

## PERSONAL INFORMATION

Name, Surname Mariangela, Cestelli Guidi  
Affiliation INFN Laboratori Nazionali di Frascati  
Present Position Technologist II  
Head of the INFN Technology Transfer National Committee  
E-mail mariangela.cestelliguidi@Inf.infn.it  
Website <https://dafne-light.Inf.infn.it/>  
<https://web.infn.it/TechTransfer/>  
Nationality Italian

## WORK EXPERIENCE

Senior Technologist | INFN – Frascati National Laboratories

Led the operation and scientific programming of the InfraRed and THz Synchrotron beamline at the Dafne-Light Laboratory.

Authored over 150 publications in peer-reviewed international journals, disseminating research findings and contributing to the advancement of synchrotron radiation science.

Since 2021, served as Coordinator of the National Committee for Technology Transfer (CNTT) of the INFN, driving the institute's technology transfer strategy and initiatives.

## EDUCATION AND TRAINING

1992-1998 MSc in Physics, 110/110 cum laude

Thesis title: Characterization of synchrotron radiation emission by discontinuous magnetic fields

Supervisor: Prof. Paolo Calvani; Co-Supervisor: Dr. Pascale Roy, SOLEIL Synchrotron.

Institution: La Sapienza University

1999-2001 PhD in Physics Science

Thesis title: Magnetic order and polaronic dynamics in low doping lanthanum manganites: a microscopic local probe study by  $\mu$ SR and NMR-NQR

Supervisor: Prof. Roberto De Renzi

Institution: Parma University, Physics Department

2002-2004 INFN PostDoc position for the commissioning of the IR synchrotron beamline at DAFNE

## RESEARCH ACTIVITY

- IR imaging and micro-spectroscopy with synchrotron radiation for applications in life sciences and materials sciences
- IR spectroscopy on solid systems in extreme conditions (high pressure, low temperatures)
- Non-destructive diagnostic techniques for cultural heritage

### Project coordination:

2024-2027 SUNSTONE (HORIZON-INFRA-2024-SESAME-IBA)

2022-2025 INFN.OPEN (PON GOV 2014-2020)

2022-2025 LEAPS INNOV-WP4/WG8 (H2020-INFRAINNOV-2019-2020)

2021-2023 ARTEMISIA - DTC Lazio (<http://artemisiasia.Inf.infn.it/>)

2019-2020 Adamo DTC-Lazio, WP leader (<https://progettoadamo.enea.it/>)

2018-2021 TERA (Tera Hertz ERA) INFN CSN5 call, WP leader

2016 ETHICS (Pre-clinical experimental and theoretical studies to improve treatment and protection by charged particles) INFN CSN5 project, WP leader

**Industrial activities:** Cooperation with INFN TechTransfer Office for applied research and industrial applications of FTIR microspectroscopy.

### **TEACHING AND TRAINING**

2021 Training Camp DTC Lazio project, Principal Investigator  
([https://www.youtube.com/watch?v=7Rry\\_9ifoGA](https://www.youtube.com/watch?v=7Rry_9ifoGA))

2018 Life Science School at SESAME (<https://www.sesame.org.jo/events/open-sesame-training-school-synchrotron-ir-spectroscopy-and-imaging-life-sciences>)

2002-2006 Experimental Physics assistant at La Sapienza University  
Supervisor of Master Thesis

### **ADDITIONAL INFORMATION**

Chair of the Synchrotron Peer Review Committee of:

- 2021-2023 ELETTRA Instrumentation, Technological Materials and Life Science Panel (ILP)
- 2022-today SESAME Archaeological and heritage Science Panel (AHS)

Member of the Synchrotron Peer Review Committee of:

- 2015-2019 SOLEIL, CP4 "Chemistry and Soft Matter" Panel
- 2020-2022 ALBA
- 2017-2021 ELETTRA, Instrumentation, Technological Materials and Life Science Panel (ILP)

Reviewer For International Journals: Biotechnology Advances, Scientific Reports, Biochimica et Biophysica Acta, European Biophysical Journal

### **PUBLICATIONS**

Scopus Author ID: 8854997800, h-index :25

ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-6884-3915>

## Curriculum Vitae

|                            |   |
|----------------------------|---|
| <i>Nome e Cognome</i>      | Francesca Campana                                   |
|                            |   |
|                            |   |
|                            |   |
| <i>E-mail</i>              | francesca.campana@uniroma1.it                       |
| <i>Ruolo Universitario</i> | Professoressa Ordinaria                             |
|                            | Disegno e Metodi dell'Ingegneria Industriale        |
|                            | SSD IIND-03/B                                       |
| <i>Affiliazione</i>        | Dipartimento di Ingegneria Meccanica e Aerospaziale |
|                            | Sapienza, Università di Roma                        |

### Formazione e carriera accademica

Laureata in Ingegneria Meccanica (v.o.) nel 1995, abilitata alla professione di ingegnere nel 1996, consegue nel 1999 il titolo di dottore di ricerca in Progettazione dei Sistemi Meccanici (XI) presso l'Università di Tor Vergata. Dopo un periodo di attività di ricerca come assegnista nel 2006 risulta vincitrice di un concorso per R.U. presso il Dipartimento di Ingegneria Meccanica e Aerospaziale (DIMA) nel settore scientifico disciplinare Disegno di Macchine (IIND-03/A). Nel 2015 prende servizio come professoressa associata nel settore Disegno e Metodi dell'Ingegneria Industriale (IIND-03/B), da novembre 2024 è in ruolo presso il DIMA come professoressa ordinaria.

### Ambiti di ricerca

Esperta di di metodi di progettazione per ingegneria industriale si specializza durante il dottorato di ricerca in tecniche di ottimizzazione robusta applicate al settore automotive (dual response surface, taguchi methods) collaborando con centri di ricerca nazionali e internazionali in progetti nazionali e internazionali (Brite Euram Project DIGIMAN, Brite Euram Project AUTOSURF, European Research Fund for Coal and Steel named "Sprincom"). Da queste attività sono stati sviluppati temi di ricerca metodologica e applicata mediante strumenti CAD-CAE orientati a simulazioni di comportamento a deformazione non lineare (crashworthiness design, modelli costitutivi in campo plastico) tra cui si citano le attività numerico-sperimentali sulle schiume di alluminio (FIRB ed altri progetti finanziati) e lo sviluppo di modelli costitutivi per acciai altoresistenziali. Parallelamente sono state avviate attività di modellazione CAD 3D a partire da

tecniche di reverse engineering, occupandosi sia di tecniche di rilievo (a luce strutturata e fotogrammetria a corto raggio) che di metodologie di post-processing orientate al miglioramento della qualità finale di ricostruzione per applicazioni in campo industriale quale il controllo di processo o la ricostruzione in ambito biomedico e nel settore dei beni culturali. Nell'ambito dei beni culturali si segnalano numerosi progetti finalizzati al supporto delle attività di restauro e musealizzazione, tra cui le collaborazioni con Fondazione Brescia Musei per la Vittoria Alata di Brescia e il Museo di Palazzo Massimo per il Principe Ellenistico e L'Escuela Española de Historia y Arqueología en Roma (EEHAR-CSIC) per alcune delle attività svolte presso il sito di Tuscolo (Roma). Altre collaborazioni di rilievo si segnalano nell'ambito dei progetti grandi scavi per quanto riguarda le attività svolte dal Dipartimento di Scienza dell'Antichità presso Cencelle (prof. Romana Stasolla, prof. Giorgia Annoscia) e presso il Santo Sepolcro.

Altre collaborazioni recenti in cui gli studi di ottimizzazione mediante tecniche CAD-CAE e di digital design sono stati applicati fruttuosamente riguardano lo studio del comportamento meccanico di tessuti molli mediante modelli iperelastici per la simulazione real-time di operazioni di clamping chirurgico. Più di recente nell'ambito delle tematiche legate alla sostenibilità e alla digitalizzazione dei processi si segnalano: i progetti sul digital design di componenti in AM, con particolare riferimento ad applicazioni con functionally graded materials (in collaborazione con l'INFN laboratori Gran Sasso) e allo studio della sostenibilità dei processi di AM con polveri metalliche riciclate (PRIN ECODAM); le collaborazioni di ricerca nell'ambito industria4.0 e 5.0 con Nuovo Pignone, Baker Hughes Italia e ABB Italia.

## Pubblificazioni più recenti

- (2024) International Journal on Interactive Design and Manufacturing, Endo-Surgical Force Feedback System Design for Virtual Reality Applications in Medical Planning, Bici, M., Guachi, R., Bini, F., Mani, S.F., Campana, F., Marinozzi, F.
- (2024) Procedia Structural Integrity, 53, pp. 136-143, Cortis, D., Pilone, D., Campana, F., Broggiato, G., Orlandi, D., Joining Dissimilar Steels by Means of Selective Laser Melting: Material Microstructure and Interfacial Characteristics
- (2024) Lecture Notes in Mechanical Engineering, pp. 109-117, Trovato, M., Belluomo, L., Bici, M., Campana, F., Cicconi, P., Machine Learning Trends in Design for Additive Manufacturing
- (2023) Metals, 13 (10), art. no. 1666, Ahmad, A., Belluomo, L., Bici, M., Campana, F.
- Bird's Eye View on Lattice Structures: Design Issues and Applications for Best Practices in Mechanical Design
- (2023) Progress in Additive Manufacturing, 8 (5), pp. 933-946, Cortis, D., Campana, F., Orlandi, D., Sansone, S., Strength and fatigue behavior assessment of the SCALMALLOY®

material to functionally adapt the performance of L-PBF components within CAE simulations

- (2023) Progress in Additive Manufacturing, , Cortis, D., Pilone, D., Broggiato, G., Campana, F., Tatananni, D., Orlandi, D., Setting of L-PBF parameters for obtaining high density and mechanical performance of AISI 316L and 16MnCr5 alloys with fine laser spot size
- (2023) Computer-Aided Design and Applications, 20 (5), pp. 923-935, Ahmad, A., Elamana, S., Kazmierczak, A., Bici, M., Campana, F., Lightweight Horse Saddletree Through Reverse Engineering and Lattice Structure Design
- (2023) Computer-Aided Design and Applications, 20 (4), pp. 663-681, Belluomo, L., Bici, M., Campana, F., A Generative Design Method for Cultural Heritage Applications: Design of Supporting Structures for Artefacts
- (2023) Lecture Notes in Mechanical Engineering, pp. 780-792, Bici, M., Gherardini, F., de Los Angeles Guachi-Guachi, L., Guachi, R., Campana, F., Convolutional Neural Network for Background Removal in Close Range Photogrammetry: Application on Cultural Heritage Artefacts
- (2022) Materials Science and Engineering: A, 833, art. no. 142346, Mancini, E., Campana, F., Pilone, D., Amodio, D., Sasso, M., Definition of a unified material model for cellular materials with high morphological and topological dispersion: Application to an AA7075-T6 aluminium foam
- (2022) Lecture Notes in Mechanical Engineering, pp. 951-962, Bici, M., Brini, A., Campana, F., Capoferri, S., Guarnieri, R., Morandini, F., Patera, A., Design of the New Inner Frame for the Vittoria Alata di Brescia: How Engineering Design May Support Ancient Bronze Restoration
- (2022) Lecture Notes in Mechanical Engineering, pp. 691-702
- Guachi, R., Bici, M., Bini, F., Campana, F., Marinozzi, F., Finite Element Analysis of the Interaction Between an Endo-Surgical Tool and Colorectal Tissue for Setting up Force Feedback Evaluation in Virtual Reality-Based Applications
- (2022) Lecture Notes in Mechanical Engineering, pp. 535-545, Guachi, R., Bici, M., Bini, F., Calispa, M.E., Oscullo, C., Guachi, L., Campana, F., Marinozzi, F., 3D Printing of Prototypes Starting from Medical Imaging: A Liver Case Study
- (2022) Lecture Notes in Mechanical Engineering, pp. 938-950, Cicconi, P., Bici, M., Colacicchi Alessandri, O., D'Ercoli, G., Campana, F., A CAD-Based Framework for Interactive Analysis in the Restoration of Bronze Statue
- (2021) Applied Sciences (Switzerland), 11 (17), art. no. 7834, Ahmad, A., Bici, M., Campana, F.
- Guidelines for topology optimization as concept design tool and their application for the mechanical design of the inner frame to support an ancient bronze statue

- (2021) Materials, 14 (6), art. no. 1349, Campana, F., Mancini, E., Pilone, D., Sasso, M.
- Failure mechanisms of an Al 6061 alloy foam under dynamic conditions
- (2021) Computer-Aided Design and Applications, 18 (6), pp. 1296-1305, Bici, M., Campana, F., Mancini, E., Pilone, D., Sasso, M., Mesoscale modeling of aluminum foams for fea of scattering effects due to cell distribution
- (2020) IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, 949 (1), art. no. 012117, Bici, M., Gherardini, F., Campana, F., Leali, F., A preliminary approach on point cloud reconstruction of bronze statues through oriented photogrammetry: The “Principe Ellenistico” case
- (2020) Computer Methods in Biomechanics and Biomedical Engineering: Imaging and Visualization, 8 (2), pp. 219-230, Guachi, R., Bini, F., Bici, M., Campana, F., Marinozzi, F., Guachi, L., Finite element analysis in colorectal surgery: non-linear effects induced by material model and geometry
- (2020) Procedia Manufacturing, 47, pp. 1490-1495, Mancini, E., Campana, F., Pilone, D., Sasso, M., Mechanical testing of metallic foams for 3D model and simulation of cell distribution effects
- (2020) Proceedings of 2020 17th International Bhurban Conference on Applied Sciences and Technology, IBCAST 2020, art. no. 9044551, pp. 174-182, Ahmad, A., Raza, M.A., Campana, F.
- Simulation Based Topology Optimization Assessment with Manufacturing Constraints
- (2020) Lecture Notes in Mechanical Engineering, pp. 213-225
- Bici, M., Campana, F., Comparison of Algorithms for Recognition of Cylindrical Features in a Voxel-Based Approach for Tolerance Inspection
- (2020) Advances in Intelligent Systems and Computing, 1066, pp. 301-311.
- Bustamante-Orellana, C., Guachi, R., Guachi-Guachi, L., Novelli, S., Campana, F., Bini, F., Marinozzi, F., Biomechanics of Soft Tissues: The Role of the Mathematical Model on Material Behavior

## Affiliazioni

|             |   |
|-------------|---|
| dal 2006    | <b>Membro</b> dell'Associazione Nazionale Disegno e Metodi dell'Ingegneria Industriale (ADM)  |
| dal 2018    | <b>Membro</b> del Centro di Eccellenza DTC Lazio (Distretto Tecnologico per i Beni Culturali), Sapienza Università di Roma                                |
| dal 2018    | <b>Membro</b> del Centro di Ricerca Interdipartimentale Saperi&Co, Sapienza Università di Roma  |
| Rinnovo '23 |   |
| 2015-2024   | <b>Membro</b> del Centro di Ricerca in Scienza e Tecnica per la Conservazione del Patrimonio Storico Architettonico (Cistec), Sapienza Università di Roma |

|                 |  |
|-----------------|--|
| 2000-2005       | <b>Membro</b> dell'Associazione Italiana Analisi delle Sollecitazioni (AIAS)   |
| dal 2014 a oggi | <b>Membro del collegio</b> dei docenti nel <b>DOTTORATO di INGEGNERIA INDUSTRIALE E GESTIONALE - DOT1326M68</b> - Sapienza |
| 2009-2013       | <b>Membro del collegio</b> dei docenti nel <b>DOTTORATO di INGEGNERIA DELLA PRODUZIONE INDUSTRIALE</b> - Sapienza          |

## Attività Accademiche Istituzionali e di Gestione

|                |   |
|----------------|---|
| Triennio 22-25 | <b>Presidente del Consiglio di Area Didattica di Ingegneria Meccanica</b><br>Decreto Rettorale n. 294 prot. n. 11861 del 7 febbraio 2023        |
| dal 19         | <b>Referente dipartimentale</b> per l'Area Didattica dell'Ingegneria Meccanica  |
| dal 18         | <b>Responsabile di Sapienza per la rete di laboratori</b> Centro di Eccellenza DTC Lazio, R12 (Fab Lab, Prototipazione)                         |
| 20-22          | <b>Coordinatore Accademico per la Mobilità</b> ambito rete CIVIS<br>Giunta di Facoltà di Ingegneria Civile e Industriale, delibera num. 89/2019 |
| dal 16 al 22   | <b>Presidente della Commissione Didattica</b> del Consiglio d'Area Didattica di Ingegneria Meccanica  |
| 2013-2015      | <b>Delegata</b> per il Consiglio d'area di Ingegneria Meccanica per trasferimenti, abbreviazioni e pre-enrollment studenti internazionali       |
| dal 2015       | <b>Rappresentante di sede</b> del SSD: ing-ind/15 Disegno e Metodi dell'Ingegneria Industriale  |

## Attività Editoriali, Congressi e Workshop

### Attività Editoriali

|          |                                      |   |  |
|----------|--------------------------------------|---|--|
| In corso | <b>Guest editor</b><br>Special issue | Engineering in Cultural Heritage: Methods, Tools, and Applications          | Springer Nature Applied Science (SN Applied Science)<br>Springer Nature Switzerland AG                   |
| 22-23    | <b>Guest editor</b><br>Special issue | Recent Trends in Engineering Design   | International Journal in Interactive Design and Manufacturing (IJIDeM)<br>Springer Nature Switzerland AG |
| 21-23    | <b>Guest editor</b><br>Special issue | Modeling, Testing and Applications of Metallic Foams and Cellular Materials | Metals<br>MDPI AG  |

### Comitati Scientifici

|      |                         |                                      |  |
|------|-------------------------|--------------------------------------|--|
| 2022 | <b>Track Chair</b>      | JCM 2022<br>International Conference | Sessione: Advanced Manufacturing and Control |
| 2021 | <b>Scientific Chair</b> | ADM 2021                             | International Conference                     |
| 2008 | <b>Track Chair</b>      | XXXVII Convegno Nazionale AIAS       | Sessione congiunta ADM-AIAS                  |

### Peer Review

|               |   |
|---------------|---|
| 2019          | Peer reviewer per IMECE2020, ASME Conference  |
| dal<br>2022   | Peer reviewer delle riviste indicizzate:  |
|               | <i>Applied Sciences</i>   |
|               | <i>CAD &amp; A</i>  |
|               | <i>Computer Methods in Biomechanics and Biomedical Engineering: Imaging &amp; Visualization</i> |
|               | <i>Computers in Industry</i>  |
|               | <i>Inventions</i>   |
|               | <i>International journal on interactive design and manufacturing (IJIDEM)</i>                   |
|               | <i>Journal of Materials Chemistry C</i>   |
|               | <i>Materials</i>  |
|               | <i>Machines</i>   |
|               | <i>Metals</i>   |
| dal<br>2004   | Reviewer per le conferenze ADM e JCM  |
| 1990-<br>1998 | Reviewer per International Conference Engineering Design (ICED)                                 |

### Relazioni Invitate

|      |                           |  |  |
|------|---------------------------|--|--|
| 2021 | <b>Relatrice Invitata</b> | Progettazione e realizzazione del nuovo supporto   | Percorsi di Conservazione e Ricerca – Il Restauro della Vittoria Alata di Brescia<br>Opificio delle Pietre Dure, Firenze   |
| 2019 | <b>Relatrice Invitata</b> | Metodi diagnostici e programmazione di interventi sui grandi bronzi: il caso del Principe ellenistico del Museo Nazionale Romano | Il restauro dei grandi bronzi archeologici – Laboratorio aperto per la Vittoria Alata di Brescia<br>Opificio delle Pietre Dure, Firenze<br>Fondazione Brescia Musei  |
| 2016 | <b>Relatrice invitata</b> | Virtual Prototyping per la verifica degli scenari bellici  | Scenari bellici nel medioevo: guerra e territorio tra XI e XV secolo<br>Giornata di Studi 17 Novembre 2016<br>Museo dell'Arte Classica, Roma<br>Dipartimento di Scienze dell'Antichità dell'Università di Roma "La Sapienza" |
| 2005 | <b>Relatrice invitata</b> | Damage Mechanisms and Models   | Giornate di Studio sul Danneggiamento Strutturale<br>Centro Sviluppo Materiali S.p.A. in collaborazione con Tenaris, Università di Reading e Università degli studi di Cassino.  |

### Organizzazioni Congressi e Workshop

|      |   |   |  |
|------|---|---|--|
| 2021 | <b>Coordinatrice del Comitato Organizzatore</b> | ADM 2021, International Conference  | Settembre 2021<br>Facoltà di Ingegneria Civile e Industriale, Sapienza Roma      |
| 2015 | <b>Organizzatrice</b>                           | Progettare per Additive Manufacturing . Potenzialità, criteri e strumenti<br>Giornata di studio | Aula 1, giugno 2015<br>Facoltà di Ingegneria Civile e Industriale, Sapienza Roma |
| 2013 | <b>Membro del Comitato Organizzatore</b>        | Workshop di raggruppamento SSD ing-ind/15 per la condivisione dei temi di ricerca.              | Aula 6 e 12<br>Facoltà di Ingegneria Civile e Industriale, Sapienza Roma         |
| 2008 | <b>Membro del Comitato Organizzatore</b>        | XXXVII Convegno Nazionale AIAS  | Facoltà di Ingegneria Civile e Industriale, Sapienza Roma<br>settembre 2008      |

### Contratti e Convenzioni di Ricerca

|       |  |   |  |
|-------|--|---|--|
| 2024  | <b>Responsabile</b>  | Tecnologie avanzate per lo sviluppo industriale dei sistemi del cantiere civile attraverso attività congiunta di formazione e ricerca | UNACEA, Unione italiana macchine per costruzioni<br>Dip. Ingegneria Meccanica e Aerospaziale, Sapienza   |
| 2023  | <b>Responsabile</b>  | Studio per l' automazione della Bill of Process in ambiente VR  | Nuovo Pignone Tecnologie S.r.l<br>Dip. Ingegneria Meccanica e Aerospaziale, Sapienza   |
| 2023  | <b>Coordinatrice Responsabile</b><br>(area digitalizzazione) | Decarbonizzazione e Digitalizzazione dei sistemi di cantiere  | SAMOTER – Verona Fiere S.p.A.<br>Dip. Ingegneria Meccanica e Aerospaziale, Sapienza  |
| 2023  | <b>Responsabile</b>  | Rilievo 3D della statua acefala   | Comunità Montana del Lazio, Castelli Romani e Prenestini<br>Escuela Espanola de Historia y Arqueologia en Roma<br>Dip. Ingegneria Meccanica e Aerospaziale, Sapienza |
| 22-24 | <b>Responsabile</b>  | Metodologie innovative di supporto alla progettazione meccanica, che possano comprendere simulazioni multifisiche CAE                 | INFN, Laboratori Nazionali del Gran Sasso<br>Dip. Ingegneria Meccanica e Aerospaziale, Sapienza  |

|       |  |   |   |
|-------|--|---|---|
|       |  | / virtual prototyping, analisi funzionali, dimensionali e geometriche   |   |
| 20    | <b>Responsabile</b>                              | Sviluppo di prodotti innovativi in contesto industria4.0 attraverso prototipazione virtuale e manifattura additiva  | INFN, sezione Roma1<br>Dip. Ingegneria Meccanica e Aerospaziale, Sapienza                           |
| 19-20 | <b>Responsabile</b>                              | Strumenti industry4.0 per l'ottimizzazione della verifica automatica della messa a punto degli stampi multicavità per l'injection molding                                   | DIMA-ABB S.p.A., Automation Products Division<br>Dip. Ingegneria Meccanica e Aerospaziale, Sapienza |
| 19-20 | <b>Responsabile</b>                              | Studio e progettazione di supporti per la ricomposizione e l'esposizione di bronzi antichi di grandi dimensioni, con particolare riferimento alla Vittoria Alata di Brescia | Fondazione Brescia Musei<br>Dip. Ingegneria Meccanica e Aerospaziale, Sapienza                      |
| 16-18 | <b>Responsabile</b>                              | Strumenti PDM e CAT&I per componenti in plastica stampata   | DIMA-ABB S.p.A., Automation Products Division<br>Dip. Ingegneria Meccanica e Aerospaziale, Sapienza |
| 2017  | <b>Responsabile</b>                              | Conservazione e restauro dei beni storico artistici ed in particolare della statuaria in bronzo   | Museo Nazionale Romano - Palazzo Massimo<br>CISTEC, Sapienza  |
| 12-14 | <b>Responsabile</b>                              | Sviluppo di metodi di Reverse Engineering per la verifica delle tolleranze di componenti stampati in plastica   | DIMA-ABB S.p.A., Automation Products Division<br>Dip. Ingegneria Meccanica e Aerospaziale, Sapienza |
| 2006  | <b>Responsabile</b>                              | Caratterizzazione modello costitutivo misto per acciai alto resistenziali mediante prove di flessione ciclica   | Centro Sviluppo Materiali S.p.A.<br>Dip. Ingegneria Meccanica e Aerospaziale, Sapienza              |
| 2006  | <b>Partecipazione</b>                            | Metodi ottici per la meccanica sperimentale: applicazione di tecniche di reverse engineering all'analisi del danneggiamento meccanico su tubazioni per gasdotti             | Centro Sviluppo Materiali S.p.A.<br>Dip. Ingegneria Meccanica e Aerospaziale, Sapienza              |
| 2003  | <b>Partecipazione</b>                            | Studio di un modulo CAD basato su regole e criteri per il processo di fabbricazione di sistemi scarico per autoveicoli  | Centro Sviluppo Materiali S.p.A.<br>Dip. Ingegneria Meccanica e Aerospaziale, Sapienza              |
| 01-03 | <b>Partecipazione come assegnista di ricerca</b> | Numerical optimisation of springback in sheet metal forming   | Centro Sviluppo Materiali S.p.A.<br>Dip. Ingegneria Meccanica e Aerospaziale, Sapienza              |

## Progetti di Ricerca

|          |  |   |  |
|----------|--|---|--|
| 23-25    | <b>Responsabile di sede</b>  | Eco-Design for Additive Manufacturing (EcoDAM): a framework to support the lightweight design   | PRIN: PROGETTI DI RICERCA DI RILEVANTE INTERESSE NAZIONALE – Bando 2022<br>Prot. 2022FKLTSB<br>Dip. Ingegneria Meccanica e Aerospaziale, Sapienza  |
| 22-25    | <b>Partecipazione</b>  | Spoke 4: Professional undergraduate education in technology<br>Flagship 3: Digital transition in the decarbonization process and in waste recycling process | Ecosistema dell'Innovazione Rome Technopole<br>ECS00000024<br>PNRR Missione 4 Componente 2 Investimento 1.5<br>CUP:B83C22002820006<br>Dip. Ingegneria Meccanica e Aerospaziale, Sapienza |
| 2022     | <b>Responsabile</b>  | Eco-design of lightweight components made by additive manufacturing with performance/emission evaluation concerning recycled-non recycled metal powders     | Progetto di Ateneo<br>Protocollo N°<br>RM1221816C6196C0  |
| 2022     | <b>Partecipazione</b><br><i>Progetto multidisciplinare</i><br><i>Responsabile SSD ing-ind/15</i> | Cencelle: from "death" shadow to "life" light in a medieval city  | Progetto Grandi Scavi<br>Fondo Sapienza N°<br>SA1221816439F0E2   |
| Dal 2020 | <b>Partecipazione</b><br><i>Progetto multidisciplinare</i><br><i>Responsabile SSD ing-ind/15</i> | Conservation of the Stone Floor of the Holy Sepulchre Church in Jerusalem: Research and intervention for the rehabilitation.                                | Dipartimento di Scienze dell'Antichità<br>Resp. prof. Francesca Romana Stasolla  |
| 2020     | <b>Responsabile</b>  | Sviluppo di prodotti innovativi in contesto industria4.0 attraverso prototipazione virtuale e manifattura additiva  | Regione Lazio PO FSE 2014-2020 Asse III – Istruzione e formazione<br>20028AP000000059  |
| 2019     | <b>Partecipazione</b><br><i>Progetto multidisciplinare</i><br><i>Responsabile SSD ing-ind/15</i> | Cencelle: archaeology for social and economic reconstruction of a medieval town   | Progetto Grandi Scavi<br>Fondo Sapienza N° N°<br>SA11916B55350986  |
| 2019     | <b>Partecipazione</b><br><i>Progetto multidisciplinare</i>                                       | Modeling and Reconstruction of Anatomical Districts for Patient Specific Surgery  | Progetto di Ateneo<br>Fondo Sapienza N°<br>RM11916B6EE8CA63  |

|      |  |  |  |
|------|--|--|--|
|      | <i>Responsabile<br/>SSD ing-ind/15</i>                         |  |  |
| 2018 | <b>Responsabile</b>  | Reverse Engineering techniques for statues: fragment recombination and posture evaluation of reconstructed shapes  | Progetto di Ateneo<br>Fondo Sapienza N°<br>RP11816432DD257F                                  |
| 2018 | <b>Partecipazione</b><br><i>Progetto<br/>multidisciplinare</i> | Leopoli-Cencelle: war and peace in a medieval town   | Progetto Grandi Scavi<br>Fondo Sapienza N°<br>SA118164336C2FB5                               |
|      | <i>Responsabile<br/>SSD ing-ind/15</i>                         |  |  |
| 2017 | <b>Partecipazione</b><br><i>Progetto<br/>multidisciplinare</i> | 3D Tissue Modelling with Finite Element Analysis (FEA) for surgery simulation and anatomical educational models  | Progetto di Ateneo<br>Fondo Sapienza N°<br>RM11715C7CBB7224                                  |
|      | <i>Responsabile<br/>SSD ing-ind/15</i>                         |  |  |
| 2016 | <b>Partecipazione</b><br><i>Progetto<br/>multidisciplinare</i> | Tecniche innovative di progettazione orientata all'additive manufacturing per i settori meccanico-aerospaziale e biomedicale   | Ricerca di Ateneo<br>protocollo Sapienza<br>RM116154CE2CB985                                 |
|      | <i>Responsabile<br/>SSD ing-ind/15</i>                         |  |  |
| 2016 | <b>Advisor</b>   | CAD - CAE tools for design of Additive Manufactured components   | Progetto Avvio alla Ricerca<br>protocollo Sapienza<br>AR1161550284399B<br>dott. Michele Bici |
| 2014 | <b>Responsabile</b>  | Tecniche di partizione di nuvole di punti per il controllo automatico delle tolleranze.  | Ricerca di Università<br>Sapienza Università di Roma   |
| 2013 | <b>Responsabile</b>  | Tecniche di Reverse Engineering per l'analisi morfologica e la modellazione di schiume metalliche in relazione ai parametri di fabbricazione e delle prestazioni attese. | Ricerca di Università<br>Sapienza Università di Roma   |
| 2012 | <b>Responsabile</b>  | Confronto tra tecniche di metamodeling per la progettazione robusta dello stampaggio di lamiere in acciaio alto-resistenziale  | Ricerca di Università<br>Sapienza Università di Roma   |
| 2011 | <b>Responsabile</b>  | NURBS modelling of pipeline external damage  | Ricerca di Facoltà<br>Sapienza Università di Roma  |
| 2010 | <b>Responsabile</b><br><i>Progetto<br/>multidisciplinare</i>   | Applicabilità di processi di Additive Manufacturing per l'analisi e l'ispezione computerizzata delle tolleranze (Computer Aided Tolerancing & Inspection)                | Ricerca di Facoltà<br>Sapienza Università di Roma  |

|       |   |   |  |
|-------|---|---|--|
| 09-12 | <b>Responsabile</b>   | Plastic models and optimisation procedure for springback compensation in sheet metal forming of advanced high strength steels via finite element analysis                           | Subcontractor European Research Fund for Coal and Steel named "Sprincom", proposal No. RFSR-CT-2008-00029.<br>Dip. Ingegneria Meccanica e Aerospaziale, Sapienza |
| 2008  | <b>Responsabile</b>   | Ispezione automatica delle tolleranze attraverso l'integrazione di sistemi CAD e metodi di Reverse Engineering  | Ricerca di Facoltà<br>Sapienza Università di Roma  |
| 2007  | <b>Responsabile</b>   | Mixed reality prototype for integrating Finite Element results and experimental data  | Ricerca di Facoltà<br>Sapienza Università di Roma  |
| 03-06 | <b>Responsabile</b><br>della<br>programmazione<br>DOE delle prove<br><i>Assegnista di<br/>ricerca (04-05)</i> | Schiume di alluminio ottenute da polveri compatte: caratterizzazione meccanica ed ottimizzazione dei parametri tecnologici per applicazioni finalizzate all'assorbimento di energia | Fondi FIRB: codice RBAU01M9MX<br>Dip. Ingegneria Meccanica e Aerospaziale, Sapienza (Resp. Prof. Santucci)   |
| 2002  | <b>Responsabile</b>   | Messa a punto di strumenti numerico-sperimentali per l'analisi del ritorno elastico   | Finanziamento Giovani Ricercatori<br>Sapienza Università di Roma   |
| 99-01 | <b>Ricercatrice a contratto</b>   | DIGIMAN: Digital Imaging Techniques for Surface Quality Assessment in Manufacturing Industry  | Brite-Euram Project, (project n.: BE97-4798)<br>Dip. Ingegneria Meccanica e Aerospaziale, Sapienza (Resp. prof. Amodio)  |

### Terza Missione

|       |  |  |  |
|-------|--|--|--|
| 2017  | <b>Produzione e gestione di beni artistici e culturali</b> | Musealizzazione di Palazzo Massimo<br>Metodi e studi applicati nell'ambito del progetto: <i>Conservazione e restauro dei beni storico artistici ed in particolare della statuaria in bronzo</i>  | Attività svolta per Museo Nazionale Romano - Palazzo Massimo, in accordo Cistec                                |
| 19-20 | <b>Public Engagement</b>                                   | Partecipazione ad attività seminariali e di divulgazione pubblica nell'ambito del progetto: <i>Studio e progettazione di supporti per la ricomposizione e l'esposizione di bronzi antichi di grandi dimensioni, con particolare riferimento alla Vittoria Alata di Brescia</i> | Opificio delle Pietre Dure, Firenze<br>Fondazione Brescia Musei  |
| 2023  | <b>Public Engagement</b>                                   | Partecipazione a Frascati Scienza, con la presentazione delle attività: <i>TUSCOLO - PROGETTO ETERNA</i>   | Comunità Montana del Lazio, Castelli Romani e Prenestini<br>Escuela Espanola de Historia y Arqueologia en Roma |

|          |  |   |   |
|----------|--|---|---|
|          |  | <i>BELLEZZA, riguardo a Rilievo 3D della statua acefala</i>   |   |
| 2024     | <b>Public Engagement</b>                                   | Formazione per addestramento alle guide: <i>Giornate FAI2024 TUSCOLO - PROGETTO ETERNA BELLEZZA</i>   | Istituto Buonarroti, Frascati<br>Museo delle Scuderie Aldobrandini, Frascati, Roma  |
| 2023     | <b>Politiche per l'inclusione</b>                          | Partecipazione al Progetto <i>Engineering Women for Women</i> . Sinergie Aziende/Università per la promozione di politiche a supporto delle donne   | Dip. Ingegneria Meccanica e Aerospaziale, Sapienza<br>Aziende partner   |
| Dal 2018 | <b>Produzione e gestione di beni artistici e culturali</b> | Partecipazione ai progetti: <i>Progetti di Ateneo Grandi Scavi</i> .<br>Partecipazione al progetto: <i>Conservation of the Stone Floor of the Holy Sepulcre Church in Jerusalem: Research and intervention for the rehabilitation</i> | Iniziative dei docenti de Dipartimento di Scienze dell'Antichità, Sapienza<br>Leopoli Cencelle<br>Chiesa del Santo Sepolcro |

Autorizzo il trattamento dei dati personali ai sensi della legge 196/03 e s.m.i.  
Roma, 13/03/2025

In fede  
Francesca Campana

# Alessandro Lonardo

## ISTRUZIONE

Febbraio 2020 – Sapienza Università di Roma  
Dottorato in Tecnologie dell'Informazione e delle Comunicazioni.

Gennaio 1997 - Università degli Studi Di Roma “La Sapienza”  
Laurea in Fisica (indirizzo di studio Elettronico e Cibernetico).

## OCCUPAZIONE

Dal 2020 ad oggi (INFN Sezione di Roma)  
Primo Tecnologo.

Dal 2008 al 2019 (INFN Sezione di Roma)  
Tecnologo.

Dal 2000 al 2008 (INFN Sezione di Roma)  
Contratti da tecnologo a tempo determinato e incarichi di collaborazione.

Dal 1997 al 1999 (INFN Sezione di Roma)  
Borsa di studio dell'INFN per tecnologi.

## FUNZIONI ED INCARICHI RICOPERTI

Membro del Comitato Nazionale per il Trasferimento Tecnologico.

Coordinatore della Commissione Scientifica 5 per la sezione di Roma.

Responsabile dell'unità di ricerca INFN nel progetto PRIN P202294JHK - REal-time motion CorrEctioN in magneTic REsonance “RECENTRE” (dal Novembre 2023).

Co-responsabile nazionale del progetto BRAINSTAIN finanziato dalla Commissione Scientifica Nazionale 5 (dal Gennaio 2024).

Membro del gruppo di referaggio del calcolo degli esperimenti della C3SN per la Commissione Scientifica Nazionale 5 (dal Giugno 2022).

Osservatore nel Comitato Nazionale per il Trasferimento Tecnologico per la Commissione Scientifica Nazionale 5 (dal Settembre 2024).

## PRINCIPALI PROGETTI DI RICERCA TECNOLOGICA

### **Progetto NET4EXA** (dal Settembre 2024)

L'INFN è affiliated entity del CINECA nel progetto NET4EXA finanziato a valere sulla call "Innovation Action in Low Latency and High Bandwidth Interconnects (HORIZON-EUROHPC-JU-2023-INTER-02)" e a guida EVIDEN, gruppo industriale europeo impegnato nella realizzazione di sistemi HPC e network di interconnessione BXI. L'INFN partecipa alle attività di co-design HW/SW e di benchmarking dell'architettura di rete HPC per sistemi exascale e post-exascale di prossima generazione (BXI V4). Il mio contributo al progetto consiste nel coordinare le attività INFN nel WP2 – Communication Performance & Offload, con particolare riferimento allo studio dell'introduzione di caratteristiche innovative quali la capacità di svolgere elaborazione direttamente sulla scheda di rete, per accelerare sia applicazioni di tipo dataflow, sia le comunicazioni di tipo collettivo.

### **Progetto BRAINSTAIN** (dal Gennaio 2024)

Il progetto triennale BRAINSTAIN, finanziato dalla CSN5 dal Gennaio 2024 con unità nelle sezioni di Roma, Roma2 e Cagliari, ha come obiettivo l'integrazione di analisi dati, sviluppo di modelli teorici, simulazione e sviluppi tecnologici, al fine da una parte di conseguire una maggiore comprensione del funzionamento del cervello, dall'altra di progettare, prototipare e validare architetture di calcolo neuromorfiche. Sono co-responsabile nazionale del progetto e mi occupo in particolare di coordinare le attività di progettazione e sviluppo di architetture di calcolo neuromorfiche.

### **Esperimento ePIC** (da Gennaio 2024)

L'Electron-Ion Collider (EIC) è un acceleratore di particelle attualmente in costruzione presso i laboratori nazionali di Brookhaven negli Stati Uniti. Questo progetto mira a migliorare la nostra comprensione della natura dell'interazione forte e della struttura nucleare, attraverso l'analisi delle collisioni tra elettroni e nuclei o protoni. Nell'ambito dell'esperimento ePIC presso l'EIC, è previsto un sistema di identificazione delle particelle che include l'utilizzo di un rivelatore dual-radiator RICH (dRICH), sviluppato dall'INFN nell'ambito delle attività della CSN3. Per raggiungere le prestazioni richieste il dRICH impiega circa 300.000 sensori al silicio SiPM come fotorivelatori. Dal Gennaio 2024 mi occupo della progettazione del sistema di data reduction online integrato nel DAQ del rivelatore, necessario per mantenere ad un livello gestibile la banda del flusso dei dati in uscita dal dRICH in presenza del Dark Current Rate dei SiPM, riducendola almeno di un ordine di grandezza filtrando gli eventi di solo rumore con altissima efficienza e purezza. Dal Settembre 2024 faccio parte dell'Institutional Board dell'esperimento.

### **Progetto PRIN P202294JHK - REal-time motion CorrEction in magneTic REsonance "RECENTRE"** (dal Novembre 2023)

Progetto di ricerca biennale con capofila Sapienza, partecipano CNR, CREF e INFN sezioni di Napoli, Pisa e Roma. Il progetto riguarda la realizzazione di un sistema di motion correction real-time per imaging di Risonanza Magnetica Nucleare del cervello basato su algoritmi di Machine Learning (ML). Coordino le attività dell'unità di ricerca INFN che nel progetto ha la responsabilità del WP3 (implementazione degli algoritmi di ML) e del WP4 (realizzazione del dimostratore del sistema) e partecipa a WP1 e WP2 (sviluppo degli algoritmi di ML e loro compressione).

### **Progetto TEXTAROSSA** (Aprile 2021 - Marzo 2024)

Ho coordinato le attività INFN nel progetto TEXTAROSSA - *Towards EXtreme scale Technologies and Accelerators for euROhpc hw/Sw Supercomputing Applications for exascale*, co-finanziato dallo European HPC Joint Undertaking (bando H2020-JTI-EuroHPC-2019-1) e dal MISE a partire dall'Aprile 2021, con unità presenti nelle sezioni di Roma, Roma2, Padova, Pisa ed al CNAF.

Il contributo dell'INFN al progetto ha riguardato: i) la fornitura di quattro applicazioni scientifiche (HEP data analysis pipelines, Tensor Networks Methods, Distributed Spiking Neural Network simulation, real-time high performance data analytics) parte dei benchmark utilizzati per guidare la redazione delle specifiche architetture

della piattaforma calcolo di TEXTAROSSA e, in seguito, per il suo test e verifica prestazionale; ii) lo sviluppo di una rete di interconnessione diretta a bassa latenza tra kernel computazionali in esecuzione su dispositivi FPGA e, iii) il relativo stack software che consente l'integrazione delle operazioni di comunicazione nel design flow basato su tool di sintesi di alto livello, in modo da facilitare lo sviluppo di applicazioni HPC, HPDA e AI su piattaforme di calcolo composte da molteplici dispositivi FPGA interconnessi.

#### **Progetto RED\_SEA (Aprile 2021 - Marzo 2024)**

Ho partecipato al progetto RED-SEA, co-finanziato dallo European HPC Joint Undertaking (bando H2020-JTI-EuroHPC-2019-1) e dal MISE a partire dall'Aprile 2021.

L'obiettivo di RED-SEA è stato quello di sviluppare una nuova generazione di reti di interconnessione mirate allo scaling al range dell'exaFLOPS delle applicazioni HPC.

L'INFN è stato coinvolto in attività chiave del progetto, dalla progettazione dell'architettura di rete con un approccio di co-design hardware/software, al porting e all'ottimizzazione sulla nuova architettura di rete di applicazioni scientifiche di rilevanza per INFN.

Ho partecipato alle attività collaborando al design dell'interfaccia di rete e del suo stack software rivestendo il ruolo di responsabile per l'INFN del Work Package 3 - Efficient Network Resource Management.

#### **Progetto APEIRON (Settembre 2019 – Dicembre 2023)**

Sono il primo proponente ed il responsabile nazionale del progetto, approvato con rank 'A' dalla CSN5 dell'INFN nel Luglio 2019. APEIRON (Abstract Processing Environment for Intelligent Read-Out systems based on Neural networks) è framework costituito dall'architettura generale di una piattaforma eterogenea di calcolo distribuito e dal relativo stack software, dai device driver al modello di programmazione di alto livello. Il framework è concepito per essere utilizzato efficacemente nello studio, nella prototipazione e nel deployment di sistemi intelligenti di trigger e data acquisition (TDAQ) per esperimenti di fisica delle alte energie basati sull'uso di Artificial Neural Networks.

#### **Progetto EuroEXA (Settembre 2017 – Dicembre 2021)**

Il progetto europeo H2020 FET-HPC-2016 EuroEXA (<https://euroexa.eu>) è dedicato allo sviluppo di una architettura di calcolo parallelo eterogenea basata su processori ARM Cortex e FPGA Xilinx Ultrascale che consenta di realizzare un dimostratore di sistema scalabile all'ordine del petaFLOPS entro il 2021, come premessa alla realizzazione di un sistema nell'ordine dell'exaFLOPS entro il 2023. Nel progetto l'INFN porta avanti lo sviluppo dell'architettura di rete ExaNet, includendo in essa una gerarchia di switch (di blade e top-of-rack) che consente di creare topologie di rete ibride 3D Torus/Fat-tree su link 100GbE. Sono responsabile per le attività dell'INFN nel gruppo di lavoro sul co-design hardware/software dell'architettura del sistema e nel Work Package 3 (System Software and Programming Environment).

#### **Esperimento WaveScales nello Human Brain Project (Aprile 2016 – Dicembre 2019)**

L'esperimento WaveScales, parte del workpackage 3.2 dello Human Brain Project (<https://www.humanbrainproject.eu>), prevede di misurare sperimentalmente e di eseguire simulazioni dettagliate delle *Slow Waves* corticali utilizzando il simulatore distribuito DPSNN sviluppato dal laboratorio APE dell'INFN. Uno degli obiettivi dell'esperimento è la prototipazione di un'architettura di rete *custom* ottimizzata per l'esecuzione di simulazioni di reti neuronali spiking su larga scala. Questa attività mi ha visto direttamente coinvolto con lo studio, lo sviluppo e la simulazione di algoritmi di routing ottimizzati per l'applicazione di interesse, che richiede la comunicazione a bassa latenza in modalità multicast di messaggi di dimensione ridotta. Questa attività ha portato alla ideazione di un meccanismo che ottimizza questo tipo di comunicazione, oggetto del brevetto n. 10201600071637 dal titolo "Sistema per accelerare la trasmissione dati nelle interconnessioni di rete" di cui sono contitolare.

#### **Progetto ExaNeST (Dicembre 2015 – Luglio 2019)**

Il progetto Europeo H2020-FETHPC-2014 ExaNeSt (<http://exanest.eu>) aveva l'obiettivo di sviluppare le tecnologie di interconnessione e storage che risultassero abilitanti all'integrazione di sistemi di calcolo paralleli HPC alla scala dell'exaFLOPS. Il mio contributo al progetto ha riguardato la progettazione dell'architettura di rete e la definizione e implementazione del relativo stack software: linux kernel driver, libreria user space, tool

di test e configurazione. Ho inoltre lavorato allo sviluppo, alla simulazione e al profiling di algoritmi di routing adattivi per la rete toroidale ExaNet. In particolare, nell'ambito della mia tesi di dottorato in Information and Communication Technologies presso l'università Sapienza di Roma, ho ideato e sviluppato un algoritmo di routing fully adaptive per reti toroidali (DQN-routing) basato su tecniche di Deep Reinforcement Learning e l'architettura dello switch che lo implementa.

### **Progetto NaNet (Gennaio 2013- Dicembre 2018)**

Sono coordinatore nazionale del progetto NaNet della CSN5 dell'INFN che ha come obiettivo il design e la realizzazione di una famiglia di schede di rete in standard PCI Express (PCIe) basate su FPGA destinate ad essere impiegate in sistemi real-time, quali ad esempio DAQ o trigger di basso livello di esperimenti di High Energy Physics. Una caratteristica distintiva del design è rappresentata dalla capacità di effettuare trasferimenti diretti tra i canali di I/O, configurabili in tipologia e numero in base alla specifica applicazione, e la memoria di eventuali acceleratori di tipo GPU oltre che delle host CPU in modo da garantire una latenza di comunicazione bassa e controllata. Sfruttando questa capacità è possibile integrare pipeline di calcolo eterogenee (FPGA, CPU, GPU) sulle quali partizionare in modo ottimale i task computazionali da eseguire in real-time. Il progetto ha il suo fondamento negli sviluppi tecnologici portati avanti dal gruppo APE dell'INFN negli anni precedenti, nell'ambito delle reti dedicate all'High Performance Computing (apeNET+) e del loro adattamento per l'uso nel DAQ di KM3NeT-Italia (NaNet<sup>3</sup>) e nel trigger di basso livello nell'esperimento NA62 al CERN per ricostruire in tempo reale su GPU la geometria delle tracce del rivelatore RICH. Il progetto NaNet ha fornito il contesto operativo necessario sviluppo di queste attività producendo una serie di Intellectual Properties integrabili nel design della scheda, come i canali di comunicazione UDP over 10/40 GbE, il canale ottico da 2.5 Gbps a latenza deterministica KM3link, l'interfaccia host PCIe Gen 3 x8 e l'interfaccia al sistema TTC di NA62. Questo ha consentito la realizzazione delle seguenti versioni del design: NaNet-10 (4 canali 10GbE, integrata nel trigger dell'esperimento NA62), NaNet<sup>3</sup> (4 canali KM3link, integrata nel DAQ dell'esperimento KM3NeT-Italia) e NaNet-40 (1 Canale 40GbE).

### **Esperimento KM3Net-Italia (Dicembre 2012 – Dicembre 2021)**

KM3NeT-Italia è l'installazione sottomarina che rappresenta il proseguimento delle attività dell'esperimento NEMO ed è finalizzata alla ricerca di neutrini di alta energia tramite la realizzazione di un telescopio Cherenkov nel Mediterraneo con un volume dell'ordine di 1 km<sup>3</sup> attraverso l'integrazione nell'infrastruttura di KM3Net (<https://www.km3net.org>). In questo ambito ho proposto nel 2014 l'adozione di una versione opportunamente configurata del design NaNet, denominata NaNet<sup>3</sup>, come end-point a terra nel sistema di data transport dell'esperimento. La peculiarità di questo design è l'implementazione di un canale di comunicazione ottico tra la scheda NaNet<sup>3</sup> a terra e la sua controparte nell'apparato sottomarino (scheda Floor Control Module – FCM) caratterizzato dall'aver una latenza deterministica sia in trasmissione che in ricezione. Questa caratteristica è essenziale per la corretta marcatura temporale degli eventi rilevati dagli apparati sottomarini dal momento che questi ricevono l'informazione temporale da terra tramite il medesimo canale ottico. Il design prevede quattro di questi canali ottici a 2.5 Gbps connessi tramite porte SFP+ e una interfaccia PCI Express Gen2 x8 con supporto GPUDirect P2P/RDMA verso il sistema host. Oltre al design dell'architettura del firmware della FPGA ho curato la implementazione del software di sistema (kernel driver, libreria e applicazione utente) necessario al suo utilizzo in ambiente Linux. Nel 2016 ho provveduto al deployment software ed al test di 8 server di front-end del DAQ di KM3NeT-Italia a Portopalo di Capo Passero che integravano ciascuno una scheda NaNet<sup>3</sup>. I sistemi sono stati usati per comunicare con i dispositivi a mare (Junction Box e torre installata nel maggio 2016), fornendo tutte le funzionalità previste da progetto: distribuzione del clock, operazioni di controllo sulla strumentazione remota e ricezione dei dati da moduli ottici e dagli idrofoni.

### **Esperimento NA62 (dal Giugno 2012)**

L'esperimento NA62 al CERN ha come obiettivo la rivelazione di eventi  $K^+ \rightarrow \pi^+ \nu \bar{\nu}$  e la misurazione del relativo rapporto di decadimento, che risulta essere ultrararo. Nel contesto dell'esperimento è nata attorno al 2010 un'iniziativa mirata a investigare l'uso di acceleratori GPU nel sistema di trigger di basso livello per aumentarne l'efficienza. Come caso di studio si è considerata la possibilità di generare in tempo reale, con un time budget inferiore al millisecondo, delle primitive più raffinate della semplice molteplicità degli hit per il rivelatore RICH, fornendo al trigger di livello 0 centro e raggio dei pattern circolari Cherenkov. Per rispondere

ai requisiti *real-time* per il trasferimento dei dati tra il sistema di read-out e quello GPU che effettua la elaborazione ho progettato l'architettura di una scheda di rete PCI express basata su FPGA denominata NaNet. Il design reimpiega diverse soluzioni sviluppate per apeNET+, in particolare il modulo che implementa la comunicazione diretta tra scheda di rete e GPU (GPU Direct Peer-to-Peer), ed aggiunge diverse caratteristiche fondamentali per l'uso in ambito real-time, quali ad esempio un modulo di offloading per la gestione dello stack del protocollo di rete UDP/IP e la possibilità di effettuare elaborazioni a latenza deterministica sullo stream dei dati direttamente nella FPGA. La suddetta pipeline di calcolo, denominata GPU-RICH, è stata integrata nella catena di trigger principale come un detector aggiuntivo durante i test svolti a fine Ottobre 2018 consentendo di validare l'interfaccia con il trigger di livello 0, sostenendo una rate di circa 6 MHz di eventi prodotti nel rivelatore RICH e generando risultati con una latenza di circa 300 microsecondi. Nel corso del 2019 è stata svolta una analisi comparativa tra i dati della ricostruzione online prodotta da GPU-RICH con quella offline. Ciò ha consentito il tuning dei parametri dell'algoritmo di ricostruzione su GPU. Nel Marzo 2019 sono stato promotore dell'iniziativa denominata L0TP+ di upgrade del trigger di livello 0 dell'esperimento. Infine, a partire dal 2022 ho lavorato al progetto, all'integrazione ed al test della pipeline di calcolo denominata FPGA-RICH che, inserita nel trigger di basso livello dell'esperimento, realizza un sistema di partial particle identification basato su reti neurali implementate su FPGA elaborando online gli eventi del rivelatore RICH.

#### **Progetto EURETILE** (Gennaio 2010 – Settembre 2014)

Il progetto europeo FP7 FET Concurrent Tera-device Computing EURETILE ha rappresentato la prosecuzione del progetto SHAPES nell'ambito della progettazione di architetture di calcolo massivamente parallele dedicate sia al mondo embedded sia a quello dell' High Performance Computing (HPC). In questo ambito, ho lavorato allo sviluppo del modello SystemC TLM2 della IP di comunicazione tra tile di calcolo denominata Distributed Network Processor (DNP). Ho partecipato inoltre al design della scheda di comunicazione apeNET+ che implementa una interconnessione di rete tridimensionale toroidale punto-punto per nodi di calcolo con CPU x86\_64 e GPU NVIDIA, curando in particolare l'inclusione nel design di un microcontrollore e lo sviluppo del software che viene eseguito su di esso. Infine ho lavorato alla definizione delle specifiche, al procurement ed alla installazione dell'hardware e del software di sistema del cluster QuonG, la piattaforma hardware di riferimento del progetto.

#### **Progetto SHAPES** (Gennaio 2006 – Dicembre 2009)

Il progetto europeo FP6 FET Advanced Computing Architectures SHAPES (Scalable Software Hardware Architecture Platform for Embedded Systems) aveva come obiettivo il progetto e l'implementazione dell'hardware e del software di una architettura di calcolo embedded basata su una unità elementare, detta tile, che integra un DSP floating-point, un microcontrollore RISC ed una IP denominata Distributed Network Processor (DNP). Il DNP realizza l'interconnessione tra tile appartenenti a uno stesso chip, ovvero a chip diversi, con topologia di rete configurabile tra 1D, 2D o 3D e protocollo dati a pacchetto con supporto per transazioni di tipo Remote Data Memory Access (RDMA). Ho partecipato al design del Distributed Network Processor, e in questo ambito ho avuto la responsabilità dello sviluppo del modello SystemC Transaction-Level Modelling (TLM) dell'architettura.

#### **Esperimento NEMO** (Dicembre 2004 – Maggio 2007)

La collaborazione NEMO (NEutrino Mediterranean Observatory) era costituita da numerosi gruppi italiani e sezioni INFN con lo scopo di realizzare un prototipo di telescopio Cherenkov sottomarino per neutrini di alta energia. La Fase I dell'esperimento è terminata nel 2007 con l'installazione e la messa in opera di una "mini-torre" nel "test-site" di Catania, a 25km dalla costa e a 2000m di profondità. Ho partecipato alla definizione dell'architettura hardware e software dei server dedicati al data transport con gli apparati sperimentali sottomarini ed al trigger di primo livello per la Fase I dell'esperimento, conducendo una serie di benchmark utili al dimensionamento degli apparati di rete, calcolo e storage. Inoltre, ho sviluppato un kernel driver Linux per la scheda PCI di acquisizione dei dati dei sensori sottomarini e l'invio dei dati di slow control.

#### **Progetto apeNEXT** (Maggio 1999 – Dicembre 2010)

L'esperimento apeNEXT, frutto di una collaborazione internazionale tra INFN, DESY, CNRS e Université de Paris Sud, ha avuto come scopo la progettazione, la costruzione e l'esercizio di diverse installazioni di macchine

parallele con potenza di calcolo integrata maggiore di 10 teraFLOPS ottimizzate per simulazioni di Lattice QCD, ma sufficientemente flessibili da poter essere utilizzate con profitto in altri settori della fisica computazionale, quali ad esempio la fluidodinamica o lo studio dei sistemi complessi. Ho partecipato fin dalle fasi iniziali alla progettazione dell'architettura VLIW del nodo di calcolo, in particolare per gli aspetti legati alla sua programmabilità. A questo scopo ho collaborato alla implementazione di un assembler simbolico e di un linker dedicati alla architettura in fase di sviluppo e basati su programmi open source GNU (gas, ld). Ho progettato e realizzato in linguaggio C++ un simulatore funzionale bit-exact dell'architettura, in grado di eseguire programmi a livello delle istruzioni di microcodice. Ho realizzato, con la collaborazione di due laureandi in Fisica di cui sono stato relatore, il porting del compilatore C open-source gcc per l'architettura apeNEXT. Con gli altri membri del gruppo APE di Roma ho progettato e supervisionato i lavori del "centro di calcolo apeNEXT", inaugurato nel febbraio del 2006, che ha ospitato 13 rack apeNEXT (6500 nodi di calcolo per una potenza di circa 8 teraFLOPS) coi relativi server di interfaccia per l'I/O ed il controllo (52 in totale) oltre a 4 server di front-end ed ad un sistema di storage fibre channel. Ho lavorato alla installazione e alla manutenzione hardware e software del centro di calcolo per tutta la durata della sua operatività, fornendo inoltre supporto agli utenti sia per lo sviluppo dei codici che per problematiche sistemistiche.

#### **Progetto APEmille (Marzo 1995 – Giugno 2005)**

L'esperimento APEmille dell'INFN ha riguardato la progettazione e lo sviluppo di un calcolatore parallelo SIMD nel range di potenza di calcolo del teraFLOPS, dedicato all'esecuzione efficiente di codici di simulazione di Lattice QCD. Il mio lavoro di tesi ha riguardato la progettazione e la realizzazione del compilatore del linguaggio di alto livello TAO per il controllore intero e l'unità floating point di APEmille. Successivamente ho assunto la responsabilità dello sviluppo, del debug e della manutenzione dell'intera catena di compilazione. Ho progettato ed implementato in linguaggio C++ un simulatore funzionale instruction-accurate di una scheda di calcolo di APEmille (8 nodi interconnessi in un reticolo cubico 2x2x2). Ho lavorato al test e alla integrazione del primo rack di APEmille (512 nodi di calcolo connessi in un reticolo cubico 8x8x8), occupandomi poi, della installazione e della manutenzione dei sistemi APEmille presso la sezione di Roma 1 dell'INFN (4 rack per un totale di 2048 nodi di calcolo, per una potenza di calcolo integrata di circa 1 teraFLOPS). Mi sono occupato, per tutto il ciclo di vita della macchina, del supporto agli utenti, sia per lo sviluppo dei codici che per le esigenze sistemistiche.

### **PROGETTI E RISULTATI NELL'AMBITO DEL TRASFERIMENTO TECNOLOGICO**

#### **Progetto NaNet-T (Gennaio 2016 – Dicembre 2018)**

Responsabile per la sezione di Roma dell'INFN del progetto di ricerca collaborativa denominata NaNet di durata triennale tra la sezione di Roma e il Dipartimento Group R&D di Unicredit S.p.A..

Il tema della ricerca è stato l'applicazione delle tecnologie FPGA per il trasporto dei dati e la loro elaborazione in tempo reale su piattaforme di calcolo eterogenee e distribuite.

**Brevetto n. 102016000071637**, domanda depositata dall'INFN in data 8 Luglio 2016.

Inventori: R. Ammendola, P. Vicini, P. S. Paolucci, A. Lonardo, O. Frezza, F. Lo Cicero, M. Martinelli, A. Biagioni, F. Simula.

Titolo: "Sistema per accelerare la trasmissione dati nelle interconnessioni di rete".

Roma, 23 Settembre 2025