

PROGETTO DI RICERCA

Dottorato: Sustainable Agricultural and Forestry Systems and Food Security

Titolo del progetto di ricerca: Analisi multiscala della Soil Health negli Urban Soils: integrazione di indicatori bio-fisici, telerilevamento e servizi ecosistemici.

Supervisor: Fabio Terribile,

Co-supervisor (eventuale): Giuliano Langella, Simona Vingiani, Nada Mzid, Maria Rao e Guido D'Urso (da confermare).

Settore Scientifico-Disciplinare di riferimento: AGR/14 (AGRI-06/C), AGR/13 (AGRI-06/B), AGR/08 (AGRI-04/A)

Obiettivi, metodologie del progetto di ricerca e collaborazioni interdisciplinari:

Il progetto punta ad investigare la Soil Health (SH) in ambienti urbani tramite un approccio multiscala che connetta i processi microscopici alla mappatura territoriale. Superando il limite degli studi attuali, spesso confinati alla chimica del topsoil, la ricerca adotterà più livelli d'indagine: (i) Analisi Territoriale: Integrazione di GIS, telerilevamento (remoto/prossimale) e machine learning per modellare la variabilità spaziale di materia organica, umidità e contaminanti. (ii) Analisi Puntuali e Profili: Campionamento basato sulla zonizzazione territoriale, esteso oltre i 20 cm. Il subsuolo è infatti critico per il sequestro del carbonio e la regolazione idrica a lungo termine. Verranno misurati indicatori biologici (biomassa microbica, enzimi) e fisici (conducibilità idraulica, densità apparente). (iii) Analisi di Processo: Caratterizzazione multiplatforma (CT-scan, micro-FTIR, SEM-EDS) per analizzare la struttura fisica, la porosità e micromappare chimiche, parametri vitali per la resilienza urbana. (iv) Sintesi funzionale. Qui l'obiettivo è utilizzare le informazioni alla scala di processo per modellizzare (modelli fisicamente basati) e quantificare i Servizi Ecosistemici (ES), (v) Sintesi Territoriale per l'analisi geospaziale della Soil Health.

Gli obiettivi includono anche l'identificazione di indicatori integrati (fisici, chimici e biologici), lo sviluppo di algoritmi per mappe ad alta risoluzione e la quantificazione dei Servizi Ecosistemici (ES). Il lavoro si avvarrà di database esistenti (es. aree Bonifiche Ferraresi, Piana del Sarno) per la validazione geospaziale.

Elementi di innovazione e/o originalità del progetto:

L'originalità risiede nel superamento dell'approccio puramente chimico-analitico a favore di una visione integrata della Soil Health su suoli urbani ("living soil volume"). Il progetto integra in modo inedito analisi multiscala (micro-macro) includendo analisi microscopiche, chimiche, fisiche e biologiche con analisi territoriali (Digital Soil Mapping). L'innovazione principale è la traduzione di dati complessi in mappe dinamiche della Soil Health che includano i Servizi Ecosistemici, fornendo strumenti decisionali per una pianificazione urbana sostenibile e proattiva, non solo reattiva alla contaminazione.

Disponibilità fondi:

- Benchmarks (Horizon Europe Project): 700k€
- Soil4Med (PRIMA project): 150 k€

Disponibilità strutture:

Laboratorio di pedologia, Nuovo Laboratorio Dipartimentale di Microscopia, Centro di Calcolo (Agritech e/o CRISP)

Collaborazioni con istituzioni straniere: (per eventuale periodo all'estero)

- Wageningen University (Soil Biology Group)
- INRAE (Laboratoire Sols et Environnement)
- BOKU University

Collaborazioni con strutture esterne a UNINA:

(aziende, enti di ricerca, associazioni etc)

CNR ISAFOM

RESEARCH PROJECT

PhD Program: Sustainable Agricultural and Forestry Systems and Food Security

Project Title: Multiscale analysis of Soil Health in Urban Soils: integrating bio-physical indicators, remote sensing, and ecosystem services.

Supervisor: Fabio Terribile

Co-supervisors: Giuliano Langella, Simona Vingiani, Nada Mzid, Maria Rao, and Guido D'Urso (to be confirmed).

Scientific-Disciplinary Sectors (SSD): AGR/14 (AGRI-06/C), AGR/13 (AGRI-06/B), AGR/08 (AGRI-04/A).

Objectives, Methodology, and Interdisciplinary Collaborations

The project aims to investigate **Soil Health (SH)** in urban environments through a multiscale approach connecting microscopic processes to territorial mapping. Moving beyond current limitations often confined to topsoil chemistry, the research will adopt five levels of investigation:

Territorial Analysis: Integration of GIS, remote and proximal sensing, and machine learning to model the spatial variability of soil organic matter, moisture, and contaminants.

Point and Profile Analysis: Sampling based on territorial zoning, extending beyond the standard 20 cm depth. The subsoil is critical for long-term carbon sequestration and water regulation. Biological (microbial biomass, enzymes) and physical (hydraulic conductivity, bulk density) indicators will be measured.

Process Analysis: Multi-platform characterization (CT-scan, micro-FTIR, SEM-EDS) to analyze physical structure, porosity, and chemical micro-mapping—parameters vital for urban resilience.

Functional Synthesis: Utilizing process-scale information for physically-based modeling to quantify Ecosystem Services (ES).

Territorial Synthesis: Geospatial analysis for dynamic SH mapping.

Objectives include identifying integrated indicators, developing high-resolution mapping algorithms, and validating geospatial models using existing high-quality databases (e.g., Piana del Sarno, Bonifiche Ferraresi).

Innovation and Originality

The originality lies in surpassing purely chemical-analytical approaches in favor of an integrated vision of urban Soil Health ("living soil volume"). The project uniquely combines multiscale (micro-macro) analyses—including microscopic, chemical, physical, and biological parameters—with **Digital Soil Mapping**. The primary innovation is the translation of complex data into dynamic SH maps that incorporate Ecosystem Services, providing decision-making tools for proactive and sustainable urban planning rather than merely reactive contamination management.

Funding Availability

- Benchmarks (Horizon Europe Project): €700k
- Soil4Med (PRIMA project): €150k

Facilities and Resources

- Pedology Laboratory
- New Departmental Microscopy Laboratory
- Computing Center (AgriTech and/or CRISP)

International Collaborations (for research periods abroad)

- Wageningen University (Soil Biology Group, The Netherlands)
- INRAE (Laboratoire Sols et Environnement, France)
- BOKU University (Austria)

Collaborations with External Institutions

- CNR ISAFOM (National Research Council – Institute for Agricultural and Forest Systems in the Mediterranean)