



DIMCM

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

**STATO DELLA RICERCA
ANNO SOLARE 2013**

STATO DELLA RICERCA - ANNO SOLARE 2013

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

Indirizzo: via Marengo 2, 09123 Cagliari, Italy
Tel.+39-070 675 5701 - Fax +39-070 675 5067
WEB: <http://www.dimcm.unica.it>

Direttore: Prof. Francesco GINESU e-mail: francesco.ginesu@dimcm.unica.it

Segretario Amministrativo: Carlo SECCI e-mail: carlo.secci@unica.it

Professori Ordinari

• BARATTI Roberto	ING-IND/26	Teoria dello Sviluppo dei Processi Chimici
• BERTOLINO Filippo	ING-IND/14	Progettazione Meccanica e Costruzione di Macchine
• CAO Giacomo	ING-IND/24	Principi di Ingegneria Chimica
• CAU Giorgio	ING-IND/09	Sistemi per l'Energia e l'Ambiente
• DIONORO Gennaro	ING-IND/16	Tecnologie e Sistemi di Lavorazione
• GINESU Francesco	ING-IND/14	Progettazione Meccanica e Costruzione di Macchine
• MANDAS Natalino	ING-IND/08	Macchine a fluido
• MANUELLO BERTETTO Andrea	ING-IND/13	Meccanica Applicata alle Macchine
• PAGLIETTI Andrea	ICAR/08	Dinamica delle Strutture e Dinamica Sismica delle Strutture
• PUDDU Pierpaolo	ING-IND/08	Macchine a fluido
• SANNA Ulrico	ING-IND/22	Scienza e Tecnologia dei Materiali
• VALLASCAS Rinaldo	ING-IND/12	Misure Meccaniche e Termiche

Professori Associati

• AYMERICH Francesco	ING-IND/14	Progettazione Meccanica e Costruzione di Macchine
• BALDI Antonio	ING-IND/14	Progettazione Meccanica e Costruzione di Macchine
• CABITZA Salvatore*	ING-IND/08	Macchine a fluido
• CARTA Renzo	ING-IND/24	Principi di Ingegneria Chimica
• COCCO Daniele	ING-IND/09	Sistemi per l'Energia e l'Ambiente
• CURRELI Luciano	ING-IND/29	Ingegneria delle Materie Prime
• FLORIS Francesco	ING-IND/09	Sistemi per l'Energia e l'Ambiente
• LALLAI Antonio	ING-IND/25	Impianti Chimici
• ORRU' Roberto	ING-IND/24	Principi di Ingegneria Chimica
• PALOMBA Chiara	ING-IND/08	Macchine a fluido
• PILLONI Maria Teresa	ING-IND/17	Impianti Industriali Meccanici
• ROMANO Daniele	ING-IND/16	Tecnologie e Sistemi di Lavorazione
• TOLA Giuseppe**	ING-IND/25	Impianti Chimici

* In pensione dal 30/09/2013

** In pensione dal 28/02/2013

Ricercatori

• AMBU Rita	ING-IND/15	Disegno e metodi dell'ingegneria industriale
• BRUN Michele	ICAR/08	Dinamica delle Strutture e Dinamica Sismica delle Strutture
• BUONADONNA Pasquale	ING-IND/16	Tecnologie e Sistemi di Lavorazione
• CAMBULI Francesco	ING-IND/08	Macchine a fluido
• CINCOTTI Alberto	ING-IND/24	Principi di Ingegneria Chimica
• DELOGU Francesco	CHIM/07	Fondamenti Chimici delle Tecnologie
• GROSSO Massimiliano	ING-IND/26	Teoria dello Sviluppo dei Processi Chimici
• LOCCI Antonio	ING-IND/24	Principi di Ingegneria Chimica
• MASCIA Michele	ING-IND/25	Impianti Chimici
• MELONI Paola	ING-IND/22	Scienza e Tecnologia dei Materiali
• ORRU' Pier Francesco	ING-IND/17	Impianti Industriali Meccanici

- PALMAS Simonetta ING-IND/27 Chimica Industriale e Tecnologica
- PAU Massimiliano ING-IND/14 Progettazione Meccanica e Costruzione di Macchine
- PORCU Maria Cristina ICAR/08 Dinamica delle Strutture e Dinamica Sismica delle Strutture
- RUGGIU Maurizio ING-IND/13 Meccanica Applicata alle Macchine
- TOLA Vittorio ING-IND/09 Sistemi per l'Energia e l'Ambiente
- TRONCI Stefania ING-IND/26 Teoria dello Sviluppo dei Processi Chimici
- VACCA Annalisa CHIM/07 Fondamenti Chimici delle Tecnologie

Ricercatori a tempo determinato

- ERRICO Massimiliano ING-IND/25 Impianti Chimici
- GHISU Tiziano ING-IND/08 Macchine a fluido
- LEBAN Bruno ING-IND/13 Meccanica Applicata alle Macchine
- LICHERI Roberta ING-IND/22 Scienza e Tecnologia dei Materiali
- PIA Giorgio ING-IND/22 Scienza e Tecnologia dei Materiali
- PILIA Luca CHIM/07 Fondamenti Chimici delle Tecnologie

Personale tecnico-amministrativo

- LAI Daniele Area Tecnica Cat. C1
- LILLIU Maria Area Amministrativa Cat. C5
- MARONGIU Gianluca Area Tecnica Cat. C5
- PIRAS Antonella Area Amministrativa Cat. C4
- PORCEDDU Brunella Area Amministrativa Cat. B4
- VIOLA Antonello Area Tecnica, Cat. D2

Borsisti / Assegnisti / Contrattisti

- CARTA Giorgio Assegnista RAS
- CAREDDA V. Francesco Assegnista RAS
- CASCETTA Mario Assegnista RAS
- CASULA Elisa Borsista RAS
- COGONI Giuseppe Borsista
- DESOGUS Francesco Borsista RAS
- FADDA Sarah Borsista RAS
- FRANCESCONI Luca Borsista in parternariato
- GIACCU Gian Felice Assegnista RAS
- MELIS Emanuela Assegnista RAS
- MONTINARO Selena Borsista in parternariato
- MUSA Clara Borsista in parternariato
- PADERI Maurizio Assegnista RAS
- PINNA Daniele Borsista
- SERRA Fabio Assegnista
- TRONCI Aurelio Assegnista RAS

Dottorandi di ricerca	<i>Dottorato</i>	<i>Indirizzo</i>	<i>Ciclo</i>	<i>Tutor</i>
• ARENA Simone	Progettazione Meccaniche		XXVI	Cau
• CABONI Omar	Progettazione Meccaniche		XXVII	Mandas
• COLUCCIA Carla	Ingegneria Biomedica		XXVI	Cao
• COSTELLI Cristina	Ing. Scienze Ambientali		XXVII	Cao
• CUCCU Alessio	Ingegneria Biomedica		XXVII	Orrù
• FRONGIA Bruno	Ingegneria Biomedica		XXVI	Cao
• LA CROCE Simone	Progettazione Meccaniche		XXVII	Mandas
• MAIS Laura	Ingegneria Industriale	Chimico	XXVII	Mascia
• MEILI Silvia	Ingegneria Industriale	Meccanico	XXVI	Pilloni/Manuello
• MANCUSO Luisa	Ingegneria Biomedica		XXVI	Cao
• PETROLLESE Mario	Ingegneria Industriale	Meccanico	XXVII	Cocco
• PODDA Lucia	Progettazione Meccaniche		XXVIII	Mandas
• PORRU Marcella	Ingegneria Industriale	Chimico	XXVII	Baratti

- | | | | | |
|---------------------|-------------------------|---------|--------|--------|
| • RIZZARDINI Simone | Ingegneria Industriale | Chimico | XXVIII | Mascia |
| • STERITI Alberto | Ing. Scienze Ambientali | | XXVI | Cao |

Docenti ospiti

- | | |
|-------------------------|--|
| • Jesus ALVAREZ | Universidad Autonoma Metropolitana – Itzapalapa, Mexico D.F., Mexico |
| • Santiago CUESTA LOPEZ | Universidad de Burgos, Spain |
| • Liviu MARSAVINA | University of Timisoara, Romania |
| • Michela MULAS | Helsinki University of Technology, Finlandia |
| • Javier LANOS LOPEZ | Universidad de Castilla la Mancha, Spain |
| • José ROMAGNOLI | Louisiana State University, USA |

Diversi membri del Dipartimento ricoprono incarichi di rilievo nel campo della didattica, della ricerca e dell'organizzazione accademica. In particolare:

- Il prof. Roberto BARATTI è il coordinatore del corso di dottorato di ricerca in Ingegneria Industriale, vicedirettore del Dipartimento ed è il Rappresentante dell'Università di Cagliari nel Consorzio Interuniversitario Nazionale HTR.
- Il prof. Filippo BERTOLINO ricopre la carica di Presidente del CCS in Ingegneria Meccanica.
- Il prof. Giacomo CAO ricopre le seguenti cariche: Direttore del Centro Interdipartimentale di Ingegneria e Scienze Ambientali (CINSA) dell'Università di Cagliari; Componente della Giunta del Consorzio Interuniversitario Nazionale "La Chimica per l'Ambiente" e Direttore del Laboratorio di Cagliari dello stesso Consorzio; Direttore dell' Unità di Ricerca di Cagliari del Dipartimento Energia e Trasporti del CNR; Coordinatore del Dottorato in Ingegneria Biomedica.
- Il prof. Giorgio CAU ricopre le seguenti cariche: responsabile scientifico del laboratorio Tecnologie solari a concentrazione e Idrogeno da FER del Cluster Energie Rinnovabili di Sardegna Ricerche; membro del consiglio scientifico del Consorzio ITQSA (Consorzio di Ricerca per il Distretto Tecnologico Innovazione, Qualità e Sicurezza degli Alimenti) presso la Regione Abruzzo.
- Il prof. Francesco GINESU, oltre ad essere il Direttore del Dipartimento, è membro del Senato Accademico.
- Il prof. Natalino MANDAS è il coordinatore del corso di dottorato di ricerca in Progettazione Meccaniche.
- Il prof. Roberto ORRÙ è il Rappresentante dell'Università di Cagliari nel Consorzio Interuniversitario Nazionale "La Chimica per l'Ambiente", Coordinatore del Dottorato Internazionalizzato in Ingegneria e Scienze Ambientali e ricopre la carica di Presidente del CCS in Ingegneria Chimica dal 01/03/2013.
- Il prof. Ulrico SANNA è il coordinatore del corso di dottorato di ricerca in Tecnologie per la Conservazione dei Beni Architettonici e Ambientali.
- Il prof. Giuseppe TOLA ricopre la carica di Presidente del CCS in Ingegneria Chimica fino al 28/02/2013.

Descrizione delle Linee di Ricerca del Dipartimento

Nell'anno 2013 le varie attività di svolte da ricercatori del DIMCM hanno riguardato le seguenti linee di ricerca:

Ingegneria Strutturale

Controllo degli sforzi dinamici attraverso limitatori di inerzia

L'attività di ricerca svolta ha riguardato la possibilità di ridurre gli sforzi in campo dinamico e sismico attraverso dei sistemi di disconnessione di masse attive non strutturali. La disconnessione è permessa da opportuni dispositivi a comportamento rigido-plastico, che mantengono un collegamento rigido delle masse sotto azioni di bassa entità e si plasticizzano invece per livelli di forze prestabiliti, comportando da un lato la riduzione delle forze di inerzia sulle masse strutturali e dall'altro forti dissipazioni di energia in campo plastico. L'efficacia del metodo viene valutata attraverso i risultati di modellazioni numeriche che considerano la soluzione di equazioni non-lineari del moto sotto terremoti reali. I risultati della ricerca sono stati pubblicati negli atti di due convegni internazionali e sono in pubblicazione su due riviste internazionali.

Modellazione dell'azione dinamica laterale prodotta dal moto delle persone sulle strutture pedonali

La ricerca si inserisce nell'ambito dello studio delle vibrazioni indotte dal moto dei pedoni su strutture snelle. In particolare, vengono analizzati diversi modelli presenti in letteratura per modellare le forze laterali prodotte dai pedoni in moto. Con riferimento al case-history della passerella pedonale del Mediolanum Center di Assago, è stato studiato il fenomeno di sincronizzazione struttura-pedoni mettendo in evidenza che l'applicazione delle normative internazionali ES ISO 10137 portano a valori di accelerazione non cautelativi. L'adozione di altri modelli presenti in letteratura per simulare l'azione dei pedoni, risulterebbe invece più cautelativa. La ricerca ha condotto alla proposta di modifiche migliorative per la verifica delle strutture pedonali. La ricerca è stata sviluppata anche nell'ambito di una tesi magistrale e i risultati della ricerca porteranno a pubblicare due lavori nell'anno 2014.

Identificazione di danno strutturale attraverso prove dinamiche

Il presente lavoro di ricerca è svolto in collaborazione con un docente appartenente ad altro settore disciplinare e coinvolge anche il lavoro di un dottorando. Si tratta di un lavoro che prevede prove sperimentali e numeriche su materiali compositi o di tipo sandwich e che intende sondare l'efficienza delle tecniche standard, basate su metodi dinamici, di individuazione del danno su materiali di nuova concezione. La ricerca, che coinvolge anche l'Università di Cracovia, è ancora nella fase iniziale e si prevede di arrivare entro il 2014 alla pubblicazione dei primi risultati.

Teorie Costitutive in Elastodinamica.

Nuove teorie sono sviluppate in base alle proprietà dispersive del solido eterogeneo. Tecniche analitiche e numeriche di Bloch-Floquet sono applicate all'analisi lineare ed estese in ambito nonlineare. Nelle moderne applicazioni tecnologiche sono frequenti i fenomeni non lineari, dovuti a onde d'urto e carichi dinamici ad alte velocità e frequenze. L'interazione tra fenomeni non lineari e dispersivi, oggetto dell'Analisi Dispersiva Non Lineare è di forte importanza in problemi di impatto e nell'ingegneria sismica. Modelli variazionali sono sviluppati per la determinazione delle proprietà effettive non locali nello spazio e nel tempo.

Modellazione dei materiali compositi all'interno della teoria dei mezzi continui.

Tale modellazione si pone a livello di meso- e macro-scala nella modellazione multiscala dei materiali complessi. Lo scopo risiede nel determinare, in base ad un numero minimo d'informazioni microstrutturali (che consistono nel comportamento costitutivo delle fasi, nella loro forma e nella loro distribuzione spaziale), il comportamento macroscopico, effettivo o omogenizzato. Accanto alle proprietà macroscopiche si sono ottenute informazioni aggiuntive a livello microscopico, quali le misure statistiche degli sforzi locali che vengono utilizzati come indicatori della formazione di micro danneggiamenti che possono portare alla crisi del composito a livello macroscopico. Ci si è concentrati sul comportamento elastico e termoelastico considerando anche la presenza di sforzi residui. A livello di microstruttura ci si è focalizzati su dispersioni di inclusioni la cui distribuzione è nota solo a livello statistico (distribuzione casuale/random) e può essere omogenea o disomogenea (materiali a gradiente di funzionalità/functionally gradient materials). Da un punto di vista microstrutturale ci si è posti un problema di base ridiscutendo ed estendendo le principali ipotesi alla base delle più note teorie dei compositi in elasticità, quali la soluzione di Eshelby, l'ipotesi di campo effettivo (effective field), introdotta nella sua prima forma da Mossotti già nel 1850, l'approssimazione "quasi-cristallina" e l'ipotesi di "simmetria ellittica". Come conseguenza, il progetto ha portato a definire una nuova teoria di base della micromeccanica dove le varie ipotesi restrittive possono essere via via eliminate allo scopo di garantire una maggior precisione nella descrizione del comportamento macro- e microscopico del composito, soprattutto per alte concentrazioni delle inclusioni.

Impiantistica Industriale

Utilizzo di sistemi RFID per il miglioramento della logistica in ambito sanitario

Il tema di ricerca ha come obiettivo lo studio e la sperimentazione di un innovativo modello di gestione delle scorte ematiche, basato su una reingegnerizzazione dei processi che integri nuove tecniche di gestione e moderni strumenti tecnologici come i sistemi di identificazione a radio frequenza (RFID), opportunamente sviluppati per la particolare

applicazione. La ricerca sarà orientata alla realizzazione di un “sistema innovativo” da sperimentare presso l’Azienda Ospedaliera Brotzu di Cagliari. Il progetto, nelle sue fasi iniziali, prevede l’analisi dei processi della blood supply chain, ed una fase di risk assessment, attraverso le metodologie FMECA (Failure Mode, Effects and Criticality Analysis) e CREA (Clinical Risk and Error Analysis). In seguito sarà effettuata una reingegnerizzazione del processo che preveda l’utilizzo di un sistema RFID, sviluppato ad hoc, per l’identificazione delle sacche ematiche. Attraverso l’utilizzo di opportuni KPI (Key Performance Indicators), saranno valutati i risultati attesi in termini sia di miglioramento delle performance logistiche, sia del livello di sicurezza del servizio.

Impianti a fonti rinnovabili

Impianti solari termodinamici di media taglia.

Questa attività di ricerca è volta a studiare le prestazioni di impianti solari a concentrazione (Concentrating Solar Power, CSP) di media potenza, basati su unità di produzione di energia elettrica con cicli Rankine a fluido Organico (ORC) integrate con collettori solari a concentrazione lineare, sia di tipo parabolico che Fresnel. Gli impianti CSP analizzati utilizzano olio diatermico come fluido termovettore e come un sistema di accumulo termico diretto a doppio serbatoio. Gli impianti CSP di media taglia (circa 1 MWe) possono risultare di grande interesse per le regioni nelle quali vi è la difficoltà di reperire le grandi estensioni di territorio richieste dagli impianti CSP di grande taglia (un impianto CSP da 50 MWe richiede una disponibilità di territorio dell’ordine di 200-250 ettari). I risultati degli studi dimostrano che gli impianti CSP con collettori Fresnel lineari offrono maggiori valori di produzione elettrica per unità di superficie di terreno occupata (dell’ordine di circa 55-60 kWh/anno per m² di terreno occupato). Al contrario, in virtù della loro migliore efficienza ottica, i collettori parabolici offrono migliori valori di produzione elettrica per unità di superficie di collettore solare (circa 180-190 kWh/m²). Nell’ambito del solare termodinamico di media taglia, il DIMCM ha anche fornito il supporto tecnico-scientifico alla progettazione di tre impianti solari termodinamici da circa 600 kW finanziati dalla Regione Autonoma della Sardegna nell’ambito degli interventi di cui al POR FESR 2007-2013, Asse III, Energia, volti a sperimentare e diffondere modelli di produzione energetica con caratteristiche innovative, con particolare riferimento all’integrazione fra il solare termodinamico e altre fonti di energia rinnovabili ed allo sviluppo di sistemi integrati di produzione e accumulo di energia termica, chimica ed elettrica.

Impianti solari termici per produzione di acqua calda a bassa e media temperatura.

Il solare termico, trova attualmente l’applicazione più semplice e conveniente per la produzione di acqua calda a bassa e media temperatura (50÷100 C°) e rappresenta una quota di risparmio non irrilevante agli effetti del bilancio energetico nazionale. Infatti, a fronte di un consumo interno lordo annuo di energia pari a circa 196 Mtep (226,37x10¹⁰ kWh), il consumo energetico per questo tipo di impiego ammonta a circa 28.5 Mtep (14.5% del consumo interno lordo) e la quota relativa alla produzione della sola di acqua calda sanitaria esclusa quella attualmente già prodotta con fonti rinnovabili, è di circa 2.6 Mtep (3,016x10¹⁰ kWh). Oltre alle questioni di carattere ambientale, considerazioni di carattere economico, impongono un’analisi approfondita dei sistemi alternativi per il soddisfacimento dei fabbisogni termici relativi a questi consumi nostro paese. A tal fine, nell’ambito di questa ricerca, sono analizzate le tecnologie alternative, disponibili sul mercato, in particolare sono considerati i sistemi solari termici, le pompe di calore per la sola produzione di acqua calda a bassa e media temperatura e infine i sistemi solari termici integrati con pompa di calore. Per ognuno degli impianti esaminati sono eseguite delle simulazioni mediante il codice TRNSYS® e altri codici commerciali per valutarne le prestazioni. Infine è viene effettuato il confronto tecnico-economico di questi sistemi alternativi con gli impianti ancora oggi molto diffusi nel nostro paese, come gli scaldacqua elettrici, le caldaie alimentate con gas Metano o GPL quest’ultimo confronto riveste particolare importanza per quelle regioni, come la Sardegna, non ancora servite dal metano. In questo ambito nel progetto di ricerca “Proposta di un sistema competitivo e flessibile per la riduzione del fabbisogno e l’ottimizzazione della gestione energetica dell’Azienda Ospedaliera G. Brotzu”, finanziato dalla Regione Sardegna (Legge Regionale 7-8-2007 N°7) e portato avanti dal DIMCM in collaborazione con l’Azienda Ospedaliera Brotzu (AOB) è stata analizzata la possibilità dell’impiego del solare termico a bassa e media temperatura per la produzione dell’acqua calda sanitaria per l’intera struttura ospedaliera.

Impianti solari termici per il solar cooling in ambito civile e industriale.

L’utilizzo dell’energia solare per il rinfrescamento degli ambienti (Solar Cooling), con l’impiego di macchine ad assorbimento, appare oggi una notevole opportunità, sia economica sia ambientale. Infatti queste macchine, oltre a impiegare fluidi non responsabili della degradazione dell’ozono atmosferico, presentano, rispetto a quelle a compressione di vapore, i seguenti vantaggi:

- richiedono una minima quantità di energia elettrica per il loro funzionamento;
- mantengono buone prestazioni anche ai carichi parziali;
- presentano bassa rumorosità per l’assenza di vibrazioni;
- sono caratterizzate da un’elevata vita utile, anche superiore a venti anni.

Il ricorso al Solar Cooling è ancora più stimolante poiché la massima richiesta termica è “in fase” con la disponibilità di irradiazione solare.

Nell’ambito di questa ricerca è stato sviluppato un modello matematico e costruito il relativo codice di calcolo in ambiente Matlab®, GUI® e Simulink®, per la simulazione del funzionamento di macchine frigorifere a singolo effetto con coppia di lavoro (LiBr/H₂O) alimentate ad acqua calda, alle temperature tipiche dei collettori solari termici. L’obiettivo è quello di realizzare “uno strumento” in grado di simularne il ciclo termodinamico di funzionamento delle

macchine, che possa rappresentare un valido ausilio in fase di progetto e sviluppo di nuove macchine e che permetta di analizzare l'influenza delle prestazioni dei singoli componenti sulle prestazioni globali della macchina.

Simulazione termo-fluido-energetica degli edifici civili e industriali per il risparmio energetico.

La simulazione termo-fluido-energetica, in regime dinamico, del comportamento termico dell'edificio rappresenta una scelta obbligata per valutare meglio le cause che determinano i consumi e predisporre le necessarie azioni di risparmio energetico. In sintesi, i vantaggi che si possono ottenere attraverso l'approccio modellistico-numerico sono i seguenti:

- verifica consumi energetici: con l'ausilio della simulazione dinamica è possibile verificare se i consumi rilevati sono compatibili con quelli ottenuti applicando rigorosamente le disposizioni della normativa vigente. In questo modo, incrociando i dati ottenuti con l'audit con i risultati delle simulazioni, è possibile razionalizzare l'uso corretto degli impianti in modo da ottimizzare i consumi energetici e minimizzare gli sprechi.

- analisi risultati dell'audit: l'audit energetico, da solo, non è in grado di fornire tutte le informazioni necessarie per capire la causa dei consumi registrati. È pertanto necessario utilizzare la simulazione dinamica come strumento di analisi, con lo scopo di indagare le cause che generano tali consumi per indirizzare le strategie da mettere in atto in modo da conseguire gli obiettivi di ottimizzazione della gestione impiantistica e di risparmio energetico.

- analisi degli interventi: infine, con la simulazione dinamica, è possibile verificare in tempi rapidi i possibili interventi di miglioramento. Soprattutto nel caso di strutture molto complesse, i rischi connessi alla non riuscita di un intervento di retrofit possono comportare rilevanti perdite economiche. Con l'approccio modellistico è possibile testare su un modello virtuale dell'edificio tutte quelle possibilità impiantistiche che si vogliono implementare, con il risultato di avere dati più attendibili con i quali impostare analisi economiche che abbiano un miglior riscontro con la realtà.

Nella prima fase della ricerca nell'ambito del progetto di ricerca "Proposta di un sistema competitivo e flessibile per la riduzione del fabbisogno e l'ottimizzazione della gestione energetica dell'Azienda Ospedaliera G. Brotzu", finanziato dalla Regione Sardegna (Legge Regionale 7-8-2007 N°7) e portato avanti dal DIMCM in collaborazione con l'Azienda Ospedaliera Brotzu (AOB), sono stati impiegati il codice TRNSYS, Energy Plus e Design Bulder per modellare tutta la struttura dell'AOB. Infine è presentato il confronto tra i dati elaborati nella fase di audit con i risultati ottenuti dalle simulazioni numeriche.

Simulazione del processo di essiccazione dei prodotti granulari.

L'essiccazione dei prodotti granulari prima della loro conservazione costituisce uno delle fasi più importanti della filiera cerealicola. Con l'entrata in vigore del D.L. 155/97 che ha introdotto il sistema HACCP (Hazard Analysis Critical Control Point), il controllo non viene fatto solo sul prodotto finito, ma anche sulle fasi antecedenti, cioè sulle materie prime e sul processo di lavorazione. Pertanto assieme al miglioramento del prodotto in campo, effettuato attraverso studi di genetica, tesi a selezionare le varietà che presentano i migliori indici merceologici e qualitativi e la maggiore resistenza in campo nei confronti di attacchi di parassiti, si deve effettuare anche una corretta essiccazione prima dello stoccaggio delle granaglie, per conservarne le qualità. L'essiccazione di un prodotto granulare consiste nella separazione parziale di un liquido, nella fattispecie acqua, da un materiale solido poroso composto da glucidi, lipidi, proteine e sali minerali, che avviene mediante trasferimento di molecole d'acqua dal chicco all'aria circostante, favorito dalla differenza di pressione parziale del vapore d'acqua tra la superficie del prodotto da seccare e l'aria. Il processo può avvenire secondo due modalità: naturale o artificiale. Nel primo caso il mezzo essiccante è l'aria ambiente che mediante convezione naturale permette al prodotto di cedere parte dell'acqua contenuta in esso. L'essiccazione artificiale è ottenuta per convezione forzata d'aria calda secca attraverso uno strato di granaglie di spessore opportuno. Questo permette di diminuire rapidamente la quantità di acqua dei cereali raccolti umidi ed evitare così le alterazioni caratteristiche dei prodotti ammassati fortemente idratati come l'ossidazione dei glucidi (idrati di carbonio), le fermentazioni intercellulari, gli sviluppi di batteri o le muffe generalmente accompagnate da riscaldamento naturale.

In questa ricerca, finanziata dalla Regione Sardegna nell'ambito dei finanziamenti per la ricerca nei paesi in via di sviluppo, è stato realizzato un codice di calcolo numerico, sviluppato per la simulazione del processo di essiccazione di cereali in letto fisso. Il modello matematico realizzato, in questa prima fase adatto per flussi mono dimensionali, è costituito dal sistema delle equazioni differenziali non lineari alle derivate parziali (EDP), che esprimono il bilancio di massa e di energia del letto di essiccazione. Il sistema di equazioni è stato risolto usando il metodo alle differenze finite, con un processo iterativo predictor-corrector. Per la validazione del metodo proposto sono stati impiegati risultati sperimentali presenti in letteratura e relativi all'orzo e l'accordo con i risultati numerici è abbastanza soddisfacente.

Impianti ibridi con accumulo di idrogeno.

Nei sistemi di generazione elettrica in isola alimentati con fonti rinnovabili, intermittenza delle fonti di energia solare ed eolica rende necessario l'utilizzo di dispositivi di accumulo dell'energia. L'accumulo dell'energia basato sulle tecnologie dell'idrogeno è una delle opzioni più interessanti. In tal senso, le attività di ricerca in questo settore sono volte ad analizzare le prestazioni dei sistemi di generazione isolati nei quali l'eccesso di produzione elettrica derivante dalle turbine eoliche e dai moduli fotovoltaici viene utilizzato dai generatori di idrogeno di tipo PEM. L'idrogeno prodotto viene accumulato allo stato gassoso in serbatoi pressurizzati e utilizzato in celle a combustibile PEM per produrre energia elettrica quando richiesto dagli utenti finali. Il sistema di accumulo ad idrogeno è inoltre integrato con un sistema di accumulatori elettrochimici. In particolare, lo studio dei sistemi ibridi con accumulo ad idrogeno è stato sviluppato con riferimento alla microrete sperimentale sulle tecnologie dell'idrogeno attualmente in fase di realizzazione presso il Cluster Energie Rinnovabili di Sardegna Ricerche nei pressi di Cagliari. Nel corso della ricerca

sono state valutate le prestazioni attese dall'impianti e proposte soluzioni migliorative per l'implementazione della piattaforma e per la sua gestione ottimale.

Impianti di generazione elettrica da biogas.

Il DIMCM ha collaborato alla valutazione sperimentale di un processo di digestione anaerobica che utilizza scarti di frutta e di vegetali per la produzione di biogas, successivamente utilizzabile come combustibile in un motore a combustione interna. Lo studio sperimentale è stato condotto per un periodo di circa sei mesi utilizzando gli scarti provenienti dal Mercato Ortofrutticolo di Cagliari e valutando i parametri di funzionamento più adatti del processo a seconda della disponibilità di diversi tipi di frutta e verdura. Nel complesso, il carico organico ottimale del processo è risultato pari a circa 2,5-3,0 kgVS/m³d con una produzione di specifica di biogas di circa 0,78 Nm³/kgVS e una resa di metano di circa 0,43 Nm³/kgVS. I risultati dello studio sperimentale sono stati usati per una valutazione preliminare delle prestazioni di un impianto di digestione anaerobica fondo scala per il trattamento di tutti i rifiuti ortofrutticoli prodotti dal mercato all'ingrosso di Sardegna (9 t/d), per il quale sarebbe necessario un impianto di cogenerazione con una potenza di circa 42 kWe con una produzione elettrica annua di circa 300 MWh/anno (circa il 25 % dei consumi interni del mercato all'ingrosso).

Apparati di captazione e conversione dell'energia del moto ondoso OWC con turbina Wells

Il DIMCM dispone di un'apparecchiatura sperimentale per la simulazione del funzionamento non stazionario di un dispositivo di captazione del moto ondoso del tipo a colonna d'acqua oscillante (OWC), con turbina Wells. Su tale apparecchiatura sono state condotte delle campagne di prova per analizzare il flusso a monte e valle della turbina Wells in condizioni di flusso non stazionario. Al tempo stesso si conducono anche delle simulazioni CFD per meglio comprendere il comportamento di tale schiera in tali condizioni di funzionamento.

Le simulazioni sono state effettuate tenendo conto sia della geometria del sistema di captazione e generazione sia delle condizioni di flusso periodico e bi-direzionale attraverso la turbina con caratteristiche del tutto simili a quelle presenti nei reali dispositivi OWC. Ciò ha permesso di verificare e meglio comprendere gli effetti inerziali del flusso osservati sperimentalmente e che determinano una isteresi sul comportamento aerodinamico della schiera. I risultati delle indagini sperimentali ha permesso di individuare una correlazione utile per controllare le condizioni di incidenza del flusso in modo da operare in prossimità delle condizioni di miglior rendimento aerodinamico della schiera rotorica. Tale sistema implementato sul dispositivo sperimentale ha evidenziato la necessità di una riprogettazione del sistema di generazione per minimizzare le azioni inerziali del sistema rotante che rendono poco efficace l'azione del controllo della velocità di rotazione della macchina.

Utilizzo di fitomasse forestali per usi cogenerativi

La tematica di ricerca si propone di individuare le migliori soluzioni tecnologiche, economiche e ambientali per la progettazione di un impianto di cogenerazione alimentato con biomasse forestali, finalizzato allo sfruttamento e alla valorizzazione energetica della fitomassa presente nel territorio sardo.

Lo studio prevede un'analisi della fitomassa forestale disponibile e una sua caratterizzazione chimico-energetica. Successivamente si procederà ad un'analisi delle tecnologie attualmente in uso per la produzione di energia da biomasse legnose, all'individuazione della soluzione tecnologica ottimale ed infine alla progettazione esecutiva di un impianto cogenerativo di piccola taglia. L'attività di ricerca si svolge in collaborazione con Ente Foreste della Sardegna e Sartec S.p.A., sulla base di una convenzione triennale col DIMCM.

La dissalazione

Nell'ambito di un progetto di ricerca volto a valutare le soluzioni ottimali per la dissalazione dell'acqua di mare, sono stati affrontati i problemi di approvvigionamento idrico di una piccola isola con forte aumento stagionale delle presenze e priva di apporti idrici interni. I temi della individuazione della località di posizionamento dell'impianto di dissalazione, del recupero degli impianti e reti esistenti e abbandonate, la metodologia per la scelta della tecnologia di dissalazione più idonea e l'impiego di fonti rinnovabili per l'alimentazione dell'impianto.

Lo stallo rotante nei compressori assiali.

Il problema dell'insorgenza dello stallo rotante e delle interazioni fra il flusso nelle palettature e il flusso nei condotti è stato affrontato. Sono state progettate, costruite e installate delle sonde di pressione totale bidirezionali per provare a caratterizzare un flusso fortemente variabile nel tempo e nello spazio e in particolare modo per valutare, all'interno del rapidissimo transitorio che porta all'instaurarsi dell'instabilità, il ruolo giocato dalla formazione del riflusso dal condotto di valle.

Le Reti di teleriscaldamento e teleraffrescamento.

Modellazione in ambiente Matlab-simulink del comportamento di piccole reti di teleriscaldamento e teleraffrescamento per la simulazione del loro comportamento dinamico e la valutazione dei principali indici di efficienza energetici con diverse configurazioni degli impianti motori e frigo.

Tecnologie CCT e CCS per l'uso "pulito del carbone"

Impianti con accumulo di syngas da gassificazione del carbone.

Tale attività di ricerca ha riguardato l'analisi energetica ed economica di impianti IGCC integrati con una sezione di accumulo del syngas e con una turbina a gas per la copertura dei carichi intermedi e di punta. In questi impianti, una parte del syngas prodotto viene accumulata nei periodi di bassa richiesta elettrica e successivamente utilizzata per la produzione di energia nei periodi di punta (o comunque quanto richiesto dal gestore della rete), pur mantenendo la sezione di gassificazione a carico costante. Inviando a stoccaggio il 5-20% del syngas prodotto dalla sezione di gassificazione è possibile far fronte ai diagrammi di carico con durate del periodo di punta di 2-6 ore/giorno e rapporti fra potenza di base e potenza di punta dell'ordine di 0,35-0,70, ottenendo una penalizzazione sul rendimento globale di circa 2-4 punti rispetto ad un impianto IGCC operante esclusivamente al carico di base. Una analisi economica preliminare evidenzia come il costo medio annuo di produzione dell'energia aumenta del 5-10% rispetto a quello di un impianto IGCC operante esclusivamente a carico costante. Corrispondentemente, il costo marginale di produzione della sola energia di punta assume valori dell'ordine di 100-130 €/MWh.

Studi sulla sicurezza del trasporto della CO2 in condotte in pressione

Modellazione spazio-temporale di fuoriuscite di gas naturale e di CO2 da gasdotti accidentalmente danneggiati.

Questa attività di ricerca, svolta nell'ambito di una collaborazione con il CSM (Centro Sviluppo Materiali), riguarda le problematiche del rilascio da condotte in pressione, e la conseguente dispersione nell'ambiente, di CO2, pura o in miscela con altri gas, a seguito di rotture accidentali. Allo scopo sono stati preliminarmente analizzati numerosi modelli basati su due diverse famiglie di codici di calcolo: modelli di dispersione di tipo Gauss e modelli CFD, suddivisi a loro volta in codici dedicati alla dispersione e codici di tipo general purpose. È stato quindi affrontato lo studio di casi rappresentativi della fuoriuscita di CO2 in condizioni supercritiche da un foro su una condotta in pressione simulante il danneggiamento utilizzando il codice gaussiano ALOHA e il codice CFD Ansys-FLUENT. I risultati ottenuti verranno validati mediante analisi sperimentali sul campo svolte su un condotto in piena scala.

“Analisi dell'evoluzione spazio-temporale dei fenomeni legati al rilascio e dispersione di gas naturale da gasdotti di grande diametro in concomitanza di eventi di rottura” odellazione spazio-temporale di fuoriuscite di gas naturale e di CO2 da gasdotti accidentalmente danneggiati.

Questa attività di ricerca, svolta nell'ambito di una collaborazione con il CSM (Centro Sviluppo Materiali), riguarda le problematiche del rilascio da condotte in pressione, e la conseguente dispersione nell'ambiente, di CO2, pura o in miscela con altri gas, a seguito di rotture accidentali. Nell'ambito del contratto di ricerca, verrà effettuata un'analisi dell'evoluzione spazio-temporale dei fenomeni legati al rilascio e dispersione di gas naturale da gasdotti di grande diametro (OD>36”) eserciti ad alta pressione (p>75 bar) in concomitanza di eventi di rottura degli stessi, tenendo conto delle condizioni operative e ambientali. A tal fine verranno utilizzati strumenti analitico-numeriche per:

P La valutazione della concentrazione di gas naturale nell'ambiente circostante una linea di trasporto a partire da emissioni di diversa natura tenendo conto dei fattori geologico-ambientali che ne condizionano il processo di dispersione;

P Lo studio dei fenomeni di combustione potenzialmente innescata a seguito della fuoriuscita di gas naturale con mappe spaziali di temperatura associate;

P Lo studio dei fenomeni fluidodinamici esterni alla condotta, in particolare il campo di velocità associato ai flussi atmosferici e la loro interazione con il suolo.

Indagine aero-termica sugli stadi di turbina raffreddati; Design ottimizzato ed analisi sperimentale

Analisi sperimentale su palettature di turbina a gas raffreddate

L'attività di ricerca prevede di analizzare sperimentalmente e numericamente le problematiche di raffreddamento nel bordo d'uscita delle palettature di turbina a gas ad alta temperatura. È stata condotta una estesa attività sperimentale su schiere lineari di palettatura di turbina a gas con raffreddamento a film cooling operanti ad alti numeri di Mach, accompagnata da una attività di simulazione mediante codici CFD commerciali. I risultati sperimentali conseguiti saranno completati con ulteriori indagini sperimentali che permetteranno di disporre di una serie di dati utili per la validazione di codici di calcolo CFD. La geometria e il modello di pala sono quelli dello statore di un tipico stadio di alta pressione di turbina a gas, mentre i canali di raffreddamento riguardano la zona del bordo di fuga con 2 serie di fori sul lato in pressione ed eiezione di refrigerante dal bordo di fuga con cutback del trailing edge.

La ricerca deve estendere il confronto anche allo stato termico della palettatura (distribuzione di temperatura e del coefficiente di scambio termico convettivo).

Dopo la validazione dei codici di calcolo saranno analizzate, sempre utilizzando gli strumenti di analisi CFD, nuove configurazioni e geometrie dei canali di raffreddamento al fine di giungere ad una configurazione “ottimizzata”. Saranno considerate sia la geometria interna dei canali, sia la posizione dei fori e la geometria del “cutback trailing edge” oltre naturalmente alle condizioni di funzionamento della schiera.

Bioingegneria

Efficacia di farmaci

Analisi sperimentale e modellistica di bio-reattori per la coltura di colonie cellulari da utilizzare per la valutazione di farmaci potenzialmente efficaci nella terapia oncologica, neuropsichiatrica e cardiovascolare.

Ingegneria dei tessuti

Analisi sperimentale e modellistica del processo di crescita di biotessuti ingegnerizzati attraverso la coltura in vitro di condrociti e/o cellule staminali adulte (piastre Petri o bioreattore a perfusione) attraverso tecniche di citofluorimetria e conta automatica; effetto della densità di semina, tenore di ossigeno, fenomeno di adesione. Analisi sperimentale e modellistica del processo di crescita di biotessuti ingegnerizzati attraverso la coltura in vitro di cellule staminali adulte attraverso tecniche di citofluorimetria e conta automatica.

Crioconservazione

Analisi sperimentale e modellistica dei fenomeni chimico-fisici coinvolti nei processi di crioconservazione di sospensioni cellulari: formazione ghiaccio e/o vitrificazione, citotossicità del crio-protettore, stress osmotico, devitrificazione e ricristallizzazione.

Analisi della postura e del movimento

Valutazione dell'equilibrio, della postura e del movimento in ambito ergonomico, clinico e sportivo, mediante l'impiego di sistemi optoelettronici e sensori inerziali indossabili. Studio dell'interazione piede-terreno in condizioni statiche e dinamiche. Sviluppo di codici per l'analisi automatica di dati provenienti da baropodometria elettronica. Nello specifico, nel 2013 sono state realizzate attività relative a:

- 1) Effetto di protocolli di attività fisica adattata sui parametri cinematici e dinamici del cammino in pazienti affetti da Sclerosi Multipla (in collaborazione con il Centro Regionale Sclerosi Multipla ASL8 e con il Laboratorio di Fisiologia dello Sport, UNICA)
- 2) Effetto sull'equilibrio statico, sul cammino e sul sit-to-stand di attività fisica moderata e vigorosa in soggetti sani over 65 (in collaborazione con il CONI C.R. Sardegna)
- 3) Analisi biomeccanica dell'equilibrio e della postura seduta in soggetti affetti da Sclerosi Multipla e sottoposti a protocolli di riabilitazione equestre (in collaborazione con la Federazione Internazionale Sport Equestri e con il CR della Federazione Italiana Sport Equestri)
- 4) Valutazione del cammino in pazienti SM trattati con il farmaco SATIVEX (Cannabis) (in collaborazione con il Centro Regionale Sclerosi Multipla ASL8)
- 5) Studio dell'equilibrio statico e dinamico in calciatori d'élite in età adulta e giovanile (in collaborazione con il Cagliari Calcio S.p.A.)

Nuovi materiali e procedimenti innovativi

Sintesi e caratterizzazione di materiali molecolari funzionali

L'attività di ricerca consiste nella sintesi e caratterizzazione di composti di metalli di transizione per applicazioni in ottica non-lineare del second'ordine (1) e in spintronica ed elettronica (2).

1) Per quanto concerne l'ottica non-lineare, sono stati preparati e studiati complessi push-pull eterolettrici quadrato-planari, con leganti di tipo ditiofenico, di ioni metallici quali Ni(II), Pd(II) e Pt(II). Questi composti, che presentano valori di ottica non-lineare del second'ordine tra i più elevati riportati in letteratura, sono stati caratterizzati dal punto strutturale e spettroscopico. Lo studio sistematico che è stato condotto, anche con l'ausilio di calcoli teorici, ha portato a chiarire la relazione struttura-proprietà in questa classe di composti. In questo modo è stato possibile comprendere l'effetto che ciascuna parte della molecola (leganti e ione metallico) ha sulle proprietà ottiche, e di acquisire le conoscenze per un design molecolare volto all'ottimizzazione delle stesse.

2) La ricerca sui materiali per spintronica ed elettronica ha riguardato essenzialmente il complesso $[\text{Ni}(\text{qt})_2]$ (qt = chinolina-8-tiolato) che è stato sublimato in forma di film sottile, su dei chip aventi microelettrodi di Pt depositati su un substrato di biossido di silicio. Su questi dispositivi sono state effettuate misure di magnetoresistenza che hanno evidenziato, per la prima volta su un film sottile di un materiale molecolare, un effetto magnetoresistivo gigante. Si è potuto dimostrare inoltre, che l'effetto è dovuto a una proprietà intrinseca del materiale e non all'architettura del dispositivo.

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 sperimentalmente 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.

Studio delle relazioni tra microstruttura e proprietà attraverso la modellazione frattale

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.

Metodologie per la verifica automatica di tolleranze

L'attività di ricerca ha come oggetto lo sviluppo di metodi per l'analisi automatica delle tolleranze dimensionali e geometriche per l'analisi funzionale di componenti meccanici. E' stata considerata in particolare la verifica di catene tridimensionali di tolleranze, in accordo con le normative ISO/ASME, con lo sviluppo di una procedura che tiene conto in termini statistici degli errori introdotti dalle singole operazioni tecnologiche effettuate per ottenere il componente.

Applicazione di metodi di elaborazione di immagini allo studio di schiume metalliche

L'attività di ricerca è relativa all'utilizzo di tecniche di elaborazione di immagini digitali applicate a immagini in sezione di schiume metalliche. Questi materiali sono costituiti da celle, aperte o chiuse, le cui caratteristiche, in termini di geometria e distribuzione spaziale, ne determinano il comportamento meccanico. L'indagine consiste preliminarmente nell'analisi delle immagini per determinare le caratteristiche relative alla dimensione, forma e distribuzione delle celle. In quest'ambito si valuta anche la possibilità di ricavare dei parametri per realizzare un modello geometrico di schiuma statisticamente equivalente alla schiuma reale.

Le immagini vengono poi elaborate per ottenere delle discretizzazioni agli elementi finiti che vengono utilizzate per analizzare il comportamento meccanico a compressione del materiale.

Studio e ottimizzazione di una ruota per un veicolo lunare

L'attività di ricerca è relativa all'ottimizzazione geometrica e funzionale di una ruota non pneumatica, realizzata con materiali avanzati, relativa a un veicolo destinato a mansioni di sgombero da massi di aree destinate alla costruzione di strutture sulla superficie lunare. La metodologia utilizzata per la ricerca integra la modellazione parametrica CAD e l'analisi con il metodo degli elementi finiti per la verifica delle prestazioni della ruota.

Analisi di microstrutture per la caratterizzazione di materiali

L'attività di ricerca ha riguardato l'utilizzo di tecniche di elaborazione di immagini digitali per la caratterizzazione locale di materiali eterogenei o che presentano una struttura non omogenea per effetto della presenza di porosità. Il metodo implementato considera le immagini digitali delle micrografie di sezioni del materiale che vengono elaborate in modo da ottenere delle discretizzazioni che vengono utilizzate per l'analisi del materiale con il metodo degli elementi finiti. L'applicazione del metodo a rivestimenti porcellanati applicati su lamiere in acciaio ha consentito di valutare le tensioni residue introdotte durante il processo di fabbricazione ed evidenziare l'effetto su tali tensioni delle caratteristiche locali del materiale quali la zona di passaggio graduale tra il metallo ed il rivestimento e la presenza di porosità nel rivestimento.

Tensioni residue nei materiali isotropi con tecniche ottiche

La tecnica più diffusa per la misura delle tensioni residue è la "tecnica del foro" che consiste nella misura dei campi di spostamento/deformazione generate intorno ad un foro in presenza di tensioni residue. La misura è solitamente effettuata tramite estensimetri a resistenza, ma approcci alternativi sono possibili. Negli anni passati nel DIMCM sono state sviluppati con successo approcci ibridi basati su metodi interferometrici. Malgrado l'elevata sensibilità, questa tecnica di misura è limitata dalla necessità di utilizzare un banco ottico per l'isolamento dalle vibrazioni. Nel corso dell'anno si è cercato quindi di risolvere questo problema sostituendo le tecniche interferometriche con la correlazione digitale di immagini. Malgrado la bassa sensibilità della nuova tecnica di misura, si è riusciti ad ottenere risultati comparabili a quelli delle tecniche interferometriche tramite l'integrazione di funzioni di deformazione specifiche all'interno della formulazione generale. Il risultato finale è un approccio più semplice sia dal punto di vista sperimentale che di trattamento dei dati e nel contempo altrettanto affidabile. La tecnica è stata anche estesa a materiali ortotropi ed il lavoro risultante è già stato accettato ed al momento in corso di stampa. Sono inoltre allo studio approcci incrementali, volti al superamento delle limitazioni nelle profondità di misura intrinseche nel metodo del foro. In questo caso al posto di un foro si ricorre ad un cava anulare che ha la caratteristica di permettere la rimozione del cuore e quindi di riavviare l'analisi.

Progettazione di volani ad alta velocità in materiale composito

Le attività di ricerca si inseriscono nell'ambito di un progetto che riguarda lo sviluppo e realizzazione di un dimostratore di un sistema di accumulo di energia a volano (Flywheel Energy Storage System) per veicoli ibridi.

Le attività comprendono l'esame e lo sviluppo di soluzioni ottimizzate per la realizzazione di un volano innovativi in materiale composito, e la progettazione preliminare di un dimostratore di volano in composito, sulla base di proprietà di rigidità, resistenza e frattura dei materiali che verranno ricavate mediante una specifica serie di prove meccaniche.

Modellazione del comportamento all'impatto a bassa velocità di laminati e sandwich compositi.

Analisi sperimentale e modellistica della risposta ad impatti a bassa velocità di materiali compositi tipo monolitico (laminati) o sandwich (pelli in laminato composito ed anima in schiuma polimerica a celle chiuse) per la valutazione della resistenza e della tolleranza al danneggiamento in componenti strutturali avanzati

Analisi dei meccanismi di rinforzo trasversale mediante cucitura in laminati e giunti in materiale composito.

Le attività di ricerca hanno riguardato la valutazione con diverse tecniche sperimentali dell'efficienza di rinforzi lungo lo spessore (cuciture in fibre aramidiche o di polietilene ad alta resistenza) per il miglioramento delle proprietà a fatica, frattura ed impatto di laminati multidirezionali in fibre di carbonio/resina epossidica.

Sviluppo, applicazione e validazione di tecniche di acustica non lineare per la identificazione del danno in materiali compositi

Sono state studiate le potenzialità di tecniche di acustica non lineare per l'identificazione del danneggiamento da impatto in laminati compositi. I metodi investigati si basano sull'analisi degli effetti di modulazione generati, in presenza di non linearità del sistema, dall'interazione tra onde di eccitazione a bassa ed alta frequenza introdotte simultaneamente nel materiale. Le prove sperimentali condotte hanno dimostrato la capacità delle tecniche di acustica non lineare per l'individuazione di fenomeni di danno in strutture realizzate in materiali compositi avanzati.

Tecniche sperimentali per l'analisi dei problemi di contatto

La linea di è finalizzata allo sviluppo di tecniche sperimentali per l'analisi dei fenomeni di contatto ed ha come oggetto principale lo sviluppo del metodo ultrasonico, sia dal punto di vista del miglioramento delle prestazioni della tecnica in se che del suo impiego per il monitoraggio di accoppiamenti di interesse ingegneristico. Il metodo ultrasonico, è uno dei pochissimi metodi sperimentali che consentono di ottenere informazioni sullo stato del contatto tra corpi opachi senza la necessità di interporre un terzo elemento tra di essi, sfruttando la caratteristica delle onde ultrasoniche incidenti su un'interfaccia di contatto di essere differentemente riflesse e trasmesse a seconda dello stato di sollecitazione esistente (a parità di altre condizioni). Attualmente non esiste un riferimento universalmente riconosciuto per la misura dello stato di contatto tra i corpi, e le (poche) tecniche disponibili sono viziate da un certo grado di autoreferenzialità. Nell'ambito di una collaborazione con il Tokyo Institute of Technology, è in corso uno studio finalizzato al confronto delle misure ultrasoniche dal confronto con una tecnica ottica basata sulla riflessione totale di luce bianca polarizzata in casi di contatto controllato, al fine della mutua validazione delle tecniche.

Parallelamente è allo studio un'applicazione della tecnica ultrasonica sull'analisi del contatto ruota-rotaia ferroviaria in condizioni realistiche e sugli effetti che lo stato di sollecitazione comporta su elementi interessati da difetti sub superficiali, nell'ambito di una collaborazione con il centro di ricerche delle ferrovie giapponesi RTRI (Railway Technical Reserach Institute). Inoltre, è allo studio la possibilità di impiego della tecnica al caso del contatto stelo-boccola nei cilindri pneumatici, finalizzato al monitoraggio delle evoluzioni dello stato di contatto dovuto a meccanismi di usura.

Sintesi di materiali innovativi anche a struttura nanometrica via SPS

Il progetto di ricerca intendeva portare un contributo significativo allo sviluppo ed alla ottimizzazione della tecnologia innovativa nota con l'acronimo SPS ("Spark Plasma Sintering"), che si sta dimostrando particolarmente promettente per l'ottenimento di materiali massivi, anche a struttura nanometrica, in virtù delle sue peculiari caratteristiche (tempi di processo relativamente brevi e basse temperature, se confrontati con quelli dei metodi tradizionali, accoppiati all'applicazione simultanea di carichi meccanici). Tale tecnologia è stata affiancata ad altre metodologie, come quelle di "Ball Milling" e "Self-propagating High-temperature Synthesis", con l'obiettivo di produrre sia nanopolveri sia verdi, da sottoporre al trattamento di densificazione mediante SPS. Allo studio sperimentale è associata anche un'approfondita analisi modellistica. I sistemi di interesse nell'ambito del progetto sono stati i seguenti: WC-Co, TiC-TiB₂, NbAl₃, BaTiO₃ e MgB₂. Per quanto concerne l'aspetto tecnologico, è importante osservare che mentre la tecnologia SPS è significativamente impiegata in Giappone ed in Corea, essa rappresenta una tecnica innovativa nei paesi europei ed in USA. Nello specifico, allo stato attuale solamente cinque apparati SPS sono disponibili in Europa (Svezia, Germania, Francia, due in Italia di cui uno, appunto, presso il Dipartimento di Ingegneria Meccanica, Chimica e dei Materiali).

Sviluppo e ottimizzazione di processi di sintesi di nanopolveri ceramiche da destinare alla realizzazione di prototipi di sensori di gas

L'attività di ricerca ha riguardato lo sviluppo di processi di sintesi autopropagante ad alta temperatura (SHS) per la preparazione di nanopolveri da impiegare alla realizzazione di prototipi di sensori di gas.

I processi SHS, opportunamente accoppiati con tecniche di macinazione in mulini a sfere ad alta energia, sono stati opportunamente ottimizzati per la produzione di vari ossidi, quali BaTiO₃, LaFeO₃, SrTiO₃ e SrTixFe1-xO₃, a struttura nanometrica caratterizzati da elevata sensibilità a diversi tipi di gas, anche inquinanti. Le polveri sintetizzate

sono state dapprima sottoposte ai test di deposizione serigrafica su substrati di allumina, allo scopo di verificarne l'idoneità alla realizzazione di film per sensori gas. Inoltre, le proprietà sensoristiche delle polveri prodotte sono state testate per valutare la relativa sensibilità dei film all'ossigeno. I prototipi di sensore realizzati sono stati successivamente sottoposti a caratterizzazione funzionale su banco prova del Centro Ricerche Fiat (CRF). I risultati preliminari hanno dimostrato ottime prestazioni di alcune tipologie di polveri in termini di efficienza, stabilità termica e velocità di risposta rispetto allo stesso materiale ottenuto con metodi convenzionali.

Sviluppo di compositi idrossiapatite-vetro bioattivo

L'attività di ricerca è volta alla produzione ed alla caratterizzazione di compositi innovativi costituiti da idrossiapatite e vetro bioattivo, con lo scopo di migliorare le proprietà dei materiali sinterizzati e dei rivestimenti ottenuti a seguito di deposizione delle polveri. L'aggiunta di biovetro all'idrossiapatite può risultare vantaggiosa, in quanto agisce come promotore di sinterizzazione, facilitando il processo di consolidamento con conseguente incremento delle proprietà meccaniche e di bioattività.

Sintesi Autopropagante ad Alta Temperatura in Condizioni di Microgravità: Aspetti Sperimentali e Modellistici

La sintesi autopropagante ad alta temperatura coinvolge una serie di fenomeni quali la fusione dei reagenti e dei prodotti, la dispersione del fuso, la coalescenza delle particelle, la diffusione e la convezione di fasi liquide e gassose, il galleggiamento delle particelle solide e la solidificazione dei prodotti liquidi, tutti influenzati in maniera significativa dalla gravità. Pertanto attraverso la rimozione di tali effetti gravitazionali (esperimenti condotti in condizioni di microgravità) è ipotizzabile un migliore controllo del fronte di reazione, con conseguente miglioramento nella microstruttura del prodotto sintetizzato. Inoltre gli esperimenti condotti in microgravità rappresentano la situazione ideale per capire la sequenza di fenomeni coinvolti nella formazione della microstruttura dei prodotti durante la sintesi autopropagante, attraverso il confronto diretto con i risultati ottenuti in condizioni di gravità terrestre. Il progetto di ricerca prevedeva l'analisi teorica dei risultati sperimentali riportati recentemente in letteratura in questo ambito. Tale analisi, basata sull'impiego di opportuni numeri dimensionali, ha consentito la formulazione di possibili spiegazioni delle principali evidenze sperimentali, quali ad esempio la ridotta velocità di propagazione del fronte di combustione in condizioni di microgravità, trovate in questi studi.

Tecnologie innovative per la preparazione di materiali UHTC in forma massiva

Per "Ultra High Temperature Ceramics/Composites (UHTC)" si intendono quei materiali ceramici e compositi caratterizzati da temperature di fusione estremamente elevate (superiori a 3000 °C), alta resistenza all'ossidazione e ad attacco chimico, caratteristiche peculiari per i sistemi di protezione termica ("Thermal Protection Systems" o TPS). In questo contesto, particolare interesse è rivolto verso i ceramici e compositi a base di boruri di metalli di transizione quali diboruro di Zirconio (ZrB₂) o di hafnio (HfB₂), considerati potenziali candidati da utilizzare quali TPS nei veicoli spaziali. Il progetto di ricerca proposto intendeva avvalersi di una tecnologia innovativa nota con l'acronimo SPS ("Spark Plasma Sintering"), che si sta dimostrando particolarmente promettente per l'ottenimento di materiali massivi, anche a struttura nanometrica, in virtù delle sue peculiari caratteristiche (tempi di processo relativamente brevi e basse temperature, se confrontati con quelli dei metodi tradizionali, accoppiati all'applicazione simultanea di carichi meccanici). Tale tecnologia è stata impiegata sia da sola, oppure affiancandola ad un'altra metodologia, quella Self-propagating High-temperature Synthesis (SHS), che ha consentito di produrre polveri UHTC da sottomettere successivamente al trattamento di densificazione mediante SPS. I sistemi di interesse nell'ambito del progetto sono stati ZrB₂-SiC, HfB₂-SiC, e ZrB₂-ZrC-SiC ed è stato riscontrato che le tecnologie proposte consentono di ottenere i prodotti finali con tempi ridotti e significativo risparmio energetico rispetto alle tecnologie convenzionali.

Processi di attivazione mecanochimica

L'attivazione meccanica consente la sintesi diretta in fase solida di composti intermetallici nanostrutturati, fasi metastabili e leghe amorfe. I processi di frantumazione e deformazione inducono un progressivo disordine strutturale con l'accumulo di difetti reticolari quali vacanze, dislocazioni e bordi di grano. La generazione di siti reattivi e stati attivati promuove la mobilità atomica, favorendo così le interazioni chimiche attraverso fenomeni di trasporto di materia alle superfici di contatto che si rigenerano con continuità. La complessa fenomenologia osservata non ha ancora ricevuto adeguata razionalizzazione su basi chimico-fisiche. Una parziale giustificazione a tale fatto è da ricercarsi sia nell'insufficiente caratterizzazione dei processi di macinazione, sia nella scarsa comprensione del comportamento di materiali soggetti a ripetute deformazioni meccaniche. Obiettivo principale dell'attività di ricerca è porre in relazione la cinetica di trasformazione strutturale con i parametri fondamentali di processo e le proprietà fisiche e chimiche del materiale sottoposto a trattamento meccanico.

Metamateriali, Smart Materials, Materiali auto-assemblanti.

I Metamateriali e gli Smart Materials sono materiali con microstruttura progettata artificialmente per avere proprietà non raggiungibili dai materiali naturali. Nella Meccanica dei Solidi la modellazione è finalizzata all'ideazione di polarizzatori, filtri e sistemi di isolamento dinamico da onde elastiche, interfacce ad indice di rifrazione negativa, mantelli di invisibilità e superlenti ad altissimo dettaglio. Tecniche di trasformazione geometrica sono applicate per progettare modelli di materiali a gradiente di funzionalità per la creazione di mantelli di invisibilità, concentratori ed attenuatori di energia in 2D e 3D. Si sviluppano interfacce strutturali in grado di polarizzare le onde, di rallentare la

propagazione di energia senza penalizzare la trasmissione, di guidare le onde all'interno del mezzo continuo e di ottenere un indice di rifrazione negativa e micropolarità. Si studiano gli effetti nonlineari generati dall'eccitazione dinamica della microstruttura. Sistemi continui lineari connessi nonlinearmemente sono analizzati tramite un approccio energetico locale con lo scopo di sviluppare algoritmi a basso costo computazionale.

Proprietà, durata, degrado e miglioramento dei materiali

Gli antichi forni per la calce in Sardegna

La calce è, con il gesso, uno dei più antichi leganti da costruzione. La Sardegna, terra ricca di affioramenti calcarei, che rappresentano la materia prima per la sua preparazione, si ritrova un interessante patrimonio diffuso in diverse aree della Regione, caratterizzato da numerosi forni (da una prima indagine, attestabile ad almeno 200 unità, spesso piccoli forni di campagna) segno di una fiorente attività commerciale durata decine e decine di anni. Con l'avvento dei prodotti industriali, fra gli anni '50 e '60, questi "antichi" forni vengono dismessi e abbandonati a se stessi. Il problema della conservazione/valorizzazione di queste strutture, importanti esempi di archeologia industriale diffusi su tutto il territorio nazionale, è stato recentemente sollevato dal Forum Italiano Calce che, in collaborazione con l'AIPA (Associazione Italiana per il Patrimonio Archeologico Industriale) ha elaborato un progetto per catalogare gli antichi impianti di produzione della calce. Purtroppo nella maggior parte dei casi questi forni sono soggetti ad un costante degrado e a rischio di conservazione. Come obiettivo principale questo lavoro si prefigge di fare un'anagrafe completa dell'esistente e raccogliere tutte le informazioni relative a questi forni, attualmente molto disperse e legate a soli documenti e immagini redatte da cultori/appassionati locali.

Sviluppo di tecniche sperimentali per la misura delle deformazioni

Sono stati sviluppati diversi codici di correlazione digitale di immagini per lo studio delle deformazioni. Sono stati studiati alcuni metodi per limitare gli errori sistematici di misura legati alle tecniche di interpolazione delle intensità luminose. Tali codici sono stati utilizzati per la caratterizzazione meccanica di provini di materiali metallici nel campo delle grandi deformazioni.

Modellazione stazionaria e dinamica di processi

Modellazione di processi chimici in presenza di perturbazioni stocastiche

Processi di interesse dell'ingegneria chimica sono sovente descritti da modelli di natura puramente deterministica che non tengono conto delle inevitabili fluttuazioni presenti nel processo reale. Tali fluttuazioni possono essere legate a molteplici fattori: la presenza di variabili operative non contemplate nelle variabili di stato selezionate e/o le inevitabili variazioni nel processo su cui non si ha possibilità di controllo. Tali fluttuazioni possono essere modellate con un approccio in cui esse sono descritte come componenti stocastiche 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 delle variabili di stato (Fokker-Planck). Tale approccio è stato applicato sinora su modelli di interesse ingegneristico quali cinetiche non lineari (Langmuir-Hinshelwood), non isoterme e modelli di crescita (logistica). I risultati ottenuti hanno dimostrato l'influenza della componente stocastica sul processo. In particolare si è registrata la presenza di transizioni di fase e multi-stabilità indotte dalla componente stocastica.

Modellazione, simulazione e ottimizzazione di apparecchiature e processi di distillazione dell'industria chimica.

La definizione dello spazio di ricerca, che includa tutte le possibili sequenze o configurazioni per la separazione, mediante distillazione, di una miscela multicomponente, rappresenta il primo problema nell'affrontare il design di un nuovo impianto. È noto che il design di una qualsiasi apparecchiatura deve soddisfare dei criteri predefiniti come ad esempio la minimizzazione dei costi energetici, dei costi capitali o più genericamente dei costi totali annualizzati.

Disporre di uno spazio di ricerca completo consente al designer di aumentare la probabilità di aver selezionato la configurazione che minimizza o massimizza la funzione obiettivo desiderata. L'approccio seguito fino ad oggi nella letteratura del settore è la definizione di uno spazio di ricerca in cui le diverse configurazioni vengono generate attraverso metodi strettamente matematici. L'innovazione della linea di ricerca seguita consiste nel generare tutte le possibili alternative partendo da una classe di configurazioni di riferimento perfettamente nota. Queste sequenze composte da sole "colonne semplici", ossia con una singola alimentazione, un distillato ed un residuo, costituiscono il primo sotto insieme dello spazio di ricerca. Seguendo il metodo di generazione sviluppato è possibile considerare ogni alternativa come corrispondente ad una precisa sequenza semplice. La definizione di questa connessione non è banale, infatti, sfruttando il principio secondo il quale solo la migliore o le migliori configurazioni semplici generano le migliori configurazioni alternative, è possibile lavorare inizialmente in un ristretto insieme di alternative e considerare solo uno spazio ridotto dell'intero spazio di ricerca, riducendo così il tempo di esplorazione.

Definizione di nuovi metodi di design per sequenze di distillazione complesse

Nell'approccio scelto, per la prima volta, il design viene direttamente connesso al metodo di sintesi. Sfruttando la corrispondenza fra le alternative considerate e le sequenze di colonne semplici è stata evidenziata una similitudine nelle singole sezioni delle colonne che svolgono la stessa separazione. In questo modo è stato possibile trasferire i parametri di configurazione dalle sequenze semplici alle corrispondenti sequenze complesse. Il metodo di design sviluppato è stato chiamato Sequential Design Method (SDM). Il metodo SDM è stato confrontato con i classici algoritmi matematici dimostrandosi affidabile ed estremamente rapido.

Sviluppo di sistemi di controllo predittivi multivariabile per impianti di trattamento di acque reflue

Nelle attuali gestioni degli impianti di trattamento dei reflui è comune ancora oggi ritenere l'automazione del processo come parte secondaria e minimale. Solo alcuni impianti sono attualmente muniti di poco più degli elementari sensori e loop di controllo che riguardano essenzialmente misuratori di portata e di ossigeno disciolto. Questo lavoro ha riguardato lo studio di tali impianti, al fine di comprendere e descrivere adeguatamente i processi chimico/fisici che avvengono al suo interno e progettare sistemi di controllo che permettano l'ottimizzazione del processo sia in termini di efficienza di rimozione degli inquinanti che come costi di esercizio.

Sviluppo sensori software nonlineari per l'industria di processo.

Con questa attività si è voluto rispondere ad una tipica esigenza dell'industria di processo, dove capita spesso di trovarsi nelle condizioni di non poter acquisire le variabili di processo principali (per esempio, composizioni e indici di qualità di prodotto) o perché manca la strumentazione adeguata, oppure perché tali variabili sono disponibili ad intervalli di tempo inaccettabili per un loro utilizzo in schemi di controllo avanzato. Per ovviare a questo problema possono essere utilizzati sistemi inferenziali (o osservatori o sensori software) per predire i valori delle variabili di processo primarie sulla base di misure di variabili più facilmente misurabili, quali temperature, pressioni, portate, ecc. L'idea è quella di stimare le variabili primarie utilizzando variabili di processo secondarie, facilmente misurabili, accoppiate ad un modello del sistema esaminato. È da tener presente che la maggioranza dei processi chimici presenta un comportamento non lineare, per cui le difficoltà di sviluppo del modello, e la sua successiva integrazione in tempo reale, diventano il problema limitante dello sviluppo dei sistemi inferenziali. In questo ambito sono stati studiati sistemi inferenziali basati su un modello, a "principi primi", semplificato in esame utilizzato in unione con un algoritmo di stima. L'algoritmo di stima, di tipo non lineare, è stato costruito utilizzando due differenti metodi: il filtro di Kalman esteso e l'osservatore geometrico. I sistemi inferenziali risultanti, una volta validati con dati messi a disposizione dalla SARAS, sono in fase di implementazione online.

Tecniche chemiometriche per l'analisi di prodotti

L'utilizzo di tecniche chemiometriche per l'analisi di indici di qualità sta diventando sempre più diffusa nel mondo industriale, visti i tempi associati a tale analisi. Allo stato attuale i modelli necessari per la stima partendo da misure di assorbanza sono sviluppati utilizzando una nuova tecnica: Supervised Distance Preserving Projections. I risultati ottenuti, utilizzando sia benchmark sia dati industriali, hanno dimostrato la validità della tecnica proposta garantendo lo sviluppo di modelli con accuratezze paragonabili a quelle ottenute con le tecniche standard ma con un numero di parametri inferiore. Implementazione di metodologie di controllo statistico per il controllo di qualità su misure spettroscopiche FTIR di fluidi commerciali. In particolare, il set di spettri FTIR è descritto in termini di un modello PCA che permette di ridurre il numero di variabili originali (fortemente correlate tra loro) ad un insieme di variabili artificiali di dimensioni inferiori, e di più agevole sintesi interpretativa.

Tecniche chemiometriche per la diagnostica clinica.

Si intende dedurre lo stato di avanzamento di patologie cliniche partendo da misure di biofluidi e tessuti che possono potenzialmente fornire un'informazione indiretta dello stato di salute (spettroscopia NMR, GCMS, image analysis). Alla singola osservazione è in genere associata una misura multivariata di dimensione elevata che può risultare di difficile interpretazione. Lo scopo della presente ricerca è lo sviluppo di algoritmi che permettano di sintetizzare le variabili misurate con un numero limitato di variabili astratte indipendenti ricavate tramite protocolli statistici consolidati (es: PCA e/o PLS) e tecniche di pattern recognition che permettano di confrontare più gruppi di osservazioni.

Cristallizzazione mediante antisolvente

La tecnica di cristallizzazione è un'operazione estremamente interessante che può produrre prodotti solidi di elevata purezza e qualità a costi relativamente contenuti. È una tecnica estensivamente usata nell'ambito dell'industria alimentare e dell'industria farmaceutica per separare i principi attivi dei medicinali dal solvente.

Di estremo interesse in questo ambito sono le tecniche di cristallizzazione per antisolvente, dove un agente precipitante è aggiunto alla soluzione che si vuole separare riducendo quindi la solubilità del solvente e la combinazione di antisolvente e temperatura. Il risultato finale è una sovrasaturazione del soluto che si intende estrarre e sua conseguente precipitazione. Tali procedure permettono di controllare granulometria e struttura del prodotto finale, poiché le variabili manipolabili nel processo (concentrazione dell'antisolvente, temperatura) sono facilmente accessibili.

Una comprensione più dettagliata del comportamento dinamico della cristallizzazione per antisolvente/temperatura può permettere l'implementazione di sistemi di controllo "model based" ed ottimizzare quindi le condizioni operative per la migliore qualità del prodotto finale. Per questo motivo durante quest'anno è stato ulteriormente sviluppato un modello del processo utilizzando un approccio stocastico (Fokker-Planck, FPE) dove i parametri del modello deterministico sono funzione delle variabili operative, portata di antisolvente e temperatura. Questo modello ha permesso di evidenziare regioni di molteplicità nei processi di cristallizzazione. Inoltre, è stato studiato l'effetto della temperatura sulla formazione dei cristalli in soluzioni in cui la solubilità è quasi indipendente dalla temperatura.

Sviluppo di metodologie per l'analisi di sistemi complessi tramite misure reologiche.

Fourier Transform Rheology: Sono state sviluppate metodologie per la caratterizzazione di materiali complessi. Tale approccio sfrutta la non linearità della risposta dei materiali quando soggetti a flussi di shear di elevata ampiezza (LAOS). Lo studio ha permesso la definizione di nuove grandezze adimensionali che possono essere correlate alla morfologia microscopica del materiale in esame. La tecnica è stata applicata con successo su emulsioni di proprietà nota. Caratterizzazione delle proprietà meccaniche di elastomeri per pneumatici: Si è studiata l'influenza della distribuzione dei pesi molecolari (MWD) e del grado di vulcanizzazione in mescole per pneumatici. In particolare, la performance della mescola è stata investigata per mezzo di tradizionali misure in flusso di taglio oscillatorio (frequency sweep) e deformazioni cicliche di tipo estensionale. Si è potuto quindi quantificare l'effetto della macrostruttura e della MWD sulla risposta meccanica delle mescole analizzate.

Cinetica di processi chimici e biochimici

Reattori biologici a crescita sospesa per il trattamento di reflui acquosi con sostanze organiche biorefrattarie.

L'attività sviluppata nell'ambito di questa ricerca ha riguardato la degradazione, mediante colture microbiche miste di tipo aerobico, di composti organici tossici e scarsamente degradabili presenti nei reflui acquosi di origine industriale o provenienti dalle acque di trattamento di terreni inquinati da idrocarburi policiclici aromatici (IPA). L'obiettivo è quello di riuscire a decomporre queste sostanze per via biologica, dato che i processi biologici sono più convenienti dal punto di vista economico e della compatibilità ambientale rispetto a quelli chimico-fisici. La parte sperimentale ha preso in esame l'individuazione di tensioattivi organici facilmente degradabili in grado di solubilizzare gli IPA in acqua, in modo da favorire la biodisponibilità di tali sostanze nonché la loro biodegradazione.

Crescita di lieviti ambientali nitrato-fili.

E' stato attivata una collaborazione di ricerca col prof. Sanjust sulla possibilità di fare ricorso ai lieviti nitrato-fili per la rimozione di composti azotati dalle acque di scarico. Sono state effettuate prove di crescita sia su piastra che in reattori agitati gestiti in modalità batch utilizzando reflui sintetici e reflui reali.

Ottimizzazione economica dello smaltimento di rifiuti industriali nei vuoti di miniera.

In questa ricerca si è presa in esame la possibilità di smaltire nei vuoti sotterranei della miniera di carbone di "Monte Sini" i rifiuti prodotti da un impianto di potenza (ceneri, gessi e altri materiali provenienti da una caldaia a letto fluido circolante) che utilizza carbone come combustibile. In particolare si vogliono valutare le caratteristiche per una ottimizzazione economica dello smaltimento.

Studio di reattori irraggiati

Lo studio tende ad accertare l'influenza che la radiazione elettromagnetica con frequenze comprese fra 2 e 2,5 GHz esercita sulla evoluzione dei processi interessanti sia reazioni chimiche che reazioni biologiche.

Lo studio è iniziato con l'utilizzazione di un generatore di microonde derivato da un forno a microonde commerciale (operante perciò alla frequenza di 2,45 GHz). In questa fase l'attenzione è stata indirizzata verso lo studio della cinetica del processo di idrolisi del fenil acetato in soluzioni acquose contenenti lo ione catalitico acetato. L'attività è proseguita estendendo lo studio alla cinetica di evoluzione di altri processi chimici. La conclusione generale è stata che una reazione chimica gestita in ambienti irraggiati con una radiazione a 2,45GHz evolve a velocità maggiori di quelle che caratterizzano gli stessi processi evolvono in ambienti non irraggiati. Più recentemente è stato oggetto di studio l'ossidazione di composti fenolici in soluzione acquosa. La procedura prevede l'uso del reattivo di Fenton come ossidante. L'evoluzione del processo in ambiente irraggiato con una radiazione a 2,45 GHz si sta rivelando notevolmente più rapida rispetto al processo in ambiente non irraggiato. Per ora l'informazione ricavata è di tipo solo qualitativo, ma sono in corso tentativi di "modellizzare" il processo trattandolo come un fenomeno di tipo catalitico. L'attività sperimentale è proseguita interessando processi di sterilizzazione; i processi sono stati condotti in un reattore tipo PFR irraggiato con una radiazione a frequenza variabile fra 2 e 2,5 GHz. La necessità di poter operare in condizioni di maggior sicurezza e di disporre di maggior flessibilità nell'utilizzo ci ha spinto a modificare la struttura operativa che ora utilizza un generatore allo stato solido (YIG) ed una serie di apparati che consentono sia di trasportare la radiazione fino al PFR, dove essa viene utilizzata dal sistema reagente, che di modificarne la frequenza e la potenza, il tutto come detto in condizioni di maggior sicurezza rispetto alla situazione precedente. Attualmente, è stata realizzata una cavità risonante in acciaio che consente di poter convogliare al sistema reagente il 99% (o anche più) dell'intera potenza incidente. L'inserimento nel circuito di un accoppiatore direzionale consente di misurare sia la potenza incidente che quella riflessa. L'acquisizione di una serie di strumenti (generatore di segnale, analizzatore di spettro, amplificatore di potenza ad elevato guadagno ecc.) consentirà di estendere l'indagine sperimentale che ci si propone di volgere verso il campo delle reazioni enzimatiche di rilevanza nell'industria alimentare.

Studio di processi di valorizzazione energetica di biomasse

La valorizzazione energetica delle biomasse è una delle più promettenti vie per affrontare due grossi problemi come quelli connessi sia allo smaltimento dei rifiuti che alla produzione di energia. Il progetto prevede lo studio della cinetica e la modellazione del processo di decomposizione e successiva reazione con vapor d'acqua del materiale a matrice organica costituente le biomasse sia di origine umana (rifiuti urbani) che di origine vegetale (scarti di lavorazioni agricole e produzioni ottenute in terreni marginali). La struttura sperimentale predisposta prevede un reattore operante alla temperatura di circa 500 °C ed un sistema di raffreddamento e pulizia dei gas prodotti. Questi vengono analizzati

mediante un gas cromatografo in linea. È stata acquisita una struttura in grado di operare in condizioni molto simili a quelle dei forni rotanti che viene utilizzata per lo studio sperimentale volto alla acquisizione di dati cinetici derivati dalla conduzione del processo in differenti condizioni operative e con l'utilizzo di differenti tipi di biomasse derivanti da scarti agricoli (carciofo, cardo, colza ecc.).

Ingegneria Elettrochimica

Caratterizzazione idrodinamica di Reattori elettrochimici per la disinfezione delle acque

Il processo di disinfezione comunemente utilizzato, anche negli impianti di potabilizzazione, si basa sull'uso di cloro, biossido di cloro e ipoclorito. L'uso di nuovi elettrodi può rendere vantaggioso un trattamento elettrochimico diretto consentendo di realizzare il processo di disinfezione senza la mediazione dei prodotti di ossidazione del cloro. L'idrodinamica del reattore è un aspetto fondamentale per ottenere elevate efficienze nel processo di disinfezione e purificazione delle acque: il reattore deve infatti essere progettato per ottenere un elevato trasferimento delle specie da rimuovere dal bulk verso la superficie degli elettrodi. In prossimità della superficie si realizzano condizioni ossidanti estremamente severe che possono portare ad una inattivazione anche delle specie più resistenti agli usuali trattamenti di disinfezione, o alla rimozione dei composti scarsamente ossidabili. Devono inoltre essere evitati fenomeni di stagnazione e cammini preferenziali, che potrebbero compromettere l'efficacia del processo. Gli studi sono rivolti alla caratterizzazione completa dell'idrodinamica del reattore, utilizzando sia tecniche sperimentali basate sulla distribuzione dei tempi di permanenza ottenute da esperimenti stimolo-risposta, sia tecniche di modellazione matematica basate sulla fluidodinamica computazionale. La caratterizzazione è completata dallo studio del trasferimento di materia verso anodo e catodo, utilizzando la tecnica delle correnti limite e l'analisi basata su correlazioni adimensionali.

Preparazione e caratterizzazione di elettrodi per foto-elettro-catalisi e studio della cinetica del processo

Nell'ambito dei processi di ossidazione avanzata i metodi basati su processi fotochimici sono largamente noti e studiati: l'intero processo si basa sull'effetto fotovoltaico, caratteristico di semiconduttori di carattere sia p sia n, e dovuto all'assorbimento di uno o più fotoni di opportuna lunghezza d'onda che crea una coppia elettrone-buca che può essere sfruttata per promuovere processi chimici ossidoriduttivi all'interfaccia tra soluzione e semiconduttore. I metodi fotoelettrochimici accompagnano l'irraggiamento della superficie dell'elettrodo semiconduttore con l'applicazione di un campo elettrico di opportuna intensità e verso. Questo consente l'allontanamento dei portatori di carica di maggioranza dall'elettrodo semiconduttore e la stabilizzazione dei portatori di carica di minoranza nei rispettivi stati elettronici. I materiali semiconduttori generalmente utilizzati funzionano per irraggiamento con luce UV. Punto chiave dello studio è la ricerca di materiali opportuni che consentano di massimizzare le rese quantiche del processo e soprattutto di sfruttare lo spettro solare spostando il campo di radiazioni utili verso il visibile, cosa che può essere ottenuta, restringendo il gap di banda del semiconduttore per esempio con l'ausilio di opportuni droganti. Particolare attenzione è posta su tecniche di ottenimento di strutture elettrodiche a base di nanotubi di biossido di titanio. Partendo da lamine di titanio metallico, l'ossidazione elettrochimica realizzata in presenza di fluoruri si dimostra efficace per l'ottenimento di strutture nanometriche altamente ordinate che possono essere utilizzate per il processo di fotoelettrolisi dell'acqua per l'ottenimento di idrogeno. Le stesse strutture, opportunamente drogate, possono costituire un promettente catalizzatore per realizzare il processo utilizzando la radiazione solare.

Preparazione e caratterizzazione di foto anodi per DSSC

Lo studio è rivolto alla preparazione e caratterizzazione di materiali a base di TiO_2 a struttura nano tubolare che possano essere utilizzate come anodi per celle solari (DSSC dye sensitized solar cells).

In particolare lo studio mira a trovare le condizioni ottimali per la preparazione della struttura di elettrodo e la sua successiva sensitizzazione con colorante, in modo tale da ottenere celle ad alta efficienza. La combinazione di alta superficie specifica, offerta dalla struttura nanometrica, unita alla peculiarità dei nano tubi di indirizzare il percorso degli elettroni verso il circuito esterno dovrebbero infatti favorire il processo di separazione delle cariche foto generate all'interno della struttura del semiconduttore. Al fine di migliorarne le prestazioni durante l'irradiazione, si esaminerà la possibilità di "decorare" la struttura di partenza o tramite un processo di gerarchizzazione, che porta alla combinazione di varie morfologie dello stesso ossido TiO_2 , oppure con un processo di deposito di adatti metalli che catalizzino il processo ossidativo. Tecniche di funzionalizzazione elettrochimica saranno invece utilizzate per cercare di stabilizzare gli eventuali coloranti che si useranno per la sensitizzazione.

Preparazione e caratterizzazione di materiali per applicazioni sensoristiche

La realizzazione di sensori per applicazioni biomedicali richiede tecniche affidabili e riproducibili per la funzionalizzazione delle superfici. In particolare la funzionalizzazione di superfici di oro è una delle tematiche più interessanti dello sviluppo di biosensori. Tradizionalmente si ricorre alle reazioni spontanee di grafting dei gruppi tiolo sulla superficie dell'oro, ma queste sono difficilmente controllabili. Un'alternativa è costituita dal grafting elettrochimico sfruttando gruppi relativamente reattivi, ma inseriti in molecole indirizzabili in maniera controllata mediante campo elettrico. Le tecniche elettrochimiche, in particolare quelle in corrente alternata, forniscono inoltre strumenti di caratterizzazione rapida e a basso costo delle superfici realizzate. Sia il ricoprimento, sia la caratterizzazione delle superfici per via elettrochimica sono da tempo oggetto di studio presso il DIMCM. Sali di arildiazonio sono stati utilizzati per realizzare il ricoprimento di superfici di oro per electrografting: le superfici risultano funzionalizzate con gruppi amminici. Il deposito realizzato è stato quindi utilizzato come precursore per la

funzionalizzazione con le molecole di interesse, sfruttando la reazione spontanea ammina-aldeide o acido. E' inoltre studiata la possibilità di legare polimeri biocompatibili, anche con l'uso di linker intermedi, per rendere la superficie adatta alla crescita cellulare.

Sintesi di materiali multistrato nano strutturati resistenti alle radiazioni

La ricerca riguarda la sintesi di materiali nanostrutturati resistenti alle radiazioni. Questa sezione sperimentale è inquadrata in un progetto sperimentale e di modellazione matematica del comportamento dei materiali multistrato sotto radiazione. In particolare, la ricerca riguarda la preparazione di strutture metalliche multistrato con tecniche elettrochimiche. I sistemi da realizzare coinvolgono coppie di metalli tra i quali alcuni cosiddetti refrattari, come Nb o Ta. Nel processo di deposizione elettrochimica sono quindi utilizzati solventi non convenzionali, in particolare sali fusi a bassa temperatura. Inoltre per eliminare l'interferenza delle reazioni di riduzione di acqua e ossigeno il processo avviene sotto atmosfera controllata. Nell'anno trascorso è stato investigato il sistema Cu/Nb: in particolare sono stati ottenuti depositi di niobio metallico di spessore inferiore ai 50 nm utilizzando diversi substrati, dei quali il più promettente è risultato il diamante conduttore. I materiali ottenuti sono stati caratterizzati sia attraverso tecniche elettrochimiche indirette sia tramite diffrazione a raggi X e microscopia elettronica.

ISRU e ISFR

ISRU e ISFR

Ideazione, sviluppo e prototipazione di processi basati sui paradigmi ISRU (In Situ Resources Utilization) e ISFR (In Situ Fabrication and Repair) per l'esplorazione umana di Luna e Marte.

Tecnologie e sistemi di lavorazione

Lavorazioni meccaniche

E' stata sviluppata una nuova tecnologia di lavorazione per asportazione di materia dei sinterizzati metallici, impregnando il materiale da lavorare con una soluzione alcolica non satura di pece greca. Il metodo ha consentito di incrementare sensibilmente la durata dell'utensile, tanto da essere attualmente impiegato da aziende del settore.

Saldatura allo stato solido

E' in corso lo studio della tecnologia di saldatura con il metodo FSW (Friction Stir Welding) sia su lamiere in alluminio di impiego aeronautico, in collaborazione con le sedi di Napoli e Palermo, sia su lamierini di acciaio, in collaborazione con la Soc. Remosa di Cagliari.

Progettazione di piani di campionamento per la metrologia industriale

E' stata sviluppata una metodologia per la progettazione di cicli di ispezione su Macchine di Misura a Coordinate (CMM) basata su modelli "kriging" (processi stocastici Gaussiani autocorrelati). I piani risultanti sono adattativi in quanto le fasi di progettazione del campione e presa delle misure non sono distinte nel tempo ma procedono sequenzialmente: si progetta il punto successivo da ispezionare, si prende la misura e così via fino a che una regola di arresto pone fine alla procedura. Il punto successivo da ispezionare viene selezionato dal meccanismo inferenziale del kriging: le previsioni fornite dal modello corrente sull'andamento dell'intera superficie permettono di scegliere il punto più propizio all'aumento dell'errore geometrico: si prende quindi la misura in questo punto, si stima il nuovo modello e così via. Tale strategia risulta più informativa poichè, ad ogni passo, sfrutta tutte le misure già prese. Si è dimostrato che la procedura adattativa surclassa sistematicamente le procedure classiche basate su semplici schemi di campionamento statistico (Random, LHS, uniforme) e le poche procedure adattative già esistenti, sia per l'accuratezza delle stime degli errori geometrici sia per il numero delle misure utilizzate. Il metodo è del tutto generale ed è quindi trasferibile a svariati campi metrologici. La ricerca si è svolta in collaborazione con il Politecnico di Milano (Dip. di Meccanica, sezione Tecnologie) e ha dato luogo nel 2011 alla tesi di dottorato dell'ing. Rocco Ascione presso l'Università di Cassino.

Piani di esperimenti sequenziali e relativi modelli statistici per la sperimentazione industriale

Sono stati studiati e progettati piani di esperimenti di tipo "misto", che mettono insieme piani space-filling, che si ispirano all'obiettivo della copertura uniforme della regione sperimentale, e piani cosiddetti "ottimali" per superfici di risposta (D-ottimali, I-ottimali, CCD) che ottimizzano una misura di informazione relativa al piano stesso (per esempio minimizzando la massima varianza di previsione o la varianza associata alla stima dei parametri del modello). L'adozione di piani "misti" ha portato ad un aumento sostanziale della bontà delle previsioni, misurabile attraverso la riduzione netta di errore quadratico medio (RMSE). Pertanto adottare due criteri eterogenei, e quindi complementari, anzichè un criterio singolo porta, a parità di dimensione del piano, a benefici più che proporzionali. E' stato anche progettato un meccanismo per decidere quando può essere conveniente terminare la sperimentazione. Il protocollo prevede di eseguire in toto il piano space-filling e di fermarsi durante l'esecuzione del piano "ottimale". La regola di arresto si basa sull'analisi di Cross-Validation implementata con il meccanismo del "Leave-One-Out". Il nuovo protocollo di prove è stato valutato in combinazione con tre diversi modelli statistici per la previsione della risposta sperimentale: la regressione multivariata di tipo stepwise, le Radial Basis Functions e i modelli kriging. Il vantaggio previsionale permane con tutti i tre modelli, ma diventa più grande se il modello di stima è il kriging. La metodologia

descritta è stata applicata, all'interno di uno studio di "Robust design", alla progettazione di un sottosistema del processo di fabbricazione dei brick presso lo stabilimento di Modena della Tetra Pak.

Un nuovo metodo per il miglioramento della qualità di prodotti/servizi

È stata sviluppata una metodologia snella per la re-ingegnerizzazione di prodotti/servizi basata sull'utilizzo congiunto di due tecniche dell'ingegneria della Qualità: Quality Function Deployment (QFD) e FMEA (Failure Mode and Effects Analysis). Il concetto chiave è il meccanismo di estrema selettività del metodo: a partire dai bisogni utente classificati secondo una scala di priorità, l'analisi QFD consente di individuare le performance prioritarie del prodotto/servizio e, in cascata (scendendo al livello dei processi), i processi che hanno maggior leva sulle performance prioritarie. Su questi pochi processi "critici" si concentra l'azione di re-ingegnerizzazione che viene dispiegata utilizzando la tecnica FMEA. Su ciascun processo critico si individuano i potenziali modi di guasto e, per quelli risultati più severi, si progettano mirate azioni preventive in grado di neutralizzare eventuali effetti negativi sulle prestazioni del processo. Questa metodologia è stata applicata nel progetto della Legge 7/8/2007 Regione Sardegna (anno 2010) dal titolo: "L'ingegnerizzazione dei processi chiave per il miglioramento della performance delle aziende pubbliche", in particolare alla re-ingegnerizzazione di due servizi: "Supporto amministrativo per la ricerca Europea (programmi Quadro)" e "Asili Nido del Comune di Cagliari".

Meccanica Applicata

Automazione a Fluido

L'attività di ricerca svolta ha riguardato la valutazione delle azioni dissipative e di attrito in elementi pneumatici quali attuatori lineari e valvole di controllo. Lo studio ha portato alla ideazione ed alla progettazione di prototipi per l'ottimizzazione del comportamento di tali componenti fondamentali. In particolare lo studio ha consentito, in collaborazione con il Politecnico di Torino, di definire condizioni e sistemi in grado di massimizzare la vita di sistemi e componenti. Lo studio di ricerca ha inoltre consentito di valutare l'applicabilità di elementi fluidici a sistemi industriali.

Meccanica Applicata alla Biomedica

In tale ambito sono sviluppati prototipi e sistemi innovativi per la salvaguardia ed il recupero funzionale della attività circolatoria in soggetti motulesi. Lo studio, in collaborazione con il Politecnico di Torino e con aziende sarde del settore, ha portato alla realizzazione di sistemi testati in laboratorio e su soggetti motulesi nell'ambito di protocolli definiti da personale medico in strutture attrezzate. Tale attività è stata svolta in collaborazione con il Laboratorio di Fisiologia degli Sport del Dipartimento di Scienze Mediche dell'Università degli Studi di Cagliari.

Studio e ottimizzazione dei componenti di rover in ambiente ostile

L'attività di ricerca ha riguardato l'ottimizzazione geometrica e funzionale dei componenti di un veicolo lunare destinato a mansioni di sgombero di un'area. La metodologia utilizzata per la ricerca integra la modellazione parametrica CAD con programmi CAT per la determinazione dei parametri funzionali e con l'analisi FEM per le verifiche strutturali.

Ricerche formalizzate e finanziate nell'anno solare 2013

PRIN

- nessuno

Fondo per il sostegno della ricerca di base e per lo start-up dei giovani ricercatori

- Nessuno.

Progetti a finanziamento regionale e nazionale

- F. Aymerich: RAS L.R. 7 annualità 2012, importo € **129.446,00**
- A. Baldi: RAS premialità per la ricerca scientifica, importo € **10.000,00**
- R. Baratti: contratto di ricerca finanziato dall'ENEA, importo € **30.000,00**
- M. Brun: RAS Premialità, importo € **10.000,00**
- G. Cau: contratto di ricerca finanziato dall'ENEA, importo € **30.000,00**.
- G. Cau: RAS L.R, 7 annualità 2012, importo € **300.000,00**.
- G. Cau: RAS premialità per la ricerca scientifica, importo € **10.000,00**
- F. Floris: RAS L.R, 7 annualità 2012, importo € **297.287,98**.
- A.M. Locci: RAS premialità per la ricerca scientifica, importo € **10.000,00**
- M. Mascia: RAS Premialità, importo € **10.000,00**
- R. Orrù: RAS premialità per la ricerca scientifica, importo € **10.000,00**
- A. Vacca: RAS L.R. 7 annualità 2012, importo € **74.990,00**

Progetti Unione Europea

- AAA

Progetti con enti pubblici o privati

- G. Cao: progetto di Ricerca finanziato dalla Fondazione Banco di Sardegna, importo € **10.000,00**.
- M. Pau: progetto di Ricerca finanziato dalla Fondazione Banco di Sardegna, importo € **13.000,00**.
- P. Puddu: progetto di Ricerca finanziato dalla Fondazione Banco di Sardegna, importo € **10.000,00**.

Collaborazioni alla Ricerca con Altre Strutture

- AGRIS SARDEGNA – Agenzia per la Ricerca in Agricoltura
- CSM - Centro Sviluppo Materiali S.p.A.
- CRS4
- ENAS - Ente Acque Sardegna
- ENEA
- RTM S.p.A.
- Sapiro Produzione Idrogeno Ossigeno S.r.l
- Sardegna Ricerche
- Sotacarbo, Società Tecnologie Avanzate Carbone S.p.A.
- TU Bergakademie Freiberg, ZIK Virtuhcon, IEC - Department of Energy Process Engineering and Chemical Engineering
- Universidad Autonoma Metropolitana di Città del Messico (Messico) – Dep. de Ingegneria Quimica;
- Universidad National Autonoma de Messico, Città del Messico (Messico) – Dep. De Ingegneria di Controllo;
- Louisiana State University (USA) – Chemical Engineering Department;
- Sintesi di materiali densi via SPS: Politecnico di Torino (Italia), Consiglio Nazionale delle Ricerche, Institute for Energetics and Interphases (Italia), Istituto de Ceramica y Vidrio (Spain), Instituto Nacional de Engenharia e Tecnologia e Innovacao (Portugal), Universitat de Barcelona (Spain), Institute of Metal Cutting (Poland), Technical University of Darmstadt (Germany), Centre National de la Recherche Scientifique (France), University of Hertfordshire (UK), Talleres Mecanicos Comas (Spain), Tecnologia e Engenharia de Materiais (Portugal) , Università de Technologie de Belfort Montbéliard (France).
- Produzione di polveri ad uso sensoristico: Centro Ricerche Fiat (CRF), Università degli Studi di Trento, Università degli Studi di Messina, Consiglio Nazionale delle Ricerche (CNR), ISTECH, Faenza, Università degli Studi di ROMA "Tor Vergata", Politecnico di Torino, Consiglio Nazionale delle Ricerche (CNR), Trento
- Produzione di polveri per rivestimenti protettivi (barriere termiche) per turbine a gas, Turbocoating SpA, Rubbiano di Solignano (Parma), Dipartimento di Chimica, Università di Firenze
- Bonifica di siti contaminati: Scilla Srl –Italia, Centro di Ricerca, Sviluppo e Studi Superiori in Sardegna (CRS4) – Italia, Consorzio Interuniversitario Nazionale "La Chimica per l'Ambiente" (INCA) – Italia
- Ingegneria dei tessuti: Università della Calabria – Italia, Istituto di tecnologie biomediche del CNR – Italia, Pharmaness SpA – Italia, Proteios SpA – Italia
- Università di Napoli Federico II (I)
- Elastomers Research Center Polimeri Europa – Ravenna (I)
- Institut für Technische Chemie und Polymerchemie, Karlsruhe (D)
- Helsinki University of Technology (Finlandia) - Lab. of Computer and Information Science
- Università degli Studi di Pavia;
- Università degli Studi di Sassari;
- Politecnico di Torino;
- Politecnico di Milano;
- Centre National de la Recherche Scientifique, Georgia Institute of Technology – Lorraine, Metz (France);
- Universidad de Oviedo (Spain);
- Universidad de Burgos (Spain);
- Instituto Madrilenio de Estudios Avanzados, Madrid (Spain);
- Ecole de Mines, Paris (France);
- Ceske Vysoke Uceni Technicke V Praze (Technical University of Prague), Prague (Czech Republic);
- Tartu Ulikool (University of Tartu), (Estonia);
- Uppsala Universitet (Sweden);
- Department of Materials and Manufacturing Technology, Chalmers University of Technology, Goteborg (Sweden)
- Georgia Institute of Technology, Atlanta (Georgia), (USA);
- Los Alamos National Laboratory (LANL), Materials Division, New Mexico, (USA);
- Massachusetts Institute of Technology (MIT), Boston (USA);
- Faculty of Chemical and Food Technology dell'Università di Bratislava;
- Società Carbosulcis SpA, Gonnese (Carbonia-Iglesias);
- Istituto di Enologia ed Ingegneria Agro-alimentare – Università Cattolica del Sacro Cuore – Piacenza;
- Aalto University – Finland;
- AGH University, Krakow, Poland;
- Shool of Mechanics, Tianin University, China;

- Università Politecnica delle Marche;
- Centre National de la Recherche Scientifique, Georgia Institute of Technology – Lorraine, Metz (France);
- Department of Industrial & Systems Engineering, Virginia Tech USA;
- Railway Technical Research Institute, Tokyo, Japan;
- Tokyo Institute of Technology, Japan;
- CONI, Comitato Regionale Sardegna;
- Università degli Studi di Parma - Laboratorio RFID;
- Service d'Automatique et d'Analyse des Systèmes, Université Libre de Bruxelles (ULB), Belgio;
- Tetra Pak, sede di Modena.
- University of Liverpool, UK
- Tel Aviv University, Israel
- John Moores University, UK
- Università di Trento
- Institut Fresnel – UMR 7249, Francia
- University of Southern Denmark, Department of Chemical Engineering, Biotechnology and Environmental Technology, Odense, DK
- Universidad de Guanajuato, Division de Ciencias Naturales y Exactas, Departamento de Ingeniería Química, MX
- University of Edinburgh, School of Chemistry, Edimburgo, UK
- Università di Milano, Dipartimento di Chimica Inorganica Metallorganica e Analitica “Lamberto Malatesta”
- Nagoya University, Department of Chemistry Graduate School of Science and Research Center of Materials Science, Nagoya, Japan
- Department of Industrial & Systems Engineering, Virginia Tech, USA

Attività Scientifiche

Partecipazione a comitati editoriali di riviste

- F. Aymerich: Diagnostics and structural health monitoring
- F. Aymerich: Journal of Composites
- F. Aymerich: Mechanics and Control
- M. Brun: Editorial Board: The Scientific World Journal
- G. Cao: International Journal SHS.
- G. Cao: Open Tissue Engineering & Regenerative Medicine Journal
- G. Cao: Open Atmospheric Science Journal
- G. Cao: ISRN Chemical Engineering
- G. Cao: Advances in Environmental Research
- G. Cao: Journal of Biomaterials and Biomedical Engineering
- D. Cocco: Journal of Power and Energy
- F. Delogu: The Open Ceramic Science Journal
- A. Manuello Bertetto: Editor in Chief of International Journal of Mechanics and Control
- R. Orrù: ISRN Chemical Engineering
- R. Orrù: Eurasian Chemico-Technological Journal
- F. Delogu: componente del Comitato Editoriale “The Open Ceramic Science Journal”

Partecipazione a comitati scientifici di conferenze

- F. Aymerich: Comitato scientifico 10th International Conference on Damage Assessment of Structures – DAMAS 2013, Dublin, July 2013
- F. Aymerich: International advisory board - 4th International Conference on Recent Advances in Composite Materials - ICRACM 2013, Goa (India), February 2013.
- F. Aymerich: Comitato scientifico 16th European Conference on Composite Materials (ECCM16), Seville, June 2014
- G. Cao: componente dell’International Advisory Board of the Special Session “SHS Ceramics” at CIMTEC 2014
- G. Cao: componente del Comitato Organizzatore dell’International Conference Tissue Science-2013
- G. Cao: componente del Comitato Internazionale Tecnico di Valutazione per CMSE 2013
- G. Cao: componente dell’International Advisory Board of the Int. Conf. on Advanced Environ. Sci. & Tech
- A. Cincotti - PBM (Population Balance Modelling) Congress 2013 - Bangalore India
- M. C. Porcu: 9th International Conference on Earthquake Resistant Engineering Structures, La Coruna, Spagna, 2013.

Partecipazione a comitati tecnici

- F. Aymerich: Council member - European Society of Composite Materials (ESCM)
- R. Baratti: Membro del Comitato della Federazione Internazionale di Controllo (IFAC)
- G. Cao: Vice-coordinatore del Comitato promotore del Distretto Aerospaziale della Sardegna”
- M. Mascia. valutatore di progetti per conto della Swiss National Science Foundation
- F. Delogu: American Nano Society
- S. Palmas: European Working Party on Electrochemical Engineering

Partecipazioni a commissioni di dottorato/abilitazione

- A. Baldi: componente della commissione per l’esame di ammissione al Dottorato in Ingegneria Industriale, Università di Cagliari
- G. Cao: componente della commissione per l’esame di ammissione al Dottorato in Scienze e Tecnologie per l’Innovazione, Università di Cagliari
- M. Mascia: componente della commissione per l’esame di ammissione al Dottorato in Ingegneria Industriale, Università di Cagliari
- R. Orrù: componente della commissione per l’esame di ammissione al Dottorato in Scienze e Tecnologie per l’Innovazione, Università di Cagliari

Afferenza a consorzi, centri di ricerca e reti di ricerca europea

- Centro Interdipartimentale di Ingegneria e Scienze Ambientali – CINSIA
- Centro Interuniversitario “High Tech Recycling” – HTR
- Istituto Nazionale di Chimica per l’Ambiente – INCA

- Istituto Nazionale di Scienza e Tecnologia dei Materiali – INSTM

Conferenze e seminari tenuti da docenti del DIMCM in altre sedi

- F. Aymerich: “Fatigue and Impact Behaviour of Stitched Composite Laminates”, invited talk at ICRACM 2013 – Goa, India; 18-21 February 2013.
- M. Brun: “Elastic wave propagation in heterogeneous media.” RCMM Meeting, Department of Mathematical Sciences, University of Liverpool, Liverpool, UK. 13 October 2012.
- M. Brun: “Low-frequency asymptotic models of slender bridge structures (waveguides, by-pass systems).” Department of Mathematics, Imperial College, London, UK. 13 March 2013.
- M. Brun: “Modelli asintotici alle basse frequenze di strutture snelle monodimensionali: ponti, guide d’onda, propagazione di danneggiamenti localizzati.” DICATA, Università di Brescia, Brescia, I. 2 May 2013.
- M. Brun: “Dynamic behavior of slender structures.” School of Engineering and Applied Sciences, Harvard University, Harvard, USA. 12 July 2013.
- G. Cao: Invited speaker at the Workshop “Dalla Nanomedicina al Brain imaging. Le nuove frontiere delle Nanobiotecnologie” to present “Current Trends in Biomedical Engineering and Recent Results”, Parco Scientifico e Tecnologico, Pula (CA), Italy (2013).
- G. Cao: Invited speaker at the European Space Expo to present “Le tecnologie per l’esplorazione dello spazio”, Piazza del Popolo, Rome, Italy (2013).
- G. Cao: Invited speaker at La Notte dei Ricercatori to present “Nuove tecnologie per l’esplorazione robotica e umana dello spazio”, Piazza Mameli, Nuoro, Italy (2013).
-

Congressi, conferenze, workshop e corsi organizzati dal DIMCM

- Prof Liviu Marsavina, Polytechnical University of Timisoara, Romania - Luglio 2013, A review of Using Thermoelasticity for Structural Assessment.
- Prof Liviu Marsavina, Polytechnical University of Timisoara, Romania - Luglio 2013, Failure of Plastic Foams.
- Short course “An introduction to Rheology”, tenuto da Prof. M. Wilhelm, Karlsruhe Institute of Technology, May 27-31, 2013

• Pubblicazioni

Riviste internazionali [72]

1. Cogoni G., **Tronci S.**, Mistretta G., **Baratti R.**, Romagnoli J., “Stochastic Approach for the Prediction of PSD in Non-Isothermal Antisolvent Crystallization Processes”, *AICHe J.* (ISSN 0001-1541), 59, 8 (2013), pp 2843-2851 (doi: 10.1002/aic.14089).
2. Cogoni G., **Baratti R.**, Romagnoli J., “On the influence of hydrogen bond interactions in isothermal and non-isothermal antisolvent crystallization processes”, *Industrial & Engineering Chemistry Research* (ISSN 0888-5885), 52, 28 (2013), pp 9612-9619 (doi: 10.1021/ie303414b).
3. Porru M., Alvarez J., **Baratti R.**, “Composition Estimator Design for Industrial Multicomponent Distillation Column”, *Chemical Engineering Transactions*, 2013, Volume 32 (ISBN 978-88-95608-23-5; ISSN 1974-9791), pp 1975-1980 (doi: 10.3303/CET1332330).
4. Gogoni G., **Tronci S.**, Mistretta G., **Baratti R.**, Romagnoli J., “Stochastic Global Model for the Prediction of the Asymptotic CSDs Using Antisolvent Crystallization Processes”, *Chemical Engineering Transactions*, 2013, Volume 32 (ISBN 978-88-95608-23-5; ISSN 1974-9791), pp 2107-2112 (doi: 10.3303/CET1332352).
5. Zhang B., Willis R., Romagnoli J., Fois C., **Tronci S.**, **Baratti R.**, “Image-Based Multi-Resolution-ANN Approach for On-line Particle Size Characterization”, *Chemical Engineering Transactions*, 2013, Volume 32 (ISBN 978-88-95608-23-5; ISSN 1974-9791), pp 2203-2208 (doi: 10.3303/CET1332368).
6. C. Musa, **R. Orrù**, D. Sciti, L. Silvestroni and **G. Cao**, “Synthesis, consolidation and characterization of monolithic and SiC whiskers reinforced HfB₂ ceramics”, *Journal of the European Ceramic Society*, 33, 603–614 (2013) <http://dx.doi.org/10.1016/j.jeurceramsoc.2012.10.004>
7. A. Lutz, A. Concas, A. **M. Locci** and **G. Cao**, “Nannochloris eucaryotum growth in batch photobioreactors: kinetic analysis and use of 100% (v/v) CO₂”, *Advances in Environmental Research: an International Journal*, 2, 19-33 (2013).
8. **R. Orrù** and **G. Cao**, “Comparison of reactive and non-reactive Spark Plasma Sintering routes for the fabrication of monolithic and composite UHTC materials”, *Materials*, 6, 5, 1566-1583 (2013).
9. C. Musa, **R. Licheri**, **R. Orrù** and **G. Cao**, “Fabrication of fully dense UHTC by combining SHS and SPS”, *Eurasian Chemico-Technological Journal*, 15, 117-126 (2013).
10. G. Corrias, **R. Licheri**, **R. Orrù** and **G. Cao**, “Physical assets by SHS in the framework of ISRU and ISFR paradigms for human space missions on the Moon”, *Eurasian Chemico-Technological Journal*, 15, 133-142 (2013).
11. A. Concas, M. Pisu and **G. Cao**, “Mathematical Modelling of Chlorella Vulgaris Growth in Semi-batch Photobioreactors Fed with Pure CO₂”, *AIDIC Conference Series Vol. 11*, 121-130 (2013). DOI:10.3303/ACOS1311013
12. G. Corrias, **R. Licheri**, **R. Orrù** and **G. Cao**, “A systematic investigation to obtain physical assets on the Moon through Self-propagating High-temperature Reactions”, *Chemical Engineering Transactions*, 32, 697-702 (2013).
13. E. Pieroni, A. Kumar, M. Pisu, V. Genna, A. Concas and **G. Cao**, “Combination of classical and molecular modeling approaches to investigate the effect of antipsychotic drugs on cell proliferation kinetics”, *Chemical Engineering Transactions*, 32, 787-792 (2013).
14. A. Concas, M. Pisu and **G. Cao**, “Mathematical modeling of Chlorella Vulgaris growth in semi-batch photobioreactors fed with pure CO₂”, *Chemical Engineering Transactions*, 32, 1021-1026 (2013).
15. L. Nikzad, **R. Orrù**, **R. Licheri** and **G. Cao**, “Influence of mechanical and electric current activation on the mechanism of formation and the properties of bulk B₄C-TiB₂ composites obtained by reactive sintering”, *Chemical Engineering Transactions*, 32, 1669-1674 (2013).
16. **Cocco, D.**, Serra, F., **Tola, V.**, Assessment of energy and economic benefits arising from syngas storage in IGCC power plants, *Energy*, Vol. 58, pp. 635-643, 2013.
17. **Cau G.**, **Tola V.**, Deiana P., “Comparative performance assessment of IGCC and USC plants integrated with CO₂ capture systems”. *Fuel* (2013), <http://dx.doi.org/10.1016/j.fuel.2013.06.005>.
18. **Tola V.**, Pettinau A., “Power generation plants with carbon capture and storage: a techno-economic comparison between coal combustion and gasification technologies”. *Applied Energy* Vol 113, pp 1461-1474. 2014
19. **M. Mascia**, **A. Vacca**, **S. Palmas**; Electrochemical treatment as a pre-oxidative step for algae removal using Chlorella vulgaris as a model organism and BDD anodes; *Chem Eng J*; 219 (2013) 512-519; DOI: 10.1016/j.cej.2012.12.097
20. **A. Vacca**, **M. Mascia**, **S. Palmas**; On the formation of bromate and chlorate ions during electrolysis with boron doped diamond anode for seawater treatment: *J Chem Technol Biotechnol*; 88 (2013) 2244-2251 DOI: 10.1002/jctb.4095
21. **S. Palmas**, **M. Mascia**, **A. Vacca**, I Tredici; Photoelectrocatalytic Performances of Nanostructured/Decorated TiO₂ Electrodes: Effect of Wavelength and Cell Configuration; *Int J Photoen* 73760 (2013) DOI: 10.1155/2013/173760

22. L. Özcan, S. Yurdakal, V. Augugliaro, V. Loddo, **S Palmas**, G. Palmisano, L. Palmisano, Photoelectrocatalytic selective oxidation of 4-methoxybenzyl alcohol in water by TiO₂ supported on titanium anodes; *Appl Catal B*; 132-133 (2013) 535-542 DOI: 10.1016/j.apcatb.2012.12.030
23. C.Ramirez-Marquez, J.G.Segovia-Hernandez, S.Hernandez, **M. Errico**, B.-G.Rong (2013) “Dynamic behavior of alternative separation processes for ethanol dehydration by extractive distillation” *Industrial & Engineering Chemistry Research*, Vol. 52, 17554-17561.
24. C.E.Torres-Ortega, J.G.Segovia-Hernandez, F.I.Gomez-Castro, S.Hernandez, A.Bonilla-Petriciolet, B.-G.Rong, **M. Errico** (2013) “Design optimization and controllability of an alternative process based on extractive distillation for an ethane-carbon dioxide mixture” *Chemical Engineering and Processing: Process Intensification* Vol. 74, 55-68.
25. 64. **M. Errico**, B.-G.Rong, (2013) “Optimal synthesis of distillation systems for bioethanol separation. Part 1: Extractive distillation with simple columns” *Industrial & Engineering Chemistry Research* Vol. 52, 1612-1619.
26. 65. **M. Errico**, B.-G.Rong, (2013) “Optimal synthesis of distillation systems for bioethanol separation. Part 2: Extractive distillation with complex columns” *Industrial & Engineering Chemistry Research* Vol. 52, 1620-1626.
27. Bigoni, D., Guenneau, S., Movchan, A.B., **Brun, M.** 2013 “Elastic metamaterials with inertial locally resonant structures: Application to lensing and localization” *Phys. Rev. B*, 87, 174303. doi: 10.1103/PhysRevB.87.174303
28. Colquitt, D.J., Jones, I.S., Movchan, N.V., Movchan, A.B., **Brun, M.**, McPhedran, R.C. 2013 “Making Waves Round a Structured Cloak: Lattices, Negative Refraction and Fringes” *Proc. R. Soc. Lond. A.*, 469, 2157, 20130218. doi: 10.1098/rspa.2013.0218
29. **Brun, M.**, Movchan, A.B., Slepyan, L.I. 2013 “Transition wave in a supported heavy beam” *J. Mech. Phys. Solids*, 61, 10, 2067–2085. doi: 10.1016/j.jmps.2013.05.004
30. **Brun, M.**, Movchan, A.B., Jones, I.S., McPhedran, R.C., 2013 “Bypassing shake, rattle and roll” *Physics World.*, 26, 5, 32-36.
31. Carta, G., Jones, I.S., **Brun, M.**, Movchan, N.V., Movchan, A.B., 2013 “Crack propagation induced by thermal shocks in structured media” *Int. J. Sols. Struct.*, 50, 18, 2725-2736. doi: 10.1016/j.ijsolstr.2013.05.001
32. **Brun, M.**, Movchan, A.B., Jones, I.S., 2013 Special Issue on Dynamics of Phononic Materials and Structures “Phononic band gap systems in structural mechanics: slender elastic structures versus periodic waveguides” *J. Vib. Acous.*, 135(4), 041013. doi:10.1115/1.4023819
33. Buryachenko, V., **Brun, M.** 2013 “Iteration method in linear elasticity of random structure composites containing heterogeneities of noncanonical shape” *Int. J. Sols. Struct.*, 50, 7-8, 1130-1140. doi: 10.1016/j.ijsolstr.2012.12.018
34. C. Velotti, A. Astarita, **P. Buonadonna**, **G. Dionoro**, A. Langella, V. Paradiso, U. Prisco, F. Scherillo, A. Squillace, A. Tronci, “FSW of AA 2139 plates: influence of the temper state on the mechanical properties”, *Key Engineering Materials*, Vols. 554-557, 2013, pp. 1065-1074. ISSN: 1662-9795.
35. **Giorgio Pia**, **Ulrico Sanna**. Intermingled fractal units model and electrical equivalence fractal approach for prediction of thermal conductivity of porous materials. *Applied Thermal Engineering*, Volume 61, Issue 2, 3 November 2013, Pages 186-192.
36. **Giorgio Pia**, **Ulrico Sanna**. A geometrical fractal model for the porosity and thermal conductivity of insulating concrete. *Construction and Building Materials*, Volume 44, July 2013, Pages 551-556.
37. **F. Delogu**, “The decomposition of Ag oxalate in ball drop, rod drop, and ball milling experiments: a tentative estimation of the volume of trapped powder”, *Metall. Mater. Trans. B*, 44 (2013) 166.
38. G. Ligios, **A. Manuello Bertetto**, **F. Delogu**, “A systematic investigation of the mechanochemical decomposition of Ag oxalate in rod drop experiments”, *J. Alloys Compd.*, 554 (2013) 426. Listed in *Advances in Engineering* (the service alerts the scientific community to breaking journal articles considered to be of importance to the progress in Engineering technologies).
39. G. Mura, E. Musu, **F. Delogu**, “Early stages of the mechanical alloying of TiC-TiN powder mixtures”, *Mater. Chem. Phys.*, 137 (2013) 1039.
40. Baláz Peter, Marcela Achimoviová, Matej Baláz, Peter Billik, Zara Cherkezova-Zheleva, José Manuel Criado, **Francesco Delogu**, Erika Dutková, Eric Gaffet, Francisco José Gotor Martínez, Rakesh Kumar, Ivan Mitov, Tadej Rojac, Mamoru Senna, Andrey Streletskii, Krystyna Wieczorek-Ciurowa, “Hallmarks of mechanochemistry: from nanoparticles to technology”, *Chem. Soc. Rev.*, 42 (2013) 7571.
41. C. Ricci, C. M. Carbonaro, L. Stagi, M. Salis, A. Casu, S. Enzo, **F. Delogu**, “Anatase-to-rutile phase transition in TiO₂ nanoparticles irradiated by visible light”, *J. Phys. Chem. C*, 117 (2013) 7850.
42. E. Musu, G. Mura, G. Ligios, **F. Delogu**, “Formation of metastable solid solutions by mechanical alloying of immiscible Ag and Bi”, *J. Alloys Compd.*, 576 (2013) 80.
43. **F. Delogu**, “Activation of self-sustaining high-temperature reactions by mechanical processing of Ti-C powder mixtures”, *Scripta Mater.*, 69 (2013) 223.
44. **G. Pia**, **F. Delogu**, “On the elastic deformation behavior of nanoporous metal foams”, *Scripta Mater.*, 69 (2013) 781.
45. 20. D. Espa, **L. Pilia**, L. Marchiò, M. L. Mercuri, A. Serpe, E. Sessini, P. Deplano, Near-infrared pigments based on ion-pair charge transfer salts of dicationic and dianionic metal-dithiolene [M(II) = Pd, Pt] complexes. *Dalton Transactions*, 42 (34), pp. 12429-12439, 2013.

46. 21. **L. Pilia**, E. Sessini, F. Artizzu, M. Yamashita, A. Serpe, K. Kubo, H. Ito, H. Tanaka, S.-I. Kuroda, J.-I. Yamada, P. Deplano, C. J. Gómez-García, M. L. Mercuri, New BDH-TTP/[M(III)(C5O5)3]3- (M = Fe, Ga) isostructural molecular metals. *Inorganic Chemistry*, 52 (1), pp. 423-430, 2013.
47. **Tronci S.**, Bacchelli F, Coppola S, **Grosso M.** "Flow instabilities in Rheotens experiments: Analysis of the impacts of the process conditions through neural network modeling", *Polymer Engineering and Science*, 53(6), 1241-1252, doi: 10.1002/pen.23387 (2013)
48. Milia A., **Tronci S.**, **Grosso M.**, Solito A., Coppola S. (2013) Modeling the Star-Branched Polymer Coupling Reaction in Continuous Reactors: Effects of the Operating Conditions on the Molecular Weight Distribution, *Chemical Engineering Transactions*, 32, 763-768 DOI: 10.3303/CET1332128
49. R. Ascione, G. Moroni, S. Petrò, and **D. Romano**, 2013, "Adaptive inspection in coordinate metrology based on Kriging models", *Precision Engineering*, 37 (2013), 44-60.
50. Maxia P, Casula G A, Mazzarella G, Montisci G, Gaudiomonte F, **Carta R**, Desogus F (2013). A cylindrical resonant cavity to evaluate the chemical and biological effects of low-power RF electromagnetic fields. *Microwave And Optical Technology Letters*, vol. 54, p. 2566-2569, ISSN: 0895-2477
51. **Carta R.**, Desogus F (2013). The enhancing effect of low power microwaves on phenol oxidation by the Fenton process. *Journal of Environmental Chemical Engineering* vol 1 pag 1292-1300 ISSN: 2213-3437
52. Desogus F., Cabras F., **Carta R.** (2013) Approach to Kinetic Modeling for Syngas Production from Heptane and Water. *Journal of Science and Engineering Investigations* vol 2 pag 1-6 (issue 21) ISSN : 2251-8843
53. L.Pieczonka, A. Klepka, W. J. Staszewski, T. Uhl, **F. Aymerich**. Analysis of Vibro-Acoustic Modulations in Nonlinear Acoustics Used for Impact Damage Detection – numerical and experimental study. *Key Engineering Materials*, 558: 341-348, 2013
54. L. Pieczonka, **F. Aymerich**, G. Brozek, M. Szewedo, W.J. Staszewski, T. Uhl. Modelling and Numerical Simulations of Vibrothermography for Impact Damage Detection in Composites Structures. *Structural control and health monitoring*, 20(4): 626–638, 2013.
55. D. Feng, **F. Aymerich**. Damage prediction in composite sandwich panels subjected to low-velocity impact. *Composites Part A: Applied Science and Manufacturing*, 52:12-22, 2013
56. L Pieczonka, A Klepka, WJ Staszewski, T Uhl, **F. Aymerich**. Analysis of Vibro-Acoustic Modulations in NonlinearAcoustics Used for Impact Damage Detection – numerical and experimental study. *Key Engineering Materials* 558: 341-348, 2013
57. **Pau M, Leban B**, Pau M (2013). Alterations in plantar pressure patterns of overweight and obese schoolchildren due to backpack carriage. *Journal of the American Podiatric Medical Association*, vol. 103, p. 306-313, ISSN: 8750-7315
58. **Pau M**, Galli M, Celletti C, Morico G, **Leban B**, Albertini G, Camerota F (2013). Plantar pressure patterns in women affected by Ehlers-Danlos syndrome while standing and walking. *Research in Developmental Disabilities*, vol. 34, p. 3720-3726, ISSN: 0891-4222, doi: 10.1016/j.ridd.2013.07.040
59. **Pau M**, Galli M, Crivellini M, Albertini G (2013). Relationship Between Obesity and Foot-Ground Contact in Youths with Down Syndrome. *American Journal of Physical Medicine & Rehabilitation*, vol. 92, p. 889-897, ISSN: 0894-9115, doi: 10.1097/PHM.0b013e3182922ff1
60. **Pau M**, Ciuti C (2013). Stresses in the plantar region for long- and short-range throws in women basketball players. *European Journal of Sport Science*, vol. 13, p. 575-581, ISSN: 1746-1391, doi: 10.1080/17461391.2012.738711
61. M. Paderi, **P. Puddu**, "Experimental investigation in a Wells turbine under bi-directional flow ", *Renewable Energy*, (2013), 57 pp. 570-576
62. **P. Puddu**, M. Paderi, "Hydro-pneumatic Accumulators for Vehicles Kinetic Energy Storage: Influence of Gas Compressibility and Thermal Losses on Storage Capability", *Energy* (2013), pp. 326-335 DOI information: 10.1016/j.energy.2013.04.072
63. **Baldi A, Bertolino F** (2013). A posteriori compensation of the systematic error due to polynomial interpolation in digital image correlation. *OPTICAL ENGINEERING*, vol. 52, p. 101913-1-101913-13, ISSN: 0091-3286, doi: 10.1117/1.OE.52.10.101913
64. **Baldi A**, Medda A, Francesconi L, **Bertolino F** (2013). Comparing Two Damage Models Under Shear Stress. *EXPERIMENTAL MECHANICS*, vol. 53, p. 1105-1116, ISSN: 0014-4851, doi: 10.1007/s11340-013-9715-8
65. Scala F, Chirone R, **Meloni P**, Carcangiu G, Manca M, Mulas G, Mulas A (2013). Fluidized bed desulfurization using lime obtained after slow calcination of limestone particles. *FUEL*, vol. 114, p. 99-105, ISSN: 0016-2361, doi: 10.1016/j.fuel.2012.11.072
66. Garroni S, Contini A, Enzo S, **Meloni P, Delogu F** (2013). Surface area effects on the early stages of the mechanical alloying of Ag50Cu50 powder mixtures. *JOURNAL OF ALLOYS AND COMPOUNDS*, vol. 581, p. 298-302, ISSN: 0925-8388, doi: 10.1016/j.jallcom.2013.07.107
67. **Meloni P**, Manca F, Carcangiu G (2013). Marble protection: An inorganic electrokinetic approach. *APPLIED SURFACE SCIENCE*, vol. 273, p. 377-385, ISSN: 0169-4332, doi: 10.1016/j.apsusc.2013.02.048

68. Carcangiu G., Casti M., Desogus G., **Meloni P.**, Ricciu R. (2013): Methodology to investigate the microclimate of Cultural Heritage inserted in a semi-confined Environment, *International Journal of Mechanics and Control, JoMaC*, Vol.14-02; pp.29-38
69. G. Belforte, **A. Manuella Bertetto**, L. Mazza, (2013), *Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part J: Journal of Engineering Tribology* January 2013 vol. 227 no. 1 43-59, ISSN: 1350-6501, DOI: 10.1177/1350650112453522
70. **Manuella Bertetto A.**, Mazza L, Orru` P. F., Contact Pressure Distribution in Guide Bearings for Pneumatic Actuators, *Experimental Techniques*, DOI:10.1111/ext.12014, ISSN 1747-1567,
71. Carbone G., Falchi C., **Manuella Bertetto A.**, Ceccarelli M., Modelling and simulation of a gripping device for obstacle removing on lunar soil, *International Journal of Mechanics and Control* Volume 14, Issue 1, 2013, Pages 25-31, ISSN 1590-8844.
72. Gambella F., Paschino F., **Manuella Bertetto A.**, Perspectives in the mechanization of saffron (*crocus sativus* L.), *International Journal of Mechanics and Control*, Volume 14, Issue 2, 2013, Pages 3-8, ISSN 1590-8844.

Riviste nazionali [15]

1. **Cambuli, F., Cocco, D.**, Damiano, A., Fanni, A, Montisci, A., Pilo, F., Razionalizzazione energetica nel comparto lattiero-caseario della Sardegna, *La Termotecnica*, Vol. LXVII, N. 5, pp.65-68, Giugno 2013.
2. **Cau, G., Cocco, D.**, Serra, F., **Tola, V.**, Impianti IGCC con accumulo di syngas per servizio di carico intermedio e di punta, *La Termotecnica*, Vol. LXVII, N. 2, pp.55-58, Marzo 2013
3. **D. Romano**, S. Onnis, 2013, "L'ingegnerizzazione dei processi per il miglioramento delle performance delle aziende pubbliche", cap. 3: La Metodologia del QFD-FMEA, 39-61, Maggioli SpA.
4. **Manuella Bertetto A.**, Il vuoto e la robotica per la movimentazione, *Oleodinamica Pneumatica*, pp. 36-40, (gennaio 2013), ISSN 1122-5017.
5. **Manuella Bertetto A.**, Il vuoto e la robotica per la movimentazione, *Oleodinamica Pneumatica*, pp. 36-40, (gennaio 2013), ISSN 1122-5017.
6. **Manuella Bertetto A.**, La forza della leggerezza, *Oleodinamica Pneumatica*, pp. 22-30, (aprile 2013), ISSN 1122-5017.
7. **Manuella Bertetto A.**, Un ausilio prezioso per salute e benessere, *Oleodinamica Pneumatica*, pp. 18-24, (giugno 2013), ISSN 1122-5017.
8. **Manuella Bertetto A.**, La pneumatica protagonista per la salute e il benessere, *Oleodinamica Pneumatica*, pp.22-28, (settembre2013), ISSN 1122-5017.
9. **Manuella Bertetto A.**, La raccolta efficiente di prodotti di nicchia, *Oleodinamica Pneumatica*, pp. 16-21, (dicembre 2013), ISSN 1122-5017.
10. **Manuella Bertetto A.**, Tenute e influenza dei materiali , *Fluid Trasmissione di Potenza*, pp. 15-16 - , ISSN: 1126-2737.
11. **Manuella Bertetto A.**, Metodologie e prove di componenti e sistemi, *Fluid Trasmissione di Potenza*, p. 24, ISSN: 1126-2737.
12. **Manuella Bertetto A.**, Movimentazione robotizzata ad alto valore aggiunto, *Fluid Trasmissione di Potenza*, p. 30, ISSN: 1126-2737
13. F. V. Caredda, **F. Cambuli, N. Mandas**, Diagnosi energetica di un ospedale, un caso di studio reale, *RCI* , n.4/2013
14. F. V. Caredda, **F. Cambuli, N. Mandas**, La riqualificazione energetica di un ospedale, *RCI* , n.5/2013-ISSN: 2039-4225
15. F. V. Caredda, G. Mandas, **N. Mandas**, Solare termico per un ospedale, *RCI* , n.6/2013-ISSN: 2039-4225

Conferenze internazionali [44]

1. Mulas M., **Tronci S.**, Corona F., Haimi H., Lindell P., Heinonen M., Vahala R., **Baratti R.**, "An application of predictive control to the Viikinmaki wastewater treatment plant", in *Computer Applications in Biotechnology*, Mumbai, India, December 16-18, 2013, pp 24-29.
2. Corona F., Zhu Z., Souza Junior A.M., Mulas M., **Baratti R.**, 2013, "Spectroscopic monitoring of diesel fuels using Supervised Distance Preserving Projections", in *Dynamics and Control of Process Systems*, Mumbai, India, December 18-20, 2013.
3. Porru M., Alvarez J., **Baratti R.**, "A distillate composition estimator for an industrial multicomponent IC4-NC4 splitter with experimental temperature measurements", in *Dynamics and Control of Process Systems*, Mumbai, India, December 18-20, 2013.
4. D. Pani, S. Montinaro, E. Trainito and **G. Cao**, "Caves and protected areas in Sardinia (IT): the example of the Grotta del Papa cave system in the Isle of Tavolara". *Proceedings of the 16th International Congress of Speleology*, Brno (Czech Republic), ISBN 978-80-87857-07-6, 370-375 (2013).
5. A. Concas, M. Pisu and **G. Cao**, "Semi-batch photobioreactors for microalgae growth operated under extreme conditions", *ECCE9*, The Hague, The Netherlands, April (2013).

6. E. Pieroni, A. Kumar, M. Pisu, V. Genna, A. Concas and **G. Cao**, "Analysis of the inhibitory effect of antipsychotic drugs during in-vitro cell proliferation through classical and molecular modeling approach", ECCE9, The Hague, The Netherlands, April (2013).
7. G. Corrias, **R. Licheri**, **R. Orrù** and **G. Cao**, "Development of novel ISRU and ISFR technologies to sustain future manned missions on Moon and Mars", 19th Humans in Space Symposium, Cologne, Germany, July (2013).
8. G. Corrias, **R. Licheri**, **R. Orrù** and **G. Cao**, "SELF-PROPAGATING HIGH-TEMPERATURE REACTIONS FOR THE IN-SITU FABRICATION OF LUNAR AND MARTIAN PHYSICAL ASSETS", ELGRA-AIMAS Symposium 2013, Rome, Italy (2013).
9. **A. Cincotti**, S. Fadda, "Modelling the cryopreservation process of a size-distributed cell population", 5th Population Balance Modelling PBM 2013 Conference, 11-13 September 2013, Bangalore (INDIA)
10. **Porcu M.C.** (2013) Reducing seismic stress on buildings through inertia limiters at floor level. In: Earthquake Resistant Engineering Structures IX. WIT TRANSACTIONS ON THE BUILT ENVIRONMENT, vol. 120, WIT Press, ISBN: 978-1-84564-736-0, ISSN: 1746-4498.
11. **Porcu M.C.** (2013) Numerical Assessment of a Stress Control Method Based on Rigid-Plastic Inertia-Limiters, In: B.H.V. Topping, P. Iványi, (Editors), "Proceedings of the Fourteenth International Conference on Civil, Structural and Environmental Engineering Computing", Civil-Comp Press, Stirlingshire, UK, Paper 42. doi:10.4203/ccp.102.42
12. **Cau, G., Cocco, D.**, Petrollese M., **Tola V.**, Assessment of a hybrid stand-alone power system with hydrogen production and storage, MICROGEN 3, The 3rd International Conference on Microgeneration and Related Technologies, Naples, 15-17 April, 2013.
13. **Cau, G., Tola, V.**, Bassano, C., "Performance evaluation of high sulphur coal-fired USC plant integrated with SNOX and CO2 capture sections" CCT2013, Sixth International Conference on Clean Coal Technologies, Thessaloniki, Grece, May 12-16, 2013.
14. **Cau, G., Puddu, P.**, Serra, F., "Numerical investigation of the thermocline formation in a packed bed thermal energy storage system", 1st STEC - Solar Thermodynamic Energy Conference, Naples, June13-14, 2013.
15. **Tola V.**, Finkenrath M., Ast G., Bartlett M., "Low temperature heat recovery from solvent-based CO2 removal systems". Proceedings del 2nd Post Combustion Capture Conference (PCCC2). Bergen, 16-20 settembre 2013.
16. **A. Vacca, M. Mascia, S. Rizzardini, S. Palmas.** Coating of gold substrates with polyaniline through electrografting of diazonium salts. 12th Topical Meeting of the International Society of Electrochemistry XXII International Symposium on Bioelectrochemistry and Bioenergetics of the Bioelectrochemical Society, Bochum (Germany) 17-21 March, 2013.
17. **A. Vacca, M. Mascia, S. Palmas, M. Barbaro, S. Rizzardini.** Electrochemical functionalization of polyethylene/gold substrates using 4-nitrobenzenediazonium salt. European Congress of Chemical Engineering ECCE-9- ECAB-2, The Hague (The Netherlands), April 2013.
18. **M. Mascia, A. Vacca, S. Palmas, L. Mais.** Three dimensional Electrodes for the Removal of Microalgae from Water. European Congress of Chemical Engineering ECCE-9- ECAB-2, The Hague (The Netherlands), April 2013.
19. **S. Palmas, M. Mascia, A. Vacca, A. Da Pozzo, I. G. Tredici.** Photocatalytic Performances Of Nanostructured/Hierarchised TiO2 Electrodes. European Congress of Chemical Engineering ECCE-9- ECAB-2, The Hague (The Netherlands), April 2013.
20. **S. Palmas, A. Vacca, M. Mascia, S. Rizzardini, L. Mais, E. Musu, E. Mena, J. Llanos.** Synthesis and characterization of Ordered TiO2 nanostructures, Electrochem 2013, Southampton (UK), September 2013.
21. L. Mais, **M. Mascia, A. Vacca, S. Palmas.** On the electrodeposition of niobium and copper in ionic liquid for multilayer preparation. Electrochem 2013, Southampton (UK), September 2013.
22. **M. Mascia, A. Vacca, S. Palmas, L. Mais, S. Rizzardini.** Electrochemical behaviour of Nb, Ta, Zr, and W in pyrrolidinium based ionic liquid. ISE 2013 64th International Conference of International Society of Electrochemistry, Queretaro (Mexico), September 2013
23. **M. Mascia, L. Mais, A. Vacca, S. Palmas.** On the electroreduction of niobium from ionic liquid at different temperatures. ISE 2013 64th International Conference of International Society of Electrochemistry, Queretaro (Mexico), September 2013
24. **S. Palmas, M. Mascia, A. Vacca, S. Rizzardini, L. Mais I. Nova, R. Matarrese.** PANI/TiO2 NT composite electrodes for advanced energy conversion and storage devices. ISE 2013 64th International Conference of International Society of Electrochemistry, Queretaro (Mexico), September 2013
25. **M. Mascia, A. Vacca, S. Palmas, L. Mais, S. Rizzardini, F. Delogu.** Electrochemical deposition of Cu and Nb in pyrrolidinium based ionic liquid for multilayer preparation. multilayers'13, Madrid (Spain), September 2013.
26. R. Matarrese, I. Nova, C.S. Casari, A. Li Bassi, **S. Palmas, A. Vacca,** Development of nanostructured TiO2 photoanodes for hydrogen production by water splitting. 11th European Congress on Catalysis EUROPACAT-XI, 1-6 September, 2013 Lyon, France (Book of Abstracts, Discussion Simposia S10-T5-DS 19-05 pp.131)
27. L.Ozcan, S. Yurdakal, V. Augugliaro, V. Loddo, **S. Palmas, G. Palmisano, L. Palmisano** (2013). Photoelectrocatalytic selective synthesis of p-anisaldehyde in water by TiO2 supported on titanium anodes. 10th International Electrochemistry meeting. Konya (Turkey), sept. 2013
28. R.Matarrese, I. Nova, **S. Palmas, M. Mascia, C.S. Casari, A. Li Bassi** (2013). Synthesis, structure and functional properties of quasi-1D TiO2 nanoarchitectures for water splitting. E-MRS 2013 Spring Meeting. Strasbourg, France, Maggio 2013

29. C.E.Torres Ortega, J.G.Segovia Hernandez, F.I.Gomez Castro, S.Hernandez, B.-G.Rong, **M. Errico** “Design and optimization for a process based on extractive distillation for the sweetening of natural gas” 11th International Conference on Chemical & Process Engineering (ICheaP-11), 2-5 June 2013, Milan, IT
30. **M. Errico**, B.-G.Rong, **G. Tola** “Optimal synthesis and design of extractive distillation systems for bioethanol separation: from simple to complex columns” European Symposium on Computer Aided Process Engineering (ESCAPE - 23), 9-12 June 2013, Lappeenranta, FI.
31. F.I.Gomez-Castro, M.Vazquez-Ojeda, J.G.Segovia-Hernandez, S.Hernandez-Castro, **M. Errico** “Estudio de propiedades de control e esquemas de purificación de bioetanol mediante destilación extractiva” AMIDIQ-3, 7-10 May 2013, Mazatlan, Sinaloa, Mexico.
32. **Brun, M.**, Movchan, A.B. , Slepyan, L.I. Analysis of propagation of a transition flexural wave in a supported beam. “Advances in applied mathematics and mechanics”, University of Manchester, Manchester, UK. 5-7 June 2013.
33. **Brun, M.**, Slepyan, L.I. Steady-state wedging of an elastic plane by a smooth rigid indenter “CERMODEL 2013”, University of Trento, Trento, I. 10-12 July 2013
34. **Brun, M.**, Slepyan, L.I. Moving contact problem of dynamic elasticity. Medal Symposium in Honour of D.J. Steigmann “SES 50th Annual Technical Meeting” and “ASME-AMD Annual Summer Meeting”, Brown University, Providence, RI, USA. 28-31 July 2013.
35. **Brun, M.**, Movchan, A.B., Jones, I.S. Dynamics of an elastic chiral lattice: polarization and shielding properties “SES 50th Annual Technical Meeting” and “ASME-AMD Annual Summer Meeting”, Brown University, Providence, RI, USA. 28-31 July 2013.
36. M. Wilhelm, K. Reinheimer, **M. Grosso**, J. Kuebel, F. Hetzel, Fourier Transform Rheology as a characterization technique for the emulsion volume average radius and its size distribution, Annual Meeting of the European Society of Rheology, April 2nd-5th, Leuven (B).
37. **D. Romano** and R. Ascione, 2013, "Setting-up kriging-based adaptive sampling in metrology", Proc. of the 13th euspen International Conference, Berlin (DE), May 2013, vol. 1, pag. 160-164.
38. L Pieczonka, A Klepka, WJ Staszewski, **F. Aymerich**. investigation of low-frequency excitation amplitude on the effectiveness of nonlinear vibro acoustic method used for damage detection. Proceedings of the 20th International Congress on Sound and Vibration, Bangkok, 7-11 July 2013
39. **Pau M, Leban B**, Paderi M, Nussbaum M.A. (2013). Characterization of pulling forces exerted by primary school children while carrying trolley bags. In: Proceedings of the Human Factors and Ergonomics Society Annual Meeting. vol. 57, p. 501-505, LOS ANGELES:SAGE, San Diego, Sep 30 - Oct 4 2013, doi: 0.1177/1541931213571108
40. **F. Floris**, B. Ilemine, **P.F. Orrù** “Quasi 1-D analysis of heat equation with exact solutions and comparison with numerical simulation in liquid/vapour pressure tanks, waterwalls and hot drawing machines” 31st UIT Heat Transfer Conference 25-27 June 2013 Como, Italy
41. M. C. Aragoni, M. Arca, V. Lippolis, L. Maiore, A. Pintus, E. Tuveri, **P. Meloni**, G. Carcangiu, A. Murru, O. Cocco, Design, synthesis, and quantum-mechanical modelling of inorganic salts as protection and consolidation agents of stone substrates, in IVth Conference “Diagnosis, Conservation and Valorization of Cultural Heritage”, Naples 12-13 December 2013
42. **Manuello Bertetto A.**, Ricciu R. Rizzu D., Comparison between Hand Made and Aided Harvesting of Saffron Flower, RAAD 2013 – 22nd International Workshop on Robotics in Alpe Adria Danube Region, September 11-13, 2013, Portorose, Slovenia, ISBN 978-961-264-064-4.
43. **Manuello Bertetto A.**, Meletti M., Mechatronic Device for Stimulating the Blood Circulation: Design and Implementation, RAAD 2013 – 22nd International Workshop on Robotics in Alpe Adria Danube Region, September 11-13, 2013, Portorose, Slovenia, ISBN 978-961-264-064-4.
44. **R. Ambu**, A method with a statistical approach for the evaluation of tolerance chains, Engineering Materials and Application, Advanced Materials Research book series Vol. 651, Tan Jin Ed., International Conference on Engineering Materials, pp. 601-606

Conferenze nazionali [10]

1. **R. Baratti**, **M. Errico**, D. Pinna, P. Deiana, “Steady-state and dynamic modelling for the parameter optimization in a carbon dioxide-amine absorption system”, Accademia dei Lincei, Convegno Internazionale LA SFIDA DEI TERAWATT: QUALE RICERCA PER L’ENERGIA DEL FUTURO?”, Rome, Italy (2013).
2. A. Concas, R. Cusano, M. Orsini, C. Costelli, A. Angius and **G. Cao**, “Microalgae based technology for biofuels production and CO2 capture: the role of mathematical modeling and genetic engineering”, Accademia dei Lincei, Convegno Internazionale LA SFIDA DEI TERAWATT: QUALE RICERCA PER L’ENERGIA DEL FUTURO?”, (best poster), Rome, Italy (2013).
3. A. Concas, M. Pisu and **G. Cao**, “Microalgae based technology for biofuels production and CO2 capture”, III Convegno Nazionane “Chimica e Tecnologie per la Salvaguardia Ambientale e lo Sviluppo Sostenibile”, Palermo, Italy (2013).
4. **Cau, G.**, **Cocco, D.**, Comparison of medium-size concentrating solar power plants based on parabolic trough and linear Fresnel collectors, 68° Congresso Nazionale ATI, Bologna, 11-13 Settembre 2013.

5. **Cau, G., Cocco, D.,** Petrollese, M., Modeling and simulation of an isolated hybrid micro-grid with hydrogen production and storage, 68° Congresso Nazionale ATI, Bologna, 11-13 Settembre 2013.
6. Cascetta, M., **Cau, G., Puddu, P.,** Serra, F., “Numerical investigation of a packed bed thermal energy storage system with different heat transfer fluids”, 68° Congresso Nazionale ATI, Bologna, 11-13 Settembre 2013.
7. S. Rizzardini, **A. Vacca, M. Mascia, S. Palmas,** L. Mais. Electrochemical preparation of gold/polyaniline electrodes through electrografting of diazonium salts. GEI2013, Pavia, 22-27 Settembre 2013.
8. **Brun, M.,** Jones, I.S., Movchan, A.B. Dynamics shielding induced by a chiral elastic structured media “XXI AIMETA Congress”, Politecnico di Torino, Turin, I. 17-20 Septembet 2013.
9. **P. Meloni,** A.M. Colavitti, G. Carcangiu, F. Secchi, M. Cappai, O. Cocco, G. Toreno, The “Small Thermal Baths” of Nora: state of conservation and restoration on wall structures, in *Scienza e Beni Culturali XXIX. 2013 – Conservazione e Valorizzazione dei siti Archeologici: approcci scientifici e problemi di metodo*, «Atti del Convegno di Studi – Bressanone 9-12 luglio 2013» Edizioni Arcadia Ricerche Marghera - Venezia 2013, pp. 1041-1050 ISBN 978-88-95409-17-7
10. **P. Meloni,** G. Carcangiu, F. Secchi, G. Desogus, R. Ricciu, M. Casti, O. Cocco, Conservation and materials compatibility in the archaeological site of Viale Trieste 105 (CA) – Sardinia, in *Scienza e Beni Culturali XXIX. 2013 – Conservazione e Valorizzazione dei siti Archeologici: approcci scientifici e problemi di metodo*, «Atti del Convegno di Studi – Bressanone 9-12 luglio 2013» Edizioni Arcadia Ricerche Marghera - Venezia 2013, pp. 1051-1060 ISBN 978-88-95409-17-7

Capitoli di libri [6]

1. Gogoni G., **Tronci S.,** Mistretta G., **Baratti R.,** Romagnoli J., “Stochastic Global Model for the Prediction of the Asymptotic CSDs Using Antisolvent Crystallization Processes”, AIDIC Conference Series, 2013, Vol. 11 (ISBN 978-88-95608-55-6; ISSN 2036-5969), pp 111-120 (DOI: 10.3303/ACOS1311012).
2. **R. Orrù and G. Cao,** “Novel Processing Methods based on Self-propagating High-temperature Synthesis (SHS) and Spark Plasma Sintering (SPS) for the Fabrication of Zr-, Hf- and Ta-based UHTCs”, MAX Phases and Ultra-High Temperature Ceramics for Extreme Environments, J. Low, Y. Sakka and Chunfeng Hu Editors, 278-302 (2013).
3. D. Pani, S. Montinaro, E. Trainito and **G. Cao,** “Caves and protected areas in Sardinia (IT): the example of the Grotta del Papa cave system in the Isle of Tavolara”. Proceedings of the 16th International Congress of Speleology, Brno (Czech Republic), ISBN 978-80-87857-07-6, 370-375 (2013).
4. **A. Cincotti,** S. Fadda, “Modeling the cryopreservation process of a suspension of cells: the effect of a size-distributed cell population” book Chapter in “Computational Modeling in Tissue Engineering”, Ed. Liesbet Geris, (2013) 145–181, ISBN-10: 9783642325629 ISBN-13: 9783642325625, Online ISBN: 9783642325632 from the series of books “Studies in Mechanobiology, Tissue Engineering and Biomaterials”, Ed. Amit Gefen, Pub. Springer-Verlag Berlin Heidelberg, DOI: 10.1007/8415_2012_134.
5. A. Da Pozzo, **M. Errico** “Il Tutor di Chimica: Esercizi di Chimica Generale Svolti e Ragionati” SGEEditoriali, Padova, 2013
6. **Baldi A, Bertolino F** (2013). “Integrated” digital image correlation for residual stress measurement. In: (a cura di): Peter H. Lehmann, Wolfgang Osten, Armando Albertazzi, Optical Measurement Systems for Industrial Inspection VIII. vol. 8788, p. 8788Y-1-8788Y-6, Bellingham, WA:SPIE, Monaco, 14-06-2009, doi: 10.1117/12.2020758

Brevetti [0]