

Prof. Marco Zanetti

Department of Physics and Astronomy, University of Padua

e-mail: marco.zanetti@unipd.it

Address: Via Modigliani 42, 3502, Albignasego, Padova, IT

telephone: +39 3476812413; +41 7654115731

Academic positions

- 2014 - : Associate Professor, Department of Physics and Astronomy, University of Padua
- 2010 - 2014: Senior research associate at the Laboratory of Nuclear Science, MIT
- 2007 - 2009: Research fellow, CERN
- 2004 - 2006 : PhD associate, Department of Physics and Astronomy, University of Padua
- 2003 - 2003 : Scientific associate, INFN Padua

Scientific leadership

Management of projects with a budget

- 2017 - : Coordinator WP6.6, Accelerator Performance and Concepts, ARIES project, Grant Agreement number 730871, H2020
- 2017 - : Local responsible of the "R&D for Future Accelerators" group, INFN

Management roles in experimental collaborations

- 2016 - : Member of LEMMA Steering Committee
- 2016 - : LEMMA experimental tests coordinator
- 2012 - 2015: Member of CMS Physics Coordination Committee
- 2012 - 2015: Coordinator of CMS Luminosity Group
- 2011 - 2012: Coordinator of CMS Tier0 operations
- 2012 - 2014: Member of TLEP Steering Committee
- 2009 - 2010: LHC Point Owner, member of the LHC Commissioning Coordination
- 2009 - 2010: LHC Engineer in Charge
- 2007 - 2008: Coordinator of the CMS HLT operations
- 2007 - 2008: Coordinator of the CMS Trigger, Offline and Online Forum

Management roles at University of Padua

- 2018 - : Member of the Department of Physics PhD School council
- 2016 - : Chair of "Physics of Data" major
- 2015 - : Executive Board member, Department of Physics and Astronomy

Overview of the research activity

Since my master degree, particle physics at colliders has been my field of research. I have been based at CERN in Geneva between 2004 and 2014 when I moved to Padua as tenured professor.

Trigger-less readout. Exploiting advanced hardware and software (Big-Data) technology, I've been developing trigger-less readout and an online processing system for HEP detectors.

Future accelerators for HEP. Since the discovery of the Higgs boson in 2012, I've been working on several options for the next large high energy accelerator, in particular HL-LHC [27], LEP3/TLEP [28][29][30][31][32], Sapphire [33] and more recently LEMMA (a novel idea for a high brilliance muon source). I have been coordinating the LEMMA experimental activities, in particular the beam tests at CERN North Area with a low intensity 45 GeV positron beam on target.

Machine Learning for any HEP. ML techniques can be exploited to solve technological issues and boost the sensitivity of the LHC data analysis. In particular I've been investigating how unsupervised learning algorithm could minimise the bias in the searches for new phenomena. My group is currently testing how such algorithm can classify particles tracks in a cloud chamber experiment.

New Physics searches at CMS. During the first LHC run (2011-16), my group analysed the CMS data to search for exotic new physics, in particular Dark Matter [1][2][3] and new resonant states decaying into weak bosons pairs [4][5][6][7]. Specifically for Dark Matter searches, the theoretical interpretation of the analysis results requires special care [8][9].

Higgs Boson Physics. I contributed directly at the discovery of the Higgs Boson at CMS, studying the decay into a pair of W bosons with the data collected in 2011 and 2012 [10][11][12]. I studied the compatibility of the measured properties of the Higgs Boson in terms of coupling strength with the other particles, comparing them with the predictions of the SM [13][14][15][16]. Furthermore I analysed the results of the measurements in the context of Supersymmetric theories [17]. The discovery of the Higgs Boson finalised the work I started during my PhD, when tools and analysis strategies have been developed [18][19][20][21].

LHC hardware commissioning. After the accident that caused the fatal damage of a km long LHC section in 2009, I joined the team responsible for the re-commissioning of the LHC superconducting circuits and magnets, bringing finally the accelerator to the first beam operation in 2010 [22] and its first high energy run in 2011 [23].

Luminosity measurement. I made use of the experience gathered working on the commissioning and initial operations of the LHC, by measuring the luminosity delivered to CMS [25], exploiting in particular a novel technique ("beam imaging" [24]). Those measurements have been pivotal for the determination of the W and Z production cross section [26] at 7 and 8 TeV.

High Level Trigger at CMS. As a CERN fellow (2007-2008), I developed and commissioned the CMS High Level Trigger, taking care also of the first operations prior to the LHC accident in September 2008 [34].

Drift Tubes chambers. Between 2003 and 2007 I worked on the construction, test [35], integration [41], commissioning [37][36] and operations[39][40] of the Drift Tubes chambers (DT), the muon detector of the CMS barrel. Since 2018 I'm leading the realisation of a new Drift Tube base detector to be employed at beam-tests and for testing of HL-LHC electronics.

Conferences and seminars

Seminars

- 2019, University of Geneva, Geneva, *A Muon Collider for the future of HEP*
- 2017, IIT, Genova, *Machine Learning and Data-based Physics*
- 2016, CERN, Geneva, *LEMMA, a Low Emittance Muon Accelerator*
- 2014, Scuola Normale Superiore, Pisa, *TLEP, a very large electron-positron circular Higgs factory*
- 2014, Institute for Advanced Studies, Princeton, *The Future Circular Collider project*
- 2014, Princeton University, Princeton, *The Higgs searches at CMS and perspective for HL-LHC*
- 2013, CPPM, Marseille, *The Higgs searches at CMS and future Higgs Factories*

- 2013, IPNL, Lyon, *The Higgs searches at CMS and future Higgs Factories*
- 2013, LNF, Frascati National Laboratory, *Sapphire, a cost effective photon collider*
- 2013, CERN, Geneva, *Recommendations for studying the Higgs properties*
- 2012, MIT, Boston, *Future Higgs Factories*

Contributions to international conferences

- 2018, Naples, **Joint WLCG HSF workshop**, *A new major on Physics and Data Science*
- 2013, Friburg, **Higgs Couplings**, *Projections for Higgs Physics at LHC and HLLHC*
- 2013, La Biodola, **European conference on Advance Accelerator Concepts**, *New Collider Concepts for Particle Physics*
- 2013, MIT, **Scenarios for future Higgs Physics (Snowmass)**, *Photon collider as a Higgs factory*
- 2012, Fermilab, **ICFA workshop on Higgs Factories**, *Beam-strahlung simulation for e+e- circular collider*
- 2012, CERN, **Joint Snowmass EuCARD/AccNet HiLumi LHC meeting**, *Parameters*
- 2012, Kyoto, **Hadron Collider Physics symposium**, *Higgs properties at CMS*
- 2011, CERN, **CERN PH seminar**, *Higgs searches with CMS*
- 2011, CERN, **LHC Luminosity workshop**, *Beams scan based Absolute Normalization of the CMS Luminosity Measurement*
- 2009, La Thuile, **Les Rencontres de Physique de la Vallée d'Aoste**, *First LHC beams in CMS*
- 2006, Coimbra, **TOP2006, Conference on Top quark physics**, *The Top background to the $H \rightarrow WW$ Higgs discovery channel for e+e- circular collider in a 80 km tunnel*
- 2006, Frascati National Laboratory, **Monte Carlo Workshop on LHC physics**, *The search for the Higgs Boson at the LHC*
- 2005, Les Houches, **Les Houches workshop, Physics at TeV Colliders**, *Background systematics to the $H \rightarrow WW$ Higgs discovery channel*

Organisation of international conferences

- 2018, Padua, **ARIES Muon Collider Workshop**, organizer and chairman
- 2017, Padua, **ARIES Photon Beams 2017**, organizer and chairman
- 2017, Venice, **European Physics Society Conference**, scientific secretary
- 2012/13, CERN, **Workshop series on TLEP3 machines**, organizer and chairman
- 2013, CERN, **SAPPHiRE day**, organizer and chairman
- 2011, Chamonix, **2011 Chamonix LHC workshop**, organizer and chairman

Teaching activities

- 2018, Laboratory of Computational Physics, master degree in Physics of Data, University of Padua
- 2018, Data Analysis and Machine Learning, Scuola Galileiana di Studi Superiori
- 2018, Advanced topics on Electrodynamics, Scuola Galileiana di Studi Superiori
- 2017, Physics at LHC and beyond, International Doctorate Network in Particle Physics, Astrophysics and Cosmology
- 2015 - , Electromagnetism and optics, bachelor's degree in Physics, University of Padua
- 2015 - , General Physics, bachelor's degree in Biotechnology, University of Padua
- 2012 - 2013: Particle Physics, 8.811, MIT, TA

Students and postdocs supervision

Postdoc

- Jacopo Pazzini (2015-16): *Dark matter searches at CMS*
- Alberto Zucchetta (2015-16): *Dark matter searches at CMS*
- Paul Lujan (2016-): *Higgs boson physics at CMS and application of Machine Learning techniques on HEP topics*

PhD students

- Lisa Benato (2015-16): *Diboson resonance searches at CMS*
- Siew Yan Hoh (2017-): *Measurement of the top Yukawa coupling at CMS*
- Marco D'Andrea (2017-): *Crystal collimation at LHC*

Graduate students

- Federico Pobbe (2015-16): *An optimal limit setting procedure for heavy dark matter mediators*
- Marco D'andrea (2017): *Determination of BLM threshold to protect collimators at LHC*
- Francesco Forcher (2016-17): *An improved simulation routine for modelling coherent high-energy proton interactions with bent crystals*
- Gaia Grosso (2017): *Deep Learning techniques to search for New Physics at LHC*
- Altea Lorenzon (2017): *Beam test with positrons on target for the production of a low emittance muon beam*
- Gianmarco Pompeo (2017): *Study of the performance of the CMS Pixel Luminosity Telescope*

Publications

The complete list of publications is available on the internet at: <http://inspirebeta.net/author/M.Zanetti.1>

The total number is currently 737, of which 648 published on peer-reviewed journals, with $h_{HEP} = 124$. I'm co-author of 102 internal notes of the CMS experiments. In addition I published papers on HEP phenomenology (hep-ph) and accelerator physics (hep-ac). A list of selected publications can be found at the end of this document.

Education

- 2007: PhD in Physics, University of Padua, *The $H \rightarrow W^+W^- \rightarrow \mu^+\bar{\nu}\mu^-\nu$ Higgs discovery channel at CMS*
- 2003: Master degree in Physics, University of Padua, 110/110 cum laude
- 2001: CERN Summer Student

References

- [1] A. M. Sirunyan *et al.* [CMS Collaboration], "Search for dark matter produced with an energetic jet or a hadronically decaying W or Z boson at $\sqrt{s} = 13$ TeV," JHEP **1707**, 014 (2017) doi:10.1007/JHEP07(2017)014 [arXiv:1703.01651 [hep-ex]].
- [2] CMS Collaboration [CMS Collaboration], "Search for new physics in final states with an energetic jet or a hadronically decaying W or Z boson using 35.9 fb^{-1} of data at $\sqrt{s} = 13$ TeV," CMS-PAS-EXO-16-048.
- [3] CMS Collaboration [CMS Collaboration], "Search for Dark Matter produced in association with bottom quarks," CMS-PAS-B2G-15-007.
- [4] CMS Collaboration [CMS Collaboration], "Search for heavy resonances decaying into a vector boson and a Higgs boson in the (ll, lnu, nunu) bb final state," CMS-PAS-B2G-16-003.
- [5] CMS Collaboration [CMS Collaboration], "Combination of diboson resonance searches at 8 and 13 TeV," CMS-PAS-B2G-16-007.

- [6] CMS Collaboration [CMS Collaboration], "Search for heavy resonances decaying into a Z boson and a W boson in the $\ell^+\ell^-q\bar{q}$ final state," CMS-PAS-B2G-16-022.
- [7] CMS Collaboration [CMS Collaboration], "Search for heavy resonances decaying into a Z boson and a vector boson in the $\nu\nu q\bar{q}$ final state," CMS-PAS-B2G-17-005.
- [8] F. Pobbe, A. Wulzer and M. Zanetti, JHEP **1708**, 074 (2017) doi:10.1007/JHEP08(2017)074 [arXiv:1704.00736 [hep-ph]].
- [9] D. Abercrombie *et al.*, "Dark Matter Benchmark Models for Early LHC Run-2 Searches: Report of the ATLAS/CMS Dark Matter Forum," arXiv:1507.00966 [hep-ex].
- [10] 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) [arXiv:1207.7235 [hep-ex]].
- [11] S. Chatrchyan *et al.* [CMS Collaboration], "Measurement of Higgs boson production and properties in the WW decay channel with leptonic final states," JHEP **1401**, 096 (2014) [arXiv:1312.1129 [hep-ex]].
- [12] S. Chatrchyan *et al.* [CMS Collaboration], "Observation of a new boson with mass near 125 GeV in pp collisions at $\sqrt{s} = 7$ and 8 TeV," JHEP **1306**, 081 (2013) [arXiv:1303.4571 [hep-ex]].
- [13] M. Zanetti, "Characterization of the Higgs boson candidate at CMS," EPJ Web Conf. **49**, 12015 (2013).
- [14] A. David *et al.* [LHC Higgs Cross Section Working Group Collaboration], "LHC HXSWG interim recommendations to explore the coupling structure of a Higgs-like particle," arXiv:1209.0040 [hep-ph].
- [15] G. Aad *et al.* [ATLAS and CMS Collaborations], "Measurements of the Higgs boson production and decay rates and constraints on its couplings from a combined ATLAS and CMS analysis of the LHC pp collision data at $\sqrt{s} = 7$ and 8 TeV," JHEP **1608**, 045 (2016) doi:10.1007/JHEP08(2016)045 [arXiv:1606.02266 [hep-ex]].
- [16] V. Khachatryan *et al.* [CMS Collaboration], "Precise determination of the mass of the Higgs boson and tests of compatibility of its couplings with the standard model predictions using proton collisions at 7 and 8 TeV" Eur. Phys. J. C **75**, no. 5, 212 (2015) doi:10.1140/epjc/s10052-015-3351-7 [arXiv:1412.8662 [hep-ex]].
- [17] R. T. D'Agnolo, E. Kuflik and M. Zanetti, "Fitting the Higgs to Natural SUSY," JHEP **1303**, 043 (2013) [arXiv:1212.1165].
- [18] G. L. Bayatian *et al.* [CMS Collaboration], "CMS technical design report, volume II: Physics performance," J. Phys. G **34**, 995 (2007).
- [19] C. Buttar, S. Dittmaier, V. Drollinger, S. Frixione, A. Nikitenko, S. Willenbrock, S. Abdullin and E. Accomando *et al.*, "Les houches physics at TeV colliders 2005, standard model and Higgs working group: Summary report," hep-ph/0604120.
- [20] G. Davatz, A. S. Giolo-Nicollerat and M. Zanetti, "Top background to SM Higgs searches in the fully leptonic WW decay mode at CMS," PoS TOP **2006**, 027 (2006) [hep-ex/0604041].
- [21] S. Chatrchyan *et al.* [CMS Collaboration], "Measurement of W^+W^- Production and Search for the Higgs Boson in pp Collisions at $\sqrt{s} = 7$ TeV," Phys. Lett. B **699**, 25 (2011)
- [22] M. Solfaroli Camillocci, G. Arduini, B. Bellesia, J. Coupart, K. Dahlerup-Petersen, M. Koratzinos, M. Pojer and M. Zanetti *et al.*, "Commissioning of the LHC Magnet Powering System in 2009" Conf. Proc. C **100523**, MOPEB045 (2010).
- [23] A. Siemko and M. Zanetti, "Summary of the LHC Beam Energy Session" CERN-2011-005.
- [24] M. Zanetti, "Beams Scan based Absolute Normalization of the CMS Luminosity Measurement. CMS 2010 luminosity determination" CERN-Proceedings-2011-001.
- [25] S. Chatrchyan *et al.* [CMS Collaboration], "CMS Luminosity Based on Pixel Cluster Counting - Summer 2013 Update" CMS-PAS-LUM-13-001.
- [26] S. Chatrchyan *et al.* [CMS Collaboration], "Measurement of inclusive W and Z boson production cross sections in pp collisions at $\sqrt{s} = 8$ TeV," arXiv:1402.0923 [hep-ex].
- [27] [CMS Collaboration], "Projected Performance of an Upgraded CMS Detector at the LHC and HL-LHC: Contribution to the Snowmass Process," arXiv:1307.7135.
- [28] A. P. Blondel, F. Zimmermann, M. Koratzinos and M. Zanetti, "LEP3: A High Luminosity e+ e- Collider in the LHC Tunnel to Study the Higgs Boson," IPAC-2012-TUPPR078.
- [29] A. Blondel, M. Koratzinos, R. W. Assmann, A. Butterworth, P. Janot, J. M. Jimenez, C. Grojean and A. Milanese *et al.*, "LEP3: A High Luminosity e+e- Collider to study the Higgs Boson," arXiv:1208.0504 [physics.acc-ph].
- [30] P. Azzi, C. Bernet, C. Botta, P. Janot, M. Klute, P. Lenzi, L. Malgeri and M. Zanetti, "Prospective Studies for LEP3 with the CMS Detector," arXiv:1208.1662 [hep-ex].
- [31] M. Koratzinos, A. P. Blondel, R. Aleksan, O. Brunner, A. Butterworth, P. Janot, E. Jensen and M. Zanetti *et al.*, "TLEP: A High-Performance Circular e+e- Collider to Study the Higgs Boson," arXiv:1305.6498 [physics.acc-ph].
- [32] M. Zanetti *et al.* [TLEP Design Study Working Group Collaboration], "First Look at the Physics Case of TLEP," JHEP **1401**, 164 (2014) [arXiv:1308.6176 [hep-ex]].
- [33] S. A. Bogacz, J. Ellis, L. Lusito, D. Schulte, T. Takahashi, M. Velasco, M. Zanetti and F. Zimmermann, "SAPPHiRE: a Small Gamma-Gamma Higgs Factory," arXiv:1208.2827 [physics.acc-ph].
- [34] M. Zanetti (editor) *et al.*, "Commissioning of the CMS High Level Trigger," JINST **4**, P10005 (2009) [arXiv:0908.1065 [physics.ins-det]].
- [35] P. Arce, M. Bellato, M. Benettoni, A. Benvenuti, D. Bonacorsi, M. Bontenackels, J. Caballero and V. Cafaro *et al.*, "Bunched beam test of the CMS drift tubes local muon trigger," Nucl. Instrum. Meth. A **534**, 441 (2004).

- [36] SChatrchyan *et al.* [CMS Collaboration], "Performance of the CMS Drift-Tube Local Trigger with Cosmic Rays," JINST **5**, T03003 (2010) [arXiv:0911.4893 [physics.ins-det]].
- [37] SChatrchyan *et al.* [CMS Collaboration], "Performance of the CMS Drift Tube Chambers with Cosmic Rays," JINST **5**, T03015 (2010) [arXiv:0911.4855 [physics.ins-det]].
- [38] SChatrchyan *et al.* [CMS Collaboration], "Commissioning of the CMS Experiment and the Cosmic Run at Four Tesla," JINST **5**, T03001 (2010) [arXiv:0911.4845 [physics.ins-det]].
- [39] G. Abbiendi, N. Amapane, C. Battilana, R. Bellan, P. Biallass, M. Biasotto, S. Bolognesi and A. Calderon Tazon *et al.*, "Offline calibration procedure of the CMS drift tube detectors," JINST **4**, P05002 (2009).
- [40] G. Abbiendi, N. Amapane, C. Battilana, C. Fernandez Bedoya, R. Bellan, M. Bellato, A. C. Benvenuti and P. Biallas *et al.*, "The CMS muon barrel drift tubes system commissioning," Nucl. Instrum. Meth. A **598**, 192 (2009).
- [41] M. Aldaya, N. Amapane, S. Argiro, C. Battilana, R. Bellan, M. Bellato, A. Benvenuti and M. Boldini *et al.*, "Results of the first integration test of the CMS drift tubes muon trigger," Nucl. Instrum. Meth. A **579**, 951 (2007).

In compliance with the Italian legislative Decree no. 196 dated 30/06/2003 and the GDPR 679/16, I hereby authorize you to use and process my personal details contained in this document.

27 April 2020

Marco Zanetti





**Bando n. 22177/2020 per il conferimento di n. 1 assegno
di ricerca tecnologica presso la Sezione di Padova**

Ai fini della **valutazione dei titoli**, la Commissione stabilisce che i 30 punti previsti dall'art. 5 del bando vengano così ripartiti:

- a) voto di laurea, fino ad un massimo di 15 punti e precisamente

per voto compreso fra 110L e 110	15 punti
per voto compreso fra 106 e 109	12 punti
per voto compreso fra 100 e 105	10 punti
per voto compreso fra 95 e 99	8 punti
per voto inferiore a 95	0 punti
- b) conseguimento del titolo di dottore di ricerca, 4 punti
- c) corso di dottorato o equivalente (in alternativa alla lettera b), fino ad un massimo di 3 punti
- d) diplomi di specializzazione e attestati di frequenza a corsi di perfezionamento post-laurea, sia in Italia sia all'estero, fino ad un massimo di 2 punti
- e) svolgimento di attività di ricerca presso soggetti pubblici e privati, con contratti, borse di studio o incarichi, sia in Italia sia all'estero, attinenti al bando fino ad un massimo di 5 punti
- f) attività tecnologica e pubblicazioni, fino ad un massimo di 4 punti

Ai fini della **valutazione dell'esame-colloquio**, la Commissione stabilisce che i 70 punti previsti dall'art. 5 del bando vengano così ripartiti:

a	Chiarezza e organizzazione nell'esposizione	10
b	Conoscenza della lingua inglese	10
c	Conoscenza della tematica tecnologica inherente al bando	25
d	Conoscenza delle tecnologie da utilizzare per svolgere l'attività di ricerca	25
	Totale	70

C. Braggio

caterina.braggio@unipd.it • Dip. Fisica e Astronomia – via Marzolo 8, Padova • +39 (049) 827-7122

Education/Current position

2001 M.Sc. Physics, University of Padova (supervisor: C. Voci)
2007 PhD in Physics, University of Ferrara (supervisor: P. Dal Piaz)
2011 – current position: Researcher at the University of Padova

Other positions

- Postdoctoral Fellow (Jan 2009 – Dec 2010), University of Padova.
 - Collaboration Contract (June 2009 – Aug 2009), financed by the Schwinger Foundation, USA.
 - Research Fellow Contract (Oct 2008 – May 2009), Humboldt-Universitaet zu Berlin, Germany.
 - Postdoctoral Fellow (Jan 2007 – Dec 2008), University of Padova.
 - INFN Scholarship (Oct 2002 – Jan 2004)
 - Summer student, (Jun 2002 – Oct 2002) CERN European Organization for Nuclear Research, Geneve, Switzerland
-

FUNDING ID

PI ATTRACT <https://attract-eu.com> - "A STimulated EMission Sensor" (STEMS) project funded by EU Commission, 100 keuro, 1 year duration, project closure 2020

Responsible WP2 of the INFN AXION MAterials (AXIOMA) project funded by INFN group 5 call, 1 Meuro, 5 years, closure 2018

PI Project "Mode-locked laser systems to investigate quantum electrodynamics effects "
funded by University of Padova, 75 keuro, project closure 31/03/2016

Organization of scientific events

Organizing Committee "Axions: Experimental, Cosmological and Theoretical Aspects" Workshop, Padova (2020)
Scientific secretary of the "Dark Matter" session at EPS-HEP 2017, Venezia (2017).
Technical Program Chair at "Casimir Physics", Les Houches (France) (2014).

Editor: PoS EPS-HEP2017 congress (Dark Matter)

International Patents

C. Braggio

Title: **Method and system for characterizing short and ultrashort laser pulses emitted with a high repetition rate**

International application number PCT/IB2014/061062

Teaching activity

From AA 2015/2016 to (– current) General Physics 2, Material Science (Padova University).
From AA 2010/2011 to AA 2012/2015 Optics Laboratory, Physics (Padova University).

Presentations / Invited seminars

1. FPUA (11th workshop on Fundamental Physics Using Atoms) Okinawa, 1-4/03/2019
Title: *Macro-coherence in YLF:Er³⁺*
2. VISTAS on Detector Physics Workshop, Heidelberg, 30/09 and 01/10/2019
Title: *Probing the axion-electron coupling in cm-scale atomic targets* -invited-
3. Invisibles18 Workshop, Karlsruhe, 3-7/09/2018
Title: *Axion - Experiments overview* -invited-

4. QUANTUM Seminars, Mainz, 02/09/2017
Title: *Detection of axion dark matter in condensed matter, with a focus on tabletop-scale experiments* **-invited-**
5. GPMFC Workshop: Ultralight Dark Matter at the APS April Meeting 2017, 27/01/2017, Washington (USA)
Title: *Magnetized Media as Detectors for Galactic Axions* **-invited-**
6. UMC 2017- **Ultrafast Magnetism Conference**, Kaiserslautern 9-13/10/2017
Title: *Optical control of the magnetization in YIG via multi-GHz laser pulses*
7. First International Conference on Quantum gases, Fundamental interactions, and Cosmology, Pisa 25-27/10/2017
Title: *Detection of axion dark matter in solid state materials: exploiting the axion-electron coupling*
8. Workshop on Axion Physics and Experiments, 27-28/03/2017 Laboratori Nazionali di Frascati
Title: *AXIOMA: Rare-earth doped materials as detectors for Galactic Axions* **-invited-**
9. FISMAT 2017, Congresso nazionale di fisica della materia condensata, Trieste 2-6/10/2017
Title: *Optical manipulation of a magnon-photon hybrid system*
10. 2nd ATTRACT TWD Symposium in detection and imaging, 11/10/2016 Strasburgo
Title: *Laser techniques for a new class of scintillators*
11. 12th PATRAS Workshop on Axions, Wimps and Wisps, 20-24/06/2016 Jeju Islands, (South Korea)
Title: *QUAX and AXIOMA: new experimental methods in axion detection*
12. ANSRI2016 (Applications of Novel Scintillators for Research and Industry) workshop, 11-13/05/2016, Dublino
Title: *Laser-driven scintillation detectors*
13. 101° congresso SIF, 26-30/09/2016 Padova
Title: *Magnetized Media as Detectors for Galactic Axions*
14. IEEE Nuclear Science Symposium, 31/10-7/11/2019 San Diego (USA)
Title: *Particle detection through the quantum counter concept in YAG:Er³⁺*
15. IFD 2015 (INFN workshop on future detectors), 16-18/12/2015, Torino
Title: *New detectors for axions*
16. FISMAT 2015, Congresso nazionale di fisica della materia condensata 28/09–03/10/2015, Palermo
Title: *Quantum vacuum experiments in 3D cavities*
17. SPIE Photonics Europe 2014, 14-17/04/2014, Bruxelles
Title: *Laser-induced microwave generation with nonlinear optical crystals*
18. 99° congresso SIF, 26-30/09/2014, Pisa
Title: *A laser-excited semiconductor wall*
19. Casimir Physics Workshop, 11-16/03/2012, Leiden
Title: *MIR: an experiment to detect the Dynamical Casimir Effect*
20. Workshop "New trends in the physics of the quantum vacuum: from condensed matter, to gravitation and cosmology, 26-30/06/2011, Trento
Title: *MIR: an experiment to detect the Dynamical Casimir Effect*
21. International workshop on the dynamical Casimir effect, 6-8 Giugno 2011, Padova
Title: *The MIR experiment: status and perspectives*

Publications

D. Alesini, C. Braggio, G. Carugno, N. Crescini, D. D'Agostino, D. Di Gioacchino, R. Di Vora, P. Falferi, S. Gallo, U. Gambardella, C. Gatti, G. Iannone, G. Lamanna, C. Ligi, A. Lombardi, R. Mezzena, A. Ortolan, R. Pengo, N. Pompeo, A. Rettaroli, G. Ruoso, E. Silva, C. C. Speake, L. Taffarello, and S. Tocci

[39] **Galactic axions search with a superconducting resonant cavity**

Phys. Rev D **99** 101101 (2019)

S. Vasiukov, F. Chiossi, C. Braggio, G. Carugno, F. Moretti, E. Bourret, and S. Derenzo

[38] **GaAs as a Bright Cryogenic Scintillator for the Detection of Low-Energy Electron Recoils From MeV/c² Dark Matter**

IEEE Trans. Nucl. Sci. **66** 2333 (2019)

D. Di Gioacchino, C. Gatti, David Alesini, C. Ligi, S. Tocci, A. Rettaroli, G. Carugno, N. Crescini , G. Ruoso, C. Braggio, P. Falferi, C. S. Gallo, U. Gambardella, G. Iannone, G. Lamanna, A. Lombardi, R. Mezzena, A. Ortolan, R. Pengo, E. Silva, and N. Pompeo

[37] **Microwave Losses in a DC Magnetic Field in Superconducting Cavities for Axion Studies**

IEEE Trans. Appl. Sup. **29** 3500605 (2019)

N. Crescini, D. Alesini, C. Braggio, G. Carugno, D. Di Gioacchino, C. S. Gallo, U. Gambardella, C. Gatti, G. Iannone, G. Lamanna, C. Ligi, A. Lombardi, A. Ortolan, S. Pagano, R. Pengo, G. Ruoso , C. C. Speake, L. Taffarello

[36] **Operation of a ferromagnetic axion haloscope at $m_a = 58 \mu\text{eV}$**

Eur. Phys. J. C **78** 703 (2018)

C Braggio, G Carugno, A F Borghesani , V V Dodonov, F Pirzio and G Ruoso

[35] **Generation of microwave fields in cavities with laser-excited nonlinear media: competition between the second- and third-order optical nonlinearities**

J. Opt **20** 095502 (2018)

C. Braggio, G. Carugno, M. Guarise, A. Ortolan, G. Ruoso

[34] **Optical Manipulation of a Magnon-Photon Hybrid System**

Phys. Rev. Lett. **118** 107205 (2017)

C. Braggio, G. Carugno, F. Chiossi, A. Di Lieto, M. Guarise, P. Maddaloni, A. Ortolan, G. Ruoso, L. Santamaria, J. Tasseeva, M. Tonelli

[33] **Axion dark matter detection by laser induced fluorescence in rare-earth doped materials**

Scientific Reports **7** 15168 (2017)

R. Barbieri, C. Braggio, G. Carugno, C.S. Gallo, A. Lombardi, A. Ortolan, R. Pengo, G. Ruoso, C.C. Speake

[32] **Searching for galactic axions through magnetized media: The QUAX proposal**

Phys. Dark Universe **15** 135-141 (2017)

N. Crescini, C. Braggio, G. Carugno, P. Falferi, A. Ortolan, G. Ruoso

[31] **Improved constraints on monopole-dipole interaction mediated by pseudo-scalar bosons**

Phys. Lett. B **773** 667-680 (2017)

A.F. Borghesani, C. Braggio, G. Carugno, F. Chiossi, M. Guarise

[30] **Cathodo- and radioluminescence of Tm³⁺:YAG and Nd³⁺:YAG in an extended wavelength range**

J. Lumin. **190** 29-36 (2017)

N. Crescini, C. Braggio, G. Carugno, P. Falferi, A. Ortolan, G. Ruoso

[29] **The QUAX-g_pg_s experiment to search for monopole-dipole Axion interaction**

Nucl. Instrum. Meth. A **842** 109-113 (2017)

F. Chiossi, K. Brylew, A.F. Borghesani, C. Braggio, G. Carugno, W. Drozdowski, M. Guarise

[28] **A new technique for infrared scintillation measurements**

Nucl. Instrum. Meth. A **855** 13-15 (2017)

M. Guarise, C. Braggio, R. Calabrese, G. Carugno, A. Dainelli, A. Khanbekyan, E. Luppi, E. Mariotti, M. Poggi, L. Tomassetti

[27] **Experimental set-up for the growth of solid crystals of inert gases for particle detection**

A. F. Borghesani, C. Braggio, M. Guarise

[26] **Microwave emission by nonlinear crystals irradiated with a high-intensity, mode-locked laser**
J. Opt. **18** 065503 (10pp) (2016)

G. Ruoso, A. Lombardi, A. Ortolan, R. Pengo, C. Braggio, G. Carugno, C. S. Gallo, Speake

[25] **The QUAX proposal: A search of galactic axion with magnetic materials**
J. Phys.: Conf. Ser. **718** 042051 (2016)

A. F. Borghesani, C. Braggio, G. Carugno, F. Chiossi, A. Di Lieto, M. Guarise, G. Ruoso, M. Tonelli

[24] **Particle detection through the quantum counter concept in YAG:Er³⁺**
Appl. Phys. Lett. **107** 193501 (2015)

C. Braggio

[23] **Ultrafast plasma mirrors in the microwave range**
IL NUOVO CIMENTO **38 C** 69 (2015)

L. Santamaria, C. Braggio, G. Carugno, V. Di Sarno, P. Maddaloni, G. Ruoso

[22] **Axion dark matter detection by laser spectroscopy of ultracold molecular oxygen: a proposal**
New J. Phys. **17** 113025 (2015)

M. Antezza, C. Braggio, G. Carugno, A. Noto, R. Passante, L. Rizzato, G. Ruoso, S. Spagnolo

[21] **Optomechanical Rydberg-Atom Excitation via Dynamic Casimir-Polder Coupling**
Phys. Rev. Lett. **113** 023601 (2014)

C. Braggio, A. F. Borghesani

[20] **A contactless microwave-based diagnostic tool for high repetition rate laser systems**
Rev. Sci. Instrum. **85** 023105 (2014).

C. Braggio, G. Carugno, A. Lombardi, G. Ruoso, R. K. Sirugudu

[19] **Large area photodetector based on microwave cavity perturbation techniques**
J. Appl. Phys. **116** 044513 (2014)

F. Borghesani, C. Braggio, G. Carugno, F. Della Valle, G. Ruoso

[18] **Laser-induced microwave generation with nonlinear optical crystals**
Nonlinear optics and its applications VIII, Proc. of SPIE **9136** 913609-1 (2014)

A. F. Borghesani, C. Braggio, G. Carugno

[17] **Generation of microwave radiation by nonlinear interaction of a high-power, high-repetition rate, 1064 nm laser in KTiOPO₄ crystals**
Optics Letters **38** 4465-4468 (2013).

G. Galeazzi, A. Lombardi, G. Ruoso, C. Braggio, G. Carugno, F. Della Valle, D. Zanello, V. V. Dodonov

[16] **Experimental study of microwave photon statistics under parametric amplification from a single mode thermal state in a cavity**
Phys. Rev. A **88** 053806 (2013).

C. Braggio, G. Carugno, F. Della Valle, G. Galeazzi, A. Lombardi, G. Ruoso, D. Zanello

[15] **The measurement of a single-mode thermal field with a microwave cavity parametric amplifier**
New Journal of Physics, **15** (2013) 013044.

B. Baiboussinov, C. Braggio, A. Cardini, G. Carugno, F. Congiu, S. Gain, G. Galeazzi, A. Lai, A. Lehman, P. Mocci, A. Mura, F. Quochi, M. Saba, B. Saitta, G. Sartori

[14] **An active electron polarized scintillating GSO target for neutrino physics**
Nucl. Instr. Meth. A, **694**, 335-340 (2012).

A. Agnesi, C. Braggio, G. Carugno, G. Galeazzi, G. Messineo, F. Pirzio, G. Reali, G. Ruoso

[13] **A laser system for the parametric amplification of electromagnetic fields in a microwave cavity**
Rev. Sci. Instrum., **82**, 115107 (2011).

G. Giunchi, A. Figini Albisetti, C. Braggio, G. Carugno, G. Messineo, G. Ruoso, G. Galeazzi, F. Della Valle
[12] **A Re-Entrant MgB₂ Cavity for Dynamic Casimir Experiment**
IEEE Trans. Appl. Supercond. **22** 745 (2011)

C. Braggio, G. Bressi, G. Carugno, F. Della Valle, G. Galeazzi, G. Ruoso
[11] **Characterization of a low noise microwave receiver for the detection of vacuum photons**
Nucl. Instrum. Meth. A **22** 451-455 (2009)

C. Braggio, M. Boscardin, G. Bressi, G. Carugno, D. Corti, G. Galeazzi, N. Zorzi
[10] **Large volume cryogenic silicon detectors**
Nucl. Phys. B (Proc. Suppl.) **197** 78-82 (2009)

A. Agnesi, C. Braggio, L. Carrà, F. Pirzio, S. Lodo, G. Messineo, D. Scarpa, A. Tomaselli, G. Reali, C. Vacchi
[9] **Laser system generating 250-mJ bunches of 5-GHz repetition rate, 12-ps pulses**
Opt. Express **16** 15811 (2008)

A. Agnesi, C. Braggio, G. Bressi, G. Carugno, G. Galeazzi, F. Pirzio, G. Reali, G. Ruoso, D. Zanello
[8] **MIR status report: an experiment for the measurement of the dynamical Casimir effect**
J. Phys. A: Math. Theor. **41** 164024 (7pp) (2008)

C. Braggio, G. Bressi, G. Carugno, A. V. Dodonov, V. V. Dodonov, G. Galeazzi, G. Ruoso, D. Zanello
[7] **Resonance frequency shift in a cavity with a thin conducting film near a conducting wall**
Phys. Lett. A **363** 33-37 (2007)

C. Braggio, G. Bressi, G. Carugno, G. Galeazzi, A. Serafin
[6] **One-cm-thick Si detector at LHe temperature**
Nucl. Instrum. Meth. A **580** 1327-1330 (2007)

A. Agnesi, L. Carrà, F. Pirzio, D. Scarpa, A. Tomaselli, G. Reali, C. Vacchi
[5] **High-gain diode-pumped amplifier for generation of microjoule-level picosecond pulses**
Opt. Express **14** 9244 (2006)

C. Braggio, G. Bressi, G. Carugno, E. Feltrin G. Galeazzi
[4] **Massive silicon or germanium detectors at cryogenic temperature**
Nucl. Instrum. Meth. A **568** 412-415 (2006)

A. Agnesi, F. Pirzio, A. Tomaselli, G. Reali, C. Braggio
[3] **Multi-GHz tunable-repetition-rate mode-locked Nd:GdVO₄ laser**
Opt. Express **13** 5302 (2005)

C. Braggio, G. Bressi, G. Carugno, C. Del Noce, G. Galeazzi, A. Lombardi, A. Palmieri, G. Ruoso, D. Zanello
[2] **A novel experimental approach for the detection of the dynamical Casimir effect**
Europhys. Lett. **70** 754 (2005)

C. Braggio, G. Bressi, G. Carugno, A. Lombardi, A. Palmieri, G. Ruoso, D. Zanello
[1] **Semiconductor microwave mirror for a measurement of the dynamical Casimir effect**
Rev. Sci. Instrum. **75** 4967 (2005)



EMAIL: alessandro.renzi@pd.infn.it

ORCID ID: 0000-0001-9856-1970

• ESPERIENZA PROFESSIONALE

04/09/2017 –

Ricercatore INFN a tempo determinato presso la sezione di Padova, Via Marzolo 8, 35131 Padova - Italia. Collaborazione all'attività di integrazione della Warm Electronic dello strumento NISP del satellite EUCLID nell'ambito di attività del gruppo INFN di Padova. Sviluppo di codici ed algoritmi di estimatori per l'analisi massiva dei dati di EUCLID con particolare riguardo all'analisi di cross-correlazione tra i cataloghi di Large Scale Structures di EUCLID e la Cosmic Microwave Background di PLANCK, la stima dei parametri cosmologici relativi alle specie relativistiche (neutrini) e test di modelli cosmologici di dark energy. Sviluppo di codici e algoritmi per l'analisi di dati cosmologici con tecniche di machine learning quali ad esempio thresholding e LASSO con wavelets(/needlets).

21/11/2016 – 19/05/2017

Borsa di Ricerca finalizzata al completamento di ricerche in corso dal titolo “Analisi Statistica di Mappe di Fondo Cosmico Di Microonde” presso l’area di fisica della SISSA, via Bonomea 265, 34136 Trieste, Italia. Vengono svolte analisi dati di non-Gaussianità primordiale dalle mappe di CMB di PLANCK e vengono sviluppati codici e algoritmi per l’analisi dei dati di EUCLID.

01/11/2013 – 31/10/2016

Assegno di ricerca ERC grant n. 277742 Pascal, Dipartimento di Matematica, Università di Roma Tor Vergata, Via Della Ricerca Scientifica 1, 00133 Roma, Italia.

Le attività di ricerca svolte in questo assegno di ricerca finanziato con un grant europeo riguardano l’applicazione e lo sviluppo di innovative tecniche wavelets(/needlets) per l’analisi di dati distribuiti sulla sfera come nel caso della cosmologia CMB e LSS. Durante il periodo dell’assegno di ricerca sono stati analizzati i dati del satellite Planck anche con le tecniche sviluppate in questo assegno. Si sono iniziati a sviluppare codici per l’utilizzo di tecniche di machine learning con wavelets(/needlets).

01/11/2012 – 31/10/2013

Assegno di ricerca finanziato dal PRIN “La Ricerca di Non-Gaussianità Primordiale” associato all’unità di ricerca del Prof. Sabino Matarrese, Dipartimento di fisica e astronomia, Università di Padova, via Marzolo 8, 35131 Padova, Italia

L’attività di ricerca riguarda l’analisi dei dati del satellite PLANCK per lo studio della non-Gaussianità primordiale, per la prima release di dati del 2013.



• ISTRUZIONE E FORMAZIONE

10/05/2013 **Dottorato in Astrofisica**

Settore di Astrofisica, Scuola Internazionale Superiore di Studi Avanzati (SISSA), Italia

Titolo della Tesi di Dottorato: "Primordial non-Gaussianity with Planck"

Relatore: Prof. Carlo Baccigalupi (SISSA); **Co-relatore:** Dott. Michele Liguori (Univ. of Padova)

In questa tesi vengono riportate le analisi dati di non-Gaussianità primordiale applicati ai dati del satellite Planck provenienti dalla prima release del 2013.

17/07/2008 **Laurea Specialistica in Fisica**

Dipartimento di Fisica e Astronomia, Università di Padova, Italia

Titolo della Tesi di Laurea: "Non-Gaussianity and Gravitational Lensing in Temperature and Polarization pattern of the CMB"

Relatore: Prof. Sabino Matarrese (Univ. di Padova); **Co-Relatori:** Prof. Andrew H. Jaffe (Imperial College, London), Prof. Nicola Bartolo (Univ. di Padova)

Voto: 110/110 con lode

In questa tesi viene descritto lo sviluppo di un algoritmo per la stima del segnale di lensing da mappe in temperatura e polarizzazione della CMB, considerando inoltre le sistematiche introdotte da un eventuale segnale di non-Gaussianità primordiale.

• BORSE DI STUDIO

2006 – 2007 **Erasmus**, 1 anno accademico del Master of Science in fisica presso Physics Department, Imperial College, London, UK

Viene seguito un intero anno di corsi del Master of Science in fisica dell'Imperial College e vengono svolti esami ed una dissertazione finale, ottenendo il diploma internazionale dell'Imperial College denominato ICID.

• RELATORE DI STUDENTI DI LAUREA E DOTTORATO

2018 – [Co-relatore] **Giovanni Verza**, studente di dottorato del dipartimento di Fisica e Astronomia dell'Università di Padova, Italia, associato con INFN
Sviluppo di algoritmi per l'analisi dati del satellite EUCLID con l'uso di Vuoti cosmologici.

• MENTORING DI STUDENTI DI LAUREA E DOTTORATO

2016 – 2016 **Vittorio Masia**, studente di laurea del corso in Fisica del dipartimento di Fisica e Astronomia dell'Università di Padova, Italia
Supporto nelle attività di analisi dati per uno stage all'interno del gruppo Research GROup in Astronomy and Physics Education (GRAPE) che si occupa di didattica della Fisica e dell'Astronomia.

2016 – **Filippo Oppizzi**, studente di dottorato del dipartimento di Fisica e Astronomia dell'Università di Padova, Italia
Supporto nell'estensione dell'estimatore di non-Gaussianità primordiale KSW a modelli di bispettro di tipo scale-dependent per l'analisi dei dati del satellite Planck. Supporto nello sviluppo di algoritmi di machine learning, in particolare thresholding e LASSO con wavelets(/needlets) per l'analisi di foregrounds galattici diffusi.



2015 – 2016 **Federico Bianchini**, studente di dottorato del settore di Astrofisica
Supporto allo sviluppo e validazione di un estimatore di cross-correlazione CMB lensing-galassie basato su wavelets(/needlets).

2014 – 2016 **Antonino Troja**, studente di dottorato del dipartimento di Fisica dell’Università di Milano, Italia
Supporto allo sviluppo di un estimatore di trispettro basato su wavelets(/needlets) per lo studio della non-Gaussianità primordiale da applicare all’analisi dei dati di Planck.

2012 – 2013 **Daniela Saadeh**, studente di laurea del corso in Fisica del dipartimento di Fisica e Astronomia dell’Università di Padova, Italia
Supporto allo sviluppo di tecniche numeriche per l’analisi di modelli cosmologici anisotropi.

• VISITING POSITIONS

- 2012 **Visiting Student**, 1 Mese, Institute of Theoretical Astrophysics, University of Oslo, Norway
Sviluppo di tecniche di analisi dati quali Conjugate-Gradient applicate al Wiener filtering di mappe di fondo di radiazione cosmica per l’analisi di non-Gaussianità primordiale CMB.
- 2011 **Visiting Student**, 2 Settimane, Institut d’Astrophysique de Paris (IAP), France
Sviluppo di estimatori di non-Gaussianità primordiale CMB con tecniche armoniche.
- 2010 **Visiting Student**, 1.5 Mesi, Department of Applied Mathematics and Theoretical Physics (DAMTP), University of Cambridge, UK
Sviluppo di estimatori di non-Gaussianità primordiale CMB con tecniche pixel-based.

• PRIZES AND AWARDS

- 2018 **Abilitazione Scientifica Nazionale (Seconda Fascia)**
02/C1 Astronomia, Astrofisica, Fisica della Terra e dei pianeti
- 2018 **Gruber Cosmology Prize - Planck Team**
The Gruber Foundation - Yale University, USA
Menzione specifica come membro del Planck Team. Nel Gruber Prize sono menzionato esplicitamente come componente del Planck Team a cui è stato assegnato questo premio.
“The ESA Planck satellite observatory, under the leadership of Jean-Loup Puget and Nazzareno Mandolcsi, collected data from the Cosmic Microwave Background at an unprecedented level of accuracy. Those observations provide virtually irrefutable evidence in support of the standard model of the universe on the smallest to the largest scales.”
- 2018 **RAS Group Achievement Award ‘A’ - Planck Team**
Royal Astronomical Society, UK
“Planck has been transformative precisely due its unprecedented precision. This award recognizes the large and international team of scientists and engineers who have been essential to its success”.

Planck Scientist

ESA' Satellite Planck Collaboration

“Planck scientist” è uno status all'interno della collaborazione Planck che dà diritto di authorship per tutte le pubblicazioni Planck. Viene assegnato solamente ai membri della collaborazione che hanno dato un decisivo contributo all'esperimento Planck in termini di fondazione teorica o hardware dell'esperimento o di decisivo contributo all'analisi dati.

**Imperial College International Diploma (ICID)**

Physics Department, Imperial College, London, UK

“The Imperial College International Diploma (ICID) may be awarded to international students of the College who have satisfactorily completed an approved course of study over not less than one academic year and have complied with all the requirements of the College: candidates are normally required to obtain an overall score average of 50% or better, and present a dissertation which will be assessed by two members of the academic staff.”

Il progetto sviluppato durante questo anno ha per titolo “Weak lensing of CMB polarization”, con relatore: Prof. Andrew H. Jaffe (Imperial College, London) e con contro-relatore: Prof. Carlo Contaldi (Imperial College, London). Lo scopo del progetto ha riguardato lo sviluppo di un algoritmo per l'analisi del segnale di lensing della CMB.

- **PRINCIPALI COLLABORAZIONI ED ATTIVITÀ**

Euclid Consortium Member

Membro del consorzio internazionale dedicato allo studio dei dati del satellite ESA, EUCLID. Responsabile dello sviluppo e della validazione del codice ufficiale per la stima dello spettro di potenza dalle Large Scale Structures, uno dei prodotti principali del satellite EUCLID. Responsabile dello sviluppo di algoritmi e codici per lo studio della cross-correlazione tra i dati di EUCLID e i dati di PLANCK, all'interno del “Science Working Group of CMBX Cross-Correlation”. Membro del progetto “Voids” del Work Package “Additional Galaxy Clustering Probes” che si occupa di analizzare i dati dei “vuoti” di EUCLID per la stima di parametri cosmologici e di selezione di modelli di dark energy.

Work Package Leadership - Correlation of CMB lensing with LSS Tracers

Euclid Consortium

Co-Leader, responsabile dell'organizzazione e dello sviluppo del Work Package (WP) “Correlation of CMB lensing with LSS Tracers” per l'analisi dati della cross-correlazione tra il lensing della CMB di PLANCK con i dati di EUCLID. Il ruolo di co-leader prevede il coordinamento dei vari membri che sviluppano codici ed algoritmi per questo WP. Il WP è gestito insieme ad un altro co-leader e coinvolge un team di circa 10 membri.

Power Spectrum Official Code Developer and Validator

EUCLID Consortium

Responsabile dello sviluppo e validazione del codice ufficiale per la stima del power spectrum di EUCLID.

Il power spectrum è uno dei prodotti fondamentali dell'esperimento EUCLID ed è la base per le principali analisi dati quali stima dei parametri e test di modelli cosmologici e di fisica delle alte energie.



Per lo sviluppo di questo codice sono affiancate da un ulteriore membro che si occupa della scrittura del codice e della sua validazione, e da un altro membro che si occupa di integrare il codice nella pipeline dell'esperimento.

2014 – 2016 **Associazione Scientifica INFN**

INFN Roma Tor Vergata, Roma, Italia

Membro del progetto di ricerca INFN CSN4 denominato “InDark (Inflation, Dark Matter and the Large-Scale Structure of the Universe)”, che studia le interconnessioni tra la fisica delle particelle e aspetti cruciali del modello standard cosmologico.

2012 – 2013 **Associazione Scientifica INFN**

INFN Padova, Padova, Italia

Membro del progetto di ricerca INFN CSN4 denominato “InDark”.

2012 – 2012 **Associazione Scientifica INFN**

INFN Trieste, Trieste, Italia

Membro del progetto di ricerca INFN CSN4 denominato “InDark”.

2010 – **Planck Associate**

Membro del consorzio internazionale dedicato allo studio dei dati del satellite ESA, Planck.

Membro del gruppo di non-Gaussianità formato da circa dieci elementi inclusi 2 coordinatori.

Responsabile per la collaborazione PLANCK dello sviluppo del codice dello stimatore di riferimento (denominato KSW) e delle analisi dati della non-Gaussianità primordiale. Questo codice ha fornito i valori ufficiali della non-Gaussianità primordiale misurata dal satellite PLANCK.

Responsabile dello sviluppo del codice dello stimatore denominato SkewCl, delle relative analisi dati e dello studio delle sistematiche indotte dai foregrounds diffusi per la non-Gaussianità primordiale nello spazio armonico.

Responsabile dello sviluppo del codice dello stimatore denominato Modal-Needlet, delle relative analisi dati e dello studio delle sistematiche indotte dai foregrounds diffusi per la non-Gaussianità primordiale nello spazio wavelets(/needlets).

• NETWORKING

Fisica:

France Prof. Benjamin Wandelt (Director of Lagrange Institute, Paris)

Italy Prof. Carlo Baccigalupi (SISSA, Trieste), Prof. Nicola Bartolo (Univ. di Padova), Prof. Enzo Branchini (Univ. di Roma 3), Dr. Stefano Dusini (INFN, Padova), Dr. Jun Koda (Univ. di Roma 3), Dr. Michele Liguori (Univ. di Padova), Prof. Sabino Matarrese (Univ. di Padova), Dr. Nicoletta Mauri (Univ. di Bologna), Dr. Emiliano Sefusatti (OATS, Trieste), Dr. Chiara Sirignano (Univ. di Padova), Dr. Luca Stanco (INFN, Padova), Prof. Matteo Viel (SISSA, Trieste)

Norway Prof. Frode K. Hansen (Univ. of Oslo)

UK Dr. James Fergusson (Univ. of Cambridge), Prof. Alan Heavens (Director of Imperial Centre of Inference and Cosmology, Imperial College, London), Prof. Paul Shellard (Director of Centre for Theoretical Cosmology, Univ. of Cambridge)



Statistica e Data Science:

Germany Dr. Claudio Durastanti (Univ. of Ruhr-Bochum)
Italy Dr. Valentina Cammarota (Univ. di Roma Tor Vergata), Prof. Domenico Marinucci (Univ. di Roma Tor Vergata)
South Africa Dr. Yabebal Fantaye (AIMS)

• CITATIONI E H-INDEX

dal database INSPIRE-HEP - Febbraio 2019

- Numero di Articoli pubblicati: 60
- Numero di Citazioni: 18459
- h-index: 37

dal database ADS/NASA - Febbraio 2019

- Numero di Articoli pubblicati: 66
- Numero di Citazioni: 18068
- h-index: 42

• ATTIVITÀ ISTITUZIONALI E DI RAPPRESENTANZA

2011 – 2012 **Rappresentante degli studenti** per il settore di Astrofisica e membro del Consiglio degli Studenti della Scuola, SISSA, Trieste, Italia
Rappresentante degli studenti nel Consiglio di settore e nel Consiglio della Scuola (ruolo conferito al primo della lista degli eletti di ogni curriculum) per 2 anni.
2011 – 2012 **Presidente e fondatore** del SISSA Club per le attività extracurricolari, sportive e di socializzazione, SISSA, Trieste, Italia

• LINGUE CONOSCIUTE

- Italiano, scritto e orale: livello madrelingua
- Inglese, scritto e orale: livello esperto

• COMPETENZE COMPUTAZIONALI

La mia attività di analisi dati mi ha portato a sviluppare svariate competenze computazionali. Di seguito sono riportati gli strumenti che utilizzo comunemente nel mio lavoro.

Linguaggi di programmazione: Fortran, C, C++, Python; R, Bash scripting, Julia

Parallel Programming API: OpenMP, MPI, CUDA, Spark, Hadoop, OpenCL, OpenACC

Debugging e strumenti di Ottimizzazione: gdb, tau, valgrind, TotalViews, Allinea Software, PAPI

Software scientifici e di Version Control: Mathematica, Matlab, IDL, Bitbucket, GitHub

Librerie scientifiche: Healpix, FFTW, HDF5 PARALLEL, netCDF, FITS, LAPACK, BLAS, GSL, ScaLAPACK, PBLAS, MKL, PLASMA, MAGMA, Numpy, Scipy, matplotlib, astropy, h5py



Esperienze in HPC Farm - Clusters

Nel corso degli anni ho utilizzato diversi sistemi computazionali per l'analisi dei dati. Macchine con caratteristiche hardware diverse, mi hanno permesso di sviluppare software parallelo ottimizzato per la maggior parte dei cluster attualmente presenti sul mercato. Le specifiche tecniche di queste macchine possono essere trovate online nei siti istituzionali dei centri di calcolo citati:

- Carver, Hopper, Edison e Cori (NERSC, Berkeley Lab's Oakland Scientific Facility, USA);
- COSMOS Supercomputer (DAMTP, University of Cambridge, UK);
- SP6, Marconi (Cineca, Italia);
- HG1 e Ulysses (SISSA, Italia)

Scuole e corsi in High Performance Computing:

Di seguito sono elencati i corsi in cui ho acquisito nuove competenze computazionali o in cui ho aggiornato le mie conoscenze.

- 2018 **10th edition of the INFN International School on “Architectures, tools and methodologies for developing efficient large scale scientific computing applications” ESC18** (Bertinoro, Italia)
Efficient Scientific Computing in C++
- 2016 **Parallel I/O and management of large scientific data** (Cineca, Italia)
MPI I/O and PARALLEL HDF5 parallel libraries
- 2016 **Tools and techniques for massive data analysis** (Cineca, Italia)
Basic principles of Python, MapReduce, and technologies like Hadoop and Spark. Basic understandings for problem analysis and optimization. Project design and strategies for building a scalable data analysis application.
- 2016 **Debugging and Optimization of Scientific Applications** (Cineca, Italia)
Computer architectures: cache memory, cache coherency, cache padding, memory alignment, pipeline, branch prediction. Introduction to compilers: what is and how a compiler does work. Optimization techniques: aliasing, interprocedural analysis, inlining, loop unrolling, intrinsic functions. Profiling and debugging tools. Scientific libraries.
- 2016 **Introduction to Scientific and Technical Computing in C++** (Cineca, Italia)
Procedural C++; Introduction to Object Oriented programming; Classes, inheritance, polymorphism; Function and class templates; Introduction to the Standard Template Library (STL) and its use. Advanced topics such as Template Meta-Programming,
- 2016 **Introduction to Scientific and Technical Computing in C** (Cineca, Italia)
An overview of C language; our first C program and the tools needed to write it; the pre-processor; basic data types and aggregates; arithmetic; dynamic memory management and strings; I/O textual and binary; robustness and efficient code writing.
- 2015 **Programming paradigms for new hybrid architectures**, (Cineca, Italia)
GPGPU and CUDA programming, Intel MIC programming, OpenCL, Exascale challenges
- 2011 **Advanced School in High Performance and GRID Computing [SMR 2232]**, (ICTP, Trieste, Italia)
Advanced OpenMP and MPI, Hybrid OpenMP/MPI, Scientific Data Management and Parallel Filesystem, introduction to GPU programming, introduction to GRID computing.
- 2009 **Course on MPI for parallel programming** (ICTP, Trieste, Italia)
- 2009 **Advanced School in High Performance and GRID Computing - Concepts and Applications [SMR 2068]**, (ICTP, Trieste, Italia)
Introduction to Optimization, Profiling, OpenMP and MPI.

- CONFERENZE, MEETING, SCUOLE E WORKSHOP

INFN
AOO_PD-2020-0000242
del 03/06/2020



Come membro delle collaborazioni PLANCK ed EUCLID vengono periodicamente seguiti meeting internazionali e teleconferenze per aggiornare le collaborazioni sugli sviluppi delle proprie attività di ricerca.

Talk e poster presentati:

- 2018 **Invited Talk** – Workshop: “Hot Topics in modern Cosmology” (Cargese, Corse, France) - Title: “Analyzing the CMB and LSS in the Big Data Era”
- 2018 **Talk** – Workshop: “UniVersum” (Bologna, Italy) - Title: “Massive Parallel CMB”
- 2018 **Invited Talk** – Meeting: “ASI/COSMOS Early Universe meeting” (Padova, Italy) - Title: “Needlet CMB analysis”
- 2017 **Invited Talk** – Workshop: “SM&FT 2017 - The XVII workshop on Statistical Mechanics and non-Perturbative Field Theory” (Bari, Italy) - Title: “The Euclid Mission”
- 2017 **Invited Talk** – Workshop: “SM&FT 2017 - The XVII workshop on Statistical Mechanics and non-Perturbative Field Theory” (Bari, Italy) - Title: “InDark: Inflation, Dark Matter and the Large-Scale Structure of the Universe”
- 2017 **Talk** – Workshop: “Getting ready for science. Euclid Galaxy Clustering under Science Performance Review” (Sexten, Italy) – Title: “Validating power spectrum estimators”
- 2017 **Talk** – Workshop: “UniVersum” (Torino, Italy) - Title: “Computational challenges in the forthcoming cosmological data analysis”
- 2015 **Talk** – Conference: “6th Young Researcher Meeting” (L’Aquila, Italy) – Title: “A directional analysis with a needlet-based modal estimator in temperature and polarization”
- 2015 **Talk** – Workshop: “From Inflation to Galaxies: a workshop in honor of Sabino Matarrese” (Castiglioncello, Italy) – Title: “A directional analysis with a needlet-based modal estimator in temperature and polarization”
- 2012 **Invited Poster** – Workshop: “Critical Tests of Inflation Using Non-Gaussianity” (Garching, Germany) – Title: “Primordial non-Gaussianity and diffuse Galactic emission”
- 2012 **Talk** – Workshop: “Computer science and statistics contemporary CMB data analysis. Big Bang, Big Data, Big Computers” (Paris, France) – Title: “Primordial non-Gaussianity and diffuse Galactic emissions”
- 2011 **Talk** – Conference: “TAUP” (Munich, Germany) – Title: “fNL from galactic foregrounds”

Partecipazioni senza presentazioni:

- 2018 Workshop: “Euclid Galaxy Clustering - Weak Lensing SWG joint meeting” (Milan, Italy)
- 2018 School: “ESC 18 – Tenth INFN International School on Architectures, tools and methodologies for developing efficient large scale scientific computing applications” (Bertinoro, Italy)
- 2018 Workshop: “ASI/COSMOS: Astroparticle and Fundamental Physics with the CMB” (Ferrara, Italy)
- 2018 Workshop: “ASI/COSMOS: Foregrounds” (SISSA, Trieste, Italy)
- 2015 Conference: “Fourteenth Marcel Grossmann Meeting – MG14” (Roma, Italy)
- 2014 Conference: “PLANCK 2014 - The microwave sky in temperature and polarization” (Ferrara, Italy)
- 2013 Workshop: “Cosmology and Fundamental Physics with Planck” (Geneve, Switzerland)
- 2011 Workshop: “IDEALS: Investigating Dark Energy At Large Scales.” (Trieste, Italy)
- 2010 School: “ICTP: Summer School in Cosmology.” (Trieste, Italy)
- 2009 School: “School of Astrophysics ‘Francesco Lucchin’: Cosmological backgrounds – Statistical methods for Astrophysics.” (Bertinoro, Italy)

- 2009 School: "International School of Astro-Particle Physics, European Doctorat
Microwave Background and Fundamental Interaction Physics." (Como, Italy)
- 2008 Workshop: "Novicosmo 2008: The Impact of Simulations in Cosmology and Galaxy Formation."
(Trieste, Italy)



INFN
AOO_PD-2020-0000242
del 03/06/2020
PP): Cosmic

Sintesi dell'attività di ricerca

L'universo primordiale, l'universo osservabile, e gli esperimenti che li misurano

La mia principale attività di ricerca, che inizia da studente di dottorato, è rivolta all'analisi dei dati cosmologici. È tramite questa attività che ho provato a rispondere ad alcune delle principali domande che attualmente la ricerca in cosmologia si pone: quali condizioni iniziali, e quale modello, hanno permesso al nostro universo di formare le strutture a grande scala che osserviamo oggi?

La non-Gaussianità primordiale, ovvero lo studio delle deviazioni della distribuzione delle fluttuazioni da una statistica puramente gaussiana, è ad oggi il solo modo per accedere al modello dell'universo primordiale. Tramite la stima dei parametri di non-Gaussianità primordiale è possibile selezionare un modello, o una classe di modelli, che possano descrivere l'universo primordiale e la distribuzione delle sue fluttuazioni.

L'analisi dei dati di non-Gaussianità primordiale del Cosmic Microwave Background (CMB) del satellite PLANCK è ad oggi, e lo sarà per i prossimi anni, il più preciso e accurato dataset per la stima di parametri del modello di universo primordiale che vogliamo testare.

Dal mio periodo di studente di dottorato fino ad oggi, sono responsabile del codice che fornisce l'analisi dati e la stima ufficiale dei parametri di non-Gaussianita' primordiale per la collaborazione PLANCK¹. Il riconoscimento del mio contributo all'analisi dati di non-Gaussianita' primordiale mi ha permesso di conseguire lo status di "Planck Scientist", che permette di acquisire l'authorship di tutti gli articoli pubblicati dalla collaborazione PLANCK dopo l'ottenimento di questo titolo. L'importanza del lavoro svolto dalla collaborazione PLANCK e l'importanza della missione sono stati anche attestati dalla vittoria di due prestigiosi premi: il "RAS Group Achievement Award 'A'" ed il "Gruber Cosmology Prize". In particolare, nel Gruber Prize sono menzionato esplicitamente come componente del Planck Team a cui è stato assegnato questo premio. Nei prossimi 10 anni lo studio dell'universo primordiale sarà ulteriormente sviluppato ed integrato dall'arrivo dei dati del satellite EUCLID per lo studio delle Large Scale Structures (LSS), con il quale non solo si accrescerà l'accuratezza e la precisione dei parametri di non-Gaussianita' primordiale, ma si potranno testare nuovi modelli di interesse cosmologico (quali quelli di dark energy) e modelli di gerarchie di neutrino con i quali confermare, od espandere, l'attuale modello dell'universo osservabile.

Per la collaborazione EUCLID, quale membro del gruppo INFN di Padova, mi occupo di sviluppare e validare lo stimatore ufficiale dello spettro di potenza, e coordino il work package "Correlation of CMB lensing with LSS Tracers" per la stima dei parametri derivanti dall'unione dei dati CMB di Planck e LSS di Euclid. Sono inoltre coinvolto nel progetto "Voids" del Work Package "Additional Galaxy Clustering Probes" che si occupa di analizzare i dati dei "vuoti" di EUCLID per la stima di parametri cosmologici e di selezione di modelli di dark energy.

La sfida dei Big Data in cosmologia

Con PLANCK la cosmologia è entrata a pieno regime nel mondo dei big data, questo ha richiesto un sforzo di sviluppo software con moderne tecniche di programmazione parallela su grandi centri di calcolo. Senza

¹ <https://www.cosmos.esa.int/web/planck/publications>



questo sforzo sarebbe stato impossibile analizzare l'enorme mole di dati prodotti per PLANCK l'utilizzo di codici ibridi (MPI-OpenMP per semplificare) ottimizzati per (tipo NERSC o il CINECA) hanno permesso di analizzare estensivamente il dataset cosmologico prodotto dal satellite.

In particolare, tutti i codici che ho sviluppato finora per l'analisi dei dati di PLANCK sono codici ibridi ottimizzati per i centri di calcolo con cpu multicore e multi nodo.

Con EUCLID però la mole di dati da analizzare crescerà drasticamente e per questo saranno richieste tecniche di programmazione parallela totalmente nuove, capaci di adattarsi alle nuove macchine exascale (many slower cpu, with decreasing memory per cpu) dei centri di calcolo.

Uno dei miei obiettivi di ricerca insieme al gruppo INFN di Padova, è proprio diretto a testare l'efficacia di nuovi modelli di programmazione quali l'uso di GPU per il calcolo scientifico, o di nuovi framework di programmazione per l'analisi massiva di dati, come Hadoop o Spark ad esempio. Lo sviluppo di queste tecniche sarà il fattore decisivo per poter estrarre tutta l'informazione contenuta nei dati di EUCLID e nella loro combinazione con altri dataset (come quelli di PLANCK ad esempio).

Nuovi metodi per studiare il cosmo

Non solo le tecniche di programmazione, ma anche gli algoritmi con cui si analizzano i dati dovranno essere adattati al nuovo paradigma di exascale. L'utilizzo di algoritmi di analisi dati basati sull'analisi Fourier dei componenti è problematico per le nuove macchine exascale in quanto, la non-località della trasformata di Fourier e quindi la necessità di avere tutte le componenti in memoria, obbliga all'uso massivo di comunicazione tra i nodi di un cluster, riducendo drasticamente l'efficienza di questi codici.

Un nuovo tipo di algoritmi che si stanno imponendo nell'analisi dati vanno sotto il nome di Machine Learning o Intelligenza Artificiale, che sono per costruzione molto più adatti ad essere ottimizzati su macchine con tanti core.

Una classe di algoritmi su cui ho sviluppato dei codici e iniziato delle analisi si basano su tecniche di Machine Learning con wavelets(/needlets): perché le componenti delle trasformate wavelets tendono ad essere sparse, possono essere più facilmente adattate all'analisi parallela con nessuna o ridotta comunicazione tra nodi. In particolare sto lavorando ad algoritmi di analisi dati di LSS e CMB con tecniche quali thresholding e LASSO basate sulla sparsità delle componenti wavelets. Tra tutte le possibili basi wavelets ho scelto di sviluppare i miei codici in quelle che vengono chiamate Needlets, che sono wavelets con speciali proprietà che le rendono più adatte all'analisi di dati distribuiti sulla sfera (proprio come sono distribuiti i dati cosmologici).

Insieme al team INFN di Padova, sto sviluppando questi nuovi algoritmi di analisi dati per EUCLID utili per le stime dei parametri e dei modelli di interesse cosmologico e di fisica fondamentale.