

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI MILANO

Procedura di valutazione per la chiamata a professore di II fascia da ricoprire ai sensi dell'art. 24, comma 6, della Legge n. 240/2010 per il settore concorsuale 01/A3 - Analisi Matematica, Probabilità e Statistica Matematica, (settore scientifico-disciplinare MAT/05 - Analisi Matematica) presso il Dipartimento di MATEMATICA "FEDERIGO ENRIQUES", Codice concorso 4196

CECILIA CAVATERRA - CURRICULUM VITAE

INFORMAZIONI PERSONALI

COGNOME	CAVATERRA
NOME	CECILIA
DATA DI NASCITA	31 MAGGIO 1962

Titoli di studio

- Dottorato di Ricerca in Matematica (IV ciclo), Università degli Studi di Bologna, conseguito nel 1993 con la tesi "Alcuni problemi inversi nella teoria dei materiali con memoria".
- Laurea in Matematica conseguita presso l'Università degli Studi di Milano con votazione 110/110 e lode, 1981-1986, titolo della tesi: "Identificazione di coefficienti in equazioni iperboliche non lineari".

Borse di studio

- Borsa di studio del CNR presso l'Istituto di Analisi Globale e Applicazioni di Firenze, novembre 1987 - novembre 1988.

Posizione

- Ricercatore universitario di Analisi Matematica (MAT05), in servizio presso l'Università degli Studi di Milano dal 2.11.90.

Dipartimento di appartenenza

- Dipartimento di Matematica "Federigo Enriques", Università degli Studi di Milano, Via Saldini 50, 20133 Milano.

Associazioni

- Associazione con incarico di collaborazione all'istituto del CNR IMATI di Pavia.

Abilitazioni

- Abilitazione al ruolo di professore di seconda fascia, settore concorsuale 01/A3 Analisi Matematica, Probabilità e Statistica, validità dal 28/11/2017 al 28/11/2023.

Affiliazioni

- Membro del Gruppo Nazionale per l'Analisi Funzionale e le sue Applicazioni (GNAMPA).
- Membro dell'Unione Matematica Italiana (UMI).

Lingue parlate

- Italiano: madre lingua.
- Inglese: fluente (scritto, letto, parlato).

Pubblicazioni in ordine cronologico inverso (in grassetto quelle presentate per la procedura di valutazione)

- [1] **Cecilia Cavaterra, Denis Enachescu e Gabriela Marinoschi, "Sliding mode control of the Hodgkin-Huxley mathematical model", *Evolution Equations and Control Theory*, 8 (2019), no. 4, 883-902.**
- [2] **Cecilia Cavaterra, Elisabetta Rocca e Hao Wu, "Long-time dynamics and optimal control of a diffuse interface model for tumor growth", *Appl. Math. Optim.* (2019), in stampa, doi:10.1007/s00245-019-09562-5.**
- [3] Elena Bonetti, Cecilia Cavaterra, Francesco Freddi, Maurizio Grasselli e Roberto Natalini, "Existence results for a PDE system describing marble sulphation in presence of surface rugosity", *Communications on Pure and Applied Analysis* 18 (2019), no. 2, 977-998.
- [4] **Elena Beretta, Cecilia Cavaterra, Maria Cristina Cerutti, Andrea Manzoni e Luca Ratti, "An inverse problem for a semilinear parabolic equation arising from cardiac electrophysiology", *Inverse Problems* 33 (2017), no. 10, 32 pp.**
- [5] **Cecilia Cavaterra, Elisabetta Rocca e Hao Wu, "Optimal boundary control of a simplified Ericksen-Leslie system for nematic liquid crystal flows in 2D", *Arch. Ration. Mech. Anal.* 224 (2017), no. 3, 1037-1086.**
- [6] **Elena Beretta, Cecilia Cavaterra, Jaime H. Ortega e Sebastian Zamorano, "Size estimates of an obstacle in a stationary Stokes fluid", *Inverse Problems* 33 (2017), no. 2, 29 pp.**
- [7] **Cecilia Cavaterra, Elisabetta Rocca, Hao Wu e Xiang Xu, "Global strong solutions of the full Navier-Stokes and Q-tensor system for nematic liquid crystal flows in two dimensions", *SIAM J. Math. Anal.* 48 (2016), no. 2, 1368-1399.**
- [8] Cecilia Cavaterra e Davide Guidetti, "Identification of a source factor in a control problem for the heat equation with a boundary memory term", *Math. Methods Appl. Sci.* 38 (2015), no. 18, 4818-4839.
- [9] Cecilia Cavaterra, Maurizio Grasselli e Hao Wu, "Non-isothermal viscous Cahn-Hilliard equation with inertial term and dynamic boundary conditions", *Commun. Pure Appl. Anal.* 13 (2014), no. 5, 1855-1890.
- [10] **Cecilia Cavaterra e Davide Guidetti, "Identification of a convolution kernel in a control problem for the heat equation with a boundary memory term", *Ann. Mat. Pura Appl.* 193 (2014) no. 3, 779-816.**
- [11] **Cecilia Cavaterra, Elisabetta Rocca e Hao Wu, "Global weak solution and blow-up criterion of the general Ericksen-Leslie system for nematic liquid crystal flows", *J. Differential Equations* 255 (2013), no. 1, 24-57.**
- [12] **Cecilia Cavaterra e Elisabetta Rocca, "On a 3D isothermal model for nematic liquid crystals accounting for stretching terms", *Z. Angew. Math. Phys.* 64 (2013) no. 1, 69-82.**
- [13] **Elena Beretta e Cecilia Cavaterra, "Identifying a space dependent coefficient in a reaction-diffusion equation", *Inverse Probl. Imaging* 5 (2011), no. 2, 285-296.**
- [14] Cecilia Cavaterra, Ciprian G. Gal e Maurizio Grasselli, "Cahn-Hilliard equations with memory and dynamic boundary conditions", *Asymptot. Anal.* 71 (2011), no. 3, 123-162.
- [15] **Cecilia Cavaterra, Ciprian G. Gal, Maurizio Grasselli e Alain Miranville, "Phase-field systems with nonlinear coupling and dynamic boundary conditions", *Nonlinear Anal.* 72 (2010), no. 5, 2375-2399.**
- [16] **Cecilia Cavaterra e Maurizio Grasselli, "Robust exponential attractors for singularly perturbed Hodgkin-Huxley equations", *J. Differential Equations* 246 (2009), no. 12, 4670-4701.**
- [17] Cecilia Cavaterra e Maurizio Grasselli, "Asymptotic behavior of population dynamics models with nonlocal distributed delays", *Discrete Contin. Dyn. Syst. Ser. A* 22 (2008), no. 4, 861-883.
- [18] Cecilia Cavaterra, Alfredo Lorenzi e Masahiro Yamamoto, "A stability result via Carleman estimates for an inverse source problem related to a hyperbolic integro-differential equation", *Comput. Appl. Math.* 25 (2006), no. 2-3, 229-250.
- [19] Cecilia Cavaterra e Maurizio Grasselli, "Robust exponential attractors for population dynamics models with infinite time delay", *Discrete Contin. Dyn. Syst. Ser. B* 6 (2006), no. 5, 1051-1076.

- [20] Cecilia Cavaterra e Fabrizio Colombo, "Identifying a heat source in automatic control problems", *Comm. Appl. Nonlinear Anal.* 11 (2004), no. 2, 1-23.
- [21] Cecilia Cavaterra e Fabrizio Colombo, "Automatic control problems for reaction-diffusion systems", *J. Evol. Equ.* 2 (2002), no. 2, 241-273.
- [22] Cecilia Cavaterra, "An inverse problem for a viscoelastic Timoshenko beam model", *Z. Anal. Anwendungen* 17 (1998), no. 1, 67-87.
- [23] Cecilia Cavaterra e Maurizio Grasselli, "On an inverse problem for a model of linear viscoelastic Kirchhoff plate", *J. Integral Equations Appl.* 9 (1997), no 3, 179-218.
- [24] Cecilia Cavaterra e Alfredo Lorenzi, "An identification problem for the Maxwell equations in a non-homogeneous dispersive medium", *Differential Integral Equations* 8 (1995), no. 5, 1167-1190.
- [25] Cecilia Cavaterra e Maurizio Grasselli, "Identifying memory kernels in linear thermoviscoelasticity of Boltzmann type", *Math. Models Methods Appl. Sci.* 4 (1994), no. 6, 807-842.
- [26] Cecilia Cavaterra e Maurizio Grasselli, "An inverse problem for the linear viscoelastic Kirchhoff plate", *Quart. Appl. Math.* 53 (1995), no. 1, 9-33.
- [27] Cecilia Cavaterra, "An inverse problem for a semilinear wave equation", *Boll. Un. Mat. Ital. B* (7) 2 (1988), no. 3, 695-711.

Sottoposti per la pubblicazione

- 1) Cecilia Cavaterra, Serena Dipierro, Alberto Farina, Zu Gao e Enrico Valdinoci, "Pointwise gradient bounds for entire solutions of elliptic equations with non-standard growth conditions and general nonlinearities", <https://arxiv.org/abs/1903.04569>.
- 2) Elena Beretta, Cecilia Cavaterra e Luca Ratti, "On the determination of ischemic regions in the monodomain model of cardiac electrophysiology from boundary measurements", <http://arxiv.org/abs/1906.06760>.

In preparazione

- 1) Elena Beretta, Cecilia Cavaterra e Elisabetta Rocca, "A phase field approach in an optimization problem arising in additive manufacturing".
- 2) Elena Bonetti, Cecilia Cavaterra, Francesco Freddi, Maurizio Grasselli e Roberto Natalini, "A nonlinear model for marble sulphation including surface rugosity and mechanical damage".
- 3) Cecilia Cavaterra e Tomas Caraballo, "A 3D isothermal model for nematic liquid crystals with delay terms".

Rapporti interni - Proceedings

- 1) Cecilia Cavaterra, "Automatic control problems for integrodifferential parabolic equations, Mathematical models and methods for smart materials" (Cortona, 2001), *Ser. Adv. Math. Appl. Sci.*, 62, World Sci. Publ., River Edge, NJ (2002), 19-29.
- 2) Cecilia Cavaterra, Giorgio Talenti e Franco Tonani, "First approach to diffusion and convection in a geologic setting", *pubblicazioni Istituto di Analisi Globale e Applicazioni CNR*, no. 51 (1990), 1-33.

Esperienze di studio e ricerca all'estero

- Department of Mathematics, Rutgers University, New Brunswick NJ (USA).
- Department of Mathematics, Ohio University, Athens OH (USA).
- Department of Mathematics, Università di Poitiers (Francia).
- Institute of Mathematics, Fudan University, Shanghai (Cina).
- Departamento Ecuaciones Diferenciales Y Analisis Numerico, Universidad de Sevilla (Spagna).
- New York University, Abu Dhabi (Emirati Arabi Uniti).

Conferenze a convegni

- 1) "Un problema inverso per una equazione iperbolica semilineare", XIII Congresso UMI, 3-9.9.87, Torino.
- 2) "Diffusion of gas from sources in the underground", Venice 1: Symposium on Applied and Industrial Mathematics, 2-6.10.89, Venezia.
- 3) "Un problema di identificazione per la piastra di Kirchhoff viscoelastica", XIV Congresso UMI, 19-25.9.91, Catania.
- 4) "Propagazione di onde elettromagnetiche in mezzi dispersivi non omogenei", Convegno Progetto Nazionale Equazioni Differenziali, 15-16.4.93, Firenze.
- 5) "An inverse problem for a thermoviscoelastic plate model", Inverse Problems in Engineering Sciences (IPES-94), 27-30.7.94, Osaka (Giappone).
- 6) "Identifying relaxation kernels in viscoelastic plates and beams", Symposium on Inverse Problems, 13-14.3.95, Chemnitz (Germania).
- 7) "Un problema inverso per un modello lineare di piastra di Kirchhoff viscoelastica", XV congresso UMI, 11-16.9.95, Padova.
- 8) "An inverse problem for a viscoelastic Timoshenko beam model", Volterra Centennial Symposium, 23-25.5.96, Arlington (USA).
- 9) "Un problema inverso per un modello viscoelastico di trave di Timoshenko", Giornate di studio sui problemi iperbolici, 10-12.10.96, Torino.
- 10) "An inverse problem for a viscoelastic Timoshenko beam model", 2nd Saxon Symposium on Inverse Problems, Mathematical Methods and Applications, 24-26.9.97, Oybin (Germania).
- 11) "Automatic control problems for reaction-diffusion systems", WCNA-2000, 22-26.7.00, Catania (SU INVITO).
- 12) "Problemi di controllo automatico per equazioni paraboliche integrodifferenziali", Workshop: Modelli matematici e problemi analitici per materiali speciali", 25-29.6.01, Cortona.
- 13) "Global large time behavior of population dynamics with memory", Inverse and Direct Problems, 20-24.6.05, Cortona (SU INVITO).
- 14) "Exponential attractors for population dynamics models with non local delays", Evolution Equations: Direct and Inverse Problems, 18-20.9.06, Bologna (SU INVITO).
- 15) "Exponential attractors for population dynamics models with non local delays", International Conference on Nonlinear Partial Differential Equations and their Applications, 1-4.6.07, Shanghai (Cina) (SU INVITO).
- 16) "On the singularly perturbed Hodgkin-Huxley equations", International Conference on Interdisciplinary Mathematical and Statistical Techniques (IMST2008), 16-18.5.08, Memphis (USA) (SU INVITO).
- 17) "Robust exponential attractors for singularly perturbed Hodgkin-Huxley equations", 7th AIMS International Conference on Dynamical Systems, Differential Equations and Applications, 18-21.05.08 Arlington (USA) (SU INVITO).
- 18) "Phase-field systems with nonlinear coupling and dynamic boundary conditions", 6th European Conference on Elliptic and Parabolic Problems, 25-29.05.09, Gaeta (SU INVITO).
- 19) "Phase-field systems with nonlinear coupling and dynamic boundary conditions", VIII Workshop on Partial Differential Equations, 25-28.08.09, Rio de Janeiro (Brasile) (SU INVITO).
- 20) "Cahn-Hilliard equations with memory and dynamic boundary conditions", 8th AIMS International Conference on Dynamical Systems, Differential Equations and Applications, 25-28.05.10 Dresda (Germania) (SU INVITO).
- 21) "Cahn-Hilliard equations with memory and dynamic boundary conditions", Workshop on deterministic and stochastic dynamical systems, 04.04.11, Siviglia (Spagna) (SU INVITO).
- 22) "Identifying a space dependent coefficient in a reaction-diffusion equation", Conference of the European GDR Control of PDEs, 21-23.11.11, Marsiglia (Francia) (SU INVITO).
- 23) "On a 3D isothermal model for nematic liquid crystals accounting for stretching terms", INdAM Workshop Mathematical Models and Analytical Problems in Special Materials, 16-20.04.12, Roma (SU INVITO).
- 24) "On a 3D isothermal model for nematic liquid crystals accounting for stretching terms", PDEs for multiphase advanced materials ADMAT2012, 17-21.09.12, Cortona (SU INVITO).

- 25) "Identifying a space dependent coefficient in a reaction-diffusion equation", Applied analysis for the material sciences - Conference in honor of Michael Vogelius 60th birthday, 27-31.05.13, Luminy (Francia) (SU INVITO).
- 26) "Long-time dynamics of a hyperbolic non-isothermal viscous Cahn Hilliard equation with dynamic boundary conditions", Diffuse interface models DIMO2013, 10-13.09.13, Levico Terme (SU INVITO).
- 27) "Global weak solution and blow-up criterion of the general Ericksen-Leslie system for nematic crystal flows", 10th AIMS conference, 7-11.07.14, Madrid (Spagna) (SU INVITO).
- 28) "Identification of a source factor in a control problem for the heat equation with a boundary memory term", 10th AIMS conference, 7-11.07.14, Madrid (Spagna) (SU INVITO).
- 29) "Global weak solution and blow-up criterion of the general Ericksen-Leslie system for nematic crystal flows", 3rd Amarena Day, 27.04.15, Amiens (Francia) (SU INVITO).
- 30) "Global weak solution and blow-up criterion of the general Ericksen-Leslie system for nematic crystal flows", Workshop on Deterministic and Stochastic Partial Differential Equations, 18.06.15, Siviglia (Spagna) (SU INVITO).
- 31) "Non-isothermal viscous Cahn-Hilliard equation with inertial term and dynamic boundary conditions", 8th Congress Romanian Mathematicians, 26.06-01.07.15, Iasi (Romania) (SU INVITO).
- 32) "Global strong solutions of the full Navier-Stokes and Q-tensor system for nematic liquid crystal flows in 2D: existence and long-time behavior", 4th Amarena Day, 09.05.16, Amiens (Francia) (SU INVITO).
- 33) "Global strong solutions of the full Navier-Stokes and Q-tensor system for nematic liquid crystal flows in 2D: existence and long-time behavior ", OCERTO 2016, 20-24.06.16, Cortona (SU INVITO).
- 34) "Global strong solutions of the full Navier-Stokes and Q-tensor system for nematic liquid crystal flows in 2D: existence and long-time behavior", SIMAI2016, 13-16.09.16, Milano (SU INVITO).
- 35) "Mathematical Modeling of Damage, Conservation and Restoration of Cultural Heritage", Scientific Research for Cultural Heritage, 27.02-01.03.17, Abu Dhabi (Emirati Arabi Uniti) (SU INVITO).
- 36) "Optimal boundary control of a simplified Ericksen-Leslie system for a nematic liquid crystal flows in 2D", 5th Amarena Day, 15-16.05.17, Amiens (Francia) (SU INVITO).
- 37) "An inverse problem for a semilinear parabolic equation arising from cardiac electrophysiology", Current trends in applied mathematics, 27-29.10.17, Iasi (Romania) (SU INVITO).
- 38) "Optimal boundary control of a simplified Ericksen-Leslie system for a nematic liquid crystal flows in 2D", International Conference on Applied Mathematics, 3-6.01.2018, Miami (USA) (SU INVITO).
- 39) "An optimal boundary control problem for nematic liquid crystal flows in 2D", Workshop Trends in variational evolution, 21.02.2018, Vienna (Austria) (SU INVITO).
- 40) "An inverse problem arising from cardiac electrophysiology", 6th AMARENA Days, 3-4.05.18, Amiens (Francia) (SU INVITO).
- 41) "An inverse problem arising from cardiac electrophysiology", INdAM Workshop Mathematical and Numerical Modeling of the Cardiovascular System, 16-19.04.18, Roma (SU INVITO).
- 42) "A Nonlinear Model for Marble Sulphation Including Surface Rugosity: Theoretical and Numerical Results", The 12th AIMS Conference on Dynamical Systems, Differential Equations and Applications, 05-09.07.18, Taipei (Taiwan) (SU INVITO).
- 43) "A Nonlinear Model for Marble Sulphation Including Surface Rugosity: Theoretical and Numerical Results", Current Trends in Applied Mathematics, 10-11.09.18, Iasi (Romania) (SU INVITO).
- 44) "Long-time Dynamics and Optimal Control of a Diffuse Interface Model for Tumor Growth", Lebanese International Conference on Mathematics and Applications LICMA'19, 15-18.04.19, Beirut (Libano) (SU INVITO).
- 45) "On the determination of small ischemic regions in the monodomain model of cardiac electrophysiology", Recent advances in Phase-Field modeling: from Engineering to Biology PHASE2019, 08-10.05.19, Pavia (SU INVITO).
- 46) "Long-time dynamics and optimal control of a diffuse interface model for tumor growth", 7th AMARENA Days, 15-16.05.19 Amiens (Francia) (SU INVITO).
- 47) "An inverse problem for the monodomain model of cardiac electrophysiology", XXI Congresso Unione Matematica Italiana, 02-07.09.19, Pavia (SU INVITO).

Altri seminari su invito

- 1) "An identification problem for the Maxwell equations in a non-homogeneous dispersive medium", Graduate School of Mathematical Sciences, University of Tokyo, 03/08/1994, Tokyo (Giappone).
- 2) "Identifying relaxation kernels of linear viscoelastic plates and beams", Ohio University, 29/05/1996, Athens OH (USA).
- 3) "Inverse and direct problems for a model of viscoelastic Timoshenko beam with nonlinearities", Institut fur Angewandte Mathematic I, Bergakademie, 22/09/1997, Freiberg (Germania).
- 4) "Analysis of a semilinear hyperbolic integrodifferential system", Ohio University, 07/05/1998, Athens OH (USA).
- 5) "Identifying memory kernels in thermoviscoelasticity", Ohio University, 13/05/1998, Athens OH (USA).
- 6) "Automatic control problems for reaction-diffusion systems", Dipartimento di Matematica, Technion, 30/05/2001, Haifa (Israele).
- 7) "Automatic control problems for integrodifferential parabolic equations", Dipartimento di Matematica, Università di Modena, 05/03/2003, Modena (Italia).
- 8) "Automatic control problems for integrodifferential parabolic equations", Poitiers University, 27/05/2004, Poitiers (Francia).
- 9) "Automatic control problems for integrodifferential parabolic equations", Fudan University, 11/05/2005, Shanghai (Cina).
- 10) "Perturbazioni singolari delle equazioni di Hodgkin-Huxley", Università degli Studi di Firenze, 11/04/2008, Firenze (Italia).
- 11) "Global weak solution and blow-up criterion of the general Ericksen-Leslie system for nematic crystal flows", 26/11/2013, KAUST, (Arabia Saudita).
- 12) "Global weak solution and blow-up criterion of the general Ericksen-Leslie system for nematic crystal flows", 19/03/2014, Fudan University, Shanghai (Cina).
- 13) "Global weak solution and blow-up criterion of the general Ericksen-Leslie system for nematic crystal flows", 26/05/2014, Poitiers University (Francia).
- 14) "An inverse problem for a semilinear parabolic equation arising from cardiac electrophysiology", 31/05/2017, Fudan University, Shanghai (Cina).
- 15) "An inverse problem for a semilinear parabolic equation arising from cardiac electrophysiology", 19/10/17, Istituto di Statistica Matematica e Matematica Applicata, Bucarest (Romania).

Attività editoriale

- 1) Membro del comitato editoriale di Discrete and Continuous Dynamical Systems Series S.
- 2) Curatore del volume (con P. Cannarsa, A. Favini, A. Lorenzi, E. Rocca) "New trends in direct, inverse, and control problems for evolution equations", Discrete Contin. Dyn. Syst. Ser. S, 4 (2011).
- 3) Curatore del volume (con E. Bonetti, E. Rocca, R. Rossi) "Special issue dedicated to Michel Frémond on the occasion of his 70th birthday", Discrete Contin. Dyn. Syst. Ser. S, 6 (2013).

Attività di recensore

- 1) Referee per le riviste: Mathematical Methods in the Applied Sciences, Discrete and Continuous Dynamical Systems, Nonlinear Analysis Series A: Theory, Methods & Applications, Applicable Analysis, Mathematical Modeling and Analysis, Electronic Journal of Differential Equations, Inverse Problems, AIMS Proceedings, Czechoslovak Mathematical Journal, Springer INDAM Series, Applied Mathematics Letters, Journal of Optimization Theory and Applications, Mathematic Control and related Fields, Journal of Mathematical Analysis and Applications, Communications on Pure and Applied Analysis, Applied Mathematics and Optimization, Journal of Applied Analysis.
- 2) Referee per INdAM fellowships in Mathematics and/or Applications cofounded by Marie Curie Actions.
- 3) Referee per il Mathematical Reviews dal 2006.

Attività scientifica e organizzativa di convegni, workshops e minicorsi

- 1) Second Meeting on Inverse and Direct Problems and Applications, 02-06.04.01, Gargnano.
- 2) Minicorsi progetto di formazione INdAM "Problemi Inversi ed Applicazioni", 09-13.12.02, Milano.
- 3) Third Meeting on Inverse and Direct Problems and Applications 31.03-04.04.03, Gargnano.
- 4) Evolution Equations: Inverse and Direct Problems, 20-25.06.04, Cortona (finanziato da INdAM).
- 5) Direct and Inverse Problems in Evolution Equations 17-19.03.05, Rimini.
- 6) Inverse and Control Problems for PDE's (ICOP), 13-16.03.06, Roma.
- 7) Direct, Inverse and Control Problems for PDE's (DICOP), 25-28.06.07, Roma (finanziato da INdAM).
- 8) Direct, Inverse and Control Problems for PDE's (DICOP-08), 22-26.09.08, Cortona (finanziato da INdAM).
- 9) Interfaces and Discontinuities in Solids, Liquids and Crystals (INDI2011), 20-23.06.11, Gargnano.
- 10) Workshop "Applications in Inverse Problems", 26-29.01.15, Milano.
- 11) Special Materials in Complex Systems, (SMaCS 2015), 18-22.05.15, Roma (finanziato da INdAM).
- 12) Special Materials and Complex Systems, (SMaCS 2018), 18-22.06.18, Gargnano.
- 13) SS144 - Analytic properties and numerical approximation of differential models arising in applications, AIMS 12th conference, 05-09.07.18, Taipei (Taiwan).
- 14) Le Scienze e I Beni Culturali: Innovazione e Multidisciplinarietà, 26.02.19, Milano.
- 15) INdAM Workshop Mathematical modeling and Analysis of degradation and restoration in Cultural Heritage (MACH2019), 25-29.03.19, Roma (finanziato da INdAM).

Partecipazione a programmi e progetti di ricerca

- PRIN 1997 - Equazioni differenziali e metodi analitici, geometrici e funzionali, e applicazioni, coordinatore Giorgio Talenti (unità di Milano, responsabile Alfredo Lorenzi).
- PRIN 1999 - Simmetrie, forme geometriche, evoluzione e memoria nelle equazioni alle derivate parziali, coordinatore Giorgio Talenti (unità di Milano, responsabile Alfredo Lorenzi).
- Progetto GNAFA-GNAMP 2001 - Problemi inversi per equazioni di evoluzione (coordinatore Giovanni Alessandrini).
- PRIN 2004 – Analisi Matematica nei problemi inversi, coordinatore Giovanni Alessandrini (unità di Milano, responsabile Alfredo Lorenzi).
- Progetto GNAMP 2004 - Problemi diretti ed inversi per equazioni di evoluzione (coordinatore Alfredo Lorenzi).
- Progetto GNAMP 2008 - Equazioni di evoluzione nelle scienze dei materiali come sistemi dinamici infinito-dimensionali (coordinatore Giulio Schimperna).
- PRIN 2008 – Analisi Matematica nei Problemi Inversi per le Applicazioni, coordinatore Giovanni Alessandrini (unità di Milano, responsabile Alfredo Lorenzi).
- Progetto GNAMP 2009 - Analisi matematica di formulazioni energetiche ed entropiche per problemi non-smooth in termomeccanica (coordinatore Elena Bonetti).
- Progetto GNAMP 2010 - Analisi di modelli ad interfaccia diffusa di fluidi interagenti (coordinatore Elisabetta Rocca).
- Gruppo di Ricerca europeo Italo Francese sul Controllo delle Equazioni a Derivate Parziali GDRE-CONEDP (coordinatori Fatiha Alabau-Boussouira, Fabio Ancona, Piermarco Cannarsa, Olivier Glass) 2009-2013.
- Partecipazione al progetto di ricerca ERC 10 Entropy formulation of evolutionary phase transitions - EntroPhase, Principal Investigator Elisabetta Rocca (01.04.11-31.03.17).
- Progetto GNAMP 2012 - Analisi matematica per flussi di cristalli liquidi (coordinatore Antonio Segatti).
- Progetto GNAMP 2016 - Buona positura e analisi asintotica per modelli di cristalli liquidi e polimeri (coordinatore **Cecilia Cavaterra**).
- Progetto GNAMP 2017 - Problemi di riduzione dimensionale nell'ambito del contatto con adesione e analisi del caso dinamico (coordinatore Giovanna Bonfanti).
- Associazione con incarico di collaborazione all'istituto del CNR IMATI di Pavia per i progetti di ricerca 1) Modellistica Matematica 2) Accordo Bilaterale-Romania RA (Romanian Academy).

- Progetto bilaterale Italia-Romania "Control and stabilization problems for phase-field and biological systems", responsabile Pierluigi Colli, Università di Pavia.
- Progetto GNAMPA 2018 - Analisi Matematica di modelli a interfaccia diffusa per fluidi complessi (coordinatore Andrea Giorgini).

Responsabilità scientifica e finanziaria di progetti di ricerca

- 1) Progetto GNAMPA 2016 - Buona positura e analisi asintotica per modelli di cristalli liquidi e polimeri (coordinatore **Cecilia Cavaterra**), finanziato dal gruppo GNAMPA dell'INDAM.
- 2) Overheads del progetto ERC 2010 EntroPhase, Principal Investigator Elisabetta Rocca.
- 3) **A causa della responsabilità finanziaria dei fondi al punto 2) non è stato possibile per regolamento ministeriale presentare domanda per il FFABR (fondo per il finanziamento delle attività base di ricerca), nonostante fossero soddisfatti i prerequisiti richiesti.**
- 4) Piano Sostegno alla Ricerca 2019 - Linea 2 (UNIMI): Equazioni differenziali: aspetti analitici e applicazioni.

Progetti di ricerca sottoposti e in corso di valutazione

- Piano Sostegno alla Ricerca 2019 - Linea 3, Università degli Studi di Milano: Modellizzazione matematica e analisi scientifica per i beni culturali: previsione e prevenzione del degrado chimico e meccanico di pietre monumentali in ambienti outdoor (SciCult).

Altre attività scientifiche e formative

- Membro del collegio docenti del Dottorato di Ricerca in Scienze Matematiche dell'Università degli Studi di Milano A.A. 2013/14, 2014/15, 2015/16, 2016/17, 2017/18, 2018/2019.
- Referente (con Giuseppe Gaeta e Daniela Morale) per l'assegnista di ricerca Sergio Frigeri in Biomatematrica, 02.05.19 -01.05.2021.
- Tutor della dottoranda Zu Gao, Central South University di Changsha (Cina), borsa di studio *China Scholarship Council - Joint Doctoral Program* con l'Università degli Studi di Milano, A.A. 18/19.
- Relatore e correlatore di tesi di laurea magistrale:
 - A.A. 2009/10 Simone Calvi
 - A.A. 2013/14 Daniele Triulzi

Attività gestionali, organizzative e di servizio

- Commissario per l'ammissione al corso di dottorato di ricerca in Scienze Matematiche, Università degli Studi di Milano, A.A. 17/18.
- Commissario in una procedura di valutazione comparativa per un posto da ricercatore universitario presso l'Università degli studi di Sassari (sede di Alghero, 2004) SSD MAT/05.
- Membro della Giunta del Dipartimento di Matematica dal settembre 2005 al settembre 2011.
- Organizzatore con Ottavio Rizzo e Giulia Lami della mostra "Enigma: decifrare una vittoria. I polacchi (e la matematica) al servizio dell'Europa", Dipartimento di Matematica, Università degli Studi di Milano, 12-21 aprile 2012.
- Membro della commissione per la riorganizzazione dell'insegnamento di Elementi di Matematica di Base (EMB) per la laurea triennale in matematica A.A. 14/15, 16/17.
- Membro della commissione per il riordino della laurea triennale in Matematica A.A. 15/16.
- Membro della commissione spazi A.A. 11/12, 12/13, 13/14, 14/15, 15/16, 16/17.
- Membro della commissione per assegnazione contributi per organizzazione convegni A.A. 11/12, 12/13, 13/14, 14/15, 15/16, 16/17, 17/18, 18/19.

Attività didattica – titolarità di insegnamenti

ANNO ACCADEMICO 1999/2000

- Analisi Matematica II, C.d.L. in Informatica

ANNO ACCADEMICO 2000/2001

- Analisi Matematica II, C.d.L. in Informatica

ANNO ACCADEMICO 2001/2002

- Analisi Matematica II, C.d.L. in Informatica

ANNO ACCADEMICO 2002/2003

- Matematica I, C.d.L. in Scienze Geologiche

ANNO ACCADEMICO 2003/2004

- Complementi di Analisi, C.d.L. Specialistica in Tecnologie dell'informazione e della comunicazione
- Matematica I, C.d.L. in Scienze Geologiche

ANNO ACCADEMICO 2004/2005

- Complementi di Analisi, C.d.L. Specialistica in Tecnologie dell'informazione e della comunicazione
- Matematica I, C.d.L. in Scienze Geologiche

ANNO ACCADEMICO 2005/2006

- Complementi di Analisi, C.d.L. Specialistica in Tecnologie dell'informazione e della comunicazione
- Matematica I, C.d.L. in Scienze Geologiche

ANNO ACCADEMICO 2006/2007

- Complementi di Analisi, C.d.L. Specialistica in Tecnologie dell'informazione e della comunicazione
- Matematica I, C.d.L. in Scienze Geologiche

ANNO ACCADEMICO 2007/2008

- Complementi di Analisi, C.d.L. Specialistica in Tecnologie dell'informazione e della comunicazione
- Matematica I, C.d.L. in Scienze Geologiche

ANNO ACCADEMICO 2008/2009

- Complementi di Analisi, C.d.L. Specialistica in Tecnologie dell'informazione e della comunicazione
- Matematica I, C.d.L. in Scienze Geologiche

ANNO ACCADEMICO 2009/2010

- Equazioni alle Derivate Parziali II, C.d.L. Magistrale in Matematica e Dottorato di Ricerca in Matematica (cotitolare con Elisabetta Rocca)
- Matematica I, C.d.L. in Scienze Geologiche

ANNO ACCADEMICO 2010/2011

- Equazioni di Evoluzione, C.d.L. Magistrale in Matematica e Dottorato di Ricerca in Matematica (cotitolare con Elisabetta Rocca)
- Matematica I, C.d.L. in Scienze Geologiche

ANNO ACCADEMICO 2011/2012

- Equazioni di Evoluzione, C.d.L. Magistrale in Matematica e Dottorato di Ricerca in Matematica (cotitolare con Elisabetta Rocca)
- Matematica I, C.d.L. in Scienze Geologiche

ANNO ACCADEMICO 2012/2013

- Equazioni di Evoluzione, C.d.L. Magistrale in Matematica e Dottorato di Ricerca in Matematica (cotitolare con Elisabetta Rocca)
- Matematica I, C.d.L. in Scienze Geologiche

ANNO ACCADEMICO 2013/2014

- Analisi Matematica I, C.d.L. in Matematica

- Matematica I, C.d.L. in Scienze Geologiche

ANNO ACCADEMICO 2014/2015

- Analisi Matematica 1, C.d.L. in Matematica
- Matematica I, C.d.L. in Scienze Geologiche

ANNO ACCADEMICO 2015/2016

- Analisi Matematica 1, C.d.L. in Matematica
- Matematica I, C.d.L. in Scienze Geologiche

ANNO ACCADEMICO 2016/2017

- Analisi Matematica 1, C.d.L. in Matematica

ANNO ACCADEMICO 2017/2018

- Nessuna attività didattica – Congedo per motivi di studio

ANNO ACCADEMICO 2018/2019

- Matematica Generale, C.d.L. in Scienze Biologiche

Attività didattica - esercitazioni

- Esercitazioni di Analisi Matematica 3 (C.d.L. in Matematica), A.A. 18/19
- Esercitazioni di Matematica I (C.d.L. in Scienze Geologiche), A.A. 16/17
- Esercitazioni per gli insegnamenti di Istituzioni di Matematiche (C.d.L. Scienze Biologiche), Istituzioni di Matematiche II (C.d.L. Chimica Industriale), Analisi Matematica e Analisi Matematica II (C.d.L. Scienze dell'Informazione), Istituzioni di Matematiche I e Istituzioni di Matematiche II (C.d.L. Scienze Geologiche), Analisi Matematica I e Analisi Matematica II (C.d.L. Matematica), A.A. 90/91, 91/92, 92/93 93/94, 94/95, 95/96, 96/97, 97/98, 98/99, 99/00, 00/01.

Breve descrizione dei contenuti delle pubblicazioni suddivise per temi e in ordine cronologico, in grassetto quelle presentate per la procedura di valutazione (i contributi di tutti gli autori nelle pubblicazioni in collaborazione sono stati paritari)

L'attività di ricerca si è focalizzata essenzialmente sui seguenti temi riguardanti equazioni e sistemi di equazioni alle derivate parziali:

1) PROBLEMI INVERSI

- 1.a) identificazione di coefficienti e termini di sorgente;
- 1.b) identificazione di nuclei di memoria o rilassamento;
- 1.c) identificazione di inclusioni incognite in domini spaziali;

2) SISTEMI DISSIPATIVI NON LINEARI

- 2.a) sistemi di phase-field, equazioni di Cahn-Hilliard, modelli per cristalli liquidi, modelli biologici;
- 2.b) esistenza, unicità e regolarità delle soluzioni;
- 2.c) comportamento per tempi lunghi delle soluzioni, esistenza degli attrattori.

1) PROBLEMI INVERSI

I problemi inversi costituiscono uno dei campi dell'analisi matematica più importanti dal punto di vista delle applicazioni poiché nella descrizione di molti fenomeni fisici alcuni parametri sono incogniti o solo parzialmente noti. Sorge quindi il problema della loro determinazione. Una possibile strategia è l'assunzione di informazioni supplementari e la formulazione di problemi sovradeterminati per i quali studiare esistenza e/o unicità delle soluzioni o dipendenza continua delle soluzioni dai dati.

I primi risultati, ottenuti nel corso della preparazione della tesi di laurea, sono stati oggetto del lavoro [27]. Qui è stato considerato un problema sovradeterminato per una equazione iperbolica contenente un coefficiente non lineare incognito ed è stato provato un risultato di dipendenza continua delle soluzioni dai dati.

Nella pubblicazione [26] sono state analizzate le piastre e travi di Kirchhoff viscoelastiche per le quali l'evoluzione della deflessione verticale è descritta da una equazione integrodifferenziale del quarto ordine. In questi modelli il nucleo di rilassamento si riduce ad una funzione dipendente soltanto dal tempo che supponiamo incognito. Inizialmente è stato considerato il caso della piastra incastrata (parzialmente oppure no). Associando all'equazione di evoluzione le condizioni iniziali e opportune condizioni al contorno, è stato mostrato che la funzione di rilassamento è determinata dalla conoscenza di una informazione supplementare da scegliersi tra il momento di *bending* o di *twisting* applicato ad una porzione data della frontiera incastrata. In particolare sono stati ottenuti risultati di esistenza e unicità locale nel tempo e di dipendenza continua delle soluzioni dai dati. Questi risultati sono stati generalizzati nel caso in cui si assuma come informazione supplementare la misurazione della deflessione verticale della piastra in un punto fissato.

È stato anche analizzato il modello della trave viscoelastica, associando all'equazione di evoluzione degli opportuni problemi sovradeterminati (controparti unidimensionali dei corrispondenti casi relativi alla piastra). I teoremi principali provano esistenza e unicità globali nel tempo e dipendenza continua delle soluzioni dai dati. Questi risultati estendono quelli contenuti nel lavoro [26] e appaiono in [23].

In [25] è stato studiato un problema di Cauchy-Dirichlet per un sistema integrodifferenziale di tipo iperbolico-parabolico. Questo sistema descrive l'evoluzione dei campi degli spostamenti e della temperatura di un corpo tridimensionale termoviscoelastico di tipo Boltzmann. Nelle equazioni compaiono quattro nuclei di rilassamento incogniti, dipendenti soltanto dal tempo. Assumendo opportune condizioni iniziali e al contorno, i nuclei di rilassamento vengono identificati grazie a misurazioni di trazioni esercitate su porzioni della frontiera e a misurazioni della temperatura del corpo. In particolare sono stati provati risultati di esistenza, unicità e dipendenza continua delle soluzioni dai dati.

Nella pubblicazione [24] sono state studiate le equazioni integrodifferenziali di Maxwell che governano l'evoluzione del campo elettromagnetico in un mezzo dissipativo e non omogeneo. Tali equazioni contengono nuclei di rilassamento che descrivono le caratteristiche dispersive del mezzo elettromagnetico, dipendenti, oltre che dal tempo, anche da una variabile spaziale (mezzo stratificato). Dal punto di vista del problema diretto (i.e. supposti noti i nuclei di rilassamento) sono state risolte alcune questioni circa la regolarità delle soluzioni. Per quanto concerne il problema inverso, si è provato che i nuclei di rilassamento possono essere determinati conoscendo, oltre ai dati iniziali e al contorno, delle coppie di funzionali connessi alla misurazione di certe componenti del campo elettromagnetico. Sono stati ottenuti risultati di esistenza, unicità e dipendenza continua dai dati, nel caso in cui il mezzo occupi l'intero spazio tridimensionale.

Nel lavoro [22] è stato preso in esame il modello di trave viscoelastica di Timoshenko in cui l'evoluzione del campo degli spostamenti e dell'angolo di rotazione di una trave sono descritti da un sistema integrodifferenziale di due equazioni di Volterra. Il meccanismo di memoria è caratterizzato da due nuclei di rilassamento dipendenti dal tempo, supposti incogniti. Associando al sistema di evoluzione un opportuno problema ai valori iniziali e al contorno sovradeterminato, sono stati ottenuti risultati di esistenza e unicità globale nel tempo. È stata inoltre provata la dipendenza continua delle soluzioni dai dati.

In [21] è stata considerata una classe di sistemi di reazione-diffusione non lineari. Abbiamo formulato dei problemi di controllo automatico della variabile di stato sulla base di meccanismi di *feedback* localizzati al bordo del dominio spaziale. Sono stati considerati due tipi diversi di meccanismo: il *relay switch* e l'operatore di isteresi di Preisach. I modelli risultanti si riconducono ad un sistema parabolico integrodifferenziale non lineare con condizioni al bordo non lineari e non locali. Per entrambi i meccanismi di *feedback*, sono stati provati risultati di esistenza globale e unicità delle soluzioni.

Nel lavoro [20] è stato analizzato un problema analogo a quello studiato in [21] in cui la temperatura di un materiale a memoria termica deve essere mantenuta in un range prefissato di valori, per ogni intervallo di tempo prefissato. A tale scopo è stato formulato un problema di controllo automatico tramite un meccanismo

di *feedback* localizzato al bordo. Sono stati ottenuti risultati di esistenza globale e unicità delle soluzioni sia nel caso dell'operatore *relay switch* che nel caso dell'operatore di Preisach. Inoltre, supponendo la sorgente di calore parzialmente nota, è stato formulato un problema inverso riconducibile ad un sistema analogo a quello del problema di controllo. Sono stati provati risultati di esistenza e unicità delle soluzioni per il problema inverso.

Nella pubblicazione [19] è stato analizzato un sistema di reazione-diffusione integrodifferenziale che trova applicazioni della dinamica delle popolazioni. Riscaldando i nuclei di memoria con un tempo di rilassamento $\varepsilon > 0$, è stato dimostrato che il modello originale genera una famiglia ad un parametro di sistemi dinamici in un opportuno spazio delle fasi. È stato provato che questa famiglia è caratterizzata da una corrispondente famiglia di attrattori esponenziali, stabile quando gli effetti di rilassamento svaniscono, ovvero quando ε tende a zero.

In [18] è stata considerata una equazione iperbolica integrodifferenziale che descrive il comportamento di materiali viscoelastici. In tale equazione compare nel termine di sorgente una funzione incognita dipendente dalle variabili spaziali. Associando al problema ai valori iniziali e al contorno una informazione supplementare su una porzione del bordo del dominio spaziale, è stato possibile provare un risultato di stabilità di tipo Lipschitz per il problema inverso. La dimostrazione si basa su una opportuna stima di Carleman. Questo risultato è il primo relativo ad una equazione iperbolica integrodifferenziale per l'identificazione di un termine di sorgente dipendente dalle variabili spaziali.

Nella pubblicazione [13] è stata analizzata una equazione di reazione-diffusione per la variabile di stato u , il cui termine di reazione è espresso da $c(x)g(u)$ con c funzione non nota. È stato formulato un opportuno problema inverso per le incognite u and c , dove u soddisfa condizioni al bordo omogenee di Neumann e una condizione supplementare di tipo integrale nell'intervallo di tempo $[0, T]$. L'unicità della soluzione per ogni valore di T è stata dimostrata nel caso di una funzione g lineare in u . Nel caso generale di g non lineare, è stata provata l'unicità per T sufficientemente grande.

Nel lavoro [10] è stato considerato un modello che descrive l'evoluzione della temperatura u in un materiale con memoria termica caratterizzata da un nucleo di convoluzione h dipendente dal tempo e supposto incognito. Il materiale occupa una regione limitata nello spazio tridimensionale al cui bordo è collocato un meccanismo di *feedback* che controlla la temperatura esterna. È stato formulato un problema inverso di controllo per le incognite u e h relativo ad una equazione integrodifferenziale con una condizione al bordo non lineare e non locale. Per tale problema è stato provato un risultato di esistenza e unicità della soluzione.

In [8] è stato preso in esame un modello analogo a quello considerato nel precedente lavoro [10] nel quale l'evoluzione della temperatura u è descritta da una equazione parabolica integrodifferenziale con una sorgente termica della forma $f(t)z(x)$. Qui il nucleo di memoria è assegnato, mentre la funzione f , dipendente dal tempo, è supposta incognita. È stato formulato un problema ai valori iniziali e al contorno che presenta un meccanismo di *feedback* situato al bordo e descritto da un operatore di memoria abbastanza generale. Assegnata una informazione supplementare, è stato studiato il corrispondente problema inverso e di controllo e sono stati provati i relativi risultati di esistenza e unicità della soluzione (u, f) .

Nella pubblicazione [6] è stato considerato un fluido viscoso governato dal sistema di Stokes che occupa una regione limitata Ω , in dimensione 2 o 3, contenente una cavità incognita D . Nel lavoro si sono volute fornire delle stime della misura di D in funzione della velocità e delle forze di Cauchy sul bordo esterno di Ω . Più precisamente sono state stabilite delle stime dal basso e dall'alto della misura di D in termini della differenza tra opportune misurazioni al bordo in presenza dell'ostacolo e senza l'ostacolo. La dimostrazione del risultato si basa sulle stime di regolarità interna e sul prolungamento unico delle soluzioni del sistema di Stokes.

Nel lavoro [4] è stato studiato un problema inverso per un'equazione parabolica non lineare in dimensione 3 che descrive l'evoluzione del potenziale elettrico nel tessuto cardiaco. Scopo dello studio è l'individuazione di una disomogeneità localizzata nel dominio occupato dal cuore a partire da osservazioni del potenziale sul bordo. Questo problema ha origine dalla determinazione di regioni ischemiche caratterizzate da una diminuzione drastica del flusso sanguigno con conseguente mancanza di attività elettrica. È stata prima fornita una formula asintotica per le perturbazioni del potenziale elettrico provocate dalle disomogeneità interne. È

stato poi implementato un algoritmo di ricostruzione basato sul metodo del gradiente topologico di un opportuno funzionale costo. Infine sono stati mostrati dei risultati numerici che hanno confermato la validità dell'algoritmo.

2) SISTEMI DISSIPATIVI NON LINEARI

Molti fenomeni sono modellati da sistemi di equazioni differenziali di natura differente, accoppiate attraverso non linearità, anche di ordine elevato. Di conseguenza, lo studio delle proprietà delle soluzioni di tali modelli è argomento di grande interesse non solo per le applicazioni al mondo reale ma anche per le difficoltà che tali problemi presentano dal punto di vista matematico. Altro aspetto rilevante è lo studio del comportamento per tempi lunghi delle soluzioni di questi sistemi, quando hanno natura dissipativa. In particolare, l'esistenza di insiemi invarianti quali l'attrattore globale o gli attrattori esponenziali (più stabili rispetto alle perturbazioni) permette di ridurre la dinamica del relativo spazio delle fasi, in generale infinito dimensionale, essenzialmente a quella di uno spazio finito dimensionale.

Nel lavoro [17] abbiamo analizzato un sistema di reazione-diffusione integrodifferenziale, in un dominio spaziale multidimensionale, con condizioni al bordo di Neumann omogenee. Questo sistema trova applicazioni nella dinamica delle popolazioni ed è caratterizzato da termini di ritardo non locali, dipendenti sia dal tempo che dalle variabili spaziali. Gli effetti di ritardo temporale sono rappresentati da nuclei di memoria che decadono esponenzialmente nel tempo ma non necessariamente in modo monotono decrescente. In relazione al problema in esame, è stato costruito un sistema dinamico dissipativo in un opportuno spazio delle fasi. Successivamente è stata provata l'esistenza dell'attrattore globale e quella di un attrattore esponenziale.

Nella pubblicazione [16] è stata considerata una perturbazione singolare del famoso sistema di Hodgkin-Huxley, che descrive il processo di trasmissione degli impulsi nervosi in un assone, ottenuta dal modello di Lieberstein. In particolare è stato analizzato il sistema dinamico associato in un opportuno spazio delle fasi quando il parametro di perturbazione ε (corrispondente alla induttanza dell'assone) è sufficientemente piccolo. È stata provata l'esistenza di insiemi limitati assorbenti e di insiemi attraenti regolari. Di conseguenza è stato possibile dedurre l'esistenza dell'attrattore globale, rivelatosi regolare. Infine è stata provata l'esistenza di una famiglia di attrattori esponenziali, Hölder continua rispetto al parametro ε .

Nel lavoro [15] è stato preso in esame un sistema di phase-field di tipo Caginalp in un dominio tridimensionale limitato. Qui il parametro d'ordine soddisfa una condizione dinamica al bordo mentre la temperatura è soggetta ad una condizione omogenea al contorno di tipo Dirichlet, Neumann oppure Robin. Inoltre le due equazioni che costituiscono il sistema sono accoppiate in modo non lineare attraverso una funzione di crescita quadratica. Sono stati estesi alcuni risultati precedenti provati nel caso dell'accoppiamento lineare. Più precisamente, è stata dimostrata l'esistenza e l'unicità di una soluzione globale. Successivamente è stato analizzato il sistema dinamico associato ed è stata stabilita l'esistenza dell'attrattore globale e degli attrattori esponenziali. Infine è stata discussa la convergenza delle soluzioni ad un singolo equilibrio.

In [14] è stata studiata una variante dell'equazione di Cahn-Hilliard in cui la velocità del parametro d'ordine u dipende dalla storia passata di Δu , dove μ è il potenziale chimico. Questo tipo di equazione descrive i fenomeni di separazione di fase in particolari materiali, quali ad esempio il vetro. Inoltre, l'usuale condizione al bordo di flusso nullo per u è sostituita da una condizione dinamica al contorno non lineare che tiene conto di possibili interazioni con il bordo stesso. Il risultante problema è soggetto ad opportune condizioni iniziali ed è riformulato nel cosiddetto spazio delle storie passate. È stata provata l'esistenza di soluzioni in ambito variazionale. In presenza di un termine viscoso aggiuntivo, è stato possibile dimostrare anche l'unicità della soluzione ed è stato costruito un semigruppato fortemente continuo su un opportuno spazio delle fasi. Inoltre è stato dimostrato che il corrispondente sistema dinamico possiede l'attrattore globale, che risulta essere regolare, e un attrattore esponenziale. In assenza di viscosità, è stato possibile provare solamente l'esistenza di un attrattore di traiettoria.

Nella pubblicazione [12] abbiamo studiato un sistema che descrive l'evoluzione del flusso di un cristallo liquido nematico. Questo sistema è una semplificazione del sistema più generale formulato originariamente da Ericksen e Leslie. Più nel dettaglio, nel modello considerato l'evoluzione del vettore velocità \mathbf{u} è governata dal sistema di Navier-Stokes incomprimibile, con un tensore di *stress* che tiene conto del termine di *stretching*.

La dinamica del vettore direzione \mathbf{d} è descritta da una variazione dell'equazione parabolica di Ginzburg-Landau con una opportuna penalizzazione della restrizione fisica $|\mathbf{d}| = 1$. La principale difficoltà nello studio di questo sistema è stata causata dalla mancanza di un principio del massimo per l'equazione del campo direzionale. In dimensione 3, senza alcuna restrizione sui dati e sulle costanti fisiche del problema, è stata provata l'esistenza di una soluzione debole globale in tempo nel caso di condizioni al bordo per \mathbf{d} e \mathbf{u} di Dirichlet e Neumann, più significative dal punto di vista fisico rispetto al caso di condizioni periodiche. In questo lavoro grazie ad una scelta opportuna delle funzioni test è stato possibile dimostrare per la prima volta in modo rigoroso l'esistenza di soluzioni deboli ben definite per il sistema in esame.

Nel successivo lavoro [11] è stato considerato un modello in dimensione 3 per i cristalli liquidi nematici, più generale rispetto al caso analizzato in [12]. Il sistema, che presenta degli accoppiamenti fortemente non lineari, contiene anche dei termini in cui compaiono i cosiddetti coefficienti di Leslie. Superando le difficoltà dovute alla mancanza di principio del massimo per l'equazione del vettore direzione e l'elevato ordine di non linearità nel tensore degli stress, è stato provato un risultato di esistenza globale in tempo per soluzioni deboli, nel caso di condizioni al bordo significative dal punto di vista fisico e sotto opportune ipotesi sui coefficienti di Leslie che assicurino la dissipazione dell'energia del sistema. Nel caso invece di condizioni al contorno periodiche, è stata dimostrata la buona positura locale di soluzioni classiche. Infine, è stato stabilito un criterio di *blow-up* sotto le cosiddette condizioni di Parodi.

In [9] è stata analizzata una variante non isoterma dell'equazione di Cahn-Hilliard nel caso viscoso. Tale equazione è caratterizzata da un termine inerziale ed è accoppiata con una equazione del calore iperbolica che deriva dalla legge di Maxwell-Cattaneo. È stato analizzato il caso in cui il parametro d'ordine è soggetto a condizioni al bordo di tipo dinamico, rendendo necessario l'utilizzo di una più raffinata analisi per lo studio del problema. Sono stati provati risultati di buona positura del problema per soluzioni con energia finita e per soluzioni deboli. Infine è stata provata l'esistenza dell'attrattore globale e la convergenza di ogni soluzione debole ad un singolo equilibrio grazie ad una opportuna disuguaglianza di Łojasiewicz-Simon.

Nel lavoro [7] è stato considerato il sistema accoppiato di equazioni di Navier-Stokes e per il tensore \mathbf{Q} per flussi di cristalli liquidi nematici, nel caso incompressibile. Il questo modello, formulato da Beris e Edwards, l'orientamento delle molecole del cristallo liquido è caratterizzato da un tensore simmetrico a traccia nulla \mathbf{Q} al posto del vettore \mathbf{d} , come nei casi analizzati in precedenza (vedi [12] e [11]). In dimensione 2 e con condizioni al bordo periodiche, è stata provata l'esistenza ed unicità di soluzioni forti globali, uniformemente limitate in tempo. Questo risultato è stato ottenuto senza alcuna ipotesi di restrizione sul parametro fisico ζ che se diverso da zero non permette di ottenere un principio del massimo nell'equazione per il tensore \mathbf{Q} . Inoltre è stata dimostrata l'unicità del limite asintotico, quando il tempo va all'infinito, per ogni soluzione forte globale ed è stata ottenuta una stima uniforme della velocità di convergenza.

Nella pubblicazione [5] è stato studiato un problema di controllo ottimale al bordo per un sistema semplificato di Ericksen-Leslie in dimensione 2 che descrive il flusso di cristalli liquidi nematici. Il sistema è costituito dall'equazione di Navier-Stokes per il vettore velocità accoppiata ad una equazione convettiva di tipo Ginzburg-Landau per il vettore direzione. Il vettore velocità soddisfa una condizione al bordo di tipo *no-slip*, mentre il vettore direzione è soggetto ad una condizione al contorno di Dirichlet, dipendente dal tempo, che corrisponde alla condizione di forte ancoraggio al bordo per il cristallo liquido. È stata provata l'esistenza di un controllo ottimo al contorno in un opportuno insieme di controlli ammissibili. Inoltre, è stato mostrato che l'operatore *control-to-state* è differenziabile secondo Fréchet tra opportuni spazi di Banach. Infine, è stata ottenuta la condizione necessaria di ottimalità del primo ordine in termini di una disuguaglianza variazionale tramite il problema aggiunto.

Nel lavoro [2] è stato analizzato un modello a interfaccia diffusa che descrive la crescita di un tumore circondato da tessuto sano, in presenza di un nutriente. Il sistema è costituito da una equazione di Cahn-Hilliard per la frazione di cellule tumorali accoppiata ad una equazione di reazione-diffusione per il nutriente. Il farmaco per l'eliminazione delle cellule tumorali è introdotto nel sistema attraverso il nutriente. In tale contesto la variabile di controllo agisce come una sorgente esterna nella equazione per il nutriente. Come primo problema è stato considerato il trattamento a lungo termine, fissata una opportuna sorgente, ed è stata provata la convergenza di ogni soluzione globale ad un singolo equilibrio per $t \rightarrow +\infty$. Successivamente è stato

formulato un problema di controllo ottimo per l'analisi del trattamento in tempo finito del tumore. In questo caso il funzionale costo da minimizzare dipende da una variabile temporale libera che rappresenta il periodo di somministrazione delle cure. È stata provata l'esistenza di un controllo ottimo e ottenuta la condizione necessaria di ottimalità di primo ordine per la concentrazione del farmaco e il tempo di trattamento. Uno degli obiettivi del problema di controllo è quello di individuare la migliore distribuzione finale delle cellule tumorali espressa dalla funzione target φ . Grazie alle stime di stabilità di tipo Lyapunov di equilibri del sistema, in assenza di sorgente, è stato possibile dimostrare che φ può essere presa come configurazione stabile in modo tale che il tumore non crescerà ulteriormente una volta che il tempo di trattamento sia completato.

In [3] sono stati analizzati alcuni modelli che descrivono fenomeni di degrado e danneggiamento di superficie e volume in monumenti storici causati da agenti chimici e sollecitazioni meccaniche. In particolare è stato studiato un sistema evolutivo costituito da equazioni di volume e superficie accoppiate che modella il fenomeno della solfatazione del marmo nel caso in cui si tenga conto della rugosità superficiale. È stato provato un risultato di buona positura locale in tempo. Inoltre in ipotesi più restrittive è stata stabilita l'esistenza di una soluzione globale in tempo. Infine sono state fornite delle simulazioni numeriche che descrivono le principali proprietà del modello proposto.

Nel lavoro [1] è stato analizzato un problema di controllo relativo al modello di eccitazione neuronale di Hodgkin-Huxley. Più in dettaglio, applicando una corrente esterna come meccanismo di controllo espresso da un grafo nell'equazione del potenziale, si vuole forzare il sistema affinché il potenziale raggiunga una certa soglia in tempo finito e vi rimanga. Dal punto di vista analitico è stato risolto un sistema costituito da una inclusione differenziale parabolica accoppiata a tre equazioni differenziali ordinarie non lineari attraverso una tecnica di approssimazione e argomenti di punto fisso. L'esistenza del controllo e la determinazione del tempo in cui il potenziale raggiunge il valore prefissato sono stati provati con argomenti del principio del massimo. Sono inoltre stati forniti dei risultati numerici.

Recente attività di ricerca - Lavori sottomessi e in preparazione

Nel corso dei primi mesi del 2019 sono continuate alcune collaborazioni già in atto e sono stati affrontati nuovi temi di ricerca con particolare riferimento all'analisi di equazioni differenziali non lineari.

In particolare, sono stati sottomessi per la pubblicazione i seguenti lavori:

- 1) Cecilia Cavaterra, Serena Dipierro, Alberto Farina, Zu Gao e Enrico Valdinoci, "Pointwise gradient bounds for entire solutions of elliptic equations with non-standard growth conditions and general nonlinearities", <https://arxiv.org/abs/1903.04569>.
In questo lavoro forniamo delle stime puntuali del gradiente per soluzioni di equazioni ellittiche nell'intero spazio euclideo. L'operatore considerato è molto generale e comprende anche il caso non lineare degenere e singolare con condizioni di crescita non standard. Anche per il termine di sorgente è ammessa una forma molto generale, dipendente dalle variabili spaziali, dalla soluzione e dal suo gradiente, ed eventualmente anche da derivate di ordine superiore sotto opportune ipotesi.
- 2) Elena Beretta, Cecilia Cavaterra e Luca Ratti, "On the determination of ischemic regions in the monodomain model of cardiac electrophysiology from boundary measurements", <http://arxiv.org/abs/1906.06760>.
Si considera il modello monodomain con variabili di gating dell'elettrofisiologia del cuore per la determinazione di regioni ischemiche nel tessuto cardiaco. Dopo aver analizzato la buona positura del modello, determiniamo una espansione asintotica del potenziale perturbato a causa dalla presenza di piccole inomogeneità che modellizzano le regioni ischemiche del tessuto cardiaco. Grazie a questo sviluppo possiamo individuare le anomalie a partire da misurazioni del potenziale al bordo. Ciò è reso possibile dalla implementazione di un algoritmo di ricostruzione basato sul metodo del gradiente topologico di un opportuno funzionale costo. La robustezza dell'algoritmo è confermata da esperimenti numerici.

Inoltre, sono in fase di preparazione tre lavori sui seguenti argomenti:

- 1) Studio di un problema di ottimizzazione attraverso un approccio di tipo phase field per la realizzazione di oggetti tramite stampanti 3D (con Elena Beretta e Elisabetta Rocca).
- 2) Analisi di un modello isoterma che descrive la dinamica dei cristalli liquidi nematici contenente termini di ritardo (con Tomas Caraballo).
- 3) Studio di un modello di solfatazione del marmo che include la rugosità e il danno meccanico (con Elena Bonetti, Cecilia Cavaterra, Francesco Freddi, Maurizio Grasselli e Roberto Natalini).

Data

10/09/2019

Luogo

MILANO