

<b>Struttura</b>	<b>Gruppo</b>
<b>L.N.S.</b>	<b>3</b>
<b>Coordinatore:</b> Antonio Del Zoppo	

**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			Asfin2	Forward	Graal	Magnet	Reverse	Strega	Trasmarad	Hades2	SIS-2	I	II	IV	V							
		Ruolo	Art.36	Ricerca	Assoc.																					
1	Agodi Clementina	Ric				3		70							30											
2	Alba Rosa	I Ric				3		100																		
3	Amorini Francesca				DIS	3								30												
4	Bellia Giorgio			P.O.		3		30							50	20										
5	Bellini Vincenzo			P.A.		3				50																
6	Bonasera Aldo	Ric				4							20											80		
7	Cappuzzello Francesco				B.P.D.	3					100															
8	Cavallaro Salvatore			P.A.		3						50	50													
9	Coniglione Rosa	Ric				3		40							30						30					
10	Cunsolo Angelo			P.O.		3					100															
11	Del Zoppo Antonio	I Ric				3		100																		
12	Di Pietro Alessia	Ric				3		30						70												
13	Figuera Pier Paolo	Ric				3		50						50												
14	Geraci Elena				Dott.	3							80													
15	Giustolisi Francesco			R.U.		3							80													
16	Iacono Manno Carmelo				DIS	3							30													
17	Lattuada Marcello			P.A.		3		100																		
18	Lazzaro Alberto				Dott.	3					100															
19	Lo Nigro S. (sez. di CT)			P.O.		3				20																
20	Maiolino Concettina	Ric				3		50					20		30											
21	Melita Luciano				Dott.	3					100															
22	Migneco Emilio			P.O.		3		30													70					
23	Musumarra Agatino				Ass.	3		85			15															
24	Nociforo Chiara				Dott.	3					100															
25	Pappalardo Giuseppe			P.O.		5								30										70		
26	Pellegriti Maria Grazia				Dott.	3		100																		
27	Piattelli Paolo	I Ric				3		20							20						60					
28	Pizzone Rosario Gianluca				Dott.	3		100																		
29	Porto Francesco			P.O.		3							80													
30	Raciti Giovanni			P.O.		3									20	80										
31	Rizzo Francesca			R.U.		3								75										25		
32	Romano Stefano				Ass.	3		100																		
33	Russo Vincenzo (sez)				Assoc	3				30																
34	Santonocito Domenico		Ric			3				100																
		<b>Ricercatori</b>					8.5	5.8	1.5	6.3	3.9	0.7	3.6	3.1	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
- INDICARE IL GRUPPO DI AFFERENZA

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

Struttura	Gruppo
L.N.S.	3
Coordinatore: Antonio Del Zoppo	

**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			Asfin2	Forward	Graal	Magnet	Reverse	Strega	Trasmarad	Hades2	SIS-2	I	II	IV	V		
		Ruolo	Art.36	Ricerca	Assoc.																
35	Sapienza Piera	Ric				3		40										30			
36	Sfienti Concettina				B.P.D.	3								100							
37	Sperduto Maria Leda			R.U.		3				30			50								
38	Spitaleri Claudio			P.O.		3	85				15										
39	Sutera C.M. ( SEZ. CT)	Ric				3				20											
40	Tudisco Salvatore				B.P.D.	3							100								
41	Tumino Aurora				B.P.D.	3	100														
42	Vassiliev Dmitri				B.P.D.	3								100							
43	Vinciguerra Domenico				P.O.	3	100														
44	Winfield John S.		Ric			3					100										
Ricerca						8.5	5.8	1.5	6.3	3.9	0.7	3.6	3.1	2.0							

Note:

**INSERIRE I NOMINATIVI IN ORDINE ALFABETICO****(N.B. NON VANNO INSERITI I LAUREANDI)**

- 1) PER I DIPENDENTI: Indicare il profilo INFN  
 2) PER GLI INCARICHI DI RICERCA: Indicare la Qualifica Universitaria (P.O, P.A, R.U) o Ente di appartenenza  
 3) 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



Struttura	Gruppo
L.N.S.	3
Coordinatore: Antonio Del Zoppo	

## 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		Astin2	Forward	Graal	Magnex	Reverse	Strega	Trasmarad	Hades2	SIS-2	I	II	IV	V				
		Ruolo	Art.36	Collab. tecnica	Assoc. tecnica																	
1	Mazzeo Mario			Univ.																		
2	Poli Giovanni			Univ.				30														

Note:

1) PER I DIPENDENTI:

2) PER GLI INCARICHI DI COLLABORAZIONE TECNICA:

2) PER GLI INCARICHI DI ASSOCIAZIONE TECNICA:

Indicare il profilo INFN

Indicare Ente da cui dipendono

Indicare Ente da cui dipendono

**Mod. G. 3**

<b>Struttura</b>	<b>Gruppo</b>
<b>L.N.S.</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	Viaggi coordinatore Congressi e scuole	6 44	<b>50</b>
	Eestero	Congressi e scuole	80	<b>80</b>
Materiale di Consumo		Sorgenti radioattive Ricambi per apparati e strumentazioni materiale vario, cavi, connettori , gas per rivelatori	5 15 65	<b>85</b>
Spese Seminari			10	<b>10</b>
Trasporti e facch.				
Pubblicazioni Scientifiche			10	<b>10</b>
Spese Calcolo		Consorzio    Ore CPU    Spazio Disco    Cassette    Altro		
Affitti e Manutenzione Apparecchiature (1)		Axplsf Axplsb Axplsd Axplsg	9	<b>9</b>
Materiale Inventariabile		Sistemi di continuità Unità DLT 2 PC Pentium N. 1 Alpha Station	20 20 12 38	<b>90</b>
<b>TOTALI</b>				<b>334</b>

(1) Indicare tutte le macchine in manutenzione

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

## PREVISIONE DELLE SPESE PER LE RICERCHE

RIEPILOGO DELLE SPESE PREVISTE PER LE RICERCHE DEL GRUPPO

**In ML**

SIGLA ESPERIMENTO		S P E S A P R O P O S T A										
		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.
<b>A) Esperimenti o Iniz. Specifiche Gr. IV in Corso</b>	Asfin2	5	70	56					34	15	<b>180</b>	
	Forward	20	30	55							<b>105</b>	
	Graal	12	48	10		10		2	8	40	<b>130</b>	
	Magnex	15	66	150						680	<b>911</b>	
	Reverse	22	30	45					19		<b>116</b>	
	Strega	14	4	23							<b>41</b>	
	Trasmarad	5	12	50					116		<b>183</b>	
<b>Totali A)</b>		<b>93</b>	<b>260</b>	<b>389</b>		<b>10</b>		<b>2</b>	<b>8</b>	<b>209</b>	<b>695</b>	<b>1666</b>
<b>B) Esperimenti o Iniz. Spec. Gr. IV da Iniziare</b>	Hades2	10	78	55		4			17		164	
	SIS-2	3	57,2	44		15					119,2	
<b>Totali B)</b>		<b>13</b>	<b>135,2</b>	<b>99</b>		<b>19</b>			<b>17</b>		<b>283,2</b>	
<b>C) Dotazioni di Gruppo</b>		<b>50</b>	<b>80</b>	<b>85</b>	<b>10</b>		<b>10</b>		<b>9</b>	<b>90</b>	<b>334</b>	
<b>Totali (A+B+C)</b>		<b>156</b>	<b>475,2</b>	<b>573</b>	<b>10</b>	<b>29</b>	<b>10</b>	<b>2</b>	<b>17</b>	<b>316</b>	<b>695</b>	<b>2283,2</b>

Codice	Esperimento	Gruppo
1088	Asfin2	3

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

**Rappresentante Nazionale:** C. SPITALERI

Struttura di appartenenza: LNS

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

Ricercatore responsabile locale: Musumarra Agatino

## INFORMAZIONI GENERALI

<b>Linea di ricerca</b>	Astrofisica nucleare	
<b>Laboratorio ove si raccolgono i dati</b>	L.N.S. ; Ruhr-Universitaet, Bochum ; UCL, Louvain-La-Neuve	
<b>Sigla dello esperimento assegnata dal Laboratorio</b>	ASFIN2	
<b>Acceleratore usato</b>	Tandem SMP13 LNS ; Ciclotrone LLN ; Dynamitron Tandem Bochum	
<b>Fascio (sigla e caratteristiche)</b>	<sup>12</sup> C, ( <sup>7</sup> Be) <sup>7</sup> Li, <sup>6</sup> Li, <sup>3</sup> He	
<b>Processo fisico studiato</b>	Misure di sezioni d'urto ad energie di interesse astrofisico.	
<b>Apparato strumentale utilizzato</b>	Rivelatori a gas ed a stato solido a posizione Rivelatori monolitici Sistema Multi-LEDA	
<b>Sezioni partecipanti all'esperimento</b>	LNS	
<b>Istituzioni esterne all'Ente partecipanti</b>	Ruhr-Universitaet, Bochum R. Boskovic, Zagabria Institute for Nuclear Research, Kiev *UCL, Louvain-La-Neuve *KUL, Leuven *ULB, Bruxelles *University of Edinburgh	Germania Croazia Ucraina Belgio Belgio Belgio UK           * (PAI-Contratto-UE)
<b>Durata esperimento</b>	3 anni (2000-2002) Prolungamento ASFIN2	

Codice	Esperimento	Gruppo
1088	Asfin2	3

<b>Struttura</b>
<b>L.N.S.</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					5	5	
	Estero	2x((1viaggio+6giorni)x5ricercatori)(Bochum, per esperimento) 2x((1viaggio+4giorni)x2ricercatori)(LLN, per test di fascio) 2x((1viaggio+5giorni)x2ricercatori)(Kiev, collaborazione scientifica) (1 viaggio+6 gg.)x6ric.(Zagabria,Monaco,Bochum,collab. scientif.)					32 9 11 18		
Materiale Consumo	Rivelatori, n. 40 PSD Schede di interfaccia, n. 4 Cavi, connettori, gas, finestre					40 10 6	56		
Trasp.e facch.									
Spese Calcolo	Consorzio	Ore CPU	Spazio Disco	Cassette	Altro				
Affitti e manutenz. apparecchiati.									
Materiale Inventariabile	n. 24 Canali discriminazione					16	34		
	n. 24 Canali alimentazione HV					18			
Costruzione Apparati	Camere a ionizzazione					15	15		
<b>Totale</b>							<b>180</b>		
Note:									



Codice	Esperimento	Gruppo
1088	Asfin2	3

**Struttura**

L.N.S.

**ALLEGATO MODELLO EC 2**

Codice	Esperimento	Gruppo
1088	Asfin2	3

<b>Struttura</b>
<b>L.N.S.</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	5	70	56				34	15	<b>180</b>
2002	5	80	20				10		<b>115</b>
<b>TOTALI</b>	<b>10</b>	<b>150</b>	<b>76</b>				<b>44</b>	<b>15</b>	<b>295</b>

Note:

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

**Mod. EC. 3**

(a cura del responsabile locale)

Codice	Esperimento	Gruppo
1088	Asfin2	3

Struttura
L.N.S.

## 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.S.	5	70	56				34	15	180	0
<b>TOTALI</b>	<b>5</b>	<b>70</b>	<b>56</b>				<b>34</b>	<b>15</b>	<b>180</b>	<b>0</b>

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

Note: Le spese di missione estero per LLN sono calcolate ai 2/3 ;  
le spese di viaggio e 1/3 delle spese di missione sono a carico del PAI - contratto UE -

Codice	Esperimento	Gruppo
1088	Asfin2	3

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

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

vedi relazione allegata  
[http://Insammpc2.lns.infn.it/preventivi2001/LNS\\_allegati/allA-ASFIN2\\_2001.pdf](http://Insammpc2.lns.infn.it/preventivi2001/LNS_allegati/allA-ASFIN2_2001.pdf)

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

vedi relazione allegata  
[http://Insammpc2.lns.infn.it/preventivi2001/LNS\\_allegati/allB-ASFIN2\\_2001.pdf](http://Insammpc2.lns.infn.it/preventivi2001/LNS_allegati/allB-ASFIN2_2001.pdf)

**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
1997	6	56	29						<b>91</b>
1998	9	66,5	28				18		<b>121,5</b>
1999	2	61					134		<b>197</b>
2000		40	7					33	<b>80</b>
<b>TOTALE</b>	<b>17</b>	<b>223,5</b>	<b>64</b>				<b>152</b>	<b>33</b>	<b>489,5</b>

Codice	Esperimento	Gruppo
1088	Asfin2	3

<b>Struttura</b>
<b>L.N.S.</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	5	70	56				34	15	<b>180</b>
2002	5	80	20				10		<b>115</b>
<b>TOTALI</b>	<b>10</b>	<b>150</b>	<b>76</b>				<b>44</b>	<b>15</b>	<b>295</b>

Note:



Codice	Esperimento	Gruppo
1088	Asfin2	3

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

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

LAUREANDI Cognome e Nome	Associazione		Titolo della Tesi
	SI	NO	
Distefano Carla Relatore C. Spitaleri, A. Zappala	<input checked="" type="radio"/> SI	<input type="radio"/> NO	Il potenziale di screening nelle reazioni $7\text{Li}(p,\alpha)4\text{He}$ e $6\text{Li}(d,\alpha)4\text{He}$ misurato con il "Trojan Horse" e sua applicazione al "problema del litio"
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
SGS-Thomson Microelectronics	Rivelatori PSD
Silena	Amplificatori 16 vie

Codice	Esperimento	Gruppo
1088	Asfin2	3

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

<b>REFEREES DEL PROGETTO</b>	
Cognome e Nome	Argomento

<b>MILESTONES PROPOSTE PER IL 2001</b>	
Data completamento	Descrizione

<b>COMPETITIVITA' INTERNAZIONALE</b>

<b>LEADERSHIPS NEL PROGETTO</b>	
Cognome e Nome	Funzioni svolte
Claudio Spitaleri	Leader del gruppo di Astrofisica Nucleare presso i LNS, Prof. Ordinario Università di Catania



Codice	Esperimento	Gruppo
1088	Asfin2	3

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

**Consuntivo anno 1999/2000**

<b>LAUREATI</b>		
Cognome e Nome	Titolo della Tesi	Sbocco professionale
Distefano Carla Laurea in Fisica	Il potenziale di screening nelle reazioni $7\text{Li}(p,\alpha)4\text{He}$ e $6\text{Li}(d,\alpha)4\text{He}$ misurato con il "Trojan Horse" e sua applicazione al "problema del litio"	
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
M.G Pellegriti	The alpha- $^{12}\text{C}$ radiative Capture process and the Trojan Horse Method	NIC2000 Arhus, Danimarca
A. Musumarra	Indirect Measurement of the $6\text{Li}(d,\alpha)4\text{He}$ astrophysical Factor	NN2000 Strasburgo, Francia

Codice	Esperimento	Gruppo
1088	Asfin2	3

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

**Consuntivo anno 1999/2000**

**SIGNIFICATIVE VARIAZIONI DI BILANCIO**

Capitolo	Variazione (ML)	Motivazione
Missioni Interne	.....5	Vedi relazione allegata.
Missioni Estere	.....20	
Consumo	.....46	
Trasporti e Facchinaggio	.....	
Spese Calcolo	.....	
Affitti e Manutenzioni	.....	
Materiale Inventariabile	.....24	
Costruzione Apparati	.....15	
Totale storni	.....110	

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

Data	Titolo	Luogo

**SIGNIFICATIVE COMMESSE E RELATIVO IMPORTO**

ANAGRAFICA FORNITORE	DESCRIZIONE PRODOTTO O COMMESSA	IMPORTO (ML)

Codice	Esperimento	Gruppo
1088	Asfin2	3

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

**Consuntivo anno 1999/2000**

<b>MILESTONES RAGGIUNTE</b>	
Data completamento	Descrizione
Commento al conseguimento delle milestones	

<b>SVILUPPO DI STRUMENTAZIONE INNOVATIVA</b>

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

Codice	Esperimento	Gruppo
1088	Asfin2	3

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

**Elenco delle pubblicazioni anno 1999/2000**

## Rapporto di attività scientifica INFN per il 2000

*ESPERIMENTO: ASFIN2*

*GRUPPO: III*

*STRUTTURA: LNS*

*RESPONSABILE NAZIONALE: C. SPITALERI*

### **Scopo dell'esperimento:**

L'esperimento ASFIN2 si propone la misura di sezioni d'urto di interesse astrofisico in modo indiretto.

#### **a) Studio della Reazione ${}^7\text{Be}(d,p){}^7\text{Be}n \rightarrow {}^7\text{Be}+p$**

Durante l'anno si sono effettuate prove di produzione e accelerazione di  ${}^7\text{Be}$  presso il "Centre de Recherches du Cyclotron" a Louvain-la-Neuve (Belgio), alle quali il gruppo ASFIN ha partecipato misurando i contaminanti e l'intensità del fascio. Le intensità attualmente ottenute ( $10^6$ – $10^7$  pps) per brevi periodi (2-3 ore) sono insufficienti per effettuare la misura  ${}^7\text{Be}(d,p){}^8\text{B}^*$ . L'obiettivo dello staff tecnico è di ottenere intensità dell'ordine di almeno  $10^9$  pps. Questa intensità è inoltre indispensabile per altre misure che utilizzano lo stesso fascio, già approvate dal comitato scientifico di LLN. Si attendono ulteriori sviluppi tecnici e si prevede la partecipazione del gruppo ai futuri test (vedi e-mail allegato).

#### **b) Aggiornamento del rivelatore LEDA per misure con grande angolo solido. Progettazione e costruzione di due camere a ionizzazione anulari.**

Si è provveduto all'aggiornamento dell'apparato di rivelazione LEDA attraverso l'acquisto di:

- 1 rivelatore anulare a strip di silicio tipo LEDA (8 settori)
- 1 QDC (64 ch) + 1 TDC (64 ch)
- 1 Crate VME 9U
- 48 Amplificatori

E' stato inoltre progettato ed è in fase finale di realizzazione un set di 2 rivelatori anulari a gas  $\Delta E$  da accoppiarsi a LEDA. In tal modo sarà possibile discriminare in carica i frammenti prodotti e quindi eliminare eventuali contaminazioni provenienti da altre reazioni.

### c) Analisi della misura ${}^6\text{Li}({}^{12}\text{C}, \alpha {}^{12}\text{C}){}^2\text{H} \rightarrow {}^{12}\text{C} + \alpha$

Sono state completate le misure della funzione di eccitazione del processo di scattering elastico ( $\alpha$ - ${}^{12}\text{C}$ ) ottenuta attraverso lo studio della reazione a tre corpi  ${}^6\text{Li}({}^{12}\text{C}, {}^{12}\text{C} \alpha){}^2\text{H}$  a diverse energie di fascio ( $E_{\text{lab}}=18, 15, 12$  MeV). L'analisi dei dati per  $E_{\text{lab}}=18$  MeV ha permesso di estrarre l'andamento della sezione d'urto fino ad una energia relativa  ${}^{12}\text{C}-\alpha$  di  $E_{\text{cm}}=2.5$  MeV: i dati sono in ottimo accordo con la funzione d'eccitazione ottenuta in modo diretto.

Si ultimerà entro l'anno l'analisi a  $E_{\text{lab}}=15, 12$  MeV, questi nuovi dati consentiranno attraverso un'analisi dei phase-shift di ricavare informazioni sulle larghezze di riga di decadimento  $\alpha$  dei tre livelli di interesse astrofisico dell' ${}^{16}\text{O}$ . Due di questi livelli (6.92, 7.12 MeV) sono sotto soglia, ma le loro code influenzano in maniera determinante la sezione d'urto di cattura e di scattering elastico.

Ulteriori misure sono in programma presso il Laboratorio Dynamitron di Bochum (Germania) utilizzando il nuovo Mass Recoil Separator.

### d) Analisi della misura ${}^7\text{Li}(d, \alpha \alpha)n \rightarrow {}^7\text{Li} + p$

I dati relativi alle misure  ${}^7\text{Li}(d, \alpha \alpha)n$  a  $E_{\text{lab}}=19-20$  MeV, effettuate presso i LNS nel 1995, sono stati rianalizzati per ottenere informazioni sull'effetto di screening elettronico, la cui comprensione è cruciale per la misura di sezioni d'urto ad energie astrofisiche. A questo scopo si è estratto il fattore astrofisico di nucleo nudo  $S_b(E)$  della reazione a 2 corpi  ${}^7\text{Li}(p, \alpha){}^4\text{He}$  nel range  $E_{\text{cm}}=12-370$  KeV tramite il metodo del cavallo di Troia (THM); dal confronto con i dati diretti [Engstler et al. 1992] si è ricavato il potenziale di screening ( $U_e=750\pm 50$  eV). Questo valore è molto più alto del limite adiabatico (240 eV) e non è attualmente compreso. Inoltre il valore dedotto di  $S_b(0)$  è notevolmente più basso del valore adottato (25 KeV b) il che implica un aumento delle abbondanze di  ${}^7\text{Li}$  calcolate nella nucleosintesi primordiale. Il confronto tra dati diretti e indiretti (THM) è mostrato in figura 1.

Si prevede di estendere la stessa analisi alle altre energie di fascio utilizzate ( $E_{\text{lab}}=19.6, 21, 22, 25$  MeV).

Appare chiaro che i dati estratti attraverso il THM e i dati diretti sono entrambi utili per determinare sia le sezioni d'urto a bassa energia che gli effetti dello screening elettronico. Si sottolinea che nuovi e migliori dati a bassa energia sono assolutamente necessari per validare il metodo unitamente ad un approfondito lavoro teorico sui vari aspetti del THM.

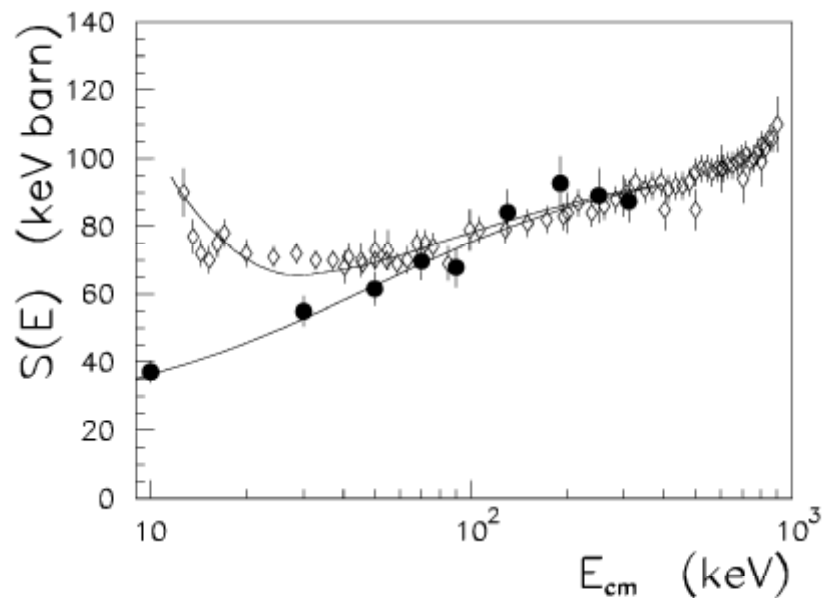


Figura 1

e) Preparazione delle misure  ${}^7\text{Li}({}^3\text{He},d\alpha){}^4\text{He} \rightarrow {}^7\text{Li}+p$ ,  ${}^6\text{Li}({}^3\text{He},p\alpha){}^4\text{He} \rightarrow {}^3\text{He}+d$

Si è proceduto alla preparazione della misura  ${}^7\text{Li}({}^3\text{He},d\alpha){}^4\text{He}$  per investigare ancora una volta sulla reazione a due corpi  ${}^7\text{Li}(p,\alpha)\alpha$  ad energie di interesse astrofisico utilizzando il metodo del cavallo di Troia ed avere conferma dei dati già ottenuti tramite la  ${}^7\text{Li}(d,\alpha n){}^4\text{He}$  attraverso l'uso di una reazione a tre corpi diversa. L'esito positivo del confronto permetterebbe di considerare il fattore astrofisico dedotto indipendente dal tipo di processo a tre corpi usato per la sua misura.

Intendiamo inoltre estrarre informazioni sulla  ${}^3\text{He}(d,p){}^4\text{He}$ , uno dei possibili canali per la combustione del deuterio durante gli stadi di sequenza e pre-sequenza principale nell'evoluzione stellare, tramite la reazione  ${}^6\text{Li}({}^3\text{He},p\alpha){}^4\text{He}$ . Come già detto, il confronto della sezione d'urto di nucleo nudo  $\sigma_b(E)$ , estratta attraverso metodi indiretti, con i dati diretti esistenti potrà dare informazioni fondamentali sullo screening elettronico, che influenza fortemente il comportamento della sezione d'urto della  ${}^3\text{He}(d,p){}^4\text{He}$  a bassa energia.

### PUBBLICAZIONI:

1) The  $\alpha$ - ${}^{12}\text{C}$  scattering studied via the Trojan-Horse Method  
C. Spitaleri et al. EPJ A 7 181(2000)

2) Experimental Study of the  ${}^6\text{Li}(d,\alpha){}^4\text{He}$  reaction and its astrophysical implications via the Trojan Horse Method.

R.G. Pizzone et al. Proc. VI conferenza CRRNSM Palermo 1999 Nuclear and Condensed Matter Physics AIP 385(2000).

3) Study of the quasi-free reaction mechanism in the  ${}^6\text{Li}({}^{12}\text{C}, \alpha {}^{12}\text{C}) {}^2\text{H}$  reaction:  
Astrophysical Implications.

M. Aliotta et al. Proc. VI conferenza CRRNSM Palermo 1999 Nuclear and Condensed Matter Physics AIP 261(2000).

4) Study of the  ${}^7\text{Li}(p, \alpha){}^4\text{He}$  Reaction at Astrophysical Energies Through the Trojan-Horse Method.

M.G. Pellegriti et al. Proc. VI conferenza CRRNSM Palermo 1999 Nuclear and Condensed Matter Physics AIP 298(2000).

5) The  $\alpha$ - ${}^{12}\text{C}$  radiative capture process and the Trojan Horse Method

M.G. Pellegriti et al. Proc. NIC 2000 Århus (Danimarca) Giugno 2000

6) Indirect Measurement of the  ${}^6\text{Li}(d, \alpha){}^4\text{He}$  Astrophysical Factor

A. Musumarra et al. Proc. NN 2000 Strasburgo(France) Luglio 2000



ESPERIMENTO: **ASFIN2**  
GRUPPO: **III**  
STRUTTURA: **LNS**  
RESPONSABILE NAZIONALE: **C. SPITALERI**

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

### **Reazione ${}^7\text{Be}(d,p){}^7\text{Be}n \rightarrow {}^7\text{Be}+p$**

La proposta di esperimento riguarda lo studio della reazione  ${}^7\text{Be}(d,p){}^7\text{Be}n \rightarrow {}^7\text{Be}+p$ . Questa reazione è di grande importanza dato che, come è noto, è una delle sorgenti di neutrini nella catena pp.

Le intensità di  ${}^7\text{Be}$  attualmente ottenute a Louvain-la-Neuve ( $10^6-10^7$  pps) per brevi periodi (2-3 ore) sono insufficienti per effettuare la misura  ${}^7\text{Be}(d,p){}^7\text{Be}n$ .

L'obiettivo dello staff tecnico del laboratorio è di ottenere intensità dell'ordine di  $10^9$  pps. Questa intensità è inoltre indispensabile per altre misure che utilizzano lo stesso fascio, già approvate dal comitato scientifico di LLN. Durante il 2000 il gruppo ha partecipato ai vari test di fascio e per il 2001 si attendono ulteriori sviluppi tecnici (vedi e-mail allegato).

### **Reazioni ${}^7\text{Li}({}^3\text{He},\alpha\alpha){}^2\text{H} \rightarrow {}^7\text{Li}+p$ , ${}^6\text{Li}({}^3\text{He},p\alpha){}^4\text{He} \rightarrow {}^3\text{He}+d$**

Si intende effettuare a Bochum (Germania) la misura  ${}^7\text{Li}({}^3\text{He},\alpha\alpha){}^2\text{H}$  per investigare, con una diversa reazione a tre corpi, sulla reazione a due corpi  ${}^7\text{Li}(p,\alpha)\alpha$  ad energie di interesse astrofisico utilizzando il metodo del cavallo di Troia (THM), ed avere quindi conferma dei dati già ottenuti tramite la  ${}^7\text{Li}(d,\alpha\alpha)n$ .

Questo risulta di fondamentale importanza, infatti i dati attualmente estratti utilizzando il THM conducono ad un valore del potenziale di screening  $U_e=750\pm 50\text{eV}$  e ad un fattore astrofisico  $S_b(0)=25\pm 9\text{KeV b}$ ; entrambi i valori sono significativamente diversi da quelli ottenuti da misure dirette e, una volta confermati, avrebbero un notevole impatto sia a livello dei modelli di screening elettronico (fisica atomica), sia nello studio del "problema del litio" (astrofisica). Dal punto di vista della fisica nucleare l'esito positivo del confronto permetterebbe inoltre di considerare il fattore astrofisico dedotto indipendente dal tipo di processo a tre corpi usato per la sua misura e stabilirebbe una pietra miliare nello sviluppo del THM.

Si intende altresì effettuare la misura  ${}^6\text{Li}({}^3\text{He},p\alpha){}^4\text{He}$  per estrarre informazioni sulla  ${}^3\text{He}(d,p){}^4\text{He}$ , uno dei possibili canali per la combustione del deuterio durante gli stadi di sequenza e pre-sequenza principale nell'evoluzione stellare. Ancora una volta il confronto della sezione d'urto di nucleo nudo  $\sigma_b(E)$ , estratta attraverso metodi indiretti, con i dati diretti esistenti potrà dare informazioni fondamentali sullo screening elettronico, che influenza fortemente il comportamento della sezione d'urto della  ${}^3\text{He}(d,p){}^4\text{He}$  a bassa energia.

Gli esperimenti finora eseguiti presso i LNS e l'acceleratore Dynamitron dell'Università di Bochum hanno sofferto a volte di problemi di bassa statistica, specialmente a bassa energia di fascio, in quanto la sezione d'urto del contributo diretto decresce al diminuire dell'energia incidente. Per effettuare gli esperimenti previsti nel 2001 a i LNS e Bochum, ma anche per quelli che in prospettiva potrebbero essere effettuati con fasci esotici, utilizzando la facility EXCYT ai LNS, occorre prevedere l'uso di sistemi di rivelazione a grande angolo solido che comunque garantiscano caratteristiche di buona risoluzione in energia e posizione.

Esiste già presso i LNS un array di rivelatori al silicio sensibili alla posizione (PSD) montati in geometria compatta (ASPE, Array of Silicon Position Energy detectors) dotato di elettronica di front-end. Questo sistema è stato sviluppato per l'esperimento COSA che ultimerà le sue misure entro l'anno 2000. Si ritiene utile per questi esperimenti prevedere l'utilizzo dei rivelatori ASPE dopo opportuno completamento ed adeguamento. In particolare, nel piano finanziario per il 2001 si prevede l'acquisto di 30 nuovi PSD e la costruzione di camere a ionizzazione a 4 settori indipendenti da anteporre a ciascuna coppia di rivelatori di ASPE per permettere la discriminazione in carica dei frammenti rivelati.

### **La misura ${}^6\text{Li}(d,\alpha){}^3\text{He}n \rightarrow {}^6\text{Li}(p,\alpha){}^3\text{He}$**

Si intende effettuare la misura  ${}^6\text{Li}(d,\alpha){}^3\text{He}n$  con riferimento al canale di uscita  ${}^6\text{Li}(p,\alpha){}^3\text{He}$ , uno dei processi rilevanti per la comprensione dell'abbondanza del Litio nell'universo. Come già detto nel caso della  ${}^7\text{Li}(p,\alpha)\alpha$ , anche in questo caso si vuole approfondire il problema dello screening elettronico per confermare un risultato da noi ottenuto con precedenti misure che indica un valore del potenziale di screening ben più alto di quello previsto dai vari modelli atomici.

La misura verrà presentata durante la riunione del prossimo comitato scientifico del LNS.

Codice	Esperimento	Gruppo
	Forward	3

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

Ricercatore  
responsabile locale: Coniglione Rosa

**Rappresentante Nazionale:** Alba Rosa

Struttura di appartenenza: L.N.S.

Posizione nell'I.N.F.N.: 1 ricercatore

<b>INFORMAZIONI GENERALI</b>	
<b>Linea di ricerca</b>	Fisica degli ioni pesanti alle energie intermedie
<b>Laboratorio ove si raccolgono i dati</b>	L.N.S.
<b>Sigla dello esperimento assegnata dal Laboratorio</b>	C-41
<b>Acceleratore usato</b>	Ciclotrone Superconduttore
<b>Fascio (sigla e caratteristiche)</b>	12-C, 16-O, E/A 1 70 MeV diversi isotopi dello Sn a circa 15 MeV/A
<b>Processo fisico studiato</b>	a) Misure di sezioni d'urto di interesse biofisico e di produzione di nuclei esotici b) Dipendenza dall'isospin dell'emissione di gamma da Risonanze Giganti di Dipolo
<b>Apparato strumentale utilizzato</b>	MEDEA+MULTICS+SOLE+MACISTE
<b>Sezioni partecipanti all'esperimento</b>	LNS, INFN Sez. Milano
<b>Istituzioni esterne all'Ente partecipanti</b>	IPN ORSAY
<b>Durata esperimento</b>	2 anni (2000,2001)

Codice	Esperimento	Gruppo
	Forward	3

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

**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 viaggi x 2 persone x 10 gg. per misure biofisiche e contatti scientifici SCIENTIFICI					20	20	
	Estero	3 viaggi x 2 persone x 7 gg. per contatti scientifici ed analisi dati					30	30	
Materiale Consumo	Manutenzione apparato					30	55		
	Bombole gas, supporti magnetici					20			
	Cavi,connettori,etc.					5			
Trasp.e facch.									
Spese Calcolo	Consorzio	Ore CPU	Spazio Disco	Cassette	Altro				
Affitti e manutenz. apparecchiati.									
Materiale Inventariabile									
Costruzione Apparati									
<b>Totale</b>							<b>105</b>		
Note:									

Codice	Esperimento	Gruppo
	Forward	3

**Struttura**

L.N.S.

**ALLEGATO MODELLO EC 2**

L'esperimento FORWARD include tra le sue tematiche misure da svolgere in collaborazione con ricercatori dell'IPN - Orsay (GDR) e misure da svolgere in collaborazione con l'esperimento STREGA (sezioni d'urto di interesse biofisico). Le richieste per missioni sono essenzialmente connesse a contatti scientifici con i collaboratori e alla analisi dati delle suddette misure.

Le cifre relative al consumo includono le spese di routine. Nella voce "manutenzione dell'apparato" e' stata inclusa una operazione di revisione dell'apparato MEDEA che comporta lo smontaggio di tutti i cristalli ed il ripristino dei riflettori e dell'accoppiamento ottico.

Codice	Esperimento	Gruppo
	Forward	3

<b>Struttura</b>
<b>L.N.S.</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	20	30	55						<b>105</b>
<b>TOTALI</b>	<b>20</b>	<b>30</b>	<b>55</b>						<b>105</b>

Note:

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

**Mod. EC. 3**

(a cura del responsabile locale)

Codice	Esperimento	Gruppo
	Forward	3

<b>Struttura</b>
<b>L.N.S.</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.	
LNS	20	30	55						<b>105</b>	<b>0</b>
MI	42	4	5						<b>51</b>	<b>0</b>
<b>TOTALI</b>	<b>62</b>	<b>34</b>	<b>60</b>						<b>156</b>	<b>0</b>

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

Note:

Codice	Esperimento	Gruppo
	Forward	3

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

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

Nel primo semestre 2000 si è proceduto all'acquisto dei fotomoltiplicatori per la prevista modifica di alcuni moduli dell'apparato di rivelazione MEDEA. Sono stati effettuati con sorgenti radioattive alcuni tests preliminari. I moduli saranno provati con fascio durante il test di fattibilità di esperimenti su nuclei esotici ottenuti nella frammentazione del proiettile, già approvato dal PAC dei LNS (C-41), che si svolgerà alla fine del secondo semestre 2000.

E' stata elaborata la proposta al PAC dei LNS, che si riunirà i primi di settembre e assegnerà beam time per il primo semestre 2001, per le misure di sezioni d'urto di interesse biofisico.

Sono proseguiti gli studi teorici per la scelta del sistema più idoneo per lo studio degli effetti della asimmetria di carica nel canale di ingresso sulla diseccitazione della risonanza gigante di dipolo, per il quale si prevede di presentare la proposta di esperimento al PAC nel 2001.

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

- a) Misure di sezioni d'urto di interesse per la radioterapia con fasci di ioni;  
 b) Esperimento GDR.

**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	30	28	55				35		<b>148</b>
<b>TOTALE</b>	<b>30</b>	<b>28</b>	<b>55</b>				<b>35</b>		<b>148</b>



Codice	Esperimento	Gruppo
	Forward	3

<b>Struttura</b>
<b>L.N.S.</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
2000	62	34	60				50		<b>206</b>
2001	62	34	60						<b>156</b>
<b>TOTALI</b>	<b>124</b>	<b>68</b>	<b>120</b>				<b>50</b>		<b>362</b>

Note:



Codice	Esperimento	Gruppo
	Forward	3

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

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

LAUREANDI Cognome e Nome	Associazione		Titolo della Tesi
	SI	NO	
Caltabiano Cristina Relatore Prof. E.Migneco	<input type="radio"/> SI	<input checked="" type="radio"/> NO	Caratterizzazione dei prodotti in reazioni di interesse per la radioterapia con fasci di ioni.
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

Codice	Esperimento	Gruppo
	Forward	3

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

<b>REFEREES DEL PROGETTO</b>	
Cognome e Nome	Argomento
De Poli Mario	tematiche e congruità richieste economiche e forza lavoro

<b>MILESTONES PROPOSTE PER IL 2001</b>	
Data completamento	Descrizione
30-jun-2001	esecuzione esperimenti per misure di interesse biofisico
30-dec-2001	esecuzione esperimento GDR e risultati preliminari esperimenti precedenti

<b>COMPETITIVITA' INTERNAZIONALE</b>

<b>LEADERSHIPS NEL PROGETTO</b>	
Cognome e Nome	Funzioni svolte

Codice	Esperimento	Gruppo
	Forward	3

<b>Struttura</b>
<b>L.N.S.</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
P. Sapienza	Pre-equilibrium emission and reaction dynamics around the Fermi Energy	Bormio (Italia)
C. Maiolino	Hard photon production mechanisms	Birmingham(Inghilterra)
R. Alba	Hard photon production mechanisms and nuclear dynamics	CRIS2000
R. Coniglione	Energetic proton emission and reaction dynamics in heavy ion reactions close to the Fermi Energy	Bologna (Italia)
P. Sapienza		
	Fast proton emission in heavy ion collisions: pre-equilibrium phenomena and cooperative effects	Varenna (Italia)

Codice	Esperimento	Gruppo
	Forward	3

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

**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)

Codice	Esperimento	Gruppo
	Forward	3

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

**Consuntivo anno 1999/2000**

<b>MILESTONES RAGGIUNTE</b>	
<b>Data completamento</b>	<b>Descrizione</b>
10-jul-2000	Presentazione al PAC dei LNS della proposta di esperimento per misure di interesse biofisico
30-jun-2000	Test con sorgenti dei moduli di MEDEA modificati
<b>Commento al conseguimento delle milestones</b>	

<b>SVILUPPO DI STRUMENTAZIONE INNOVATIVA</b>
La strumentazione utilizzata dall'esperimento FORWARD è stata sviluppata nel quadro di altre sigle (HAGA, MEDEA, SOLE, MACISTE) ormai chiuse.

<b>Ricadute su altri gruppi, sul sistema industriale e su altre discipline</b>
Le misure di sezioni d'urto su tessuto biologico sono di interesse per la radioterapia dei tumori con fasci di ioni.

Codice	Esperimento	Gruppo
	Forward	3

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

**Elenco delle pubblicazioni anno 1999/2000**

R. Coniglione et al. - Phys. Lett. B 471 (2000) 339



Codice	Esperimento	Gruppo
0833	Graal	3

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

Ricercatore  
responsabile locale: Bellini Vincenzo

Rappresentante  
Nazionale: C. SCHAERF

Struttura di  
appartenenza: ROMA 2

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

## INFORMAZIONI GENERALI

<b>Linea di ricerca</b>	Interazione di fotoni con nucleoni e nuclei; dinamica dei quark e degli adroni; regola di somma di Drell-Hearn-Gerasimov (DHG).
<b>Laboratorio ove si raccolgono i dati</b>	ESRF - Grenoble (France) ; NSLS - Brookhaven National Laboratory (USA)
<b>Sigla dello esperimento assegnata dal Laboratorio</b>	GRAAL (ESRF); LEGS (NSLS)
<b>Acceleratore usato</b>	ESRF (Grenoble); NSLS (Brookhaven)
<b>Fascio (sigla e caratteristiche)</b>	GRAAL (fascio di fotoni $\gamma$ "etichettati" e polarizzati) da 0.4 a 1.6 GeV LEGS (fascio di fotoni $\gamma$ "etichettati" e polarizzati) da 0.2 a 0.4 GeV
<b>Processo fisico studiato</b>	Reazioni di fotoproduzione di particelle strane $\gamma + p \rightarrow K + \Lambda$ ; $\gamma + p \rightarrow K + \Sigma$ ; Effetto Compton ; Fotoproduzione di $\eta$ ; Reazioni ( $\gamma, p$ ); Fotoassorbimento; Misura della regola di somma DHG.
<b>Apparato strumentale utilizzato</b>	Sfera di cristalli BGO + camere a fili + rivelatori a scintillazione + dischi in plastico scintillante + bersaglio HD criogenico polarizzato.
<b>Sezioni partecipanti all'esperimento</b>	LNF, LNS, GE, RM1, RM2, TO
<b>Istituzioni esterne all'Ente partecipanti</b>	IN2P3 : ISN Grenoble, IPN Orsay , INR Moscow; CNR
<b>Durata esperimento</b>	3 anni

Codice	Esperimento	Gruppo
0833	Graal	3

<b>Struttura</b>
<b>L.N.S.</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	Viaggi a Frascati e Roma					12	<b>12</b>	
		Estero	Viaggi a Grenoble per turni di misura Viaggi Brookhaven per turni di misura						
Materiale Consumo	Lavorazioni elettriche (cavi e connettori) Lavorazioni elettroniche (circuitistica)					5 sj 5	<b>10</b> di cui 5 sj		
	Trasp.e facch.	Apparecchiature scientifiche da e per Grenoble Apparecchiature scientifiche da e per Brookhaven						4 6	
Spese Calcolo		Consorzio	Ore CPU	Spazio Disco	Cassette	Altro	2	<b>2</b>	
	Cassette DLT					2			
Affitti e manutenz. apparecchiat.	Sostituzione di fototubi usurati e riserva di fotomoltiplicatori Hamamatsu 5900					8	<b>8</b>		
Materiale Inventariabile	unità nastro DLT;					5	<b>40</b>		
	N. 2 dischi SCSI supplementari per storage dati					5			
	N. 12 picotiming discriminators EG&G					30			
Costruzione Apparati									
<b>Totale</b>							<b>130</b> di cui 5 sj		
Note:									

Codice	Esperimento	Gruppo
0833	Graal	3

**Struttura**

L.N.S.

**ALLEGATO MODELLO EC 2**

Codice	Esperimento	Gruppo
0833	Graal	3

<b>Struttura</b>
<b>L.N.S.</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	43	17	5	1		25	6	<b>107</b>
2001	12	48	10	10	2	8	40		<b>130</b>
2002	14	52	10	10	2	10	40		<b>138</b>
<b>TOTALI</b>	<b>36</b>	<b>143</b>	<b>37</b>	<b>25</b>	<b>5</b>	<b>18</b>	<b>105</b>	<b>6</b>	<b>375</b>

Note:

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

**Mod. EC. 3**

(a cura del responsabile locale)



Codice	Esperimento	Gruppo
0833	Graal	3

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

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

<b>LAUREANDI</b> Cognome e Nome	Associazione		Titolo della Tesi
	SI	NO	
Debora GAROZZO Relatore V.BELLINI - M.C.	<input checked="" type="radio"/> SI	<input type="radio"/> NO	Effetto Compton con i fotoni polarizzati del fascio GRAAL
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

Codice	Esperimento	Gruppo
0833	Graal	3

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

**Consuntivo anno 1999/2000**

<b>LAUREATI</b>		
Cognome e Nome	Titolo della Tesi	Sbocco professionale
Giuseppe RIERA Laurea in Fisica		Programmatore HTML
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
BELLINI Vincenzo	Position sensitive disc for charged particle detection	8th Pisa meeting on advanced detectors

Codice	Esperimento	Gruppo
0833	Graal	3

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

**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)



Codice	Esperimento	Gruppo
1101	Magnex	3

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

**Rappresentante Nazionale:** A. CUNSOLO

Struttura di appartenenza: LNS

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

Ricercatore responsabile locale: Cunsolo Angelo

<b>INFORMAZIONI GENERALI</b>	
<b>Linea di ricerca</b>	Struttura a meccanismo in reazioni indotte da ioni pesanti (radioattivi e non)
<b>Laboratorio ove si raccolgono i dati</b>	L.N.S. - Catania ; IPN-Orsay (Francia)
<b>Sigla dello esperimento assegnata dal Laboratorio</b>	MAGNEX
<b>Acceleratore usato</b>	EXCYT; Tandem; CS - Catania; MP Tandem - Orsay (Francia)
<b>Fascio (sigla e caratteristiche)</b>	Fasci Tandem e RIB (E=0.5 - 8 MeV/Nucl) a bassa intensità; 7Li da 56 MeV;
<b>Processo fisico studiato</b>	vedi relazione allegata
<b>Apparato strumentale utilizzato</b>	<u>Spettrometro Magnetico con Accettanza Grande per Nuclei EXotici</u>  <u>MAGNEX</u>
<b>Sezioni partecipanti all'esperimento</b>	CT, LNS , PI
<b>Istituzioni esterne all'Ente partecipanti</b>	Flerov Lab., Jinr, Dubna , Russia ; GANIL, Caen e IPN, Orsay (Francia)
<b>Durata esperimento</b>	3 anni costruzione MAGNEX (2000-2002)

Codice	Esperimento	Gruppo
1101	Magnex	3

<b>Struttura</b>
<b>L.N.S.</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 con ditte italiane Contatti scientifici per sviluppo collaborazione in Italia	15	<b>15</b>	
	Estero Contatti con collaboratori (DUbna,FRancia) e Ditte Estere 2 Ric x (1 DU +1 FR +1 DE) 6 Ric x 1 viaggio x 15gg Orsay (fascio assegnato) DU=FR=DE=OR 4 ML (Viaggio + una settimana)	24 42	<b>66</b>	
Materiale Consumo	Costruzione odoscopio silici (I) Maschera silici (EURISYS) 10 Array di 6 silici 300 micron (EURISYS) Cavi, connettori e supporto meccanico	21 95 34	<b>150</b>	
Trasp.e facch.				
Spese Calcolo	Consorzio			
	Ore CPU			
Spazio Disco				
	Cassette			
Altro				
Affitti e manutenz. apparecchiati.				
Materiale Inventariabile				
Costruzione Apparati	Piattaforma + camere a vuoto	680	<b>680</b>	
<b>Totale</b>			<b>911</b>	
Note:				

Codice	Esperimento	Gruppo
1101	Magnex	3

**Struttura**

L.N.S.

**ALLEGATO MODELLO EC 2**

Codice	Esperimento	Gruppo
1101	Magnex	3

<b>Struttura</b>
<b>L.N.S.</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	15	66	150					680	<b>911</b>
2002	9	21	110				450	350	<b>940</b>
<b>TOTALI</b>	<b>24</b>	<b>87</b>	<b>260</b>				<b>450</b>	<b>1030</b>	<b>1851</b>

Note:

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

**Mod. EC. 3**

(a cura del responsabile locale)

Codice	Esperimento	Gruppo
1101	Magnex	3

<b>Struttura</b>
<b>L.N.S.</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.	
LNS	15	66	150					680	<b>911</b>	<b>0</b>
Sez.Catania	12	38	70				111		<b>231</b>	<b>0</b>
<b>TOTALI</b>	<b>27</b>	<b>104</b>	<b>220</b>				<b>111</b>	<b>680</b>	<b>1142</b>	<b>0</b>

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

Note:

Codice	Esperimento	Gruppo
1101	Magnex	3

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

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

vedi relazione allegata Magnex\_Att\_svolta\_2000.pdf

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

 vedi relazione allegata  
 Magnex\_Att\_prevista\_2001.pdf

**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
1996		10	30						<b>40</b>
1997	5	20	44				20		<b>89</b>
1998	15	25	90						<b>130</b>
1999	18	30	30						<b>78</b>
2000	17	43	40				200	1600	<b>1900</b>
<b>TOTALE</b>	<b>55</b>	<b>128</b>	<b>234</b>				<b>220</b>	<b>1600</b>	<b>2237</b>

Codice	Esperimento	Gruppo
1101	Magnex	3

<b>Struttura</b>
<b>L.N.S.</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	27	104	220				131	680	<b>1162</b>
2002	15	35	150				550	350	<b>1100</b>
<b>TOTALI</b>	<b>42</b>	<b>139</b>	<b>370</b>				<b>681</b>	<b>1030</b>	<b>2262</b>

Note:





Codice	Esperimento	Gruppo
1101	Magnex	3

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

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

<b>LAUREANDI</b> Cognome e Nome	Associazione		Titolo della Tesi
	SI	NO	
Boninelli Simona Relatore Prof. A. Cunsolo	<input checked="" type="radio"/> SI	<input type="radio"/> NO	Studio della struttura dei nuclei esotici
Orrigo Sonja Relatore Prof. A. Cunsolo	<input checked="" type="radio"/> SI	<input type="radio"/> NO	Spettroscopia dei nuclei esotici mediante spettrometri magnetici
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
1101	Magnex	3

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

<b>REFEREES DEL PROGETTO</b>	
Cognome e Nome	Argomento
La Rana Giovanni	
Spolaore Paola	

<b>MILESTONES PROPOSTE PER IL 2001</b>	
Data completamento	Descrizione
	Progettazione del rivelatore di piano focale (FPD) e costruzione calorimetro di silici.
	Effettuazione ed analisi esperimento presso l'IPN di Orsay.
	Gara e costruzione piattaforma e camera a vuoto
30 novembre 2001	Costruzione magneti e relativi alimentatori; mappatura dei campi.
	Trasporto dei magneti ai LNS ed inizio loro installazione.

<b>COMPETITIVITA' INTERNAZIONALE</b>
MAGNEX sarà il completamento alle energie del Tandem dello spettrometro VAMOS di GANIL che opererà ad energie più alte.

<b>LEADERSHIPS NEL PROGETTO</b>	
Cognome e Nome	Funzioni svolte

Codice	Esperimento	Gruppo
1101	Magnex	3

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

**Consuntivo anno 1999/2000**

<b>LAUREATI</b>		
Cognome e Nome	Titolo della Tesi	Sbocco professionale
Occhipinti Giovanni Laurea in Fisica	Test del prototipo FPD per lo spettrometro MAGNEX	
Laurea in		
Laurea in		
Laurea in		
Laurea in		
<b>DOTTORI di RICERCA</b>		
Cappuzzello Francesco Dott in Fisica	Experimental Investigation of Exotic Nuclei: the Low Energy $^{11}\text{B}(^7\text{Li},^7\text{Be})^{11}\text{Be}$ Reaction and the MAGNEX Large Acceptance Magnetic Spectrometer	
Dott in		
Dott in		
Dott in		
<b>PRESENTAZIONI A CONFERENZE SU INVITO E SEMINARI SIGNIFICATIVI</b>		
Relatore	Titolo	Conferenza o luogo
Cappuzzello Francesco	MAGNEX: uno spettrometro di grande accettazione per EXCYT	Palermo: VI Conf. Reg. CRFNSM(14-15Ott-1999)
Cunsolo Angelo	MAGNEX: a large acceptance spectrometer for EXCYT	Messina: Intern. Work. on the f.f. process (29Mar-3Giu-2000)
Cappuzzello Francesco	QRPA based analysis and the $^{11}\text{Be}(^7\text{Li},^7\text{Be})^{11}\text{Be}$ reaction	Bologna2000: Structures of the nucleus at the dawn of the century (29Mar-3Giu-2000)
Cappuzzello Francesco	QRPA based analysis and the $^{11}\text{Be}(^7\text{Li},^7\text{Be})^{11}\text{Be}$ reaction	Varenna: 9th Conf. on nucl. reaction mechanisms (5-9Giu-2000)
Cappuzzello Francesco	The MAGNEX large-acceptance magnetic spectrometer	Varenna: 9th Conf. on nucl. reaction mechanisms (5-9Giu-2000)
Winfield John S.	Excited States of $^{11}\text{Be}$	Strasburgo: NN 2000 (3-8Lug-2000)

Codice	Esperimento	Gruppo
1101	Magnex	3

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

**Consuntivo anno 1999/2000**

**SIGNIFICATIVE VARIAZIONI DI BILANCIO**

Capitolo	Variazione (ML)	Motivazione
Missioni Interne	.....	Richiesta straordinaria: aumento costo costruzione magneti
Missioni Estere	.....	
Consumo	.....	
Trasporti e Facchinaggio	.....	
Spese Calcolo	.....	
Affitti e Manutenzioni	.....	
Materiale Inventariabile	.....	
Costruzione Apparati	.....+200	
Totale storni	.....200	

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

Data	Titolo	Luogo

**SIGNIFICATIVE COMMESSE E RELATIVO IMPORTO**

ANAGRAFICA FORNITORE	DESCRIZIONE PRODOTTO O COMMESSA	IMPORTO (ML)
Gara in corso	Quadrupolo e Dipolo	~1300
Gara in corso	Alimentatori	~300

Codice	Esperimento	Gruppo
1101	Magnex	3

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

**Consuntivo anno 1999/2000**

<b>MILESTONES RAGGIUNTE</b>	
<b>Data completamento</b>	<b>Descrizione</b>
	Tender per Acquisto Magneti
	Tender per Acquisto Alimentatori
	Progetto calorimetro di silici per per rivelatore di piano focale (FPD) e progetto elettronica per silici
	Progetto piattaforma sostegno spettrometro
	Definizione del tracker del rivelatore di piano focale
<b>Commento al conseguimento delle milestones</b>	

<b>SVILUPPO DI STRUMENTAZIONE INNOVATIVA</b>
MAGNEX è uno spettrometro magnetico a grande accettazione in impulso ed angolo solido, con altissima risoluzione in massa ed impulso che ne fanno uno strumento innovativo.

<b>Ricadute su altri gruppi, sul sistema industriale e su altre discipline</b>
MAGNEX ha suscitato l'interesse di altri gruppi italiani e stranieri di Fisica dei Nuclei. E' certo anche l'interesse di gruppi di Astrofisica Nucleare. La realizzazione dei suoi elementi magnetici richiede grosso impegno costruttivo.

Codice	Esperimento	Gruppo
1101	Magnex	3

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

## Elenco delle pubblicazioni anno 1999/2000

- 1) Nuclear and Condensed Matter Physics. MAGNEX : a large acceptance magnetic spectrometer for EXCYT.  
 A. Cunsolo, F. Cappuzzello, A.V. Belozyorov, A. Elanique, A. Foti, A. Lazzaro, O. Malishev, A.L. Melita, W. Mittig, C.Nociforo, P. Roussel-Chomaz, V. Shcheepunov, D. Vinciguerra, A. Yeremin, J.S. Winfield.  
 VI Regional CRRNSM Conference Palermo, Italy 1999. American Institute of Physics.
- 2) Nuclear and Condensed Matter Physics. Excited states of  $^{11}\text{Be}$ .  
 F. Cappuzzello, A. Cunsolo, S. Fortier, A. Foti, A. Lazzaro, O. Malishev, A. L. Melita, W. Mittig, C. Nociforo, P. Roussel-Chomaz, V. Shcheepunov, D. Vinciguerra, A. Yeremin, J. S. Winfield. American Institute of Physics.
- 3) QRPA-based analysis of reaction involving exotic nuclei and  $^{11}\text{B}(^7\text{Li},^7\text{Be})^{11}\text{Be}$  charge exchange.  
 F. Cappuzzello A. Cunsolo, S. Fortier, A.Foti, H. Laurent, H. Lenske, J.M. Maison A. L. Melita, C. Nociforo, L. Rosier, C. Stephan, L. Tassan-Got, J.S. Winfield, H.H. Wolter.  
 Proceedings of the conference Bologna2000: Structures of the Nucleus at the Dawn of the Century (Bologna, Italy May29-June 3, 2000) edited by World Scientific (in press).
- 4) The MAGNEX large-acceptance magnetic spectrometer.  
 A. Cunsolo, F. Cappuzzello, A. Foti, A. Lazzaro, A. L. Melita, C. Nociforo, V. Shcheepunov, D. Vinciguerra, J. S. Winfield, A. V. Belozorov, O.Malishev, A. Yeremin, W. Mittig, P.Roussel-Chomaz, H.Savajols.  
 Proceedings of the 9th Int. Conf. on Reaction Mechanism (Varenna, Italy 5-9 June, 2000) edited by Università di Milano (in press).
- 5) QRPA-based analysis of reactions involving exotic nuclei and  $^{11}\text{B}(^7\text{Li},^7\text{Be})^{11}\text{Be}$  charge exchange.  
 F. Cappuzzello, A. Cunsolo, S. Fortier, A. Foti, H. Laurent, H. Lenske, J.M. Maison, A.L.Melita, C. Nociforo, L. Rosier, C. Stephan, L. Tassan-Got, J.S. Winfield, H.H. Wolter.  
 Proceedings of the 9th Int. Conf. on Nucl. Reaction Mechanisms ( Varenna, Italy 5-9 June, 2000) edited by Università di Milano (in press).

## **Attività svolta nel periodo 1 gennaio - 20 giugno 2000**

L'attività principale svolta dal gruppo Magnex per il periodo sopra indicato ha seguito le tre direttrici indicate a suo tempo al presidente della Commissione Nazionale III dell'Istituto. Nel dettaglio, la preparazione alla gara di appalto per la fornitura del dipolo e del quadrupolo magnetico e dei rispettivi sistemi di alimentazione (a), la redazione del progetto esecutivo per la costruzione dei supporti meccanici dello spettrometro (piattaforma rotante di sostegno e camere da vuoto) (b) e la preparazione dei test per la definitiva caratterizzazione del rivelatore di piano focale (c) sono stati e sono tuttora i principali obiettivi dell'esperimento.

Per quanto riguarda il punto (a), la unicità degli elementi magnetici, caratterizzati dalla grande accettazione sia sul piano orizzontale che su quello verticale, ha costretto ad una attenta valutazione dell'uniformità di campo magnetico, su tutto il volume definito dall'involuppo delle traiettorie, al fine di preservare le caratteristiche di alta risoluzione in impulso e massa annunciate per lo spettrometro. Tale esigenza si è trasformata in una accurata descrizione della meccanica dei suddetti elementi, sviluppata anche in considerazione delle severe constraint industriali derivanti dai processi di manifattura di tali oggetti. L'approccio a questo tipo di analisi è stato caratterizzato dalla introduzione di perturbazioni microscopiche (associate a rugosità delle superfici dei poli) e macroscopiche (associate a non parallelismi e disallineamenti dei poli) del campo magnetico di controllata entità, al fine di valutare la stabilità delle soluzioni del problema ottico del trasporto delle particelle cariche attraverso lo spettrometro e a definire i conseguenti parametri di tolleranza meccanica sulla manifattura degli stessi elementi. Estesi calcoli di campo magnetico sono stati contemporaneamente sviluppati al fine di valutare l'effetto della forma dei magneti e delle bobine di alimentazione sulla geometria dei campi così prodotti. Tale studio è stato rivolto ad accertare la effettiva congruità di alcuni modelli, proposti in passato dalle ditte da noi interpellate, con le esigenze ottiche dello spettrometro e la ricerca di soluzioni tecnologiche apprezzate dalle stesse ditte. Nel dettaglio tre programmi agli elementi finiti come Poisson (per calcoli in geometria

bidimensionale), MAFIA e OPERA (per calcoli in geometria tridimensionale) sono stati utilizzati. I calcoli Poisson hanno permesso di studiare l'apporto di armoniche superiori nell'involuppo delle traiettorie all'interno del quadrupolo e studiare il campo di fuga della superficie laterale a grandi raggi del dipolo. I calcoli MAFIA, tuttora in fase di avanzamento, permettono di analizzare il fringe field del quadrupolo e a valutare la forma dello shunt meccanico previsto per la faccia d'ingresso. I calcoli OPERA sono invece rivolti al dettaglio della superficie laterale a piccoli raggi del dipolo al fine di esaminare la geometria del traferro ivi previsto. Una geometria attualmente sotto studio è rappresentata in Figura 1.

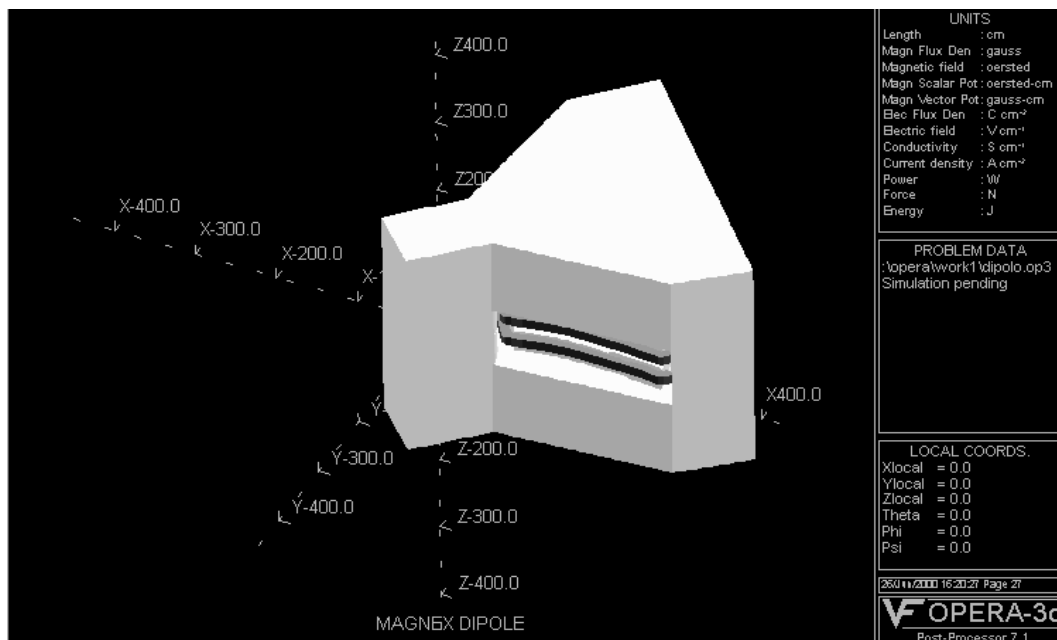


Figura 1; prospettiva del dipolo magnetico nella rappresentazione di OPERA-3d. Le dimensioni sono espresse in cm.

Nel caso particolare del dipolo è stato studiato estensivamente anche il problema della compensazione dell'effetto cinematico. I risultati di questo studio complementano i precedenti sullo stesso argomento descritti nella referenza [2]. In particolare è stata studiata l'influenza di tale effetto sull'angolo di tilt del piano focale. Si è dimostrata in tal modo la necessità di disporre il dipolo in senso antiorario rispetto al fascio incidente. Per la compensazione dell'effetto cinematico è stata studiata una soluzione che minimizza lo shift del piano focale mediante l'impiego di opportune bobine superficiali (surface coils), atte a generare all'interno del dipolo i necessari campi



quadrupolari e sestupolari. Per tali bobine è stata studiata in dettaglio la forma geometrica, la relativa alimentazione e l'accoppiamento meccanico con le superfici interne del dipolo.

I diversi campi magnetici così calcolati servono da input per i programmi di raytracing al fine di controllare il reale effetto delle diverse soluzioni sull'ottica delle particelle.

Il suddetto studio ha permesso di redigere il capitolato d'appalto per la gara, a trattativa privata, per la fornitura dei magneti. Per la istituzione di tale gara si attende attualmente l'autorizzazione dal Consiglio Direttivo dell'Istituto. Per la costruzione, il mapping e la consegna si stima un tempo dell'ordine di 15-18 mesi.

Notevoli passi avanti sono stati fatti anche per lo studio del sistema di alimentazione dei magneti. In particolare, per la preregolazione della tensione è stata presa in considerazione la tecnologia dei diodi controllati. Una approfondita analisi di mercato rivela che tale approccio permetterà un risparmio stimato intorno al 50% sul costo degli stessi rispetto alla tecnologia tradizionale di autoregolazione, mantenendo elevate prestazioni qualitative, come dimostra il massiccio impiego di tali accorgimenti ai LNS. Lo studio delle tolleranze sulla stabilità dell'alimentazione, del sistema di raffreddamento e dell'interfaccia di controllo sono stati basati sui parametri di corrente e tensione stimate in precedenza dalle ditte costruttrici dei magneti da noi contattate. Si ritiene che, sebbene la definizione del capitolato d'appalto finale necessiti dell'input che la ditta che costruirà i magneti dovrà dare sulle correnti e tensioni, le soluzioni già studiate siano suscettibili solo di piccoli aggiustamenti. Pertanto la gara per la fornitura degli alimentatori, per la costruzione dei quali è stimato un tempo di 6-8 mesi, sarà spostata di qualche mese rispetto a quella dei magneti.

Analogamente lo studio della piattaforma (b) è stato finora basato su stime di pesi ed ingombri relative a precedenti ed approssimate proposte fatte dalle ditte costruttrici dei magneti. In particolare si sta lavorando sulla definizione di un sistema capace di sostenere un peso di circa 100 tonnellate di cui 80 concentrate nel dipolo, 8 nel quadrupolo ed il resto distribuito lungo la traiettoria di riferimento. Anche qui l'obiettivo è quello di partire da una base realistica per poi

apportare le necessarie modifiche derivanti dalla esatta conoscenza dei disegni esecutivi degli elementi magnetici. Si ritiene pertanto che la milestone (b) possa essere raggiunta nei limiti di quanto previsto.

L'attività associata alla configurazione finale del rivelatore di piano focale (c) è stata svolta sia in relazione allo sviluppo del prototipo del rivelatore costruito a Dubna per cui è previsto un nuovo test in Ottobre presso i LNS in presenza dei collaboratori russi, sia in relazione alla costruzione di un nuovo prototipo di rivelatore a drift, dotato di due sistemi di fili proporzionali la cui lettura è affidata ad un doppio sistema di strip anodiche da cui si preleva il segnale indotto dalla scarica sui fili. Tale prototipo è in fase di completamento presso il laboratorio di GANIL ed è previsto un suo test in Novembre ai LNS in presenza dei collaboratori francesi.

Si ritiene quindi che il risultato dei test permetterà di stabilire in maniera definitiva la struttura del rivelatore finale entro la fine dell'anno, a supporto della milestone (c).

Nel frattempo il problema del rivelatore di stop per le particelle rivelate è stato affrontato nel dettaglio. Il confronto fra il possibile utilizzo di una grossa camera a ionizzazione, di un array di scintillatori plastici o di un array di rivelatori al silicio è stato rivolto sia alla valutazione di caratteristiche tecniche (funzionamento a bassa energia, soglie in energia introdotte etc.) sia a simulazioni globali della risoluzione in numero atomico e peso atomico, nei tre casi, mediante il programma GEAMAG. Ciò ha permesso di optare per un array di rivelatori a silicio.

Inoltre è stato approfondito il problema dell'accoppiamento straggling energetico - dispersione e quello dell'identificazione delle particelle rivelate sul piano focale in funzione dell'angolo di incidenza sul piano focale. In entrambe i casi accurate simulazioni ottenute con GEAMAG hanno permesso di evidenziare la effettiva valenza di questi fenomeni e la efficacia delle soluzioni proposte. In particolare è stato dimostrato come la misura dell'angolo  $\theta_f$  sul piano focale con alta risoluzione ( $\Delta\theta_f \sim 10$  mr) permette di ottenere una soddisfacente risoluzione in massa e numero atomico in tutto lo spazio delle fasi accettato dallo spettrometro.

L'attività in questo settore ha anche permesso la redazione di una tesi di Dottorato (Cappuzzello, dicembre 1999), di una tesi di laurea (Occhipinti, dicembre 1999) ed un talk su invito alla conferenza di Palermo del CRFNSM (14 ottobre 1999).

Nello stesso periodo notevoli passi avanti sono stati fatti per l'analisi teorica dei dati relativi all'esperimento realizzato all'IPN di Orsay per lo studio della reazione  $^{11}\text{B}(^7\text{Li}, ^7\text{Be})^{11}\text{Be}$  a 57 MeV. In particolare l'utilizzo della teoria QRPA per il calcolo delle densità di transizione relative al sistema targhetta ha permesso una fedele descrizione della struttura a bassa energia di eccitazione del  $^{11}\text{Be}$ . È stato altresì mostrato il ruolo cruciale dell'accoppiamento del neutrone di valenza (stato ad alone) del  $^{11}\text{Be}$  con gli stati eccitati del core di  $^{10}\text{B}$  ed è tuttora in corso lo sviluppo del programma di calcolo al fine di considerare esplicitamente tale fenomeno. Un altro importante risultato è rappresentato dal calcolo delle sezioni d'urto in approssimazione DWBA. Calcoli preliminari permettono infatti di evidenziare il forte effetto di assorbimento dell'alone a grande distanza dal core e la relativa diminuzione della sezione d'urto (circa un ordine di grandezza) da esso provocato. Fruttuosi contatti con teorici tedeschi ed italiani sono tuttora in corso al fine di sviluppare una teoria consistente di tale fenomeno.

Essendo lo studio della spettroscopia nucleare di nuclei leggeri esotici uno dei filoni di ricerca più interessanti per l'utilizzo futuro dello spettrometro, si è pensato di proseguire in questi studi di approccio. In questo ambito è stato proposto un nuovo esperimento di scambio di carica ( $^7\text{Li}, ^7\text{Be}$ ) su targhette di  $^{14}\text{C}$  e  $^{15}\text{N}$  al fine di studiare la struttura dei nuclei esotici  $^{14}\text{B}$  e  $^{15}\text{C}$  da realizzare all'IPN di Orsay mediante l'uso dello spettrometro magnetico Split-Pole. La proposta di esperimento è stata accolta dal Comitato Scientifico di tale Laboratorio e si prevede lo svolgimento dell'esperimento agli inizi del prossimo anno (vedi All.1).

I risultati finora raggiunti in questo settore hanno suscitato un notevole interesse a livello internazionale dimostrato dalla partecipazione con talk su invito alle importanti conferenze di Bologna (30 maggio) e Varenna (8 giugno) e alla prossima conferenza di Strasburgo (Nucleus-Nucleus 4 luglio) e saranno oggetto prossimamente di alcune pubblicazioni su riviste internazionali.

**COMPTE RENDU DU  
COMITE D'EXPERIENCES DU TANDEM IPN-ORSAY  
4 - 5 MAI 2000**

Présents : S. Bouffard ; Ph. Dessagne ; J.P. Duraud ; S. Galès ; D. Gardès ; Dominique Jacquet ;  
G. Maynard ; C. Rossi Alvarez ; O. Sorlin

**Propositions d'expériences**

- 23 expériences sont présentées au Comité correspondant à un temps total de faisceau de 429 shifts (1 shift = 8 h). Elles se répartissent comme suit :

Physique nucléaire, radiochimie et astrophysique	9 expériences,	216 shifts
Interactions ions ou agrégats-matière	10 expériences,	106 shifts
Instrumentation , R et D	4 expériences,	107shifts

- Ces demandes émanent de 124 chercheurs, provenant de 22 laboratoires différents. 67 d'entre eux appartiennent à 5 laboratoires de l'IN2P3 (IPNO : 49 ; CSNSM : 4 ; CENBG : 11 ; ISN Grenoble : 1 et GANIL : 2). 57 chercheurs issus de 17 laboratoires différents (dont 11 laboratoires étrangers) illustrent la diversification des thèmes de recherche abordés.

**Examen des demandes ; temps accordé :**

Le tableau ci-dessous résume les commentaires et propositions du Comité.

N° expérience/ Porte-parole		Nbre de shifts	
		demandés	accordés
<b>PHYSIQUE NUCLEAIRE</b>			
N1 (s) + N2 (n) Ch. Vieu	<i>Etude des niveaux de hauts spins de <sup>190</sup>Pt</i> <i>Niveaux de hauts spins de <sup>194</sup>Tl. Premiers tests sur faisceau de la chaîne d'acquisition digitalisée.</i> Le Comité souhaite que le temps accordé soit utilisé pour tester la nouvelle chaîne d'acquisition digitalisée sur le <sup>194</sup> Tl, conformément aux priorités annoncées par l'équipe.	15 15	9
N5 (s) F. Cappuzzello	<i>Structure of <sup>14</sup>B and <sup>15</sup>C via charge exchange</i> Le Comité soutient cette expérience et souhaite que l'accent soit mis sur l'étude des niveaux de basse énergie dans les deux noyaux <sup>15</sup> C et <sup>14</sup> B	27	15

## **Attività prevista per l'anno 2001**

Per quanto riguarda il rivelatore di piano focale (FPD) l'attività del gruppo si articolerà secondo le seguenti linee:

- a) acquisto, test e montaggio odoscopio rivelatori al silicio (HoSi);
- b) progettazione del FPD finale, sulla base dei risultati dei test schedulati per l'autunno 2000.

Per la meccanica dello spettrometro, che verrà precisata sulla base dei progetti esecutivi dei magneti che saranno prodotti per la fine del corrente anno, si effettuerà la relativa gara e la conseguente costruzione della piattaforma di sostegno e delle camere a vuoto (camera di scattering, camere di trasporto dei prodotti di reazione e camera del FPD).

La costruzione degli elementi magnetici e dei rispettivi sistemi di alimentazione e le mappature dei campi si effettueranno entro il prossimo anno.

Si prevede inoltre la progettazione dei sistemi da vuoto, controllo ed acquisizione.

Infine l'esperimento di scambio di carica al laboratorio tandem dell'IPN di Orsay verrà effettuato entro il primo semestre.

Codice	Esperimento	Gruppo
1133	Reverse	3

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

**Rappresentante Nazionale:** A. PAGANO

**Struttura di appartenenza:** CATANIA

**Posizione nell'I.N.F.N.:** 1 ricercatore

**Ricercatore responsabile locale:** Cavallaro Salvatore

## INFORMAZIONI GENERALI

<b>Linea di ricerca</b>	Produzione di clusters in collisioni tra ioni pesanti alle energie intermedie
<b>Laboratorio ove si raccolgono i dati</b>	L.N.S.
<b>Sigla dello esperimento assegnata dal Laboratorio</b>	REVERSE
<b>Acceleratore usato</b>	TANDEM, CS
<b>Fascio (sigla e caratteristiche)</b>	Ioni leggeri (Al, C, O,..) TANDEM 112Sn, 124Sn, 197Au, 239U 15-25 MeV/u
<b>Processo fisico studiato</b>	MULTIFRAMMENTAZIONE NUCLEARE FISSIONE DINAMICA
<b>Apparato strumentale utilizzato</b>	Apparato Chimera 1-30 gradi + piano di rivelazione per target-like composto da 40 rivelatori al Silicio (Indra)
<b>Sezioni partecipanti all'esperimento</b>	CT, LNS, Gr. Coll. ME, BO, MI, NA .
<b>Istituzioni esterne all'Ente partecipanti</b>	LPC Caen, IPN Orsay, CEA Saclay, IPN Lyon, Katowice, Bucharest, Warsaw, Otwock.
<b>Durata esperimento</b>	PROLUNGAMENTO ANNI 2001-2002

Codice	Esperimento	Gruppo
1133	Reverse	3

<b>Struttura</b>
<b>L.N.S.</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 per calibr., discuss. dati, etc per 4 pers x 2 volte x 4 viaggi x 2 volte					15	<b>22</b>	
		Permanenza a Bologna 30 gg x 1 ric. + 1 viaggio per analisi dati					7		
Estero	contatti scientifici con altri gruppi sperimentali e teorici.					15	<b>30</b>		
	meeting di collaborazione Riunioni per discussione dati 3 Campagna INDRA-CHIMERA					15			
Materiale Consumo	acquisti cassette DLT, materiale vario (cavi, etc)					5	<b>45</b>		
	Ricambio di n. 20 rivelatori al Silicio					40			
Trasp.e facch.									
Spese Calcolo	Consorzio	Ore CPU	Spazio Disco	Cassette	Altro				
Affitti e manutenz. apparecchiati.									
Materiale Inventariabile	Oscilloscopio a memoria per analisi in forma dei segnali dei rivelatori al silicio					10	<b>19</b>		
	Unità di lettura DLT da 36 GBytes					9			
Costruzione Apparati									
<b>Totale</b>							<b>116</b>		
Note:									

Codice	Esperimento	Gruppo
1133	Reverse	3

**Struttura**

L.N.S.

**ALLEGATO MODELLO EC 2**



Codice	Esperimento	Gruppo
1133	Reverse	3

<b>Struttura</b>
<b>L.N.S.</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	30	45				19		<b>116</b>
2002	15	25	15				15		<b>70</b>
<b>TOTALI</b>	<b>37</b>	<b>55</b>	<b>60</b>				<b>34</b>		<b>186</b>

Note:

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

**Mod. EC. 3**

(a cura del responsabile locale)

Codice	Esperimento	Gruppo
1133	Reverse	3

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

**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	Cavallaro Salvatore			P.A.		3	50	1	Anzalone Antonino	I			40
2	Geraci Elena				Dott.	3	80						
3	Giustolisi Francesco			R.U.		3	80						
4	Iacono Manno Carmelo				DIS	3	30						
5	Maiolino Concettina	Ric				3	20						
6	Porto Francesco			P.O.		3	80						
7	Sperduto Maria Leda			R.U.		3	50						
								Numero totale dei Tecnologi					1,0
								Tecnologi Full Time Equivalent					0,4
N	TECNICI Cognome e Nome	Qualifica				Percentuale							
		Dipendenti		Incarichi									
		Ruolo	Art. 15	Collab. tecnica	Assoc. tecnica								
								Numero totale dei Tecnici					
								Tecnici Full Time Equivalent					
Numero totale dei Ricercatori						7,0	Numero totale dei Tecnici						
Ricerca Full Time Equivalent						3,9	Tecnici Full Time Equivalent						

Codice	Esperimento	Gruppo
1133	Reverse	3

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

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

LAUREANDI Cognome e Nome	Associazione		Titolo della Tesi
	SI	NO	
Relatore	<input checked="" 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

Codice	Esperimento	Gruppo
1133	Reverse	3

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

**Consuntivo anno 1999/2000**

<b>LAUREATI</b>		
Cognome e Nome	Titolo della Tesi	Sbocco professionale
Occhipinti Francesco Laurea in Fisica	Calibrazione dei rivelatori di CHIMERA per particelle cariche leggere nelle reazioni Ni+Ag e Ag+Ni a 52 MeV/U	
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
1133	Reverse	3

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

**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)

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

Codice	Esperimento	Gruppo
	Strega	3

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

Ricercatore  
responsabile locale: Cavallaro Salvatore

**Rappresentante Nazionale:** Gramegna F.

Struttura di appartenenza: L.N.L.

Posizione nell'I.N.F.N.: I Ricercatore

**INFORMAZIONI GENERALI**

<b>Linea di ricerca</b>	Reazioni indotte tra 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 LNL, CS dei LNS
<b>Fascio (sigla e caratteristiche)</b>	ioni pesanti con $A > 30$ con $E/A > 6$ MeV/A 12C, 16O da 8 a 70 MeV/A
<b>Processo fisico studiato</b>	Studio della dinamica delle collisioni fra ioni pesanti con particolare riguardo a processi con più corpi nello stato finale. Misure di sezione d'urto di interesse per la radioterapia.
<b>Apparato strumentale utilizzato</b>	GARFIELD, MULTICS+MEDEA Rivelatore anulare LNS e parallel plate
<b>Sezioni partecipanti all'esperimento</b>	LNL, Bologna, Firenze, LNS, Milano, Napoli, Trieste
<b>Istituzioni esterne all'Ente partecipanti</b>	
<b>Durata esperimento</b>	3 anni (2000-2001-2002)

**Mod. EC. 1**

(a cura del responsabile locale)

Codice	Esperimento	Gruppo
	Strega	3

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

**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	Due turni di misura a Legnaro (10gg*2 volte + 2 viaggi ) Riunioni di gruppo per organizzazioni varie e discussioni dati					9 5	<b>14</b>	
		Estero	Contatti scientifici con ricercatori che si occupano delle tematiche di interesse					4	
Materiale Consumo	Manutenzione rivelatore anulare ( preamplificatori, cavi, camerette a gas, etc) Ricambio silici di n.3 settori .					8 15	<b>23</b>		
	Trasp.e facch.								
Spese Calcolo	Consorzio	Ore CPU	Spazio Disco	Cassette	Altro				
Affitti e manutenz. apparecchiati.									
Materiale Inventariabile									
Costruzione Apparati									
<b>Totale</b>							<b>41</b>		
Note:									

Codice	Esperimento	Gruppo
	Strega	3

**Struttura**

L.N.S.

**ALLEGATO MODELLO EC 2**



Codice	Esperimento	Gruppo
	Strega	3

<b>Struttura</b>
<b>L.N.S.</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	13	3	7						<b>23</b>
2001	14	4	23						<b>41</b>
2002	14	4	25						<b>43</b>
<b>TOTALI</b>	<b>41</b>	<b>11</b>	<b>55</b>						<b>107</b>

Note:

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

**Mod. EC. 3**

(a cura del responsabile locale)



Codice	Esperimento	Gruppo
	Strega	3

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

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

<b>LAUREANDI</b> Cognome e Nome	Associazione		Titolo della Tesi
	SI	NO	
Cosmano Alfio Relatore S, Cavallaro	<input type="radio"/> SI	<input checked="" type="radio"/> NO	Un telescopio a gas-silicio-CsI(Tl) di tipo anulare per la rivelazione dei prodotti di reazione nella regione angolare attorno al fascio degli ioni incidenti.
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

Codice	Esperimento	Gruppo
	Strega	3

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

Codice	Esperimento	Gruppo
	Strega	3

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

**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)

Codice	Esperimento	Gruppo
	Trasmarad	3

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

Ricercatore  
responsabile locale: Figuera Pier Paolo

**Rappresentante Nazionale:** Cardella Giuseppe

Struttura di appartenenza: CATANIA

Posizione nell'I.N.F.N.: I Ricercatore

<b>INFORMAZIONI GENERALI</b>	
<b>Linea di ricerca</b>	Reazioni tra ioni pesanti con utilizzo di fasci stabili e radioattivi
<b>Laboratorio ove si raccolgono i dati</b>	L.N.S. ; UCL Louvain la Neuve
<b>Sigla dello esperimento assegnata dal Laboratorio</b>	TRASMARAD
<b>Acceleratore usato</b>	Tandem LNS - Ciclotrone superconduttore - Ciclotrone Louvain La Neuve -Excyt
<b>Fascio (sigla e caratteristiche)</b>	Ca40, C12 , N13 17,18,19F
<b>Processo fisico studiato</b>	Emissioni di raggi gamma in reazioni di fusione completa ed incompleta e deep inelastic; competizione tra fusione e break-up in reazioni indotte da nuclei radioattivi o con bassa energia di legame.
<b>Apparato strumentale utilizzato</b>	BaF2 dell'apparato TRASMA + Forward wall TRASMA + Telescopi monolitici Strip
<b>Sezioni partecipanti all'esperimento</b>	Catania , LNS
<b>Istituzioni esterne all'Ente partecipanti</b>	UCL Louvain La Neuve Dipartimento di fisica ed astronomia. Università di Edimburgo
<b>Durata esperimento</b>	3 anni 2000,2001,2002

Codice	Esperimento	Gruppo
	Trasmarad	3

<b>Struttura</b>
<b>L.N.S.</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	Discussione con gruppi italiani impegnati su tematiche simili 3 viaggi aereo + permanenza				5	<b>5</b>	
	Estero	Discussione con la collaborazione per analisi dati e preparazione nuovi esperimenti Tre viaggi + permanenza 7 giorni 1 persona				12	<b>12</b>	
Materiale Consumo	Fibre ottiche, connettori e led per sistema controllo stabilità BaF2					10	<b>50</b>	
	Cavi e connettori					30		
	Isotopi e cassette DLT					10		
Trasp.e facch.								
Spese Calcolo	Consorzio	Ore CPU	Spazio Disco	Cassette	Altro			
Affitti e manutenz. apparecchiati.								
Materiale Inventariabile	6 amplificatori 16 vie + 1 CRATE NIM alta potenza					45	<b>116</b>	
	2 QDC singolo gate 64 ch + ITDC per BAF2					50		
	1 QDC gate comune per monolitici					16		
	1 PC da utilizzare come X-terminal per analisi dati					5		
Costruzione Apparati								
<b>Totale</b>							<b>183</b>	
Note:								

Codice	Esperimento	Gruppo
	Trasmarad	3

**Struttura**

L.N.S.

**ALLEGATO MODELLO EC 2**



Codice	Esperimento	Gruppo
	Trasmarad	3

<b>Struttura</b>
<b>L.N.S.</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	5	12	50				116		<b>183</b>
2002	6	23	30	5					<b>64</b>
<b>TOTALI</b>	<b>11</b>	<b>35</b>	<b>80</b>	<b>5</b>			<b>116</b>		<b>247</b>

Note:

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

**Mod. EC. 3**

(a cura del responsabile locale)



Codice	Esperimento	Gruppo
	Trasmarad	3

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

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

<b>LAUREANDI</b> 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
Silena	Amplificatori 16 vie
CAEN	TDC-QDC 64 canali

Codice	Esperimento	Gruppo
	Trasmarad	3

<b>Struttura</b>
<b>L.N.S.</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
S. Tudisco	Evidence of pre-equilibrium gamma-ray emission in heavy ion collisions at intermediate energies.	ENPE Seville, Spagna
M. Papa	Pre-equilibrium gamma-ray emission in different colliding systems: a probe for both the average and fluctuating properties of the reaction dynamics.	Int. Workshop on Nuclear Reaction and Beyond Lanzhou, Cina
A. Di Pietro	6-alpha particle emission in the reaction $^{13}\text{N}+^{11}\text{B}$ .	7th Int. Conf. on Clustering Aspects of Nuclear Structure and Dynamics.
G. Cardella	New results on preequilibrium gamma ray emission and GDR saturation on reactions at 25 MeV/A.	Bologna2000 Bologna, Italia
G. Cardella		
	Preequilibrium gamma-ray emission and GDR saturation at high excitation energy: new results on reactions at 25 MeV/A.	Int Conf on Nucl. Reac. Mechanism Varenna, Italia

Codice	Esperimento	Gruppo
	Trasmarad	3

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

**Consuntivo anno 1999/2000**

**SIGNIFICATIVE VARIAZIONI DI BILANCIO**

Capitolo	Variazione (ML)	Motivazione
Missioni Interne	.....	Variazione cambio lira-yen
Missioni Estere	.....	
Consumo	.....20	
Trasporti e Facchinaggio	.....	
Spese Calcolo	.....	
Affitti e Manutenzioni	.....	
Materiale Inventariabile	.....	
Costruzione Apparati	.....	
Totale storni	.....20	

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

Data	Titolo	Luogo

**SIGNIFICATIVE COMMESSE E RELATIVO IMPORTO**

ANAGRAFICA FORNITORE	DESCRIZIONE PRODOTTO O COMMESSA	IMPORTO (ML)
Hamamatsu	Fotomoltiplicatori	80

Nuovo Esperimento	Gruppo
Hades2	3

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

**Rappresentante Nazionale:** Finocchiaro Paolo

**Struttura di appartenenza:** LNS

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

Ricercatore responsabile locale: Finocchiaro Paolo

## PROGRAMMA DI RICERCA

### A) INFORMAZIONI GENERALI

<b>Linea di ricerca</b>	Collisioni tra ioni pesanti ad energia di 1-2 GeV/amu
<b>Laboratorio ove si raccolgono i dati</b>	GSI Darmstadt (Francoforte, Germania)
<b>Acceleratore usato</b>	Sincrotrone GSI
<b>Fascio (sigla e caratteristiche)</b>	C, Ca, Au, p 1-2 GeV/amu; pioni 1-2 GeV/c
<b>Processo fisico studiato</b>	Produzione di dileptoni in collisioni tra ioni pesanti a 1-2 GeV/amu; proprieta' dei mesoni nella materia nucleare.
<b>Apparato strumentale utilizzato</b>	HADES (High Acceptance Di-Electron Spectrometer)
<b>Sezioni partecipanti all'esperimento</b>	LNS, MI
<b>Istituzioni esterne all'Ente partecipanti</b>	GSI, Univ. Giessen, Univ. Frankfurt, T.U. Munich, Univ. Heidelberg, Univ. Cracow, JINR Dubna, Univ. Rossendorf, ITEP, LPI, MEPhI Moscow, IOP Bratislava, INP Rez, Univ. Valencia, Univ. Santiago de Compostela, Univ. Clermont-Ferrand, IN2P3 Orsay, Univ. Nikosia
<b>Durata esperimento</b>	

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

PERIODO	ATTIVITA' PREVISTA
2001	Completamento dell'assemblaggio dello spettrometro in configurazione a risoluzione ridotta; presa dati con fasci ionici medio leggeri e con fasci di protoni.
2002	Completamento dell'assemblaggio dello spettrometro in configurazione ad alta risoluzione; presa dati con fasci ionici medio pesanti, con fascio di protoni e con fascio di pioni

Nuovo Esperimento	Gruppo
Hades2	3

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

**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 Catania - Milano	10	<b>10</b>											
	Estero Meeting di collaborazione Riunioni (analisi, controlli, software) 1 turno (set-up e misura) 1 turno di misura	8 15 30 25 sj	<b>78</b> di cui 25 sj											
Materiale Consumo	Realizzazione di 6 segment/master controller Realizzazione di 1 DAQ CPU con ATM Manutenzione ordinaria TOF (ottico/meccanica)	30 20 5	<b>55</b>											
Trasp.e facch.	Spedizione materiale per riparazioni, etc.	4	<b>4</b>											
Spese Calcolo	<table border="1"> <tr> <td>Consorzio</td> <td>Ore CPU</td> <td>Spazio Disco</td> <td>Cassette</td> <td>Altro</td> </tr> <tr> <td> </td> <td> </td> <td> </td> <td> </td> <td> </td> </tr> </table>	Consorzio	Ore CPU		Spazio Disco	Cassette	Altro							
Consorzio	Ore CPU	Spazio Disco	Cassette		Altro									
Affitti e manutenz. apparecchiati.														
Materiale Inventariabile	1 unita' DLT 2 discriminatori CFD di scorta	7 10	<b>17</b>											
Costruzione Apparati														
<b>Totale</b>			<b>164</b> di cui 25 sj											

Note:

Nuovo Esperimento	Gruppo
Hades2	3

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

**ALLEGATO MODELLO EN2**



Nuovo Esperimento	Gruppo
Hades2	3

<b>Struttura</b>
<b>L.N.S.</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	10	78	55	4			17		<b>164</b>
2002	10	80	60	4			10		<b>164</b>
<b>TOTALI</b>	<b>20</b>	<b>158</b>	<b>115</b>	<b>8</b>			<b>27</b>		<b>328</b>

Note:

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

Nuovo Esperimento	Gruppo
Hades2	3

<b>Struttura</b>
<b>L.N.S.</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	20	140	82	9			91		<b>342</b>
2002	20	140	85	7			82		<b>334</b>
<b>TOTALI</b>	<b>40</b>	<b>280</b>	<b>167</b>	<b>16</b>			<b>173</b>		<b>676</b>

Note:

Nuovo Esperimento	Gruppo
Hades2	3

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

## PROPOSTA DI NUOVO ESPERIMENTO

(Vedere anche la relazione allegata con la descrizione della problematica fisica)

### L• esperimento HADES

Diamo qui una descrizione schematica dello spettrometro e del suo stato attuale presso il GSI di Darmstadt, in modo da fornire una visione chiara, per quanto possibile, dell'insieme in cui va ad inquadrarsi la nostra proposta. Ricordiamo che la collaborazione, regolata da un Memorandum Of Understanding siglato nel corso del 1999, orbita intorno al GSI, laboratorio presso il quale è installato lo spettrometro. Essa conta i seguenti istituti:

- Institute of Physics, Slovak Academy of Sciences (Bratislava, Slovakia)
- INFN Laboratori Nazionali del Sud, (Catania, Italy)
- Lab. de Physique Corpusculaire, Universite Blaise Pascal/Clermont II (Clermont (Aubiere Cedex), France)
- Niewodniczanski Institute of Nuclear Physics, (Cracow, Poland)
- Smoluchowski Institute of Physics, Jagiellonian University (Cracow, Poland)
- Gesellschaft für Schwerionenforschung (GSI) (Darmstadt, Germany)
- Institut für Kern- und Hadronenphysik, Forschungszentrum Rossendorf (FZR) (Dresden, Germany)
- Lab. of High Energy Physics, Joint Institute of Nuclear Research (JINR) (Dubna, Russia)
- Institut für Kernphysik, Johann Wolfgang Goethe-Universität (Frankfurt, Germany)
- Physikalisches Institut, Justus Liebig Universität (Gießen, Germany)
- Physikalisches Institut, Ruprecht-Karls-Universität (Heidelberg, Germany)
- INFN Sezione di Milano (Milano, Italy)
- MEPhI Department of Electronics, (Moscow, Russia)
- ITEP (Moscow, Russia)
- Physik Department E12, Technische Universität (München (Garching), Germany)
- Department of Natural Science, University of Cyprus (Nicosia, Cyprus)
- Division de Recherche, Institut de Physique Nucleaire (Orsay, France)
- Nuclear Physics Institute, Czech Academy of Sciences (Rez, Czech. Rep.)
- Departamento de Fisica de Particulas, Universidade de Santiago de Compostela (Santiago de Compostela, Spain)
- Instituto de Fisica Corpuscular, University of Valencia (Valencia (Burjasot), Spain)

HADES, High Acceptance Di-Electron Spectrometer, è uno strumento particolarmente selettivo e di grande accettazione, che nasce per lo studio di canali di decadimento in due leptoni ( $e^+e^-$ ) di alta energia in collisioni tra ioni pesanti ad energie dell'ordine del GeV/amu. Un importante canale di ingresso addizionale è costituito da collisioni tra pioni e nuclei, ed a tale scopo presso il GSI è stata sviluppata una facility per produrre fasci di pioni.

Il rivelatore è costituito da diversi sistemi di rivelazione in cascata con simmetria esagonale. Procedendo nel verso di avanzamento delle particelle da rivelare si ha nell'ordine:

€ un rivelatore Cherenkov ad immagine anulare (RICH), con specchio in materiale leggero per riflettere i fotoni prodotti e rivelarli, più indietro della targhetta, tramite un sistema di fotocatodi e rivelatori a gas; questo sistema permette di identificare univocamente gli elettroni e di misurarne accuratamente la direzione di emissione;

€ due strati di camere a deriva (Mini Drift Chambers, MDC), seguiti da un sistema di 6 solenoidi, che producono un campo magnetico toroidale, e da altri due strati di camere a deriva: questo sistema permette la determinazione accurata dell'impulso delle particelle tramite misura di variazione di traiettoria prodotta dal campo magnetico;

€ il TOF, che copre gli angoli polari tra  $44^\circ$  e  $88^\circ$ , per la determinazione della molteplicità evento per evento, indice della centralità della collisione, e del tempo di volo e direzione di ciascuna particella rivelata;

€ un rivelatore di sciame, posto agli angoli polari tra  $13^\circ$  e  $44^\circ$ , realizzato con tre strati di camere a gas intercalate da due strati di convertitori in piombo, per effettuare la discriminazione tra leptoni e adroni.

Durante l'esperimento HADES (1997-2000) sono stati effettuati diversi test con fasci parassiti in configurazioni via via più complete. Nell'autunno di quest'anno è previsto un turno finale di test immediatamente seguito da un turno di misura (C+C, 1.7 AGeV). Allo stato attuale il rivelatore TOF è completamente installato, lo stesso vale per il rivelatore SHOWER. Il RICH è installato, anche se alcuni elementi dello specchio sono ancora in lavorazione. Stesso discorso per le MDC: due camere sono già installate, saranno sei per il run in autunno e quindici per la fine dell'anno; le restanti nove, già in produzione, saranno installate nel corso del prossimo anno.

Nuovo Esperimento	Gruppo
Hades2	3

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

## PROPOSTA DI NUOVO ESPERIMENTO

Agli angoli polari 13°-44°, giusto davanti al rivelatore SHOWER, il progetto originale del 1995 prevedeva una continuazione del muro di tempo di volo TOF, al quale si è dovuto finora rinunciare per motivi di budget. In alternativa si è dunque installato un muro a granularità estremamente ridotta realizzato da un gruppo di Troitsk (Russia), detto TOFINO, che permetterà di effettuare la sperimentazione con sistemi medio-leggeri. Per una successiva sperimentazione con sistemi pesanti sarà quasi certamente necessario realizzare la parte mancante ad elevata granularità del TOF.

Durante un test run effettuato nel Settembre 1999 si è avuta l'occasione di avere in funzione contemporaneamente un settore del rivelatore MDC1 in coincidenza con il corrispondente settore del TOF e dello SHOWER, unitamente al magnete. I dati raccolti in questo breve run di C+C a 1.4 AGeV hanno prodotto eventi in coincidenza, a molteplicità rivelata uguale a 1, che hanno permesso di produrre uno spettro di massa delle particelle rivelate. Ciò, ovviamente, sfruttando i dati raccolti nelle stesse condizioni a magnete spento, che hanno permesso la calibrazione. La risoluzione in momento è chiaramente scadente, in quanto per la determinazione della traccia dopo il magnete si è usato il TOF ( $Dx \approx 6\text{cm}$ ) anziché le MDC ( $Dx \approx 100\mu\text{m}$ ).

Durante un test run effettuato nel Dicembre 1999, pur non avendo il magnete in funzione, si è collezionata una discreta statistica con tutti i rivelatori in coincidenza, cosa che ha permesso una calibrazione reciproca tramite la costruzione di diversi plot di correlazione tra i vari rivelatori. In particolare il RICH ha permesso di selezionare leptoni, come comprovato dallo spettro di tempo di volo inclusivo raffrontato a quello in coincidenza con il RICH.

È doveroso mettere in evidenza che l'elettronica del TOF, che fornisce prestazioni più che eccellenti, è stata quasi interamente sviluppata in seno al gruppo, ingegnerizzata in collaborazione con aziende italiane e adesso utilizzata e/o richiesta da altri gruppi sia all'interno che all'esterno di HADES. Stesso discorso vale per il know-how acquisito relativamente ai rivelatori a scintillazione, che permettono una risoluzione in tempo di volo ben al di sotto di 100ps. È altresì doveroso menzionare che il gruppo italiano costituisce un punto di riferimento anche rispetto al software di monitoraggio online e di analisi: nell'ambito del software della collaborazione (Hydra), basato su ROOT, è stato infatti realizzato un pacchetto interattivo altamente affidabile che permette una gestione agevole dell'analisi, con costruzione di multi-istogrammi, condizioni e quant'altro occorre basato su interfaccia grafica (GUI). In tale contesto è anche stata richiesta la nostra collaborazione dagli autori del ROOT.

La nuova proposta di esperimento, a naturale continuazione della realizzazione dello spettrometro, si propone di iniziare la sperimentazione fisica connessa alle problematiche sopra descritte. In particolare il gruppo italiano, costituito da personale dei Laboratori Nazionali del Sud e della Sezione di Milano, è maggiormente interessato alla sperimentazione con fasci di ioni che sono la diretta estensione della problematica aperta (e non conclusa) dalla collaborazione DLS, ferma restando la sua piena partecipazione a tutti gli esperimenti in programma. Diamo qui di seguito alcune brevi note esplicative della richiesta finanziaria inoltrata.

- Materiale inventariabile. L'esperienza acquisita nel corso della sperimentazione di test ha messo in evidenza la necessità di disporre di un certo numero di parti di ricambio, che rappresentano la quasi totalità della richiesta.

- Materiale di consumo. Si rende purtroppo necessario realizzare 6 moduli segment controller ed un modulo CPU di readout, ovviamente relativi al TOF, in versioni reingegnerizzate per sopperire a problemi vari (tra cui una limitazione del tasso di conteggio sostenibile). La nuova realizzazione sarà effettuata in collaborazione con i gruppi di Giessen e di Monaco.

I test effettuati hanno anche messo in evidenza un eccessivo deterioramento dei segnali di ampiezza nel percorso dai tubi fotomoltiplicatori agli shaper, anche a causa della lunghezza superiore a quanto inizialmente previsto per motivi di set-up meccanico. Pertanto si rende necessario realizzare dei cavi più costosi (coassiali a connettori singoli). Si chiede inoltre un modesto contributo per le manutenzioni e riparazioni ordinarie dell'elettronica e del rivelatore.

- Missioni. La richiesta di fondi per missioni è stata formulata sulla base dell'esperienza acquisita negli anni precedenti. È doveroso menzionare che il GSI ha generalmente sostenuto parte delle spese, sia con fondi della Comunità Europea che con fondi locali, e sulla base di ciò le nostre precedenti richieste all'INFN sono sempre state proporzionalmente ridotte, così come lo è la presente. Purtroppo per il 2001 non saranno disponibili fondi EC, nondimeno noi confidiamo (ottimisticamente) di ricevere ugualmente supporto come negli anni precedenti.

Codice	Esperimento	Gruppo
	Hades2	3

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

**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	Agodi Clementina	Ric				3	30	1	Finocchiario Paolo	D.T.			60
2	Bellia Giorgio			P.O.		3	50						
3	Coniglione Rosa	Ric				3	30						
4	Maiolino Concettina	Ric				3	30						
5	Piattelli Paolo	I Ric				3	20						
6	Raciti Giovanni			P.O.		3	20						
7	Sapienza Piera	Ric				3	30						
8	Vassiliev Dmitri				B.P.D.	3	100						
								Numero totale dei Tecnologi					<b>1,0</b>
								Tecnologi Full Time Equivalent					<b>0,6</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						
Ricercatori Full Time Equivalent						<b>3,1</b>	Tecnici Full Time Equivalent						

Codice	Esperimento	Gruppo
	Hades2	3

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

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

LAUREANDI Cognome e Nome	Associazione		Titolo della Tesi
	SI	NO	
Bertino Stefano Relatore Bellia/Finocchiaro	<input type="radio"/> SI	<input checked="" type="radio"/> NO	HADES: uno spettrometro di di-elettroni per lo studio della materia nucleare densa
Spataro Stefano Relatore Bellia/Finocchiaro	<input type="radio"/> SI	<input checked="" type="radio"/> NO	Da definire
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
CAEN	realizzazione convertitori di tempo, convertitori di ampiezza, discriminatori
ASCOM	realizzazione circuiti di ritardo attivi, circuiti di shaping

Codice	Esperimento	Gruppo
	Hades2	3

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

## REFEREES DEL PROGETTO

Cognome e Nome	Argomento
Pagano Angelo	

## MILESTONES PROPOSTE PER IL 2001

Data completamento	Descrizione
12/31/2001	Completamento dell'assemblaggio dello spettrometro in configurazione a risoluzione ridotta; presa dati con fasci ionici medio leggeri e con fascio di protoni.
12/31/2002	Completamento dell'assemblaggio dello spettrometro in configurazione ad alta risoluzione; presa dati con fasci ionici medio pesanti, con fascio di protoni e con fascio di pioni

## COMPETITIVITA' INTERNAZIONALE

Lo spettrometro HADES e' al momento l'unico strumento al mondo in grado di poter effettuare una misura chiara e pulita di spettri di dielettroni. Diversi gruppi teorici attendono con grande interesse i dati che si pensa di produrre a partire dal 2001.

## LEADERSHIPS NEL PROGETTO

Cognome e Nome	Funzioni svolte
Finocchiaro Paolo	Responsabile internazionale del TOF
Finocchiaro Paolo	Membro del Collaboration Board
Iori Ileana	Membro del Collaboration Board
Finocchiaro Paolo	Membro del Technical Board
Iori Ileana	Membro dell'International Affairs Committee della collaborazione

Codice	Esperimento	Gruppo
	Hades2	3

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



Codice	Esperimento	Gruppo
	Hades2	3

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

**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)

Codice	Esperimento	Gruppo
	Hades2	3

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

**Consuntivo anno 1999/2000****MILESTONES RAGGIUNTE**

Data completamento	Descrizione
Commento al conseguimento delle milestones	

**SVILUPPO DI STRUMENTAZIONE INNOVATIVA**

--

**Ricadute su altri gruppi, sul sistema industriale e su altre discipline**

--

Codice	Esperimento	Gruppo
	Hades2	3

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

**Elenco delle pubblicazioni anno 1999/2000**

## Proposta di nuovo esperimento: HADES2

### La problematica.

Lo studio delle proprietà della materia nucleare calda e densa, per mezzo di collisioni relativistiche tra nuclei, è oggi uno degli obiettivi principali della fisica degli ioni pesanti. Al crescere dell'energia cinetica incidente, ben al di sopra della barriera coulombiana, la struttura a "shell" del nucleo è sempre meno rilevante nelle reazioni; fino a circa 30 A MeV sono ancora in gioco stati collettivi dei nuclei, quindi, oltre l'energia di Fermi, lo scenario evolve verso una dinamica in termini di materia nucleare (Figura 1).

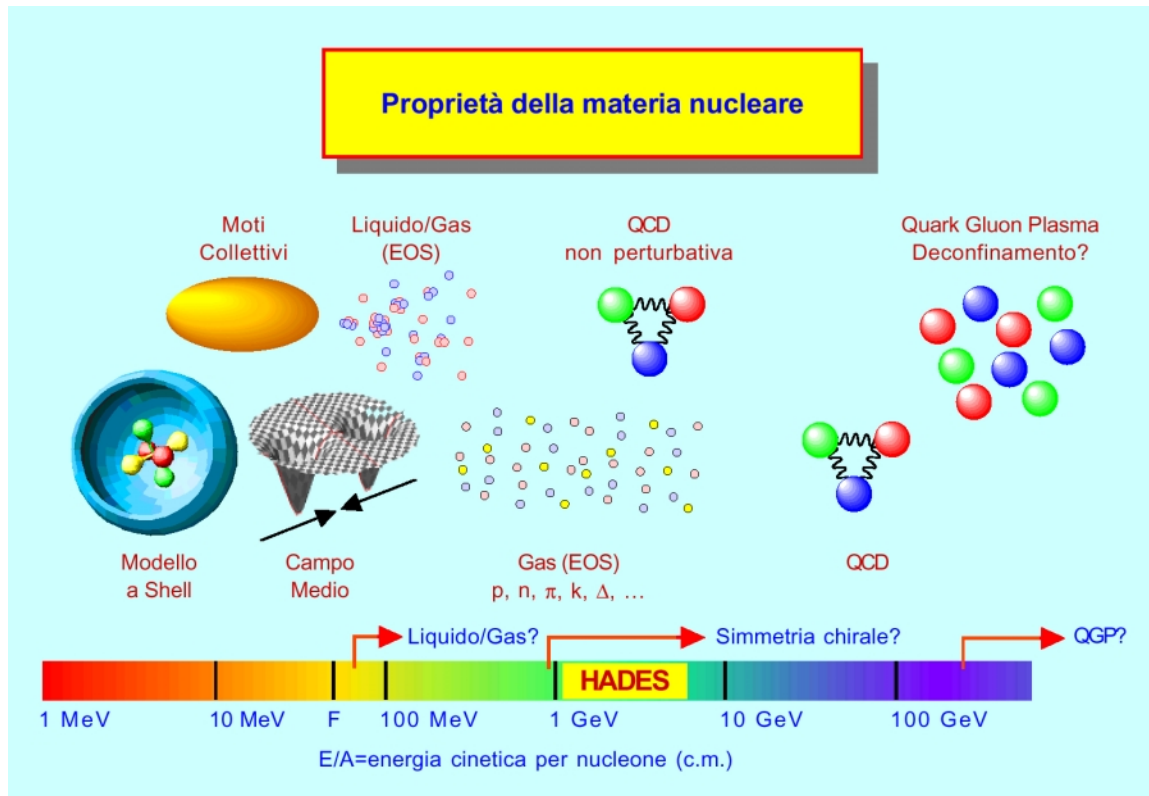


Figura 1 - Proprietà della materia nucleare al crescere dell'energia della collisione

In un tale scenario si cerca di interpretare il comportamento della materia nucleare per mezzo di una equazione di stato che, legando variabili quali pressione, temperatura e densità, fornisca ad esempio spiegazioni ai fenomeni di multi-frammentazione dei nuclei collidenti in termini di una transizione di fase liquido-gas.

Ad energie incidenti più elevate, dell'ordine di 1 A GeV, diversi autori hanno ipotizzato un possibile parziale ripristino di una particolare simmetria, la simmetria chirale [1], che rappresenterebbe un segno precursore di una nuova transizione di fase: da materia adronica a plasma di quark e gluoni (QGP) [2]. Tale ipotesi trae le sue basi da un modello (sigma model) che ipotizza la generazione delle masse degli adroni a partire dal pione ( $\pi$ ) e dal suo partner chirale, il mesone sigma ( $\sigma$ ), tramite un meccanismo di rottura spontanea di simmetria: il sigma infatti ha una massa considerevolmente più elevata del pione, oltre ad essere instabile. Ciò si esprime dicendo che la simmetria chirale è spezzata: pur essendo il sistema simmetrico in linea di principio, la natura spezza spontaneamente la simmetria con la scelta di uno stato fondamentale che è il pione.

In particolare il modello prevede l'esistenza del mesone  $\sigma$  che diversi autori ritengono di

identificare nella risonanza  $f_0$ , anche se tale interpretazione non è universalmente accettata [3]. La posizione di minimo scelta dalla natura per rottura di simmetria fa sì che il pione abbia massa nulla ed il sigma massa finita (in realtà il pione ha massa piccola, non nulla, ma ciò viene spiegato a partire dalla piccola massa intrinseca dei quark  $u$  e  $d$  che lo costituiscono). Il modello prevede inoltre una variazione della massa degli adroni in funzione di densità e temperatura, a causa della presenza di un “condensato” chirale che altro non è se non la densità di energia del vuoto dovuta alla presenza di coppie virtuali quark-antiquark. Ecco dunque che la massa degli adroni, e dei quark in particolare, viene descritta come dovuta a due contributi: il primo, intrinseco, molto piccolo, mentre il secondo è attribuito alla presenza del condensato [1]. In Figura 2 è mostrato un tipico andamento previsto per la massa dei quark up e down (che costituiscono tutti gli adroni stabili o quasi stabili dell’universo); si osservi come a densità e/o temperatura sufficientemente elevata tale massa tende a zero (QGP). In particolare si può notare come la variazione di massa sia più uniforme rispetto a variazioni di densità, con un andamento circa lineare, piuttosto che rispetto alla temperatura, nei confronti della quale si ha un andamento a gradino.

E dunque diventa di estremo interesse capire se al crescere della densità si ha un parziale ripristino della simmetria chirale, poichè quest’effetto potrebbe essere un chiaro segno precursore della transizione a QGP.

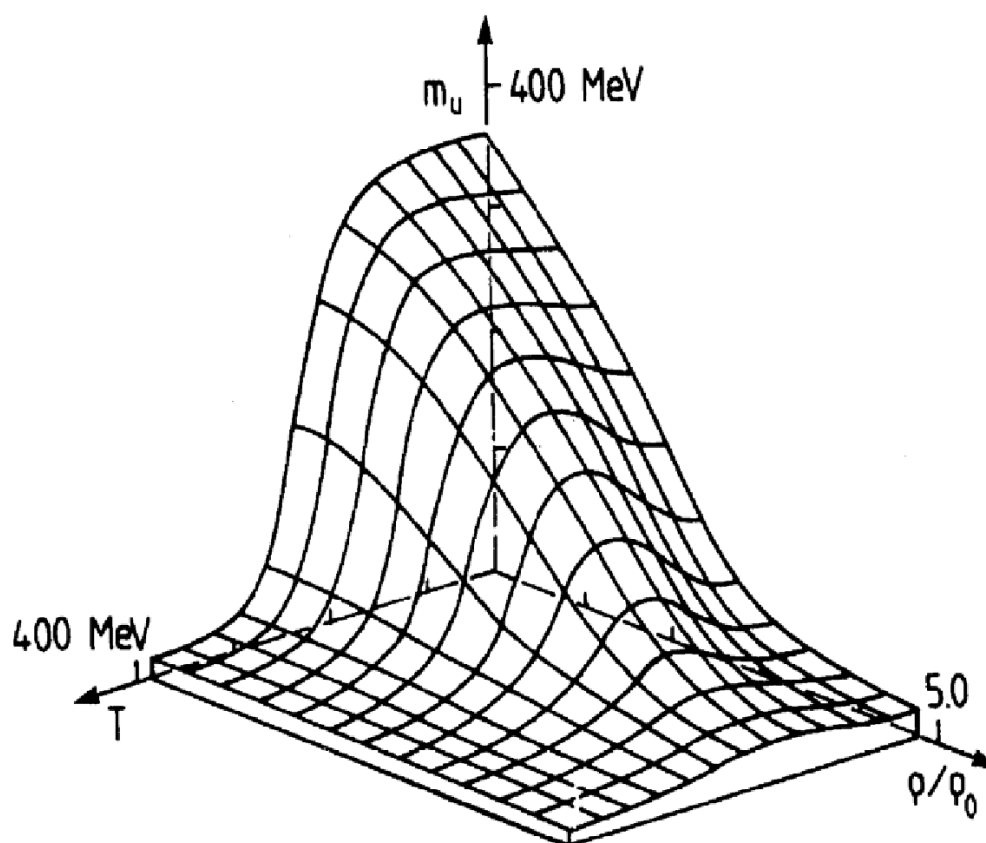


Figura 2 - Un tipico andamento previsto per la massa del quark up; si osservi come a densità e/o temperatura sufficientemente elevata tale massa tende a zero.

### Modelli e loro previsioni

Diversi modelli ulteriori sono stati proposti e sviluppati negli ultimi anni per tentare di prevedere il comportamento della materia adronica al variare di densità e temperatura. Il tema più di frequente affrontato riguarda in particolare il comportamento dei mesoni, principalmente alla luce del fatto che la loro costituzione è intrinsecamente più semplice che

non quella dei barioni (due componenti anzichè tre). I mesoni più studiati in questo contesto sono stati  $\pi$ ,  $\eta$ ,  $\rho$ ,  $\omega$ ,  $k$  e  $\phi$ .

Pressochè tutti i modelli proposti non prevedono variazioni di rilievo nella massa di  $\pi$ ,  $\eta$  e  $k$ , mentre per quanto riguarda  $\rho$ ,  $\omega$  e  $\phi$  (detti mesoni vettori in quanto a spin 1) la situazione risulta variamente articolata e vale dunque la pena di scendere un minimo più in dettaglio per esaminare alcune previsioni.

Il mesone  $\rho$  è una risonanza centrata intorno a 770 MeV con una larghezza di circa 150 MeV. La sua vita media estremamente breve,  $\hbar/2\pi E$ , è dell'ordine di  $4 \cdot 10^{-24}$  s. Il mesone  $\omega$  ha una massa di 782 MeV e una larghezza di 8.4 MeV, con corrispondente vita media di  $7 \cdot 10^{-23}$  s; il mesone  $\phi$ , infine, ha una massa di 1020 MeV e una larghezza di 4.4 MeV, con corrispondente vita media di  $1.3 \cdot 10^{-22}$  s. E' evidente che le vite medie estremamente brevi di tali particelle ne proibiscono la rivelazione diretta, e dunque per il loro studio sperimentale bisogna far ricorso a dei metodi indiretti.

Esiste una vasta letteratura che mostra come differenti approcci teorici portino a previsioni molto diverse sulle proprietà dei mesoni vettori in materia nucleare densa e calda: per ciascuno di essi ogni modello prevede un comportamento differente. A volte un allargamento della risonanza, oppure un suo spostamento verso energie inferiori o superiori, oppure ancora spostamento ed allargamento insieme [4-9]. I pochissimi dati sperimentali oggi disponibili sembrano indicare uno spostamento verso energie più basse (detto dropping mass dei mesoni vettori) [10, 11].

In conseguenza di quanto detto risulta importante poter effettuare misure di massa dei mesoni vettori al variare della densità del mezzo. Sfortunatamente sia la massa che la densità sono delle variabili assai difficili da controllare. Quest'ultima può essere ricavata a partire dai dati dinamici della collisione, vale a dire dal tipo di proiettile e bersaglio, dall'energia incidente, dal parametro d'impatto che si può desumere dal numero di particelle cariche prodotte nella collisione. La misura della massa è relativamente abbordabile nel vuoto, mentre risulta proibitiva nel mezzo.

### **La misura della massa**

Le misure dirette su mesoni vettori sono irrealizzabili, e a maggior ragione lo sono quelle da effettuare all'interno della materia nucleare. La scappatoia consiste nell'utilizzare i prodotti del decadimento dei mesoni per ricostruire la massa tramite il metodo della massa invariante. Purtroppo però i mesoni interagiscono fortemente con la materia nucleare, visto che i loro canali di decadimento preferenziali sono adronici ( $\pi\pi$ ,  $\pi\pi\pi$ , ...). Ciò significa che l'informazione iniziale sul mesone prodotto, che è quella di interesse, è distrutta dall'interazione nello stato finale in quanto non siamo in grado di determinare energia e momento dei prodotti del decadimento. Il metodo immediato per la determinazione della massa non è applicabile nel mezzo. Anche qui esiste una scappatoia: uno tra i vari possibili canali di decadimento dei mesoni vettori prevede che il mesone si trasformi in un fotone virtuale, il quale a sua volta decade immediatamente in una coppia elettrone-positrone ( $e^+e^-$ ) che rappresentano delle sonde indisturbate pressochè ideali. Anche se la probabilità di un tale decadimento è molto bassa, dell'ordine di  $10^{-4}$ , il processo può risultare estremamente vantaggioso: i leptoni non sono soggetti all'interazione forte e dunque trasportano informazione pressochè inalterata sul mesone originario. L'energia a disposizione nel centro di massa, quasi interamente convertita in energia cinetica, è di diverse centinaia di MeV (cioè la massa di riposo del mesone vettore), e quindi la perturbazione del loro moto dovuta all'interazione elettromagnetica con le altre particelle cariche presenti nel mezzo è trascurabile.

### **Il canale di decadimento $e^+e^-$**

La soluzione appena esaminata sembra ideale, in quanto permette di disporre di un canale di misura "puro" con delle sonde imperturbate del decadimento, ma anche in questo caso ci

sono degli inconvenienti. Esiste infatti tutta una varietà di processi che possono portare ad una coppia  $e^+e^-$  nello stato finale, che costituiscono un vero e proprio rumore di fondo nello spettro di massa che si vuole misurare e dei quali è necessario tener conto onde riuscire ad estrarre delle grandezze fisiche significative da ciò che si misura. I più importanti di tali processi sono il decadimento a tre corpi del pione neutro ( $\pi^0 \rightarrow \gamma e^+e^-$ ), il frenamento protone-neutrone ( $pn \rightarrow p n e^+e^-$ ), il decadimento a tre corpi del mesone eta ( $\eta \rightarrow \gamma e^+e^-$ ), il decadimento a tre corpi del barione delta ( $\Delta^0 \rightarrow n e^+e^-, \Delta^+ \rightarrow p e^+e^-$ ).

Gli apparati sperimentali a tutt'oggi realizzati per la misura di di-elettroni sono sostanzialmente due: CERES e DLS. Il primo, operante presso l'acceleratore SPS al CERN, ha prodotto dei dati molto interessanti dai quali si evince un eccesso di produzione di di-elettroni nella regione di massa al di sotto del mesone  $\rho$  solo nel caso di collisioni nucleo-nucleo; un tale eccesso, non spiegabile con alcuno dei meccanismi noti, non si presenta in collisioni protone-nucleo. Purtroppo CERES opera ad energie molto elevate, centinaia di AGeV, e dunque ben al di sopra della soglia energetica per la produzione dei mesoni di interesse; ciò implica che il numero di canali di reazione aperti è elevato e può dar luogo a molteplici interpretazioni dei dati. Il secondo, operante a Berkeley ad energie di 1 AGeV, è ideale da un punto di vista energetico perchè appena al di sopra della suddetta soglia, ma possiede un'accettanza geometrica molto ridotta. Anche DLS ha prodotto indicazioni di un eccesso di di-elettroni nella stessa regione di massa al di sotto del mesone  $\rho$  (Figura 3 e Figura 4). Purtroppo il comune risultato dei due esperimenti è la statistica davvero ridotta: il numero totale di eventi di di-elettroni "puri" è dell'ordine di qualche migliaio in entrambi i casi.

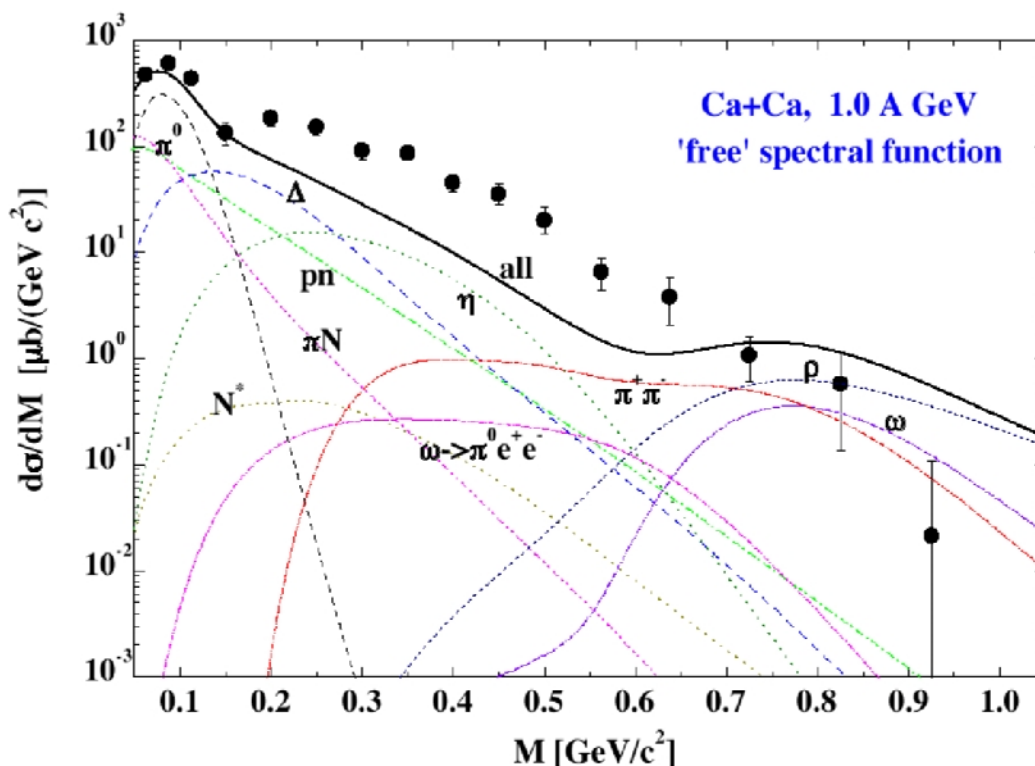


Figura 3 - Spettro di massa invariante  $e^+e^-$  ottenuto nella collisione Ca+Ca ad energia incidente di 1 GeV/amu, confrontato al risultato di una simulazione BUU tramite tutti i processi noti che comportano una coppia  $e^+e^-$  nello stato finale. La curva in nero è la somma di tutti i contributi, i cerchi pieni sono i punti sperimentali. Si noti l'eccesso nella regione tra 0.2 e 0.6 AGeV (collaborazione DLS).

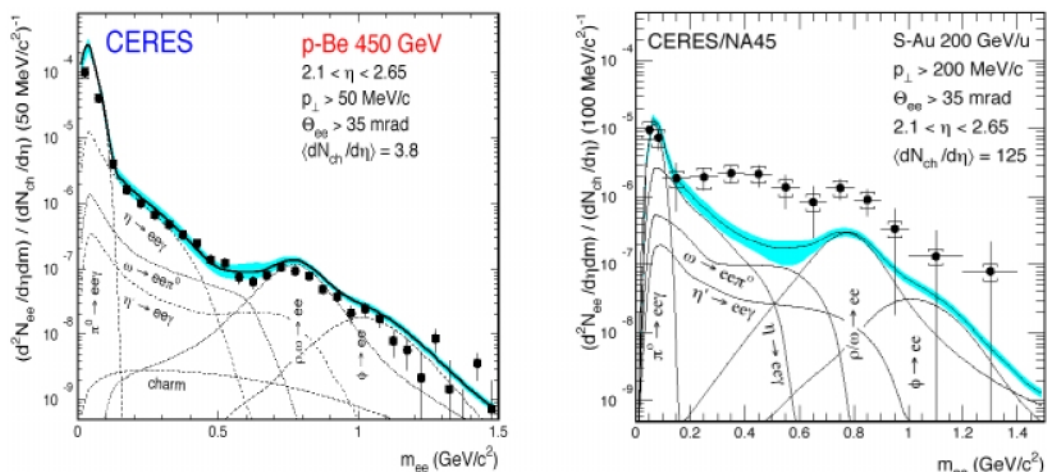


Figura 4 - Spettri di massa invariante e+e- ottenuti dalla collaborazione CERES in collisioni p+Be a 450 GeV e S+Au a 200 GeV/amu. Quando il proiettile è il protone lo spettro rispecchia le simulazioni effettuate con i parametri noti (decadimenti nel vuoto); in collisioni tra ioni pesanti la deviazione dovuta ad effetti del mezzo nucleare è consistente. Le previsioni teoriche, somma di tutti i contributi noti, sono rappresentate dalla banda azzurra, i cerchi pieni sono i punti sperimentali.

Inoltre, allo scopo di poter apprezzare variazioni in strutture fini nello spettro di massa, come ad esempio la risonanza  $\omega$  che è larga circa 8 MeV, sarebbe necessaria una risoluzione in massa dell'ordine di 1-2%, ed in tal caso un istogramma con qualche migliaio di conteggi in totale sarebbe completamente dominato dall'errore statistico. Stesso discorso vale qualora si voglia anche studiare dei processi esclusivi, con caratterizzazione dello spettro di massa in funzione del momento trasverso del mesone vettore - grandezza ricavabile dalla somma vettoriale dei momenti dei prodotti del decadimento.

Gli esperimenti sin qui realizzati ci danno dunque il seguente messaggio: è necessario disporre di un dispositivo per la misura di di-elettroni, dotato di grande accettazione angolare e capacità di operare ad alti tassi di conteggio, in grado di assicurare una risoluzione sia in massa invariante che in momento dell'ordine del percento. E' inoltre di estremo interesse caratterizzarne la produzione in funzione della massa del sistema in esame, e dunque studiare una larga varietà di sistemi, da p+p a Au+Au, in un regime energetico tra 1 e 2 AGeV.

Ecco dunque nascere la collaborazione HADES, con il proposito di studiare più dettagliatamente le proprietà della materia nucleare densa e calda tramite la produzione di dileptoni. A tale scopo è stato deciso di costruire uno spettrometro dedicato, chiamato appunto HADES, che ha anche dato il nome ad un precedente esperimento finanziato negli anni 1997-2000 dalla Commissione III, ed è pertanto doveroso fornire un resoconto dell'attività sin qui svolta.

### L'esperimento HADES

Diamo qui una descrizione schematica dello spettrometro e del suo stato attuale presso il GSI di Darmstadt, in modo da fornire una visione chiara, per quanto possibile, dell'insieme in cui va ad inquadrarsi la nostra proposta. Ricordiamo che la collaborazione, regolata da un Memorandum Of Understanding siglato nel corso del 1999, orbita intorno al GSI, laboratorio presso il quale è installato lo spettrometro. Essa conta i seguenti istituti:

- Institute of Physics, Slovak Academy of Sciences (Bratislava, Slovakia)
- INFN Laboratori Nazionali del Sud, (Catania, Italy)
- Lab. de Physique Corpusculaire, Universite Blaise Pascal/Clermont II (Clermont (Aubiere Cedex), France)
- Niewodniczanski Institute of Nuclear Physics, (Cracow, Poland)



- Smoluchowski Institute of Physics, Jagiellonian University (Cracow, Poland)
- Gesellschaft für Schwerionenforschung (GSI) (Darmstadt, Germany)
- Institut für Kern- und Hadronenphysik, Forschungszentrum Rossendorf (FZR) (Dresden, Germany)
- Lab. of High Energy Physics, Joint Institute of Nuclear Research (JINR) (Dubna, Russia)
- Institut für Kernphysik, Johann Wolfgang Goethe-Universität (Frankfurt, Germany)
- Physikalisches Institut, Justus Liebig Universität (Gießen, Germany)
- Physikalisches Institut, Ruprecht-Karls-Universität (Heidelberg, Germany)
- INFN Sezione di Milano (Milano, Italy)
- MEPhI Department of Electronics, (Moscow, Russia)
- ITEP (Moscow, Russia)
- Physik Department E12, Technische Universität (München (Garching), Germany)
- Department of Natural Science, University of Cyprus (Nicosia, Cyprus)
- Division de Recherche, Institut de Physique Nucleaire (Orsay, France)
- Nuclear Physics Institute, Czech Academy of Sciences (Rez, Czech. Rep.)
- Departamento de Fisica de Particulas, Universidade de Santiago de Compostela (Santiago de Compostela, Spain)
- Instituto de Fisica Corpuscular, University of Valencia (Valencia (Burjasot), Spain)

HADES, High Acceptance Di-Electron Spectrometer, è uno strumento particolarmente selettivo e di grande accettazione, che nasce per lo studio di canali di decadimento in due leptoni ( $e^+e^-$ ) di alta energia in collisioni tra ioni pesanti ad energie dell'ordine del GeV/amu. Un importante canale di ingresso addizionale è costituito da collisioni tra pioni e nuclei, ed a tale scopo presso il GSI è stata sviluppata una facility per produrre fasci di pioni.

Il rivelatore, schematizzato in Figura 5, è costituito da diversi sistemi di rivelazione in cascata con simmetria esagonale. Procedendo nel verso di avanzamento delle particelle da rivelare si ha nell'ordine:

- un rivelatore Cherenkov ad immagine anulare (RICH), con specchio in materiale leggero per riflettere i fotoni prodotti e rivelarli, più indietro della targhetta, tramite un sistema di fotocatodi e rivelatori a gas; questo sistema permette di identificare univocamente gli elettroni e di misurarne accuratamente la direzione di emissione;
- due strati di camere a deriva (Mini Drift Chambers, MDC), seguiti da un sistema di 6 solenoidi, che producono un campo magnetico toroidale, e da altri due strati di camere a deriva: questo sistema permette la determinazione accurata dell'impulso delle particelle tramite misura di variazione di traiettoria prodotta dal campo magnetico;
- il TOF, che copre gli angoli polari tra  $44^\circ$  e  $88^\circ$ , per la determinazione della molteplicità evento per evento, indice della centralità della collisione, e del tempo di volo e direzione di ciascuna particella rivelata;
- un rivelatore di sciame, posto agli angoli polari tra  $13^\circ$  e  $44^\circ$ , realizzato con tre strati di camere a gas intercalate da due strati di convertitori in piombo, per effettuare la discriminazione tra leptoni e adroni.

Durante l'esperimento HADES (1997-2000) sono stati effettuati diversi test con fasci parassiti in configurazioni via via più complete. Nell'autunno di quest'anno è previsto un turno finale di test immediatamente seguito da un turno di misura (C+C, 1.7 AGeV).

Allo stato attuale il rivelatore TOF è completamente installato, lo stesso vale per il rivelatore SHOWER. Il RICH è installato, anche se alcuni elementi dello specchio sono ancora in lavorazione. Stesso discorso per le MDC: due camere sono già installate, saranno sei per il run in autunno e quindici per la fine dell'anno; le restanti nove, già in produzione,

saranno installate nel corso del prossimo anno. Agli angoli polari  $13^{\circ}$ - $44^{\circ}$ , giusto davanti al rivelatore SHOWER, il progetto originale del 1995 prevedeva una continuazione del muro di tempo di volo TOF, al quale si è dovuto finora rinunciare per motivi di budget. In alternativa si è dunque installato un muro a granularità estremamente ridotta realizzato da un gruppo di Troitsk (Russia), detto TOFINO, che permetterà di effettuare la sperimentazione con sistemi medio-leggeri. Per una successiva sperimentazione con sistemi pesanti sarà quasi certamente necessario realizzare la parte mancante ad elevata granularità del TOF.

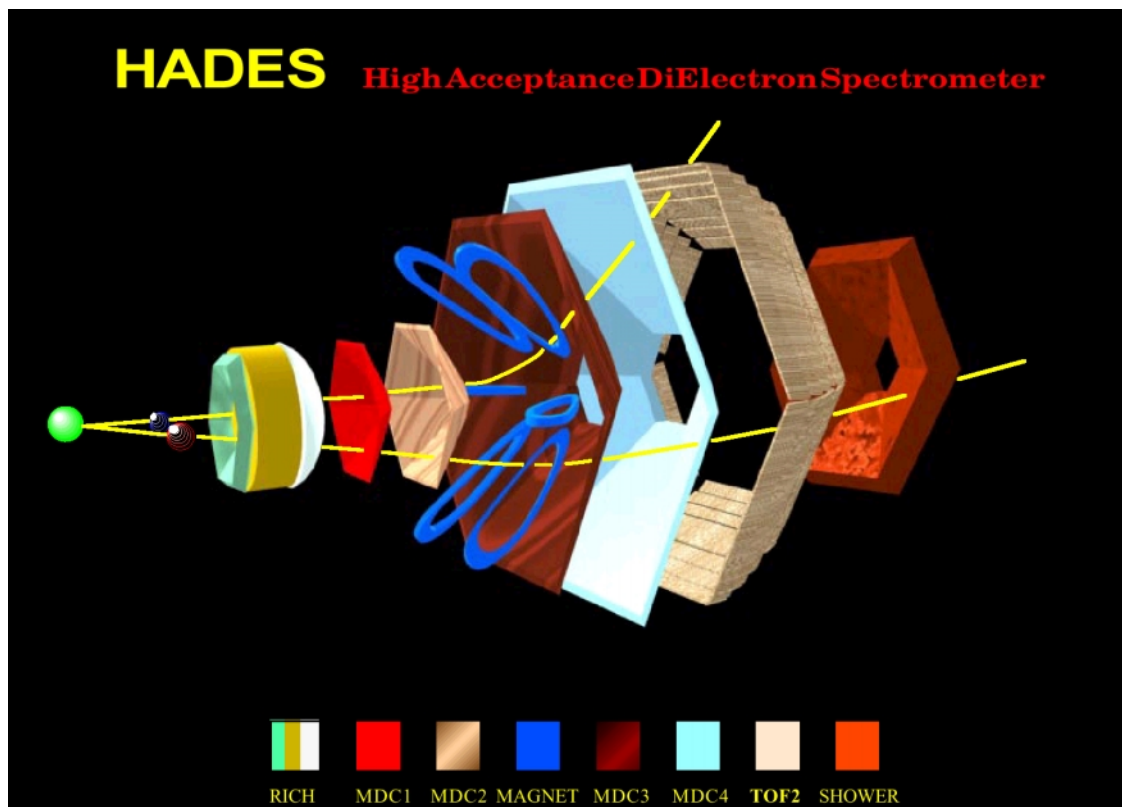


Figura 5 - Schema tridimensionale dello spettrometro HADES, aperto lungo la direzione longitudinale per maggior chiarezza; in condizioni operative tutti gli elementi di rivelazione si insinuano uno nell'altro rendendo la struttura estremamente compatta.

Durante un test run effettuato nel Settembre 1999 si è avuta l'occasione di avere in funzione contemporaneamente un settore del rivelatore MDC1 in coincidenza con il corrispondente settore del TOF e dello SHOWER, unitamente al magnete. I dati raccolti in questo breve run di C+C a 1.4 AGeV hanno prodotto 1082 eventi in coincidenza, a molteplicità rivelata uguale a 1, che hanno permesso di produrre uno spettro di massa delle particelle rivelate. Ciò, ovviamente, sfruttando i dati raccolti nelle stesse condizioni a magnete spento, che hanno permesso la calibrazione. La risoluzione in momento è chiaramente scadente, in quanto per la determinazione della traccia dopo il magnete si è usato il TOF ( $\Delta x \approx 6\text{cm}$ ) anziché le MDC ( $\Delta x \approx 100\mu\text{m}$ ). Ciononostante si è riusciti a ricostruire lo spettro di massa mostrato in Figura 6.

Durante un test run effettuato nel Dicembre 1999, pur non avendo il magnete in funzione, si è collezionata una discreta statistica con tutti i rivelatori in coincidenza, cosa che ha permesso una calibrazione reciproca tramite la costruzione di diversi plot di correlazione tra i vari rivelatori. In particolare il RICH ha permesso di selezionare leptoni, come comprovato dallo spettro di tempo di volo inclusivo raffrontato a quello in coincidenza con il RICH (Figura 7). In Figura 8 è mostrata una distribuzione dei conteggi sul TOF nel sistema di coordinate del laboratorio, che mette in evidenza la geometria del rivelatore stesso. In

Figura 9 si può osservare una fotografia dello spettrometro durante la preparazione del test in Maggio 2000.

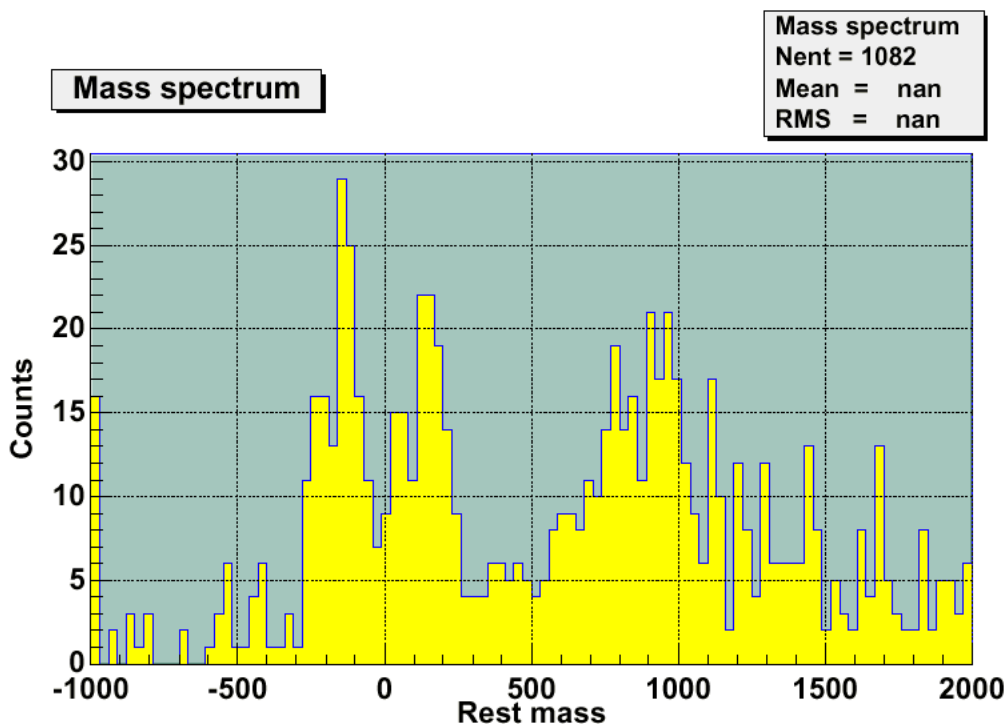


Figura 6 - Spettro di massa preliminare ottenuto in collisione C+C a 1.4 AGeV utilizzando parte dello spettrometro (una MDC, il magnete, un settore del TOF), durante un test run in Settembre 1999.

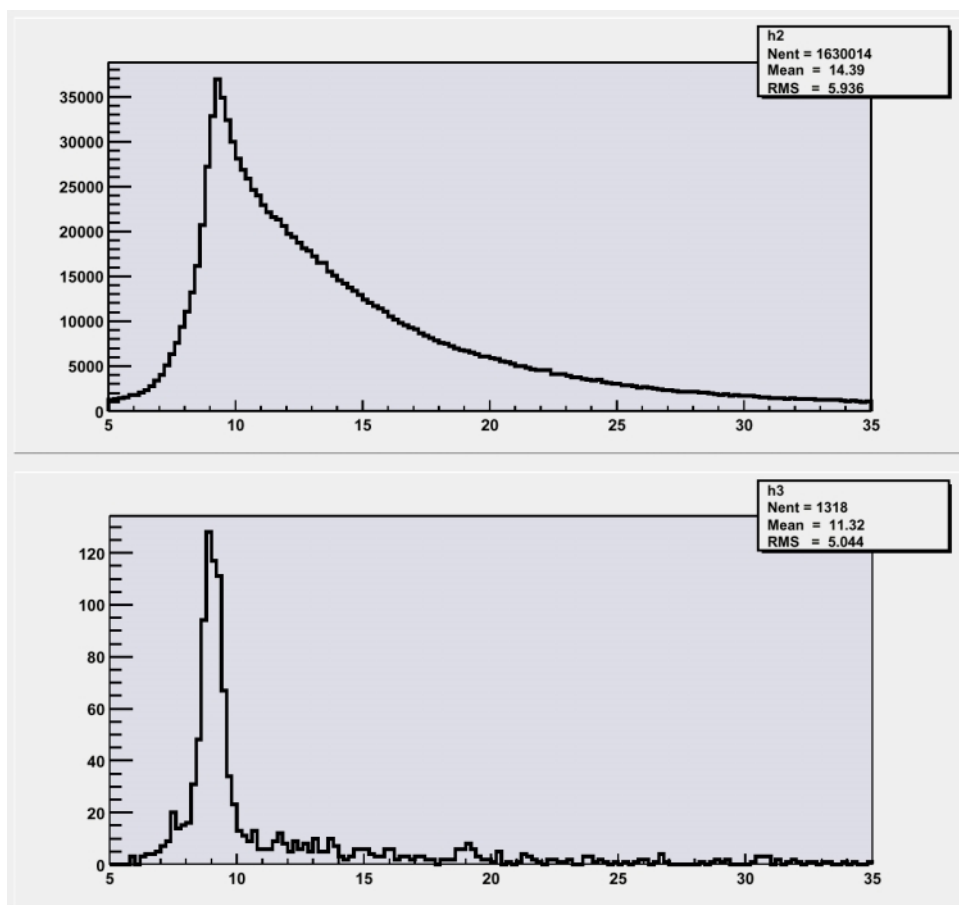


Figura 7 - Spettro inclusivo di tempo di volo, normalizzato a 3m (in alto); spettro di tempo di volo, normalizzato a 3m, per le particelle rivelate nel RICH (candidati leptoni).

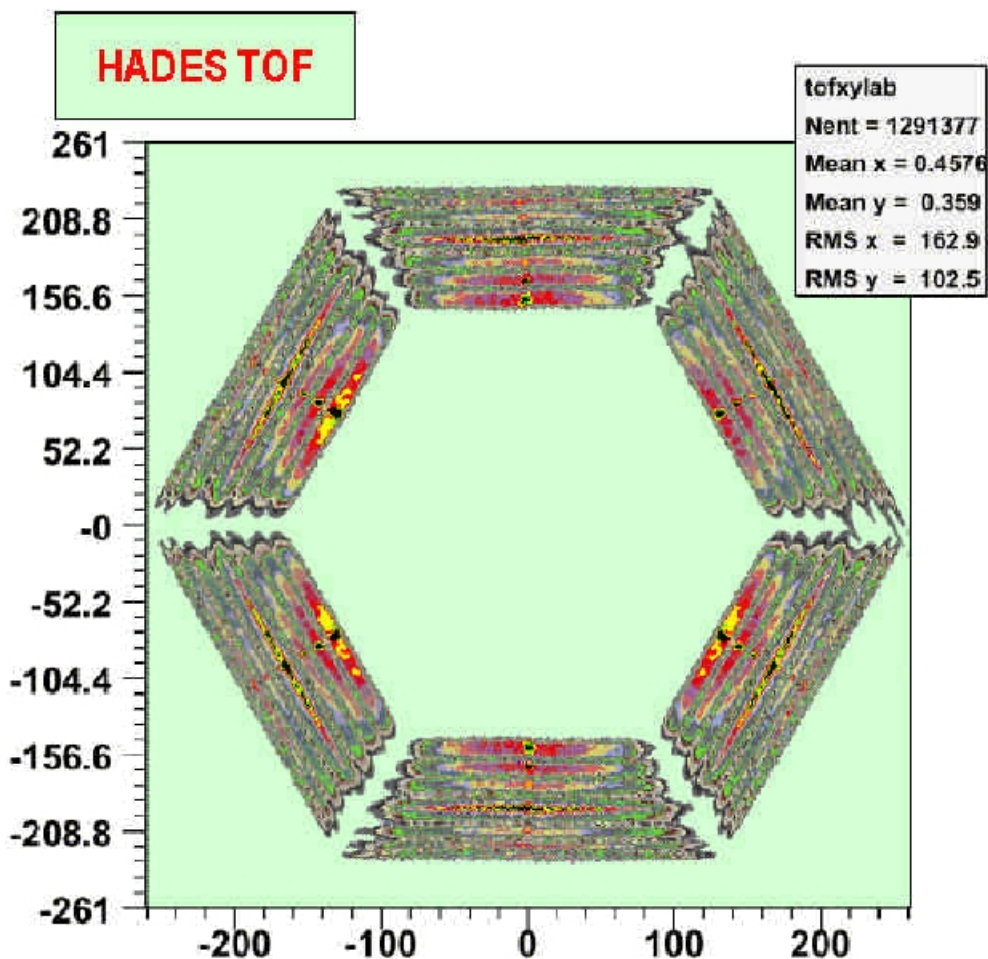


Figura 8 - Distribuzione dei conteggi sul TOF nel sistema di coordinate del laboratorio, che evidenzia la geometria del rivelatore stesso.

E' doveroso mettere in evidenza che l'elettronica del TOF, che fornisce prestazioni più che eccellenti, è stata quasi interamente sviluppata in seno al gruppo, ingegnerizzata in collaborazione con aziende italiane e adesso utilizzata e/o richiesta da altri gruppi sia all'interno che all'esterno di HADES. Stesso discorso vale per il know-how acquisito relativamente ai rivelatori a scintillazione, che permettono una risoluzione in tempo di volo ben al di sotto di 100ps. E' altresì doveroso menzionare che il gruppo italiano costituisce un punto di riferimento anche rispetto al software di monitoraggio online e di analisi: nell'ambito del software della collaborazione (Hydra), basato su ROOT, è stato infatti realizzato un pacchetto interattivo altamente affidabile che permette una gestione agevole dell'analisi, con costruzione di multi-istogrammi, condizioni e quant'altro occorre basato su interfaccia grafica (GUI). In tale contesto è anche stata richiesta la nostra collaborazione dagli autori del ROOT.

### **L'esperimento HADES2**

La nuova proposta di esperimento, a naturale continuazione della realizzazione dello spettrometro, si propone di iniziare la sperimentazione fisica connessa alle problematiche sopra descritte. In particolare il gruppo italiano, costituito da personale dei Laboratori Nazionali del Sud e della Sezione di Milano, è maggiormente interessato alla sperimentazione con fasci di ioni che sono la diretta estensione della problematica aperta (e non conclusa) dalla collaborazione DLS, ferma restando la sua piena partecipazione a tutti gli esperimenti in programma.

Diamo qui di seguito alcune brevi note esplicative della richiesta finanziaria inoltrata.

- *Materiale inventariabile.* L'esperienza acquisita nel corso della sperimentazione di test ha

messo in evidenza la necessità di disporre di un certo numero di parti di ricambio, che rappresentano la quasi totalità della richiesta.

- *Materiale di consumo.* Si rende purtroppo necessario realizzare 6 moduli “segment controller” ed un modulo CPU di readout, ovviamente relativi al TOF, in versioni reingegnerizzate per sopperire a problemi vari (tra cui una limitazione del tasso di conteggio sostenibile). La nuova realizzazione sarà effettuata in collaborazione con i gruppi di Giessen e di Monaco.

I test effettuati hanno anche messo in evidenza un eccessivo deterioramento dei segnali di ampiezza nel percorso dai tubi fotomoltiplicatori agli shaper, anche a causa della lunghezza superiore a quanto inizialmente previsto per motivi di set-up meccanico. Pertanto si rende necessario realizzare dei cavi più costosi (coassiali a connettori singoli). Si chiede inoltre un modesto contributo per le manutenzioni e riparazioni ordinarie dell’elettronica e del rivelatore.

- *Missioni.* La richiesta di fondi per missioni è stata formulata sulla base dell’esperienza acquisita negli anni precedenti. E’ doveroso menzionare che il GSI ha generalmente sostenuto parte delle spese, sia con fondi della Comunità Europea che con fondi locali, e sulla base di ciò le nostre precedenti richieste all’INFN sono sempre state proporzionalmente ridotte, così come lo è la presente. Purtroppo per il 2001 non saranno disponibili fondi EC, nondimeno noi confidiamo (ottimisticamente) di ricevere ugualmente supporto come negli anni precedenti.

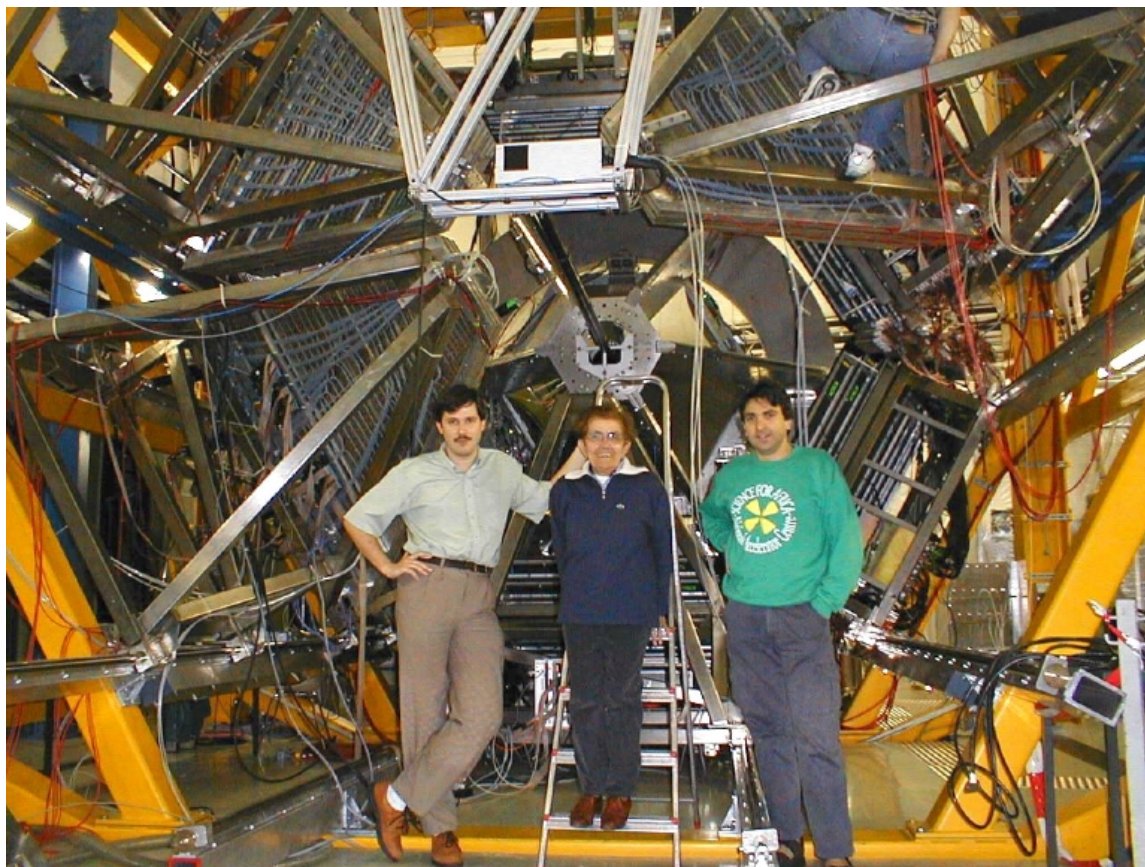


Figura 9 - Lo spettrometro HADES in preparazione del test su fascio di Maggio 2000.

### **Riferimenti bibliografici**

- [1] V.Koch, LBNL-39463 UC-413;  
G.E.Brown, M.Rho, Nucl. Phys. A590 (1995) 527.
- [2] J.Engels, F.Karsch, K.Redlich, Nucl. Phys. B435 (1995) 295.
- [3] N.A.Törnqvist, M.Roos, Phys. Rev. Lett. 76 (1996) 1575;  
N.Isgur, J.Speth, Phys. Rev. Lett. 77 (1996) 2332.
- [4] W.Cassing, E.L.Bratkovskaya, Phys. Rep. 308 (1999) 65.
- [5] T.Hatsuda and S.H.Lee, Phys. Rev. C 46 (1992) R34.
- [6] F.Klingl and W.Weise, Nucl. Phys. A606 (1996) 329.
- [7] R.Rapp, G.Chanfray and J.Wambach, Nucl. Phys. A617 (1997) 472.
- [8] M.Herrmann, B.Friman and W.Nörenberg, Nucl. Phys. A560 (1993) 411.
- [9] G.E.Brown and M. Rho, Phys. Rev. Lett. 66 (1991) 2720.
- [10] R.J.Porter et al., Phys. Rev. Lett. 79 (1997) 1229.
- [11] J.Stachel, proc. Nuclear Physics Conference, Paris, August 1998, in stampa su Nucl. Phys. A.

Nuovo Esperimento	Gruppo
SIS-2	3

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

Rappresentante Nazionale: G.Immè

Struttura di appartenenza: Sezione Catania

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

Ricercatore responsabile locale: Raciti Giovanni

## PROGRAMMA DI RICERCA

### A) INFORMAZIONI GENERALI

<b>Linea di ricerca</b>	Collisioni nucleo-nucleo ad energie relativistiche.
<b>Laboratorio ove si raccolgono i dati</b>	GSI-Darmstadt (Germania)
<b>Acceleratore usato</b>	SIS(Unilac+Sincrotrone) + FRS (Fragment Separator)
<b>Fascio (sigla e caratteristiche)</b>	Au e fasci secondari di isotopi di Sn Einc > 400 MeV/u
<b>Processo fisico studiato</b>	Multiframmentazione e transizione di fase.
<b>Apparato strumentale utilizzato</b>	ALADiN (Magnet, TP-MUSIC, ToF, HODO-CT)
<b>Sezioni partecipanti all'esperimento</b>	Sezione di Catania L.N.S.
<b>Istituzioni esterne all'Ente partecipanti</b>	GSI-Darmstadt, Univ.Frankfurt, Mainz, MPI-Heidelberg
<b>Durata esperimento</b>	2 anni

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

PERIODO	ATTIVITA' PREVISTA
2001	Trasporto e montaggio HODO-CT al GSI. Test apparato sperimentale. Turno presa dati.
2002	Anali dati. Primi dati fisici.

Nuovo Esperimento	Gruppo
SIS-2	3

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

**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 con ricercatori italiani					3	<b>3</b>	
	Estero	Montaggio HODO-CT (20 gg) Turno Test Setup (10 gg) Turno Misura (20 gg) e Riunione per Discussione analisi Dati (6 gg) Aladin Collaboration Meeting (5 gg)					16,5 10,7 26,5 3,5	<b>57,2</b>	
Materiale Consumo	200 Preamplificatori di Carica					12	<b>44</b>		
	100 Fotodiodi					20			
	20 Nastri DLT					2			
	Materiale vario costruzioni meccanica supporti, cavi e connettori					10			
Trasp.e facch.	Trasporto HODO-CT, elettronica e SdAD al GSI					15	<b>15</b>		
Spese Calcolo	Consorzio	Ore CPU	Spazio Disco	Cassette	Altro				
Affitti e manutenz. apparecchiati.									
Materiale Inventariabile									
Costruzione Apparati									
<b>Totale</b>							<b>119,2</b>		
Note:									



**Struttura**

**L.N.S.**

**ALLEGATO MODELLO EN2**

Dettaglio sulle richieste di finanziamento - LNS

Missioni Estero : 57. ML

· Montaggio Odoscopio al GSI:

1 Ricercatore per 20 gg 10.0 ML

1 Borsista per 10 gg 4.0 "

2 viaggi in aereo 2.5 "

totale 16.5 ML

· Una riunione plenaria annuale della Collaborazione ALADiN:

1 Ricercatore per 5 gg 2.2 ML

1 viaggio in aereo 1.3 "

totale 3.5 ML

· Un turno per test set-up di rivelazione:

1 Ricercatore per 10 gg 5.0 ML

1 Borsista per 8 gg 3.2 "

2 viaggi in aereo 2.5 "

totale 10.7 "

· Un turno misura al GSI:

1 Ricercatore per 20 gg 10.0 ML

1 Borsista per 15 gg 6.0 "

2 viaggi in aereo 2.5 "

totale 18.5 ML

· Una riunione per discussione su analisi dati:

1 Ricercatore per 6 gg 3.2 ML

1 Borsista per 6 gg 2.4 "

2 viaggi in aereo 2.4 "

totale 8.0 ML

Totale : 57. ML

Materiale di consumo : 44.0 ML

· Materiale vario per lavorazioni meccaniche

Supporti rivelatori, cavi, connettori 10.0 ML

· 200 preampl. di carica 12.0 ML

· 100 fotodiodi 20.0 ML

· 20 nastri DLT 2.0 ML

totale 44.0 ML

Trasporto : 15.0 ML

· Trasporto HODO-CT e relativa elettronica e Sistema di Acquisizione Dati e materiale avuto in prestito dal GSI per misure al LNS da Catania al GSI.

Nuovo Esperimento	Gruppo
SIS-2	3

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

**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	57	44	15					119
2002	3	32		15					50
<b>TOTALI</b>	<b>6</b>	<b>89</b>	<b>44</b>	<b>30</b>					<b>169</b>

Note:

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

Mod. EN. 3

(a cura del responsabile locale)



Codice	Esperimento	Gruppo
3	SIS-2	3

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

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

<b>LAUREANDI</b> Cognome e Nome	Associazione		Titolo della Tesi
	SI	NO	
Rascunà Simone Relatore G.Raciti	<input type="radio"/> SI	<input type="radio"/> NO	Indagine sistematica della Curva Calorica 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

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

DENOMINAZIONE	DESCRIZIONE PRODOTTO O COMMESSA
MICROTEL-Milano	Preamplificatori ibridi a basso consumo
MICRON Semiconductor Ltd ENGLAND	Rivelatori a semiconduttore e fotodiodi

Codice	Esperimento	Gruppo
3	SIS-2	3

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

**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
3	SIS-2	3

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

**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)