



Napoli, 19 luglio 2018

Curriculum vitæ et studiorum di **Pierluigi Paolucci**

Cognome Paolucci	Nome Pierluigi	Nazionalità Italiana
Data di nascita	Luogo di nascita Napoli (Italia)	Professione Ricercatore II fascia

Formazione Universitaria:

- Laurea in Fisica (1990)
 - Conseguita presso l'Università di Napoli "Federico II" il 12 luglio 1990 con votazione pari a 110/110 e lode. Relatore prof. P. Strolin.
- Dottore di Ricerca in Fisica (1994)
 - Conseguito il 20 ottobre 1994. Relatore prof. S. Patricelli.

Assegni e contratti di ricerca:

- Borsa di studio della fondazione Angelo della Riccia (1994-1995)
 - Conseguita il 01/12/1994 e svolta presso i laboratori del CERN di Ginevra
- Borsa post-doc biennale dell'Università di Napoli "Federico II" (1995-1996)
 - Conseguita il 29/09/1995. Tutore prof. C. Sciacca.
- Fellowship INFN/SLAC (1997-2000)
 - Tutore prof. D. Hitlin e prof. S. Smith. (1997 - 2000)
- Scientific Associate al CERN (2012)

Posizioni INFN:

- Ricercatore I.N.F.N. dal 18 maggio 2001.
- Primo Ricercatore I.N.F.N. dal gennaio 2007 (attuale posizione)

Commissioni di concorso INFN & Università “Federico II”

1. Membro della commissione per gli assegni di ricerca, dell'INFN/Università di Napoli (2009-2011).
2. Presidente della commissione INFN per la selezione dei candidati relativa all'attribuzione di una borsa di formazione per giovani diplomati (157812/2013).
3. Presidente della commissione INFN per la selezione dei candidati al fine dell'attribuzione di n.1 borsa di studio per la formazione tecnica 6895/2015.
4. Presidente della commissione INFN per la selezione dei candidati al fine dell'attribuzione di n.1 borsa di studio per indirizzo meccanico 18212/2016.
5. Presidente della commissione INFN per la selezione dei candidati al fine dell'attribuzione di n.1 borsa di studio per la formazione ad indirizzo tecnologico 19333/2017.
6. Presidente della commissione INFN per la selezione dei candidati al fine dell'attribuzione di n.1 assegno di ricerca nell'ambito della ricerca tecnologica da usufruire presso la Presidenza INFN – Ufficio Comunicazione 19402/2017.
7. Membro dell'ufficio del RUP dell'INFN per la gara a procedura aperta relativa all'affidamento della fornitura di componentistica elettronica specialistica per le strutture INFN. INFN AOO_DG-2016-0000077 del 18/07/2016
8. Commissione INFN incaricata di eseguire la cancellazione dagli inventari per beni con importo fino a 5.000 euro di valore residuo non ammortizzato.

Incarichi INFN

9. Responsabile del gruppo di Napoli di CMS (2002-2009) e (2015-2017)
10. Coordinatore per la CSN1 della Sezione di Napoli. 2 mandati (2006-2012)
11. Rappresentante Nazionale del progetto RPC di CMS (2008-2010)
12. Responsabile dei servizi di Officina Meccanica e di Progettazione Meccanica della Sezione di Napoli (2011-oggi)
13. Commissione Congressi, presieduta dal Prof. A. Zoccoli (dal 2012-2017)
14. Commissione Congressi, presieduta dal Prof. F. Zwirner (dal 2017-2019)

Attività di referee

15. Referee per la CSN1 dell'esperimento KLOE, KLOE II (2004-2013)
16. Referee per la CSN1 dell'esperimento TOTEM (2016-2012)
17. Referee per LHCC-UCG panel to review the ATLAS Muons TDR (2017-2018)

Comitati scientifici

18. Membro del *Muon Steering Committee* di BaBar (5 membri) (2000-2001)
19. Membro del *Conference Committee* di CMS (5 membri) (2006-2012)
20. Referee per il MIUR per la valutazione dei progetti SIR (2014)
21. Membro del Comitato Internazionale ECFA (2015-2017)
22. Rappresentante Italiano del Comitato Teacher/Student Forum del CERN (2016-oggi)

Esperimenti e progetti di terza missione

- CHARM II (1989-1990)
- L3 (1991-1996)
- BaBar (1995-2003)

- CMS (2002-oggi)
- Art & Science across Italy (2016-oggi)

Responsabilità scientifiche e ruoli di coordinamento

1. BABAR

- Responsabile del *Detector Control System* del sistema di muoni (1996-2000)
- *Run coordinator* del sistema dei muoni (1999-2000)
- Membro dello “*steering committee*” di *BaBar* per il sistema di muoni (1999-2001)

2. CMS

Sistema di trigger e identificazione dei muoni con tecnologia ad RPC

- Responsabile del *sistema di potenza* (2002-2005):
 - a. Gestione delle gare per l’acquisto di: cavi, connettori e alimentatori per un finanziamento INFN di **800.000 euro**
- Responsabile del *detector control system* (2002-2005)
- Responsabile del *data quality monitor* (2006-2007)
- *Coordinatore dell’elettronica* (2006-2010)
- Responsabile della progettazione e costruzione del DAQ della stazione RE4 per l’upgrade di fase I.
 - a. Finanziamento INFN da me gestito di **400.000 euro**
- *Resource Manager (II livello di CMS)* (2008-2010)
 - a. Budget annuale da gestire di **250.000 CHF**
- Responsabile del sistema di potenza dei muoni per l’upgrade di fase II.
 - a. Finanziamento INFN da me gestito di **300.000 euro**

Offline and Computing

- Responsabile (II livello di CMS) del progetto “CMS online/offline database project” (2007-2010)

CMS centrale

- Membro del Conference Committee di CMS (2006-2012)
- Project Manager (I livello di CMS) del “progetto di rivelazione e trigger dei muoni a RPC” (2010-2015)
 - a. Progetto di upgrade RE4 di fase I aveva un budget di **4.200.000 MCHF**
- *Resource Manager (II livello di CMS)* del progetto unificato dei Muoni di CMS (2015-2019)
 - a. Budget annuale da gestire di **1.300.000 CHF**

- **Referee/main editor dei seguenti articoli di CMS:**

- a. Search for the resonant production of two Higgs bosons in the final state with two photons and two bottom quarks (CMS PAS HIG-13-032)
- b. Search for supersymmetry in pp collisions at $s = 8$ TeV in final states with boosted W bosons and b jets using razor variables (CMS PAS SUS-14-007) CERN-PH-EP-2016-008
- c. Search for a dark matter in the mono-lepton channel with pp collision events at $\sqrt{s} = 8$ TeV (CMS PAS EXO-13-004)

- d. Search for leptonic decays of W' boson in pp collisions at $\sqrt{s} = 8$ TeV (*J. High Energy Phys.* 08 (2012) 023)
- e. Search for W' in the muon channel in pp Collisions at $\sqrt{s} = 7$ TeV (*Phys. Lett. B* 701 (2011) 160–179)
- f. Search for W' in the electron channel in pp Collisions at $\sqrt{s} = 7$ TeV (*Phys. Lett. B* 698 (2011) 21-39)
- g. **Editor** dell'articolo di review intitolato: Performance of the CMS muon detector and muon reconstruction with proton-proton collision at $s = \sqrt{13}$ TeV (JINST 13 (2018) no.06, P06015)

Terza missione (Divulgazione e Comunicazione)

INFN

1. Organizzatore del “I Seminario formativo per i dipendenti tecnici ed amministrativi dell'INFN; LHC la fisica, la macchina e gli esperimenti”, tiene un talk intitolato: “Il WEB ed LHC” 5-7 ottobre 2009 - Ischia
2. Nel 2013 tiene un seminario intitolato “I servizi di progettazione della Sezione di Napoli” nell'ambito del 50enario della Sezione INFN di Napoli.
3. Organizza la “giornata per la pace 2015” (10 nov. 2015) con il museo di Città della Scienza e da un seminario intitolato “la scienza e la cultura abbattano le barriere tra i popoli”.
4. Moderatore dell'incontro tra studenti e ricercatori sul progetto “SESAME”, organizzato con Città della Scienza (2015)
5. Organizza la mostra “Arte & Scienza, 30 opere di artisti internazionali illustrano la scoperta del bosone di Higgs”, tenutasi al Castel dell'Ovo di Napoli dal 15 al 19 settembre del 2015 (2480 visitatori in 4 giorni).
6. Organizza la mostra “Arte & Scienza, 30 opere di artisti internazionali illustrano la scoperta del bosone di Higgs”, tenutasi al Castello Giusso di Vico Equense dal 30 aprile al 6 giugno 2016 in concomitanza con il Premio Capo D'Orlando.
7. Responsabile Nazionale del progetto “Art & Science across Italy” (2016-2018) (2018-2020) organizzato dall'INFN/CERN che è partner esterno del network europeo CREATION di Horizon 2020, vinto dall'esperimento CMS del CERN.
8. Rappresentante Italiano del comitato Teacher/Student Forum del CERN (2016-oggi)
9. Membro della commissione CC3M della Sezione di Napoli (2017-oggi)

Con le scuole

10. Progetto per la scuola “Carlo Poerio” di Napoli (2013-2014) intitolato: “La nascita dell'Universo disegnato dai ragazzi”. Partecipano 40 studenti.
11. Progetto per la scuola “Carlo Poerio” di Napoli (2015) intitolato: “Il computer visto dall'interno”. Partecipano 48 studenti.
12. Seminario presso il Liceo Umberto di Napoli (2014), intitolato: “La scoperta del bosone di Higgs”.
13. Progetto per il Liceo Scientifico Mercalli di Napoli (dic-mar 2016), intitolato: “Esperimenti di Fisica con lo smartphone”, partecipano 15 studenti del V anno.

Presentazioni Nazionali:

1. “Scuola di Rivelatori”, Università di Torino, febbraio 1992;
2. “VI seminario di Fisica Nucleare e Subnucleare”, Otranto, settembre 1993;
3. “Course of C++ for particle physics”, Università di Padova 1996.
4. Nel 1994 tiene, presso l’Università di Napoli, un seminario dal titolo: “[Studio del processo \$e^+e^- \rightarrow Z^0 \rightarrow \mu^+\mu^- \(\gamma\)\$ all’esperimento L3 al LEP](#)”;
5. Nel 1994 tiene, presso l’Università di Napoli, un seminario dal titolo: “[Gli RPC, rivelatori a piani resistivi](#)”;
6. Nel 2004 tiene, presso la Commissione I dell’INFN, una presentazione dal titolo: “[Lo stato del progetto del trigger ad RPC di CMS](#)”.
7. Nel 2012 tiene, presso la Commissione I dell’INFN, una presentazione dal titolo: “[Lo stato del progetto dell’upgrade del sistema dei muoni di CMS](#)”.

Presentazioni a conferenze internazionali:

- “[The RPC forward-backward trigger system of the L3 experiment](#)”, presentato al “Resistive Plate Counters and Related Detector Conference”, 11-12 ottobre 1995, Pavia.
- “[The BaBar detector for Muon detection and Neutral Hadron identification](#)”, presentato al “VI International Conference on Instrumentation for experiment at e^+e^- colliders”, 17-21 aprile 1995, Novosibirsk.
- “ [\$\alpha_s\$ measurement at LEP \(\$\alpha_s > M_Z\$ \)](#)” presentato al “The irresistible rise of the Standard Model”, dal 21-25 aprile 1997, San Miniato;
- “[The IFR Online Detector Control at the BaBar experiment at SLAC](#)”, presentato alla “11th IEEE NPSS Real Time Conference”, 14-18 luglio 1999, Santa Fee, New Mexico
- “[The IFR Online Detector Control at the BaBar experiment at SLAC](#)”, presentato al “V workshop on Resistive Plate Counters and Related Detector”, 28-29 ott. 1999, Bari
- “[Production and test of one-third of barrel Resistive Plate Chambers of the CMS experiment at LHC](#)” presentato al “10th Vienna Conference on Instrumentation”, febbraio 2004 - Vienna.
- “[CMS Muon system](#)” presentato alla “9th ICATPP Conference on Astroparticle, Particle, Space Physics, Detectors and Physics Applications”, 17 -25 ott. 2005, Como
- “[The CMS RPC barrel system: from the construction to the commissioning](#)” at the RPC 2007: The IX International Workshop on Resistive Plate Chambers, 13-16 feb. 2008, Mumbai, Maharashtra (India).
- **Invitato** a presentare lo stato dell’esperimento CMS con un talk intitolato: “[L’esperimento CMS ad LHC; dalla costruzione al commissioning](#)” alla SIF 2009: XCV congresso nazionale della Società Italiana di Fisica, 28 sep–3 oct 2009, Bari.
- **Invitato** a dare un seminario dal titolo: “[RPC project at the CMS experiment, from the present system to the upgrade](#)” al Korean symposium of particle physics” (11 Oct 2011)
- **Nominato** dalla collaborazione di CMS a presentare “[CMS status report](#)” al Comitato di LHCC (118th LHCC meeting – 4 giugno 2014 - CERN)

- Agenda del meeting: <http://indico.cern.ch/event/319702/>
- **Presenta a nome della collaborazione di ATLAS e CMS** “**STEAM: education and communication with Art at ATLAS and CMS**” at Fourth Annual Large Hadron Collider Physics (LHCP2016) 13-18 June 2016 at Lund, Sweden.

Organizzazione di Workshop/Conferenze:

- “Il Workshop italiano sulla Fisica di ATLAS e CMS”. 13-15 Ottobre 2004 - Napoli
- “Incontri di Fisica delle Alte Energie 2007”. 11-13 Aprile 2007 - Napoli.
- **Chairman** del “Seminario formativo per i dipendenti tecnici ed amministrativi dell’INFN; LHC la fisica, la macchina e gli esperimenti” 5-7 ottobre 2009 – Ischia
- **Organizza** il Workshop intitolato “CMS physics and upgrade” – 7-11 settembre 2015 - Ischia 2015
- **Organizza** la mostra “Arte & Scienza, 30 artisti internazionali illustrano la scoperta del bosone di Higgs” 14-20 settembre 2015, presso il Castel dell’Ovo di Napoli – Partecipano 2840 visitatori.
- **Organizza** la mostra “Arte & Scienza, 30 artisti internazionali illustrano la scoperta del bosone di Higgs” 30 aprile – 6 maggio 2016, presso il Castello Giusso di Vico Equense in concomitanza con il Premio Capo d’Orlando.

Incarichi Didattici

1. **Professore a contratto** presso l’Università della Basilicata per il corso di “Fondamenti di Informatica” negli anni accademici 2001/2002 e 2002/2003.
2. **Professore a contratto**, presso l’Università della Basilicata per il corso di “Informatica applicata” nell’anno accademico 2002/2003.
3. **Professore a contratto**, per l’anno accademico 2002/2003 presso l’Università di Napoli per i Corsi base di Tecnologia dell’Informazione e della Comunicazione, per la sezione riguardante la programmazione ad oggetti e linguaggi avanzati per l’analisi dei dati in Fisica.

Relatore di Tesi di Laurea, di dottorato e post-doc:

1. Tesi di Laurea di Giovanni Polese, luglio 2005
”*Progettazione e sviluppo del sistema di controllo e monitoring del rivelatore ad RPC di CMS*”
2. Tesi di Laurea di Anna Cimmino, dicembre 2006
”*Development of the RPC control and monitoring system in MCS; first muon trigger results with 2006 cosmic ray runs*”
3. Tesi di dottorato di Anna Cimmino, ottobre 2010
”*Performance of the CMS muon trigger system with the first LHC data*”
4. Supervisor del borsista post-doc per stranieri I.N.F.N. Camilo Carrillo (2010-2012)
5. Supervisor del borsista post-doc per stranieri I.N.F.N. Filip Tyssen (dal 2014)

Curriculum scientifico del dottor Pierluigi Paolucci

Nel 1989, terminati gli esami, iniziai a lavorare alla **tesi di laurea** in collaborazione con il gruppo di Napoli dell'esperimento CHARM II al CERN.

La mia attenzione fu rivolta allo studio dei rivelatori di particelle, allo sviluppo di sistemi di acquisizione dati e all'analisi dei dati del sistema di rivelazione e di trigger.

Qui di seguito è brevemente riportato il mio lavoro di tesi di laurea.

Esperimento CHARM II (tesi di laurea: 1989-1990)

Titolo della tesi: "CHARM II, un esperimento per lo studio della diffusione neutrino-elettrone: calibrazione in energia del calorimetro e sviluppo del sistema di monitoraggio on-line dell'apparato sperimentale".

Il mio lavoro di tesi può essere suddiviso in tre fasi principali:

- Sviluppo del sistema di controllo e di *monitoring* dei parametri più strettamente connessi alla calibrazione del calorimetro.
- Messa a punto del rivelatore e della sua elettronica di front-end.
- Calibrazione in energia del calorimetro (ref. 1).

Esperimento L3 (tesi di dottorato e borsa post-doc 1991-1995)

Studio del processo $e^+e^- \rightarrow Z^0 \rightarrow \mu^+\mu^- (\gamma)$ all'esperimento L3 (titolo della tesi di dottorato):

Dopo aver superato l'esame di **Dottorato presso l'Università di Napoli "Federico II"** (1991) decisi di continuare la mia attività di ricerca nell'ambito della fisica delle particelle elementari, ed in particolar modo dei sistemi di rivelazione e di trigger di grandi apparati sperimentali. Per questi motivi entrai a far parte del gruppo di Napoli dell'esperimento **L3 al LEP** che in quel periodo stava lavorando alla progettazione del sistema di rivelazione e trigger dei muoni con rivelatori a RPC (Resistive Plate Chamber) (ref. 3). Gli RPC erano in quel periodo un rivelatore innovativo e mai costruito su larga scala, come quella di L3 che era di circa 300 m².

I miei primi compiti furono quello di sviluppare il DAQ (CPU VME e FASTBUS e linguaggi di programmazione C e LabVIEW) della stazione di test con raggi cosmici e di studiare le *performances* dei rivelatori costruiti a Napoli. Negli anni successivi i miei interessi si rivolsero alla qualifica dei rivelatori, all'installazione del sistema di trigger ed alla scrittura del software per il DAQ e per il trigger di L3.

La mia tesi di dottorato si è svolta nell'ambito dell'analisi dei dati e in particolar modo dello studio del processo $e^+e^- \rightarrow Z^0 \rightarrow \mu^+\mu^- (\gamma)$ e della misura dei parametri elettrodeboli ottenuti interpolando, con una funzione di Breit-Wigner, le sezioni d'urto della Z misurate a diversi valori dell'energia dei fasci. Per arrivare alla misura della sezione d'urto ho misurato con estrema precisione sia l'efficienza di trigger che quella d'identificazione dei muoni usando un campione di dati selezionati con i rivelatori a deriva per poi misurare l'efficienza degli altri due rivelatori di muoni. Questo studio è stato fatto per ogni tipologia di rivelatore di muoni ed in funzione della sua posizione angolare per poi essere combinati in una unica efficienza di trigger e di rivelazione. Per migliorare la precisione sulla misura dei parametri elettrodeboli ho usato anche le sezioni d'urto degli altri decadimenti della Z. I risultati ottenuti sono stati pubblicati dall'esperimento L3 (*pubblicazione #1 e #2 dell'elenco delle pubblicazioni più significative*).

Completato il lavoro di tesi, ho lavorato alle misure delle prestazioni del sistema di trigger ad RPC di L3, che avevamo da poco finito d'installare, usando il canale di decadimento della Z in muoni al quale avevo lavorato per la tesi di dottorato. (*pubblicazione #3 dell'elenco delle pubblicazioni più significative*). Era la prima occasione per capire come stava funzionando questo nuovo apparato e per

verificare il comportamento dei rivelatori a RPC. I risultati ottenuti furono pubblicati (ref. 4) e da me presentati alla conferenza di Pavia (ref. 5) sui rivelatori.

Esperimento BaBar (borsa post-doc e fellowship a SLAC 1995-2000)

A Napoli stava nascendo l'idea di proporre un sistema di rivelazione di muoni basato sulla tecnologia a RPC per l'esperimento **BaBar** presso i laboratori di SLAC. Dopo i 300 m² di L3 si stava progettando un sistema di circa 2000 m² il che significava un grande sforzo produttivo ed organizzativo da portare a termine in circa 4 anni.

Visto il mio interesse per i sistemi di rivelazione e trigger decisi di partecipare al progetto e cominciai ad analizzare gli aspetti riguardanti il sistema di acquisizione dati e di trigger e a studiare i nuovi prototipi di rivelatori a RPC e la sua elettronica di front-end (ref. 6, 7 e 8).

Nel 1995 fui nominato **responsabile del sistema di acquisizione dati per il controllo e il monitoraggio dell'IFR (DCS)**.

Il progetto dei DCS consisteva sia in una parte hardware (tecnologia VME e trasmissione dati seriale su CAN-BUS) sia una parte di software che comprendeva: l'acquisizione dei dati (driver e firmware), il monitoraggio dei dati (software custom chiamato EPICS/C++) e il loro *storage* su database ad oggetti (interfaccia custom in C++).

Questa fu la mia prima esperienza di responsabile di un sotto-progetto di un esperimento e in questo ruolo ebbi l'opportunità di imparare tutti gli aspetti legati all'organizzazione, la pianificazione temporale e la gestione finanziaria di una grande collaborazione come quella di BaBar, che contava circa 500 membri.

Impiegai circa cinque mesi a disegnare tutto il sistema dei DCS dell'IFR lavorando sia agli aspetti hardware sia software e facendo estrema attenzione alla sua integrazione nel sistema DAQ-DCS di BaBar. Il progetto fu approvato dalla collaborazione di BaBar nel 1996 e da quel momento passai alla fase di sviluppo e costruzione dei vari elementi. Il cuore hardware del progetto era rappresentato da tre moduli VME custom (*scaler, time board e control board*), che realizzammo a Napoli insieme al servizio elettronico. Il secondo passo fu quello di scrivere i driver delle schede da noi prodotte e delle schede commerciali (sistema di potenza, crate VME, lettori di parametri ambientali) e di integrarli nel software scelto da BaBar per i DCS che si chiamava EPICS, sviluppato a Berkeley dal gruppo del prof. Abrams.

(tutto il lavoro svolto nella progettazione e costruzione hardware/software del sistema dei DCS di BaBar ha contribuito alla pubblicazione #4 dell'elenco delle pubblicazioni più significative).

Nel novembre 2007 vinsi una **fellowship a SLAC** (Tutors: Prof D. Hitlin e Prof. S. Smith) che mi consentì di trasferirmi negli US e di partecipare in prima persona all'installazione e *commissioning* di BaBar. Trascorsi un periodo di circa tre mesi presso i laboratori di Berkeley (Supervisor prof. G. Abrams) dove completai la scrittura del software e lavorai alla sua integrazione nel sistema DAQ-DCS di BaBar (ref. 9,10 e 11)

Grazie all'esperienza acquisita durante la costruzione e il *commissioning* del sistema dei muoni, fui prima nominato **Run Coordinator** del sistema dei muoni e poi **membro dello Steering Committee dei muoni** (ref 12). In questo ruolo ebbi la possibilità di sviluppare il Data Quality Monitor per i muoni e di fare un upgrade del sistema di potenza degli RPC che necessitava di una lettura più precisa della corrente assorbita da ogni rivelatore e di un *monitoring* costante del rate di singole che era molto alto nei piani esterni della regione *forward*.

In questo periodo lavorai, insieme al gruppo di Napoli, all'identificazione dei muoni e dei K_L e alla misura della contaminazione dei pioni. Gli algoritmi sempre più raffinati ci consentirono di ottenere un'efficienza d'identificazione dei muoni di circa il 95% con una contaminazione di pioni minore del 5%. Questi due aspetti erano fondamentali in molte delle analisi dei dati di BaBar (per esempio: ricostruzione dei mesoni J/Ψ e $\Psi(2S)$ in leptoni) e molto del nostro lavoro fu rivolto alle prime pubblicazioni di BaBar e alla misura della violazione di CP nei mesoni B (ref. 12). *(tutto il lavoro*

svolto nell'ambito del sistema di rivelazione di BaBar ha contribuito alla pubblicazione #5 dell'elenco delle pubblicazioni più significative).

Esperimento CMS (2002-oggi)

Nel **maggio 2001** vinsi il concorso per **Ricercatore INFN**, cominciando così la mia attività di ricerca come dipendente INFN a tempo indeterminato.

Nel 2002, insieme ad altri ricercatori di Napoli, decidemmo di partecipare all'esperimento CMS di LHC e fui proposto come **responsabile locale di CMS**.

L'esperimento CMS è suddiviso in sei sotto-rivelatori ognuno dei quali è un progetto assestante, quello dei muoni a RPC, copre una superficie di circa 7000 m² ed è stato progettato per lavorare fino ad un rate massimo di 100 Hz/cm², identificare il bunch-crossing al primo livello di trigger (risoluzione temporale di qualche nsec) e contribuire alla identificazione dei muoni ed alla misura del momento trasverso con una risoluzione spaziale di circa 1 cm. Vista la grandissima superficie da coprire e le richieste temporali e spaziali, gli RPC erano sicuramente una delle tecnologie più interessanti, anche come rapporto qualità prezzo, disponibili al momento.

L'esperienza del gruppo di Napoli nell'ambito dei sistemi di rivelazione e di trigger ci consentì di avere subito un ruolo primario nell'ambito del progetto e in particolar modo, vista la mia esperienza acquisita in BaBar, ebbi la responsabilità ufficiale della progettazione e realizzazione del sistema di acquisizione per i controlli DCS, del sistema di potenza e del sistema di data quality monitor DQM. La progettazione di questi tre sistemi la feci con il supporto di due studenti del gruppo, di un borsista post-doc e dei servizi elettronici della Sezione di Napoli (ref. 14-15).

Nel 2003 Sergio Cittolin, responsabile del trigger e del DAQ di CMS, mi invitò a partecipare al gruppo di lavoro nato per coordinare il progetto intero dei **DCS di CMS**.

La dimensione del sistema dei muoni di CMS era circa dieci volte maggiore di quella del LEP e circa tre volte quella di BaBar sia in termini di rivelatori che di canali di elettronica e di prestazioni richieste (ref. 13). Per questi motivi fu necessario un radicale aggiornamento delle tecnologie usate in precedenza e di un software moderno per lo sviluppo del DAQ (PVSS).

Parallelamente, con il supporto dei servizi elettronici della Sezione di Napoli, lavorai al progetto del **sistema di potenza** (alta e bassa tensione), che insieme al sistema del gas, è e resta il cuore dei rivelatori a RPC. Il progetto, fu molto articolato, viste le dimensioni dell'esperimento e vista l'esigenza di lavorare in un'area ostile (radiazione e campo magnetico) come quella della sala sperimentale di CMS. Anche in questo caso ci fu bisogno di un completo cambio di passo e di tecnologia rispetto all'esperienza di BaBar, e grazie alla collaborazione con la CAEN e al supporto della Sezione di Napoli, progettammo un sistema capace di alimentare 480 rivelatori con 96 canali di lettura, che rispettasse tutte le richieste tecniche e che stesse nei costi stabiliti. Tutti i componenti del sistema (10 Km di cavi, 10.000 connettori, 50 distributori e 100 schede di potenza) sono stati scelti, acquistati (mediante tre gare da me seguite) e installati da me, con l'ausilio dei tecnici della Sezione di Napoli. Il progetto è stato completamente finanziato dall'INFN per un totale di più di 800.000 euro. Il sistema di potenza è ancora in funzione in CMS e ha dimostrato di essere un sistema molto flessibile e robusto (per gli RPC abbiamo misurato un *failure rate* < 3% in 7 anni).

Il **data quality monitor (DQM)**, realizzato nel 2005-2007, si avvale dei dati del DCS e di CMS per verificare e monitorare in modo automatico il corretto funzionamento dell'apparato sperimentale e la qualità dei dati raccolti. La mia idea innovativa fu di introdurre il concetto di macchina a stati ad albero nel DQM, traendo esperienza dall'uso fatto in BaBar, in modo da poter categorizzare, in una serie finita di possibili stati, il modo di funzionamento del sistema dei muoni e poter conoscere in tempo reale lo stato di ogni singola foglia (elemento) del sistema. L'input al DQM erano in generale gli eventi con muoni ma, per avere un campione pure che evitasse l'introduzione di effetti sistematici, lavorai alla selezione degli eventi con Z e J/ψ in muoni in modo da avere un set di eventi "puliti" che coprissero un ampio spettro in momento.

(tutto il lavoro svolto nell'ambito del sistema di rivelazione dei muoni di CMS e del sistema online ed offline ha contribuito in modo essenziale alla pubblicazione #6 dell'elenco delle pubblicazioni più significative).

Responsabile del progetto Database di CMS (II livello di CMS)

Nell'aprile del 2007 il *Management Board* di CMS creò un nuovo progetto (DB project) a cui affidò il compito di progettare il sistema di database, online e offline, necessari alla gestione e all'immagazzinamento dei dati di CMS. La decisione, urgente, fu dettata dalla necessità di risolvere una serie di problemi sorti in questo settore, che necessitava quindi coordinamento migliore e di persone che avessero esperienza nel settore del DAQ e del trigger e che avessero chiare le necessità dei rivelatori. Il coordinamento di questo progetto fu affidato al sottoscritto e al Dr. D. Schlatter (*senior physicist* al CERN).

Grazie all'esperienza fatta in BaBar nell'ambito dei database, che è un settore a stretto contatto con il DAQ e i DCS e grazie alla conoscenza dettagliata dei rivelatori di CMS riuscimmo a completare la fase di progettazione in pochi mesi e a metterlo in funzione in circa due anni, in tempo per i primi run di LHC.

Il fulcro del progetto è stato quello di scegliere un database relazionale per la parte online (trigger, DAQ, DCS...) e uno a oggetti per la parte offline (DQM, *prompt analysis*...) in modo che, in entrambi i casi, i database fossero "naturalmente connessi" alla struttura dei dati. Quello che serviva ancora era un modo per far dialogare i due database e per questo abbiamo deciso di creare un *software custom* che facesse da *bridge* tra online e offline. Questa interfaccia (POPCON scritta in PYTHON and C++), disegnata e realizzata dal nostro gruppo di lavoro è stata l'idea che ha risolto tutti i problemi riscontrati nel passato e che ha consentito ai due mondi, online e offline, di poter scambiare dati in modo automatico e senza nessuna interferenza. Il sistema completo è stato completato nel 2010 ed è in questo momento ancora in funzione (ref. 15-16)

Coordinamento del progetto dei muoni a RPC

CMS è una delle più grandi collaborazioni mai realizzate (110 istituzioni e più di 3000 membri) ed è dotata di un'organizzazione molto complessa, ma sicuramente necessaria a gestire sei sotto-rivelatori (Tracker, ECAL, HCAL, DT, RPC e CSC) e le varie aree di coordinamento (technical coord., run coord., fisica, offline, computing e trigger). Il *Management Board* (MB) è l'organo decisionale a cui partecipano tutte le posizioni di primo livello e cioè i 6 *Project Manager* (PM) e i coordinatori delle varie aree. Lo *Spokesman* è il responsabile dell'esperimento ed è a capo del MB. La parte finanziaria è affidata al *Financial Board* (FB) a cui afferiscono i Resource Manager dei 6 sotto-rivelatori e i rappresentanti nazionali delle grandi agenzie finanziatrici. Il *Collaboration Board* è l'organo di controllo a cui partecipano tutti i responsabili degli istituti afferenti e che approva tutte le decisioni e le proposte del MB e del FB.

Nel 2008, fui nominato **Rappresentante Nazionale degli RPC (2008-2010)** e come tale ho lavorato a stretto contatto con il Rappresentante Nazionale di CMS, i referee di CMS e la CSN1 dell'I.N.F.N..

Come RM uno dei miei compiti fu di organizzare la fusione del progetto *RPC barrel* e *RPC endcap* con lo scopo di creare un progetto unico, che avesse un unico responsabile (Project Manager), un solo budget in modo da poter gestire i due sistemi, basati sulla stessa tecnologia, nello stesso modo e usare nel modo più efficiente i ricercatori e i tecnici afferenti. L'unificazione fu realizzata tra molte difficoltà ma oggi possiamo sicuramente dire che quello fu il primo passo verso la creazione di un progetto RPC, che avesse una maggior forza, visibilità e affidabilità.

Vista la mia lunga esperienza con gli RPC e i tanti ruoli di responsabilità avuti, nel 2008, la collaborazione mi affidò il ruolo di **Resource Manager dei muoni ad RPC (2008-2010)** e cioè responsabile del piano finanziario, della gestione del budget e del *manpower*, con il compito di rendere effettiva l'unificazione dei due progetti avvenuta pochi mesi prima.

Il mio primo passo fu di incontrare tutti gli *Institution Leaders* degli RPC per definire il loro ruolo del loro gruppo nel progetto, i loro interessi, le loro prospettive e i membri afferenti. Una volta definita

la collaborazione, lavorai alla stesura di una serie di norme, successivamente approvate dalla collaborazione, che disciplinassero la partecipazione degli istituti, le loro responsabilità e la composizione della lista degli autori. L'ultimo passo, non per questo più semplice, fu quello di definire i meccanismi secondo i quali ogni istituzione doveva contribuire ai fondi comuni del progetto (M&OB) e a come e quando questi fondi potessero essere utilizzati dal *Project Manager*. A questo punto avevamo una chiara idea degli afferenti al progetto, del budget annuale e degli interessi scientifici e delle responsabilità di ogni istituto.

L'essere allo stesso tempo il Resource Manager e il Rapr. Naz. dell'I.N.F.N. mi consentì di avere una visione completa delle necessità sia del progetto sia delle agenzie finanziatrici e di salvaguardare gli interessi di entrambi.

Grazie a questa riorganizzazione il contributo dell'I.N.F.N. ai fondi comuni diminuì di quasi il 50% (2009) e tutte le istituzioni cominciarono, finalmente, a contribuire in modo uniforme, mantenendo quindi invariato il budget annuale. Nel 2010 il progetto RPC aveva un budget annuale di circa 250 KCHF che serviva al *running* del sistema, alla sua manutenzione ordinaria e alla formazione di giovani ricercatori e tecnici.

Nel settembre 2010 il MB di CMS mi ha nominato ***Project Manager di CMS*** (I livello) del progetto RPC, posizione che fu poi approvata formalmente dal *Collaboration Board* di CMS. Ebbi così l'opportunità di entrare a far parte del Management Board di CMS e di poter quindi partecipare alla fase organizzativa e decisionale di CMS.

Come PM continuai a lavorare alla riorganizzazione del progetto RPC, che avevo già cominciato come *Resource Manager*. Quello che sicuramente mancava al progetto era un organigramma ben definito, assegnare ruoli di responsabilità anche agli istituti stranieri, che erano oramai circa la metà della collaborazione, migliorare la visibilità all'interno di CMS e attrarre nuove istituzioni e ricercatori.

Nei quattro anni di Project Manager, cercai in tutti i modi di rendere il progetto sempre più internazionale, creando una serie di contatti con alcuni istituti Asiatici e Sudamericani e delocalizzando molti dei compiti che erano sempre stati svolti al CERN. Per fare ciò organizzai una serie di visite ufficiali e di seminari (ref. 18) presso alcuni degli istituti (Belgio, Korea, Georgia, Bulgaria...) interessati al progetto e lavorai per far sì che tutti i membri potessero avere accesso alle cariche di responsabilità in modo da far sentire tutte le istituzioni veramente responsabili degli RPC. Durante i miei due mandati la collaborazione passò da 13 a 22 istituzioni, tra le quali il Messico, la Georgia, la Korea, l'India e l'Egitto, da 70 a più di 100 ricercatori, oltre a un numero sempre crescente di studenti provenienti da tutte le regioni del mondo. Questo lavoro, svolto con i miei collaboratori, rese il progetto RPC molto più compatto e forte e in grado di poter svolgere sia il lavoro di presa dati (RUN 1) che quello di progettazione dei vari upgrade previsti da CMS.

Ottimizzazione del sistema di trigger e di rivelazione dei muoni con i dati di collisioni

Alla fine del 2010 il sistema di muoni a RPC stava acquisendo dati senza grossi problemi ma, in vista di due anni di presa dati ad alta luminosità (2011-2012) c'era bisogno di un lavoro fine, che consentisse sia di ottimizzare gli algoritmi di trigger e d'identificazione dei muoni sia di rendere più stabili le prestazioni del sistema. Lo scopo era di ridurre gli errori sistematici, di aumentare l'efficienza di rivelazione e di trigger e di rendere stabili questi parametri necessari a tutte le analisi in cui erano presenti i muoni (dalla ricerca del bosone di Higgs alla fisica oltre il modello standard. Vedi ref. 21).

Per fare ciò chiedemmo a CMS di prendere alcuni *run* di calibrazione in modo da usare gli eventi di Z in due muoni per misurare l'efficienza di rivelazione e di trigger in funzione del punto di lavoro dei rivelatori (ref. 19). Il punto di lavoro di ogni rivelatore fu scelto a partire dalla curva di plateau e imponendo che fosse nella zona più stabile della curva ma al di sotto di un valore di guardia oltre il quale il rivelatore si sarebbe potuto danneggiare. Il passare da un unico punto di lavoro comune ad un insieme di circa 2000 punti di lavori diversi ci consentì di ottimizzare al meglio il funzionamento dei rivelatori e a ridurre l'errore sulla misura dell'efficienza (efficienze di trigger e di identificazione

dei muoni) dal 10% a meno del 4% grazie alla sua maggiore stabilità in funzione dei parametri ambientali. Una successiva diminuzione, di circa il 2%, fu poi ottenuta applicando una correzione automatica del punto di lavoro di ogni rivelatore in funzione dei parametri ambientali forniti in tempo reale dai DCS (pressione e temperatura). A quel punto il sistema divenne molto stabile e con un'efficienza media di circa il 98%. Da questo momento in poi la misura delle efficienze al punto di lavoro venne effettuata ogni giorno e salvata nel database di CMS, insieme a tutti i parametri fondamentali del sistema (circa 100.000 parametri per tutto il sistema).

Dopo aver stabilizzato il funzionamento del sistema RPC e dopo aver quantificato le efficienze di trigger e di rivelazione, abbiamo iniziato a lavorare ad alcuni sostanziali miglioramenti della ricostruzione dei muoni e degli algoritmi di trigger. Questo lavoro fu molto apprezzato dal MB di CMS e fu di grande aiuto in molte analisi (ref. 17-18). Tutti gli eventi candidati di Higgs con muoni nello stato finale sono stati selezionati dal trigger, identificati e ricostruiti grazie a tutti e tre i rivelatori per muoni (DT/CSC/RPC). Tutti i risultati e l'enorme mole di lavoro svolto tra il 2010 e il 2012 sono ampiamente descritti nella referenza 20 ed in tante presentazioni a conferenza.

(il sistema di trigger e rivelazione dei muoni di CMS ha contribuito in modo significativo alla scoperta del bosone di Higgs: pubblicazione #7 dell'elenco delle pubblicazioni più significative).

Nel settembre **2012 sono stato riconfermato Project Manager del progetto muoni a RPC** e negli ultimi due anni ho dedicato gran parte del mio tempo alla fase di manutenzione e riparazione del sistema (primo accesso lungo a CMS), alla realizzazione del upgrade del sistema, chiamato RE4, (2012-2014) e alla stesura di un piano di upgrade (2019-2023) per tutto il sistema dei muoni.

Upgrade phase I (2013-2014)

Il progetto RE4 consisteva nel completamento della regione endcap con 144 rivelatori a RPC, di circa 1.5 m² ciascuno (ref. 21). Al progetto hanno aderito le 19 istituzioni RPC con l'aggiunta di 2 nuove istituzioni indiane (BARC e Panjab) interessate a conoscere questo tipo di rivelatore e a produrne alcuni esemplari in India. Il costo totale del progetto era previsto essere 4.2 milioni di franchi svizzeri e doveva essere completato nel 2014.

La linea che adottai per questo progetto fu di organizzare una produzione dei componenti dislocata in vari siti e di far poi convergere il tutto al CERN, dove i rivelatori sarebbero stati collaudati prima dell'installazione. In questo modo tutte le piccole istituzioni ebbero un ruolo ben definito e la possibilità di avere una produzione locale, in modo da poter ridurre il costo del progetto usando laboratori preesistenti e la manodopera locale. L'esempio evidente fu quello della Korea che contribuì costruendo 660 gaps presso la "Korea University" di Seul, che corrispondevano a circa 440.000 franchi svizzeri. I rivelatori furono costruiti in India, Belgio e al CERN, l'elettronica di front-end in Pakistan, la meccanica in Cina e il DAQ e il sistema di potenza a Napoli. L'organizzazione del progetto, la sua logistica e i trasporti sono stati la controparte di questa idea che alla fine ha dimostrato ampiamente di essere stata una scelta efficiente e produttiva. Il sistema è stato completato nell'estate del 2014 (tre mesi prima del previsto) e il suo costo totale è stato in linea con la stima. Tutto ciò ha richiesto un grosso sforzo che ha portato lustro al progetto RPC, due nuove istituzioni, molti studenti interessati oltre che una serie di articoli e presentazioni a conferenze internazionali.

Come Sezione di Napoli ho progettato e realizzato, in collaborazione con il servizio elettronico della sezione, il sistema di DAQ per il progetto di upgrade RE4.

Il progetto, interamente finanziato dall'I.N.F.N, consiste di 168 schede di DAQ prodotte in Italia e attualmente in presa dati in CMS, per un costo totale di circa 400 keuro.

Il sistema DAQ interamente disegnato da noi consiste in 12 crate eurocard con backplane custom (alimentazioni e dati) che alloggia 2 Control Board e 12 schede DAQ che ricevono i dati dal rivelatore, ne fanno la *zero-suppression* e li inviano tramite fibra ottica al sistema di Trigger/DAQ di CMS. Il progetto è durato 2 anni ed è stato completato con il budget stanziato e installato nei tempi previsti.

(il futuro del sistema di trigger e rivelazione dei muoni di CMS è stato da me descritto nella pubblicazione #8 dell'elenco delle pubblicazioni più significative).

Upgrade phase II (2014-2023)

Per l'upgrade di fase II la mia attività di ricerca è prevalentemente rivolta alla progettazione del sistema di trigger e identificazione dei muoni con tecnologia a GEM. I rivelatori scelti dalla collaborazione per lavorare in questa regione ad alto eta e quindi ad alto background, sono delle "triple GEM detector" (ref. 23). Le mie responsabilità per la prima stazione di GEM che sarà installata in LS2 sono la progettazione e costruzione del sistema di potenza e la meccanica delle camere. L'idea iniziale della collaborazione era di alimentare il rivelatore triple-GEM con un solo canale di alimentazione e poi generare i 6 valori diversi tramite un partitore resistivo posto all'interno della camera. Questo sistema aveva, dal mio punto di vista, molti limiti (potenza/calore dissipato nella camera, impossibilità di regolare i valori di alimentazioni dei singoli fogli, avere un elemento delicato all'interno della camera) e alcuni punti deboli e per questo motivo ho iniziato a lavorare alla progettazione di sistema di potenza che avesse 7 canali indipendenti e che potesse quindi alimentare i 3 fogli di GEM senza usare il partitore resistivo. Partendo da questa idea e in collaborazione con il servizio elettronico della Sezione e la ditta CAEN siamo poi giunti ad avere un primo prototipo funzionante a fine 2016. Abbiamo quindi provato a lungo il suo comportamento con i rivelatori GEM insieme ai colleghi di RD51 e di CMS. Dopo una serie di review e di presentazioni la collaborazione di CMS ha approvato il progetto che è stato poi finanziato in parte dall'INFN con 300 keuro. In questo periodo le schede sono in fase di produzione. Nello stesso tempo a Napoli abbiamo progettato e realizzato i filtri HV per le camere, i patch panel, i distributori HV e abbiamo infine scelto i connettori e i cavi necessari al sistema. Tutto il sistema è stato completamente disegnato e realizzato a Napoli sotto la mia supervisione e sarà installato a metà del 2019.

Il primo settore di GEM, che sarà installato nel 2019-2020, è composto da 144 rivelatori a GEM ed altrettanti canali di alimentazioni. Il numero totale di connessioni di alta tensione sarà di circa $8 \times 144 = 1.152$. Per il *commissioning* dell'intero e per la futura manutenzione del sistema di HV abbiamo sviluppato a Napoli un Pico-amperometro da 7 canali che agisce anche da milli-voltmetro. Questo strumento fa il *monitoring* dei 7 canali di alimentazioni di una GEM ad una frequenza di lettura di 500 Hz, da paragonare con quella fornita dall'alimentatore che è pari a circa 20 Hz, con una risoluzione in corrente di 10 pA e in tensione di 100 mV. I 7 canali sono disaccoppiati così come lo è il sistema di lettura e per far ciò abbiamo usato dei trasmettitori di dati ad infrarossi pilotati di un Arduino di ultima generazione ed un ADC da 24 bit per ognuno dei 7 canali.

(l'upgrade di phase II e la mia attività sul sistema trigger e rivelazione dei muoni di CMS con rivelatori a GEM è descritta nella pubblicazione #9 dell'elenco delle pubblicazioni più significative).

Resource Manager del progetto unificato dei muoni (2015-2019)

Nel 2015 i tre Project Manager dei rivelatori di muoni (Marco Dalla Valle, Jay Hauser e Pierluigi Paolucci), decisero, di comune accordo con il MB di CMS, di unificare i tre progetti sia per condividere alcune problematiche comuni gestendo in un modo più efficace la manodopera specializzata e gli esperti presenti al CERN sia per spingere le comunità dei muoni a lavorare in modo comune agli *upgrade* futuri.

Il processo di unificazione durò quasi un anno e alla fine del 2015 fu approvato un organigramma condiviso con un unico *Project Manager* e un unico *Resource Manager* invece di tre. Scaduto il mio secondo mandato come PM degli RPC sono stato nominato *Resource Manager* del progetto unificato dei muoni, ruolo che ho accettato con entusiasmo vista la sua importanza in una fase di unificazione, cosa che avevo già vissuto quando si decise di fondere i due progetti RPC Barrel e Encap.

Il compito principale del RM dei Muoni è di gestire i Common Found (M&OB) (budget annuale di 1.6 MCHF) e il manpower del progetto, di preparare il report annuale per i vari comitati di controllo (CMS e RRB) e di organizzare gli aspetti finanziari dell'upgrade di CMS di fase II. Il report per l'RRB consiste nei seguenti documenti: report finanziario, bilancio annuale, tabella dei contributi

(*income*), tabella delle spese (*outcome*) e previsioni di bilancio ad 1 anno e a 5 anni. La preparazione di tutti questi documenti va da gennaio a ottobre di ogni anno, seguendo un iter ben preciso, e si conclude con una presentazione del RM al comitato. Nel mio periodo di RM il bilancio dei muoni di CMS è sempre stato approvato senza riserve e i referee non hanno individuato elementi di preoccupazione per il futuro del progetto e hanno apprezzato gli sforzi fatti per ridurre i costi. Il RM lavora, insieme al PM, alla preparazione dell'upgrade di fase II e alla preparazione delle previsioni dei costi, bilanci, lista delle responsabilità (*responsibility matrix*) e impegni delle istituzioni.

Editor dell'articolo: *Performance of the CMS muon detector and muon reconstruction with proton-proton collision at $s = \sqrt{13}$ TeV (2016-2017)*

Alla fine del 2016 la collaborazione dei muoni di CMS ha deciso di scrivere un articolo in cui si mostrassero tutti i risultati ottenuti con i dati del 2015 e 2016 mettendo in evidenza il confronto con l'articolo scritto con i dati del RUN1.

Per questo articolo sono stato nominato dall'Istitution Board dei muoni Editor insieme ad altri 3 colleghi e per questo ho seguito la fase di analisi dei dati, produzione di risultati e scrittura dell'articolo che è stato poi pubblicato nel 2018.

I risultati più interessanti riguardano la risoluzione spaziale e temporale delle tre tecnologie usate, l'efficienza di rivelazione ed il confronto dei risultati ottenuto con le simulazioni. Da sottolineare come i risultati ottenuti sono in linea con quanto aspettato e come il sistema dei muoni non abbia dimostrato nessun segnale di invecchiamento a circa 7 anni dalla messa in funzione, quando nel 2009 iniziammo a fare i primi run con i raggi cosmici.

(tutto il lavoro da svolta da me, del gruppo di Napoli e dalla collaborazione dei muoni di CMS è descritto in dettaglio nella pubblicazione #10 dell'elenco delle pubblicazioni più significative, di cui io sono uno degli editor).

Terza Missione (comunicazione e divulgazione)

Dal 2014, oltre ai vari progetti divulgativi che svolgo regolarmente presso le scuole Campane e la collaborazione con Città della Scienza, ho cominciato a collaborare con il gruppo art@CMS del CERN che ha come scopo principale quello di fare divulgazione usando l'arte come mezzo di comunicazione. In quest'ambito ho organizzato una mostra intitolata "Arte & Scienza, 30 opere di artisti internazionali illustrano la scoperta del Bosone di Higgs al CERN" che si tenuta a Napoli dal 15-20 settembre 2015 presso il Castel dell'Ovo di Napoli.

Grazie al supporto della Sezione di Napoli e dell'ufficio di comunicazione dell'INFN abbiamo costruito un allestimento della sala espositiva interamente progettata a Napoli e realizzata in modo da poter essere poi usata per altre mostre e allestimenti vari. Molti sponsor locali ci hanno aiutato a realizzare un evento di successo che ha attratto più di 2500 visitatori in quattro giorni e che ha richiamato la stampa locale e italiana.

Visto il successo della mostra napoletana, abbiamo pensato di estendere questa iniziativa a tutta l'Italia attraverso un progetto che vedesse l'INFN come partner esterno del progetto CREATION di Horizon 2020 che CMS ha vinto nel 2015.

Da qui è nato il progetto denominato "Art & Science across Italy"

è un progetto Europeo del network CREATIONS (H2020) organizzato dall'*Istituto Nazionale di Fisica Nucleare*, dal *CERN* di Ginevra e dall'esperimento *CMS* di *LHC*.

Lo scopo principale del progetto è di avvicinare tutti gli studenti, indipendentemente dalla loro propensione per le materie scientifiche e dalle loro conoscenze iniziali, al mondo della scienza e della ricerca scientifica usando l'arte come mezzo di comunicazione universale.

Sarà infatti proprio l'arte il linguaggio attraverso il quale si stabilirà la comunicazione tra il mondo della scienza e della ricerca e quello della Scuola, con gli studenti che rappresentano la futura generazione di possibili scienziati e ricercatori.

I° edizione (2016-2018)

La I edizione è iniziata nell'ottobre 2016 a Milano per poi raggiungere le città di Venezia, Padova e Firenze. Si è conclusa nell'aprile del 2018 a Napoli con una mostra nazionale intitolata "I colori del Bosone di Higgs" tenutasi presso il museo Archeologico Nazionale di Napoli (MANN) e con un evento pubblico intitolato "di Arte e di Scienza" durante il quale sono stati premiati tutti i vincitori e dove sono intervenuti il Presidente dell'INFN Fernando Ferroni, il critico d'arte Philippe Daverio, l'attore Edoardo Leo e il giornalista scientifico Marco Cattaneo. Più di 750 spettatori erano presenti al Teatro Diana per questa giornata di festa, premiazioni e dibattiti.

I numeri della prima edizione hanno superato tutte le migliori aspettative e sono:

- 38 licei;
- 3.050 studenti;
- 110 seminari scientifici;
- Viaggi di istruzione presso le sedi dei laboratori nazionali dell'INFN;
- 2000 studenti hanno visitato musei d'arte e di scienza;
- 3000 ore di ASL;
- La mostra "I colori del Bosone di Higgs" è stata esposta per un totale di 98 giorni presso le cinque città partecipanti;
- Circa 400 composizioni artistiche sono state prodotte dai ragazzi dei licei afferenti.

Le 5 mostre locali e la mostra nazionale si sono tenute presso le seguenti prestigiose sedi: Museo della Scienza e della Tecnologia Leonardo da Vinci di Milano, Palazzo delle esposizioni di Venezia, Loggia della Gran Guardia di Padova, Accademia delle Arti del Disegno di Firenze e Museo Archeologico Nazionale di Napoli. La mostra nazionale (aprile 2018) ha avuto più di 3.000 visitatori e un eccellente risalto mediatico.

Il progetto è stato Patrocinato dal MIBACT, MIUR, Regione Campania, Regione Veneto, Regione Toscana, Città di Firenze, Città di Napoli, Università Federico II, Museo della Scienza e della Tecnologia di Milano, Museo MANN di Napoli, Accademia delle Belle Arti di Napoli, Accademia delle Arti del Disegno di Firenze, dall'EAV, Unione Industriali di Napoli, Guida Editori, CAEN, Fondazione Banco di Napoli, Fondazione Cassa di Risparmio di Firenze.

Il progetto è stato finanziato dall'INFN, CERN, CREATIONS, Fondi esterni (20%) per un totale di 130.000 euro (2016-2018).

- Presentazione a conferenza e pubblicazione:
STEAM: education and communication with Art at ATLAS and CMS
P. Paolucci on behalf of ATLAS and CMS collaborations
Fourth Annual Large Hadron Collider Physics (LHCP2016) 13-18 June 2016 Lund, Sweden
PoS LHCP2016 (2016) 115
SISSA (2016-09-28)
DOI: 10.22323/1.276.0115

La II° edizione (2018-2020) è rivolta agli studenti del terzo e quarto anno dei licei classici, scientifici e artistici delle città di Firenze, Genova, Milano, Napoli, Padova/Venezia, Potenza/Matera, Roma e Torino e ha una durata biennale (settembre 2018 – maggio 2020).

La novità della II edizione è il passaggio da 5 a 10 città (4 a 7 Sezioni INFN) e l'allargamento ad altre discipline scientifiche come la Biologia, la Chimica, la Biotecnologia e tante altre che saranno scelti indipendentemente delle diverse città. In questo modo gli studenti potranno avvicinarsi a un ampio spettro di materie e guardare il mondo della ricerca scientifica in un modo più ampio. Altra novità sarà una più stretta collaborazione con le Accademie dell'arte (già stipulate convenzioni con l'Accademia di Napoli e Firenze nella prima edizione) con il mondo dell'arte più in generale.

Per quanto riguarda la città di Napoli ho già sottoscritto un accordo con i Dipartimenti di Fisica, Scienze Chimiche, Biologia, Agraria, Studi Umanistici e Medicina Molecolare e Biotecnologie mediche, con il Dipartimento di Scienze e Tecnologie dell'Università degli Studi di Napoli Parthenope e con l'Istituto CNR/SPIN di Napoli.

La prima fase del progetto sarà rivolta alla formazione dei ragazzi attraverso seminari tematici, incontro all'Università, visite ai laboratori INFN, viaggi di istruzioni in città d'arte e tante altre attività locali, mentre nella seconda fase gruppi di lavoro formati da tre studenti, saranno chiamati a

progettare e realizzare una composizione artistica su uno dei temi scientifici trattati durante il primo anno. Le migliori composizioni saranno poi esposte in una *mostra locale* che si terrà in ognuna delle città partecipanti e le migliori dieci composizioni di ogni tappa saranno ammesse alla fase nazionale che si terrà nel mese di aprile 2020 a Napoli.

Gli studenti vincitori della competizione artistica/scientifica nazionale che conclude il progetto, selezionati da un comitato internazionale di esperti, saranno invitati a partecipare ad un master sul tema arte e scienza, che si terrà a settembre 2020 presso i laboratori del CERN di Ginevra e presso altri laboratori nazionali.

Tutti i vincitori riceveranno una borsa di studio, conferita dagli Enti patrocinanti e dagli sponsor del progetto, che servirà a coprire il costo del master e la maggior parte delle spese accessorie.

**Elenco delle Pubblicazioni più significative del dott. Pierluigi Paolucci
(come referenza per il CV)**

- 1. Results from the L3 Experiment at LEP**
P. Paolucci & L3 Collaboration
Phys. Rept. 236 (1993) 1-146
DOI: 10.1016/0370-1573(93)90027-B

- 2. Measurement of cross-section and leptonic forward-backward asymmetries at the Z pole and determination of electroweak parameters**
P. Paolucci & L3 Collaboration
Z. Phys, C62 (1994) 551-576
DOI: 10.1007/BF01574160

- 3. Performances of the RPC Trigger System of the L3 Forward Backward Muon Spectrometer**
A. Aloisio, M.G. Alviggi, G. Carlino, N. Cavallo, R. de Asmundis, V. Innocente, S. Lanzano, L. Lista, P. Paolucci, S. Patricelli, D. Piccolo, C. Sciacca, V. Soulimov
Nucl. Phys. B, Proc. Suppl. 44 (1995) 417-422
DOI: 10.1016/0920-5632(95)00563-3

- 4. The Detector Control System for BaBar**
G. Abrams, S. Allison, P. Anthony, D. Kirkby, S. Lewis, C. Lionberger, T. Meyer, M. Morandin, J. Olsen, P. Paolucci, G. Vasileiadis, G. Zioulas
Nuclear Science, Vol.47, NO. 2 (2000) 181-185
DOI: 10.1109/23.846143

- 5. The BaBar detector**
P. Paolucci & BABAR Collaboration
Nucl. Instrum. Methods A479 (2002) 1
DOI: 10.1016/S0168-9002(01)02012-5

- 6. The CMS experiment at the CERN LHC**
P. Paolucci & CMS Collaboration
JINST 0803:S08004,2008
DOI: 10.1088/1748-0221/3/08/S08004

- 7. Observation of a new boson at a mass of 125 GeV with the CMS experiment at the LHC**

P.Paolucci & CMS Collaboration
Phys. Lett. B 716 (2012) 30
DOI: 10.1016/j.physletb.2012.08.021

8. **CMS Resistive Plate Chamber overview, from the present system to the upgrade phase I**
P. Paolucci on behalf of the RPC collaboration (63 authors)
Published in JINST 8 (2013) P04005
DOI: 10.1088/1748-0221/8/04/P04005
1. **Upgrade of the CMS muon system with triple-GEM detectors.**
P. Paolucci & CMS GEM collaboration
JINST 9 (2014) no.10, C10036
DOI: 10.1088/1748-0221/9/10/C10036
2. **Performance of the CMS muon detector and muon reconstruction with proton-proton collision at $s = \sqrt{13}$ TeV.**
P. Paolucci & CMS Muon Collaboration
JINST 13 (2018) no.06, P06015
DOI: 10.1088/1748-0221/13/06/P06015

Referenze al CV

1. Calibration and performance of the CHARM II detector
NIM A325 (1993) 92-108
2. Results from the L3 Experiment at LEP
L3 Collab. Phys. Rept. 236 (1993) 1-146
3. Performances of the RPC Trigger System of the L3 Forward Backward Muon Spectrometer
A. Aloisio, M.G. Alviggi, G. Carlino, N. Cavallo, R. de Asmundis, V. Innocente, S. Lanzano, L. Lista, P. Paolucci, S. Patricelli, D. Piccolo, C. Sciacca, V. Soulimov
Nucl. Phys. B, Proc. Suppl. 44 (1995) 417-422
4. The forward muon detector of L3
Nucl. Instrum. Methods A383 (1996) 342-366
5. The RPC forward-backward trigger system of the L3 experiment
presentato al “Resistive Plate Counters and Related Detector Conference”, 11-12 ottobre 1995, Pavia.
6. Test of different gas mixture for RPC detectors, SLAC-BABAR-Note 369,
7. Front End Card design for the RPC detector at BaBar, INFN/TC-96/22,.
8. “The BaBar detector for Muon detection and Neutral Hadron identification”
presentato al “VI International Conference on Instrumentation for experiment at $e^+ e^-$ Colliders” tenutasi nel 1996 a Novosibirsk,
Nuclear Instrument And method A 379 (1996) 472.
9. The IFR Online Detector Control at the BaBar experiment at SLAC
presentato alla “11th IEEE NPSS Real Time Conference”, 14-18 luglio 1999, Santa Fee, New Mexico
10. The Detector Control System for BaBar
Nucl. Science, vol. 47, NO 2 (2000) 1, 181-185 e Nucl.Instrum.Meth.A456:137-139 (2000)
11. The IFR Online Detector Control at the BaBar experiment at SLAC
presentato al “V workshop on Resistive Plate Counters and Related Detector”, 28-29 ott. 1999, Bari
12. The BaBar detector
P. Paolucci & BABAR Collaboration Nucl. Instrum. Methods A479 (2002) 1

13. The CMS experiment at the CERN LHC
P. Paolucci & CMS Collaboration JINST 0803:S08004,2008
14. CMS NOTE-2008/036 -- The Detector Control Systems for the CMS Resistive Plate Chamber -Authors: P. Paolucci, G. Polese
15. CMS CR-2009/136 -- The Detector Control Systems for the CMS Resistive Plate Chamber
P. Paolucci, G. Polese, R. Gomez-Reino, C. Viviani, H. Shahzad,T. Khurshid.
16. CMS CR-2009/103 -- First experience in operating the population of the condition database for the CMS experiment - Authors: M. De Gruttola, S. di Guida, F. Glege, V. Innocente, P. Paolucci, D. Futyian, G. Govi, A. Pierro, D. Schlatter
17. CMS NOTE-2010/001 -- Persistent storage of non-event data in the CMS databases
Authors: M.De Gruttola, S.Di Guida, D.Futyian, F.Glege, G.Govi, V.Innocente, P.Paolucci, P.Picca, A.Pierro, D.Schlatter ,Z.Xie
18. RPC project at the CMS experiment, from the present system to the upgrade
Invited talk al Korean symposium of particle physics (11 Oct 2011)
19. Performance of the CMS Level-1 trigger during commissioning with cosmic ray mouns and LHC beams
P. Paolucci & CMS Collaboration. Journal of Instrumentation, Vol 5, March 2010
20. The performance of the CMS muon detector in proton-proton collisions at $\sqrt{s}=7$ TeV at the LHC
Journal of instrumentation Volume 8 article P11002 Nov 2013
21. CMS Resistive Plate Chamber overview, from the present system to the upgrade phase I
JINST 8 (2013) P04005
22. Observation of a new boson at a mass of 125 GeV with the CMS experiment at the LHC
P. Paolucci & CMS Collaboration Phys. Lett. B 716 (2012) 30
23. Overview of large area triple-GEM detectors for the CMS forward muon upgrade
P.Paolucci and GEM collab. Nucl.Instrum.Meth. A845 (2017) 298-303.

Napoli, 19 luglio 2018

Firma

Pierluigi Paolucci