

GRUPPO DI RICERCA

Numerical Methods and Applications (Metodi Numerici e Applicazioni)

1. DATI IDENTIFICATIVI DEL GRUPPO DI RICERCA

<p>Categorie ERC</p>	<p>ERC EVALUATION PANELS 2024</p> <p>Physical Sciences and Engineering (PE)</p> <p>PE1 Mathematics PE1_17 Mathematical aspects of computer science PE1_18 Numerical analysis PE1_19 Scientific computing and data processing PE1_20 Control theory, optimisation and operational research PE1_21 Application of mathematics in sciences PE1_22 Application of mathematics in industry and society</p> <p>PE6 Computer Science and Informatics</p> <p>PE6_11 Machine learning, statistical data processing and applications using signal processing (e.g. speech, image, video) PE6_12 Scientific computing, simulation and modelling tools PE6_14 Quantum computing (formal methods, algorithms and other computer science aspects)</p> <p>Life Sciences (LS)</p> <p>LS7_1 Medical imaging for prevention, diagnosis and monitoring of diseases LS9_8 Applied plant sciences, plant breeding, agroecology and soil biology</p>
<p>Settore Scientifico Disciplinare</p>	<p>01/MATH-05 NUMERICAL ANALYSIS, MATH-05/A Numerical Analysis 13/STAT-01 STATISTICS, STAT-01/A Statistics</p>

Parole Chiave (Keywords)	Numerical optimization, numerical approximation, image analysis and processing, numerical methods for finance, mathematical modeling in environmental sciences, scientific machine learning, data mining.
-------------------------------------	---

2. COMPOSIZIONE E COORDINAMENTO

Responsabile Scientifico / Coordinatore:

- **Nome e Cognome:** Gerardo Toraldo
- **Qualifica:** Professore Ordinario
- **Email:** gerardo.toraldo@unicampania.it
- **Link Orcid Personale:** <https://orcid.org/0000-0001-9703-5557>

Componenti del Gruppo:

1. **Rosanna Campagna** – Professore Associato/ <https://orcid.org/0000-0003-4694-0113>
2. **Valentina De Simone** – Professore Associato/<https://orcid.org/0000-0002-3357-5252>
3. **Elvira Romano** – Professore Associato/<https://orcid.org/0000-0001-8998-7099>
4. **Serena Crisci** – Ricercatore a Tempo Determinato di tipo B (RTD-B) /<https://orcid.org/0000-0001-9130-8163>
5. **Zubair Ahmad** – Postdoc/<https://orcid.org/0000-0002-3488-4233>
6. **Paola Calabrese** – Dottoranda/<https://orcid.org/0009-0004-3642-4275>
7. **Anna De Magistris** – Dottoranda/<https://orcid.org/0009-0004-1633-2365>
8. **Naveed Khan** – Dottorando/<https://orcid.org/0000-0001-9737-0187>
9. **Araboljadidi Narges** – Dottoranda/<https://orcid.org/0000-0002-3334-4032>
10. **Raffaella Sapio** – Dottoranda
11. **Laura Antonelli** - Primo Ricercatore CNR/<https://orcid.org/0000-0002-4031-099X>

3. ATTIVITÀ SCIENTIFICA E NETWORK

Breve Descrizione delle linee di ricerca:

- **Metodi del primo ordine:** Progettazione e analisi teorica e sperimentale di algoritmi di tipo gradiente per la risoluzione di problemi di minimizzazione vincolata e non vincolata, con funzioni obiettivo differenziabili e non differenziabili; sviluppo e studio di tecniche di accelerazione basate su schemi ibridi e/o su nuove regole adattive per la selezione della lunghezza del passo.
- **Ottimizzazione robusta:** Utilizzo di tecniche di ottimizzazione robusta per la gestione dell'incertezza dei dati; applicazione a problemi di finanza e di elaborazione di immagini.

- **Approssimazione multivariata:** spline di regressione, spline di tipo Hermite, funzioni radiali. Applicazione alla definizione di curve geometriche (ad esempio curve di off-set), superfici, analisi di segnali.
- **Scientific Machine Learning:** strategie basate su reti neurali per la selezione dei parametri di modelli funzionali. Applicazione alla definizione di modelli ibridi che integrino la teoria delle spline con moderni strumenti di apprendimento automatico.
- **Analisi dati:** metodi funzionali di tipo clusterwise basati su spazi di funzioni spline. Applicazione all'analisi di dati DEM (Digital Elevation Model) che descrivono l'altimetria della superficie terrestre.
- **Risoluzione numerica di problemi inversi:** metodi numerici per l'elaborazione di immagini e l'inversione numerica di operatori integrali.

Collaborazioni Nazionali ed Internazionali:

- **Nazionali:** Istituto di Calcolo e Reti ad Alte Prestazioni del Consiglio Nazionale delle Ricerche (ICAR-CNR), Università di Napoli Federico II, Università Parthenope, Sapienza Università di Roma, Università di Torino, Università Mediterranea di Reggio Calabria, Università di Firenze, Università di Modena e Reggio Emilia, Università di Ferrara, Università degli Studi di Salerno.
- **Internazionali:** Università della Svizzera Italiana (Lugano), University of Passau (Germany), Dublin City University, University of Edinburgh, Eindhoven University of Technology, Nanjing University of Information Science and Technology

4. PROGETTI, BREVETTI E PUBBLICAZIONI

Principali Progetti di Ricerca:

- **A multidisciplinary approach to evaluate ecosystems resilience under climate change** - PRIN PNRR - Codice progetto P2022WC2ZZ, CUP B53D23027910001, finanziato nell'ambito del PNRR - Missione 4 "Istruzione e Ricerca", componente C2 – investimento 1.1, Fondo per il Programma Nazionale di Ricerca e Progetti di Rilevante Interesse Nazionale (PRIN) – del Piano Nazionale di Ripresa e Resilienza, dedicata ai Progetti di ricerca di Rilevante Interesse Nazionale, di cui al D.D. n. 1409/2022 "Bando PRIN 2022 PNRR" - Principal Investigator: Francesco Giannino, Università degli Studi di Napoli Federico II, Responsabile di Unità locale Prof. Gerardo Toraldo, Membri partecipanti: Rosanna Campagna, Serena Crisci, Anna De Magistris, Zubair Ahmad. 30/11/2023 - 28/02/2026.
- **Numerical Optimization with Adaptive Accuracy and Applications to Machine Learning** - PRIN 2022 - Codice: 2022N3ZNAX, CUP B53D23012660006, finanziato nell'ambito della Missione 4 "Istruzione e Ricerca" del Piano Nazionale di Ripresa e Resilienza, componente C2 – investimento 1.1, Fondo per il Programma Nazionale di Ricerca e Progetti di Rilevante Interesse Nazionale (PRIN) – del Piano Nazionale di Ripresa

e Resilienza, dedicata ai Progetti di ricerca di Rilevante Interesse Nazionale, di cui al DDG decreto direttoriale n. 104 del 2 febbraio 2022 - Principal Investigator: Luca Zanni, Università degli Studi di Modena e Reggio Emilia, Responsabile di Unità locale Prof. Gerardo Toraldo, Membri partecipanti: Rosanna Campagna, Serena Crisci, Valentina De Simone. 28/09/2023 - 28/02/2026.

- **A mathematical approach to inverse problems arising in cultural heritage preservation and dissemination** - PRIN PNRR - Codice: P2022PMEN2_03, CUP: B53D23027900001, finanziato nell'ambito del PNRR - Missione 4 "Istruzione e Ricerca", componente C2 – investimento 1.1, Fondo per il Programma Nazionale di Ricerca e Progetti di Rilevante Interesse Nazionale (PRIN) – del Piano Nazionale di Ripresa e Resilienza, dedicata ai Progetti di ricerca di Rilevante Interesse Nazionale, di cui al D.D. n. 1409/2022 "Bando PRIN 2022 PNRR" - Responsabile di Unità locale Prof. Ferdinando Zullo, Membri partecipanti: Valentina De Simone. 30/11/2023 -28/02/2026.
- **Problemi di elaborazione di immagini descritti da modelli con incertezza** - Progetto INdAM-GNCS 2025, Coordinatrice: Monica Pragliola, Università di Napoli Federico II, Italia - 21/02/2025 - 21/02/2026 - concluso.
- **Sparsificazione per l'Analisi e l'Elaborazione di Dati su Larga Scala** - Progetto INdAM-GNCS 2024, Coordinatore: Martin Huska, Università di Bologna, Italia - 15/02/2024 - 15/02/2025 - concluso.
- **MOdelli e MEtodi Numerici per il Trattamento delle Immagini (MOMENTI)** - Progetto INdAM-GNCS 2024, Coordinatrice: Silvia Tozza, Università di Bologna, Italia - 15/02/2024 - 15/02/2025 - concluso.
- **FEaturE Detection IN imaGe processing with industrial applications (FEEDING)** - Bando di Ateneo per il finanziamento di progetti di ricerca fondamentale ed applicata dedicato ai giovani Ricercatori, Università degli Studi della Campania Luigi Vanvitelli. Principal Investigator: Serena Crisci, Università della Campania Luigi Vanvitelli, Italia - 01/09/2023 - 31/07/2024 - concluso.
- **COmputational METHods in data Analysis (COMETA)** - Bando di Ateneo per il finanziamento di progetti di ricerca fondamentale ed applicata dedicato ai giovani Ricercatori, Università degli Studi della Campania Luigi Vanvitelli. Sostituto Principal Investigator: Gerardo Toraldo (subentrato a Marco Viola), Università della Campania Luigi Vanvitelli, Italia - 01/09/2023-31/07/2024 - concluso.
- **Elaborazione di dati e immagini: algoritmi e applicazioni** - Progetto INdAM-GNCS 2023, Coordinatrice: Mariantonia Cotronei, Università Mediterranea di Reggio Calabria, Italia - 30/01/2023 - 30/01/2024 - concluso.

- **Modelli e Metodi Avanzati in Computer Vision** - Progetto INdAM-GNCS 2023, Coordinatrice: Serena Crisci, Università della Campania Luigi Vanvitelli, Italia - 30/01/2023 - 30/01/2024 - concluso.
- **Metodi di approssimazione data-driven per dati esatti e perturbati** - Progetto INdAM-GNCS 2022, Coordinatrice: Costanza Conti, Università di Firenze, Italia - 24/05/2022 - 31/05/2023 - concluso.
- **Ottimizzazione adattiva per il machine learning** - Progetto INdAM-GNCS 2022, Coordinatore: Simone Rebegoldi, Università di Firenze, Italia - 24/05/2022 - 31/05/2023 - concluso.
- **VArational methods and Numerical techniques: sHape Optimization and nonlinear Partial differential EquationS (VAIN-HOPES)**, 2019 nell'ambito del Programm V:ALERE (VAnviteLli pEr la RicErca) dell'Università della Campania Luigi Vanvitelli. PI: Benedetta Pellacci, Università della Campania Luigi Vanvitelli, Italia - 2019/2022 - concluso.
- **Second-order methods for optimisation problems in machine learning** - Executive Program of Cooperation in the Field of Science and Technology between the Italian Republic and the Republic of Serbia, funded by Italian Ministry of Foreign Affairs and International Cooperation and Serbian Ministry of Education, Science and Technological Development. PI: Stefania Bellavia (Università di Firenze), Nataša Krklec Jerinkić (University of Novi Sad), Italia-Serbia - 2019/2022 - concluso.
- **Interpolazione e smoothing: aspetti teorici, computazionali e applicativi** - Progetto INdAM-GNCS 2020, Coordinatrice: Lucia Romani, Università di Bologna, Italia - 09/03/2020 - 08/03/2021 - concluso.
- **Ottimizzazione per l'apprendimento automatico e apprendimento automatico per l'ottimizzazione** - Progetto INdAM-GNCS 2020, Coordinatrice: Federica Porta, Università di Modena e Reggio Emilia, Italia - 09/03/2020 - 08/03/2021 - concluso.
- **Kernel-based approximation, multiresolution and subdivision methods and related applications** - Progetto INdAM-GNCS 2019, Responsabile Prof. Francesco Dell'Accio, Università della Calabria, Italia - 22/02/2019 - 21/02/2020 - concluso.
- **EoCoE - Energy oriented Centre of Excellence for computing applications** - EU Horizon 2020 Project, Call H2020-EINFRA-2015-1. Responsabile scientifico: Commissariatà l'énergie atomique et aux énergies alternatives (CEA), France - 2015-2018 - concluso.

Principali Pubblicazioni Recenti:

L'elenco completo dei prodotti della ricerca dei membri del gruppo (come libri, monografie, edizioni critiche) è accessibile tramite il portale IRIS di Ateneo.

2026

1. Calabrese, P.E., Campagna, R., and Conti, C., *An algorithm for locally adaptive bivariate penalized splines*, **Journal of Computational and Applied Mathematics**, 2026, DOI: <https://doi.org/10.1016/j.cam.2025.117201>
2. Antonelli, L., De Simone, V., Viola, M., *A three-step framework for noisy image segmentation in brain MRI*, **Applied Mathematics and Computation**, 2026. DOI: 10.1016/j.amc.2025.129803
3. Camellini, F., Crisci, S., De Magistris, A., Franchini, G., *A line-search based SGD algorithm with Adaptive Importance Sampling*, **Journal of Computational and Applied Mathematics**, 2026, DOI: <https://doi.org/10.1016/j.cam.2025.117120>

2025

1. De Magistris, A., Romano, E. & Campagna, R., *Adaptive Generalized P-Splines for Functional Data: A Statistical Framework via Blockwise GSVD*, **Statistics and Computing**, 2025. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11222-025-10734-3>
2. Campagna, R., Crisci, S., Santin, G., Toraldo, G., Viola M., *An algorithm for a constrained P-spline*, **BIT Numerical Mathematics**, 2025. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10543-025-01071-y>
3. Crisci, S., De Simone, V., Pragliola, M., Toraldo, G., *Bilevel robust optimization approach for multi-period sparse portfolio selection*, **Journal of Computational and Applied Mathematics**, 2025, DOI: 10.1016/j.cam.2025.116729
4. Nunziata, G., Crisci, S., De Gregorio, G., Schiattarella, R., Acampora, G., Coraggio, L., Itaco N., *Quantum fuzzy logic for edge detection: A demonstration on NISQ hardware*, **Applied Soft Computing**, 2025, DOI: <https://doi.org/10.1016/j.asoc.2025.113866>

2024

1. Wu, Z., Xie, G., Ge, Z., De Simone, V., *Nonconvex multi-period mean-variance portfolio optimization*, **Annals of Operations Research**, 2024. DOI: 10.1007/s10479-023-05524-x)
2. Crisci, S., Rebegoldi, S., Toraldo, G., Viola, M., *Barzilai-Borwein-like rules in proximal gradient schemes for l1-regularized problems*. **Optimization Methods and Software**, 2024, DOI:10.1080/10556788.2023.2285489.
3. Ahmad, Z., Crisci, S., Murtaza, S., Toraldo, G., *Numerical insights of fractal-fractional modeling of magnetohydrodynamic Casson hybrid nanofluid with heat transfer enhancement*, **Mathematical Methods in the Applied Sciences**, 2024, DOI: <https://doi.org/10.1002/mma.10059>
4. di Serafino, D., Hager, W.W., Toraldo, G., Viola, M., *On the stationarity for nonlinear optimization problems with polyhedral constraints*, **Mathematical Programming**, 2024, DOI: 10.1007/s10107-023-01979-9

2023

1. Campagna, R., Conti, C., Cuomo, S., *A linear algebra approach to HP-splines frequency parameter selection*, **Applied Mathematics and Computation**, 2023. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.amc.2023.128241>
2. L. Antonelli, V. De Simone, M. Viola, *Cartoon-texture evolution for two-region image segmentation*, **Computational Optimization and Applications**, 2023. DOI: 10.1007/s10589-022-00387-7
3. Crisci, S., Porta, F., Ruggiero, V., Zanni L., *Hybrid limited memory gradient projection methods for box-constrained optimization problems*. **Computational Optimization and Applications**, 2023, DOI: <https://doi.org/10.1007/s10589-022-00409-4>.

2022

1. Campagna, R., Conti, C., *Reproduction capabilities of penalized hyperbolic-polynomial splines*, **Applied Mathematics Letters**, 2022. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.aml.2022.108133>
2. Fuda, C., Campagna, R. & Hormann, K., *On the numerical stability of linear barycentric rational interpolation*, **Numerische Mathematik**, 2022. DOI: <https://doi.org/10.1007/s00211-022-01316-w>
3. V. De Simone, D. di Serafino, J. Gondzio, S. Pougkakiotis, M Viola, *Sparse Approximations with Interior Point Methods*, **SIAM REVIEW**, 2022. DOI: <https://doi.org/10.1137/21M1401103>

2021

1. S. Corsaro, V. De Simone, Z. Marino, *Split Bregman iteration for multi-period mean variance portfolio optimization*, **Applied Mathematics and Computation**, 2021. DOI: 10.1016/j.amc.2020.125715.
2. Crisci, S., Piana, M., Ruggiero, V., Scussolini, M., *A regularized affine scaling Trust Region method for parametric imaging of dynamic PET data*, **SIAM Journal on Imaging Sciences**, 2021, DOI: <https://doi.org/10.1137/20M1336370>
3. di Serafino, D., Toraldo, G., Viola, M., *Using gradient directions to get global convergence of Newton-type methods*, **Applied Mathematics and Computation**, 2021, DOI: 10.1016/j.amc.2020.125612.