

# Centro di Ricerca Interdipartimentale in Materiali Avanzati e Dispositivi - Advanced Materials and DEvices Center (MADE)

## RELAZIONE di ATTIVITÀ 2020

Al “Centro di Ricerca Interdipartimentale in Materiali Avanzati e Dispositivi - Advanced Materials and Devices” – MADE afferiscono ricercatori dai Dipartimenti di Fisica, di Chimica e di Ingegneria Industriale e dell’Informazione (ex Centro CILSOMAF) e del Dipartimento di Scienze del Farmaco e di Ingegneria Civile e Architettura dal 2015.

Le attività del Centro MADE durante l’anno 2020 sono state fortemente rallentate dalla situazione di emergenza sanitaria e dalle limitazioni poste alla possibilità di frequentare regolarmente i laboratori per docenti, assegnisti, dottorandi. Nonostante ciò, il Centro ha continuato e ampliato gli studi, sia fondamentali sia applicativi, di materiali e dispositivi innovativi nei seguenti campi di ricerca:

- Nuove tecnologie, metodi di sintesi e di caratterizzazione
- Elettronica e Fotonica
- Energia e Ambiente
- Materia soffice, Biomateriali, Materiali per nanomedicina
- Micro- e nano-materiali funzionali;

favorendo un utilizzo razionale ed efficace delle risorse, sia umane sia strumentali. Si nota dalla relazione che siano in costante incremento le collaborazioni fra ricercatori con competenze complementari, accompagnate da un notevole inserimento in progetti di ricerca e collaborazioni anche con enti di ricerca, e con imprese nei settori di ricerca d’interesse.

Nel seguito sono riassunti i risultati ottenuti nell’ambito delle principali linee di ricerca e le prospettive attuali, suddivisi per Dipartimento di afferenza dei ricercatori maggiormente coinvolti, e in allegato le pubblicazioni nel 2020 in riviste internazionali ad essi riferite.

### DIPARTIMENTO DI FISICA

Nel corso del 2020 l’attività è proseguita principalmente nelle seguenti linee di ricerca:

#### **A. Studio e caratterizzazione di materiali ottici, fotonici, funzionali**, in particolare:

- studio della risposta ottica di composti polimerici di nuova sintesi per riflettori di Bragg polimerici, con realizzazione di elevatissimo contrasto dielettrico per controllo/confinamento di radiazione nel visibile-NIR; combinazione dei suddetti con strati emettitori a base polimerica/inorganica per realizzazione di microcavità fotoniche; studio delle proprietà strutturali e ottiche di innovativi film polimerici di (B)CN, ottenuti da deposizione da fase vapore (*coll. D. Comoretto, Dip. Chim. Industriale, Univ. Genova, Max Planck Inst. Potsdam, Dip. Chimica UniPV, IIT Genova*).
- proprietà strutturali, morfologiche e ottiche di composti a perovskiti inorganiche in film sottili depositati per RF sputtering, con sostituzione di Pb con Sn e Bi e soglia di assorbimento ottico modulabile verso il NIR; risposta ottica di nanocristalli in soluzione per emissione nel visibile, caratterizzazione di morfologia e effetto di differenti ammine come leganti superficiali (*coll. L. Malavasi, Dip. Chimica*).
- caratterizzazione e ottimizzazione di film in ossidi  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{Ta}_2\text{O}_5$  e  $\text{Nb}_2\text{O}_5$  e loro misti per integrazione su strutture di cella solare a multi-giunzione al fine di rendere più efficiente l’assorbimento di radiazione nella regione spettrale visibile-NIR; sviluppo di eterostrutture SiGeSn (*coll. RSE s.r.l. Piacenza*);
- caratterizzazione della morfologia di micro- e nano-sistemi organici *in vitro* mediante microscopie a forza atomica ed elettronica (*coll. Dip. Chimica e Scienze del Farmaco*);
- studio, caratterizzazione e simulazione di nanostrutture in silicio organizzate in sistemi periodici e quasi-periodici per la manipolazione delle proprietà di scattering (*coll. L. Dal Negro, Boston*

University). E' stata definita la risposta ottica di anapoli in funzione dell'angolo di incidenza in matrici di nanodischi di silicio. E' in prosecuzione lo studio della risposta ottica in strutture a spirale di sistemi misti plasmonico-fotonico di nanoparticelle.

**B. Progetto FITNESS** (ref. M. Patrini) E' proseguito il progetto per il dispositivo di *energy harvesting* da vibrazioni a bassa frequenza e da moto umano (*coll. Lab.energetica, Dip. Chimica, ATOM s.p.a., consulenti + imprese in NDA*); su questa linea è attivo in MADE un progetto a 36 mesi (2019-21), finanziato dall'Avviso congiunto di Fondazione Cariplo e Regione Lombardia sul tema dei Materiali Avanzati. In particolare si studiano i materiali elastomeri e loro nanocompositi elettrostrittivi; gli elettrodi polimerici; il circuito e i dispositivi per energy harvesting e la piattaforma di sensori da essi alimentata.

**C. Materiali sensibili e funzionali per diagnostica di analiti in vapore e in soluzione.** Sono state studiate, sia sperimentalmente sia teoricamente, differenti piattaforme:

- strutture plasmoniche: reticoli 2D ordinati di nanostrutture ibride metallo/polimero: E' proseguita la collaborazione con la spin off PLASMORE s.r.l. sulle strutture per sensoristica, in particolare SPR, e in relazione alle attività su due progetti europei. Nello specifico, sul progetto MOLOKO ( Horizon 2020) riguardante la detezione di contaminanti nel latte, è proseguita in collaborazione con l'Istituto di Materiali Nanostrutturati (ISMN) del CNR di Bologna, un dispositivo opto-plasmonico integrato comprendente un reticolo plasmonico interfacciato con strutture organiche per la generazione e la detezione di luce.

Un'altra linea di ricerca su metamateriali per applicazioni sensoristiche (Horizon2020: NOCTURNO), in collaborazione con il BioSense Institute in Serbia e l'Advanced Science Research Center di New York ha subito un forzato arresto a causa della pandemia. Procedo quindi a rilento lo studio sugli effetti della nanostrutturazione sull'accoppiamento e l'*enhancement* di modi di superficie (BSW);

- strutture ibride fotoniche-plasmoniche: è proseguito lo studio di strutture già sviluppate in collaborazione con l'Universidad Autonoma de Madrid e l'università di Genova, accoppiando reticoli plasmonici a riflettori di Bragg, polimerici o in silicio poroso. La caratterizzazione ottica e lo studio degli effetti di amplificazione del segnale SERS sono stati oggetto di pubblicazione.

**D. Studio Raman-SERS di micro- e nano-strutture**, in particolare:

1) proprietà strutturali, ottiche ed elettroniche di ossidi funzionali: la ricerca ha riguardato lo studio di:

i) perovskiti inorganiche – ferriti di gadolinio – drogate sia sul sito del ferro sia su quello del gadolinio al fine di monitorare le correlazioni tra proprietà strutturali e risposta magnetica per validare l'interesse anche in campo biomedico;

ii) Ossidi di manganese e sodio molto interessanti come materiali per catodi in batterie al sodio. Anche in questo caso è stato studiato l'effetto del drogaggio – Fe/Mn – per comprendere come sia possibile migliorare la risposta elettrochimica e le relazioni di queste con le dinamiche strutturali e di difetto

iii) ferriti di zinco a diversa dimensionalità e con drogaggi differenti e la risposta della struttura a differenti trattamenti laser in ambienti ossidanti/riducenti per meglio chiarire la dinamica con cui insorgono fasi spurie di maghemite e/o magnetite; fasi che vanno necessariamente controllate per evitare controindicazioni nelle applicazioni in ambito biomedicale

iv) formazione di layer di diossido di titanio su viti odontoiatriche al variare dei trattamenti di superficie e della purezza della lega di partenza. In particolare è stata investigata la formazione della fase anatase a partire da lega di titanio di grado 4 e 5 verificando come la fase anatase, potenzialmente interessante perché può conferire una elevata biocompatibilità all'impianto dentale, risulta maggiore a partire da leghe a maggior purezza di titanio.

2) Studio della risposta SERS e dell'enhancement factor da substrati colloidali e vetrosi con nano-

oggetti di metalli nobili (Ag, Au) realizzati presso il Laboratorio InLab del Dip. di Chimica; la risposta SERS è stata valutata anche al variare dei metodi di preparazione, della funzionalizzazione delle nanoparticelle e delle molecole utilizzate come Raman reporter. In particolare sono state realizzate misure per valutare la possibilità di monitoraggio di inquinanti emergenti nelle acque come antibiotici, pesticidi e microplastiche.

Nel corso del 2021, è prevista la continuazione delle linee di ricerca suddette, ed il loro ampliamento grazie ai progetti attivati (Hub Regione Lombardia e MIUR-PRIN) e alle crescenti collaborazioni di ricerca in corso. Le pubblicazioni 2020 relative alle tematiche sono citate in allegato, altre in corso di stampa verranno allegate il prossimo anno.

## DIPARTIMENTO DI CHIMICA

### A. Elettrochimica e energetica (ref. E. Quartarone)

Nel corso del 2020 il gruppo di elettrochimica ed energetica della Sezione di Chimica Fisica si è occupato delle seguenti linee di ricerca:

- 1) messa a punto di multi-strip di film polimerici compositi a 7 e 9 componenti per *energy harvesting* da vibrazioni a bassa frequenza nell'ambito del progetto FITNESS;
- 2) studi teorici e sperimentali di nuovi materiali catodici per batterie al litio a base di multimetallo di transizione;
- 3) sintesi e caratterizzazione di polimeri *self-healing* per applicazioni in batterie litio-ione e alluminio-ione;
- 4) sintesi e caratterizzazione di elettroliti *solid-like* per applicazione in batterie al Li.

I risultati della attività scientifica sono stati rendicontati in diverse pubblicazioni su riviste internazionali con referaggio, di cui alcune elencate nel seguito.

### B. Materiali Avanzati per Clean Energy (ref. L. Malavasi)

Nel corso del 2020 il gruppo di Chimica dei materiali della Sezione di Chimica Fisica si è occupato, tra gli altri argomenti di:

- 1) sintesi e caratterizzazione di *metal halide perovskites* (MHP) per applicazioni fotocatalitiche. In particolare, sono state progettate e sintetizzate nuove fasi di perovskiti 3D e 2D prive di piombo (contenenti stagno e bismuto) con l'obiettivo di creare delle eterogiunzioni con altri semiconduttori fotoattivi noti (tipicamente g-C<sub>3</sub>N<sub>4</sub>) al fine di migliorare le prestazioni di questi ultimi rispetto allo sviluppo di idrogeno e la degradazione foto-assistita di inquinanti e biomasse. La creazione dell'eterogiunzione permette una migliore dinamica dei portatori di carica. I sistemi studiati sono stati DMA<sub>2</sub>SnBr<sub>3</sub>/g-C<sub>3</sub>N<sub>4</sub> e PEA<sub>2</sub>SnBr<sub>4</sub>/g-C<sub>3</sub>N<sub>4</sub> portando a produzioni di idrogeno di 10 o 20 volte superiori rispetto al solo g-C<sub>3</sub>N<sub>4</sub>. Inoltre tali catalizzatori sono stati impiegati in sintesi organiche al fine di muoversi verso applicazioni più sostenibili ed in particolari in riduzioni ed ossidazioni.
- 2) Preparazione di film sottili di perovskiti lead-free mediante sputtering. In tale ambito la ricerca si è mossa verso lo sfruttamento di una tecnologia di deposizioni scalabile e green quale RF magnetron sputtering per depositare film sottili di perovskiti per ovviare ai limiti delle sintesi wet-chemistry mediante spin-coating. Si sono depositate diverse serie di campioni di perovskiti e di strutture correlate contenenti Sn e perovskiti 1D contenenti Bi.

I risultati dell'attività per questa linea di ricerca sono riportati in sei pubblicazioni su riviste internazionali con revisori.

### C. Nanochimica per le tecnologie e le applicazioni biomediche (ref. P. Pallavicini)

Le ricerche condotte dal gruppo di nanochimica della sezione di Chimica Generale (P. Pallavicini, A. Taglietti, G. Dacarro, Lab. In-Lab) nell'anno 2020 hanno riguardato le seguenti tematiche:

- i) prosecuzione del lavoro su film contenenti nanoparticelle (NP) di Au e Ag con effetto fototermico e applicazioni antibatteriche sia intrinseche che *switchable*, con messa a punto della verifica dell'effetto battericida fototermico con batteri inoculati nel film
  - ii) nano-inchiostri per la stampa di pattern con responso fototermico per nuove tecniche di scrittura anticontraffazione: il lavoro si è indirizzato verso il grafting di fluorofori su NP di Au e Ag, in modo da ottenerne lo spegnimento (meccanismi ET o peT) e sfruttare anche il rilassamento termico dell'irraggiamento della banda delle molecole appese, oltre a quella delle NP.
  - iii) preparazione di materiali di silice bulk contenenti NP di Au e Ag di varie dimensioni, e rimozione delle NP post sintesi con opportuni reagenti, al fine di produrre materiali con cavità imprinted a dimensioni regolabili, per sfruttarle come materiali per la ricattura selettiva di NP.
  - iv) materiali per lo smart packaging di alimenti: si è arrivati alla definizione di film ottimali come resistenza meccanica, bassa permeabilità all'acqua ed effetto di conservazione anti-muffa, dei quali si è studiato anche la capacità di rilasciare agenti batteriostatici e di conservazione nel pane (ricerche coperte da non-disclosure agreement).
  - v) utilizzo di NP d'oro non sferiche per applicazioni nel sensing con tecnologie Raman (SERS)
- Le pubblicazioni 2020 sono citate nel seguito. Nel 2021 tutte le 5 linee di ricerca saranno sviluppate, verso l'ottenimento di materiali e dispositivi.

## DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA INDUSTRIALE E DELL' INFORMAZIONE

L'attività svolta presso il Dip. Ing. Ind Inf. nel 2020 è stata fortemente rallentata, come prevedibile, dalla situazione sanitaria e dalle limitazioni poste alla possibilità di frequentare regolarmente i laboratori per docenti e studenti. Nel seguito si riportano i principali ambiti investigati.

Nel corso dell'anno 2020 l'attività nel campo della microscopia non-lineare è proseguita lungo due principali linee di ricerca. La prima ha riguardato la caratterizzazione nonlineare di coloranti quali eosina ed ematossilina, tradizionalmente utilizzati per microscopia a luce bianca e più recentemente per microscopia confocale. Attraverso una tecnica innovativa sono stati misurati i loro spettri di assorbimento nonlineare e le sezioni d'urto a due fotoni, fornendo quindi informazioni fondamentali per il loro utilizzo nel campo della microscopia a fluorescenza nonlineare. La seconda linea ha riguardato l'indagine di campioni biologici, in particolare tessuti cerebrali, in collaborazione col Dipartimento di Medicina Molecolare. L'obiettivo è quello di determinare l'effetto di molecole potenzialmente utili per terapie antitumorali di tipo fotodinamico. Proprio per questo motivo l'attività proseguirà anche studiandone la fotoattivazione sia in regime lineare che non lineare.

Nell'ambito della caratterizzazione di materiali nonlineari, sono proseguiti gli studi di generazione di seconda armonica in strutture super-cristalline dimostrando come il processo possa avvenire senza i vincoli dovuti al soddisfacimento della condizione di phase-matching, aprendo quindi la strada alla realizzazione di dispositivi ad elevata efficienza e flessibilità di impiego. Infine sono proseguiti gli studi di difetti topologici tridimensionali in cristalli perovskitici utilizzando la generazione di seconda armonica come tecnica di imaging indiretto.

Nel campo della microfluidica sono state portate avanti due attività.

La prima attività ha riguardato il completamento delle misure sperimentali funzionali a dimostrare la possibilità di realizzare un microreometro integrato. Utilizzando un sistema monolitico, che integra un canale microfluidico e due guide ottiche simmetricamente affacciate al microcanale stesso, è stato infatti possibile registrare la risposta all'applicazione di uno sforzo controllato mostrata dal materiale sotto analisi. Per fare questo delle microsferine opportune sono state disperse nel campione prima di inserirlo nel microcanale, e sono state quindi illuminate con i fasci provenienti dalle guide ottiche integrate, per sfruttare le forze ottiche che vengono a manifestarsi all'interfaccia tra mezzo esterno e microsfera. Questa attività è stata svolta in collaborazione con altri

due centri italiani, in particolare l'Università degli studi di Milano e l'Istituto di Fotonica e Nanotecnologie del CNR di Milano.

L'altra attività, iniziata nell'ultimo trimestre del 2020, ha riguardato invece lo studio e la dimostrazione sperimentale di un sistema basato sul fenomeno di "self-mixing" in laser a semiconduttore per il controllo della presenza di particelle in flusso. In un laser a semiconduttore, infatti, la presenza di una piccola retro-iniezione del segnale emesso, causata da un riflettore posto lungo il percorso del fascio, può portare ad una significativa perturbazione delle condizioni all'interno del semiconduttore stesso, modificando quindi l'ampiezza e la fase dell'onda emessa.

Diverse configurazioni sono a momento in fase di test per capire come i diversi parametri influiscano sulla possibilità di rilevare il passaggio di oggetti di dimensione anche inferiore alla lunghezza d'onda emessa dal laser stesso.

## DIPARTIMENTO DI SCIENZE DEL FARMACO

L'attività di ricerca svolta presso il Dipartimento di Scienze del Farmaco si connota per la sua interdisciplinarietà, coinvolgendo sia gruppi di ricerca afferenti a SSD diversi presenti nel Dipartimento, in particolare CHIM, BIO e MED, sia gruppi di ricerca afferenti ad altri Dipartimenti (Chimica e Fisica) dell'Ateneo.

Per il futuro verranno rafforzate ed aumentate le suddette collaborazioni, rivolte alla realizzazione e caratterizzazione di materiali e dispositivi innovativi, con particolare riferimento a: Biomateriali, Materiali per nanomedicina, Micro- e nano-materiali funzionali.

In tali ambiti si inserisce l'attività di ricerca attinente alle finalità del MADE svolta nel 2020 presso il Dipartimento; nello specifico essa ha riguardato le seguenti tematiche:

1. sistemi mucoadesivi e termogelificabili a base di biopolimeri per il rilascio di farmaci o di emoderivati per la riparazione tissutale;
2. micro e nano- sistemi per il rilascio di farmaci e per applicazioni in ambito biomedico;
3. allestimento e caratterizzazione di scaffolds per la medicina rigenerativa;
4. allestimento e/o impiego di "smart excipients" per applicazioni in ambito biomedico.

Le pubblicazioni relative alle suddette tematiche sono elencate nel seguito.

## DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA CIVILE E ARCHITETTURA

Di seguito si riporta la descrizione delle attività nei campi di ricerca d'interesse, specificando le collaborazioni; le relative pubblicazioni 2020 sono riportate in allegato.

**Modelli costitutivi dei materiali ed applicazione di leghe a memoria di forma (SMA) per dispositivi biomedicali e non** (G. Scalet, F. Auricchio, Comp-Mech Group). Questa attività ha l'obiettivo di proporre modelli costitutivi fenomenologici per descrivere il comportamento termomeccanico di materiali intelligenti quali leghe a memoria di forma, che trovano largo impiego in ambito aerospaziale (*coll. D. Lagoudas, TAMU*) e meccanico (*coll. C. Maletta, Unical - F. Niccoli, CERN*).

**Caratterizzazione e modellazione costitutiva di idrogeli** (G. Scalet, F. Auricchio, Comp-Mech Group). Gli idrogeli sensibili al pH sono reti idrofile di polimero, che trovano largo impiego nel settore biomedicale, ad esempio per la realizzazione di sistemi a rilascio controllato di farmaci. L'obiettivo dell'attività svolta è la preparazione di idrogeli sensibili al pH stampati in 3D, che presentino migliori proprietà meccaniche rispetto a idrogeli attualmente disponibili in letteratura e

che consentano, quindi, di ampliare il campo di applicazione (*coll. D. Dondi, Ing. D. Savio Branciforti – Dipartimento di Chimica*).

**Studio e sviluppo di materiali per stampa 3D** (S. Marconi, S. Morganti, G. Scalet, F. Auricchio, Comp-Mech Group). In questo ambito si svolgono le seguenti attività: sviluppare materiali innovativi e soluzioni hardware e software per la Stereolitografia 3D; lo studio e la modellazione del comportamento a memoria di forma a una e due vie di polimeri sviluppati in laboratorio (*coll. S. Pandini, UniBS*); modellazione e prototipazione tramite stampa 4D di componenti in polimeri a memoria di forma per attuazione soffice e applicazioni farmaceutiche (*coll. S. Pandini, UniBS - S. Magdassi, Hebrew Univ Jerusalem*); caratterizzazione di materiali stampati 3D in PLA caricato con nanoparticelle di grafene; realizzazione di oggetti in materiale ceramico avanzato (e.g., carburo di silicio/titanio) oppure metallico (e.g., Rame) attraverso la stampa 3D di soluzioni liquide viscosi in forme anche complesse (*coll. U. Tamburini-Anselmi, Dip. Chimica*); fattibilità di stampa e sviluppo di opportuni profili di stampa per un filamento di Policaprolattone (PCL) per stampa 3D FDM per patch biocompatibili; realizzazione tramite stampa 3D FDM di attuatori meccanici a controllo ottico. L'attività prevede la realizzazione di campioni formati da layer di due materiali termoplastici con temperature di rammollimento differenti, caratterizzati da un buon grado di trasparenza; caratterizzazione meccanica di materiali auxetici. (alcune attività in *coll. D. Pasini e D. Dondi del Dip. di Chimica e B. Conti Dip Scienze del farmaco*, oltre che svariate altre università ed aziende).

**Stampa 3D per applicazioni nel campo delle microonde** (S. Marconi, F. Auricchio, Comp-Mech Group). L'attività comprende lo studio e la realizzazione di componenti elettronici destinati all'applicazione nel campo delle microonde, come ad esempio: produzione di componenti in con tecnologia FDM in vari materiali (poliuretano termoplastico, ABS), tramite tecnologia binder jetting con polvere di gesso, oppure in resina fotopolimerica (con stampa SLA e Material Jetting). Alcuni componenti sono sottoposti a successiva metallizzazione. Sviluppo di profili di stampa di materiali a carica ceramica e loro applicazione. (*coll. M. Bozzi, L. Perregrini, M. Pasian – Dipartimento di Ingegneria Industriale e dell'Informazione, azienda Premix-Preperm*)

**Stampa 3D per applicazioni medicali** (S. Marconi, F. Auricchio, Comp-Mech Group).

L'attività ha l'obiettivo di supportare la pratica clinica e chirurgica attraverso lo sviluppo di modelli stampati 3D patient-specific, ovvero ricostruiti da immagini medicali (come TAC o RM) dello specifico paziente. L'utilizzo dei modelli anatomici spazia dalla pianificazione chirurgica, allo sviluppo di strumentazione a supporto della didattica o della chirurgia, alla simulazione chirurgica in vitro, fino al dialogo con il paziente. L'attività ha portato alla realizzazione del laboratorio 3D4Med ([www.3d4med.eu](http://www.3d4med.eu)), all'interno della Fondazione IRCCS Policlinico San Matteo di Pavia (*principali collaborazioni: A. Pietrabissa, M. Benazzo, P. Canzi, P. Totaro, F. Benazzo, M. Ghiara, F. De Grazia*)

**Bioprinting – BioP** (M. Conti, S. Marconi, F. Auricchio, Comp-Mech Group).

L'attività consiste nella stampa 3D di idrogel all'interno dei quali sono incorporate componenti biologiche (e.g. cellule, proteine, geni e farmaci), al fine di realizzare modelli 3D da applicare nell'ambito biologico-biotecnologico, medicina rigenerativa, ingegneria tissutale. Di seguito si elencano le attività di BioP in corso. Realizzazione di strutture 3D cellulari per modellizzare la fisiologia della fibra muscolare (*collab. G. Cusella, UniPV*) e del tessuto osseo (*collab. IRCCS San Matteo, PV*). Co-stampa di strutture ibride costituite da materiali termoplastici e idrogel per realizzare sistemi di rilascio controllati nel tempo (*collab. M. Torre, UniPV*). Realizzazione di modelli 3D per lo studio in vitro dell'osteosarcoma (*collab. C. Ferrari, F. Riva UniPV*) e di giunzione neuromuscolare per studiare malattie neurodegenerative (*collab. C. Cereda, IRCCS Mondino, PV*). Caratterizzazione di idrogel a base di gelatina per l'analisi delle proprietà meccaniche (*collab. IRCC Centro Cardiologico Monzino, MI*) e delle performance di stampa (*L. Russo, Università Milano Bicocca, MI*). Produzione di dati sperimentali per modellizzare, tramite tecniche computazionali, i processi legati all'ambito del BioP (*Collab. M. Marino, Università Roma Tor Vergata*) e sviluppo di materiali polimerici 3D innovativi (polyHIPE - l'High Internal Phase Emulsion) da utilizzare come *drug delivery system* e come scaffold per colture cellulari (*collab. G.*

*Massolini, UniPV*). Dalle attività derivanti da quest'ultima collaborazione è stata costituita una start-up innovativa, P4P s.r.l., a oggi accreditata ufficialmente come spin-off dell'Università di Pavia.

**Sintesi ed utilizzo di reti in TiO<sub>2</sub> per il trattamento delle acque** (M.C. Collivignarelli, TEC<sub>2.0</sub> Lab)

Tra i trattamenti avanzati delle acque (AOPs), l'interesse per la fotoelettrocatalisi è crescente. L'attività comprende la sintesi (*coll. Prof. S. Franz e Prof. M. Bestetti, Politecnico di Milano*) di catalizzatori in TiO<sub>2</sub> al fine di testare ed ottimizzare il processo di fotoelettrocatalisi su acque potabili, acque reflue industriali ed effluenti di impianti di depurazione. In quest'ultimo caso con lo scopo di valutare l'efficacia del trattamento come finissaggio in vista di un potenziale recupero degli effluenti in un'ottica di economia circolare.

**Caratterizzazione di materiali fibrorinforzati innovativi per il rinforzo di strutture storiche in muratura** (A. Penna, Structural and Earthquake Engineering Group). L'attività consiste nella sperimentazione su materiali FRCM (Fabric Reinforced Cementitious Matrices) per la qualificazione industriale degli stessi e per la validazione dei loro effetti nel consolidamento di strutture esistenti in muratura di laterizio, tufo e pietra naturale. A differenza dei più comuni FRP (Fiber Reinforced Polymers), gli FRCM offrono una maggiore compatibilità con i materiali da costruzione storici. Allo stesso tempo, così come gli FRP anche gli FRCM presentano ottime proprietà di resistenza a trazione e di aderenza al supporto murario, che consentono di supplire alle carenze riscontrate nella muratura. Una corretta applicazione di questi materiali può quindi contribuire ad una migliore preservazione degli edifici storici e monumentali, in termini sia di compatibilità con il costruito esistente, sia di riduzione del rischio di danneggiamento grave o collasso conseguente ad eventi sismici di notevole intensità. Ciò si traduce in una riduzione degli impatti ambientali legati al degrado ambientale delle strutture e alla loro riparazione o demolizione/ricostruzione post-sisma. Le attività di ricerca si svolgono in collaborazione con Ruregold s.r.l., produttore dei materiali in esame, e con la Fondazione EUCENTRE per le sperimentazioni su provini in muratura rinforzata di grandi dimensioni (*collab. G. Guerrini, I. Senaldi, A. Bruggi, UniPV*). Il progetto, tuttora in fase di esecuzione, ha finora portato alla presentazione di un articolo alla "17th International Brick and Block Masonry Conference – From Historical to Sustainable Masonry" nel luglio 2020.

Pavia, 26 Marzo 2020

## **Allegato. Pubblicazioni 2020** dei principali gruppi di ricerca referenti nei Dipartimenti

### *DIPARTIMENTO di FISICA*

P. Giusto, D. Cruz, T. Heil, H. Arazoe, P. Lova, T. Aida, D. Comoretto, M. Patrini and M. Antonietti  
*Shine bright like a diamond: new light on an old polymeric semiconductor*  
*Advanced Materials* 32, 1908140 (2020).

A. Veronese, M. Patrini, D. Bajoni, C. Ciarrocchi, P. Quadrelli, L. Malavasi  
*Highly Tunable Emission by Halide Engineering in Lead-Free Perovskite-Derivative Nanocrystals: The  $Cs_2SnX_6$  ( $X = Cl, Br, Br/I, I$ ) System*  
*Frontiers in Chemistry* 8, 35 (2020).

E. Chiesa, F. Riva, R. Dorati, A. Greco, S. Ricci, S. Pisani, M. Patrini, T. Modena, B. Conti, I. Genta  
*On-Chip Synthesis of Hyaluronic Acid-Based Nanoparticles for Selective Inhibition of CD44+ Human Mesenchymal Stem Cell Proliferation*  
*Pharmaceutics* 12, 260 (2020).

C. Tavella, P. Lova, M. Marsotto, G. Luciano, M. Patrini, P. Stagnaro, D. Comoretto  
*High refractive Index Inverse Vulcanized Polymers for Organic Photonic Crystals*  
*Crystals* 10, 154 (2020).

P. Lova, H. Megahd, P. Stagnaro, M. Alloisio, M. Patrini, D. Comoretto  
*Strategies for Dielectric Contrast Enhancement in 1D Planar Polymeric Photonic Crystals*  
*Applied Sciences* 10, n. 4122 (2020)

S. Bonomi, M. Patrini, G. Bongiovanni, L. Malavasi  
*Versatile vapor phase deposition approach to cesium tin bromide materials  $CsSnBr_3$ ,  $CsSn_2Br_5$  and  $Cs_2SnBr_6$*   
*RSC Advances* 10, 28478-28482 (2020)

S. Fabbris, A. Profumo, G. Alberini, S. Bonomi, C. Milanese, M. Donghi, A. Amadasi, M. Patrini, L. Cucca, D. Merli  
*Interaction of gunshot residues (GSR) with natural and synthetic textiles having different structural features*  
*Talanta Open* 2, 100017 (2020)

Fornasari, L., Passoni, M., Marabelli, F., Chen, Y., Wang, Y., Dal Negro, L.  
*Angular dependence and absorption properties of the anapole mode of Si nano-disks*  
(2021) *Journal of Applied Physics*, 129 (2), art. no. 023102.

Parravicini, J., Fornasari, L., Del Re, E., Marabelli, F., Agranat, A.J., Parravicini, G.  
*Evidence of double-loop hysteresis in disordered ferroelectric crystal*  
(2020) *Journal of Applied Physics*, 127 (18), art. no. 184107.

Pellacani, P., Morasso, C., Picciolini, S., Gallach, D., Fornasari, L., Marabelli, F., Silvan, M.M.  
*Plasma fabrication and SERS functionality of gold crowned silicon sub-micrometer pillars*  
(2020) *Materials*, 13 (5), art. no. 1244.

Prosa, M., Bolognesi, M., Fornasari, L., Grasso, G., Lopez-Sanchez, L., Marabelli, F., Toffanin, S.  
*Nanostructured organic/hybrid materials and components in miniaturized optical and chemical sensors*  
(2020) *Nanomaterials*, 10 (3), art. no. 480.

M.S. Lupi, B. Albini, A. Rodriguez Y Baena, G. Lanfre, P. Galinetto  
*Anatase Forming Treatment without Surface Morphological Alteration of Dental Implant*  
*Materials* 13, 22, 5280 (2020)

M. Nuti, D. Spada, I. Quinzeni, S. Capelli, B. Albini, P. Galinetto, M. Bini,  
*From tunnel NMO to layered polymorphs oxides for sodium ion batteries;*

SN Applied Sciences, 2 11, 1893 (2020)

A. Ruffo, M.C. Mozzati, B. Albin, P. Galinetto, M. Bini;  
*Role of non-magnetic dopants (Ca, Mg) in GdFeO<sub>3</sub> perovskite nanoparticles obtained by different synthetic methods: structural, morphological and magnetic properties*  
Journal of Materials Science: Materials in Electronics 31, 20, 18263 -18277 (2020)

M.S. Lupi, P. Galinetto, B. Albin, E. Di Ronza, S. Rizzo, R. Rodriguez Y Baena;  
*Micro-Raman Spectroscopy of Dental Implants Subjected to Different Surface Treatments*,  
Applied Sciences 10, 7, 2417 (2020)

#### DIPARTIMENTO di CHIMICA

L. Mezzomo, C. Ferrara, G. Brugnetti, D. Callegari, E. Quartarone, P. Mustarelli, R. Ruffo  
*Exploiting Self- Healing in Lithium Batteries: Strategies for Next- Generation Energy Storage Devices*  
Advanced Energy Materials 2020, 10 (46), 2002815

F. Tavani, M. Fracchia, N. Pianta, P. Ghigna, E. Quartarone, P. D'Angelo  
*Multivariate curve resolution analysis of operando XAS data for the investigation of the lithiation mechanisms in high entropy oxides*  
Chemical Physics Letters 2020, 760, 137968

P Ghigna, L Airoidi, M Fracchia, D Callegari, U Anselmi-Tamburini, P. D'Angelo, N. Pianta, R. Ruffo, G. Cibi, D. Oliveira de Souza, and E. Quartarone  
*Lithiation Mechanism in High-Entropy Oxides as Anode Materials for Li-Ion Batteries: An Operando XAS Study*  
ACS Applied Materials & Interfaces 2020 12 (45), 50344-50354

L. Romani, A. Speltini, F. Amborsio, E. Mosconi, A. Profumo, S. Margadonna, A. Milella, F. Fracassi, A. Listorti, F. De Angelis, L. Malavasi\*, *Water- Stable DMASnBr<sub>3</sub> Lead- Free Perovskite for Effective Solar- Driven Photocatalysis*, Angew. Chem. Int. Ed. (2020) 59, 2-10

S. Bonomi, L. Malavasi\*, *Solar-Driven Hydrogen Generation by Metal Halide Perovskites: Materials, Approaches, and Mechanistic View*, ACS Omega (2020) 5, 25511

L. Romani, A. Bala, V. Kumar, A. Speltini, A. Milella, F. Fracassi, A. Listorti, A. Profumo, L. Malavasi\*, *PEA<sub>2</sub>SnBr<sub>4</sub>: a Water-Stable Lead-Free Two-Dimensional Perovskite and Demonstration of Its Use as Co-Catalyst in Hydrogen Photogeneration and Organic-Dye Degradation*, J. Mater. Chem C (2020), 8, 9189-9194

S. Bonomi, L. Malavasi\*, *Physical and chemical vapor deposition methods applied to all-inorganic metal halide perovskites*, JVST-A (2020) 38, 060803

S. Bonomi, M. Patrini, G. Bongiovanni, L Malavasi\*, *Versatile vapor phase deposition approach to cesium tin bromide materials CsSnBr<sub>3</sub>, CsSn<sub>2</sub>Br<sub>5</sub> and Cs<sub>2</sub>SnBr<sub>6</sub>*, RSC Advances (2020) 10, 28478-28482

A. Pisanu, M. Coduri, M. Morana, Y. O. Ciftci, A. Rizzo, A. Listorti, M. Gaboardi, L. Bindi, V. I. E. Queoz, C. Milanese, G. Grancini, L. Malavasi\*, *Exploring the role of halide mixing in lead-free BZA<sub>2</sub>SnX<sub>4</sub> two dimensional hybrid perovskites*, J. Mater. Chem. A (2020) 8,1 875-1886

Chiara Gargioni, Mykola Borzenkov, Laura D'Alfonso, Paola Sperandeo, Alessandra Polissi, Lucia Cucca, Giacomo Dacarro, Pietro Grisoli, Piersandro Pallavicini, Agnese D'Agostino and Angelo Taglietti  
*Self-Assembled Monolayers of Copper Sulfide Nanoparticles on Glass as Antibacterial Coatings*, Nanomaterials 2020, 10, 352

Piersandro Pallavicini, Luca Preti, Lorenzo De Vita, Giacomo Dacarro, Yuri A. Diaz Fernandez, Daniele Merli, Silvia Rossi, Angelo Taglietti, Barbara Viganì

*Fast dissolution of silver nanoparticles at physiological pH*, J. Colloid Interf. Sci. 2020, 563, 177–188

Mykola Borzenkov, Piersandro Pallavicini, Angelo Taglietti, Laura D'Alfonso, Maddalena Collini and Giuseppe Chirico

*Photothermally active nanoparticles as a promising tool for eliminating bacteria and biofilms*, Beilstein J. Nanotechnol. 2020, 11, 1134–1146

Amirbahador Zeynali, Mario Marini, Giuseppe Chirico, Margaux Bouzin, Mykola Borzenkov, Laura Sironi, Laura D'Alfonso, Piersandro Pallavicini, Valeria Cassina, Francesco Mantegazza, Francesca Granucci, Laura Marongiu, Dario Polli, Alejandro De la Cadena, and Maddalena Collini

*Multiphoton Fabrication of Proteinaceous Nanocomposite Microstructures with Photothermal Activity in the Infrared*, Adv. Optical Mater. 2020, 2000584

Federico Bertoglio, Lorenzo De Vita, Agnese D'Agostino, Yuri Diaz Fernandez, Andrea Falqui, Alberto Casu, Daniele Merli, Chiara Milanese, Silvia Rossi, Angelo Taglietti, Livia Visai and Piersandro Pallavicini  
*Increased Antibacterial and Antibiofilm Properties of Silver Nanoparticles Using Silver Fluoride as Precursor*, Molecules 2020, 25, 3494

Piersandro Pallavicini, Lorenzo De Vita, Francesca Merlin, Chiara Milanese, Mykola Borzenkov, Angelo Taglietti and Giuseppe Chirico

*Suitable Polymeric Coatings to Avoid Localized Surface Plasmon Resonance Hybridization in Printed Patterns of Photothermally Responsive Gold Nanoinks*, Molecules 2020, 25, 2499

Mykola Borzenkov, Giuseppe Chirico, Piersandro Pallavicini, Paola Sperandeo, Alessandra Polissi, Giacomo Dacarro, Lavinia Doveri, Maddalena Collini, Laura Sironi, Margaux Bouzin and Laura D'Alfonso

*Nanocomposite Sprayed Films with Photo-Thermal Properties for Remote Bacteria Eradication*, Nanomaterials 2020, 10, 786

#### *DIPARTIMENTO di INGEGNERIA INDUSTRIALE E DELL'INFORMAZIONE*

L. Falsi, L. Tartara, F. Di Mei, M. Flammioni, J. Parravicini, D. Pierangeli, G. Parravicini, F. Xin, P. DiPorto, A.J. Agranat, E. DelRe, *Constraint-free wavelength conversion supported by giant optical refraction in a 3D perovskite supercrystal* COMMUNICATIONS MATERIALS, vol. 1, ISSN: 2662-4443, 2020

L. Lo Presti, J. Parravicini, R. Soave, G. Parravicini, M. Mauri, L. Loconte, F. Di Mei, L. Falsi, L. Tartara, S. Binetti, A.J. Agranat, DelRe E., *Observation of an exotic lattice structure in the transparent  $KTa_{1-x}Nb_xO_3$  perovskite supercrystal* PHYSICAL REVIEW. B, vol. 102, ISSN: 2469-9950, 2020

J. Parravicini, A. Tomaselli, E. Hasani, D. Tomassini, N. Manfredi, L. Tartara, *Practical two-photon-absorption cross sections and spectra of eosin and hematoxylin* JOURNAL OF BIOPHOTONICS, vol. 13, ISSN: 1864-063X, 2020

V. Vitali, G. Nava, G. Zanchetta, F. Bragheri, A. Crespi, R. Osellame, T. Bellini, I. Cristiani, P. Minzioni, *Integrated Optofluidic Chip for Oscillatory Microrheology* Scientific Reports Vol. 10, 5831, April 2020

#### *DIPARTIMENTO di SCIENZE del FARMACO*

Figueiredo, M.P., Borrego-Sánchez, A., García-Villén, F., Miele, D., Rossi, S., Sandri, G., Viseras, C., Constantino, V.R.L.

*Polymer/iron-based layered double hydroxides as multifunctional wound dressings.*  
(2020) Pharmaceutics, 12 (11), art. no. 1130, pp. 1-18.

Miele, D., Catenacci, L., Rossi, S., Sandri, G., Sorrenti, M., Terzi, A., Giannini, C., Riva, F., Ferrari, F., Caramella, C., Bonferoni, M.C.

*Collagen/PCL nanofibers electrospun in green solvent by DOE assisted process. An insight into collagen contribution.*

(2020) *Materials*, 13 (21), art. no. 4698, pp. 1-24.

Vigani, B., Rossi, S., Sandri, G., Bonferoni, M.C., Caramella, C.M., Ferrari, F.  
Recent advances in the development of in situ gelling drug delivery systems for non-parenteral administration routes.

(2020) *Pharmaceutics*, 12 (9), art. no. 859, pp. 1-29.

García-Villén, F., Sánchez-Espejo, R., Borrego-Sánchez, A., Cerezo, P., Cucca, L., Sandri, G., Viseras, C.  
Correlation between elemental composition/mobility and skin cell proliferation of fibrous nanoclay/spring water hydrogels.

(2020) *Pharmaceutics*, 12 (9), art. no. 891, pp. 1-20.

Ruggeri, M., Bianchi, E., Rossi, S., Vigani, B., Bonferoni, M.C., Caramella, C., Sandri, G., Ferrari, F.  
Nanotechnology-based medical devices for the treatment of chronic skin lesions: From research to the clinic.

(2020) *Pharmaceutics*, 12 (9), art. no. 815, pp. 1-32.

Bertoglio, F., de Vita, L., D'Agostino, A., Fernandez, Y.D., Falqui, A., Casu, A., Merli, D., Milanese, C., Rossi, S., Taglietti, A., Visai, L., Pallavicini, P.

Increased antibacterial and antibiofilm properties of silver nanoparticles using silver fluoride as precursor.

(2020) *Molecules*, 25 (15), art. no. 3494.

García-Villén, F., Faccendini, A., Miele, D., Ruggeri, M., Sánchez-Espejo, R., Borrego-Sánchez, A., Cerezo, P., Rossi, S., Viseras, C., Sandri, G.

Wound healing activity of nanoclay/spring water hydrogels.

(2020) *Pharmaceutics*, 12 (5), art. no. 467.

Catenacci, L., Marrubini, G., Sorrenti, M., Rossi, S., Sandri, G., Ferrari, F., Fagnani, V., Valentino, C., Bonferoni, M.C.

Design of experiments-assisted development of clotrimazole-loaded ionic polymeric micelles based on hyaluronic acid.

(2020) *Nanomaterials*, 10 (4), art. no. 635.

Faccendini, A., Ruggeri, M., Miele, D., Rossi, S., Bonferoni, M.C., Aguzzi, C., Grisoli, P., Viseras, C., Vigani, B., Sandri, G., Ferrari, F.

Norfloxacin-loaded electrospun scaffolds: Montmorillonite nanocomposite vs. free drug.

(2020) *Pharmaceutics*, 12 (4), art. no. 325.

Sandri, G., Faccendini, A., Longo, M., Ruggeri, M., Rossi, S., Bonferoni, M.C., Miele, D., Prina-Mello, A., Aguzzi, C., Viseras, C., Ferrari, F.

Halloysite-and montmorillonite-loaded scaffolds as enhancers of chronic wound healing.

(2020) *Pharmaceutics*, 12 (2), art. no. 179.

Vigani, B., Rossi, S., Sandri, G., Bonferoni, M.C., Rui, M., Collina, S., Fagiani, F., Lanni, C., Ferrari, F.  
Dual-functioning scaffolds for the treatment of spinal cord injury: Alginate nanofibers loaded with the sigma 1 receptor (S1R) Agonist RC-33 in chitosan films

(2020) *Marine Drugs*, 18 (1), art. no. 21

Bonferoni, M.C., Rassu, G., Gavini, E., Sorrenti, M., Catenacci, L., Giunchedi, P.

Nose-to-brain delivery of antioxidants as a potential tool for the therapy of neurological diseases.

(2020) *Pharmaceutics*, 12 (12), art. no. 1246, pp. 1-21.

Bonferoni, M.C., Gavini, E., Rassu, G., Maestri, M., Giunchedi, P.

Chitosan nanoparticles for therapy and theranostics of hepatocellular carcinoma (HCC) and liver-targeting

(2020) *Nanomaterials*, 10 (5), art. no. 870.

Catenacci, L., Sorrenti, M., Bonferoni, M.C., Hunt, L., Caira, M.R.

Inclusion of the phytoalexin trans-resveratrol in native cyclodextrins: A thermal, spectroscopic, and X-ray structural study.

(2020) *Molecules*, 25 (4), art. no. 998.

Giunchedi, P., Gavini, E., Bonferoni, M.C.

Nose-to-brain delivery.

(2020) *Pharmaceutics*, 12 (2), art. no. 138

Obinu, A., Gavini, E., Rasso, G., Riva, F., Calligaro, A., Bonferoni, M.C., Maestri, M., Giunchedi, P. Indocyanine green loaded polymeric nanoparticles: Physicochemical characterization and interaction studies with caco-2 cell line by light and transmission electron microscopy.

(2020) *Nanomaterials*, 10 (1), art. no. 133

Bruni, G., Monteforte, F., Maggi, L., Friuli, V., Ferrara, C., Mustarelli, P., Girella, A., Berbenni, V., Capsoni, D., Milanese, C., Marini, A.

Probencid and benzamide: cocrystal prepared by a green method and its physico-chemical and pharmaceutical characterization.

(2020) *Journal of Thermal Analysis and Calorimetry*, 140 (4), pp. 1859-1869.

Monteforte, F., Bruni, G., Quinzeni, I., Friuli, V., Maggi, L., Capsoni, D., Bini, M.

Meloxicam-LDH hybrid hompound: A successful strategy to improve solubility.

(2020) *Journal of Inorganic and Organometallic Polymers and Materials*, 30 (3), pp. 637-648.

Bruni, G., Monteforte, F., Maggi, L., Girella, A., Berbenni, V., Milanese, C., Marini, A.

Probencid and benzamide: DSC applied to the study of an “impossible” pharmaceutical system.

(2020) *Journal of Thermal Analysis and Calorimetry*, DOI: 10.1007/s10973-020-09749-x.

Guerini, M., Perugini, P., Grisoli, P.

Evaluation of the effectiveness of N-acetylcysteine (NAC) and N-acetylcysteine-cyclodextrins multi-composite in *Pseudomonas aeruginosa* biofilm formation.

(2020) *Applied Sciences (Switzerland)*, 10 (10), art. no. 3466.

Perugini, P., Bleve, M., Redondi, R., Cortinovia, F., Colpani, A.

In vivo evaluation of the effectiveness of biocellulose facial masks as active delivery systems to skin.

(2020) *Journal of Cosmetic Dermatology*, 19 (3), pp. 725-735

Pisani, S., Genta, I., Dorati, R., Kavatzikidou, P., Angelaki, D., Manousaki, A., Karali, K., Ranella, A., Stratakis, E., Conti, B.

Biocompatible polymeric electrospun matrices: Micro–nanotopographyeffect on cell behavior.

(2020) *Journal of Applied Polymer Science*, 137 (40), art. no. 49223.

Pisani, S., Dorati, R., Scocozza, F., Mariotti, C., Chiesa, E., Bruni, G., Genta, I., Auricchio, F., Conti, M., Conti, B.

Preliminary investigation on a new natural based poly( $\gamma$ -glutamic acid)/chitosan bioink.

(2020) *Journal of Biomedical Materials Research - Part B Applied Biomaterials*, 108 (7), pp. 2718-2732.

Tottoli, E.M., Dorati, R., Genta, I., Chiesa, E., Pisani, S., Conti, B.

Skin wound healing process and new emerging technologies for skin wound care and regeneration.

(2020) *Pharmaceutics*, 12 (8), art. no. 735, pp. 1-30.

Dorati, R., Chiesa, E., Pisani, S., Genta, I., Modena, T., Bruni, G., Brambilla, C.R.M., Benazzo, M., Conti, B.

The effect of process parameters on alignment of tubular electrospun nanofibers for tissue regeneration purposes.

(2020) *Journal of Drug Delivery Science and Technology*, 58, art. no. 101781.

Chiesa, E., Dorati, R., Pisani, S., Bruni, G., Rizzi, L.G., Conti, B., Modena, T., Genta, I.

- Graphene nanoplatelets for the development of reinforced PLA-PCL electrospun fibers as the next-generation of biomedical mats.  
(2020) *Polymers*, 12 (6), art. no. 1390.
- Pisani, S., Dorati, R., Genta, I., Chiesa, E., Modena, T., Conti, B.  
High efficiency vibrational technology (HEVT) for cell encapsulation in polymeric microcapsules.  
(2020) *Pharmaceutics*, 12 (5), art. no. 469.
- Chiesa, E., Riva, F., Dorati, R., Greco, A., Ricci, S., Pisani, S., Patrini, M., Modena, T., Conti, B., Genta, I.  
On-chip synthesis of hyaluronic acid-based nanoparticles for selective inhibition of CD44+ human mesenchymal stem cell proliferation.  
(2020) *Pharmaceutics*, 12 (3), art. no. 260.
- Pisani, S., Croce, S., Chiesa, E., Dorati, R., Lenta, E., Genta, I., Bruni, G., Mauramati, S., Benazzo, A., Cobiainchi, L., Morbini, P., Caliozna, L., Benazzo, M., Avanzini, M.A., Conti, B.  
Tissue engineered esophageal patch by mesenchymal stromal cells: Optimization of electrospun patch engineering.  
(2020) *International Journal of Molecular Sciences*, 21 (5), art. no. 1764.
- Pisani, P., et al.  
Metastatic disease in head & neck oncology [La malattia metastatica in oncologia testa-collo]  
(2020) *Acta Otorhinolaryngologica Italica*, 40 (2), pp. S1-S86.
- Mariotti, C.E., Ramos-Rivera, L., Conti, B., Boccaccini, A.R.  
Zein-based electrospun fibers containing bioactive glass with antibacterial capabilities  
(2020) *Macromolecular Bioscience*, 20 (7), art. no. 2000059.
- Tripodo, G., Calleri, E., Di Franco, C., Torre, M.L., Memo, M., Mandracchia, D.  
Inverse poly-high internal phase emulsions poly(Hipes) materials from natural and biocompatible polysaccharides  
(2020) *Materials*, 13 (23), art. no. 5499, pp. 1-13.
- Catenacci, L., Sorrenti, M., Perteghella, S., Mandracchia, D., Torre, M.L., Trapani, A., Milanese, C., Tripodo, G.  
Combination of inulin and  $\beta$ -cyclodextrin properties for colon delivery of hydrophobic drugs.  
(2020) *International Journal of Pharmaceutics*, 589, art. no. 119861.
- Bari, E., Di Silvestre, D., Mastracci, L., Grillo, F., Grisoli, P., Marrubini, G., Nardini, M., Mastrogiacomo, M., Sorlini, M., Rossi, R., Torre, M.L., Mauri, P., Sesana, G., Perteghella, S.  
GMP-compliant sponge-like dressing containing MSC lyo-secretome: Proteomic network of healing in a murine wound model.  
(2020) *European Journal of Pharmaceutics and Biopharmaceutics*, 155, pp. 37-48.
- Orlandi, G., Faragò, S., Menato, S., Sorlini, M., Butti, F., Mocchi, M., Donelli, I., Catenacci, L., Sorrenti, M.L., Croce, S., Segale, L., Torre, M.L., Perteghella, S.  
Eco-sustainable silk sericin from by-product of textile industry can be employed for cosmetic, dermatology and drug delivery  
(2020) *Journal of Chemical Technology and Biotechnology*, 95 (9), pp. 2549-2560
- Klinger, M., Marazzi, M., Vigo, D., Torre, M.  
Fat injection for cases of severe burn outcomes: a new perspective of scar remodeling and reduction.  
(2020) *Aesthetic plastic surgery*, 44 (4), pp. 1278-1282.
- Tengattini, S., Orlandi, G., Perteghella, S., Bari, E., Amadio, M., Calleri, E., Massolini, G., Torre, M.L., Temporini, C.  
Chromatographic profiling of silk sericin for biomedical and cosmetic use by complementary hydrophilic, reversed phase and size exclusion chromatographic methods.

(2020) *Journal of Pharmaceutical and Biomedical Analysis*, 186, art. no. 113291.

Mocchi, M., Dotti, S., Bue, M.D., Villa, R., Bari, E., Perteghella, S., Torre, M.L., Grolli, S.  
Veterinary regenerative medicine for musculoskeletal disorders: can mesenchymal stem/stromal cells and their secretome be the new frontier?  
(2020) *Cells*, 9 (6), 1453

Bari, E., Ferrarotti, I., Saracino, L., Perteghella, S., Torre, M.L., Corsico, A.G.  
Mesenchymal stromal cell secretome for severe COVID-19 infections: premises for the therapeutic use.  
(2020) *Cells*, 9 (4), 924.

Perteghella, S., Mandracchia, D., Torre, M.L., Tamma, R., Ribatti, D., Trapani, A., Tripodo, G.  
Anti-angiogenic activity of uncoated- and N,O-carboxymethyl-chitosan surface modified-Gelucire<sup>®</sup> 50/13 based solid lipid nanoparticles for oral delivery of curcumin.  
(2020) *Journal of Drug Delivery Science and Technology*, 56, art. no. 101494.

Orlandi, G., Bari, E., Catenacci, L., Sorrenti, M., Segale, L., Faragò, S., Sorlini, M., Arciola, C.R., Torre, M.L., Perteghella, S.  
Polyphenols-loaded sericin self-assembling nanoparticles: A slow-release for regeneration by tissue-resident mesenchymal stem/stromal cells.  
(2020) *Pharmaceutics*, 12 (4), art. no. 381.

Nardini, M., Perteghella, S., Mastracci, L., Grillo, F., Marrubini, G., Bari, E., Formica, M., Gentili, C., Cancedda, R., Torre, M.L., Mastrogiacomo, M.  
Growth factors delivery system for skin regeneration: An advanced wound dressing.  
(2020) *Pharmaceutics*, 12 (2), art. no. 120.

Tripodo, G., Calleri, E., Di Franco, C., Torre, M.L., Memo, M., Mandracchia, D.  
Inverse poly-high internal phase emulsions poly(Hipes) materials from natural and biocompatible polysaccharides.  
(2020) *Materials*, 13 (23), art. no. 5499, pp. 1-13.

Cassano, R., Trapani, A., Di Gioia, M.L., Mandracchia, D., Pellitteri, R., Tripodo, G., Trombino, S., Di Gioia, S., Conese, M.  
Synthesis and characterization of novel chitosan-dopamine or chitosan-tyrosine conjugates for potential nose-to-brain delivery.  
(2020) *International Journal of Pharmaceutics*, 589, art. no. 119829.

Löwenberg, C., Tripodo, G., Julich-Gruner, K.K., Neffe, A.T., Lendlein, A.  
Supramolecular gelatin networks based on inclusion complexes.  
(2020) *Macromolecular Bioscience*, 20 (10), art. no. 2000221.

#### *DIPARTIMENTO di INGEGNERIA CIVILE E ARCHITETTURA*

Pisani, S., Dorati, R., Scocozza, F., Mariotti, C., Chiesa, E., Bruni, G., ... & Conti, B.. Preliminary investigation on a new natural based poly (gamma- glutamic acid)/Chitosan bioink. *Journal of Biomedical Materials Research Part B: Applied Biomaterials*, 108(7): 2718-2732, 2020.

Sachyani Keneth E., Lieberman R., Rednor M., Scalet G., Auricchio F., Magdassi S., Multi-Material 3D Printed Shape Memory Polymer with Tunable Melting and Glass Transition Temperature Activated by Heat or Light, *Polymers*, 12(3): 710, 2020.

Sachyani Keneth E., Scalet G., Layani M., Tibi G., Degani A., Auricchio F., Magdassi S., Pre-programmed Tri-layer Electro-Thermal Actuators Composed of Shape Memory Polymer and Carbon Nanotubes, *Soft Robotics*, 7(2): 123-129, 2020.

S. Pandini, N. Inverardi, G. Scalet, D. Battini, F. Bignotti, S. Marconi F. Auricchio, Shape memory response and hierarchical motion capabilities of 4D printed auxetic structures, *Mechanics Research Communications*, 103, 103463, 2020.

N. Inverardi, S. Pandini, F. Bignotti, G. Scalet, S. Marconi F. Auricchio, Sequential Motion of 4D Printed Photopolymers with Broad Glass Transition, *Macromolecular Materials and Engineering*, 305(1), 1900370, 2020.

Garcia-Martinez, H., Avila-Navarro, E., Torregrosa-Penalva, G., Delmonte, N., Silvestri, L., Marconi, S., Alaimo, G., Auricchio, F., Bozzi, M. Design and fabrication of a band-pass filter with ebg single-ridge waveguide using additive manufacturing techniques. *IEEE Transactions on Microwave Theory and Techniques*, 68(10): 4361-4368, 2020.

Lopez-Oliver, E., Tomassoni, C., Silvestri, L., Bozzi, M., Perregrini, L., Marconi, S., Alaimo, G., Auricchio, F. 3-D printed bandpass filter using conical posts interlaced vertically. *IEEE MTT-S International Microwave Symposium Digest*. art. no. 9223965: 580-582, 2020.

Rocco, G.M., Bozzi, M., Schreurs, D., Perregrini, L., Marconi, S., Alaimo, G., Auricchio, F. 3-D Printed Microfluidic Sensor in SIW Technology for Liquids' Characterization. *IEEE Transactions on Microwave Theory and Techniques*, 68(3): 1175-1184, 2020.

De Grazia, F., Marconi, S., Bardone, M., Mauro, A., Alaimo, G., Auricchio, F., Pietrabissa, A., Di Sabatino, A. Use of 3D printer for face mask production to protect endoscopy unit personnel in contact with high-risk patients during COVID-19 pandemic. *Endoscopy*, 52(12): 1146-1147, 2020.

Canzi, P., Avato, I., Marconi, S., Del Maestro, M., Lucifero, A.G., Magnetto, M., Carlotto, E., Auricchio, F., Luzzi, S., Benazzo, M. A 3d printed custom-made mask model for frameless neuronavigation during retrosigmoid craniotomy. A preclinical cadaveric feasibility study. *Annali Italiani di Chirurgia*, 9: 1-8, 2020.

Marone, E.M., Rinaldi, L.F., Conti, M., Marconi, S., Auricchio, F., Pietrabissa, A., Basile, G. Three-Dimensional Printed Models Can Help Settle Malpractice Litigation Over Surgical Interventions. *Annals of Vascular Surgery*, 65: e292-e294, 2020.

Totaro, P., Marconi, S., Morganti, S., Corsico, A.G., Pelenghi, S., Auricchio, F. Multidisciplinary preoperative simulations to optimize surgical outcomes in a challenging case of the complete double aortic arch in the adult. *Journal of Cardiac Surgery*, 35(3):716-720, 2020.

Canzi, P., Capaccio, P., Marconi, S., Conte, G., Preda, L., Avato, I., Aprile, F., Gaffuri, M., Occhini, A., Pignataro, L., Auricchio, F., Benazzo, M. Feasibility of 3D printed salivary duct models for sialendoscopic skills training: preliminary report. *European Archives of Oto-Rhino-Laryngology*, 277(3): 909-915, 2020.

Clerici, F., Ferro, N., Marconi, S., Micheletti, S., Negrello, E., Perotto, S. Anisotropic adapted meshes for image segmentation: Application to three-dimensional medical data. *SIAM Journal on Imaging Sciences*, 13(4): 2189-2212, 2020.

Pietrabissa, A., Marconi, S., Negrello, E., Mauri, V., Peri, A., Pugliese, L., Marone, E.M., Auricchio, F. An overview on 3D printing for abdominal surgery. *Surgical Endoscopy*, 34(1), 2020.

Canzi, P., Avato, I., Marconi, S., Del Maestro, M., Lucifero, A.G., Magnetto, M., Carlotto, E., Auricchio, F., Luzzi, S., Benazzo, M. A 3D printed custom-made mask model for frameless neuronavigation during retrosigmoid craniotomy. A preclinical cadaveric feasibility study. *Annali italiani di chirurgia*, 91: 526-533, 2020.

Collivignarelli, M. C., Abbà, A., Carnevale Miino M., Arab, H., Bestetti, M., Franz, S. Decolorization and biodegradability of a real pharmaceutical wastewater treated by H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>-assisted photoelectrocatalysis on TiO<sub>2</sub> meshes. *Journal of hazardous materials*, 387, 121668, 2020.