



CORSO DI DOTTORATO IN INGEGNERIA DEI PRODOTTI E DEI PROCESSI INDUSTRIALI

Ciclo 32°

Proposta di progetto di dottorato

Il sottoscritto Prof./Dott. BARBARA LIGUORI

Professore IF Professore IIF Ricercatore X Ricercatore a tempo determinato

affidente al:

DIPARTIMENTO INGEGNERIA CHIMICA, DEI MATERIALI E DELLA PRODUZIONE INDUSTRIALE (DICMAPI)

chiede di essere inserito nell'elenco dei tutors per il 32° ciclo.

Tematica di ricerca proposta:

DESIGN AND SYNTHESIS OF HYBRID FOAMS WITH TAILORED POROSITY

Curriculum di riferimento:

X Ingegneria dei Materiali e delle Strutture

Ingegneria Chimica

Tecnologie e Sistemi di Produzione

N° di dottorandi con borse ministeriali dei quali il proponente è stato tutor nell'ultimo triennio

1

Curriculum del proponente (Max 500 parole. Indicazione di pubblicazioni, brevetti, responsabilità di o coinvolgimento in progetti di ricerca, esperienze scientifiche) con riferimento alla tematica proposta

Curriculum del proponente

Laurea in Ingegneria dei Materiali (ottobre 1998) presso l'Università Federico II di Napoli, con voto 110/110 e lode, titolo della tesi: "Incremento della durabilità di materiali lapidei a matrice zeolitica tramite trattamenti idrotermali", relatori il Prof. Carmine Colella e come correlatori i Proff. Maurizio de' Gennaro e Ottavio Marino. Lo studio di tesi è stato condotto in collaborazione con il Dipartimento di Scienza della Terra della Facoltà di Scienze FF.MM.NN. dell'Università di Napoli.

Nel 2002 l'ing. Liguori ha conseguito il titolo di Dottore di ricerca, discutendo una tesi dal titolo: "Studio degli stadi preliminari della formazione di zeoliti da sistemi omogenei in vista di esperienze di sintesi in condizioni di microgravità", Tutore Prof. C. Colella.

Nel settembre 2002, a seguito di superamento di procedura di valutazione comparativa, ha preso servizio in qualità di Ricercatore (Settore scientifico-disciplinare ING-IND/22) presso il Dipartimento di Ingegneria dei Materiali e della Produzione dell'Università Federico II di Napoli.

Attualmente è Ricercatore Confermato presso il Dipartimento di Ingegneria Chimica, dei Materiali e della Produzione Industriale (DICMaPI) dell'Università Federico II di Napoli.

In tale dipartimento è allo stato responsabile del laboratorio di analisi termiche (DTA-DSC/TG) e porosimetriche (Porosimetro a mercurio).

E' stato membro del collegio dei docenti del dottorato di ricerca in Ingegneria dei Materiali e delle Strutture dell'Università Federico II di Napoli dal 2005 al 2013.

Dal 2005 è Professore Aggregato per i seguenti corsi e moduli didattici:

“Materiali e tecniche per la tutela dei beni culturali” " presso il Corso di Laurea Magistrale in Ingegneria dei Materiali ed Ingegneria Chimica presso la Scuola Politecnica e delle Scienze di Base dell'Università Federico II di Napoli.

Ha svolto attività didattica per supplenza dal 2005 al 2008, tenendo corsi di Scienza e tecnologia dei materiali presso la Facoltà di Medicina e Chirurgia della stessa università.

Dal dicembre 2015 è associato all'Istituto per i Polimeri, Compositi e Biomateriali (IPCB) del CNR.

L'attività scientifica è rivolta alle seguenti tematiche:

-) Studio di materiali per un'edilizia ecosostenibile: impiego di materiali naturali, sintetici e da riciclo nel confezionamento di malte pozzolaniche, fibrorinforzate e geopolimeri. Studio della reazione pozzolanica mediante tecniche di analisi termica (DTA/DSC-TGA) e in diffrazione ai raggi X dei prodotti di idratazione. Studio delle porosità di diverse tipologie di malte di calce e cementizie, con o senza aggiunte di filler. Studio delle proprietà fisiche e meccaniche di materiali per l'edilizia.

-) Sintesi e caratterizzazione di materiali ibridi sostenibili avente porosità a gradiente, idonei per applicazioni in diversi settori (costruzione, aerospazio o trasporti) come isolanti termoacustici, a partire da risorse rinnovabili (scarti di cellulosa, proteine vegetali e polisaccaridi).

-) Sintesi e caratterizzazione di materiali ceramici tradizionali ed avanzati da precursori silico-alluminatici naturali e sintetici.

-) Studio di processi di scambio ionico nel campo della tutela ambientale, per la rimozione di specie cationiche inquinanti da acque di scarico, e di processi di inertizzazione/immobilizzazione dei fanghi inquinati mediante inglobamento in matrice cementizia o ceramica. Tutti i processi di immobilizzazione studiati sono stati valutati anche in termini di efficienza mediante differenti metodi di leaching su compatti e su polvere seguendo le attuali prescrizioni della normativa europea.

-) Sintesi idrotermale di fasi tectosilicatiche da sistemi silico-alluminatici in ambiente alcalino, con ottenimento di fasi zeolitiche e di fasi feldspatiche.

Coinvolgimento in progetti di ricerca:

-) progetto di ricerca biennale finanziato dalla Regione Campania dal titolo "Preparazione di pigmenti ceramici per trattamento termico di precursori zeolitici prescambiati" (2006) (responsabile scientifico: Prof. Ing. Barbara Liguori)
-) PRIN (2004): Valutazione delle proprietà adsorbenti e di scambio ionico di materiali nanostrutturati da impiegare in processi di separazione gassosa e di rimozione di inquinanti da acque. (Responsabile scientifico: Prof. Carmine Colella)
-) "Work Into Shaping Campania's Home (WISCH)", "Contratto di Programma Regionale per lo Sviluppo Innovativo delle Filiere Manifatturiere Strategiche in Campania" indetto con Decreto Dirigenziale Regione Campania n°31 del 14 Settembre 2012; di cui è responsabile scientifico per il DICMaPI il Prof. Domenico Caputo (2013-2015).
-) "Sviluppo e Industrializzazione Sistemi a Radiofrequenza e Finestre elettromagnetiche – SIRENA", a valere sullo strumento di finanziamento "Contratto di Sviluppo" del Ministero dello Sviluppo Economico (2011-2015).
-) "IMM (Interiors con Materiali Multifunzionali), a valere sullo strumento di finanziamento Bando MIUR "Programma Operativo Nazionale – Ricerca e Competitività (PON "R&C") 2007-2013, con numero PON 03PE_00138_1, (2014-2016).

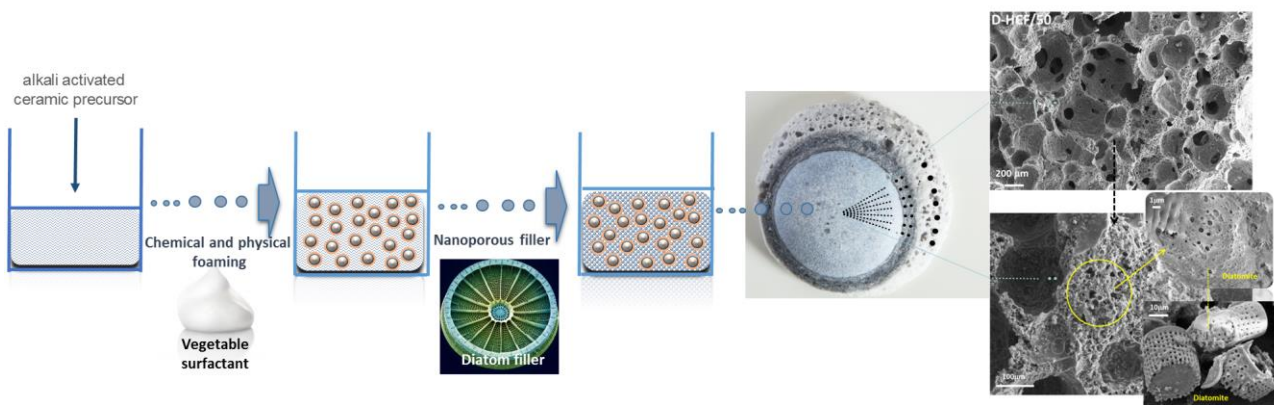
Pubblicazioni con riferimento alla tematica proposta

- Verdolotti, L., D'Auria, M., Lavorgna, M., Vollarò, P., Iannace, S., Capasso, I., ... & Liguori, B. (2016, May). Organic-inorganic hybrid foams with diatomite addition: Effect on functional properties. In VIII INTERNATIONAL CONFERENCE ON "TIMES OF POLYMERS AND COMPOSITES": From Aerospace to Nanotechnology (Vol. 1736, No. 1, p. 020127). AIP Publishing.
- B. Liguori, I. Capasso, V. Romeo, M. D'Auria, M. Lavorgna, D. Caputo, S. Iannace and L. Verdolotti (2015) Hybrid geopolymeric foams with Diatomite addition: Effect on chemico-physical properties. 5th International Conference on Biofoams Sorrento, Italy, 13-16 October 2015.
- Verdolotti, L., Liguori, B., Capasso, I., Errico, A., Caputo, D., Lavorgna, M., & Iannace, S. (2015). Synergistic effect of vegetable protein and silicon addition on geopolymeric foams properties. *Journal of Materials Science*, 50(6), 2459-2466.
- Ferone, C., Liguori, B., Capasso, I., Colangelo, F., Cioffi, R., Cappelletto, E., & Di Maggio, R. (2015). Thermally treated clay sediments as geopolymer source material. *Applied Clay Science*, 107, 195-204.
- Iucolano, F., Caputo, D., Leboffe, F., & Liguori, B. (2015). Mechanical behavior of plaster reinforced with abaca fibers. *Construction and Building Materials*, 99, 184-191.
- Liguori, B., Caputo, D., & Iucolano, F. (2015). Fiber-reinforced lime-based mortars: Effect of zeolite addition. *Construction and Building Materials*, 77, 455-460.
- Liguori, B., Iucolano, F., Capasso, I., Lavorgna, M., & Verdolotti, L. (2014). The effect of recycled plastic aggregate on chemico-physical and functional properties of composite mortars. *Materials & Design*, 57, 578-584.
- Iucolano, F., Liguori, B., Caputo, D., Colangelo, F., & Cioffi, R. (2013). Recycled plastic aggregate in mortars composition: Effect on physical and mechanical properties. *Materials & Design*, 52, 916-922.

Sintesi del Progetto di Ricerca (Max 500 parole. Stato dell'arte, breve programma previsto per le attività e obiettivi)

The aim of the research activity is the design and synthesis of hybrid foams with hierarchical porosity starting from a ceramic matrix based on alkali activated aluminosilicate structures. Alkali-bonded ceramic foams have already very interesting applications as thermal and acoustic insulators, catalysts, filters, which can be extended by tailoring their porosity in the nano-to-ultramicro range. In fact, materials with tailored porosity exhibit special properties and features that usually cannot be achieved by their conventional dense counterparts. Moreover chemical consolidation by geopolymerization can be considered a sustainable alternative to produce ceramic foams with 3D porous architectures without using high temperatures treatments (such as burnout of organics and sintering).

Geopolymers are alkali-bonded ceramics (Davidovits, 2002), belonging to the class of chemically bonded materials, produced at low temperatures using chemical reactions. The goal of designing tailored geopolymers is pursued intensively, allowing exploitation of the full technological potential of these materials. Reticulated porous ceramics characterized by high porosity (70–95%) are expected to be applied in many different technological fields thanks to their high gas permeability, large surface area, high temperature stability, and thermal shock resistance (Colombo, 2006). For all the above-mentioned applications, it is absolutely necessary to control the pore structure (shape, morphology, orientation, surface properties), as well as the texture, the total porosity, and the pore size distribution (Landi et al., 2013). Several ways to produce macroporous ceramics have been reported including sacrificial template, replica and direct foaming methods. Processing methods that rely on the template-free direct deposition of materials, such as three-dimensional (3D) printing, extrusion, and spinning processes complete the most important set of techniques available for the creation of macroporous materials. The macroporous structures obtained via these approaches can be further modified to incorporate additional pores at smaller length scales, leading to truly hierarchical porous architectures (Stuart, 2016).



The research program will be started from the design of the formulation, following this schematic approach:

- Matrix and Hardener: choice of type of raw material (metakaolin and/or diatomite) and the hardener solution (sodium or potassium silicate) and their amount and ratio.
- Foaming agent: choice to use one or more blowing agents such as Si, Al, mousse (whipped protein, surfactant, etc).
- Additives: the use of an additive will help to increase a performance with respect to another, i.e the addition of fibers (such as cellulose) could increase the phonoacoustic property and

the flexural characteristic; the organic resin could increase the ductile property and the texture of the final foams without modifying the other properties.

- Characterization of the developed foams and evaluation of their chemical, physical, structural and mechanical properties, in order to establish the formulation-processing-structure relationships. In addition, the foaming behavior of the different systems will be also analyzed.

References

Colombo P. Conventional and novel processing methods for cellular ceramics. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London*, (2006) Series A 364, 109–124.

Davidovits J. 30 years of successes and failures in geopolymer applications. Market trends and potential breakthroughs: Geopolymer Conference, (2002) October 28–29, Melbourne, Australia.

Landi E, Medri V, Papa E, Dedecek J, Klein P, Benito P, Vaccari A. Alkali-bonded ceramics with hierarchical tailored porosity. *Applied Clay Science* 73 (2013) 56–64.

Stuart AR. Additive manufacturing of biologically-inspired materials. *Chem. Soc. Rev.* (2016) 45, 359-376.

Informazioni sintetiche relative a: attrezzature/software disponibili, disponibilità finanziaria, collaborazioni con altri enti di ricerca italiani e ed esteri (eventualmente anche con aziende) potenzialmente rilevanti con riferimento specifico alla tematica proposta.

Le attività di ricerca saranno svolte presso i Laboratori di Chimica Applicata (ACLabs) del DICMaPI. Tali laboratori sono attrezzati per la caratterizzazione chimico, fisica e morfologica di materiali porosi organici e inorganici, con strumentazione di ultima generazione:

- Diffrattometro XRD per polveri,
- Strumentazione per Analisi termica ad alta temperatura (DTA-DSC/TGA),
- FTIR,
- SEM con analizzatore EDS,
- Porosimetro a mercurio,
- Porosimetro a gas,
- ICP, spettrofotometro ad emissione,
- Mineralizzatore a microonde,
- Muffole per trattamenti ad alta temperatura (1500°C)
- Celle climatiche,
- Gascromatografo.

Parte delle attività verranno svolte in collaborazione con l'Istituto per i Polimeri, Compositi e Biomateriali (IPCB) del CNR (Riferimento: Dott.ssa Letizia Verdolotti).

Possibili collaborazioni con Aziende

- Adler Plastic SpA
- ISOLTECH S.R.L. – TECNOLOGIA E MACCHINARI PER IL CEMENTO CELLULARE

Informazioni sintetiche relative ad eventuale periodo all'estero previsto per il dottorando (periodo, gruppo di ricerca, Università, ente di Ricerca....)

Si prevede un periodo (3-6 mesi) presso i laboratori del Prof. Dr. André R. Studart (ETH Zurich, Department of Materials-Complex Materials).

Il sottoscritto garantisce, sotto la propria responsabilità, di poter accedere a risorse tecniche e finanziarie adeguate a supportare le attività necessarie al corretto sviluppo del progetto di ricerca proposto.

Napoli, 19/07/2016

Firma del richiedente:
Barbara Liguori