



*Ministero degli Affari Esteri*

## Domanda di contributo (L. 401/90)

Identificativo	<b>PGR00136</b>
Anno	<b>2014</b>
Paese	<b>CINA</b>

*Elementi generali*

Macrosettore	<b>Applied Basic Sciences (Chemistry, Mathematics and Physics)</b>
Titolo (in Italiano)	<b>Realizzazione di un prototipo di rivelatore di tracce cariche di forma cilindrica con tecnica GEM (Gas Electron Multiplier) e lettura analogica dei dati</b>
Titolo (in altra lingua)	<b>Construction of a cylindrical-shaped prototype of charged track detector employing the GEM (Gas Electron Multiplier) technique with analogic readout</b>
Parola chiave #1	<b>Rivelatore particelle cariche</b>
Parola chiave #2	<b>Tecnica GEM</b>
Parola chiave #3	<b>Elettronica analogica</b>

*Ente proponente italiano*

Struttura	<b>Istituto Nazionale di Fisica Nucleare (INFN)</b>
Dp./Ist.	<b>Laboratori Nazionali di Frascati</b>
Indirizzo	<b>Via Enrico Fermi 40</b>
C.A.P.	<b>00044</b>
Città	<b>Frascati</b>
Telefono	<b>+39 0694031</b>
Fax	<b>+39 0694032427</b>
Ente pubblico	<b>Sì</b>
Codice fiscale	<b>84001850589</b>
Partita IVA	<b>04430461006</b>
IBAN	<b>IT22Q0200839105000401277684</b>
Banca	<b>Unicredit Frascati INFN</b>

*Responsabile scientifico italiano*

Titolo	<b>Dr.</b>
Cognome	<b>CALCATERRA</b>
Nome	<b>ALESSANDRO</b>
Qualifica	<b>Primo Ricercatore INFN-LNF</b>
Indirizzo	<b>Via Enrico Fermi 40</b>
C.A.P.	<b>00044</b>
Città	<b>Frascati</b>
Telefono	<b>+39 0694038690</b>
Fax	<b>+39 0694032427</b>
Cellulare	<b>+39 3383515398</b>
Email principale	<b>acal@Inf.infn.it</b>

Email secondaria **acal@slac.stanford.edu**

C.V.

1983-1985: Partecipazione all' esperimento DM2 presso il Laboratoire de l'Accelérateur Lineaire, Università di Paris-Sud, Orsay, con un contratto di Chercheur Etranger dell'IN2P3  
 1986-1990: Lavoro su analisi dati DM2 e partecipazione all'esperimento SLD presso Stanford Linear Accelerator Center con Borsa INFN per l'estero  
 Marzo 1988: Assunzione presso Laboratori Nazionali di Frascati, come Ricercatore  
 1990-1994: Partecipazione al run di SLD e alla progettazione dell'esperimento KLOE in costruzione presso i LNF (gruppo di camera a deriva)  
 1992: Esperimento RD22 presso il CERN (deviazione di un fascio di protoni mediante cristallo incurvato)  
 1993: Promozione a Primo Ricercatore  
 1996-2000: Partecipazione all'esperimento BaBar, costruzione del rivelatore di muoni a RPC  
 2004-2006: Collaborazione CAPIRE (studio di RPC a vetro con quenching meccanico)  
 2005-2007: Partecipazione all'attività PILC (Proposal for ILC) su Silicon Photomultipliers  
 2000-ora: Partecipazione analisi di Fisica BaBar  
 2010-ora: Partecipazione esperimento BESIII (costruzione calorimetro a piccolo angolo)

---

**Pubblicazioni**

1. Measurement of radiative J/Psi decays in K antiK states, Phys. Rev. Lett. 60 (1988) 2238
  2. Measurement of the  $e^+e^- \rightarrow \pi^+ \pi^- \pi^0$  and  $e^+e^- \rightarrow \omega \pi^+ \pi^-$  reactions in the energy interval 1350-2400 MeV, Zeit. Für Phys. C56 (1992) 15
  3. The Iron Calorimeter and Muon Identifier for SLD, Nucl. Instr. And Meth. A276 (1989) 94
  4. First measurement of the Left-Right Cross Section Asymmetry in ZP Boson Production by  $e^+e^-$  collisions, Phys. Rev. Lett. 70 (1993) 2515
  5. Observation of CP Violation in the B0 Meson System, Phys. Rev. Lett. 87 (2001) 091801
- 

*Ente proponente straniero*

Denominazione	<b>IHEP, Institute of High Energy Physics</b>
Indirizzo	<b>19B Yuquan Lu, Shijingshan District, Beijing, 100049</b>
Telefono	<b>+86 10 88236317</b>
Fax	<b>+86 10 88233093</b>
Ente pubblico	<b>Sì</b>

*Responsabile scientifico straniero*

Cognome	<b>Qun</b>
Nome	<b>Ouyang</b>
Qualifica	<b>Research Scientist</b>
Email	<b>ouyq@ihep.ac.cn</b>

C.V.

## Education:

1980-1984 Southeast University, Bachelor degree  
 1984-1987 Southeast University, Master degree  
 1994-1997 The Institute of High Energy Physics (IHEP), Chinese Academy of Sciences, Ph.D. degree

## Research Experience:

1987-1997 Assistant research scientist, ALEPH experiment  
 1997-2006 Associate research scientist, ATLAS experiment  
 2006-present Research scientist, ATLAS, BESIII experiment

---

**Pubblicazioni**

1. Micromegas with resistive anode, 2009 IEEE Nuclear Science Symposium Conference Record:690-693
  2. The study of two-dimensional position sensitive gas electron multiplier based on strips readout, Acta Physica Sinica, 2010, 59(9):6029-6035 (in Chinese)
  3. Study of bulk micromegas detector, Chinese Physics C 2010 34 (10):1636-1638
  4. The study of Micro-bulk Micromegas, Acta Physica Sinica 2012, Vol.61(9): 092901 (in Chinese)
  5. Study of measuring methods on spatial resolution of a GEM imaging detector, Chinese Physics C 2012 36 (3): 228-234
- 

*Descrizione delle attività in programma***Sintesi del progetto**

Il prototipo è finalizzato alla sostituzione di un altro rivelatore (Inner Drift Chamber, o IDC) attualmente funzionante presso l'esperimento BESIII, al laboratorio IHEP (Institute for High Energy Physics) di Beijing.  
 L'IDC, a partire dal 2011, ha evidenziato segni di deterioramento da irradiazione, dovuti ad un aumento della produzione di particelle per unità di tempo (o "luminosità"). Un tale aumento è un fatto positivo, permettendo la raccolta di un maggior numero di dati per unità di tempo, ma ha prodotto un aumento della radiazione di fondo prodotta dall'acceleratore, con conseguente aumento della ionizzazione nell'IDC, e

umento di scariche e malfunzionamenti vari. Tale quadro di fenomeni è caratteristico di tutti i rivelatori a fili.

Il CERN di Ginevra, a partire circa dal 2000, ha messo a punto una tecnica in cui la ionizzazione non avviene su fili metallici ma su particolari fogli di materiale conduttivo, le GEM, prodotti (tuttora unicamente presso il CERN) con tecniche di tipo fotolitografico. Tale tecnica, utilizzata ai Laboratori Nazionali di Frascati (LNF) dell'INFN per realizzare l'Inner Tracker del rivelatore KLOE2 (KLOE2-IT) che andrà in presa dati nel 2014, risulta molto meno problematica rispetto alla tecnica tradizionale dei fili metallici in presenza di forte radiazione ambiente.

Il nostro gruppo ha dunque proposto un prototipo di rivelatore di questo genere (CGEM-IT), che utilizza una lettura dei dati analogica invece che digitale, a causa del campo magnetico maggiore in BESIII che in KLOE2: in ogni punto del CGEM-IT, invece di una informazione sì/no, viene registrata una carica. Ciò permette di migliorare di molto la precisione delle misure, e costituisce il punto più qualificante e innovativo di questo progetto.

Abbiamo inoltre ritenuto di scegliere dimensioni e struttura generale del prototipo in modo tale che questo possa, passati con successo una serie di test, entrare effettivamente a far parte di BESIII, sostituendo la IDC.

## Obiettivi fissati per l'anno 2014

Prima metà 2014:

- 1) Ottenimento delle componenti meccaniche necessarie alla costruzione del prototipo e per gli elettrodi di amplificazione e readout, a seguito degli ordini emessi nel 2013
- 2) Test di quality control dimensionali ed elettrici su tutto il materiale
- 2) organizzazione workshop presso Lab. Nazionali di Frascati-INFN dedicato a "Presente e futuro dei rivelatori a GEM"
- 4) continuazione presa dati in raggi cosmici presso LNF con telescopio e cameretta planare, analisi, e presentazione risultati relativi a workshop e congressi di strumentazione per la fisica delle alte energie.

Seconda metà 2014:

- 1) Costruzione presso INFN-FE dei sandwich cilindrici costituenti catodo e anodo di lettura, e presso INFN-LNF dei 3 layer concentrici di fogli di GEM.
  - 2) Assemblaggio del prototipo cilindrico (anodo, catodo, e 3 fogli di GEM) presso INFN-LNF.
- Questa costruzione prevede la partecipazione di tecnici e fisici provenienti da IHEP, che hanno già partecipato all'analogica costruzione del rivelatore per l'esperimento KLOE2. Malgrado le differenze costruttive, la loro competenza nelle tecniche di lavorazione e movimentazione manuale in camera pulita sono ritenute fondamentali per la riuscita del prototipo.

## Gruppo di ricerca e metodologia prevista

I gruppi di ricerca coinvolti nel progetto sono attualmente 5: i 4 originali (LNF-INFN, Perugia-INFN, Torino-INFN e IHEP) più la Sezione INFN di Ferrara, aggiuntasi nel corso del 2013, e formalmente presente negli impegni INFN in BESIII dal 2014.

Le metodologie impiegate dipendono dalla suddivisione dei lavori:

- 1) il gruppo INFN di Ferrara ha la responsabilità della progettazione della meccanica del rivelatore e delle relative apparecchiature per la produzione di GEM cilindriche, e il compito di costruire i catodi e gli anodi mediante sandwich di Rohacell, Kapton e rame. Il gruppo di Ferrara ha inoltre la responsabilità della definizione mediante programmi di Montecarlo per strutture conduttive (MAXWELL) e per miscele gassose (GARFIELD) del disegno ottimale degli elettrodi di readout.
- 2) Il gruppo LNF-INFN ha la responsabilità dello studio delle reali caratteristiche lavorative degli elettrodi di readout disegnati a Ferrara mediante operazione in raggi cosmici di un telescopio di piccole (10x10 cm<sup>2</sup>) camerette planari a GEM e analisi dei risultati. Inoltre ha la responsabilità della costruzione in camera pulita del rivelatore cilindrico, e la responsabilità dello studio e progettazione dell'elettronica off-detector.
- 3) Il gruppo INFN di Torino ha la responsabilità di fornire l'elettronica di readout del rivelatore. Verrà sviluppato un nuovo ASIC in tecnologia UMC 110nm per fare sia la misura in tempo che la misura in carica del segnale delle GEM.
- 4) Il gruppo di IHEP si occupa, in vista di una possibile integrazione nel rivelatore BESIII del prototipo in studio, di tutti i problemi relativi all'interfaccia fra un rivelatore di tipo nuovo e i sottosistemi attualmente funzionanti in BESIII. Fornirà inoltre, nell'ambito dei suoi contributi specifici al Programma, manpower per la costruzione del prototipo ai LNF e per la progettazione dell'ASIC a Torino.

## Fonti del cofinanziamento

Il cofinanziamento proviene da INFN, Istituto Nazionale di Fisica Nucleare e da IHEP, Institute for High Energy Physics di Beijing

## Risultati attesi

Per il 2014 ci si aspetta una dimostrazione di buon funzionamento dello speciale elettrodo di readout allo studio per BESIII dalla cameretta planare, e successo nella fabbricazione del prototipo cilindrico.

Un ingrediente essenziale di questo secondo obiettivo consiste nella presenza presso LNF di fisici e tecnici provenienti da IHEP, che saranno successivamente in grado di avviare costruzioni analoghe presso il loro laboratorio a Pechino. Inoltre si prevede la necessità del contributo lavorativo (missioni, forse turni di lavorazione) delle altre Sezioni INFN Italiane, nonché la partecipazione mediante contratti temporanei di personale che ha partecipato alla costruzione del rivelatore precedente KLOE2, per trasmetterci know-how "pratico" di procedimenti e operatività di camera pulita.

Per quanto riguarda l'elettronica di readout, verrà finalizzato il disegno del chip di readout che sarà sottomesso alla fonderia per ottenere il primo prototipo di chip.

## Continuazione di progetto già esistente: Sì

### Obiettivi raggiunti

- Coinvolto personale IHEP: il rivelatore a CGEM è notevolmente diverso dall'IDC e richiede lo sviluppo di algoritmi specifici per simulare eventi per eseguire studi di fattibilità dell'IT, e ricostruirli in fase di analisi dei dati acquisiti. Una loro versione prototipale (in quanto senza clustering) è stata sviluppata all'IHEP ed inserita nel software di analisi e ricostruzione di BESIII, BOSS. L'integrazione del prototipo con lo spettrometro già esistente ha richiesto la definizione dei parametri relativi alla meccanica, al flussaggio dei gas, alle alte tensioni e agli slow controls. I colleghi cinesi hanno partecipato alla disseminazione dei risultati, con presentazioni a conferenze internazionali.
- Completati disegni esecutivi del rivelatore: INFN-FE è entrata in BESIII nel corso del 2013, con la responsabilità della progettazione della meccanica del rivelatore. Tutti gli ordini sono stati effettuati (selezionando ove possibile ditte italiane) e i prodotti relativi sono o già stati consegnati ai LNF per l'assemblaggio o in fase di costruzione presso le ditte.
- Completati disegni del tooling per test e assemblaggio rivelatore: disegni ultimati ed ordini presso ditte esterne all'INFN già effettuati o in corso.
- Completato lo studio di fattibilità per supporto innovativo: usare Rohacell al posto di Honeycomb per i supporti permette di dimezzare la lunghezza di radiazione (e quindi di migliorare la risoluzione del rivelatore), con un contributo innovativo del programma allo stato dell'arte. Una struttura in Rohacell prototipata a Ferrara ha verificato la speciale tecnica di molatura implementata.
- Recuperata e riadattata la camera pulita e relativa attrezzatura: l'attrezzatura per trasformare i fogli piani di GEM in layer cilindrici è stata adattata alle dimensioni del prototipo, differenti rispetto a KLOE2.
- Completata costruzione cameretta planare di test 10x10cm: task ultimato con successo utilizzando la camera pulita.
- Completato setup di test in cosmici: un telescopio tracciante (3 camerette cilindriche "a la KLOE") è stato approntato per predire il passaggio di una traccia nella cameretta di test, con algoritmi di acquisizione sviluppati da ricercatori di INFN-FE.
- Avviato studio del disegno del chip di readout: è stato preso in esame il chip TOFPET sviluppato in tecnologia IBM 130nm presso l'INFN di Torino per leggere segnali da SiPM per applicazioni mediche
- Sito ufficiale BESIII e CGEM-IT: accesso pubblico a <http://w3.infn.it> cliccando nel menu "Ricerche", "Fisica delle Particelle", e seguendo le indicazioni "Esperimenti a Laboratori Esteri".
- Creazione di mailing-list dedicate in SYMPA: per fornire persistenza e creare un knowledge-database che faciliti l'accesso al programma a nuovi collaboratori e studenti, si è creata una struttura di mailing-list riservata e ospitata dall'infrastruttura SYMPA dell'INFN (<https://lists.infn.it/>) e moderate dal responsabile nazionale di BESIII.

### Metodologia utilizzata

- Coinvolgimento collaboratori di IHEP: a tale scopo è stato indetto in aprile 2013 un workshop presso i LNF, pubblicato al sito: <http://agenda.infn.it/conferenceDisplay.py?confId=6213> durante il quale sono stati presentati molti risultati utili all'integrazione del prototipo in BESIII. Inoltre in occasione di ogni Collaboration Meeting di BESIII (giugno, settembre e novembre 2013) sono stati presentati risultati alla Collaborazione sui progressi del presente Programma. Un certo numero di incontri, telematici e di persona, sono stati utilizzati per definire l'integrazione del prototipo con lo spettrometro esistente (usuali tecniche di disegno CAD). La scrittura degli algoritmi di simulazione e ricostruzione utilizzati per stimare la risoluzione del prototipo è avvenuta in C++ nell'ambito di BOSS (framework di analisi e ricostruzione di BESIII) che utilizza tools di analisi dati e simulazione tipici della fisica delle Alte Energie quali ROOT e GEANT4
- Completamento disegni esecutivi del rivelatore e del tooling: questi risultati sono stati ottenuti mediante codice di CAD NX(Siemens), da un team di disegnatori e fisici
- Prodotto un prototipo di supporto per catodo a struttura cilindrica in Rohacell: la produzione di uno strato di Rohacell a geometria cilindrica dello spessore desiderato è stata ottenuta con una specifica tecnica di molatura messa a punto a Ferrara
- Completamento studio Montecarlo dell'anodo: queste simulazioni sono state condotte mediante codici MAXWELL e/o GARFIELD, il primo proprietario, il secondo open source nella comunità della fisica delle Alte Energie
- Recupero camera pulita e costruzione cameretta planare: questi task non hanno richiesto metodologie particolari al di là delle normali operazioni di decontaminazione e isolamento degli operatori dai materiali utilizzati
- Completato setup di test in cosmici: ciò è avvenuto con tecniche usuali di laboratorio: assemblaggio rivelatori con scintillatori, fototubi ed elettronica NIM per il trigger di cosmici, sistemi di distribuzione e controllo HV tramite hardware CAEN e software LabView, hardware (MKS) di flussaggio gas e software LabView. L'elettronica di lettura è in prestito da KLOE2 (come le camerette del telescopio) ed è situata parte sulle camerette stesse (elettronica on-detector) e parte in un crate VME (schede off-detector). Il software di acquisizione è scritto in C per ambiente Linux
- Avviato studio del design del chip di readout: questo design verrà modificato in modo da essere usato per leggere segnali di rivelatori tipo GEM: si è deciso di modificare il layout della parte analogica e di mantenere lo stesso layout per la parte digitale, aggiungendo soltanto la protezione per SEU (Single Event Upset). Inoltre, si è deciso di passare alla tecnologia UMC 110nm che è esportabile in Cina
- Aperto sito ufficiale BESIII e CGEM-IT e struttura di mailing-list: Usuali tecniche di programmazione HTTP e utilizzo dell'infrastruttura SYMPA dell'INFN

### Risorse

INFN-Fe: D.Bettoni(2mu), V.Carassiti(1mu), G.Cibinetto(6mu), A.Cotta Ramusino(1mu), F.Evangelisti(1mu), E.Fioravanti(1mu), I.Garzia(2mu), L.Landi(1mu), M.Melchiorri(6mu), V.Santoro(1mu), M.Savriè(6mu), S.Squerzanti(1mu)

INFN-LNF: M.Anelli(1mu), R.Baldini Ferroli(1mu), M.Bertani(6mu), A.Calcaterra(6mu), S.Cerioni(1mu), G.Felici(3mu), P.Patteri(4mu), A.Zallo(1mu)

INFN-Pg: S.Pacetti(1mu)

INFN-To: A. Amoroso (1mu), S.Bagnasco(1mu), F.Bianchi(1mu), F.De Mori(1mu), M.Destefanis(1mu), G.Cotto(1mu), L.Fava(1mu), L.Gaido(1mu), M.Greco(1mu), C. Leng (1mu), S.Lusso(1mu), M.Maggiore(1mu), G.Maniscalco(1mu), S.Marcello(1mu), G. Mezzadri (2mu),

A.Rivetti(1mu), S.Sosio(1mu), S.Spataro(1mu)

IHEP: M.Y.Dong(3mu), X.S.Jiang(1mu), Q.Liu(1mu), H.B.Liu(1mu), H.M.Liu(1), X.Y.Ma(1mu), H.R.Qi(1mu), O.Qun(6mu), L.L.Wang(4mu), L.H.Wu(3mu)

---

## Pubblicazioni

Il progetto è appena all'inizio del secondo anno, e non ha ancora pubblicato lavori.

---

## Organizzazione di seminari, convegni, workshop

Il progetto genererà il suo primo workshop nella primavera del 2014.

---

## Partecipazioni a seminari, convegni, workshop

- R. Baldini, "Status of Cylindrical-GEMs in the KLOE2 Inner Tracker and possible Cylindrical-GEM in BESIII", Jun 2012, Suzhou Univ., Suzhou, RPC
- R. Baldini, "Progress on the CGEM Proposal", Sep 2012, IHEP, Beijing, RPC
- A. Zallo, "A CGEM Prototype for BESIII Inner Drift Chamber Upgrade", Nov 2012, Guilin Univ., Guilin, RPC
- R. Baldini, "A CGEM prototype for BESIII Inner Drift Chamber Upgrade", Jan 2013, USTC, Hefei, RPC
- R. Baldini, "Short Status Report on the CGEM Project", June 2013, IHEP, Beijing, RPC
- A. Calcaterra, "BESIII Cylindrical GEM IT Project for BESIII", Sep 2013, IHEP, Beijing, RPC
- G. Cibirnetto, "CGEM-IT Project Update", Nov 2013, IHEP, Beijing, RPC
- Z.H. Qi, "Status and prospects for BESIII", Sep 2013, Manchester, UK  
([indico.hep.manchester.ac.uk/getFile.py/access?contribId=35&sessionId=23&resId=0&materialId=slides&confId=4022](http://indico.hep.manchester.ac.uk/getFile.py/access?contribId=35&sessionId=23&resId=0&materialId=slides&confId=4022))
- M. Maggiora, "BESIII latest results and perspectives", Dec 2013, Vienna, Austria ([www.smi.oeaw.ac.at/groups/hephysmiseminar](http://www.smi.oeaw.ac.at/groups/hephysmiseminar))

---

## Pagine WEB

Aperto sito ufficiale BESIII e CGEM-IT (INFN-LNF): il sito è visibile a chiunque presso <http://w3.inf.infn.it> cliccando nel menu a tendina "Ricerche", selezionando "Fisica delle Particelle", e ,a fondo pagina, su "Esperimenti a Laboratori Esteri".

Il sito verrà a breve reso indipendente da BESIII.

---

## Riconoscimenti e Brevetti

Il progetto non ha ancora generato brevetti.

---

## Scostamento degli obiettivi raggiunti rispetto ai risultati attesi

Il progetto non si è nel 2013 discostato significativamente rispetto ai risultati previsti per questo primo anno, nonostante il notevole lavoro aggiuntivo richiesto dalla volontà di proporre un prototipo in grado, in caso di successo e di approvazione da parte della Collaborazione BESIII, di essere immediatamente utilizzato nel futuro IT di BESIII.

---

## Altro

---

## MODELLO DI PREVENTIVO DI SPESA

Fondi propri	50.000	37%
Finanziamento annuale richiesto al MAE	30.000	22%
Finanziamento annuale Ente Estero	55.000	41%
Eventuali altri fondi	0	0%
<b>Costo annuale del progetto</b>	<b>135.000</b>	

*dettaglio*

Viaggi ricercatori in Italia	3	1.000	3.000
Soggiorni ricercatori in Italia	3	2.000	6.000
Viaggi ricercatori all'estero	0	0	0
Soggiorni ricercatori all'estero	0	0	0
Spese per prestazioni professionali	0	0	0
Spese per contratti	3	13.000	39.000
Disseminazione dei risultati			6.000
(1) Materiale non inventariabile			74.000
(2) Materiale inventariabile (max10%)			0
Costi indiretti - ex spese di gestione (max10%)			0
(3) Altri costi specifici			7.000
<b>Totale</b>			<b>135.000</b>

(1) Elenco materiale non inventariabile

Costruzione mandrini in Alluminio, e materiali per laminazione elettrodi, circuiti per misura correnti elettriche nel rivelatore (nanoamperometria), Digital/Analogic Converter (DAC) in formato VME per acquisizione telescopio LNF

(2) Elenco materiale inventariabile

(3) Elenco altre spese

Valorizzazione personale strutturato IHEP