



POLO
NANOMAT

SPOKE 09

POLO
BIOMAT

SPOKE 10

CATALOGO PRODOTTI E SERVIZI

Innovativi - Nanostrutturati - Bio-based



AMBITI

AGRICOLTURA

ALIMENTARE

AMBIENTE

CHIMICA

COSMETICA

EDILIZIA

ELETTRONICA

ENERGIA

INFORMATION AND

COMMUNICATION TECHNOLOGIES

MONITORAGGIO STRUTTURALE

SANITÀ

TESSILE

Ecosistema di Innovazione, Digitalizzazione e Sostenibilità
per l'economia diffusa nel centro Italia

SISTEMA DI VETRATURA CON AEROGEL DI SILICE

Adatto per vetrine frigorifere



PRODOTTO

Technology Readiness Level



Trasparenza



Leggerezza



Isolamento termico



I SOLIDI PIÙ LEGGERI DEL MONDO!

Il prodotto è costituito da un sistema vetrato innovativo costituito da una vetrocamera che incorpora nell'intercapedine uno strato di aerogel monolitico di 3 mm di spessore; l'intercapedine sarà così costituita da 6 mm di aria e 3 mm di aerogel. L'applicazione industriale che si propone è l'installazione di tali soluzioni in vetrine frigo, con lo scopo di aumentare le prestazioni di isolamento termico rispetto alle soluzioni attuali, mantenendo elevate proprietà di trasmissione della luce e resa del colore. L'aerogel di silice sottile (spessore 3 mm) è un nanomateriale che, essendo prodotto a partire da polimeri con minuscoli pori di dimensioni nanometriche, è tra i più leggeri solidi al mondo e la sua struttura nanometrica lo rende ideale per l'isolamento termico (in quanto intrappola aria nei nanopori, annullando di fatto i trasferimenti di calore convettivi), oltre che per l'adsorbimento di gas, il controllo dell'umidità e la protezione dei beni di consumo, incluso il cibo. Per rendere ottimale la qualità della visione dei prodotti attraverso la vetrina minimizzando i consumi

INDUSTRIA | ALIMENTARE | ENERGIA



L'aerogel di silice è adatto per i sistemi di conservazione degli alimenti



energetici, occorre misurare le seguenti proprietà dei nanosilica gels:

- trasmissione nel visibile per migliorare la trasparenza, eliminando le disomogeneità dovute a impurità del composto;
- resa del colore;
- conducibilità termica.

Obiettivo finale della seconda fase del progetto è realizzare prototipi di vetrine da testare a livello industriale. L'aerogel è una sostanza solida nanoporosa (diametro medio dei pori dell'ordine di 20 nm) disponibile in forma monolitica o granulare, costituita da aria al 96-99% della massa, con 1-4% di diossido di silicio, la comune silice. Dal punto di vista chimico è un gel in cui la componente acquosa, che occupa gli interstizi della struttura nanoporosa, è sostituita da un gas, in genere in condizioni supercritiche. Si ottiene così un materiale solo tre volte più pesante dell'aria e mille volte meno denso del vetro, capace di sopportare alte temperature e dalle preziose caratteristiche isolanti, grazie a due importanti proprietà: la struttura stretta del reticolo cristallino, che impedisce la circolazione dell'aria e, di conseguenza, il trasferimento di calore per convezione, e la bassa conducibilità termica della silice, che riduce la trasmissione per conduzione. L'aerogel presente in commercio è in grado di raggiungere una conducibilità termica dell'ordine di 0.010 - 0.020 W/mK, a seconda che venga misurata sottovuoto o a pressione atmosferica. La densità varia tra 50 e 200 kg/m³, la resistenza meccanica varia fortemente con la densità e il carico massimo di rottura ad una densità di 100 kg/m³ è circa 105 Pa. Presenta buone proprietà ottiche, con un livello soddisfacente di trasparenza e trasmissione della luce, specialmente se in forma monolitica.

È disponibile in due forme:

Granulare: particelle sferiche di dimensioni medie di 2-5 nm fuse insieme a formare un cluster; i cluster costituiscono una struttura tridimensionale altamente porosa, con pori di dimensioni inferiori ai 100 nm. Le granulometrie hanno dimensioni variabili tra 0.1 e 4 mm con densità comprese tra 65 e 100 kg/m³.

L'aerogel granulare appare traslucido e consente l'ingresso della componente diffusa della luce all'interno, ma impedisce la visione attraverso lo strato di materiale. Per questo motivo è largamente impiegato come riempimento di lucernai in vetro o policarbonato. Inoltre, viene miscelato con altri materiali edilizi quali calce,intonaci, calcestruzzi, etc. per ottenere componenti altamente isolanti dal punto di vista termico e anche acustico.

Monolitico: è estremamente più trasparente di quello granulare. È realizzato in lastre che però, ad oggi, non raggiungono dimensioni elevate; al massimo sono stati realizzati pannelli di 60 cm di lato, ma con tecniche molto costose ed estremamente lunghe. Per questo motivo il costo di questa tipologia di aerogel è ancora molto elevato e non si è ancora diffuso sul mercato, sebbene siano stati messi a punto metodi di produzione rapidi, con un ridotto quantitativo di scarti, ma con dimensioni massime dei pannelli di 15 x 15 cm e spessori variabili.

Il materiale, nella forma monolitica, può essere utilizzato per migliorare le prestazioni termiche delle vetrine mantenendone pressochè inalterate le caratteristiche di trasmissione della luce e di resa del colore. Ciò soprattutto se utilizzato in spessori sottili (circa 3 mm), che garantiscono un'elevatissima trasparenza, paragonabile a quella di un vetro chiaro, applicabili a soluzioni industriali come ad esempio le vetrine frigo. Negli spessori tipici delle intercapedini delle vetrocamere utilizzate in edilizia, dell'ordine di 15 mm, l'aerogel monolitico è in grado di assicurare prestazioni paragonabili a quelle di vetrine triple, ma con spessori minori e un peso per unità decisamente più basso.

CONTATTI

Riferente progetto: Cinzia Buratti

Dipartimento di Ingegneria

E-mail: cinzia.buratti@unipg.it

Tel.: 0755853993



INNOVAZIONE NEL RICICLO E NEL RECUPERO DEI POLIMERI

Tecnologie innovative per il riciclo dei materiali



SERVIZIO

Technology Readiness Level



Versatilità



Sostenibilità



Completezza



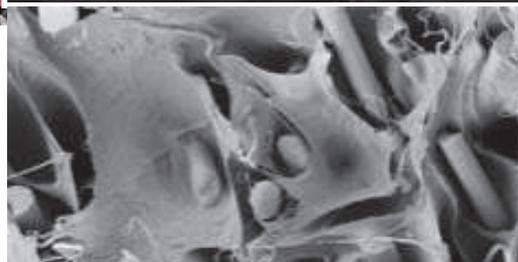
Scalabilità



Neat rHDPE carbon fixers mix



rHDPE / rheological additive / carbon fixers mix



rHDPE / rheological additive / grafting agent / carbon fixers mix



rHDPE / compatibilizer / PET - separated phases system



SVILUPPO DI TECNOLOGIE PER IL RICICLO DI MATERIALI DESTINATI ALLA DISCARICA

Il servizio consiste in tecnologie avanzate e sostenibili per l'utilizzo del polietilene ad alta densità utilizzato nelle bocche di fissaggio delle traversine ferroviarie, le quali sono ciclicamente sostituite ed i materiali separati. Tonnellate di polimero di elevato valore, contaminato da residui di cemento, molto viscoso allo stato fuso e difficili da lavorare, finisce attualmente in discarica.

Le tecnologie studiate consentono di pulire e lavare tale materiale, anche grazie all'introduzione di piccolissime quantità di additivi, ottenendo prestazioni simili a quelle del vergine corrispondente, che possono essere rese anche migliori attraverso la miscelazione con altri materiali riciclati (PET, scarti di fibra di carbonio, ecc.), ampliandone funzionalità e campo di applicazione

Immagini SEM dei vari sistemi riciclati, che sono stati ottenuti.

APPLICAZIONE TRASVERSALE A PIÙ SETTORI



Materiali vergini sostituiti con Polimeri e Compositi da seconda vita, ad elevata performance e basso impatto ambientale

Tecnologie avanzate e sostenibili del polietilene ad alta densità utilizzato nelle boccole di fissaggio delle traversine ferroviarie, le quali sono ciclicamente sostituite ed i materiali separati. Tonnellate di polimero di elevato valore, contaminato da residui di cemento, molto viscoso allo stato fuso e difficili da lavorare, finisce attualmente in discarica.

Le tecnologie studiate consentono di pulire e lavorare tale materiale, anche grazie all'introduzione di piccolissime quantità di additivi, ottenendo prestazioni simili a quelle del vergine corrispondente, che possono essere rese anche migliori attraverso la miscelazione con altri materiali riciclati (PET, scarti di fibra di carbonio, ecc.), ampliandone funzionalità e campo di applicazione.

Le tecnologie di riciclo sono state applicate ad un prodotto difficile da processare e destinato alla discarica, ossia il polietilene ad alta densità utilizzato nelle boccole di fissaggio delle traversine ferroviarie. Tale materiale è molto rigido, duro e caratterizzato da elevata viscosità allo stato fuso. Al fine vita si presenza contaminato da ossidi di ferro e residui cementizi.

E' stata sviluppata su scala di laboratorio un metodo di pulizia e recupero del materiale, riproducibile su scala pilota ed industriale, che consenta di ottenere nuovi granuli del materiale suddetto. Si prevede che il sistema in questione venga arricchito con una piccola frazione in peso di additivi in grado modificarne la reologia e facilitarne la lavorabilità.

In questo progetto sono stati selezionati residui fibrosi, prodotti dallo scarto dell'industria del riciclo della fibra di carbonio (materiale raccolto nei filtri o sfridi), che possono incorporati nella matrice di HDPE riciclato, mediante processi di estrusione. Si tratta di fibrille di qualche millimetro, contenente tracce di poliestere (PET).

Si prevede l'utilizzo di piccole frazioni in peso di compatibilizzante, per incrementare l'interfaccia tra matrice e fibra. Si potrà ottenere un lieve incremento della resistenza a rottura ed una diminuzione della deformabilità, ma soprattutto un elevato aumento della rigidità, proporzionale alla frazione in peso di fibra.

L'utilizzo della fibra consentirà di aumentare anche la conducibilità termica del materiale e probabilmente anche di quella elettrica.

Un materiale così preparato potrebbe essere caratterizzato da un elevato grado di orientazione delle fibrille nella direzione del flusso realizzato nella fase di processo, la qual cosa incrementa la rigidità e la resistenza a spese della conducibilità elettrica. Si prevede l'utilizzo di piccolissime frazioni in peso di additivi micrometrici o nanometrici per ottenere un sistema altamente conduttivo, adatto ad applicazioni strutturali e nelle schermature elettromagnetiche.

E' prevista la miscelazione del polimero in questione con altri polimeri riciclati, come il PET ottenuto dalle bottiglie, che presenta diverse caratteristiche dal polietilene. Anche per il PET è stata sperimentata un'apposita sequenza di fasi di riciclo. Attraverso la miscelazione dei due polimeri è previsto un duplice effetto. Il primo riguarda l'incremento delle proprietà meccaniche del sistema. Anche in questo caso si prevede l'utilizzo di un apposito compatibilizzante. Il secondo è lo sviluppo di un sistema, caratterizzato da una microstruttura a fase separate di HDPE e PET, finemente disperse le une nelle altre, il quale sarà miscelato con le fibre di carbonio suddette. Si prevede che le fibre andranno a collocarsi nelle regioni di interfase e risulteranno disperse nella matrice senza orientazione preferenziale. Ciò abbasserà la soglia di percolazione del sistema e ne incrementerà notevolmente la conducibilità elettrica. Attraverso il Life Cycle Analysis, sarà possibile verificare la sostenibilità ambientale di ogni sistema prodotto e tecnologia applicata, nonché individuare ogni Hot Spot nell'intera filiera, che va dalla fase di riciclo a quella di manifattura del prodotto finito. Tale approccio/servizio è applicabile a qualsiasi polimero e composito riciclato.

CONTATTI

Riferente progetto: **Roberto Petrucci**

E-mail: roberto.petrucci@unipg.it

Tel.: 0744492956



SISTEMI FOTOCROMICI BIOMIMETICI CHE ESTENDONO LA VISIONE UMANA NELL'UV

Un comodo dispositivo chimico (in fase fluida o su carta) per monitorare l'UV

 Technology Readiness Level

 Dispositivo
ottico per UV

 Transduce
radiazioni UV

 Reversibilità



PRODOTTO

AMBIENTE | COSMETICA | EDILIZIA | INDUSTRIA ALIMENTARE
SANITÀ | INFORMATION AND COMMUNICATION TECHNOLOGIES

Solid Cellulose support: "BIPFUL" papaer



UN SENSORE FOTOCHIMICO SEMPLICE E MULTI-USO PER DISCRIMINARE LE REGIONI DELL'UV

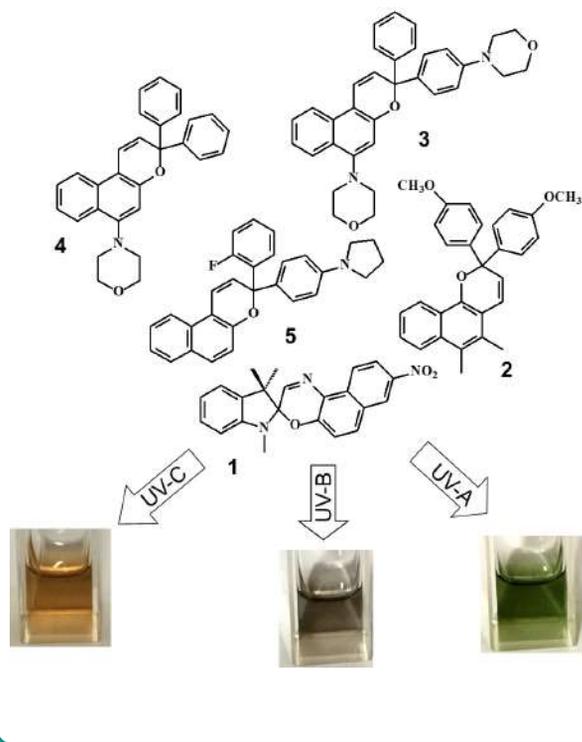
Sistemi di tre o quattro composti fotocromici termo-reversibili, opportunamente selezionati, hanno la proprietà emergente di discriminare le tre regioni UV dello spettro elettromagnetico. Questi sistemi denominati BIPFUL (acronimo di "Biologically Inspired Photochromic Fuzzy Logic" systems) imitano la capacità umana di distinguere colori per mezzo di tre tipi di fotorecettori. Sono promettenti per l'implementazione di dispositivi che distinguono le frequenze UV in modo fotochimico invece che fotoelettrico. Tali rivelatori UV fotochimici possono essere direttamente collegati alla visione umana grazie ai colori che essi producono e integrano le prestazioni del nostro sistema visivo, consentendo un ulteriore grado di rilevamento e discriminazione.



SISTEMA CHIMICO IN GRADO DI ESTENDERE LA VISIONE UMANA NELL'UV

I BIPFUL (Biologically Inspired Photochromic Fuzzy Logic) systems sono costituiti da composti fotocromici diretti termicamente reversibili. Un composto fotocromico diretto termicamente reversibile è una specie che in assenza di radiazione UV è incolore. Sotto irradiazione UV, esso diviene colorato perché cambia la propria struttura. Se si interrompe l'irradiazione UV, il sistema chimico si decolora a temperatura ambiente. Ogni composto fotocromico può originare una specifica tinta qualunque sia la lunghezza d'onda di irradiazione dell'UV. Combinando composti fotocromici opportunamente scelti, abbiamo realizzato dei sistemi che generano differenti tinte in relazione a quale regione dell'UV la lunghezza d'onda di irradiazione appartiene. Per esempio, uno di questi sistemi diviene verde se irradia con lunghezze d'onda che appartengono all'UV-A; grigio se irradia con l'UV-B ed arancio se irradia con l'UV-C. Il colore è predicibile e il comportamento del sistema è reversibile. Abbiamo dimostrato che il sistema può lavorare in soluzione di acetonitrile o in supporto solido di cellulosa come la carta bianca. L'attività sensoriale dei BIPFUL systems è probabilmente sfruttabile anche in altri mezzi.

Il prodotto che proponiamo costituisce un significativo risultato dell'innovativa linea di ricerca dell'Intelligenza Artificiale Chimica. Esso è stato sviluppato e implementato per mezzo di una metodologia che prevede l'indagine del sistema nervoso umano a livello "computazionale", "algoritmico" e di "implementazione". Proponiamo uno schema concettuale rigoroso, basato su leggi chimico-fisiche e sui principi della Fuzzy logic, per l'implementazione dei BIPFUL systems che possono estendere la visione umana dal visibile all'UV. I BIPFUL systems mimano la visione di vertebrati ed invertebrati che hanno differenti fotorecettori per distinguere le frequenze dello spettro elettromagnetico. I BIPFUL systems sono promettenti per distinguere le frequenze dell'UV per via fotochimica invece che foto-elettrica come accade quando si usano semiconduttori.



I BIPFUL systems hanno il vantaggio di potersi collegare alla visione umana attraverso i colori che generano e possono integrare le prestazioni del nostro sistema visivo.

I BIPFUL systems possono lavorare sia in fase fluida (soluzioni) che in supporto solido come la carta. I BIPFUL systems possono trovare applicazione nelle aree tematiche dei materiali e della robotica ed in diversi ambiti tecnologici e di ricerca, come (1) packaging, (2) sensoristica, (3) smart materials, (4) materiali e superfici innovative, (5) chimica fisica dei materiali. I BIPFUL systems possono essere utilizzati per carte di sicurezza per proteggere documenti e packaging dalla contraffazione. Inoltre essi possono essere utilizzati come sensori per distinguere le regioni dell'UV in robotica e per segnalare la presenza di radiazione UV-C per scopi biomedici poiché le lunghezze d'onda inferiori ai 280 nm possono essere dannose per l'uomo.

CONTATTI

Riferente progetto: Pier Luigi Gentili

E-mail: pierluigi.gentili@unipg.it

Tel.: 0755855573



SMART BRICKS: INNOVATIVI MATTONI PIEZORESISTIVI PER LA MISURA DELLE DEFORMAZIONI NELLE COSTRUZIONI IN MURATURA

Adatti al monitoraggio strutturale degli edifici in muratura



Piezoresistenza



Compatibilità con la muratura



Durabilità nel tempo

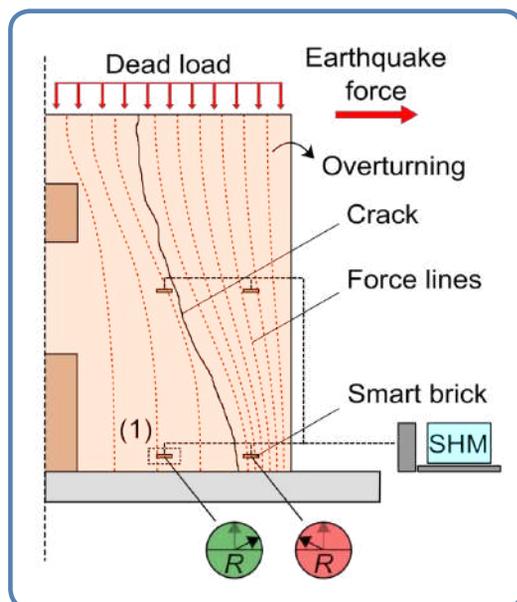


PRODOTTO



REINVENTARE IL MONITORAGGIO STRUTTURALE DEGLI EDIFICI IN MURATURA

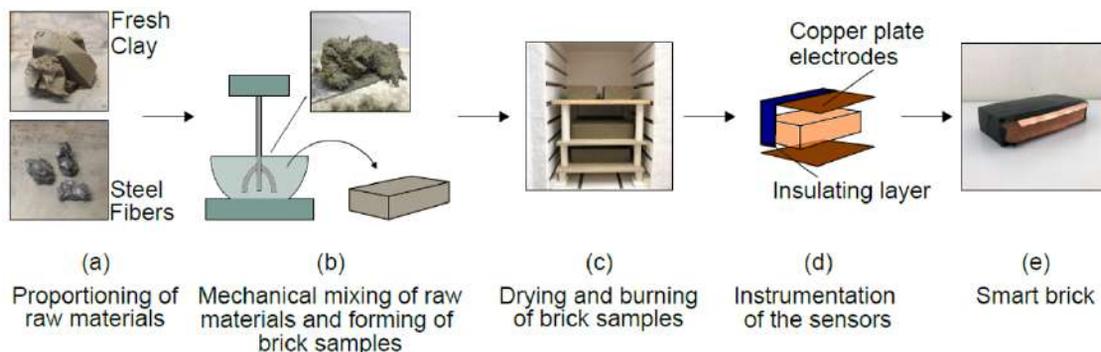
Gli smart brick sono innovativi sensori di deformazione (funzionano come trasduttori piezoresistivi) simili per aspetto, materiale e proprietà meccaniche ai mattoni di argilla comunemente utilizzati in edilizia. Essi consentono il monitoraggio delle deformazioni tramite il principio della piezoresistività e la conversione degli output elettrici misurati a livello del singolo sensore, come ad esempio la resistenza elettrica, operata da algoritmi specifici. Grazie a queste caratteristiche, gli smart brick possono essere utilizzati per costruire edifici/elementi strutturali in muratura auto-diagnosticanti, poiché dotati di una rete di sensori di deformazione integrata e diffusa. L'uso della tecnologia smart brick può essere previsto anche nel caso di edifici in muratura esistenti attraverso la sostituzione del mattone preesistente nella tessitura muraria con lo smart brick, quindi l'uso di malta espansiva per il ripristino della trasmissione delle sollecitazioni.



EDILIZIA | MONITORAGGIO STRUTTURALE



LA TECNOLOGIA SMART BRICK PER IL MONITORAGGIO STRUTTURALE DEGLI EDIFICI IN MURATURA



Nel settore delle infrastrutture, gli smart brick trovano invece applicazione nel monitoraggio strutturale di ponti ad arco in mattoni. Le strutture in muratura dotate dell'innovativa tecnologia smart brick possono fornire in tempo reale informazioni su possibili cambiamenti del loro stato di deformazione in condizioni operative, quindi anche a seguito di circostanze critiche come terremoti, cedimenti differenziali di fondazione e altri scenari di danno. In generale, modifiche nello stato di deformazione sono attese in corrispondenza dello sviluppo di danni strutturali, come quadri fessurativi, quindi al manifestarsi di discontinuità strutturali tali da indurre la redistribuzione delle sollecitazioni/deformazioni tra gli elementi della struttura portante. Il processo di produzione degli smart brick è molto simile a quello dei mattoni convenzionali in argilla. L'argilla fresca viene mescolata con una quantità specifica di microfibre di acciaio inossidabile aventi un diametro di 12 μm e una lunghezza di 5 mm. Queste microfibre sono elettricamente conduttive e la loro aggiunta serve per sviluppare la risposta piezoresistiva della matrice argillosa. Il materiale composito così ottenuto viene modellato in stampi a forma di mattone, essiccato e cotto. Gli smart brick, dopo il raffreddamento, vengono strumentati con elettrodi di rame per consentire l'esecuzione di misurazioni elettriche, quindi ricoperti da un nastro isolante che limita la propagazione del flusso di corrente al loro interno. La risposta piezoresistiva così ottenuta consente agli smart brick di percepire le deformazioni meccaniche applicate come variazioni della loro resistenza elettrica interna.

Ad esempio, quando uno smart brick viene sottoposto ad una la sua resistenza elettrica diminuisce in maniera direttamente correlata alla deformazione applicata. Una volta installati e alimentati, è possibile eseguire misurazioni elettriche sugli smart brick, quindi, utilizzare uno specifico modello elettromeccanico per stimare le misure di deformazione dall'elaborazione delle uscite elettriche acquisite dai sensori stessi. Diverse strategie di monitoraggio possono poi essere applicate per processare ulteriormente le misure di deformazione ottenute dagli smart brick al fine di individuare lo sviluppo di danni strutturali nell'edificio monitorato.

Ad oggi, le applicazioni di monitoraggio strutturale della tecnologia smart brick comprendono (i) il monitoraggio della deformazione in un pannello in muratura sottoposto a carico di compressione centrato, (ii) il rilevamento e la localizzazione dei danni indotti da una sequenza sismica su un edificio in muratura costruito in laboratorio in scala reale, (iii) la ricostruzione del campo di deformazione e l'identificazione dei danni in una parete in muratura soggetta a condizioni di carico eccentrico, e (iv) la detezione di danni strutturali in un edificio in muratura in scala reale soggetto a progressivi cedimenti differenziali di fondazione.

CONTATTI

Riferente progetto: **Filippo Ubertini**
E-mail: filippo.ubertini@unipg.it
Tel.: 075 585 3954



SISTEMA CHEMO-ACOUSTICO BIOMIMETICO PER RILEVARE INFRA SUONI E SUONI DI BASSE FREQUENZE

Un innovativo dispositivo chimico (in fase fluida) per monitorare onde acustiche con onde chimiche

Technology Readiness Level

Utilizzabile per dispositivi uditivi

Utile per monitorare vibrazioni meccaniche di terreni e strutture

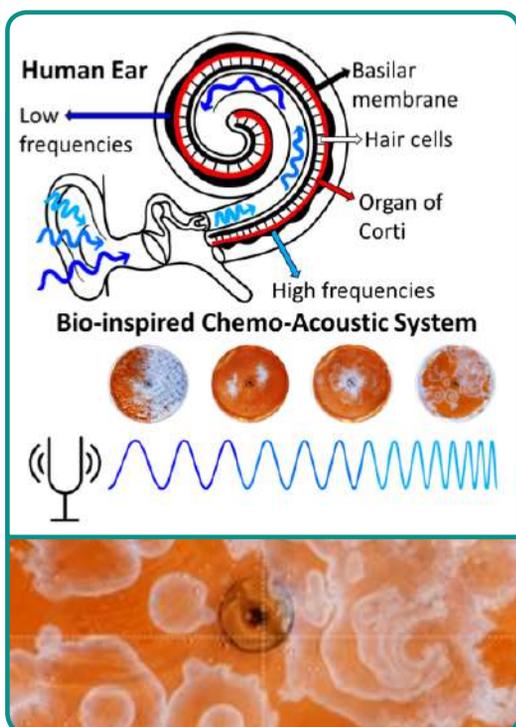
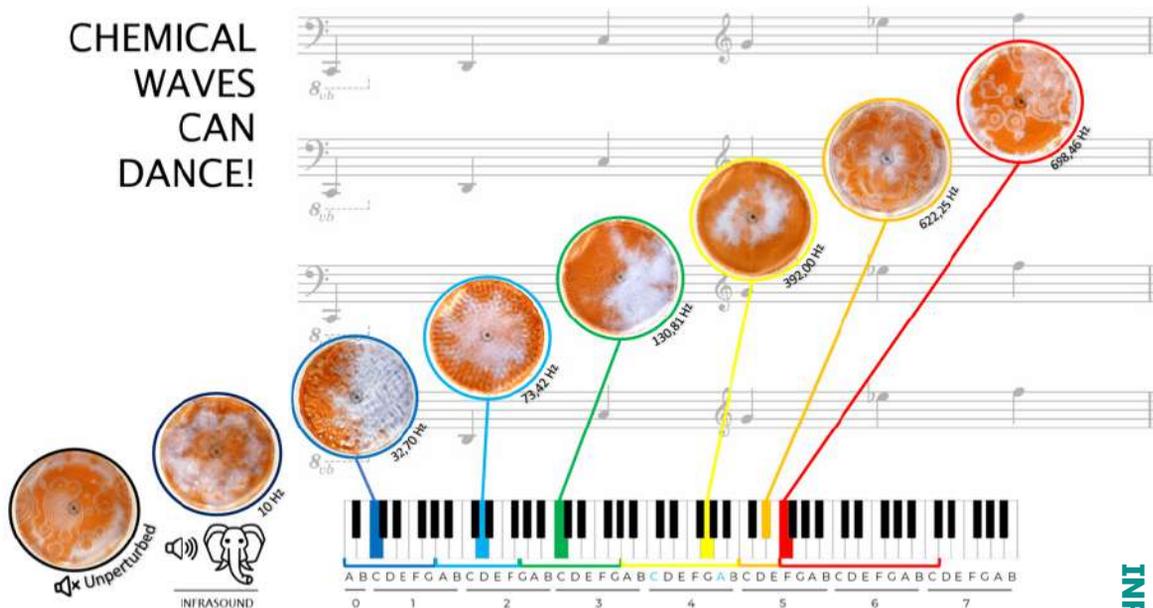
Azione visibile a occhio nudo

Estende l'udito agli infrasuoni



PRODOTTO

CHEMICAL WAVES CAN DANCE!



LE ONDE CHIMICHE POSSONO IMITARE LE PRESTAZIONI DELLA COCLEA

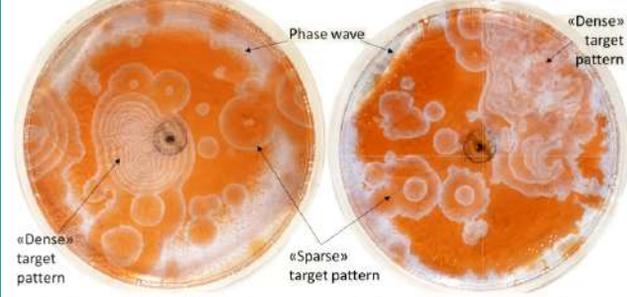
Il prodotto consiste in un sistema chimico costituito da un sottile strato di una soluzione acquosa contenente i reagenti della reazione di Belousov-Zhabotinsky (BZ) che origina onde chimiche. Quando viene sottoposto a vibrazioni meccaniche nell'intervallo compreso tra 10 Hz e 2000 Hz, le onde chimiche rispondono generando peculiari strutture spazio-temporali che consentono di discriminare almeno sette intervalli. Analogamente all'orecchio umano, nel quale la coclea trasduce l'energia meccanica in energia elettrochimica e rappresentazioni topografiche delle onde acustiche sono generate lungo la membrana basilare, il sistema chimico basato sulla BZ trasduce l'energia meccanica in energia chimica e ben distinguibili strutture spazio-temporali vengono generati al suo interno. Le caratteristiche spazio-temporali dipendono dalle frequenze delle onde meccaniche.

AMBIENTE | EDILIZIA | ENERGIA | SANITÀ
INFORMATION AND COMMUNICATION TECHNOLOGIES

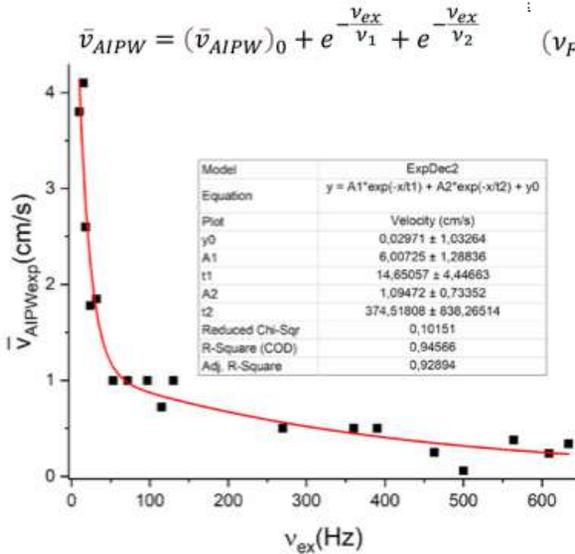


LE ONDE CHIMICHE PER MONITORARE LE ONDE MECCANICHE

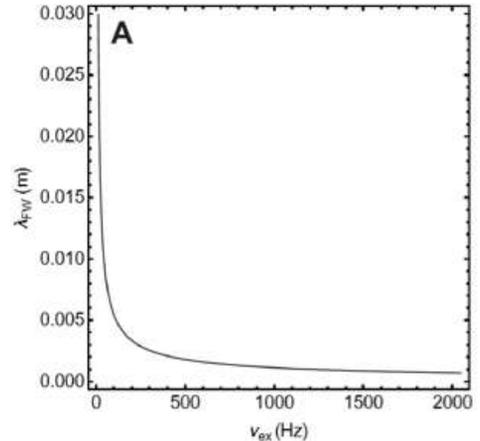
Dipendenze della velocità delle onde chimiche di fase di avvezione (a sinistra) e delle lunghezze d'onda delle strutture di Faraday (a destra) nei confronti della frequenza delle onde acustiche (v_{ex})



Comportamento delle onde chimiche non perturbate (a sinistra) e quando sottoposta a frequenze acustiche superiori ai 650 Hz (a destra)



$$(v_{FW} \lambda_{FW})^2 = \left[\frac{g_0 \lambda_{FW}}{2\pi} + \frac{\gamma}{\rho} \left(\frac{2\pi}{\lambda_{FW}} \right) \right] \tanh \left(\frac{2\pi}{\lambda_{FW}} h \right)$$



Alcune caratteristiche e prestazioni del sistema nervoso umano possono essere imitate non solo attraverso software ed in hardware, ma anche in "wetware", cioè attraverso soluzioni di opportuni sistemi chimici mantenuti lontani dall'equilibrio chimico. In particolare, un sottile strato di una soluzione acquosa contenente i reattivi della reazione di Belousov-Zhabotinsky (BZ), mantenuto su una piastra Petri, è in grado di imitare la coclea che distingue le frequenze acustiche. Come nell'orecchio umano la coclea trasduce l'energia meccanica delle frequenze acustiche nell'energia elettrochimica dei potenziali di azione e la membrana basilare origina una rappresentazione topografica dei suoni, così il sistema chimico basato sulla BZ origina diverse strutture spatio-temporali come rappresentazione di diverse bande acustiche per mezzo della transduzione di energia meccanica in energia chimica. Le onde meccaniche con frequenze comprese tra 10 e 2000 Hz sono suddivisibili in bande distinte sulla base di tre principali caratteristiche delle strutture spatio-temporali emergenti: (1) i tipi e le frequenze delle onde chimiche, (2) la loro velocità di propagazione e (3) le lunghezze d'onda delle celle tipiche delle strutture di Faraday. Il sistema chemo-acustico basato sulla BZ non è tanto efficiente e raffinato come la coclea umana:

le frequenze delle onde chimiche sono circa 200 volte più basse delle frequenze acustiche. Ciononostante esso può essere utilizzato per individui con menomazioni uditive e consente di estendere la capacità uditiva umana alla regione degli infrasuoni: in entrambi i casi è possibile risalire alle frequenze delle onde meccaniche sulla base delle caratteristiche spatio-temporali delle onde chimiche che vengono originate dal sistema chemo-acustico. Infine tale sistema chemo-acustico può essere utilizzato in geologia per il rilevamento dei movimenti del terreno, a fini di monitoraggio dei terremoti e ricerca di pozzi di combustili fossili o, alternativamente, per il rilevamento delle vibrazioni di costruzioni ai fini della valutazione della loro stabilità. Prestazioni del dispositivo come il potere discriminatorio delle frequenze e la sua sensibilità possono essere aumentati provando a modificare la forma ed il materiale del piatto contenente la soluzione della BZ.

CONTATTI

Riferente progetto: **Pier Luigi Gentili**
 E-mail: pierluigi.gentili@unipg.it
 Tel.: 0755855573



NUOVI NANOCOMPOSITI ECOSOSTENIBILI PER L'IMPIEGO IN PROCESSI FOTOCATALITICI E IN DISPOSITIVI ELETTRONICI



PRODOTTO

Technology Readiness Level



Stabilità
agli agenti
atmosferici



Energia
chimica



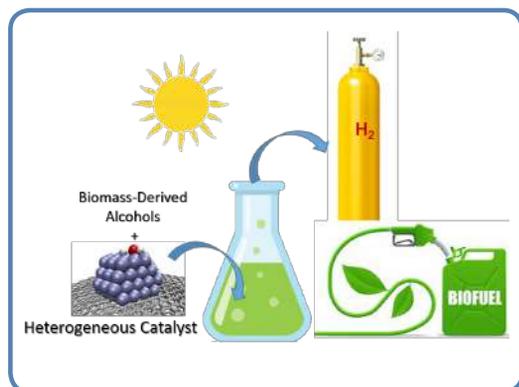
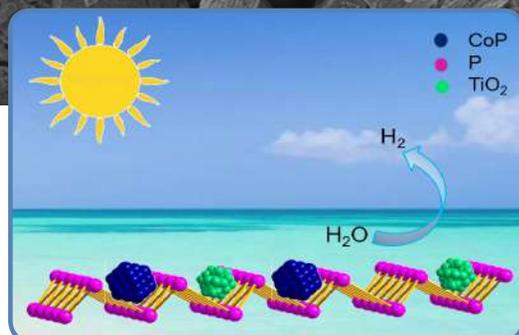
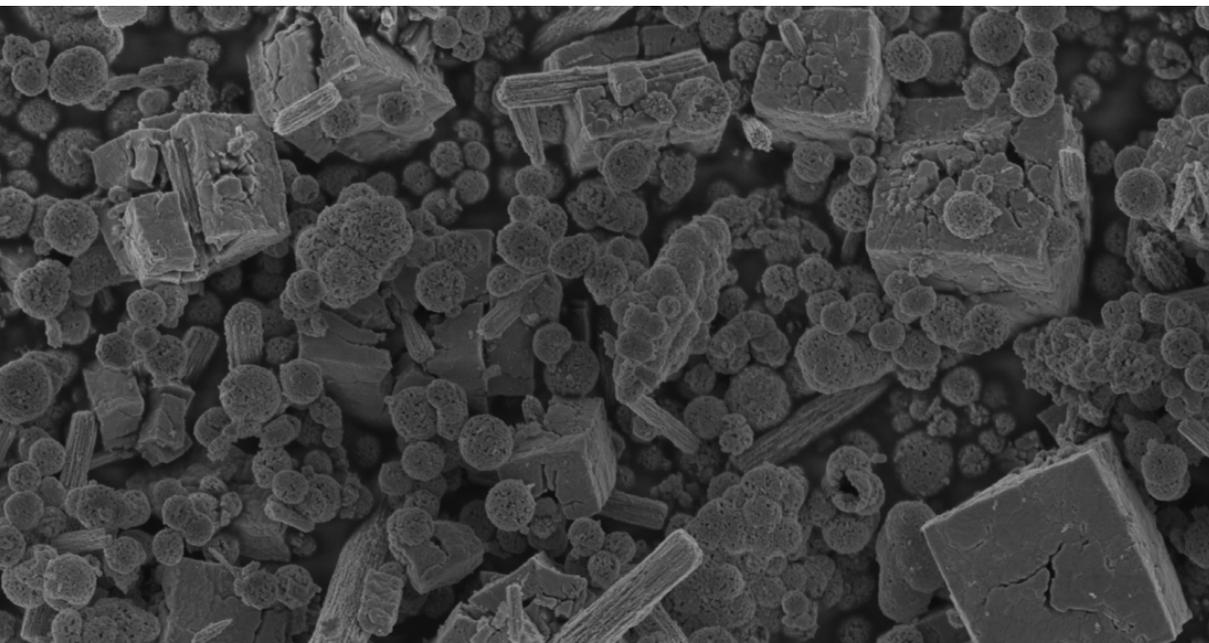
Non contiene
metalli nobili o
elementi tossici



Versatilità



Scalabilità

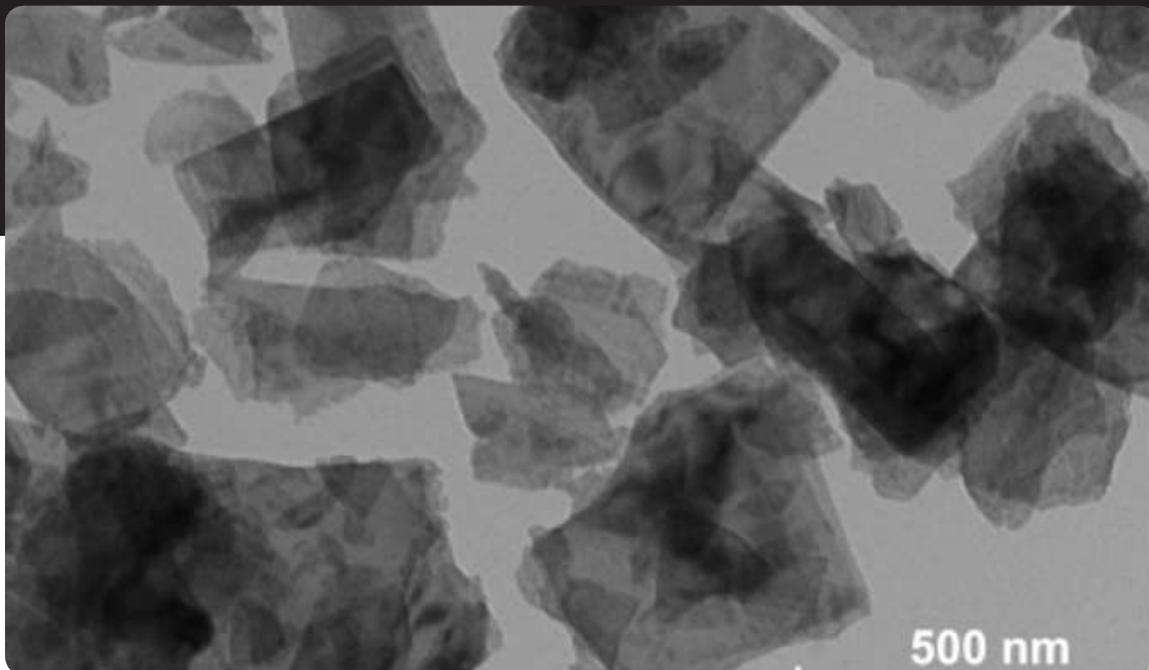


NUOVI NANOMATERIALI VERSATILI ED ECOSOSTENIBILI PER APPLICAZIONE IN FOTOCATALISI E IN DISPOSITIVI ELETTRONICI.

Il prodotto consiste in materiali nanostrutturati con peculiari proprietà ottiche ed elettroniche. In particolare si tratta di materiali in grado di assorbire l'energia solare e di utilizzarla per far avvenire processi chimici, evitando così la necessità di una attivazione termica che richiede alto dispendio di energia elettrica. I nuovi nanomateriali si possono applicare come fotocatalizzatori in una serie di processi quali la decontaminazione delle acque da inquinanti di varia natura, la produzione di idrogeno dall'acqua, la trasformazione di prodotti di scarto, come ad esempio la anidride carbonica in prodotti ad alto valore aggiunto quali metanolo, metano o urea. Inoltre sono stati testati con successo in una altra importante applicazione ovvero come sensori di gas (ossidi di azoto, idrogeno).



POLO
NANOMAT



Grazie alla esperienza acquisita nel campo, si è in grado di modulare finemente la sintesi del nanomateriale, sia nella morfologia e nelle dimensioni che nelle proprietà elettroniche, attraverso una funzionalizzazione mirata ad ottenere un nuovo nanomateriale che abbia le caratteristiche di un semiconduttore altamente performante, avente non solo la capacità di assorbire la luce solare ma anche dotato di alta mobilità di carica. Questa ultima è una proprietà fondamentale per la successiva applicazione del materiale come fotocatalizzatore. A questo proposito si è sviluppata la sintesi di nuovi nanocompositi, basati su semiconduttori metallici quali ossidi e solfuri ed allo stesso tempo si sta lavorando anche su semiconduttori metal-free, come carbonio nitruro ($g-C_3N_4$) o fosforo nero che hanno delle peculiari proprietà ottiche ed elettroniche. Beneficiando degli strumenti a disposizione per la caratterizzazione chimica e spettroscopica (Diffrazione di raggi X, Raman, IR, UV-Visibile, Gas-Massa) ed anche del centro di microscopia elettronica interno all'istituto, dotato di SEM e HR-TEM, si è condotta una approfondita caratterizzazione a livello strutturale e atomico. Il laboratorio di M.C. è dotato di una opportuna strumentazione, ovvero di simulatore solare, che ha permesso di condurre studi sulla applicazione dei nuovi materiali come fotocatalizzatori.

Numerosi sono i processi a cui possono essere applicati questi nuovi nanomateriali: (1) la produzione di idrogeno verde da miscele di acqua e alcol, in particolare usando alcol derivanti dalla biomassa

in modo da ottenere da una parte il gas di interesse (idrogeno) e dall'altra in fase liquida, un prodotto derivante dalla parziale ossidazione della biomassa che ha un alto valore aggiunto.

Altri processi riguardano: 2) la purificazione e decontaminazione delle acque reflue da inquinanti organici di vari natura, 3) l'utilizzo di materiali di scarto, tra cui principalmente CO_2 , per ottenere tramite fotocatalisi prodotti di interesse quali CO, metanolo, metano, e ultimo ma non meno importante, 4) la produzione di urea da CO_2 e nitrati.

Altri studi condotti recentemente, dimostrano come i nuovi nanomateriali possano essere impiegati per costruire dei dispositivi elettronici, in particolare sono in grado di fungere da sensori di gas ed hanno dimostrato una elevata selettività verso determinati gas ed una elevatissima sensibilità (soglia ppb) nella sua rilevazione a temperatura e condizioni ambiente, senza richiedere una attivazione termica ad alta temperatura. Sono risultati funzionali soprattutto per l'idrogeno e per inquinanti ambientali come gli ossidi di azoto.

CONTATTI

Riferente progetto: Maria Caporali

E-mail: maria.caporali@cnr.it

Tel.: 055 522 5249 - 349 4627097



NANOFLUIDI PER IL RAFFREDDAMENTO DI COMPONENTI ELETTRONICI: APPLICAZIONI A SISTEMI DI THERMAL MANAGEMENT PER DATA CENTER

Fluido termovettore con nanoparticelle per scambiatori di calore in elettronica



Conducibilità termica



Efficienza energetica



Raffreddamento



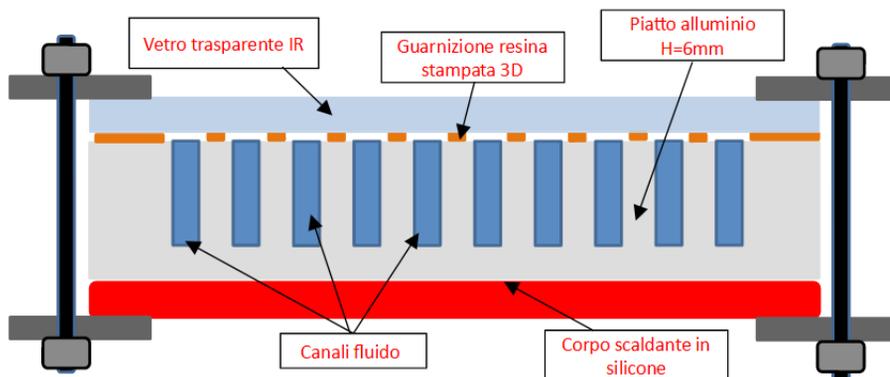
Proprietà termofisiche



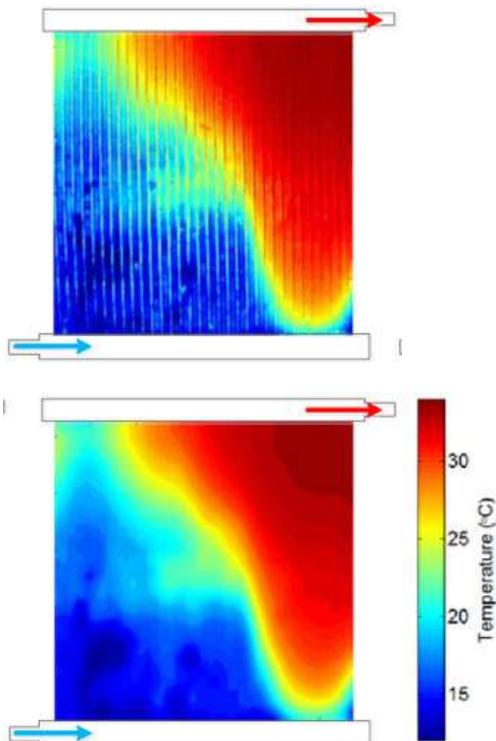
PRODOTTO

Sezione del dispositivo di misura

- Nel corpo di alluminio h ~6 mm sono presenti n canali di dimensione 1x4 mm.
- I canali sono chiusi superiormente con una finestra trasparente agli infrarossi (germanio) di spessore ~2-3 mm. Una guarnizione stampata in 3D garantisce la tenuta



- Al di sotto della piastre di alluminio è posizionata un corpo scaldante in silicone alimentato in DC.
- L'intero sistema è chiuso da clamp periferiche.



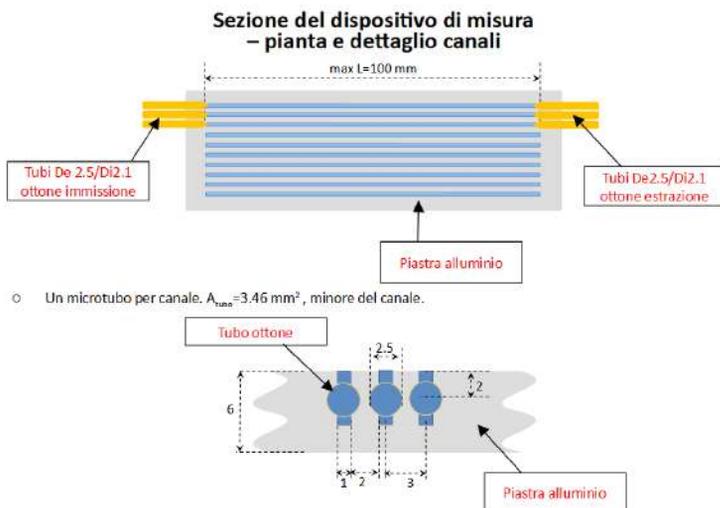
SISTEMI AVANZATI DI RAFFREDDAMENTO PER COMPONENTI ELETTRONICI

Il gruppo di ricerca del CNR, guidato da Maria Caporali, si occupa di design e sintesi di nuovi materiali nanostrutturati con peculiari proprietà ottiche ed elettroniche, in particolare si tratta di materiali in grado di assorbire l'energia solare e di utilizzarla per far avvenire processi chimici, evitando così la necessità di una attivazione termica che richiede alto dispendio di energia elettrica. I nuovi nanomateriali si possono applicare come fotocatalizzatori in una serie di processi quali la decontaminazione delle acque da inquinanti di varia natura, la produzione di idrogeno dall'acqua, la trasformazione di prodotti di scarto, come ad esempio la anidride carbonica in prodotti ad alto valore aggiunto quali metanolo, metano o urea. Inoltre sono stati testati con successo in una altra importante applicazione ovvero come sensori di gas (ossidi di azoto, idrogeno).

AMBIENTE | ELETTRONICA | ENERGIA



Liquidi termovettori con sospensione di nanoparticelle per il raffreddamento di CPU all'interno dei data center



Il raffreddamento efficiente dei data center rimane una sfida cruciale nel contesto dell'aumento della domanda globale di energia. Il progetto è in fase avanzata e ha già visto la progettazione esecutiva di uno scambiatore di calore con l'applicazione dei fluidi termovettori ad alta conducibilità termica e a bassa viscosità, basati su una sospensione composta da un liquido di base comune e nanomateriali. Il miglioramento dell'efficienza energetica, non solo aiuta a ridurre i costi operativi, ma contribuisce anche significativamente alla riduzione delle emissioni di carbonio, rendendo i data center più ecocompatibili.

La prima fase del progetto, si esplicita nello studio di fattibilità per definire uno o più liquidi termovettori con sospensione di nanoparticelle con caratteristiche termofluidodinamiche interessanti per le applicazioni di raffreddamento di componenti elettronici. Sono state considerate nanoparticelle di diversa natura (ad esempio, ossidi metallici) in diversi tipi di liquidi base facilmente disponibili (come, ad esempio, acqua e glicole etilenico), analizzati grazie alla strumentazione acquistata nell'ambito del progetto. Questo ha permesso di generare fluidi caratterizzati da diversa polarità, viscosità e rapporto tra i componenti.

La seconda fase prevede l'impiego di detti fluidi negli scambiatori di calore, uno dei componenti di interesse per le aziende che si occupano di sistemi di raffreddamento di CPU all'interno di data center. Successivamente, sarà prevista una campagna estesa di misure per valutare le prestazioni dei nuovi fluidi termovettori. In questa fase, si riterranno fondamentali sia le tecniche termografiche utilizzabili grazie all'acquisto di una termocamera ad infrarossi all'interno del progetto, che gli algoritmi avanzati di elaborazione di immagini per l'ottimizzazione del fluido, in considerazione della particolare applicazione in esame.

Si prospetta un incremento significativo dell'efficienza di raffreddamento. Si ritiene che le nanoparticelle, inclusi gli ossidi metallici, in combinazione con diversi tipi di liquidi base come acqua e glicole etilenico, miglioreranno significativamente le proprietà termofisiche dei fluidi. Le aziende interessate potranno integrare questi nuovi fluidi nei loro processi: il fluido termovettore sarà applicato alla catena del cooling, con particolare riguardo agli scambiatori con microcanali, per incrementarne l'efficienza di raffreddamento complessiva. La scelta di utilizzare nanomateriali permette di migliorare significativamente le proprietà termiche del fluido rispetto ai liquidi tradizionali, limitando al contempo la resistenza al flusso grazie alla ottimizzazione della viscosità. Questo progetto mira, non solo ad ottimizzare il raffreddamento dei data center, ma anche a contribuire ad una riduzione generale del consumo energetico globale associato ai sistemi di scambio termico. L'implementazione di tali fluidi avanzati negli scambiatori di calore rappresenta un passo importante verso soluzioni sostenibili e più efficienti. Inoltre, la progettazione di scambiatori che ospitano tali fluidi, ha tenuto conto delle loro proprietà peculiari: la bassa viscosità che consente una minore resistenza all'avanzamento del flusso e l'alta conducibilità termica che permette un trasferimento di calore più efficace. Queste caratteristiche rendono i fluidi avanzati particolarmente adatti per applicazioni nei data center, dove la gestione efficace del calore è essenziale per il funzionamento continuo e affidabile delle apparecchiature.

CONTATTI

Riferente progetto: **Gianluca Vinti**
E-mail: gianluca.vinti@unipg.it
Tel.: 3477027210



BIOPOLIMERI BIODEGRADABILI PER PACKAGING INTELLIGENTE

Bionanocariche attive da risorse naturali



Flessibilità



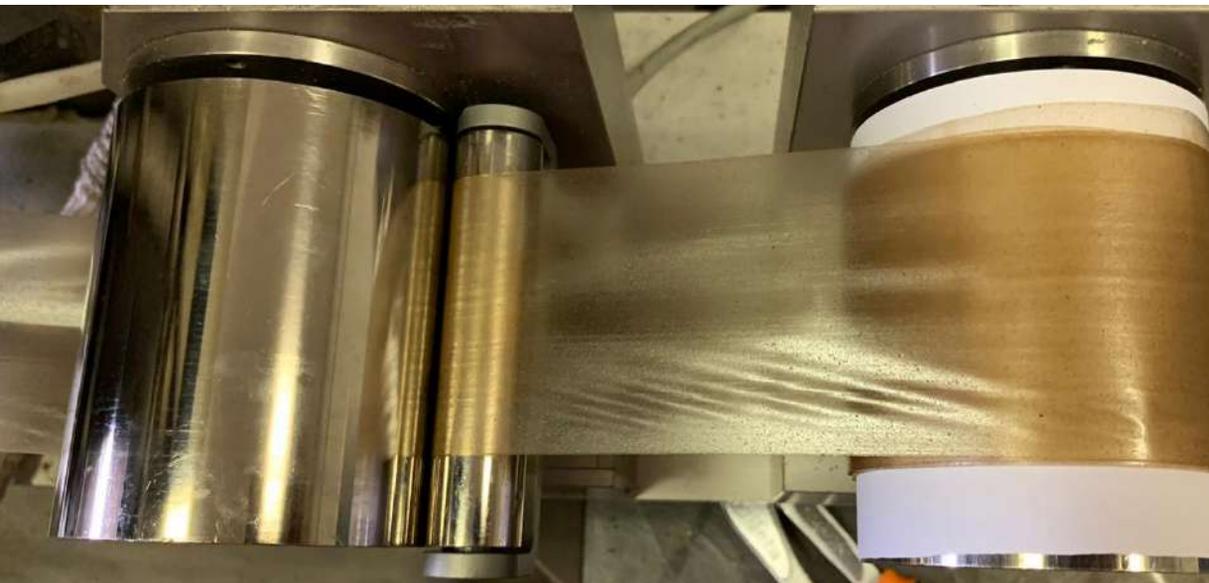
Resistenza UV



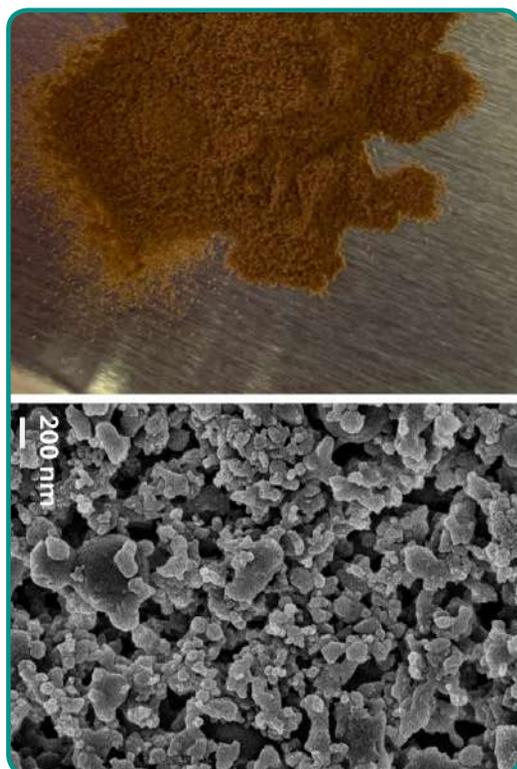
Azione antimicrobica



PRODOTTO



INDUSTRIA ALIMENTARE | AGRICOLTURA | COSMETICA | INDUSTRIA TESSILE



MONOMATERIALE: LA SOLUZIONE ALTERNATIVA AL MULTISTRATO E AL METALLIZZATO

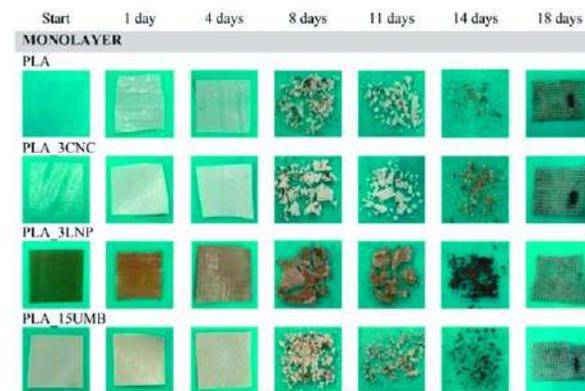
Il prodotto fornito è un film ottenuto partendo da biopolimeri a matrice biobased a base poliestere (quali l'acido polilattico, il polibutilene succinato, eventualmente furanoati) contenenti filler nanometrici ottenuti partendo da biomasse alimentari/agricole di scarto per la realizzazione di sistemi multifunzionali. Si intendono fornire un sistema di imballaggio a con proprietà comparabili a quelle dei benchmark esistenti, quali film polimerici multistrato, e film plastici metallizzati. Il film è ottenuto per via termica (estrusione e filmatura cast) e contiene nanoadditivi (cellulosa, lignina) estratti da biomasse di scarto mediante metodologie green (uso di DES, liquidi ionici, microonde) in grado di migliorare la performance (barriera, meccanica, termica, antibatterica) di biopolimeri o loro miscele.



Biopolimeri e nanoadditivi da scarti alimentari per gli alimenti



Data la crescente quantità di rifiuti agricoli/alimentari, la limitata performance dei polimeri biodegradabili di origine sintetica e la necessità di sostituire i polimeri tradizionali con alto impatto ambientale, è fondamentale pianificare strategie green atte alla soluzione di queste stringenti problematiche. Va quindi perseguita una progettazione ecosostenibile, mirando a sostituire materie prime critiche (plastiche tradizionali e quelle con connotazione di biodegradabilità, ma derivanti dal petrolio) con plastiche derivanti da biomasse di origine naturale, additivate con filler naturali nanostrutturati o sostanze attive, in grado di rendere intelligente gli imballaggi. Le plastiche biodegradabili rappresentano più del 51% (oltre 1,1 milioni di tonnellate) delle capacità produttive globali di bioplastiche e si prevede che la loro produzione aumenterà fino a oltre 3,5 milioni nel 2027, grazie al forte sviluppo di nuovi polimeri. Le bioplastiche sono utilizzate in un numero crescente di mercati: imballaggi, prodotti per la ristorazione, elettronica di consumo, automotive, agricoltura/orticoltura, giocattoli, tessili e molti altri segmenti. Il più grande segmento di mercato per le bioplastiche nel 2023 è stato quello degli imballaggi flessibili, seguito dagli imballaggi rigidi. Gli scarti agricoli o forestali sono, d'altro canto, abbondanti e non valorizzati, il che rende molto interessante lo studio di nuove possibilità di utilizzo, individuando quei prodotti di maggiore qualità e valore di mercato che possono essere ricavati da tali scarti e ridotti alla nanoscala. Le tecniche di estrazione verde, come l'estrazione assistita da microonde (MAE), l'estrazione assistita da ultrasuoni (UAE) rappresentano una opportunità reale per poter estrarre in maniera efficace componenti lignocellulosici, quali la cellulosa e la lignina, e ridurli alla nanoscala, esaltando in questo modo proprietà antibatteriche, antiradicali, di protezione dai raggi UV.



Tutti questi prodotti, recuperati con diverse procedure di estrazione, sono generalmente reinseriti nel ciclo come ingredienti alimentari, come addensanti, agenti leganti, zuccheri fermentabili per la distillazione di bevande alcoliche. Tuttavia, a causa della crescente consapevolezza ambientale, l'uso in applicazioni non alimentari sta diventando sempre più importante dal punto di vista tecnologico. In particolare, la parziale sostituzione dei polimeri sintetici convenzionali per applicazioni comuni e specifiche che richiedono biodegradabilità e un ciclo di vita sicuro (come nel caso degli imballaggi alimentari), con materiali provenienti da risorse rinnovabili, e principalmente da rifiuti, rappresenta un obiettivo di grande importanza. La limitata estensibilità, la protezione antiossidante e antimicrobica, il lento tasso di degradazione sono, a volte, fattori limitanti per l'uso delle sole biomateriali. Il prodotto realizzato ha caratteristiche tecnologiche equiparabili se non superiori ai prodotti multimateriale o multistrato presenti nel mercato (ridotta permeabilità ai gas, saldabilità), fine vita non impattante sull'ambiente, poiché si garantisce compostabilità e biodegradabilità anche in ambienti diversi dal suolo. L'introduzione nel film di materiali biobased garantisce bassi costi e sostenibilità, ma anche il preposizionamento del prodotto con barriere ridotte all'ingresso nel mercato. Il carico ambientale ed economico dei processi di estrazione, miscelazione e filmatura, già valutato, supporta la potenzialità commerciale di sviluppo di questo prodotto.

CONTATTI

Riferente progetto: Debora Puglia
E-mail: debora.puglia@unipg.it
Tel.: 0744492916



IDROGEL STAMPABILI IN 3D

Adatto per la realizzazione di phantom tissutali



PRODOTTO

Technology Readiness Level



Stampabilità



Economicità

Tissue phantoms

Rheological properties



Incubation



DAPI



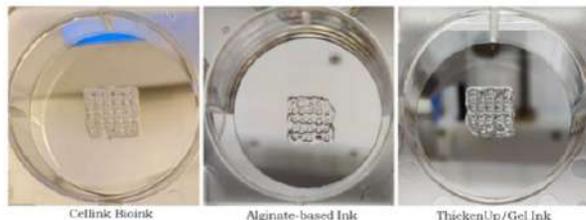
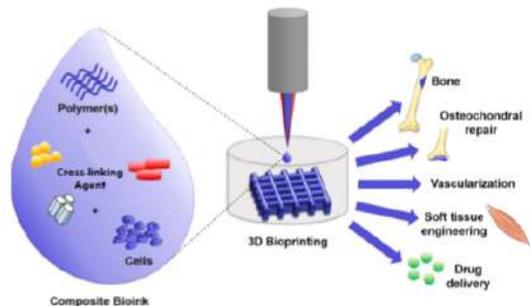
IDROGELI BIOSTAMPATI IN 3D PER LA REALIZZAZIONE DI PHANTOM TISSUTALI

Il settore della biostampa ha visto progressi significativi nella lavorazione di idrogeli carichi con cellule. Molte ricerche si sono limitate all'uso dei bioinchiostri forniti dai produttori di stampanti, spesso molto costosi. Questa attività propone lo sviluppo di idrogeli stampabili in 3D economicamente vantaggiosi utilizzando polimeri naturali e biocompatibili (alginate di sodio, gomma di xantana e gelatina bovina) per lo sviluppo di phantom tissutali riducendo l'utilizzo di prodotti commerciali e garantendo una buona stampabilità, proprietà funzionali e strutturali di fondamentale importanza per la crescita cellulare. I phantom tissutali sono ampiamente utilizzati per la formazione a livello clinico. Sono anche molto utilizzati come modelli computazionali, per la pianificazione chirurgica, la verifica e la validazione degli algoritmi e per lo sviluppo di dispositivi medici.



Phantom tissutali caricati con cellule

I modelli tissutali, detti anche phantom, sono stati ampiamente utilizzati per la formazione delle figure professionali in ambito medico. Sono anche molto utilizzati come modelli computazionali, per la pianificazione chirurgica, la verifica e la validazione degli algoritmi e per lo sviluppo di dispositivi medici. Tali applicazioni non solo possono emulare le strutture geometriche degli organi umani, ma possiedono anche le proprietà e le funzioni del tessuto che simulano. Con il rapido progresso delle tecnologie di stampa tridimensionale (3D) e di bioprinting 3D, è stato ampiamente esplorato l'utilizzo di queste tecniche di produzione additiva per fabbricare phantom tissutali funzionali per varie applicazioni: phantom di tessuti biologici stanno diventando di grande interesse nel campo dell'ingegneria dei tessuti, creando modelli di tessuti in vitro per comprendere meglio lo sviluppo dei tessuti stessi, i meccanismi di avanzamento di alcune patologie, per testare e selezionare farmaci, per studiare il comportamento dei tumori e la loro resistenza ai farmaci. L'obiettivo del progetto è sviluppare e testare idrogeli sviluppati utilizzando biomateriali economicamente vantaggiosi, con l'uso di tecniche visive e ottiche per valutare le proprietà della miscela, al fine di generare una libreria di biomateriali e bioscaffold da utilizzare su larga scala come phantom tissutali nel campo dell'ingegneria dei tessuti, nella ricerca biologica, nella ricerca sul cancro, nello sviluppo di farmaci e nella resistenza ai farmaci ed a fini didattici. L'acquisto di bioinchiostri ad alto costo può essere difficile da sostenere, limitando la portata degli esperimenti e delle ricerche scientifiche nel campo della biostampa 3D. Affrontare questi problemi è fondamentale per implementare la biostampa 3D sia nella ricerca che nelle applicazioni terapeutiche. Gli sforzi per semplificare il processo di produzione riducendo i costi e creando bioinchiostri più accessibili sono fondamentali per sbloccare il potenziale di questa tecnologia. Superare queste sfide non solo migliorerà la fattibilità della biostampa 3D, ma ne aumenterà anche l'impatto in vari campi, dalla ricerca alla medicina rigenerativa e altro ancora. Il settore della biostampa ha visto progressi significativi nella lavorazione di strutture a base di idrogeli caricati con cellule.



In precedenza ci si limitava all'uso dei bioinchiostri forniti dai produttori di stampanti, che spesso sono molto costosi. La presente attività propone lo sviluppo di idrogeli a basso costo caricati con cellule e stampabili in 3D utilizzando polimeri biocompatibili naturali (alginate, gomma xantana, gelatina bovina e collagene) per lo sviluppo phantom tissutali. Le proprietà reologiche, morfologiche e di crescita cellulare sono state valutate utilizzando un reometro, un microscopio a scansione elettronica (SEM) e un microscopio a luce invertita. In conclusione, le diverse caratteristiche studiate evidenziano il potenziale di questi costrutti stampati in 3D come strutture per la realizzazione di phantom tissutali. Questi phantom hanno un grande potenziale nel campo educativo in medicina, biologia, biotecnologia, bioingegneria, scienza dei materiali, farmacologia e altri settori. La disponibilità di phantom tissutali preparati con materiali a basso costo, renderebbe possibile l'introduzione di attività pratiche per gli studenti in questa nuova ma importante area di ricerca. L'utilizzo di phantom tissutali potrebbe consentire agli studenti di confrontarsi con una nuova tecnologia, al momento poco conosciuta a causa degli alti costi delle cartucce di bioinchiostri disponibili in commercio. La possibilità di creare una libreria di questi materiali, classificati in base alla composizione e alle proprietà, consentirebbe di dimostrare praticamente a una futura generazione di ricercatori cosa significa stampare in 3D ed applicare le potenzialità di questa tecnologia in diversi ambiti di ricerca.

CONTATTI

Riferente progetto: **Alida Mazzoli**
E-mail: a.mazzoli@univpm.it
Tel.: 0712204290



CATALISI OSSIDATIVA PER LA DECOLORAZIONE DELLA LIGNINA



PRODOTTO

Adatto alla preparazione di coadiuvanti naturali di filtri per la protezione solare (booster SPF)



Colore chiaro



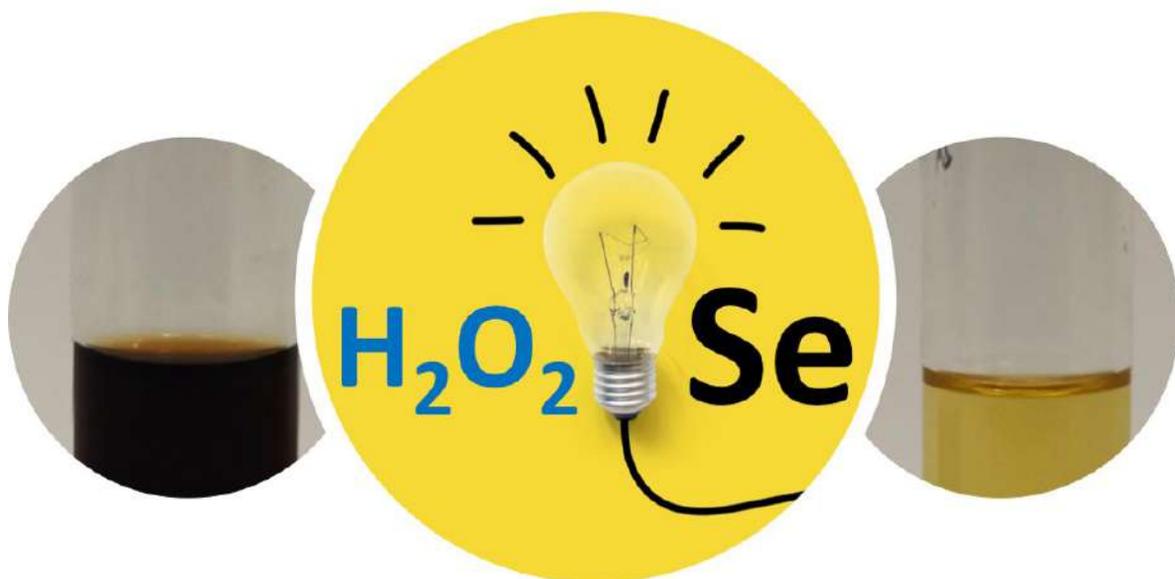
Assorbimento UV



Eco-compatibile



Origine naturale



SEMPLICE, EFFICACE, SOSTENIBILE E BIO-COMPATIBILE!

Il progetto è finalizzato alla messa a punto di una metodica di decolorazione della lignina utilizzando catalizzatori disponibili in commercio ed ossidanti "green". La reazione può essere accelerata da varie fonti energetiche, tra le quali la foto-attivazione sembra essere quella più vantaggiosa e semplice da utilizzare. Sulla base delle prime analisi spettroscopiche il prodotto che abbiamo ottenuto mostra una forte diminuzione dell'assorbimento nel range delle radiazioni visibili, parziale delle UV-A, mantenendo un ottimo assorbimento nello spettro ultravioletto B (UV-B), senza perdere la struttura principale del biopolimero. I dati ottenuti ne suggeriscono un potenziale utilizzo in campo cosmetico in particolare come booster di origine naturale di filtri per la protezione solare (SPF).

COSMETICA



Lignina decolorata per applicazioni in campo cosmetico



La lignina è un biopolimero organico che conferisce sostegno a diversi tessuti vegetali e rappresenta uno dei sottoprodotti principali nel processo di produzione della carta. Il progetto da noi sviluppato parte dalla lignina Kraft, ottenuta attraverso un metodo industriale di estrazione chimica che prevede un trattamento alcalino della cellulosa dal legno, da cui si ottiene la polpa di cellulosa e la lignina come scarto. Si stima una produzione annua di circa 50-70 milioni di tonnellate di questa biomassa che per il 97% viene bruciata per recuperare calore. La sua valorizzazione nella produzione di nuovi biomateriali ad alto valore aggiunto rappresenta un esempio virtuoso di economia circolare.

La letteratura dimostra come il polimero della lignina possieda caratteristiche peculiari foto-assorbenti grazie alla presenza di numerosi cromofori aromatici che rappresentano la maggior parte dei blocchi costitutivi del polimero.

Tuttavia, l'efficacia della lignina come componente chiave nella produzione sostenibile di prodotti per la protezione solare è fortemente limitata dalla forte colorazione scura che non soddisfa le esigenze della maggior parte dei consumatori e dei produttori. Tale colorazione deriva in principal modo dalla presenza di cromofori chinonici prodotti durante i processi di estrazione e di purificazione. Al fine di poter immaginare un impiego della lignina in campo cosmetico è pertanto fondamentale migliorare l'idoneità cromatica del prodotto andando a rimuovere le componenti cromofore che assorbono nel visibile



e cercando di mantenere quanto più possibile i cromofori che invece conferiscono al biomateriale un assorbimento nel range dell'ultravioletto (UV-A e/o UV-B). Tale caratteristica è in grado di conferire al prodotto proprietà utili per un impiego come agente coadiuvante (booster) di filtri per la protezione solare (SPF).

Il protocollo ossidativo da noi messo a punto attraverso lo studio meccanicistico su alcuni composti modello prevede l'utilizzo di un catalizzatore selettivo commercialmente disponibile e l'uso di idrogeno perossido come ossidante green. L'ossidazione può essere attivata, aumentando l'efficacia del processo, attraverso l'utilizzo di differenti fonti energetiche. Attualmente è in corso uno studio comparativo tra luce bianca, UV, blu e verde.

I primi dati spettroscopici raccolti hanno messo in evidenza che il protocollo ossidativo è in grado di produrre un nuovo materiale la cui struttura principale, in base alla spettroscopia NMR (risonanza Magnetica Nucleare), rimane pressoché invariata, andando a rimuovere in maniera abbastanza selettiva i cromofori chinonici associati al colore bruno scuro. Gli spettri UV-Visibile confermano una diminuzione dell'assorbimento nella regione visibile, e dell'UV-A (solo in alcune condizioni) mentre rimane praticamente inalterato l'assorbimento nell'intero intervallo delle radiazioni ultraviolette UV-B. I raggi UV-B, pur essendo solo il 5% dei raggi solari che raggiungono la superficie terrestre, sono quelli più aggressivi, responsabili dell'abbronzatura ma anche di eritemi solari e scottature, reazioni allergiche, arrossamenti.

Lo studio mirerà anche a valutare la scalabilità del processo, l'efficacia del recupero e riuso del catalizzatore nonché l'impatto ambientale dello smaltimento dei prodotti di scarto della lavorazione.

CONTATTI

Riferente progetto: **Claudio Santi**

E-mail: claudio.santi@unipg.it

Tel.: 0755855106



BIOMATERIALI IN MICROCOSMI

Valutazione del microbiota del suolo in presenza di biomateriali



Technology Readiness Level



Colore chiaro



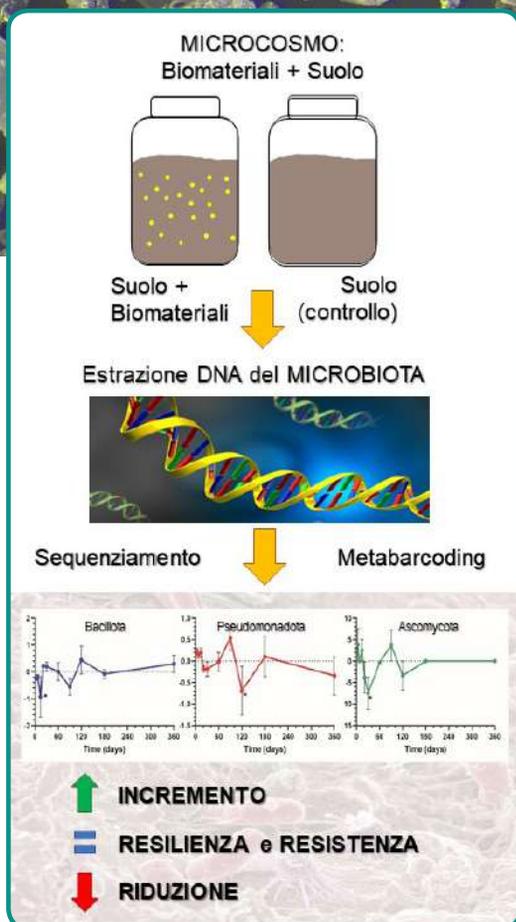
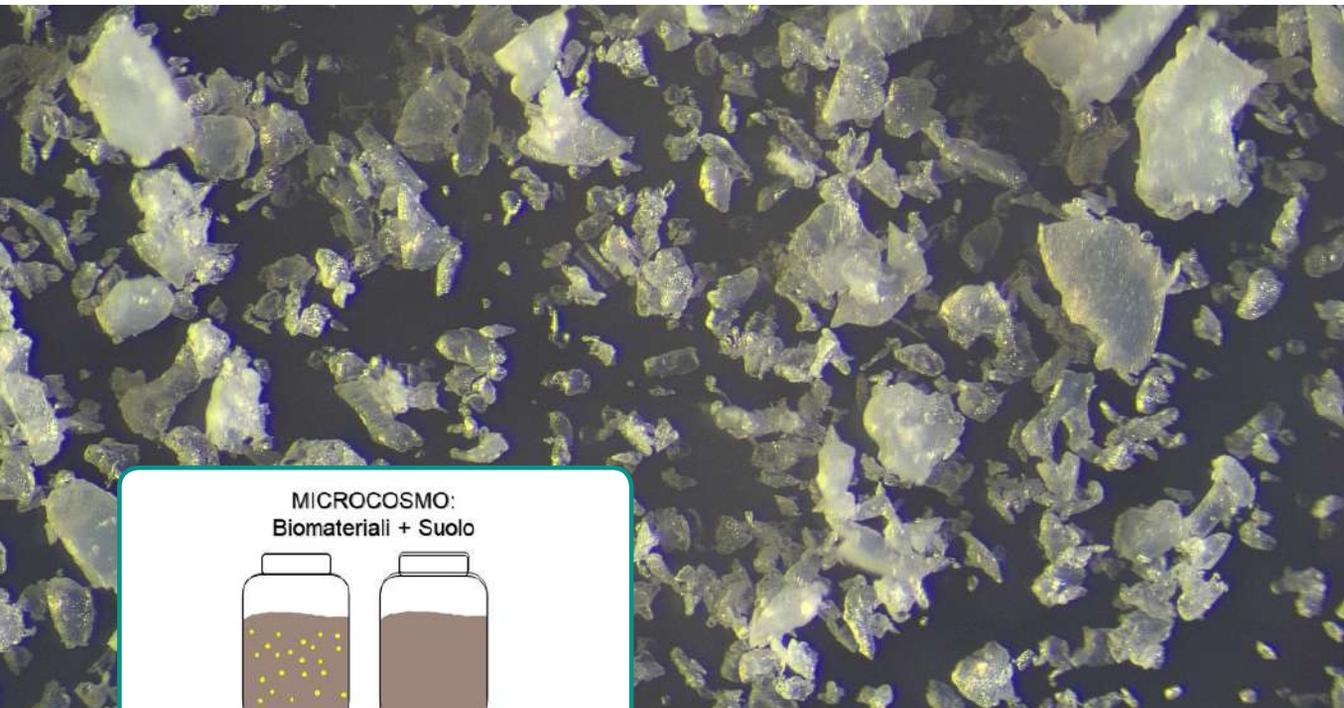
Assorbimento UV



Eco-compatibile



origine naturale



VALUTAZIONE DEL MICROBIOTA DEL SUOLO

Negli ultimi anni sono stati introdotti sul mercato nuovi materiali plastici biodegradabili (bioplastiche, certificati secondo gli attuali standard UE) che presentano prestazioni paragonabili a quelle ottenute con le tradizionali plastiche sintetiche. Alla fine del ciclo vitale possono essere addizionate ai materiali organici per la produzione di compost, usati come ammendante nel suolo, o direttamente incorporate nel suolo come nel caso dei film pacciamanti. Nel suolo le bioplastiche vengono degradate dalle comunità microbiche residenti. Sebbene la presenza di bioplastiche nel suolo possa essere considerata una fonte di C, il loro effettivo ruolo nella salute del suolo è variabile e necessita di essere monitorato attraverso sistemi robusti, affidabili e flessibili (es. microcosmi).

AGRICOLTURA | AMBIENTE



Valutazione del microbiota del suolo in microcosmi in presenza di biomateriali

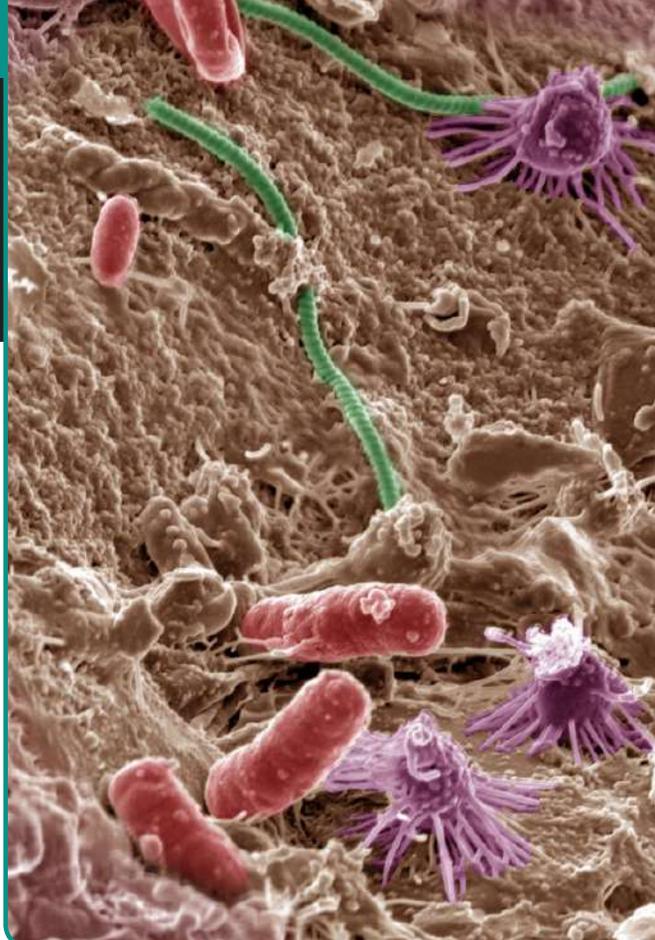
Il microbiota del suolo è alla base dell'attuazione dei cicli biogeochimici e definisce la presenza nel suolo di molecole più o meno complesse e utili allo sviluppo delle piante in esso coltivate (es. fissazione dell'azoto molecolare).

La degradazione delle bioplastiche nel suolo è influenzata dalle loro caratteristiche (ad esempio, la natura chimica e struttura polimerica, le condizioni di superficie, ecc.) e dall'effetto congiunto di fattori abiotici (ad esempio, la degradazione foto- e meccanica, temperatura, umidità, ecc.) e biotici (ad esempio, l'attività metabolica dei microrganismi del suolo, che possono degradare gli oligomeri rilasciando oligomeri più corti fino ad anidride carbonica, acqua e metano). Alcuni autori hanno riportato che la presenza di bioplastiche nel suolo può potenzialmente ridurre la biodisponibilità di azoto e fosforo e, di conseguenza, la struttura e l'attività delle comunità microbiche del suolo. Altri studi hanno riportato che un aumento a lungo termine del carbonio nel suolo, dovuto alla presenza di bioplastiche, può influire sulla respirazione del suolo e sulle attività enzimatiche, che sono considerate indicatori sensibili dei cambiamenti della qualità del suolo.

L'accumulo di bioplastiche nel suolo, proveniente dal compostaggio o ad esempio dall'incorporamento di film pacciamanti, può avere un impatto sui parametri biotici del suolo (struttura e attività metabolica del microbiota) incidendo potenzialmente sulla produzione agricola.

E' pertanto importante andare a definire come l'apporto di determinate tipologie o quantità di bioplastiche nel suolo agricolo possano incidere nella qualità biologica dello stesso e di conseguenza delle produzioni vegetali in esso coltivate.

Il servizio qui presentato permette di realizzare un quadro dettagliato dell'impatto a breve, medio e lungo termine (fino ad un anno) di una specifica tipologia o di una miscela di bioplastiche sul microbiota di suoli agricoli, utilizzando i microcosmi come ecosistemi modello.



Il servizio prevedrà:

- (I) il campionamento del suolo di interesse;
- (II) la creazione di microcosmi specifici che riproducano in laboratorio le reali condizioni ambientali;
- (III) l'aggiunta delle bioplastiche da testare;
- (IV) l'estrazione del DNA totale ad intervalli stabiliti;
- (V) il sequenziamento e l'analisi metabarcoding di due target microbici (funghi e batteri);
- (VI) l'analisi bioinformatica dei risultati ottenuti.

Singoli gruppi microbici, e a volte anche singoli generi o specie, hanno ruoli ben specifici nella salute e fertilità del suolo; la valutazione dell'andamento dei singoli gruppi microbici nel tempo permetterà di definire come le bioplastiche aggiunte al suolo, tal quali o come compost, possano avere un ruolo positivo, neutro o negativo sul microbiota del suolo e di conseguenza sui futuri cicli produttivi.

CONTATTI

Riferente progetto: **Benedetta Turchetti**,
E-mail: benedetta.turchetti@unipg.it
Tel.: 075.585.6487



INCHIOSTRI A BASE DI NANOMATERIALI E PROTEINE



PRODOTTO

Elettrofilatura e stampa 3D di micro/nano-fibre



Proprietà
meccaniche



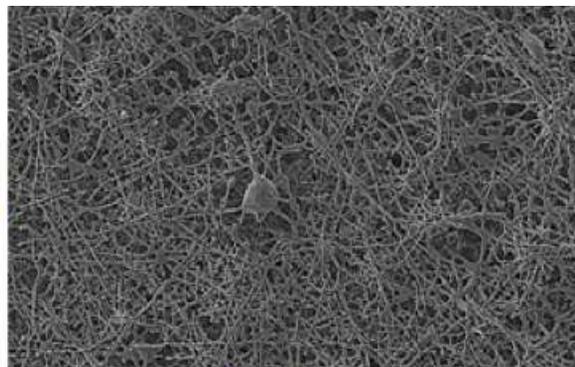
Stampabilità



Azione
antivirale
e antibatterica

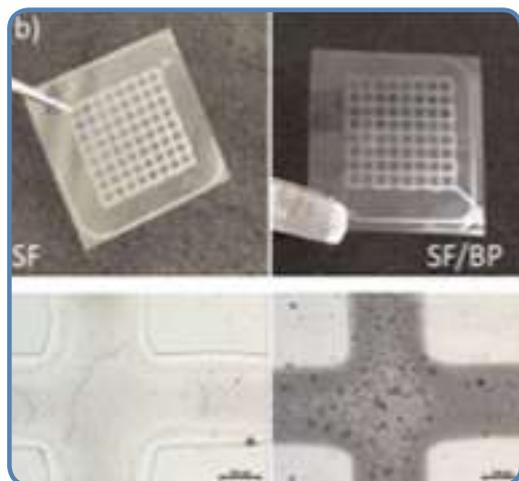


Materiali
ionotronici



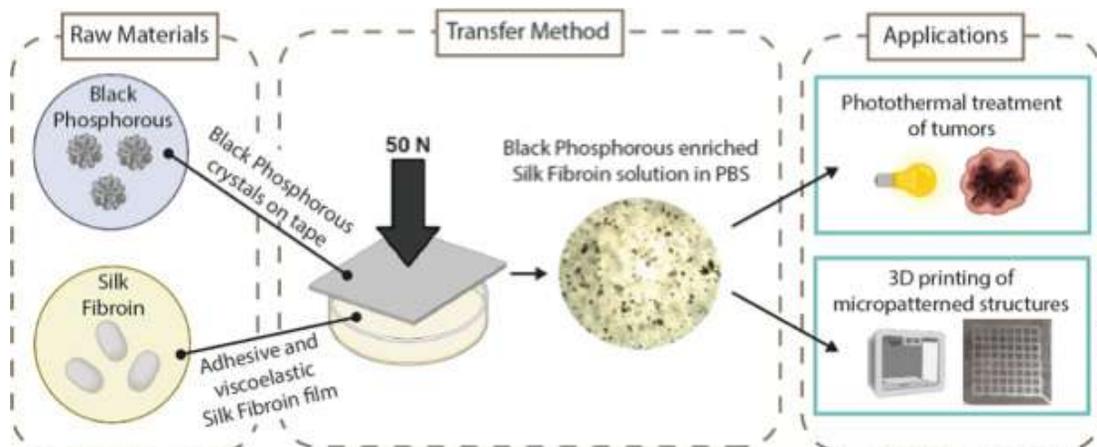
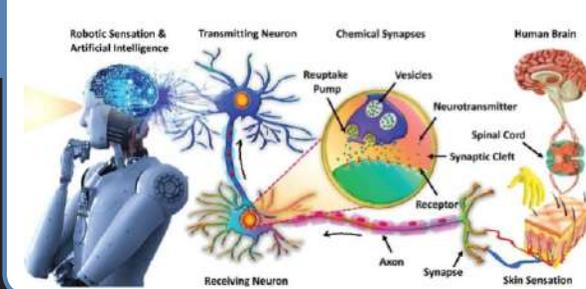
INCHIOSTRI PROTEICI ELETTROFILATI O STAMPATI

La fibroina di seta è un proteina di origine naturale che è prodotta dalle ghiandole del baco da seta *Bombyx mori*. La sequenza ripetitiva di glicina, alanina e serina può essere ingegnerizzata in una struttura secondaria caratterizzata da micro domini cristallini detti foglietti β . Questi foglietti conferiscono alla fibroina tenacità e resistenza meccanica. Il comportamento viscoelastico consente il suo impiego in tecniche di manifattura additiva per la realizzazione di filati/architetture 3D ad elevata complessità. La possibilità di essere funzionalizzata con nano materiali la rende un materiale versatile per una bioelettronica integrata in dispositivi biomedicali senza provocare reazioni immunitarie significative.



AMBIENTE | COSMETICA | ELETTRONICA:INDUSTRIA TESSILE | SANITÀ

La rivoluzione dei nanomateriali in fibre proteiche per un tessile di nuova generazione



I materiali intelligenti, noti anche come materiali smart o adattivi, rappresentano una classe innovativa di materiali che hanno la capacità di rispondere in modo controllato a stimoli esterni. Questi stimoli possono includere variazioni di temperatura, umidità, pH, campo elettrico, campo magnetico, luce, pressione e azioni meccaniche. La caratteristica distintiva di questi materiali è la loro capacità di modificare la propria geometria/struttura in risposta agli stimoli ricevuti, rendendoli particolarmente utili in una vasta gamma di applicazioni. Ciò che rende difficile un prodotto "ready to market" è la sostenibilità di questi materiali (costi di produzione, quantità, proprietà etc...) e il loro impiego in processi di trasformazione che attualmente sono pensati per materiali di origine sintetica. In questo contesto, il nostro prodotto nasce dalla possibilità di replicare in laboratorio, tramite l'ingegnerizzazione di proteine di origine naturale, il processo utilizzato in natura da alcuni insetti per produrre fibre polimeriche. Modificando le condizioni di pH, temperatura e concentrazione, siamo riusciti ad ottenere inchiostri proteici in solventi green che possono essere elettrofilati oppure stampati tramite manifattura additiva in una vasta gamma di geometrie. E' possibile ottenere tessuti in grado di schermare la radiazione UV e di autorigenerare il derma danneggiato. Questi inchiostri una volta modificati con nano materiali possono essere utilizzati come adesivi in grado di dissipare calore in circuiti stampati, oppure, come materiale biocompatibile, sono in grado di assorbire radiazione IR per ridurre la proliferazione di cellule cancerogene.

La produzione di pellicole auto-adesive può essere utilizzata per l'esfoliazione di nano materiali di differente composizione chimica per l'integrazione in dispositivi elettronici. E' stato dimostrato come il fosforene, un materiale 2D per l'elettronica di ultima generazione ma altamente instabile in aria, è in grado di preservare le proprietà elettroniche anche dopo alcuni mesi dall'esfoliazione in fibroina. L'estrusione per la stampa 3D consente di orientare la struttura secondaria delle proteine in un materiale semi-cristallino con proprietà piezoelettriche in grado di monitorare la motilità di tessuti o articolazioni. Questi inchiostri una volta stampati in 3D possono inoltre modificare il proprio volume per effetto dell'umidità o del pH consentendo di aggiungere la variabile tempo alle dimensioni. Ciò rende possibile ottenere materiali in grado di modificare la propria forma in maniera controllata. Siamo riusciti ad ottenere una "smart pill" in grado di aprirsi solo in alcune regioni dell'intestino che hanno un pH indicatore di una locale infiammazione.

CONTATTI

Riferente progetto:

Alessandro Paciaroni

E-mail: alessandro.paciaroni@unipg.it

Tel.: 0755852716 - 3483340319

Luca Valentini

E-mail: luca.valentini@unipg.it

Tel.: 0744492924 - 3346153275



STRATEGIE ANALITICHE NON-INVASIVE PER LA DEGRADAZIONE DELLA PLASTICA

Nuove soluzioni per l'industria

Technology Readiness Level



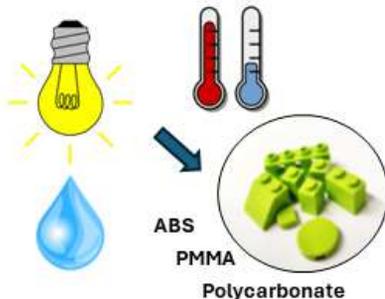
Solidità



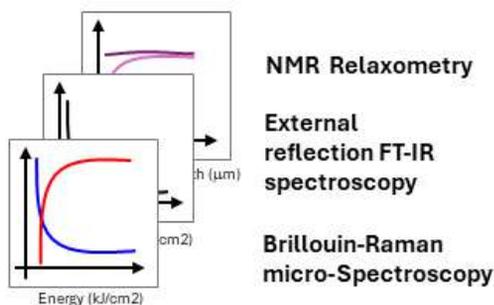
Flessibilità



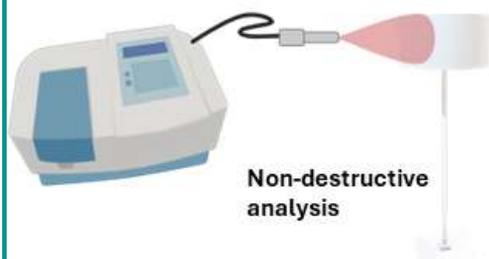
SERVIZIO



Aging due to environmental factors (light exposure, temperature, humidity)



Multi-spectroscopic approach to characterize degradation (SPADE)



Non-destructive analysis

In-situ monitoring of surface and sub-surface degradation

SPADE: SPETTROSCOPIE DI SUPERFICIE E SUB-SUPERFICIE A SERVIZIO DELLE INDUSTRIE PLASTICHE

La produzione a livello globale di materie plastiche ha registrato una crescita drastica durante il XX secolo ed è tutt'oggi caratterizzata dall'introduzione costante di nuove formulazioni di polimeri alla ricerca di soluzioni innovative che siano sostenibili per risolvere il problema dei rifiuti di plastica.

Oggi, materiali sintetici e biopolimeri sono impiegati in un'ampia varietà di applicazioni che vanno dal packaging alla medicina, all'edilizia, all'elettronica, all'automotive e, in generale, sono indispensabili per la realizzazione di oggetti in molti settori produttivi, tra cui l'industria del design. C'è un grande interesse, pertanto, nell'impostazione di strategie analitiche in tutti questi campi di applicazione per studiare la durabilità a lungo termine dei materiali plastici e per definire marcatori per il rilevamento precoce del loro degrado.

AMBIENTE | EDILIZIA | ELETTRONICA | ENERGIA | INDUSTRIA ALIMENTARE
INDUSTRIA CHIMICA | INDUSTRIA TESSILE | SANITÀ



Una metodologia analitica versatile e non-invasiva per tutti i tipi di plastiche



Nei laboratori del CNR-SCITEC e CNR-IOM in collaborazione con UNIPG è stato sviluppato un approccio spettroscopico multi-tecnica integrato e non invasivo per la caratterizzazione delle proprietà chimiche e viscoelastiche di materiali plastici. Uno degli obiettivi primari della piattaforma analitica è la valutazione dei processi di degrado superficiale e sub-superficiale in funzione dei parametri ambientali di luce, umidità, temperatura e della presenza di additivi con diverse funzioni (pigmenti, plastificanti, antiossidanti, eccetera.). Lo studio del deterioramento della plastica riveste un'importanza fondamentale soprattutto per il rilevamento precoce del processo di decadimento. La sua deteriorazione può portare a una perdita significativa di funzionalità e valore estetico, oltre a potenziali impatti ambientali negativi. Le indagini precoci permettono di identificare i primi segni di degrado, che possono includere cambiamenti chimici e fisici a livello microscopico. Rilevando questi segni nelle fasi iniziali, è possibile intervenire tempestivamente per prevenire o mitigare ulteriori danni. Questo è particolarmente importante per oggetti di valore storico o culturale, come opere d'arte o manufatti in plastica conservati in musei, dove il deterioramento potrebbe comprometterne irrimediabilmente l'integrità e l'aspetto. Inoltre, la comprensione dei meccanismi di deterioramento della plastica consente di sviluppare materiali più duraturi e stabili, migliorando la progettazione e la produzione futura. Questo aspetto ha implicazioni ambientali significative. La plastica deteriorata può rilasciare microplastiche e sostanze chimiche nocive nell'ambiente, rappresentando una minaccia per gli ecosistemi e la salute umana. Indagini precoci aiutano a identificare e controllare queste emissioni, promuovendo pratiche di gestione dei rifiuti più sostenibili e sicure. Come banco di prova, la metodologia è stata utilizzata per esaminare il meccanismo di foto-ossidazione dell'acrilonitrile-butadiene-stirene (ABS), una plastica ampiamente utilizzata in numerose applicazioni, impiegando mattoncini LEGO® a base di ABS come campioni modello.

Le alterazioni delle proprietà chimiche e viscoelastiche dell'ABS durante il fotoinvecchiamento sono state monitorate in simultanea, in modo non invasivo direttamente sulla superficie del campione, attraverso la micro-spettroscopia Brillouin e Raman (BRaMS) correlativa, che ha consentito misure coincidenti di scattering Brillouin (BLS) e di spettroscopia Raman grazie ad una configurazione strumentale di tipo micro-spettroscopico. Dati chimici complementari sono stati acquisiti tramite tecniche di spettroscopia implementate su strumentazioni portatili applicabili in-situ quali: la spettroscopia IR a riflessione esterna, la spettroscopia Raman, la rilassometria NMR e la spettroscopia Vis-NIR. Questo approccio spettroscopico multimodale integrato ha consentito la formulazione di un modello di degrado per l'ABS sulla base delle modifiche compositive e delle proprietà viscoelastiche risultanti dalla sua fotodegradazione.

La versatilità della metodologia analitica sviluppata consente il trasferimento dell'approccio allo studio chimico-fisico di qualsiasi tipo di materiale polimerico. L'assenza di campionamento per eseguire le misure permette di sondare le proprietà di un materiale in modo statisticamente significativo su più aree, dando l'opportunità di studiare anche oggetti di valore quali opere d'arte e di design in plastica per le quali è improponibile la raccolta di campioni. Inoltre, la sensibilità delle indagini spettroscopiche impiegate rispetto alle proprietà di superficie dei materiali permette di ottenere informazioni sui processi di trasformazione chimica e meccanica in corso nei primissimi strati esterni all'interfaccia con l'ambiente, prima ancora che essi si estendano manifestandosi in maniera macroscopica.

Riferente progetto:

Francesca Rosi

E-mail: francesca.rosi@cnr.it

Lucia Comez

E-mail: lucia.comez@cnr.it

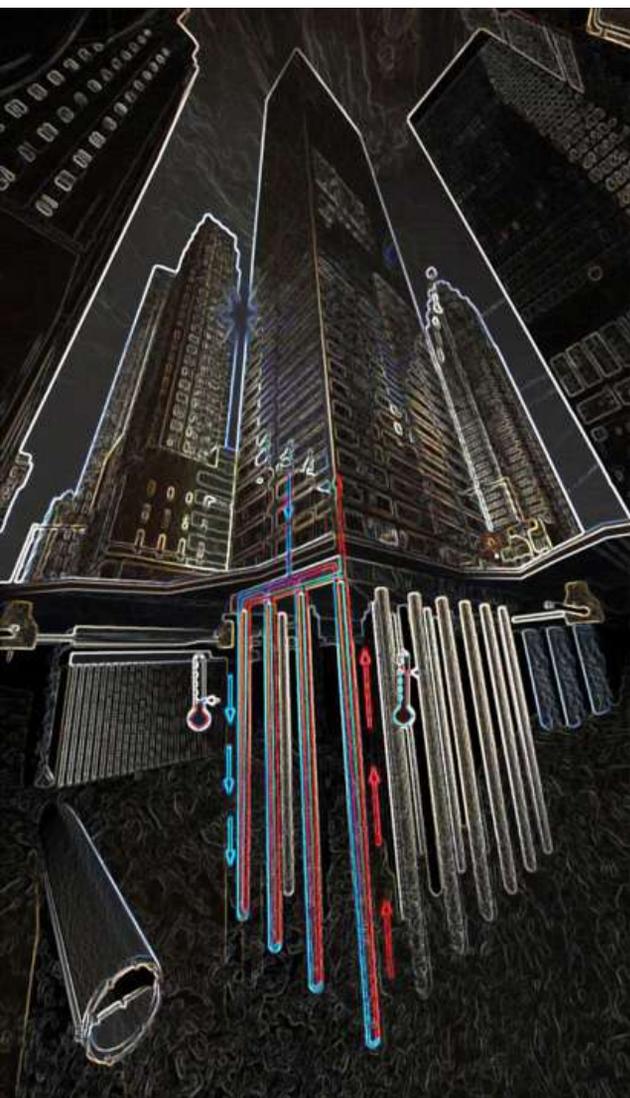


GEO-STRUTTURE ENERGETICHE INTEGRATE CON PCM A BASE DI GRAFENE

Efficientare la termo-attivazione delle opere in sotterraneo



RINNOVARE IL CONCETTO DI STRUTTURA SOTTERRANEA DUPLICANDO LA SUA FUNZIONE

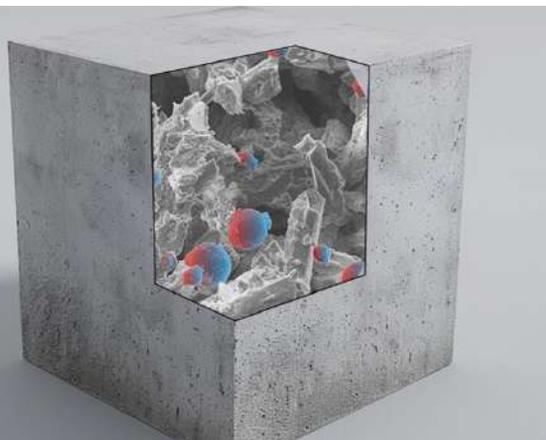


Nell'ambito della climatizzazione degli edifici, lo sfruttamento del calore superficiale terrestre (energia geotermica a bassa entalpia) è una soluzione promettente per affrontare la transizione energetica verso le fonti rinnovabili. Allo stesso modo, la capacità di immagazzinare il calore residuo sotterraneo durante l'estate, per poi recuperarlo in inverno (stoccaggio termico), comporta benefici sia ambientali che economici. Le Geo-strutture Energetiche (realizzate inserendo scambiatori di calore all'interno opere sotterranee come pali di fondazione, paratie di pali, e gallerie) permettono di combinare la tradizionale funzione strutturale di queste opere con quella di scambio termico con il terreno circostante. L'integrazione dei materiali a cambiamento di fase (PCM) modificati con grafene nelle Geo-strutture Energetiche costituisce una prospettiva interessante, migliorandone la funzione energetica, senza compromettere la loro funzione strutturale e preservandone le prestazioni meccaniche. Il vantaggio di tale approccio risiede nella possibilità di ottimizzare la funzionalità energetica di queste strutture con un investimento aggiuntivo relativamente modesto. Il PCM a base di grafene può essere inserito in diverse combinazioni, distribuito in varie forme, come archiviazione compatta o micro-incapsulamento. Ciò permette di avere diverse prestazioni energetiche attese nell'impiego delle Geo-strutture come elementi di scambio o stoccaggio termico.

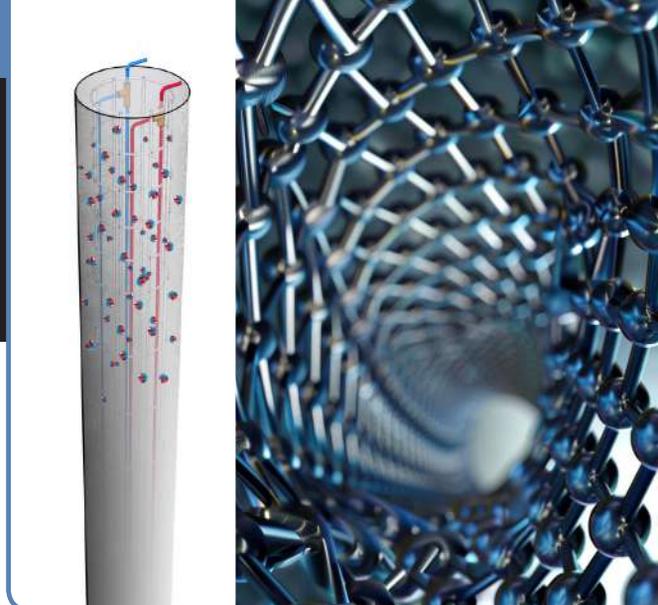
AMBIENTE | EDILIZIA | ENERGIA



Integrazione dei materiali a cambiamento di fase (PCM) modificati con grafene nelle geostrutture energetiche



Un altro aspetto rilevante nell'ambito della climatizzazione sostenibile è la capacità di immagazzinare il calore residuo sotterraneo durante l'estate per poi recuperarlo in inverno, un processo noto come stoccaggio termico. Questo metodo comporta benefici sia ambientali che economici, poiché consente di utilizzare il calore in eccesso prodotto nei mesi più caldi per riscaldare gli edifici durante i mesi più freddi, riducendo così la necessità di ulteriori fonti di energia e migliorando l'efficienza complessiva del sistema. Le Geo-strutture Energetiche sono opere che combinano la funzione strutturale con il recupero di energia geotermica a bassa entalpia e possono essere realizzate mediante fondazioni profonde, gallerie e strutture di sostegno. L'integrazione di materiali a cambiamento di fase (PCM) modificati con grafene all'interno delle Geo-strutture Energetiche, rappresenta una prospettiva innovativa e interessante. I PCM modificati con grafene conferiscono una funzione energetica migliorata, senza compromettere il ruolo strutturale di queste opere e preservandone le prestazioni meccaniche. Grazie alla sua elevata conducibilità termica e capacità di migliorare la stabilità dei PCM, il grafene può contribuire a rendere i sistemi di riscaldamento e raffreddamento più efficienti dal punto di vista energetico. Il vantaggio principale di questa tecnologia risiede nella possibilità di migliorare la funzionalità energetica delle Geo-strutture con un investimento aggiuntivo relativamente modesto.



In altre parole, le opere in sotterraneo che già esistono o che devono essere costruite per scopi strutturali possono essere utilizzate anche come sistemi di scambio e stoccaggio termico ad efficienza migliorata grazie ai PCM a base di grafene, massimizzando così l'uso delle risorse e riducendo i costi complessivi.

Il PCM a base di grafene può essere inserito in diverse combinazioni e distribuito in varie forme, come archiviazione compatta o micro-incapsulamento. Questo consente di adattare le prestazioni energetiche attese in base alle specifiche esigenze dell'impiego delle Geo-strutture Energetiche. Ad esempio, il micro-incapsulamento permette una maggiore superficie di scambio termico, migliorando l'efficienza del processo di immagazzinamento e rilascio di calore. Inoltre, l'archiviazione compatta consente di ottimizzare lo spazio disponibile, rendendo possibile l'integrazione dei PCM in una varietà di strutture senza alterarne significativamente la configurazione. In conclusione, l'uso dei PCM modificati con grafene nelle Geo-strutture Energetiche rappresenta una strategia efficace e innovativa per migliorare la sostenibilità e l'efficienza energetica degli edifici. Questa tecnologia non solo contribuisce a ridurre l'impatto ambientale delle attività umane, ma offre anche significativi vantaggi economici, rendendo più conveniente la transizione verso fonti di energia rinnovabile e sostenibile.

CONTATTI

Riferente progetto: **Diana Salciarini**

E-mail: diana.salciarini@unipg.it

Tel.: 3384211837

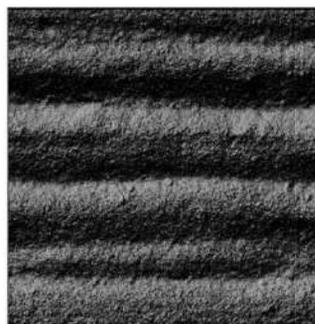
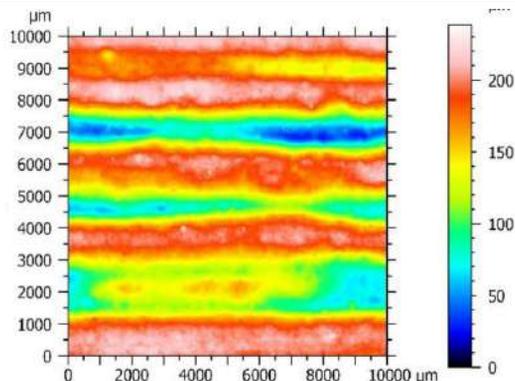
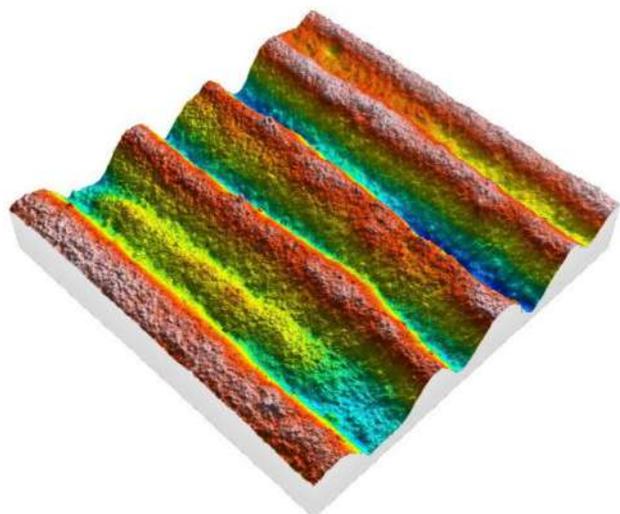


ANALISI AVANZATA DELLE PROPRIETÀ TERMO-OTTICHE DEI MATERIALI



SERVIZIO

Valutazione spettrale e dinamica per il controllo del surriscaldamento superficiale



PROTOCOLLO INNOVATIVO PER MATERIALI RAFFREDDANTI

Il servizio riguarda un protocollo di caratterizzazione affidabile, validato e ad alte prestazioni, che promuove l'innovazione e lo sviluppo di materiali sostenibili per la mitigazione del surriscaldamento urbano. Questo nuovo protocollo standardizza la valutazione dei materiali, inclusi quelli con prestazioni selettive, facilitando la comparabilità dei risultati e valorizzando gli sforzi industriali nel settore. È lo strumento ideale per valutare il reale potenziale di raffreddamento di qualsiasi superficie e comunicare efficacemente i risultati al pubblico, grazie all'utilizzo di proprietà fisiche universalmente riconosciute e alla valutazione delle prestazioni in condizioni reali, sia in un ambiente controllato che all'interno di edifici prototipo dedicati.

AMBIENTE | EDILIZIA | ENERGIA



Soluzioni sostenibili per la mitigazione del surriscaldamento superficiale

Attraverso il protocollo proposto, si potranno caratterizzare in modo esaustivo le proprietà ottiche e termiche di qualsiasi tipo di materiale per il raffreddamento superficiale, incluse le soluzioni di raffreddamento radiativo adattivo, in diverse gamme di lunghezze d'onda e condizioni al contorno. Il processo di caratterizzazione utilizzerà diverse tecniche spettroscopiche e di monitoraggio su larga scala per raggiungere i suoi obiettivi, tra cui:

1. Analisi termo-ottica

- Profili di emittanza in termini di radiazione a onda lunga (2.5 – 20 μm): Le misurazioni vengono effettuate utilizzando un PerkinElmer Spectrum 3 NIR/MIR/FIR equipaggiato con una sfera integratrice PIKE con coating in oro da 7,6 cm di diametro, a diverse temperature nel range 0-60°C. Per tener conto dell'effetto della radiazione termica ambientale, viene utilizzata una procedura di indagine in quattro fasi, che prevede due misurazioni sul campione di riferimento e due sul campione investigato.

- Profili di riflettanza in termini di radiazione a onda corta (0.25 – 2.5 μm): Le misurazioni vengono effettuate utilizzando uno spettrofotometro UV/VIS/NIR equipaggiato con una sfera integratrice da 15 cm di diametro, a diverse temperature nel range 0-60°C. Si impiega una procedura di indagine simile a quella sopra descritta, con due misurazioni sul campione di riferimento e due sul campione investigato.

2. Analisi della superficie

La morfologia superficiale dei campioni viene investigata con un profilometro ottico modello Nanovea JR25 con tecnologia Confocale Cromatica equipaggiato con penne ottiche Sentech STIL e lenti cromatiche. Il metodo di scansione considera intervalli massimi di 20 mm x 20 mm (per l'area superficiale) e 0,3 - 3 mm (per l'altezza).

3. Monitoraggio della temperatura superficiale in condizioni ambientali controllate

I campioni vengono collocati su un supporto in polistirene estruso per evitare la conduzione del calore ed esposti a cicli igrotermicamente controllati all'interno di una camera climatica controllabile in termini di temperatura, umidità relativa e irraggiamento solare (modello ASC DM340SR o UD150C SR equipaggiata con un simulatore solare BF SUN



1200W). La camera consente di riprodurre sia condizioni statiche che variabili con lo scopo di riprodurre le condizioni climatiche giornaliere caratterizzanti un qualsiasi clima di interesse. Durante il test, ogni campione viene monitorato utilizzando almeno tre termocoppie e un sistema di acquisizione dedicato che raccoglie dati con un intervallo di 10 secondi.

4. Monitoraggio della temperatura superficiale e del flusso termico in un edificio caso studio reale

Il materiale analizzato sarà utilizzato per rivestire le superfici esterne di una o più pareti di uno di due edifici prototipo con le stesse caratteristiche geometriche e parametri termo-energetici (come trasmittanza dell'involucro e capacità termica). Completata l'installazione, si condurrà monitoraggio continuo di parametri interni ed esterni influenzati dalla presenza di diverse tipologie di involucro e dalle sue finiture superficiali, con particolare attenzione alle temperature superficiali interne ed esterne e al flusso termico passante attraverso l'involucro dell'edificio.

CONTATTI

Riferente progetto: Anna Laura Pisello

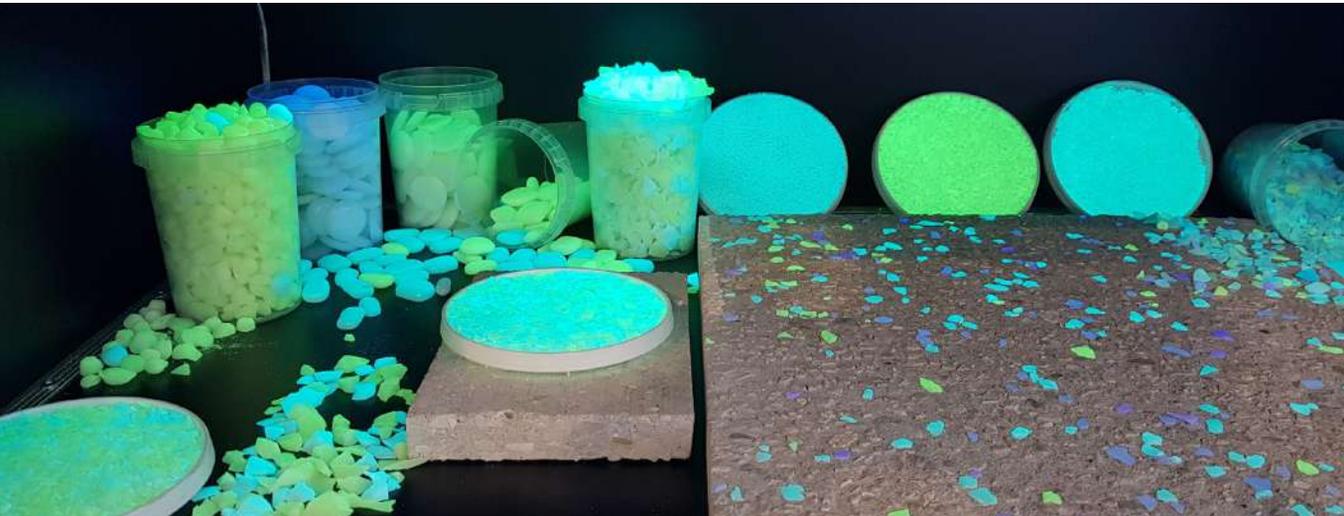
E-mail: anna.pisello@unipg.it

Tel.: 3396927839



VALUTAZIONE DELLE PRESTAZIONI DI MATERIALI FOTOLUMINESCENTI

Un protocollo completo in tre fasi



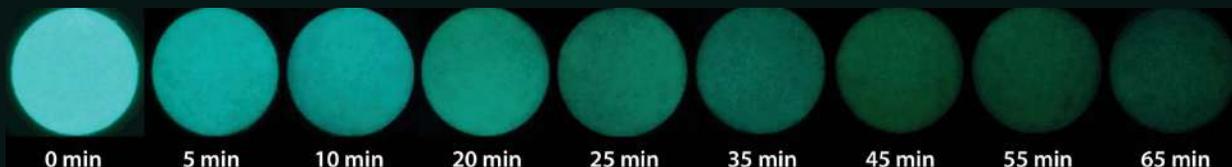
IL RUOLO DELLA FOTOLUMINESCENZA NELLA MITIGAZIONE DEL SURRISCALDAMENTO SUPERFICIALE E NELL'ILLUMINAZIONE

Il protocollo valuta le prestazioni di materiali fotoluminescenti per illuminazione e mitigazione del surriscaldamento superficiale ed è suddiviso in tre fasi, distinte. Nella fase iniziale, si utilizza uno spettrometro per analizzare sorgenti di eccitazione e campioni fotoluminescenti sotto illuminazione artificiale e solare. Si determina il tempo di carica ottimale e si monitora il decadimento della fotoluminescenza. Successivamente, si misura il flusso luminoso emesso dai materiali fotoluminescenti con un sistema composto da una sfera integratrice e uno spettrometro. Infine, si effettua una campagna di monitoraggio estensiva su campi sperimentali all'aperto equipaggiati con strumenti di monitoraggio atti a valutare l'effetto di surriscaldamento superficiale.

AMBIENTE | EDILIZIA | ENERGIA



Analisi multiscala e multi-obiettivo della fotoluminescenza



Questo protocollo innovativo mira a valutare le caratteristiche di emissione dei materiali fotoluminescenti, sia per applicazioni di illuminazione che per la mitigazione del surriscaldamento delle superfici. Si compone di tre fasi principali, eseguibili anche separatamente: la prima valuta le proprietà spettrali di emissione, la seconda analizza il flusso luminoso emesso, e la terza quantifica le performance termo-ottiche in applicazioni outdoor reali.

Step 1: Analisi della distribuzione della radianza spettrale e della luminanza totale

Interazione con radiazione artificiale: si esamina l'emissione fotoluminescente in termini di distribuzione della radianza spettrale e luminanza totale emessa. Utilizzando uno spettrometro JETI Specbos 1211UV, vengono analizzate sia le sorgenti di eccitazione che i campioni fotoluminescenti. I campioni sono esposti a illuminazione artificiale con variazioni nella lunghezza d'onda di eccitazione e nell'intensità. Per ciascuna combinazione campione-sorgente, si determina il tempo di carica ottimale. Successivamente, si monitora il decadimento della fotoluminescenza post-esposizione, calcolando i tempi di decadimento in conformità con le norme DIN 67510-1.

Interazione con radiazione solare: il protocollo valuta l'interazione tra i campioni e la radiazione solare utilizzando un simulatore solare BF SUN 1200 W e una camera climatica ATT DM340SR. Le condizioni di temperatura, umidità relativa e radiazione solare sono selezionate per replicare le condizioni tipiche estive e invernali, basandosi su dati meteorologici di interesse.

Step 2: Analisi del Flusso Luminoso Spettrale (0.25 – 1.0 μm)

Un sistema innovativo, composto da una sfera integratrice di 30 cm di diametro e uno spettrometro sviluppato nell'ambito del progetto HELIOS-ERC finanziato dall'UE, misura il flusso luminoso emesso dai materiali fotoluminescenti. Vengono considerate diverse sorgenti di eccitazione e intensità, incluso un simulatore solare nell'intervallo di 200-1400W/m².

Step 3: Campagna di Monitoraggio Outdoor Estensiva

Una campagna di monitoraggio outdoor è condotta in situ su campi sperimentali all'aperto (4x4 m²), progettati secondo la metodologia ASTM E1918 (ASTM, 2006). Ogni campo è dotato di un piranometro orientato a sud a un'altezza di 0.5 m, per valutare la radiazione a onde corte riflessa; un sensore di temperatura superficiale installato all'angolo interno di un quadrato fittizio di 1x1 m, con due bordi sovrapposti ai confini nord ed est di ciascun campo; i profili di temperatura dell'aria e umidità relativa al centro di ciascun campo a un'altezza di 0.5 m per verificare l'estinzione degli effetti di surriscaldamento superficiale. Una stazione meteorologica completamente attrezzata, situata nello stesso edificio universitario, fornisce i dati meteorologici e il profilo radiativo in entrata.

CONTATTI

Riferente progetto: Anna Laura Pisello

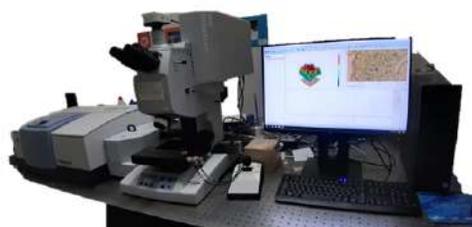
E-mail: anna.pisello@unipg.it

Tel.: 3396927839



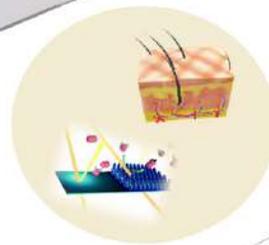
APPROCCIO MULTITECNICA PER LA CARATTERIZZAZIONE DEI MATERIALI

Spettroscopie ottiche e machine learning per i materiali complessi



Brillouin Spectroscopy

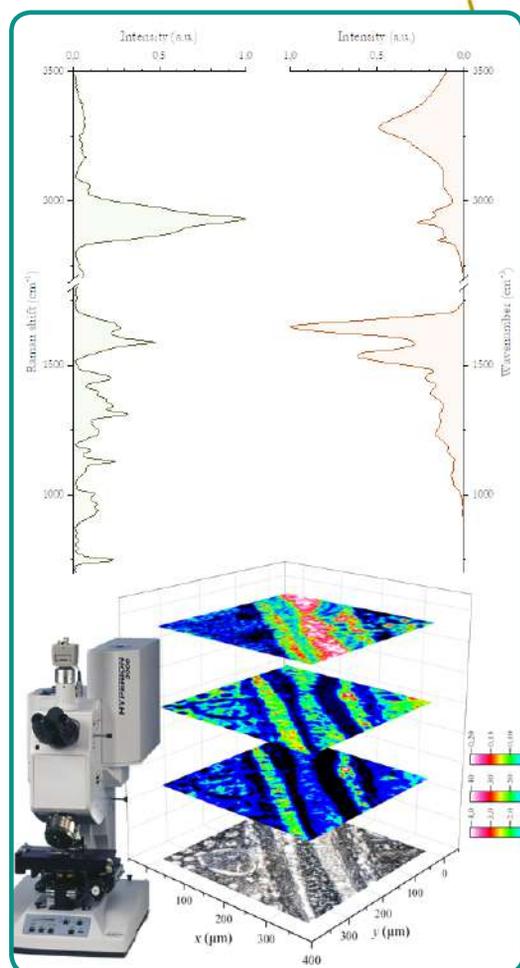
AI & Machine Learning



FT-IR Spectroscopy



Raman Spectroscopy



MAPPATURA CHIMICA E MECCANICA DEI BIOMATERIALI

Approccio integrato alla caratterizzazione dei materiali mediante tecniche spettroscopiche e di machine learning. L'obiettivo è quello di monitorare le proprietà composizionali, strutturali e meccaniche di materiali complessi in ogni fase del processo di realizzazione. A questo scopo l'indagine viene condotta utilizzando metodologie diverse che permettono l'analisi del materiale fino alla scala micrometrica, riproducendone l'immagine chimica, oltre che morfologica, con estremo dettaglio. Ciascuna di queste tecniche di micro-spettroscopia risulta non-distruttiva, non richiede il contatto o l'utilizzo di marcatori che potrebbero alterare la morfologia e la composizione dell'oggetto di studio. L'analisi veloce e selettiva viene quindi integrata da un processo di correlazione dei dati che utilizza strumenti computazionali avanzati di machine learning, consentendo così di fornire un quadro completo e dettagliato delle caratteristiche del materiale, che sia esso di origine biologica (cellule, tessuti), o di sintesi.

Tecniche di micro-spettroscopia per un'analisi ad "ampio spettro"

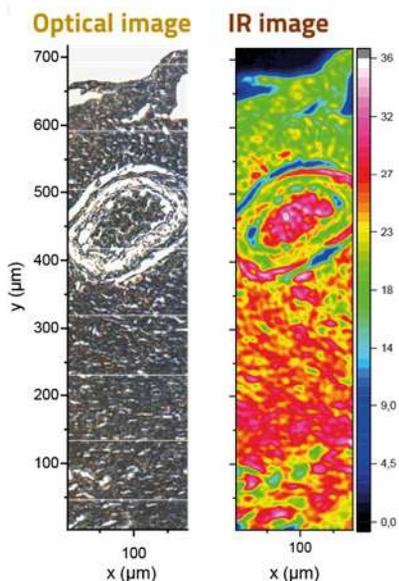
Nell'era moderna, la tecnologia avanza a un ritmo vertiginoso, richiedendo soluzioni sempre più sofisticate e materiali innovativi per soddisfare le crescenti esigenze dei vari settori. L'attenzione si sta sempre più concentrando sui materiali smart, ovvero materiali intelligenti che rispondano in modo dinamico ai cambiamenti ambientali e alle sollecitazioni esterne, adattandosi e migliorando le prestazioni dei dispositivi in cui vengono utilizzati.

I materiali smart sono progettati per rispondere a stimoli specifici come luce, temperatura, pressione, umidità, e campi elettrici o magnetici. Questi materiali trovano applicazioni in una vasta gamma di settori, dalla medicina all'elettronica, dall'energia alle costruzioni, e molto altro ancora. Per esempio, in medicina, i materiali smart possono essere utilizzati per creare sensori biocompatibili che monitorano in tempo reale i parametri vitali del paziente, o per sviluppare protesi intelligenti che si adattano al corpo umano migliorandone il comfort e la funzionalità.

Uno degli aspetti più affascinanti e complessi nella ricerca e nello sviluppo di nuovi materiali smart è la miniaturizzazione. Ingegnerizzare i dispositivi su scala micrometrica significa lavorare con dimensioni incredibilmente ridotte, dove le proprietà fisiche e chimiche delle sostanze possono risultare significativamente diverse da quelle osservabili su scala macroscopica.

I metodi spettroscopici svolgono un ruolo chiave sia negli studi fondamentali che in quelli applicati, permettendo di raccogliere informazioni sulle leggi fisiche che governano i fenomeni osservati, per comprendere e progettare lo sviluppo di nuovi materiali e la loro applicazione tecnologica. L'uso della radiazione elettromagnetica consente di indagare la composizione chimica della materia, la sua struttura atomica, le interazioni tra diversi atomi e gruppi molecolari, lo stato di ordine/disordine, le proprietà meccaniche, la dinamica e la cinetica delle reazioni. Questa indagine può riguardare le sostanze pure così come i sistemi costituiti da molti componenti, com'è il caso dei tessuti biologici, quelli biomimetici o i materiali compositi.

Il nostro gruppo di ricerca è in grado di mettere a punto un approccio altamente integrato per la caratterizzazione dei materiali complessi, dall'assemblaggio



all'applicazione, riunendo esperienze e competenze provenienti da diversi campi della spettroscopia ottica. I metodi utilizzati includono: la micro-spettroscopia Raman, la micro-spettroscopia Brillouin, l'imaging Infrarosso a Trasformata di Fourier (FTIR) e l'imaging di fluorescenza. Tutte queste tecniche di analisi offrono il vantaggio di essere non distruttive, non necessitano di contatto con il campione, non necessitano di marcatori (fa eccezione l'imaging di fluorescenza) e richiedono una quantità di materia estremamente ridotta. In tutti i casi la tecnica spettroscopica è abbinata all'analisi microscopica: questo permette di ricostruire non solo la morfologia del campione ma anche l'immagine chimica (fluorescenza, Infrarosso, Raman) e meccanica (Brillouin) dello stesso su una scala micrometrica.

Il gruppo di lavoro è anche in grado di mettere a punto metodi avanzati per correlare i risultati di diverse tecniche spettroscopiche tramite l'utilizzo di metodi chemometrici e di machine learning. Tali approcci correlativi consentono di superare le limitazioni di ciascuna tecnica presa singolarmente, sfruttando al massimo le potenzialità di ciascuna e offrendo una visione dettagliata e completa dell'oggetto di studio in tempi rapidi.

Questo approccio analitico integrato può essere di grande supporto ai processi di ottimizzazione dei materiali complessi, fornendo indicazioni preziose per lo sviluppo di nuove tecnologie.

CONTATTI

Riferente progetto: Paola Sassi

E-mail: paola.sassi@unipg.it

Tel.: 0755855585



RETE INTEGRATA UMBRA PER L'AGROMETEOROLOGIA

Un protocollo completo in tre fasi



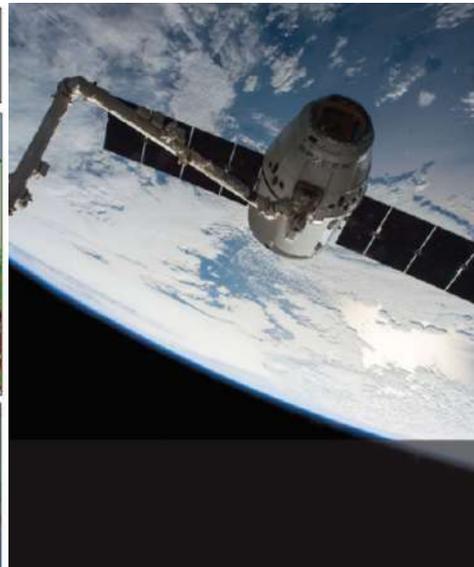
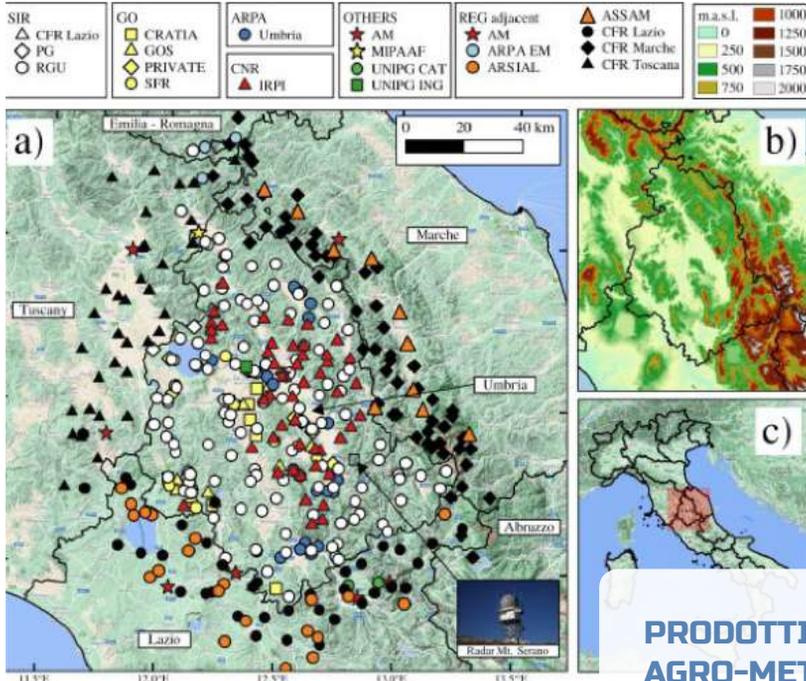
Affidabilità dei dati
Robustezza statistica



Misura
indici climatici



utilizzo dati
globali



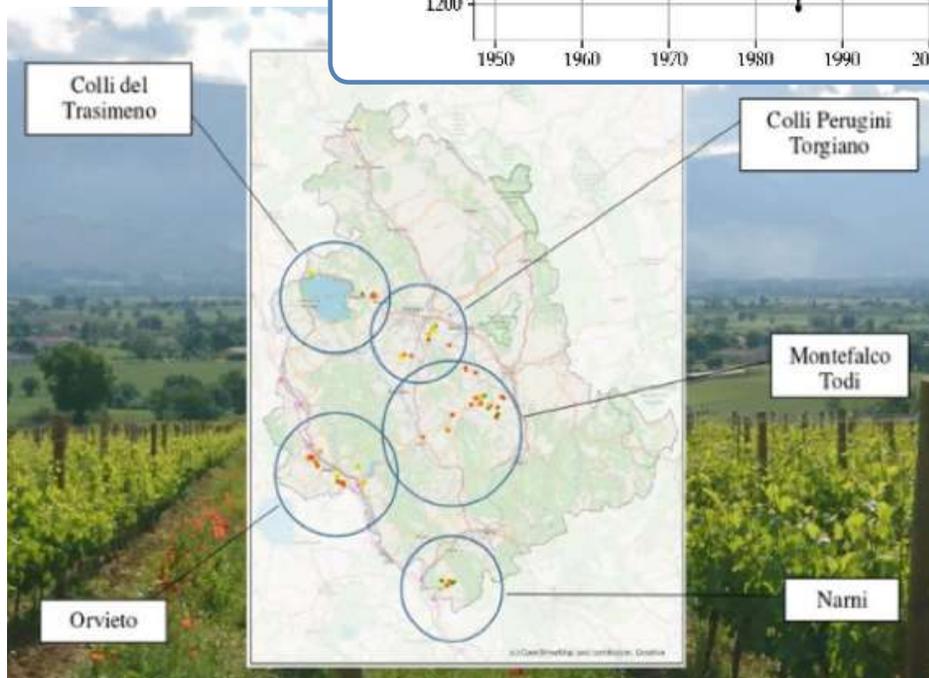
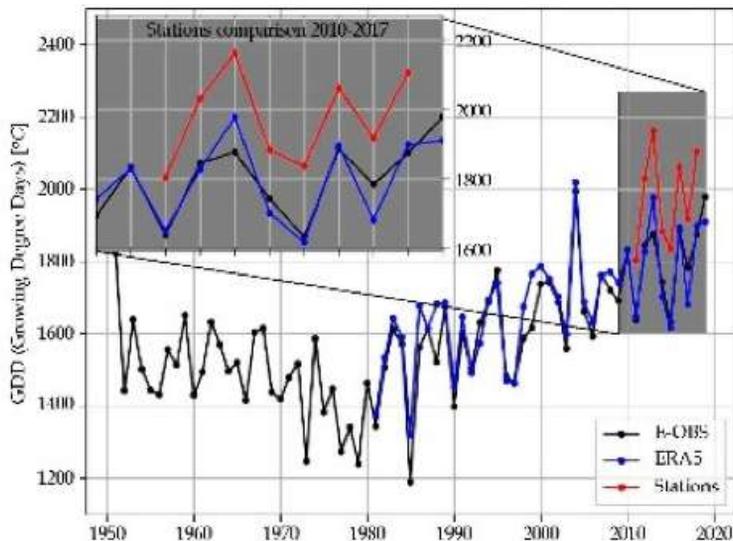
PRODOTTI AGRO-METEOROLOGICI



Il servizio consiste nel provvedere dati con caratteristiche che soddisfano i controlli di qualità necessari ai Decision Support Systems utilizzati sui territori regionali. Tali DSS utilizzati con questo tipo di dati sia grezzi che rielaborati puntualmente (serie storiche) che spazialmente (areali) forniscono applicazioni agro-meteorologiche (vedi progetti SmartMeteo e SpazialMeteo) con possibilità di applicazione per esempio in campo vitivinicolo e olivicolo. Aiutano a prevenire tramite applicazioni fito-sanitarie le infezioni delle varie coltivazioni che insistono sul territorio umbro e forniscono indicatori standard alla scala regionale come indici di calore (8 indici per es: SU* giorni estivi, numero di gironi con temperatura massima giornaliera maggiore di 25 °C; TR* notti tropicali: numero di notti con temperatura massima maggiore di 20 °C etc.), indici di siccità (3 indici, per es.: numero massimo di giorni secchi consecutivi con precipitazione RR > 1 mm), indici di freddo (10 indici, per es.: FD* giorni di gelo, numero massimo del periodo di giorni di gelo con T < 0 °C).

Dati e previsioni climatiche per l'agricoltura

*Winker index
over Umbria Region*



Prodotti Agrometeo

L'unione dei dati raccolti dalla rete AGRO, della rete MET e IDRO, del Radar di Monte Serano e dei modelli atmosferici (Scenario Base) forniscono una base solida per lo sviluppo di prodotti ad alta qualità specializzati per il settore Agrometeo. Inoltre questi dati, essendo aperti a tutti ed avendo già superato tutte le procedure di validazione e controllo, possono essere utilizzati direttamente nei DSS (Decision Support Systems) già comunemente utilizzati nelle aziende private e nei progetti regionali come Sm@rtmeteo. Oltre all'utilizzo diretto nei DSS esistenti e quindi alla creazione di mappe di rischio per le diverse colture a scala aziendale, questi dati possono essere elaborati per fornire informazioni agrometeorologiche a scala regionale.

I dati saranno elaborati sia a livello spaziale (mappe) su tutto il territorio Umbro, sia a livello temporale (serie temporali) sulle 7 aree strategiche per la viticoltura. Alcuni esempi di questi prodotti sono riassunti in tabella 3.3 (vedi tabella inviata)

CONTATTI

Riferente progetto:
Paolina Bongioanni Cerlini
E-mail: paolina.cerlini@unipg.it
Tel.: 3405761980



BIOMATERIALI INNOVATIVI NELLA PREVENZIONE E TERAPIA DELLE PATOLOGIE OSSEE UMANE E ANIMALI

Applicazione odontoiatrica contro il riassorbimento osseo alveolare



PRODOTTO

3
Technology Readiness Level

Rilascio di agenti bioattivi

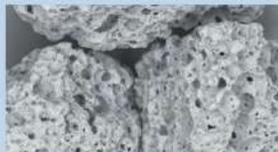
Azione antivirale e antibatterica

Azione pro-rigenerazione del tessuto osseo

Riassorbimento controllato del biomateriale



BTK RIGENERA
(formulazione di fosfato di calcio bifasico)



Rivestimento con polimeri e funzionalizzazione con molecole che favoriscono la rigenerazione ossea

Valutazione dell'attività antinfiammatoria, osteogenica e antiosteoclastogena in modelli di colture cellulari



APPLICAZIONE NELLA PREVENZIONE E NEL TRATTAMENTO DI PATOLOGIE OSSEE

CONTROLLO LOCALE DEL RIASSORBIMENTO OSSEO!

Il prodotto consiste nel rivestimento del sostituto osseo BTK RIGENERA (Biotec srl).

BTK RIGENERA viene rivestito con diversi polimeri (idrotalcite MgAl, fosfato di zirconio, o alginato) e funzionalizzato con molecole bioattive dotate di già nota capacità di favorire l'osteogenesi operata dagli osteoblasti e/o contrastare la demolizione dell'osso mediata dagli osteoclasti. Dei nuovi preparati vengono valutate le caratteristiche strutturali, la cinetica di rilascio delle molecole bioattive e le attività citotossica, antinfiammatoria, osteogenica e antiosteoclastogena in modelli di colture cellulari. L'obiettivo è l'applicazione in campo odontoiatrico per la rigenerazione dell'osso nell'alveolo di un dente estratto o perso.

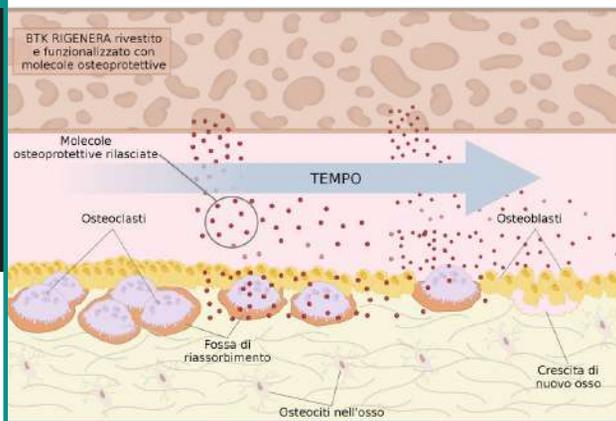
SANITÀ



Potenziamento delle caratteristiche osteorigenerative di BTK RIGENERA

Il metabolismo osseo è un complesso e dinamico processo fisiologico che continuamente rimodella l'osso durante tutta la vita di un individuo ed è guidato dall'attività di cellule che operano con funzioni opposte, in equilibrio tra loro: gli osteoblasti che costruiscono l'osso e gli osteoclasti che lo demoliscono. Gli osteoblasti producono una matrice ossea composta principalmente da collagene e minerali, e presiedono al processo di mineralizzazione in cui il tessuto osseo acquista resistenza e durezza grazie alla formazione di cristalli di idrossiapatite. Gli osteoclasti rimuovono il tessuto osseo in una zona circoscritta e sigillata dove essi secernono enzimi idrolitici che degradano la matrice ossea. La disregolazione dell'equilibrio tra osteoclasti e osteoblasti a vantaggio dei primi è tipica di patologie caratterizzate da perdita ossea (patologie osteo-articolari, osteoporosi, artrite), ma si verifica anche nell'osso che residua intorno a un dente perso (estrazione o perdita da altra causa) e in caso di parodontite. Per recuperare la diminuzione del volume osseo si può attuare una procedura di rigenerazione dell'osso che permette di rendere il sito dentale utilizzabile per inserire l'impianto.

BTK RIGENERA è un sostituto osseo commercializzato da Biotec s.r.l. composto per il 30% da idrossiapatite a lento assorbimento e per il 70% da beta-tricalcio fosfato, una miscela che assicura un ottimo equilibrio tra porosità e stabilità e favorisce la rapida formazione di nuovo osso vitale, garantendo allo stesso tempo una stabilità meccanica e volumetrica a lungo termine. Una volta inserito nell'area da rigenerare, BTK RIGENERA va incontro ad una reazione di lenta dissoluzione, rilascia ioni calcio e fosfato, portando così alla precipitazione di idrossiapatite nella superficie dell'innesto e all'accumulo di collagene, osteoblasti e fibre di osso immaturo. La collaborazione scientifica con Biotec s.r.l. per la fornitura di BTK RIGENERA è stato il primo passo per lo sviluppo di un progetto che mira a potenziare le proprietà di questo materiale nel rigenerare l'osso e proteggerlo da perdite di volume, causate dall'aumentata attività degli osteoclasti, che si verifica in un ambiente infiammato quale è quello dell'alveolo di un dente estratto o perso.



L'azienda Prolabin & Tefarm S.r.l., partecipante al progetto, sta infatti realizzando il rivestimento del materiale BTK RIGENERA con idrotalcite MgAl o fosfato di zirconio e la sua funzionalizzazione con molecole bioattive (acido gallico, acido ferulico, berberina, melatonina), capaci di promuovere l'attività degli osteoblasti e/o inibire la formazione di osteoclasti. BTK RIGENERA sarà anche rivestito con alginato e caricato con berberina, o simvastatina. Dei nuovi preparati saranno valutate le caratteristiche strutturali, la cinetica di rilascio delle molecole bioattive e le attività citotossica, antinfiammatoria, osteogenica e antiosteoclastogena in modelli di colture cellulari. Il lento rilascio locale delle molecole caricate dovrebbe potenziare la caratteristica già posseduta da BTK RIGENERA di indurre una rapida formazione di osso vitale e, presumibilmente, abbreviare i tempi con cui l'osso dell'alveolo di un dente estratto o perso viene rigenerato.

Oltre all'applicazione in campo odontoiatrico, l'efficacia dei preparati sviluppati in questo progetto potrà essere valutata anche per ottimizzare e innovare i protocolli di prevenzione e trattamento di patologie ossee primitive e secondarie di uomo e animali.

CONTATTI

Riferente progetto: Maria Laura Belladonna
E-mail: marialaura.belladonna@unipg.it
Tel.: 075.5858244



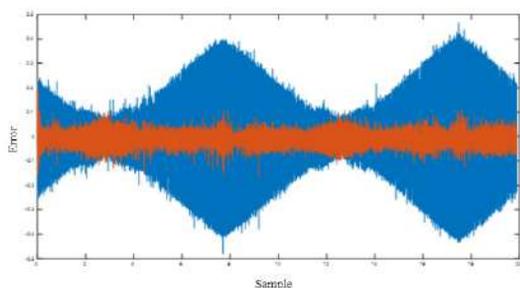
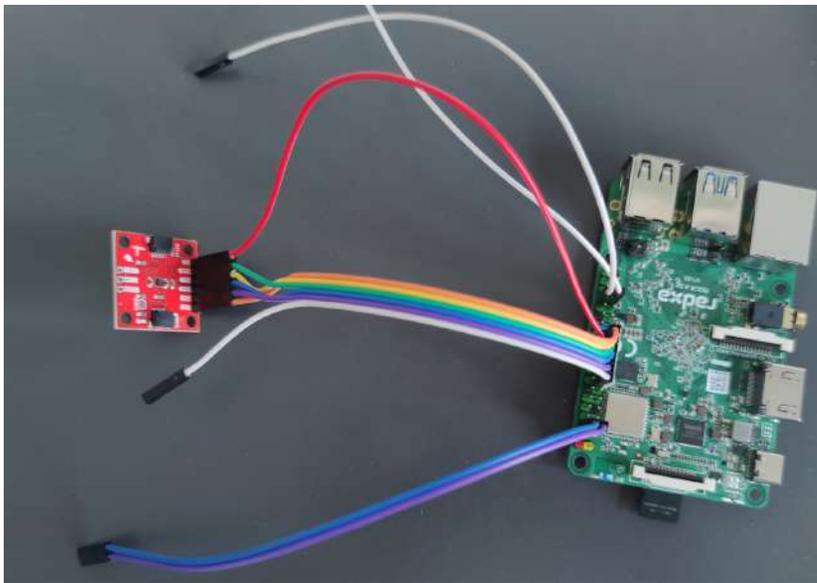
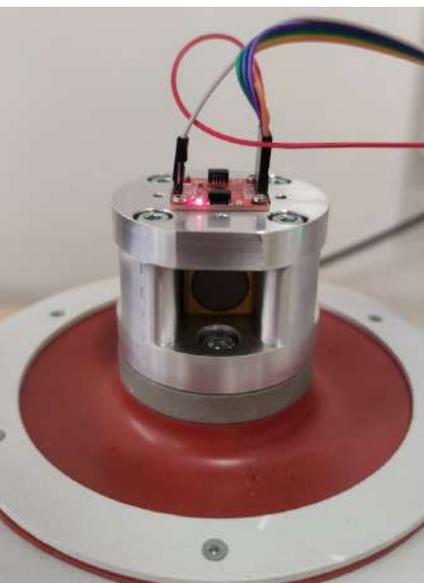
TECNICHE DATA-DRIVEN PER LA MODELLAZIONE DI SENSORI MEMS

Algoritmi avanzati per la caratterizzazione, modellazione, controllo e diagnostica di dispositivi MEMS

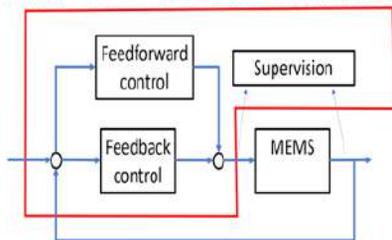
3
Technology Readiness Level



Metodologia generale,
semplice e consolidata



ADVANCED ALGORITHMS FOR MEMS CONTROL AND SUPERVISION



MODELLI ACCURATI PER MEMS AD ALTE PRESTAZIONI

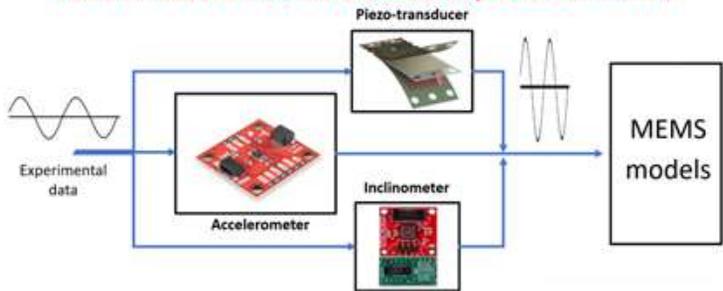
È noto che molti dispositivi MEMS e biomateriali sono caratterizzati da una risposta altamente non lineare ed incerta che ne limita le prestazioni nei contesti applicativi. Al fine di migliorare il comportamento dinamico, la precisione e ripetibilità di risposta, i consumi ed usura di questi componenti, si propone l'applicazione di tecniche di model identification e caratterizzazione delle incertezze operando nel dominio del tempo e frequenza per sensori MEMS quali accelerometri ed estensimetri.

Il servizio offerto consiste nello sviluppo di modelli matematici a partire da dati sperimentali per la caratterizzazione di dispositivi MEMS e, in modo più generale, di sistemi dinamici complessi di interesse industriale. Il servizio prevede poi l'impiego di tali modelli all'interno di procedure di elaborazione dei dati sensoriali progettate ad-hoc finalizzate al miglioramento delle risposte dei sensori MEMS (accelerometri, estensimetri, ecc.) ed allo sviluppo di applicazioni di diagnostica e supervisione dei sistemi industriali in tempo reale.



Tecnologie basate su intelligenza artificiale per la modellazione di sensori MEMS e di sistemi dinamici complessi di interesse industriale

'Advanced algorithms for modeling, control and diagnostics of MEMS devices and microdevices based on porous biomaterials'



L'avvento della tecnologia MEMS ha permesso la realizzazione di sensori economici, miniaturizzati pur mantenendo buone prestazioni. Di conseguenza i sistemi MEMS stanno emergendo molto rapidamente nel mercato, trovando applicazioni in svariati campi come l'elettronica di consumo, la biomedicina, l'industria automobilistica e aerospaziale. Tuttavia, le prestazioni di questi sistemi rimangono limitate, soprattutto nel caso di applicazioni che necessitano un'elevata accuratezza. Ciò è causato sia dalla fase produttiva del prodotto, sia dalla dipendenza dei materiali di cui sono costituiti dalla temperatura esterna.

I complessi fenomeni chimico-fisici che influenzano i dispositivi MEMS, dunque, richiedono modellazioni sofisticate e competenze specifiche. Le tecnologie data-driven permettono di mitigare questi inconvenienti in quanto ricostruiscono solo a partire dai dati in ingresso e uscita dei modelli in grado di replicare in modo corretto il funzionamento del sistema fondamentale per ottimizzarne il controllo. Questi modelli possono adattarsi ai cambiamenti nelle condizioni operative del sensore, migliorando la robustezza e l'affidabilità delle misurazioni.

L'intelligenza artificiale (IA) e in particolare le tecniche di deep learning hanno di fatto rivoluzionato il modo in cui i dati vengono analizzati ed elaborati per l'estrazione di pattern caratteristici. In generale, le reti neurali sono in grado di apprendere rappresentazioni complesse dei dati e possono essere utili per modellare la risposta dinamica di un sensore MEMS, identificando e correggendo errori dovuti a non linearità, saturazioni, variazioni di temperatura, o altre condizioni ambientali. Un ulteriore vantaggio delle tecniche di deep learning è la capacità di eseguire una stima dell'incertezza. Questo è particolarmente importante in applicazioni critiche dove è necessario conoscere non solo la misura, ma anche quanto possiamo fidarci di essa.

Per le motivazioni sopra citate, il servizio offerto propone lo sviluppo di applicazioni software semi-automatiche volte alla calibrazione delle risposte di sensori MEMS tenendo in considerazione le incertezze causate da variabili ambientali, come

la variazione di temperatura nel luogo di utilizzo. Si propongono quindi procedure di calibrazione del sensore in condizioni statiche direttamente sul luogo di lavoro, e procedure di calibrazione dinamiche attraverso soluzioni data-driven e modelli di machine-learning per la riduzione del rumore (denoising) e per la stima dell'incertezza (uncertainty quantification) delle misure. Il denoising dei dati è infatti essenziale per ridurre il rumore nelle acquisizioni di sensori MEMS, migliorandone significativamente la qualità.

Si propongono procedure di analisi dati sensoriali basate sull'impiego dell'IA (come Reti Neurali Convolutionali, Ricorrenti, Transformer, Encoder-Decoder) e tecniche di System Identification customizzate per applicazioni di rilevamento delle anomalie in tempo reale, sviluppo di sensori virtuali e modelli di predizione di dati industriali anche di grandi dimensioni. Il rilevamento delle anomalie ed il conseguente isolamento dei componenti o sottosistemi affetti da guasti sono funzionalità fondamentali dei sistemi di monitoraggio e di supervisione autonoma per le infrastrutture come ponti o edifici o macchine industriali.

In conclusione, le tecnologie basate su IA rappresentano un approccio potente e versatile per la modellazione e il miglioramento delle prestazioni dei sensori MEMS. Grazie a queste tecniche è possibile ottenere misurazioni più precise e affidabili, riducendo l'incertezza e migliorando l'efficacia complessiva dei sistemi MEMS in un'ampia gamma di applicazioni. L'adozione di algoritmi avanzati di machine learning non solo aumenta la precisione delle misurazioni, ma contribuisce anche a una gestione più efficiente e predittiva dei sensori, aprendo la strada a nuovi sviluppi e innovazioni nel campo dei microsistemi elettromeccanici.

CONTATTI

Riferente progetto: Mario Luca Fravolini
E-mail: mario.fravolini@unipg.it
Tel.: 075553683



TRACCIAMENTO DI FIRME AL GRAFENE MEDIANTE SISTEMA BASATO SULLA BLOCKCHAIN



Tracciamento di beni di valore in Blockchain con nanomateriali



Affidabilità



Sicurezza del tracciamento



Inclonabilità

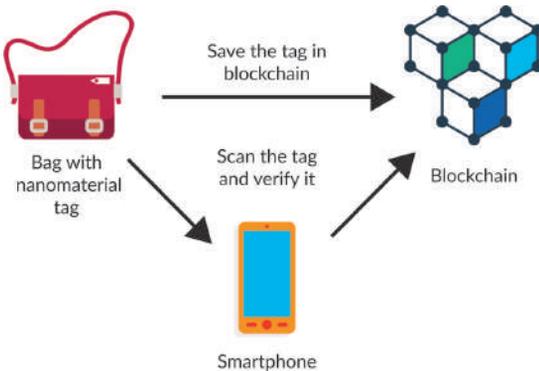


UNA NUOVA GENERAZIONE DI TRACCIAMENTO PER SUPPLY-CHAIN

Il nostro progetto innovativo mira a rivoluzionare il modo in cui l'autenticità degli oggetti viene garantita e verificata utilizzando un sistema basato su blockchain. Grazie all'uso di nanomateriali, vogliamo sviluppare una tecnologia unica in grado di creare firme digitali inimitabili applicate direttamente sulla superficie degli oggetti. Queste firme, grazie alle loro caratteristiche fisiche uniche, risultano impossibili da contraffare, assicurando così un livello di sicurezza avanzato.

Il cuore del nostro progetto è la realizzazione di un Proof of Concept (PoC) per una piattaforma blockchain avanzata. Questa piattaforma permetterà ai clienti di verificare in tempo reale l'autenticità delle firme digitali e di tracciare la storia completa dell'oggetto su cui la firma è apposta.

La blockchain, grazie alla sua natura decentralizzata e immutabile, garantisce che tutte le informazioni registrate siano sicure e non alterabili, fornendo una trasparenza totale lungo l'intero ciclo di vita del prodotto. Immaginiamo un mondo in cui ogni acquisto di valore, dai beni di lusso alle opere d'arte, possa essere verificato istantaneamente per la sua autenticità. La nostra soluzione non solo combatte la contraffazione, ma valorizza e protegge gli investimenti dei consumatori. Inoltre, il sistema di tracciamento offre una visione completa della provenienza e della storia dell'oggetto, aggiungendo un ulteriore livello di fiducia e sicurezza.



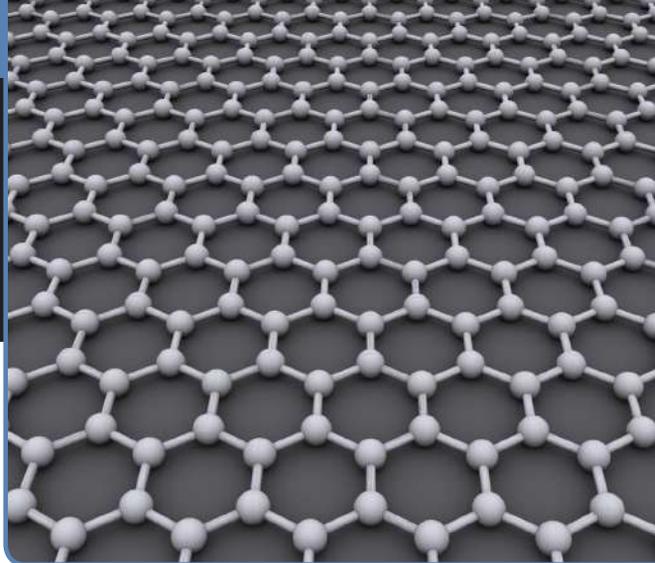
Autenticità e Tracciabilità più sicura: La Nuova Frontiera con Nanomateriali e Blockchain

Il commercio di prodotti contraffatti e piratati costituisce circa il 2-3% dell'intero commercio mondiale, per un valore di 4-500 miliardi di dollari. Nel 2019 le importazioni rilevate di merci contraffatte e piratate in Italia sono state pari a 8,7 miliardi di Euro. La attestazione dell'autenticità di un prodotto può passare attraverso una "firma" ottica/elettronica unica ed incorporata in una "etichetta" in grafene o altro nanomateriale, che viene inclusa all'interno di un prodotto, in modo da creare un gemello digitale (o "digital twin").

Nel panorama contemporaneo, la contraffazione rappresenta una sfida crescente che mina la fiducia dei consumatori e comporta perdite significative per le aziende. In questo contesto, il nostro progetto si propone come una soluzione rivoluzionaria, sfruttando le potenzialità delle tecnologie più avanzate per garantire l'autenticità degli oggetti e tracciarne la storia. La combinazione di nanomateriali all'avanguardia e una piattaforma blockchain avanzata offre una soluzione integrata per la protezione e la valorizzazione degli oggetti di valore.

Il cuore del nostro progetto è l'implementazione di firme digitali uniche, ottenute tramite l'applicazione di superfici di nanomateriali su vari oggetti. Queste firme, grazie alle loro proprietà fisiche e chimiche, risultano impossibili da replicare, fornendo una protezione senza precedenti contro la contraffazione. I nanomateriali utilizzati sono progettati per essere altamente resistenti e stabili, garantendo che la firma resti inalterata nel tempo. Ogni firma diventa un'impronta digitale unica dell'oggetto, molto difficile da duplicare.

Parallelamente, stiamo sviluppando un Proof of Concept (PoC) per una piattaforma blockchain che sfrutta la natura decentralizzata e immutabile di questa tecnologia. La blockchain permette di registrare ogni transazione e modifica associata all'oggetto, creando una storia completa e verificabile. Questo non solo garantisce l'autenticità della firma digitale, ma permette anche di tracciare l'intero ciclo di vita dell'oggetto, dalla produzione alla vendita, e oltre.



Immaginiamo un mondo in cui ogni acquisto, che si tratti di un bene di lusso, un'opera d'arte, o qualsiasi altro oggetto di valore, possa essere verificato in modo immediato e sicuro. La nostra tecnologia consente ai consumatori di scansionare l'oggetto con un dispositivo mobile e accedere a tutte le informazioni registrate nella blockchain. Questo processo di verifica è semplice, intuitivo e rapido, eliminando ogni dubbio sulla provenienza e l'autenticità dell'oggetto.

Inoltre, il sistema di tracciamento basato su blockchain offre vantaggi significativi per i produttori e i venditori. Ogni passaggio, dalla fabbricazione alla distribuzione, viene registrato in modo trasparente e sicuro, riducendo il rischio di frodi lungo la catena di approvvigionamento. I produttori possono dimostrare l'autenticità dei loro prodotti, aumentando la fiducia dei consumatori e proteggendo la reputazione del marchio. I venditori, dal canto loro, possono offrire un valore aggiunto ai loro clienti, garantendo che ogni acquisto sia un investimento sicuro e verificabile.

CONTATTI

Riferente progetto: **Francesco Santini**
E-mail: francesco.santini@unipg.it



CARATTERIZZAZIONE DI MATERIALI INNOVATIVI

stoichiometria sondata a diverse profondità, morfologia e funzionalizzazione



3 4
Technology Readiness Level

Proprietà
elettroniche

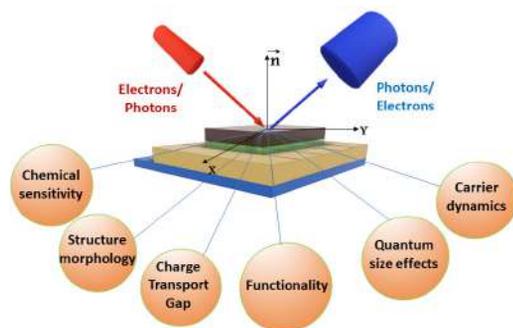
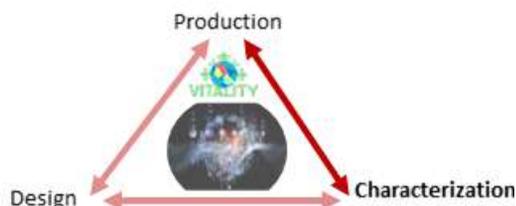
Stoichiometria
sondata a diverse
profondità



CONOSCIAMO IL NANO-MONDO!

La ridotta dimensionalità dei sistemi nanostrutturati avanzati, induce proprietà del tutto nuove che richiedono un'attenta analisi.

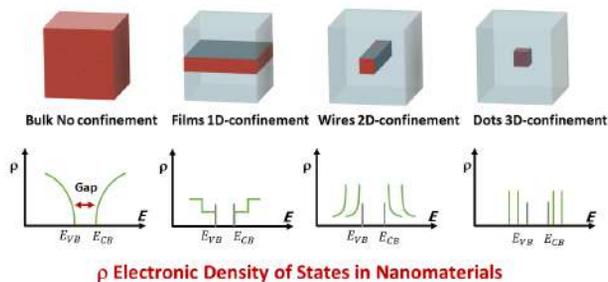
Il nostro servizio offre la caratterizzazione stato-dell'arte mediante spettroscopie elettroniche e di assorbimento di raggi X, utilizzando le facilities del CNR-IOM di Perugia e di Trieste in collaborazione con laboratori dell'Università di Perugia. Grazie tali risorse in campus e di luce di sincrotrone del CNR-IOM presso Elettra (Sincrotrone Trieste), i nostri servizi offrono una caratterizzazione avanzata dei sistemi. Le tecniche disponibili sono principalmente la fotoemissione ad alta risoluzione (UPS e XPS), la fotoemissione inversa (IPES), l'assorbimento di raggi X (XAS). Il progetto si avvale anche della collaborazione con altri laboratori, come ad esempio il microRaman, l'AFM, assicurando una comprensione dettagliata di nuovi sistemi nanostrutturati. Mediante lo studio della correlazione fra caratterizzazione avanzata e sistemi e dispositivi, l'approccio di multi-tecnica avanzata e complementare del nostro servizio fornisce un'informazione cruciale delle proprietà morfologiche e optoelettroniche dei materiali in studio permettendo di estendere l'applicabilità e raffinando l'avanzamento tecnologico e l'ottimizzazione dei prodotti del consorzio VITALITY.



POLO
NANO-MAT

Caratterizzazione di materiali avanzati mediante tecniche elettroniche di superficie

Quantum confinement in Nanomaterials



Il servizio opera nell'ambito dello spoke 9 e l'attività è focalizzata sulla caratterizzazione mediante spettroscopie di materiali innovativi, a disposizione dei progetti e delle richieste di imprese del progetto VITALITY. Il punto focale della nostra ricerca, la caratterizzazione avanzata, si colloca nella filiera della progettazione, produzione e ottimizzazione delle applicazioni di materiali avanzati nanostrutturati. I componenti del gruppo di questo servizio hanno esperienza decennale in tali ricerche, come ad esempio studi di dispositivi a base di grafene e altri materiali topologici 2D e suoi derivati (ossido di grafene e ossido di grafene ridotto), nanotubi di carbonio e nanoparticelle ottimizzate per applicazioni come sensori e catalisi, film di semiconduttori organici e interfacce organico-inorganico per applicazioni fotovoltaiche, materiali per dispositivi medici e in ambito spaziale, dispositivi per detector ad alte energie.

Il Laboratorio congiunto CNR-UniPG esistente, è messo a disposizione per la caratterizzazione fine dei nanomateriali innovativi con tecniche allo stato dell'arte di spettroscopia elettronica (spettroscopia Auger, varianti della tecnica di Fotoemissione UPS, XPS, CFSYS), spettroscopia di fotoemissione inversa (IPES), diffrazione di elettroni (LEED e RHEED), topografia mediante AFM. Impiegando sorgenti in campus e di radiazione di sincrotrone la fotoemissione ad alta risoluzione energetica, la spettroscopia ottica anche risolta in tempo e raggi X (XAS) saranno utilizzabili a seconda delle esigenze del progetto. La nostra esperienza di servizio agli utenti maturata in anni di attività su facilities in ambito nazionale e internazionale, sarà di supporto all'attività di servizio. La prima fase, cruciale dopo il contatto con il gruppo interessato, sarà la definizione del tipo di misure da effettuare e delle tempistiche possibili, includendo studi di fattibilità e di condizioni di misura, come ad esempio il tipo di tecniche da utilizzare, la preparazione eventuale di campioni specifici e altri aspetti tecnici rilevanti.

Sulla base delle richieste verranno in seguito messi a disposizione dai richiedenti e misurati i sistemi di interesse per fornire le seguenti informazioni, in funzione delle questioni da risolvere:

- Morfologia dei nanomateriali, incluse proprietà di superficie o interfaccia.
- Composizione e stechiometria del materiale, eventualmente sondando diverse profondità nel campione.
- Stati di ossidazione degli elementi atomici in gioco.
- Omogeneità morfologica dei campioni.
- Proprietà elettroniche (stati elettronici occupati misurando la banda di valenza, -stati elettronici vuoti, misurando la banda di conduzione).
- Funzione lavoro dei campioni.
- Misura della gap di trasporto ed eventualmente della gap ottica.
- Stati di difetto nella gap.
- Dispersione delle bande di energia degli stati elettronici occupati e non occupati.
- Strutture elettroniche di confinamento quantico dovute alla riduzione di dimensionalità.

In casi specifici studi di Dinamica tramite tecniche di pump-probe, esempi: surface-photo-voltage, dinamiche dei portatori e così via. In caso i sistemi vadano modificati (ad esempio trattamenti termici, esposizione a gas specifici e così via) dopo una prima misura, verranno concordati i protocolli di preparazione e ripetute le caratterizzazioni. Se fosse necessario, sarà anche messa a disposizione la possibilità di consulenza per richiedere tempo macchina applicando mediante proposte di utilizzo di sorgenti di luce di sincrotrone e sorgenti pulsate (Free Electron Lasers) nazionali ed internazionali, aiutando eventualmente il richiedente in tutte le fasi del processo, dalla sottomissione della proposta, all'acquisizione delle misure e l'analisi dei dati ottenuti.

Infine è possibile richiedere collaborazione o assistenza per la progettazione e prototipizzazione di strumentazione avanzata, dedicata di necessità particolari.

CONTATTI

Riferente progetto:
Giovanni Carloti e Maddalena Pedio
E-mail: pedio@iom.cnr.it



RUOLO DI UN MONOSTRATO DI FOSFORO NELL'ATTENUAZIONE DELL'INTERAZIONE ORGANICO-INORGANICO



PRODOTTO

Protezione per le molecole organiche



Durevole



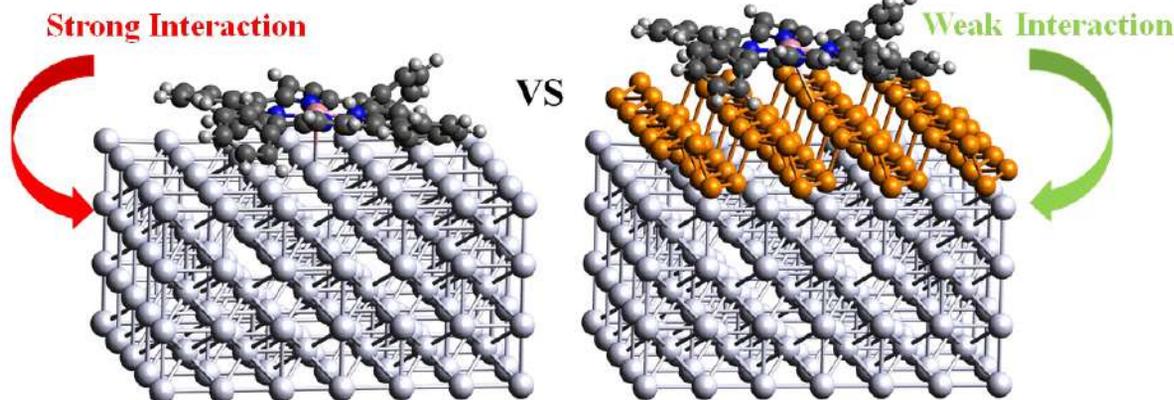
Scalabile



Non invasivo



Resistente alte temperature



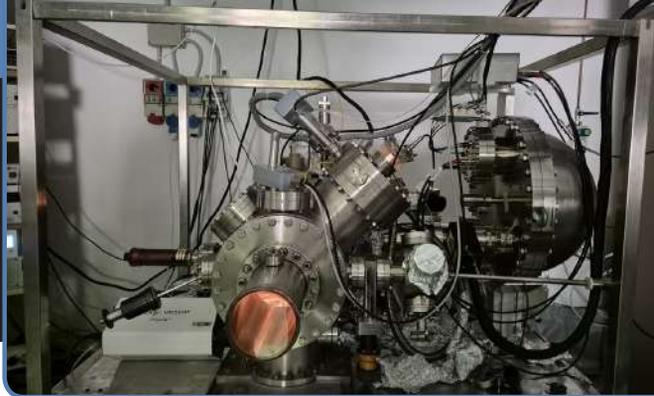
PROTEGGIAMO I FILM MOLECOLARI!

Il prodotto consiste in un monostrato di fosforo come protezione di film di molecole organiche. In tale ambito si vuole andare a studiare film ultrasottili (spessore di un monostrato) costituiti da molecole organiche cresciute su superfici metalliche. Tale superfici possono interagire fortemente con i film depositati e, mediante la fraposizione di uno strato intermedio di fosforo, si vuole attenuare l'interazione molecola-substrato a livello atomico e molecolare. Utilizzando tecniche avanzate di spettroscopia elettronica, di microscopia e di calcolo possiamo avere una visione completa delle proprietà strutturali, morfologiche ed elettroniche delle interfacce substrato-molecola, substrato-fosforo e substrato-fosforo-molecola. Comprendere tale interazione è fondamentale per applicazioni innovative nei dispositivi sviluppati nel campo della optoelettronica e del fotovoltaico dove film organici, di spessore sub-nanometrico, formano eterogiunzioni con metalli. Questi sistemi hanno anche un grande potenziale in diverse applicazioni nei settori dell'energia, della spintronica, dell'elettronica molecolare, della catalisi eterogenea e della medicina.

ELETRONICA | ENERGIA | INDUSTRIA CHIMICA | SANITÀ



Rivestimento di fosforo per conservare le proprietà di film molecolari



I film di molecole organiche sono ottimi candidati per numerose applicazioni innovative nel campo dell'energia, della spintronica, dell'elettronica molecolare, del quantum computing, della medicina, della catalisi eterogenea (produzione di idrogeno verde, rimozione di CO_2 , etc.). Fra le varie classi di molecole organiche, ultimamente si sono molto studiate i tetrapirroli (porfirine, ftalocianine,...), in quanto facilmente reperibili in commercio a basso costo e con la possibilità di essere facilmente funzionalizzate per i diversi scopi applicativi.

Le porfirine tetrafeniliche metalliche (MTPP) sono un'interessante classe di molecole organiche caratterizzate da una struttura planare ad anello con una cavità (anello tetrapirrolico) circondata da quattro gruppi fenilici liberi di inclinarsi rispetto al piano molecolare. Al centro della cavità vi è uno ione metallico, che conferisce alle molecole caratteristiche fisico-chimiche uniche, ampiamente sfruttate in natura in processi catalitici e biologici come ad esempio la clorofilla che si basa proprio su una porfirina con al centro un atomo di Mg per la sintesi clorofilliana e, anche nel sangue, abbiamo il gruppo eme con una porfirina con al centro un atomo di Fe che si occupa del trasporto e scambio di O_2 e CO_2 . Le MTPP possono essere sublimare in un ambiente di ultra-alto vuoto (UHV) per mezzo di crogioli a effusione (celle di Knudsen) e i film organici sottili e ultrasottili (pochi monolayer fino a submonolayer) che ne derivano, sono caratterizzati da un'elevata purezza chimica e qualità strutturale che sono obbligatorie per la realizzazione di dispositivi che sfruttano le molecole di TPP. A causa della sua struttura aperta, l'anello del tetrapirrolo può essere fortemente perturbato dall'ambiente (gas, superficie,...) e questa perturbazione ha un effetto diretto sulle proprietà elettroniche e di trasporto della molecola.

Pertanto, un importante sforzo nella ricerca è rivolto alla protezione dell'anello quando le porfirine giacciono su un substrato, come nei film ultrasottili facendo attenzione, in queste condizioni, a minimizzare l'interazione molecola-substrato.

Per substrati metallici, una strategia per preservare le proprietà molecolari, è la passivazione della superficie, utilizzando film di ossidi metallici di vario spessore, oppure intercalare grafene o nitruro di boro esagonale come strato poco interagente con la molecola. Tuttavia, un materiale termicamente stabile, adatto al disaccoppiamento e adattabile alla crescita sui più comuni substrati metallici è ancora assente. A tale scopo, il fosforo può svolgere un ruolo importante, in quanto forma un'ampia gamma di strutture bidimensionali stabili su diverse superfici metalliche, come Cu, Pt, Au, etc. In tale contesto, risulta fondamentale lo studio sistematico della struttura, morfologia e proprietà elettroniche di film monostrato di fosforo che operino come rivestimento su diversi substrati metallici. Il P presenta il grande vantaggio di crescere con diverse strutture ordinate sui vari metalli, ed è quindi in grado di pilotare a sua volta una crescita ordinata del film di molecole organiche. I sistemi ordinati P/metallo che risultano particolarmente interessanti e promettenti diventano substrati per la deposizione ordinata di film ultrasottili (spessore massimo di pochi monostrati) di MTPP e studiati unendo i risultati del calcolo delle proprietà strutturali ed elettroniche mediante Density Functional Theory (DFT) con le misure ottenute mediante tecniche sperimentali tra loro complementari, quali la spettroscopia di fotoemissione di raggi X, la spettroscopia Auger, la spettroscopia inversa, la spettroscopia di fotoemissione a due fotoni, la diffrazione di elettroni a bassa energia e la microscopia a forza atomica. La combinazione dei risultati fornisce una completa caratterizzazione dei vari sistemi, con una particolare attenzione alle interfacce substrato-molecola, substrato-fosforo e substrato-fosforo-molecola.

CONTATTI

Riferente progetto: **Alberto Verdini**

E-mail: verdini@iom.cnr.it

Tel.: 0755852729



METODI NUMERICI PER LA PROGETTAZIONE DI NANODISPOSITIVI MAGNETICI PER MEMORIE AD ALTA DENSITÀ O TECNOLOGIA DELL'INFORMAZIONE E COMUNICAZIONE

CARATTERIZZAZIONE E MODELLI NUMERICI

Technology Readiness Level

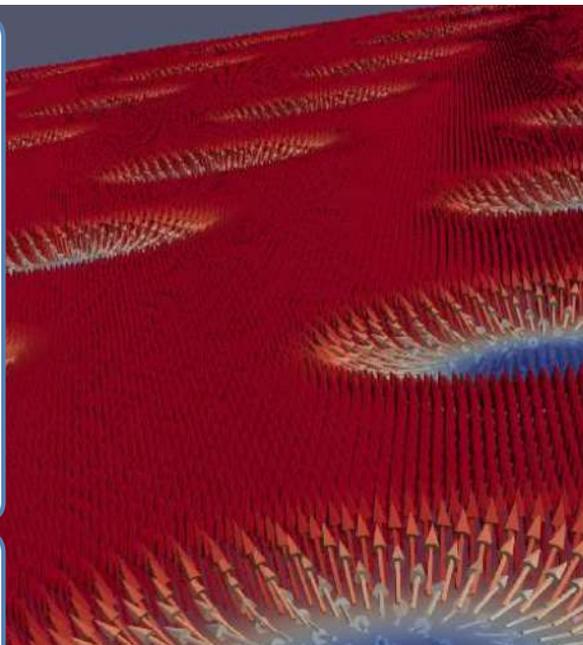
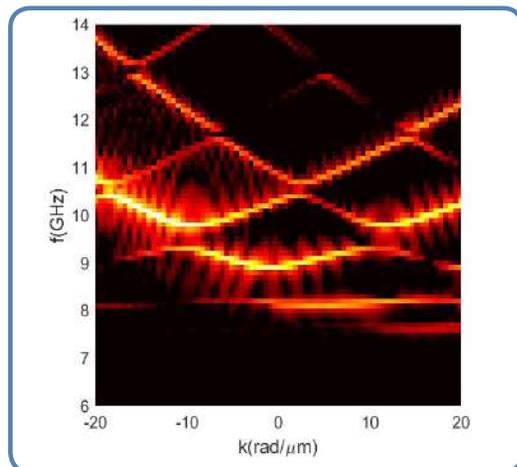
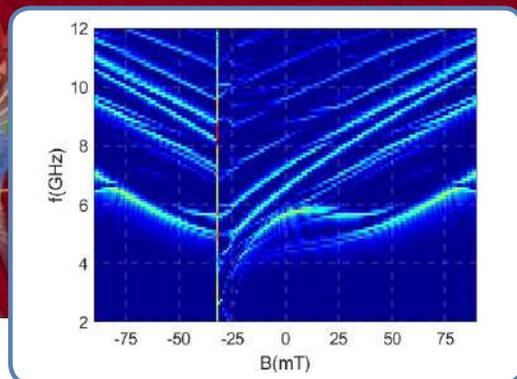
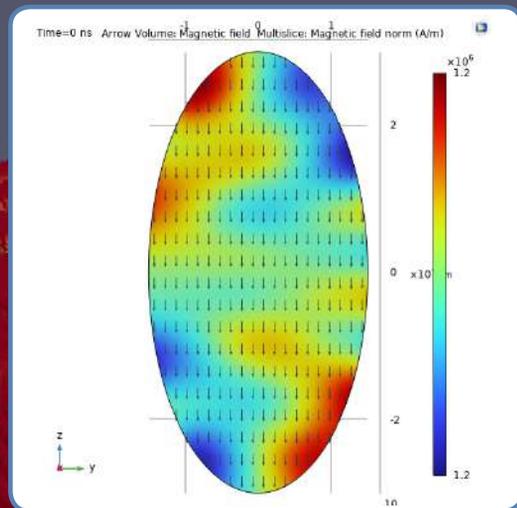
Componenti elettronici

Alta densità

Sintonizzabilità



SERVIZIO



COMPONENTI ELETTRONICI, SINTONIZZABILITÀ, ALTA DENSITÀ

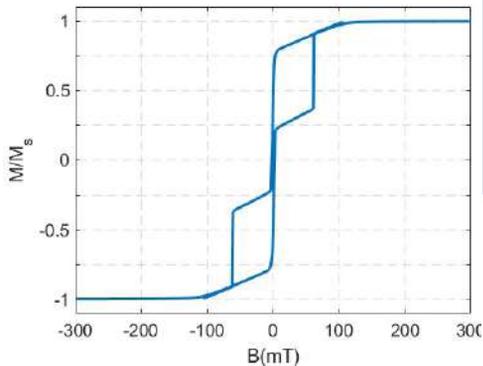
L'evoluzione tecnologica ha consentito la creazione di calcolatori sempre più potenti, sia in termini di velocità di elaborazione che di capacità di gestione di un numero sempre crescente di operazioni. Questo progresso ha stimolato lo sviluppo di software di calcolo numerico che possono risolvere modelli fisici sempre più complessi e realistici. Inoltre, con l'avanzamento delle schede grafiche, sono emersi nuovi algoritmi di risoluzione numerica che sfruttano appieno le elevate prestazioni del calcolo parallelo offerto dalle Unità di Elaborazione Grafica (GPU). Tali servizi si avvalgono di metodi numerici come le differenze finite e gli elementi finiti e si rende così possibile realizzare e caratterizzare un dispositivo magnetico "virtuale" che permette di prevedere in modo affidabile il funzionamento di nano e micro-dispositivi elettronici e magnetici che potranno poi essere realizzati realmente.

ELETRONICA | INFORMATION AND COMMUNICATION TECHNOLOGY



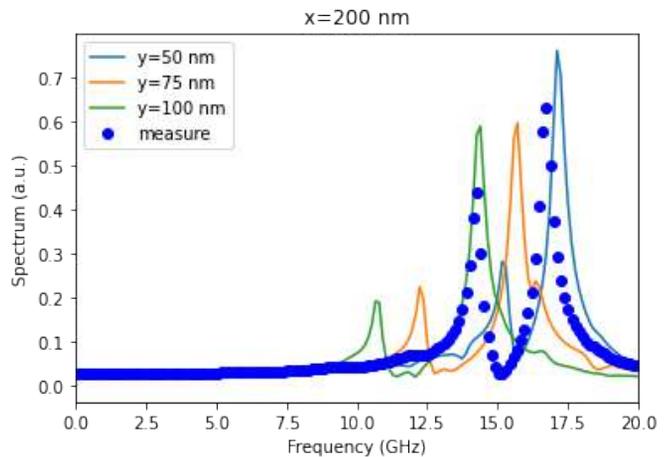
POLO
NANOMAT

Pacchetti software per la caratterizzazione di nano e micro dispositivi elettronici e magnetici, secondo l'approccio micromagnetico



MUMAX3 è un software open-source progettato per le simulazioni micromagnetiche, che, al pari dei pacchetti software più recenti, sfrutta il potenziale delle schede grafiche. Questo strumento impiega il metodo delle differenze finite per analizzare l'evoluzione temporale nel nanosecondo della magnetizzazione in materiali magnetici a scale micrometriche. La sua caratteristica distintiva risiede nell'essere un software numerico particolarmente efficiente nel calcolo dei campi magnetici interni ai dispositivi. Grazie al calcolo in parallelo sui numerosi processori contenuti in schede grafiche avanzate, Mumax3 riduce significativamente il tempo di elaborazione, permettendo di eseguire un elevato numero di operazioni su un vasto numero di celle che rappresentano la regione di materiale magnetico all'interno del dispositivo.

Per l'analisi numerica dell'enorme mole di dati generati da MUMAX3, il linguaggio di programmazione Python risulta particolarmente efficace e versatile. La sua estesa documentazione e la ricchezza di librerie permettono di trovare soluzioni ottimizzate per affrontare le sfide poste dall'analisi dei grandi dati. Integrare Python con il software di simulazione numerica Mumax3 consente di realizzare simulazioni e analisi più precise, fondamentali per la caratterizzazione dei materiali magnetici utilizzati nei dispositivi oggetto di studio. Un altro strumento utile nel post-processing dei dati è il linguaggio di programmazione MATLAB, che consente di estrarre in modo veloce ed efficiente informazioni fisiche cruciali del dispositivo in esame, come la sua risposta in frequenza e la relazione di dispersione dei segnali che vi si propagano e trasferiscono.



Gli algoritmi di trasformata di Fourier (FFT) implementati all'interno di MATLAB permettono di condurre un'analisi dei segnali estremamente accurata e specifica, essenziale per identificare la gamma di frequenze di funzionamento del dispositivo analizzato.

Le simulazioni micromagnetiche possono essere interfacciate anche con le potenzialità del pacchetto commerciale COMSOL Multiphysics, un software di simulazione basato sul metodo degli elementi finiti (MEF), che permette un'accurata risoluzione di equazioni differenziali parziali descriventi fenomeni fisici complessi. Questo approccio consente di modellizzare con precisione l'interazione tra diversi domini fisici, come quelli elettrici, magnetici e meccanici, supportando lo sviluppo e l'ottimizzazione di tecnologie avanzate nei settori dell'elettronica, delle telecomunicazioni e dei microsistemi. L'utilizzo dei moduli AC/DC e RF (radio-frequency) permette di ottenere una dettagliata rappresentazione numerica dei campi elettrici e magnetici in contesti dove tali campi sono fondamentali per il funzionamento dei dispositivi.

Il pacchetto MEMS (Micro-Electro-Mechanical Systems) è dedicato all'analisi di dispositivi miniaturizzati che integrano componenti elettronici e meccanici su scala microscopica. COMSOL supporta la modellizzazione multi-fisica, permettendo di simulare interazioni tra fenomeni elettrici, magnetici, meccanici e altri, fornendo strumenti flessibili per la progettazione e l'ottimizzazione di dispositivi avanzati.

CONTATTI

Riferente progetto: **Raffaele Silvani**

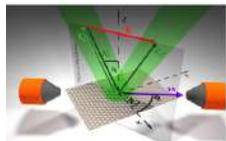
E-mail: raffaele.silvani@unipg.it

Tel.: 3270556811



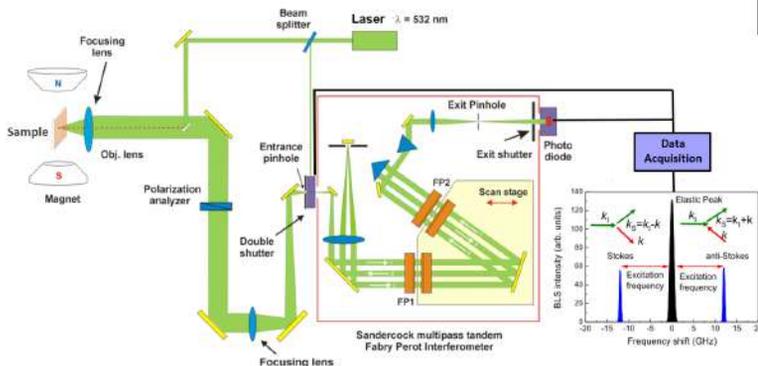
CARATTERIZZAZIONE DI FILM SOTTILI E MULTISTRATI MAGNETICI

CICLI DI ISTERESI E DINAMICA DELLA MAGNETIZZAZIONE OTTENUTI DALL'ANALISI CON LA LUCE LASER



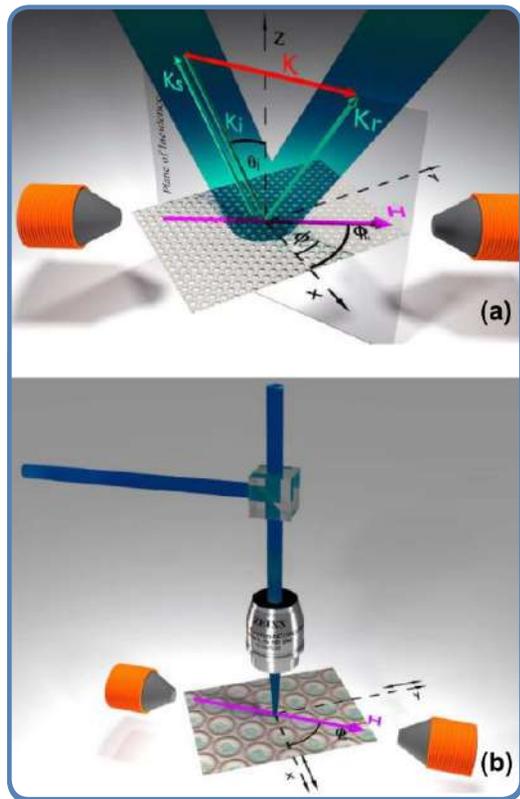
Wavevector-resolved BLS setup

- High contrast: up to 10^{10}
- High spectral resolution: down to 50 MHz
- Accessible frequency range: from 1 - 500 GHz
- Laser spot diameter: about 30-40 μm
- Wave vector range: $0 - 2.3 \cdot 10^5 \text{ cm}^{-1}$



Experimental parameters

- Incidence angle of light
- Intensity of the external magnetic field
- In-plane direction of the applied field

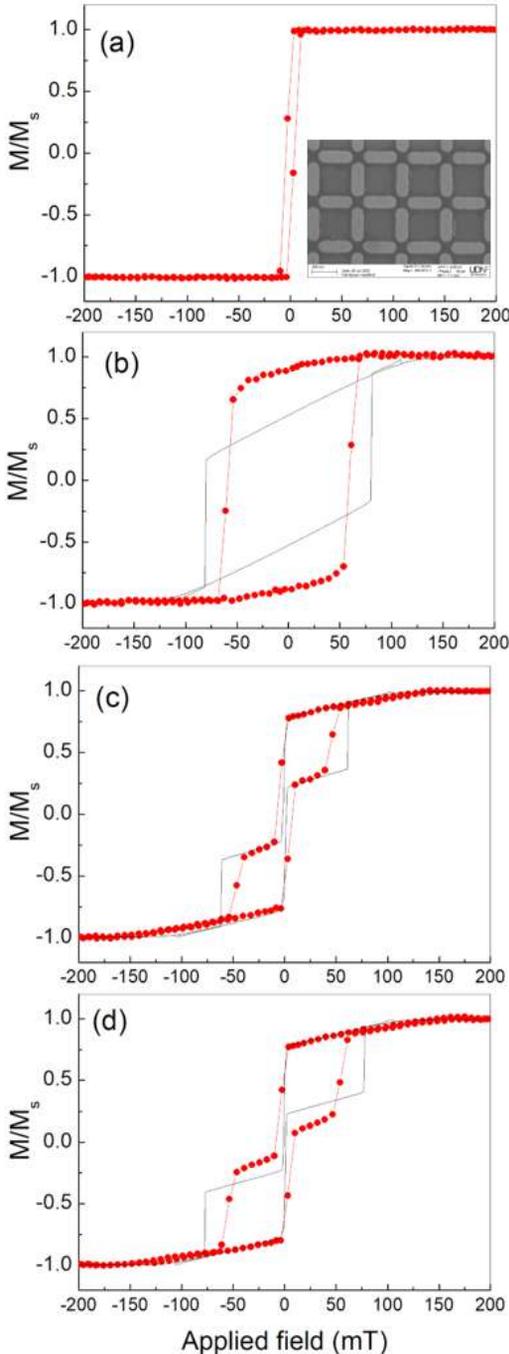
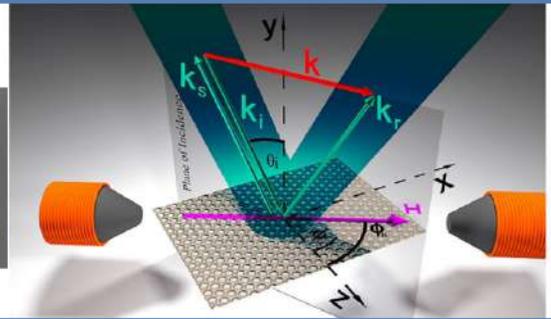
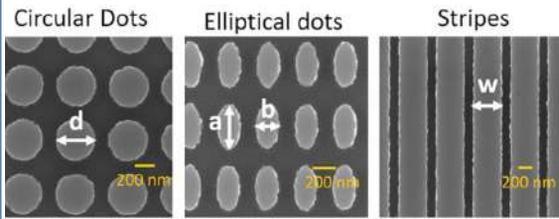


ANALISI DELLA VARIAZIONE DELLA POLARIZZAZIONE E DELLA FREQUENZA DELLA LUCE LASER

Utilizzando la luce di un laser polarizzato e monocromatico, è possibile ottenere informazioni sulle proprietà magnetiche di film, multistrati o campioni nanostrutturati che vengono utilizzati nei dispositivi elettronici, come memorie magnetiche e dispositivi per information and communication technology.

ELETTRONICA | INFORMATION AND COMMUNICATION TECHNOLOGY





L'interesse verso il magnetismo di superficie è stato stimolato dalla scoperta di effetti straordinari e inaspettati, come la magnetoresistenza gigante, che hanno portato ad applicazioni crescenti di film, multistrati e nanostrutture magnetiche nella realizzazione di dispositivi elettronici e spintronici. Tra le tecniche che hanno recentemente dimostrato di poter fornire informazioni riguardo alle tematiche sopra descritte vi è la spettroscopia di luce Brillouin di superficie (SBS).

Questa si basa sul processo di diffusione anelastica (inelastic scattering) della luce da parte delle onde di spin di superficie presenti nel mezzo in esame per attivazione termica. Tali eccitazioni collettive, infatti, possono accoppiarsi con la luce incidente dando luogo a luce diffusa con frequenza diversa da quella incidente. Si è mostrato come una analisi quantitativa degli spettri Brillouin permetta di ottenere informazioni dirette sulla direzione di equilibrio della magnetizzazione, sulle anisotropie magnetiche, sull'accoppiamento di scambio e dipolare tra strati magnetici, sull'ordine chirale e su altre importanti caratteristiche dei campioni magnetici nanostrutturati.

Una seconda tecnica di indagine sperimentale che si è affermata nell'ultimo decennio è quella basata sull'effetto Kerr Magneto-Ottico di superficie (SMOKE), che permette di misurare i cicli di isteresi di film ultrasottili, fornendo informazioni complementari a quelle ottenibili mediante la Spettroscopia Brillouin. L'effetto Kerr si basa sull'analisi della variazione della polarizzazione della luce (anziché della frequenza come nella spettroscopia Brillouin), dopo che essa ha interagito con il campione in esame.

Entrambe queste tecniche sono assolutamente non distruttive e necessitano di un campione di dimensioni anche molto piccole (inferiori a un millimetro), purché la superficie sia di qualità ottica con ridotta rugosità superficiale.

CONTATTI

Riferente progetto: Marco Madami
E-mail: marco.madami@unipg.it.





Ecosistema di Innovazione, Digitalizzazione e Sostenibilità per l'economia diffusa nel centro Italia

vitality.unipg.it

