

<b>Name</b>	<b>Giovanni</b>
<b>Surname</b>	<b>Delle Monache</b>
<b>Address</b>	<b>Via Fontanile di San Matteo 10 00044 Frascati (Roma) ITALY</b>
<b>Phone</b>	<b>0039 3356051017</b>
<b>E-mail:</b>	<a href="mailto:dellemon@lnf.infn.it"><u>dellemon@lnf.infn.it</u></a>
<b>Personal data</b>	Born on 30th May 1966 in Rome, Italy. Marital status: married. Enjoys sports, listening/playing music, playing acol bridge
<b>Education</b>	MS in Mechanical Engineering graduated from the University of Rome Tor Vergata in 1992
<b>Courses</b>	ESA ESCC training course c/o ESA ESTEC Nordwijk Netherlands. First Level Thermograph Operator c/o ITC Flir Milan Ansys advanced non linear analysis c/o <b>Enginesoft spa</b> Florence Superconducting Magnet Technology c/o <b>JUAS</b> Geneve Cas Accelerator school basic course c/o <b>CERN</b> Lisboa
<b>Present position</b>	INFN LNF (Italian National Institute of Nuclear Physics)

#### **Work Experience**

<b>From 2010 to now</b>	System Engineer and technical manager for a new deployment configuration of the Moonlight experiment proposed for the MoonExpress team participating to the Lunar Google-X prize contest.
<b>Summer 2017</b>	Mechanical/thermal test director and PA manager of the LaRRI payload for the NASA InSight 2018 mission.
<b>Summer 2015</b>	Mechanical/thermal test director and PA manager of the INRRI payload for the Exomars EDM 2016 mission.
<b>From 2014 to 2015</b>	Project Manager of the thermo-optical vacuum testing of Galileo IOV (In Orbit Validation) laser retroreflector ESA Contract 4000108617713
<b>From end 2009 to mid of 2010</b>	Design, procurement, installation and commissioning of four new high efficiency cryogenic transfer lines LN2 shielded for the new configuration of the DAFNE Cryogenic System
<b>From 2008 to 2009</b>	Supporting c/o Space Cryomagnetics the thermal blankets and cryogenic shields assembly of <b>AMS 2</b> experiment to be flown on the <b>ISS</b> . Directly supporting the definition of procedures for <b>AMS 2</b> cryogenic commissioning at CERN.

- From 2007 to 2015** One of the proponents of **ETRUSCO-2** experiment approved by INFN LNF in 2007. Financed by Italian Space Agency ASI <http://ilrs.gsfc.nasa.gov/docs/2243668dellagnello.pdf> . The experiment is the up grade of ETRUSCO
- From 2006 to now** One of the proponent of **MoonLIGHT**, a US-ITALY proposal to NASA for a 2nd generation **Lunar Laser Ranging** experiment for the next decade.  
MoonLIGHT was submitted in 2006 answering the NASA call “Suitcase science to the Moon” was approved by NASA in August 2007.  
**Managing of the thermal analysis and of the thermal balance tests of the Lunar reflector. Mechanical and thermal design coordinator.**
- From 2005 to 2012** One of the proponents of **ETRUSCO** experiment approved by INFN LNF in 2005. The experiment is aimed to the thermo-optical characterization of the **GPS-2 (GIOVE-A/B) CCRs**. Inside the project there is an official collaboration with a group from NASA-GSFC for the thermo-optical characterization of the new concept hollow CCR they are proposing for the US **GPS-3**.  
**Managed the thermal analysis and the thermal vacuum tests of the CCRs** . Experimental activity started on September 2007 on GPS-2 CCR array and single **GLONASS** type CCR thermal test
- From 2004 to 2012** **System Engineer for the definition, design, construction, operation and upgrade of the Frascati Space Climatic Facility (SCF).**  
The facility, integrated with thermal and optical sw for parametric design, is dedicated to **thermo-optical test in Space like environment** of cube corner reflectors (CCRs) for Lunar, GPS-2 and GALILEO reflectors class.  
**Managed all the systems definition (Solar Simulator, Cryogenics, IR and contact Thermometry, Vacuum, Thermal Control and Thermal Software but the optical table) and procurement**  
One of the proponents of **LARES** experiment approved by INFN LNF in 2006. The experiment is dedicated to the measure of the Lense Thirring effect, competitor with the measurement in progress of GPB.  
**Managed the thermal analysis and the thermal vacuum tests of the satellite optical DM.** Experimental activity started on August 2006 with tests on prototypes of LAGEOS satellites.

**From 1998 to now**     **Head of the INFN LNF Cryogenic Service** (four technicians and one engineer), operating a Linde TCF 50 He refrigerator (combined JT-Brayton cycle, 300 W @ 4.4 K refrigerating nominal power)) for the experimental superconducting magnets (KLOE and Finuda on the DAFNE accelerator) and four NMR magnets.

The activity concerns responsibility of the system operating **24/7 shift** as well as design, installation and commissioning of cryogenic systems. At present managing the installation of new up graded transfer lines developed with Nexans AG.

Among cryogenic activities the collaboration to the INFN RAP experiment, a superconductive resonant antenna cooled by a **dilution refrigerator** from Leiden Cryogenics down to 100 mK

**From 1994 to 1998**     **Managed the mechanical design** of the interaction regions of KLOE and FINUDA experiments. **Kinematical** and **structural design** supported with **FEA (Ansys)**.

In charge for the structural design (buckling) of the KLOE IR AlBeMet® (Brush & Wellman Al Be Alloy) vacuum chamber and its Beryllium RF 50 um shield.

Design of the KLOE IR cams kinematism and insertion system with permanent magnets integrated cradle.

#### **SW Skills**

**Excellent knowledge of the thermal sw pack Thermal Desktop, RadCad Sinda.**

**Excellent knowledge of Ansys sw for structural linear and non linear analysis (buckling and plasticity).**

**Excellent knowledge of the Hepak sw** (Excel based spreadsheet for the thermodynamic diagram of Helium according to NIST Technical Note 1334).

**Excellent knowledge of the Autocad sw.**

**Excellent knowledge of the Microsoft Windows Office and Project.**

#### **Technical/Personal Skills**

Cryogenics, Thermal and Structural Analysis, Thermal Control, Vacuum, IR Thermometry. Excellent self-starting capability, strong interdisciplinary attitude. ESA ECSS technical standards for Product Assurance

#### **Languages:**

**Italian:** Mother tongue

**English:** Spoken: good. Written: excellent. Read: excellent (TOEFL score 250/300)

**French:** Spoken: fair. Written: fair. Read: good

**Spanish:** Spoken: fair. Written: none. Read: good

## E. De Lucia Curriculum Vitae

### DATI PERSONALI

Cognome, Nome: **De Lucia, Erika**

Scopus Author ID: 10042347300

Data di nascita: **6 Dicembre 1971**

Nazionalità: **italiana**

### TITOLI ACCADEMICI

- 2014 *Abilitazione Scientifica Nazionale a professore universitario di seconda fascia settore concorsuale 02/A1-Fisica Sperimentale delle Interazioni Fondamentali,*
- 2000 *Dottorato di Ricerca in Fisica - Sapienza università di Roma, Italia*  
Titolo della tesi "The study of KL form factors measurement with the KLOE experiment at DAPHNE". Relatore: prof. F. Ceradini
- 1996 *Laurea in Fisica (110/100 e lode) - Sapienza università di Roma, Italia*  
Titolo della tesi "Misura della ionizzazione specifica in prototipi della camera a deriva dell'esperimento KLOE". Relatori: prof. F. Ceradini, F. Lacava

### POSIZIONE PRESENTE

- 2010 – oggi *Ricercatore terzo livello professionale con contratto a tempo indeterminato, Laboratori Nazionali di Frascati dell'INFN, Frascati, Italia.*

### POSIZIONI PRECEDENTI

- 2004 – 2010 *Contratto a tempo determinato Ricercatore III livello (art. 23), Laboratori nazionali di Frascati dell'INFN, Frascati, Italia – Analisi dei decadimenti dei mesoni K carichi, co-convener del gruppo di analisi, e coordinamento delle attività di controllo ed intervento sul rivelatore di tracciamento dell'esperimento KLOE*
- 2001 – 2004 *Assegno di Ricerca, Sezione INFN di Roma, Italia – Analisi dei decadimenti dei mesoni K, sia neutri che carichi. Responsabile dei test dei prototipi delle schede ADC custom della camera a deriva e coordinatore delle attività di installazione e messa in opera sul rivelatore*
- 1996 *Borsista INFN (come neo-laureata), Laboratori Nazionali di Frascati dell'INFN, Frascati, Italia – Costruzione e test della camera a deriva dell'esperimento KLOE*

### PRINCIPALI RESPONSABILITA'

- 2016 – oggi *Responsabile Nazionale esperimento KLOE-2 in CNS1 dell'INFN. Coordinamento di circa 70 persone con circa 500 kEuro di budget.*
- 2016 – oggi *Responsabile Locale esperimento KLOE-2 ai Laboratori Nazionali di Frascati . Coordinamento di circa 23 persone con circa 300 kEuro di budget.*
- 2011 – oggi *Co-convener del gruppo di analisi dei mesoni K per l'esperimento KLOE-2, Laboratori Nazionali di Frascati . Coordinamento di circa 20 persone.*
- 2014 – 2015 *Referente locale per la fisica ed il software dell'esperimento Belle II per l'esperimento KLOE-2, Laboratori Nazionali di Frascati.*
- 2011 – 2013 *Coordinatore dei test di validazione durante la costruzione del rivelatore a GEM cilindriche per l'esperimento KLOE-2, Laboratori Nazionali di Frascati . Coordinamento di circa 10 persone.*
- 2010 – 2015 *Run coordinator per l'esperimento KLOE-2, INFN, Italia. Coordinamento di circa 50 persone sulle diverse attività connesse al data taking.*
- 2010 – 2015 *Segretario del Policy Board per l'esperimento KLOE-2, INFN, Italia.*
- 2009 – oggi *Membro dell'Analysis Board per l'esperimento KLOE-2, INFN, Italia.*
- 2009 – oggi *Coordinatore del software di simulazione e ricostruzione del rivelatore a GEM cilindriche di KLOE-2, INFN, Italia. Coordinamento di circa 10 persone.*
- 2005 – 2011 *Co-convener del gruppo di analisi dei mesoni K carichi per l'esperimento KLOE, Laboratori Nazionali di Frascati . Coordinamento di circa 20 persone.*

- 2004 – 2006 *Responsabile del rivelatore di tracciamento, una camera a deriva*, dell'esperimento KLOE, INFN, Italia. Coordinamento delle attività di controllo ed intervento sul rivelatore e di circa 10 persone sulle diverse attività connesse.
- 2004 – 2005 *Run coordinator* per l'esperimento KLOE, INFN, Italia. Coordinamento di circa 50 persone sulle diverse attività connesse al data taking.
- 1996 – 2001 *Come Dottoranda dell'esperimento KLOE: Co-responsabile* del sistema automatico per i controlli di qualità durante la filatura del rivelatore di tracciamento; *Supervisore e Co-responsabile* del cablaggio dell'alta tensione della camera a deriva; *Co-responsabile* del software di Slow Control dell'elettronica di read-out della camera a deriva. Coordinamento di circa 10 persone sulle diverse attività connesse.

## SCIENTIFIC OUTPUT

*Articoli Pubblicati*: 145

*h-index*: 30, *Citazioni*: 3113 incluse citazioni 100+, 50+ (Source: ISI Web Of Science)

*Presentazioni a Conferenze, Workshop e Seminari*: 27, di cui 8 su invito:

1. "KLOE2 CGEM-IT detector operation and performances", 4th LNF Workshop on Cylindrical GEM Detectors, Frascati, Italia (2015)
2. Seminario "The KLOE-2 Inner Tracker: the first Cylindrical GEM detector", Institute of Physics Jagiellonian University Cracow, Polonia (2013)
3. "Charged and Neutral Particles Production from 80 MeV/u  $^{12}\text{C}$  ion beam on a PMMA target", 13th International Conference on Nuclear Reaction Mechanisms, Varenna, Italia (2012)
4. "Determination of  $V_{us}$  at the KLOE experiment: present results and future perspectives", 6th International Workshop On The CKM Unitarity Triangle: CKM 2010, Coventry, England (2010)
5. Seminario "Unitarity and universality with kaon physics at KLOE", Stanford Linear Accelerator Collider (SLAC), Menlo Park, California, Stati Uniti (2009)
6. "Kaon physics at KLOE", Le XX Rencontre de Physique de la Vallée d'Aoste, La Thuile, Valle d'Aosta (2006)
7. "Recent results on kaon physics at KLOE", From zero to Z0: Workshop on Precision Electroweak Physics, Fermilab, Batavia, Illinois (2004)
8. Seminario "Tests of Chiral Perturbation Theory with KLOE", Institut für Theoretische Teilchenphysik dell'Università di Karlsruhe, Germania (2003)

## BREVETTI

- 2014 PCT/IT2014/000025 "Intraoperative detection of tumor residues using beta-radiation and corresponding beta-probes"

## SUPERVISIONE DI LAUREANDI, DOTTORANDI E POST-DOC

- 2014 – 2016 *Supervisore tesista di Dottorato* in Fisica al Dipartimento di Fisica dell'Università di Roma Tre, titolo "Measurement of the branching ratio of the  $K_S \rightarrow \pi^+\pi^-\pi^0$  decay with the KLOE detector", e *Post-Doc International Fellowship INFN* della Sezione INFN di Roma sull'attività "Soluzioni Innovative per la Dosimetria "in-beam" in adroterapia oncologica", e *Assegnista di Ricerca* presso i Laboratori Nazionali di Frascati dell'INFN su "Tecniche sperimentali per la ricostruzione di particelle con il tracciatore a GEM cilindriche dell'esperimento KLOE-2"
- 2013 – 2015 *Supervisore tesista di Laurea Magistrale* in Fisica al Dipartimento di Fisica della Sapienza Università di Roma, titolo "Studio della produzione di particelle cariche dall'interazione di ioni leggeri con bersagli di PMMA", e *tesista di Laurea Triennale* in Fisica al Dipartimento di Fisica della Sapienza Università di Roma, titolo "Dosimetria per adroterapia con particelle cariche"

## ATTIVITA' DIDATTICA

- 2003 – 2007 Membro di commissione dell'esame di Informatica Personale del corso di Laurea in Lingue nella Società dell'Informazione, Università degli Studi di Roma "Tor Vergata"
- 2002 – 2004 Esercitatore alla Sapienza Università di Roma per i seguenti corsi:  
Fisica I e Fisica II per il Corso di Laurea in Chimica,  
Laboratorio di Fisica per il Corso di Laurea di Ingegneria delle Telecomunicazioni,

1998-1999 Attività Didattica nell'ambito delle esperienze di stage lavorativo organizzate dal Ministero della Pubblica Istruzione per le scuole superiori e durante la IX settimana della cultura scientifica e tecnologica organizzata dal MURST, INFN Laboratori Nazionali di Frascati, Italia ( 30 partecipanti)

#### **SCIENTIFIC OUTREACH E ATTIVITA' DIVULGATIVA**

2008 – 2009 *Percorsi formativi* organizzati dai Laboratori Nazionali di Frascati , INFN Laboratori Nazionali di Frascati, Frascati, Italia ( 40 partecipanti)

2006 *Organizzazione dell'evento e visite guidate*, European Researchers' Night 2006, INFN Laboratori Nazionali di Frascati, Italia ( ~600 partecipanti)

2003-2007 *Visite guidate*, INFN Laboratori Nazionali di Frascati, Italia ( 40 partecipanti)

#### **ORGANIZZAZIONE DI WORKSHOP E CONFERENZE**

2016 *Membro del Local Organizing Committee* del “Workshop on e+e- Physics at 1 GeV”, Laboratori Nazionali di Frascati, Frascati, Italia (100 partecipanti)

2007 *Membro del Local Organizing Committee e dell'Editorial Board* di “KAON07 - Kaon International Conference ”, Laboratori Nazionali di Frascati, Frascati, Italia (120 partecipanti)

2006 *Co-convener* del Working Group “Precise Determination of  $V_{ud}$  and  $V_{us}$ ” al “4th International Workshop On The CKM Unitarity Triangle” Nagoya, Japan (200 partecipanti)

2005 *Co-convener* del Working Group “Determination of the Cabibbo Angle and Unitarity of the first Row” “3rd International Workshop On The CKM Unitarity Triangle” San Diego, California (200 partecipanti)

2002 *Membro del Local Organizing Committee* di FrontierScience2002 - Charm, Beauty and CP”, Laboratori Nazionali di Frascati, Frascati, Italia (130 partecipanti)

#### **MEMBERSHIPS DI SOCIETA' DI FISICA**

2012 – oggi *Member*, Institute of Electrical and Electronic Engineers (IEEE) and Nuclear and Plasma Sciences Society (NPSS)

#### **REVIEWER DI RIVISTE INTERNAZIONALI**

2012 – oggi *Reviewer* di “Nuclear Instruments and Methods in Physics Research Section A: Accelerators, Spectrometers, Detectors and Associated Equipment”

#### **EDITORE DEI SEGUENTI VOLUMI**

2008 *Editore della Review* “Precision Kaon and Hadron Physics with KLOE”, Rivista del Nuovo Cimento Vol.31, N.10 (2008), con F. Bossi, J. Lee-Franzini, S. Miscetti e M. Palutan.

2007 *Co-Editore* dei proceedings della “Kaon International Conference 2007 edition” su Proceedings of Science (PoS)

#### **COLLABORAZIONI PRINCIPALI**

- Belle II collaboration - R&D per l'upgrade del calorimetro forward - KEK, Tsukuba (Giappone)
- INSIDE: Soluzioni Innovative per la Dosimetria “in-beam” in adroterapia oncologica – PRIN – M. G. Bisogni, V. Patera, Sapienza Università degli studi di Roma
- RDH - Research and Development in Hadrontherapy, INFN – Sviluppo di soluzioni innovative per la terapia con particelle cariche, protoni e nuclei leggeri, usando il know-how scientifico e tecnologico dalla fisica nucleare e delle particelle.
- RD51 collaboration – Sviluppo di rivelatori a gas di ultima generazione Micropattern Gas Detectors, Working Group “Technological Aspects and Developments of New Detector Structure “- CERN
- Sviluppo di un rivelatore di vertice ultra leggero e completamente sensibile basato sul concetto innovativo di GEM Cilindrica – PRIN 2010-2012 – G. Bencivenni, INFN
- KLOE-2 collaboration – Upgrade del rivelatore di tracciamento e misure di interferometria nel sistema dei mesoni K- INFN LNF, Frascati (Italy)
- Network Europeo per la Fisica Flavour FlaviaNet – Working Group on precise Standard Model tests in Kaon decays”. Test di precisione effettuati usando tutte le misure a disposizione per i decadimenti leptonic e semileptonici dei K neutri e carichi insieme a previsioni teoriche.
- KLOE collaboration – Sviluppo e costruzione del sistema di tracciamento e misure di precisione di fisica del flavor con i mesoni K a DAPHNE - INFN LNF, Frascati (Italy)

## DESCRIZIONE DELL'ATTIVITA' DI RICERCA

La mia carriera di ricercatore è iniziata come membro di collaborazioni internazionali, per poi arrivare a ricoprire nel tempo diversi incarichi di responsabilità scientifica, **coordinando gruppi di ricercatori**, tecnici e studenti, sia per la costruzione e la realizzazione di **rivelatori innovativi** che per il perseguimento di risultati di **fisica del sapore e test di simmetrie fondamentali** di interesse della comunità di fisica delle particelle. Dall'inizio del 2016 sono il **Responsabile Nazionale dell'esperimento KLOE-2** della CSN1 dell'INFN.

La mia attività è iniziata contribuendo al lavoro di ricerca e sviluppo sulla camera a deriva dell'esperimento KLOE [1], la più grande fino ad oggi costruita. Durante la tesi di laurea ho partecipato allo studio delle prestazioni dei prototipi contribuendo a definire le caratteristiche del rivelatore finale. Quindi durante la tesi di dottorato ho preso parte alle diverse fasi di costruzione e di test della camera a deriva, prima e dopo l'installazione nell'esperimento. Ho partecipato alla realizzazione del sistema automatico per i controlli di qualità durante la fase di filatura: test di tenuta dell'alta tensione e misura di tensionamento dei fili. Anche grazie a questi controlli è stato possibile completare la filatura in soli undici mesi. Ho progettato lo schema e supervisionato il cablaggio dell'alta tensione e realizzato parte del software di gestione e controllo della elettronica di read-out della camera a deriva. **Grazie all'esperienza e alle conoscenze acquisite, sono stata la responsabile e coordinatrice delle attività di controllo ed intervento sulla camera a deriva dell'esperimento KLOE.**

Impegnata nell'analisi dei decadimenti dei mesoni K, sia neutri che carichi, fin dall'inizio della presa dati [2,3], ho partecipato attivamente alle diverse analisi che hanno **dato un contributo significativo alla determinazione dell'elemento Vus della matrice CKM** [5]: i rapporti di decadimento semileptonici, la vita media dei kaoni carichi, e i fattori di forma dei kaoni neutri. Ho svolto alcune delle analisi in prima persona e ne ho supervisionato altre in qualità di **coordinatore del gruppo di analisi dei mesoni K carichi** e di referee interno. Anche grazie alle misure effettuate da KLOE, **è stato possibile superare l'inconsistenza della matrice CKM con l'unitarietà di circa  $2\sigma$**  riportata nel 2004 dal Particle Data Group. Usando i soli risultati di KLOE è stato possibile raggiungere una precisione dello 0.3% sul valore  $f_+(0)V_{us}$ , da confrontarsi con lo 0.2% della media mondiale.

**Ho misurato il rapporto di decadimento  $BR(K_{\pm} \rightarrow \mu^{\pm} \nu)$**  [4], con una precisione migliore dello 0.3%. Questo ha permesso insieme alle misure di  $V_{us}$  e  $V_{ud}$  di ottenere il **test più preciso dell'unitarietà della matrice CKM**. Ho svolto l'analisi che ha portato alla **misura più precisa del rapporto di decadimento  $BR(K_{\pm} \rightarrow \mu^{\pm} \pi^{\mp})$**  con un'accuratezza migliore dello 0.5%, risolvendo così la discrepanza tra i valori del rapporto di decadimento semileptonico effettuato da KLOE e i valori ottenuti dagli esperimenti NA48/2 e ISTRA+. **Il mio contributo fondamentale alla misura dell'elemento Vus della matrice CKM è stato riconosciuto a livello internazionale**, come attestato dalla partecipazione in qualità di **Co-convener** al "**3rd International Workshop On The CKM Unitarity Triangle**", San Diego, California (2005) e al "**4th International Workshop On The CKM Unitarity Triangle**" Nagoya, Japan (2006).

L'interesse nei riguardi della fisica del sapore e delle misure di interferometria dei mesoni K mi hanno portato a partecipare al **progetto KLOE-2 a LNF** fin dalla proposta iniziale, contribuendo alla **stesura del programma di fisica** [6]. All'interno della collaborazione KLOE-2 sono attualmente **coordinatore del gruppo di analisi dei mesoni K** ed in particolare seguo le misure di **interferometria** dei mesoni K neutri ed i **test di meccanica quantistica** e conservazione di simmetrie discrete. Analizzando tutta la statistica di KLOE abbiamo ottenuto il miglior limite sul rapporto di decadimento del  $K_s \rightarrow 3\pi^0$  e sulla **invarianza di CPT e di Lorentz nel sistema dei mesoni K** e nel framework dello Standard Model Extension [10]. Tra le attività previste per l'upgrade del rivelatore, ho partecipato a quelle di **progetto e sviluppo del primo tracciante a GEM realizzato con geometria cilindrica** [5], l'Inner Tracker (IT), utilizzando una **tecnica innovativa sviluppata ai LNF** dal gruppo di cui faccio parte. Questa attività è stata inserita anche tra quelle di interesse della **collaborazione RD51 del CERN**. Ho coordinato lo sviluppo del software di ricostruzione dell'IT e lo studio con cui sono stati ottenuti i margini di miglioramento e le specifiche di progettazione del rivelatore finale. Ho **contribuito a tutte le fasi di R&D per l'IT** partecipando ai diversi test beam ed inoltre ho sviluppato il software per la ricostruzione e l'analisi dei dati raccolti [8]. La realizzazione di un rivelatore tecnologicamente innovativo ha richiesto una lunga ed intensa fase di R&D incentrata su: (i) la costruzione ed il test del primo prototipo in scala di rivelatore a GEM cilindrico, (ii) il read-out con la realizzazione di un anodo su superficie cilindrica con strip a doppia vista (XV) per la ricostruzione bidimensionale della posizione delle particelle incidenti e (iii) la realizzazione di fogli di GEM di grandi dimensioni per i quali è stato necessario sviluppare la nuova tecnologia della single-mask, insieme al gruppo TE-MPE-EM del

CERN e all'interno della collaborazione RD51 [7]. Dall'inizio della costruzione dell'Inner Tracker, ho **coordinato le attività di test per la validazione dei quattro layer** che lo compongono. L'uniformità di risposta dei rivelatori insieme ad una prima misura dei parametri caratteristici del loro funzionamento è stata ottenuta utilizzando muoni da raggi cosmici ed una sorgente di  $\text{Sr}^{90}$ . Questi test hanno inoltre permesso la **validazione (i) del sistema finale di distribuzione HV** ai rivelatori, (ii) del **sistema finale di acquisizione dati** che utilizza board `{\it custom}`, e (iii) della **versione finale dell'elettronica di front-end** `{\it custom}` sul rivelatore (Gastone64). Questo ha permesso di rispettare il programma di costruzione dell'IT e la sua integrazione sulla beam-pipe di KLOE a Giugno 2013. Attualmente, in qualità di **responsabile del software dell'Inner Tracker**, sto **coordinando le attività di calibrazione e monitoring del rivelatore**: i) controllo dello stato dell'elettronica di read-out, ii) misura dei suoi parametri significativi, efficienze di ricostruzione e risoluzioni spaziali, iii) allineamento e calibrazione del rivelatore, iv) integrazione del tracciamento dell'IT con quello della camera a deriva al fine di ricostruire la posizione della zona d'interazione ed i vertici di decadimenti secondari vicini alla zona d'interazione stessa.

Ancora sul fronte dello sviluppo di rivelatori e fisica del sapore, ho partecipato alle attività per la **proposta di upgrade del calorimetro elettromagnetico forward** dell'esperimento **Belle II a KEK, Tsukuba**. La proposta prevede l'uso di cristalli di CsI puro che, rispetto ai cristalli di CsI(Tl) attualmente in uso, presenta una emissione di luce di scintillazione più veloce anche se con una light yield inferiore. Partecipo al programma di **R&D per selezionare il fotorivelatore migliore** in termini delle richieste imposte dall'uso dei cristalli di CsI puro, studiando l'equivalent noise, la risoluzione, la radiation hardness e la stabilità di avalanche photodiodes a basso rumore ed alto guadagno accoppiati a singoli cristalli di CsI puro. A questo proposito, ho partecipato nel 2014-2015 ai test-beam presso la Beam Test Facility (BTF) a LNF Frascati e MAMI presso Mainz. Sono stata **referente LNF per la fisica ed il software di Belle II** negli ultimi due anni.

**Grazie alle mie conoscenze di rivelatori e di tecniche di analisi dati**, sviluppate nel campo della fisica delle particelle, **ho iniziato a lavorare ad applicazioni di fisica all'adroterapia**, afferendo alla sigla **INFN RDH** (Research and Development in Hadrontherapy). In particolare l'attività riguarda lo sviluppo di **rivelatori per controllare la dose ricevuta dal paziente** durante i trattamenti adroterapici e si propone di ricostruire il profilo della dose. Le particelle secondarie cariche forniscono un rilascio della dose più localizzato rispetto alla radioterapia convenzionale a Raggi X, grazie alla caratteristica distribuzione del rilascio dell'energia (curva di Bragg). Sono stata **co-autrice dell'analisi che ha mostrato per la prima volta la possibilità di determinare la posizione del picco di Bragg** della dose rilasciata **attraverso la ricostruzione della zona di emissione dei protoni secondari** prodotti nell'interazione tra gli ioni carbonio del fascio incidente e fantocci di materiale omogeneo (PMMA) equivalenti al tessuto umano, attraverso la ricostruzione di protoni secondari con un rivelatore di tracciamento a gas [9].

Recentemente l'attività sulle tecniche di rivelazione di secondari di bassa energia ha portato anche allo **sviluppo di nuove sonde intra-operatorie per valutare ed accertarsi della completa rimozione chirurgica di tumori**. I risultati ottenuti sono stati pubblicati su Scientific Reports della rivista Nature e tutelati con la **registrazione un brevetto di cui sono co-inventore**: PCT/IT2014/000025 "Intraoperative detection of tumor residues using beta-radiation and corresponding beta-probes"

Riferimento alle pubblicazioni:

- [1] M. Adinolfi et al., "The tracking detector of the KLOE experiment", Nucl. Inst. & Meth. A 488 (2002), 51
- [2] A. Aloisio et al., "Measurement of  $\Gamma(K_s \rightarrow \pi^+\pi^-\gamma)/\Gamma(K_s \rightarrow \pi^0\pi^0)$ ", Phys. Lett. B 538/1 (2002), 21
- [3] A. Aloisio et al., "Measurement of  $\sigma(e^+e^- \rightarrow \pi^+\pi^-\gamma)$  and extraction of  $\sigma(e^+e^- \rightarrow \pi^+\pi^-)$  below 1 GeV with the KLOE detector", Phys. Lett. B 606 (2005), 12
- [4] F. Ambrosino et al., "Measurement of the absolute branching ratio for the  $K^+ \rightarrow \pi^+ \nu \gamma$  decay with the KLOE detector", Phys. Lett. B 632/1 (2006), 76
- [5] F. Ambrosino et al., "V<sub>us</sub> and lepton universality from kaon decays with the KLOE detector", JHEP 04 (2008), 059
- [6] G. Amelino-Camelia et al., "Physics with the KLOE-2 experiment at the upgraded DAFNE", Eur. Phys. J. C 68 Issue 3 (2010), 619
- [7] M. Alfonsi et al., "Activity of CERN and LNF groups on large area GEM detectors", Nucl. Instrum. Meth. A 617 (2010), 151



- [8] E. De Lucia et al., "Status of the cylindrical-GEM project for the KLOE-2 Inner Tracker", Nucl. Instrum. Meth. A 628 (2011), 194
- [9] C. Agodi et al., "Charged particles flux measurement from PMMA irradiated by 80 MeV/u carbon ion beam", Phys. Med. Biol. 57 (2012), 5667
- [10] D. Babusci et al., "Test of CPT and Lorentz symmetry in entangled neutral kaons with the KLOE experiment", Phys. Lett. B 730 (2014), 89

## CURRICULUM VITAE

**Cognome** : Paoloni

**Nome** : Alessandro

**Cittadinanza** : Italiana

**Luogo e data di nascita** : Roma, il 13 Settembre 1971

**Residenza** : via Alessandro Pieri n.12 -00146- Roma

**Telefono** : 3391653216

**Indirizzo e-mail** : alessandro.paoloni@lnf.infn.it

### Studi effettuati e carriera lavorativa

Il 18 luglio 1990 ho conseguito il diploma di maturità scientifica presso il liceo statale G. Keplero riportando la votazione di 60/60.

Nel corso dello stesso anno mi sono iscritto al corso di laurea in fisica presso l'università di Roma "La Sapienza".

Nel 1995 ho vinto una borsa di studio al CERN di Ginevra come Summer Student per un periodo di tre mesi dal 4 luglio al 29 settembre.

Il 17 giugno 1996 ho conseguito il titolo di dottore in fisica con la votazione di 110/110, discutendo una tesi dal titolo:

"Misura della sezione d'urto e dell'asimmetria di carica del processo  $e+e- \rightarrow \tau+\tau-$  ( $\gamma$ ) nell'esperimento L3 a LEP con i dati raccolti nel 1994" (relatore prof.sa Simonetta Gentile).

Tra novembre 1996 e marzo 1997 ho partecipato ai concorsi per il dottorato di ricerca in fisica del XII ciclo, risultando idoneo presso le università di Perugia e di Roma "La Sapienza", nonché vincitore presso le università di Lecce, Firenze e Roma "Tor Vergata".

Ho usufruito di una borsa di studio concessa dal MURST per il dottorato di ricerca presso l'università di Roma "Tor Vergata".

Il 21 febbraio 2000 ho conseguito il titolo di dottore di ricerca, discutendo una tesi dal titolo:

"Resistive Plate Chambers for the ATLAS level-1 muon trigger" (relatore prof. Rinaldo Santonico).

A partire dal 9 giugno 2000 ho usufruito di un assegno di ricerca semestrale presso il Dipartimento di Fisica dell'Università degli Studi di Roma "Tor Vergata", successivamente rinnovato per altri sei mesi, nell'ambito dell'esperimento ATLAS.

A partire dal 10 settembre 2001, in qualità di esperto di rivelatori a ionizzazione, ho usufruito di un contratto di collaborazione coordinata e continuativa (ex art. 2222) con il dipartimento di Fisica dell'Università degli Studi di Roma "Tor Vergata" per i mesi di settembre ed ottobre 2001.

Da marzo 2002 ho usufruito di un assegno di ricerca per la collaborazione nell'ambito della ricerca scientifica di durata quadriennale presso i Laboratori Nazionali di Frascati dell'INFN relativo all'esperimento OPERA.

Nel corso del 2003 ho conseguito l'idoneità a due concorsi per posti di III livello professionale, profilo di ricercatore con sede di prima assegnazione presso i Laboratori Nazionali di Frascati dell'INFN (Bandi n. 9656/2002 e 9657/2002).

A partire dal 31 maggio 2004, ho usufruito di un contratto ex art. 23 della durata di due anni presso i Laboratori Nazionali di Frascati dell'INFN nell'ambito dell'esperimento OPERA con inquadramento nel III livello professionale del profilo di Ricercatore.

A seguito della selezione nazionale 2N/R3/ASTR, di cui sono risultato vincitore, dal 21 Dicembre 2005 ho usufruito di un contratto ex art. 23 della durata di 5 anni presso i Laboratori Nazionali di Frascati dell'INFN nell'ambito dell'esperimento OPERA con inquadramento nel III livello professionale del profilo di Ricercatore.

In base all'articolo 5 del CCNL, il suddetto contratto è stato convertito in un contratto a tempo indeterminato a decorrere dal 4 maggio 2009.

A seguito dell'accertamento positivo della regolarità dell'attività prestata, mi è stata attribuita a fini esclusivamente giuridici la II fascia stipendiale con decorrenza dal 1 maggio 2012.

Dal 1 luglio 2015, a seguito del riconoscimento dell'anzianità maturata con i contratti a tempo determinato, mi è stata attribuita la III fascia stipendiale.

Ho partecipato ai concorsi n.16618/2014 (per titoli ed esame colloquio a 3 posti per il profilo di Primo Ricercatore di II livello professionale) e n.18011/2016 (per titoli ed esame colloquio a 5 posti per il profilo di Primo Ricercatore di II livello professionale), risultando ammesso a sostenere la prova orale in entrambi.

## **Incarichi di coordinamento e responsabilità**

### **INFN**

Da luglio 2011 sono **coordinatore di gruppo II presso i laboratori di Frascati**, e di conseguenza sono attualmente **membro del consiglio di laboratorio** e del **comitato seminari**.

Nella commissione scientifica II sono stato referee degli esperimenti Borexino, DAMA, G-Gran Sasso-RD (dopo essere stato referee per circa un anno in gruppo V dell'esperimento G-Gran Sasso-DS), Darkside e Moscab-RD, nonché referente per la formazione. Il finanziamento complessivo annuale da parte della Commissione Scientifica Nazionale II ai 5 esperimenti si è aggirato intorno a 1.5 Meuro. A partire da Novembre 2014, a seguito del mio ingresso in Juno, per evitare possibili conflitti di interesse, i referaggi di Borexino e Darkside sono stati sostituiti da quello di T2K.

Da Aprile 2011 a Dicembre 2015 sono stato **responsabile locale del gruppo di Frascati dell'esperimento OPERA**. Il gruppo ha avuto un ruolo cruciale nella costruzione dell'esperimento e nella fase di presa dati, con incarichi di responsabilità o co-responsabilità in grosse parti dell'apparato (spettrometri magnetici, struttura generale del detector, facility di assemblaggio dei mattoni, struttura di supporto dei mattoni nel bersaglio). Nel periodo temporale in cui sono stato responsabile locale, il gruppo è stato composto in media da 7 ricercatori, per un totale di 3.3 FTE (come desumibile dal database delle assegnazioni), e da 4 tecnici. Oltre agli impegni nella manutenzione ordinaria dell'esperimento, nella gestione delle facilities per le marcature ai raggi X dei mattoni e nell'attività di scanning delle emulsioni, sotto il mio coordinamento è aumentato notevolmente il contributo del gruppo all'analisi dei dati di OPERA. Il bilancio complessivo è sceso da 267 kEuro nel 2011 a 28 kEuro nel 2015, seguendo la logica evoluzione dell'esperimento (fine della presa dati sul fascio CNGS alla fine del 2012).

Da Luglio 2014 sono **responsabile locale del gruppo di Frascati dell'esperimento JUNO, avendone personalmente proposto la partecipazione**. Per l'anno corrente, il gruppo è composto da 3 ricercatori, per un totale di 2.3 FTE, e da 2 tecnici. Il bilancio per il 2016 è di 60 kEuro, destinato a crescere negli anni successivi dato il coinvolgimento del gruppo nella realizzazione dell'elettronica di lettura del Top Tracker dell'esperimento.

Ho fatto parte della **commissione esaminatrice della selezione LNF/C6/418 per un posto di lavoro a tempo determinato – profilo di collaboratore tecnico E. R. Di VI livello** – per attività di installazione, gestione e manutenzione di impianti di criogenia presso i Laboratori Nazionali di Frascati.

Dal primo Ottobre 2015 sono **membro del comitato utenti della Beam Test Facility** presso i Laboratori Nazionali di Frascati.

### **OPERA**

All'inizio della mia attività in OPERA, sin dal 2002, sono stato impegnato nella costruzione degli spettrometri magnetici di OPERA ed in particolare nell'attività di test degli RPC.

Nella primavera del 2005, dopo il completamento dell'installazione dei due spettrometri in attesa dell'elettronica di front-end, ho coordinato i primi test su raggi cosmici condotti con la miscela

gassosa di OPERA, utilizzando 4 piani di RPC acquisiti mediante alcune schede di front-end dell'esperimento MACRO.

Sono stato successivamente **project leader del trigger dei tubi a drift**, basato su majorities degli OR di una parte dei piani di RPC presenti nei magneti, appositamente dotati di discriminatori ad alta impedenza. In qualità di responsabile del suddetto trigger, ho fatto parte del **Project Board di OPERA**, coordinandone l'installazione ed il commissioning, avvenuto nel corso del 2006.

Nel passaggio dalla fase di installazione a quella di presa dati, il Project Board dell'esperimento è stato sostituito dall'Executive Board.

Ho partecipato alla presa dati dei detectors elettronici in qualità di **run-coordinator**.

L'approfondita e completa conoscenza dei detectors elettronici, mi ha portato ad essere nominato, nel Settembre del 2008, **responsabile dei detectors elettronici di OPERA** all'interno dell'**Executive Board**.

Successivamente nel mese di marzo 2012 sono stato eletto **Technical Coordinator** dal Collaboration Board di OPERA. Come conseguenza sono **membro ex-officio del Collaboration Board**. Il mandato è stato rinnovato per altri due anni nel corso del 2014.

## FIRST

Nella presa dati dell'esperimento FIRST al GSI, dedicato a misure di frammentazione di ioni carbonio, sono stato responsabile dei detectors di tracciamento del fascio prima della targhetta: lo Start Counter (foglio di scintillatore plastico per scopi di trigger e timing) ed il beam monitor (una cameretta a drift a cella rettangolare per tracciare gli ioni nel fascio), entrambi realizzati presso i laboratori di Frascati.

## JUNO

Nel mese di Luglio 2014 è stata ufficialmente formalizzata la collaborazione JUNO, con l'approvazione della costituzione nel primo Collaboration Meeting.

All'interno della collaborazione sono membro dell'**Institutional Board** in rappresentanza del gruppo di Frascati, **coordinatore di livello L3 dell'elettronica e dello slow control del Top Tracker** (tracciatore di muoni posto sopra la piscina recuperato dal Target Tracker di OPERA).

Nel corso del General Meeting della collaborazione nel Gennaio 2016, sono stato **membro del comitato di review del DCS** (Detector Control System) dell'esperimento.

## Organizzazione di conferenze e workshops

Il sottoscritto ha fatto parte del comitato organizzatore locale di **NUFACT05, 7th International Workshop on Neutrino Factories and Superbeams**, tenutosi presso i Laboratori Nazionali di Frascati dal 21 al 26 giugno 2005; è anche uno dei guest editors dei proceedings della conferenza presso Nuclear Physics B Proc. Suppl..

Nel corso del 2009 ho fatto parte del comitato organizzatore locale del **I Seminario Nazionale sui Rivelatori Innovativi**, tenutosi presso i Laboratori di Frascati dal 30 novembre al 4 dicembre.

Nell'ambito del seminario ho fatto da tutore ad una delle cinque esperienze pomeridiane, avente per argomento il "Medical Imaging" (tutore prof. Roberto Pani); in particolare l'esperienza consisteva nello studiare la risoluzione energetica e spaziale di un cristallo di bromuro di lantanio accoppiato ad un fotomoltiplicatore multi-anodo a fotoni da 122 keV emessi da una sorgente collimata di Co57. Sono stato membro del comitato organizzatore locale di **RPC2012, XI workshop on Resistive Plate Chambers and Related Detectors**, tenutosi presso i Laboratori Nazionali di Frascati nel mese di febbraio 2012. Sono guest editor dei proceedings presso PoS (Proceedings of Science).

Ho fatto parte del comitato organizzatore di **INFN-Space/3, terzo workshop INFN sulla ricerca spaziale**, tenutosi a Frascati dal 18 al 19 Settembre 2013.

Ho fatto parte del comitato organizzatore del primo "**Sinergy LNF-OAR workshop**", sulle sinergie tra i Laboratori Nazionali di Frascati dell'INFN e l'Osservatorio Astronomico Romano di Monte Porzio dell'INAF, tenutosi a Frascati dal 16 al 17 Aprile 2014.

Ho fatto parte del comitato organizzatore locale della scuola internazionale **EDIT2015, Excellence in Detectors and Instrumentation Technologies**, svoltasi presso i laboratori di Frascati dal 20 al 29 Ottobre 2015. Nell'ambito della suddetta scuola ho organizzato una prova pratica di laboratorio

consistente nella caratterizzazione di due camere RPC flussate con miscele ecologiche sul fascio della Beam Test Facility.

### **Referaggi su rivista**

A partire dal 2006 sono stato referee di

- cinque pubblicazioni sottomesse presso la rivista **Radiation Measurement**,
- una pubblicazione sottomessa presso la rivista Nuclear Instruments and **Methods in Physics Research A**,
- due pubblicazioni sottomesse presso la rivista **IEEE Transactions on Nuclear Science**,
- due pubblicazioni sottomesse presso la rivista **Physics Letters B**,
- tre pubblicazioni sottomesse presso la rivista **JINST**,
- una pubblicazione sottomessa presso la rivista **JHEP**.

### **Pubblicazioni**

Sono corresponding author delle pubblicazioni 3.20, 5.2, 5.3, 5.4 nonché di tutte quelle da 6.1 a 6.12, secondo la numerazione dell'elenco allegato.

### **Incarichi universitari**

Sono stato contro-relatore di una tesi di dottorato di ricerca in fisica del 28° ciclo dal titolo “Elettronica di read-out per gli RPC dell'esperimento NESSiE”, candidato Luigi Paparella dell'università degli studi di Bari, Aldo Moro.

### **Conoscenza delle lingue straniere**

Buona conoscenza della lingua inglese scritta e parlata.

Discreta conoscenza della lingua francese parlata.

### **Conoscenze informatiche**

Linguaggi di programmazione : FORTRAN, C e C++.

Sistemi operativi : LINUX e WINDOWS.

Conoscenza di pacchetti di programmi : OFFICE, LATEX, LABVIEW e ROOT.

## **Attività scientifica (sommario)**

La mia attività scientifica si è concentrata principalmente su due linee di ricerca: la verifica sperimentale del Modello Standard Minimale con i grandi collider del CERN (LEP ed LHC) e la fisica delle oscillazioni dei neutrini.

Come laureando presso l'università di Roma “La Sapienza”, dal 1995 al 1996, mi sono occupato in L3 (uno dei 4 esperimenti di LEP) della misura della sezione d'urto di produzione e dell'asimmetria avanti-indietro di coppie  $\tau+\tau^-$  alla risonanza Z0 (LEP1).

A partire dal 1997, come dottorando dell'Università di Roma “Tor Vergata” e successivamente come titolare di un assegno di ricerca universitario di un anno, ho lavorato alla progettazione del trigger muonico di primo livello dell'esperimento ATLAS ad LHC, basato su camere a elettrodi piani resistivi (RPC).

Dall'inizio del 2000, in parallelo alla mia attività su ATLAS, ho cominciato ad occuparmi di ARGO (un esperimento nel campo dell'astrofisica gamma), occupandomi dei test in laboratorio dei primi prototipi assemblati di camere RPC.

Nel Marzo del 2002 ho cominciato ad occuparmi di fisica delle oscillazioni del neutrino, partecipando alla progettazione, alla costruzione ed all'analisi dei dati dell'esperimento OPERA.

Ho avuto un ruolo importante nella realizzazione e nella presa dati degli spettrometri magnetici dell'esperimento, con particolare riguardo ai rivelatori RPC, di cui ho avuto modo di acquisire una profonda conoscenza.

Durante la presa dati ho avuto un ruolo primario nel monitoraggio del corretto funzionamento dei detectors elettronici.

Successivamente ho preso parte alla campagna di verifica della misura della velocità dei neutrini, realizzando con gli RPC una misura indipendente dal sistema di timing dell'esperimento durante il run del 2012; tale misura è risultata la più precisa tra gli esperimenti dei laboratori del Gran Sasso.

Al termine della fase di presa dati sul fascio CNGS, mi sono dedicato alla ricerca sui neutrini sterili nel canale di oscillazione  $\nu_{\mu} \rightarrow \nu_{\tau}$ . L'analisi, basata sul numero di candidati  $\tau$  osservati, ha permesso di derivare limiti su alcuni parametri di oscillazione del modello 3+1 ( $U_{\mu 4}$ ,  $U_{\tau 4}$  e  $\Delta m_{41}^2$ ).

A partire dal 2009 ho sentito l'esigenza di mettere la mia esperienza nel campo dei rivelatori al servizio di ricerche applicative di notevole impatto sociale, occupandomi di FIRST (un esperimento al GSI dedicato alla misura della frammentazione di ioni carbonio, di interesse per l'adroterapia).

In continuità con le mie ricerche sulle oscillazioni e più in generale sulle proprietà dei neutrini, ho partecipato ad alcune nuove proposte, NESSiE (non approvata) e SHiP. L'esperimento NESSiE era dedicato alla ricerca di neutrini sterili mediante  $\nu_{\mu}$  disappearance su short baseline nella regione  $\Delta m^2 = 1 \text{eV}^2$ , indicata dalla cosiddetta "anomalia" dei reattori. SHiP è invece un possibile esperimento su beam dump all'SPS del CERN, proposto per ricercare particelle esotiche a lunga vita media, debolmente interagenti o sterili (come ad esempio Heavy Neutral Leptons e dark photons); nella proposta è previsto anche un rivelatore dedicato ai  $\nu_{\tau}$ , simile concettualmente ad OPERA, con uno spettrometro magnetico in ferro. In entrambi i casi sono interessato agli spettrometri con ferro magnetizzato, valorizzando l'esperienza acquisita in OPERA.

Esaurita quasi completamente l'attività di OPERA, la mia attività scientifica si è concentrata su Juno, un esperimento internazionale a forte partecipazione cinese ed asiatica in generale, con la collaborazione di vari stati europei, progettato per la misura della gerarchia di massa dei neutrini. La misura verrà effettuata osservando la disappearance degli anti-neutrini elettronici prodotti da due centrali nucleari (per una potenza complessiva iniziale di 26.6 GW) alla distanza di circa 50 km. Il gruppo di Frascati, da me rappresentato nell'Institutional Board dell'esperimento, si occuperà del Top Tracker, facente parte del VETO dell'esperimento, per la riduzione ed il controllo dei fondi prodotti dai raggi cosmici.

Infine dedico una frazione del mio tempo sono ad attività di divulgazione scientifica, collaborando con il SIDS (Servizio Informazione e Documentazione Scientifica) dei Laboratori Nazionali di Frascati, principalmente in qualità di accompagnatore nelle visite guidate.

### **L3 (luglio 1994-giugno 1996)**

Come summer student al CERN e successivamente come laureando presso l'Università di Roma "La Sapienza", mi sono occupato nell'ambito della collaborazione L3 (uno dei quattro esperimenti di LEP, Large Electron Positron collider) dell'analisi dei dati acquisiti nei run del 1993 e del 1994, diventando membro del L3 lineshape group.

Lo studio era finalizzato alla misura della sezione d'urto di produzione e dell'asimmetria di carica del processo  $e^+e^- \rightarrow \tau^+\tau^- (\gamma)$  alla risonanza  $Z^0$ .

Queste misure, combinate con analoghe misure negli altri canali di decadimento della  $Z^0$ , hanno permesso di misurare con notevole precisione la massa della  $Z^0$ , la larghezza di decadimento totale, quelle parziali, nonché le costanti di accoppiamento, contribuendo alle verifiche più stringenti del Modello Standard Minimale.

Le suddette misure hanno inoltre consentito di ottenere delle previsioni per le masse del top e del bosone di Higgs.

Durante l'estate del 1996 e fino all'estate del 1997, in parallelo all'attività di dottorando di ricerca presso l'università di Tor Vergata, ho continuato a collaborare con il L3 lineshape group, analizzando il medesimo processo con i dati acquisiti nei run di LEP del 1995.

Il contributo del sottoscritto è attestato da una comunicazione alla SIF, da una presentazione al general meeting dell'esperimento e dall'inserimento nella lista dei firmatari dell'articolo finale (cosa non automatica in qualità di laureando).

### **ATLAS (agosto 1997 - marzo 2002)**

Durante l'estate del 1997 ho cominciato, nell'ambito del dottorato di ricerca, la mia collaborazione con il gruppo ATLAS dell'università di Tor Vergata.

ATLAS è uno degli esperimenti di LHC (Large Hadron Collider), il collisore adronico del CERN.

La ricostruzione dei decadimenti del bosone di Higgs in stati finali contenenti coppie di muoni è stata una delle linee guida nella progettazione dell'esperimento, dotato di uno spettrometro per muoni di alta precisione. All'interno dello spettrometro delle camere a elettrodi piani resistivi (RPCs) sono utilizzate come rivelatori di trigger, per via della loro risoluzione temporale (intorno al ns) e della loro tolleranza di rate (qualche kHz/cm<sup>2</sup> in regime di valanga).

La mia attività durante la tesi di dottorato è stata indirizzata verso l'ottimizzazione del trigger muonico di primo livello, mediante test di laboratorio e simulazioni montecarlo. Il trigger muonico di primo livello dell'esperimento ATLAS è basato su coincidenze spazio-temporali tra tre stazioni di RPCs, una delle quali viene usata come pivot (inizialmente quella più interna). Lo studio presentato nella tesi ha motivato lo spostamento del piano di pivot nella stazione centrale, con una significativa riduzione delle finestre di coincidenza spaziale.

Date le grandi dimensioni dell'apparato, con 6000 m<sup>2</sup> di camere di trigger, si è reso necessario anche un test di uniformità di risposta da me condotto su un prototipo di RPC di dimensioni realistiche (3 m<sup>2</sup>). Il test è stato effettuato mediante raggi cosmici nei laboratori INFN dell'università di Tor Vergata ed ha evidenziato una disuniformità del campo elettrico nella gap minore dell'1%. Gli spaziatori, che assicurano l'uniformità della gap gassosa, forniscono un contributo di inefficienza pari all'1%, mentre al di fuori di questi l'efficienza sale continuamente in funzione dell'alta tensione, superando 99.5%. L'alta statistica accumulata ha consentito inoltre degli studi raffinati sull'efficienza intrinseca del rivelatore e sulla ionizzazione primaria nel gas.

I risultati del test di uniformità sono stati da me presentati al V RPC workshop tenutosi a Bari nel 1999.

Ho inoltre contribuito alle fasi preliminari della produzione delle camere di ATLAS, effettuando tra maggio e giugno 2001 i test di validazione, mediante raggi cosmici, di alcuni RPCs costituenti la preproduzione. I risultati dei test sono stati da me presentati alla 6<sup>th</sup> ATLAS muon week, tenutasi a Gaeta nel Giugno 2001.

### **ARGO (giugno 2000-marzo 2002)**

ARGO è un esperimento dedicato alla rivelazione di sciame cosmici estesi situato nel laboratorio di Yangbajing, in Tibet, a 4000 m sopra il livello del mare. Il rivelatore è costituito da un "tappeto" di RPC con un'area sensibile di circa 78\*74 m<sup>2</sup>. L'altitudine, combinata con la "copertura totale" e con l'elevata granularità, ha permesso durante la presa dati dell'esperimento (da Novembre 2007 a Gennaio 2013) di rivelare sciame originati da fotoni e raggi cosmici con energia al di sopra dei 100 GeV, studiandone le proprietà nella regione di energia intermedia tra gli esperimenti su satellite e quelli a terra. La risoluzione temporale intrinseca del rivelatore (intorno al ns), permette di misurare la direzione di provenienza di fotoni e raggi cosmici con precisione migliore di qualche grado.

Se il regime di funzionamento in valanga saturata si presta ad essere utilizzato per gli RPC degli esperimenti di LHC ad alta rate, gli RPC di ARGO, operanti alla rate dei raggi cosmici, sono stati utilizzati in regime di streamer, con segnali più ampi e facili da discriminare.

Grazie all'esperienza acquisita nel campo dei rivelatori RPC, sono entrato nella collaborazione a partire da giugno 2000 come assegnista di ricerca presso l'Università di Tor Vergata. In particolare ho condotto dei test in laboratorio sui primi prototipi assemblati, successivamente trasportati ed installati nel sito sperimentale. I suddetti test hanno riguardato misure di corrente, rate in singola, efficienza, cluster size e risoluzione temporale, contribuendo all'ottimizzazione dell'elettronica di Front-End e del grounding dei detectors. Ho presentato i risultati dei suddetti test al 7<sup>th</sup> International Conference on Advanced Technology and Particle Physics (Como 15-19 ottobre 2001).

Ho inoltre partecipato, nei mesi di gennaio e febbraio 2002, all'installazione presso i laboratori INFN dell'università di Tor Vergata di un prototipo di "cluster" (insieme di 12 RPCs, elemento base del sistema di acquisizione) dell'esperimento ARGO, munito di logica di trigger ed acquisizione.

### **R&D GENERICO SUGLI RPCs (giugno 2000-marzo 2002)**

I problemi di basse efficienze ed alte correnti riscontrati nel corso del 2000 dall'esperimento Babar a SLAC nell'utilizzo di RPC operanti in regime di streamer, hanno dato l'avvio a una serie di test volti a capire i meccanismi di invecchiamento "anomalo" del detector.

Presso l'Università di Tor Vergata ho fornito un notevole contributo occupandomi di differenti test, che hanno dapprima riguardato un prototipo di RPC dell'esperimento Babar appositamente danneggiato presso i Laboratori di Stanford durante un test di funzionamento ad alta temperatura.

Il detector in questione presentava una bassa efficienza con una alta rumorosità, oltre che un'elevata corrente oscura, dipendente linearmente dalla tensione. Ho proposto e provato l'utilizzo di una miscela gassosa, con tensione di lavoro più bassa e minore carica di streamer, che ha evidenziato un miglioramento delle prestazioni della camera, con un parziale recupero dell'efficienza grazie alla riduzione della corrente oscura. Ho presentato i risultati delle misure di Tor Vergata al workshop sull'IFR (Instrumented Flux Return dell'esperimento BABAR) tenutosi presso San Piero a Grado (Pisa) dal 18 al 20 gennaio 2001. I suddetti risultati sono stati anche pubblicati sulla rivista NIMA (pubblicazione 5.1 dell'elenco).

Nel corso del 2001, ho condotto dei test di funzionamento ad alta temperatura (35-45°C) su piccoli prototipi di RPCs con elettrodi di differente resistività, prodotti secondo nuovi standard di produzione in vista di un loro utilizzo sia in regime di streamer che di valanga.

Un certo danneggiamento è stato osservato solo per l'operazione in regime di streamer, a seguito della maggiore quantità di carica rilasciata nel gas, con un incremento di rumorosità localizzato in prossimità degli ingressi del gas.

Ho presentato i risultati al VI Workshop on Resistive Plate Chambers and Related Detectors, tenutosi a Coimbra (Portogallo) dal 26 al 27 novembre 2001.

Queste misure hanno contribuito al miglioramento delle tecniche costruttive degli RPC in bakelite presso la ditta General Tecnica, di cui hanno beneficiato sia gli esperimenti di LHC (ATLAS, CMS ed ALICE) che quelli di fisica astroparticellare (ARGO ed OPERA).

### **OPERA (marzo 2002-)**

A partire dal mese di marzo 2002, usufruendo dapprima di un assegno di ricerca, in seguito di due contratti ex art. 23 presso i Laboratori Nazionali di Frascati ed infine di un posto da ricercatore III livello a tempo indeterminato, il sottoscritto è entrato nella collaborazione Opera.

L'esperimento ha fornito la prima prova diretta delle oscillazioni  $\nu_\mu \rightarrow \nu_\tau$  tramite apparizione di  $\tau$ , ed ha operato presso i Laboratori Nazionali del Gran Sasso.

La sorgente di  $\nu_\mu$  era costituita da un fascio di neutrini proveniente dal CERN (CNGS); la lunga baseline (730 km), combinata con l'energia dei neutrini ( $\langle E \rangle = 17$  GeV), ha consentito di osservare oscillazioni nello spazio dei parametri indicato da SuperKamiokande per i neutrini atmosferici con un basso numero di eventi di fondo.

La rivelazione dei  $\tau$  era basata su criteri topologici, con il vertice di decadimento che veniva ricostruito con precisione intorno al  $\mu\text{m}$  grazie all'utilizzo di emulsioni nucleari, assemblate insieme a lastre di piombo, spesse 1 mm, all'interno dei cosiddetti "mattoni". Ciascun mattone era composto da 57 lastre di emulsione, di dimensione  $10 \times 12$  cm<sup>2</sup>, alternate a 56 lastre di piombo. Nell'esperimento c'erano in totale circa 140000 mattoni per una massa di 1.2 kt.

Nella regione della targhetta, i mattoni, organizzati in "walls", erano alternati a strip di scintillatore plastico (Target Tracker) per identificare in tempo reale quei mattoni contenenti interazioni di neutrini. L'esperimento, in realtà, si componeva di due supermoduli da 31 walls, seguiti da due spettrometri di ferro magnetizzato con camere a drift ed RPC. Gli spettrometri identificavano particelle penetranti (prevalentemente muoni) e ne misuravano l'impulso (con risoluzione migliore del 20% fino a 30 GeV) e la carica (confusione di carica minore dello 0.3%), contribuendo alla ricostruzione della cinematica dell'evento ed alla soppressione dei fondi dovuti ai decadimenti muonici del charm.

L'attività del sottoscritto all'interno della collaborazione ha riguardato inizialmente l'ottimizzazione e la messa in funzione degli spettrometri per muoni, in particolare degli RPC, utilizzati in regime di streamer come tracciatori all'interno delle lastre magnetizzate degli spettrometri.



I miei studi sulle miscele gassose per l'operazione in regime di streamer, iniziati già presso l'università di Tor Vergata, sono stati alla base della scelta della miscela gassosa. Tipiche miscele per RPC funzionanti in regime di streamer erano tipicamente composte da argon, tetrafluoroetano ed isobutano. L'idea alla base dei miei test è stata quella di ridurre notevolmente il tetrafluoroetano aggiungendo una piccola quantità (qualche per mille) di esafluoruro di zolfo, un gas fortemente elettronegativo, già utilizzato per ridurre la streamer fraction negli RPCs operanti in regime di valanga. In questa maniera si è ridotta la carica rilasciata nel gas e si è abbassata la tensione di lavoro, diminuendo l'aging del detector e semplificando notevolmente il sistema di alta tensione, oltre a garantire una notevole riduzione dei costi della miscela. I risultati dei test sulle miscele gassose sono stati pubblicati in due lavori su NIMA, dei quali sono corresponding author (pubblicazioni numero 5.3 e 5.4 dell'elenco allegato).

Ho inoltre condotto test di aging su prototipi realistici e contribuito alla realizzazione ed alla conduzione dei test di qualità presso i laboratori esterni del Gran Sasso. I suddetti test sono stati effettuati su tutti gli RPC prima della loro installazione nei laboratori sotterranei, alla quale pure ho contribuito. I risultati dei test di qualità e di aging sono stati da me presentati al Nuclear Science Symposium & Medical Imaging Conference, tenutosi a Roma nel 2004, nonché a due RPC workshops: a Clermont-Ferrand (Francia) nell'Ottobre 2003 ed a Seul (Corea del Sud) nell'Ottobre 2005. Nel range di resistività degli elettrodi delle camere testate (la lastre di bakelite per OPERA sono state selezionate con  $\rho > 5 \cdot 10^{11} \Omega\text{cm}$ ) non sono stati osservati fenomeni di aging "anomalo", con alte correnti e rumorosità intrinseca. Ho anche riscontrato come quest'ultima diminuisca all'aumentare della resistività degli elettrodi.

Sono stato responsabile dei test sugli RPC installati: test condotti in azoto su tutte le camere al momento della loro installazione, e successivamente, non appena ottenuta l'autorizzazione all'uso in sotterranea della miscela gassosa, su 4 piani di RPCs flussati con quest'ultima. Il test in azoto è presentato nella nota interna n.66 di OPERA.

Ho partecipato alla progettazione dei sistemi di distribuzione dell'alta tensione e della miscela gassosa. Sono stato corresponding author di una pubblicazione su NIMA (numero 5.2 dell'elenco allegato), dove veniva descritto l'I-meter, la scheda realizzata presso i laboratori di Frascati, per la misura della corrente con una precisione intorno al nA.

Ho coordinato, come project leader, il disegno, la realizzazione ed i test dell'elettronica per il trigger dei tubi a drift, come risulta da due note pubbliche di OPERA, n.70 e n.71, citate in vari lavori della collaborazione.

Nei primi mesi del 2006 il gruppo LNF ha deciso di contribuire anche all'analisi delle emulsioni e di conseguenza il sottoscritto si è impegnato nell'installazione di un microscopio per emulsioni presso i laboratori di Frascati.

Le emulsioni nucleari utilizzate in OPERA sono composte da due strati di gel con cristalli di AgBr, spessi 40  $\mu\text{m}$  ed incollati sulle due facce di una base plastica trasparente spessa 200  $\mu\text{m}$ . Il passaggio di una particella carica lascia lungo la traiettoria una serie di cristalli eccitati, che dopo lo sviluppo si trasformano in grani di argento delle dimensioni di 0.6  $\mu\text{m}$ . Una particella al minimo di ionizzazione produce in media 30 grani in 100  $\mu\text{m}$ . Mediante l'utilizzo di microscopi automatici, vengono effettuate scansioni a diversi piani focali, permettendo di ottenere una tomografia delle lastre e la successiva ricostruzione dei segmenti di traccia.

Il laboratorio di scanning di Frascati è entrato in funzione nel 2008 e ad oggi sono stati localizzati circa 50 vertici dovuti ad interazione di neutrini con una efficienza del 73%, secondo le aspettative.

Durante la presa dati dei detectors elettronici, dal 2006 al 2012, sono stato molteplici volte run coordinator.

A partire dal mese di settembre 2008 sono entrato a far parte dell'Executive Board dell'esperimento OPERA, come responsabile del funzionamento e della manutenzione dei detectors elettronici.

Durante il mio mandato i detectors elettronici di OPERA hanno raggiunto una livetime superiore al 99% sul fascio CNGS.

Nel mese di marzo del 2012 sono stato eletto Technical Coordinator dell'esperimento. Il suddetto mandato è stato rinnovato per altri due anni nel corso del 2014.

In questo periodo, dopo la fine dei run del CNGS nel Dicembre 2012 con  $18 \cdot 10^{19}$  pot integrati, mi sono anche occupato dell'ottimizzazione delle facilities per la marcatura a raggi X dei mattoni estratti da OPERA; necessari e fondamentali per l'allineamento spaziale delle lastrine di emulsione contenute nello stesso mattone e quindi per la ricostruzione delle tracce. Successivamente, come responsabile tecnico di OPERA e responsabile locale di Frascati, ho contribuito a definire il piano tecnico/economico nonché la schedula temporale per il decommissioning di OPERA, avviato nel 2015.

La mia attività di analisi dei dati dell'esperimento è stata dapprima incentrata sul monitoraggio delle prestazioni degli RPC, come attestato da numerose note interne di OPERA e da 4 presentazioni ad RPC workshops (Mumbai nel mese di Febbraio 2008, Darmstadt nel mese di Febbraio 2010, Frascati nel mese di Febbraio 2012 e Pechino nel mese di Febbraio 2014). La caratteristica che rende gli RPC di OPERA unici è senza dubbio la bassa rumorosità, che permette di misurare nei laboratori sotterranei del Gran Sasso, sotto 1400 m di roccia, counting rates minori di 20 Hz/m<sup>2</sup>. Dalla fine del 2011 e per tutto il 2012 mi sono occupato della misura della velocità dei neutrini del fascio CNGS, calibrando la risposta temporale degli RPC sui dati del 2011 (nota pubblica OPERA n.147) e ripetendo la misura nel 2012 con un sistema di acquisizione parallelo al DAQ dell'esperimento, in maniera da avere un controllo indipendente sul risultato. Il suddetto sistema di acquisizione era basato su un modulo VME sviluppato presso i laboratori di Frascati, in grado di ricevere il segnale di sincronizzazione inviato ogni ms dall'orologio atomico del Gran Sasso (PpmS), leggerne il tempo di emissione, codificato in formato UTC, ed emettere un segnale NIM in corrispondenza del fronte di arrivo con un jitter minore di 200 ps. Mediante un TDC VME, con un range temporale di 0.8 ms, era possibile misurare al ns la distanza temporale tra l'arrivo del PpmS e l'interazione dei neutrini, dato che i segnali di OR dei piani di RPC usati per il trigger dei tubi a drift erano anch'essi acquisiti nel TDC. La misura ottenuta con questo sistema ha mostrato come i neutrini viaggiano a velocità compatibile con quella della luce al livello di  $10^{-6}$ . La suddetta misura è risultata la più precisa tra tutte quelle effettuate presso i laboratori del Gran Sasso, con una RMS dei tempi di arrivo dei neutrini di 2.7 ns. La descrizione dettagliata della misura si trova nella nota interna di OPERA n.156. Il risultato è pubblicato nell'articolo della collaborazione sui dati del 2012 (numero 3.13 dell'elenco allegato) e presentato dal sottoscritto al RPC workshop di Pechino (Febbraio 2014).

Nel 2013 ho partecipato all'analisi del terzo candidato  $\tau$ , osservato nel canale di decadimento muonico. La natura muonica della traccia presente nel decadimento del candidato  $\tau$  viene desunta dal suo potere penetrante e dall'assenza di interazioni nelle lastrine di piombo attraversate. In questo canale tuttavia la misura della carica è di fondamentale importanza per la discriminazione dal fondo di particelle charmate. Nell'evento considerato il muone si ferma però all'interno del magnete, rendendo la misura della deflessione, e quindi della carica, possibile solo usando i primi piani di RPC, coadiuvati dal Target Tracker. Per questo tipo di particelle cariche, negli algoritmi di ricostruzione di OPERA la carica viene determinata effettuando un fit parabolico. Mediante una simulazione MonteCarlo basata su GEANT4 ho dimostrato come la carica del muone presente nell'evento è, come ci si aspetta, negativa, con un margine di errore (confusione di carica) minore dello 0.1%. L'analisi è riportata nella nota pubblica di OPERA n.161, citata nell'articolo della collaborazione (numero 3.16 dell'elenco allegato).

Successivamente mi sono impegnato nella ricerca di neutrini sterili nel canale di oscillazione  $\nu_{\mu} \rightarrow \nu_{\tau}$  su long baseline. L'analisi, basata sul numero di candidati  $\tau$  osservati (attualmente 5) e quello di eventi aspettati (2.89 includendo un fondo di 0.25 eventi), ha permesso di derivare limiti su alcuni parametri di oscillazione del modello 3+1 ( $U_{\mu 4}$ ,  $U_{\tau 4}$  e  $\Delta m^2_{41}$ ). L'analisi è stata condotta tenendo in conto i termini di interferenza tra l'ampiezza di oscillazione dovuta a  $\Delta m^2_{31}$ , responsabile dell'oscillazione dei neutrini atmosferici, e quella dovuta a  $\Delta m^2_{41}$ , introdotta con il quarto neutrino sterile. La mia analisi è riportata nella nota interna di OPERA n.171, mentre i risultati della suddetta analisi, ristretta al campione analizzato per la pubblicazione del quarto candidato  $\tau$  sono pubblicati nell'articolo 3.20, di cui sono uno dei corresponding authors. Risultati preliminari con le stime

dell'efficienza e dei fondi aggiornate dopo l'osservazione del quinto candidato sono stati invece da me presentati nella nota interna di OPERA n.180.

L'apprezzamento, da parte della collaborazione, del mio contributo all'analisi è testimoniato dall'assegnazione del talk sui risultati di OPERA al XVI International Workshop on Neutrino Telescopes (Venezia, Italia, 2-6 Marzo 2015).

Storicamente sono stati studiati altri meccanismi in grado di causare le transizioni di flavour osservate nelle oscillazioni dei neutrini, tra cui interazioni non standard (NSI) tra questi e la materia attraversata nel cammino tra la sorgente ed il rivelatore.

Nella nota interna di OPERA n.182, sulla base del numero di oscillazioni  $\nu_\mu \rightarrow \nu_\tau$  osservate nell'esperimento, ho derivato i limiti sui parametri che descrivono le interazioni non standard dei neutrini nel formalismo correntemente utilizzato in letteratura.

Infine mi sto occupando anche della misura della modulazione annuale dei raggi cosmici osservati con i detectors elettronici di OPERA, argomento di notevole interesse per i fondi del laboratorio del Gran Sasso.

### **TPS/RDH (dicembre 2009-dicembre 2014)**

Dal dicembre 2009 al dicembre 2014 ho collaborato con il gruppo TPS (successivamente rinominato RDH) all'esperimento FIRST al GSI per la misura della frammentazione di ioni carbonio, per migliorare i piani di trattamento adroterapici.

Nell'ambito di FIRST, durante il run al GSI, sono stato il responsabile dei detectors di tracciamento del fascio prima della targhetta: lo Start Counter (un foglio di scintillatore plastico dello spessore di 250  $\mu\text{m}$  per scopi di trigger e timing) ed il beam monitor (una cameretta a drift a cella rettangolare per tracciare il fascio di ioni incidente sulla targhetta).

Ho contribuito alla progettazione di entrambi i detectors (anche con studi basati sul programma GARFIELD per quanto riguarda la cameretta). I risultati dei test beams condotti su fasci di elettroni (presso i laboratori di Frascati), di protoni e di ioni carbonio (presso i laboratori del Sud) per caratterizzare i rivelatori, sono stati da me presentati al Second International Conference on Technology and Instrumentation in Particle Physics, TIPP 2011 (Chicago, USA, Giugno 2011).

Ho partecipato attivamente all'installazione ed alla presa dati dell'esperimento nel mese di agosto 2011, durante la quale i due detectors hanno mostrato un comportamento stabile entro le specifiche, con una risoluzione temporale di 150 ps (Start Counter) ed una risoluzione spaziale di 140  $\mu\text{m}$  (Beam Monitor).

### **Nuove proposte (2013-)**

Più di recente mi sono interessato a due proposte di esperimenti: NESSiE (non approvato) e SHiP. NESSiE è un esperimento dedicato alla ricerca di oscillazioni, mediante disappearance su short baseline (1 km) di un fascio di  $\nu_\mu$  dell'energia di qualche GeV, nella regione  $\Delta m^2 = 1 \text{ eV}^2$  di interesse per la cosiddetta "anomalia" dei reattori. Essendo un esperimento di disappearance, consta di un near ed un far detector, con masse di circa 800 e 1500 t rispettivamente.

Secondo il progetto originale, ciascuno di questi consisteva di due magneti: l'Air Core Magnet (ACM), basato su un magnete in aria, e l'Iron Core Magnet (ICM), basato sui magneti in Ferro di OPERA, realizzati dal gruppo di Frascati.

I due sistemi avrebbero dovuto essere montati in cascata dietro dei detectors ad Argon Liquido (costituenti l'esperimento ICARUS) per complementarne, in special modo sui  $\nu_\mu$  di alta energia, le prestazioni eccellenti nell'osservazione dei  $\nu_e$  e degli eventi di corrente neutra.

Val la pena di ricordare, infatti, come si siano evidenziate possibili tracce dell'esistenza di neutrini sterili nei processi di disappearance del  $\nu_e$  (anomalia dei reattori e del Gallio) e di oscillazione  $\nu_\mu \rightarrow \nu_e$  (LSND e MiniBoone), ma non nella disappearance del  $\nu_\mu$ , mentre simili effetti sarebbero una logica conseguenza dei primi due nel modello 3+1 con un neutrino sterile.

Le prestazioni combinate dell'ACM e dell'ICM avrebbero consentito di ottenere una risoluzione sull'impulso dei muoni anche al di sotto del 10% (per quelli che si fermano nell'ICM ed il cui impulso viene misurato con il range) con una confusione di carica minore di qualche % su tutto il

range di energia dei neutrini (è importante notare infatti come nei run di anti-neutrini la rate di interazioni del fondo di  $\nu_\mu$  sia comparabile con quello del fascio di anti-neutrini).

Le responsabilità del sottoscritto avevano riguardato l'ICM e gli RPC in esso installati, che avrebbero dovuto essere interamente recuperati da OPERA. A tale riguardo ho contribuito alla preparazione della documentazione sottomessa al CTS (Comitato Tecnico Scientifico dell'INFN) per l'eventuale realizzazione dell'esperimento al CERN.

Dopo la decisione del management CERN di non realizzare fasci di neutrini, l'esperimento è stato proposto anche al FermiLab, senza però venire approvato.

SHIP è invece una proposta per un esperimento su beam dump all'SPS del CERN dedicata alla ricerca di particelle esotiche a lunga vita media, debolmente interagenti o sterili (come ad esempio Heavy Neutral Leptons e dark photons). L'esperimento comprende anche un detector per neutrini, dedicato alla misura della sezione d'urto di interazione dei  $\nu_\tau$ , composto da una targhetta di emulsioni e lastre di piombo segmentate in mattoni, intervallate ad un target tracker (similmente ad OPERA). Dietro la targhetta è previsto uno spettrometro per muoni, che verrebbe recuperato da OPERA, con la duplice funzione di ridurre il fondo di eventi charmati e di fare da VETO per i rivelatori di particelle esotiche.

Nell'ambito di SHiP, come conseguenza dell'esperienza accumulata su OPERA, nel Technical Proposal dell'esperimento ho scritto i due paragrafi sul magnete dipolare e sul sistema RPC del rivelatore per neutrini, oltre ad aver coordinato una serie di test volti a verificare l'effettiva possibilità di riutilizzo degli RPC di OPERA.

Nei laboratori di Frascati è stata installata una facility per il test simultaneo di 12 camere da 3 m<sup>2</sup> di superficie ciascuna, nella quale è stata testata la prima versione dell'elettronica di acquisizione, realizzata dalla sezione di Bari.

Ho inoltre condotto dei test su camere RPC di piccola dimensione, operanti in regime di streamer, flussate con miscele gassose a basso impatto ambientale; i risultati dei suddetti test sono stati da me presentati al XIII Workshop on Resistive Plate Chambers and Related Detectors, tenutosi a Gent, in Belgio, dal 22 al 26 febbraio 2016.

Occorre però precisare che una stima aggiornata del flusso di particelle cariche incidenti sugli RPC di SHiP (fino a 100 kHz/m<sup>2</sup> nei primi layers) rende altamente sconsigliabile l'utilizzo di camere ad alta resistività (come quelli di OPERA) in regime di streamer.

### **JUNO (Luglio 2014-)**

A partire dal Luglio 2014 sono entrato in Juno, un esperimento che sarà realizzato in Cina dedicato alla misura della gerarchia di massa dei neutrini, cioè a determinare se la massa del terzo autostato di massa  $\nu_3$  sia maggiore o minore degli altri due. L'esperimento consiste di 20 kton di scintillatore liquido per osservare le deformazioni indotte nello spettro energetico degli anti-neutrini elettronici dalle oscillazioni, alla distanza ottimale di circa 50 km da due centrali nucleari, per una potenza complessiva iniziale di 26.6 GW. La collaborazione si propone di raggiungere una evidenza a livello di 4  $\sigma$  sulla gerarchia di massa dei neutrini. Le potenzialità dell'esperimento dipendono dalla risoluzione in energia, che dovrà essere del 3%/√E(MeV), mai ottenuta da nessun altro rivelatore di neutrini a scintillatore liquido. Per raggiungere una simile risoluzione occorrerà la massima copertura possibile di fotomoltiplicatori, ma anche aumentare la risposta in luce dello scintillatore e l'efficienza quantica dei fotomoltiplicatori.

Per ridurre e meglio stimare i fondi cosmogenici del <sup>9</sup>Li/<sup>8</sup>He, è prevista, in associazione ad un water Cerenkov veto, la costruzione di un Top Tracker per i raggi cosmici, per il quale verranno usati gli scintillatori plastici costituenti il Target Tracker di OPERA.

Il Top Tracker di JUNO sarà quindi costituito da 62 moduli, ciascuno dei quali è composto da due piani di strip scintillanti, larghe 2.6 cm, in cui la luce, raccolta tramite fibre WLS, viene letta alle due estremità tramite dei fotomoltiplicatori Hamamatsu H7546 di proprietà dell'INFN. In totale in ciascun modulo ci sono 512 strips, orientate in direzioni ortogonali nei due piani e lette da 16 PMT multi-anodo a 64 canali. Il gruppo OPERA di Frascati è l'utilizzatore finale dei fotomoltiplicatori multi-anodo a 64 canali installati nel TT di OPERA e si è assunto il compito di progettare e realizzare l'elettronica di trigger e read-out del Top Tracker in collaborazione con i gruppi francesi dell'IRES di Strasburgo e dell'Ecole Polytechnique.

L'alta rate di conteggio prevista, fino a 50 kHz per PMT dovuta principalmente alla radioattività ambientale, ha reso necessario ridisegnare l'elettronica di lettura rispetto a quella dell'esperimento OPERA. Il sottoscritto ha contribuito in maniera sostanziale alla progettazione del sistema, venendo nominato, all'interno della collaborazione, coordinatore di livello L3 dell'elettronica e dello slow control del Top Tracker. Ho contribuito alla preparazione della documentazione su JUNO sottomessa at CTS (Comitato Tecnico Scientifico) dell'INFN.

L'elettronica di acquisizione sarà basata sul chip a 64 canali MAROC3, che fornisce 64 uscite discriminate e la lettura della carica, oltre che un segnale di OR. Il chip sarà installato in apposite schede innestate sui pin dei fotomoltiplicatori. I segnali in uscita dal MAROC3 saranno letti tramite delle schede di read-out, che avranno anche la funzione di regolare la tensione di lavoro dei suddetti fotomoltiplicatori. La differenza principale con il sistema di acquisizione di OPERA consiste nella presenza in ciascun modulo di un concentratore, il quale, collegato alle 16 schede di read-out, avrà la triplice funzione di effettuare una coincidenza tra gli OR dei due piani in una finestra temporale di 200 ns, acquisire le schede interessate in presenza di tale coincidenza (trigger di primo livello) ed apporre un time-stamp ai dati raccolti. E' prevista in via opzionale l'installazione di un trigger di secondo livello per ridurre ulteriormente la rate di scrittura, ancora dominata da coincidenze accidentali.

Le tre schede sono attualmente in fase di progettazione e prototipazione. Ho curato l'installazione presso i laboratori di Frascati di un prototipo di rivelatore, di dimensioni ridotte, per i test di validazione dell'elettronica.

## **Pubblicazioni su rivista.**

Sono autore di circa 100 pubblicazioni su rivista. Il mio indice  $h_{\text{HEP}}$ , desunto dal database inspire HEP è di 44 (42 relativamente ai soli lavori pubblicati su rivista). Sono corresponding author delle pubblicazioni 3.20, 5.2, 5.3, 5.4, 5.16 nonché di tutte quelle da 6.1 a 6.14, secondo la numerazione dell'elenco seguente.

### **1. Pubblicazioni di L3**

1. The L3 Collaboration, "Measurements of Cross Sections and Forward-Backward Asymmetries at the Z Resonance and Determination of Electroweak Parameters", CERN-EP-2000-022 (4 febbraio 2000), *The European Physical Journal C16*, 1-40 (2000).
2. ALEPH and DELPHI and L3 and OPAL and SLD and LEP Electroweak Working Group and SLD Electroweak Group and SLD Heavy Flavour Group Collaborations, "Precision electroweak measurements on the Z resonance", Phys.Rept. 427 (2006) 257-454.

### **2. Pubblicazioni di ATLAS**

1. The ATLAS Collaboration, G. Aad et al., "The ATLAS Experiment at the CERN Large Hadron Collider", *Journal of Instrumentation*, vol.3, August 2008.
2. The ATLAS Collaboration, G. Aad et al., "Charged-particle multiplicities in pp interactions at  $\sqrt{s}=900$  GeV measured with the ATLAS detector at LHC", *Physics Letters B* 688 (2010) 21-42.
3. The ATLAS Collaboration, G. Aad et al., "Performance of the ATLAS Detector using First Collision Data", *JHEP* 1009 (2010) 056.
4. The ATLAS Collaboration, G. Aad et al., "Search for New Particles in Two-Jet Final States in 7 TeV Proton-Proton Collisions with the ATLAS Detector at the LHC", *Phys.Rev.Lett.* 105 (2010) 161801.
5. The ATLAS Collaboration, G. Aad et al., "Measurement of inclusive jet and dijet cross sections in proton-proton collisions at 7 TeV centre-of-mass energy with the ATLAS detector", *Eur.Phys.J.* C71 (2011) 1512.

6. The ATLAS Collaboration, G. Aad et al., “Search for Quark Contact Interactions in Dijet Angular Distributions in Collisions at  $\sqrt{s} = 7$  TeV Measured with the ATLAS Detector”, Phys.Lett. B694 (2011) 327-345.
7. The ATLAS Collaboration, G. Aad et al., “Measurement of the  $W \rightarrow \nu$  and  $Z/\gamma^* \rightarrow \ell\ell$  production cross sections in proton-proton collisions at  $\sqrt{s} = 7$  TeV with the ATLAS detector”, JHEP 1012 (2010) 060.
8. The ATLAS Collaboration, G. Aad et al., “Observation of a Centrality-Dependent Dijet Asymmetry in Lead-Lead Collisions at  $\sqrt{s_{NN}} = 2.77$  TeV with the ATLAS Detector at the LHC”, Phys.Rev.Lett. 105 (2010) 252303.
9. The ATLAS Collaboration, G. Aad et al., “Measurement of underlying event characteristics using charged particles in pp collisions at  $\sqrt{s} = 900$  GeV and 7 TeV with the ATLAS detector”, Phys.Rev. D83 (2011) 112001.
10. The ATLAS Collaboration, G. Aad et al., “Study of jet shapes in inclusive jet production in pp collisions at  $\sqrt{s} = 7$  TeV using the ATLAS detector”, Phys.Rev. D83 (2011) 052003.
11. The ATLAS Collaboration, G. Aad et al., “Measurement of the top quark-pair production cross section with ATLAS in pp collisions at  $\sqrt{s} = 7$  TeV”, Eur.Phys.J. C71 (2011) 1577.
12. The ATLAS Collaboration, G. Aad et al., “Search for Diphoton Events with Large Missing Transverse Energy in 7 TeV Proton-Proton Collisions with the ATLAS Detector”, Phys.Rev.Lett. 106 (2011) 121803.
13. The ATLAS Collaboration, G. Aad et al., “Search for Supersymmetry Using Final States with One Lepton, Jets, and Missing Transverse Momentum with the ATLAS Detector in  $\sqrt{s} = 7$  TeV pp Collisions”, Phys.Rev.Lett. 106 (2011) 131802.
14. The ATLAS Collaboration, G. Aad et al., “Measurement of Dijet Azimuthal Decorrelations in pp Collisions at  $\sqrt{s} = 7$  TeV”, Phys.Rev.Lett. 106 (2011) 172002.
15. The ATLAS Collaboration, G. Aad et al., “Search for a Heavy Particle Decaying into an Electron and a Muon with the ATLAS Detector in  $\sqrt{s} = 7$  TeV pp collisions at the LHC”, Phys.Rev.Lett. 106 (2011) 251801.
16. The ATLAS Collaboration, G. Aad et al., “Charged-particle multiplicities in pp interactions measured with the ATLAS detector at the LHC”, New J.Phys. 13 (2011) 053033.
17. The ATLAS Collaboration, G. Aad et al., “A search for new physics in dijet mass and angular distributions in pp collisions at  $\sqrt{s} = 7$  TeV measured with the ATLAS detector”, New J.Phys. 13 (2011) 053044.
18. The ATLAS Collaboration, G. Aad et al., “Measurement of the inclusive isolated prompt photon cross section in pp collisions at  $\sqrt{s} = 7$  TeV with the ATLAS detector”, Phys.Rev. D83 (2011) 052005.
19. The ATLAS Collaboration, G. Aad et al., “Measurement of the centrality dependence of  $J/\psi$  yields and observation of Z production in lead–lead collisions with the ATLAS detector at the LHC”, Phys.Lett. B697 (2011) 294-312.
20. The ATLAS Collaboration, G. Aad et al., “Measurement of the production cross section for W -bosons in association with jets in pp collisions at  $\sqrt{s} = 7$  TeV with the ATLAS detector”, Phys.Lett. B698 (2011) 325-345.
21. The ATLAS Collaboration, G. Aad et al., “Search for massive long-lived highly ionising particles with the ATLAS detector at the LHC”, Phys.Lett. B698 (2011) 353-370.
22. The ATLAS Collaboration, G. Aad et al., “Search for high mass dilepton resonances in with the ATLAS experiment”, Phys.Lett. B700 (2011) 163-180.
23. The ATLAS Collaboration, G. Aad et al., “Search for stable hadronising squarks and gluinos with the ATLAS experiment at the LHC”, Phys.Lett. B701 (2011) 1-19.
24. The ATLAS Collaboration, G. Aad et al., “Measurement of the W charge asymmetry in the  $W \rightarrow \mu\nu$  decay mode in pp collisions at  $\sqrt{s} = 7$  TeV with the ATLAS detector”, Phys.Lett. B701 (2011) 31-49.
25. The ATLAS Collaboration, G. Aad et al., “Search for high-mass states with one lepton plus missing transverse momentum in proton–proton collisions at  $\sqrt{s} = 7$  TeV with the ATLAS detector”, Phys.Lett. B701 (2011) 50-69.

26. The ATLAS Collaboration, G. Aad et al., “Search for squarks and gluinos using final states with jets and missing transverse momentum with the ATLAS detector in  $\sqrt{s} = 7$  TeV proton–proton collisions ”, *Phys.Lett. B*701 (2011) 186-203.
  27. The ATLAS Collaboration, G. Aad et al., “Search for supersymmetry in pp collisions at  $\sqrt{s} = 7$  TeV in final states with missing transverse momentum and b-jets”, *Phys.Lett. B*701 (2011) 398-416.
  28. The ATLAS Collaboration, G. Aad et al., “Search for supersymmetric particles in events with lepton pairs and large missing transverse momentum in  $\sqrt{s} = 7$  TeV proton-proton collisions with the ATLAS experiment”, *Eur.Phys.J. C*71 (2011) 1682.
  29. The ATLAS Collaboration, G. Aad et al., “Search for an excess of events with an identical flavour lepton pair and significant missing transverse momentum in  $\sqrt{s} = 7$  TeV proton-proton collisions with the ATLAS detector”, *Eur.Phys.J. C*71 (2011) 1647.
  30. The ATLAS Collaboration, G. Aad et al., “Luminosity determination in pp collisions at  $\sqrt{s} = 7$  TeV using the ATLAS detector at the LHC”, *Eur.Phys.J. C*71 (2011) 1630.
  31. The ATLAS Collaboration, G. Aad et al., “Measurements of underlying-event properties using neutral and charged particles in pp collisions at  $\sqrt{s} = 900$  GeV and  $\sqrt{s} = 7$  TeV with the ATLAS detector at the LHC”, *Eur.Phys.J. C*71 (2011) 1636.
  32. The ATLAS Collaboration, G. Aad et al., “Measurement of the Inelastic Proton-Proton Cross-Section at  $\sqrt{s} = 7$  TeV with the ATLAS Detector”, *Nature Commun.* 2 (2011) 463.
  33. The ATLAS Collaboration, G. Aad et al., “Measurement of the differential cross-sections of inclusive, prompt and non-prompt  $J/\psi$  production in proton-proton collisions at  $\sqrt{s} = 7$  TeV”, *Nucl.Phys. B*850 (2011) 387-444.
  34. The ATLAS Collaboration, G. Aad et al., “Search for pair production of first or second generation leptoquarks in proton-proton collisions at  $\sqrt{s} = 7$  TeV using the ATLAS detector at the LHC”, *Phys.Rev. D*83 (2011) 112006.
  35. The ATLAS Collaboration, G. Aad et al., “Search for lepton flavour violation in the  $e\mu$  continuum with the ATLAS detector in  $\sqrt{s} = 7$  TeV pp collisions at the LHC”, *Eur.Phys.J. C*72 (2012) 2040.
3. **Publicazioni di OPERA**
1. The OPERA collaboration, “First events from the CNGS neutrino beam detected in the OPERA experiment”, *New Journal of Physics*, 8 (2006) 303.
  2. The OPERA collaboration, “Emulsion sheet doublets as interface trackers for the OPERA experiment”, *Journal of Instrumentation*, vol. 3, July 2008.
  3. The OPERA collaboration, “Study of the effects induced by lead on the emulsion films of the OPERA experiment”, *Journal of Instrumentation*, vol. 3, July 2008.
  4. The OPERA Collaboration, “The OPERA experiment in the CERN to Gran Sasso neutrino beam”, *Journal of Instrumentation*, vol. 4, April 2009.
  5. The OPERA Collaboration, “The detection of neutrino interactions in the emulsion/lead target of the OPERA experiment”, *Journal of Instrumentation*, vol. 4, June 2009.
  6. The OPERA Collaboration, “Measurement of the atmospheric muon charge ratio with the OPERA detector”, *Eur. Phys. J. C* (2010) 67 25-37.
  7. The OPERA Collaboration, “Observation of a first  $\nu_\tau$  candidate event in the OPERA experiment in the CNGS beam”, *Physics Letters B* 691 (2010) 138-145.
  8. The OPERA Collaboration, “Study of neutrino interactions with the electronic detectors of the OPERA experiment”, *New Journal of Physics* 13 (2011) 053051.
  9. The OPERA Collaboration, “Momentum measurement by multiple Coulomb scattering method in the OPERA lead-emulsion target”, *New Journal of Physics* 14 (2012) 013026.
  10. The OPERA Collaboration, “Search for  $\nu_\mu \rightarrow \nu_\tau$  oscillation with the OPERA experiment in the CNGS beam”, *New Journal of Physics* 14 (2012) 033017.
  11. The LVD and OPERA Collaborations, “Determination of a time-shift in the OPERA set-up using high-energy horizontal muons in the LVD and OPERA detectors”, *Eur. Phys. J. Plus* (2012) 127:71.
  12. The OPERA Collaboration, “Measurement of the neutrino velocity with the OPERA detector in the CNGS beam”, *JHEP*10 (2012) 093.

13. The OPERA Collaboration, "Measurement of the neutrino velocity with the OPERA detector in the CNGS beam using the 2012 dedicated data", JHEP1 (2013) 153.
  14. The OPERA collaboration, "Search for  $\nu_{\mu} \rightarrow \nu_e$  oscillations with the OPERA experiment in the CNGS beam", JHEP07 (2013) 004.
  15. The OPERA collaboration, "New results on  $\nu_{\mu} \rightarrow \nu_{\tau}$  appearance with the OPERA experiment in the CNGS beam", JHEP11 (2013) 036.
  16. The OPERA collaboration, "Evidence for  $\nu_{\mu} \rightarrow \nu_{\tau}$  appearance in the CNGS neutrino beam with the OPERA experiment", Phys Rev D 89, 051102(R) (2014).
  17. The OPERA collaboration, "Measurement of the TeV atmospheric muon charge ratio with the complete OPERA data set", Eur. Phys. J. C (2014) 74:2933.
  18. The OPERA collaboration, "Procedure for short-lived particle detection in the OPERA experiment and its application to charm decays", Eur. Phys. J. C (2014) 74:2986.
  19. The OPERA Collaboration, "Observation of  $\nu_{\tau}$  appearance in the CNGS beam with the OPERA experiment", Prog. Theor. Exp. Phys. 2014, 101C01.
  20. The OPERA Collaboration, "Limits on muon-neutrino to tau-neutrino oscillations induced by a sterile neutrino state obtained by OPERA at the CNGS beam", JHEP06 (2015) 069.
  21. The OPERA Collaboration, "Discovery of  $\tau$  Neutrino Appearance in the CNGS Neutrino Beam with the OPERA Experiment", Phys. Rev. Letters 115 (2015) 121802.
  22. The OPERA Collaboration, "Determination of the muon charge sign with the dipolar spectrometers of the OPERA experiment", Journal of Instrumentation vol.11 (2016) P07022.
4. **Publicazioni di JUNO**
    1. The JUNO Collaboration, "Neutrino Physics with JUNO", J. Phys. G: Nucl. Part. Phys. 43 (2016) 030401.
  5. **Publicazioni di ShiP**
    1. The ShiP Collaboration, "The active muon shield in the ShiP experiment", Journal of Instrumentation vol.12 (2017) P05011.
  6. **Altre pubblicazioni su rivista**
    1. G. Aielli, P. Camarri, R. Cardarelli, A. Di Ciaccio, L. Di Stante, B. Liberti, A. Paoloni, E. Pastori, R. Santonico, "SF6 quenched gas mixtures for streamer mode operation of RPCs at very low voltages", NIM, *Nuclear Instruments and Methods in Physics Research*, A493 (2002) 137-145.
    2. M. Bazzi et al., "The I-meter, a distributor unit for the OPERA RPC HV system", NIM, *Nuclear Instruments and Methods in Physics Research*, A580 (2007) 1441-1445.
    3. A. Mengucci, A. Paoloni, M. Spinetti, L. Votano, "Gas mixture studies for streamer operation of Resistive Plate Chambers at low rate", NIM, *Nuclear Instruments and Methods in Physics Research*, A583 (2007) 264-269.
    4. A. Paoloni et al., "Streamer studies in Resistive Plate Chambers", NIM, *Nuclear Instruments and Methods in Physics Research*, A640 (2011) 76-84.
    5. The FIRST Collaboration, "The FIRST experiment at GSI", NIM, *Nuclear Instruments and Methods in Physics Research*, A678 (2012) 130-138.
    6. The FIRST Collaboration, "Performance of upstream region detectors for the FIRST experiment at GSI", Journal of Instrumentation vol.7, February 2012.
    7. C. Agodi et al., "Charged particle's flux measurement from PMMA irradiated by 80 MeV/u carbon ion beam", 2012 Phys. Med. Biol. 57 5667.
    8. C. Agodi et al., "Study of time and space distribution of  $\beta^+$  emitters from 80 MeV/u carbon ion beam irradiation on PMMA", NIM B 283 (2012) 1-8.
    9. C. Agodi et al., "Precise measurement of prompt photon emission from 80 MeV/u carbon ion beam irradiation", Journal of Instrumentation vol.7 March 2012.
    10. R. Rescigno et al., "Performance of the reconstruction algorithms of the FIRST experiment pixel sensors vertex detector", NIM, *Nuclear Instruments and Methods in Physics Research*, A767 (2014) 34-40.



11. A. Alexandrov et al., "Improving the detection efficiency in nuclear emulsion trackers", NIM, *Nuclear Instruments and Methods in Physics Research*, A776 (2015) 45-49.
12. A. Longhin, A. Paoloni, F. Pupilli, "Large-Angle Scattering of Multi-GeV Muons on Thin Lead Targets", IEEE Transactions on Nuclear Science, vol. 62, NO.5, OCTOBER 2015 2216-2225.
13. The FIRST collaboration, "Measurement of  $^{12}\text{C}$  ions fragmentation cross sections on a gold thin target with the FIRST apparatus.", Phys. Rev. C93 (2016) 064601.
14. A. Berra et al., "A compact light readout system for longitudinally segmented shashlik calorimeters", NIM, *Nuclear Instruments and Methods in Physics Research*, A830 (2016).
15. The NESSiE Collaboration, "Search for sterile neutrinos in muon neutrino disappearance mode at FNAL", Eur. Phys. J. C (2017) 77:23, arXiv:1503.07471v3.
16. A. Paoloni, A. Mengucci, M. Spinetti, M. Ventura, L. Votano, "Gas gap studies about streamer operated RPCs", Journal of Instrumentation vol.12 (2017) P05020, arXiv:1704.04631v2.

## 7. Contributi a conferenze presentati personalmente

1. G. Aielli, P. Camarri, R. Cardarelli, A. Di Ciaccio, L. Di Stante, B. Liberti, A. Paoloni, R. Santonico, "Response uniformity of a large size RPC", NIM, *Nuclear Instruments and Methods in Physics Research*, A456 (2000) 40-45.
2. G. Aielli, P. Camarri, R. Cardarelli, L. Di Stante, B. Liberti, A. Paoloni, E. Pastori, R. Santonico, M. Civardi, "Tests of RPCs for the ARGO Experiment at Ybj", proceedings to 7<sup>th</sup> International Conference on Advanced Technology and Particle Physics (Como 15-19 ottobre 2001), vol.1 pag. 644-660.
3. G. Aielli, P. Camarri, R. Cardarelli, A. Di Ciaccio, L. Di Stante, B. Liberti, A. Paoloni, E. Pastori, R. Santonico, "RPC operation at high temperature", NIM, *Nuclear Instruments and Methods in Physics Research*, A508 (2003) 44-49.
4. A. Paoloni et al., "Long term operation test of RPCs for the OPERA experiment", NIM, *Nuclear Instruments and Methods in Physics Research*, A533 (2004) 42-45.
5. A. Paoloni et al., "Tests of OPERA RPC detectors", IEEE Transactions on Nuclear Science, vol. 52, NO.6, DECEMBER 2005 2963-2970.
6. A. Paoloni et al., "Tests on OPERA RPCs", *Nuclear Physics B Proceedings Supplements*, 158 (2006) 93-98.
7. A. Paoloni et al., "Performances of the OPERA RPCs", NIM, *Nuclear Instruments and Methods in Physics Research*, A602 (2009) 635-638.
8. A. Paoloni et al., "Performance and aging of OPERA bakelite RPCs", NIM, *Nuclear Instruments and Methods in Physics Research*, A661 (2012) S60-S63.
9. A. Paoloni et al., "The Upstream Detectors of the FIRST Experiment at GSI", Physics Procedia 37 (2012) 1466.
10. A. Paoloni et al., "Performance and aging of OPERA bakelite RPCs", PoS RPC2012 (2012) 010.
11. A. Paoloni, "The OPERA RPC system", Journal of Instrumentation vol.9 October 2014 C10003.
12. A. Paoloni on behalf of the OPERA collaboration, "Results from the OPERA experiment", PoS NEUTEL2015 (2015) 010.
13. A. Paoloni, A. Longhin, A. Mengucci, F. Pupilli, M. Ventura, "Gas mixture studies for streamer operated Resistive Plate Chambers", Journal of Instrumentation vol.11 (2016) C06001.
14. A. Paoloni on behalf of the SHiP collaboration, "The SHiP experiment", Il Nuovo Cimento 40 C (2017) 54.

## 8. Altri contributi a conferenze

1. G. Aielli, P. Camarri, R. Cardarelli, V. Chiostrì, R. De Asmundis, A. Di Ciaccio, L. Di Stante, V. Koreshev, B. Liberti, A. Paoloni, E. Pastori, R. Perrino, R. Santonico, V. Zaets, "Performance of a large size RPC, equipped with the final ATLAS front-end electronics,

- at X5-GIF irradiation facility”, NIM, *Nuclear Instruments and Methods in Physics Research*, A456 (2000) 77-81.
2. G. Aielli, P. Camarri, R. Cardarelli, A. Di Ciaccio, L. Di Stante, B. Liberti, A. Paoloni, R. Santonico, “An RPC  $\gamma$  irradiation test”, NIM, *Nuclear Instruments and Methods in Physics Research*, A456 (2000) 82-86.
  3. G. Aielli, P. Camarri, R. Cardarelli, R. De Asmundis, A. Di Ciaccio, L. Di Stante, B. Liberti, A. Paoloni, E. Pastori, R. Santonico, “RPC ageing studies”, NIM, *Nuclear Instruments and Methods in Physics Research*, A478 (2002) 271-276.
  4. G. Aielli, P. Camarri, R. Cardarelli, A. Di Ciaccio, L. Di Stante, B. Liberti, A. Paoloni, E. Pastori, R. Santonico, “Further advances in ageing studies for RPCs”, NIM, *Nuclear Instruments and Methods in Physics Research*, A515 (2003) 335-341.
  5. G. Aielli, P. Camarri, R. Cardarelli, A. Di Ciaccio, L. Di Stante, B. Liberti, A. Paoloni, E. Pastori, R. Santonico, “Test of ATLAS RPCs Front-End electronics”, NIM, *Nuclear Instruments and Methods in Physics Research*, A508 (2003) 189-193.
  6. G. Aielli, P. Camarri, R. Cardarelli, A. Di Ciaccio, B. Liberti, A. Paoloni, R. Santonico, “Saturated logistic avalanche model”, NIM, *Nuclear Instruments and Methods in Physics Research*, A508 (2003) 6-13.
  7. A. Aloisio, C. Bacci, K.Z. Bao, F. Barone et al., “The ARGO-YBJ experiment in Tibet”, *Nuovo Cim. C24* (2001) 739-744.
  8. A. Garfagnini et al., “Quality control tests on RPCs for the OPERA experiment”, NIM, *Nuclear Instruments and Methods in Physics Research*, A533 (2004) 203-207.
  9. C. Gustavino et al., “The RPC test facility at the Gran Sasso”, NIM, *Nuclear Instruments and Methods in Physics Research*, A533 (2004) 221-224.
  10. G. Sorrentino et al., “The OPERA muon spectrometer tracking electronics”, NIM, *Nuclear Instruments and Methods in Physics Research*, A533 (2004) 173-177.
  11. M. Ambrosio et al., “The OPERA magnetic spectrometer”, *IEEE Transactions on Nuclear Science*, vol.51, NO.3, JUNE 2004 975-979.
  12. A. Longhin et al., “OPERA Resistive Plate Chambers underground test results”, *Nuclear Physics B Proceedings Supplements*, 158 (2006) 35-39.
  13. A. Garfagnini et al., “The OPERA muon spectrometers”, NIM, *Nuclear Instruments and Methods in Physics Research*, A572 (2007) 177-180.
  14. A. Garfagnini et al., “The OPERA Spectrometer Slow Control System”, *IEEE Transactions on Nuclear Science*, vol. 55, NO.1, FEBRUARY 2008 349-355.
  15. S. Dusini et al., “The RPC system of the OPERA experiment”, NIM, *Nuclear Instruments and Methods in Physics Research*, A602 (2009) 631-634.
  16. A. Golosio et al., “The FIRST experiment for nuclear fragmentation measurements at GSI”, *IEEE Nucl.Sci.Symp.Conf.Rec.* 2011 (2011) 2277-2280.
  17. N. Agafonova et al., “The OPERA experiment”, *Nucl. Part. Phys. Proc.* 267-269 (2015) 87-93.
  18. A. Berra et al., “Longitudinally segmented shashlik calorimeters with SiPM readout”, NIM, *Nuclear Instruments and Methods in Physics Research*, A845 (2017) 511-514.

## **Pubblicazioni senza referaggio**

### **A. Tesi di laurea e dottorato**

- I. “Misura della sezione d’urto e dell’asimmetria di carica del processo  $e^+e^- \rightarrow \tau^+\tau^- (\gamma)$  nell’esperimento L3 a LEP con i dati raccolti nel 1994”, tesi di laurea (Giugno 1996).
- II. “Resistive Plate Chambers for the ATLAS level-1 muon trigger”, tesi di dottorato (Febbraio 2000).

### **B. Lavori non referati**

- I. The ATLAS Collaboration, “Detector and physics performance technical design report. Volume 1”.
- II. The ATLAS Collaboration, “Detector and physics performance technical design report. Volume 2”.
- III. The NESSiE Collaboration, “Prospect for Charge Current Neutrino Interactions Measurements at the CERN-PS”, CERN-SPSC-2011-030, SPSC-P-343 and ArXiv:1111.2242.
- IV. ICARUS+NESSIE Collaborations, “Search for anomalies from neutrino and anti-neutrino oscillations at  $\Delta m^2=1 \text{ eV}^2$  with muon spectrometers and large Lar-TPC imaging detectors”, Technical Proposal, CERN-SPSC-2012-010, SPSC-P-347 and ArXiv:1203.3432.
- V. ICARUS+NESSIE Collaborations, “Search for anomalies in the neutrino sector with muon spectrometers and large LArTPC imaging detectors at CERN”, arXiv:1208.0862.
- VI. L. Stanco et al., “The Nessie concept for sterile neutrinos”, arXiv:1312.1227v1.
- VII. The NESSiE Collaboration, “WA104 – NESSiE R&D Plan”, CERN-SPSC-2014-007/SPSC-SR-133.
- VIII. The Nessie Collaboration, “Prospects for the measurement of  $\nu_\mu$  disappearance at FNAL-Booster”, ArXiv:1404.2521.
- IX. The NESSiE Collaboration, “The NESSiE way to searches for sterile neutrinos at FNAL”, arXiv:1410.3980.
- X. The SHiP Collaboration, “A Facility to Search for Hidden Particles (SHiP) at the CERN SPS”, Technical Proposal, CERN-SPSC-2015-016/SPSC-P-350, ArXiv:1504.04956.
- XI. The JUNO collaboration, “JUNO Conceptual Design Report”, ArXiv:1508.07166 .
- XII. F. Terranova et al., "A non-conventional neutrino beamline for the measurement of the electron neutrino cross section", ArXiv:1512.08202v1.

### C. Note interne di L3

- I. L3 Lineshape group, “Preliminary L3 Results on Electroweak Parameters from 1990-96 Data”, L3 NOTE#2065 (26 marzo 1997).
- II. L3 Lineshape group, “Preliminary L3 Results on Z-Boson Parameters from 1990-96 Data”, L3 NOTE#2163 (10 settembre 1997).
- III. L3 Fermion-Pair group, “Preliminary L3 Results on Fermion-Pair Production in 1997”, L3 NOTE#2227 (9 marzo 1998).

### D. Note interne di ATLAS

- I. P. Camarri et al., “RPCs for the ATLAS Level-1 muon trigger : Test-beam results”, nota interna ATLAS MUON-No-235 (21 aprile 1998).

### E. Note pubbliche di OPERA (citare in articoli, con referaggio interno all'esperimento)

- I. A. Paoloni, G. Corradi, G. Felici, R. Lenci, A. Mengucci, G. Papalino, G. Paoluzi, M. Ventura, “A 16 ch. Timing Board for the OPERA RPCs”, OPERA public note number 70 (1 ottobre 2005).
- II. G. Felici, A. Paoloni, R. van Staa, R. Zimmermann, “Concept of the Trigger System for the Precision Tracker”, OPERA public note number 71 (1 dicembre 2005).
- III. A. Bertolin, A. Longhin, A. Paoloni, M. Roda, M. Spinetti, “RPC time calibration and analysis of the 2011 bunched beam data” OPERA note number 147 (24 aprile 2012).
- IV. A. Bertolin, U. Kose, A. Longhin, A. Paoloni, “Studies on the charge of the penetrating track of event 12123032048”, OPERA note number 161 (29 aprile 2013).

### F. Note interne di OPERA

- I. A. Paoloni, A. Mengucci, M. Ventura, E. Carrara, “Electrical tests on OPERA RPCs”, OPERA note number 62 (13 settembre 2004).
- II. A. Paoloni, F. Mastropietro, A. Mengucci, M. Spinetti, M. Ventura, S. Dusini, A. Garfagnini, “Studies about mechanical deformations of RPCs installed inside the OPERA magnet gaps”, OPERA note number 66 (6 giugno 2005).
- III. A. Paoloni, A. Cazes, “OPERA RPCs performance during the August run”, OPERA note number 81 (19 marzo 2007).
- IV. A. Paoloni et al., “The OPERA PT Trigger System: implementation and performance results.”, OPERA note number 90 (3 giugno 2008).

- V. A. Paoloni, “Alignment of the OPERA RPC system”, OPERA note number 96 (18 novembre 2008).
- VI. A. Paoloni, “Cluster size studies on OPERA RPCs”, OPERA note number 109 (16 gennaio 2010).
- VII. A. Bertolin, A. Longhin, N. Mauri, A. Paoloni, M. Roda, “Measurement of the neutrino velocity using the RPC TB” OPERA note number 156 (11 febbraio 2013).
- VIII. A. Bertolin, A. Paoloni, “RPC cluster size study and tuning of the simulation”, OPERA note number 167 (19 dicembre 2013) .
- IX. A. Paoloni, “RPC system performances on event 12254000036”, OPERA note number 168 (7 gennaio 2014) .
- X. A. Paoloni, “OPERA RPC system performances”, OPERA note number 169 (30 Gennaio 2014).
- XI. A. Paoloni, “OPERA results on  $\nu_\mu \rightarrow \nu_\tau$  oscillations in the 3+1 framework with three observed  $\nu_\tau$ ”, OPERA note number 171 (31 Marzo 2014).
- XII. A. Paoloni, “Limits on the existence of a fourth sterile neutrino from OPERA results on  $\nu_\mu \rightarrow \nu_\tau$  oscillations”, OPERA note number 176 (5 Dicembre 2014).
- XIII. A. Longhin, A. Paoloni, F. Pupilli, “Large-angle scattering of multi-GeV muons on thin Lead targets”, OPERA note number 177 (Maggio 2015).
- XIV. A. Longhin, A. Paoloni, F. Pupilli, “Limits on the existence of a fourth sterile neutrino from OPERA results on  $\tau$  appearance. ”, OPERA note number 180 (Settembre 2015).
- XV. A. Longhin, A. Paoloni, F. Pupilli, “Limits on Neutral Current Non-Standard neutrino Interaction (NSI) parameters from OPERA results on  $\nu_\tau$  appearance ”, OPERA note number 182 (Gennaio 2016).

#### **G. Note interne di JUNO**

- I. G. Giordano, G. Felici, M. Gatta, A. Paoloni, G. Papalino, “Test pulse studies on JUNO Top Tracker detector prototype”, JUNO-doc-2908 (Settembre 2017).

#### **H. Note tecniche LNF**

- I. A. Paoloni et al., “Multi-Streamer studies on gas mixtures for the OPERA RPCs.”, LNF-08/14(NT) (9 maggio 2008).

## **Presentazioni**

### **1 Presentazioni a conferenze internazionali**

1. V International Workshop on Resistive Plate Chambers and Related Detectors (Bari 28-29 ottobre 1999) : “Response uniformity of a large size RPC”.
2. 7<sup>th</sup> International Conference on Advanced Technology and Particle Physics (Como 15-19 ottobre 2001) : “Tests of RPCs for the ARGO experiment at YBJ”.
3. VI Workshop on Resistive Plate Chambers and Related Detectors (Coimbra, Portogallo 26-27 novembre 2001): “RPC operation at high temperature”.
4. VII Workshop on Resistive Plate Chambers and Related Detectors (Clermont-Ferrand, Francia 20-22 ottobre 2003): “Long term operation test of RPCs for the OPERA experiment”.
5. 2004 Nuclear Science Symposium & Medical Imaging Conference (Roma, 16-22 ottobre 2004): “The OPERA spectrometer RPC system” (poster).
6. VIII Workshop on Resistive Plate Chambers and Related Detectors (Seul, Corea del Sud, 10-12 ottobre 2005): “Tests on OPERA RPCs”.
7. Four Seas Conference (Iasi, Romania, 28 maggio – 3 giugno 2007): “The OPERA experiment: status and perspectives”.

8. IX Workshop on Resistive Plate Chambers and Related Detectors (Mumbai, India, 13-16 febbraio 2008): “Performances of the OPERA bakelite RPCs”.
9. NuHoRIzons 09, Neutrinos in Physics, Astrophysics and Cosmology (Allahabad, India, 7-9 gennaio 2009): “First results from the OPERA experiment”.
10. X Workshop on Resistive Plate Chambers and Related Detectors (Darmstadt, Germania, 9-12 febbraio 2010): “Performance and aging of OPERA RPCs”.
11. Second International Conference on Technology and Instrumentation in Particle Physics, TIPP 2011 (Chicago, USA, 9-14 giugno 2011): “The upstream detectors of the FIRST experiment at GSI”.
12. XI Workshop on Resistive Plate Chambers and Related Detectors (Frascati, Italia, 6-10 febbraio 2012): “Performance and aging of OPERA bakelite RPCs”.
13. XII Workshop on Resistive Plate Chambers and Related Detectors (Beijing, Cina, 23-28 febbraio 2014): “The OPERA RPC system”.
14. XVI International Workshop on Neutrino Telescopes (Venezia, Italia, 2-6 Marzo 2015): “Latest results from the OPERA experiment”.
15. XIII Workshop on Resistive Plate Chambers and Related Detectors (Gent, Belgio, 22-26 febbraio 2016): “Gas mixture studies for streamer operated RPCs”.
16. 12<sup>th</sup> Rencontres du Vietnam – NUFACT 2016: Neutrino Factory (Quy Nhon, Vietnam, 22-27 agosto 2016): “Results from the OPERA experiment in the CNGS beam”.

## 2. Altre presentazioni

1. LXXXII Congresso Nazionale della Società Italiana di Fisica (Verona 23-28 settembre 1996) : “Misura della sezione d’urto e dell’asimmetria di carica di produzione di coppie  $\tau+\tau^-$  ad energie nel centro di massa intorno alla risonanza Z nell’esperimento L3 a LEP” (comunicazione).
2. L3 general meeting (Toledo 19-24 giugno 1997) : “  $e+e^- \rightarrow Z \rightarrow \tau+\tau^-$  : Cross sections and Forward-backward asymmetries (preliminar values)”.
3. LXXXIV Congresso Nazionale della Società Italiana di Fisica (Salerno 28 settembre – 2 ottobre 1998) : “ Test di uniformità di RPC per l’esperimento ATLAS ad LHC” (comunicazione).
4. LXXXV Congresso Nazionale della Società Italiana di Fisica (Pavia 20-24 settembre 1999) : “Prototipi di RPC di grandi dimensioni per l’esperimento ATLAS ad LHC” (comunicazione).
5. IFR Workshop (S. Piero a Grado (Pisa) 18-20 gennaio 2001) : “Performance of the new generation RPCs in avalanche and streamer mode operation”.
6. 6<sup>th</sup> ATLAS MUON WEEK (Gaeta 10-17 giugno 2001): “RPC Cosmic Ray Test Results”.
7. First Sinergy LNF-OAR workshop, (Frascati, Italia, 16-17 aprile 2014): “Sterile Neutrino Searches”.
8. RD51 Collaboration meeting (CERN, Svizzera, 8-11 Marzo 2016): “Streamer phenomenology in streamer-mode RPCs”.
9. IFAE xv Incontri di Fisica delle Alte Energie (Genova 30 Marzo – 1 Aprile 2016): “L’esperimento SHiP all’SPS del CERN”.

## Seminari

1. “The start-up of the OPERA experiment”, Laboratori Nazionali di Frascati, 28 settembre 2006.
2. “The start-up of the OPERA experiment”, CalTech (Pasadena), 21 novembre 2006.
3. “L’esperimento OPERA ed i suoi risultati”, Università di Ferrara, 13 ottobre 2011.
4. “The OPERA experiment and the measurement of neutrino velocity”, Groningen University (Olanda), 24 novembre 2011.

5. “Ultimi risultati di OPERA sulla velocita' dei neutrini”, Universita' di Roma “Tor Vergata”, 12 dicembre 2011.

### **Principali seminari didattici**

1. “I raggi cosmici”, Colloqui di fisica, Laboratori Nazionali di Frascati 24 febbraio 2010.
2. “I raggi cosmici”, Universita' di Parma, 9 dicembre 2010.
3. “La misura della velocita' del neutrino con l'esperimento OPERA”, Associazione per l'Insegnamento della Fisica, sezione di Roma, 11 novembre 2011.

### **Partecipazione a scuole, congressi e workshops**

1. Summer Student Programme (CERN, 4 luglio 1995 – 29 settembre 1995).
2. XI Seminario di Fisica Nucleare e Subnucleare (Otranto, 20-26 settembre 1998).
3. VII Corso Specialistico del CNTC sul Linguaggio C++ e sull'Analisi e Disegno nella Programmazione ad Oggetti (Bologna, 22-26 maggio 2000).
4. “Physics for the 21<sup>st</sup> Century” (Università degli Studi di Roma “Tor Vergata”, 6-7 settembre 2000).
5. Corso sulla manipolazione dei gas in sicurezza (Laboratori Nazionali di Frascati, 23 ottobre 2002).
6. 7th International Workshop on Neutrino Factories and Superbeams (Laboratori Nazionali di Frascati 21-26 giugno 2005).
7. “Gas compressi e liquefatti: aspetti pratici e di sicurezza per la corretta manipolazione” (Laboratori Nazionali del Gran Sasso, 20 novembre 2007).
8. “Le opportunità del VII Programma Quadro della UE: guida base alla presentazione e gestione di progetti europei”, corso INFN (Laboratori Nazionali di Frascati, 10-11 dicembre 2008).
9. “PAMeLA Physics Workshop 2009” (Roma, 11-12 maggio 2009).
10. “I Seminario Nazionale Rivelatori Innovativi” (LNF, 30 novembre – 4 dicembre 2009).
11. Corso di formazione sulla radioprotezione (LNF, 11 gennaio 2010).
12. “Wonder, Workshop On Next Dark matter Experimental Researches at LNGS” (LNGS, 22-23 marzo 2010).
13. “Workshop on Beyond Three Family Neutrino Oscillations” (LNGS, 3-4 Maggio 2011)
14. “Dark workshop at GGI” (Firenze, 25-27 Ottobre 2011).
15. Nuturn (LNGS, 8-10 Maggio 2012).
16. Neutrino 2012 (Kyoto, Japan, 4-9 Giugno 2012).
17. LRT2013, “IV Workshop in Low Radioactivity Techniques” (LNGS, 10-12 Aprile 2013).
18. INFN-IHEP meeting on Cosmic Ray Physics (LNGS, 16-17 Settembre 2013).

Roma, 10 Ottobre 2017

Alessandro Paoloni

