



ALMA MATER STUDIORUM
UNIVERSITÀ DI BOLOGNA

DIPARTIMENTO
DI SCIENZE BIOMEDICHE
E NEUROMOTORIE

Modulo richiesta incarico di ricerca ai sensi dell'art. 22 ter legge 240/2010

TUTOR

Prof. Nicola Baldini

TITOLO DEL PROGETTO DI RICERCA

Sviluppo e validazione di protocolli per l'analisi point-of-need di materiali archeologici

DESCRIZIONE DEL PROGETTO DI RICERCA

Breve descrizione

L'attività di ricerca è finalizzata allo sviluppo e alla validazione preliminare di protocolli analitici per l'identificazione rapida di pigmenti, residui minerali e residui alimentari in materiali archeologici mediante approcci ottici e microfluidici. L'assegnista contribuirà alla preparazione di campioni di riferimento, alla fabbricazione dei dispositivi microfluidici, alla raccolta di dati spettroscopici preliminari. Le attività saranno svolte sotto la supervisione del PostDoc tutor e saranno funzionali allo sviluppo di una piattaforma point-of-need per analisi in situ in contesti archeologici.

Introduzione

L'analisi dei materiali archeologici costituisce uno strumento fondamentale per la ricostruzione delle tecnologie antiche, delle pratiche produttive, delle abitudini alimentari e delle modalità di sfruttamento delle risorse naturali da parte delle comunità del passato. Pigmenti, residui minerali e residui organici riconducibili a sostanze alimentari rappresentano infatti indicatori rilevanti per comprendere la funzione dei manufatti, i processi di trasformazione delle materie prime e le interazioni tra ambiente, cultura materiale e organizzazione sociale.

Le tecniche analitiche comunemente utilizzate in archeometria consentono di ottenere informazioni chimiche e strutturali di elevato valore scientifico, ma richiedono spesso strumentazioni complesse, personale altamente specializzato, tempi di analisi prolungati e, in molti casi, il trasferimento dei campioni dal sito archeologico al laboratorio. Tali aspetti possono limitare la possibilità di acquisire informazioni tempestive durante le attività di scavo, quando decisioni rapide relative al campionamento, alla conservazione e all'interpretazione preliminare dei reperti possono avere un impatto significativo sull'efficacia dell'indagine archeologica.

In questo scenario, lo sviluppo di piattaforme analitiche miniaturizzate, portatili e utilizzabili direttamente sul campo rappresenta una prospettiva di grande interesse. I dispositivi microfluidici, grazie alla capacità di manipolare piccoli volumi di campione e reagenti in sistemi compatti e controllati, offrono vantaggi significativi in termini di rapidità, riduzione del consumo

SETTORE PERSONALE

UFFICIO PERSONALE NON STRUTTURATO

c/o Policlinico di Sant'Orsola, via Massarenti 9 – Pad. 11 | 40138 Bologna | Italia

Responsabile del procedimento: Luisa Romagnoli | sam.nonstrutturati@unibo.it



ALMA MATER STUDIORUM
UNIVERSITÀ DI BOLOGNA

DIPARTIMENTO
DI SCIENZE BIOMEDICHE
E NEUROMOTORIE

di materiali, potenziale automazione e compatibilità con l'impiego in modalità point-of-need. L'integrazione di tali dispositivi con sonde luminescenti e metodi di lettura ottica può consentire la generazione di risposte selettive verso specifiche classi di composti, rendendo possibile una prima identificazione rapida di materiali e residui di interesse archeologico.

L'attività proposta si inserisce in un progetto più ampio volto alla realizzazione di una piattaforma microfluidica portatile per l'identificazione in situ di pigmenti, residui minerali e residui alimentari in materiali archeologici.

Obiettivo dello studio

L'obiettivo principale dello studio è contribuire allo sviluppo di protocolli analitici e dispositivi microfluidici per l'identificazione rapida di pigmenti, residui minerali e residui alimentari in materiali archeologici, mediante l'impiego di approcci ottici basati su sonde luminescenti. L'attività sarà focalizzata sulla definizione di procedure sperimentali riproducibili, compatibili con sistemi miniaturizzati e potenzialmente trasferibili a contesti di analisi point-of-need.

L'assegnista sarà coinvolto nella preparazione di campioni di riferimento rappresentativi delle principali classi di materiali di interesse archeologico. Tali campioni costituiranno la base per valutare la risposta delle sonde luminescenti e per definire condizioni operative adeguate, quali tipologia e concentrazione dei reagenti, tempi di interazione, modalità di introduzione del campione nel dispositivo microfluidico e parametri di acquisizione del segnale ottico.

Un obiettivo specifico riguarderà la partecipazione alla fabbricazione e all'ottimizzazione preliminare dei dispositivi microfluidici, in modo da rendere i protocolli analitici compatibili con geometrie, materiali e modalità operative adatte a un futuro impiego portatile. L'assegnista contribuirà quindi alla verifica della funzionalità dei dispositivi, alla valutazione della riproducibilità delle misure e all'individuazione di eventuali criticità sperimentali legate alla gestione di piccoli volumi, all'interazione tra campione e sonda, e alla lettura del segnale luminescente.

Ulteriore obiettivo dello studio sarà la raccolta sistematica di dati spettroscopici e ottici ottenuti da campioni di riferimento e, ove disponibili, da campioni archeologici selezionati. Tali dati saranno organizzati in una libreria preliminare di fingerprints ottici, utile per il successivo sviluppo di strategie di riconoscimento e classificazione basate su approcci di data analysis e pattern recognition, nell'ambito del progetto principale coordinato dal PostDoc tutor.

Nel complesso, l'attività dell'assegnista fornirà un supporto sperimentale essenziale alla realizzazione della piattaforma point-of-need, contribuendo alla definizione di protocolli operativi, alla validazione preliminare dei dispositivi microfluidici e alla costruzione di una base dati funzionale all'identificazione rapida di materiali archeologici in situ.

SETTORE PERSONALE

UFFICIO PERSONALE NON STRUTTURATO

c/o Policlinico di Sant'Orsola, via Massarenti 9 – Pad. 11 | 40138 Bologna | Italia

Responsabile del procedimento: Luisa Romagnoli | sam.nonstrutturati@unibo.it



ALMA MATER STUDIORUM
UNIVERSITÀ DI BOLOGNA

DIPARTIMENTO
DI SCIENZE BIOMEDICHE
E NEUROMOTORIE

DESCRIZIONE DEL PROGETTO DI RICERCA (in inglese)

Brief Description

The research activity is aimed at the development and preliminary validation of analytical protocols for the rapid identification of pigments, mineral residues, and food residues in archaeological materials through optical and microfluidic approaches. The research fellow will contribute to the preparation of reference samples, the fabrication of microfluidic devices, and the collection of preliminary spectroscopic data. The activities will be carried out under the supervision of the PostDoc tutor and will support the development of a point-of-need platform for in situ analysis in archaeological contexts.

Introduction

The analysis of archaeological materials is a fundamental tool for reconstructing ancient technologies, production practices, dietary habits, and the ways in which past communities exploited natural resources. Pigments, mineral residues, and organic residues associated with food substances are indeed relevant indicators for understanding the function of artefacts, raw-material transformation processes, and the interactions between the environment, material culture, and social organization.

The analytical techniques commonly used in archaeometry provide chemical and structural information of high scientific value. However, they often require complex instrumentation, highly specialized personnel, long analysis times, and, in many cases, the transfer of samples from the archaeological site to the laboratory. These aspects may limit the possibility of obtaining timely information during excavation activities, when rapid decisions concerning sampling, conservation, and the preliminary interpretation of finds can significantly affect the effectiveness of the archaeological investigation.

In this scenario, the development of miniaturized, portable analytical platforms that can be used directly in the field represents a highly promising perspective. Microfluidic devices, owing to their ability to handle small volumes of samples and reagents within compact and controlled systems, offer significant advantages in terms of speed, reduced material consumption, potential automation, and compatibility with point-of-need applications. The integration of such devices with luminescent probes and optical readout methods may enable the generation of selective responses toward specific classes of compounds, allowing a preliminary and rapid identification of materials and residues of archaeological interest.

The proposed activity is part of a broader project aimed at developing a portable microfluidic platform for the in situ identification of pigments, mineral residues, and food residues in archaeological materials.

Objective of the Study

SETTORE PERSONALE

UFFICIO PERSONALE NON STRUTTURATO

c/o Policlinico di Sant'Orsola, via Massarenti 9 – Pad. 11 | 40138 Bologna | Italia

Responsabile del procedimento: Luisa Romagnoli | sam.nonstrutturati@unibo.it



ALMA MATER STUDIORUM
UNIVERSITÀ DI BOLOGNA

DIPARTIMENTO
DI SCIENZE BIOMEDICHE
E NEUROMOTORIE

The main objective of the study is to contribute to the development of analytical protocols and microfluidic devices for the rapid identification of pigments, mineral residues, and food residues in archaeological materials, through the use of optical approaches based on luminescent probes. The activity will focus on the definition of reproducible experimental procedures that are compatible with miniaturized systems and potentially transferable to point-of-need analytical contexts.

The research fellow will be involved in the preparation of reference samples representative of the main classes of materials of archaeological interest. These samples will provide the basis for evaluating the response of luminescent probes and for defining suitable operating conditions, such as the type and concentration of reagents, interaction times, sample introduction methods within the microfluidic device, and parameters for optical signal acquisition.

A specific objective will concern participation in the fabrication and preliminary optimization of microfluidic devices, in order to make the analytical protocols compatible with geometries, materials, and operating modes suitable for future portable use. The research fellow will therefore contribute to assessing device functionality, evaluating measurement reproducibility, and identifying possible experimental issues related to the handling of small volumes, the interaction between sample and probe, and the readout of the luminescent signal.

A further objective of the study will be the systematic collection of spectroscopic and optical data obtained from reference samples and, where available, from selected archaeological samples. These data will be organized into a preliminary library of optical fingerprints, useful for the subsequent development of recognition and classification strategies based on data analysis and pattern-recognition approaches within the main project coordinated by the PostDoc tutor.

Overall, the research fellow's activity will provide essential experimental support for the implementation of the point-of-need platform, contributing to the definition of operational protocols, the preliminary validation of microfluidic devices, and the construction of a dataset supporting the rapid in situ identification of archaeological materials.

SETTORE PERSONALE

UFFICIO PERSONALE NON STRUTTURATO

c/o Policlinico di Sant'Orsola, via Massarenti 9 – Pad. 11 | 40138 Bologna | Italia

Responsabile del procedimento: Luisa Romagnoli | sam.nonstrutturati@unibo.it



ALMA MATER STUDIORUM
UNIVERSITÀ DI BOLOGNA

DIPARTIMENTO
DI SCIENZE BIOMEDICHE
E NEUROMOTORIE

PIANO DELLE ATTIVITÀ DEL TITOLARE DI INCARICO DI RICERCA

Piano sperimentale

- **Analisi della letteratura scientifica** relativa a metodi ottici e luminescenti, dispositivi microfluidici e approcci point-of-need applicati all'analisi di pigmenti, residui minerali e residui organici in ambito archeometrico, o applicati in ambiti affini.
- **Selezione dei materiali e dei composti di riferimento**, rappresentativi delle principali classi di analiti di interesse archeologico, con particolare attenzione a pigmenti, residui minerali e residui alimentari.
- **Preparazione e caratterizzazione preliminare dei campioni di riferimento**, mediante procedure standardizzate per la manipolazione, conservazione, eventuale estrazione o dispersione dei materiali da analizzare.
- **Supporto alla fabbricazione dei dispositivi microfluidici**, inclusa la preparazione dei materiali, l'assemblaggio dei dispositivi, la verifica della tenuta e della funzionalità dei canali, sotto la supervisione del PostDoc tutor.
- **Integrazione e test delle sonde luminescenti nei dispositivi microfluidici**, finalizzati alla valutazione della risposta ottica in presenza dei diversi analiti selezionati e alla definizione delle condizioni operative più idonee.
- **Acquisizione di dati spettroscopici e ottici**, sia in configurazione di laboratorio sia, ove possibile, mediante dispositivi miniaturizzati, con attenzione alla qualità del segnale, alla riproducibilità e alla sensibilità della risposta.
- **Ottimizzazione preliminare dei protocolli analitici**, con riferimento a volumi di campione e reagenti, tempi di interazione, modalità di flussaggio, parametri di misura e compatibilità con applicazioni point-of-need.

Piano di formazione

Acquisizione di competenze interdisciplinari nell'ambito dell'archeometria, della chimica analitica, della spettroscopia ottica, della microfluidica e dello sviluppo di protocolli per dispositivi point-of-need. La formazione avverrà attraverso attività sperimentali guidate, affiancamento diretto al PostDoc tutor, partecipazione alle riunioni del gruppo di ricerca e progressiva assunzione di autonomia nelle fasi operative compatibili con il profilo. Una componente specifica della formazione riguarderà la microfluidica, con particolare riferimento ai principi di base della progettazione, fabbricazione e utilizzo di dispositivi miniaturizzati per analisi chimiche. L'assegnista acquisirà competenze pratiche nella preparazione dei materiali, nell'assemblaggio dei dispositivi, nella verifica della funzionalità dei canali microfluidici e nella gestione di piccoli volumi di campione e reagenti. Tali attività saranno condotte sotto la supervisione del PostDoc tutor, che guiderà l'assegnista nell'applicazione di procedure sperimentali sicure, riproducibili e adeguate agli obiettivi del progetto. Un ulteriore elemento formativo sarà rappresentato dall'organizzazione e gestione dei dati sperimentali. L'assegnista acquisirà competenze nella costruzione di database strutturati, nella catalogazione dei dati spettroscopici.

SETTORE PERSONALE

UFFICIO PERSONALE NON STRUTTURATO

c/o Policlinico di Sant'Orsola, via Massarenti 9 – Pad. 11 | 40138 Bologna | Italia

Responsabile del procedimento: Luisa Romagnoli | sam.nonstrutturati@unibo.it



ALMA MATER STUDIORUM
UNIVERSITÀ DI BOLOGNA

DIPARTIMENTO
DI SCIENZE BIOMEDICHE
E NEUROMOTORIE

Il percorso formativo sarà completato dalla partecipazione ad attività interdisciplinari con archeologi, chimici, esperti di materiali e membri del gruppo di ricerca coinvolti nel progetto. L'assegnista sarà incoraggiato a contribuire alla redazione di protocolli operativi, report tecnico-scientifici e, ove possibile, comunicazioni scientifiche. Al termine del contratto, avrà acquisito competenze teoriche e pratiche utili per operare in contesti di ricerca applicata ai beni culturali, con particolare riferimento allo sviluppo di sistemi miniaturizzati, portatili e sostenibili per l'analisi rapida di materiali archeologici.

Partecipazione a seminari e corsi

- Meeting interni di laboratorio e Journal Clubs;
- Eventuali seminari ed eventi scientifici nazionali ed internazionali.

PIANO DELLE ATTIVITÀ DEL TITOLARE DI INCARICO DI RICERCA (eventuale) in inglese

Experimental Plan

- Review of the scientific literature on optical and luminescent methods, microfluidic devices, and point-of-need approaches applied to the analysis of pigments, mineral residues, and organic residues in archaeometry, or in related fields.
- Selection of reference materials and compounds representative of the main classes of analytes of archaeological interest, with particular attention to pigments, mineral residues, and food residues.
- Preparation and preliminary characterization of reference samples, using standardized procedures for the handling, storage, and, where necessary, extraction or dispersion of the materials to be analyzed.
- Support in the fabrication of microfluidic devices, including material preparation, device assembly, and verification of channel sealing and functionality, under the supervision of the PostDoc tutor.
- Integration and testing of luminescent probes within microfluidic devices, aimed at evaluating the optical response in the presence of the selected analytes and defining the most suitable operating conditions.
- Acquisition of spectroscopic and optical data, both in laboratory configuration and, where possible, using miniaturized devices, with attention to signal quality, reproducibility, and response sensitivity.
- Preliminary optimization of analytical protocols, with reference to sample and reagent volumes, interaction times, flow conditions, measurement parameters, and compatibility with point-of-need applications.

Training Plan

The training plan will focus on the acquisition of interdisciplinary skills in archaeometry, analytical chemistry, optical spectroscopy, microfluidics, and the development of protocols for point-of-need devices. Training will take place through guided experimental activities, direct mentoring by the PostDoc tutor, participation in research

SETTORE PERSONALE

UFFICIO PERSONALE NON STRUTTURATO

c/o Policlinico di Sant'Orsola, via Massarenti 9 – Pad. 11 | 40138 Bologna | Italia

Responsabile del procedimento: Luisa Romagnoli | sam.nonstrutturati@unibo.it



ALMA MATER STUDIORUM
UNIVERSITÀ DI BOLOGNA

DIPARTIMENTO
DI SCIENZE BIOMEDICHE
E NEUROMOTORIE

Commissione proposta 3 Commissari + 1 Supplente	Nicola Baldini (valutazione manifestazione di interesse)
<p>group meetings, and the progressive acquisition of autonomy in operational tasks compatible with the fellow's profile.</p> <p>A specific component of the training will concern microfluidics, with particular reference to the basic principles of the design, fabrication, and use of miniaturized devices for chemical analysis. The research fellow will acquire practical skills in material preparation, device assembly, verification of microfluidic channel functionality, and handling of small volumes of samples and reagents. These activities will be carried out under the supervision of the PostDoc tutor, who will guide the research fellow in the application of safe, reproducible experimental procedures aligned with the objectives of the project.</p> <p>A further training component will focus on the organization and management of experimental data. The research fellow will acquire skills in building structured databases and cataloguing spectroscopic data.</p> <p>The training path will be completed through participation in interdisciplinary activities with archaeologists, chemists, materials experts, and members of the research group involved in the project. The research fellow will be encouraged to contribute to the preparation of operating protocols, technical-scientific reports, and, where possible, scientific communications. At the end of the contract, the fellow will have acquired theoretical and practical skills useful for working in applied research contexts related to cultural heritage, with particular reference to the development of miniaturized, portable, and sustainable systems for the rapid analysis of archaeological materials.</p> <p>Participation in Seminars and Courses</p> <ul style="list-style-type: none">• Internal laboratory meetings and Journal Clubs;• Seminars and national or international scientific events, where applicable.	

SEDE PREVALENTE ATTIVITÀ DI RICERCA
Centro di Ricerca per la Medicina di Precisione (DIBINEM)

Scheda attività assistenziale (se prevista)

SETTORE PERSONALE

UFFICIO PERSONALE NON STRUTTURATO

c/o Policlinico di Sant'Orsola, via Massarenti 9 – Pad. 11 | 40138 Bologna | Italia

Responsabile del procedimento: Luisa Romagnoli | sam.nonstrutturati@unibo.it



ALMA MATER STUDIORUM
UNIVERSITÀ DI BOLOGNA

DIPARTIMENTO
DI SCIENZE BIOMEDICHE
E NEUROMOTORIE

ATTIVITÀ ASSISTENZIALI DEL TITOLARE DI INCARICO DI RICERCA/N. ORE SETTIMANA (max 18 ore settimanali) – DESCRIZIONE ATTIVITÀ
nessuna
AZIENDA SANITARIA PRESSO CUI IL TITOLARE DI INCARICO DI RICERCA SVOLGERÀ L'ATTIVITÀ

È richiesto l'impegno formale preventivo del responsabile della struttura sanitaria a far svolgere l'attività assistenziale al titolare dell'incarico.

SETTORE PERSONALE

UFFICIO PERSONALE NON STRUTTURATO

c/o Policlinico di Sant'Orsola, via Massarenti 9 – Pad. 11 | 40138 Bologna | Italia

Responsabile del procedimento: Luisa Romagnoli | sam.nonstrutturati@unibo.it