

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

Codice	Esperimento	Gruppo
	SCIDRA	5

<b>Struttura</b>
<b>MILANO</b>

Ricercatore  
responsabile locale: A. Longoni**Rappresentante  
Nazionale:** A. LONGONIStruttura di  
appartenenza: Milano

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

**INFORMAZIONI GENERALI**

<b>Linea di ricerca</b>	Rivelatore per raggi X e Gamma basati su scintillatori accoppiati a matrice di rivelatori a deriva a semiconduttore
<b>Laboratorio ove si raccolgono i dati</b>	Politecnico di Milano Dip. Elettronica e Informazione
<b>Sigla dello esperimento assegnata dal Laboratorio</b>	
<b>Acceleratore usato</b>	
<b>Fascio (sigla e caratteristiche)</b>	
<b>Processo fisico studiato</b>	
<b>Apparato strumentale utilizzato</b>	Strumentazione CAD per simulazione e disegno di dispositivi e circuiti elettronici Strumentazione da laboratorio per caratterizzazione di rivelatori e circuiti elettronici
<b>Sezioni partecipanti all'esperimento</b>	MI
<b>Istituzioni esterne all'Ente partecipanti</b>	Max Planck Institute (Monaco, Germania), Brookhaven National Laboratory (USA), TESRE (CNR Bologna), IFCTR (CNR Milano)
<b>Durata esperimento</b>	3 anni

Codice	Esperimento	Gruppo
	SCIDRA	5

<b>Struttura</b>
<b>MILANO</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	Collaborazioni riunioni INFN					4	4	
	Estero	Collaborazioni con MPI (Germania), BNL (USA), congressi nel settore					15	15	
Materiale Consumo	Ceramiche per rivelatori, lavorazioni Scintillatori, collimatori Componenti e circuiti elettronici Sorgenti di calibrazione					48	48		
Trasp.e facch.									
Spese Calcolo	Consorzio	Ore CPU	Spazio Disco	Cassette	Altro				
Affitti e manutenz. apparecchiati.									
Materiale Inventariabile	Unita' di calcolo (PC) Traslatore lineare micrometrico					16	16		
Costruzione Apparati									
<b>Totale</b>							<b>83</b>		
Note:									

Codice	Esperimento	Gruppo
	SCIDRA	5

<b>Struttura</b>
<b>MILANO</b>

**ALLEGATO MODELLO EC 2**

## Note al piano finanziario di spesa 2001

## a) Materiale inventariabile

- Unita' di calcolo (PC), da interfacciarsi all'elettronica di back-end dell'esperimento tramite sistema LabView, per l'acquisizione ed elaborazione dei segnali provenienti dai diversi canali del rivelatore.

Tale acquisizione e' fondamentale per l'esecuzione dell'esperimento, che richiede un PC dedicato specificatamente a questa attivita'. Il PC attualmente utilizzato e' in prestito temporaneo da parte del CNR ed e' di prestazioni insufficienti per l'acquisizione e l'elaborazione dei segnali provenienti dall'elettronica a molti canali realizzata nell'ambito del progetto.

Il costo previsto (PC + scheda + software LabView) e' di 8 ML.

- Traslatore lineare micrometrico per movimentazione motorizzata con relativo driver. Il traslatore micrometrico motorizzato qui proposto costituisce il secondo asse di un sistema di traslazione X, Y di cui l'unita' base di controllo ed il primo asse sono stati acquistati con finanziamenti INFN degli scorsi anni.

Il costo previsto e' di 8 ML.

## b) Materiale di consumo

- Ceramiche di supporto per il rivelatore SDD a 19 elementi (12ML), collimatori (3ML), lavorazioni meccaniche (6ML), scintillatori (4ML). La spesa prevista e' di 25ML.

- Ceramiche di supporto (8ML) per la sperimentazione di un SDD 30mm<sup>2</sup> singolo e di un array di 4 elementi, lavorazioni meccaniche, componenti e circuiti elettronici (5ML), transistori Gresham di front-end per il rivelatore (3ML), scintillatori (2ML). La spesa prevista e' di 18 ML.

- Sorgenti radioattive di calibrazione (57Co, 137Cs). Il costo previsto e' di 5ML.

## c) Missioni estere

- Collaborazione con il Max Planck Institut di Monaco di Baviera e con il BNL (USA) per lo sviluppo del rivelatore (approssimativamente 8 giorni per 2 persone) e partecipazione ad alcuni importanti congressi nel settore per un totale previsto di 15 ML.

## d) Missioni italiane

- Collaborazioni con gruppi di ricerca di Bologna, riunioni INFN. Stimate circa 8 missioni con un costo medio di 0.5ML per missione, per un totale di 4 ML.

Spesa totale prevista: 83 ML

Codice	Esperimento	Gruppo
	SCIDRA	5

<b>Struttura</b>
<b>MILANO</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	4	15	48				16		<b>83</b>
<b>TOTALI</b>	<b>4</b>	<b>15</b>	<b>48</b>				<b>16</b>		<b>83</b>

Note:

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

Non si ravvisano difficoltà

**Mod. EC. 3**

(a cura del responsabile locale)

Codice	Esperimento	Gruppo
	SCIDRA	5

<b>Struttura</b>
<b>MILANO</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.	
MILANO	4	15	48				16		83	0
<b>TOTALI</b>	<b>4</b>	<b>15</b>	<b>48</b>				<b>16</b>		<b>83</b>	<b>0</b>

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

Note:

Codice	Esperimento	Gruppo
	SCIDRA	5

<b>Struttura</b>
<b>MILANO</b>

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

Vedi allegato 1 in SCIDRA.pdf

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

Vedi allegato 1 in SCIDRA.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
1998	2	10	30						<b>42</b>
1999	2	12	40						<b>54</b>
2000	3	10	20				20		<b>53</b>
<b>TOTALE</b>	<b>7</b>	<b>32</b>	<b>90</b>				<b>20</b>		<b>149</b>

Codice	Esperimento	Gruppo
	SCIDRA	5

<b>Struttura</b>
<b>MILANO</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	4	15	48				16		<b>83</b>
<b>TOTALI</b>	<b>4</b>	<b>15</b>	<b>48</b>				<b>16</b>		<b>83</b>

Note:





Codice	Esperimento	Gruppo
	SCIDRA	5

<b>Struttura</b>
<b>MILANO</b>

**REFEREES DEL PROGETTO**

Cognome e Nome	Argomento
Gian Mario Bilei	

**MILESTONES PROPOSTE PER IL 2001**

Data completamento	Descrizione
6/30/2001	Sviluppo e caratterizzazione di un rivelatore per gamma basato su un rivelatore a deriva a semiconduttore (SDD) di area pari a 30mm <sup>2</sup> accoppiato ad un cristallo CsI(Tl).
12/31/2001	Sviluppo e caratterizzazione di un rivelatore per misure di energia e posizione basato su un array monolitico di 19 SDD accoppiato a scintillatore (Anger Camera)

**COMPETITIVITA' INTERNAZIONALE**


**LEADERSHIPS NEL PROGETTO**

Cognome e Nome	Funzioni svolte
Longoni Antonio	Responsabile Nazionale

Codice	Esperimento	Gruppo
	SCIDRA	5

<b>Struttura</b>
<b>MILANO</b>

**Consuntivo anno 1999/2000**

<b>LAUREATI</b>		
Cognome e Nome	Titolo della Tesi	Sbocco professionale
Boschini Luca Laurea in Ing. Elettronica	Rivelatori di posizione ed energia per raggi gamma basati su scintillatori accoppiati a camera a deriva	Elettronica, strumentazione
Laurea in		
<b>DOTTORI di RICERCA</b>		
Dott in		
<b>PRESENTAZIONI A CONFERENZE SU INVITO E SEMINARI SIGNIFICATIVI</b>		
Relatore	Titolo	Conferenza o luogo
Fiorini Carlo	Semiconductor drift detectors and new associated electronics	Workshop on X-ray Free Electron Laser at Desy, Amburgo (Germania)
Longoni Antonio	Semiconductor Drift Detectors for spettroscopy and imaging X and gamma	EDXRF 2000, Cracovia

Codice	Esperimento	Gruppo
	SCIDRA	5

<b>Struttura</b>
<b>MILANO</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
24-10-1999	First Prototype of a Gamma-Camera Based on Single CsI(Tl) Scintillator Coupled to a Silicon Drift Detector Array", 1999 IEEE Nuclear Science Symposium and Medical Imaging	Seattle (USA)
06-10-1999	New detectors for gamma-ray Spectroscopy and Imaging, based on Scintillators coupled to Silicon Drift Detectors", Symposium on Applications of Particle Detectors	Siegen (Germania)
22-5-2000	Gamma-ray imaging detectors based on SDDs coupled to scintillators, Pisa Conference	La Bodiola, Isola d'Elba
05-6-2000	Gruppo di lezioni su "Sensori", organizzato da A. Longoni per la Scuola di Dottorato del Gruppo Elettronica. Lezione di A.Longoni su Rivelatori a Deriva a Semiconduttore	Parma

**SIGNIFICATIVE COMMESSE E RELATIVO IMPORTO**

ANAGRAFICA FORNITORE	DESCRIZIONE PRODOTTO O COMMESSA	IMPORTO (ML)

Codice	Esperimento	Gruppo
	SCIDRA	5

<b>Struttura</b>
<b>MILANO</b>

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

Data completamento	Descrizione
6/30/2000	Completamento dell'elettronica di lettura e filtraggio dei segnali provenienti dai rivelatori (19 canali).
<b>Commento al conseguimento delle milestones</b>	

**SVILUPPO DI STRUMENTAZIONE INNOVATIVA**

Vedi allegato 2 in SCIDRA.pdf

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

Vedi allegato 2 in SCIDRA.pdf

Codice	Esperimento	Gruppo
	SCIDRA	5

<b>Struttura</b>
<b>MILANO</b>

**Elenco delle pubblicazioni anno 1999/2000**

C. Fiorini, F. Perotti, A. Longoni, C. Labanti, E. Rossi, "Position and Energy Resolution of a new Gamma-ray Detector based on a single CsI(Tl) Scintillator coupled to a Silicon Drift Chamber Array", IEEE Trans. Nucl. Sci., 46, n. 4, 858-864, 1999.

A. Castoldi, C. Fiorini, C. Guazzoni, A. Longoni, L. Struder, "Semiconductor Drift Detectors: Applications and New Devices", X-ray Spectrometry, Vol. 28, n.5, September 1999, pp. 312-316.

P. Leutenegger, J. Kemmer, P. Lechner, L. Struder, A. Longoni, C. Fiorini, "Silicon drift detectors as radiation monitors for X-rays, gamma rays and particles", Proceedings of SPIE's International Symposium on Astronomical Telescopes and Instrumentation 2000, Munich, Germany, 27-31 March 2000, 4012-65.

C. Fiorini, A. Longoni, J. Kemmer, P. Lechner, P. Leutenegger, L. Struder, "Gamma cameras with SDDs coupled to scintillators", Proceedings of SPIE's International Symposium on Astronomical Telescopes and Instrumentation 2000, Munich, Germany, 27-31 March 2000, 4012-68.

L. Boschini, C. Fiorini, "A Monte Carlo Optical Code for the Study of Gamma Cameras Based on a Scintillator Read out by a Silicon Photodetector Array", 1999 IEEE Nuclear Science Symposium and Medical Imaging Conference, October 24-30, 1999, Seattle, USA, Conference Record.

C. Fiorini, A. Longoni, F. Perotti, C. Labanti, E. Rossi, P. Lechner and L. Struder "First Prototype of a Gamma-Camera Based on a Single CsI(Tl) Scintillator Coupled to a Silicon Drift Detector Array", 1999 IEEE Nuclear Science Symposium and Medical Imaging Conference, October 24--30, 1999, Seattle, USA, Conference Record.



## Allegato n°1

Esperimento        SCIDRA  
Gruppo                V

### A) Attività svolta nell'anno 2000 (III anno della ricerca)

Nel corso dell'anno 2000, **III anno della ricerca**, l'attività dell'esperimento SCIDRA si è sviluppata su due fronti. Da una parte si è sviluppata la ricerca relativa all'impiego di arrays monolitici di rivelatori a deriva a semiconduttore (SDDs, Silicon Drift Detectors) accoppiati a un singolo cristallo scintillatore (secondo lo schema della Anger camera). Da un'altra parte si è sviluppata la ricerca relativa all'impiego di arrays di SDD indipendenti di grande area attiva, accoppiati a cristalli scintillatori singoli o multipli. Si è data la priorità al primo fronte di ricerca, in accordo con le indicazioni ricevute dai revisori dell'esperimento SCIDRA e in considerazione di alcuni problemi tecnici in sede di produzione dei rivelatori indipendenti di grande area.

Per quanto riguarda il **primo fronte** della ricerca, **nel primo semestre del 2000**, è stato sviluppato e caratterizzato un primo prototipo di rivelatore gamma per **misure di energia e di posizione in due dimensioni** basato su di un array monolitico bidimensionale di **7 rivelatori a deriva a semiconduttore** (ciascuno dei quali caratterizzato da un'area attiva di  $5 \text{ mm}^2$ ) accoppiato ad un singolo cristallo scintillatore di CsI(Tl).

Per le misure di caratterizzazione di questo prototipo è stato modificato e riconfigurato opportunamente il setup sperimentale utilizzato per il test sull'array monolitico lineare effettuato nel corso del precedente anno (1999). Inoltre, sono stati realizzati i circuiti elettronici per la polarizzazione del rivelatore e per l'amplificazione dei segnali provenienti dallo stesso, nonché tutti i montaggi meccanici richiesti dall'esperimento. E' stato installato sul contenitore dell'array bidimensionale un carrello per la movimentazione manuale di un porta-sorgente allo scopo di posizionare collimatori opportunamente sagomati per effettuare misure di immagini gamma. Il contenitore ed il carrello sono stati inseriti in una camera climatica per il controllo della temperatura.

La misura del rumore elettronico del sistema, effettuata tramite diretto irraggiamento dell'array senza cristallo con una sorgente radioattiva, ha fornito un valore di ENC (Equivalent Noise Charge), medio tra le sette unità, di circa 30 e- r.m.s. a  $0^\circ\text{C}$  e  $4 \mu\text{s}$  di tempo di formatura (quest'ultimo scelto sufficientemente lungo considerata la costante di tempo di scintillazione di circa  $1 \mu\text{s}$ )

Allo scopo di realizzare un primo prototipo di rivelatore di posizione in due dimensioni secondo il noto schema della **Anger Camera**, si è accoppiato un singolo cristallo scintillatore CsI(Tl) (1.4 mm di spessore) con l'intero array. La determinazione della posizione d'interazione avviene tramite la misura del baricentro della carica raccolta dai singoli elementi. Per le misure preliminari sull'array e' stata utilizzata la catena elettronica di lettura sviluppata nei precedenti anni di questo esperimento. La catena consente la misura della posizione d'interazione e contemporaneamente l'acquisizione dello spettro di energia dei gamma misurati. Con il rivelatore posto ad una temperatura di circa  $0^\circ\text{C}$ , è stata misurata **una risoluzione spaziale pari a 0.6 mm FWHM** utilizzando un collimatore di 0.3 mm di diametro ed una sorgente di  $^{57}\text{Co}$  (fotoni gamma di 122 keV). La risoluzione energetica misurata è dell'ordine del **16 % FWHM a 122 keV**. Alcune **prime immagini gamma** sono state ottenute irraggiando il rivelatore attraverso una lamina di piombo (2 mm di spessore) su cui è stato inciso un

disegno di test. L'immagine di test, seppure distorta per effetti di non-linearità, è stata riprodotta in maniera soddisfacente in tutti i suoi dettagli ( $< 1 \text{ mm}$ ).

La sperimentazione svolta su questo primo rivelatore monolitico, sebbene costituito da poche unità (area attiva pari a  $7 \times 5 \text{ mm}^2$ ), è risultata fondamentale in vista dello sviluppo e del test del **rivelatore a 19 elementi**, caratterizzato da una maggiore area attiva totale ( $19 \times 5 \text{ mm}^2$ ). Lo sviluppo di quest'ultimo rivelatore è stato finanziato con un contributo speciale dell'INFN (20ML stanziati nel corso del 1999 e effettivamente resi disponibili a partire dal 2000). Tale rivelatore è stato realizzato ed è attualmente in fase assemblaggio e collegamento elettrico su ceramica. La consegna del modulo completo da parte della ditta KETEK è prevista entro agosto 2000.

Nel **secondo semestre dell'anno 2000** inizierà il test del rivelatore bidimensionale monolitico a 19 elementi. Anzitutto sarà completata per un numero totale di 19 canali l'elettronica di lettura (svilupata nel precedente anno della ricerca e realizzata allo stato attuale per l'acquisizione fino a 7 canali in parallelo). Tale elettronica è costituita da una sezione di "front-end" analogico (preamplificatore, shaper, discriminatore, multiplexer) realizzata in tecnologia ibrida, e da una sezione digitale di "back-end" (ADC, FIFO, Logica di controllo) opportunamente interfacciata ad un calcolatore. L'intero array di 19 elementi sarà quindi caratterizzato dal punto di vista statico (correnti inverse, uniformità delle tensioni di polarizzazione, ...) e dal punto di vista delle prestazioni dinamiche e di rumore (cross-talk tra i canali, ENC, ...). Misure di risoluzione verranno eseguite irraggiando direttamente ciascun elemento del rivelatore. Infine verrà accoppiato uno scintillatore CsI(Tl) e si effettueranno entro l'anno i primi test funzionali.

Per quanto riguarda il **secondo fronte** della ricerca, si rammenta che nel corso del 1999 era stato disegnato e realizzato, come previsto, un **rivelatore SDD di grande area ( $1 \text{ cm}^2$ )**. Nel corso dei primi test su questo rivelatore, eseguiti nei primi mesi del 2000, è stato verificato che l'operazione di bonding del dispositivo crea rotture sistematiche degli ossidi sopra cui sono disposte le piazzole metalliche per il collegamento. Questo inconveniente, legato a problemi (non risolti) della tecnologia con cui sono stati realizzati i wafers su cui il rivelatore da  $1 \text{ cm}^2$  è stato integrato, è stato osservato su tutti i rivelatori provati e ne rende di fatto impossibile l'utilizzo.

A fronte di queste difficoltà si è deciso, al fine di proseguire la sperimentazione prevista su rivelatori di grande area (che riteniamo sia comunque di rilevante interesse per le applicazioni sia in campo astronomico che medico), di utilizzare un rivelatore di  **$30 \text{ mm}^2$**  di area attiva. Tale rivelatore è stato integrato sugli stessi wafers su cui è stato integrato il rivelatore da  $100 \text{ mm}^2$ , tuttavia è stato verificato che si riesce a realizzare su questi dispositivi l'operazione di bonding con un tasso di rotture degli ossidi accettabile in questa fase della ricerca. Nella seconda parte del 2000, verrà, pertanto, iniziata un'attività sperimentale di caratterizzazione di questo rivelatore. In particolare, essendo la famiglia di rivelatori di grande area priva di transistore di front-end integrato, verrà per la prima volta sperimentata l'applicazione al rivelatore di un transistore esterno di elevate prestazioni.

## **B) Attivita' prevista per l'anno 2001 (proposta di proroga del progetto per un anno)**

Si chiede per il 2001 l'estensione di un anno dell'esperimento SCIDRA, sulla base delle **motivazioni** nel seguito esposte.

L'attività fino ad ora svolta nell'ambito dell'esperimento SCIDRA ha non solo dimostrato la validità dell'approccio proposto ai fini della realizzazione di sistemi per imaging Gamma dotati anche di elevata risoluzione spettroscopica, ma ha anche dato luogo 'in corso d'opera' a ulteriori sviluppi direttamente stimolati dalla qualità dei risultati raggiunti. Rivelatori basati sull'accoppiamento di SDD monoelemento a cristalli scintillatori hanno dimostrato risoluzioni spettroscopiche e soglie di rivelazione superiori nel loro complesso a quelle dei sistemi esistenti (attività del primo anno della ricerca). Array monolitici monodimensionali di SDD accoppiati a singoli cristalli scintillatori hanno mostrato risoluzioni spaziali migliori di quelle basate sui classici sistemi basati su tubi fotomoltiplicatori accoppiati a scintillatori, nel campo delle energie di maggiore interesse per le applicazioni in diagnostica medica (attività del secondo anno della ricerca). Sulla base di questi ultimi risultati, in completo accordo con le indicazioni dei referenti dell'esperimento, ci si è orientati verso un **approfondimento della specifica tematica di ricerca riguardante gli array monolitici di SDD accoppiati a singolo cristallo scintillatore** (schema della Anger camera). Allo scopo il Gr. 5 ha concesso un finanziamento aggiuntivo di 20 ML (resi disponibili nel corso di quest'ultimo anno) per la realizzazione di un rivelatore di immagine costituito da un **array monolitico bidimensionale di 19 SDD** di 5 mm<sup>2</sup> ciascuno (per un'area attiva complessiva di quasi un cm<sup>2</sup>). Considerati non solo i tempi di sviluppo di questo dispositivo (l'array monolitico montato su ceramica verrà consegnato entro l'agosto 2000), ma anche e soprattutto le difficoltà connesse alla realizzazione del sistema di rivelazione composto dall'array, dallo scintillatore, dall'elettronica di read-out e dal software per la gestione dell'acquisizione e per l'analisi dei dati, si è deciso di procedere alla realizzazione e alla sperimentazione di un prototipo preliminare in scala più ridotta. E' stato infatti realizzato un prototipo basato su un **array monolitico bidimensionale di 7 SDD** di 5 mm<sup>2</sup> ciascuno. La tecnologia di questo array è identica a quella dell'array di 19 elementi. La realizzazione e sperimentazione di questo prototipo è stata pertanto di estrema importanza nell'ambito dello sviluppo del dispositivo a 19 elementi. I risultati sperimentali ottenuti con questo prototipo in scala ridotta (riportati nella sezione relativa al consuntivo dell'attività svolta) sono estremamente positivi e vitali per lo sviluppo del prototipo definitivo. In particolare, **l'ottima risoluzione spaziale** raggiunta ha mostrato la possibilità di uno **sviluppo futuro di micro-Anger camere per applicazioni mediche** particolari quali lo screening su larga scala delle disfunzioni tiroidee (anche in relazione agli effetti dell'incidente di Chernobil) o per applicazioni 'intra-operatorie'. D'altra parte **questa estensione degli obiettivi ha richiesto una corrispondente estensione degli impegni di ricerca sia in termini di tempo che di costo**. Inoltre si continua a ritenere **di fondamentale importanza continuare a sviluppare il filone di ricerca relativo allo sviluppo di sistemi di imaging basati su arrays di SDD di grande area** (dell'ordine dei 100 mm<sup>2</sup> ciascuno) indipendenti (non integrati su un unico substrato). L'attività in questo specifico filone dell'esperimento è stata rallentata (oltre che dal maggior peso dato agli arrays monolitici) anche da difficoltà tecniche in sede di produzione dei wafer (come riportato nella sezione relativa al consuntivo dell'attività svolta). L'uso di rivelatori di grande area attiva è comunque di grande importanza non solo per le **applicazioni in astrofisica a bordo di satelliti** (telescopi per Gamma, usando arrays di SDD

indipendenti ciascuno dei quali è accoppiato ad un cristallo scintillatore disaccoppiato otticamente dai contigui) ma anche per **applicazioni mediche** (Anger camere di grandi dimensioni per scintigrafia). Si ritiene pertanto importante concludere anche questa linea di ricerca, in particolare per **non vanificare i risultati positivi (e i record) fino ad ora ottenuti**.

Per le citate ragioni si ritiene necessario estendere di un anno l'attività di SCIDRA, secondo quanto sotto dettagliato, e si ritiene giustificata la corrispondente richiesta di finanziamento aggiuntivo.

### **Attività 2001 relativa allo sviluppo del sistema basato sull'array monolitico da 19 elementi.**

Entro la fine del 2000 sarà stato completato il test completo dei 19 elementi del rivelatore (senza scintillatore) e dell'elettronica. Sarà inoltre stato messo in opera il sistema completato dallo scintillatore ed eseguite le prime verifiche funzionali. Nel 2001 l'attività di ricerca sarà rivolta alla completa caratterizzazione del sistema di imaging Gamma. Sarà sviluppato un sistema di movimentazione meccanica submillimetrica della sorgente e dei relativi collimatori allo scopo di misurare risoluzione spaziale e non-linearità in funzione della posizione. Saranno realizzati differenti tipi di collimatori e di fantocci di simulazione. Saranno sperimentati differenti cristalli scintillatori e sistemi di accoppiamento ottico. Sarà sviluppato apposito software per la gestione della misura e per il trattamento dei segnali. Saranno ottimizzati montaggi meccanici e circuiti elettronici.

### **Attività 2001 relativa allo sviluppo del sistema basato su SDD di grande area indipendenti.**

Nel primo semestre verrà completata la sperimentazione del rivelatore da 30 mm<sup>2</sup>. In particolare sarà ottimizzato l'utilizzo del transistor esterno di front-end di alte prestazioni (Gresham DIGIFET), sia per quanto riguarda la geometria dell'accoppiamento col rivelatore sia per quanto riguarda l'elettronica di preamplificazione e di controllo della scarica della carica accumulata sull'anodo. A tale scopo si utilizzerà il dispositivo di reset integrato direttamente sul chip del transistor. Sullo stesso chip è anche integrata la capacità di feedback del sistema. Lo sviluppo di questo sistema di lettura del segnale del SDD costituisce un elemento innovativo del progetto (in tutti i precedenti casi il SDD era dotato di JFET di front-end integrato direttamente sul rivelatore). Nel caso di SDD di grande area attiva, allo scopo di minimizzare la corrente di leakage, si è realizzato il dispositivo con una tecnologia che non consente l'integrazione del transistor sul chip del rivelatore.

Nel primo semestre si completeranno inoltre le caratterizzazioni del rivelatore accoppiato con lo scintillatore, secondo i protocolli di test ampiamente collaudati nell'ambito di questo progetto.

Nel secondo semestre dell'anno verrà realizzato un piccolo prototipo di array bidimensionale di quattro elementi, basato sull'uso di rivelatori di 30 mm<sup>2</sup> accoppiati a un cristallo scintillatore. Verranno caratterizzate le proprietà di imaging del sistema e le proprietà spettroscopiche in vista delle possibili citate applicazioni future. La sperimentazione di rivelatori di area più elevata rispetto a quelli integrati negli arrays monolitici, resta infatti un elemento fondamentale in previsione di applicazioni, mediche e astronomiche, in cui il rivelatore di immagini dovrà avere una area attiva totale elevata.

## Elenco dei partecipanti alla ricerca e percentuali di tempo di ricerca dedicate

E. Gatti	Prof. Ordinario	Politecnico di Milano	20%
A. Longoni	Prof. Ordinario	Politecnico di Milano	60%
A. Pullia	Ricercatore	Politecnico di Milano	20%
C. Fiorini	Ricercatore	Politecnico di Milano	60%
A. Gianoncelli	Dottoranda	Politecnico di Milano	60%
S. Masci	Tecnico Murst	Politecnico di Milano	20%

## Responsabile della ricerca

Prof. Antonio Longoni

E-mail: longoni@elet.polimi.it

tel. 02/23996104

Fax. 02/2367604

## Note al piano finanziario di spesa 2001

### a) Materiale inventariabile

- Unità di calcolo (PC), da interfacciarsi all'elettronica di back-end dell'esperimento tramite sistema LabView, per l'acquisizione ed elaborazione dei segnali provenienti dai diversi canali del rivelatore. Il costo previsto (PC + scheda + software LabView) e' di **8 ML**. Tale acquisizione è fondamentale per l'esecuzione dell'esperimento, che richiede un PC dedicato specificatamente a questa attività. Il PC attualmente utilizzato è in prestito temporaneo da parte del CNR ed è di prestazioni insufficienti per l'acquisizione e l'elaborazione dei segnali provenienti dall'elettronica a molti canali realizzata nell'ambito del progetto.
- Traslatore lineare micrometrico per movimentazione motorizzata con relativo driver. Il costo previsto e' di **8 ML**. Il traslatore micrometrico motorizzato qui proposto costituisce il secondo asse di un sistema di traslazione X,Y di cui l'unità base di controllo ed il primo asse sono stati acquistati con finanziamenti INFN degli scorsi anni.

### b) Materiale di consumo

- Ceramiche di supporto per il rivelatore SDD a 19 elementi (12ML), collimatori (3ML), lavorazioni meccaniche (6ML), scintillatori (4ML). La spesa prevista e' di **25 ML**.
- Ceramiche di supporto per la sperimentazione di un SDD 30mm<sup>2</sup> singolo e di un array di 4 elementi (8 ML), lavorazioni meccaniche, componenti e circuiti elettronici (5ML), transistori Gresham di front-end per il rivelatore (3ML), scintillatori (2ML). La spesa prevista e' di **18 ML**.
- Sorgenti radioattive di calibrazione (<sup>57</sup>Co, <sup>137</sup>Cs). Il costo previsto e' di **5 ML**.

### c) Missioni estere

- Collaborazione con il Max Planck Institut di Monaco di Baviera per lo sviluppo del rivelatore (approssimativamente 8 giorni per 2 persone) e partecipazione ad alcuni importanti congressi nel settore per un totale previsto di **15 ML**.

### d) Missioni italiane

- Collaborazioni con gruppi di ricerca di Bologna, riunioni INFN. Stimate circa 8 missioni con un costo medio di 0.5ML per missione, per un totale di **4 ML**.

## Allegato n°2

### **Competitività internazionale, sviluppo di strumentazione innovativa, possibili ricadute su altre discipline**

L'esperimento SCIDRA si inquadra in un ambito di ricerca sia nazionale che internazionale avente come obiettivo lo sviluppo di nuovi rivelatori per immagini e spettroscopia gamma da utilizzarsi per applicazioni in Medicina Nucleare ed in Astrofisica. In tale ambito, sono attivi numerosi e qualificati gruppi di ricerca internazionali. L'attività di tali gruppi è in genere rivolta allo sviluppo di rivelatori basati su cristalli scintillatori accoppiati a fotorivelatori classici, come i Fototubi Moltiplicatori (PMT) i diodi PN e i diodi a valanga (APD).

La ricerca svolta nel presente progetto ha mostrato che le prestazioni ottenibili utilizzando i SDD come fotorivelatori della luce di scintillazione del cristallo sono, in molti casi, superiori a quelle ottenibili con gli altri tipi di fotorivelatori.

Il gruppo di ricerca proponete l'esperimento SCIDRA è leader in campo mondiale nello sviluppo dei SDD e delle relative applicazioni.

Le potenziali applicazioni di sistemi di rivelazione come quelli sviluppati nell'ambito dell'esperimento SCIDRA possono avere un elevato impatto in molti settori di interesse sia scientifico che civile. A titolo di esempio, basti citare sistemi di rivelazione per gamma per esperimenti di Astrofisica su satellite e rivelatori di immagini per diagnostica medica, basati sulla architettura della Anger Camera. In particolare, l'ottima risoluzione spaziale raggiunta ha mostrato la possibilità di uno sviluppo futuro di micro-Anger camere con risoluzione di posizione sub-millimetrica per applicazioni mediche particolari quali lo screening su larga scala delle disfunzioni tiroidee o l'uso 'intra-operatorio'.

Esperimento

gruppo

Rappresentante nazionale

Struttura res\_naz

nuovo continua

**SCIDRA**

5

A. LONGONI

Milano

continua

STR.	ESPERIM.	Missioni interno	Inviti ospiti stran.	Missioni estero	Mater. di Cons.	Spes Sem	Tras. e Fac.	Pub. Scien.	Spese Calc	Aff. e Manut. App.	Mater. invent.	Costruz. apparati	TOTALE	
MILANO	Personale													
	Ricercatori	5,0	Tecnologi				Tecnici				1,0	Servizi mesi uomo		
	FTE	2,2	FTE				FTE				0,2			
	<b>Rapporti (FTE/numero) Ricercatori</b>				<b>0,44</b>				<b>Ricercatori+Tecnologi</b>				<b>0,44</b>	
	SCIDRA	4		15	48						16		83	
	di cui sj													
	Totali	4		15	48						16		83	
	di cui sj													
	<b>Richieste/(FTE ricercatori+tecnologi)</b>				<b>37,73</b>									
	<b>TOTALI</b>													
Totali	4		15	48							16		83	
di cui sj														
<b>Confronto con il modello EC4</b>														
Mod. EC4 dati	4		15	48							16		83	
Totali-Dati EC4														
<b>Personale</b>														
Ricercatori	5,0	Tecnologi				Tecnici				1,0	Servizi mesi uomo			
FTE	2,2	FTE				FTE				0,2				
<b>Rapporti (FTE/numero) Ricercatori</b>				<b>0,44</b>				<b>Ricercatori+Tecnologi</b>				<b>0,44</b>		
<b>Richieste/(FTE ricercatori+tecnologi)</b>				<b>37,73</b>										