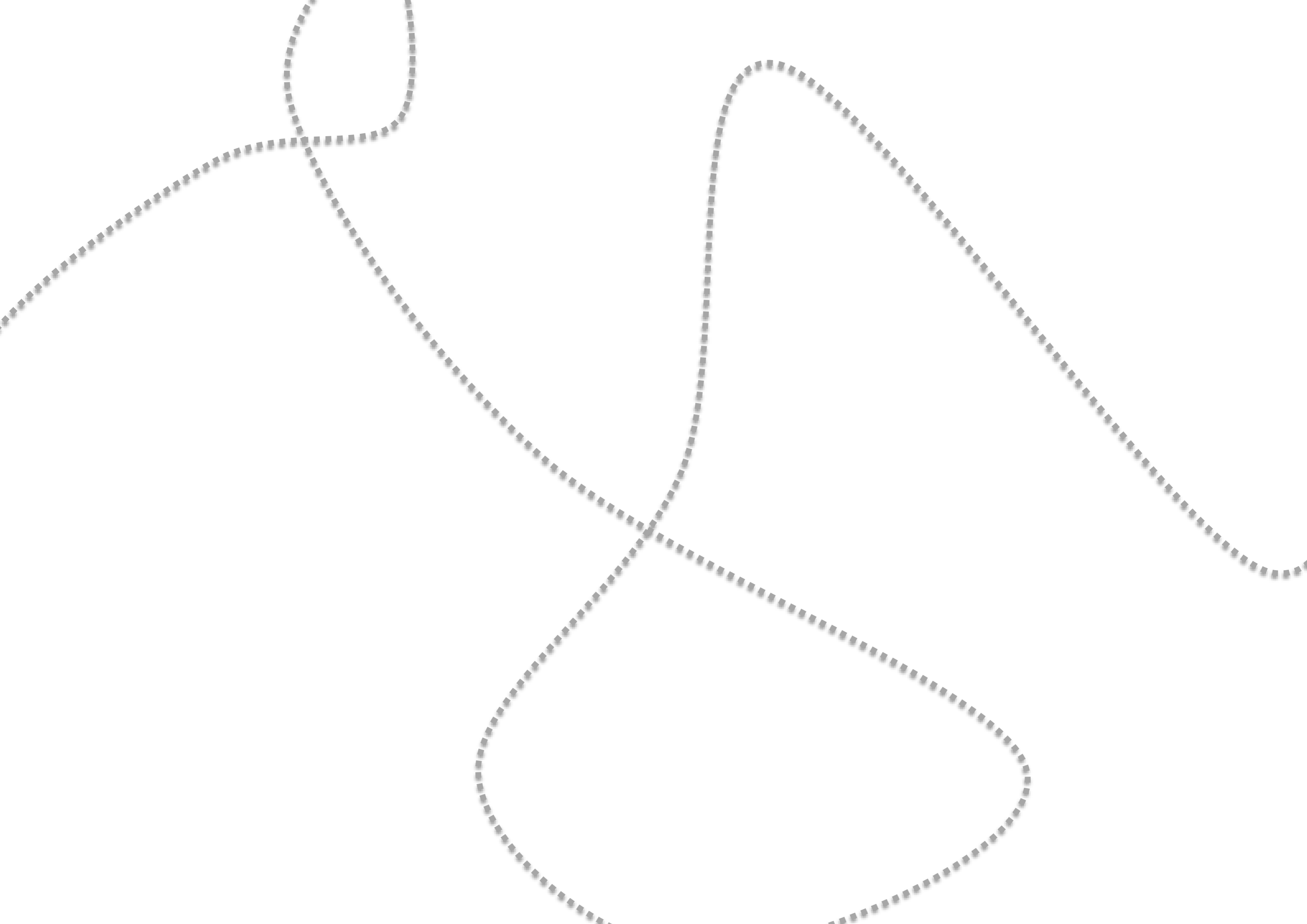




Dipartimento di Ingegneria Meccanica,
Chimica e dei Materiali
Università degli Studi di Cagliari



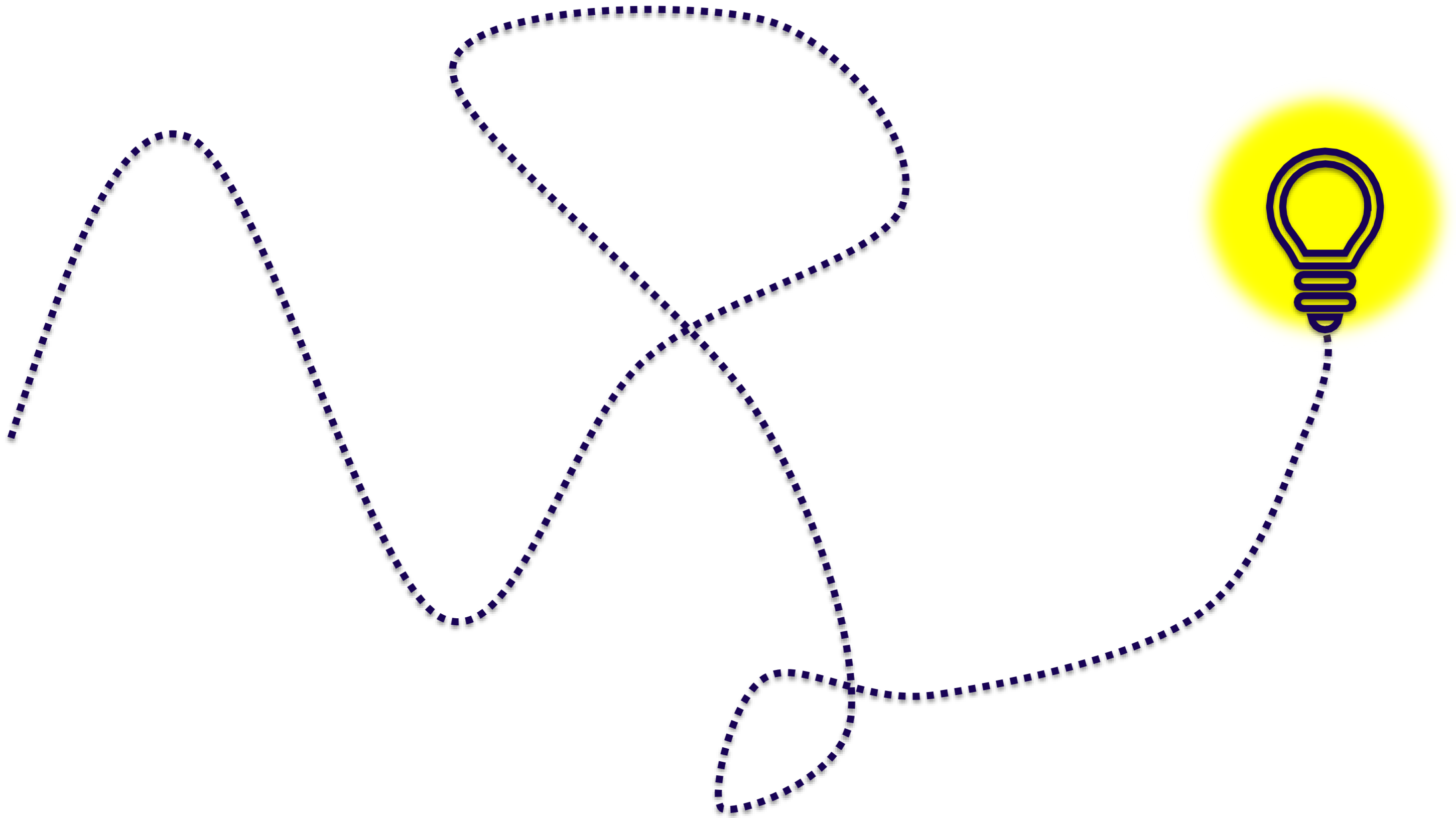
Stato della Ricerca 2023



“ La scienza è conoscenza organizzata.
La saggezza è vita organizzata. ”

IMMANUEL KANT







Introduzione

Il Dipartimento di Ingegneria Meccanica, Chimica e dei Materiali (DIMCM) ha sede in via Marengo 2, a Cagliari.



Dipartimento di Ingegneria Meccanica, Chimica e dei Materiali - DIMCM

Contesto e Attività

Il Dipartimento di Ingegneria Meccanica, Chimica e dei Materiali (DIMCM) dell'Università di Cagliari è stato istituito nel 2012 e svolge e coordina attività di ricerca di base ed applicata, di didattica sui diversi livelli della formazione universitaria nonché di servizio al territorio nell'ambito dell'Ingegneria Meccanica, Chimica e dei Materiali.

Alla data attuale, afferiscono al DIMCM 44 docenti, 11 tecnici amministrativi (TA) di cui un tecnologo. La struttura organizzativa del DIMCM è rappresentata da: Direttore, Vicedirettore, Segretario Amministrativo, Consiglio di Dipartimento (Co-Dip), Giunta di Dipartimento, come descritta nel sito dipartimentale alla sezione Dipartimento (https://www.unica.it/unica/it/dip_ingmeccanica_s1.page). Il DIMCM, per lo svolgimento delle sue funzioni nell'ambito della didattica, della ricerca, della terza missione, e dei servizi organizzativi, si è inoltre dotato di adeguati Regolamenti ed ha nominato diverse Commissioni interne aventi compiti istruttori e propositivi, nonché referenti per varie tipologie di servizi tecnico-gestionali. In particolare, nell'ottica di garantire il Sistema di Assicurazione della Qualità, il DIMCM ha nominato un Referente per la Qualità e una Commissione di Autovalutazione (CAV-Dip) costituita da 8 docenti (tra cui il Direttore del Dipartimento ed il Referente della Qualità), il Segretario Amministrativo, ed 1 rappresentante dei dottorandi e assegnisti.

Con il presente piano triennale il DIMCM intende proporre la propria programmazione per il triennio 2023-2025, sviluppata in accordo con lo Schema di Regolamento per l'organizzazione ed il funzionamento dei Dipartimenti ed in coerenza con le Linee Strategiche 2022-2027, approvate dagli Organi Accademici nelle sedute di gennaio 2022, e il Piano Strategico 2022-2027, approvato nelle sedute del giugno 2022.

Missione, Visione, Valori

Il Dipartimento di Ingegneria Meccanica, Chimica, e dei Materiali ha funzioni, compiti e responsabilità enunciabili in termini di Missione, Visione e Valori definite in coerenza con il le Linee Strategiche 2022-2027, approvate dagli Organi Accademici nelle sedute di gennaio 2022, e il Piano Strategico 2022-2027, approvato nelle sedute del giugno 2022:

Missione. Il DIMCM ha lo scopo di assicurare l'esercizio organico ed integrato nella erogazione delle attività di didattica e di ricerca di qualità, di disseminazione e di servizio al territorio nell'ambito dell'Ingegneria Meccanica, Chimica e dei Materiali, nell'ottica di contribuire alla crescita culturale, sociale ed economica del territorio tramite un approccio di miglioramento continuo, di multidisciplinarietà, di promozione di uno sviluppo sostenibile e di un contesto interdisciplinare ed internazionale;

Visione. Il DIMCM intende realizzare gli obiettivi della sua Missione applicando un approccio teso alla assicurazione della Qualità, Organizzazione e Comunicazione nello svolgimento delle principali finalità strategiche associate alla propria Missione. In particolare, il DIMCM si propone di migliorare la qualità della didattica istituzionale erogata nei corsi di laurea triennali, magistrali, magistrali a ciclo unico nonché nelle scuole di dottorato, tramite razionalizzazione dei percorsi formativi e delle coperture didattiche, in modo da rispondere alle esigenze culturali, professionali ed economiche sia degli studenti che del territorio, promuovendo le pari opportunità, l'inclusione e l'integrazione. L'azione relativa alla ricerca verrà perseguita tramite supporto al miglioramento ed internazionalizzazione della ricerca, conseguito tramite incentivi di premialità nella assegnazione di risorse comuni, la promozione della interdisciplinarietà ed internalizzazione e la razionalizzazione ed armonizzazione di spazi e servizi tecnico-scientifici ed amministrativi di supporto. Per il conseguimento degli obiettivi relativi alla terza missione verranno promosse le attività di ricerca con ricadute culturali e socio-economiche sul territorio.

Valori. Il DIMCM intende realizzare le azioni per il raggiungimento degli obiettivi della sua Missione tramite processi di partecipazione, buone pratiche e assicurazione della Qualità e miglioramento continuo, nell'ottica di garantire efficienza, semplificazione, trasparenza e attenzione ai rischi di vulnerabilità corruttiva, promuovere uno sviluppo sostenibile, in particolare garantendo i principi di inclusione e pari opportunità e salvaguardando i principi etici e sociali.



Composizione

Il Dipartimento di Ingegneria Meccanica, Chimica e dei Materiali (DIMCM) è composto da 54 docenti e ricercatori.



Dipartimento di Ingegneria Meccanica, Chimica e dei Materiali

Composizione

17 Ordinari, 18 Associati, 4 Ricercatori, 15 Ricercatori a Tempo Determinato

ORDINARI

Aymerich Francesco	ING-IND/14
Baldi Antonio	ING-IND/14
Baratti Roberto	ING-IND/26
Bertolino Filippo	ING-IND/14
Brun Michele	ICAR/08
Cao Giacomo	ING-IND/24
Casula Maria Francesca	CHIM/07
Cau Giorgio	ING-IND/09
Cincotti Alberto	ING-IND/24
Cocco Daniele	ING-IND/09
Delogu Francesco	CHIM/07
El_Mehtedi Mohamad	ING-IND/16
Mascia Michele	ING-IND/25
Orrù Roberto	ING-IND/24
Pau Massimiliano	ING-IND/34
Puddu Pierpaolo	ING-IND/08
Vacca Annalisa	CHIM/07

ASSOCIATI

Ambu Rita	ING-IND/15
Cambuli Francesco	ING-IND/08
Carta Giorgio	ICAR/08
Concas Alessandro	ING-IND/25
Ghisu Tiziano	ING-IND/08
Grosso Massimiliano	ING-IND/26
Lai Nicola	ING-IND/24
Leban Bruno	ING-IND/14
Licheri Roberta	ING-IND/22
Locci Antonio Mario	ING-IND/24
Morea Donato	ING-IND/35
Pia Giorgio	ING-IND/22
Pilia Luca	CHIM/07
Pilloni Maria Teresa	ING-IND/17
Rea Pierluigi	ING-IND/13
Ruggiu Maurizio	ING-IND/13
Tola Vittorio	ING-IND/09
Tronci Stefania	ING-IND/26

RICERCATORI

Buonadonna Pasquale	ING-IND/16
Di Quirico Roberto	SPS/04
Meloni Paola	ING-IND/22
Orrù Pier Francesco	ING-IND/17

RICERCATORI A TEMPO DETERMINATO

Arena Simone	ING-IND/17
Cappai Marta	ING-IND/22
Desogus Francesco	ING-IND/24
Fais Giacomo	ING-IND/24
Leonzio Grazia	ING-IND/26
Licheri Fabio	ING-IND/08
Mais Laura	ING-IND/27
Marchionni Matteo	ING-IND/09
Melis Nicola	CHIM/07
Migliari Luca	ING-IND/09
Morini Lorenzo	ICAR/08
Pakhomova Ekaterina	ING-IND/21
Petrollese Mario	ING-IND/09
Porta Micaela	ING-IND/34
Traversari Gabriele	ING-IND/24



Collaborazioni

Il Dipartimento di Ingegneria Meccanica, Chimica e dei Materiali (DIMCM) ha stretto accordi di collaborazione con numerose università ed enti di ricerca nazionali e internazionali.



Collaborazioni con Università e Centri di Ricerca

Aachen University
AGH University, Krakow, Poland
BAM Berlin - Federal Institute for Materials Research and Testing
California Institute of Technology, USA
Centre National de la Recherche Scientifique (France)
Centro Ricerche Fiat (CRF)
Centrum excellence Telč, CZ
CIRIMAT Institute - "Phosphates, Pharmacotechnics, Biomaterials" group, University of Toulouse, France
CNR (Istituto di Biometeorologia)
CNRS IEMN University of Lille
CO. RE. M. srl Carpenterie meccaniche
Consiglio Nazionale delle Ricerche (CNR), ISASI "Eduardo Caianiello", Napoli
Consiglio Nazionale delle Ricerche (CNR), ISTECH, Faenza
Consiglio Nazionale delle Ricerche (CNR), Istituto Nazionale di Ottica (INO), Firenze
Consiglio Nazionale delle Ricerche (CNR), Trento
Consiglio Nazionale delle Ricerche (CNR-ICCOM), Firenze
Consiglio Nazionale delle Ricerche (CNR-IREA), Napoli
Consiglio Nazionale delle Ricerche, Institute for Energetics and Interphases (Italia)
Consiglio Nazionale delle Ricerche, Institute for Energetics and Interphases (Italia)
CSGI Firenze
CSM - Centro Sviluppo Materiali S.p.A
Department of Industrial & Systems Engineering, Virginia Tech USA;
Department of Kinesiology and Physical Education, Faculty of Education, McGill University (Canada)
Department of Physics & Astronomy, University of Notre Dame
Dipartimento di Chimica, Università di Firenze
Dipartimento di Ingegneria Meccanica ed Aerospaziale – Politecnico di Torino
Ecole Central de Marseille EGIM, Marseille, France
Elastomers Research Center Polimeri Europa – Ravenna (I)
ENEA
Faculty of Chemical and Food Technology dell'Università di Bratislava
Ghent University, Department of Chemistry, Ghent, Belgium
Helsinki University of Technology (Finlandia) - Lab. of Computer and Information Science
ICITECH, Universitat Politècnica de Valencia
Imperial College London (UK) - Department of Chemical Engineering
Institut Fresnel – UMR 7249, Francia
Institut für Technische Chemie und Polymerchemie, Karlsruhe (D)
Institut za fiziku, Belgrade, Serbia
Institute of Applied Physics, University of Bern, Switzerland
Institute of Mathematics and Mathematica Modelling MES RK, Almaty, Kazakhstan
Institute of Metal Cutting (Poland)
IREC-Catalonia Institute for Energy Research- Barcelona, Spain
Istituto de Ceramica y Vidrio (Spain)
Istituto di Enologia ed Ingegneria Agro-alimentare – Università Cattolica del Sacro Cuore – Piacenza;
Istituto di tecnologie biomediche del CNR – Italia
Istituto Italiano di Tecnologia (IIT) Genova
Istituto Nacional de Engenharia e Tecnologia e Innovacao (Portugal)
John Moores University, UK
Katholieke Universiteit Leuven, Leuven, Belgium
Keele University, U.K.



Kempton University of Applied Sciences, Kempton, Germany
Kiel University – Chair of Automatic Control
Laboratoire d'Acoustique de l'Université du Maine
Laboratory of Acoustics of Le Mans Université (LAUM), Francia
Lisbon University
Louisiana State University (USA) – Chemical Engineering Department;
M.F.M. S.r.l.
Max Planck Institut Mülheim an der Ruhr
NASA Jet Propulsion Laboratory, California Institute of Technology, Los Angeles, U.S.A.
Osservatorio TeSeM (Manutenzione e Servizi per la Manutenzione) - School of Management del Politecnico di Milano
Pharmaness SpA – Italia
Politecnico di Milano
Politecnico di Torino
Polytechnic University of Timisoara, Romania
Pontificia Universidad Católica de Valparaíso, Chile
Porto Conte Ricerche
Porto University
Procter & Gamble, Brussels Innovation Center R&D Research Center. B
Proteios SpA – Italia
Queen Mary, University of London, UK
Radboud University
Raff S.r.l.
Railway Technical Research Institute, Tokyo, Japan;
RTM S.p.A.
Rudiger Boskovic Institute
Rzeszów University of Technology -Rzeszow-Poland
School of Engineering, Cardiff University, U.K.
School of Physical Sciences, Ingram Building, University of Kent, Canterbury United Kingdom
Service d'Automatique et d'Analyse des Systèmes, Université Libre de Bruxelles (ULB), Belgio;
Studio-A S.r.l.,
Talleres Mecanicos Comas (Spain)
Tallinn University
Technical University of Darmstadt (Germany)
Technion Haifa, Israel
Tecnologia e Engenharia de Materiais (Portugal)
Tel Aviv University, Israel
Tetra Pak, sede di Modena.
Tokyo Institute of Technology, Japan;
Trinity College Dublin
TU Bergakademie Freiberg, ZIK Virtuhcon, IEC - Department of Energy Process Engineering and Chemical Engineering
Turbocoating SpA, Rubbiano di Solignano (Parma)
Unifarm
Universidad Autonoma Metropolitana di Città del Messico (Messico) – Dep. de Ingeniería Química;
Universidad De Castilla – La Mancha-Ciudad Real- Spain
Universidad de Guanajuato, Division de Ciencias Naturales y Exactas, Departamento de Ingeniería Química, MX
Universidad de Lleida (España) - Departament d'Informàtica i Enginyeria Industrial;
Universidad de Lleida (España) - Grea Innovació Concurrent
Universidad de Vigo, Vigo Pontevedra, Spain



Universidad National Autonoma de Messico, Città del Messico (Messico) – Dep. De Ingegneria di Controllo;
Universidade Do Minho-Braga-Portugal
Universidade Federal do Cearà (Brasile)
Université de Technologie de Belfort Montbéliard (France)
Università degli Studi di Cassino e del Lazio Meridionale-Italy
Università degli Studi di Catania
Università degli Studi di Messina
Università degli Studi di Milano, Dipartimento di Fisica “Aldo Pontremoli”, Milano
Università degli Studi di Parma - Laboratorio RFID;
Università degli Studi di Parma, Dipartimento di Scienze Chimiche, della Vita e della Sostenibilità Ambientale
Università degli Studi di Pavia
Università degli Studi di ROMA "Tor Vergata",
Università degli Studi di Roma "La Sapienza"
Università degli Studi di Sassari
Università degli Studi di Trento
Università del Piemonte Orientale "A. Avogadro"
Università del Salento
Università della Calabria
Università dell'Aquila (Italia) - Dipartimento di Ingegneria Industriale e dell'Informazione e di Economia
Università di Bologna
Università di Milano, Dipartimento di Chimica
Università di Modena e Reggio Emilia
Università di Perugia
Università di Salerno
Università di Trento
Università Politecnica delle Marche;
Universitat de Barcelona (Spain)
Universitat Politecnica De Valencia-Valencia-Spain
Université de Namur ASBL, Namur, Belgium
University De Ibagué, Ibagué, Tolima, Colombia
University of Cambridge
University of Hasselt (Belgium) Faculty of Rehabilitation Sciences
University of Hertfordshire (UK)
University of Liverpool, UK
University of Montpellier
University of Sheffield
University of Southern Denmark, Department of Chemical Engineering, Biotechnology and Environmental Technology, Odense, DK
University of Valencia
University of Žilina- Zilina-Slovakia
Virginia Tech, Department of Industrial and System Engineering



Tematiche di Ricerca

Le schede presentate di seguito riportano le indicazioni sulla composizione del gruppo di ricerca e dei relativi SSD ai quali i membri afferiscono, la tematica di ricerca, le eventuali pubblicazioni ottenute nell'anno 2023 e le fonti di finanziamento (acronimo del progetto, ente finanziatore, importo totale del progetto, importo relativo all'unità DIMCM-UNICA).



Gruppo di Lavoro
Michele Brun, Giorgio Carta, Lorenzo Morini

SSD
ICAR/08

Tematica di Ricerca
**Controllo della propagazione di onde elastiche
in guide d'onda micro-strutturate**

In questa attività di ricerca, sono state studiate le proprietà dinamiche di guide d'onda costituite da una microstruttura interna, costituita da una distribuzione periodica di masse collegate da molle elastiche (sistema discreto).

In un primo lavoro, sono state determinate per via analitica le curve di dispersione associate alle onde di Lamb, considerando guide con un differente numero di strati e diverse condizioni al contorno, sia omogenee sia eterogenee. L'analisi di dispersione è servita per creare delle guide d'onda capaci di far propagare le onde elastiche solo in un verso, sfruttando la possibilità di selezionare modi simmetrici o antisimmetrici a diverse frequenze.

In un secondo lavoro, per controllare in modo più efficiente la propagazione ondosa sono stati inseriti dei giroscopi, realizzando in questo modo un metamateriale meccanico. L'introduzione dei giroscopi rende il sistema meccanico non-reciproco, come è stato dimostrato sia dai calcoli analitici sia da simulazioni numeriche agli elementi finiti. Sfruttando la non-reciprocità, è stato creato un innovativo network meccanico capace di convogliare la maggior parte dell'energia in una uscita selezionata a priori. Si prevede che questo lavoro possa essere utilizzato in diverse applicazioni legate al controllo delle onde, sia per sfruttare al meglio l'energia (energy harvesting) sia per deviare onde pericolose per la protezione di strutture strategiche (energy protection).

Publicazioni

<https://hdl.handle.net/11584/347449>; <https://hdl.handle.net/11584/371665>



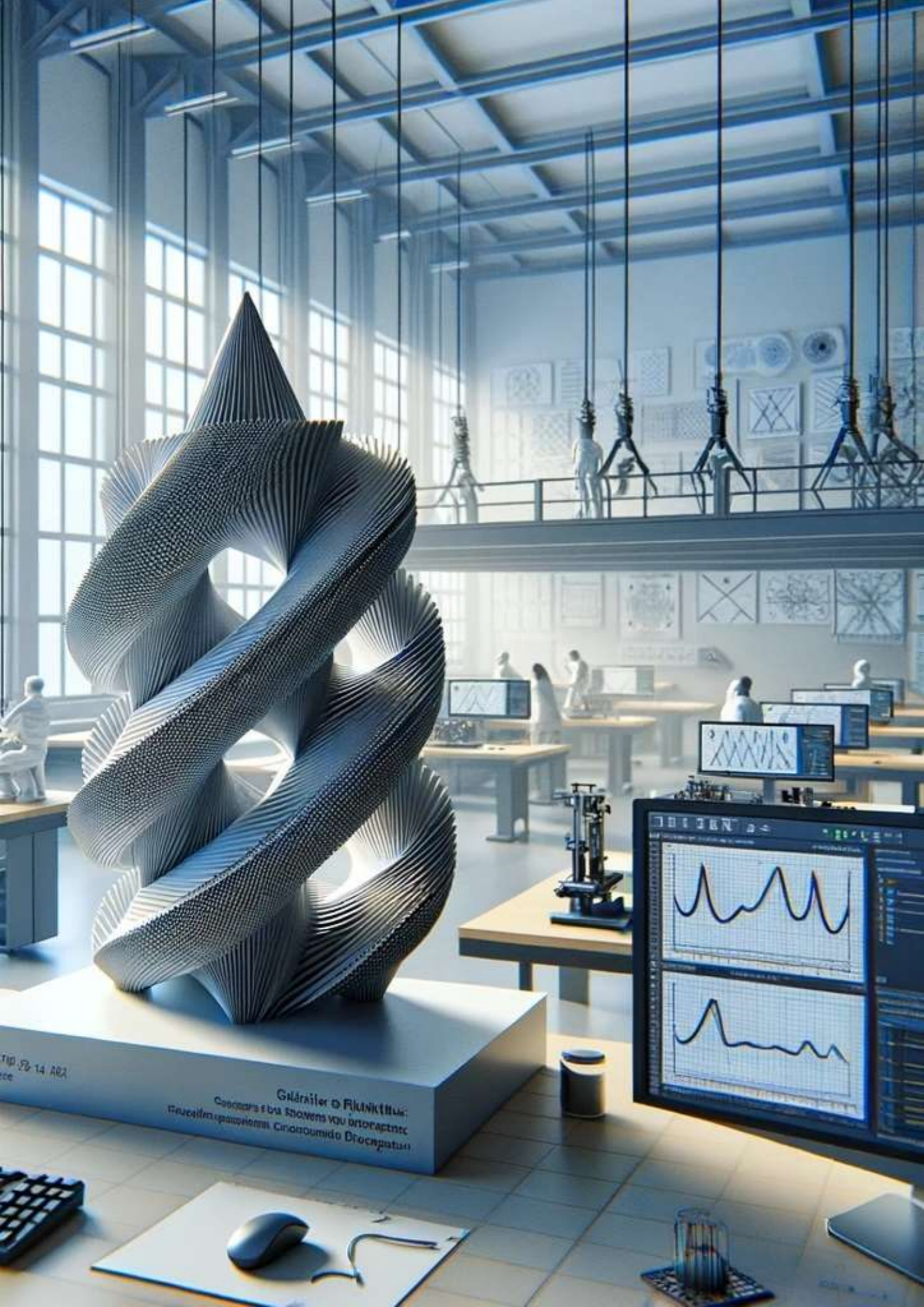
Gruppo di Lavoro
Michele Brun, Giorgio Carta, Lorenzo Morini

SSD
ICAR/08

Tematica di Ricerca
Fenomeno della riflessione negativa per onde elastiche

In questo ambito di ricerca, è stata studiata la possibilità di riflettere le onde elastiche con angolo di riflessione negativo. Per far questo, è stata inserita all'interno di un mezzo continuo elastico una interfaccia con una distribuzione periodica di fori circolari aventi spostamenti nulli al contorno. È stato notato che, a particolari valori della frequenza, la maggior parte dell'energia incidente viene riflessa con un angolo di riflessione negativo. Tali frequenze si possono predire attraverso la determinazione dei diagrammi a frequenza costante delle superfici di dispersione del sistema periodico. Inoltre, sono state svolte delle analisi parametriche variando l'angolo di incidenza dell'onda e i parametri principali del sistema, giungendo alla conclusione che il fenomeno della riflessione negativa si può ottenere in un ampio spettro di condizioni. Questo lavoro riveste una notevole importanza nel controllo della propagazione di onde elastiche, sia per motivi legati alla protezione di apparecchiature o edifici, sia per sfruttare al meglio l'energia prodotta da certe sorgenti per altri fini. In futuro, si intende considerare sistemi meccanici differenti dal continuo bidimensionale.

Pubblicazioni
<https://hdl.handle.net/11584/371683>



Gruppo di Lavoro
Michele Brun, Giorgio Carta, Lorenzo Morini

SSD
ICAR/08

Tematica di Ricerca
Comportamento di mezzi auxetici

I mezzi auxetici, ossia con coefficiente di Poisson negativo, stanno rivestendo sempre più importanza nelle applicazioni ingegneristiche. Infatti, questi mezzi sono degli ottimi assorbitori di urti, impatti e onde acustiche, quindi sono utili in campo automobilistico, meccanico, civile, sportivo e militare; inoltre, vengono utilizzati anche in campo medico, per esempio per realizzare stent o protesi. Dato che esistono pochi materiali auxetici in natura, sono stati progettati diversi modelli artificialmente sfruttando vari meccanismi (unità rientranti, sistemi chirali, strutture porose, fuochi fatui, instabilità). In questa linea di ricerca, sono stati studiati mezzi resi auxetici mediante la tecnica degli origami.

Creando mezzi elastici con piegature a origami, in particolare Miura-ori, si è visto che si possono ottenere coefficienti di Poisson negativi. Nello studio effettuato, il materiale non ha uno spessore piccolissimo come negli origami tradizionali realizzati con la carta, bensì uno spessore finito, che può essere variato per modificare il valore del coefficiente di Poisson a proprio piacimento.

Sono state eseguite diverse simulazioni con programmi agli elementi finiti per verificare il comportamento auxetico del sistema proposto. Inoltre, sono stati fabbricati provini con diversi parametri geometrici e materiali, che poi sono stati testati in laboratorio. Sono state eseguite sia delle prove statiche, sia delle prove dinamiche per determinare le frequenze e i modi di vibrare.

Publicazioni

<https://hdl.handle.net/11584/371803>; <https://hdl.handle.net/11584/371823>



Gruppo di Lavoro
Michele Brun, Giorgio Carta, Lorenzo Morini

SSD
ICAR/08

Tematica di Ricerca
Fenomeno della rifrazione negativa di onde elastiche in metamateriali quasicristallini

Il problema della trasmissione di un'onda elastica all'interfaccia fra un substrato elastico e un laminato composito bi-fase periodico la cui cella fondamentale è generata utilizzando la sequenza quasicristallina di Fibonacci è stato studiato attraverso un approccio semi-analitico. Attraverso l'analisi delle proprietà dello spettro di dispersione di Floquet-Bloch di questa particolare famiglia di laminati, è stato possibile derivare delle condizioni rigorose per controllare il numero di modi non evanescenti trasmessi all'interfaccia modulando le proprietà fisiche e geometriche del sistema substrato/laminato. Utilizzando queste condizioni, è stata rilevata la possibilità di ottenere un singolo modo propagante caratterizzato da un angolo di rifrazione negativo attraverso l'interfaccia. L'effetto di rifrazione negativa è ottenibile per intervalli di frequenze e angoli d'incidenza più larghi mediante laminati associati a celle di Fibonacci di ordine superiore e quindi caratterizzati da celle periodiche più lunghe. I risultati numerici hanno mostrato che l'uso di una particolare sotto-famiglia di laminati quasicristallini, denominata canonica e caratterizzata da uno spettro di dispersione di Floquet-Bloch periodico rispetto alla frequenza, è particolarmente promettente per riuscire a ottimizzare le condizioni di rifrazione negativa alle frequenze richieste dalle varie applicazioni. Questi risultati hanno una notevole rilevanza applicativa in quanto potrebbero aprire nuovi scenari per la progettazione di sistemi di interfaccia fra diversi mezzi solidi e/o liquidi in grado di deviare l'energia proveniente da vibrazioni di vario tipo in una direzione voluta (e.g. fondazioni periodiche multi-fase in grado di deviare onde sismiche).

Pubblicazioni
<https://hdl.handle.net/11584/384788>



Gruppo di Lavoro
Michele Brun, Giorgio Carta, Lorenzo Morini

SSD
ICAR/08

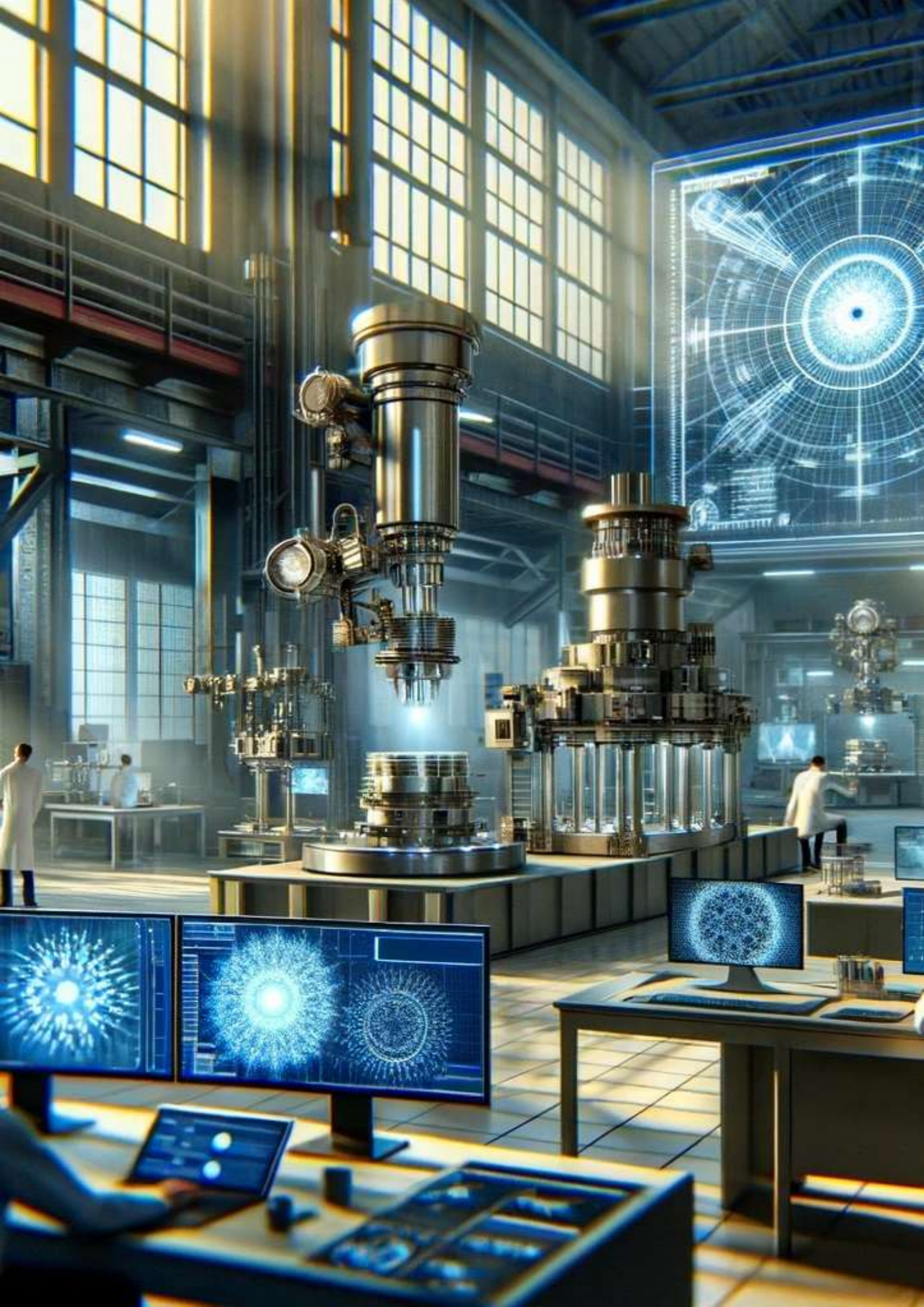
Tematica di Ricerca
Proprietà spettrali di guide d'onda meccaniche quasicristalline

Sono state studiate le proprietà dinamiche di guide d'onda periodiche monodimensionali le cui celle fondamentali sono generate attraverso la regola di sostituzione di Fibonacci. Queste particolari strutture corrispondono alla proiezione in una singola dimensione della tassellatura bi-dimensionale definita da Roger Penrose per descrivere materiali quasicristallini. L'analisi ha riguardato le proprietà dispersive di tre diversi tipi di onde meccaniche in questa particolare tipologia di guide d'onda: vibrazioni assiali in aste con sezione variabile, onde di pressione in sistemi discreti masse-molle, onde flessionali in travi continue multi-supportate. Per tutti questi tre esempi di sistemi quasicristallini unidimensionali, le proprietà dello spettro dinamico sono completamente determinate dalla variazione della traccia della matrice di dispersione delle celle fondamentali in funzione della frequenza. Le matrici di trasmissione delle celle successive generate attraverso la sequenza di Fibonacci e le loro tracce sono correlate da delle relazioni di ricorrenza ricavate grazie alla rappresentazione delle matrici in termini di polinomi di Chebyshev. Queste relazioni sono state utilizzate per caratterizzare in dettaglio il comportamento self-similare osservato negli spettri a bande associati alle varie strutture. Sono state derivate delle condizioni rigorose per ottenere delle stop band particolarmente estese in intervalli di frequenze richiesti dalle diverse applicazioni. E' stata inoltre numericamente verificata la possibilità di approssimare lo spettro di una struttura finita non-periodica ottenuta unendo un numero arbitrario di celle di Fibonacci con il diagramma a bande corrispondente a una guida d'onda periodica la cui cella fondamentale è una cella di Fibonacci associata a un ordine della sequenza maggiore al quarto o quinto a seconda delle proprietà delle fasi.

Publicazioni
<https://hdl.handle.net/11584/391844>

Progetti di Ricerca
ATHENA

FdS_2020; Michele Brun, Giorgio Carta; 51.510,00 €; 18.877,00€



Gruppo di Lavoro
Antonio Baldi, Filippo Bertolino

SSD
ING-IND/14

Tematica di Ricerca
Tensioni Residue

Le tensioni residue sono un problema tecnologico che coinvolge praticamente tutti i manufatti. La loro misura è particolarmente difficile perché il campo di sollecitazioni è auto equilibrato e come tale esiste anche in assenza di carichi esterni. Esistono varie tecniche di misura, di cui la più usata è quella del foro tramite l'utilizzo di rosette estensimetriche, che però forniscono solo tre (sei in alcuni casi) valori delle deformazioni, mediate sulla superficie della griglia di misura. Il gruppo si occupa dello sviluppo di tecniche alternative, essenzialmente ottiche, volte al miglioramento della sensibilità e dell'affidabilità della misura dei campi di spostamento/deformazione, derivanti dalla realizzazione del foro. Le tecniche utilizzate sono sia di tipo interferometrico (Speckle interferometrica) che non-interferometrico (DIC).

Un approccio simile è stato utilizzato per la tecnica dello slitting, che potenzialmente presenta vantaggi di misura (a fronte della perdita del componente che viene completamente distrutto dal test). I risultati ottenuti, benché preliminari, appaiono incoraggianti.

Correlazione Digitale di Immagini. La Correlazione Digitale di Immagini (DIC) è una tecnica di misura ottica non interferometrica. Non richiedendo l'uso di luce coerente, la tecnica è di facile applicazione essendo sufficiente l'acquisizione di due immagini prima e dopo l'evento di interesse. Per contro, la sensibilità risulta inferiore alle equivalenti tecniche interferometriche ed è possibile che compaia un errore sistematico legato alle modalità e ai parametri di esecuzione della misura.

In quest'ambito, il gruppo si occupa della caratterizzazione metrologica della tecnica, con verifiche sperimentali della risposta a fronte di diversi parametri di influenza. Inoltre, vengono studiate le performance di approcci alternativi alla tecnica standard di trattamento dei dati, cercando di valutare i punti di forza e le debolezze degli approcci proposti.

Pubblicazioni

[hdl:11584/332949](https://hdl.handle.net/11584/332949); [hdl:11584/332951](https://hdl.handle.net/11584/332951); [hdl:11584/371783](https://hdl.handle.net/11584/371783); [hdl:11584/371803](https://hdl.handle.net/11584/371803); [hdl:11584/371823](https://hdl.handle.net/11584/371823);
[hdl:11584/384787](https://hdl.handle.net/11584/384787); [hdl:11584/384786](https://hdl.handle.net/11584/384786); [hdl:11584/384785](https://hdl.handle.net/11584/384785)



Gruppo di Lavoro
Rita Ambu

SSD
ING-IND/15

Tematica di Ricerca

Progettazione di strutture e di dispositivi per la manifattura additiva

La ricerca in oggetto è articolata in due principali tematiche. La prima tematica riguarda la modellazione e la caratterizzazione meccanica di strutture costituite da celle porose per la manifattura additiva. Questo tipo di strutture sono di interesse in differenti campi in quanto possono contribuire all'alleggerimento dei componenti, all'assorbimento di energia e possono essere utilizzate in particolari ambiti, come quello biomedicale, per realizzare scaffold ossei. Sono prese in esame strutture non stocastiche del tipo reticolare e strutture basate su superfici minime la cui modellazione viene effettuata in forma implicita a partire da equazioni matematiche di superfici note come TPMS (Triply Periodic Minimal Surfaces). Lo studio riguarda, in particolare, la modellazione di strutture con architettura variabile nello spazio, ottenuta mediante la combinazione di diverse tipologie di cella o mediante l'introduzione di gradienti di porosità, e la verifica delle proprietà strutturali in funzione della configurazione geometrica e dei relativi parametri.

L'altro ambito di ricerca ha come oggetto la progettazione di dispositivi biomedicali personalizzati. In questo ambito è stata presa in esame, in particolare, la progettazione di ortesi cervicali al fine di realizzare dispositivi potenzialmente vantaggiosi rispetto alle ortesi standard presenti sul mercato. La metodologia comprende l'acquisizione digitale della superficie su cui deve essere indossato il dispositivo, la modellazione dell'ortesi in ambiente CAD e del relativo pattern di ventilazione, e la verifica strutturale mediante tecniche ad elementi finiti (EF). Per lo studio del pattern di ventilazione, elemento di rilievo per l'alleggerimento del dispositivo medicale e per il comfort del paziente, sono state considerate diverse metodologie, in particolare l'inserimento di un pattern basato su celle Voronoi e la Ottimizzazione Topologica. Per la fabbricazione dei prototipi con stampa 3D sono stati considerati materiali innovativi consistenti in bioplastiche ottenute con sottoprodotti agricoli che hanno dimostrato buone proprietà in termini strutturali e di comfort per il paziente.

Publicazioni

<https://hdl.handle.net/11584/387503>; <https://hdl.handle.net/11584/353706>



Gruppo di Lavoro
Alberto Cincotti, Francesco Delogu, Gabriele Traversari

SSD
ING-IND/24; CHIM/07

Tematica di Ricerca
Crioconservazione e dessicazione di cellule somatiche e gameti

La ricerca è rivolta alla individuazione di protocolli ottimizzati per la conservazione a lungo termine di sospensioni di cellule animali, anche umane. Questo obiettivo è perseguito attraverso lo sviluppo di modelli matematici basati sui principi primi di conservazione di materia, energia e quantità di moto: visto il gran numero di variabili e condizioni operative in gioco, l'approccio teorico in grado di descrivere i fenomeni più rilevanti e di legarli alle condizioni operative e alle geometrie/dimensioni del processo che possono essere scelte da parte dell'operatore sperimentale, è supposto in grado di restringere il campo della ricerca sperimentale portata avanti con prove e misure di laboratorio, a beneficio sia dei relativi tempi che dei costi.

Progetti di Ricerca
WhyNotDry

Whynotdry.unite.it; Horizon; Alberto Cincotti, Francesco Delogu; 676.200,00 €; 142.600,00€



Gruppo di Lavoro
Paola Meloni

SSD
ING-IND/22

Tematica di Ricerca

Sintesi e studio di nuovi consolidanti e protettivi per materiali lapidei naturali per applicazioni nel campo della Conservazione dei Beni Culturali

Uno tra i problemi più critici nella conservazione dei beni culturali è rappresentato dal consolidamento e dalla protezione dei manufatti con prodotti compatibili rispettosi della unicità degli stessi. La strategia di ricerca attuata nel corso della ultima decade, si basa fundamentalmente sul trattamento con ossalato/ossamato di ammonio e fosfato biammonico, su matrici litiche carbonatiche. Per migliorare i trattamenti alle soluzioni di questi precursori sono state addizionate differenti composti chimici al fine di migliorare la profondità consolidamento e la tessitura del coating di neoformazione. La funzionalizzazione sintetica alcuni composti ha permesso di superare i problemi legati alla bassa solubilità, all'idrolisi precoce dei composti e alla molteplicità di fasi di reazione formatesi per interazione con il carbonato di calcio. Lo studio mediante calcoli DFT e la caratterizzazione dei sintetizzati e dei coating di neoformazione, stà ampliando la gamma di nuovi potenziali trattamenti e orientando la ricerca nei confronti di nuovi precursori a base fosfatica

Publicazioni

<https://hdl.handle.net/11584/371943>



Gruppo di Lavoro
Giorgio Pia, Marta Cappai, Francesco Delogu, Paola Meloni

SSD
ING-IND/22; CHIM/07

Tematica di Ricerca
Caratterizzazione e Conservazione di manufatti in terra cruda, anche dipinti, in siti archeologici. Affinamento delle tecniche di degrado simulato e miglioramento dei processi di adesione dei film pittorico alla matrice di supporto in terra

Monumenti, templi e le città costruite in terra cruda in differenti contesti geografici, risentono fortemente dell'azione degli agenti locali di weathering per l'intrinseca vulnerabilità del materiale. Anche i processi legati al cambiamento climatico globale impattano notevolmente sulla durabilità di queste architetture, in particolare quelle legato allo scavo archeologico. Il tema di ricerca si focalizza sulla qualificazione e quantificazione dei parametri di degrado, anche attraverso simulazione di piccoli significativi manufatti da indagare in differenti condizioni di sollecitazione termica, igrometrica ed erosiva. Lo studio delle correlazioni tra le variabili fisiche e la perdita materica consentono una migliore comprensione dei processi degradativi e conseguentemente anche delle azioni conservative.

Pubblicazioni
<https://hdl.handle.net/11584/362843>



Gruppo di Lavoro
Paola Meloni, Roberta Licheri

SSD
ING-IND/22

Tematica di Ricerca

Malte strutturali e malte prodotte anche con leganti innovativi con sfridi di materiale di segazione del settore del lapideo ornamentale

Il tema di ricerca proposto intende esplorare le prestazioni di malte strutturali, variamente rinforzate, con differenti mix design, al fine di proporre il loro miglioramento nei confronti delle sollecitazioni dinamiche/sismiche. Le stesse malte potranno inoltre possedere differenti livelli di efficienza termica in relazione alle modificazioni microstrutturali che si potranno introdurre con differenti tecniche manifatturiere e di composizione.

In questo ambito verrà dato spazio anche alla messa a punto di leganti innovativi, derivanti da attivazione chimico-fisica di argille pre-amorfizzate, che potranno inglobare sfridi di segazione da differenti processi di taglio di marmi. Questi nuovi sistemi in malta potranno andare a costituire miscele versatili per differenti tipologie di manufatti dimostrando di poter contribuire al decremento degli impatti ambientali derivanti dalla presenza degli sfridi di segazione nei principali distretti estrattivi.

Pubblicazioni

<https://hdl.handle.net/11584/381583>

Progetti di Ricerca

ASThRO-Co

PRIN; Paola Meloni; 197.378,00 €; 64.461,00 €



Gruppo di Lavoro
Marta Cappai, Francesco Delogu, Paola Meloni, Giorgio Pia

SSD
ING-IND/22; CHIM/07

Tematica di Ricerca
Analisi dei processi di degrado dei materiali in opera sui Beni Culturali

I processi di degrado a carico dei beni esposti all'aperto in condizioni microclimatiche e ambientali differenti causano sollecitazioni fisiche (disgregazione e distacchi) e dissoluzione chimica (corrosione selettiva) con conseguenti potenziali danni. Indagare questi processi, riprodurre condizioni di particolare sollecitazione in camera climatica, analizzare gli effetti indotti, rappresenta un tema critico per il miglioramento della durabilità dei materiali e per la prevenzione dal rischio chimico e fisico.

Publicazioni
<https://hdl.handle.net/11584/362863>



Gruppo di Lavoro
Marta Cappai, Giorgio Pia

SSD
ING-IND/22

Tematica di Ricerca
Preparazione e studio di materiali sostenibili per l'architettura

I processi di degrado a carico dei beni esposti all'aperto in condizioni microclimatiche e ambientali differenti causano sollecitazioni fisiche (disgregazione e distacchi) e dissoluzione chimica (corrosione selettiva) con conseguenti potenziali danni. Indagare questi processi, riprodurre condizioni di particolare sollecitazione in camera climatica, analizzare gli effetti indotti, rappresenta un tema critico per il miglioramento della durabilità dei materiali e per la prevenzione dal rischio chimico e fisico.

Publicazioni
<https://hdl.handle.net/11584/367184>
<https://hdl.handle.net/11584/362844>

Progetti di Ricerca
GREEN4PLASTERS

PON; Marta Cappai, Giorgio Pia; -----; 52.300,00 €



Gruppo di Lavoro
Giorgio Pia, Francesco Delogu, Marta Cappai

SSD
ING-IND/22; CHIM/07

Tematica di Ricerca
Modelli fenomenologici per lo studio delle proprietà dei materiali

La porosità dei materiali gioca un ruolo fondamentale sia per quanto concerne le proprietà fisico-meccaniche sia per quanto riguarda la sua resistenza agli agenti di degrado. Nel primo caso, infatti, la presenza dei vuoti nella struttura determina un abbassamento della resistenza a compressione, del modulo elastico e della conducibilità termica, mentre nel secondo caso è il mezzo attraverso il quale si ha la penetrazione dell'acqua per capillarità o permeabilità con il suo eventuale carico di varie specie chimiche in soluzione (sali, gas). La relazione tra struttura e caratteristiche tecnologiche è oggi un concetto ben acquisito e costituisce, soprattutto nei settori più avanzati, un fattore guida dello sviluppo e della messa a punto dei materiali. La Geometria Frattale ha fornito in anni recenti una delle poche vere novità nello studio della microstruttura porosa dei materiali. Il modello frattale è da considerarsi anche uno strumento di monitoraggio e valutazione del degrado dei materiali e un buon metodo per la valutazione di grandezze fisiche senza la necessità di numerosi campionamenti. La struttura progettuale si articola in una fase di studio preliminare delle tematiche legate alla porosità dei materiali in opera in edifici di interesse storico-artistico, di nuova concezione, ma anche materiali avanzati con differenti campi di applicazione, non solo quindi nel settore delle costruzioni, ma anche in quello tecnologico-industriale, ecc. Altro obiettivo sarà lo sviluppo di modelli in grado di simulare materiali con una microstruttura non frattale attraverso una combinazione di unità frattali, facilmente gestibili in quanto caratterizzate dal principio di base dell'autosimilarità su diversi ordini di grandezza della dimensione dei pori, dando un valido supporto per ottenere delle correlazioni con alcune loro caratteristiche tecnologiche e macroscopiche, quali la permeabilità, la trasmissione del calore per conduzione e le proprietà meccaniche.

Publicazioni
<https://hdl.handle.net/11584/384464>



Gruppo di Lavoro
Giorgio Pia, Francesco Delogu, Luca Pilia

SSD
ING-IND/22; CHIM/07

Tematica di Ricerca
Studio delle relazioni tra microstruttura e proprietà nei materiali nanoporosi

Le relazioni tra microstruttura e proprietà nei materiali nanoporosi, nello specifico i metalli, non sono ad oggi del tutto chiare, in particolare per quanto concerne le proprietà meccaniche: modulo elastico, resistenza a flessione, carico di snervamento, ecc. In questo scenario la modellazione geometrico-matematica è utile al fine di riprodurre le microstrutture studiate, secondo schemi conosciuti ai quali possono essere applicate delle relazioni fisiche ed elaborare delle previsioni che possano poi essere confrontate con i dati sperimentali acquisiti. La comprensione del comportamento di questi materiali è quindi utile per un ampliamento dei settori di applicazione e per un miglioramento delle prestazioni stesse.



Gruppo di Lavoro
Francesco Delogu, Giorgio Pia, Marta Cappai

SSD
CHIM/07; ING-IND/22

Tematica di Ricerca
Processi di attivazione meccanochimica

L'attivazione meccanica consente la sintesi diretta in fase solida di composti chimici inorganici e organici, materiali innovativi, metalli nanostrutturati e amorfi. I processi di frantumazione e deformazione inducono la generazione di difetti reticolari di differente dimensionalità e la conseguente generazione di siti reattivi e stati attivati. Incrementando la mobilità delle specie chimiche, l'applicazione di forze meccaniche promuove i fenomeni di trasporto alle superfici di interfaccia. La complessa fenomenologia osservata non ha ancora ricevuto adeguata razionalizzazione su basi chimico-fisiche, con particolare riferimento al quadro cinetico. Obiettivo principale dell'attività di ricerca è, appunto, porre in relazione la cinetica di trasformazione strutturale e chimica con i parametri fondamentali di processo e le proprietà fisiche e chimiche delle sostanze sottoposte a trattamento meccanico

Publicazioni

<https://hdl.handle.net/11584/392263>; <https://hdl.handle.net/11584/392264>;
<https://hdl.handle.net/11584/375863>; <https://hdl.handle.net/11584/378806>;
<https://hdl.handle.net/11584/359703>; <https://hdl.handle.net/11584/361319>

Progetti di Ricerca

IMPACTIVE¹
DEMETRA²
GREENUP³

¹HorizonEU; Francesco Delogu, Alberto Cincotti; 8.000.000,00 €; 700.000,00 €

²PRIN PNRR, Francesco Delogu, Giorgio Pia; 239.456,00 €; 125.456,00 €

³PRIN, Francesco Delogu, Giorgio Pia; 228.982,00 €; 71.833,00€



Gruppo di Lavoro
Pierluigi Rea, Maurizio Ruggiu

SSD
ING-IND/13

Tematica di Ricerca
Meccanica applicata alla biomedica

Il gruppo di Meccanica Applicata alle Macchine si occupa di sintesi, analisi e prototipazione di meccanismi e dispositivi orientati al miglioramento e all'aiuto nelle attività motorie e alla riabilitazione.

Recentemente si è proposta una soluzione che permette il passaggio dalla posizione seduta alla posizione in piedi (Sit-to Stand Motion) utile per soggetti con ridotta mobilità e/o forza. In una prima fase si è risolto il problema di sintesi cinematica attraverso un algoritmo di ottimizzazione vincolata, il meccanismo è stato poi analizzato tramite una simulazione numerica a cui è seguita la progettazione funzionale e la realizzazione di un prototipo mecatronico di laboratorio.

Si è inoltre proposto recentemente un dispositivo di riabilitazione per soggetti affetti da traumi neuro-muscolari negli arti superiori secondo il paradigma della Mirror-Therapy. Il sistema è fondamentalmente composto da due unità, master e slave. L'unità master interagisce con l'arto superiore sano, l'unità slave interagisce con l'arto superiore traumatizzato. Nel dispositivo proposto l'unità master è un gimbal triassiale, l'unità slave è un polso robotico sferico. Anche in questo caso le fasi progettuali hanno portato alla realizzazione di un prototipo di laboratorio.

Publicazioni

<https://hdl.handle.net/11584/389563>



Gruppo di Lavoro
Pierluigi Rea, Maurizio Ruggiu

SSD
ING-IND/13

Tematica di Ricerca
Studio della cinematica e della dinamica di meccanismi complessi

Il gruppo di Meccanica Applicata alle Macchine si occupa di studiare la cinematica e la dinamica di meccanismi complessi nell'ambito della meccanica teorica-analitica e della matematica applicata alla meccanica. Si tratta di studi di ricerca di base con numerose applicazioni nell'ambito della Meccanica Applicata alle Macchine.

Recentemente è stato riformulato il problema della sintesi cinematica approssimata dei meccanismi piani (diadi RR, RP) sfruttando l'approccio della meccanica dei robot e le potenzialità offerte dai solutori numerici di sistemi di equazioni non lineari anche sovradeterminati.

Sono stati proposti diversi studi nell'ambito della dinamica computazionale con l'obiettivo di proporre ed analizzare le prestazioni di algoritmi capaci di modellare il comportamento dinamico dei meccanismi in presenza di singolarità della matrice Jacobiana dei vincoli.

Nell'ambito della cinematica si è sviluppato un metodo di analisi per meccanismi chiusi (single-loop mechanisms) applicato al meccanismo di Bricard ortogonale. In tal caso si è utilizzata l'algebra dei quaternioni duali e il metodo delle basi di Grobner per conoscere le relazioni cinematiche del meccanismo. Tale geometria offre numerosi sviluppi pratici nella versione con dodici giunti rotoidali (12R).

Publicazioni

<https://hdl.handle.net/11584/380903>; <https://hdl.handle.net/11584/358161>;
<https://hdl.handle.net/11584/365985>



Gruppo di Lavoro
Pierluigi Rea, Maurizio Ruggiu

SSD
ING-IND/13

Tematica di Ricerca
Analisi, progettazione e realizzazione di banchi prova meccatronici

Il gruppo di Meccanica Applicata alle Macchine si occupa dello sviluppo di sistemi meccatronici innovativi. Attraverso tale ricerca si vuole analizzare, progettare e realizzare dei banchi prova meccatronici che consentano di espletare sia attività di ricerca che attività didattica inerenti alla suddetta tematica.

Nell'attuale contesto dell'Industria 4.0, è fondamentale per la preparazione complessiva degli studenti fornire loro la possibilità di testare e sperimentare attrezzature/componentistica all'avanguardia per essere pronti all'inserimento nel mondo del lavoro. Tra le attività che possono favorire la formazione nel campo della meccatronica si possono annoverare l'utilizzo di sistemi meccatronici che non siano a "scatola chiusa" ma bensì sistemi aperti attraverso i quali gli studenti/tesisti/dottorandi afferenti al laboratorio possano effettuare didattica ed attività di ricerca non come semplici utilizzatori, ma come esperti del sistema. In particolare, attraverso un progetto di ricerca finanziato, sono in fase di studio e realizzazione dei banchi sperimentali che permettano di affiancare alle simulazioni numeriche le prove di laboratorio mediante l'utilizzo di banchi per prove sperimentali realizzati con hardware innovativo rientranti nell'ambito dell'Industria 4.0.

Publicazioni

<https://hdl.handle.net/11584/327512>; <https://hdl.handle.net/11584/337171>;
<https://hdl.handle.net/11584/337043>; <https://hdl.handle.net/11584/337041>

Progetti di Ricerca
MISCE

ERASMUS+PROGRAMME; Pierluigi Rea, Maurizio Ruggiu; 325.000,00 €; 60.300,00 €



Gruppo di Lavoro
Pierluigi Rea, Maurizio Ruggiu

SSD
ING-IND/13

Tematica di Ricerca
Analisi, progettazione e realizzazione di sistemi robotici

Il gruppo di Meccanica Applicata alle Macchine si occupa dei vari aspetti della robotica a partire da quella sia industriale che collaborativa, fino ad arrivare alla robotica mobile, sia terrestre che per ispezioni sottomarine. Attraverso tale ricerca si vuole analizzare, progettare e realizzare layout prototipali di sistemi robotici che consentano attività di ricerca inerente alle performance di tali sistemi in contesti industriali e/o operativi. In particolare, è possibile, attraverso questi sistemi robotici, effettuare simulazioni, test sperimentali per l'analisi delle caratteristiche robotiche, quali ad esempio tempi ciclo, performance e prestazioni in generale del processo industriale riprodotto.

Inoltre, il gruppo di Meccanica Applicata alle Macchine si occupa dell'analisi, sintesi progettazione funzionale e della simulazione di sistemi robotici mobili (sia a ruote che a cingoli) per le diverse applicazioni. Attualmente, attraverso un progetto di ricerca finanziato si sta procedendo allo studio, simulazione e realizzazione prototipale di un sistema robotico misto (robot mobili/robot a cavi/braccio robotico collaborativo) per applicazioni inerenti all'individuazione e/o la rimozione di mine ed ordigni inesplosi.

Pubblicazioni
<https://hdl.handle.net/11584/358118>

Progetti di Ricerca
MUCADE

NATO; Pierluigi Rea, Maurizio Ruggiu; 400.000,00 €; 49.500,00 €



Gruppo di Lavoro
Roberto Orrù, Giacomo Cao

SSD
ING-IND/24

Tematica di Ricerca

Bioceramici, vetri bioattivi e biocompositi per applicazioni biomedicali

L'attività di ricerca è volta alla produzione ed alla caratterizzazione di nuove tipologie di bioceramici, vetri bioattivi e compositi innovativi costituiti da apatite e biovetri da utilizzare in ambito biomedicale.

Relativamente ai bioceramici, l'attenzione è maggiormente focalizzata a quelli bioattivi basati su apatiti, anche non stechiometriche e nanocristalline. Per la preparazione delle relative polveri è stata impiegata la tecnica di Sintesi per Combustione in Soluzione ("Solution Combustion Synthesis") mentre l'ottenimento di campioni densi è avvenuto impiegando la tecnica SPS ("Spark Plasma Sintering").

I nuovi biovetri sviluppati presentano, rispetto alle formulazioni classiche come il Bioglass 45S5, una bassa tendenza a cristallizzare durante i trattamenti termici richiesti per ottenere scaffold o altri componenti massivi. Questo aspetto consente di incrementare il loro livello di bioattività a contatto con fluidi o tessuti biologici.

L'aggiunta di biovetro all'idrossiapatite per l'ottenimento di sistemi biocompositi può risultare vantaggiosa, in quanto agisce come promotore di sinterizzazione, facilitando il processo di consolidamento con conseguente incremento delle proprietà meccaniche e di bioattività. Quest'ultima proprietà, come pure la resistenza meccanica, può essere migliorata attraverso un opportuno trattamento mecano-chimico che precede la fase di consolidamento delle polveri.

Questa attività è stata svolta in collaborazione con l'Università di Modena e Reggio Emilia, l'Università di Sassari ed altre istituzioni straniere (University of Notre Dame, USA).

Publicazioni

<https://hdl.handle.net/11584/368123>; <https://hdl.handle.net/11584/375503>;
<https://hdl.handle.net/11584/350826>



Gruppo di Lavoro
**Antonio Mario Locci, Roberto Orrù, Alberto Cincotti, Giacomo Cao,
Gabriele Traversari**

SSD
ING-IND/24

Tematica di Ricerca
**Studio teorico e sperimentale della stabilità termodinamica
di materiali nanostrutturati**

La tematica di ricerca "Studio teorico e sperimentale della stabilità termodinamica di materiali nanostrutturati" si concentra sull'analisi approfondita della stabilità termica e termodinamica dei materiali a livello nano. Questa ricerca coinvolge sia approcci teorici che sperimentali per comprendere i meccanismi che influenzano la stabilità di tali materiali a scale ridotte. Da un lato, gli aspetti teorici coinvolgono lo sviluppo e l'applicazione di modelli matematici e simulazioni al computer per predire il comportamento termodinamico di materiali nanostrutturati in condizioni diverse, come variazioni di temperatura, pressione e composizione. Questi modelli possono aiutare a comprendere le interazioni atomiche e molecolari che determinano la stabilità e l'instabilità dei materiali nanostrutturati.

Dall'altro lato, gli approcci sperimentali coinvolgono la sintesi e la caratterizzazione di materiali nanostrutturati in laboratorio, seguite da analisi dettagliate delle loro proprietà termiche e termodinamiche. Tecniche come la diffrazione ai raggi X (XRD), calorimetria differenziale a scansione (DSC), la microscopia elettronica a trasmissione (TEM) e la spettroscopia di dispersione Raman possono essere impiegate per valutare la stabilità termica, le transizioni di fase e altri comportamenti termici dei materiali nanostrutturati. Insieme, questi approcci teorici e sperimentali mirano a fornire una comprensione completa della stabilità termodinamica dei materiali nanostrutturati, con implicazioni significative per una vasta gamma di applicazioni, dall'elettronica all'energia, dalla medicina alla nanotecnologia.

Publicazioni

<https://hdl.handle.net/11584/359703>

Progetti di Ricerca
ATHENA

FdS; Roberto Orrù, Antonio Mario Locci, Francesco Delogu, Maria Francesca Caasula, Giacomo Cao, Alberto Cincotti, Michele Brun, Giorgio Carta; 51.514,45 €; 51.514,45 €



Gruppo di Lavoro

**Roberto Orrù, Giacomo Cao, Roberta Licheri, Ekaterina Pakhomova,
Antonio Mario Locci, Alberto Cincotti**

SSD

ING-IND/24; ING-IND/22; ING-IND/21

Tematica di Ricerca

**Sviluppo di Ceramiche Ultrarefrattari (anche ad alta entropia)
per applicazioni innovative**

L'attività di ricerca riguarda lo sviluppo di nuovi sistemi "Ultra High Temperature Ceramics (UHTC)", basati su boruri di metalli di transizione MeB_2 ($Me = Zr, Hf, Ta, Ti, \text{etc.}$), candidati di particolare interesse in diversi ambiti applicativi, quali l'aerospazio, il solare termodinamico, l'industria nucleare, etc. La loro fabbricazione in forma massiva è effettuata impiegando la tecnica SPS ("Spark Plasma Sintering") a partire da polveri preparate mediante Self-propagating High-temperature Synthesis (SHS). Tali metodologie sono state adottate con successo anche per l'ottenimento di sistemi diboruri multicomponente, compresi i Boruri ad Alta Entropia ("High Entropy Borides" o HEBs). Questi ultimi sono il risultato della combinazione di 4-5 boruri individuali, in percentuali circa equimolari (es. $(Hf_{0.2}Zr_{0.2}Ta_{0.2}Nb_{0.2}Ti_{0.2})B_2$) dove i cationi metallici sono inseriti all'interno del reticolo per generare una soluzione solida cristallina costituita da una singola fase che presenta una configurazione di massima entropia. L'interesse in questa nuova famiglia di materiali nasce dal fatto che alcuni dei componenti che la costituiscono presentano proprietà meccaniche e di resistenza all'ossidazione superiori rispetto ai singoli componenti ($HfB_2, ZrB_2, TiB_2, \text{etc.}$). Recentemente, è stato anche studiato l'effetto di alcuni additivi quali il SiC sulla resistenza all'ossidazione e la tenacità a frattura di questi ceramiche.

Questa attività è stata svolta in collaborazione con l'Università di Modena e Reggio Emilia, l'Università di Sassari, il CNR (Istituto Nazionale di Ottica), l'Università di Perugia ed altri istituti nazionali.

Publicazioni

<https://hdl.handle.net/11584/349156>

Progetti di Ricerca

I-CREATE¹

e-INS²

SMS³

¹MUR; Roberto Orrù, Roberta Licheri, Antonio Mario Locci, Alberto Cincotti; 236.564,00 €; 116.850,00 €

²MUR; Giacomo Cao, Roberto Orrù, Roberta Licheri, Ekaterina Pakhomova, Giacomo Fais, Gabriele Traversari, Alessandro Concas, Nicola Lai, Alberto Cincotti, Antonio Mario Locci; 7.600.000,00 €; 1.800.000,00 €.

³MUR; Giacomo Cao, Roberto Orrù, Roberta Licheri, Alessandro Concas, Nicola Lai, Alberto Cincotti, Antonio Mario Locci; 2.084.977,44 €; 657.000,00 €



Gruppo di Lavoro
**Roberto Orrù, Cao Giacomo, Roberta Licheri, Alessandro Concas,
Giacomo Fais**

SSD
ING-IND/25; ING-IND/24; ING-IND/22

Tematica di Ricerca
Processi, materiali e tecnologie abilitanti per applicazioni ISRU (In Situ Resources Utilization) e ISFR (In Situ Fabrication and Repair)

La presenza dell'uomo nello spazio unitamente allo sfruttamento delle risorse naturali extraterrestri potrebbe rappresentare la soluzione a lungo termine a problemi come, l'esaurimento dei combustibili fossili, il cambiamento climatico e la diminuzione della disponibilità di risorse naturali sulla Terra. In tal senso, l'attività di ricerca è finalizzata allo sviluppo di tecnologie per l'esplorazione e la colonizzazione dello spazio profondo, attraverso l'impiego di risorse extraterrestri per l'ottenimento di materiali necessari alla realizzazione di ogni missione.

L'attività si articola in due filoni principali, il primo relativo allo sviluppo di tecnologie ISFR, il secondo riguarda invece lo sviluppo di tecnologie ISRU.

In ambito ISFR l'attività di ricerca riguarda l'impiego di simulanti di regoliti lunari e marziani come reagenti da impiegare nella produzione di materiali strutturali attraverso il processo noto come sintesi autopropagante ad alta temperatura (SHS) e da destinare alla costruzione di potenziali installazioni industriali o civili su Luna e Marte. Di interesse anche il possibile uso di tali simulanti come materiali per l'accumulo di energia termica e energia solare.

In ambito ISRU la ricerca invece riguarda lo sviluppo di tecnologie e impianti per la conversione delle risorse disponibili su Marte (atmosfera e regolite) in diversi materiali utili per il sostentamento della missione. Tra questi si annoverano l'ossigeno, l'acqua, fertilizzanti e biomasse ad uso alimentare. In particolare, la ricerca si focalizza sull'utilizzo di organismi unicellulari fotosintetici (microalghe e cianobatteri) estremofili per la conversione della CO₂ atmosferica e dei micronutrienti della regolite marziana, unitamente ai macronutrienti estraibili dall'urina degli astronauti in biomassa algale ad alto potenziale nutritivo per il soddisfacimento dei fabbisogni alimentari necessario dai membri della missione.

Publicazioni

<https://hdl.handle.net/11584/391723>; <https://hdl.handle.net/11584/354159>;
<https://hdl.handle.net/11584/391998>

Progetti di Ricerca

e-INS¹
SMS²

¹MUR; Giacomo Cao, Roberto Orrù, Roberta Licheri, Ekaterina Pakhomova, Giacomo Fais, Gabriele Traversari, Alessandro Concas, Nicola Lai, Alberto Cincotti, Antonio Mario Locci; 7.600.000,00 €; 1.800.000,00 €.

²MUR; Giacomo Cao, Roberto Orrù, Roberta Licheri, Alessandro Concas, Nicola Lai, Alberto Cincotti, Antonio Mario Locci; 2.084.977,44 €; 657.000,00 €



Gruppo di Lavoro

Alessandro Concas, Giacomo Cao, Nicola Lai, Giacomo Fais

SSD

ING-IND/25; ING-IND/24

Tematica di Ricerca

Sviluppo di tecnologie a base di microalghe per applicazioni innovative nei settori dell'energia, ambiente, alimentare e biomedico

L'attività di ricerca riguarda lo sviluppo di nuove tecnologie basate sull'utilizzo di microorganismi unicellulari fotosintetici (microalghe e cianobatteri) al fine di:

- depurare reflui del settore alimentare;
- produrre biocarburanti per l'auto ed avio trazione;
- catturare la CO₂ atmosferica;
- produrre biomassa edibile.

Oltre a tali applicazioni le microalghe sono state utilizzate per produrre estratti a loro volta impiegati nella sintesi, mediante approcci di "green-chemistry", di nanoparticelle di diversi materiali per applicazioni in catalisi e fotocatalisi.

Sono state inoltre oggetto di studi le verticalizzazioni in chiave aerospaziale delle tecnologie a microalghe.

La ricerca comprende sia attività di tipo sperimentali che modellistica. Sono stati inoltre sfruttati approcci basati sulla metabolomica e la lipidomica per la comprensione degli effetti delle variabili di processo sulla produzione dei metaboliti algali di interesse.

Sono poi in fase di realizzazione nuovi prototipi di fotobioreattori operanti su scala di laboratorio.

Publicazioni

<https://hdl.handle.net/11584/361273>; <https://hdl.handle.net/11584/347815>;
<https://hdl.handle.net/11584/354162>; <https://hdl.handle.net/11584/383810>;
<https://hdl.handle.net/11584/354159>; <https://hdl.handle.net/11584/392024>;
<https://hdl.handle.net/11584/391998>

Progetti di Ricerca

e-INS

¹MUR; Giacomo Cao, Roberto Orrù, Roberta Licheri, Ekaterina Pakhomova, Giacomo Fais, Gabriele Traversari, Alessandro Concas, Nicola Lai, Alberto Cincotti, Antonio Mario Locci; 7.600.000,00 €; 1.800.000,00 €.



Gruppo di Lavoro

Alessandro Concas, Giacomo Cao, Francesco Delogu, Nicola Lai

SSD

ING-IND/25; ING-IND/24; CHIM/07

Tematica di Ricerca

Modelli matematici per applicazioni ambientali

La cattura della CO₂ da flue-gas, ai fini del suo riutilizzo o del suo stoccaggio, costituisce un problema che deve essere affrontato per minimizzare gli impatti sul clima di numerose attività industriali che ancora fanno leva su combustibili di origine fossile.

Allo stesso tempo il risanamento di suoli e rifiuti contaminati da metalli pesanti costituisce una criticità in relazione a tematiche quali consumo del suolo utile e contaminazione delle acque.

Per far fronte alla prima problematica sono state investigate a livello sperimentale tecnologie di assorbimento della CO₂ mediante soluzioni di NH₃ in colonne a bolle e colonne impaccate.

Come tecnologie di risanamento di suoli e residui contaminati da metalli pesanti è stata invece investigata a livello sperimentale l'efficacia di una tecnologia basata su macinazione meccanica del suolo in mulini a sfere ad elevata energia di impatto.

Sebbene in entrambi i casi si siano ottenute su scala di laboratorio buone efficienze dei processi investigati, è di difficile estrapolazione la possibilità di applicare gli stessi su scala industriale in assenza di tools modellistici di ausilio allo scale-up.

In tale ottica sono stati sviluppati dei modelli matematici, basati sui principi primi di conservazione dell'energia e della materia per simulare i dati sperimentali ottenuti. I modelli sviluppati hanno consentito di simulare bene i risultati sperimentali ottenuti per entrambe le tecnologie considerate sia dopo adattamento dei parametri sia in fase puramente predittiva. Questi ultimi potrebbero pertanto essere utilizzati per generare dei tools di ausilio alla progettazione, ottimizzazione e scale-up delle tecnologie sopra descritte.

Publicazioni

<https://hdl.handle.net/11584/361319>; <https://hdl.handle.net/11584/344036>;

<https://hdl.handle.net/11584/391998>



Gruppo di Lavoro
Stefania Tronci, Massimiliano Grosso, Roberto Baratti

SSD
ING-IND/26

Tematica di Ricerca
Modellazione e controllo stocastico di reattori

I processi di interesse dell'ingegneria chimica sono sovente descritti da modelli di natura puramente deterministica che non tengono conto delle inevitabili fluttuazioni, interne e/o esterne presenti nel processo reale. Tali fluttuazioni possono essere modellate come componenti stocastiche, additive e/o moltiplicative a seconda della loro dipendenza dagli stati, che possono essere aggiunte nel modello deterministico. Il risultato di tale operazione è l'implementazione di un'equazione evolutiva per la funzione densità di probabilità (PDF) delle variabili di stato (Fokker-Planck, FPE). I risultati sino ad ora ottenuti, in forma analitica per le condizioni asintotiche e numerica per le condizioni dinamiche, hanno dimostrato l'influenza della componente stocastica sul processo.

In questo anno, si è concluso l'analisi del comportamento stocastico di una classe di reattori continui esotermici con fluttuazioni additive e controllo proporzionale-integrale della temperatura. La caratterizzazione ha incluso: (i) la dipendenza della dinamica stocastica da quella deterministica; (ii) le condizioni sui guadagni del controllore per garantire la stabilità robusta della PDF, che raggiunge, con un tempo caratteristico compreso tra quello deterministico e di diffusione, una distribuzione mono-modale con stato più probabile (PP) al valore prescritto; (iii) l'evoluzione, su scala temporale quasi deterministica, del PP stato e controllo e la loro variabilità; (iv) identificazione del compromesso tra la velocità di regolazione del PP stato, robustezza e sforzo di controllo.

Nello stesso anno si è iniziato lo studio degli effetti delle fluttuazioni moltiplicative su una classe di reattori continui esotermici e biologici. Dai primi risultati, si è osservato che in presenza di fluttuazioni moltiplicative si possono avere creazioni o eliminazioni di nuove soluzioni stazionarie e la creazione o eliminazione di condizioni di metastabilità.

Publicazioni

<https://hdl.handle.net/11584/359579>



Gruppo di Lavoro
Stefania Tronci, Massimiliano Grosso

SSD
ING-IND/26

Tematica di Ricerca
**Analisi del processo di produzione di prodotti fermentati
tramite studi metabolomici**

L'indagine sullo studio metabolico dei prodotti fermentati, in particolare dei formaggi, rappresenta un ambito cruciale per comprendere e ottimizzare la qualità di questi prodotti caseari. Il processo di produzione del formaggio è caratterizzato da una complessa serie di trasformazioni biochimiche che influenzano direttamente le caratteristiche sensoriali e nutrizionali del prodotto finale. In questo contesto, diversi fattori, tra cui, ad esempio, la stagionatura del formaggio e il tipo di caglio utilizzato, emergono come variabili fondamentali. Le interazioni di tali fattori con il metabolismo microbico e le reazioni enzimatiche possono determinare significative differenze nella composizione chimica e, di conseguenza, nelle proprietà organolettiche del formaggio.

L'obiettivo principale di questo studio è investigare in modo dettagliato l'impatto sulla composizione metabolica dei formaggi di diversi fattori quali, come precedentemente riportato, il tempo di stagionatura e il tipo di caglio. Si intende analizzare e identificare i diversi metaboliti coinvolti nei processi di maturazione dei formaggi. Questo approccio permetterà di comprendere le dinamiche metaboliche che sottendono alla formazione di composti chiave responsabili dell'aroma, della texture e delle proprietà nutrizionali dei formaggi.

Inoltre, lo studio metabolico dei formaggi può non solo fornire una migliore comprensione dei processi di produzione, ma rappresenta anche uno strumento essenziale per migliorare la qualità e la sicurezza alimentare. Identificare i metaboliti correlati alla freschezza, alla maturità e alla genuinità dei formaggi consentirà di sviluppare strategie per il controllo e la prevenzione di contaminazioni indesiderate, garantendo così prodotti finali di alta qualità e sicurezza per i consumatori.

Pubblicazioni

<https://hdl.handle.net/11584/359579>



Gruppo di Lavoro
Stefania Tronci, Roberto Baratti

SSD
ING-IND/26

Tematica di Ricerca
**Applicazione dell'intelligenza artificiale
a processi industriali nell'ambito dell'industria 4.0**

Le industrie di processo, che spaziano dalle raffinerie di petrolio alle aziende farmaceutiche, si trovano di fronte a sfide di rilievo che richiedono una significativa trasformazione digitale. Devono bilanciare aspetti cruciali come la sicurezza, la qualità, il profitto, la sostenibilità ambientale e l'affidabilità degli asset, il tutto in un contesto caratterizzato da frequenti cambiamenti normativi, fluttuazioni nel rapporto tra domanda e offerta, competizione globale e rotazione del personale. Il paradigma dell'Industria 4.0 offre ampie opportunità per un cambiamento deciso in questa direzione, mediante l'applicazione delle tecnologie abilitanti. Tra queste troviamo la simulazione tra macchine interconnesse per ottimizzare i processi. In questo scenario l'uso di gemelli digitali (digital twins), in grado di riprodurre il comportamento un processo produttivo si rivela una soluzione promettente per ottimizzare le operazioni, prevedere potenziali guasti e migliorare la gestione complessiva dell'impianto. Il presente studio ha proposto un gemello digitale che simula il comportamento di una colonna utilizzata per separare il metano da altri composti presenti nel gas naturale (NGL). Il gemello digitale, basato su un modello dati-driven che incorpora conoscenze fisiche, è progettato per migliorare il monitoraggio e il controllo della colonna demetanizzatrice. Utilizzando una struttura non convenzionale di reti neurali ricorrenti (LSTM) e dati generati da Aspen HYSYS®, il modello di simulazione è stato in grado di descrivere con precisione le dinamiche reali dell'unità di separazione, anche in presenza di rumore nelle misure. I risultati conseguiti evidenziano che il modello LSTM proposto ha dimostrato con successo la capacità di predire i profili di temperatura e composizione della colonna di distillazione. Ciò conferma l'efficacia di tale approccio e suggerisce che potrebbe essere impiegato come uno strumento promettente per lo sviluppo di sistemi di ottimizzazione del processo in tempo reale.

Publicazioni
<https://hdl.handle.net/11584/372063>



Gruppo di Lavoro
Stefania Tronci, Massimiliano Grosso

SSD
ING-IND/26

Tematica di Ricerca
**Studio della trasformazione di scarti alimentari
in prodotti ad alto valore aggiunto**

Le biomasse derivanti dai rifiuti alimentari rappresentano una fonte rinnovabile promettente per la produzione di energia, biocarburanti e bioprodotto. Attraverso processi come la fermentazione microbica e altri processi biochimici, è possibile trasformare queste biomasse in prodotti di alto valore aggiunto, contribuendo a ridurre l'impatto ambientale associato allo smaltimento dei rifiuti. La produzione della birra emerge come una delle industrie alimentari con maggiore generazione di scarti, tra cui le trebbie di birra esauste (BSG), residuo solido ottenuto durante la filtrazione del mosto. Attualmente, il 70% del BSG prodotto viene impiegato come mangime animale, il 10% per la produzione di biogas, mentre il restante viene smaltito in discarica. L'utilizzo del BSG come mangime animale rappresenta una pratica comune per ridurre gli sprechi. D'altro canto, considerando che il valore monetario associato al BSG secco per il mangime animale è stato stimato a EUR 13,95/tonnellata, mentre utilizzato come fonte di tocoferoli per l'isolamento di nutraceutici può aumentare fino a EUR 300/tonnellata, emerge l'interesse a esplorare opportunità per una valorizzazione più completa del BSG. Questo studio si è focalizzato sul processo di bioconversione del BSG, utilizzando una configurazione ibrida per produrre etanolo da glucosio ottenuto mediante saccarificazione enzimatica dei rifiuti di lavorazione del birrifico non trattati. Durante la fase di pre-idrolisi enzimatica, il basso rendimento di glucosio (33%) ha evidenziato le limitazioni del trasferimento di massa correlate alla elevata recalcitrante della matrice solida, derivante dalla frazione di lignina, che ha influenzato negativamente le prestazioni del processo ad alti carichi solidi. D'altra parte, la fermentazione della miscela intera ha prodotto un rendimento di etanolo pari al 72%, raggiunto dopo 7 ore dall'inoculazione. Tale valore di rendimento è comparabile a quello ottenuto con biomassa pretrattata con idrolisi acida, evitando la necessità di rimuovere composti inibitori generati durante il processo.

Publicazioni

<https://hdl.handle.net/11584/371124>; <https://hdl.handle.net/11584/391803>;
<https://hdl.handle.net/11584/392064>



Gruppo di Lavoro
Stefania Tronci

SSD
ING-IND/26

Tematica di Ricerca

Analisi di schemi di separazione ibridi nella produzione dell'acido levulinico ottenuto da idrolisi di biomassa

L'acido levulinico è riconosciuto dal Dipartimento dell'Energia degli Stati Uniti d'America come uno dei dodici composti chimici di alto valore aggiunto nella chimica verde, ottenuto in modo sostenibile tramite l'idrolisi acido-catalizzata della biomassa lignocellulosica. Nella produzione dell'acido levulinico, la fase di purificazione risulta essere una delle fasi più critiche, complesse e costose a causa della necessità di rimuovere una grande quantità di acqua dal sistema. Di conseguenza, definire schemi di separazione efficaci risulta cruciale per rendere la sua produzione economicamente conveniente. In questo studio, sono state esaminate sequenze di separazione ibride, caratterizzate dall'estrazione liquido-liquido seguita dalla distillazione. Si è dimostrato che gli schemi di separazione diretta e diretta-indiretta rappresentano le migliori alternative in termini di costo annuo totale e impatto ambientale. Successivamente, queste alternative sono state ulteriormente ottimizzate integrando dati sperimentali nel database del simulatore di processo utilizzato nello studio. Ciò ha consentito di ottenere un design affidabile per le configurazioni ibride dirette e dirette-indirette, utilizzate come riferimento per la generazione di due alternative intensificate. La prima configurazione intensificata è stata classificata come sequenza termodinamicamente equivalente, mentre la seconda include una colonna a parete divisoria. Entrambe le configurazioni hanno permesso di ridurre il costo annuo totale del 11% senza alcuna penalità per l'impatto ambientale rispetto al caso di riferimento.

Publicazioni

<https://hdl.handle.net/11584/371123>



Gruppo di Lavoro
Grazia Leonzio, Stefania Tronci, Massimiliano Grosso, Roberto Baratti

SSD
ING-IND/26

Tematica di Ricerca
**Innovativo reattore a membrana
per la produzione di metanolo da bio-syngas**

Attualmente il metanolo è un importante intermediario per la sintesi di molti composti chimici ed un vettore energetico con una domanda mondiale in continuo aumento, considerando anche il suo utilizzo nel settore dei trasporti. Secondo uno schema convenzionale, la produzione di metanolo consiste di tre differenti steps: produzione del syngas, produzione di metanolo e purificazione.

Il syngas viene generalmente prodotto dal reforming del gas naturale o altri combustibili fossili ma, in accordo ai più importanti accordi internazionali è necessario ridurre la dipendenza da fonti fossili al fine di ridurre le emissioni di gas con effetto serra. Per questo motivo, al fine di avere un processo sostenibile, il syngas può essere ottenuto dalla gassificazione della biomassa considerata come una competitiva fonte energetica.

Il progetto mira alla produzione di metanolo dal syngas ottenuto dalla gassificazione della biomassa. In particolare, viene proposto un reattore innovativo (non ancora investigato nella letteratura) per la sintesi di metanolo nel quale sono integrati una membrana per la separazione dell'acqua, un elettrolizzatore per la produzione di idrogeno dall'acqua ed uno scambiatore di calore per il recupero termico.

Tramite questo reattore, la produzione di metanolo è studiata a differenti biomasse usate per la gassificazione al fine di condurre un'analisi ambientale, economica ed energetica. La migliore biomassa verrà scelta tramite a multi criteria decision making method considerando un trade-off tra costi, consumi energetici ed impatto ambientale.

Progetti di Ricerca
MECOMER

PRINN PNRR 2022; Grazia Leonzio, Stefania Tronci, Massimiliano Grosso, Roberto Baratti; 210.602,00 €;
89.840,00 €



Gruppo di Lavoro

**Grazia Leonzio, Stefania Tronci, Massimiliano Grosso, Roberto Baratti,
Michele Mascia, Annalisa Vacca**

SSD

ING-IND/25; ING-IND/26; CHIM/07

Tematica di Ricerca

**Ottimizzazione del processo di produzione di metanolo rinnovabile
combinato con elettrolisi ad alta temperatura**

Il metanolo è un importante composto utilizzato per la produzione di diversi composti e come combustibile. Per questo motivo diversi processi sono stati analizzati in letteratura per la sua produzione e possono essere basati sull'idrogenazione dell'anidride carbonica, sulla co-elettrolisi dell'acqua e dell'anidride carbonica per la produzione di syngas utilizzato per la sintesi di metanolo o sulla riduzione diretta ed elettrolitica dell'anidride carbonica.

Tuttavia, l'ultima soluzione proposta ha attualmente un basso valore di technology readiness level (TRL), per questo motivo, in questa attività di ricerca, viene sviluppato un modello matematico per primi due schemi di processo che, dopo la sua validazione con dati di letteratura, verrà usato per la progettazione, ottimizzazione e scale-up.

Il modello matematico combina bilanci di materia, equazioni per la cinetica e per la descrizione dei fenomeni di trasporto e verrà risolto con un particolare software agli elementi finiti capace di fornire profili di velocità, concentrazione, temperatura, densità di corrente, etc.

In aggiunta, attraverso un'analisi di sensitività globale, verranno trovati i parametri di processo significativi sul costo di produzione e sull'impatto ambientale.

Progetti di Ricerca

DOMEC

FdS; Grazia Leonzio, Stefania Tronci, Massimiliano Grosso, Roberto Baratti; Michele Mascia, Annalisa Vacca
50.000,00 €; 50.000,00 €



Gruppo di Lavoro
Grazia Leonzio

SSD
ING-IND/26

Tematica di Ricerca

Integrazione di un sistema di cattura dell'anidride carbonica dall'aria e di un processo Fischer-Tropsch per la produzione di diesel

L'anidride carbonica può essere catturata dall'aria tramite processi di assorbimento o adsorbimento, membrana, distillazione criogenica, etc. L'anidride carbonica catturata può essere impiegata per la produzione di diversi composti o in modo diretto nell'industria alimentare. Uno composto di interesse che può essere ottenuto è il diesel, tramite la reazione di Fischer-Tropsch a partire dall'idrogenazione dell'anidride carbonica.

In questa attività di ricerca, viene sviluppato un modello matematico capace di descrivere l'integrazione di un sistema di cattura dell'anidride carbonica dall'aria con un processo di Fischer-Tropsch per la produzione di diesel. L'integrazione è condotta in modo da avere un recupero di acqua e calore al fine di avere un processo circolare in termini di anidride carbonica, acqua e calore. Il sistema di cattura fornisce l'anidride carbonica per la reazione di sintesi e l'acqua per la cella elettrolitica, i reattori di sintesi forniscono calore per il sistema di cattura e l'acqua per la cella elettrolitica.

Il modello matematico sviluppato in Python è basato su bilanci di materia ed energia e permette di valutare l'efficienza complessiva del sistema (rapporto tra l'energia del diesel prodotto e l'energia totale richiesta dal processo) e i dati di inventario per l'analisi ambientale condotta in SimaPro. Risultati hanno mostrato un'efficienza globale del 43.5% e la presenza di un ciclo chiuso in termini di anidride carbonica, acqua e calore.



Gruppo di Lavoro
Grazia Leonzio

SSD
ING-IND/26

Tematica di Ricerca

Analisi del miglior processo di produzione dell'etilene dall'anidride carbonica all'interno di una supply chain: risultati della modellazione matematica per un caso studio nel cluster di Teesside

Attualmente sono necessari nuovi processi per la produzione di composti chimici con l'obiettivo di supportare la transizione sia energetica e sia delle materie prime. Considerando sia la domanda globale che la capacità produttiva, l'etilene è il composto chimico organico più importante e per questo motivo processi di produzione alternativi (basati sull'utilizzo dell'anidride carbonica e acqua) sono stati studiati e analizzati in termini di costi ed emissioni nei precedenti studi.

In questa ricerca, viene suggerita la migliore tecnologia alternativa per la produzione di etilene a livello di supply chain per il cluster localizzato nel Teesside (Regno Unito) attraverso lo sviluppo di due diversi modelli matematici per la supply chain.

Per entrambi i modelli sviluppati, i risultati mostrano che il miglior processo di produzione dell'etilene si basa su un impianto che produce questa olefina a partire dal metanolo, prodotto dal gas di sintesi ottenuto dalla co-elettrolisi di anidride carbonica e acqua.

Attraverso un'analisi di sensibilità globale basata su un modello surrogato, si è riscontrato che il costo di utilizzo dell'anidride carbonica ha il maggiore impatto sul costo totale della supply chain.

L'ottimizzazione della cella elettrolitica potrebbe aiutare a ridurre i costi.



Gruppo di Lavoro
Grazia Leonzio

SSD
ING-IND/26

Tematica di Ricerca

Analisi tecno-economica ed ambientale di electro-catalizzatori metallici, preziosi e non, per una fuel cell

La cinetica lenta nella reazione di riduzione dell'ossigeno richiede quantità significative di costose nanoparticelle a base di Pt su carbonio (Pt/C) al catodo delle celle a combustibile con membrana a scambio protonico. Questo requisito ostacola l'implementazione su larga scala. Gli electro-catalizzatori di Fe a singolo atomo negli electro-catalizzatori C drogato con N (Fe-N-C) offrono le migliori attività di riduzione dell'ossigeno, ma il loro impatto ambientale non è stato studiato e i costi di produzione sono raramente quantificati. In questa attività di ricerca viene sviluppata una valutazione comparativa del ciclo di vita e un'analisi tecnico-economica della sostituzione di Pt/C con Fe-N-C al catodo di una cella a combustibile. Nello scenario di base, si stima che il Fe-N-C potrebbe ridurre i danni sugli ecosistemi e sulla salute umana rispettivamente dell'88-90% e del 30-44%. Gli impatti ambientali del Pt/C derivano prevalentemente dal precursore Pt, mentre quelli del Fe-N-C sono attualmente dominati dal consumo di elettricità. Sulla base delle prestazioni del catalizzatore, si stima che la sostituzione di Pt/C con Fe-N-C aumenterebbe il costo dello stack da 13.8 a 41.6 \$/kW.

Questi risultati dimostrano la necessità di un continuo sviluppo dell'attività di Fe-N-C con in mente percorsi di sintesi sostenibili per sostituire il catalizzatore catodico a base di Pt nelle celle a combustibile.

Pubblicazioni

<https://hdl.handle.net/11584/391943>



Gruppo di Lavoro
Grazia Leonzio

SSD
ING-IND/26

Tematica di Ricerca

Analisi tecno-economica ed ambientale dei processi di produzione di etilene dall'anidride carbonica

L'etilene è la sostanza chimica organica più importante in termini di domanda globale e capacità produttiva. Tra le alternative sostenibili alla produzione convenzionale di etilene basata sullo steam cracking di gas naturale e nafta, hanno attirato l'attenzione sia la riduzione elettrochimica diretta della CO₂ sia un processo tandem consistente nell'elettro-riduzione della CO₂ in CO seguita dall'elettro-riduzione della CO in etilene.

In questa attività di ricerca viene presentato un confronto tra i processi di elettro-riduzione diretta e tandem della CO₂ sia da un punto di vista economico che ambientale, inclusa un'analisi di sensibilità globale dei parametri chiave del processo sui costi di produzione e sull'impatto ambientale. I risultati descrivono un chiaro compromesso tra le prestazioni economiche e ambientali di entrambe le vie elettrochimiche, sebbene il processo tandem rimanga più conveniente dal punto di vista economico.

Successivamente nell'attività di ricerca sono stati considerati e confrontati altri schemi di processo per la produzione di etilene trovando come la produzione a partire da metanolo ottenuto dal syngas prodotto tramite co-elettrolisi dell'anidride carbonica e acqua sia la più vantaggiosa dal punto di vista ambientale.

Pubblicazioni

<https://hdl.handle.net/11584/391944>; <https://hdl.handle.net/11584/391945>



Gruppo di Lavoro
Tiziano Ghisu, Francesco Cambuli, Pierpaolo Puddu

SSD
ING-IND/08

Tematica di Ricerca

Simulazione multidisciplinare ad alta fedeltà e ottimizzazione di componenti di turbine a gas per applicazioni aeronautiche

Il principale obiettivo della ricerca è rappresentato dall'analisi tramite approcci ad alta fedeltà (computational fluid dynamics, CFD, e finite element analysis, FEA) di componenti per motori aeronautici (principalmente, sistemi di compressione e di espansione, ma si sono iniziati a studiare anche camere di combustione per l'utilizzo di combustibili alternativi). Le metodologie sviluppate considerano vari livelli di fedeltà, partendo dalla simulazione del componente isolato arrivando alla simulazione dell'interazione con i componenti vicini. Nella simulazione dei componenti di espansione (turbine) è importante considerare anche il complesso sistema di raffreddamento interno e a film delle pale. Per questi motivi, sono stati sviluppati sistemi di discretizzazione della geometria interna e di simulazione tramite metodi di scambio termico coniugato.

Sono stati e verranno sviluppati metodi di modifica della geometria e di ottimizzazione dei componenti basati sui modelli ad alta fedeltà descritti sopra, considerando obiettivi di progetto multipli che riguardano lo scambio termico, l'efficienza aerodinamica e la resistenza strutturale.

Inoltre, considerando che tali componenti sono soggetti a variazioni di forma dovute sia al processo di produzione che a deformazioni dovute all'uso, sono stati sviluppati metodologie per simulare l'effetto di tali deformazioni sulle prestazioni dei componenti, partendo dalle geometrie scansionate tramite tecniche laser, che vengono poi direttamente discretizzate e simulate con gli approcci CFD e FEA trattati sopra.

Publicazioni

<https://hdl.handle.net/11584/383705>; <https://hdl.handle.net/11584/383706>;
<https://hdl.handle.net/11584/377564>; <https://hdl.handle.net/11584/377563>;
<https://hdl.handle.net/11584/351838>

Progetti di Ricerca

NEXTAIR

Horizon2020; Tiziano Ghisu; Francesco Cambuli, Pierpaolo Puddu; 5.998.779,00 €; 372.000,00 €



Gruppo di Lavoro
Annalisa Vacca, Laura Mais, Michele Mascia, Nicola Melis

SSD
CHIM/07; ING-IND/25; ING-IND/27

Tematica di Ricerca
Processi fotoelettrochimici

- Preparazione e caratterizzazione di elettrodi per foto-elettro-catalisi;
- Studio della cinetica del processo;
- Applicazione alla foto-elettrolisi dell'acqua per l'ottenimento di idrogeno;
- Ottimizzazione del catalizzatore per realizzare il processo utilizzando la radiazione solare.

Progetti di Ricerca
H2020 Greener¹
FeDE²
NEST³
Return⁴
e.INS⁵
PROMETH2eus⁶
EleTAR⁷
EXPRESS⁸
RESELECT⁹

¹Horizon2020; Michele Mascia, 4.200.000,00 €; 160.000,00 €

²POR FSE; Laura Mais Michele Mascia; 1.000.000,00 €; 245.000,00 €

³PNRR; Michele Mascia, Nicola Melis; 114.700.000,00 €; ---

⁴PNRR; Annalisa Vacca; 115.100.000,00 €; ---

⁵PNRR; Annalisa Vacca; 119.100.000,00 €; ---

⁶MASE - PNRR; Annalisa Vacca, Michele Mascia; 3.000.000,00 €; ---

⁷ENEA – MASE; Annalisa Vacca, Michele Mascia; 110.000.000,00 €; 50.000,00 €

⁸PRIN 2022; Michele Mascia; 197.497,00 €; 37.373,00 €

⁹PRIN 2022; Annalisa Vacca; 196.547,00 €; 58.697,00



Gruppo di Lavoro
Annalisa Vacca, Laura Mais, Michele Mascia, Nicola Melis

SSD
CHIM/07; ING-IND/25; ING-IND/27

Tematica di Ricerca
Reattori elettrochimici

- Progettazione e caratterizzazione di elettrolizzatori per il trattamento di reflui e l'ottenimento di idrogeno verde;
- Caratterizzazione completa dell'idrodinamica del reattore;
- Modellazione matematica basata sulla fluidodinamica computazionale di reattori elettrochimici;
- Valutazione della produzione di idrogeno e della capacità di depurazione.

Progetti di Ricerca
H2020 Greener¹
FeDE²
NEST³
Return⁴
e.INS⁵
PROMETH2eus⁶
EleTAR⁷
EXPRESS⁸
RESELECT⁹

¹Horizon2020; Michele Mascia, 4.200.000,00 €; 160.000,00 €

²POR FSE; Laura Mais Michele Mascia; 1.000.000,00 €; 245.000,00 €

³PNRR; Michele Mascia, Nicola Melis; 114.700.000,00 €; ---

⁴PNRR; Annalisa Vacca; 115.100.000,00 €; ---

⁵PNRR; Annalisa Vacca; 119.100.000,00 €; ---

⁶MASE - PNRR; Annalisa Vacca, Michele Mascia; 3.000.000,00 €; ---

⁷ENEA – MASE; Annalisa Vacca, Michele Mascia; 110.000.000,00 €; 50.000,00 €

⁸PRIN 2022; Michele Mascia; 197.497,00 €; 37.373,00 €

⁹PRIN 2022; Annalisa Vacca; 196.547,00 €; 58.697,00



Gruppo di Lavoro
Annalisa Vacca, Laura Mais, Michele Mascia, Nicola Melis

SSD
CHIM/07; ING-IND/25; ING-IND/27

Tematica di Ricerca
Sistemi bio-elettrochimici

- Progettazione di sistemi BES tradizionali e con separatori ceramici;
- Caratterizzazione sperimentale della generazione di idrogeno e di elettricità;
- Modellazione matematica basate sulla fluidodinamica computazionale;
- Valutazione della produzione di idrogeno e della capacità di depurazione;
- Soil Microbial fuel cells per il risanamento di suoli.

Progetti di Ricerca
H2020 Greener¹
FeDE²
NEST³
Return⁴
e.INS⁵
PROMETH2eus⁶
EleTAR⁷
EXPRESS⁸
RESELECT⁹

¹Horizon2020; Michele Mascia, 4.200.000,00 €; 160.000,00 €

²POR FSE; Laura Mais Michele Mascia; 1.000.000,00 €; 245.000,00 €

³PNRR; Michele Mascia, Nicola Melis; 114.700.000,00 €; ---

⁴PNRR; Annalisa Vacca; 115.100.000,00 €; ---

⁵PNRR; Annalisa Vacca; 119.100.000,00 €; ---

⁶MASE - PNRR; Annalisa Vacca, Michele Mascia; 3.000.000,00 €; ---

⁷ENEA – MASE; Annalisa Vacca, Michele Mascia; 110.000.000,00 €; 50.000,00 €

⁸PRIN 2022; Michele Mascia; 197.497,00 €; 37.373,00 €

⁹PRIN 2022; Annalisa Vacca; 196.547,00 €; 58.697,00



Gruppo di Lavoro

Annalisa Vacca, Laura Mais, Michele Mascia, Nicola Melis

SSD

CHIM/07; ING-IND/25; ING-IND/27

Tematica di Ricerca

Valorizzazione di rifiuti minerali

- Progettazione e caratterizzazione di un processo di lisciviazione basica di coal mining wastes;
- Studio delle condizioni operative per l'estrazione di umati solubili;
- Ottimizzazione delle condizioni per un ammendante a specifica commerciale.

Progetti di Ricerca

H2020 Greener¹

FeDE²

NEST³

Return⁴

e.INS⁵

PROMETH2eus⁶

EleTAR⁷

EXPRESS⁸

RESELECT⁹

¹Horizon2020; Michele Mascia, 4.200.000,00 €; 160.000,00 €

²POR FSE; Laura Mais Michele Mascia; 1.000.000,00 €; 245.000,00 €

³PNRR; Michele Mascia, Nicola Melis; 114.700.000,00 €; ---

⁴PNRR; Annalisa Vacca; 115.100.000,00 €; ---

⁵PNRR; Annalisa Vacca; 119.100.000,00 €; ---

⁶MASE - PNRR; Annalisa Vacca, Michele Mascia; 3.000.000,00 €; ---

⁷ENEA – MASE; Annalisa Vacca, Michele Mascia; 110.000.000,00 €; 50.000,00 €

⁸PRIN 2022; Michele Mascia; 197.497,00 €; 37.373,00 €

⁹PRIN 2022; Annalisa Vacca; 196.547,00 €; 58.697,00 €



Gruppo di Lavoro

Annalisa Vacca, Laura Mais, Michele Mascia, Nicola Melis

SSD

CHIM/07; ING-IND/25; ING-IND/27

Tematica di Ricerca

Sistemi per la produzione di green methanol

- Modellazione e ottimizzazione di elettrolizzatori SOEC;
- Modellazione di sistemi integrati SOEC-reattori di idrogenazione della CO₂.

Publicazioni

<https://hdl.handle.net/11584/356161>; <https://hdl.handle.net/11584/358439>

<https://hdl.handle.net/11584/383714>; <https://hdl.handle.net/11584/356346>

<https://hdl.handle.net/11584/392103>; <https://hdl.handle.net/11584/352843>

<https://hdl.handle.net/11584/392063>

Progetti di Ricerca

H2020 Greener¹

FeDE²

NEST³

Return⁴

e.INS⁵

PROMETH2eus⁶

EleTAR⁷

EXPRESS⁸

RESELECT⁹

¹Horizon2020; Michele Mascia, 4.200.000,00 €; 160.000,00 €

²POR FSE; Laura Mais Michele Mascia; 1.000.000,00 €; 245.000,00 €

³PNRR; Michele Mascia, Nicola Melis; 114.700.000,00 €; ---

⁴PNRR; Annalisa Vacca; 115.100.000,00 €; ---

⁵PNRR; Annalisa Vacca; 119.100.000,00 €; ---

⁶MASE - PNRR; Annalisa Vacca, Michele Mascia; 3.000.000,00 €; ---

⁷ENEA – MASE; Annalisa Vacca, Michele Mascia; 110.000.000,00 €; 50.000,00 €

⁸PRIN 2022; Michele Mascia; 197.497,00 €; 37.373,00 €

⁹PRIN 2022; Annalisa Vacca; 196.547,00 €; 58.697,00 €



Gruppo di Lavoro
Maria Francesca Casula, Luca Pilia

SSD
CHIM/07

Tematica di Ricerca
Materiali molecolari per sorgenti luminose quantistiche

Gli stati quantistici della luce rappresentano una risorsa fondamentale per l'implementazione di tecnologie quantistiche ottiche innovative, che vanno dalle telecomunicazioni quantistiche sicure fino alla metrologia quantistica. Nonostante siano stati compiuti enormi progressi nella rilevazione degli stati quantistici della luce, la disponibilità di sorgenti quantistiche di luce è ancora molto limitata. Per quanto riguarda gli stati correlati, in particolare, questi vengono generati principalmente utilizzando sorgenti che sfruttando la risposta ottica non lineare di secondo o terzo ordine nei materiali che le costituiscono. Questa tematica di ricerca mira a proporre nuovi concetti per lo sviluppo di materiali quantistici che verranno utilizzati come sorgenti di fotoni singoli e correlati, e all'integrazione di questi materiali in dispositivi "on-chip" da impiegare nei campi della metrologia e della fotonica integrata. Per quanto riguarda i materiali attivi per le sorgenti di fotoni correlati, si intende studiare complessi dei metalli di transizione con proprietà di ottica nonlineare (NLO). Nello specifico, si vuole indagare l'impiego di complessi omolettici ed eterolettici di Ni, Pd e Pt, con proprietà di NLO rispettivamente del terzo e del second'ordine.

Progetti di Ricerca
ARTEMIS¹ www.artemis-quantumproject.eu/
QUANTAMOL²

¹Horizon Europe 2024; Luca Pilia, Maria Francesca Casula; 3.247.100,00 €; 405.375,00 €

²PRIN 2022; Luca Pilia, Maria Francesca Casula; 275.745,00 €; 137.189,00 €



Gruppo di Lavoro
Nicola Melis, Luca Pilia, Annalisa Vacca

SSD
CHIM/07

Tematica di Ricerca

Complessi di metalli non nobili quali catalizzatori per la riduzione della CO₂

Fra le soluzioni proposte per affrontare il problema relativo all'incremento della concentrazione atmosferica dell'anidride carbonica, il riciclo della CO₂, che prevede una sua conversione in combustibili non fossili o in precursori di molecole di interesse industriale, rappresenta un approccio ecosostenibile molto promettente. In quest'ambito rientrano la riduzione elettrochimica e fotoelettrochimica dell'anidride carbonica. Questa, infatti, può essere coinvolta in processi elettrochimici di riduzione che possono portare, a seconda delle condizioni di reazione a differenti prodotti quali CO, CH₄, CH₃OH, ecc. Per un processo economico e su larga scala sono però necessari catalizzatori che siano poco costosi e selettivi rispetto ai prodotti della reazione. I complessi metallici sono considerati una classe di composti particolarmente interessante in virtù della possibilità di modularne le proprietà chimico-fisiche, variando opportunamente i leganti e/o il centro metallico. Lo scopo del presente progetto di ricerca consiste nello sviluppo di catalizzatori per la riduzione della CO₂, basati su complessi di metalli non preziosi e ampiamente disponibili in natura. Sono stati selezionati leganti appartenenti a diverse classi molecolari per studiare l'effetto della natura legante nel comportamento catalitico dei complessi a base di metalli non preziosi. In particolare, sono stati preparati dei derivati fluorurati di leganti azotati come il tetraaza-annulene e l'orto-fenilendiammina e diversi leganti bidentati a base di zolfo. A partire da queste molecole, sono stati preparati diversi composti di coordinazione con ioni di metalli non-nobili, quali nichel, cobalto, rame e ferro.

Publicazioni

<https://hdl.handle.net/11584/356346>



Gruppo di Lavoro
Maria Francesca Casula, Francesco Desogus, Luca Pilia

SSD
CHIM/07; ING-IND/24

Tematica di Ricerca
Scaffold magnetici per applicazioni in diagnostica e ipertermia

Negli ultimi anni si è sviluppato l'interesse per gli scaffold magnetici (SM) per applicazioni in trattamenti basati sull'ipertermia interstiziale dei tumori ossei e per il controllo delle recidive locali con un miglioramento dell'efficacia delle terapie tradizionali quali la chemio e la radioterapia.

Nell'ambito di questa tematica di ricerca, si intende sviluppare metodi di produzione di scaffold che consentano la modulazione delle loro proprietà magnetiche e terapeutiche. La preparazione degli SM è stata finora eseguita tramite la deposizione e il drop-casting di nanoparticelle (NP) magnetiche su scaffold di materiali polimerici quali l'acido polilattico e il poli-caprolattone. Questa tecnica di produzione presenta il vantaggio della semplicità di esecuzione e la possibilità di un carico elevato di NP. In questo contesto, si vuole studiare l'effetto sulle proprietà degli SM delle diverse tipologie dei materiali costituenti gli scaffold, delle diverse morfologie degli stessi, della variazione delle proprietà delle NP e della loro distribuzione.

Le proprietà magnetiche degli scaffold vengono studiate tramite misure di magnetizzazione, mentre la distribuzione spaziale delle NP viene analizzata tramite tomografia THz; l'influenza dei modelli di carico sul trattamento dell'ipertermia del tumore osseo interstiziale viene investigata ricorrendo a simulazioni multifisiche.





Gruppo di Lavoro
Luca Pilia

SSD
CHIM/07

Tematica di Ricerca

Sintesi e caratterizzazione di materiali molecolari funzionali

L'attività di ricerca è incentrata principalmente sulla sintesi e/o caratterizzazione di composti di metalli di transizione o lantanidi con proprietà di ottica non-lineare (NLO) del second'ordine e/o di luminescenza (1) e nella preparazione e caratterizzazione di film sottili otticamente attivi, di questi materiali (2) per applicazioni in optoelettronica, telecomunicazioni o sensoristica.

1) Per quanto riguarda l'ottica non-lineare, vengono studiati complessi push-pull eterolettrici quadrato-planari, di ioni metallici quali Ni(II), Pd(II) e Pt(II) con leganti di tipo ditiolenico e diimminico. Questi complessi presentano un caratteristico assorbimento solvato Cromico nel visibile dovuto a una transizione elettronica a trasferimento di carica (CT) dall'HOMO, al quale contribuisce prevalentemente il ditiolato, al LUMO che è formato principalmente dagli orbitali del ditione (o della diimina). La transizione CT conferisce a questi complessi potenziali proprietà come cromofori per ottica non-lineare del secondo ordine. Nell'ambito delle proprietà ottiche, in particolare per la luminescenza, si stanno investigando complessi di alcuni ioni dei lantanidi quali Er(III), Yb(III), Gd(III), Eu(III) e Tb(III).

Studi sistematici, condotti anche con l'ausilio di calcoli teorici, hanno portato a chiarire alcuni aspetti della relazione struttura-proprietà in queste classi di composti, consentendo di acquisire delle conoscenze per un design molecolare volto all'ottimizzazione delle proprietà di questi sistemi.

2) I complessi push-pull quadrato-planari cristallizzano generalmente in sistemi centrosimmetrici. Questa loro caratteristica impedisce il manifestarsi allo stato solido delle proprietà di ottica non-lineare presenti a livello molecolare. Perciò, al fine di poter disporre di campioni che siano utilizzabili in dispositivi, le molecole di cromoforo vengono disperse in film polimerici o vetri. Nello specifico, sono stati preparati film sottili di polimetilmetacrilato (PMMA) contenenti quali cromofori NLO dei complessi metallici quadrato-planari.

Publicazioni

<https://hdl.handle.net/11584/375444>; <https://hdl.handle.net/11584/358199>

<https://hdl.handle.net/11584/356344>



Gruppo di Lavoro
Maria Francesca Casula

SSD
CHIM/07

Tematica di Ricerca

Design di materiali funzionali per applicazioni ambientali e biomedicali

L'attività di ricerca è incentrata sulla progettazione, preparazione e caratterizzazione morfologica e strutturale di materiali nanostrutturati con possibili applicazioni in ambito ambientale, energetico e biomedicale.

A tal fine la ricerca è incentrata sullo studio di classi di solidi nanoporosi quali silice e titania in forma di materiali con mesoporosità ordinata ed in forma di aerogels da utilizzare come matrici per la produzione di nanocompositi; nanostrutture a base di carbonio; dispersioni colloidali di nanoparticelle magnetiche. Un obiettivo della ricerca è lo studio dei materiali preparati ai fini di sviluppare metodiche di indagine che consentano di elucidare le caratteristiche tessiturali, morfologiche e strutturali delle nanofasi. Tali caratteristiche sono correlate alle proprietà funzionali dei materiali investigati, anche tramite collaborazione con il Dipartimento di Fisica, i ricercatori del Laboratorio di Materiali e Nanotecnologie dell'Università di Sassari e la University of Kent, U.K.

Pubblicazioni

<https://hdl.handle.net/11584/361276>; <https://hdl.handle.net/11584/359910>;

<https://hdl.handle.net/11584/361277>



Gruppo di Lavoro
Maria Francesca Casula, Luca Pilia

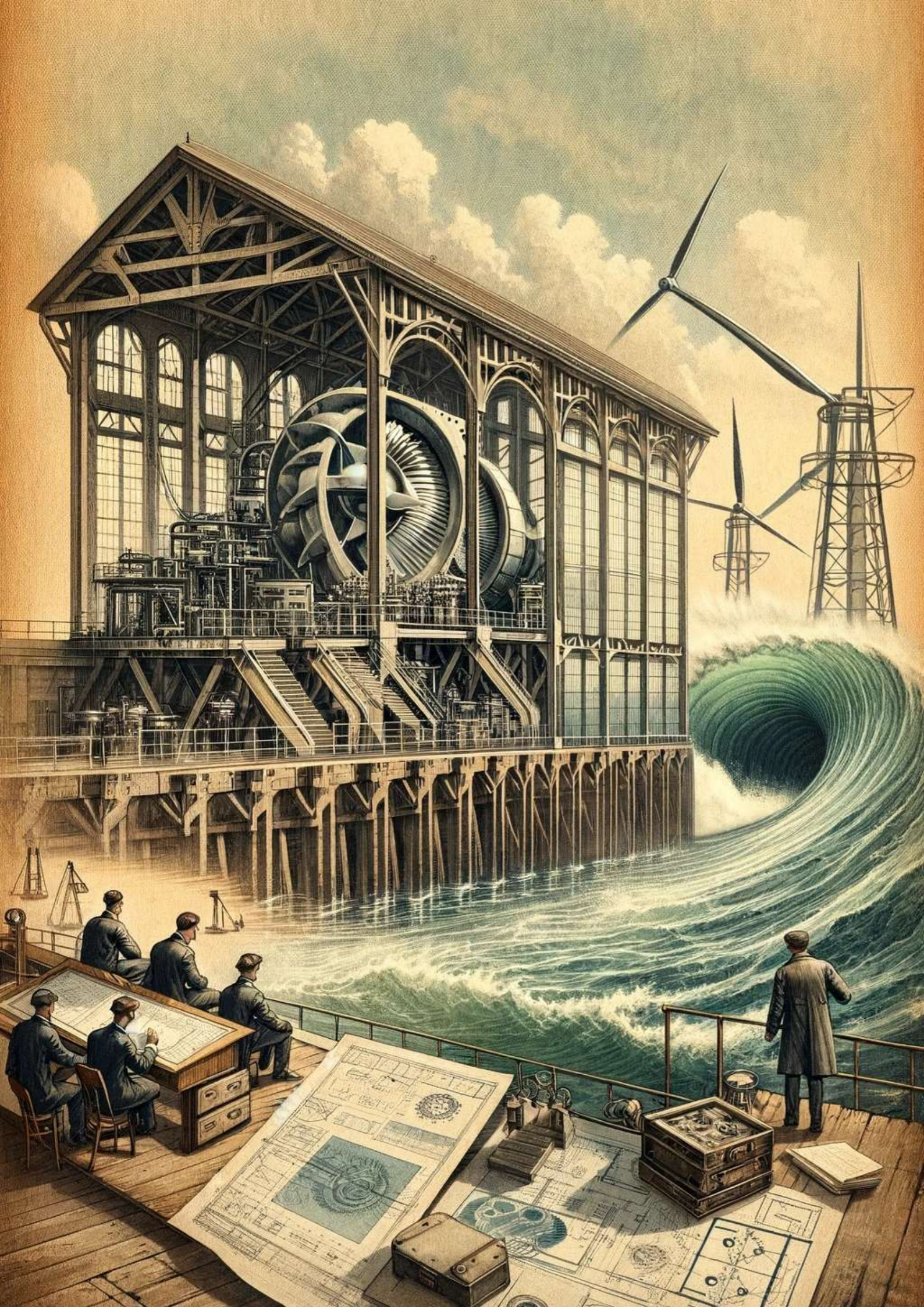
SSD
CHIM/07

Tematica di Ricerca
Preparazione ed applicazione di nanoparticelle metalliche da soluzioni di riciclo

La tematica si inserisce all'interno di un progetto coordinato dal DICAAR che mira al recupero e valorizzazione di rifiuti provenienti da componenti elettroniche. In particolare, l'attività svolta all'interno del DIMCM in collaborazione con il DIEE (Prof. A. Bonfiglio e P. Cosseddu) mira a produrre e caratterizzare dal punto di vista morfologico e strutturale nanoparticelle (NPs) metalliche ottenute a partire sia da precursori commerciali che da soluzioni di riciclo ricche di metalli. L'interesse principale è rivolto allo studio di nanoparticelle di oro, argento e rame ed alla loro possibile applicazione per la produzione di un inchiostro conduttivo.

Progetti di Ricerca
SMaRT PcBs

MITE; Maria Francesca Casula, Luca Pilia; 600.000,00 €; 41.000,00 €



Gruppo di Lavoro
Francesco Cambuli, Tiziano Ghisu, Fabio Licheri, Pierpaolo Puddu

SSD
ING-IND/08

Tematica di Ricerca
Impianti di conversione dell'energia del moto ondoso con turbina Wells

Il progetto di ricerca ha l'obiettivo di valutare le prestazioni di configurazioni innovative di sistemi per la captazione dell'energia del moto ondoso, costituiti principalmente da una camera a colonna d'acqua oscillante (OWC) e da una turbina ad aria (Wells). Il processo di ottimizzazione di tali sistemi comporta l'analisi di due problematiche principali;

- 1) l'interazione idrodinamica fra il moto ondoso e il sistema di captazione
- 2) il miglioramento aerodinamico delle prestazioni della turbina utilizzata per produrre l'energia meccanica (turbina Wells)

L'interazione del sistema di captazione con il moto ondoso comporta la valutazione preliminare dei parametri idrodinamici ottimali per il sistema di captazione (OWC) in funzione delle caratteristiche del moto ondoso. Tale problematica può essere affrontata dal punto di vista numerico, sviluppando dei modelli matematici semplificati per valutare le prestazioni complessive delle soluzioni innovative proposte.

Per migliorare le prestazioni della turbina, che dovrà operare su un ampio campo di condizioni del moto ondoso, saranno studiate diverse soluzioni sia mediante simulazioni numeriche CFD sia tramite indagini sperimentali su modelli di turbina e simulatore OWC. In particolare, si analizzerà un sistema di controllo della velocità di rotazione della turbina sia mediante modellazione dinamica del sistema sia sperimentalmente su un modello da laboratorio.

Inoltre, un innovativo sistema di calettamento variabile della palettatura rotorica della turbina sarà studiato, progettato e realizzato secondo una fase iniziale di modellazione dinamica seguita da una attività sperimentale.

Pubblicazioni

<https://hdl.handle.net/11584/369923>; <https://hdl.handle.net/11584/369343>

Progetti di Ricerca

APEIRON¹

e.INS²

NEST³

¹PRIN 2022 PNRR; Francesco Cambuli, Tiziano Ghisu, Pierpaolo Puddu; 240.000,00 €; 167.800,00 €

²NextGenerationEU PNRR; Francesco Cambuli, Fabio Licheri; -----; -----

³NextGenerationEU PNRR; Francesco Cambuli; -----; -----



Gruppo di Lavoro

**Francesco Cambuli, Giorgio Cau, Daniele Cocco, Tiziano Ghisu,
Fabio Licheri, Mario Petrollese, Pierpaolo Puddu, Vittorio Tola**

SSD

ING-IND/08; ING-IND/09

Tematica di Ricerca

Impianti di accumulo dell'energia ad aria compressa (CAES) per comunità energetiche sostenibili

Il principale obiettivo della ricerca è rappresentato dallo studio di sistemi di accumulo dell'energia di media taglia da integrare con impianti alimentati da fonti energetiche rinnovabili al fine di favorire lo sviluppo di comunità energetiche sostenibili, massimizzando la quota parte di energia elettrica auto-consumata. Più nel dettaglio, la ricerca è incentrata sullo studio di impianti di accumulo ad aria compressa di tipo adiabatico (Adiabatic Compressed Air Energy Storage, ACAES) di media taglia (1-10 MW) a servizio di mini-reti alimentate da fonti energetiche rinnovabili di tipo non programmabile, in particolare impianti eolici e fotovoltaici. La ricerca prevede l'analisi di diverse configurazioni di impianti ACAES, con una o più sezioni di accumulo termico e con o senza l'utilizzo di fluidi termovettori secondari (olio diatermico, in particolare). In tutti i casi, l'impianto ACAES è integrato con impianti alimentati da fonti energetiche rinnovabili (fotovoltaico oppure eolico) mentre l'utenza è rappresentata da un centro abitato di medio-piccole dimensioni.

I risultati della ricerca evidenziano come l'integrazione di un impianto ACAES con un impianto eolico o fotovoltaico consenta di incrementare in maniera significativa la quota di autoconsumo del centro abitato. A titolo esemplificativo, per un centro abitato di circa 10000 abitanti, con un impianto fotovoltaico caratterizzato da una produzione energetica annua circa uguale a quella richiesta dall'utenza, l'inserimento dell'impianto di accumulo può consentire di aumentare la quota di energia prodotta e autoconsumata dal 47 % al 62 %.

Nell'ambito del progetto di ricerca sono state anche valutate le prestazioni ambientali dei sistemi ACAES attraverso una analisi LCA (Life Cycle Analysis). L'analisi LCA ha evidenziato che la sostituzione dell'energia elettrica fornita dalla rete nazionale con quella prodotta da un impianto fotovoltaico apporta benefici in termini ambientali per tutte le categorie di danno. Tuttavia, il profilo ambientale peggiora con l'inserimento della sezione di accumulo.

Publicazioni

<https://hdl.handle.net/11584/353826>; <https://hdl.handle.net/11584/391823>

Progetti di Ricerca

Advanced Energy Storage Systems for Sustainable Communities

FdS; Francesco Cambuli, Giorgio Cau, Daniele Cocco, Tiziano Ghisu, Fabio Licheri, Mario Petrollese, Pierpaolo Puddu, Vittorio Tola; 49.918,66,00 €; 49.918,66 €



Gruppo di Lavoro
**Luca Migliari, Daniele Cocco, Giorgio Cau, Mario Petrollese, Vittorio Tola,
Matteo Marchionni**

SSD
ING-IND/09

Tematica di Ricerca
Strategie grid-oriented per la gestione di sistemi energetici

Le modalità di gestione dei sistemi energetici (di piccola, media e grande taglia) influenzano fortemente i parametri di flessibilità e resilienza dei distretti di rete cui sono collegati. Nello specifico, i sistemi energetici alimentati tramite fonti rinnovabili non programmabili (Variable Renewable Energy Sources, VRES) tendono ad impattare negativamente sulla rete cui sono connessi, portando sempre più spesso gli operatori di rete ad operare tagli (curtailment) di generazione. Tali misure, ovviamente, riducono la redditività economica e i benefici ambientali degli impianti alimentati a fonti rinnovabili non programmabili (essenzialmente solare ed eolico). In tale contesto, le attività svolte dal gruppo di ricerca in quest'ambito riguardano:

- lo sviluppo concettuale di indicatori di performance grid-oriented per i sistemi energetici, che permettano, in futuro, di comparare soluzioni diverse anche sulla base dell'impatto sulla rete che esse generano;
- lo sviluppo di modelli numerici e codici aperti per il calcolo di tali indicatori su diverse scale temporali e per diversi tipi di sistemi energetici, con o senza accumulo energetico;
- la valutazione delle prestazioni grid-oriented dei più comuni sistemi energetici in scenari reali di domanda e di rete;
- l'ottimizzazione delle configurazioni e della gestione di sistemi energetici basata sul miglior bilanciamento tra redditività dell'investimento e minimo impatto sulla rete.

Publicazioni

<https://hdl.handle.net/11584/385205>; <https://hdl.handle.net/11584/386043>



Gruppo di Lavoro
**Daniele Cocco, Vittorio Tola, Giorgio Cau, Mario Petrollese, Luca Migliari,
Matteo Marchionni**

SSD
ING-IND/09

Tematica di Ricerca

**Idrogeno da fonti rinnovabili per incrementare la flessibilità dei sistemi di
accumulo energetico**

L'incremento della produzione di energia da fonti energetiche rinnovabili non programmabili (eolico e fotovoltaico, essenzialmente) richiede una crescente disponibilità di sistemi di accumulo energetico in grado di garantire le necessarie caratteristiche di flessibilità della rete. I sistemi di accumulo ad aria compressa (Compressed Air Energy Storage, CAES) possono essere una interessante opzione. Tuttavia, i sistemi CAES convenzionali, di fatto gli unici realizzati finora, prevedono l'utilizzo di combustibili fossili per realizzare la fase di combustione dell'aria compressa, con le conseguenti emissioni di CO₂. In questa ricerca, vengono studiate e analizzate configurazioni impiantistiche di sistemi di accumulo ad aria compressa nei quali la combustione viene realizzata utilizzando idrogeno prodotto ancora da fonti rinnovabili, eliminando le emissioni di CO₂ e migliorando ulteriormente la flessibilità del sistema di accumulo.

Le configurazioni inizialmente analizzate derivano dall'impianto CAES McIntosh, opportunamente scalato e nel quale il gas naturale è stato sostituito con idrogeno prodotto mediante un elettrolizzatore PEM. Il confronto fra le prestazioni del Sistema CAES alimentato con idrogeno e con gas naturale evidenzia che l'utilizzo dell'idrogeno consente di ottenere gli stessi profili di immissione in rete dell'energia ma evitando l'emissione di consistenti quantitativi di CO₂. In particolare, il sistema è in grado di spostare circa il 35% dell'energia dai periodi diurni a quelli notturni, utilizzando solo ed esclusivamente energia rinnovabile da fotovoltaico. I risultati della ricerca evidenziano anche come la fornitura di differenti tipologie di servizi alla rete sia possibile mediante diverse configurazioni impiantistiche.

Pubblicazioni

<https://hdl.handle.net/11584/379883>



Gruppo di Lavoro

Mario Petrollese, Francesco Cambuli, Daniele Cocco, Fabio Licheri, Giorgio Cau, Pierpaolo Puddu, Tiziano Ghisu, Vittorio Tola

SSD

ING-IND/08; ING-IND/09

Tematica di Ricerca

Pompe nel funzionamento come Turbine in sistemi per accumulo di energia idraulica di media taglia

La ricerca riguarda i sistemi di accumulo di energia idraulica mediante pompaggio, utili per ottimizzare l'autoconsumo in micro-reti alimentate ad energia rinnovabile di tipo non programmabile. In particolare, l'analisi tratta i sistemi di media taglia, nei quali i costi d'impianto possono essere ridotti utilizzando pompe centrifughe commerciali funzionanti come turbine (PaT), nel campo da 1kW a circa 1MW.

La prima fase la ricerca ha individuato dei modelli teorico-sperimentali atti a valutare le prestazioni di pompe commerciali di piccola/media taglia nel funzionamento come turbina, validati con dati di letteratura. Essi sono stati applicati ad alcuni casi-studio di reti in isola di ridotte dimensioni, con l'integrazione ottimizzata di dispositivi di pompaggio e sistemi di produzione a fonti rinnovabili.

Alcuni risultati preliminari sono stati ottenuti analizzando il caso dei consumi elettrici di una piccola isola del Mediterraneo. Si è considerata una rete elettrica alimentata da un impianto fotovoltaico di potenza 1MW e integrato con un impianto di pompaggio di circa 250kW nominali, con l'uso di un bacino idrico esistente. Nonostante l'efficienza di "round-trip" dell'impianto con PaT sia risultata inferiore rispetto a quella dell'impianto convenzionale, cioè con pompa/turbina progettati ad hoc (57% contro 67.8%), il valore del LCOS del primo assume un valore di 57.8 €/MWh, notevolmente inferiore agli 84.10 €/MWh di quello convenzionale, soprattutto grazie ai ridotti costi di investimento dell'impianto con PaT.

Con lo scopo di ottenere dati sperimentali utili per il perfezionamento dei modelli suddetti, è stato studiato e progettato un impianto sperimentale per prove su pompe centrifughe operanti come turbine. L'impianto, attualmente in fase di collaudo, è dotato di un convertitore di potenza che permette la variazione del numero di giri della pompa/turbina, e di una pompa ausiliaria che, unitamente ad un sistema di valvole automatiche, consente di variare le condizioni di carico e di portata sulla PaT da caratterizzare.

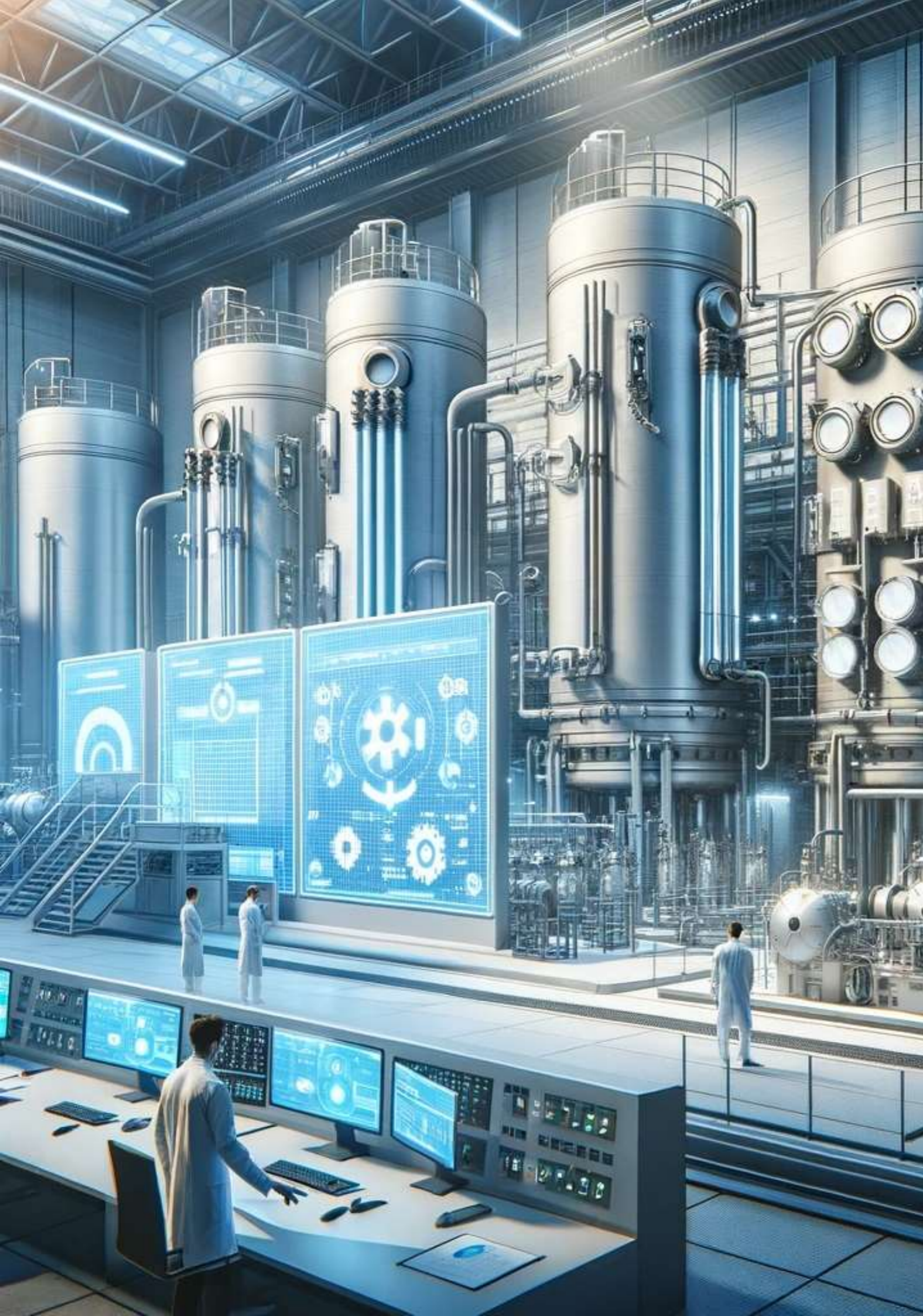
Publicazioni

<https://hdl.handle.net/11584/387223>

Progetti di Ricerca

PATHES

FdS; Mario Petrollese, Francesco Cambuli, Daniele Cocco, Fabio Licheri, Giorgio Cau, Pierpaolo Puddu, Tiziano Ghisu; 52.798,63 €; 52.798,63 €



Gruppo di Lavoro

Mario Petrollese, Giorgio Cau, Daniele Cocco, Vittorio Tola, Luca Migliari, Matteo Marchionni, Grazia Leonzio, Donato Morea

SSD

ING-IND/09; ING-IND/08; ING-IND/26; ING-IND/35

Tematica di Ricerca

Studio di sistemi di accumulo energetico innovativi basati sul concetto di “Pumped Thermal Energy Storage” (PTES)

I sistemi di accumulo Pumped Thermal Energy Storage (PTES), spesso chiamati anche batterie di Carnot, sono una tecnologia promettente per lo stoccaggio su larga scala di energia elettrica sotto forma di energia termica.

Le attività di ricerca svolte dal gruppo di ricerca in quest’ambito riguardano:

- lo sviluppo concettuale di sistemi PTES a media temperatura, con pompe di calore ad alta temperatura (HTHP) e impianti motore Rankine a fluido organico (ORC), e ad alta temperatura, con cicli a gas (Brayton) diretti e inversi di varia configurazione e complessità.
- lo sviluppo di modelli numerici e codici di calcolo per il dimensionamento, simulazione, valutazione delle prestazioni e ottimizzazione di sistemi PTES a media e ad alta temperatura e dei relativi componenti (compressori, turbine, motori ORC, pompe di calore HTHP, sistemi TES ad alta e a bassa temperatura, etc.).
- lo sviluppo di modelli numerici e codici di calcolo per la gestione ottimale di sistemi PTES a media e ad alta temperatura in relazione ai profili di produzione di impianti a fonte rinnovabile ed ai profili di richiesta dell’utenza.
- lo sviluppo di configurazioni innovative di integrazione di sistemi PTES a media e ad alta temperatura con altri sistemi di produzione di energia termica (CSP, sistemi di recupero di energia termica e/o frigorifera).
- lo studio di sistemi PTES che sfruttano fonti energetiche rinnovabili e che sono integrati termicamente ed elettricamente in processi per la produzione di combustibili (per esempio metanolo mediante bi- o tri-reforming)
- la valutazione dell’impatto complessivo di questa tecnologia da un punto di vista economico e finanziario, analizzando la redditività e la bancabilità di possibili progetti di investimento.

Publicazioni

<https://hdl.handle.net/11584/376143>; <https://hdl.handle.net/11584/392163>;

<https://hdl.handle.net/11584/392183>

Progetti di Ricerca

REPTES¹ www.leap-re.eu/reptes/

CA-RES²

¹LEAP-RE; Mario Petrollese, Giorgio Cau, Daniele Cocco, Vittorio Tola, Luca Migliari, Matteo Marchionni; 780.000,00 €; 186.000,00 €

²“Start Up” DM 737/2021; Mario Petrollese, Grazia Leonzio, Donato Morea; 100.000,00 €; 100.000,00 €



Gruppo di Lavoro
Pier Francesco Orrù, Maria Teresa Pilloni, Simone Arena

SSD
ING-IND/17

Tematica di Ricerca
Studio della supply chain dell'idrogeno come vettore energetico

L'attività di ricerca si è focalizzata sullo studio dello stato dell'arte attuale e dei possibili scenari futuri della supply chain dell'idrogeno considerando le diverse fasi della stessa, cioè dal flusso di materie (feedstock) prime legato ai diversi processi di produzione (production), allo stoccaggio del prodotto (storage) fino alla logistica distributiva che identifica la domanda e le modalità di distribuzione (distribution) dell'idrogeno ai diversi users finali (application).

Pubblicazioni
<https://hdl.handle.net/11584/352338>



Gruppo di Lavoro
Pier Francesco Orrù, Maria Teresa Pilloni, Simone Arena

SSD
ING-IND/17

Tematica di Ricerca
Studio di tecniche avanzate di condition monitoring e manutenzione predittiva

L'attività di ricerca si è basata sullo studio di tecniche avanzate di condition monitoring e tecniche diagnostiche su asset industriali, manutenzione predittiva, model simulation, data analytics, Machine Learning e algoritmi per la predizione di guasto. Nello specifico, si sono analizzati diversi modelli di Machine Learning (ML) e Intelligenza Artificiale (AI) applicati alla individuazione e alla predizione di anomalie e guasti di componenti o di linee produttive in diversi contesti industriali.

Pubblicazioni
<https://hdl.handle.net/11584/392143>



Gruppo di Lavoro
Massimiliano Pau, Bruno Leban, Micaela Porta

SSD
ING-IND/34; ING-IND/14

Tematica di Ricerca
Tecniche quantitative avanzate per la caratterizzazione della funzionalità motoria in ambito clinico

Nel corso della vita, le abilità motorie di un individuo sono soggette a cambiamenti che possono essere di natura fisiologica (e.g. fasi dello sviluppo o dell'invecchiamento) o patologica (e.g. a causa di patologie che interessano il sistema muscoloscheletrico, quello nervoso, o per disordini di natura genetica). La comprensione dei meccanismi che regolano tali mutazioni, e la loro caratterizzazione quantitativa, rivestono grande importanza sotto molteplici punti di vista, quali: (a) mettere in luce le cause alla base di un'alterazione delle abilità motorie; (b) investigare il legame tra performance cognitive e funzionalità motoria; (c) valutare l'efficacia di un trattamento farmacologico o riabilitativo; (d) caratterizzare e comprendere il decorso o le caratteristiche di una patologia.

In questo contesto il gruppo di ricerca è impegnato nello sviluppo e applicazione di metodi quantitativi innovativi per la valutazione del movimento umano, con particolare attenzione verso gli aspetti del movimento in grado di influenzare il livello di indipendenza nello svolgimento di attività di vita quotidiana, quali: (a) la locomozione, valutata mediante analisi della cinematica (utilizzando sistemi di motion capture basati su stereofotogrammetria optoelettronica o sensori inerziali) della dinamica (valutazione delle forze scambiate con il terreno mediante piattaforme di forza o solette presso-sensibili) e dell'attivazione muscolare (mediante elettromiografia di superficie); (b) il controllo posturale (mediante analisi dello sway posturale a partire dallo studio delle traiettorie del centro di pressione acquisite strumentalmente utilizzando piattaforme di forza o baropodometriche); (c) l'equilibrio funzionale e le attività di vita quotidiana (attraverso versioni strumentate dei test Timed Up and Go e Hand to Mouth effettuata utilizzando sistemi di motion capture ottici o inerziali); (d) la quantità e l'intensità dell'attività fisica svolta in condizioni di vita reale mediante l'utilizzo di accelerometri indossabili.

Publicazioni

<https://hdl.handle.net/11584/350678>; <https://hdl.handle.net/11584/353479>;
<https://hdl.handle.net/11584/354358>; <https://hdl.handle.net/11584/355538>;
<https://hdl.handle.net/11584/355758>; <https://hdl.handle.net/11584/356198>;
<https://hdl.handle.net/11584/362059>; <https://hdl.handle.net/11584/367683>;
<https://hdl.handle.net/11584/368167>; <https://hdl.handle.net/11584/371863>;
<https://hdl.handle.net/11584/373663>; <https://hdl.handle.net/11584/385184>;
<https://hdl.handle.net/11584/385323>

Progetti di Ricerca

A multi-modal tailored and adaptive training program to reduce walking fatigability in persons with progressive MS

International Progressive Multiple Sclerosis Alliance, USA; Massimiliano Pau, Bruno Leban, Micaela Porta;
150.000,00 €; 10.000,00 €



Gruppo di Lavoro
Massimiliano Pau, Bruno Leban, Micaela Porta

SSD
ING-IND/34; ING-IND/14

Tematica di Ricerca
Valutazione dell'esposizione a fattori di rischio biomeccanico per lo sviluppo di disturbi muscoloscheletrici mediante l'utilizzo di sensoristica indossabile

Nei paesi industrializzati, i disturbi muscoloscheletrici rappresentano la principale causa di malattia di origine occupazionale, problema esacerbato dall'elevata percentuale di lavoratori maturi (>50 anni) attivi all'interno della forza lavoro. Questi ultimi, a causa del naturale declino fisiologico del sistema muscoloscheletrico sono maggiormente a rischio per lo sviluppo di disturbi muscoloscheletrici.

Ad oggi la valutazione del rischio da sovraccarico biomeccanico avviene prevalentemente mediante l'utilizzo di metodi osservazionali, i quali soffrono di importanti criticità che rendono le valutazioni poco precise, scarsamente ripetibili ed affidabili. Per superare, almeno in parte, le criticità associate all'utilizzo di tali metodi, grazie allo sviluppo tecnologico che negli ultimi decenni ha reso possibile portare fuori dai laboratori la tecnologia per la valutazione di aspetti cinematici e dinamici del movimento umano, il gruppo di ricerca è impegnato nello studio di metodi quantitativi che permettano di fornire dati di esposizione a fattori di rischio biomeccanico in contesti di lavoro reale che siano in grado di fornire dati utilizzabili all'interno dei quadri normativi di riferimento, per la prevenzione e la tutela della salute del lavoratore.

In particolare, vengono utilizzati:

- sensori inerziali per la valutazione della cinematica dei distretti corporei maggiormente coinvolti nello sviluppo di disturbi muscoloscheletrici (quali il rachide e gli arti superiori) in termini di ampiezza, frequenza e durata dei movimenti;
- e solette presso-sensibili per la valutazione degli aspetti dinamici della mansione.

Publicazioni

<https://hdl.handle.net/11584/362803> ; <https://hdl.handle.net/11584/374144>

Progetti di Ricerca

PRiMuS¹

POWHER²

¹INAIL; Massimiliano Pau, Bruno Leban, Michela Porta, Pier Francesco Orrù; 93.234,29 €; 93.234,29 €

²MAECI 2023; Massimiliano Pau, Bruno Leban, Micaela Porta; 90.197,00 €; 90.197,00 €



Gruppo di Lavoro
Massimiliano Pau, Bruno Leban, Micaela Porta

SSD
ING-IND/34; ING-IND/14

Tematica di Ricerca
Applicazione di tecniche quantitative di analisi del movimento nello studio della performance sportiva

In un contesto sportivo che mira ad essere sempre più competitivo è fondamentale disporre di dati quantitativi che permettano di valutare lo stato di fitness dell'atleta e la sua capacità di ottimizzare il gesto tecnico, così da indirizzare gli allenamenti al miglioramento delle capacità fisiche e in ultima analisi al miglioramento delle performance.

Sebbene diverse discipline sportive richiedano l'affinamento di abilità specifiche, esistono alcune abilità "di base" che sono richieste e necessarie per il raggiungimento di buone performance in molteplici sport. Tra queste rivestono un ruolo di rilievo il controllo posturale statico e dinamico e lo sviluppo di forza esplosiva degli arti inferiori.

In questo contesto, il gruppo di ricerca si impegna a sviluppare ed applicare metodologie che sfruttano l'applicazione di strumenti che consentono una valutazione quantitativa della performance dell'atleta, in particolare si occupa:

- della valutazione quantitativa dell'equilibrio statico mediante analisi dello sway posturale a partire dallo studio delle traiettorie del centro di pressione acquisite strumentalmente utilizzando piattaforme di forza o baropodometriche
- della valutazione quantitativa dell'equilibrio dinamico sulla base di indici per la valutazione delle performance (quali il TTS e il DPSI) nel ripristino della condizione di equilibrio a seguito dell'esecuzione di un gesto dinamico a partire dai dati di forza scambiata con il terreno misurati con piattaforme di forza o pedane baropodometriche
- della valutazione della forza esplosiva a partire dai parametri cinematici e dinamici di diverse tipologie di salto (quali lo Squat Jump o il Counter Movement Jump) utilizzando sistemi di motion capture basati su stereofotogrammetria optoelettronica in combinazione con piattaforme di forza, o in condizioni più ecologiche utilizzando sistemi di motion capture inerziali e solette presso-sensibili.

Progetti di Ricerca
JADA¹
EDATS²

¹Sardegna Ricerche; Massimiliano Pau, Bruno Leban, Michela Porta; 234.524,00 €; 68.330,29 €

²EU; Massimiliano Pau, Bruno Leban, Micaela Porta; 400.000,00 €; 54.000,00 €



Gruppo di Lavoro
Massimiliano Grosso, Francesco Desogus, Nicola Melis

SSD
ING-IND/26; ING-IND/24; CHIM/07

Tematica di Ricerca
Caratterizzazione delle proprietà chimico-fisiche di impasti alimentari

L'analisi chimico-fisica degli impasti per la produzione di pane riveste un ruolo cruciale nell'industria alimentare, consentendo una comprensione approfondita delle proprietà e delle interazioni degli ingredienti coinvolti nel processo di panificazione. Con questa ricerca si intende esaminare il dettaglio delle caratteristiche fisiche e chimiche degli impasti, focalizzandosi sulle loro componenti fondamentali e sulle variazioni che influenzano la qualità del prodotto finale. Attraverso un'approfondita analisi, si mira a fornire una base solida per ottimizzare le formulazioni degli impasti e migliorare la qualità e la consistenza del pane prodotto.

Tra le tecniche impiegate per la caratterizzazione degli impasti, la reologia è uno strumento fondamentale per valutare proprietà quali viscosità, elasticità e deformabilità degli impasti durante il processo di lavorazione e cottura. La sua applicazione fornisce informazioni utili sulla struttura e sulle proprietà meccaniche degli impasti, contribuendo a ottimizzare le procedure di produzione e garantire la qualità del pane finale.

Altra tecnica impiegata è quella dell'analisi termica (TGA-DSC), volta ad individuare le temperature caratteristiche delle transizioni (vetrosa, di gelatinizzazione dell'amido etc.) o quelle dei cambiamenti di fase dell'acqua diversamente legata presente all'interno della matrice. Queste informazioni, a loro volta, possono essere utili per inferire gli effetti che le variabili di processo esercitano sull'impasto e, pertanto, possono contribuire all'ottimizzazione delle condizioni del processo e delle caratteristiche del prodotto finale.

Publicazioni

<https://hdl.handle.net/11584/383719>

Progetti di Ricerca

IACP

Ex Ministero Sviluppo Economico; Francesco Desogus, Massimiliano Grosso, Luca Pilia; 1.368.536,28 €; 350.000,00 €



Gruppo di Lavoro
Francesco Desogus, Massimiliano Grosso, Nicola Melis, Luca Pilia

SSD
ING-IND/26; ING-IND/24; CHIM/07

Tematica di Ricerca
Sviluppo di inchiostri conduttivi per applicazioni ingegneristiche

La tematica di ricerca proposta riguarda lo sviluppo e la caratterizzazione di inchiostri conduttivi basati su materiali carboniosi nanostrutturati a basso costo, destinati alla stampa di componenti elettronici o microelettronici per diverse applicazioni. In questa fase, ci si è maggiormente concentrati su materiali bidimensionali e, in particolare, su materiali costituiti principalmente da particelle di grafene few-layer. L'obiettivo è indagare l'effetto della formulazione dell'inchiostro (tipologia e concentrazione del filler conduttivo, dei solventi e dei binder) e dei metodi di preparazione sulle proprietà elettriche e meccaniche dei dispositivi stampati. Si punta non solo a una significativa riduzione dei costi rispetto agli inchiostri attualmente disponibili, ma anche alla non tossicità e, possibilmente, alla biodegradabilità dell'inchiostro.

Le tecniche di caratterizzazione consistono soprattutto in misurazioni di conducibilità elettrica, nella microscopia elettronica a trasmissione e a scansione, nell'analisi termica, nonché nella caratterizzazione reologica degli inchiostri, vista la necessità di centrare specifici requisiti affinché il processo di stampa e deposizione superficiale sia ottimale.

Publicazioni
<https://hdl.handle.net/11584/352843>

Progetti di Ricerca
IACP

Ex Ministero Sviluppo Economico; Francesco Desogus, Massimiliano Grosso, Luca Pilia; 1.368.536,28 €; 350.000,00 €



Gruppo di Lavoro
**Mohamad El Mehtedi, Francesco Aymerich, Donato Morea,
Pasquale Buonadonna**

SSD
ING-IND/16; ING-IND/14; ING-IND/35

Tematica di Ricerca
Sviluppo di processi innovativi di riciclo di materiali metallici

Rappresenta l'attività di ricerca più recente nel settore della produzione sostenibile ed è relativa allo studio di processi innovativi per il riciclo allo stato solido dei trucioli prodotti da lavorazioni per asportazione di truciolo di leghe metalliche. I processi di riciclo convenzionali degli sfridi di lavorazione si basano la loro rifusione; il film di ossido presente originariamente sulla superficie dei trucioli e il nuovo strato di ossido che si forma durante la rifusione causano una considerevole perdita di metallo che può arrivare anche al 45% in massa.

Un processo di riciclo innovativo, applicabile ai trucioli metallici, è il Friction Stir Extrusion (FSE) durante il quale il materiale subisce una deformazione plastica di grande entità impartita a temperature inferiori a quella di fusione. Ciò avviene per effetto dell'azione di un utensile rotante che penetra entro un contenitore cilindrico cavo compattando, agitando ed estrudendo i trucioli da riciclare e dando luogo a un prodotto a forma di barra o filo. Inizialmente è stata condotta una campagna di simulazioni utilizzando il metodo degli elementi finiti con l'obiettivo di ottimizzare la progettazione della matrice e la scelta dei parametri di processo in termini di velocità di rotazione e di estrusione.

Inoltre, è stata avviata una nuova attività di riciclo allo stato solido dei trucioli di alluminio mediante compattazione e Direct Hot Rolling che va a costituire un'ulteriore attività di ricerca. I primi risultati eseguiti sull'alluminio puro hanno evidenziato la fattibilità e il vantaggio che può portare questo nuovo processo dal punto di vista delle cadute economico-ambientale. Altre prove sono state eseguite su leghe automotive come la AA5754 e la AA6063 oltre che sulla lega AA3105 ottenendo delle lamiere che hanno delle proprietà meccaniche comparabili con il materiale tradizionalmente riciclato.



Gruppo di Lavoro
**Mohamad El Mehtedi, Francesco Aymerich, Donato Morea,
Pasquale Buonadonna**

SSD
ING-IND/16; ING-IND/14; ING-IND/35

Tematica di Ricerca
**Lavorazioni per asportazione di truciolo di PLA, PETG e PETG-Carbon
stampati in 3D**

Un altro filone di ricerca di interesse è lo studio della lavorabilità di materiali polimerici (PLA e PETG) stampati in 3D durante l'operazione di fresatura. È difficile ottenere come risultato di una stampa 3D FDM (Fused Deposition Modeling) una tolleranza molto stretta e una superficie con una buona rugosità superficiale. Una possibile soluzione può essere l'utilizzo di un'ultima operazione di fresatura che possa completare il pezzo in termini di rugosità e tolleranze dimensionali desiderate. Mediante l'applicazione di un'analisi DOE (Design of Experiments) per osservare il risultato di ottimizzazione sono stati analizzati tre fattori: velocità di avanzamento, profondità di taglio e velocità di rotazione. Sono state studiate due risposte: rugosità (Ra) della superficie fresata e altezza della bava. I risultati mostrano che questi due parametri presentano risultati ottimali in due diversi valori dei parametri di processo: il Ra è migliore a velocità di avanzamento più elevate e bassa profondità di taglio, ma la situazione si inverte per l'altezza della bava, per la quale si ottengono altezze inferiori di bava utilizzando maggiore velocità di avanzamento e profondità di taglio. I risultati dello studio sono stati presentati alla conferenza ISM 2023 "International Conference on Industry 4.0 and Smart Manufacturing (Lisbona, Portogallo) 22-24 November 2023". Uno studio analogo è in fase di conclusione che analizza l'effetto dei parametri di taglio su componenti stampati in 3D di materiale composito PETG rinforzato con fibra corta di carbonio. I risultati evidenziano un comportamento interessante tra i due componenti stampati in PETG e PETG-Carbon rispetto all'operazione di fresatura. I risultati di questo studio verranno pubblicati a breve.



Gruppo di Lavoro
**Mohamad El Mehtedi, Francesco Aymerich, Donato Morea,
Pasquale Buonadonna**

SSD
ING-IND/16; ING-IND/14; ING-IND/35

Tematica di Ricerca
Tecnologie di affinamento del grano mediante Friction Stir Processing

Il Friction stir processing (FSP) è un processo di deformazione plastica, sviluppata da Mishra nel 1999, che utilizza gli stessi principi della friction stir welding (FSW) e modifica la microstruttura delle superfici dei campioni per migliorarne le proprietà superficiali senza unire i campioni tra loro. Tutti i parametri del processo possono essere classificati in variabili della macchina, variabili di progettazione dell'utensile e proprietà del materiale. Durante il processo, il riscaldamento è generato dall'attrito tra l'utensile e il materiale della superficie superiore, l'utensile rotante determina un flusso plastico nel metallo, inducendo una zona agitata con grana fine in una semplice passata. La maggior parte dei guasti inizia dalla superficie di un componente. L'FSP può migliorare le proprietà della superficie, come la resistenza all'usura e alla corrosione, la durezza, la forza, la duttilità e la durata a fatica proprio dove è necessario e senza intaccare il substrato. L'obiettivo di questo studio è valutare l'impatto dei fattori operativi, come la velocità di avanzamento e di rotazione e la posizione della zona trattata del campione, sulla qualità della superficie della piastra AA2098 dopo il processo di Friction Stir Processing (FSP). Questa lega è stata scelta per il suo grande interesse nelle applicazioni aeronautiche.



Gruppo di Lavoro
**Mohamad El Mehtedi, Francesco Aymerich, Donato Morea,
Pasquale Buonadonna**

SSD
ING-IND/16; ING-IND/14; ING-IND/35

Tematica di Ricerca
Giunzioni multimateriali (giunzioni metallo-metallo e metallo-composito)

Il Progetto PRIN SCULPTROL si basa su una nuova catena di processo sostenibile ed economica basata sulla laminazione per generare sculture su lamiere metalliche per l'incollaggio di multimateriali (giunzioni metallo-metallo e metallo-composito). Le superfici scolpite sono note per fornire funzionalità avanzate in termini di forza di legame tra i multimateriali grazie all'incastro adesivo/meccanico generato alle interfacce di contatto dalle sporgenze.

Le attività di questi primi mesi sono state caratterizzate in una prima fase da una intensa ricerca bibliografica sulle possibili geometrie da utilizzare per i pin nelle giunzioni metallo-composito, e da un attento studio per definire le performance di queste mediante simulazioni. Più nel dettaglio, mediante modelli numerici (FEM), sono state testate alcune geometrie di PIN, la loro resistenza meccanica sotto i carichi di servizio e la loro formabilità durante il processo di laminazione per valutarne la possibile realizzazione di questi mediante laminazione. Di queste geometrie è stata scelta la più semplice di pin cilindrico per un primo trial sperimentale di realizzazione dei pin di varie dimensioni per valutare l'accordanza sperimentale con i risultati simulati. I primi test sperimentali sono stati effettuati su due diverse leghe di alluminio: AA1050 (alluminio puro commerciale) e la AA3105 (lega di alluminio e manganese). Inoltre, per quanto riguarda le giunzioni metallo-metallo, è stato effettuato uno studio sperimentale sulla giunzione di due lamine di lega di alluminio AA3105 mediante il processo di Roll Bonding. Si sono valutate l'influenza della temperatura e della riduzione percentuale sulla qualità del bonding all'interfaccia mediante valutazione della forza di peel necessaria per la separazione delle due lamine. In parallelo al progetto PRIN SCULPTROL, l'attività di ricerca è stata orientata allo studio delle giunzioni composito-composito, con particolare riferimento alle proprietà di tenacità e processi di danneggiamento in presenza di carichi statici e di fatica. Più nel dettaglio, le prime attività sono state dedicate a un'estesa ricerca bibliografica sulle tipologie e sulle possibili geometrie dei giunti, unitamente all'individuazione di tecniche per il miglioramento delle loro prestazioni in termini di resistenza al danneggiamento. Tra le numerose tecniche di rinforzo, è stata scelta quella dello Z-pinning, per la sua semplicità implementativa e l'efficacia nell'incrementare la resistenza di componenti giuntati. La tecnica dello Z-pinning consiste nell'inserimento di sottili fili (pin) nello spessore del componente in studio. Si è dunque valutata l'efficacia di questi rinforzi translaminare nel ritardare l'insorgere e la propagazione del danneggiamento (debonding all'interfaccia e delaminazione), analizzando l'influenza di fattori quali: tipologia di pins, numero e configurazione del rinforzo, posizione del pin rispetto ai bordi della giunzione, distanza tra pins e le proprietà del materiale costituente i pin.

Progetti di Ricerca
SCULPTROL¹
RIC-IEG²

¹PRIN MUR; Mohamed El Mehtedi, Pasquale Buonadonna, Francesco Aymerich; 94.575,00 €; 94.575,00 €

²FdS; Donato Morea, Antonio Baldi, Mohamed El Mehtedi, Pasquale Buonadonna, Francesco Aymerich; 51.487,46 €; 51.487,46 €



Gruppo di Lavoro
**Mohamad El Mehtedi, Francesco Aymerich, Donato Morea,
Pasquale Buonadonna**

SSD
ING-IND/16; ING-IND/14; ING-IND/35

Tematica di Ricerca
**Sostenibilità economico-gestionale e ambientale di tecnologie e sistemi di
lavorazione**

L'attività di ricerca è volta alla valutazione della sostenibilità economico-gestionale e ambientale di tecnologie e sistemi di lavorazione innovativi, in termini di analisi della redditività e finanziabilità di possibili scenari d'investimento, mediante l'utilizzo di tecniche finanziarie convenzionali e innovative. Inoltre, la stessa attività di ricerca mira alla valutazione dell'impatto ambientale degli scenari considerati, relativamente ai consumi energetici e alle emissioni di CO₂, nonché alla definizione di specifici modelli di economia circolare.

Publicazioni
<https://hdl.handle.net/11584/352509>; <https://hdl.handle.net/11584/356758>;
<https://hdl.handle.net/11584/377683>; <https://hdl.handle.net/11584/372143>



Gruppo di Lavoro
**Vittorio Tola, Giorgio Cau, Daniele Cocco, Michele Mascia, Annalisa Vacca,
Mario Petrollese, Matteo Marchionni**

SSD
ING-IND/09; ING-IND/26; CHIM/07

Tematica di Ricerca
**PROduzione di H₂ verde da acqua di mare tramite elettrolizzatore
innovativo ad alta temperatura con integrazione in processo power-to-
METhanol (PROMETH2eus)**

La ricerca si propone lo sviluppo, la fabbricazione e la messa in opera di un elettrolizzatore a ossidi solidi dalla struttura innovativa per la produzione di idrogeno verde da acqua di mare. È prevista la sua realizzazione in scala di laboratorio e la successiva integrazione con un reattore per la produzione di e-metanolo.

Tra gli obiettivi della ricerca si evidenziano:

- la produzione di e-metanolo da CO₂ proveniente da diverse fonti (industriale, portuale, biogas, fumi di combustione) a pressioni significativamente inferiori a quelle del processo di metanolazione convenzionale, consentendo di ridurre i costi energetici del processo;
- lo sviluppo di standard progettuali innovativi dell'elettrolizzatore, del reattore di sintesi del metanolo e del sistema integrato, basati sui dati sperimentali, per una rappresentazione completa del comportamento del sistema.

Pubblcazioni
<https://hdl.handle.net/11584/383714>

Progetti di Ricerca
PROMETH2eus

MITE - PNRR; Vittorio Tola, Giorgio Cau, Daniele Cocco, Michele Mascia, Annalisa Vacca, Mario Petrollese, Matteo Marchionni; 3.000.000,00 €; 1.710.000,00 €



Gruppo di Lavoro
Donato Morea

SSD
ING-IND/35

Tematica di Ricerca
Valutazione della sostenibilità nei nodi logistici e nelle catene di approvvigionamento

L'attività di ricerca mira, con particolare riferimento agli aspetti propri dell'Ingegneria Economico-Gestionale:
-alla definizione di un sistema integrato di supporto alle decisioni per la valutazione della sostenibilità nei porti, basato su modelli di emissione di gas e di energia nonché finalizzato a valutare i livelli di emissione e di consumo energetico per ogni attività portuale;
-alla definizione di uno strumento analitico per la valutazione della sostenibilità delle catene di approvvigionamento.

Progetti di Ricerca
MOST

NEXT iGenerationEU; Donato Morea; ----;----



Gruppo di Lavoro
Donato Morea

SSD
ING-IND/35

Tematica di Ricerca
La valutazione dell'impatto dei fattori ESG (Environmental, Social, Governance) sulle società e sulle banche

L'attività di ricerca riguarda lo studio dell'efficienza finanziaria delle società in relazione all'inclusione dei fattori ESG (Environmental, Social, Governance) e dell'ottimizzazione del portafoglio delle banche considerando i rating ESG nella selezione delle medesime società, nell'ambito di diversi settori. Inoltre, la medesima attività di ricerca mira ad indagare come la digitalizzazione influenza la relazione tra fattori ESG e prestazioni finanziarie delle società di diversi settori.



Gruppo di Lavoro
Donato Morea

SSD
ING-IND/35

Tematica di Ricerca
Sostenibilità e innovazione

L'attività di ricerca mira:

- alla valutazione della sostenibilità del modello integrato “responsabilità sociale delle organizzazioni - economia circolare” delle piccole e medie imprese nonché delle multinazionali operanti in diversi settori;
- all'analisi della conoscenza e della percezione dei consumatori in merito alla responsabilità sociale delle organizzazioni nonché all'economia circolare, e della loro disponibilità a pagare per prodotti di aziende che seguono queste pratiche, esaminando le differenze in base alle caratteristiche demografiche;
- all'identificazione di buone pratiche d'innovazione verde e di economia circolare adottabili da parte di aziende di diversi settori nel processo di sviluppo di nuovi prodotti e allo studio di metodologie Design Thinking finalizzate all'inserimento del pensiero circolare nel medesimo processo di sviluppo di nuovi prodotti;
- allo studio del ruolo di mediazione degli aspetti etici nel rapporto tra innovazione ambientale dei prodotti e valori percepiti dei marchi.



Gruppo di Lavoro
Donato Morea

SSD
ING-IND/35

Tematica di Ricerca
L'impatto del lavoro agile (smart working) sui lavoratori

A seguito della pandemia di COVID-19, si stanno affrontando enormi sfide aziendali a causa del crollo della domanda dei clienti e dei significativi cambiamenti organizzativi sostenuti dallo sviluppo digitale, mentre le crescenti esigenze sociali e ambientali coinvolgono imprese e individui. Questa tendenza sta modificando le logiche organizzative e di mercato, sostituendole con valori e pratiche legate a modelli basati sulla comunità. Alla luce di ciò, l'attività di ricerca ha lo scopo di studiare l'impatto che il lavoro agile (smart working) ha sui lavoratori, visti sia come membri dell'organizzazione che della comunità sociale.



Gruppo di Lavoro
Donato Morea

SSD
ING-IND/35

Tematica di Ricerca

Modelli di Project Financing per la sostenibilità economico-finanziaria dei progetti d'investimento in ambito CBRNe

La minaccia chimica, biologica, radiologica, nucleare ed esplosiva (CBRNe) non può essere ignorata, date le sue conseguenze potenzialmente molto significative in termini di vite umane ed effetti economici. In questo scenario, le attività finalizzate al contenimento degli eventi CBRNe diventano cruciali, ma il loro finanziamento può essere un elemento critico. L'utilizzo della tecnica del Project Financing può essere una soluzione adeguata alla sostenibilità economico-finanziaria dei progetti di investimento nel settore. Seguendo questa direzione, l'attività di ricerca mira allo studio di modelli di Project Financing, nel settore pubblico e privato, per sostenere le attività di contenimento degli eventi CBRNe.

Publicazioni

<https://hdl.handle.net/11584/356759>; <https://hdl.handle.net/11584/349101>;
<https://hdl.handle.net/11584/353778>; <https://hdl.handle.net/11584/356798>;
<https://hdl.handle.net/11584/349102>; <https://hdl.handle.net/11584/384746>;
<https://hdl.handle.net/11584/356778>; <https://hdl.handle.net/11584/372403>
<https://hdl.handle.net/11584/372303>
<https://hdl.handle.net/11584/384744>;



Gruppo di Lavoro
Roberto Di Quirico

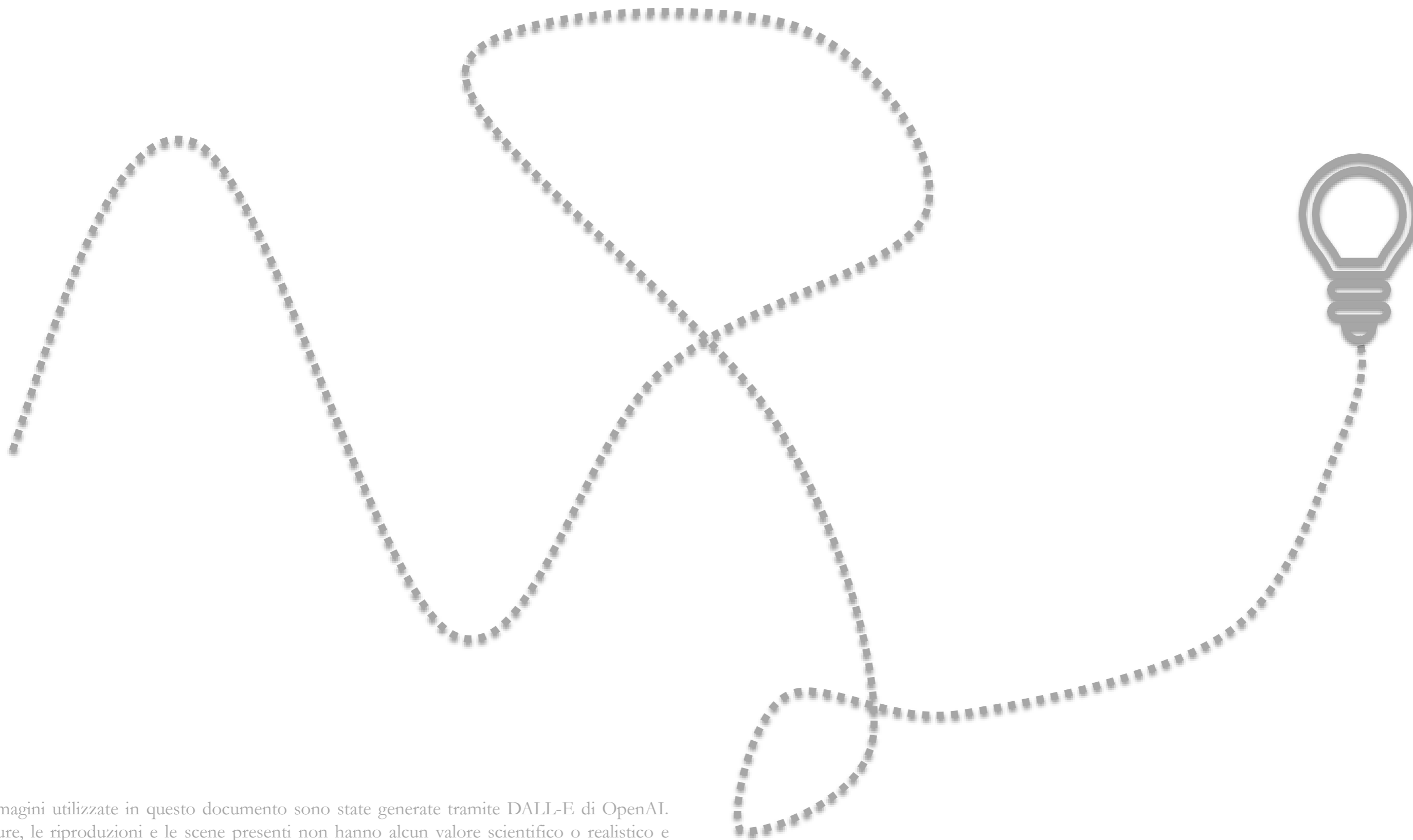
SSD
SPS/04

Tematica di Ricerca
**Politiche economiche e integrazione monetaria
nell'Italia del XX e XXI secolo**

La ricerca verte sulle vicissitudini economiche e monetarie italiane negli ultimi 100 anni con particolare attenzione al modo in cui le crisi finanziarie sono state affrontate dai vari governi e al modo in cui dette crisi hanno determinato il percorso dell'economia italiana, in particolare riguardo l'integrazione economica con i paesi oggi membri dell'Unione europea. La ricerca spazia tra la storia economica pur rivolta alle politiche economiche e le più recenti vicissitudini del governo italiano e delle politiche di resilienza e di ripresa rese necessarie dalla crisi pandemica e dal varo del programma Next Generation EU e del conseguente Piano Nazionale di Ripresa e Resilienza (PNRR).

Publicazioni

<https://hdl.handle.net/11584/386525>; <https://hdl.handle.net/11584/386526>
<https://hdl.handle.net/11584/386527>; <https://hdl.handle.net/11584/386528>
<https://hdl.handle.net/11584/367843>



Le immagini utilizzate in questo documento sono state generate tramite DALL-E di OpenAI. Le figure, le riproduzioni e le scene presenti non hanno alcun valore scientifico o realistico e sono state riportate con il mero scopo illustrativo e divulgativo delle tematiche presentate.



Dipartimento di Ingegneria Meccanica,
Chimica e dei Materiali
Università degli Studi di Cagliari



Stato della Ricerca 2023