

**UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI MILANO**

Procedura di valutazione per la chiamata a professore di I fascia da ricoprire ai sensi dell'art. 24, comma 6, della Legge n. 240/2010 per il settore concorsuale 02/A1 - Fisica Sperimentale delle Interazioni Fondamentali, (settore scientifico-disciplinare FIS/01 - Fisica Sperimentale; FIS/04 - Fisica Nucleare e Subnucleare ) presso il Dipartimento di FISICA "ALDO PONTREMOLI", Codice concorso 4591

**Curriculum Vitæ di  
Nicola Neri****Dati Anagrafici**

- Nome: Nicola
- Cognome: Neri
- Luogo e Data di nascita: Pisa, 26 Febbraio 1976
- Cittadinanza: italiana
- Stato civile: coniugato
- Indirizzo ufficio: Dipartimento di Fisica, Università degli Studi di Milano  
via Celoria 16, 20133 - Milano, Italia
- Telefono: +39 02 503 17364 (ufficio)
- e-mail: nicola.neri@unimi.infn.it
- Lingue: italiano, madrelingua; inglese, ottimo letto, parlato, scritto;  
francese livello A1 letto, parlato, scritto

## Titoli

### Percorso educativo

- 2005  
Dottorato di ricerca in Fisica, Università di Pisa.  
Tesi: “Measurement of the CKM angle  $\gamma$  with a  $D^0$  Dalitz analysis of the  $B^\pm \rightarrow D^{(*)}K^\pm$  decays in BaBar” (relatore *prof. Marcello Giorgi*).
- 2000  
Laurea in Fisica (110/110) *cum laude*, Università di Pisa.  
Tesi: “Misura della vita media del mesone  $D^+$  con il rivelatore BaBar” (relatore *prof. Marcello Giorgi*).

### Posizione Attuale

- Dal 2018  
Professore Associato presso il Dipartimento di Fisica dell’Università di Milano - SSD FIS/01 Fisica Sperimentale. <https://www.unimi.it/it/ugov/person/nicola-neri>

### Posizioni Precedenti

- 2011 - 2018  
Ricercatore a tempo indeterminato presso l’INFN, sezione di Milano.
- 2017  
Gen-Giu Scientific Associate, Experimental Physics Department, CERN, Svizzera.  
Lug-Dic Project Associate, Experimental Physics Department, CERN, Svizzera.
- 2008 -2010  
Assegno di Ricerca presso il Dipartimento di Fisica dell’Università degli Studi di Pisa.
- 2006 - 2007  
Assegno di ricerca INFN presso la sezione di Pisa.
- 2003 - 2004  
“Visiting physicist” presso il laboratorio SLAC National Accelerator Center, California (USA) per un periodo di circa un anno.
- 2001 - 2004  
Borsa di studio per Dottorato di Ricerca in Fisica (XVII ciclo) “Dottorato d’Eccellenza Galileo Galilei” presso il Dipartimento di Fisica dell’Università di Pisa.

- 2001  
Borsa di studio INFN per neolaureati. Attività svolta presso la sezione di Pisa.
- 2000  
Contratto a tempo determinato presso il Dipartimento di Fisica dell'Università di Pisa: "Prosecuzione dell'analisi dati della tesi di laurea e costruzione dei moduli di riserva per il rivelatore di vertice dell'esperimento BaBar".

### **Corsi universitari, seminari e lezioni a scuole di Fisica**

- A. A. 2020/2021  
Responsabile del corso "Metodologie di Analisi Dati" (6 crediti), corso di laurea in Fisica dell'Università di Milano.
- A. A. 2020/2021  
Responsabile del corso "Fisica e Informatica" (9 crediti), corso di laurea in Scienze e sicurezza chimico-tossicologiche dell'ambiente all'Università di Milano.
- A. A. 2019/2020  
Responsabile del corso "Metodologie di Analisi Dati" (6 crediti), corso di laurea in Fisica dell'Università di Milano.
- A. A. 2019/2020  
Responsabile del corso "Fisica e Informatica" (9 crediti), corso di laurea in Scienze e sicurezza chimico-tossicologiche dell'ambiente all'Università di Milano.
- A. A. 2018/2019  
Responsabile del corso "Metodologie di Analisi Dati" (6 crediti), corso di laurea in Fisica dell'Università di Milano.
- A. A. 2018/2019  
Responsabile del corso "Fisica e Informatica" (9 crediti), corso di laurea in Scienze e sicurezza chimico-tossicologiche dell'ambiente all'Università di Milano.
- Gennaio 2018: seminario al Dipartimento di Fisica dell'Università di Pisa. Titolo: "CP violation in heavy baryon decays", Pisa.
- Novembre 2017: seminario all'Osservatorio Astronomico di Brera. Titolo: "Search for CP violation in heavy baryon decays within and beyond the Standard Model", Merate, Lecco.
- A. A. 2017/2018  
In congedo dal 1/1/2017 al 31/12/2017 per motivi scientifici presso il laboratorio CERN, Ginevra, Svizzera.

- A. A. 2016/2017  
Docente del corso “Rivelatori di Particelle”, corso di laurea in Fisica all’Università di Milano.
- Novembre 2016: seminario al Dipartimento di Fisica dell’Università di Zurigo. Titolo: “Search for CP violation in baryon decays at LHCb”, Zurigo, Svizzera.
- A. A. 2015/2016  
Docente del corso “Fisica della Particelle”, corso di laurea in Fisica all’Università di Milano.
- A. A. 2015/2016  
Docente del corso “Rivelatori di Particelle”, corso di laurea in Fisica all’Università di Milano.
- A. A. 2014/2015  
Docente del corso “Fisica della Particelle”, corso di laurea in Fisica all’Università di Milano.
- A. A. 2014/2015  
Docente del corso “Rivelatori di Particelle”, corso di laurea in Fisica all’Università di Milano.
- 2013 Lezioni alla scuola internazionale di Fisica “IDPASC School for Flavor Physics” all’Università di Valencia. Titolo delle lezioni: “Instrumentation for Flavour Physics”.
- 2011 Lezioni alla scuola di Fisica “BaBar Physics Analysis School” al laboratorio SLAC National Accelerator Center. Titolo delle lezioni: “Introduction to Charm Physics”.
- Dicembre 2010: seminario dal titolo “Results on charm meson mixing and  $CP$  violation from the  $B$  Factories” presso la Sezione INFN di Trieste.
- Marzo 2010: seminario dal titolo “Results on Charm mixing and  $CP$  violation from the  $B$  Factories” presso la Sezione INFN di Pisa. Talk di review dei risultati degli esperimenti più rilevanti per le misure di  $D^0 - \bar{D}^0$  mixing e violazione di  $CP$ .
- A. A. 2009-2010  
Assistente alla didattica per il Corso di “Fisica Generale II”, corso di laurea in Ingegneria meccanica all’Università di Pisa.
- A. A. 2008/2009  
Assistente alla didattica per il Corso di “Laboratorio di Elettronica digitale”, corso di laurea in Fisica all’Università di Pisa.
- A. A. 2007/2008  
Assistente alla didattica per il Corso di “Fisica delle Particelle Elementari”, corso di laurea in Fisica all’Università di Pisa.

- A. A. 2007/2008  
Assistente alla didattica per il Corso di “Fisica Generale I”, corso di laurea in Ingegneria civile all’Università di Pisa.

### Supervisione di studenti di laurea e dottorato e di PostDoc

Relatore di 4 tesi di dottorato, 10 tesi di laurea Magistrale e 4 tesi di laurea triennale.  
Supervisor di 11 PostDoc e 2 summer student.

- Tesi di laurea magistrale in Fisica, “First prototype of a tracking system with artificial retina for fast track finding”, M. Petruzzo, Università di Milano, 2/10/2014.
- Tesi di laurea triennale in Fisica, “Analisi dei dati del test su fascio di prototipi di rivelatori al silicio a strip per l’ upgrade dell’ esperimento LHCb”, E. Spadaro Norella, Università di Milano, 27/02/2015.
- Tesi di laurea magistrale in Fisica, “Search for  $CP$  violation using  $T$ -odd correlations in  $\Lambda_b^0 \rightarrow ph^-h^+h^-$  and  $\Xi_b^0 \rightarrow ph^-h^+h^-$  decays ( $h = K, \pi$ )”, A. Merli, Università di Milano, 16/04/2015.
- Tesi di laurea magistrale in Ingegneria elettronica (correlatore), “First digital implementation of the artificial retina algorithm”, M. Grizzuti, Politecnico di Milano, 29/04/2015.
- Tesi di laurea magistrale in Fisica, “Search for  $CP$  violation in  $\Lambda_b^0 \rightarrow pK^-\mu^+\mu^-$  decays”, D. Marangotto, Università di Milano, 15/04/2016.
- Tesi di laurea triennale in Fisica, “Analisi dati del test su fascio di prototipi di rivelatori al silicio a strip di tipo  $p$ -in- $n$  per l’esperimento LHCb”, L. M. Zocchi, Università di Milano, 19/10/2016.
- Tesi di laurea magistrale in Fisica, “A cosmic rays telescope for the characterization of silicon sensors for the upgrade of the LHCb experiment”, D. Terzi, Università di Milano, 03/02/2017.
- Tesi di laurea magistrale in Fisica, “Search for  $B_{(d,s)}^0 \rightarrow J/\psi p\bar{p}$  rare decays at LHCb”, E. Spadaro Norella, Università di Milano, 29/09/2017.
- Tesi di dottorato in Fisica, “A 4D real-time tracking device for the LHCb Upgrade II”, M. Petruzzo, Università di Milano, M. Petruzzo, Università di Milano, 23/05/2019.
- Tesi di dottorato in Fisica, “Search for  $CP$  violation in the angular distribution of  $\Lambda_b^0 \rightarrow p\pi^-\pi^+\pi^-$  baryon decays and a proposal for the search of heavy baryon EDM with bent crystal at LHCb”, A. Merli, Università di Milano, 23/05/2019.
- Tesi di dottorato in Fisica, “Amplitude analysis and polarisation measurement of the  $\Lambda_c^+$  baryon in the  $pK^-\pi^+$  final state for the electromagnetic dipole moment determination”, D. Marangotto, Università di Milano, 16/03/2020.

- Tesi di laurea magistrale in Fisica, “A demonstrator for a 4D real-time tracking device for the LHCb II upgrade”, M. Luchi, Università di Milano, 6/2/2020.
- Tesi di laurea triennale in Fisica, “Studio di decadimenti di barioni Lambda in preparazione alla misura dei momenti di dipolo elettromagnetici a LHCb”, L. Pessina, Università di Milano, 8/10/2020.
- Tesi di laurea triennale in Fisica, “Selection of  $b$ -baryon decays for spectroscopy analysis”, A. Sala, Università di Milano, 16/12/2020.
- Tesi di dottorato in Fisica, “Search for pentaquark candidates in  $B_s^0 \rightarrow J/\psi p \bar{p}$  decays at LHCb”, E. Spadaro Norella, Università di Milano, 25/03/2021.
- Tesi di laurea magistrale in Fisica, “Measurement of  $\Lambda$  baryon polarization from charm baryon decays at LHCb”, G. Tonani, Università di Milano, 2021 in corso.
- Tesi di laurea magistrale in Fisica, “Study of  $\Lambda_b^0 \rightarrow D^0 p K^-$  decays in LHCb in preparation of a future measurement of the CKM angle  $\gamma$ ”, C. Mancuso, Università di Milano, 2021 in corso.
- Tesi di laurea magistrale in Fisica, “A study for the measurement of  $\Lambda$  baryon electromagnetic dipole moments in LHCb”, A. De Gennaro, Università di Milano, 2021 in corso.
- Supervisor di 7 PostDoc INFN: A. Merli (2019-2020), F. De Benedetti (dal 2018), M. Petruzzo (dal 2018), S. Aiola (2018-2021), B. Dey (2015-2017), J. Fu (2013-2021), F. Caponio (2013).
- Supervisor di 4 PostDoc all’Università di Milano: E. Spadaro Norella (dal 2021), A. Merli (dal 2021), L. Henry (2019-2021), M. Romagnoni (dal 2019).
- Supervisor di 2 summer student: D. Lewis, University of Warwick (CERN summer student 2017), M. Bryson, Boston University (DOE-INFN summer student 2019).

### Partecipazione a comitati e commissioni

- Membro della commissione giudicatrice per un posto di ricercatore tipo B presso il dipartimento di Fisica dell’Università di Genova, settore concorsuale 02/A1 - SSD FIS/01, Genova, 19 aprile 2021.
- Membro della commissione giudicatrice per un posto di ricercatore tipo B presso il dipartimento di Fisica dell’Università di Roma La Sapienza, settore concorsuale 02/A1 - SSD FIS/01, Roma, 10 marzo 2021.
- Membro designato della commissione giudicatrice per un posto di ricercatore tipo B presso il dipartimento di Fisica dell’Università di Milano, settore concorsuale 02/A1 - SSD FIS/01 - FIS/04 (Cod. 4359), Milano, 6 luglio 2020.

- Membro designato della commissione giudicatrice per un posto di ricercatore tipo B presso il dipartimento di Fisica dell'Università di Milano, settore concorsuale 02/A1 - SSD FIS/01 (Cod. 4282), Milano, 5 giugno 2020.
- Membro della commissione dell'esame finale di dottorato in Fisica dell'Università di Milano, Milano, 29 gennaio 2020.
- Membro della commissione di selezione per assegno di ricerca presso il dipartimento di Fisica dell'Università di Milano, Milano, 13 novembre 2019.
- Membro della commissione di selezione per assegno di ricerca presso il dipartimento di Fisica dell'Università di Milano, Milano, 23 ottobre 2019.
- Membro della commissione di selezione per assegno di ricerca presso il dipartimento di Fisica dell'Università di Milano, Milano, 16 luglio 2019.
- Membro della commissione di selezione di un tecnologo presso il dipartimento di Fisica dell'Università di Milano, Milano, 24-25 giugno 2019.
- Membro della commissione dell'esame finale di dottorato in Fisica dell'Università di Bologna, Bologna, 18 marzo 2019.
- Membro della commissione del concorso di ammissione al dottorato in Fisica dell'Università di Milano XXXIV ciclo, Milano, 20-26 giugno 2018.
- Valutatore di tesi di dottorato in Fisica dell'Università di Bologna XXX ciclo, febbraio 2018.
- Membro del collegio docenti del corso di Dottorato in Fisica , Università di Milano, dal 2014.

### **Organizzazione di convegni scientifici**

- Chair del comitato organizzatore del “Workshop on electromagnetic dipole moments of unstable particles” (circa 30 partecipanti), Milano, 3-4 ottobre 2019.
- Convener della sessione “Future experiments and upgrades” alla conferenza LHCP2018, Bologna, 4-9 giugno 2018.
- Chair del comitato organizzatore del workshop per la strategia a lungo termine dell'INFN, “What Next: Discovery Potential of Charm Physics” (circa 30 partecipanti), Milano, 7-8 ottobre 2014.
- Membro del comitato organizzatore del meeting di collaborazione del progetto SuperB, “XIII SuperB General Meeting” (circa 130 partecipanti), Isola d'Elba, 30 maggio - 5 giugno 2010.

## Responsabilità Istituzionali e Coordinamento di Attività Scientifiche

- Dal 2018  
Coordinatore del workpackage del progetto Timespot per lo sviluppo di algoritmi e dispositivi altamente parallelizzati per la tracciatura 4D di particelle cariche su FPGA in tempo reale.
- Dal 2017  
Deputy Project Leader del gruppo di lavoro per la costruzione del rivelatore Upstream Tracker (UT), rivelatore a strip di silicio per l'upgrade di LHCb.
- 2015-2017  
Convener del gruppo di lavoro per il test e l'integrazione del rivelatore UT per l'upgrade di LHCb.
- 2015-2017  
Responsabile locale del gruppo di Milano dell'esperimento Retina della CSN5 dell'INFN per R&D per sistemi di tracciatura in tempo reale basati su FPGA.
- 2014-2015  
Membro del gruppo di studio dell'INFN per la strategia a lungo termine per la fisica agli acceleratori, in particolare per la fisica del flavour. Autore del report finale, della sezione sulla fisica del charm [1].
- Dal 2013  
Responsabile locale del gruppo di Milano dell'esperimento LHCb al CERN per lo studio della fisica degli adroni pesanti.
- 2009 - 2015  
Convener del gruppo di analisi dell'esperimento BaBar "Charm Analysis Working Group", per lo studio di decadimenti di mesoni e barioni con quark charm. Tale gruppo di lavoro è stato uno dei più numerosi e attivi dell'esperimento BaBar, composto da circa 30 fisici provenienti da istituzioni sia italiane che straniere.
- 2008 - 2015  
Membro del comitato italiano di fisica (CIF) per il coordinamento delle attività italiane di analisi dati dell'esperimento BaBar.
- 2012  
Responsabile locale del gruppo di Milano del progetto SuperB per la costruzione di una macchina  $e^+e^-$  ad altissima luminosità.
- 2011-2012  
Membro dello Speakers Bureau dell'esperimento BaBar, responsabile dell'assegnazione e della verifica delle presentazioni ufficiali dei risultati dell'esperimento a conferenze e seminari.



- 2010 - 2012  
Coordinatore (“convener”) del gruppo di lavoro del progetto SuperB per per la fisica del charm.

### **Progetti finanziati**

- INSTANT: responsabile locale del progetto europeo (bando ATTRACT) finalizzato allo sviluppo di un dispositivo per la tracciatura 4D di particelle cariche e la ricostruzione di immagini, circa 100 kEuro (28.5 kEuro a Milano) (2019-2020).
- SELDOM: responsabile del progetto europeo (ERC Consolidator Grant) finalizzato alla ricerca di momenti di dipolo elettrici di barioni con strange e charm a LHC, circa 1.933 MEuro (2018-2023).
- Timespot: reponsabile locale del progetto finanziato dall’INFN (CALL CSN5) finalizzato allo sviluppo di un rivelatore a pixel resistente alla radiazione e con risoluzione temporale di circa 30 ps, circa 1.0 MEuro (circa 183 kEuro a Milano) (2018-2020).
- LHCb: responsabile locale della ricerca finanziata dall’ INFN per l’attività di l’upgrade dell’esperimento e in particolare del rivelatore UT, circa 600 kEuro in un periodo di 5 anni (2014-2020).
- Retina: responsabile locale della ricerca finanziata dall’INFN (CSN5) per lo sviluppo di un dispositivo per la tracciatura di particelle cariche in tempo reale su FPGA, circa 62.5 kEuro (2015-2017).
- SuperB: responsabile locale della ricerca finanziata dall’ INFN per l’attività di di R&D per il rivelatore di vertice, circa 174 kEuro (2012-2013).
- BaBar: responsabile locale della ricerca finanziata dall’ INFN per l’analisi dati dell’esperimento BaBar, circa 10 kEuro (2012-2015).

## Premi, riconoscimenti e giudizi di idoneità

- 2018  
Conseguimento dell' "Abilitazione Scientifica Nazionale" a professore universitario di prima fascia per il settore disciplinare 02/A1 - Fisica sperimentale delle interazioni fondamentali. Validità dal 5/10/2018 al 5/10/2027.
- 2017  
ERC Consolidator Grant: progetto SELDOM - Search for the electric dipole moment of strange and charm baryons at LHC. Durata del progetto da Aprile 2018 a Marzo 2023.
- 2006  
Premio "New Talent Award for an original data analysis in experimental physics" per la misura dell'angolo  $\gamma$  del Triangolo di Unitarietà e diritto di pubblicazione sulla rivista European Journal of Physics [2]. International School of Subnuclear Physics, Erice.
- 2006  
Diploma "James Chadwick". International School of Subnuclear Physics, Erice.
- 2005  
Premio per il miglior intervento critico sugli argomenti discussi alla scuola di fisica, "International School of Physics, Enrico Fermi", Varenna.

## Commissioni di fiducia

- Dal 2021, reviewer di progetti di ricerca per il National Science Centre Poland.
- Dal 2020, reviewer di progetti di ricerca di eccellenza "Severo Ochoa and María de Maeztu Programme" promossi dal governo spagnolo.
- Dal 2020, reviewer di Nuclear Science and Techniques.
- Dal 2019, membro dell'editorial board della rivista scientifica Chinese Physics C.
- Dal 2018, reviewer di NIMA e delle riviste Physical Review.
- Dal 2014, membro del comitato esecutivo per l'upgrade del rivelatore a silicio UT per l'upgrade dell'esperimento LHCb, CERN.
- Dal 2013, membro del Collaboration Board dell'esperimento LHCb, CERN.
- Dal 2012 al 2015, membro del Collaboration Board dell'esperimento BaBar, SLAC National Accelerator Laboratory, USA.

## Conferenze e pubblicazioni

- Partecipazione in qualità di relatore a più di 40 conferenze nazionali e internazionali come riportato più in dettaglio nel curriculum vitae.
- Coautore di più di 1000 articoli pubblicati su riviste scientifiche. Sono autore unico di una pubblicazione [3], coautore di un articolo di review sulla fisica delle  $B$  factories [4], autore principale di tre articoli di analisi dati dell'esperimento BaBar [5–7], di quattro articoli di analisi dati dell'esperimento LHCb [8–11], di quattro articoli tecnici [3,12–14], di tre articoli per proposte di nuove misure [15–17]. Il numero totale di citazioni è maggiore di 71000, mentre il numero medio di citazioni per pubblicazione è circa 70. Indice Hirsch pari a 124. La lista aggiornata delle pubblicazioni è consultabile sul database inSPIRE ([link](#)).

## Sommario dell' attività di ricerca

La mia attività di ricerca è focalizzata sulla fisica sperimentale delle particelle elementari, in particolare sulla fisica del flavour di adroni pesanti. In questo ambito mi sono impegnato su vari aspetti tipici della fisica sperimentale agli acceleratori: dalla costruzione di parti d'apparato, alla cura della fase di presa dati e gestione del rivelatore, allo sviluppo di nuovi rivelatori e tecniche di rivelazione, alla progettazione di nuovi esperimenti.

Nel 1999, come laureando in fisica, sono entrato a far parte della collaborazione BaBar. Ho contribuito alla costruzione di parti dell'apparato sperimentale, in particolare del rivelatore di vertice SVT (*Silicon Vertex Tracker*) e del tracciatore di muoni IFR (*Instrumented Flux Return*). Ho preso parte alle operazioni di acquisizione e di controllo della qualità dei dati dell'esperimento ricoprendo, per un periodo di circa 5 mesi presso i laboratori di SLAC (*Stanford Linear Accelerator Center*), il ruolo di *operation manager* per il rivelatore di vertice. Nel periodo iniziale ho acquisito l'esperienza di gestione e sviluppo di programmi di analisi pertanto ho dato un contributo importante all'analisi dei dati dell'esperimento BaBar principalmente alla misura dell'angolo  $\gamma$  del triangolo ottenuto da una delle relazioni di unitarietà della matrice di mescolamento dei quark di Cabibbo, Kobayashi e Maskawa (CKM). Ho contribuito in prima persona alla determinazione dei parametri che regolano le oscillazioni di flavor del mesone  $D^0$ . Successivamente sono diventato coordinatore ("convener") del gruppo di analisi che studia la fisica dei mesoni e barioni contenenti quark charm dell'esperimento BaBar.

Lavorare ad un programma di ricerca in fisica sperimentale comporta un impegno nello sviluppo di nuovi metodi e strumenti di rivelazione. Dal 2005 al 2010 ho partecipato al programma di R&D "SLIM5/ViPix", per lo sviluppo di rivelatori di pixel al silicio di nuova generazione per applicazioni a esperimenti futuri in cui sia necessaria una notevole precisione della misura della posizione dei vertici di decadimento di particelle con sapore pesante. Ho lavorato alla caratterizzazione dei prototipi con test in laboratorio utilizzando sorgenti radioattive e ai test su fascio effettuati presso i laboratori del CERN di Ginevra. Ho avuto la responsabilità del sistema di acquisizione e di analisi dei dati in laboratorio e della ricostruzione degli eventi e analisi dei dati del test su fascio.

Dal 2006 al 2012 ho contribuito alla preparazione del progetto SuperB, che si proponeva di ricercare effetti di fisica non previsti nel modello standard, attraverso misure di precisione principalmente nei decadimenti dei mesoni  $B$ ,  $D$  e dei leptoni  $\tau$ . Tale esperimento ambiva a raccogliere dati di collisioni  $e^+e^-$  ad altissima luminosità, circa un fattore 100 più grande rispetto a quella di BaBar. A questo scopo ho lavorato agli studi di fattibilità dell'esperimento e alla valutazione della sensibilità di misure rilevanti per la scoperta di nuova fisica nei decadimenti dei mesoni  $B$  e  $D$ . Tale progetto non è mai stato realizzato in Italia a causa di motivi di natura non scientifica. È stato invece realizzato un progetto simile in Giappone che ha ripreso le principali idee principali sviluppate nel progetto SuperB.

Più recentemente, nel 2013, ho deciso di contribuire all'esperimento LHCb per continuare la

ricerca nella fisica del flavor a capo di un nuovo gruppo di ricerca composto prevalentemente da giovani fisici e studenti. Ho preparato una proposta di ricerca che ho sottoposto all'INFN e alla collaborazione LHCb che includeva contributi all'upgrade dell'esperimento, al controllo e mantenimento del rivelatore per la presa dati e all'analisi dati. Tale proposta è stata approvata dalla collaborazione LHCb e finanziata dall'INFN. Il gruppo di ricerca contribuisce oggi alla costruzione del rivelatore UT (Upstream Tracker), il rivelatore di tracciamento al silicio per l'upgrade posizionato a monte del magnete dipolare. In particolare il contributo consiste nella progettazione e realizzazione di circuiti ibridi per l'elettronica di front-end, dei cavi sottili per il trasporto dei dati e per l'alimentazione del rivelatore, la progettazione del sistema di raffreddamento a evaporazione di CO<sub>2</sub> e al test dei prototipi di sensori di silicio. La mia attività si è concentrata all'inizio sul test dei sensori e sull'integrazione del rivelatore nell'esperimento LHCb. Ho contribuito allo sviluppo di un nuovo sistema di acquisizione dati e alla ricostruzione e analisi dati dei test su fascio. Successivamente ho ricoperto il ruolo di convenier del gruppo di lavoro per l'upgrade di UT con responsabilità dei test dei prototipi dei rivelatori al CERN e dell'integrazione del rivelatore; attualmente coordino il progetto in veste di Deputy Project Leader. Partecipo inoltre all'analisi dei dati di LHCb e recentemente ho studiato effetti di violazione di  $CP$  nei decadimenti di mesoni  $D^0$  utilizzando una tecnica sperimentale alternativa, basata su asimmetrie  $T$ -dispari, che ho applicato successivamente anche alla ricerca di violazione di  $CP$  nei decadimenti dei barioni  $\Lambda_b^0$  in quattro corpi.

È previsto che l'acceleratore LHC operi ad alta luminosità nel futuro e per poter sfruttare al meglio le potenzialità degli esperimenti è necessario sviluppare nuova strumentazione e nuovi metodi di rivelazione. Dal 2015 lavoro per questo scopo allo sviluppo di un sistema di tracciatura veloce, principalmente per rivelatori al silicio, che consenta di ricostruire traiettorie di particelle cariche in tempo reale per la fase ad alta luminosità di LHC. Tale sistema di tracciatura veloce è basato su un algoritmo altamente parallelizzabile implementato su logiche programmabili (FPGA) di tipo commerciale. Recentemente ho implementato tale algoritmo di ricostruzione veloce su schede elettroniche appositamente progettate. Ho testato con successo il sistema su fascio al CERN, utilizzando il telescopio al silicio, fino ad un rate di tracce di circa 300 kHz e con dati simulati in laboratorio fino ad un rate di tracce in ingresso di 40 MHz. Successivamente ho proposto un nuovo algoritmo di tracciatura in quattro dimensioni (4D) basato sulle coordinate spaziali e temporali degli hit che alcuni rivelatori a silicio sono già oggi in grado di determinare con eccellente precisione, *i.e.* 10  $\mu\text{m}$  e 30 ps. Tale lavoro ha ispirato il progetto Timespot (CALL CSN5) per lo sviluppo di un rivelatore a pixel in grado di ricostruire tracce in 4D di particelle cariche in tempo reale. La ricostruzione 4D di tracce è oggi considerata come soluzione nominale per un futuro rivelatore di vertice per l'upgrade II di LHCb.

Più recentemente ho proposto nuove tecniche sperimentali per la ricerca di momenti di dipolo elettrici di particelle a vita media relativamente corta come barioni con charm e strange e il leptone  $\tau$ . Tale attività, che prevede un nuovo esperimento a targhetta fissa in LHC, è stata finanziata dalla comunità europea attraverso un ERC Consolidator Grant ed è in fase di review all'interno dell'esperimento LHCb per una possibile installazione nei prossimi anni.

## Attività di ricerca

### 1. Partecipazione al programma sperimentale BaBar

Lo scopo originario dell'esperimento BaBar era la scoperta della violazione di  $CP$  nei decadimenti dei mesoni  $B$ , nonché più in generale la verifica sperimentale del meccanismo di CKM, che descrive il mescolamento dei quark e la violazione di  $CP$  nel Modello Standard. Nell'esperimento l'energia del centro di massa del sistema  $e^+e^-$  dei fasci incidenti è di 10.58 GeV, corrispondente al picco di massa della  $\Upsilon(4S)$ , risonanza che decade esclusivamente in coppie  $B\bar{B}$ . A quella energia si producono inoltre eventi con mesoni e barioni con quark charm e coppie  $\tau^+\tau^-$  con sezione d'urto paragonabile a quella di produzione della  $\Upsilon(4S)$ ,  $\mathcal{O}(1\text{ nb})$ . Fin dall'inizio ho contribuito alla costruzione del rivelatore di vertice SVT e del tracciatore di muoni IFR, all'acquisizione e all'analisi dei dati. Tra i risultati più rilevanti dell'esperimento è utile menzionare l'osservazione di violazione di  $CP$  nel sistema dei mesoni  $B$  neutri, ovvero la misura di  $\sin 2\beta$  [18, 19] e la misura di violazione di  $CP$  diretta nel decadimento  $B^0 \rightarrow K^+\pi^-$  [20].

Durante la preparazione della mia tesi di laurea, ho lavorato all'analisi dei dati, ottimizzando i metodi di fit per la misura della vita media del mesone  $D^+$ . Tali studi hanno permesso di facilitare la misura delle asimmetrie di  $CP$  dipendenti dal tempo. La precisa conoscenza della posizione del rivelatore può essere ben controllata attraverso misure di vita media in funzione dell'angolo azimutale. Tale studio ha contribuito a ridurre l'errore sistematico sulle misure di  $CP$  dipendenti dal tempo, fondamentali nel programma di fisica di BaBar [18, 19]. Questi argomenti sono stati oggetto della mia tesi di laurea, che ho discusso nel Luglio 2000.

Da Settembre 2000 a Novembre 2000, ho contribuito alla costruzione di moduli di riserva per il rivelatore di vertice SVT dell'esperimento BaBar, sui quali ho effettuato i test meccanici ed elettrici.

Durante il primo anno del corso di dottorato ho partecipato alla costruzione e ai test dei nuovi moduli del rivelatore SVT per il periodo Luglio 2001 - Dicembre 2001.

Successivamente, mi sono occupato di studi di meccanismi di invecchiamento di rivelatori RPC *Resistive Plate Chambers* originariamente installati in BaBar [21]. Tali studi erano volti a confermare o smentire i vari modelli chimico-fisici di funzionamento degli RPC, nel tentativo di comprendere (e possibilmente invertire) la progressiva perdita di efficienza di tali contatori [22].

In questa fase ho preso parte al processo di produzione e di installazione a SLAC di nuove camere per l'identificazione dei muoni e degli adroni neutri, denominate RPC, per il programma di upgrade del sottorivelatore IFR di BaBar [23]. Ho condotto test meccanici ed elettrici sulle camere durante le varie fasi della produzione (test di incollaggio, test di tenuta delle camere, caratterizzazione delle camere con curve corrente-tensione).

Da Giugno 2002 a Novembre 2002, ho partecipato alla fase di installazione delle camere nella parte in avanti del rivelatore, in particolare curando le procedure meccaniche di preparazione all'inserzione delle camere, l'organizzazione della cablatura e il test dell'elettronica di lettura e del sistema di acquisizione dati online. Ho preso parte alla messa a punto di un protocollo di diagnosi e riparazione delle schede elettroniche danneggiate.

Dal Dicembre 2002 ho iniziato a studiare la violazione di  $CP$  nei mesoni  $B$  carichi e in particolare ho valutato la possibilità di effettuare una misura dell'angolo  $\gamma$  del triangolo di unitarietà. La misura dell'angolo  $\gamma = \arg(-V_{ud}V_{ub}^*/V_{cd}V_{cb}^*)$  si può estrarre dall'interferenza tra le ampiezze  $A(b \rightarrow u) \propto e^{-i\gamma}$  e  $A(b \rightarrow c)$  nel decadimento dei mesoni  $B$  carichi. Il rapporto tra le due ampiezze è  $r_B = |A(b \rightarrow u)/A(b \rightarrow c)| \simeq 0.1$ . Ho studiato il decadimento a tre corpi  $B^+ \rightarrow D^0 K^+ \pi^0$  dimostrando che il livello di fondo non consente nella situazione sperimentale attuale di effettuare un'analisi finalizzata alla misura di violazione di  $CP$ . Ho presentato il risultato di questi studi al workshop "CKM Angles and BaBar Planning Workshop" a SLAC nel Luglio 2003.

Da Luglio 2003 ho ricoperto per 5 mesi il ruolo di *SVT Operation Manager*; in tale periodo sono stato responsabile del funzionamento, della manutenzione e del controllo del rivelatore SVT durante la fase di presa dati, garantendo la continua reperibilità presso i laboratori di SLAC.

In tale periodo ho studiato gli effetti dei danni da radiazione sul silicio e sull'elettronica integrata del rivelatore di vertice SVT di BaBar. Ho inoltre studiato le performance del rivelatore SVT, in particolare l'efficienza di ricostruzione di tracce cariche e la qualità della ricostruzione degli eventi [24], [25], [26].

Dal Settembre 2003 ho deciso di studiare il canale di decadimento  $B^\pm \rightarrow D^{(*)}K^\pm$  ricostruendo il decadimento  $D^0 \rightarrow K_S \pi^- \pi^+$ . Questo decadimento è risultato in seguito il più sensibile in assoluto per la misura dell'angolo  $\gamma$ . Ho sviluppato la tecnica di ricostruzione e di fit degli eventi di segnale. Ho sviluppato inoltre un nuovo metodo statistico per l'estrazione della fase  $\gamma$  a partire dai parametri di fit  $x_\pm = r_B \cos(\delta_B \pm \gamma)$  e  $y_\pm = r_B \sin(\delta_B \pm \gamma)$ , dove  $\delta_B$  è la fase forte relativa tra le ampiezze  $A(b \rightarrow u)$  e  $A(b \rightarrow c)$ . I nuovi parametri di fit  $x_\pm$  e  $y_\pm$ , determinati senza bias e con errori gaussiani, sono diventati in seguito lo standard per l'estrazione di  $\gamma$  nei decadimenti  $B^\pm \rightarrow D^{(*)}K^\pm$  alle  $B$  factories e più recentemente anche a LHCb.

I risultati preliminari di questa analisi sono stati da me presentati al workshop CKM 2005 tenutosi a San Diego nel marzo 2005. L'analisi è stata oggetto della mia tesi di dottorato [27] che ho discusso nel giugno 2005 conseguendo il titolo di dottore di ricerca. I risultati dell'analisi sono stati pubblicati sulla rivista PRL [5]. Ho perfezionato l'analisi nel corso del tempo [28, 29]: trattazione statistica del risultato, inclusione di nuovi canali, parametrizzazione dell'ampiezza di decadimento del mesone  $D^0$ . I risultati aggiornati sono stati successivamente pubblicati su PRD [6]. L'analisi ha prodotto insieme all'analisi effettuata nell'esperimento Belle a KEK (Giappone) la migliore misura singola dell'angolo  $\gamma$ .

Nel 2005 sono diventato reviewer interno della collaborazione BaBar per diverse analisi, relative alla misura dell'angolo  $\gamma$  del triangolo di unitarietà, tra cui  $B^\pm \rightarrow DK^{*\pm}$  con il  $D^0$  ricostruito in autostati di  $CP$  e nel decadimento doppio Cabibbo soppresso  $D^0 \rightarrow K^+\pi^-$  e  $B^\pm \rightarrow DK^\pm$  con  $D^0 \rightarrow \pi^+\pi^-\pi^0$ . Le analisi sono state pubblicate su PRD [30], [31], [32], [33], [34].

A partire dal Settembre 2005 sono entrato a far parte del gruppo di studio per il progetto SuperB, descritto in dettaglio nella sezione 2. Mi sono occupato di valutare le potenzialità di scoperta dell'esperimento e le specifiche dei rivelatori necessarie per effettuare misure di precisione nel settore della fisica del flavor.

Quasi in parallelo, a partire dal 2005, ho preso parte ad un progetto di sviluppo di nuovi rivelatori al silicio a pixel monolitici attivi CMOS (MAPS) a basso contenuto di materiale per l'utilizzo in futuri esperimenti a macchine ad alta luminosità. Discuterò più in dettaglio questa attività nella sezione 3.

Dal Settembre 2007, sono stato responsabile dell'analisi  $D^0 \rightarrow K_S^0 h^+ h^-$  con  $h = K, \pi$  per la misura delle oscillazioni di flavour attraverso lo studio della distribuzione degli eventi nel Dalitz plot del  $D^0$  in funzione del tempo. Selezionando eventi di flavor definito, attraverso il decadimento  $D^{*+} \rightarrow D^0 \pi^+$  al tempo  $t = 0$ , si possono misurare i parametri di mixing  $x$  e  $y$  legati alla differenza di massa e di vita media degli autostati dell'hamiltoniana efficace che regola l'evoluzione temporale. La misura ha ottenuto la migliore sensibilità ai parametri di mixing  $x$  e  $y$  raggiunta da un singolo esperimento, al livello di 0.3%. La misura è stata pubblicata successivamente sulla rivista PRL [7].

Da Maggio 2008, sono membro del comitato che ha lo scopo di facilitare le analisi dei gruppi italiani e i contatti fra le diverse istituzioni italiane su analisi e calcolo per la fisica di BaBar.

Da Luglio 2008 sono stato reviewer interno della collaborazione BaBar per l'analisi per la ricerca di violazione di  $CP$  nel decadimento  $D^+ \rightarrow K^+ K^- \pi^+$ . La sensibilità statistica raggiunta è dell'ordine del 0.1% e ha richiesto un'accurata valutazione degli errori sistematici nella ricostruzione di tali decadimenti.

Da Settembre 2009, sono coordinatore (“convener”) all'interno di BaBar del gruppo di analisi impegnato nello studio dei decadimenti dei mesoni e barioni con quark charm. Le attività di analisi dell'esperimento BaBar sono infatti coordinate dal PAC (Physics Analysis Coordinator) a cui fanno riferimento i coordinatori dei vari gruppi che si occupano dello studio dei decadimenti dei mesoni  $B$ , dei mesoni e barioni con charm e della fisica del  $\tau$ . Il gruppo di analisi del “charm” è uno dei più importanti e attivi dell'esperimento e coinvolge circa 30 fisici appartenenti a istituzioni italiane (Bari, Pisa, Roma, Torino, Trieste) e straniere (Cincinnati, Maryland, MIT, Ohio, Riverside, SLAC, Stanford). Alcuni dei temi di interesse del gruppo di analisi che coordino sono: il mixing del  $D^0$ , la violazione di  $CP$  nei mesoni  $D$ , le analisi di Dalitz plot, la spettroscopia, la ricerca di decadimenti fortemente soppressi nel modello standard di mesoni e barioni con charm.



In realtà fin dall'inizio della mia attività in BaBar ho partecipato attivamente alle analisi di fisica del charm, che hanno prodotto importanti risultati: la scoperta della risonanza  $D_s(2317)$  [35], la prima evidenza di mixing del mesone  $D^0$  attraverso lo studio dipendente dal tempo del decadimento  $D^0 \rightarrow K^+\pi^-$  [36] e successivamente dei decadimenti  $D^0 \rightarrow K^+K^-$ ,  $\pi^+\pi^-$  [37, 38]. Di notevole importanza anche la ricerca di violazione di  $CP$  nei decadimenti  $D^0 \rightarrow K^+K^-$ ,  $\pi^+\pi^-$  [39]. Dall'inizio del mio coordinamento sono stati pubblicati numerosi articoli. Alcuni tra i più rilevanti sono:

- la misura di mixing del mesone  $D^0$  nei canali  $D^0 \rightarrow K^+K^-$  [38];
- la misura di mixing del mesone  $D^0$  nel canale  $D^0 \rightarrow K^+\pi^-\pi^0$  [40];
- la misura di mixing del mesone  $D^0$  nel canale  $D^0 \rightarrow K_S^0 h^+ h^-$  [7];
- la misura della costante di decadimento del mesone  $D_s^+$  nel canale  $D_s^+ \rightarrow l^+\nu$  dove  $l = \mu, \tau$  [41].

Sono inoltre stati ultimati i seguenti articoli per pubblicazione su rivista: l'osservazione del mesone  $\chi_{c2}(2P)$  [42], la ricerca di violazione di  $CP$  nei decadimenti  $D^0 \rightarrow K^+K^-\pi^+\pi^-$  [43].

A partire da Settembre 2009 sono stato reviewer interno della collaborazione BaBar per l'analisi che cerca evidenza del decadimento  $D^0 \rightarrow l^+l^-$  con  $l = \mu, e$ , fortemente soppresso nel modello standard. In assenza di segnale è stato fissato un limite superiore al branching ratio assoluto dell'ordine di  $10^{-7}$  e pubblicato su PRD [44].

Sono stato reviewer interno per lo studio sulla misura della costante di decadimento del mesone  $D_s^+$ ,  $f_{D_s}$ , attraverso la misura del branching ratio assoluto nel canale  $D_s^+ \rightarrow l^+\nu_\mu$ , con  $l = \mu, \tau$  [41].

## 2. Progetto SuperB

A partire dal Settembre 2005 sono entrato a far parte del gruppo di lavoro SuperB per la roadmap dell'INFN con compito di valutare la fattibilità di un eventuale esperimento ad alta luminosità,  $\mathcal{O}(10^{36}) \text{ cm}^{-2} \text{ s}^{-1}$ , studiando sia le problematiche del rivelatore che della macchina acceleratrice.

All'interno di questo gruppo ho avuto la responsabilità dello studio di fattibilità di misure di violazione di  $CP$  dipendenti dal tempo nel sistema dei mesoni  $B$  neutri. Il boost del sistema di riferimento del centro di massa era ridotto di circa un fattore 2 rispetto a PEP-II, dove  $\beta\gamma = 0.55$ , per esigenze legate al progetto dell'acceleratore. Infatti, solo con un boost ridotto di circa un fattore 2 la macchina acceleratrice è capace di raggiungere la luminosità di progetto di SuperB.

Per rendere possibili tali misure si è reso necessario progettare un nuovo rivelatore di vertice con un ulteriore layer interno, più vicino al punto di interazione rispetto alla configurazione di BaBar. Ho presentato i risultati dei miei studi alla conferenza Vertex06 nel Settembre 2006. Gli atti della conferenza sono stati pubblicati su NIM A [12].

Il mio lavoro si è focalizzato inoltre sull'ottimizzazione della geometria del rivelatore di vertice e sullo studio delle sue prestazioni. In particolare ho studiato l'impatto delle risoluzioni spaziali sulla ricostruzione dei vertici di decadimento dei mesoni  $B$  sulle misure di violazione di  $CP$  dipendenti dal tempo.

Ho studiato la possibilità di poter operare l'esperimento a diverse energie del centro di massa, in particolare all'energia utile per la produzione coerente del sistema  $D\bar{D}$ . Ho valutato le implicazioni delle specifiche del rivelatore sui risultati della fisica del charm e del  $\tau$ , partecipando al progetto concettuale del nuovo rivelatore di vertice.

Ho presentato i risultati di tali studi ai vari SuperB workshop e sono autore del proposal [45] e del CDR (conceptual design report) dell'esperimento [46]. In particolare sono stato responsabile della sezione sul rivelatore di vertice del CDR. Nel 2008 ho lavorato alla valutazione della sensibilità delle misure che sono rilevanti per la scoperta di nuova fisica nei decadimenti di mesoni con quark charm a SuperB. Di particolare interesse sono le misure di mixing e violazione di  $CP$  nel sistema dei mesoni  $D$  neutri. I risultati di questi studi sono stati raccolti negli atti del SuperB workshop di Valencia [47], di cui sono autore.

### 3. Ricerca e sviluppo di nuovi rivelatori a semiconduttore

Nel Gennaio 2005 ho iniziato a collaborare al progetto SLIM5 per lo sviluppo di rivelatori al silicio a pixel monolitici attivi CMOS (MAPS) a basso contenuto di materiale e con capacità di trigger di livello 1. La mia attività si era concentrata inizialmente sulla caratterizzazione dei prototipi dei rivelatori [3, 48, 49] e del loro test su fascio. Ho realizzato il sistema di test e di acquisizione dati dei prototipi. Si tratta di un software disegnato "ad hoc" che utilizza un Pattern Generator commerciale come generatore degli impulsi di test e un Logical State Analyzer per la ricostruzione della risposta digitale del rivelatore. Ho inoltre realizzato i test di laboratorio con sorgenti radioattive e analizzato i dati. In questo modo è stata verificata la funzionalità del rivelatore e la sua sensibilità a segnali da particelle ionizzanti. Sono stati inoltre evidenziati alcuni difetti dei prototipi (cross-talk tra i canali, design non ottimale del preamplificatore di carica) che abbiamo successivamente corretto nei prototipi successivi. Ho presentato i risultati di questi studi alla conferenza IPRD06 nel Settembre 2006 [3].

Ho successivamente preparato il codice di ricostruzione degli eventi e di analisi dei dati raccolti dal test su fascio tenutosi al CERN nel Settembre 2008. Sono stato responsabile del software di ricostruzione degli eventi e di analisi dei dati per l'esperimento SLIM5.

Scopo del test era la misura delle prestazioni dei prototipi di rivelatori MAPS, utilizzando particelle al minimo della ionizzazione (MIP). Ho partecipato attivamente alla installazione e presa dati del test su fascio [50]. Ho presentato i primi risultati dell'analisi del testbeam alla conferenza TIPP09 tenutasi a Tsukuba nel marzo 2009. Gli atti della conferenza, di cui sono autore principale, sono stati pubblicati sulla rivista NIM A [13].

#### 4. Partecipazione al programma sperimentale LHCb

L'esperimento LHCb situato presso il collisionatore di protoni LHC al CERN ha iniziato la presa dati nel 2011. Lo scopo dell'esperimento è la ricerca di fisica oltre il modello standard attraverso lo studio di decadimenti di adroni pesanti con quark  $b$ . La mia partecipazione all'esperimento è iniziata nel 2013 a capo di un nuovo gruppo di ricerca formato in prevalenza da giovani fisici. Il gruppo di ricerca è impegnato nell'upgrade del rivelatore Upstream Tracker (UT) per la tracciatura di particelle cariche, posizionato a monte del magnete dipolare. Il rivelatore consiste in 4 piani di sensori a singola faccia al silicio in configurazione  $X-U-V-X$  con strip allineate verticalmente (piani  $X$ ) per la misura della coordinata nel piano di curvatura delle tracce e con angolo stereo di  $\pm 5^\circ$  (piani  $U-V$ ) rispetto alla verticale. Il gruppo di ricerca ha contribuito al controllo e al mantenimento del rivelatore Silicon Tracker, rivelatore al silicio per la tracciatura di particelle cariche e all'analisi dei dati. Coordino un gruppo di ricerca composto attualmente da 4 PostDoc INFN, 2 PostDoc dell'Università di Milano, 2 studenti di dottorato, 2 tecnologi INFN e 2 professori associati dell'Università di Milano. Attualmente fa parte del gruppo di ricerca anche 1 laureando. Il gruppo di ricerca ha diverse responsabilità per la costruzione del rivelatore UT, in particolare: del progetto e della realizzazione dei circuiti ibridi per l'elettronica di lettura, dei cavi sottili per la trasmissione dei dati e per l'alimentazione del rivelatore, del sistema di raffreddamento a  $\text{CO}_2$  per mantenere i sensori ad una temperatura di  $-5^\circ\text{C}$  per ridurre gli effetti del danno da radiazione, del test dei sensori e dell'integrazione del rivelatore nell'esperimento LHCb.

Il mio contributo diretto all'attività di ricerca in LHCb è principalmente legato alla costruzione del rivelatore UT e all'analisi dei dati dell'esperimento. Ho allestito un laboratorio per il test dei prototipi dei sensori a silicio con sorgenti radioattive e con laser impulsato nell'infrarosso con lunghezza d'onda 1064 nm; ho preparato il setup per l'acquisizione e i programmi per l'analisi dati per la caratterizzazione dei prototipi. Ho costruito inoltre un telescopio a 8 piani di rivelatori singola faccia a silicio che è stato utilizzato come sistema di tracciatura per i test su fascio al CERN di prototipi di sensori e anche per test di sistemi di tracciatura veloce dell'esperimento Retina. Ho contribuito al test su fascio dei prototipi di sensori a silicio singola faccia irraggiati con protoni e all'analisi dei risultati [51]. Ho ricoperto in seguito il ruolo di convener del gruppo di lavoro di UT che ha la responsabilità dei test dei sensori al CERN e dell'integrazione del rivelatore nell'esperimento LHCb. Attualmente coordino le attività del gruppo di lavoro UT in qualità di Deputy Project Leader.

Per quanto riguarda l'attività di analisi dati ho contribuito allo studio dei decadimenti di mesoni  $D^0 \rightarrow K^+ K^- \pi^+ \pi^-$  per la ricerca di violazione di  $CP$  attraverso osservabili  $T$ -dispari. Lo studio di questo canale di decadimento è sensibile a potenziali effetti di nuova fisica in quanto la violazione di  $CP$  è prevista essere molto piccola nel modello standard. L'analisi, di cui sono proponente e "contact author", è stata pubblicata su JHEP [8] e presenta le prime misure di violazione di  $CP$  con osservabili  $T$ -dispari in regioni diverse dello spazio delle fasi e in funzione del tempo di decadimento del  $D^0$ . La tecnica di analisi è particolarmente interessante anche per il futuro perchè non è sensibile a effetti di asimmetria di produzione e asimmetrie di ricostruzione di particelle e antiparticelle.

Dal 2014 sono reviewer interno alla collaborazione LHCb per diverse analisi dati che sono state pubblicate su riviste scientifiche come ad esempio l'analisi del Dalitz plot del decadimento  $B^0 \rightarrow \bar{D}^0 \pi^+ \pi^-$  [52], la misura delle proprietà di barioni  $\Xi_b^{*0}$  [53], la prima misura di sezione d'urto di produzione di charm in configurazione targhetta fissa a LHC [54].

La violazione di  $CP$  è prevista nel Modello Standard in alcuni decadimenti di barioni con quark beauty fino ad un livello del 20% ma non è stata mai osservata sino ad oggi. Al fine di verificare tali predizioni e confermare il meccanismo di CKM che regola la violazione di  $CP$  anche per i barioni ho iniziato a studiare le asimmetrie di  $CP$  nei decadimenti dei barioni con quark beauty  $\Lambda_b^0 \rightarrow p K^- \mu^+ \mu^-$  pubblicata su JHEP [10] e  $\Lambda_b^0 \rightarrow p h^- h^+ h^-$  con  $h = K, \pi$ . Questa ultima analisi, di cui sono contact author, ha raggiunto la migliore sensibilità alla violazione di  $CP$  nei decadimenti di barioni pesanti sino ad oggi ed è stata pubblicata su Nature Physics [9]. Andrea Merli, di cui sono relatore della tesi di laurea magistrale e di dottorato, ha presentato i risultati di questa analisi alla conferenza nazionale SIF 2015 risultando vincitore del premio per la migliore presentazione nella sezione di fisica nucleare e subnucleare. Successivamente questa analisi è stata aggiornata utilizzando un campione di dati del Run1 e Run2 di LHC [55].

La scoperta di candidati pentaquark  $J/\psi p$  nei decadimenti barionici  $\Lambda_b^0 \rightarrow J/\psi p K^-$  a LHCb [56] ha aperto un nuovo filone di ricerca nella spettroscopia dei barioni pesanti. Al fine di identificare le proprietà e comprendere i meccanismi di produzione di tali stati ho iniziato a studiare i decadimenti di mesoni  $B_{(d,s)}^0 \rightarrow J/\psi p \bar{p}$  che sono sensibili sia a candidati pentaquark che a stati di glueball nel sistema risonante  $p\bar{p}$ . L'analisi pubblicata su PRL [11] riporta la prima osservazione di tali decadimenti e la migliore misura delle masse dei mesoni  $B_{(d,s)}^0$ . Elisabetta Spadaro Norella, di cui sono relatore della tesi di laurea magistrale e di dottorato, ha presentato i risultati di questa analisi alla conferenza nazionale SIF 2018 risultando vincitrice del premio per la migliore presentazione nella sezione di fisica nucleare e subnucleare.

## 5. Ricerca e sviluppo di nuovi sistemi hardware di tracciatura veloce

L'esperimento Retina della CSN5 dell'INFN è nato nel 2015 con lo scopo di sviluppare un sistema di tracciatura veloce per la ricostruzione di traiettorie di particelle cariche in tempo reale per la fase ad alta luminosità di LHC. Tale sistema consentirebbe di inserire i rivelatori di tracciatura nel primo livello di trigger degli esperimenti di LHC per ridurre il rate di eventi da processare a livelli sostenibili, mantenendo alta efficienza per il segnale con ottima reiezione del fondo. L'algoritmo di ricostruzione delle tracce, detto retina artificiale, è stato proposto da Luciano Ristori nel 2000 ispirato dalla neurobiologia e consente di identificare le tracce e determinarne i parametri con un numero limitato di operazioni effettuate in parallelo. L'implementazione dell'algoritmo in hardware, la verifica del suo funzionamento e il progetto di un sistema capace di poter funzionare ad alti rate è lo scopo di questo progetto. Da studi effettuati per l'upgrade di LHCb risulta possibile implementare tale algoritmo in logiche programmabili (FPGA) di tipo commerciale di ultima generazione [57, 58]. Ho progettato e costruito un dimostratore pratico di un tracciatore a silicio capace di ricostruire tracce in

tempo reale che ho testato con successo su fascio di particelle al CERN fino ad un rate di tracce di 300 kHz. Ho presentato i risultati ottenuti alla conferenza IEEE NSS&MIC 2015 a San Diego e alla conferenza VCI 2016 a Vienna [59]. L'obiettivo finale dello studio era quello di simulare un settore di un rivelatore di un possibile rivelatore di LHC e dimostrare che è possibile ricostruire gli eventi in tempo reale in presenza di alto rate (e.g. 10-40 MHz) e alto numero di tracce per evento (e.g. 300-1000). Tale risultato è stato finalmente raggiunto in laboratorio utilizzando dati simulati.

Spinto dall'intenso R&D in corso per rivelatori al silicio ultra veloci con risoluzioni di 10-100 ps, ho proposto un algoritmo capace di ricostruire tracce in tempo reale utilizzando anche la coordinata temporale dell'hit per una tracciatura in 4 dimensioni [14]. Ho presentato un aggiornamento degli studi per la tracciatura in 4D al workshop internazionale PIXEL 2016 [60]. Questo studio ha ispirato il progetto CALL Timespot della CSN5 per lo sviluppo di un rivelatore a pixel con eccellente risoluzione spazio-temporale (10  $\mu$ m-30 ps) capace di ricostruire le tracce in tempo reale. All'interno del progetto Timespot coordino le attività del workpackage dedicato allo sviluppo di algoritmi e dispositivi altamente parallelizzati per la ricostruzione di tracce in 4D su FPGA in tempo reale. Ho quindi proposto la tracciatura 4D per il futuro Upgrade II di LHCb [61] per la fase ad alta luminosità, prevista per il 2030, che ho presentato alla conferenza Beauty 2018 [62]. La tracciatura 4D di particelle cariche è stata recentemente considerata dalla collaborazione LHCb come la soluzione nominale per l'upgrade II di LHCb.

## 6. Misure di dipoli elettromagnetici di barioni pesanti e del leptone $\tau$

La ricerca di momenti di dipolo elettrici (EDM) di neutroni, elettroni e protoni consente di porre limiti molto stringenti su possibili estensioni del Modello Standard. La ricerca diretta di EDM di particelle a vita media corta è complicata dal fatto che le particelle devono precedere prima di decadere. Ho proposto un nuovo metodo sperimentale per studiare EDM di barioni con quark strange e charm a LHCb [15]. In particolare per i barioni  $\Lambda^0$  si utilizza la precessione nel campo magnetico del sistema di tracciatura dell'esperimento LHCb, mentre per i barioni con charm, a vita media più corta, si utilizza la precessione nel campo elettromagnetico di un cristallo curvo. Questo ultimo metodo si basa sull'effetto di channeling che sia ha quando sotto opportune condizioni un fascio di particelle cariche rimane incanalato tra i piani atomici di un cristallo. Particelle ultrarelativistiche di circa 1 TeV possono essere deflesse in cristalli curvi in modo equivalente a un campo magnetico dipolare di diverse centinaia di Tesla. Ho successivamente approfondito ed esteso lo studio per la misura di momenti di dipolo elettromagnetici di barioni carichi con cristalli curvi [16]. Questa proposta è stata finanziata successivamente dalla comunità europea con un ERC Consolidator Grant di cui sono attualmente responsabile. Più recentemente ho proposto un nuovo metodo per la misura diretta dei momenti di dipolo del leptone  $\tau$  con cristalli curvi [17]. Nel ottobre 2018 ho effettuato un test su fascio al CERN SPS per la misura di efficienza di channeling dei primi prototipi di cristalli curvi per misure di precessione di spin di barioni con charm. L'efficienza misurata è superiore al 10% e consente di effettuare la misura di momenti di dipolo [63]. Ho presentato le proposte di misure di momenti di dipolo in numerosi

workshop e conferenze internazionali. In particolare queste proposte sono state presentate al CERN nel contesto del gruppo di lavoro Physics Beyond Colliders [64–66]. L’esperimento LHCb al CERN sta attualmente valutando la proposta per una possibile realizzazione delle misure durante il prossimo periodo di presa dati.

### **Presentazioni a conferenze internazionali e nazionali, workshop e seminari**

1. Aprile 2021: Paul Scherrer Institute Colloquium, “Prospects for direct Measurements of short-lived Particle Dipole Moments at the LHC”, online, PSI, Villigen, Switzerland.
2. Febbraio 2021: Excellent Cluster Prisma+ Physics Colloquium, “Direct measurements of short-lived particle dipole moments at the LHC”, online, Johannes Gutenberg University Mainz, Germany.
3. Febbraio 2020: Kick-off workshop for the search of a muon EDM using the frozen spin technique at PSI. Talk su invito “Dipole-b: dipole moments of unstable particles at LHCb”, Paul Scherrer Institut, Zurich.
4. Settembre 2019: conferenza XXXVII International Symposium on Dynamical Properties of Solids (DyProSo2019). Talk alla sessione plenaria “Progress towards an experiment for electromagnetic dipole moment of unstable particles at LHC”, Ferrara.
5. Agosto 2019: workshop Flavour changing and conserving processes 2019 (FCCP2019). Talk: “Perspectives for Electromagnetic Dipole Moment of unstable particles at LHC”, Anacapri.
6. Agosto 2019: conferenza Lepton Photon 2019. Talk alla sessione parallela: “Prospects for electromagnetic dipole moments of unstable particles at the LHC”, Toronto, Canada.
7. Gennaio 2019: workshop annuale Physics Beyond Colliders. Talk alla sessione plenaria: “LHC-FT Crystals”, CERN.
8. Dicembre 2018: workshop Discovery Physics at the LHC. Talk alla sessione parallela: “Heavy flavour spectroscopy at LHCb (including exotic states)”, Kruger Park, Sud Africa.
9. Settembre 2018: conferenza Channeling 2018. Talk su invito: “SELDOM: search for electric dipole moments at LHC”, Ischia.
10. Maggio 2018: conferenza Beauty 2018. Talk alla sessione plenaria: “The LHCb Phase-II Upgrade”, La Biodola, Isola d’Elba.
11. Giugno 2017: workshop Physics Beyond Colliders Fixed-Target WG. Talk “Update on LHCb simulations for crystal experiment”, CERN.

12. Dicembre 2016: Conferenza 12th Vienna Central European Seminar on particle physics and quantum field theory (VCES 2016). Talk su invito: “Flavour Experimental Overview”, Vienna, Austria.
13. Ottobre 2016: Workshop Implications of LHCb measurements and future prospects. Talk su invito: “CP violation in baryons: experimental results and prospects”, CERN.
14. Novembre 2015: conferenza “IEEE - NSS&MIC 2015”, San Diego, USA. Talk a sessione parallela: “First results of a detector embedded realtime tracking system with artificial retina”.
15. Maggio 2015: conferenza “FPCP 2015”, Nagoya, Giappone. Talk sessione plenaria “Production and decay of heavy flavour baryons”.
16. Aprile 2015: conferenza “ANIMMA 2015”, Lisbona, Portogallo. Presentazione orale e poster “First results of the silicon telescope using an artificial retina for fast track finding”.
17. Marzo 2015: conferenza “Trento Workshop on Advanced Silicon Detectors”, Trento, Italia. Talk su invito: “First prototype of a silicon tracker with artificial retina”.
18. Novembre 2014: conference “IEEE - NSS& MIC 2014”, Seattle, USA. Talk sessione parallela: “First prototype of a tracking system with artificial retina”.
19. Agosto 2014: conferenza “Xth Rencontres du Vietnam - Flavour Physics”, Quy Nhon, Vietnam. Talk alla sessione plenaria: “Recent results on conventional and exotic quarkonia”.
20. June 2014: conferenza “TIPP 2014”, Amsterdam, Paesi Bassi. Talk sessione parallela: “First prototype of a silicon tracker using an artificial retina for fast track finding”.
21. Settembre 2013: conferenza “Vertex 2013”, Berg, Germania. Talk su invito: “The Silicon Upstream Tracker for the LHCb Upgrade”.
22. Settembre 2013: conferenza “Charm 2013”, Manchester, Inghilterra. Talk sessione parallela: “Searches for CP violation in charm decays at BABAR”.
23. Dicembre 2012: conferenza “Discrete 2012”, Lisbona, Portogallo. Talk sessione parallela: “CP violation in Charm and  $\tau$  decays”.
24. Giugno 2012: conferenza “Capri 2012”, Capri, Italia. Talk su invito: “Recent Charm Results from BABAR”.
25. Maggio 2012: conferenza “Charm 2012”, Honolulu, Hawaii, USA. Talk sessione plenaria: “ $D^0 - \bar{D}^0$  mixing,  $CP$  violation results and HFAG averages”.
26. Aprile 2012: conferenza IFAG 2012, Ferrara, Italia. Talk sessione plenaria: “Recent Charm Results from the B factories”.

27. Ottobre 2011: workshop “Charm Physics at threshold”, Pechino, Cina. Talk su invito: “Relevance of  $D - \bar{D}$  threshold data for mixing and CP violation”.
28. Giugno 2011: conferenza “2nd International Conference on Particle Physics”, Istanbul, Turchia. Talk sessione plenaria: “The SuperB project: Status and the Physics reach”.
29. Giugno 2011: conferenza “2nd International Conference on Particle Physics”, Istanbul, Turchia. Talk sessione plenaria: “Recent results from BaBar”.
30. Maggio 2011: conferenza “8th International Meeting on Front-End Electronics”, Bergamo, Italia. Talk su invito: “SuperB: physics, accelerator and detectors”.
31. Aprile 2011: workshop “Physics at LHCb”, Bad Honnef, Germania. Talk su invito: “Experimental overview on Charm Mixing and CP violation from B factories”.
32. Gennaio 2011: workshop “SuperB Flavor Physics”, Benasque, Spagna. Talk su invito. Presentazione dal titolo “Charm Physics” sulle prospettive e potenzialità di scoperta di nuova fisica attraverso lo studio di decadimenti di mesoni e barioni charmati a SuperB.
33. Settembre 2010: Riunione Commissione Scientifica Nazionale 1 dell’INFN, Parma, Italia. Presentazione dello stato e dei risultati di fisica dell’esperimento BaBar.
34. Maggio 2010: conferenza “FPCP 2010 - Flavor Physics and CP Violation”, Torino, Italia.
35. Aprile 2010: conferenza “IFAE 2010”, Roma, Italia. Talk su invito.
36. Novembre 2009: Workshop “Workshop On Future Opportunities For Open Charm Physics At PANDA”, Mainz, Germania. Talk su invito: “Review of Open Charm Physics at the  $B$  factories”.
37. Settembre 2009: conferenza “Beauty09 - 12th International Conference on B-Physics at Hadron Machines”, Heidelberg, Germania. Presentazione alla sessione plenaria dal titolo: “Charm Mixing and CP violation from the  $B$  factories”.
38. Marzo 2009: conferenza “TIPP09 - Technology and Instrumentation in Particle Physics”, Tsukuba, Giappone. Presentazione alla sessione parallela “Semiconductor Detectors” dal titolo: “Beam test results on the characterization of deep nwell MAPS in 130 nm CMOS technology with digital sparsified readout”.
39. Febbraio 2008: conferenza “22nd Rencontres De Physique De La Vallée D’Aoste”, La Thuile, Valle d’Aosta, Italia. Presentazione plenaria: “Charm Decays, mixing and CP Violation at the B factories”.
40. Novembre 2007: workshop “Joint BES, BaBar, Belle, CLEO-c Workshop on Charm Physics”, Pechino, Cina. Talk su invito “Charm mixing from Babar”.
41. Settembre 2006: conferenza “IPRD06, Siena”, Siena, Italia. Presentazione plenaria “Recent developments in 130 nm CMOS monolithic active pixel detectors”.



42. Settembre 2006: conferenza “Vertex 2006”, Perugia, Italia. Talk su invito “Vertex detector concept for a SuperB factory”.
43. Settembre 2006: scuola di Fisica “Internation School of Subnuclear Physics”, Erice, Italia. Presentazione sezione giovani: “Misura dell’angolo  $\gamma$  nel decadimento  $B^\pm \rightarrow D^{(*)}K^\pm$  con analisi di Dalitz del  $D^0 \rightarrow K_S\pi^-\pi^+$ ”.
44. Aprile 2006: conferenza “IFAE 2006”, Pavia, Italia. Talk sessione parallela “CP violation and CKM parameters determination in BaBar”.
45. Febbraio 2006: conferenza “Lake Louise Winter Institute”, Alberta, Canada. Talk sessione plenaria “Measurement of the CKM angle  $\gamma$  at BaBar: status and prospects”.
46. Marzo 2005: workshop “CKM 2005 Workshop”, San Diego, USA. Talk sessione parallela “ $\gamma$  extraction in  $B^\pm \rightarrow D^{(*)}K^\pm$  Dalitz: a frequentist statistical treatment”.
47. Ottobre 2003: workshop “CKM Angles Physics and BaBar Planning Workshop”, SLAC, USA. Talk su invito.

## Riferimenti bibliografici

- [1] A. Andreazza *et al.*, “What Next: White Paper of the INFN-CSN1,” *Frascati Phys. Ser.*, vol. 60, pp. 1–302, 2015.
- [2] N. Neri, “Measurement of the CKM angle  $\gamma$  in  $B^\pm \rightarrow DK^\pm$  decays with the BABAR detector: Status and prospects,” *Eur. Phys. J.*, vol. C52, pp. 487–494, 2007.
- [3] N. Neri *et al.*, “Recent developments in 130-nm CMOS monolithic active pixel detectors,” *Nucl. Phys. Proc. Suppl.*, vol. 172, pp. 20–24, 2007.
- [4] M. A. Giorgi, N. Neri, and M. Rama, “ $B$  physics at  $e^+e^-$  flavor factories,” *Riv. Nuovo Cim.*, vol. 36, pp. 273–334, 2013.  
Articolo di review sulla fisica delle  $B$  factories.
- [5] B. Aubert *et al.*, “Measurement of  $\gamma$  in  $B^\mp \rightarrow D^{(*)}K^\mp$  decays with a Dalitz analysis of  $D \rightarrow K_S^0\pi^-\pi^+$ ,” *Phys. Rev. Lett.*, vol. 95, p. 121802, 2005, hep-ex/0504039.  
Questa analisi costituisce la prima misura, con i dati di BaBar, dell’angolo  $\gamma$  del triangolo di unitarietà attraverso lo studio della distribuzioni degli eventi nel Dalitz plot del  $D^0$ . In questo articolo vengono pubblicati i risultati dell’analisi, argomento della mia tesi di dottorato.
- [6] B. Aubert *et al.*, “Improved measurement of the CKM angle  $\gamma$  in  $B^\mp \rightarrow D^{(*)}K^{(*)\mp}$  decays with a Dalitz plot analysis of  $D$  decays to  $K_S^0\pi^+\pi^-$  and  $K_S^0K^+K^-$ ,” *Phys. Rev.*, vol. D78, p. 034023, 2008, arXiv:0804.2089[hep-ex].

In questo articolo vengono pubblicati i risultati di una successiva analisi dei dati di BaBar per la misura dell'angolo  $\gamma$  del triangolo di unitarietà. Ho contribuito a definire la strategia dell'analisi e all'interpretazione dei risultati nella mia tesi di dottorato. Ho contribuito a questa analisi come autore principale.

- [7] P. del Amo Sanchez *et al.*, “Measurement of  $D^0 - \bar{D}^0$  mixing parameters using  $D^0 \rightarrow K_S^0 \pi^+ \pi^-$  and  $D^0 \rightarrow K_S^0 K^+ K^-$  decays,” *Phys. Rev. Lett.*, vol. 105, p. 081803, 2010, 1004.5053.

Questo articolo riporta la misura singola più precisa dei parametri di mixing  $x$  e  $y$  nel sistema dei mesoni  $D$  neutri. Sono autore principale di questa misura.

- [8] R. Aaij *et al.*, “Search for  $CP$  violation using  $T$ -odd correlations in  $D^0 \rightarrow K^+ K^- \pi^+ \pi^-$  decays,” *JHEP*, vol. 10, p. 005, 2014, 1408.1299.

Proponente di questa analisi e contact author. Prima misura delle asimmetrie  $T$ -dispari in regioni dello spazio delle fasi e in funzione del tempo di decadimento del  $D^0$ .

- [9] R. Aaij *et al.*, “Measurement of matter-antimatter differences in beauty baryon decays,” *Nature Phys.*, vol. 13, pp. 391–396, 2017, 1609.05216.

Proponente di questa analisi e contact author. Misura più sensibile alla violazione di  $CP$  nei decadimenti di barioni con beauty.

- [10] R. Aaij *et al.*, “Observation of the decay  $\Lambda_b^0 \rightarrow p K^- \mu^+ \mu^-$  and a search for  $CP$  violation,” *JHEP*, vol. 06, p. 108, 2017, 1703.00256.

- [11] R. Aaij *et al.*, “Observation of  $B_{(s)}^0 \rightarrow J/\psi p \bar{p}$  decays and precision measurements of the  $B_{(s)}^0$  masses,” *Phys. Rev. Lett.*, vol. 122, no. 19, p. 191804, 2019, 1902.05588.

Proponente e contact author di questa analisi. Prima osservazione di tali decadimenti e migliore misura delle masse dei mesoni  $B_{(s)}$ .

- [12] N. Neri *et al.*, “Vertex detector concept for a SuperB factory,” *Nucl. Instrum. Meth.*, vol. A582, pp. 811–813, 2007.

Sono l'autore principale di questo articolo. Ho realizzato lo studio per stabilire la fattibilità di misure dipendenti dal tempo con boost del sistema di riferimento del centro di massa ridotto rispetto a PEP-II. Il boost ridotto del sistema  $e^+e^-$  dei fasci incidenti è necessario per il progetto di un acceleratore di altissima luminosità,  $\mathcal{O}(10^{36})\text{cm}^{-2}\text{s}^{-1}$ . In questo studio si dimostra che il rivelatore di vertice di SuperB, con un layer interno aggiuntivo posto a distanza ravvicinata rispetto al punto di interazione dei fasci, consente di effettuare misure dipendenti dal tempo con migliore o simile precisione rispetto a quella ottenuta con l'esperimento BaBar, a parità di luminosità integrata.

- [13] N. Neri *et al.*, “Deep n-well MAPS in 130 nm CMOS technology: Beam test results,” *Nucl. Instrum. Meth.*, vol. A623, pp. 195–197, 2010.

- [14] N. Neri *et al.*, “First prototype of a silicon tracker using an 'artificial retina' for fast track finding,” *PoS*, vol. TIPP2014, p. 199, 2014, 1409.3466.

- [15] F. J. Botella, L. M. Garcia Martin, D. Marangotto, F. M. Vidal, A. Merli, N. Neri, A. Oyanguren, and J. R. Vidal, “On the search for the electric dipole moment of strange and charm baryons at LHC,” *Eur. Phys. J.*, vol. C77, no. 3, p. 181, 2017, 1612.06769.  
Proponente di questo metodo e contact author. Nuovo metodo per la ricerca di momenti di dipolo elettrici di barioni con strange e charm a LHC.
- [16] E. Bagli *et al.*, “Electromagnetic dipole moments of charged baryons with bent crystals at the LHC,” *Eur. Phys. J.*, vol. C77, no. 12, p. 828, 2017, 1708.08483.  
Proponente di questo articolo e contact author. Studio approfondito per la misura di momenti di dipolo elettromagnetici di barioni carichi con cristalli curvi a LHC.
- [17] J. Fu, M. A. Giorgi, L. Henry, D. Marangotto, F. M. Vidal, A. Merli, N. Neri, and J. Ruiz Vidal, “Novel Method for the Direct Measurement of the  $\tau$  Lepton Dipole Moments,” *Phys. Rev. Lett.*, vol. 123, no. 1, p. 011801, 2019, 1901.04003.  
Proponente di questo articolo e contact author. Nuovo metodo per la misura dei momenti di dipolo del leptone  $\tau$ .
- [18] B. Aubert *et al.*, “Observation of CP violation in the  $B^0$  meson system,” *Phys. Rev. Lett.*, vol. 87, p. 091801, 2001, hep-ex/0107013.
- [19] B. Aubert *et al.*, “Measurement of the CP-violating asymmetry amplitude  $\sin 2\beta$ ,” *Phys. Rev. Lett.*, vol. 89, p. 201802, 2002, hep-ex/0207042.  
Prima misura di  $\sin 2\beta$  del triangolo di unitarietà. Il rivelatore di vertice SVT, di cui sono stato responsabile delle operazioni durante la fase di presa dati, ricopre un ruolo fondamentale per questa misura. Nella mia tesi di laurea ho valutato le risoluzioni sui vertici di decadimento del mesone  $D^+$  sui primi dati dell’esperimento BaBar, mettendo in evidenza i possibili effetti sistematici dovuti al disallineamento del rivelatore.
- [20] B. Aubert *et al.*, “Observation of direct CP violation in  $B^0 \rightarrow K^+\pi^-$  decays,” *Phys. Rev. Lett.*, vol. 93, p. 131801, 2004, hep-ex/0407057.
- [21] F. Anulli *et al.*, “Mechanisms affecting performance of the BaBar resistive plate chambers and searches for remediation,” *Nucl. Instrum. Meth.*, vol. A508, pp. 128–132, 2003.
- [22] F. Anulli *et al.*, “The BaBar instrumented flux return performance: Lessons learned,” *Nucl. Instrum. Meth.*, vol. A494, pp. 455–463, 2002.
- [23] F. Anulli *et al.*, “BaBar forward endcap upgrade,” *Nucl. Instrum. Meth.*, vol. A539, pp. 155–171, 2005.
- [24] V. Re *et al.*, “Radiation hardness and monitoring of the BABAR vertex tracker,” *Nucl. Instrum. Meth.*, vol. A518, pp. 290–294, 2004.
- [25] V. Re *et al.*, “Sensor performance of the BABAR Silicon Vertex Tracker after 4 years of data taking,” *Nucl. Instrum. Meth.*, vol. A518, pp. 286–289, 2004.

- [26] V. Re *et al.*, “Status and future plans of the BABAR silicon vertex tracker,” *Nucl. Instrum. Meth.*, vol. A511, pp. 1–5, 2003.
- [27] N. Neri, *Measurement of the CKM angle  $\gamma$  with a  $D^0$  Dalitz analysis of the  $B^\pm \rightarrow D^{(*)}K^\pm$  decays in BaBar*. PhD thesis, Università di Pisa, 2005.
- [28] B. Aubert *et al.*, “Measurement of  $\gamma$  in  $B^\mp \rightarrow D^{(*)}K^\mp$  and  $B^\mp \rightarrow DK^{*\mp}$  decays with a Dalitz analysis of  $D \rightarrow K_S^0\pi^-\pi^+$ ,” 2005, hep-ex/0507101.
- [29] B. Aubert *et al.*, “Measurement of the CKM angle  $\gamma$  in  $B^\mp \rightarrow D^{(*)}K^\mp$  decays with a Dalitz analysis of  $D^0 \rightarrow K_S^0\pi^-\pi^+$ ,” 2006, hep-ex/0607104.
- [30] B. Aubert *et al.*, “Measurement of CP asymmetries for the decays  $B^\pm \rightarrow D_{CP}^0K^{*\pm}$ ,” *Phys. Rev.*, vol. D72, p. 071103, 2005, hep-ex/0507002.
- [31] B. Aubert *et al.*, “A study of  $b \rightarrow c$  and  $b \rightarrow u$  interference in the decay  $B^- \rightarrow D(K^+\pi^-)K^{*-}$ ,” *Phys. Rev.*, vol. D72, p. 071104, 2005, hep-ex/0508001.
- [32] B. Aubert *et al.*, “Measurement of the  $B^- \rightarrow D^0K^{*-}$  branching fraction,” *Phys. Rev.*, vol. D73, p. 111104, 2006, hep-ex/0604017.
- [33] B. Aubert *et al.*, “Measurement of the branching fraction and decay rate asymmetry of  $B^- \rightarrow D(\pi^+\pi^-\pi^0)K^-$ ,” *Phys. Rev.*, vol. D72, p. 071102, 2005, hep-ex/0505084.
- [34] B. Aubert *et al.*, “Measurement of CP Violation Parameters with a Dalitz Plot Analysis of  $B^\pm \rightarrow D(\pi^+\pi^-\pi^0)K^\pm$ ,” *Phys. Rev. Lett.*, vol. 99, p. 251801, 2007, hep-ex/0703037.
- [35] B. Aubert *et al.*, “Observation of a narrow meson decaying to  $D_s^+\pi^0$  at a mass of 2.32-GeV/c<sup>2</sup>,” *Phys. Rev. Lett.*, vol. 90, p. 242001, 2003, hep-ex/0304021.
- [36] B. Aubert *et al.*, “Evidence for  $D^0 - \bar{D}^0$  Mixing,” *Phys. Rev. Lett.*, vol. 98, p. 211802, 2007, hep-ex/0703020.
- [37] B. Aubert *et al.*, “Measurement of  $D^0 - \bar{D}^0$  mixing using the ratio of lifetimes for the decays  $D^0 \rightarrow K^-\pi^+$ ,  $K^-K^+$ , and  $\pi^-\pi^+$ ,” *Phys. Rev.*, vol. D78, p. 011105, 2008, arXiv:0712.2249[hep-ex].
- [38] B. Aubert *et al.*, “Measurement of  $D^0 - \bar{D}^0$  Mixing using the Ratio of Lifetimes for the Decays  $D^0 \rightarrow K^-\pi^+$  and  $D^0 \rightarrow K^-K^+$ ,” *Phys. Rev.*, vol. D80, p. 071103, 2009, arXiv:0908.0761[hep-ex].
- [39] B. Aubert *et al.*, “Search for CP violation in the decays  $D^0 \rightarrow K^-K^+$  and  $D^0 \rightarrow \pi^-\pi^+$ ,” *Phys. Rev. Lett.*, vol. 100, p. 061803, 2008, arXiv:0709.2715[hep-ex].
- [40] B. Aubert *et al.*, “Measurement of  $D^0 - \bar{D}^0$  mixing from a time- dependent amplitude analysis of  $D^0 \rightarrow K^+\pi^-\pi^0$  decays,” *Phys. Rev. Lett.*, vol. 103, p. 211801, 2009, arXiv:0807.4544[Hep-ex].

- [41] P. del Amo Sanchez *et al.*, “Measurement of the Absolute Branching Fractions for  $D_s^- \rightarrow \ell^- \bar{\nu}_\ell$  and Extraction of the Decay Constant  $f_{D_s}$ ,” *Phys. Rev.*, vol. D82, p. 091103, 2010, 1008.4080. [Erratum: *Phys. Rev.*D91,no.1,019901(2015)].
- [42] B. Aubert *et al.*, “Observation of the  $\chi_{c2}(2p)$  Meson in the Reaction  $\gamma\gamma \rightarrow D\bar{D}$  at BaBar,” *Phys. Rev.*, vol. D81, p. 092003, 2010, 1002.0281.
- [43] P. del Amo Sanchez *et al.*, “Search for CP violation using  $T$ -odd correlations in  $D^0 \rightarrow K^+ K^- \pi^+ \pi^-$  decays,” *Phys. Rev.*, vol. D81, p. 111103, 2010, 1003.3397.
- [44] J. P. Lees *et al.*, “Search for the decay modes  $D^0 \rightarrow e^+ e^-$ ,  $D^0 \rightarrow \mu^+ \mu^-$ , and  $D^0 \rightarrow e\mu$ ,” *Phys. Rev.*, vol. D86, p. 032001, 2012, 1206.5419.
- [45] J. Albert *et al.*, “SuperB: A linear high-luminosity B factory,” 2005, physics/0512235.
- [46] M. Bona *et al.*, “SuperB: A High-Luminosity Asymmetric  $e^+e^-$  Super Flavor Factory. Conceptual Design Report,” 2007, arXiv:0709.0451[hep-ex].
- [47] D. G. Hitlin *et al.*, “Proceedings of SuperB Workshop 6: New Physics at the Super Flavor Factory,” 2008, arXiv:0810.1312[hep-ex].
- [48] L. Ratti *et al.*, “CMOS MAPS with Fully Integrated, Hybrid-pixel-like Analog Front-end Electronics,” In the Proceedings of International Symposium on Detector Development for Particle, Astroparticle and Synchrotron Radiation Experiments (SNIC 2006), Menlo Park, California, 3-6 Apr 2006.
- [49] S. Bettarini *et al.*, “Development of deep N-well monolithic active pixel sensors in a 0.13- $\mu$ m CMOS technology,” *Nucl. Instrum. Meth.*, vol. A572, pp. 277–280, 2007.
- [50] S. Bettarini *et al.*, “The SLIM5 low mass silicon tracker demonstrator,” *Nucl. Instrum. Meth.*, vol. A623, pp. 942–953, 2010.
- [51] A. Abba *et al.*, “Testbeam studies of pre-prototype silicon strip sensors for the LHCb UT upgrade project,” *Nucl. Instrum. Meth.*, vol. A806, pp. 244–257, 2016, 1506.00229.
- [52] R. Aaij *et al.*, “Dalitz plot analysis of  $B^0 \rightarrow \bar{D}^0 \pi^+ \pi^-$  decays,” *Phys. Rev.*, vol. D92, no. 3, p. 032002, 2015, 1505.01710.
- [53] R. Aaij *et al.*, “Measurement of the properties of the  $\Xi_b^{*0}$  baryon,” *JHEP*, vol. 05, p. 161, 2016, 1604.03896.
- [54] R. Aaij *et al.*, “First Measurement of Charm Production in its Fixed-Target Configuration at the LHC,” *Phys. Rev. Lett.*, vol. 122, no. 13, p. 132002, 2019, 1810.07907.
- [55] R. Aaij *et al.*, “Search for  $CP$  violation and observation of  $P$  violation in  $\Lambda_b^0 \rightarrow p\pi^-\pi^+\pi^-$  decays,” *Phys. Rev. D*, vol. 102, no. 5, p. 051101, 2020, 1912.10741.
- [56] R. Aaij *et al.*, “Observation of  $J/\psi p$  Resonances Consistent with Pentaquark States in  $\Lambda_b^0 \rightarrow J/\psi K^- p$  Decays,” *Phys. Rev. Lett.*, vol. 115, p. 072001, 2015, 1507.03414.

- [57] A. Abba, F. Bedeschi, M. Citterio, F. Caponio, A. Cusimano, A. Geraci, F. Lionetto, P. Marino, M. J. Morello, N. Neri, D. Ninci, A. Piucci, M. Petruzzo, G. Punzi, F. Spinella, S. Stracka, D. Tonelli, and J. Walsh, “A specialized track processor for the LHCb upgrade,” Tech. Rep. LHCb-PUB-2014-026. CERN-LHCb-PUB-2014-026, CERN, Geneva, Mar 2014.
- [58] A. Abba *et al.*, “A Specialized Processor for Track Reconstruction at the LHC Crossing Rate,” *JINST*, vol. 9, p. C09001, 2014, 1406.7220.
- [59] N. Neri, A. Abba, F. Caponio, M. Citterio, S. Coelli, J. Fu, A. Merli, M. Monti, and M. Petruzzo, “Testbeam results of the first real-time embedded tracking system with artificial retina,” *Nucl. Instrum. Meth.*, vol. A845, pp. 607–611, 2017.  
Autore principale di questo lavoro relativo al test su fascio di un dimostratore per un sistema di tracciamento in tempo reale sull’algoritmo di retina artificiale implementato su FPGA.
- [60] N. Neri, A. Cardini, R. Calabrese, M. Fiorini, E. Luppi, U. Marconi, and M. Petruzzo, “4D fast tracking for experiments at high luminosity LHC,” *JINST*, vol. 11, no. 11, p. C11040, 2016.
- [61] R. Aaij *et al.*, “Expression of Interest for a Phase-II LHCb Upgrade: Opportunities in flavour physics, and beyond, in the HL-LHC era,” Tech. Rep. CERN-LHCC-2017-003, CERN, Geneva, Feb 2017.
- [62] N. Neri, “The LHCb Upgrade II,” *PoS*, vol. BEAUTY2018, p. 057. 11 p, 2018.
- [63] S. Aiola *et al.*, “Progress towards the first measurement of charm baryon dipole moments,” *Phys. Rev. D*, vol. 103, no. 7, p. 072003, 2021, 2010.11902.  
Autore principale di questo articolo e contact author. Sviluppo delle tecniche sperimentali per la misura di momenti di dipolo elettromagnetici di barioni carichi e test su fascio di cristalli curvi.
- [64] J. Beacham *et al.*, “Physics Beyond Colliders at CERN: Beyond the Standard Model Working Group Report,” *J. Phys.*, vol. G47, no. 1, p. 010501, 2020, 1901.09966.
- [65] A. Dainese *et al.*, “Physics Beyond Colliders: QCD Working Group Report,” 2019, 1901.04482.
- [66] C. Barschel *et al.*, “Report from the LHC Fixed Target working group of the CERN Physics Beyond Colliders forum,” Tech. Rep. CERN-PBC-REPORT-2019-001, CERN, Geneva, Mar 2019.

Nicola Neri

Milano, 16 maggio 2021