



UNIONE EUROPEA  
Fondo Sociale Europeo  
Fondo Europeo di Sviluppo Regionale



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PALERMO

DIPARTIMENTO DI FISICA E CHIMICA

Id. proposta – linea di attività: AIM1809078 – 1

Area: Cultural Heritage

Mesi all'estero: 12

S.C. 03/A2 “Modelli e Metodologie per le Scienze chimiche”

S.S.D. CHIM/12 “Chimica dell'ambiente e dei Beni culturali”

## Attività N. 1

### 6. Descrizione delle attività previste

Partendo dalle competenze sviluppate in questi ultimi anni su nanomateriali intelligenti, capaci cioè di rispondere a stimoli esterni espletando specifiche funzioni, le attività di ricerca di questa domanda prevedono di sviluppare nanocompositi intelligenti multifunzionali per BBCC a base di legno, carta e lapidei.

Per fare ciò si pensa di partire da matrici compatibili con questi sistemi e combinarle con nanoparticelle che possono conferire loro simultaneamente un certo numero di proprietà necessarie al raggiungimento di condizioni ottimali per la conservazione e il restauro.

A tale riguardo, il DiFC ha la necessità di reclutare ai sensi del art. 1, comma 2, punto a) dell'Avviso due RTDA nei settori scientifico disciplinari (SSD) Chim/12 (SC 03/A2) e Fis/07 (SC 02/B1).

Le attività di cui sopra sono infatti di competenza di questi SSD con riferimento rispettivamente alla conservazione/restauro e alla diagnostica dei BBCC.

Appare inoltre strategicamente rilevante richiedere RTDA in linea 1 al fine di potenziare tramite la mobilità le competenze dei giovani Ricercatori in centri esteri specializzati.

In particolare, le attività da svolgere presso il DiFC dal Ricercatore del **SSD CHIM/12** riguardano:

1) Sviluppo di nanocompositi multifunzionali intelligenti per manufatti e opere in legno o carta. Si utilizzeranno matrici compatibili e/o affini con manufatti cellulose (legno/carta) e cioè costituite da polimeri naturali quali idrossi-etil-cellulosa, chitosano e guar oppure sistemi sintetici quali polisilossani. Per realizzare i nanocompositi queste matrici saranno additivate con sistemi che possono conferire loro differenti proprietà (es. auto-pulenti, battericide e/o fungicide, antiacide, superidrofobicità, superoleofobicità). Si ha l'ambizioso obiettivo di realizzare nanocompositi con il maggior numero di funzioni possibili.

A questo scopo, si prevede di realizzare sistemi a più componenti additivando la matrice con combinazioni differenti di nanoparticelle e/o sistemi molecolari già utilizzati in letteratura (SiO<sub>2</sub>, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, SnO<sub>2</sub>, ZnO, TiO<sub>2</sub>, Ag, nanocalci), ma anche nuove nanoparticelle di poliossametallati, titania di nuova generazione (vari rapporti di rutilo, anatasio, brookite) per estendere alla luce visibile il range di attivazione per le proprietà autopulenti o macromolecole antibatteriche come il chitosano. Sarà valutato l'impiego di nanoparticelle cave come sistemi di trasporto di molecole attive (antibatterici/antiacidi) per una protezione a lungo termine.

2) Sviluppo di nanocompositi multifunzionali intelligenti per manufatti e opere lapidee. Si seguirà un approccio simile a quello sopra riportato ma utilizzando matrici affini costituite da sistemi di silossani (TEOS, PDMS) che si additeranno con nanostrutture di carbonio (nanotubi, fullereni, nanocorni, grafene), di poliossametallati, di ossidi metallici derivatizzati ecc. per conferire contemporaneamente buone proprietà reologiche, antibatteriche e piezoelettriche. Le proprietà piezoelettriche possono essere in principio sfruttate per monitorare piccole deformazioni, principalmente in componenti architettonici e quindi fornire possibili soluzioni alle problematiche sempre più attenzionate di rischio sismico.

Durante il periodo all'estero ([...] mesi previsti) il **Ricercatore CHIM/12** dovrà acquisire competenze, necessarie e non presenti al DiFC, per conferire ai nanocompositi proprietà superidrofobiche e/o superoleofobiche.



UNIONE EUROPEA  
Fondo Sociale Europeo  
Fondo Europeo di Sviluppo Regionale



## UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PALERMO

Si prevede quindi che il Ricercatore possa svolgere il periodo all'estero presso laboratori altamente qualificati come quelli del Institute for Bionano Science and Technology dell'Università di Harvard dove sono in corso importanti programmi di ricerca su superfici e materiali superidrofobici composti da miscele che ancorano liquidi lubrificanti all'interno di matrici solide. Per utilizzare questo approccio nel campo dei BBCC sarà necessario ingegnerizzare materiali porosi che includono i lubrificanti con nanostrutture di dimensioni inferiori al limite di diffrazione della luce (circa 100 nm) per ovviare a fenomeni di scattering che limiterebbero la trasparenza modificando quindi l'aspetto del BBCC.

L'attività del **ricercatore Fis/07** avverrà in sinergia con quella del **ricercatore CHIM/12** in modo da valutare lo sviluppo dei nanosistemi per modularne le proprietà al fine di ottimizzarne le proprietà e selezionare i più efficaci.

In particolare, si prevede un approccio integrato di Tecniche tradizionali e innovative che verranno applicate in maniera non invasiva sia per i nuovi nano-materiali (dimensioni, morfologia e proprietà fisico-chimiche, fungicide e battericide) sia per i loro effetti sulla conservazione e il restauro di manufatti di interesse.

Tecniche come l'XRF e le spettroscopie ottiche (UV-Vis e IR) verranno utilizzate per la valutazione della composizione delle opere, del livello di idratazione e dell'eventuale presenza di funghi e batteri, la rilassometria NMR per determinazione delle dimensioni dei pori presenti e la spettroscopia EPR per caratterizzare le specie e le concentrazioni dei centri paramagnetici (ad esempio radicali liberi).

Su manufatti/provini verranno sviluppati nuovi protocolli "high throughput" basati su microscopia e spettroscopia ottica e a fluorescenza per caratterizzare con alta selettività le azioni fungicide e battericide dei nuovi nanosistemi permettendone la selezione in maniera veloce ed economica. Potranno essere ottimizzati nuovi protocolli sperimentali che permettano di utilizzare le differenti tecniche direttamente sui manufatti.

In particolare, metodi basati su fluorescenza potranno essere utilizzati per comparare, rilevare e mappare in vitro e in situ le proprietà idrofobiche, oleofobiche dei nanosistemi e le loro interazioni con i materiali.

Saranno adattati setup sperimentali (anche portatili) finalizzati all'ottenimento su diversi materiali (lapidei, lignei anche con superfici irregolari) di informazioni relative a composizione, grado di degradazione e/o recupero in seguito a trattamento. La ricerca sarà finalizzata allo sviluppo basato sull'uso complementare di spettroscopie e microscopie non invasive, di nuove tecniche, strumentazioni e protocolli di misura che permettano di investigare simultaneamente composizione, livelli di umidità, permeabilità al vapore, proprietà cromatiche, presenza di specifici inquinanti fornendone una mappatura xyz (Micro-FTIR, microscopie a fluorescenza) prima e dopo il trattamento con i nanosistemi prodotti valutandone il grado di penetrazione e gli effetti in dipendenza delle condizioni esterne in maniera comparativa.

**Il ricercatore FIS/07** svolgerà un periodo all'estero ([...] mesi previsti) presso il Laboratory for Fluorescence Dynamics, University of California, Irvine) per migliorare/acquisire competenze fondamentali su tecniche avanzate di spettroscopia e microscopia a fluorescenza che possano essere utilizzate al fine di implementare nuovi protocolli sperimentali, tecnologie hardware e/o software per l'analisi dei nuovi materiali prodotti e dei provini e dei manufatti testati.

Le attività dei ricercatori saranno coordinate con gli impegni didattici prevedendo per entrambi [...] mesi all'estero nei primi due anni. Durante i primi due anni i ricercatori scambieranno le informazioni relative ai materiali sviluppati e alle applicazioni di diagnostica e nell'ultimo anno interagiranno fortemente al fine di implementare i protocolli di restauro su provini o manufatti.

In accordo con i principi orizzontali della programmazione 2014-2020, l'uguaglianza, la non discriminazione e la parità di genere verranno applicati in tutte le procedure di selezione e di attuazione del programma così come da codice etico d'Ateneo. Inoltre, le attività di ricerca pongono forte attenzione allo sviluppo di materiali "ecofriendly" al fine di soddisfare i requisiti per uno sviluppo sostenibile.