and fig. 3 results from Monte Carlo simulations of the proposed reaction are shown. In the calculations, deep-inelastic events for the reaction  $^{51}\text{V} + ^{66}\text{Zn}$  (direct kinematics) at  $10\text{AMeV}$  are generated with primary distributions roughly tuned on experimental data obtained for heavier systems. The excited primary nuclei are then allowed to decay by evaporating light particles. The branching ratios have been parametrized on the basis of the GEMINI statistical code [29]. Figure 1a) shows a polar view of the PPAC. The two circles represent the grazing angles for projectile and target. The figures 1b) and c) show the correlations TKE vs.  $A'$  and TKE vs.  $\theta_{cm}$  for PLF. The plot contain only the events detected by the PPAC and reconstructed with the kinematic method. In this geometry the percentage of detected twofold events is about 5% of the total simulated events, with small differences between the two kinematics.

As said before, the analysis will address the question of excitation energy sharing both by measuring the quantity  $\Delta A$  as a function of  $A'$  and by directly detecting the LCP. An example of the first possibility is shown in fig. 1d),e). The correlations of  $\Delta A$  vs.  $A'$  for binary detected events have been obtained for two calculations with different hypotheses on the excitation energy partition. In the first calculation (Fig. 1d) we assumed that the excitation energy division depends on the net mass transfer as observed in ref [27, 12, 25]. The strenght of the effect, which of course implies non-equilibrium between the fragments, has been reduced with respect to the measured one [27] to take into account for the lower bombarding energy available at ALPI. The other hypothesis (Fig. 1e) corresponds to equilibrium and the two fragments share the excitation proportionally to their mass  $A'$ . The differences in the two cases are evident.

The GARFIELD  $\Delta E - E$  gas-scintillator telescopes measure and identify the LCP (and heavier charged species) emitted in the collisions. For a given TKEL, the differences in the multiplicities of these LCP as a function of the mass  $A'$  bring independent information on the decay of the hot products and thus on the energy partition. Some results from the simulated events are reported for the PLF (fig 2) and the TLF (fig 3). Consider, for simplicity, the middle frame of fig 2 corresponding to the central mass of the system ( $A'=58$ ). The LCP distribution when the nucleus gains nucleons (direct kinematics) is shifted towards higher multiplicities with respect to the case in which the PLF loses mass (reverse kinematics). Instead, no sizeable difference is visible in the case of equilibrium (lower part of the figure). The same conclusions are valid for the decay of the TLF for which one obviously has the specular situation (fig 3).

In conclusion we believe that these type of analyses can shed more light on the subject of energy dissipation. Moreover, we think that additional information can be gained by studying the LCP kinetic energy spectra. It could be possible, for instance, to deduce different slope parameters for nuclei with given mass produced in the two kinematic cases (and thus with different gain or loss of nucleons). Once more, different slopes could indicate that equilibrium is not reached.

## BEAM-TIME REQUESTS



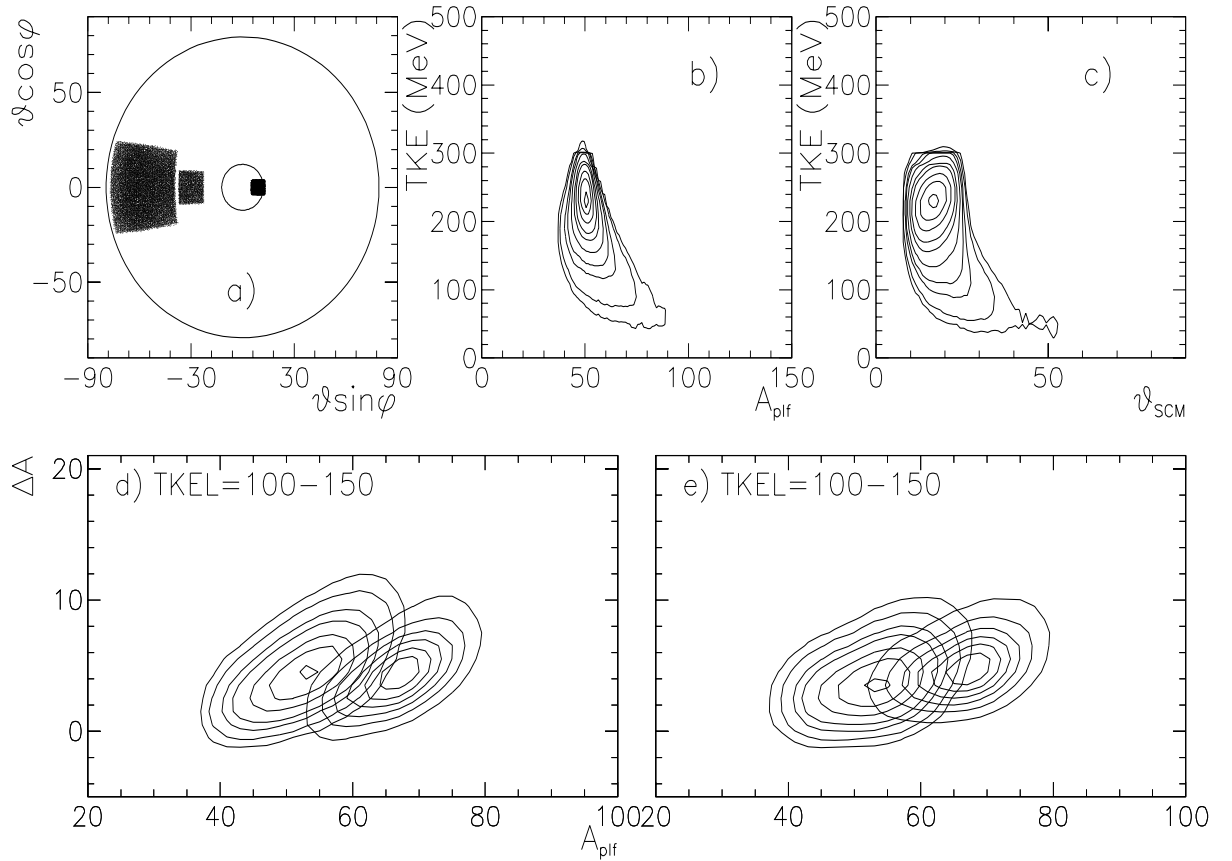


Figure 1: Results from simulated events of the proposed reaction (see text)

For the experiment we ask for the following beams:

**$^{66}\text{Zn}$  and  $^{51}\text{V}$  at the same bombarding energy of about 10 AMeV**

for the production runs

**$^{32}\text{S}$  at some different energies ranging from 100 to the maximum available (for example, four energy 150, 200, 250, 350 MeV)**

for energy calibration of the silicon detectors (and negligible Pulse Height defect in the crystals)

The targets should be thin ( $150\text{-}250\mu\text{g}\cdot\text{cm}^{-2}$ ) self-supported foils of  $^{51}\text{V}$ ,  $^{66}\text{Zn}$  and  $^{197}\text{Au}$ .

Concerning the beams, the main request we have is the availability of pulsed beams from ALPI with good timing characteristics (around 700 ps, FWHM).

To limit the rate in the forward PPAC at reasonable value (10 Khz), taken into account for the chosen geometry, the ion current should be kept around 0.5 pA. Considering the efficiency of the apparatus for twofold events (roughly 5%) and the decrease of the cross-section as a function of TKEL, we think safe to have 3.5 days of measurement at 10 AMeV for each asymmetric system. For each beam, an additional day of measurement on the symmetric system ( $^{66}\text{Zn}+^{66}\text{Zn}$  and  $^{51}\text{V}+^{51}\text{V}$ ) will be very useful. The symmetry of the systems allows for some important checks of the analysis (for example, for a given TKEL, the energy division is surely one half for the average mass of the PLF and the LCP emission from PLF is one half of the whole emission). Finally, we need one day for the energy calibration of

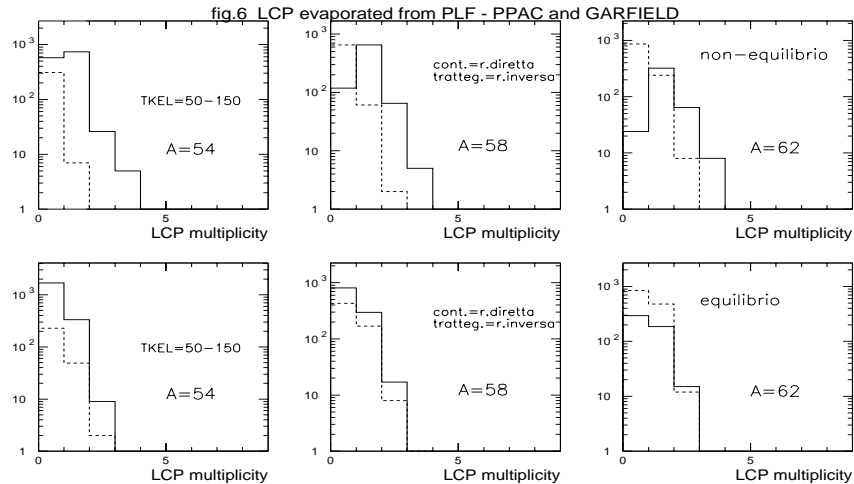


Figure 2: Simulated events. Multiplicity distributions for LCP emitted by PLF measured in two different kinematics for the case of non-equilibrium (upper part) and for that of equilibrium (bottom part)

the silicon detectors with  $^{32}\text{S}$  beams.

Summarizing we ask for:

- 4.5 days of  $^{66}\text{Zn}$  at 10 A MeV
- 4.5 days of  $^{51}\text{V}$  at 10 A MeV
- 1 day of  $^{32}\text{S}$  at different energies between 100 and 400 MeV

For this last beam, good time structure is not needed.

## References

- [1] F. Gramegna et al. Proposal STREGA, COMM.SCI.III INFN ,1999.
- [2] F. Gramegna *et al.* Nucl. Instr. Methods A 389, 474 (1997).
- [3] G. Casini et al. *Calibration of parallel plate avalanche counters of the GARFIELD array* LNL-PAC proposal 99/52
- [4] J.Töke and W.U.Schroder, Ann.Rew.Nucl.Science 42, 401 (1992).
- [5] J.F. Lecolley *et al.*, Phys. Lett. B 325, 317 (1994).
- [6] B. Borderie *et al.*, Ann. Phys. Fr. 15, 287 (1990).
- [7] R. J. Charity *et al.*, Z. Phys. A 341, 53 (1991).
- [8] B. Lott *et al.*, Phys. Rev. Lett. 68, 3141 (1992).
- [9] L. Beaulieu *et al.*, Phys. Rev. Lett. 77, 462 (1996).
- [10] Ph.Eudes *et al.* in Proceedings of the XXXVI International Winter Meeting on Nuclear Physics – Bormio, 1998.

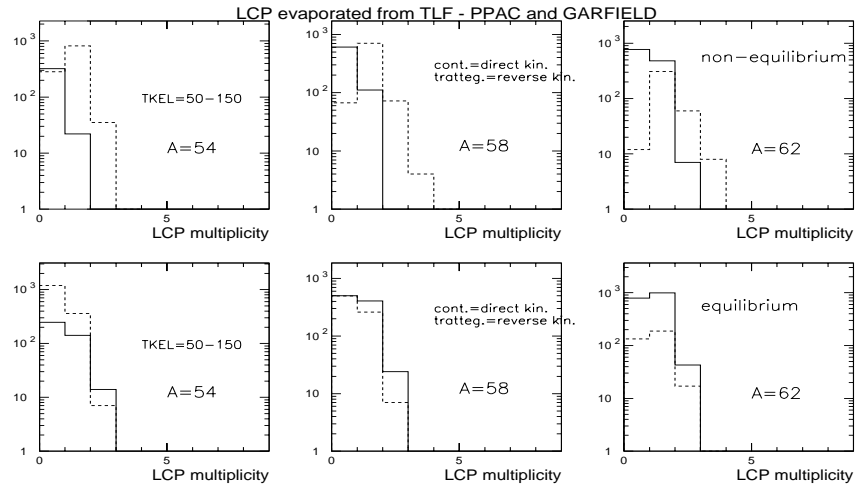


Figure 3: Simulated events. Multiplicity distributions for LCP emitted by TLF measured in two different kinematics for the case of non-equilibrium (upper part) and for that of equilibrium (bottom part)

- [11] G. Casini *et al.*, *Phys. Rev. Lett.* **83**, 2537 (1999).
- [12] G.Casini *et al.* to be published.
- [13] G.Casini *et al.* XXXVIII International Winter Meeting, Bormio 2000, pag.481
- [14] F. Gulminelli et Ph. Chomaz, XXXVI International Winter Meeting, Bormio 1998
- [15] M.D'Agostino *et al.*, *Nucl. Phys. A* 650, 329 (1999)
- [16] J. Lukasik *et al.*, *Phys. Rev. C* 55, 1906 (1997).
- [17] B. Borderie and INDRA Collaboration, *Eur. Phys. J. A* 6, 197, (1999)
- [18] J. Randrup, *Nucl. Phys. A* 307, 319 (1978); 327, 490 (1979); 383, 468 (1982).
- [19] B.M. Quednau *et al.*, *Phys. Lett. B* 309, 10 (1993).
- [20] W.U.Schroeder *et al.*, IV Indra Workshop, maggio 1998 e Nuclear Chemistry Gordon Conference, giugno 1998.
- [21] S.Grossmann and U.Brosa , *Z. Phys. A* 319, 327 (1984)
- [22] R.T. De Souza *et al.*, *Phys. Rev. C*37, 1901 (1988).
- [23] D. R. Benton *et al.*, *Phys. Rev. C* 38, 1207 (1988).
- [24] L. Fiore *et al.*, *Phys. Rev. C* 41, R419 (1990).
- [25] J. Tőke *et al.*, *Phys. Rev. C* 44, 390 (1991).
- [26] L. Fiore *et al.*, *Phys. Rev. C* 50, R1709 (1994).
- [27] G. Casini *et al.*, *Phys. Rev. Lett.* **78**, 828 (1997).

[28] G. Casini *et al.*, Nucl. Instr. Methods A 277, 445 (1989).

[29] R. J. Charity *et al.*, Nucl. Phys. A 483, 371 (1988).

## SCIENTIFIC MOTIVATION

The use of carbon ions for radiotherapy is particularly interesting due to the high deposition density induced by these ions at the end of the range and to their high biological effectiveness. In fact, the interest for this type of ions in radiotherapy is due not only to the characteristics of the spatial distribution of the dose (Bragg curve), but especially to the ability of inducing, mainly at the end of the range, highly-energetic clusters of ionizations and excitations. These clusters can be of the order of 1 keV deposited in volumes of linear dimensions of 10 nm. Taking into account the size of DNA molecules (diameter of about 2 nm), the level of damage that can be induced in tumor cells can be hardly recovered by biochemical and enzymatic processes. Survival cell studies *in vitro* and preliminary results on tumor treatments in Chiba (Japan) and at GSI (Darmstadt, Germany) confirm these general considerations, also with particularly radioresistant cell populations and tumors.

The criteria to optimise the treatment planning with carbon ions for maximising TCP (Tumour Control Probability) still need investigation and deepening. The crucial problem is the risk of complications in normal tissues (NTCP, Normal Tissue Complication Probability) often due to nuclear interactions. It is also evident that to optimise the treatment, the model-predicted three-dimension dose conformation is not sufficient and one must take into account the production of secondary particles and the different biological effectiveness of the various field components. Thus, one needs a three dimensional description of the field in tissue, in terms of fluence, energies etc, of each component, including primary and secondary particles. This information can then be combined with appropriate biological models taking into account the biological effectiveness of the various components. This problem is particularly relevant for carbon ion treatments, because the nuclear interactions often lead to the fragmentation of the projectile (as well as of the nuclei of the biological tissue). To give an idea of the relevance of the problem, for carbon ions of energies between 300 and 400 MeV/u, 30-50 percent of the impinging particles (depending on the beam energy and the absorbing medium), does not reach the Bragg peak region.

Within the three-year project *ATER-2* on hadrontherapy (funded by INFN), the subproject *FIBIONCA* is interested in the development and validation of physical and biophysical models for the study and simulation of Carbon beams in tissue. A particular interest is devoted in developing and testing models for predicting nuclear interaction cross sections, including fragmentation in the energy range of interest for radiotherapy (below  $\approx 300$  MeV/u) to be included in existing Monte Carlo codes. The aim is also to contribute in developing biophysical models and simulation codes for predicting the biological effects of Carbon beams. In this framework it is of great importance to acquire new high quality nuclear cross sections through measurements to be performed at the INFN National Laboratories, according to the different energies and measurement devices available <sup>1)</sup>

Besides the basic information for optimizing radiotherapy protocols, there is also an interest in these measurements for assessing the health risk to the exposure of the astronauts to cosmic radiation. Cosmic radiation is mainly composed of swift protons, but also contains heavy ions that can contribute up to 50% of the absorbed dose. It is highly desirable to collect data to reliably simulate nuclear interactions both with the shields and the human body, necessary to estimate the radiation risk and design appropriate shielding structures for long-term space missions.

# CROSS SECTION MEASUREMENTS OF INTEREST FOR RADIOTHERAPY AND HEALTH RISK OF ASTRONAUTS: CARBON INDUCED REACTIONS

Note to the LNL PAC, June 2000

A. Moroni<sup>1</sup>, A. Ottolenghi<sup>1</sup>, M. Biaggi<sup>1</sup>, F. Ballarini<sup>1</sup>, A. Giussani<sup>1</sup>, E. Gadioli<sup>1</sup>, C. Birattari<sup>1</sup>, R. Cherubini<sup>2</sup>, M. Conzato<sup>2</sup>, F. Gramegna<sup>2</sup>, P.F. Mastinu<sup>2</sup>, R.A. Ricci<sup>2</sup>, L. Vannucci<sup>2</sup>, D. Zafiroopoulos<sup>2</sup>, U. Abbondanno<sup>3</sup>, G. V. Margagliotti<sup>3</sup>, P. Milazzo<sup>3</sup>, M. Bruno<sup>4</sup>, M. D'Agostino<sup>4</sup>, A. Lanchais<sup>4</sup>, G. Vannini<sup>4</sup>, G. Casini<sup>5</sup>, M. Chiari<sup>5</sup>, A. Nannini<sup>5</sup>, A. Ordine<sup>6</sup>, E. Vardaci<sup>6</sup>, S. Cavallaro<sup>7</sup>,

And FORWARD collaboration<sup>7</sup>

- 1) I.N.F.N. Sez Milano and University of Milan
- 2) L.N.L. and University of Padua
- 3) I.N.F.N. Sez Trieste and University of Trieste
- 4) I.N.F.N. Sez Bologna and University of Bologna
- 5) I.N.F.N. Sez Firenze
- 6) I.N.F.N. Sez Napoli and University of Napoli
- 7) LNS

## Abstract

A high deposition density at the end of the range and a high biological effectiveness make Carbon ions particular interesting for radiotherapy.

An optimization of the treatment plan with carbon ions for maximising TCP (Tumour Control Probability) still need improvements. New high quality nuclear cross section measurements to be performed at the INFN National Laboratories, according to the different energies and measurement devices available is very important in order to better understand the crucial problem of the risk of complications in normal tissues (NTCP, Normal Tissue Complication Probability) often due to nuclear interactions and for assessing the health risk to the exposure of the astronauts to cosmic radiation.

Cross section measurement of  $^{12}\text{C}$  induced reactions, and  $^{16}\text{O} + ^{12}\text{C}$  will be performed with the GARFIELD apparatus at the LINAC ALPI accelerator.

## SCIENTIFIC MOTIVATION

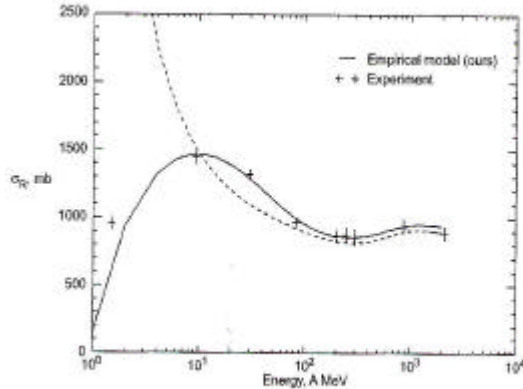
The use of carbon ions for radiotherapy is particularly interesting due to the high deposition density induced by these ions at the end of the range and to their high biological effectiveness. In fact, the interest for this type of ions in radiotherapy is due not only to the characteristics of the spatial distribution of the dose (Bragg curve), but especially to the ability of inducing, mainly at the end of the range, highly-energetic clusters of ionizations and excitations. These clusters can be of the order of 1 keV deposited in volumes of linear dimensions of 10 nm. Taking into account the size of DNA molecules (diameter of about 2 nm), the level of damage that can be induced in tumor cells can be hardly recovered by biochemical and enzymatic processes. Survival cell studies *in vitro* and preliminary results on tumor treatments in Chiba (Japan) and at GSI (Darmstadt, Germany) confirm these general considerations, also with particularly radioresistant cell populations and tumors.

The criteria to optimise the treatment planning with carbon ions for maximising TCP (Tumour Control Probability) still need investigation and deepening. The crucial problem is the risk of complications in normal tissues (NTCP, Normal Tissue Complication Probability) often due to nuclear interactions. It is also evident that to optimise the treatment, the model-predicted three-dimension dose conformation is not sufficient and one must take into account the production of secondary particles and the different biological effectiveness of the various field components. Thus, one needs a three dimensional description of the field in tissue, in terms of fluence, energies etc, of each component, including primary and secondary particles. This information can then be combined with appropriate biological models taking into account the biological effectiveness of the various components. This problem is particularly relevant for carbon ion treatments, because the nuclear interactions often lead to the fragmentation of the projectile (as well as of the nuclei of the biological tissue). To give an idea of the relevance of the problem, for carbon ions of energies between 300 and 400 MeV/u, 30-50 percent of the impinging particles (depending on the beam energy and the absorbing medium), does not reach the Bragg peak region.

Within the three-year project *ATER-2* on hadrontherapy (funded by INFN), the subproject *FIBIONCA* is interested in the development and validation of physical and biophysical models for the study and simulation of Carbon beams in tissue. A particular interest is devoted in developing and testing models for predicting nuclear interaction cross sections, including fragmentation in the energy range of interest for radiotherapy (below  $\approx 300$  MeV/u) to be included in existing Monte Carlo codes. The aim is also to contribute in developing biophysical models and simulation codes for predicting the biological effects of Carbon beams. In this framework it is of great importance to acquire new high quality nuclear cross sections through measurements to be performed at the INFN National Laboratories, according to the different energies and measurement devices available <sup>1)</sup>

Besides the basic information for optimizing radiotherapy protocols, there is also an interest in these measurements for assessing the health risk to the exposure of the astronauts to cosmic radiation. Cosmic radiation is mainly composed of swift protons, but also contains heavy ions that can contribute up to 50% of the absorbed dose. It is highly desirable to collect data to reliably simulate nuclear interactions both with the shields and the human body, necessary to estimate the radiation risk and design appropriate shielding structures for long-term space missions.

As already mentioned, there is a large interest in a better knowledge of cross sections in the whole energy range below few hundreds of MeV/u. Moreover the energy range below and around 10 MeV/u is important for better optimizing treatment planning and is crucial for the validation of the models.



Reaction cross sections as a function of energy for  $^{12}\text{C} + ^{12}\text{C}$  collisions; dashed line is from reference 18.

Fig. 1 (ref.2)

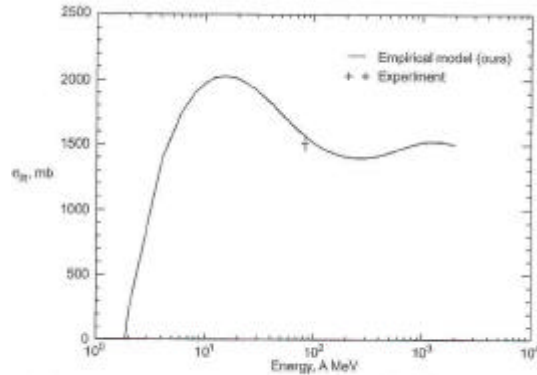


Figure 20. Reaction cross sections as a function of energy for  $^{12}\text{C} + ^{40}\text{Ca}$  collisions.

Fig. 2(ref.2)

Indeed the maximum cross sections predicted by the models and available experimental data are just around 10 MeV/u. Moreover, below 10 MeV/u the cross section as a function of energy is characterized by a very rapid variation and need investigation at many different energy values <sup>2)</sup>.

### PROPOSED MEASUREMENTS

The present proposal refers to the particular interest in measuring cross section and angular distributions of reaction products yielded in Carbon induced reactions at the LINAC ALPI facility , with the GARFIELD apparatus<sup>3)</sup>.

We propose to measure the following reactions:  $^{12}\text{C}$  on  $^{12}\text{C}$ ,  $^{40}\text{Ca}$ , equivalent tissue materials like mylar, kapton ,  $^{16}\text{O} + ^{12}\text{C}$  at several bombarding energies: 18 MeV/n, 15 MeV/u, 13 MeV/u, 10 MeV/u, 8 MeV/u, 6 MeV/u, 5 MeV/u, 4 MeV/u). As seen in Fig. 1 and 2 these are good values to study the total cross section behaviour in a range of maximum variation.

The GARFIELD apparatus is made by two drift chambers, with microstrips gas detectors for the amplification region, which give the  $\Delta E$  information and CsI crystals for the residual energy signal. They cover respectively an angular range from and  $95^\circ < \theta < 150^\circ$  and an almost complete range in  $\phi$ . In the forward angle an annular detector is provided, made by 8 sectors of IC+Si+CsI, which covers the angular region between  $4^\circ < \theta < 16^\circ$ ; some further  $\Delta E$ -E silicon telescopes will be provided in plane at angles between  $\theta = 16^\circ$  and  $30^\circ$ , for a complete angular distribution measurements.

A PSPPAC will be used for a measure of the elastic scattering cross section in order to perform a proper cross section normalization. The Faraday Cup current will be also read out as a further cross section check.



We ask for a 0.5 pA intensity of Carbon or Oxygen beam and a target thickness of around 200  $\mu\text{g}/\text{cm}^2$  is considered. A total cross section of around 1500 mbar is expected from the model calculation at 10MeV/u, in the C+C case, while a total cross section of 2000 mbar in C+Ca at 10 MeV/u, as can be seen from the above figures. The major part of this cross section will be forward peaked, so that a global efficiency of 0.1 can be considered. In this way some  $6 \cdot 10^3$  c/s can be obtained.

We are interested at Cross sections at least down to about 5% of the total cross section. Dividing the forward detection region in about ten parts ( $\Delta\theta \approx 2^\circ$  per detector) we obtain about 30c/s for each angular region. One hour per energy/per beam/per target would mean about  $10^4$  particles coming from lower cross sections in each detector which is a reasonable number both from a statistical point of view and for further analysis (correlations, possible characterization of main nuclear mechanisms etc.)

This means that we need 1h x 5 beam/target combinations \* 8 energies =40 hours.

12 more hours are needed for calibrations and setting of electronics in advance with the LINAC beam and 3 hours with the Tandem beam. The energies between 8 and 4 MeV/u can be obtained at the Tandem accelerator: a couple of hour per energy change should be considered for the machine people, to change energy and tuning the beam to the Garfield scattering chamber (that is 16 hours total, considering both C and O). More difficult will be to consider the Linac operation, due to the fact that the machine tuning is more complex; our experience show that at least 5-6 hour per energy change should be considered (40 hours total).

This means 72 hours of LINAC beam, that is 3 days and 39 hours of Tandem, that is almost 2 days.

## REFERENCES

- 1) A. Moroni et al. – Proceedings of 1st International Workshop on Space Radiation Research Arona (Italy) May, 27-31, 2000
- 2) NASA Technical Paper 3621.
- 3) F. Gramegna et al. - Nucl. Instr. And Meth. A389(1997)474 and Annual report 1999



July 5, 2000

Dr. Fabiana Gramegna  
INFN-Laboratori Nazionali di Legnaro  
via Romea 4  
I-35020 Legnaro (Pd)  
Italy

Dear Dr. Gramegna,

I have read with interest your proposal entitled "Cross Section Measurements of Interest for Radiotherapy and Health Risk of Astronauts: Carbon Induced Reactions". I think that the measurements you propose have the potential to add significantly to the fields of hadron therapy and space radiation risk, in an energy range which is relevant to the problems at hand but which has not been extensively explored.

I look forward to hearing more about your work, and also to discussing with you the possibility of collaboration on this project and others of mutual interest.

Yours truly,

A handwritten signature in black ink, appearing to read "Jack Miller".

Jack Miller, Ph.D.  
Staff Scientist

cc: Dr. G. Fortuna

254 0123 30801

INDIANA UNIVERSITY June 27, 2000

COLLEGE OF  
ARTS AND SCIENCES

Fabiana Gramegna  
INFN - Lab. Naz. Di Legnaro  
Via Romea, 4  
I-35020 LEGNARO  
Padova  
Italy

Dear Fabiana:

I would be delighted if you could visit Bloomington in late August/early September. It would allow us to continue the discussion we started about the possibility of using GARFIELD at Legnaro to study ternary breakups. Hoping you are able to come to Bloomington (after August 26<sup>th</sup>),

Sincerely,

A handwritten signature in cursive script that reads "Romualdo de Souza/am".

Romualdo deSouza  
Associate Professor

Department of Chemistry  
Indiana University

Phone: (812) 855-3767  
FAX: (812) 855-8300

E-mail: [rdesouza@indiana.edu](mailto:rdesouza@indiana.edu)

RDS/am

DEPARTMENT OF CHEMISTRY

Chemistry Building  
800 East Kirkwood Avenue  
Bloomington, Indiana  
47405-7102

Fax: 812-855 8300