**allegato n. 2 al bando n. 26076 del 7 novembre 2023**

# **Curriculum vitæ di Emanuele Di Marco**

a) Descrizione dell’attività scientifica svolta (le citazioni alle pubblicazioni su rivista si riferiscono all’elenco completo delle pubblicazioni. Le citazioni delle presentazioni a conferenza si riferisco all’elenco di 20 conferenze scelte).

**Ricerca scientifica nell’esperimento CMS**

Dal 2007 sono collaboratore dell’esperimento CMS presso l’LHC di Ginevra, e sono stato coinvolto in numerose attività sperimentali sul rivelatore e di analisi dei dati.

* ***Attività legate al rivelatore ECAL (2007 – Oggi).***

***Commissioning dell’HV***

Dal 2007 al 2010 ho partecipato al commissioning del sistema che fornisce l’alta tensione agli avalanche photodiodes (APD) del calorimetro elettromagnetico (ECAL) [904]. Il guadagno nominale di 50 si raggiunge con un voltaggio di circa 400 V, e il sistema, una volta calibrato, ha dimostrato una stabilità migliore dello 0.01% durante tutto il Run1 e Run2. Durante il commissioning ho scoperto l’origine di un rumore di pickup nella caverna sperimentale che avrebbe deteriorato la risoluzione energetica e implementato la soluzione hardware. Nello stesso periodo ho anche sviluppato il data quality monitoring (DQM) di ECAL, ancora oggi in uso [1105][conf16].

***Sistema Laser***

Dal 2011 al 2014 sono stato il responsabile del sistema hardware con il laser blu, usato per il monitoring continuo delle variazioni di trasparenza dei cristalli di , dovute all’irraggiamento durante i fill di LHC. Durante questo periodo il laser lamp-pumped è stato cambiato per evitare discontinuità nella risposta dei cristalli ad ogni intervento sulla lampada. Ho partecipato all’installazione e messa in opera del nuovo laser diode-pumped a stato solido. Il nuovo sistema è ancora in uso in Run3, ed ha dimostrato una stabilità di intensità meglio del 3%, e un jitter inferiore ai 3 ns, necessario per la sincronizzazione con LHC.

***Algoritmo multifit: ricostruzione dell’ampiezza a 25 ns e DPG***

Dal 2014 al 2017 sono stato il coordinatore del gruppo di performance (DPG) dell’ECAL, avendo la responsabilità per l’ottimizzazione delle condizioni di presa dati, per la ricostruzione e per la calibrazione dei depositi di energia nel calorimetro [703]. Durante questo periodo ho coperto la transizione dal Run1 al Run2, quando la spaziatura temporale tra i bunch di protoni LHC è diminuita da 50 a 25 ns. Nel 2014 ho personalmente sviluppato un algoritmo di ricostruzione dell’ampiezza del segnale digitizzato in ECAL innovativo, chiamato multifit, e basato sul fit simultaneo di segnali di bunch-crossing diversi che si sovrappongono nell’intervallo di tempo della digitizzazione. Questo ha permesso di azzerare il peggioramento di risoluzione energetica dovuto al pileup di eventi di bunch-crossing vicini a quello nominale. Questa tecnica, sviluppata durante lo shutdown tra Run1 e Run2, è stata applicata nella ricostruzione offline lungo tutto il corso di Run2, e, nel 2016, estesa anche al trigger di alto livello (HLT). Essa ha permesso di far rimanere inalterata la risoluzione energetica di ECAL rispetto agli effetti causati dal pileup, fino a 60 interazioni per incrocio dei fasci, valore massimo durante il Run2. Il funzionamento dell’algoritmo è stato dimostrato su simulazioni fino a una media di 200 interazioni per incrocio dei fasci, e si prevede di usarlo per la fase di alta luminosità di LHC (HL-LHC): in questo caso le prestazioni del multifit migliorano ancora, grazie alla maggiore frequenza di campionamento dell’impulso che sarà permessa dalla nuova elettronica del barrel. L’algoritmo e le sue performance ottenute sui dati di Run2 sono stati presentati da me a conferenza [conf7, conf9] e pubblicati sulla rivista *JINST* nel 2020 [149].

* ***Attività legate all’upgrade del rivelatore ECAL (2022 – Oggi).***

***Schede di HV e nuovi cavi***

Dal 2022 sono coinvolto nell’attività di upgrade relativa alla tensione di bias degli APD del barrel di ECAL, che richiede la progettazione e la caratterizzazione dei nuovi canali e schede di HV, nonché seguire la progettazione, fornitura e test elettrici e di resistenza alle radiazioni dei cavi che dovranno sostituire quelli attuali per la fase di HL-LHC.

* ***Ricostruzione e identificazione di elettroni e fotoni.***

Dal 2008 sono stato uno degli sviluppatori della ricostruzione di elettroni di CMS [704], che ha permesso tutte le misure sui bosoni elettrodeboli W e Z, e le primissime ricerche del bosone di Higgs nei canali di decadimento più puri, WW e ZZ negli stati finali completamente leptonici. Dal 2013 al 2014 sono stato co-responsabile del sottogruppo di *EGamma* per la ricostruzione e l’identificazione di elettroni e fotoni di CMS, permettendo l’integrazione nella ricostruzione globale dell’evento di tipo *Particle-flow*.

* ***Analisi dei dati.***

***W, Z inclusivi e W, Z + jets***

Con i primissimi dati forniti da LHC all’esperimento CMS ( a un’energia = 7 TeV) sono stato l’autore principale della prima misura di sezione d’urto di produzione di bosoni W e Z, inclusiva e differenziale nel numero di jet adronici associati [987,1010,1059,1106][conf13, conf14, conf15]. Con gli stessi dati è stato possibile effettuare la prima misura differenziale dell’asimmetria di carica del bosone W, utile per vincolare le PDF del protone nei range di momento esplorati da LHC [1057].

***Scoperta del bosone di Higgs***

Fin dall’inizio dell’attività in CMS sono stato coinvolto nella ricerca diretta del bosone di Higgs del Modello Standard [918,995,1047]. In questo contesto, dal 2011 al 2012 sono stato il coordinatore del gruppo di analisi per la ricerca del bosone di Higgs in coppie di bosoni W. Ho condotto personalmente l’analisi dello stato finale completamente leptonico, che già con i dati a = 7 TeV ha escluso ipotesi di massa superiori a 130 GeV, e dato la prima indicazione della particella di massa intorno a 125 GeV, e, con il dataset di Run1 ha contribuito, assieme agli altri canali principali, alla sua scoperta [865,965,965][conf11, conf12]. Ho presentato i risultati con i dati di Run1 di LHC alla conferenza *ICHEP 2012* a Melbourne dove è stata annunciata la scoperta nel 2012 [conf10].

Ho anche proposto e applicato un metodo di analisi che permette una stima della massa di una risonanza che decade in uno stato finale con due neutrini: nel caso di H→WW permette una risoluzione di massa del 3% [801], che non è competitivo con gli stati finali γγ e ZZ (4 leptoni carichi), ma è stato usato per ricerche di particelle supersimmetriche con catene di decadimento complesse [553]. Allo stesso tempo ho misurato la sezione d’urto di produzione inclusiva di coppie di bosoni W a = 7 e 8 TeV [873]. Sono uno degli autori del libro “Discovery of the Higgs Boson”, pubblicato da World Scientific nel 2017, rivolto a studenti laureati e ricercatori in fisica delle particelle, sulle misure che hanno portato alla scoperta del bosone di Higgs [1].

Sono stato autore principale ed editor dell’articolo legacy di Run1 per la ricerca del bosone di Higgs nel canale di decadimento H → ZZ → 4l, riguardante le prime misure di accoppiamento ai bosoni Z, della massa e delle proprietà di spin-CP del bosone scoperto [793]. Ho coordinato il gruppo di analisi di questo canale di decadimento con i dati di Run1 dal 2013 al 2014 [730]. Ho sviluppato la tecnica di analisi per effettuare l’unfolding dei parametri di accoppiamento effettivi del bosone di Higgs attraverso un fit simultaneo 8-dimensionale al set completo di variabili cinematiche del decadimento in 4 leptoni, collaborando con un gruppo di fisici teorici [735] e presentato i risultati alla conferenza *ICHEP 2014* [conf8].

***Materia oscura***

Nel periodo dal 2015 al 2017 ho partecipato alla ricerca di materia oscura con i dati dell’esperimento CMS in stati finali con energia trasversa mancante nell’evento e un singolo jet (monojet e decadimenti in stati finali invisibili del bosone di Higgs) [324,464] e presentato i risultati a conferenza [conf6].

***Massa del bosone W***

Dal 2017 al 2020 sono stato l’autore principale delle misure collegate alla determinazione della massa del bosone W con l’esperimento CMS. In particolare ho messo a punto la misura della sezione d’urto di produzione del bosone W, multi-differenziale nell’elicità, rapidità del W, e inoltre doppio-differenziale rispetto al momento trasverso e pseudo-rapidità del leptone di decadimento, combinando gli stati finali con elettrone e muone. La misura è di rilevanza nel programma di misura della massa del bosone W [conf5] che ha l’obiettivo di raggiungere una precisione , poiché permette di vincolare in-situ le PDF del protone nell’intervallo di momento rilevante. La tecnica di unfolding sperimentale è all’avanguardia, avendo sviluppato a tal scopo un algoritmo di minimizzazione della likelihood alternativo a *MINUIT*, basato su *TensorFlow*, che permette di trattare likelihood molto complesse, con cuspidi locali e un numero di parametri misurati simultaneamente superiore al migliaio. I risultati dell’analisi e la descrizione degli strumenti innovativi sono stati pubblicati sulla rivista *Phys.Rev.D* nel 2020 [156]. La stessa tecnica di misura e strumenti matematici si stanno usando per la prima misura della massa del W in CMS, basandosi solamente sulla cinematica del leptone, allo scopo di ridurre al minimo gli input teorici esterni, come le PDF e il modello dello spettro in del bosone W. Ciò permetterà di minimizzare le sistematiche dominanti di tale misura ad un collisore pp, quale LHC.

***Accoppiamenti del bosone di Higgs***

Dal 2021 sono tornato ad occuparmi della caratterizzazione del bosone di Higgs, attraverso le misure della sezione d’urto differenziale, o nel framework delle “Simplified Template Cross Sections” (STXS) per l’ottimizzazione dell’interpretazione teorica dei risultati, e, infine, attraverso la ricerca di possibili contributi oltre il Modello Standard agli accoppiamenti con i bosoni vettori, con i decadimenti in due fotoni e in quattro leptoni carichi. Attraverso l’uso del primo canale è stato possibile fare la prima misura differenziale della produzione associata ttH e tH, molto rara e sensibile a modifiche dell’accoppiamento di Yukawa ai quark di terza generazione, e le prime misure doppio- differenziali, utili per vincolare strettamente i meccanismi di produzione in fusione di gluoni e VBF, grazie alla rate di eventi e purezza sufficientemente alti. I risultati sono stati pubblicati su rivista *JHEP* nel 2021 [106]. Attraverso il decadimento molto più raro, H →ZZ→ 4l, invece, ho applicato la tecnica del Matrix Element alla cinematica completamente chiusa di questo stato finale ultra-puro e completamente ricostruito, utilizzando tutti i possibili meccanismi di produzione del bosone di Higgs, per ridurre possibili contributi non standard, come quelli che violano CP, a frazioni del permille. I risultati di questa analisi sono stati pubblicati su rivista *Phys.Rev.D* nel 2021 [127]. Nel 2022 parte di questi risultati sono entrati nella pubblicazione sulla rivista *Nature* dell’articolo sullo stato della caratterizzazione del bosone di Higgs a 10 anni dalla scoperta, di cui sono stato anche il *chair* della review finale [57]. Sono stato anche invitato alla conferenza internazionale Lepton Photon 2021 e alla conferenza italiana SIF del 2022 a presentare questi risultati in occasione dell’anniversario [conf3, conf1]. Sono stato invitato a presentare una visione storica della ricerca del bosone di Higgs nel canale WW al simposio per i 10 anni del bosone di Higgs a Birmingham nel 2022 [conf2]. Dal 2020 al 2023 sono stato il chair del Publication Committee del gruppo Higgs di CMS e da settembre del 2023 sono il coordinatore dell’intero gruppo di fisica dell’Higgs di CMS (*HIG PAG*).

* ***Centro di calcolo Tier-2 di Roma.***

Dal 2017 sono co-responsabile del centro di calcolo (Tier-2) per i dati di CMS di Roma, un sistema condiviso con l’esperimento ATLAS. Esso è costituito da dieci rack refrigerati ad acqua, che contengono qualche centinaio di server di elaborazione dati (per un totale di circa 2500 core) e archiviazione dei dati (per un totale di circa 2 PB). Il centro di calcolo permette l’eleborazione di circa il 20% dei dati raccolti dal LHC ogni anno, ed è connesso al sistema di grid mondiale. Sono stato anche il responsabile della pianificazione degli upgrade e degli acquisti per il Tier-2 di CMS, per un investimento medio di circa 100 k€ all’anno.

**Ricerca scientifica nell’esperimento CYGNO**

Dal 2016 partecipo allo sviluppo di CYGNO [292], un rivelatore per la ricerca diretta di materia oscura di tipo Weak Interacting Massive Particle (WIMP), che si manifesti nei rinculi delle ipotetiche particelle sui nuclei di atomi di gas, con energia cinetica di pochi keV.

* ***Ricostruzione e analisi dei dati.***

***Algoritmi di ricostruzione delle immagini 2D***

Dal 2016 a oggi, ho partecipato alla costruzione e caratterizzazione di diversi prototipi del rivelatore, costituiti da una TPC a gas, in cui rivelatori GEM sono posti nella posizione di anodo, e, oltre all’amplificazione di carica, producono una luce di scintillazione secondaria nel processo di valanga, che è letta otticamente da una telecamera con sensore CMOS sensibile al singolo fotone. In questo contesto ho sviluppato da zero la ricostruzione degli eventi, rappresentati dalle immagini registrate dal sensore con più di pixel. Essa è principalmente un algoritmo di clustering basato su tecniche avanzate di machine learning non supervisionato, in grado di ricostruire efficientemente sia i pattern semplici di depositi di energia di raggi X prodotti da sorgenti radioattive, quali il [293], ma anche tracce più lunghe e complesse, prodotte da raggi cosmici o dalla radioattività naturale. Insieme al clustering, ho pensato e implementato le variabili caratteristiche che permettono di identificare varie tipologie di interazioni di raggi X, radioattività naturale, e possibili rinculi nucleari (come quelli prodotti dai neutroni o dalle WIMP) nel gas, che sono poi utilizzate nella selezione offline degli eventi da tutte le analisi dell’esperimento.

***Tool di analisi e infrastruttura di calcolo dell’esperimento***

Ho definito il formato *RAW* degli eventi acquisiti, e sviluppato diverse versioni della ricostruzione, a seconda della quantità e del tipo di radioattività presente: raggi X delle sorgenti di calibrazione, rinculi nucleari da una sorgente di AmBe, e raggi cosmici. La presenza e l’occupancy media di questi ultimi, incluso il loro pile-up, dipende drasticamente dalla posizione del rivelatore (in superficie, es. ai Laboratori Nazionali di Frascati LNF, oppure sotto la montagna del Gran Sasso, a LNGS), e pertanto ho dovuto sviluppare e ottimizzare diverse versioni della ricostruzione e mantenerli simultaneamente. Il formato di uscita dei dati è quello dei *tree* di ROOT semplici, con tutte le informazioni utili per l’analisi offline, sia globali dell’evento, sia relative al singolo cluster ricostruito. Questi sono fruibili all’intera collaborazione dall’inizio dell’esperimento ad oggi, compresi i numerosi studenti di laurea e dottorato, in modo semplice ed immediato, avendo un contenuto di pochi kB/evento. Ho sviluppato due diversi formati di eventi (*tier*) a seconda della quantità di informazione necessaria agli analizzatori: il formato minimale è utilizzato da circa il 90% delle analisi, ed è comune a dati e simulazione.

Ho mantenuto la ricostruzione *prompt* (ritardo minore di 2 giorni) dell’esperimento dal primo prototipo fino a 2023, utilizzando le risorse di calcolo di LNGS.

***Analisi dei dati: prima discriminazione rinculi elettronici / nucleari***

Dal 2018 al 2020, con i dati raccolti da diversi prototipi assemblati a LNF, è stato possibile caratterizzare il rivelatore con un fascio di elettroni della Beam Test Facility (BTF), con le sorgenti radioattive e con i raggi cosmici [conf4]. Ho personalmente effettuato l’analisi dei dati con rinculi nucleari di energie cinetiche nell’intervallo di interesse per candidati WIMP, prodotti da una sorgente di contenuta in una capsula di berillio (AmBe). I risultati, per il prototipo LEMON con una lunghezza di deriva di 20 cm, sono stati pubblicati su rivista *Measur.Sci.Tech.* nel 2020 [132].

***Regressione multivariata per l’energia e fiducializzazione***

Il nuovo prototipo LIME, con una profondità di deriva di 50 cm, è stato installato in una postazione sperimentale sotterranea a LNGS nel 2020. Per questo ho riottimizzato la ricostruzione per i ridotti livelli di radioattività ambientale e caratterizzato il nuovo rivelatore analizzando i dati presi negli ultimi anni, e migliorando gli algoritmi di calibrazione della risposta in energia. Per questo ho sviluppato un algoritmo di regressione multivariata che sfrutta la dipendenza della diffusione dei depositi di energia del gas dalla distanza di deriva per stimare la posizione *z* del deposito con una precisione di qualche cm. Questo metodo può permettere la fiducializzazione del volume sensibile in 3 dimensioni semplicemente usando le informazioni della telecamera. Inoltre, permette una prima correzione dell’effetto della saturazione nel terzo layer delle GEM ad alto guadagno, per depositi di energia molto densi. Non corretta, essa introdurrebbe una forte non linearità nella risposta in energia in funzione della distanza *z* del deposito. Simultaneamente essa corregge per le disuniformità locali del campo elettrico di deriva, migliorando la risoluzione di energia ad un livello del 10%. I risultati su questo sono stati pubblicati sulla rivista *EPJC* nel 2023.

* ***Attività di servizio.***

Dal 2018 al 2023 sono stato il responsabile della ricostruzione e del gruppo di analisi dati dell’esperimento CYGNO, il progetto che è previsto avere un volume sensibile di gas di circa , fase successiva a LIME.

**Ricerca scientifica nell’esperimento BaBar**

* ***Analisi dati.***

***Violazione di CP nei decadimenti***

Dal 2002 al 2007 (tesi di laurea e di dottorato) la mia attività è stata concentrata sullo studio della violazione della simmetria CP nei decadimenti deboli del mesone B e sulla ricerca di segnali indiretti di fisica oltre il Modello Standard nel settore del sapore, attraverso i decadimenti charmless b → s. In particolare, sulla misura della violazione di CP dipendente dal tempo del mesone B in tre mesoni K, prima nell’approssimazione quasi due corpi [1136] e, infine, includendo gli effetti di interferenza attraverso l’analisi del Dalitz plot [1217,1232]. Attraverso questo studio è stata scoperta una nuova risonanza di spin zero, con una massa circa di , la X0 (1550), che decade in due kaoni carichi. Per questi studi ho dovuto sviluppare una tecnica di misura ad-hoc dei vertici di decadimento dei mesoni , usando il vincolo del punto di interazione dei fasci del collisore SLAC di Stanford (California, USA) [1365,1368]. Queste misure hanno vincolato in modo significativo la presenza di processi non previsti dal Modello Standard Flavor Changing Neutral Current. Ho effettuato queste misure utilizzando i dati dell’esperimento BaBar. Ho presentato i risultati a varie conferenze [conf17, conf18, conf19, conf20].

***Misure si servizio per l’intera collaborazione.***

Dal 2005 al 2006 sono stato responsabile delle misure di efficienza del B-flavour tagging e della risoluzione di vertice, usate dall’intera collaborazione BaBar per tutte le misure di violazione di CP dipendenti dal tempo. Nel 2005 ho effettuato misure relative al tracciamento di particelle cariche, all’interno della task force per il recupero della perdita di efficienza di ricostruzione dei . Questo ha permesso di recuperare l’intera efficienza durante lo shutdown temporaneo dell’acceleratore e prima del nuovo periodo di presa dati.

***Attività sul rivelatore di muoni.***

Dal 2005 al 2006 sono stato operations manager per gli studi di performance per il rivelatore Instrumented Flux Return (IFR) di BaBar basato sulla tecnologia RPC, necessario per la ricostruzione e identificazione dei muoni e degli adroni neutri. In questo contesto ho personalmente sviluppato algoritmi innovativi per la ricostruzione di , basati sull’applicazione di Boosted Decision Trees, una delle prime applicazioni di machine learning nella fisica delle alte energie, allo scopo di combinare in modo ottimale le informazioni del calorimetro elettromagnetico e dell’IFR. Durante questo periodo ho anche effettuato lo studio delle possibili cause di invecchiamento degli RPC a causa della produzione di acido fluoridrico nella miscela di gas, e le soluzioni per mitigarne l’effetto [1125]. Con la loro applicazione, il rivelatore ha mantenuto un’efficienza stabile attraverso il periodo rima- nente di presa dati, anche dopo il cambiamento di modalità di operazione da regime streamer a avalanche [1255,1370]. Ho partecipato all’upgrade del settore barrel dell’IFR da RPC a LST.

## b) Presentazioni a conferenza più significative di cui il candidato è stato relatore (massimo 20, in ordine cronologico inverso)

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | Titolo  presentazione | Nome conferenza | Luogo e data | Tipo (conferenza, workshop, …) | Nazionale/ Internazionale | Su invito | Orale o poster | Plenaria/ Parallela |
| 1 | 10 anni di Higgs a LHC | SIF | Milano (Italia)  Settembre 2022 | Conferenza | Nazionale | Si | Orale | Plenaria |
| 2 | Higgs to WW | Higgs10 | Birmingham (Regno Unito)  Settembre 2022 | Conferenza | Internazionale | Si | Orale | Plenaria |
| 3 | Higgs physics overview | Lepton Photon | Manchester (Regno Unito)  Gennaio 2022 | Conferenza | Internazionale | No | Orale | Plenaria |
| 4 | Energy resolution and detection efficiency of optically readout GEM | Micro Pattern Gaseous Detectors | La Rochelle (Francia)  Maggio 2019 | Conferenza | Internazionale | No | Poster | - |
| 5 | Inclusive and differential W/Z at CMS and ATLAS | Moriond QCD | La Thuile (Italia)  Marzo 2019 | Conferenza | Internazionale | No | Orale | Plenaria |
| 6 | Status of Dark Matter searches in final states with jets at ATLAS and CMS | Gemma | Lecce (Italia)  Giugno 2018 | Conferenza | Internazionale | Si | Orale | Plenaria |
| 7 | Role of the CMS electromagnetic calorimeter in the measurement of the Higgs boson properties | Higgs Couplings | SLAC - Stanford (Usa)  Novembre 2016 | Conferenza | Internazionale | No | Orale | Plenaria |
| 8 | Studies of the Higgs boson spin and parity using the , ZZ, and WW decay channels with the CMS detector | ICHEP | Valencia (Spagna)  Luglio 2014 | Conferenza | Internazionale | No | Orale | Parallela |
| 9 | CMS electromagnetic calorimeter calibration and timing performance during LHC Run I and future prospects | IEEE | Seattle (USA)  Novembre 2014 | Conferenza | Internazionale | No | Orale | Parallela |
| 10 | Search for Higgs in WW decays at CMS | ICHEP | Melbourne (Australia)  Luglio 2012 | Conferenza | Internazionale | No | Orale | Parallela |
| 11 | Ricerca di Higgs a CMS | IFAE | Ferrara (Italia)  Aprile 2012 | Conferenza | Nazionale | No | Orale | Plenaria |
| 12 | Higgs into WW and ZZ at CMS | Higgs Hunting | Parigi (Francia)  Luglio 2011 | Conferenza | Internazionale | No | Orale | Plenaria |
| 13 | V+jets and V+γ at the LHC | LISHEP | Rio De Janeiro (Brasile)  Luglio 2011 | Conferenza | Internazionale | No | Orale | Plenaria |
| 14 | Observation of W and Z production with CMS experiment | Physics at LHC | Amburgo (Germania)  Giugno 2010 | Conferenza | Internazionale | No | Orale | Parallela |
| 15 | Misura di W e Z con produzione associata di jet a CMS | IFAE | Bari (Italia)  Aprile 2009 | Conferenza | Nazionale | No | Orale | Plenaria |
| 16 | The CMS ECAL data quality monitoring and first results with cosmics data | IPRD | Siena (Italia)  Ottobre 2008 | Conferenza | Nazionale | No | Orale | Parallela |
| 17 | Direct CP Asymmetries in Charmless B Decays with the BaBar experiment | ICHEP | Mosca (Russia)  Luglio 2006 | Conferenza | Internazionale | No | Orale | Parallela |
| 18 | Measurement of CKM angle β with time dependent Dalitz plot analysis of decays | CKM workshop | Nagoya (Giappone)  Dicembre 2006 | Workshop | Internazionale | No | Orale | Plenaria |
| 19 | Measurement of sin2β at B-factories | Weak Interactions and Neutrinos | Delphi (Grecia)  Giugno 2005 | Conferenza | Internazionale | No | Orale | Plenaria |
| 20 | Measurement of CP asymmetries in decays at BaBar | American Physical Society | Tampa (Florida)  Aprile 2005 | Conferenza | Nazionale | No | Orale | Parallela |

## c) Contratti, incarichi, finanziamenti e premi

* Elenco dei contratti o incarichi di ricerca presso atenei e istituzioni di ricerca nazionali o internazionali. [*specificare le date di inizio e fine, la procedura di selezione, una breve sintesi dell’attività svolta*]

1. **2007–2009. Assegno di ricerca Sapienza Università di Roma e INFN, sezione di Roma** 
   1. *Selezione pubblica per titoli e colloquio.*
   2. Nel corso del suo svolgimento ho partecipato al commissioning del sottorivelatore ECAL di CMS, installando, calibrando e ottimizzando il setup del sistema di distribuzione dell’alta tensione agli APD del calorimetro elettromagnetico. Ho sviluppato il Data Quality Monitoring (DQM) di ECAL, e attraverso di esso ho effettuato l’analisi di basso livello dei dati del calorimetro con i primissimi dati di LHC. Ho messo a punto l’analisi per la misura della sezione d’urto di produzione inclusiva di bosoni W e Z e differenziale nel numero di jet, e in contemporanea preparato l’analisi per la ricerca del bosone di Higgs nel canale in 2 bosoni W.
2. **2008–2009. Associate presso il CERN (“1a edizione del programma similfellow” dell’INFN)** 
   1. *Selezione basata su titoli, programma di ricerca e lettere di presentazione, da parte di una commissione nominata dall’INFN.*
   2. Nel corso del suo svolgimento ho sviluppato e ottimizzato il DQM del sottorivelatore ECAL, e partecipato alle campagne di calibrazione dell’alta tensione di ECAL. Durante questo periodo sono anche stato il responsabile e on-call del sistema, e ho affrontato e risolto l’insorgere di un rumore di pickup dei cavi, una volta che il rivelatore è stato per la prima volta operato con una presa dati globale con raggi cosmici. Nello stesso periodo ho lavorato alla preparazione dell’analisi dati con eventi simulati per la misura della sezione d’urto differenziale di produzione di bosoni W e Z associati a jet adronici. Sono stato il responsabile del gruppo di *EGamma* di ricostruzione di elettroni e fotoni (responsabilità di “Livello 3” di CMS).
3. **2009–2011. Assegno di ricerca Sapienza Università di Roma e INFN, sezione di Roma** 
   1. *Selezione pubblica per titoli e colloquio.*
   2. Nel corso del suo svolgimento ho svolto l’analisi sui primi dati di collisione di CMS, che ha prodotto la pubblicazione della sezione d’urto di produzione inclusiva di bosoni W e Z e differenziale nel numero di jet associati. Inoltre ho svolto l’analisi dei dati per la ricerca del bosone di Higgs H→WW nei canali puramente leptonici: i risultati hanno portato alla prima esclusione di intervalli di massa intorno a mH ≈160 GeV con i dati di LHC e le prime evidenze di eccessi intorno a 125 GeV. Sono stato autore pricincipale dell’articolo, nonché sono stato convener del gruppo di analisi (responsabilità di “Livello 3” del gruppo di fisica dell’Higgs di CMS).
4. **2011–2014. “Tolman Prize” Fellowship presso Caltech (California Institute of Technology - USA)** 
   1. *Selezione per titoli e programma di ricerca.*
   2. Durante il suo svolgimento ho effettuato le misure che hanno portato alla scoperta del bosone di Higgs del Modello Standard in due dei tre canali principali: H → W W → 2l2ν (autore e convener del gruppo) e H → ZZ → 4l (autore ed editor dell’articolo principale). A seguito di ciò ho presentato i risultati sul primo canale alla conferenza ICHEP 2012 di Melbourne e partecipato alla scrittura del libro sulla scoperta del bosone di Higgs, pubblicato da World Scientific. Ho anche avuto la responsabilità istituzionale del sistema hardware del laser per il monitoring della trasparenza di ECAL, e sono stato il rappresentante di Caltech nell’Institution Board di ECAL.
5. **2014–2017 “Marie-Curie COFUND” Fellowship presso il CERN (Ginevra)** 
   1. *CERN COFUND è stata un’estensione del programma di Fellowship del CERN, cofinanziato dall’Unione Europea come azione Marie Curie. La selezione, da parte di un comitato di esperti, si basa sul curriculum e sul programma di ricerca dei candidati. Le fellowship COFUND erano attribuite al miglior 10% dei candidati.*
   2. Durante il suo corso ho principalmente svolto attività legate al sottorivelatore ECAL, come convener del gruppo Detector Performance Group (DPG – responsabilità di “Livello 2” di CMS), responsabile dell’ottimizzazione dell’efficienza di presa dati e risoluzione energetica del calorimetro elettromagnetico. Poiché la prima parte della responsabilità è coincisa con il periodo di shutdown tra Run1 e Run2, ho sviluppato da zero una ricostruzione alternativa dell’ampiezza digitizzata da ECAL, che fosse resiliente al pileup di depositi da bunch-crossilitang non in tempo con quello principale. Questo nuovo algoritmo, usato per l’intero Run2, e ora in Run3, ha permesso alla risoluzione di ECAL di rimanere all’eccellente livello di Run1. L’algoritmo è stato pubblicato su JINST nel 2020 ed è stato provato con successo fino a 200 eventi di pileup/incrocio sulle simulazioni per la fase ad alta luminosità di LHC. Ho svolto l’analisi dei dati per la ricerca di materia oscura nei canali monojet, con un jet e energia trasversa mancante nell’evento, utilizzando i dati del 2016, fino al limite sistematico della ricerca.
6. **2015–Oggi Ricercatore INFN, III livello professionale, a tempo indeterminato presso la sezione di Roma** 
   1. *Selezione nazionale basata su concorso pubblico per titoli ed esami.*
   2. La mia attività scientifica riguarda prevalentemente l’esperimento CMS presso LHC, sia negli aspetti di rivelatore (ECAL), sia nell’analisi dei dati. Sto svolgendo la caratterizzazione del bosone di Higgs attraverso la ricerca di possibili accoppiamenti anomali con i bosoni vettori W e Z, e misure di sezione d’urto differenziali e nel framework “Simplified Template Cross Sections” (STXS), usando i canali di decadimento e utilizzando i dati di Run2 (risultati pubblicati su *JHEP* nel 2021 e PRD nel 2020, rispettivamente) e i primi dati di Run3 di LHC a 13.6 TeV (misure di sezione d’urto inclusive e fiduciali nel canale ). **Sono attualmente il coordinatore del gruppo di fisica dell’Higgs di CMS (*Higgs PAG*)**. Tra il 2017 e il 2020 ho svolto misure legate al bosone W, propedeutiche a una misura della sua massa con precisione dell’ordine di , che minimizzino l’uso di input teorici (e quindi le incertezze sistematiche dominanti), quali le PDF del protone e del modello di impulso trasverso del bosone W. Un set completo di risultati (esclusa la massa) è stato pubblicato su rivista Phys.Rev.D nel 2020.
   3. In una frazione minore mi occupo della ricerca diretta di materia oscura nell’esperimento CYGNO, dalla costruzione e caratterizzazione di vari prototipi con sorgenti radioattive e fasci di elettroni. In particolare, ho sviluppato la ricostruzione degli eventi dell’esperimento, costituiti da immagini raccolte con una telecamera con sensore CMOS scientifico da più di pixel. La procedura di clustering della proiezione 2D della scintillazione secondaria nel gas della TPC è un’applicazione degli algoritmi stato dell’arte di machine learning non supervisionato. Con questo sono stati ottenuti i primi risultati su rinculi nucleari di energia di pochi keV prodotti da una sorgente radioattiva di AmBe, pubblicati su rivista Meas.Sci.Techn. nel 2020. **Sono stato il coordinatore dell’analisi di CYGNO dalla formazione del gruppo nel 2016 al 2023.** Ho coordinato le misure da effettuare per la caratterizzazione, la calibrazione di tutti i prototipi (ORANGE, LEMON, LIME) con i dati al fascio della BTF di Frascati, con la radioattività naturale e le sorgenti in superficie ai LNF e il primo prototipo installato ai Laboratori Nazionali del Gran Sasso (LNGS). Con queste sono state fatte le prime proiezioni della sensibilità a possibili segnali di materia oscura del prototipo con un volume di che verrà installato a LNGS dopo il 2024. Sono anche stato anche membro Publication Committee di CYGNO nel periodo 2019-2022.
   4. Sono impegnato in alcune attività didattiche all’interno del dipartimento di Fisica della Sapienza, tra cui le esercitazioni per il corso del 3°anno della laurea triennale di “Fisica Nucleare e Subnucleare”, le attività di laboratorio del corso della laurea magistrale di “Physics Laboratory II” e la supervisione di studenti sia per dissertazioni triennali che per tesi di laurea magistrale e di dottorato di ricerca. Ho partecipato a commissioni di valutazione di tesi di dottorato in alcune università europee (Spagna e Francia).

* Elenco dei premi o riconoscimenti all’attività personale ottenuti. [*specificare data, nome del premio, Istituzione promotrice*]

1. **CMS Achievement Award** (2009 – CERN/CMS)
   1. Premio attribuito dalla collaborazione CMS per il contributo determinante alla fase di commissioning di ECAL con i primi dati da LHC. Titolo: “*For outstanding contribution in the CMS ECAL commissioning through the development of the ECAL high voltage system (hardware) and data quality monitoring (software).*”
2. **EPS High Energy and Particle Physics Prize** (2013 – European Physical Society)
   1. attribuito alle collaborazioni ATLAS e CMS, “*For the discovery of a Higgs boson, as predicted by Brout-Englert-Higgs mechanism*”.

## d) Incarichi di responsabilità o coordinamento, ruoli di servizio, partecipazione a comitati di indirizzo o valutazione, comitati editoriali e organizzazione di congressi e scuole

[**massimo 5 pagine**]

* Elenco degli incarichi di responsabilità o coordinamento scientifico o gestionale in collaborazioni, gruppi, strutture o progetti di ricerca nazionali o internazionali. [*specificare le date di inizio e fine, la procedura di attribuzione, una sintesi dell’attività svolta*]
* ***Esperimento CMS***

1. **Co-responsabile del centro di calcolo Tier-2 di Roma (2017 – Oggi)** 
   1. *Circa 5 persone coinvolte.*
   2. *Attribuito internamente dal gruppo CMS di Roma.*
   3. L’attività svolta comprende la gestione del sistema operativo, la connettività di rete, con sup- porto sia hardware che software, per mantenere la massima affidabilità del sito, che è inserito nel sistema mondiale della grid del calcolo di CMS. L’attività comprende il coordinamento dell’upgrade annuale hardware e software dei server di calcolo (per un totale di circa 2500 core) e di storage dei dati di CMS (per un totale di circa 2 PB di spazio disco), e include la gestione degli acquisti (per un investimento medio di circa 100 k€ all’anno).
2. **Responsabile Unico del Procedimento (RUP) (2015 – Oggi)**
   1. *per tutte le gare e procedure di acquisto del gruppo di CMS Roma e per acquisti di altri gruppi*
   2. *Attribuito dalla sezione di Roma1 dell’INFN*
3. **Coordinatore del Detector Performance Group (DPG) di ECAL (2014–2017)**
   1. *Circa 60 persone coinvolte (Livello 2 di CMS)*
   2. *Attribuito da CERN/CMS (Management Board di CMS)*
   3. L’attività ha incluso il coordinamento del lavoro di ottimizzazione della presa dati di ECAL (trigger di livello 1, temporizzazione del rivelatore, monitoring della trasparenza con il laser, controllo di qualità dei dati raccolti), della ricostruzione dell’energia dei depositi calorimetrici, della calibrazione della risposta di singolo cristallo e dei cluster di elettroni e fotoni. Il ruolo ricoperto implica anche il coordinamento e il collegamento tra gli aspetti di basso livello legati al rivelatore durante la presa dati, e le implicazioni sulla ricostruzione e identificazione delle particelle usate nelle analisi di fisica. Una delle sinergie maggiori è stata con il gruppo per le misure sul bosone Higgs, per ottimizzare la sensibilità al canale di decadimento H → γγ attraverso la massimizzazione della risoluzione in energia, che ha permesso la misura precisa della massa del bosone di Higgs, con una precisione di circa lo 0.1%. Il mio mandato è coinciso con la transizione del bunch-spacing di LHC tra 50 e 25 ns, che ha implicato un notevole aumento del pileup out-of-time. In questo periodo ho sviluppato personalmente il nuovo algoritmo di ricostruzione dell’ampiezza digitizzata (“multifit”). Nel ruolo di responsabile del gruppo ho seguito e coordinato la validazione del suo impatto sulla ricostruzione globale dell’evento e sul trigger HLT e concordato e pianificato con LHC dei fill speciali di bunch isolati per la calibrazione degli input del multifit, poi usati anche da altri rivelatori di CMS.
4. **Coordinatore del sottogruppo di analisi per la ricerca e misura del bosone di Higgs in 4 leptoni, H→ZZ→ 4l (2013 – 2014)**
   1. *Circa 20 persone coinvolte*
   2. *Attribuito dai coordinatori del gruppo Higgs di CMS.*
   3. L’attività è consistita nello sviluppo e coordinamento dei vari approcci e ingredienti dell’analisi, che ha portato alla pubblicazione dell’articolo legacy con i dati di Run1: ottimizzazione della selezione e calibrazione di scala di momento di elettroni e muoni, fino a un impulso trasverso di 5 GeV, prima misura della massa del bosone di Higgs in CMS, prime misure di spin-parità, sia con l’approccio di un discriminante cinematico, sia con un fit di likelihood 8-dimensionale. Ciò ha prodotto i primi vincoli di molteplici accoppiamenti anomali del bosone di Higgs con i bosoni Z, sia in decadimento, sia in produzione.
5. **Coordinatore della ricostruzione di elettroni e fotoni in CMS (2013 – 2014)**
   1. *Circa 20 persone coinvolte (Livello 3 di CMS)*.
   2. *Attribuito dai coordinatori del gruppo EGamma di CMS.*
   3. L’attività ha compreso lo sviluppo e l’integrazione della ricostruzione di queste particelle nel *particle flow* di CMS, con particolare attenzione all’attribuzione univoca di tracce e depositi elettromagnetici a un solo candidato particella nell’evento. Questa ricostruzione è attualmente il default per l’esperimento.
6. **Coordinatore del gruppo di analisi per la ricerca e misure del bosone di Higgs in due bosoni W, H→WW (2011 – 2012)** 
   1. *Circa 40 persone coinvolte (Livello 3 di CMS)*
   2. *Attribuito dai coordinatori del gruppo Higgs e coordinatori della fisica di CMS.*
   3. Nel corso del mandato ho coordinato molteplici gruppi coinvolti nell’analisi degli stati finali completamente leptonici, che ha contribuito alla scoperta del bosone con massa 125 GeV come il canale con maggiore sensibilità. Nel corso dell’analisi sono state ottimizzate le selezioni dei leptoni che sono in uso ancora oggi. Il gruppo ha poi esteso le prime misure alla produzione VBF e in associazione con W e Z, e inoltre agli stati finali non puramente leptonici. Lo stato finale con due leptoni ed energia mancante nell’evento ha costituito la base per successive analisi coinvolgenti il quark top (produzione) e ricerche SUSY con conservazione di R-parità, che produce catene di decadimento multileptoniche e con energia mancante nell’evento.
7. **Responsabile del sistema hardware del laser di ECAL (2011–2014)**
   1. *Circa 5 persone coinvolte.*
   2. *Responsabilità di istituto di Caltech.*
   3. L’attività svolta è stata quella delle operazioni dei laser blu (lunghezza d’onda 447nm), usati per il monitoring della trasparenza di ECAL. Durante questo periodo ho partecipato all’installazione, commissioning e operazione del laser di nuova generazione diode-pumped a stato solido.
8. **Membro dell’Institution Board di ECAL (2011–2017)** 
   1. *Come rappresentante di Caltech (2011 – 2014)*
   2. *Ex-officio per il DPG (2014 – 2017)*
   3. Partecipazione alle riunioni e alle decisioni dell’organo comprendente gli istituti partecipanti al sottorivelatore ECAL.
9. **Reponsabile del sistema di alta tensione per ECAL (2009 – 2011)** 
   1. *Circa 5 persone coinvolte.*
   2. *Responsabilità di istituto di Roma.*
   3. L’attività svolta è stata quella dell’installazione dei crate e schede dell’HV per gli APD di ECAL, della calibrazione e commissioning del sistema con i primi dati con i cosmici e prime collisioni di CMS. Durante la prima presa dati è stato scoperto l’insorgere di un rumore di pick- up portato dai cavi ai supermoduli del calorimetro. Dopo aver individuato personalmente l’origine del rumore ho curato la campagna di modifica del grounding delle schede che ha permesso la rimozione di questo rumore.
10. **Responsabile del data-quality monitoring (DQM) di CMS (2009 – 2011)** 
    1. *Circa 5 persone coinvolte*
    2. *Responsabilità attribuita dal gruppo DPG di ECAL.*
    3. L’attività svolta è stata inizialmente quella dello sviluppo del sistema software di DQM per il rivelatore ECAL. Dopodiché ho coordinato l’integrazione del sottorivelatore preshower, e infine l’utilizzo del DQM come strumento nell’infrastruttura globale di validazione della ricostruzione degli eventi, comprendente anche la simulazione (per la parte degli oggetti di basso livello).

* ***Esperimento BaBar***

1. **Responsabile per le misure di efficienza del flavor b-tagging (2006)** 
   1. *Circa 5 persone coinvolte*
   2. *Responsabilità attribuita dal coordinatore della fisica di BaBar.*
   3. L’attività è consistita nel misurare le efficienze di flavor tagging per i mesoni B, usando un campione di B in stati finali di alta purezza e completamente ricostruiti. Tali efficienze sono state usate dalle misure di violazione di CP dipendenti dal tempo da tutta la collaborazione.

* Elenco degli incarichi in comitati di indirizzo scientifico o tecnologico e attività di valutazione di progetti nazionali e internazionali. [*specificare le date di inizio e fine, la procedura di attribuzione, una sintesi dell’attività svolta*]

1. **Chair del Publication Committee del Gruppo Higgs di CMS (2021-2023)**
   1. *Circa 10 persone coinvolte (Livello 2 di CMS)*.
   2. *Attribuito dal coordinatore del Publication Committee di CMS*
   3. L’attività è consistita nell’organizzare la review finale dai membri del comitato stesso, seguire e valutare lo scambio autori/referee, fino alla pubblicazione finale di tutti gli articoli riguardanti il bosone di Higgs e partecipare alla review stessa.
2. **Membro del Publication Committee del Gruppo Higgs di CMS (2019 – 2023)**
   1. *Attribuito dal coordinatore del Publication Committee di CMS*
   2. L’attività è consistita nella partecipazione alla review finale degli articoli riguardante il bosone di Higgs prima della sottomissione alla rivista
3. **Chair dell’Analysis Review Committee (ARC) - CMS** di circa 10 analisi del gruppo di fisica Higgs e 1 nel gruppo Standard Model dal 2015 al 2020.
   1. *Attribuito dal coordinatore del Publication Committee di CMS*
   2. Referaggio interno alla collaborazione delle analisi di fisica, dall’approvazione del risultato all’interno del gruppo fino alla pubblicazione, coordinamento del comitato di review 5 persone (ARC)
4. **Membro dell’editorial board di ECAL CMS (2015 – oggi)**
   1. *Attribuito dal project manager di CMS/ECAL*
   2. Revisione dei risultati pubblici riguardanti il calorimetro elettromagnetico di CMS
5. **Chair del Publication Committee di CYGNO dal (2019 – 2021) e membro dello stesso fino al 2022**
   1. *Attribuito dallo spokesman di CYGNO*
   2. Coordinamento del referaggio interno degli articoli e proceeding delle conferenze di CYGNO, e revisione interna degli articoli stessi

* Elenco delle partecipazioni a comitati editoriali di riviste o attività di revisore di articoli per riviste scientifiche di livello internazionale. [*specificare le date di inizio e di fine e il ruolo ricoperto*]

1. **Referee della rivista Physics Letter B (2018 – Oggi)**
   1. Elsevier, Impact Factor del 2022: 7.0
2. **Referee della rivista JHEP (2022 – Oggi)**
   1. Springer, Impact Factor del 2022: 5.4
3. **Referee della rivista Machine Learning – Science and Technology (2021 – Oggi)**
   1. IOP Publishing, Impact Factor del 2022: 5.7
4. **Membro Editoriale della rivista Symmetry (2021 – Oggi)**
   1. MDPI, Impact Factor del 2022: 2.7

* Elenco delle organizzazioni di congressi o scuole avanzate in ambito tecnologico. [*specificare data del congresso e ruolo ricoperto nel comitato locale o internazionale*]

1. Dal 2019, partecipazione al comitato di organizzazione locale della conferenza internazionale “Stan- dard Model a LHC 2020” - Roma, Aprile 2020 (poi cancellata per emergenza sanitaria Covid-19).

## e) Trasferimento tecnologico, comunicazione, terza missione

[**massimo 2 pagine**]

* Elenco dei contributi all’organizzazione di eventi di comunicazione della scienza. [*specificare tipologia dell’evento, le date, il ruolo svolto, il numero di soggetti raggiunti*]

1. **Lab2Go (2016-2019)**
   1. Partecipazione e sviluppo delle prime tre edizioni del progetto Lab2Go, progetto di alternanza scuola-lavoro, che intende perseguire la catalogazione e documentazione degli strumenti scientifici per esperimenti di fisica nelle scuole di secondo grado di Roma e dintorni. Ho partecipato all’ideazione del progetto e all’organizzazione della sua attuazione pratica con la logistica degli incontri nelle scuole e ai laboratori di informatica dell’Università Sapienza di Roma e con attività di tutoraggio in alcune scuole di Roma e dintorni (circa 4-5), dove ho contribuito a rivalutare i piccoli laboratori delle scuole, anche con l’attuazione di semplici esperimenti di meccanica, elettrodinamica e ottica.

* Elenco delle attività di collaborazione con le università consistenti con la missione dell’Ente. [*specificare la tipologia dell’attività, le date*]

1. **Corso universitario della triennale a Sapienza, Università di Roma: “Fisica Nucleare e Subnucleare”**
   1. Con il prof. Marumi Kado (a.a. 2020 – 2021), parte delle lezioni teoriche, esercitazioni ed esami scritti e orali
   2. Con il prof. Daniele del Re (a.a. 2021 – oggi), esercitazioni ed esami scritti e orali
2. **Corso universitario della magistrale a Sapienza, Università di Roma: “Physics Laboratory II”** 
   1. Con il prof. Gianluca Cavoto (a.a. 2019 – oggi), esercitazioni e tutoraggio delle prove di laboratorio, esami orali
3. **Corso universitario della triennale a Sapienza, Università di Roma: “Laboratorio di calcolo”**
   1. Con il prof. Giovanni Organtini (a.a. 2004 – 2005 e 2018 – 2019): esercitazioni
4. **Relatore esterno interno o esterno di studenti di laurea o dottorato:** 
   1. 2022: relatore di una tesi di laurea magistrale all’università Sapienza di Roma (argomento: accoppiamenti anomali del bosone di Higgs nel decadimento ) e co-relatore di una tesi magistrale (argomento: caratterizzazione del prototipo di CYGNO “LIME” con i raggi cosmici)
   2. 2022: relatore di 3 dissertazioni triennali all’università Sapienza di Roma
   3. 2021: relatore di una tesi di laurea magistrale all’università Sapienza di Roma (argomento: accoppiamenti anomali del bosone di Higgs con la produzione VBF)
   4. 2016–2019: co-relatore di una tesi di dottorato all’università Sapienza di Roma (argomento: sezioni d’urto differenziali del bosone W a LHC)
   5. 2016–2017: co-relatore di due tesi di laurea dell’università di Trieste (argomenti: sezioni d’urto inclusive differenziali e unfolding dello spettro in pT del bosone Z a LHC)
   6. 2015: co-relatore di una tesi di laurea all’università Sapienza di Roma (argomento: materia oscura con canali monojet in CMS)
   7. 2011–2014: relatore di 4 studenti di laurea o dottorato all’università di Caltech (argomenti su ricerche di SUSY con variabili cinematiche innovative, misura degli accoppiamenti anomali del bosone di Higgs nel canale 4 leptoni)
   8. 2012: esaminatore nella commissione di dottorato all’Universidad de Cantabria (Santander)
   9. 2011: co-relatore di uno studente di laurea dell’università di Trieste (argomento: sezione d’urto di produzione di bosoni Z in associazione con jet adronici)
   10. 2005: co-relatore di una tesi di laurea dell’università di Torino (argomento: decadimenti charmless del mesone B)
5. **Insegnante alle scuole:** 
   1. CMS Data Analysis School del CERN (2013) sull’argomento: identificazione degli elettroni
   2. CMS Data Analysis School di Bari (2015) sull’argomento: calibrazione di ECAL
   3. CMS Physics Objects School di Bari (2017) sull’argomento: ricostruzione e calibrazione di ECAL e identificazione di elettroni e fotoni

## f) Pubblicazioni, lavori a stampa, progetti ed elaborati tecnici più significativi (massimo 10, in ordine cronologico inverso)

[**massimo 2 pagine**]

*[elenco in ordine cronologico inverso dei 10 “prodotti” più significativi caricati attraverso il portale del reclutamento, corredati da un breve testo che descriva il contributo personale del candidato a ciascuno di essi*]

1. The CMS Collaboration, “**A portrait of the Higgs boson by the CMS experiment ten years after the discovery**”. **Nature** *607, pages 60–68 (2022).* DOI: [10.1038/s41586-022-04892-x](https://doi.org/10.1038/s41586-023-06164-8)
   1. Contributi nel canale nella parte degli accoppiamenti per diversi meccanismi di produzione e nella combinazione con gli altri canali, in particolare negli aspetti correlati con . Misure della sezione d’urto inclusiva e differenziale nel canale in due fotoni, vincoli sugli accoppiamenti anomali. Revisione generale dell’articolo dal *collaboration-wide-review* in CMS fino alla pubblicazione, nel ruolo di chair del Publication Committee del gruppo Higgs di CMS.
2. E. Baracchini et al. (CYGNO Collaboration), “**Identification of low energy nuclear recoils in a gas time projection chamber with optical readout**”. *Meas. Sci. Technol.* **32** 025902, 2021. DOI: [10.1088/1361-6501/abbd12](https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1361-6501/abbd12/meta)
   1. Sviluppo della ricostruzione delle immagini con algoritmi di clustering non supervisionati, setup dell’analisi statistica per la caratterizzazione del prototipo di CYGNO “LEMON” con una profondità di deriva di 20 cm e i dati raccolti in superficie ai Laboratori Nazionali di Frascati con le sorgenti radioattive, e la prima stima della separazione tra rinculi elettronici e nucleari con i dati. Questo è il parametro fondamentale per stabilire la sensibilità dell’esperimento futuro con un volume sensibile di alla materia oscura.
3. A. M. Sirunyan et al. (CMS Collaboration), “**Reconstruction of signal amplitudes in the CMS electromagnetic calorimeter in the presence of overlapping proton-proton interactions**”. ***JINST****15 P10002, 2020. DOI:* [*10.1088/1748-0221/15/10/P10002*](https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1748-0221/15/10/P10002)
   1. Sviluppo, ottimizzazione, calibrazione degli input (template delle forme dell’impulso e loro matrice di covarianza in ciascun cristallo di ECAL, rumore correlato e scorrelato dell’elettronica) della ricostruzione dell’ampiezza di ECAL mediante un fit template a 10 possibili ampiezze in-time e out-of-time per rendere la misura dei depositi di energia in ECAL indipendente dal pileup dovuto alle collisioni con un bunch spacing di 25 ns di LHC. Questo algoritmo è stato applicato con poche modifiche anche al calorimetro adronico e sarà utilizzato ancora più proficuamente nella fase-2 di LHC con l’elettronica prevista avere un sampling maggiore della forma d’onda.
4. A. M. Sirunyan et al. (CMS Collaboration), “**Measurements of the W boson rapidity, helicity, double-differential cross sections, and charge asymmetry in pp collisions at  TeV**”. Phys. Rev. D. 102, 092012, 2020. DOI: [10.1103/PhysRevD.102.092012](https://doi.org/10.1103/PhysRevD.102.092012)
   1. Analisi completa per la caratterizzazione della produzione del bosone W a LHC con una tecnica più agnostica possibile delle PDF dei protoni iniziali, ingrediente che rappresenta la limitazione teorica principale per una misura precisa della massa del W, con una precisione di . Prima misura della sezione d’urto differenziale in componenti di elicità a LHC. Sviluppo di un minimizzatore alternativo a *MINUIT* con una implementazione in *TensorFlow* necessario alla minimizzazione di una likelihood estremamente complessa e con delle cuspidi locali.
5. A. Nisati, V. Sharma et al., **libro “Discovery of the Higgs Boson”.** *World Scientific ISBN: 978-981-4425-44-5, 2017. DOI: [10.1142/8595](https://www.worldscientific.com/worldscibooks/10.1142/8595)*
   1. Editor del capitolo del libro sul canale , molti contributi ai capitoli sulla combinazione dei diversi canali e ai capitoli generali, revisione di tutti i capitoli.
6. S. Chatrchyan et al. (CMS Collaboration), “**Measurement of Higgs Boson Production and Properties in the WW Decay Channel with Leptonic Final States**”. JHEP 01 (96), 2014. DOI: [10.1007/JHEP01(2014)096](https://link.springer.com/article/10.1007/JHEP01(2014)096)
   1. Setup dell’analisi, dai primissimi dati di collisione di CMS, fino alla misura delle proprietà del bosone di Higgs con i dati di Run1. Ottimizzazione della selezione, stima dei fondi con campioni di controllo, fit con template 2D. Sviluppo di variabili cinematiche sensibili alla massa di una risonanza che decada in stati finali con più di una particella invisibile, utilizzate anche nelle ricerche di SUSY. Coordinamento del gruppo di fisica.
7. S. Chatrchyan et al. (CMS Collaboration), “**Measurement of the Properties of a Higgs Boson in the Four-Lepton Final State**” . Phys. Rev. D 89 (092007), 2014. DOI: [10.1103/PhysRevD.89.092007](https://journals.aps.org/prd/abstract/10.1103/PhysRevD.89.092007)
   1. Setup dell’analisi, ottimizzazione della selezione e identificazione multivariata degli elettroni in un intervallo di pT fino a 7GeV. Fit per la determinazione degli accoppiamenti e della massa del bosone Higgs con l’inclusione dell’incertezza di massa evento-per-evento. Sviluppo dell’unfolding con fit 8D per la determinazione degli accoppiamenti anomali del bosone di Higgs ai bosoni Z. Editor dell’articolo e coordinamento del sottogruppo di analisi.
8. S. Chatrchyan et al. (CMS Collaboration), “**Observation of a New Boson at a Mass of 125 GeV with the CMS Experiment at the LHC**”. Phys.Lett.B 716 (30), 2012. [DOI: 10.1016/j.physletb.2012.08.021](https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0370269312008581)
   1. Analisi complete di due dei canali di decadimento maggiormente sensibili: e , con stati finali puramente leptonici. Misura dell’accoppiamento ai bosoni W e Z con la produzione gluon-fusion, VBF e produzione associata di W e Z. Con il canale H → 4l, prima misura della massa del bosone Higgs.
9. S. Chatrchyan et al. (CMS Collaboration), **“Jet Production Rates in Association with W and Z Bosons in pp Collisions at ”**. JHEP 01 (010), 2012. DOI: [10.1007/JHEP01(2012)010](https://link.springer.com/article/10.1007/JHEP01(2012)010)
   1. Setup e ottimizzazione dell'analisi, sviluppo del software di analisi dati, identificazione di elettroni e muoni, fit per l'unfolding della sezione d'urto differenziale.
10. A. Aubert et al. (BaBar Collaboration), “**Measurements of CP-Violating Asym- metries in the Decay** ”. Phys.Rev.Lett. 99 (161802), 2007. DOI: [10.1103/PhysRevLett.99.161802](https://journals.aps.org/prl/abstract/10.1103/PhysRevLett.99.161802)
    1. Setup e ottimizzazione dell’analisi, ricostruzione e identificazione dei con una delle prime applicazioni di machine learning in fisica delle alte energie (BDT), fit di CP dipendente dal tempo nel Dalitz plot del decadimento a tre corpi del mesone B.

## g) Eventuali altre informazioni che il candidato ritenga utili alla valutazione della sua attività

1. **Idoneo alla selezione per titoli al concorso per Procedura selettiva per il profilo di Primo Ricercatore di II Livello professionale dell’INFN, bando di concorso n. 22641 del 2020.**

Si ricorda che tutti i titoli elencati dovranno essere stati conseguiti entro il 1° gennaio 2023.

Roma, 3 Dicembre 2023

In Fede

Emanuele Di Marco