

UNICAM



PIATTAFORMA TEMATICA DI ATENEO



Coordinatore: Prof. Francesco Nobili

Materiali per l'accumulo elettrochimico di energia
Prof. Francesco Nobili
LabMatES – Laboratory of Materials for Electrochemical energy Storage
Scuola di Scienze e Tecnologie – Sezione di Chimica



Il gruppo di ricerca, coordinato dal Prof. Francesco Nobili della Sezione di Chimica della Scuola di Scienze e Tecnologie, svolge le sue attività presso il Laboratorio dei materiali per l'accumulo elettrochimico di energia (LabMATES), nel centro di ricerca CHIP, ed è attualmente costituito da due professori associati, un ricercatore post-doc e cinque dottorandi di ricerca.

Le principali tematiche di ricerca riguardano lo sviluppo e la caratterizzazione chimico-fisica di materiali avanzati per dispositivi elettrochimici di accumulo e conversione, quali batterie Li-ione (LIBs), batterie Na-ione (NIBs), celle a combustibile ad elettrolita polimerico (PEMFCs) e celle ad ossidi solidi (SOFCs). Tali dispositivi giocano un ruolo fondamentale come tecnologie abilitanti per la transizione alle energie rinnovabili e la mitigazione dei cambiamenti climatici.

Al centro delle attività di ricerca è la sostenibilità delle soluzioni proposte, con particolare attenzione a un utilizzo efficiente delle materie prime, all'applicazione dei concetti dell'economia circolare, e allo sviluppo di materiali e formulazioni a basso impatto ambientale ed economico.

Il gruppo collabora su questi temi con altri gruppi di ricerca Unicam nell'ambito di progetti di Ateneo, nazionali ed europei. Il gruppo aderisce alla Piattaforma Tematica di Ateneo SUSMED – Sustainable and smart energy development e al network nazionale GISEL – Gruppo italiano sistemi di accumulo elettrochimico di energia, e vanta collaborazioni di ricerca con numerose istituzioni nazionali e straniere, e con aziende tra la quali AEA – Gruppo Loccioni, MIDAC, MIRKA, Johnson Matthey, SGL Carbon, Iberdrola.

Control of a Wind Energy Conversion Systems by Data-Driven Model-Free Adaptive Algorithms

Prof. Maria Letizia Corradini

Scuola di Scienze e Tecnologie – Sezione di Matematica



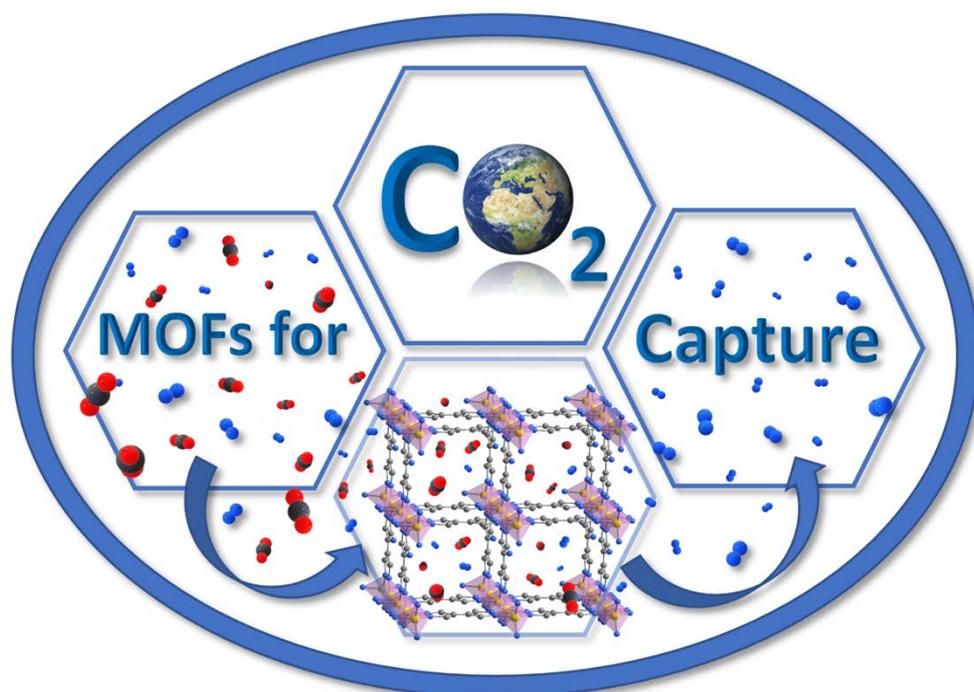
La modellazione e il controllo delle turbine eoliche (WT) è un compito impegnativo sia perché la loro aerodinamica è molto complessa e non lineare e perché i rotori sono sottoposti a flussi di vento stocastici e turbolenti. In generale, la riduzione del costo dell'energia eolica è il fattore chiave che guida una crescita di successo del settore dell'energia eolica, e i produttori si rivolgono sempre più a soluzioni di controllo più raffinate, come algoritmi per la riduzione del carico, controllori ottimi gain-scheduling, algoritmi di controllo predittivo and basati su tecniche sliding-mode. Gli approcci di controllo per i TW richiedono modelli dettagliati della turbina per acquisire il comportamento dinamico completo del sistema e soluzioni adattive sono state progettate al fine di migliorare l'efficienza o la diagnosi dei guasti e le capacità di controllo tolleranti ai guasti. Tuttavia, molti fattori contribuiscono all'incertezza o agli errori nella previsione dei modi dinamici e delle costanti di tempo, come differenze nella produzione, ipotesi di modellazione, semplificazioni, caratteristiche del sensore non modellate.

In effetti, i modelli semplificati generalmente utilizzati per la progettazione sono lungi dall'essere in grado di rappresentare le dinamiche reali molto complesse di una turbina. Inoltre, l'effetto della velocità del vento in ingresso incontrollata (e per lo più non misurabile) è difficilmente rappresentabile in un modello. La necessità di robustezza e la presenza di disturbi esterni e dinamiche non modellate impone dunque l'adozione di metodi data-driven, intrinsecamente robusti, che rendono il controller dipendente dai dati I/O del sistema controllato senza una struttura di controllo predefinita. In questo quadro, è stata recentemente proposta una tecnica di linearizzazione dinamica che utilizza derivati pseudo-parziali (PPD) e accoppiata con un metodo di controllo DD, basato sul controllo adattivo senza modello (MFAC), che è uno dei metodi DD on-line che non richiede una struttura di controllo fissa pre-specificata ed è finalizzato allo sviluppo di efficaci metodi di controllo e ottimizzazione utilizzando i dati I/O disponibili, in assenza di un modello accurato dell'impianto industriale.

In generale, i metodi DD mirano ad affrontare i problemi di controllo o decisione del sistema attraverso l'uso diretto dei dati di processo o l'apprendimento/estrazione delle conoscenze dai dati, e nel frattempo a sbarazzarsi delle questioni impegnative della teoria e del metodo basato su modelli, ad esempio, la modellazione e la robustezza, il grande divario tra la teoria basata sul modello e l'applicazione. L'algoritmo DDC proposto risolve il problema della massimizzazione dello scambio di energia della turbina. Nella condizione operativa nota come regione 2 (regione a media velocità), l'angolo di pitch è di solito fissato a zero e il problema di controllo diventa quello di

mantenere il coefficiente di potenza al suo valore massimo a fronte delle fluttuazioni della velocità del vento, in modo che la massima potenza meccanica sia estratta dall'energia eolica. È stato dimostrato che un'attenta analisi comparativa, effettuata per controllare la turbina standard NREL 5-MW al fine di massimizzarne l'efficienza, fornisce risultati soddisfacenti in termini di precisione e bontà del tracking, rispettivamente, della legge di controllo proposta rispetto alla letteratura disponibile.

Metal-Organic Frameworks (MOFs) per la cattura della CO₂
Prof. Corrado Di Nicola
Scuola di Scienze e Tecnologie – Sezione di Chimica



La cattura e il sequestro dell'anidride carbonica dalle emissioni antropiche è una delle sfide principali della ricerca attuale a livello accademico e industriale, poiché questo gas serra contribuisce per oltre il 60% al riscaldamento globale e all'acidificazione degli oceani. La sua concentrazione ha superato il valore di 400 ppm, che rappresenta un aumento di circa il 140% rispetto all'epoca preindustriale (1750). Sono allo studio diverse strategie per ridurre la CO₂, tra queste una alternativa emergente e promettente, è quella che si basa su materiali microporosi sintetici, i Metal-Organic Frameworks (MOFs) che hanno guadagnato grande attenzione in quanto presentano vantaggi unici, tra cui il controllo della dimensione e della forma dei pori, un'elevata area superficiale specifica e la possibilità di decorare le cavità interne dei pori con gruppi funzionali che ne modificandone le proprietà. Un punto di vista radicalmente nuovo è il cosiddetto "Carbon Capture and Utilization" (CCU), che impiega i MOFs come catalizzatori destinati a favorire reazioni di decomposizione della CO₂ al fine di recuperare il carbonio, in tal modo la CO₂ non è più considerata un semplice rifiuto ma una risorsa da riciclare in prodotti contenenti carbonio e materie prime a valore aggiunto.

Dal laboratorio al pianeta T: tecnologie fisiche sulla rampa di lancio della sostenibilità.

Prof. Roberto Gunnella

Scuola di Scienze e Tecnologie – Sezione di Fisica

L'attività di ricerca è principalmente rivolta allo studio della correlazione tra meccanismi di reazione e proprietà microscopiche (struttura atomistica, elettronica, e morfologia) di materiali utilizzati per dispositivi per l'energia, ovvero per accumulo (batterie Li/Na ione), conversione di energia (fuel cell), fotovoltaico. Altrettanto importante è conoscere la loro trasformazione/degradazione dopo utilizzo come materiali per tecnologie in condizioni estreme (nucleare, fusione, solare termodinamico). Durante la carica e la scarica di ioni o trasferimento di elettroni tra metalli (Pt, Pd, Mn, V, Co, Ni...) o semiconduttori si studia come massimizzare l'efficienza dei dispositivi. Nell'ottica dell'economia circolare la sostituzione di materiali pregiati con polimeri e biomateriali spesso di recupero è una delle missioni aperte, come pure massimizzare la porzione di materiale riciclato, nel fine vita. Analisi mediante raggi X in laboratorio o grandi infrastrutture dedicate, spettroscopia Raman e microscopia elettronica a scansione sono gli strumenti utilizzati per ottenere, grazie alle loro particolari caratteristiche in termini di risoluzione, intensità e purezza spettrale, informazioni anche durante la fase di lavoro del dispositivo.

Prof. Maria Chiara Invernizzi
Scuola di Scienze e Tecnologie – Sezione di Geologia

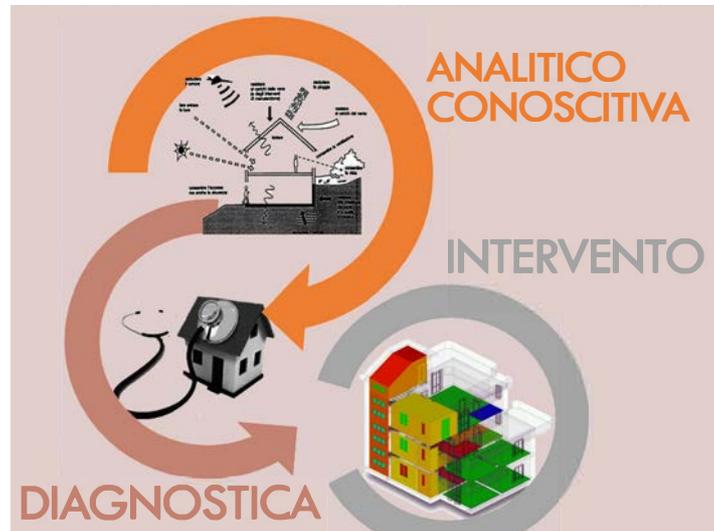


La Sezione GEOLOGIA della Scuola di Scienze e Tecnologie-Unicam propone, è impegnata nei seguenti campi:

- Lo studio e la valutazione di serbatoi naturali nel sottosuolo per lo **stoccaggio di fluidi** e della CO₂ in particolare.
- La valutazione e l'utilizzo della risorsa geotermica a media e bassa entalpia sia in aree con moderate anomalie termiche o emergenze termali (di potenziale interesse per impianti a ciclo binario), che attraverso l'utilizzo di sonde geotermiche e pompe di calore per il riscaldamento/raffrescamento di edifici. L'**energia geotermica** utilizza il calore contenuto nella Terra ed è un valido contributo all'efficienza energetica di edifici pubblici e privati nei centri urbani anche del cratere sismico, in particolare se coniugata ad altre fonti rinnovabili. Studi pilota sono stati proposti ad alcuni Comuni.
- La protezione delle coste e la valorizzazione delle aree costiere urbanizzate e dei porti attraverso sistemi di produzione di **energia dalle onde** del mare che si integrino nelle infrastrutture esistenti, rendendole energeticamente "attive", o nel progetto di nuove infrastrutture (partecipazione al progetto Interreg COASTENERGY - <https://coastenergy.unicam.it/>; progetto di Dottorato di ricerca "ReefPower", in collaborazione con UniPM).

Meno materia, meno energia. La progettazione del comfort ambientale degli spazi chiusi (indoor) ed aperti (outdoor).

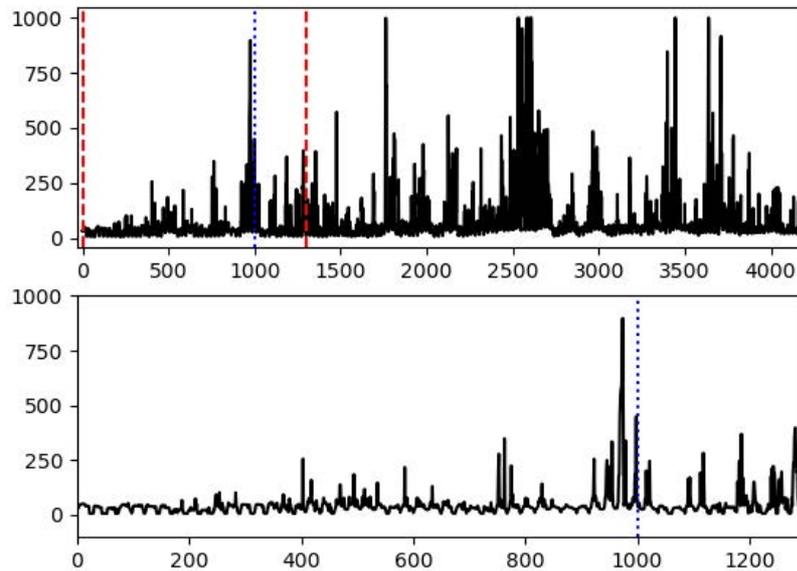
**Prof. Giuseppe Losco
Scuola di Architettura e Design**



I cambiamenti climatici nella storia del pianeta ci sono sempre stati, ma il riscaldamento globale negli ultimi 150 anni è risultato anomalo perché innestato dall'uomo e dalle sue attività. All'effetto serra naturale si è aggiunto l'effetto serra antropico dovuto all'immissione nell'atmosfera di circa il doppio di sostanze inquinanti rispetto al periodo preindustriale. Il 2021 Global Status Report for Buildings and Construction delle Nazioni Unite riporta che l'edilizia è responsabile del 36% di tutte le emissioni, del 40% di energia, del 50% di estrazione di materie prime e al contempo del 50% in peso dei rifiuti speciali prodotti nell'UE, del 21% del consumo di acqua.

L'azione di mitigazione e adattamento agli effetti del cambiamento climatico deve partire da un radicale cambiamento dell'economia e dell'organizzazione morfologica e tipologica, sia a livello di pianificazione urbana che di progettazione architettonica. Interventi di dematerializzazione energetica dei nuovi interventi e di riqualificazione sostenibile del patrimonio architettonico esistente e degli spazi aperti, attraverso la valorizzazione dello spazio pubblico, potranno giocare un ruolo significativo per la mitigazione delle temperature, il miglioramento della qualità dell'aria, della salute urbana e delle condizioni di comfort ambientale.

Prof. Carlo Lucheroni
Scuola di Scienze e Tecnologie – Sezione Matematica



Negli ultimi venti anni ho lavorato in finanza dell'energia, in particolare in finanza dell'elettricità. Gran parte della mia ricerca è legata allo sviluppo di modelli di forecasting avanzati per prezzi e domanda elettrici, ed a valutazione e gestione del rischio nella produzione termica e rinnovabile di energia.

Sono interessato in special modo allo sviluppo di modelli nonlineari stocastici per il forecasting di singolo valore e probabilistico, possibilmente di tipo spaziotemporale, facendo uso di dinamiche stocastiche, teoria dell'ottimizzazione, machine learning, e ibridi di queste tecniche.

Sono cofondatore della serie di conferenze Energy Finance Italia (la prima tenuta a Camerino), per accademici, ma anche aperta a practitioner, e dell'associazione EFI - Energy Finance Italia. Sono anche membro fondatore di Silkway, una associazione internazionale per la promozione di contatti accademici e culturali all'interno dell'Eurasia, con un interesse speciale per temi di energia e sostenibilità.

Sono associate editor di The Journal of Energy Markets (Risk publications, London).

Sono coorganizzatore della Green Energy Management (GEM) summer and winter school per studenti magistrali e dottorandi, tenuta negli ultimi dieci anni in giro per il mondo.

Prof. Lucia Ruggeri
Scuola di Giurisprudenza



Nell'ambito dell'area legale opera un gruppo di ricercatori dedito allo studio del prosumerismo e della transizione energetica.

Il gruppo coordinato dalla Prof. Lucia Ruggeri si è consolidato a seguito della realizzazione del Progetto Ecpe (Enabling Consumer to become Prosumer in the Energy transition era). In esso partecipano ricercatori di area sociale, tecnologica provenienti da Atenei italiani e stranieri. Esso vede la presenza di comuni, imprese e organizzazioni come stakeholder di progetto.

Info: <https://ecpe.unicam.it/it/node>