

ALLEGATO A

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI MILANO

Procedura di selezione per la chiamata a professore di I fascia da ricoprire ai sensi dell'art. 18, comma 1, della Legge n. 240/2010 per il settore concorsuale 01/A3, (settore scientifico-disciplinare MAT05) presso il Dipartimento di Matematica "F.Enriques", (avviso bando pubblicato sulla G.U. n. 14 del 19-02-2019) - Codice concorso 3988

Elena Bonetti
CURRICULUM VITAE

INFORMAZIONI PERSONALI (NON INSERIRE INDIRIZZO PRIVATO E TELEFONO FISSO O CELLULARE)

COGNOME	BONETTI
NOME	ELENA
DATA DI NASCITA	12 APRILE 1974

- ORCID ID 0000-0002-8035-3257
- Scopus Author ID 7006376498 - ResearcherID A-3554-2016
- web site: <http://www.mat.unimi.it/users/bonetti/index.html>

1. FORMAZIONE

- 01/2002: PhD in Matematica, Università degli Studi di Milano, relatore prof. Pierluigi Colli, titolo della tesi "Global solvability of a dissipative Frémond model for shape memory alloys"
- 2001: Diploma della Scuola Avanzata di Formazione Integrata, IUSS (Scuola Superiore di Pavia), come studente del Collegio Ghislieri di Pavia
- 07/1997: Laurea (cum laude) in Matematica (Università degli Studi di Pavia), relatore prof. Gianni Gilardi

2. ABILITAZIONE SCIENTIFICA NAZIONALE per la PRIMA FASCIA

- 12/2013: Abilitazione Scientifica Nazionale a professore di Prima Fascia, settore concorsuale 01/A3-MAT05 (durata abilitazione 30/12/2013-30/12/2019)
- 07/2018: Abilitazione Scientifica Nazionale a professore di Prima Fascia, settore concorsuale 01/A3-MAT05 (durata abilitazione 27/7/2018-27/7/2024)

3. POSIZIONE LAVORATIVA ATTUALE

- 03/2016 – ad oggi: Professore Associato presso il Dipartimento di Matematica dell'Università degli Studi di Milano, SSD MAT05

4. POSIZIONI LAVORATIVE PRECEDENTI

- 04/2011 – 02/2016: Professore Associato presso il Dipartimento di Matematica dell'Università degli Studi di Pavia, SSD MAT05
- 01/2001 – 03/2011: Ricercatore Universitario presso il Dipartimento di Matematica dell'Università degli Studi di Pavia, SSD MAT05

4. **ATTIVITA' DIDATTICA** (in ordine cronologico inverso)

- **2015 - ad oggi:** attività didattica svolta presso l'Università degli Studi di Milano, Facoltà di Scienze e Tecnologie
 - a.a. 2018-2019: titolarità del corso di Istituzioni di Matematica (Chimica), del corso di Analisi Matematica 3 (Fisica) e del corso di Equazioni di Evoluzione (Matematica - laurea magistrale)
 - a.a. 2017-2018: titolarità del corso di Istituzioni di Matematica (Chimica) e del corso di Analisi Matematica 3 (Fisica); esercitazioni del corso di Analisi Matematica 2 (Matematica)
 - a.a. 2016-2017: titolarità del corso di Istituzioni di Matematica (Chimica) e del corso di Equazioni di Evoluzione (Matematica - laurea magistrale); esercitazioni del corso di Analisi Matematica 3 (Fisica)
 - a.a. 2015-2016: titolarità del corso di Istituzioni di Matematica (Chimica) e del corso di Equazioni di Evoluzione (Matematica - laurea magistrale)
- **1998 – 2015:** attività didattica svolta presso l'Università degli Studi di Pavia, Facoltà di Ingegneria
 - a.a. 2014-2015: titolarità del corso di Analisi Matematica 1 (Ingegneria industriale) e del corso di Complementi di Analisi Matematica (Ingegneria civile, laurea magistrale)
 - a.a. 2013-2014: titolarità del corso di Analisi Matematica 1 (Ingegneria industriale) e del corso di Analisi Matematica B (Ingegneria civile e ambientale)
 - a.a. 2012-2013: titolarità del corso di Metodi Matematici (Ingegneria Informatica) e del corso di Modelli Matematici e Calcolo numerico (Ingegneria Ambientale)
 - a.a. 2011-2012: titolarità del corso di Analisi Matematica (Ingegneria Informatica e Ambientale) e del corso di Modelli Matematici e Calcolo numerico (Ingegneria Ambientale)
 - a.a. 2011-2012: titolarità del corso di Analisi Matematica (Ingegneria Informatica e Ambientale) e del modulo di Modelli Matematici (Ingegneria Ambientale)
 - a.a. 2009-2010: titolarità del corso di Analisi Matematica (Ingegneria Informatica e Ambientale)(12 crediti) e del corso di Metodi Matematici (Ingegneria Informatica)
 - a.a. 2008-2009: titolarità dei corsi di Analisi Matematica A e B (Ingegneria Informatica e Ambientale)
 - a.a. 2007-2008: titolarità dei corsi di Analisi Matematica A e B (Ingegneria Informatica e Ambientale)
 - a.a. 2006-2007: titolarità del corso di Geometria e Algebra (Ingegneria Informatica e Ambientale) e del corso di Analisi Matematica B (Ingegneria Informatica e Ambientale)
 - a.a. 2005-2006: titolarità del corso Analisi Matematica B (Ingegneria Informatica e Ambientale)
 - a.a. 2004-2005: titolarità del corso di Analisi Matematica A (Ingegneria Civile)
 - a.a. 2003-2004: titolarità del corso di Analisi Matematica A e esercitazioni al corso di Analisi Matematica B (Ingegneria Civile e Ambientale)
 - a.a. 2002-2003: esercitazioni al corso di Analisi Matematica B (Ingegneria)
 - a.a. 2001-2002: esercitazioni al corso di Analisi Matematica A e Analisi Matematica B (Ingegneria)
 - a.a. 2000-2001: esercitazioni relative al corso di Analisi Matematica II (Ingegneria) e esercitazioni relative al corso di Analisi Matematica B (Ingegneria)
 - a.a. 1999-2000: esercitazioni relative al corso di Analisi Matematica II (Ingegneria)
 - a.a. 1998-1999: esercitazioni relative al corso di Geometria (Ingegneria) e esercitazioni al corso di Analisi Matematica presso Diploma nella Facoltà di Medicina e Chirurgia
 - a.a. 1997-1998: esercitazioni relative al corso di Matematica Modulo A (Diploma di Ingegneria) esercitazioni relative al corso di Geometria (Ingegneria); esercitazioni relative al corso di Analisi Matematica presso Diploma nella Facoltà di Medicina e Chirurgia

5. PARTECIPAZIONE A COLLEGI DI DOTTORATO (PhD School)

- Membro del collegio della Scuola di Dottorato “Computational Mechanics and Advanced Materials” dell’Università degli Studi di Pavia e dello IUSS, con particolare ruolo di supervisione rispetto alla modellizzazione analitica dei materiali (cicli XXVI-XXIX, anni 2010-2016)
- Membro del collegio didattico della Scuola di Dottorato “Civil engineering and architectural” dell’Università degli Studi di Pavia, con particolare ruolo di supervisione rispetto alla modellizzazione analitica dei materiali (cicli XXX-XXXI, anni 2014-2018)
- Membro del collegio didattico della Scuola di Dottorato in Matematica dell’Università degli Studi di Milano (cicli XXXII-XXXIV, anni 2016 - ad oggi)
- Membro della Commissione per l’ammissione al dottorato in Matematica dell’Università degli Studi di Milano per il XXXIV ciclo

6. SUPERVISIONE DI TESI DI LAUREA e/o DOTTORATO

- Relatore di 3 tesi di laurea presso la Facoltà di Ingegneria dell’Università degli Studi di Pavia e di una tesi di laurea magistrale in Matematica presso l’Università degli Studi di Milano

7. ATTIVITA' DI RICERCA (versione in italiano)

La mia attività di ricerca si è concentrata sullo studio di **sistemi di equazioni alle derivate parziali applicati** a problemi di natura termo-meccanica, principalmente descritti tramite la teoria delle **transizioni di fase**. Tali sistemi derivano da un **approccio variazionale** per descrivere **fenomeni dissipativi** che includono anche **vincoli interni** sulle variabili e le loro derivate.

In particolare mi sono occupata di problematiche di tipo:

- caratterizzazione analitica della consistenza del modello termo-meccanico;
- studio dell'esistenza, dell'unicità e della dipendenza continua dai dati delle soluzioni, anche in forma debole;
- caratterizzazione del comportamento asintotico delle soluzioni rispetto ad alcuni parametri fisicamente significativi;
- caratterizzazione del comportamento per tempi lunghi delle soluzioni.

Principalmente i modelli analitici che ho studiato derivano da problemi legati alle seguenti applicazioni:

- fenomeni di transizione o separazione di fase in sistemi complessi;
- materiali intelligenti, come leghe e polimeri con memoria di forma;
- danneggiamento meccanico e chimico nei materiali elastici e visco-elastici (con applicazioni a fenomeni di degrado sia in ambito ingegneristico che nel degrado di monumenti storici), collisioni e fratture;
- contatto con adesione e fenomeni di attrito, danneggiamento su superfici;
- fenomeni meccanici in regime di grandi deformazioni.

La complessità dei fenomeni studiati ha richiesto l'acquisizione di competenze avanzate nell'ambito della **teoria analitica dello studio delle equazioni alle derivate parziali**, ma nel contempo la maturazione di **competenze multidisciplinari**, in particolare in **ambito modellistico**. I risultati ottenuti, infatti, oltre ad un interesse di tipo teorico, presentano interessi e motivazioni applicative. Questi ultimi aspetti sono stati sviluppati principalmente grazie a numerose collaborazioni scientifiche con esperti di settori della meccanica e delle applicazioni all'ingegneria.

Lo studio dei problemi sopra citati e i risultati ottenuti evidenziano, principalmente da un punto di vista analitico ma anche modellistico, come l'approccio basato sulle **transizioni di fase** ben si adatti alla descrizione macroscopica di fenomeni fisici che si caratterizzano su due scale, quella microscopica in cui avvengono i processi di trasformazione dei materiali e/o del sistema termo-meccanico (rottura di legami, trasformazioni della configurazione cristallina...) e quella macroscopica.

pica in cui se ne riscontrano gli effetti termo-meccanici (danneggiamento, trasformazioni solido-solido, cambiamento di stato, adesione, frattura, plasticizzazione di un materiale...).

Nel caso di materiali multi-fase in sistemi complessi, le proprietà termiche e meccaniche sono descritte da un sistema di **equazioni di bilancio** ricavate dal **principio variazionale** dei lavori virtuali, generalizzato volendo tener conto di forze microscopiche e includendo **vincoli interni** non lisci sulle variabili, questi garantiti in particolare da operatori sottodifferenziali. Le relazioni costitutive per le diverse quantità fisiche coinvolte sono ricavate da opportuni funzionali di energia, in accordo con il secondo principio della termodinamica. In particolare l'utilizzo dello pseudo-potenziale di dissipazione (nella forma proposta da Moreau) come funzionale di **energia dissipata** per l'evoluzione termo-meccanica del fenomeno fisico considerato, permette di caratterizzare da un punto di vista analitico la consistenza termodinamica del modello, principalmente utilizzando strumenti di analisi convessa e della teoria degli operatori massimali e monotoni. La suddetta teoria si estende anche allo studio di fenomeni meccanici in regime di grandi deformazioni.

I **problemi ai limiti e ai valori iniziali per sistemi di equazioni alle derivate parziali** che descrivono la tipologia dei problemi considerati sono in generale fortemente **non-lineari**. Questo dipende sia dalla presenza di operatori non lisci, anche multivoci che agiscono sulle variabili e sulle loro derivate (attribuendo in tal caso al sistema un carattere doppiamente non-lineare), sia dalla presenza di non-linearità di ordine quadratico, che possono coinvolgere anche termini di tipo viscoso, legate alle variabili dissipative del modello. Conseguentemente lo studio analitico di tali problemi comporta, talvolta, la necessità di dare **nozioni di soluzioni deboli** opportunamente definite che risultino compatibili con la trattazione analitica del sistema considerato e con le caratteristiche fisiche dello stesso. Nello studio analitico della buona posizione dei suddetti sistemi, in particolare per la dimostrazione di risultati di **esistenza**, ci si pone per lo più in un **ambiente astratto**, si applicano procedure ad hoc di **approssimazione**, combinate con **stime a priori** sulle soluzioni e di **passaggio al limite** per compattezza debole e semicontinuità inferiore, anche di funzionali. L'**unicità**, in generale difficile da ottenere a causa del carattere non-lineare delle equazioni, è dimostrata per lo più utilizzando argomenti di tipo contrattivo.

A. Problemi di transizioni o separazioni di fase in sistemi complessi. L'approccio delle transizioni di fase è stato applicato allo studio analitico di sistemi complessi, le cui proprietà termo-meccaniche dipendono da differenti configurazioni della struttura microscopica. La descrizione di tali fenomeni si avvale dell'introduzione di uno o più parametri di fase associati ai diversi stati microscopici. Il sistema di equazioni è ricavato da leggi della meccanica e termo-meccanica e descrive, in particolare, l'evoluzione della temperatura e dei parametri di fase considerati come variabili di stato. La derivazione del sistema di equazioni si fonda sul principio variazionale dei lavori virtuali, esteso alle forze che agiscono a livello microscopico. Eventuali vincoli interni sulle variabili sono garantiti dalla presenza di operatori massimali monotoni che attribuiscono alle equazioni un carattere di inclusioni variazionali, che si trattano con strumenti di analisi convessa.

- Il problema modello di questa teoria è il problema di Stefan, studiato in [1] assumendo una legge integro-differenziale sia per il calore (la cosiddetta memoria termica) che per l'evoluzione del parametro di fase. La possibilità di introdurre termini stocastici nell'equazione di evoluzione della fase è analizzata in [61] per un'equazione di tipo Allen-Cahn con presenza di sottodifferenziale di un'indicatrice. Nel caso in cui ci si rifaccia alla versione completa delle equazioni di bilancio, includendo termini dissipativi di ordine quadratico nell'equazione che descrive l'evoluzione della temperatura (come in [4]), ci si deve avvalere, nella dimostrazione dell'esistenza di una soluzione, di tecniche adatte per equazioni paraboliche nonlineari, anche con dati nello spazio L^1 delle funzioni integrabili (principalmente riconducibili a tecniche di tipo Boccardo-Gallouet). Il problema di dimostrare la positività della temperatura assoluta, da cui dipende la consistenza del modello, è significativo in particolare per problemi non-lineari o con termini integro-differenziali in cui non si riesce ad applicare un principio del massimo. A tal fine risulta utile introdurre una nuova equazione per descrivere l'evoluzione della temperatura, il bilancio di entropia. Tale equazione è per lo più caratterizzata da contributi singolari (nella formulazione classica il logaritmo della temperatura come termine di evoluzione e diffusione) che rappresentano per la temperatura un vincolo interno ad assumere solo valori positivi. Questa idea ha dato origine a una clas-

se di problemi analizzati in [9,11,18,20,23], e poi di altri studiati in forme generalizzate in [24,27,29,30,34,45].

- L'approccio basato sulle transizioni di fase per sistemi binari si applica anche allo studio di fenomeni fisici differenti, come sistemi con densità di fasi diverse, o di stoccaggio di gas (idrogeno) o di transizione di fase nei gas. In [28,40] si affronta un problema di stoccaggio di idrogeno, considerando come fasi la soluzione solida (metallo ed idrogeno non combinati) e l'idruro (combinazione dell'idrogeno con il metallo). In questo caso le equazioni del sistema sono, oltre al bilancio di energia e all'equazione per il parametro di fase, l'equazione di bilancio della massa per l'idrogeno (scritta nei termini della pressione). In [58] si studia un'equazione riconducibile al fenomeno suddetto, ma in cui si introduce un contributo non liscio sulla derivata della variabile di fase nel termine di diffusione dell'equazione parabolica "forward-backward". In [38] si studia un sistema in cui la densità del materiale cambia nell'evoluzione della transizione di fase. In questo caso anche la pressione risulta un'incognita del problema (soggetta a vincolo interno). Infine in [44] si introduce un nuovo modello di transizione di fase per il fenomeno del super-raffreddamento dell'elio, caratterizzato da differenti leggi di flusso di calore nelle due fasi. Nell'equazione evolutiva per la temperatura il termine di diffusione è non-lineare con un coefficiente che dipende dalle fasi.
- In [56] si propone un approccio variazionale unificato per la derivazione delle equazioni in sistemi di transizione di fase che generalizzano quelli precedentemente descritti, individuando una struttura di tipo gradient flow e dimostrando l'esistenza di soluzioni deboli opportunamente definite. In un contesto generale infatti si dimostra che il sistema ha uno stato energetico ammissibile, nel senso che vale una disuguaglianza di conservazione dell'energia a meno di termini dissipativi. In tal modo le equazioni astratte ricavate possono essere interpretate come equazioni di bilancio di forze. Si dimostra un risultato di esistenza (globale in tempo) per soluzioni deboli opportunamente definite e di unicità nel caso si assuma maggiore regolarità per i funzionali energetici considerati.
- Il fenomeno della separazione di fase è tipicamente descritto da equazioni di tipo Cahn-Hilliard. In [10] si studia un'equazione di questo tipo, introducendo un contributo di viscosità ma assumendo anche la mobilità non necessariamente costante. In [63] l'equazione è studiata con doppio vincolo sulla fase e sulla sua derivata, provando un risultato di esistenza per opportune crescite dei funzionali che agiscono sulle stesse. In [6] il sistema di Cahn-Hilliard è accoppiato all'equazione di bilancio del momento, che ha l'effetto di introdurre un termine di tipo quadratico che coinvolge le deformazioni come sorgente nel potenziale chimico.

B. Problemi di transizioni di fase solido-solido per smart materials. Nell'ambito della meccanica dei continui l'approccio della transizione di fase è stato utilizzato per caratterizzare comportamenti macroscopici di materiali che modificano la propria configurazione microscopica per sollecitazioni esterne, ad esempio di natura termica o meccanica.

- In questo ambito un problema particolarmente studiato in letteratura è quello della memoria di forma in leghe metalliche (shape memory alloys). Tali materiali hanno la capacità di recuperare la forma originaria tramite sollecitazioni termiche dopo essere stati meccanicamente deformati in modo permanente. Nel caso delle leghe a memoria di forma si possono individuare due tipi di configurazioni principali della struttura cristallina, l'austenite e la martensite, che corrispondono a diverse proprietà meccaniche del materiale e presenti a diverse temperature. Il sistema di equazioni alle derivate parziali che descrive tale comportamento può essere ricavato come transizione di fase solido-solido introducendo come variabili di stato due parametri di fase scalari, soggetti a vincoli interni, la temperatura assoluta e il tensore delle deformazioni. Il sistema che si ottiene si caratterizza per un'inclusione variazionale vettoriale per i due parametri di fase. Il problema è fortemente non-lineare sia per i termini di accoppiamento tra le equazioni che per le non-linearità che caratterizzano i funzionali di energia. Si sono dimostrati risultati di esistenza delle soluzioni, anche assumendo una legge integro-differenziale per il flusso di calore [2,5] e studiando il comportamento delle soluzioni nel caso in cui la legge di flusso tenda alla legge di Fourier [3]. In [7,13] si studia esistenza e unicità del modello completo in cui si considerano anche i termini dissipativi quadratici nell'equazione che regola l'evoluzione della temperatura, nel caso di un calore specifico non costante. Per ottenere il risultato si introduce in particolare

un'opportuna tecnica di discretizzazione temporale per trattare le non-linearità che caratterizzano il sistema.

- Un approccio differente è stato considerato in [41,46]: qui la transizione di fase viene descritta da un parametro tensoriale che rappresenta il tensore di deformazione associato alla trasformazione di fase e parametri scalari che rappresentano le proporzioni volumetriche delle configurazioni possibili a livello microscopico. Le equazioni accoppiano quindi inclusioni variazionali *rate independent* e *rate dependent* su parametri scalari e tensoriali. Nel caso *rate dependent* un risultato in direzione simile è dato da [25] e, in un contesto modellistico diverso, in [53]. In particolare in questo ultimo lavoro si studia un problema evolutivo in cui l'equazione della temperatura presenta un coefficiente non-lineare (che dipende dalle incognite del problema) per il termine evolutivo e una sorgente dissipativa da trattare nello spazio L^1 delle funzioni integrabili.
- In [59] si dimostra l'esistenza di soluzioni per un sistema di equazioni alle derivate parziali che descrivono il comportamento di materiali auxetici. Nel caso isotermico le equazioni sono date dall'evoluzione di due parametri di fase associati a diverse configurazioni microscopiche (con presenza di un sottodifferenziale della funzione indicatrice del convesso che fornisce un vincolo interno per i parametri di fase) e dall'equazione di bilancio del momento stazionaria. Tenendo conto del fatto che i materiali auxetici presentano un diverso comportamento in trazione e compressione, a seconda della fase in cui si trovano, l'equazione per le deformazioni è scritta in forma astratta considerando un operatore di diffusione (monotono) i cui coefficienti dipendono dai parametri di fase.
- In [51] analogo approccio modellistico è stato applicato per introdurre un modello analitico, in termini di equazioni alle derivate parziali, che descrive la memoria di forma nei polimeri semi-cristallini, in accordo con dati sperimentali ricavati in collaborazione con il Centro di Ricerca di Versalis (ENI).

C. Problemi di danneggiamento e degrado nei materiali. I fenomeni di danneggiamento possono essere descritti come risposte inelastiche di un materiale a sollecitazioni meccaniche. Più precisamente si può caratterizzare lo stato di coesione di un materiale attraverso un parametro di fase da cui dipende la matrice di rigidità dello stesso, in modo tale che la matrice degeneri una volta raggiunto il danneggiamento completo. Sono molto noti in letteratura modelli che descrivono tale fenomeno come una transizione di fase solido-solido caratterizzati da un'equazione evolutiva per il parametro di fase, con una sorgente di danneggiamento che dipende dal quadrato delle deformazioni, e da un'equazione ellittica (se il problema è stazionario) o evolutiva per gli spostamenti. Tuttavia il carattere degenerare rispetto all'operatore di diffusione in tale equazione (corrispondente al materiale completamente danneggiato) e il possibile carattere doppiamente non-lineare per l'equazione evolutiva della fase rendono il sistema di difficile trattazione nel caso completo. Al momento in letteratura si trovano solo risultati parziali o per formulazioni deboli. Attraverso un'analisi asintotica si dimostra che il modello macroscopico risultante ben rappresenta l'effetto di degrado di forze che agiscono a livello microscopico [12,21].

- I primi risultati di esistenza sono stati dimostrati nei lavori [17,22]. Tali risultati si estendono a materiali termo-viscoelastici trattando in modo opportuno le non-linearità quadratiche, anche dissipative, presenti nel sistema di equazioni [8,19,31]. In [52] si dimostra esistenza di soluzioni per il modello di danneggiamento accoppiato a un fenomeno di separazione descritto da un'equazione di tipo Cahn-Hilliard. Un risultato di esistenza per un'opportuna formulazione debole del modello di danneggiamento completo viene dato in [55]: qui le equazioni risultano risolte nell'ambito distribuzionale e le soluzioni soddisfano una disuguaglianza dell'energia.
- Il danneggiamento dei materiali riguarda anche il comportamento plastico che questi assumono. Un modello di plasticità viene trattato in [35] con un approccio tipo metrico. Si ottiene una nuova interpretazione dei vincoli fisici presenti nel modello (ed in particolare della cosiddetta funzione di snervamento) nei termini della teoria delle equazioni di Hamilton-Jacobi e di metriche dissipative. In [54] si studia l'esistenza di soluzioni energetiche per un modello di danneggiamento tensoriale accoppiato alla plasticità nel caso di un sistema evolutivo *rate-independent*.
- Un'altra tipologia di degrado dei materiali è data dal danneggiamento di tipo chimico. Un esempio tipico in questa direzione è rappresentato dal processo di solfatazione del marmo a causa dell'inquinamento che colpisce i monumenti storici, formando una crosta di gesso.

Questo tipo di reazione infatti ha tra le conseguenze la formazione di micro-fratture sulla superficie che indeboliscono la coesione dell'opera dando origine a fenomeni di sgretolamento. Un primo modello differenziale per questo tipo di fenomeno è basato principalmente sulla legge di Fick, accoppiando un'equazione di reazione-diffusione con un'equazione ordinaria per la reazione chimica. In [66] viene proposta una generalizzazione dello stesso sistema, introducendo anche l'effetto della rugosità o di un danneggiamento superficiale sul processo di solfatazione attraverso un'equazione evolutiva sulla frontiera. Il sistema di equazioni alle derivate parziali risultante accoppia quindi equazioni di volume e superficie attraverso le condizioni al bordo e la dipendenza di parametri fisici da un parametro di fase definito sulla frontiera del dominio e soggetto ad una dinamica di transizione di fase. L'equazione che descrive tale parametro è un'inclusione variazionale per la presenza di vincoli interni dati da operatori sottodifferenziali. Si dimostra in particolare esistenza e unicità della soluzione.

- La possibilità di trattare sistemi di equazioni che descrivono fenomeni di degrado di volume e superficie rappresenta un interessante filone di ricerca, anche nell'ambito dell'analisi matematica, che risulta collegato ad esempio allo studio delle cosiddette condizioni dinamiche al bordo. In [36] si dimostra un risultato di esistenza per un problema di danneggiamento di volume e superficie, e di convergenza ad un sistema con condizioni dinamiche al bordo che descrive un fenomeno di danneggiamento superficiale. La trattazione analitica di sistemi che accoppiano equazione di superficie e volume richiede una rigorosa derivazione del modello anche attraverso un'analisi di riduzione dimensionale, come trattato in [57,65] attraverso tecniche di sviluppo asintotico. Recenti risultati dimostrano che questo approccio modellistico e analitico può essere applicato anche a altri contesti come nel caso dello studio dell'esistenza di soluzioni e di problemi di ottimizzazione nell'ambito della stampa 3D [67].
- In un diverso ambito di ricerca si collocano i lavori [14,15,16] che affrontano il problema della formazione di una frattura tramite la minimizzazione di un opportuno funzionale non convesso nello spazio delle funzioni speciali a deformazione limitata. Si utilizza il metodo diretto del calcolo delle variazioni, per la cui applicazione si sono provati opportuni risultati di compattezza e semicontinuità inferiore.

D. Problemi di contatto con adesione. La teoria del danneggiamento è utilizzata in letteratura per descrivere fenomeni di contatto con adesione tra solidi. Si assume infatti che le forze di adesione tra due corpi possano essere rappresentate da un parametro di fase (di danneggiamento) che caratterizzi sull'interfaccia tra i due corpi lo "stato" dei legami coesivi tra gli stessi.

- In [32] si introduce un sistema che descrive il contatto con adesione come transizione di fase sull'interfaccia tra un solido e un supporto rigido. In questo caso il sistema accoppia l'equazione di bilancio del momento con un'equazione di transizione di fase sul bordo, in cui compare come termine di accoppiamento una non-linearità quadratica che coinvolge la traccia degli spostamenti. L'inclusione variazionale per il danneggiamento di superficie (sul bordo del dominio) include un termine di sottodifferenziale per il parametro di fase e un vincolo unilaterale per lo spostamento, rappresentato da un operatore multivoco (tale condizione è riconducibile ad una condizione di tipo Signorini generalizzata a fenomeni di adesione). La struttura dell'equazione per il parametro di fase è doppiamente non-lineare se l'evoluzione del danneggiamento di superficie viene assunta irreversibile (vincolando il segno della derivata temporale). Nel caso in cui non si abbia irreversibilità, si dimostra un risultato di buona positura e caratterizzazione del comportamento a lungo termine [26].
- Aggiungendo effetti termici sia all'interno del dominio che sull'interfaccia, il sistema presenta ulteriori non-linearità dissipative di ordine quadratico, di cui abbiamo già trattato per precedenti problemi descritti [33,37]. Nel caso in cui si tenga conto dell'attrito il sistema diventa doppiamente non-lineare anche per quanto riguarda la traccia dello spostamento sull'interfaccia, grazie ad un operatore che generalizza la legge di Coulomb al fenomeno dell'adesione. In questo caso riusciamo a provare l'esistenza di soluzioni per una legge regolarizzata nel coefficiente di attrito [39], anche assumendo un carattere singolare del flusso di calore sia sull'interfaccia di contatto che nel volume [47,49,50]. Infine in [64] si introduce nel sistema anche un operatore non-locale.

- Un risultato connesso a problematiche tipo contatto unilaterale viene dato in [60] dove si dimostra esistenza di soluzioni deboli per un'equazione di tipo "onde" con smorzamento e vincolo.

E. **Problemi meccanici in regime di grandi deformazioni.** In [42,43,48] si analizza il problema dell'esistenza di soluzioni per un nuovo modello che descrive il comportamento di un materiale soggetto a grandi deformazioni attraverso un sistema di equazioni alle derivate parziali. In questo sistema si introduce un vincolo interno per la matrice di deformazione (simmetrica e definita positiva), la cui reazione interna costituisce un'incognita del problema insieme alle deformazioni. Il problema viene risolto in forma debole (localmente in tempo), nell'ambito della teoria di terzo gradiente. Tali risultati si estendono al caso in cui si introduca un secondo vincolo di incomprimibilità del materiale [62].

7bis. **RESEARCH ACTIVITY (english version)**

My research focuses on the analytical investigation of **dissipative initial and boundary value problems for Partial Differential Equations (PDE)**, arising from **applications in thermo-mechanics** in the framework of **phase transitions** theory. The systems are written in a **variational setting** to describe dissipative phenomena which are characterised by the presence of **internal constraints** on the variables and their derivatives.

More precisely, I have been interested in:

- analytical investigation of thermo-dynamical consistency of thermo-mechanical models;
- proof of existence, uniqueness, continuous dependence on data of solutions, possibly for a weak formulation of the problem;
- asymptotic analysis of solutions with respect to some physical parameter;
- investigation of the long-time behaviour of solutions.

The analytical models I have investigated have connections with the following applications:

- phase transition and phase separation phenomena in complex systems;
- smart materials, like shape memory alloys and polymers;
- damage and deterioration in elastic and visco-elastic materials (with applications to engineering and to the deterioration of monumentale stones), collisions and fractures;
- contact with adhesion and friction, surface damage;
- large deformations.

To deal with the complexity of these problems I have used refined instruments of mathematical analysis, in particular the **theory of dissipative PDE systems**, as well as a **multidisciplinary** attitude to perform **modelling** of non-smooth mechanical problems. The obtained results are interesting both from the point of view of theoretical analysis and for applications. For these aspects I have developed national and international connections with experts in various fields of analysis and engineering applications.

The results I have obtained in my research put in evidence that **phase transitions theory** is a suitable approach to describe phenomena occurring at two scales: a microscopic scale of changes in the micro-structure of the materials (breaking of cohesive bonds, phase changes, transformation of the crystalline structure,...) and a macroscopic scale in which the phenomenon is described through different thermo-mechanical properties and reactions (damage effect, solid-solid phase transformations, state changes, adhesion, fractures, plastic vs. elastic behaviour,...).

In the case of multi-phases materials in complex systems, thermal and mechanical properties are described by a system of balance equations, in accordance with the **variational principle** of virtual powers. I have considered a generalised form of this principle, accounting also for microscopic motions and forces and including internal constraints on the variables, through the presence in the equations of subdifferentials acting on the unknowns of the system. Constitutive relations for the involved physical quantities are derived from energy functionals, in agreement with the second principle of thermodynamics. In particular, dissipative laws are recovered from the **pseudo-poten-**

tial of dissipation (following the approach by Moreau) so that the second principle turns out to be satisfied due to convex analysis results and the theory of maximal monotone operators. Finally, this approach has been extended to the case of mechanical phenomena in large deformations regime.

The resulting **initial and boundary values problems for PDE systems** are in general strongly nonlinear. This is due to the presence of non-smooth multivalued operators, acting on the variables and their derivatives (in this case the system presents a doubly nonlinear character), and quadratic nonlinearities involving dissipative terms. As a consequence, to prove some existence results it is necessary to specify suitable notions of weak solution, in accordance with the analytical formulation of the problem and its physical meaning. Dealing with **existence** of solutions for this kind of weak formulation requires the introduction of ad hoc variational and abstract settings. Hence, one has to proceed regularising the system, proving existence of solutions for the **approximated version**, performing suitable **a priori estimates** on the approximated solutions, and then **pass to the limit**, i.e. using compactness results in suitable topology and lower semicontinuity of functionals. **Uniqueness** is mainly proved through contractions arguments.

A. **Phase transitions and phase separations in complex systems.** Phase transitions are used in the literature to analytically investigate complex systems in which the thermo-mechanical properties depend on different configurations of the microscopic structure. The description is given in terms of one or more phase parameters associated to the different microscopic states. The PDE system is recovered by the balance laws of thermo-mechanics and it describes the evolution of the absolute temperature and of the phase parameters, which are taken into account as state variables. The equations are recovered from the generalisation of the principle of virtual powers accounting for microscopic motions and forces. Internal constraints are ensured by the presence of sub-differential operators leading to variational inclusions for the phase evolution. In order to deal with these terms we need to refer to the theory of evolution equations combined with maximal monotone operators.

- The key model for phase transitions is the so-called Stefan problem, which is studied in [1] assuming an integro-differential law for the heat flux (the so-called thermal memory) and for the phase evolution. The possibility to introduce stochastic contributions in the phase evolution is studied in [61] for an Allen-Cahn type equation with the presence of the subdifferential of an indicator function. Considering the complete energy balance, i.e. including quadratic dissipative contributions, one has to use ad hoc tools to deal with nonlinear parabolic equations with terms in the functional space L^1 (like Boccardo-Gallout technique). In the case of nonlinear equations or integro-differential contributions, like for thermal memory, showing positivity of the absolute temperature may be difficult due to the fact that a maximum principle cannot be proved. However, to get thermodynamical consistency of the model positivity of the absolute temperature is necessary. Thus, in this situation it is useful to introduce a new equation for the temperature evolution, the so-called entropy balance. This equation is mainly characterised by the presence of singular contributions for the temperature evolution or diffusion (the classical example is the logarithm), forcing the temperature to be strictly positive. This approach has been introduced and investigated in [9,11,18,20,23] and then in generalised forms in [24,27,29,30,34,45].
- The phase transition approach in binary systems can be applied to describe different physical phenomena, like phase transitions in systems with different densities of the phases, hydrogen storage, phase transitions in gas. In [28,40] hydrogen storage is described as a phase transition considering the solid solution of hydrogen and metal, and the hydride. The equations are the energy balance, for the evolution of the temperature, a phase transition equation and the mass balance (involving pressure). In [58] we investigate an equation related to this kind of phenomenon. In this case we include a non-smooth contribution involving the derivative of the phase parameter in the diffusive term. The resulting equation may be considered as a forward-backward parabolic equation. In [38] the equations describe a phase transition in which the density of the material changes, so that the pressure turns out to be an unknown of the problem (with a corresponding internal constraint). In [44] a new model of phase transition for the helium supercooling is introduced. This phenomenon is characterised by the fact that there are different heat flux laws depending on the different phases. Thus, the parabolic equation for the temperature presents nonlinear diffusive contributions with diffusion coefficients depending on the phase parameter.

- In [56] it is proposed a unified approach to recover models of phase transitions like those we have analysed as gradient flow systems. In a fairly general setting of assumptions, we are able to show that the evolution system admits an “admissible energy state”, in the sense that the energy of the system is conserved, but for dissipative contributions. In this framework, the equations may be interpreted as internal balance equations of forces. We prove global in time existence of (suitably defined weak) solutions for the Cauchy problem associated to the abstract PDE system as well as uniqueness in case of further smoothness assumptions on the functionals.
- Phase separation phenomena are typically described by a Cahn-Hilliard type equation, which is studied in [10] also assuming a possibly non-constant mobility. In [63] the equation is investigated in the case when a doubly nonlinear constraint on the phase variable and its derivative is considered. Existence is proved under suitable growth assumptions of the involved functionals. In [6] the Cahn-Hilliard equation is coupled with mechanical actions through the momentum balance. As a consequence, in the chemical potential a quadratic nonlinearity involving deformations appears.

B. Solid-solid phase transitions in smart materials. In continuum mechanics the phase transition approach is used to describe the macroscopic behaviour of materials changing their microscopic configuration due to external loads, like thermal or mechanical forces.

- In this framework one of the most interesting and challenging problem is the description of shape memory alloys behaviour, which is a subject deeply investigated in the literature. These materials present the feature of recovering their original shape just by thermal actions once they have been permanently deformed by mechanical loads. Shape memory alloys are characterised by two main configurations of the crystal lattice, the austenite and the martensite phases, which are present at different temperatures and lead to different mechanical behaviour of the material. The PDE system describing this kind of materials may be recovered as a solid-solid phase transition model, written in terms of two (scalar) phase parameters associated to the different configurations, the absolute temperature, and the strain tensor. Internal constraints on the phase variables are introduced and the evolution of the phases correspond to a variational inclusion. The resulting system is highly nonlinear both for coupling terms of the equations and for nonlinear terms in the energy functionals, also leading to the presence of subdifferential operators. Existence of solutions are proved in [2,5] including an integro-differential diffusive term for the temperature, corresponding to thermal memory assumption in the definition of the heat flux. In [3] an asymptotic analysis with respect to the memory kernel shows convergence of solutions to the solutions of the system written for the classical Fourier heat flux. In [7,13] it is investigated, from the point of view of the existence and uniqueness of solutions, a complete model including dissipative quadratic contributions in the evolution equation for the temperature. The resulting parabolic equation for the temperature is characterised also by a non-constant specific heat. To prove existence of solutions dealing with the resulting nonlinearities in the equations, we need to introduce a suitable time discretisation scheme.
- A different approach has been analysed in [41,46] taking into account as phase parameters the transformation strain (i.e. a tensorial phase variable) and two scalar phase parameters corresponding to the local proportions of the different configurations of the crystal lattice. The system couples rate-dependent and rate-independent equations for scalar and tensorial phase parameters. In the case of a rate-dependent evolution law for the phase parameters a similar result has been obtained in [25] and in [53] for a different modelling approach. More precisely, in the latter the evolution equation for the temperature is characterised by a nonlinear coefficient for the evolution term and nonlinear contributions which are controlled just in the functional space L^1 .
- In [59] the existence of solutions is proved for a nonlinear PDE system describing auxetic materials. In the isothermal case the equations correspond to the evolution equations for two phase parameters, associated to the presence of two different microscopic configurations of the material, and the stationary balance momentum equation. An internal constraint for the phase variables is included through the indicator function of a convex set. Auxetic materials show a different behaviour in traction and compression, depending on the two microscopic configurations. Thus, we write the equation for deformations in an abstract setting where the (monotone) diffusion operator has coefficients depending on the two phase parameters.

C. Materials damage and deterioration. Damage in materials may be described as an inelastic response to mechanical loads. More precisely, the state of the cohesion of a material may be described in terms of a phase parameter and prescribing that the stiffness degenerates once the damage is complete. Solid-solid phase transitions model for damage evolution have been deeply investigated in the literature. The resulting systems combine an evolution equation (actually a variational inclusion for the phase parameter) with a quadratic contribution involving deformations, and an elliptic (in the quasi-stationary case) or hyperbolic equation for displacements. Actually, the degeneracy structure of the equation for displacements and the nonlinear evolution equation for the phase lead to high difficulties in proving existence of solutions for the complete problem. In the literature there are locally in time existence results for the complete problem and global in time existence results just in the case when the damage is not complete or for weak notions of solutions. We point out that this kind of model macroscopically takes into account the effects of microscopic forces, which are responsible for the damage of cohesive bonds in the material, as it is shown through an asymptotic analysis in [12,21].

- We prove local in time existence of solutions in [17,22]. We extend these results to the case of thermo-visco-elastic materials, where a further difficulty is given by the presence of quadratic nonlinearities involving dissipative contributions [8,19,31]. In [52] we prove existence of solutions for a damage model coupled with a Cahn-Hilliard equation for a phase separation phenomenon. We can prove in [55] existence of solutions for a weak version of the complete damage problem, i.e. the PDE system is solved in the sense of distributions and the solutions satisfy an energy estimate.
- Hence, damage of materials is related to plastic behaviour. In [35] we deal with a plasticity model by use of a metric approach. As a consequence we give a new formulation of the physical internal constraint of the model in the framework of the Hamilton-Jacobi equations and dissipative metrics. In [54] we prove existence of energetic solutions for a tensorial damage model coupled with plasticity (via the introduction of the structured strain) for a rate-dependent evolution law.
- Another kind of possible deterioration of materials is given by chemical damage. A first example of this kind of deterioration process is the marble sulphation due to pollution in monumental stones, leading to the formation of a gypsum crust on the boundary. Indeed, this phenomenon forms micro-cracks on the surface weakening material cohesion. A first differential model has been introduced on the basis of the Fick's law and coupling a reaction-diffusion equation with an ordinary differential equation for the chemical reaction. In [66] we introduce a generalisation of this model, considering the case when the sulphation process depends also on rugosity and surface damage on the boundary. This is described by a phase evolution equation written on the boundary. The resulting PDE system couples bulk and surface equations through boundary conditions and physical coefficients depending on the phase parameter. Actually, the evolution on the boundary of the phase parameter is a variational inclusion due to the presence of a subdifferential operator ensuring internal constraints. We prove existence and uniqueness of (strong) solutions for the resulting problem.
- The investigation of PDE systems describing surface and bulk damage in materials is an interesting and challenging subject also from the point of view of theoretical analysis and it is related to the so-called dynamic boundary conditions theory for evolution equations. A first result in this direction is given in [36], where it is proved that a model for damage involving bulk and surface equations converges to an evolution model for damage with dynamic boundary conditions once the interfacial energy coefficient tends to infinity. Actually, the analytical investigation of PDE systems coupling bulk and surface equations requires ad hoc variational settings and a rigorous derivation of the model, also through a dimensional reduction analysis, as it is shown in [57,65]. This modelling and analytical approach can be used to deal with the problem of proving existence of solutions and of performing some optimisation analysis for PDE systems describing additive manufacturing processes in 3D printing.
- In a different framework, papers [14,15,16] deal with the analysis of fractures and collisions, through the minimisation of some non-convex energy functional in the space of special function of bounded deformations. We use the direct method of calculus of variations to prove compactness results and lower semi-continuity properties.

D. Contact with adhesion. In the literature damage theory is used also to deal with phenomena regarding contact with adhesion between solids. It is assumed that cohesive forces between bo-

dies are described by a damage phase parameter representing the state of the cohesive bonds on the contact surface.

- In [32] we introduce a PDE system describing the contact with adhesion in terms of phase transitions on the interface between a body and a rigid support. The resulting PDE system couples the momentum balance with a phase transition equation on the boundary, where the coupling term is given by a quadratic nonlinearity for the trace of the displacement. The variational inclusion describing the surface damage on the boundary (i.e. the adhesion) is characterised by the presence of subdifferentials rendering the internal constraint on the phase parameter and the unilateral constraint on the displacement. This condition can be read as a Signorini type contribution generalised to the phenomenon of adhesion. The resulting equation is doubly nonlinear with respect to the phase in the case of an irreversible damage evolution, i.e. in the case when it is prescribed the sign of the phase parameter time derivative. In the reversible situation, in [26], we prove a well-posedness result as well as we characterise the long-time behaviour of solutions.
- Adding temperature evolution both in the bulk and on the contact surface we have two more equations in the system and we deal with higher order dissipative contributions [33,37]. Including friction on the contact surface leads to a doubly non-linear structure for the trace of the displacement on the interface. This is rendered by a multivalued operator generalising the Coulomb law to the adhesion phenomenon. Actually, we can prove existence of solutions for the resulting PDE system only for a regularised friction coefficient [39] in the case when thermal effects are considered also including singular heat flux laws in the heat equations in the bulk and on the contact surface [47,49,50]. In [64] we deal with the same problem adding a non-local operator on the displacement.
- In [60] we investigate an equation related to the unilateral contact problem and we prove existence of weak solutions for a constrained damped equation.

E. Mechanical problems in large deformations. In [42,43,48] we investigate existence of solutions for a new model describing the mechanical behaviour for materials in large deformations. The model is written in terms of a PDE system with an internal constraint on the stretch matrix whose reaction is an unknown of the problem as well as deformations. The problem is solved in a weak formulation and locally in time, in the third gradient theory. These results can be generalised to an incompressible material [62].

8. PUBBLICAZIONI

H-index (Scopus - Marzo 2019): 16

Citations (Scopus - Marzo 2019): 638

- [1] Bonetti E., Some asymptotic analysis for hyperbolic relaxed Stefan problems with memory, *Asymptotic Anal.*, 20 (1999), 241-261
- [2] Bonetti E., Global solution to a Frémond model for shape memory alloys with thermal memory, *Nonlinear Anal.*, 46 (2001), 535-565
- [3] Bonetti E., Asymptotic analysis of a diffusive model for shape memory alloys with Cattaneo-Maxwell heat flux law, *Differential Integral Equations*, 15 (2002) 527-566
- [4] Bonetti E., Global solution to a nonlinear phase transition model with dissipation, *Adv. Math. Sci. Appl.*, 12 (2002) 355-376
- [5] Bonetti E., Some results on the well-posedness of an integro-differential Frémond model for shape memory alloys, *Rend. Sem. Mat. Univ. Pol. Torino*, 6 (2002) 115-128
- [6] Bonetti E., Colli P., Dreyer W., Gilardi G., Schimperna G., Sprekels J., On a model for phase separation in binary alloys driven by mechanical effects, *Physica D: Nonlinear Phenomena*, 165 (2002) 48-65
- [7] Bonetti E., Global solvability of a dissipative Frémond model for shape memory alloys. Part I: mathematical formulation and uniqueness, *Quart. Appl. Math.*, 61 (2003), 759-781
- [8] Bonetti E., Bonfanti G., Existence and uniqueness of the solution to a 3D thermoviscoelastic system, *Electron. J. Diff. Eqns.*, 50 (2003), 1-15.

- [9] Bonetti E., Colli P., Frémond M., A phase field model with thermal memory governed by the entropy balance, *M3AS Math. Models Methods Appl. Sci.*, 13 (2003), 1565-1588
- [10] Bonetti E., Dreyer W., Schimperna G., Global solution to a generalized Chan-Hilliard equation with viscosity, *Adv. Differential Equations*, 8 (2003) 231-256
- [11] Bonetti E., Frémond M., A phase transition model with the entropy balance, *Math. Meth. Appl. Sci.*, 26 (2003) 539-556
- [12] Bonetti E., Frémond M., Damage theory: microscopic effects of vanishing macroscopic motions, *Comput. Appl. Math.*, 22 (2003) 313-333
- [13] Bonetti E., Global solvability of a dissipative Frémond model for shape memory alloys, Part II: existence, *Quart. Appl. Math.*, 62 (2004), 53-76
- [14] Bonetti E., Frémond M., Collisions and fracture: a 1D theory. How to tear off a chandelier from the ceiling, *J. Elasticity*, 74 (2004) 47-66
- [15] Bonetti E., Frémond M., Collisions and fractures: a model in SBD, *Rend. Mat. Acc. Lincei*, s. 9, 15 (2004) 47-57
- [16] Bonetti E., Frémond M., Collisions and fracture, *Vietnam J. Math.*, 32 (2004), special issue, 167-186
- [17] Bonetti E., Schimperna G., Local existence for Frémond's model of damage in elastic materials, *Contin. Mech. Thermodyn.*, 16 (2004), 319-335
- [18] Bonetti E., A new approach to phase transitions via the entropy balance, in: "Mathematical Methods and Models in Phase Transitions", A. Miranville, ed., Nova Science Publishers, Inc., NewYork 2005, pp. 125-156
- [19] Bonetti E., Bonfanti G., Asymptotic analysis for vanishing acceleration in a thermoviscoelastic system, *Abstr. Appl. Anal.*, 2 (2005) 105-120
- [20] Bonetti E., Colli P., Frémond M., Entropy balance versus energy balance - Application to the heat equation and to phase transitions, in: "Mechanical Modelling and Computational Issues in Civil Engineering", M. Frémond and F. Maceri eds, *Lect. Notes Appl. Comput. Mech.* 23, Springer-Verlag, Berlin 2005, pp. 379-388
- [21] Bonetti E., Frémond M., A damage model: microscopic effects of macroscopic deformations, in: "Mechanical Modelling and Computational Issues in Civil Engineering", M. Frémond and F. Maceri eds, *Lect. Notes Appl. Comput. Mech.* 23, SpringerVerlag Berlin, 2005
- [22] Bonetti E., Schimperna G., Segatti A., On a doubly nonlinear model for the evolution of damaging in viscoelastic materials, *J. Differential Equations*, 218 (2005) 91-116
- [23] Bonetti E., Modelling phase transitions via the entropy balance: long-time behaviour of the solutions, in: "Dissipative phase transitions", P. Colli, N. Kenmochi, J. Sprekels eds, *Series on "Advances in Mathematics for Applied Sciences"* 71 World Sci. Publishing 2006, pp. 21-42
- [24] Bonetti E., Colli P., Fabrizio M., Gilardi G., Modelling and long-time behaviour for phase transitions with entropy balance and thermal memory conductivity, *Discrete Contin. Dyn. Syst. Ser. B*, 6 (2006) 1001-1026
- [25] Bonetti E., Frémond M., Lexcellant Ch., Global existence and uniqueness for a thermomechanical model for shape memory alloys with partition of the strain, *Mathematics and Mechanics of solids*, 11 (2006) 251-275
- [26] Bonetti E., Bonfanti G., Rossi R., Well-posedness and long-time behaviour for a model of contact with adhesion, *Indiana Univ. Math. J.*, 56 (2007) 2787-2819
- [27] Bonetti E., Colli P., Fabrizio M., Gilardi G., Global solution to a singular integrodifferential system related to the entropy balance, *Nonlinear Anal. TMA*, 66 (2007) 1949-1979
- [28] Bonetti E., Frémond M., Lexcellant Ch., Hydrogen storage: modelling and analytical results, *Appl. Math. Optim.*, 55 (2007) 31-59
- [29] Bonetti E., Frémond M., Rocca E., A new dual approach for a class of phase transitions with memory: existence and long-time behaviour of solutions, *J. Math. Pures Appl.*, 88 (2007) 455-481

- [30] Bonetti E., Rocca E., Global existence and long-time behaviour for a singular integrodifferential phase-field system, *Commun. Pure Appl. Anal.*, 6 (2007) 367-389
- [31] Bonetti E., Bonfanti G., Well-posedness results for a model of damage in thermoviscoelastic materials, *Ann. I. H. Poincaré AN*, 25 (2008) 1187-1208
- [32] Bonetti E., Bonfanti G., Rossi R., Global existence for a contact problem with adhesion, *Math. Meth. Appl. Sci.*, 31 (2008) 1029-1064
- [33] Bonetti E., Bonfanti G., Rossi R., Thermal effects in adhesive contact: modelling and analysis, *Nonlinearity*, 22 (2009) 2697-2731
- [34] Bonetti E., Colli P., Fabrizio M., Gilardi G., Existence and boundedness of solutions for a singular phase field system, *J. Differential Equations*, 246 (2009) 3260-3295
- [35] Auricchio F., Bonetti E., Marigonda A., A metric approach to plasticity via HamiltonJacobi equation, *M3AS Math. Models Methods Appl. Sci.*, 20 (2010), 1-31
- [36] Bonetti E., Frémond M., Analytical results on a model for damaging in domains and interfaces, *ESAIM Control Optim. Calc. Var.*, 17 (2011), 955-974
- [37] Bonetti E., Bonfanti G., Rossi R., Long time behavior of a thermomechanical model for adhesive contact, *Discrete and Continuous Dynamical Systems. Series S*, 4 (2011), 273-309
- [38] Bonetti E., Fabrizio M., Frémond M., A first order phase transition with non constant density, *Journal of Mathematical Analysis and Applications*, 384 (2011), 561-577
- [39] Bonetti E., Bonfanti G., Rossi R., Analysis of a unilateral contact problem taking into account adhesion and friction, *J. Differential Equations*, 253 (2012), 438-462
- [40] Bonetti E., Colli P., Laurençot Ph., Global existence for a hydrogen storage model with full energy balance, *Nonlinear Anal.*, 75 (2012), 3558-3573
- [41] Auricchio F., Bonetti E., A new flexible 3D macroscopic model for shape memory alloys describing martensite reorientation, *Discrete Contin. Dyn. Syst. Ser. S*, 6 (2013), 277-291
- [42] Bonetti E., Colli P., Frémond M., The motion of a solid with large deformations, *Comptes rendus mathématiques*, 351 (2013), 579-583
- [43] Bonetti E., Colli P., Frémond M., The 3D motion of a solid with large deformations, *Comptes rendus mathématiques*, 352 (2014), 183-187
- [44] Bonetti E., Frémond M., A phase transition model for the helium supercooling, *Asymptotic Anal.*, 87 (2014), 29-42
- [45] Bonetti E., Colli P., Gilardi G., Singular limit of an integrodifferential system related to the entropy balance, *Discrete Contin. Dyn. Syst. ser. B*, 19 (2014), 1935-1953
- [46] Auricchio F., Bonetti E., Scalet G., Ubertini F., Theoretical and numerical modeling of shape memory alloys accounting for multiple phase transformations and martensite reorientation, *International Journal of Plasticity*, 59 (2014), 30-54
- [47] Bonetti E., Bonfanti G., Rossi R., Analysis of a temperature-dependent model for adhesive contact with friction, *Physica D*, 285 (2014), 29-42
- [48] Bonetti E., Colli P., Frémond M., 2D motion of with large deformations, *Bollettino dell'Unione Matematica Italiana*, 7 (2014), 19-44
- [49] Bonetti E., Bonfanti G., Rossi R., Analysis of a model coupling volume and surface processes in thermoviscoelasticity, *Discrete Contin. Dyn. Syst. ser. A*, 35 (2015), 2349-2403
- [50] Bonetti E., Bonfanti G., Rossi R., Modeling via the internal energy balance and analysis of adhesive contact with friction in thermoviscoelasticity, *Nonlin. Anal. RWA* 22 (2015), 473-507
- [51] Scalet G., Auricchio F., Bonetti E., Castellani L., Ferri D., Pachera M., Scavello F., An experimental, theoretical and numerical investigation of shape memory polymers, *International Journal of Plasticity*, 67 (2015), 127-147
- [52] Kraus Ch., Bonetti E., Heinemann Ch., Segatti A., Modeling and analysis of a phase field system for damage and phase separation processes in solids, *J. Differential Equations*, 258 (2015), 3928-3959

- [53] Bonetti E., Colli P., Fabrizio M., Gilardi G., Existence of solutions for a mathematical model related to solid-solid phase transitions in shape memory alloys, *Arch. Ration. Mech. Anal.*, 219 (2016), 203-254
- [54] Bonetti E., Rocca E., Rossi R., Thomas M., A rate-independent gradient system in damage coupled with plasticity via structured strains, *ESAIM Proc. Surveys*, 54 (2016), 54-69
- [55] Bonetti E., Freddi F., Segatti A., An existence result for complete damage in elastic materials, *Contin. Mech. Thermodyn.*, 29 (2017), 31-50
- [56] Bonetti E., Rocca E., Unified gradient flow structure of phase field systems via a generalized principle of virtual powers, *ESAIM Control Optim. Calc. Var.*, 23 (2017), 1201-1216
- [57] Bonetti E., Bonfanti G., Lebon F., Rizzoni R., A model of imperfect interface with damage, *Meccanica*, 52 (2017), 1911-1922
- [58] Bonetti E., Colli P., Tomassetti G., A non-smooth regularization of a forward-backward parabolic equation, *M3AS Math. Models Methods Appl. Sci.*, 27 (2017), 641-661
- [59] Bonetti E., Fabrizio M., Frémond M., A phase transition model describing auxetic materials. Solvability, regularity, and optimal control of boundary value problems for PDEs, 77-95, *Springer INdAM Ser.*, 22, Springer, Cham, 2017
- [60] Bonetti E., Rocca E., Scala R., Schimperna, G., On the strongly damped wave equation with constraint. *Comm. Partial Differential Equations* 42 (2017), no. 7, 1042–1064
- [61] Bauzet C.; Bonetti E.; Bonfanti G.; Lebon F.; Vallet G. A global existence and uniqueness result for a stochastic Allen-Cahn equation with constraint. *Math. Methods Appl. Sci.* 40 (2017), 5241–5261
- [62] Bonetti E., Frémond M., Motion of an incompressible solid with large deformations. *C. R. Math. Acad. Sci. Paris* 356 (2018), 345–350.
- [63] Bonetti E., Colli P., Scarpa L., Tomassetti G., A doubly nonlinear Cahn-Hilliard system with nonlinear viscosity, *Commun. Pure Appl. Anal.*, 17 (2018), 1001-1022
- [64] Bonetti E., Bonfanti G., Rossi R., Global existence for a nonlocal model for adhesive contact, *Applicable Analysis*, 97 (2018), 1315-1339
- [65] Bonetti E., Bonfanti G., Lebon F., Derivation of imperfect interface models coupling damage and temperature, *Computers and Mathematics with Applications*, (2018), in stampa
- [66] Bonetti E., Cavaterra C., Freddi F., Grasselli M., Natalini R., A nonlinear model for marble sulphation including surface rugosity: theoretical and numerical results, *Commun. Pure Appl. Anal.*, 18 (2019), 977-998
- [67] Carraturo M., Rocca E., Bonetti E., Hömberg D., Reali A., Auricchio F., Additive manufacturing graded-material design based on phase-field and topology optimization, preprint *WIAS n. 2553* (2018)

Ho sviluppato la mia ricerca con 34 co-autori. Negli articoli in collaborazione il mio apporto è stato paritario. In particolare nei lavori in collaborazioni con esperti in discipline ingegneristiche mi sono occupata della parte analitica.

9. **PRINCIPALI COLLABORAZIONI**

Ho sviluppato progetti di ricerca in collaborazione con studiosi nell'ambito dell'analisi matematica ma anche con numerosi esperti in discipline differenti e afferenti, in particolare, alle seguenti università e istituti di ricerca, nazionali e internazionali: Laboratoire Central des Ponts et Chaussées e École Nationale Supérieure des Techniques Avancées (Paris); WIAS-Weierstrass Institute for Applied Analysis and Stochastics (Berlin); Laboratoire de Mécanique et d'Acoustique-CNRS (Marseille); Università degli Studi di Brescia; Università degli Studi di Pavia; Università degli Studi di Bologna; Università di Tor Vergata, Università degli Studi di Parma; École Nationale des Ponts et Chaussées (Paris); Laboratoire de Mécanique Civil (Montpellier); Laboratoire de Mécanique Appliquée (Besançon); Basic Chemicals and Plastic Research Center Versalis, ENI; IAC-CNR (Roma); Politecnico di Milano.

10. **PARTECIPAZIONE A CONVEGNI COME RELATORE o SEMINARI AD INVITO**

Ho partecipato a **50 convegni su invito** (uno si svolgerà a Maggio) con una mia comunicazione, ho tenuto **9 seminari** su invito in Università o Istituti di ricerca, anche stranieri.

In particolare segnalo in grassetto nell'elenco sottostante alcuni convegni e seminari di particolare rilievo, tra cui l'invito come **Plenary Speaker** alla conferenza internazionale *14th Free Boundary Problems: Theory and Applications Conference FBP2017, Shanghai*.

1. IperPV98, Pavia, titolo della comunicazione "Studio e analisi asintotica di un problema di Stefan iperbolico rilassato" dal 01-10-1998 al 03-10-1998
2. XVI convegno UMI, Napoli, titolo della comunicazione "Alcuni risultati su un modello matematico per leghe metalliche a memoria di forma" dal 13-09-1999 al 18-09-1999
3. "Phase transitions and interfaces in evolution equations: analysis, control, and approximation", S. Margherita Ligure, titolo della comunicazione "An asymptotic analysis of a diffusive model for shape memory alloys with Cattaneo Maxwell heat flux law" dal 14-02-2000 al 18-02-2000
4. Giornate di Studio sulle equazioni integro-differenziali alle derivate parziali, Salò, titolo della comunicazione "Studio di un modello per materiali a memoria di forma" dal 23-06-2000 al 24-06-2000
5. "Multiscale problems and phase transitions", Berlin, titolo della comunicazione "Some mathematical results on a model for phase separation in binary alloys driven by mechanical effects" dal 29-08-2001 al 31-08-2001
6. 4th European Conference on Elliptic and Parabolic problems, Gaeta, titolo della comunicazione "A phase transition model with the entropy balance" dal 24-09-2001 al 28-09-2001
7. Seminario "Energie libere e modelli dissipativi per transizioni di fase", IAN-CNR, Pavia, 10 ottobre 2001
8. Colloquium Lagrangianum, Le Mont St Michel, titolo della comunicazione "Considerazioni analitiche su un modello di danneggiamento nei materiali: effetti macroscopici di spostamenti microscopici" dal 08-11-2001 al 10-11-2001
9. TMR meeting "Phase transitions in crystalline solids", Parigi, titolo della comunicazione "Solvability of a thermo-mechanical model for shape memory alloys" dal 21-02-2002 al 22-02-2002
10. 3rd world conference on Structural Control, Como, titolo della comunicazione "Dissipative behaviour for shape memory alloys: modeling and mathematical results" dal 10-04-2002 al 10-04-2002
11. Colloquium Lagrangianum, Castel del Monte, titolo della comunicazione "Well-posedness of a 3D model for shape memory alloys" dal 09-06-2002 al 11-06-2002
12. "Salò2002 - materiali speciali e memorie: problemi modellistica e analitici", Salò, titolo della comunicazione "Soluzioni per problemi di transizione di fase con bilancio di entropia e memoria termica" dal 04-07-2002 al 06-07-2002
13. Colloquium Lagrangianum, Ravello, titolo della comunicazione "Changement de phase et conservation de l'entropie avec diverses lois de conduction" dal 07-11-2002 al 09-11-2002
14. **Seminario "A new approach to phase field models via the entropy balance", Laboratoire Jacques-Louis Lions Université Paris VI, Paris, 17 gennaio 2003**
15. **Seminario "Collisions et fractures: un modèle dans SBD", Laboratoire de Mécanique et Génie Civil de Montpellier (LMGC), Université de Montpellier II, 13 febbraio 2003**
16. **"Problemi di frontiera libera nelle scienze applicate", Montecatini, titolo della comunicazione "Collisions and fractures: a model in SBD with non-convex dissipation energy" dal 10-04-2003 al 11-04-2003**
17. "Salò2003 - materiali speciali e memorie: problemi modellistica e analitici", Salò, titolo della comunicazione "Risultati analitici per un approccio 3D a transizioni di fase solido-solido in materiali a memoria di forma" dal 03-07-2003 al 05-07-2003
18. XVII convegno UMI, Milano, titolo della comunicazione "Danneggiamento, effetti microscopici e fratture" dal 08-09-2003 al 13-09-2003

19. Colloquium Lagrangianum, Montpellier, titolo della comunicazione "Collisions et fractures" dal 20-11-2003 al 22-11-2003
20. TMR meeting "Phase transition in crystalline solids", Alghero, titolo della comunicazione "Mathematics and mechanics in some non-smooth problems" dal 09-01-2004 al 10-01-2004
21. VII convegno SIMAI, Venezia, titolo della comunicazione "A model for phase transition with thermal memory: the entropy balance combined with a micro force balance" dal 20-09-2004 al 24-09-2004
22. Seminario "L'approccio dell'entropia per problemi di phase-field con memoria: modellizzazione e comportamento asintotico", Dipartimento di Matematica, Università di Bologna, 22 febbraio 2005
23. AIMS 6TH International conference, Poitiers, titolo della comunicazione "The entropy approach for phase transitions with thermal memory: existence results and long-time behaviour of solutions" dal 25-06-2006 al 28-06-2006
24. Journée scientifique - Interfaces, stabilité, Marsiglia, titolo della comunicazione "Un modello di contatto con adesione" dal 30-03-2007 al 30-03-2007
25. Congresso internazionale "Unilateral problems in structural analysis", Siracusa, titolo della comunicazione "Thermal effects in adhesive contact" dal 07-06-2007 al 09-06-2007
26. XVIII convegno UMI, Bari, titolo della comunicazione "Esistenza e comportamento asintotico per sistemi di campo di fase singolari" dal 24-09-2007 al 29-09-2007
27. Colloquium Lagrangianum, Ecole Polytechnique, Parigi, titolo della comunicazione "Transizioni di fase in meccanica dei continui: una lunga storia" dal 06-12-2007 al 08-12-2007
28. **Seminario "Existence results and asymptotic analysis for (new) singular phase-field systems", Laboratoire de Mathématiques et Applications, Université de Poitiers, 27 Marzo 2008**
29. **Seminario "A new dual approach for phase transitions: existence and long-time behaviour of the solutions", Centre de Mathématiques et de Leurs Applications, CNRS et Ecole Normale Supérieure de Cachan, 3 Aprile, 2008**
30. AIMS 7th International Conference, Arlington, titolo della comunicazione "Investigating adhesive contact by phase transitions" dal 18-05-2008 al 21-05-2008
31. Convegno SIMAI (e SIAM), Roma, titolo della comunicazione "New challenging results on some singular phase-field systems" dal 15-09-2008 al 18-09-2008
32. AIMS 8th International Conference, Dresden, titolo della comunicazione "Analytical results on damaging in domains and interfaces" dal 25-05-2010 al 28-05-2010
33. BIRS Workshop "Rate-independent systems: Modeling, analysis, computations", Banff, titolo della comunicazione "A variational model for adhesive contact with friction" dal 29-08-2010 al 03-09-2010
34. Seminario "Dissipation in domains and on interfaces", WIAS (Berlin), 19 maggio 2011
35. Workshop "Phase separation, damage and fractures", WIAS-Berlin, titolo della comunicazione "Analysis of a complete model for damage in solids" dal 21-09-2011 al 23-09-2011
36. INDAM Workshop "Mathematical Models and Analytical Problems for Special Materials", Roma, titolo della comunicazione "A phase transition approach to hydrogen storage: modeling and analysis" dal 16-04-2012 al 20-04-2012
37. Convegno SIMAI, Torino, titolo della comunicazione "A phase transition model for shape memory polymers" dal 25-06-2012 al 28-06-2012
38. Seminario "Modeling and analysis of hydrogen storage", Dipartimento di Matematica e Fisica, Università a Cattolica del Sacro Cuore, Brescia, 29-06-2012
39. ERC Workshop "Variational Views in Mechanics and materials", Pavia, titolo della comunicazione "Non-smooth models for damage and existence results" dal 24-06-2013 al 26-06-2013
40. "DIMO2013 - Diffuse interface models", Levico Terme, titolo della comunicazione "New modeling, analysis and computations for thermal retraction in polymers" dal 10-09-2013 al 13-09-2013

- 41.10th AIMS Conference Nonlinear evolution PDEs and interfaces in applied sciences, Madrid, titolo della comunicazione "Non-smooth degenerating elliptic equations for damage" models dal 07-07-2014 al 11-07-2014
- 42.Multi-Physics Modeling of Solids (MPMS) International Colloquium 2014, Parigi, titolo della comunicazione "Modeling and analysis of advanced materials: the shape memory effect in the view of Michel Frémond" dal 06-10-2014 al 08-10-2014
- 43.Seminario "Un approccio variazione a problemi di contatto con adesione", Dipartimento di Matematica "F. Enriques", Università degli Studi di Milano, 4-12-2014
44. **Key Note Lecture al convegno ESMC 2015 - European Solid Mechanics Conference, Madrid, titolo della comunicazione "Modeling and analysis of shape memory by use of phase transitions" dal 06-07-2015 al 10-07-2015**
- 45.Colloquium Lagrangianum, Parigi, titolo della comunicazione "Incompressibilité en grande deformation" dal 24-09-2015 al 25-09-2015
- 46.MoMatFlu2016, Berlin, titolo della comunicazione "Damage problems in bulk domains and interfaces" dal 22-02-2016 al 26-02-2016
- 47.Colloquium Lagrangianum, Montpellier, titolo della comunicazione "Some recent analytical results on damage models" dal 18-05-2016 al 20-05-2016
- 48.**ETAMM 2016, Perpignan, con due comunicazioni "Existence Results for Some Models of Contact with Adhesion and Friction" e "On a Variational Formulation of a Second Order Damped Equation with Constraint" dal 30-05-2016 al 03-06-2016**
- 49.ECM, Berlin, titolo della comunicazione "Modeling analysis of shape memory in smart materials" e "Asymmetric phase transitions phenomena: modeling via scalar and tensorial variables" dal 18-07-2016 al 22-07-2016
- 50.Gades-AIMETA, Brescia, titolo della comunicazione "Phase transitions in shape memory alloys" dal 15-09-2016 al 16-09-2016
- 51.**Scientific Research for Cultural Heritage, NYU Abu-Dhabi, titolo della comunicazione "Mathematical Modeling of Damage, Conservation and Restoration of Cultural Heritage" dal 27-02-2017 al 01-03-2017**
- 52."Analysis of Dislocation Models for Crystal Defects", BIRS, Oaxaca, titolo della comunicazione "Dissipative PDE systems for plasticity and micro-structure phase transitions" dal 25-06-2017 al 30-06-2017
- 53.**Plenary speaker alla 14th Free Boundary Problems: Theory and Applications Conference FBP2017, Shangai, titolo conferenza "Dissipative PDE systems for plasticity and micro-structure phase transitions" dal 09-07-2017 al 14-07-2017**
- 54.Convegno AIMETA, Salerno, titolo della comunicazione "Mathematical modeling of damage for conservation and restoration of historical buildings" dal 04-09-2017 al 05-09-2017
- 55.MAAM2017, Perpignan, titolo della comunicazione "Non-local effects in adhesive contact" dal 06-09-2017 al 08-09-2017
- 56.FIMA 2017, Roma, titolo della comunicazione "A nonlinear model for marble sulphation including surface rugosity: analytical and numerical results" dal 27-10-2017 al 27-10-2017
- 57.Convegno SIMAI2018, Roma, sessione Techniques and Mathematical Modeling for the Fruition of Cultural Heritage, titolo della comunicazione "Analytical results on a nonlinear model for marble sulphation including surface rugosity", dal 2-07-2018 al 6-07-2018
- 58.Convegno MASCOT2018, Roma, titolo della comunicazione "A phase transition model for auxetic materials", dal 2-10-2018 al 5-10-2018.
- 59.Invito al Workshop PHASE2029, Pavia, titolo della comunicazione "Analytical results for differential models describing chemical and mechanical deterioration in monumental stone", dal 8-05-2019 al 10-5-2019

11. ORGANIZZAZIONE DI CONVEGNI

- Membro del comitato organizzatore dell'Indam Workshop "Dissipative models in phase transitions", Cortona dal 05-09-2004 al 11-09-2004
- Membro del comitato scientifico e organizzatore del convegno "SMARTeR - Shape Memory Alloys to Regulate Transient Responses in civil engineering", Pavia dal 11-09-2006 al 12-09-2006
- Membro del comitato scientifico e organizzatore del Workshop "PV09: Phase Variations 2009", Pavia dal 21-05-2009 al 22-05-2009
- Membro del comitato scientifico e organizzatore del Workshop "Modellazione matematica di materiali e processi", con Versalis (ENI) - Mantova dal 22-04-2010 al 23-04-2010
- Membro del comitato scientifico e organizzatore del convegno "INDI2011 - Interfaces and discontinuities in Solids, Liquids, and Crystals", Gargnano (BS) dal 20-06-2011 al 23-06-2011
- Membro del comitato scientifico e organizzatore dell'INDAM Workshop "ADMAT2012: PDE for multiphase advanced materials", Cortona dal 16-09-2012 al 21-09-2012
- Organizzatore della Sessione Speciale al 10h AIMS Congress in Madrid "Variational Energy and Entropy approaches in Non-smooth Thermo-mechanics" dal 07-07-2014 al 11-07-2014
- Responsabile scientifico dell'INDAM Workshop "Special Materials in Complex Systems - SMaC-S2015", Roma dal 18-05-2015 al 22-05-2015
- Organizzazione della sessione "Modeling dissipative phenomena" al convegno SIMAI, Milano dal 13-09-2016 al 16-09-2016
- Membro del comitato scientifico e organizzatore del convegno "SMACS2018 - Special materials and complex systems", Gargnano (BS) dal 18-06-2018 al 22-06-2018
- Organizzatore della Sessione Speciale al 12th AIMS Congress in Taipei "Analytic properties and numerical approximation of differential models arising in applications" dal 5-07-2018 al 9-07-2018
- Membro del comitato scientifico e organizzatore del Workshop "Le scienze e i beni culturali, innovazione e multidisciplinarietà", Milano, 26-02-2019
- Membro del comitato scientifico e organizzatore dell'INDAM Workshop MACH2019-Mathematical modeling and Analysis of degradation and restoration in Cultural Heritage, Roma, dal 25-03-2019 al 29-03-2019

12. PROGETTI DI RICERCA

- Partecipazione al progetto Vigoni italo-tedesco "Phase transitions, Stefan type problems, and minimizing movements" (negli anni 1998-2000)
- Membro del gruppo di ricerca italo-francese Laboratoire Lagrange dal 01-12-2002 a oggi
- Partecipazione al PRIN 2002 "Modello di campo di fase per l'evoluzione di frontiere libere" (2002-2005)
- Partecipazione al PRIN 2004 "Equazioni e sistemi di evoluzione associati a dinamiche di fase" dal 30-11-2004 al 27-12-2006
- Partecipazione al progetto SMARTER Shape memory alloys to regulate transient responses in civil engineering, dell'European Science Foundation (2007-2009)
- Partecipazione al PRIN 2006 "Sistemi di campo di fase e dinamiche relative" (2007-2009)
- Partecipazione al PRIN 2008 "Problemi di transizione di fase e dinamiche relative" (2010-2012)
- Partecipazione al PRIN2011 "Calcolo delle variazioni" dal (2013-2016)
- Responsabile scientifico del progetto INDAM "Mathematical analysis of energetic and entropic formulations for non-smooth problems in thermo-mechanics" (2009-2010)
- Responsabile scientifico del progetto INDAM "Mathematical analysis of complete damage in isotropic and anisotropic materials" (2013-2014)
- Responsabile scientifico dell'unità italiana del progetto Galileo "Damage evolution modeling for simulation of monumental stone deterioration aimed at mechanical stabilization and promotion of historical and artistic patrimony of French and Italian Countries", Università italo-francese (2015-2016)

13. **PROGRAMMI DI RICERCA IN ISTITUTI STRANIERI**

- 2001-2003: Soggiorni di ricerca, tramite il progetto europeo TMR “Phase transitions in crystalline solids”, presso il Laboratoire Central des Ponts et Chaussées, Parigi, in collaborazione con l'Università di Besançon, per periodi di 3 mesi, 6 mesi, 1 mese
- 2004-2005: Soggiorni di ricerca presso il Laboratoire Central des Ponts et Chaussées con un finanziamento ottenuto da EGIDE
- 2008: Professore visitatore presso l'Ecole Normale Supérieure de Cachan (1 mese)
- Settembre 2019: selezionata come Professore visitatore presso la Scuola di Dottorato (Phd program) SIE dell'Université Paris Est (1 mese)

14. **AFFILIAZIONI**

- 2004 – ad oggi: Associato di ricerca presso l'Istituto di Matematica Applicata e Tecnologie Informatiche “Enrico Magenes” - CNR, Pavia.
- Socio dell'Unione Matematica Italiana UMI
- Membro del gruppo GNAMPA dell'Istituto Nazionale di Alta Matematica INDAM
- Socio della Società Matematica Italiana Applicata all'Industria SIMAI
- Membro della International Society for the Interaction of Mechanics and Mathematics
- Membro del gruppo di ricerca internazionale italo-francese Laboratoire Lagrange
- Da Novembre 2018 nel Consiglio Scientifico dell' International Federation for Knowledge, Human Development and Innovation

15. **PREMI e RICONOSCIMENTI**

- Miglior “curriculum studiorum” degli Studenti della Facoltà di Scienze Matematiche Fisiche e Naturali dell'Università degli Studi di Pavia laureati nel 1997
- Premio “Berzolari” per la miglior tesi di laurea in Matematica dell'Università degli Studi di Pavia negli anni 1993 – 1997

16. **ALTRE ATTIVITA' SCIENTIFICHE o EDITORIALI**

- Referee per riviste internazionali, tra cui: Asymptotic Analysis; Control and Cybernetics; Discrete and Continuous Dynamical Systems. Series B and S; M2AS Mathematical Methods in the Applied Sciences; M3AS Mathematical Models and Methods in Applied Sciences; Journal of Differential Equations; Journal of Elasticity; Journal of Mathematical Analysis and Applications; M2AN Mathematical Modeling and Numerical Analysis; SIAM Journal on Mathematical Analysis; Annals of Solid and Structural Mechanics; Journal of Analysis and its Applications; ZAA; .
- Editor per un volume speciale dedicato a Michel Frémond in occasione del suo 70esimo compleanno, Discrete Contin. Dyn. Syst. Ser. S, vol. 6 (2103).

17. **LINGUE STRANIERE:** Inglese e Francese

18. **CONGEDI DI MATERNITA'**

- 20 Maggio 2005 – 20 Ottobre 2005: congedo di maternità
- 24 Maggio 2009 – 24 Ottobre 2009: congedo di maternità

Data

21 marzo 2019

Luogo

Milano