

Denominazione della PTA

**MATERIALS AND BIOMATERIALS:**

**PROPERTIES, INNOVATION, ENGINEERING, SUSTAINABILITY**

**(MAT&BIOMAT)**

***PARTE 1 - MAT***

**FROM RAW MATERIALS TO NEW MATERIALS: INNOVATIVE APPLICATIONS FOR  
INDUSTRY AND ENVIRONMENT**

**Referente Eleonora Paris**

***PARTE 2 - BIOMAT***

**BIOENGINEERING & SUSTAINABLE DESIGN (BIOENG)**

**Referente Piera di Martino**

## **Denominazione della PTA - MAT**

### **DAI MATERIALI GREZZI AI NUOVI MATERIALI: APPLICAZIONI INNOVATIVE PER L'INDUSTRIA E L'AMBIENTE (MAT)**

### **FROM RAW MATERIALS TO NEW MATERIALS: INNOVATIVE APPLICATIONS FOR INDUSTRY AND ENVIRONMENT (MAT)**

#### **Parole chiave (max.5)**

1. materiali grezzi e naturali
2. materiali innovativi
3. proprietà
4. applicazioni industriali e ambientali
5. scarti

#### **ERC panels**

##### **1. materiali grezzi e naturali, scarti**

SH3 Environment, space and population (SH3\_1 Environment, resources and sustainability)

PE10 Earth system science:

....- .natural resources management

##### **2. materiali innovativi e proprietà**

PE3 Condensed matter physics: structure, electronic properties, fluids, nanosciences

PE4 Physical and Analytical Chemical sciences: analytical chemistry, chemical

theory, physical chemistry/chemical physics

PE5 Materials and Synthesis:

materials synthesis, structure-properties relations,

functional and advanced materials, molecular architecture, organic chemistry

##### **3. Applicazioni industriali e ambientali**

SH5 Cultures and cultural production (SH5\_11 Cultural heritage, cultural memory)

PE8 Products and process engineering: product design, process design and control, construction methods, civil engineering, energy systems, material engineering

LS9 Applied life sciences and biotechnology:

### **Proponenti (evidenziare la multidisciplinarietà dei proponenti)**

<b>Nome</b>	<b>Scuola/Struttura di appartenenza</b>	
<b>Ruolo</b>		
Eleonora Paris	SST/geologia	PA
Silvia Zamponi	SST/chimica	PA
David Vitali	SST/fisica	PA
Carlo Santulli	SAD	PA
Michael Carroll	SST/geologia	PO
Gabriele Giuli	SST/geologia	RU
Roberto Gunnella	SST/fisica	PA
Graziella Roselli	SST/chimica	RTD
Enrica Petrucci	SAD	RU
Alfredo Burini	SST/chimica	PA
Sandro Frigio	SST/matematica	PA
Corrado Bacchiocchi	SST/chimica	RTD
Fabio Marchesoni	SST/fisica	PO
Rossana Galassi	SST/chimica	PA
Maria Rita Cicconi	SST/geologia	contr. ric.
Wubulusimu Yiming	SST/geologia	contr. ric.
Aldo Marchionni	SST/geologia	T materiali
Luca Rocchegiani	SST/geologia	T materiali
Claudio F. Cottone	SST/geologia	T inf
Paola Stabile	SST/geologia	PhD
Vincenzo Perugini	SST/geologia	PhD
Federico Benzi	SST/geologia	PhD
Maierzaguli Maimaiti	SST/geologia	PhD
Jacopo Mascitti	SAD	PhD

### **Tematica**

*Descrivere sinteticamente (max 5000 caratteri) l'oggetto della PTA, la rilevanza del tema per la collettività UniCam e per Horizon 2020, i possibili contributi che la PTA può fornire e le*

*relazioni con i contributi disciplinari previsti. E' utile indicare anche eventuali competenze necessarie ma non presenti in UniCam*

I partecipanti a questa PTA hanno in comune l'interesse per i materiali, da quelli grezzi (minerali rocce, pigmenti, metalli, fibre vegetali...) a quelli di sintesi (vetro, materiali ceramici, cementi, metalli, polimeri, molecole organiche...). La caratterizzazione chimico-fisica dei materiali e' alla base di qualsiasi tipo di applicazione pratica, indispensabile per spiegarne le proprieta' e per guidarne le applicazioni, dall'innovazione tecnologica agli usi nella vita di tutti i giorni. La modellizzazione aiuta a spiegare il rapporto tra struttura e proprieta' e a guidarne la modulazione. La conoscenza dei materiali e del loro uso e riciclo, e' un fattore irrinunciabile per la societa' moderna, l'innovazione e lo sviluppo industriale.

Sono qui presentati alcuni dei temi in cui i ricercatori coinvolti sono impegnati e che riguardano temi della ricerca europea di Horizon 2020. Di interesse per UNICAM e' da notare che: a) i ricercatori hanno ottenuto fondi di ricerca (EU, PRIN, FIRB, fondi industriali...) e prodotte pubblicazioni ISI di alto IF, b) offrono argomenti per dottorati e contratti di ricerca per giovani ricercatori in UNICAM, c) i materiali sono temi trasversali trattati in molti dei corsi di laurea quali chimica, geologia, fisica, beni, culturali, architettura e design.

### **1) Nuovi materiali ed applicazioni tecnologiche e industriali.**

A- I mixing binary di metalli e semiconduttori sono studiati in strutture ordinate, nanostrutturate o disordinate, in diverse condizioni di P e T e in campi elettrici e magnetici. Oggetto di studio sono anche le nanostrutture di carbonio determinate con spettroscopie avanzate come supporto funzionale per la catalisi.

B- I complessi trinucleari ciclici dei metalli da conio nello stato di ossidazione +1 rappresentano una classe di composti emergenti con caratteristiche intriganti riguardanti la chimica acido-base, dell'assemblaggio supramolecolare e della metalloaromaticità, con applicazioni in congegni optoelettronici ad elevate prestazioni, come sensori selettivi di vapori e building blocks per derivati luminescenti supramolecolari in cui ioni metallici, molecole organiche o composti metallorganici saranno intercalati.

C- L'organizzazione molecolare di materiali ordinati, (es. cristalli liquidi), in bulk e in geometrie complesse o confinate, ad esempio dispersioni di nanoparticelle, nanodroplets e nanopori, viene studiata utilizzando la tecnica spin probe ESR e il modelling. Studio delle proprietà optoelettroniche di questi materiali, ad esempio l'"energy transfer", importanti negli ultimi anni nello sviluppo dell'elettronica organica che consiste in semiconduttori organici

leggeri e flessibili e quindi adatti per la produzione di celle fotovoltaiche, OLED, sensori, fotodiodi, display e etichette attive a radiofrequenza.

D- Alcuni materiali inorganici (come ad es. gli esacianoferrati) hanno interessanti caratteristiche e applicazioni nell'ambito dello scambio cationico, come sensori ionici, e in elettrocatalisi. La caratterizzazione di struttura e proprietà di questi composti potrà avere ampie applicazioni interessanti anche in ambito ambientale.

## **2) Materiali grezzi e naturali.**

A- La crescente richiesta mondiale di risorse richiede una maggiore conoscenza dei materiali e degli elementi che si possono estrarre da essi, con attenzione agli elementi rari, di interesse tecnologico, strategici, critici. Gli studi che si stanno effettuando in questi ambiti riguardano l'identificazione dei processi di cristallizzazione di minerali e composti contenenti Terre rare (REE) ed elementi in tracce, per identificare possibili strutture ospiti in cui possono essere arricchiti.

B- Fusi di composizione basaltica, simile alla lava dell'Etna, possono formare fibre vetrose dalle caratteristiche interessanti per l'edilizia, con il vantaggio di una migliore performance per la salute dell'uomo e di una migliore sostenibilità ambientale, rispetto alla lana di silice o altri materiali simili (amianti).

## **3) Scarto e riciclo. Applicazioni ambientali.**

Di particolare rilevanza in Horizon 2020 è l'attenzione all'uso degli scarti di lavorazione (agricoli, industriali, rifiuti da inceneritori) e di fine vita per migliorare la sostenibilità dei materiali e ridurre l'impatto del loro ciclo di vita. Lo scopo delle ricerche in questo ambito è migliorare l'estrazione di materiali utili (metalli, vetro, laterizi, cemento, polimeri e plastica) per esempio dal waste di demolizione e costruzione (C&D waste) che rappresenta nei paesi di EU28 una risorsa significativa di materiali potenzialmente sfruttabili come depositi di materiali grezzi secondari (urban mines) con riduzione di estrazione di minerali, minore consumo di energia e riduzione dell'impatto ambientale. I ricercatori impegnati in questo ambito si occupano di:

A- la determinazione delle proprietà d'impatto, meccaniche e il controllo non distruttivo di compositi polimerici, di fibre naturali ed di materiali sostenibili (in particolare nanocompositi a base di cellulosa, chitina e cheratina), alla base del design bio-ispirato e la biomimetica.

B- ottimizzazione dei processi di estrazione di metalli pesanti o rari o critici da ceneri provenienti da inceneritori di rifiuti, per il recupero dei metalli utili e la rimozione dall'ambiente di quelli inquinanti e pericolosi per la salute umana

C- utilizzazione di scarti di materiali da costruzione nella produzione di cemento e nell'edilizia, con attenzione alla produzione di materiali ecocompatibili con minore estrazione di materie prime e riduzione di CO<sub>2</sub>.

#### **4) Applicazioni ai beni culturali.**

La conoscenza dei materiali e delle loro caratteristiche fisico-chimiche e' alla base della comprensione dei fenomeni di degrado e dell'elaborazione di tecniche di restauro. La conservazione dei beni culturali in Italia e' diventato un tema di importanza capitale, perche' ad esso si legano non solo l'interesse culturale ma anche un interesse economico diffuso. Il tema della conservazione e' inserito anche in Horizon 2020. L'attenzione dei ricercatori impegnati in questo ambito si rivolge allo studio dell'architettura storica (degrado della pietra, dei laterizi e dei leganti), alla conoscenza e conservazione della cultura materiale (dalla ceramica agli affreschi ai dipinti), ai materiali innovativi e alle tecniche e strategie per il restauro. Gli studi scientifici in questo ambito sono necessariamente degli studi interdisciplinari che non possono inoltre prescindere dalla complessità della storia formativa del bene culturale, come specchio e memoria della comunità che l'ha prodotto.

#### **Obiettivi**

*Descrivere sinteticamente gli obiettivi della PTA e gli indicatori utili al monitoraggio degli stati di avanzamento e della verifica del raggiungimento degli obiettivi predefiniti*

Obiettivi:

1. identificazione di materiali (grezzi o di sintesi, inorganici, organici, biologici) utili per applicazioni industriali o nell'ambiente, compresi i beni culturali e il design.
2. caratterizzazione chimico-strutturale e delle proprietà fisiche dei materiali
3. applicazioni

#### **Indicatori misurabili per il monitoraggio e la verifica dei risultati**

*Indicatori monitoraggio stato avanzamento attività:*

1. selezione, organizzazione ed ottimizzazione dei laboratori e dei metodi/processi per analisi/sintesi di materiali di tipo diverso, con produzione di un depliant informativo per le aziende
2. collaborazioni attivate con aziende/enti/laboratori nei temi indicati
3. progetti di ricerca e dottorati attivi nei temi indicati
4. coinvolgimento di tecnici e dottorandi

*Indicatori per la verifica in itinere e finale:*

1. numero e qualità delle pubblicazioni scientifiche ISI prodotte, compresi brevetti
2. nuovi rapporti instaurati con aziende/enti/laboratori di ricerca
3. coinvolgimento di tecnici, dottoranti e studenti in tesi o stage

**Eventuali partner pubblici/privati esterni ad UniCam che si intende coinvolgere**

*I membri della PTA collaborano con laboratori di ricerca e facilities internazionali che sono solo parzialmente elencate nella scheda. Hanno indicato aziende con cui sono già in contatto e altre, in regione, che potrebbero essere interessate a rapporti di collaborazione nell'ambito dei materiali.*

1. Stazione Sperimentale del Vetro di Murano
2. sincrotrone ELETTRA, Trieste
3. Sincrotrone europeo ESRF, Grenoble, F
4. Ludwig Maximilians Universitaet LMU- Muenchen, Germania
5. INFN-LNF Frascati
6. Fondazione Bruno Kessler FBK – Trento
7. Niels Bohr Institut, Copenhagen
8. Università di Bologna
9. Università di Pisa
10. ARPAM, Macerata
11. API, Falconara
12. COSMARI, Macerata
13. SMORLESI, Ascoli Piceno
14. ITALCEMENTI, SACCI
15. Grandinetti, S. Severino
16. Soverchia Marmi, S. Severino
17. Italvetro, Marche
18. Ecodesignlab s.r.l.-Ascoli Piceno (spin-off di progettazione) (Arch. Flavia Aventaggiato)
19. ECNP-Terni (laboratorio di ricerca) (Ing. Debora Puglia)
20. ENEA Casaccia (Ing. Laura Cutaia)
21. Beijing Synchrotron Radiation Center (prof. Wu Ziyu, director), China
22. INAIL, Ancona

## Ricerche finanziate negli ultimi 5 anni sui temi della proposta

Elencare le attività di ricerca finanziate su temi attinenti secondo lo schema che segue.

Il bando va indicato solo nel caso di finanziamenti su base competitiva

<b>Soggetto finanz.</b>	<b>Bando</b>	<b>Importo</b>	<b>Resp. Scientifico</b>
1- MIUR	PRIN09	65.000	CARROLL
<i>"Studi sperimentali sulla cinetica di cristallizzazione da magmi"</i>			
2- MIUR	FIRB2010	309.000	GIULI
<i>"Comportamento geochimico di S, Cl e Fe nei fusi silicatici: nuovi dati in spettroscopia di Assorbimento dei raggi-X (XAS) e spettroscopia di emissione dei raggi-X (XES)"</i>			
3- INDUSTRIA	-	50.000	PARIS
<i>"Produzione di un brevetto per il riconoscimento delle rocce industriali"</i>			
4- MIUR	FIRB2010		SANTULLI
<i>"Diatom Design. Biomimetic design for sustainable innovation"</i>			
5- 2014-2016 COST Project	Action number MP1306	"EUSPEC"	GUNNELLA
<i>"Modern tools for spectroscopy on advanced materials: a European modelling platform "</i>			
6- EU FP7-FET-OPEN	"iQUOEMS" (2013-2016)	460.000	VITALI
7-MIUR	PRIN 2011	117.000	VITALI

## Laboratori e dotazioni strumentali

**NOTA:** Sono indicati solo quelli piu' rilevanti e le strumentazioni di uso comune per lo studio dei materiali. A completamento della strumentazione gia' disponibile per l'analisi dei materiali sarebbe necessario un FTIR con microscopio, uno spettrometro RAMAN, un detector piano e una camera riscaldante per la diffrazione X. L'investimento in una microsonda elettronica EMPA permetterebbe di creare un **laboratorio di eccellenza sui materiali unico nell'Italia centrale adriatica**. Tali strumenti sono di uso comune in molti ambiti diversi e hanno ampi campi di applicazioni nell'industria oltre che nella ricerca di base.

## SST/GEOLOGIA



Lab. diffrazione RX (diffratometro RX per polveri)

Lab. alte temperature e pressioni (forni 1400°C, 1600°C e ad atmosfera controllata, pressa piston- cylinder 1500°C-20kb, forni idrotermali 800°C-2kb)

Lab. preparazione materiali (strumenti per frantumazione, separazione, segatura, lappatura, inglobatura in resina, di ogni tipo di materiale)

Lab. analisi granulometriche (separazione di materiali incoerenti e determinazione della classe granulometrica, tubi di sedimentazione per argille, densitometri)

Lab. inclusioni fluide (microscopio a T variabile per determinazione di inclusioni solide-liquide-gassose in minerali e vetri)

Lab. microscopia e analisi delle immagini (microscopia ottica e a luce polarizzata, analisi di immagini, analisi di immagini per tomografia)

Work station

### **SST/CHIMICA**

Spettrofotometro IR con accessorio ATR

Spettrofotometro UV-Vis e FORS

Spettrofluorimetro

Stazione elettrochimica

Spettrometro di Assorbimento Atomico

Accesso ad altre strumentazioni

### **SST/FISICA**

SEM – Scanning Electron Microprobe

Laboratorio di Ottica e Ottica quantistica

### **SAD**

Software e strumenti per LCA

Strumenti per eco-design

### **Prodotti della ricerca (max 20)**

1- Bacchiocchi, C., I. Miglioli, A. Arcioni, K. Rai, A. Fontecchio, C. Zannoni, Mol. Cryst. Liq. Cryst., 558, 127 (2012)

2- Bacchiocchi, C., I. Miglioli, A. Arcioni, I. Vecchi, K. Rai, A. Fontecchio, C. Zannoni, J. Phys. Chem. B., 113, 5391 (2009)

3- Barzanjeh, Sh., M. Abdi, G. J. Milburn, P. Tombesi, D. Vitali, "Reversible Optical-to-Microwave Quantum Interface", Phys. Rev. Lett. 109, 130503 (2012).

4- Bergmanski g.; Feliziani s.; Frigio s; Bialoskorski m.; Rychcik m.; Rybicki j.; Witkowska a.; Chomenko k. The structure of porous and spontaneously densified amorphous PbSiO<sub>3</sub>: a molecular dynamics study *Computational Methods In Science And Technology*;2004;Vol. 10;Pages:21 -38

5-Calzolaio M.; Arzilli F.; Carroll M.R. "Growth rate of alkali feldspars in decompression-induced crystallization experiments in a trachytic melt" *European Journal Of Mineralogy*;2010;Vol. 22;Pages:485 -493

6- Cicconi MR., Giuli G., Paris E., Ertel-Ingrisch W., Dingwell D.B., Ulmer P." Europium oxidation state and local structure in silicate glasses " *American Mineralogist*;2012;

7- Cicconi, MR,G. Giuli, E. Paris, P. Courtial, D.B. Dingwell "XAS investigation of rare earth elements in sodium disilicate glasses" *Journal Of Non-Crystalline Solids*;2013;Vol. 362;Pages:162 -168

8- Di Matteo V., Carroll M.R., Behrens H., Vetere F., Brooker R.A. "Water solubility in trachytic melts" *Chemical Geology*;2004;Vol. 213;Pages:187 -196

9-Galassi, R. Simone Ricci, Alfredo Burini, Alceo Macchioni, Luca Rocchigiani, Fabio Marmottini, Sammer M. Tekarli, Vladimir N. Nesterov, and Mohammad A. Omary. Solventless Supramolecular Chemistry via Vapor Diffusion of Volatile Small Molecules upon a New Trinuclear Silver(I)-Nitrated Pyrazolate Macrometallo-cyclic Solid: An Experimental/Theoretical Investigation of the Dipole/Quadrupole Chemisorption Phenomena *Inorg. Chem.* 2013, DOI: 10.1021/ic401948p

10-Gunnella, R. L Morresi , N Pinto, A Di Cicco , L Ottaviano , M Passacantando, A Verna, G Impellizzeri, A Irrera and F d'Acapito, "Localization of the dopant in Ge:Mn diluted magnetic semiconductors by x-ray absorption at the Mn K edge" , *J. Phys.: Condens. Matter* 22 216006 (2010)

11- Karuza, M., C. Molinelli, M. Galassi, C. Biancofiore, R. Natali, P. Tombesi, G. Di Giuseppe, D. Vitali, "Optomechanical sideband cooling of a thin membrane within a cavity", *New J. Phys.* 14, 095015 (2012).

12- Karuza, M. Ciro Biancofiore, Mateusz. Bawaj, Chiara Molinelli, Marco Galassi, Riccardo Natali, Paolo Tombesi, Giovanni Di Giuseppe, David Vitali "Optomechanically induced transparency in a membrane-in-the-middle setup at room temperature" *Physical Review A*;2013;Vol. 88;Pages:013804-1 - 013804-5

13- Kezilebieke, S., M. Ali, B. Shadeke and R. Gunnella "Magnetic properties of ultrathin Ni<sub>81</sub>Fe<sub>19</sub> films with Ta and Ru capping layers, *J. Phys. Cond. Matt.* 25 (2013)

14- Petrucci E. (2012), Metodologie di analisi per le apparecchiature murarie in laterizio, CLUA, Ancona.

15- Pratesi, A., Gabriele Giuli, Maria Rita Cicconi, Stefano Della Longa, Tsu-Chien Weng, and Mauro Ginanneschi Dioxigen Oxidation Cu(II)₂Cu(III) in the

CopperComplex of cyclo(Lys-DHis-BAla-His): a Case Study byEXAFS and XANES Approach Inorganic Chemistry;2012;Vol. 51;Pages:7969 -7976

16-Roselli G. La Chimica nella Conservazione. La Pulitura di Superfici Policrome, Challenger S.r.l, Padova, ISBN 9788895766010

17-Santulli C, Langella C (2013) + Design - Waste: a project for upcycling refuse using design tools, International Journal of Sustainable Design

18-Santulli C, Sarasini F, Tirillò J, Valente M, Valente T, Caruso AP, Infantino M, Nisini E, Minak G, Mechanical behavior of jute cloth/wool felts hybrid laminates, Materials and Design 50, 2013, 309-321.

19- Zamponi, S., M. Giorgetti, M. Berrettoni, P. J. Kulesza, J.A. Cox, A. M. Kijak. "Cobalt hexacyanate in PAMAM doped silica matrix. 1. Solid state electrochemistry and thermochromism". Electrochimica Acta 51(2005)118.

20- Zanutto, R. Matassa, M. L. Saladino, M. Berrettoni, M. Giorgetti, S. Zamponi, E.Caponetti"Cobalt hexacyanoferrate-poly(methylmethacrylate) composite: synthesis and characterization", Mat. Chem.Phys. 120(2010)118.

## **Denominazione della PTA**

### **BIOENGINEERING & SUSTAINABLE DESIGN (BIOENG)**

#### **Parole chiave (max.5)**

1. Bioengineering
2. Biomaterials and Plastics
3. Bio-inspired Design
4. Eco-design and Biomimetics
5. Industrial Technology Transfer

#### **ERC panels**

1. PE5\_8 Intelligent materials – self assembled materials
2. PE5\_7 Biomaterials synthesis
3. PE5\_16 Polymer chemistry
4. LS3\_5 Cell differentiation, physiology and dynamics
5. LS4\_4 Ageing
6. LS7\_1 Medical engineering and technology
7. LS7\_3 Pharmacology, pharmacogenomics, drug discovery and design, drug therapy
8. LS6\_13 Veterinary medicine
9. PE8\_9 Materials engineering (biomaterials, metals, ceramics, polymers, composites, ...)
10. PE8\_14 Industrial bioengineering
11. PE8\_12 Sustainable design (for recycling, for environment, eco-design)
12. PE8\_11 Product design, ergonomics, man-machine interfaces
13. PE8\_9 Materials engineering (biomaterials, metals, ceramics, polymers, composites, ...)
14. LS9\_10 Biomimetics

#### **Proponenti (evidenziare la multidisciplinarietà dei proponenti)**

*Indicare i proponenti secondo lo schema che segue.*

In the following Table, some of the researchers participating to the PTA are given. They belong to four different Schools in Unicam.

<b>Participant name</b> (alphabetical order)	<b>Hosting School / Institution</b>	<b>Position held</b>
Ballarini Patrizia	School of Biosciences and Veterinary	Assistant Professor
Censi Roberta	School of Pharmacy	Post Doc
Del Bello Fabio	School of Pharmacy	Assistant Professor
Di Martino Piera	School of Pharmacy	Associate Professor
Fiorenzo Mignini	School of Pharmacy	Assistant Professor
Gunnella Roberto	School of Sciences and Technologies	Associate Professor
Laus Fulvio	School of Biosciences and Veterinary	Associate Professor
Lupidi Giulio	School of Pharmacy	Associate Professor
Marchetti Fabio	School of Sciences and Technology	Full Professor
Miceli Cristina	School of Biosciences and Veterinary	Full professor
Oppedisano Federico O.	School of Architecture and Design	Assistant Professor
Paggi Emanuele	School of Biosciences and Veterinary	Post Doc
Perali Andrea	School of Pharmacy	Assistant Professor
Pettinari Claudio	School of Pharmacy	Full Professor
Pietroni Lucia	School of Architecture and Design	Associate Professor
Quaglia Wilma	School of Pharmacy	Associate Professor
Rossi Daniele	School of Architecture and Design	Assistant Professor
Sabbieti Maria Giovanna	School of Biosciences and Veterinary	Assistant Professor
Santulli Carlo	School of Architecture and Design	Associate Professor
Spaterna Andrea	School of Biosciences and Veterinary	Full Professor
Tesei Beniamino	School of Biosciences and Veterinary	Full Professor

### **Tematica**

*Descrivere sinteticamente (max 5000 caratteri) l'oggetto della PTA, la rilevanza del tema per la collettività UniCam e per Horizon 2020, i possibili contributi che la PTA può fornire e le relazioni con i contributi disciplinari previsti. E' utile indicare anche eventuali competenze necessarie ma non presenti in UniCam.*

Bioengineering is the application of concepts and methods of biology (and secondarily of physics, chemistry, mathematics, and computer science) to solve real-world problems related to the life sciences and/or the application thereof, using engineering's own analytical and synthetic methodologies and also its traditional sensitivity to the cost and practicality of the solution(s) arrived at.

The specific challenges that the present proposal aims to tackle are:

1. Designing and developing tools and technologies in the Bioengineering field and Ecodesign
2. Designing, synthesising, characterising innovative materials and developing products to be applied in the field of Bioengineering and Ecodesign
3. Boosting the industrial production of the developed technologies and products

The process of joining competences and infrastructures within Unicam had recently started with the project 'BIOREPAIR' (Progetto FAR 2012), that had the ambition to be projected at national and European level. BIOREPAIR merged interdisciplinary scientific interests to the scope of developing novel cartilage tissue engineering strategies for humans and animals. BIOREPAIR moved also towards industrial development thanks to the partnership of RECUSOL, a Spin Off of Unicam. The objectives of this proposal well complied with the objectives of Horizon 2020, through the three pillars, Excellence Science (even through Marie Curie actions), Industrial Leadership, and Societal Challenges.

Starting from this successful project, several Unicam's researchers have now the objective to merge their own competences and interest in a wider and more ambitious project, moving to Bioengineering and Sustainable Design.

The required technological innovation translates into the development of specific component tools and techniques such as novel biomaterials and plastics (devices, scaffolds, targeted and/or controlled delivery systems, nanosystems). Specific research is needed for the design, synthesis, extraction

and/or purification of biomaterials and for the establishment of new methodologies for the construction of devices (nano/microparticles, hydrogels) and scaffolds, and for the isolation, multiplication of cells. Following-up the effect of the therapy in pre-clinical and clinical models (both in human and veterinary medicine) and establishing 'proof-of-concept' of the new technology are additional challenges. Furthermore, the developed therapeutical approaches should improve ethical aspects as for clinical trials involving animals, for instance through the use of minimally invasive methods. Specific attention needs to be given to aspects such as therapeutic scale production and GMP standards at reasonable cost for industries. Since experience with the new therapies is by definition limited, achieving regulatory compliance for them is another challenge.

Research on advanced therapies encompasses gene therapy, cell therapy, tissue engineering, regenerative medicine and bio-artificial organs, that are highly multidisciplinary fields, combining competences in chemistry, pharmaceutical technology, biology, pharmacology, pathology and clinical expertise. These competences are present in Unicam and should be strengthened through external collaborations with national and international academia, research institutes and industrial partners. The transversal character of the described research objectives will boost the collaboration among research groups within Unicam, improving its research outcome and competitiveness at national and European level. Furthermore, the final aim of the proposed BIOENG is to increase the attractiveness of Unicam and its external collaborators as a hub for innovation in Bioengineering.

Design and synthesis of innovative plastics (PE, PP, PVC, PET, PS, PMMA) composed of inorganic additives able to confer different properties such as antimicrobial, luminescent, catalytic, gas adsorbing-desorbing for several applications: water purification, fluid treatment and storage, biosensors, biomedical, and reduction of chemical polluting.

The study of strategies employed in nature to create more sustainable and efficient products and processes involves different professionals, such as

designers, architects, engineers, biologists, chemists, biotechnologists, mathematicians, physicists in order to transfer innovations from nature design process to industrial design one. Nature does not only supply a significant database of successful projects, but analysing natural processes allows identifying a number of strategies whose application allows a greater sustainability of industrial product. Some of these strategies are the closed cycle with waste recovery, self-repair, self-assembly, self-cleaning, maximisation of environmental resources, etc. From their application derives a compliance to eco-design criteria, with respect to which biomimesis can supply indications on design criteria for the reduction of material and energy consumption, for product upgrading, for durability, for disassembly, for recycle of materials and upcycling of waste and by-products from involved industrial sectors.

The PTA aims to experiment a sustainable methodology, based on integration of biomimesis and eco-design, applying it to local situation. This requires the involvement of a series of multidisciplinary competencies already present in Unicam.

Some concept of sustainable, innovative, bio-inspired design will be developed, applied to materials, technologies and criteria responding to bio-inspired design, in collaboration with some companies of the Marche region.

The environmental benefits will be evaluated in terms of carbon footprint and energy efficiency, through parametric analysis of eco-design and LCA, along the whole product life.

Products prototypes will be realised, coming as close as possible to their market development, from bio-inspired design concepts and simulations of innovative products, in order to communicate their strategic importance for the development of the sustainable design research sector so to shed a light on their future scenarios and needs.

Potential external collaborators for BIOENG are:

1. University of Utrecht, Prof. Wim Hennink, specialized in advanced methods on biomaterials synthesis.



2. PERCUROS, Leiden, Small Company, Dr Alan Chan, specialized in Bioimaging,. The Company utilises in vivo molecular imaging and cell-based assays as core. Competences of PERCUROS are: (a) in vivo molecular imaging (b) multimodality imaging (c) nanoparticles for intraoperative image guided surgery (d) in vivo fluorescent and bioluminescent biological models (e) skeletal biology, tumor immunology, regenerative medicine and oncology imaging and (f) pharmacokinetic profiling using lifetime fluorescent imaging.
3. InGellLab, Leiden, Small Company, Dr. Mike de Leeuw, specialized in technology transfer for the synthesis of biomaterials. InGellLab disposes of facilities for cGMP-manufacturing facilities under ISO 13485 and several laboratories equipment for Quality Control. In particular, it disposes of Scale-up and Manufacturing Facilities (Small scale syntheses for development; up scaling (chemistries and work-up); multi kg scales (1 – 1000 kg/year) under cGMP; clean rooms class 7/8).
4. Department of Orthopaedics, University Medical Center Utrecht P.O. Box 85500, 3508 GA Utrecht, The Netherlands, specialized in regenerative medicine.
5. School of Medicine, Tirana University, Tirana (Albania), Prof. Ledjan Malaj. This collaboration may be strategic for the Adriatic Marco Region.

### **Obiettivi**

*Descrivere sinteticamente gli obiettivi della PTA e gli indicatori utili al monitoraggio degli stati di avanzamento e della verifica del raggiungimento degli obiettivi predefiniti*

The proposal aims at:

1. promoting advances in the field of bioengineering;
2. developing tools, methodologies and technologies;
3. Increase the attractiveness of Unicam as a location of choice to develop new technologies in the field of bioengineering;
4. valorizing the developed research products by boosting the translational step between academia and industry;
5. promoting a high quality and multidisciplinary training for researchers;
6. improve dissemination and promote outreach activities on bioengineering;

7. describe and experiment a methodology for Design for Sustainability, based on the integration of Biomimicry and Ecodesign principles, criteria and tools.

All these objectives may be achieved through the promotion of different actions:

1. Creation of national and transnational networks increasing the accessibility to funding, with specific regards towards Horizon 2020 calls
2. Organization of meetings and events to promote networking, discussions and brainstorming around common objectives
3. Increase the collaboration with small companies to promote the technology transfer and open new business opportunities (particularly among young researchers); this may be achieved through the Horizon 2020 Industrial Leadership programme.
4. Participate at Horizon 2020 calls specifically dedicated to the Marie Curie actions.

### **Indicatori misurabili per il monitoraggio e la verifica dei risultati**

Indicatori monitoraggio stato avanzamento attività:

The monitoring of all the activities will be achieved through the Project Status Report. Report will consider all the scientific and non-scientific activities.

1. Scientific reports
2. Reports on dissemination and outreach activities
3. Reports on networking activities
4. Innovative biocompatible biomaterials
5. Innovative plastics
6. Nanomaterials
7. Methodological Framework of integration between Biomimicry and Ecodesign criteria
8. Three or four innovative, sustainable and bio-inspired product design concepts

9. Environmental benefits of the application of bio-inspired materials, technologies and design criteria

Indicatori per la verifica in itinere e finale:

- a. Deliverables are used to monitor all the activities (scientific and non scientific) in itinere and final:
- b. Prepared materials (polymers, scaffolds, regenerated tissues, plastics, nanomaterials)
- c. Scientific reports, PhD Dissertations, public talks, press release, and patents
- d. Undersigned agreements (inside the networks)
- e. Presentation of projects to specific calls
- f. LCA data (reduction of CO2 emissions)
- g. Three or four prototypes of the innovative, sustainable and bio-inspired product design concepts, developed during the research project

**Eventuali partner pubblici/privati esterni ad UniCam che si intende coinvolgere**

1. University of Utrecht, Prof. Wim Hennink.
2. RECUSOL srl, Research for Customized Solutions, Spin off of UNICAM
3. PERCUROS, Leiden, Small Company, specialized in Bioimaging, Dr Alan Chan.
4. InGellLab, Leiden, Small Company, specialized in technology transfer for the synthesis of biomaterials, Dr. Mike de Leeuw.
5. Department of Orthopaedics, University Medical Center Utrecht P.O. Box 85500, 3508 GA Utrecht, The Netherlands.
6. ENEA Casaccia (ing. Laura Cutaia)
7. Brunel University (dr. Richard Bonser)
8. Dr. Raffaele Scialdoni (consultant ad assistant professor)
9. EcodesignLab srl (Spin off Unicam)
10. School of Medicine, Tirana University, Tirana (Albania), Prof. Ledjan Malaj

## Ricerche finanziate negli ultimi 5 anni sui temi della proposta

Elencare le attività di ricerca finanziate su temi attinenti secondo lo schema che segue.

Soggetto finanziatore	Bando	Titolo	Importo	Resp. scientifico
Università di Camerino	FAR di Ateneo 2012	Biorepair: A novel biomaterial for cartilage repair: effect on chondrocyte and clinical evaluation in equine joints.	60.000,00 euro	Piera Di Martino
Start Up Umbria Marche	2011	Gennex Delivery	7.000,00 euro	Roberta Censi Piera Di Martino
Università di Camerino	Research for Ideas 2011	Unicondrogel: towards improve therapies for cartilage repair.	1000,00 euro	Roberta Censi Piera Di Martino
Ministero dello sviluppo economico	Progetto Impat 2010	Gennex delivery	10000,00 euro	Roberta Censi
Università di Camerino	Research for Ideas 2009	Unigel: making injection friendlier and safer.	3000,00 euro	Roberta Censi Piera Di Martino
L'Oréal – UNESCO	Per Le Donne e La Scienza 2011	Un biomateriale innovativo per la rigenerazione della cartilagine	15000,00 euro	Roberta Censi
Nuovo scatolificio Valtenna Srl	2008	"ECO-PACK. Studio e confronto del profilo ambientale di tre imballaggi per CD/DVD prodotti da Nuovo Scatolificio Valtenna Srl, secondo le norme ISO 14040-14044"	8.000,00	Lucia Pietroni
Elica SpA	2009-2010	"ECO-DESIGN & ECO-INNOVAZIONE. Progettare con l'aria per nuovi stili di vita sostenibili"	36.000,00	Lucia Pietroni
Celli SpA	2011-2012	"Ricerca e sviluppo di soluzioni innovative di eco-design per migliorare le performance ambientali di colonne per l'erogazione di birra, acqua e soft drink"	43.200,00	Lucia Pietroni
Stagi Srl	2012	"Eco-printing. Studio per l'ottimizzazione e il redesign ambientale dei processi e dei prodotti di stampa di STAGI srl"	24.200,00	Lucia Pietroni
Fellowes Leonardi SpA	2012-2013	"Studio di soluzioni innovative ed eco-	30.250,00	Lucia Pietroni

		sostenibili di accessori per ufficio"		
7° Framework Programme 2012	2012-2014	Theme KBBE.2012.2.4-05, titled: "Monitoring of Animals for feed-related risks in the long term" (MARLON), Coordination and Support action	54.000	Fulvio laus

### **Laboratori e dotazioni strumentali**

- a. Laboratory for the synthesis and characterization of biomaterials (<sup>1</sup>H-NMR, Gel permeation chromatography, High Performance Liquid Chromatography, Mass Spectrometry, Lyophilizator, Centrifuge, Dynamic Light Scattering, UV Spectrophotometry, Release studies equipments, rheometer).
- b. Laboratory for the formulation of biomaterials: all the equipments for the preparation, formulation, and characterization of the biomaterials.
- c. Laboratory equipment for cell cultures: CO<sub>2</sub> incubator, biosafety cabinet class II, centrifuges, autoclave, cryopreservation system, ultrapure water system.
- d. Laboratory equipment for molecular and cellular biology, 2D-PAGE (EttanIPGPHOR; Ettan Dalt Twelve; Image Master 2D elite), vacuum concentrator, Western blotting and Northern blotting equipments (Bio-Rad, Amersham Biosciences), Thermocycle PCR; Thermocycle for real time PCR; Spectrophotometer.
- e. Laboratory equipment for histology: Microtomes, cryostats, light and fluorescent microscopes.
- f. Equipment for in vivo study (when appropriate), operating room, hospital facilities to host animals, equipment for clinical follow-up (XRay, CT, MR, endoscopy), laboratory equipment for clinical pathology (Complete Blood Count, blood chemistry).
- g. LCA software and tools.
- h. Eco-design tools.

### **Prodotti della ricerca**

*Thermosensitive triblock copolymer hydrogels for the controlled release of lysozyme.*

R. Censi\*, T. Vermonden, P. Di Martino, W.E. Hennink

**J. Controll. Rel., 132, e37-e53 (2008).**

*Photopolymerized thermosensitive hydrogels for tailorable diffusion-controlled protein delivery.*

R. Censi, T. Vermonden, M.J. van Steenberg, H. Deschout, K. Braeckmans, S.C. De Smedt, C.F. van Nostrum, P. Di Martino, W.E. Hennink\*

**J. Controll. Rel. 140, 230-236 (2009).**

*In-Situ Forming Hydrogels by Tandem Thermal Gelling and Michael Addition Reaction between Thermosensitive Triblock Copolymers and Thiolated Hyaluronan.*

R. Censi, P. Fieten, P. Di Martino, W. Hennink, T. Vermonden.

**Macromolecules, 43, 5771-5778 (2010).**

*Photopolymerized Thermosensitive Poly(HPMA-lactate)-PEG Based Hydrogels: Effect of Network Design on Mechanical Properties, Degradation and Release Behavior*

R. Censi; T. Vermonden; H. Deschout; K. Braeckmans; P. Di Martino; S. De Smedt; C. F. Van Nostrum; W. E. Hennink.

**Biomacromolecules, 11, 2143-2151 (2010).**

*The tissue response to Photopolymerized PEG-p(HPMA-lactate)-based Hydrogels.*

R. Censi, S. van Putten, T. Vermonden, P. Di Martino, C.F. van Nostrum, M.C. Harmsen, R.A. Bank, W.E. Hennink.

**Journal of Biomedical Materials Research-Part A 97 A(3):219-229. IF 3.044 (2010)**

*Printable Photopolymerizable Thermosensitive p(HPMA-lactate)-PEG Hydrogel as scaffold for Tissue Engineering.*

R. Censi, W. Schuurman, J. Malda, G. di Dato, P.E. Burgisser, W.J.A. Dhert, C.F. van Nostrum, P. Di Martino, T. Vermonden, W.E. Hennink.

**Advanced Functional Material, 21(10):1833-1842. IF 8.49 (2010).**

*Hydrogels for protein delivery in Tissue Engineering.*

Censi R, Di Martino P, Vermonden T, Hennink W

**Journal of Controlled Release 161(2) 680-692 (2012)**

DOI information: 10.1016/j.jconrel.2012.03.002

Temperature Sensitive Hydrogels for Protein Delivery and Tissue Engineering.

Doctoral Dissertation by Roberta Censi

Utrecht Institute for Pharmaceutical Sciences, Department of Pharmaceutics, Utrecht University, ISBN: 978-90-393-5445-2 (2010)

Hydrogels for Protein Delivery.

R. Censi, T. Vermonden\*, W.E. Hennink.

Chemical Reviews. 112 (5), 2853-2888 (2012). IF: 40.197

*In situ forming IPN Hydrogels of Calcium Alginate and Dextran-HEMA for Biomedical Applications.*

L. Pescosolido, T. Vermonden, J. Malda, R. Censi, W.J.A. Dhert, F. Alhaique, W.E. Hennink, P. Matricardi\*

Acta Biomaterialia, 7 (4), 1627-1633(2011). IF: 4,865

Hydrogels for Pharmaceutical and Biomedical Applications (Editorial).

R. Censi\*, W.E. Hennink.

Journal of Controlled Release. Web-only-edited issue (2011). IF: 5,732

[http://www.elsevier.com/wps/find/L06.cws\\_home/jcrtopicvol1-V113](http://www.elsevier.com/wps/find/L06.cws_home/jcrtopicvol1-V113)

Macromolecular diffusion in self-assembling biodegradable thermosensitive hydrogels.

T. Vermonden, S.S. Jena, D. Barriet, R. Censi, J. Van Der Gucht, W.E. Hennink\*,

R.A. Siegel. Macromolecules, 43 (2), 782-789 (2010). IF: 5,167

In-situ forming hydrogels by simultaneous thermal gelling and Michael addition reaction between methacrylate bearing thermosensitive triblock copolymers and thiolated hyaluronan.

R. Censi\*, P.J. Fietsen, P. Di Martino, W.E. Hennink, T. Vermonden.  
Journal of Controlled Release, 148 (1), e28-29 (2010). IF: 5,732

Laus F, Paggi E, Mariotti F, Cerquetella M, Sgariglia S, Tesei B (2012): Endothelin in bronchial biopsy specimens from horses with recurrent airway obstruction. Journal of Animal and Veterinary Advances, 11:3647-51

Laus F, Paggi E, Mariotti F, Cerquetella M, Tesei B (2012). Endothelin-1 Detection in Bronchial Biopsy of Horses. Journal of Animal and Veterinary Advances, 11:1063-6

Paggi E, Laus F, Cerquetella M, Spaterna A, Tesei B (2012): Intra-articular pressure in distal interphalangeal joint of the horse. Israel Journal of Veterinary Medicine, 67:142-6

Santulli C, Milani L, Biomimetica: la lezione della natura, CiEsse Edizioni, 2012, 128 pp., ISBN 978-88-6660-026-8.

Santulli C, Langella C, + Design - Waste: a project for upcycling refuse using design tools, Accepted for publication in International Journal of Sustainable Design, January 2013

Santulli C, Langella C, Hybridisation between technology and biology in design for sustainability, International Journal of Sustainable Design 1 (3), 2010, 293-304.

Santulli C, Langella C, Introducing students to bio-inspiration and biomimetic design: a workshop experience, International Journal of Technology and Design Education, 21 (4), 2011, 471-485.

Santulli C, Starting from nature. Il design che guarda alla natura, in "Design intersections, il pensiero progettuale intermedio", a cura di P. Ranzo e C. Langella, Edizioni Franco Angeli, 2012, ISBN 978-8-820411442.

Santulli C, A biomimetic approach to the production of sustainable structural composites using plant fibres, chap. 5 in "Biologically inspired textiles", editors Ellison MS and Abbott AG, Woodhead Publishing 2008, ISBN 184569 247 0.

Santulli C, Biomimetics clues for tissue engineering materials, Advanced Biomaterials, Biomimetics, Tissue Engineering, 6<sup>th</sup> Summer School, Jesi, August-September 2004.

Santulli C, Biomimetic interest and possibilities for replacement of glass fibres with plant fibres in composite materials: the case of impact damage, Smart Materials and Nanotechnologies, 5<sup>th</sup> Summer School, Jesi, August 2003.

Pietroni L., Eco-materiali ed Eco-prodotti "Made in Italy". Casi studio di eco-innovazione nelle imprese italiane, edizioni Kappa, Roma, ottobre 2004.

Pietroni L., Ecodesign: un approccio metodologico al progetto dei prodotti industriali orientato dai principi della sostenibilità ambientale, in Eugenia Chiddo (a cura di), Transportation Design Learning, CETMA, Brindisi 2005, pp. 124-131

Pietroni L., Lo scenario dell'ecodesign tra cultura, mercato e sperimentazione didattica, in P. Tamborini e C. Vezzoli (a cura di), Design per la sostenibilità. Strategie e strumenti per la Decade "Educazione e sviluppo sostenibile", Nazioni Unite (2005-2014), Libreria CLUP, Milano 2007, pp. 94-105.

Pietroni L., Rubik F., Frankl P., Scheer D., Eco-labelling and consumers – Towards a re-focus and integrated approaches, in "International Journal of Innovation and Sustainable Development-IJISD", Inderscience Publishers Ltd., UK, Vol. 2, No. 2, 2007, pp. 175-191.

Pietroni L., Eco-friendly design. Imballaggi in carta e cartone per un futuro sostenibile, in P. Bertola e S. Maffei (a cura di), Design Research Maps. Prospettive della ricerca universitaria in design in Italia, Maggioli editore, Rimini 2009, pp. 208-211.

Pietroni L., Nanotecnologie e sostenibilità, in "disegno industriale - diid", n. 41, designpress editore, dicembre 2009, pp. 32-39.

Pietroni L., Il contributo della Biomimesi per un design sostenibile, bio-ispirato e rigenerativo, in "Op. cit.", n. 141, Electa Napoli, maggio 2011, pp. 15-36.

Pietroni L., Eco-design di prodotti in carta e cartone tra sperimentazione e innovazione, in Aticelca (a cura di), Il Congresso dell'Industria Cartaria, Atti del 43° Congresso Aticelca, Ascoli Piceno/Offida, 24-25 maggio 2012, pp. 109-123.

Pietroni L., Cutaia L. e Scialdoni R., Scenari di miglioramento delle prestazioni ambientali di imballaggi per CD/DVD tramite metodologia LCA, in S. Scialbi, A. Dominici Loprieno (a cura di), VI Convegno della Rete Italiana LCA. Dall'Analisi del Ciclo di Vita all'Impronta Ambientale: percorsi ed esperienze a confronto, ENEA, Roma 2012, pp. 63-69.

Pietroni L., Nuove prospettive di ricerca per un design sostenibile: il contributo della Biomimesi nello sviluppo di soluzioni progettuali innovative, in M. Elia (a cura di), Hi-cooking\_nuovi riti nuovi tipi. Il design del prodotto per nuove ritualità: scenari, tecnologie, sostenibilità, Edizioni ADEF, Napoli 2012, pp. 8-15.

Pietroni L., Mascitti J., Biomimetic Materials for Design, in H. Bartolo et al., Green Design, Materials and Manufacturing Processes, Proceedings of the 2<sup>nd</sup> International Conference on Sustainable Intelligent Manufacturing, Lisbon, June 26-29 2013, CRC Press, Taylor & Francis Group, London UK, 2013, pp. 579-582.