



Allegato 1

**Scheda di partecipazione per l'assegnazione di fondi per
Progetti di Ricerca sviluppati da Singoli Ricercatori – Anno 2025**

TITOLO DELLA RICERCA

Sviluppo di modelli ridotti per la fluidodinamica computazionale con applicazione a campi di moto compressibili

PAROLE CHIAVE

1	Modelli ridotti
2	Fluidodinamica computazionale
3	Flussi compressibili
4	Simulazioni numeriche

PROPONENTE

COGNOME E NOME	GIRFOGLIO MICHELE
RUOLO	PROFESSORE ASSOCIATO
E-MAIL	michele.girfoglio@unipa.it
SSD	01/MATH-05 - ANALISI NUMERICA

Attività editoriale del proponente negli ultimi tre anni

Khamlich, M., Pichi, F., **Girfoglio, M.**, Quaini, A., Rozza, G.
Optimal transport-based displacement interpolation with data augmentation for reduced order modeling of nonlinear dynamical systems.
Journal of Computational Physics, vol. 531, 2025

Rathore, S., Africa, P. C., Ballarin, F., Pichi, F., **Girfoglio, M.**, Rozza, G.
Projection-based reduced order modelling for unsteady parametrized optimal control problems in 3D cardiovascular flows.
Computer Methods and Programs in Biomedicine, vol. 269, 2025

Ivagnes, A., Strazzullo, M., **Girfoglio, M.**, Iliescu, T., Rozza, G.
Data-Driven Optimization for the Evolve-Filter-Relax Regularization of Convection-Dominated Flows.
International Journal for Numerical Methods in Engineering, vol. 126, 2025



- Siena, P., Africa, P. C., **Girfoglio, M.**, Rozza, G.
A hybrid reduced order model to enforce outflow pressure boundary conditions in computational hemodynamics.
Biomechanics and Modeling in Mechanobiology, 2025
- Siena, P., **Girfoglio, M.**, Quaini, A., Rozza, G.
Stabilized POD reduced order models for convection-dominated incompressible flows.
Computational and Applied Mathematics, vol. 44, 2025
- Besabe, L., **Girfoglio, M.**, Quaini, A., Rozza, G.
Linear and nonlinear filtering for a two-layer quasi-geostrophic ocean model.
Applied Mathematics and Computation, vol. 488, 2025
- Besabe, L., **Girfoglio, M.**, Quaini, A., Rozza, G.
Data-driven reduced order modeling of a two-layer quasi-geostrophic ocean model.
Results in Engineering, vol. 25, 2025
- Girfoglio, M.**, Quaini, A., Rozza, G.
A comparative computational study of different formulations of the compressible Euler equations for mesoscale atmospheric flows in a finite volume framework.
Computers & Fluids, vol. 288, 2025
- Hajisharifi, A., **Girfoglio, M.**, Quaini, A., Rozza, G.
A comparison of data-driven reduced order models for the simulation of mesoscale atmospheric flow.
Finite Elements in Analysis and Design, vol. 228, 2024
- Clinco, N., **Girfoglio, M.**, Quaini, A., Rozza, G.
Computational study of numerical flux schemes for mesoscale atmospheric flows in a Finite Volume framework.
Communications in Applied and Industrial Mathematics, vol. 15, 2024
- Siena, P., Africa, P. C., **Girfoglio, M.**, Rozza, G.
On the accuracy and efficiency of reduced order models: Towards real-world applications.
Advances in Applied Mechanics, vol. 59, 2024
- Hajisharifi, A., Halder, R., **Girfoglio, M.**, Beccari, A., Bonanni, D., Rozza, G.
An LSTM-enhanced surrogate model to simulate the dynamics of particle-laden fluid systems.
Computers & Fluids, vol. 280, 2024
- Salavatidezouli, S., Barzegar, S., Sheidani, A., Hajisharifi, A., **Girfoglio, M.**, Stabile, G., Rozza, G.
Effect of particle aspect ratio in targeted drug delivery in abdominal aortic aneurysm.
European Journal of Mechanics B/Fluids, vol. 106, 2024
- Balzotti, C., Siena, P., **Girfoglio, M.**, Stabile, G., Duenas-Pamplona, J., Sierra-Pallares, J., Amat-Santos, I., Rozza, G.
A reduced order model formulation for left atrium flow: an atrial fibrillation case.
Biomechanics and Modeling in Mechanobiology, vol. 23, 2024



Girfoglio, M., Quaini, A., Rozza, G.

A novel Large Eddy Simulation model for the Quasi-Geostrophic equations in a Finite Volume setting.

Journal of Computational and Applied Mathematics, vol. 418, 2023

Siena, P., **Girfoglio, M.**, Ballarin, F., Rozza, G.

Data-Driven Reduced Order Modelling for Patient-Specific Hemodynamics of Coronary Artery Bypass Grafts.

Journal of Scientific Computing, vol. 94, 2023

Girfoglio, M., Quaini, A., Rozza, G.

A hybrid projection/data-driven reduced order model for the Navier–Stokes equations with nonlinear filtering stabilization.

Journal of Computational Physics, vol. 486, 2023

Girfoglio, M., Quaini, A., Rozza, G.

A linear filter regularization for POD-based reduced-order models of the quasi-geostrophic equations.

Comptes Rendus Mécanique, vol. 351, 2023

Hajisharifi, A., Romanò, F., **Girfoglio, M.**, Beccari, A., Bonanni, D., Rozza, G.

A non-intrusive data-driven reduced order model for parametrized CFD-DEM numerical simulations.

Journal of Computational Physics, vol. 491, 2023

Cinco, N., **Girfoglio, M.**, Quaini, A., Rozza, G.

Filter stabilization for the mildly compressible Euler equations with application to atmosphere dynamics simulations.

Computers & Fluids, vol. 266, 2023

Girfoglio, M., Quaini, A., Rozza, G.

Validation of an OpenFOAM-based solver for the Euler equations for mesoscale atmospheric modeling.

AIP Advances, vol. 13, 2023

Siena, P., **Girfoglio, M.**, Rozza, G.

An introduction to POD-greedy Galerkin reduced basis method.

In: Reduced Order Models for the Biomechanics of Living Organs, pp. 127–145, Elsevier, 2023

Siena, P., **Girfoglio, M.**, Rozza, G.

Fast and accurate numerical simulations for the study of coronary artery bypass grafts by artificial neural networks.

In: Reduced Order Models for the Biomechanics of Living Organs, pp. 167–183, Elsevier, 2023

Girfoglio, M., Quaini, A., Rozza, G.

GEA: A Finite Volume-Based Open Source Code for the Numerical Simulation of Atmospheric and Ocean Flows.

In: Springer Proceedings in Mathematics & Statistics, vol. 433, pp. 151–159, Springer, 2023



EVENTUALI COLLABORAZIONI

N.	COGNOME E NOME	RUOLO	UNIVERSITA'/ ORGANIZZ. ESTERNA
1	ROZZA GIANLUIGI	Professore ordinario	SISSA

SCOPO, DESCRIZIONE E RISULTATI ATTESI DELLA RICERCA

Stato dell'arte (max 10 righe):

Lo sviluppo di modelli di ordine ridotto accurati ed efficienti per la fluidodinamica computazionale, e in particolare per flussi compressibili, rappresenta una sfida aperta a causa della natura non lineare delle equazioni di Navier–Stokes. I classici metodi intrusivi, basati sulla proiezione delle equazioni sullo spazio delle funzioni base, sono caratterizzati da prestazioni fortemente limitate quando sono presenti onde d'urto, transizioni di regime e flussi ad elevati numeri di Mach. Al contrario, approcci data-driven, come quelli basati su tecniche di apprendimento automatico, hanno mostrato prestazioni computazionali migliori, ma risultano ancora poco robusti a causa della grande mole di dati high-fidelity richiesti per il training.

Obiettivi, ipotesi e metodologia (max 12 righe):

L'obiettivo della ricerca è sviluppare modelli ridotti accurati, stabili e fisicamente coerenti, al fine di incrementare l'efficienza computazionale delle simulazioni di flussi compressibili al variare dei parametri che caratterizzano il sistema, tra i quali il numero di Mach e le condizioni al contorno.

Si ipotizza che la combinazione di tecniche di machine learning con tecniche di proiezione possano fornire vantaggi combinati significativi.

La metodologia includerà:

- lo sviluppo di metodi ibridi, physics-based e data-driven, per dati 3D;
- la preservazione dei vincoli fisici del sistema (conservazione della massa e dell'energia, struttura simmetrica di alcuni operatori differenziali, etc...);
- la validazione rispetto a configurazioni complesse, che includono discontinuità e fenomeni di transizione in regime transonico/supersonico.

Risultati attesi (max 5 righe):

L'outcome principale sarà l'implementazione in un codice di calcolo di un modello surrogato per le simulazioni numeriche di flussi compressibili capace di ridurre drasticamente i costi computazionali mantenendo accuratezza e stabilità anche in presenza di singolarità all'interno del campo di moto.

Caratteristiche di interdisciplinarità del progetto (max 5 righe):

Il progetto integra tematiche di fluidodinamica, calcolo scientifico, matematica applicata e machine learning.



DESCRIZIONE DEL PRODOTTO DELLA RICERCA (tipologia, collocazione editoriale, co-autore straniero eventualmente previsto, tempi attesi)

Si prevede di produrre almeno 1 articolo da pubblicare su una rivista di quartile Q1 o Q2: possibili scelte sono Computers & Fluids, Journal of Computational Physics, International Journal for Numerical Methods in Engineering, International Journal for Numerical Methods in Fluids e Computer Methods in Applied Mechanics and Engineering.

Gli autori saranno il proponente e il Prof. Rozza, con l'eventuale partecipazione di un terzo autore (un PhD student o un postdoc).

L'articolo sarà sottomesso entro la fine del progetto.

FINANZIAMENTO RICHIESTO (max 2.000,00 €)	2.000,00 €
--	------------

DESCRIZIONE DELLE SPESE PREVISTE

Il finanziamento verrà utilizzato per il rimborso delle spese di viaggio, vitto e alloggio relative alla partecipazione come relatore ad una conferenza a tema al fine di divulgare i risultati ottenuti durante il progetto.

Il sottoscritto, proponente del progetto, dichiara:

- di non disporre di fondi di ricerca per un importo superiore a 5.000,00 €;
- di non aver beneficiato della misura nei due anni precedenti;

Luogo e data Palermo, 07/11/2025

Firma