PROAMBIENTE
innovation & environment

TECNOPOLO
BOLOGNA~CNR
EMILIA-ROMAGNA

Analisi microclimatica per la rigenerazione urbana

L'**isola di calore urbana** è una delle principali criticità ambientali delle città e, nel contesto di cambiamento climatico, contribuisce a intensificare il **disagio termico**, con effetti negativi sulla salute e sulla fruizione degli spazi pubblici outdoor.
Nel laboratorio **PROAMBIENTE** del **Tecnopolo Bologna CNR** utilizziamo **ENVI-met**, uno dei software più avanzati per la **modellazione microclimatica 3D**, per valutare in modo integrato l'efficacia degli progetti urbani sulla mitigazione dell'isola di calore.

"Simuliamo il microclima per prevedere l'impatto dei progetti urbani sul comfort termico"

Laboratory	PROAMBIENTE
Specialization Area	Edilizia e Costruzioni, Energia e Sostenibilità, Salute e Benessere
Contacts	Geremia Avellini, Maria Teresa Salomoni
Keyword	Isola calore urbana, Nature-Based Solutions, Simulazione microclimatica urbana, ENVI-met

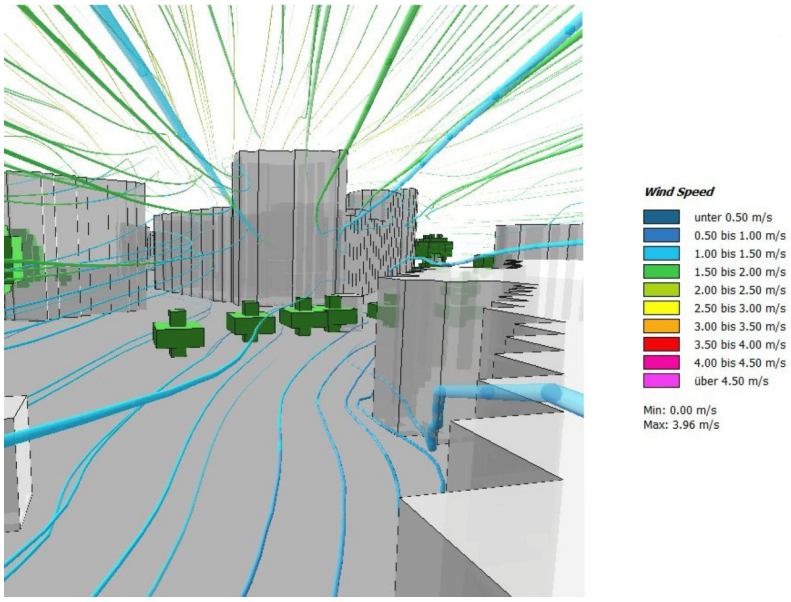


Fig. 1: Flussi d'aria rappresentati su ENVI-met

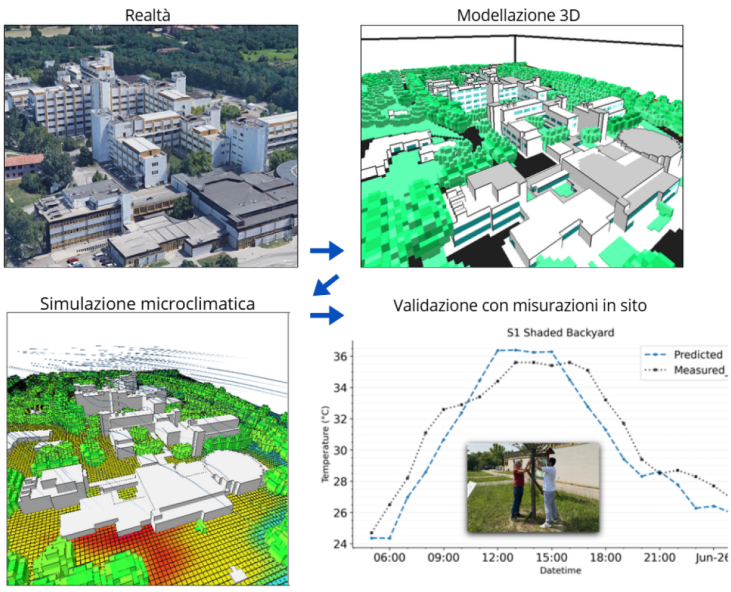


Fig. 2: Workflow: acquisizione dati urbani, ricostruzione 3D dell'area, simulazioni microclimatiche e confronto tra scenari di progetto, con validazione tramite sensori di temperatura installati in sito.

Description

Il **paesaggio urbano** è un sistema complesso di superfici con proprietà radiative, termiche, igrometriche e aerodinamiche diverse che, in combinazione con la loro disposizione geometrica, producono una grande varietà di **differenze microclimatiche**, ovvero condizioni atmosferiche locali che possono variare sensibilmente da un luogo all'altro.

Per ricostruire questa complessità utilizziamo il modello **ENVI-met**, che simula in **3D** i principali processi fisici alla base del **microclima urbano**. Progettato per avere una risoluzione tra **1 e 10 m** e per simulare periodi di **24–48 ore**, ENVI-met è ideale per rappresentare come diversi scenari urbani rispondono a eventi come un'ondata di calore estiva.

Le simulazioni restituiscono **mappe ad alta definizione** delle principali variabili microclimatiche (temperatura dell'aria, umidità relativa, vento, temperatura delle superfici), da cui è possibile derivare indici biometeorologici come la **PET**, che sintetizzano le condizioni di comfort termico percepito.

Per assicurarne l'affidabilità, **validiamo** i risultati con misure in campo di temperatura dell'aria raccolte tramite una rete di sensori installati nell'area di indagine.

Il confronto tra lo stato attuale e diversi scenari di progetto consente infine di valutarne l'**efficacia microclimatica** e di integrare queste evidenze tra i criteri progettuali, a supporto di una rigenerazione urbana climaticamente resiliente.

Innovative aspects

Il cambiamento climatico sta rendendo il microclima urbano una variabile centrale nella progettazione. Le città si trasformano, le ondate di calore aumentano, e la domanda di spazi pubblici più vivibili cresce rapidamente. ENVI-met offre uno strumento avanzato per affrontare queste sfide:

- permette di ridurre lo stress termico,
- ottimizzare le Nature-Based Solutions,
- valutare i servizi ecosistemici legati al microclima,
- diminuire i consumi energetici dovuti al raffrescamento o al riscaldamento degli edifici,
- diminuire l'inquinamento dell'aria.

Con ENVI-met, i principi del **sustainable urban planning** e della **climate adaptation** diventano operativi e misurabili.

Potential applications

Le simulazioni ENVI-met trovano applicazione presso:

- Comuni e Pubbliche Amministrazioni, per supportare la pianificazione urbana (PUG, PUMS, Piani del Verde) e contrastare l'isola di calore.
- Studi di architettura e urbanistica, per progettare spazi pubblici climaticamente consapevoli.
- Professionisti del verde e paesaggisti, per valutare e ottimizzare i benefici delle Nature-Based Solutions.
- Gestori di grandi aree e campus (università, ospedali, poli direzionali/industriali), per migliorare la fruibilità degli spazi outdoor e ridurre i consumi energetici degli edifici.

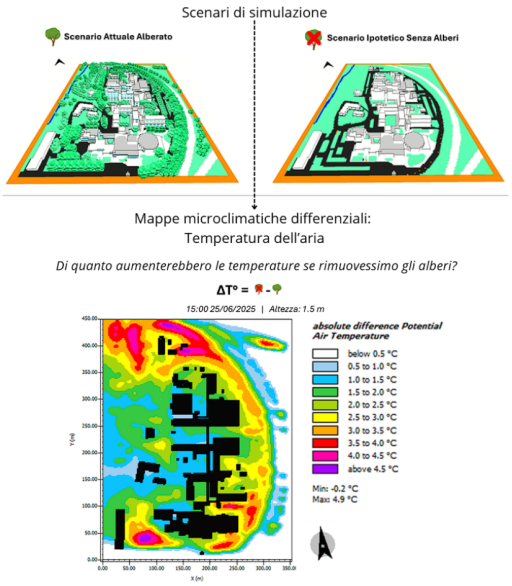


Fig. 3: Scenari ENVI-met per l'Area CNR di Bologna: stato attuale con alberature vs scenario ipotetico senza alberi, e mappa della variazione di temperatura dell'aria (ore 15) risultante dalla loro rimozione.

Involved partners	Istituto di Bioeconomia del CNR di Bologna (**IBE-CNR**)
Implementation Time	1 mese/persona
Technology Readiness Level	TRL 8 - sistema completo e validato
Exploitation	Per garantire **risultati affidabili** e utili alla progettazione, il servizio è supportato da attività complementari: 1. **Analisi preliminare** Uso di dati satellitari per caratterizzare contesto urbano, superfici e vegetazione. 2. **Validazione con misure in campo** Reti di sensori di temperatura e umidità posizionati in punti rappresentativi, per verificare le simulazioni sul territorio.

Application example

Per testare la metodologia abbiamo applicato ENVI-met all'area Territoriale della Ricera del CNR di Bologna.

Abbiamo simulato due scenari: lo **stato di fatto**, con alberature, e uno **scenario ipotetico** privo di esse.
I risultati mostrano che la rimozione delle alberature comporterebbe in estate un aumento della temperatura dell'aria di **3 - 4,5 °C** nelle zone oggi ombreggiate, come parcheggi alberati e cortili tra gli edifici.
La validazione ha mostrato che il modello rappresenta in modo affidabile le condizioni reali della temperatura dell'aria, con uno scarto medio di circa **1,5 °C** tra i dati simulati e misurati e una corretta riproduzione dell'eterogeneità spaziale delle condizioni termiche del sito.

PROAMBIENTE



Proambiente S.C.r.l. è un organismo di ricerca senza finalità di lucro, a partecipazione pubblico-privata (CNR, UniFE e 11 imprese della Regione). E' nato nel 2013 all'interno del Tecnopolo Bologna CNR dalla sinergia tra gli Istituti CNR per sviluppare progetti di ricerca industriale e favorire il trasferimento tecnologico; i soci privati collegano Proambiente al mercato, fungendo da ponte per identificare le necessità del mondo produttivo.
Il consorzio focalizza le sue attività sul controllo e sul rimedio ambientale, nelle componenti aria, acqua, suolo e attività antropiche, offrendo servizi e realizzando sensori, strumenti e piattaforme avanzati per il monitoraggio e l'analisi ambientale. Particolare attenzione viene posta dal consorzio a nuovi temi cardine della ricerca industriale: i Big Data, l'economia circolare e l'open innovation.
Dalla sua costituzione, Proambiente ha partecipato come partner a 15 progetti di ricerca regionali ed europei e come coordinatore in 7 di questi. Proambiente è partner delle aziende nelle attività di R.I. e a oggi ha attivato oltre 70 contratti per servizi ad imprese. Il personale impiegato in Proambiente costituisce un gruppo di ricerca dedicato ed esclusivo, composto da 10 ricercatori con differenti competenze scientifiche (ingegneri, fisici, chimici, geologi, agronomi e informatici). Proambiente appartiene alla Rete Alta Tecnologia dell'Emilia Romagna, è socio U.N.I. e socio fondatore dei ClustER regionali Green-Tech, Agrifood e Build.

Website	http://www.consorzioproambiente.it
Director	Antonella Poggi
Published on	27/11/2025