

AREA STRATEGICA: CHIMICA E TECNOLOGIE DEI MATERIALI

a. Finalità e Obiettivi

Più di un quinto del PIL europeo è legato allo sviluppo ed alla commercializzazione di materiali, componenti, tecnologie e processi. Partendo da questo dato, la ricerca nell'ambito dei materiali avanzati, tecnologia abilitante secondo la strategia UE 2012, intende realizzare nuovi e più economici sostituti per i materiali esistenti e svilupparne di nuovi per prodotti e servizi ad elevato valore aggiunto in settori quali salute, aerospazio, trasporti, energia. In questa ottica sono fondamentali i contributi attesi dalle tecnologie e biotecnologie avanzate, che impatteranno su tematiche di rilievo quali energia e clima, contribuendo anche a mantenere alto il livello di innovazione nel campo della salute e della medicina, dell'efficienza delle risorse e della Circular Economy. Gli obiettivi, perseguiti sia con approcci sperimentali che computazionali, includono polimeri e biopolimeri, materiali ceramici e compositi, sistemi bio-mimetici e nanomateriali inorganici (metallici, magnetici e semiconduttori, nanostrutture organiche, ibride e bioconiugate, sistemi a base di grafene e materiali 2D, materiali multifasici, interfacce bio-organiche e architetture (auto)organizzate e materiali collegati alla living soft matter).

b. Contenuto Tecnico Scientifico

Le attività nell'area della chimica dei materiali nel prossimo triennio verranno focalizzate su molteplici aspetti, che comprendono la sintesi e preparazione, gli studi sui meccanismi di preparazione dei materiali, l'indagine strutturale, l'elucidazione delle relazione struttura-funzione, la comprensione delle caratteristiche chimico fisiche dei materiali ottenuti, la messa a punto di tecnologie innovative di processo, fino allo scale up dei materiali ed alla loro efficace integrazione in sistemi e dispositivi funzionali.

Grande utilità avranno gli strumenti modellistici e computazionali in grado di predire e interpretare processi e proprietà. Le attività di screening computazionale ad alto throughput sono riconosciute a livello internazionale come strumento fondamentale di supporto alla creazione di materiali con specifiche proprietà, e così richiamati nelle nuove call H2020 NMBP dedicate ai materiali. Tali tecniche, permettendo la rapida selezione combinatoriale di nuovi materiali ottenuti attraverso elaborate tecniche di analisi (algoritmi genetici accoppiati a metodi ab initio), indirizzano la sintesi verso i candidati più promettenti di una data classe con precisi requisiti. A valle il modelling fornisce utili informazioni interpretative consentendo una visione elettronica ed atomistica di nano-materiali ed interfacce fondamentali nella realizzazione di dispositivi (collaborazioni DSCTM/aziende leader mondiali). Consolidate e state-of-the-art sono le attività nell'ambito dello sviluppo ed applicazione di metodologie di indagine di materiali, quali ad esempio gli studi mediante spettroscopie avanzate.

Metodologie chimiche per lo sviluppo di materiali contribuiranno all'area Chimica e Materiali per la salute e la scienza della vita (biomateriali per membrane bioartificiali, anche per organ e tissue engineering, polimeri, nanomateriali (organici, inorganici e bioconiugati) per diagnostica, drug delivery, teranostica, bioceramici e composti bioibridi per la medicina rigenerativa. Di rilievo anche gli studi su materiali per nutraceutica e quelli su (nano)compositi funzionali per imballaggio e rivestimenti barriera. Le attività di sviluppo di nuovi materiali saranno affiancate da studi sul loro

impatto sull'ambiente e sull'uomo, con valutazioni di biocompatibilità, tossicità e sicurezza (anche nanosafety).

La chimica e la tecnologia dei materiali contribuiranno all'area della Chimica per l'Energia, con lo sviluppo di materiali per il fotovoltaico ibrido e organico e per il lighting ad alta efficienza, con la realizzazione di materiali e componenti sempre più performanti, quali materiali e coating per elettrodi (nanomateriali, materiali 2D), con la progettazione, la sintesi, o l'estrazione, nel caso di molecole di origine naturale, e l'integrazione di materiali organici e inorganici, tra cui perovskiti ibride, polimeri conduttori, semiconduttori e fosfori organici. Verranno inoltre sviluppati materiali attivi in batterie e supercondensatori e nell'accumulo termico (PCM, nanofluidi) nonché per heating and cooling. Per la conversione selettiva di risorse rinnovabili saranno studiati catalizzatori innovativi e materiali fotoattivi per celle a combustibile, per la riduzione della CO₂, per lo splitting dell'acqua, per concentratori solari luminescenti, per l'efficientamento energetico e per la separazione o degradazione a bassa ed alta temperatura di effluenti gassosi. Verranno sviluppati e ingegnerizzati materiali, processi manifatturieri e sistemi per applicazioni in ambito di organic large area electronics (prototipi di sistemi optoelettronici e sensoristici avanzati per il lighting avanzato e per applicazioni in elettronica flessibile e wearable).

Verso la sostenibilità ambientale è orientata la realizzazione di materiali funzionali per il monitoraggio e la bonifica ambientale, quali materiali, anche nanostrutturati, (foto)catalitici per la degradazione di inquinanti e contaminanti in acque e atmosfera, e polimeri porosi e strutture inorganiche per membrane per il trattamento delle acque comprendente anche la desalinizzazione delle acque marine.

La progettazione e sintesi di catalizzatori omogenei ed eterogenei, anche nanostrutturati, per sintesi verdi di materiali e composti con metodologie sostenibili, e la messa a punto di tecnologie innovative di processo di materiali polimerici e compositi, polimeri biodegradabili, bioplastiche e bioadditivi anche da fonti rinnovabili, contribuiranno strategicamente alle attività dell'area Chimica verde.

Le eccellenti facility del DSCTM, accompagnate da know-how nella analisi avanzata di materiali, sono coinvolte nella nascente infrastruttura di ricerca diffusa nel settore beni culturali, che si gioverà significativamente delle ricerche condotte su materiali avanzati, sia quali componenti attivi in sistemi e dispositivi per il monitoraggio e la diagnostica di opere d'arte e monumenti, ma anche per la protezione e conservazione dei beni storico-artistici. Materiali funzionali, geopolimeri, polimeri ibridi, compositi e materiali nanostrutturati per protezione, consolidamento e self-cleaning di strutture di interesse archeologico ed artistico, rivestiranno un grande potenziale nel campo dei beni culturali. I nuovi materiali saranno integrati in sistemi e dispositivi di interesse per la spintronica e le tecnologie quantistiche.