

Visualizzazione di parametri morfologici e ambientali a supporto della pianificazione urbana

Silvia Croce (^{a, b}), Antonio Novelli (^a), Daniele Vettorato (^a)

(^a) Eurac Research, Institute for Renewable Energy, Via A. Volta, 13A - Bolzano
silvia.croce@eurac.edu, antonio.novelli@eurac.edu, daniele.vettorato@eurac.edu

(^b) Dipartimento di Ingegneria Civile, Edile e Ambientale, Via Marzolo, 9 - Padova

Abstract

Nell'attuale scenario di urbanizzazione e crescita della popolazione urbana, numerose strategie di mitigazione e adattamento stanno venendo sviluppate al fine di affrontare le problematiche ambientali e gli effetti dei cambiamenti climatici (i.e. produzione di energia da fonti rinnovabili, agricoltura urbana, regolazione microclimatica etc.). Tali soluzioni sono strettamente correlate all'utilizzo delle superfici urbane (i.e. involucro degli edifici, strade, spazi pubblici, ecc.). Tuttavia, gli attuali metodi di pianificazione urbana mostrano la mancanza di un approccio sistemico in grado di allocare ed eventualmente integrare più utilizzi, evitando soluzioni sub-ottimali.

La pianificazione urbana svolge e svolgerà sempre più un ruolo essenziale nella gestione dei conflitti tra diversi usi e nella loro integrazione finalizzata alla realizzazione di città resilienti e sostenibili. Ciò implica decisioni spazialmente esplicite relative all'allocazione di funzioni specifiche delle superfici, alla loro estensione e disposizione. L'articolo dimostra come tale processo possa essere supportato da informazioni accurate circa la distribuzione spaziale di parametri chiave nella determinazione di strategie efficaci, quali ad esempio le caratteristiche morfologiche e geometriche dell'area urbana, i materiali utilizzati, la termodinamica e la dinamica dei fluidi applicata a irraggiamento solare e vento.

Questo studio infine presenta le potenzialità d'utilizzo di modelli spaziali a supporto delle decisioni relative all'uso delle superfici urbane e alla loro disposizione spaziale attraverso il caso specifico di un distretto situato a Bolzano.

1. Introduzione

Le sfide poste dalla massiccia urbanizzazione, dalla rapida crescita della popolazione urbana e dai cambiamenti climatici richiedono l'inclusione di strategie di resilienza e sostenibilità negli attuali processi di pianificazione; ne deriva la necessità di una serie di dati e informazioni in grado di supportare i pianificatori urbani e i decisori politici nell'implementazione di misure efficaci per affrontare le vulnerabilità più critiche (Giordano et al., 2019).

Le condizioni ambientali nelle città costituiscono infatti una questione rilevante per la progettazione urbana in quanto influenzano il comfort termico, incidono sul consumo energetico per il riscaldamento e il raffreddamento degli edifici e influiscono sull'uso degli spazi aperti. Tali condizioni sono determinate dalle caratteristiche fisiche e morfologiche di ciascuna area urbana, quali la distribuzione e densità degli edifici, i materiali che caratterizzano le superfici, la

presenza di vegetazione, ecc. L'analisi e la comprensione di tali attributi ambientali e geometrici risulta pertanto rilevante al fine dell'identificazione delle soluzioni più idonee a scala urbana e del singolo edificio.

Nonostante lo sviluppo di numerosi studi scientifici e tecniche innovative, gli odierni processi di pianificazione non utilizzano appieno le conoscenze disponibili. Inoltre, le politiche attuali, quali quelle volte alla riduzione dell'isola di calore urbano, sono spesso applicate in maniera uniforme su tutta l'area cittadina, trascurando la variazione spaziale delle condizioni climatiche e la sua relazione con la forma urbana (Vettorato, Proserpi 2012). Al fine del superamento di tale limite è necessaria l'implementazione di un approccio interdisciplinare che consideri l'interrelazione tra microclima, struttura urbana e comfort termico. La visualizzazione e l'analisi bidimensionale e tridimensionale dei parametri urbani risultano validi strumenti di supporto ai decisori urbani nell'investigazione degli effetti locali delle politiche che intendono sviluppare, nel confronto di diverse strategie e nella comunicazione delle stesse ai soggetti coinvolti ed ai cittadini.

Questa ricerca propone un approccio finalizzato alla riduzione del divario tra ricerca scientifica e progettazione attraverso una metodologia volta ad informare sulle caratteristiche rilevanti di ogni area e sul loro impatto su microclima, comfort termico e produzione di energia rinnovabile in loco.

2. L'uso delle superfici urbane e la sua definizione

Le strategie finalizzate alla riduzione degli effetti ambientali dei cambiamenti climatici a scala urbana sono altamente correlate all'utilizzo delle superfici urbane. Tale termine identifica tutte le superfici che caratterizzano fisicamente e morfologicamente le tre dimensioni dell'ambiente costruito, le quali possono essere caratterizzate da molteplici materiali e funzioni (Croce et al., 2019). Con "uso della superficie urbana" viene definito il modo in cui questa viene utilizzata per perseguire obiettivi di resilienza, protezione delle persone e delle infrastrutture da eventi climatici estremi, e sostenibilità, uso efficiente delle risorse. Le soluzioni principali, sono schematizzate nella Figura 1.



Figura 1. Panoramica delle principali categorie di utilizzo della superficie urbana.

Le superfici urbane, una volta considerate unicamente come un costo correlato ad interventi di manutenzione, stanno diventando un'opportunità chiave per le città. Il loro utilizzo offre infatti numerose potenzialità, quali l'aumento dell'efficienza nell'uso delle risorse, lo sfruttamento di fonti energetiche rinnovabili e la riduzione dell'impatto ambientale. Tuttavia, gli attuali approcci alla definizione dell'uso della superficie urbana si concentrano principalmente su soluzioni singole e puntuali (ad esempio, uso della vegetazione, uso di materiali riflettenti, ecc.), sono generalmente bidimensionali e fortemente legati al concetto di *land use*, trascurando così la complessità nelle tre dimensioni dell'ambiente edificato.

Tali tendenze evidenziano la mancanza di un processo sistemico in grado di combinare varie soluzioni e determinano competizioni nell'utilizzo delle superfici urbane per diverse finalità. La pianificazione urbana svolge un ruolo essenziale nella gestione di tali conflitti e nel garantire l'integrazione di molteplici soluzioni per aumentare la resilienza e la sostenibilità delle città (Kellett, 2011). Ciò implica decisioni spazialmente esplicite circa i tipi di uso della superficie più idonei, la loro estensione e disposizione. Tale processo decisionale deve essere supportato da informazioni accurate circa la distribuzione spaziale dei parametri che svolgono un ruolo cruciale nella determinazione di strategie efficaci per la mitigazione e l'adattamento ai cambiamenti climatici.

3. Parametri morfologici e ambientali

Questo studio presenta un approccio sistemico a supporto delle decisioni di pianificazione relative all'integrazione di molteplici usi delle superfici e alla loro disposizione spaziale basato su informazioni accurate e spazialmente esplicite. Il metodo implica la creazione di un *database* di parametri morfologici e ambientali significativi; i dati sono ottenuti sia tramite tecniche di simulazione ambientale che raccolta di dati in loco. La loro visualizzazione tridimensionale rappresenta una solida base per mettere in relazione le decisioni sugli usi della superficie ed i loro effetti su microclima, comfort termico e produzione da fonti rinnovabili; fornisce inoltre uno strumento di facile comprensibile per il riconoscimento delle specificità di ciascun ambiente urbano.

3.1. Parametri morfologici

Numerosi studi hanno dimostrato come la configurazione spaziale urbana influenza le caratteristiche climatiche locali (Pisello et al., 2018; Shoosharian, et al., 2018). La corretta comprensione della geometria del sito e delle caratteristiche delle superfici urbane è pertanto fondamentale.

Tra i principali parametri utilizzati per caratterizzare la struttura urbana vi sono, ad esempio, l'altezza dell'edificio, la densità edilizia, la superficie coperta per isolato, l'*aspect ratio* (H/W), rapporto tra l'altezza media dell'edificio (H) e la larghezza della strada (W), e lo *Sky-View Factor* (SVF), che definisce la porzione di cielo visibile da un punto specifico all'interno dell'area urbana. Inoltre, il territorio urbano è costituito da una molteplicità di superfici, le cui proprietà termiche e radiative, nel caso di materiali minerali, e tipo di suolo, di vegetazione e specie, nel caso di superfici naturali, influenzano la variabilità del clima locale.

3.2. Parametri ambientali

I parametri ambientali includono le principali grandezze fisiche che caratterizzano le condizioni microclimatiche di un'area urbana: temperatura dell'aria (T_{aria}), temperatura superficiale (T_s), temperatura media radiante, radiazione solare globale, velocità e la direzione del vento. Queste variabili sono inoltre utilizzate per valutare il comfort termico attraverso opportuni indici, come l'*Universal Thermal Climate Index* (UTCI), che valutano la percezione termica umana e il grado di stress fisiologico correlato.

3.3. Fonti di dati

L'accesso a dati spazializzati alle opportune risoluzioni è importante per rappresentare correttamente la distribuzione degli attributi morfologici e ambientali al fine di caratterizzare i fenomeni urbani. La Figura 2 presenta una panoramica dei principali parametri e fonti di dati.

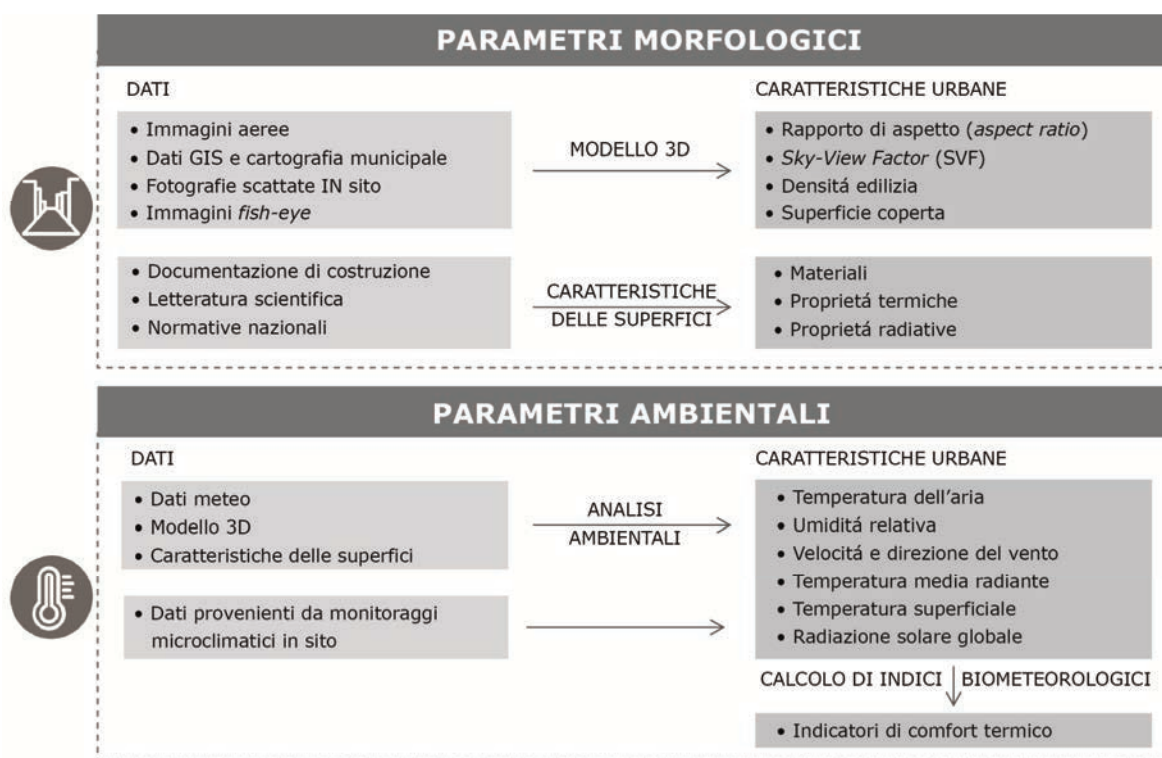


Figura 2. Parametri urbani e principali fonti di dati.

Le condizioni climatiche locali possono essere valutate attraverso la misurazione dei dati microclimatici con l'utilizzo di stazioni meteorologiche fisse o mobili e reti di sensori ambientali. Tuttavia, la creazione e la manutenzione di tali stazioni e reti richiede cospicue risorse sia finanziarie che tecniche. Le interazioni tra l'ambiente costruito e le condizioni climatiche al contorno possono essere modellate e valutate anche per mezzo di simulazioni numeriche; diversi modelli consentono infatti di effettuare analisi ambientali. A seconda dello strumento scelto, è possibile calcolare singole variabili, come ad esempio la radiazione solare (*Diva for Rhino*), o processi atmosferici complessi, quali flussi ventilativi (*OpenFOAM*), processi di scambio di calore e vapore sulle superfici urbane (*ENVImet*) e scambi di energia tra vegetazione e ambiente circostante.

4. Analisi e visualizzazione dei dati per la definizione dell'uso delle superfici

I risultati ottenuti da strumenti per la simulazione ambientale, quali mappe climatiche astratte o tabelle numeriche, possono rivelarsi di difficile comprensione e, in generale, mancano della flessibilità necessaria per informare la pianificazione in ambienti urbani complessi e con esigenze concorrenti. La visualizzazione e l'analisi di informazioni dettagliate e spazialmente esplicite svolge un ruolo chiave nella guida dei processi decisionali e nella rappresentazione delle scelte di utilizzo della superficie in un modello 3D. La Figura 3 schematizza la struttura del metodo proposto.

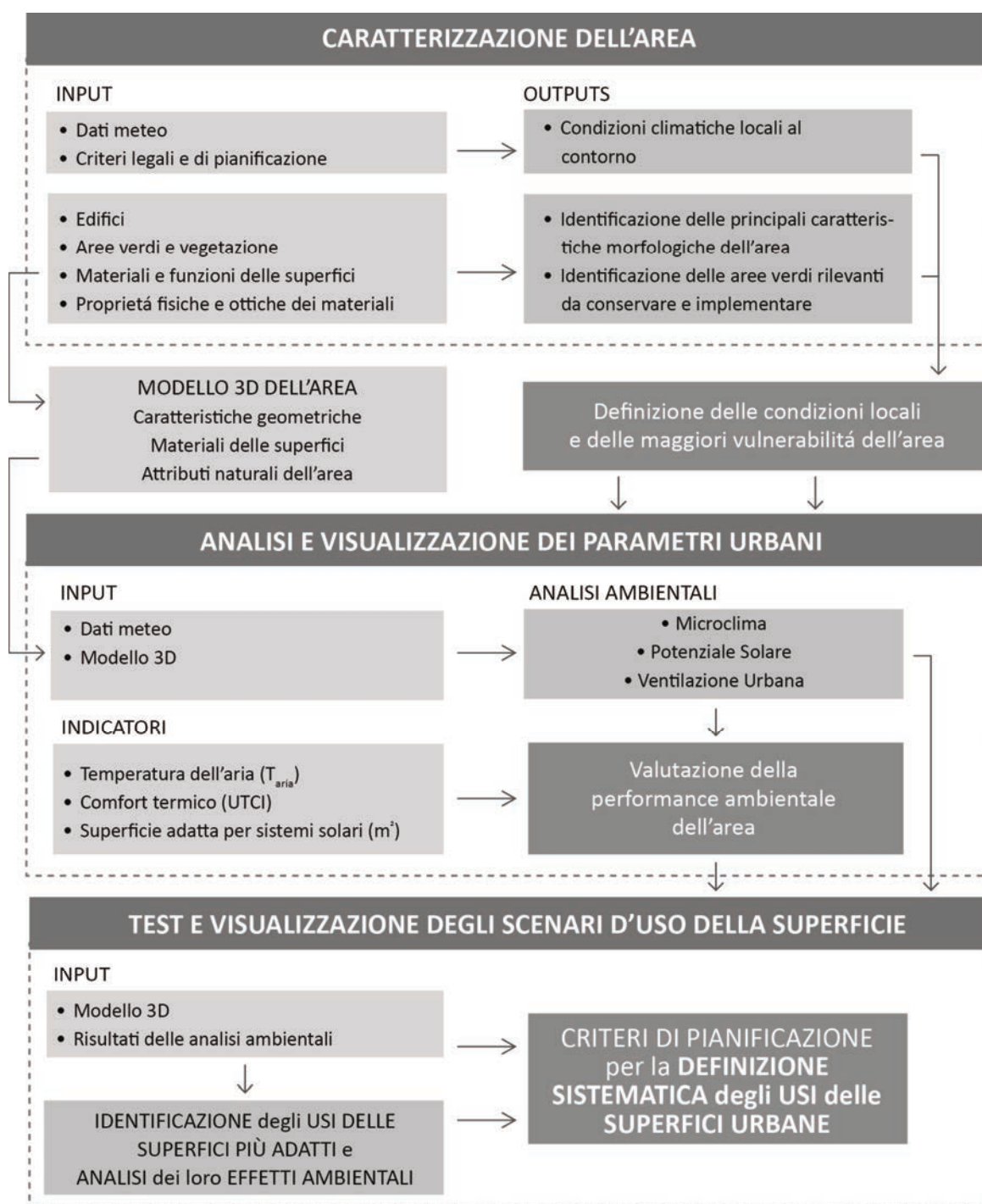


Figura 3. Schema della metodologia applicata.

4.1. Applicazione in un caso studio: SINFONIA a Bolzano

Il metodo proposto è stato applicato in un distretto esistente a Bolzano (UTM 46°29'53.53.8" N, 11°21'17.1" E). Il clima della città è continentale umido (classificazione "Dfb" Köppen-Geiger), caratterizzato da forti oscillazioni stagionali e con temperature estive che spesso superano i 35 °C. La mitigazione delle ondate di calore estive è tra i principali obiettivi delle azioni di pianificazione del Comune.

Il quartiere residenziale selezionato come caso studio è una delle cinque aree di Bolzano che partecipano al progetto europeo *Smart Cities SINFONIA* (SINFONIA, 2017); comprende due blocchi di edilizia sociale, ristrutturati con tecniche innovative nell'ambito del progetto, e gli edifici limitrofi. L'area è caratterizzata dalla presenza di cinque *canyon* urbani: Via Milano e Via Cagliari da nord a sud; Via Brescia, Giardino e Via Palermo da ovest a est (Figura 4).



Figura 4. Vista aerea, canyon urbani e parametri morfologici.

Le caratteristiche ambientali dell'area sono state valutate per una tipica giornata estiva. La Figura 5 mostra i principali usi della superficie nel distretto e la corrispondente distribuzione spaziale di alcuni parametri ambientali rappresentativi, ottenuti mediante analisi ambientali. Dall'esame dei dati emergono alcune evidenze principali: (i) l'area è interessata da surriscaldamento estivo e i punti più caldi sono localizzati nei *canyon* urbani, a causa dell'elevata temperatura dell'asfalto, (ii) la temperatura è mitigata nelle aree verdi e (iii) diverse superfici presentano livelli di irraggiamento adeguati per l'integrazione di sistemi solari attivi. I principali obiettivi definiti per l'area sono quindi la mitigazione delle alte temperature estive, la produzione di energia da fonti rinnovabili e l'incremento di superficie delle aree verdi.

Sulla base dell'analisi delle condizioni esistenti nel distretto e dei risultati ottenuti testando configurazioni in cui sono applicati differenti usi delle superfici (es. soluzioni verdi, superfici d'acqua, sistemi solari attivi, ecc.) è stata definita la configurazione finale delle superfici urbane, schematizzata in Figura 6. Rispetto alle condizioni correnti, la temperatura dell'aria è ridotta in tutti i punti (Figura 7), con un decremento medio di - 0,50 °C ed un conseguente miglioramento del comfort termico. Inoltre, la produzione di energia rinnovabile è garantita da sistemi solari attivi, che possono coprire in totale 6 500 m² di superficie, con un corrispondente potenziale annuale di 6 320 MWh/a.

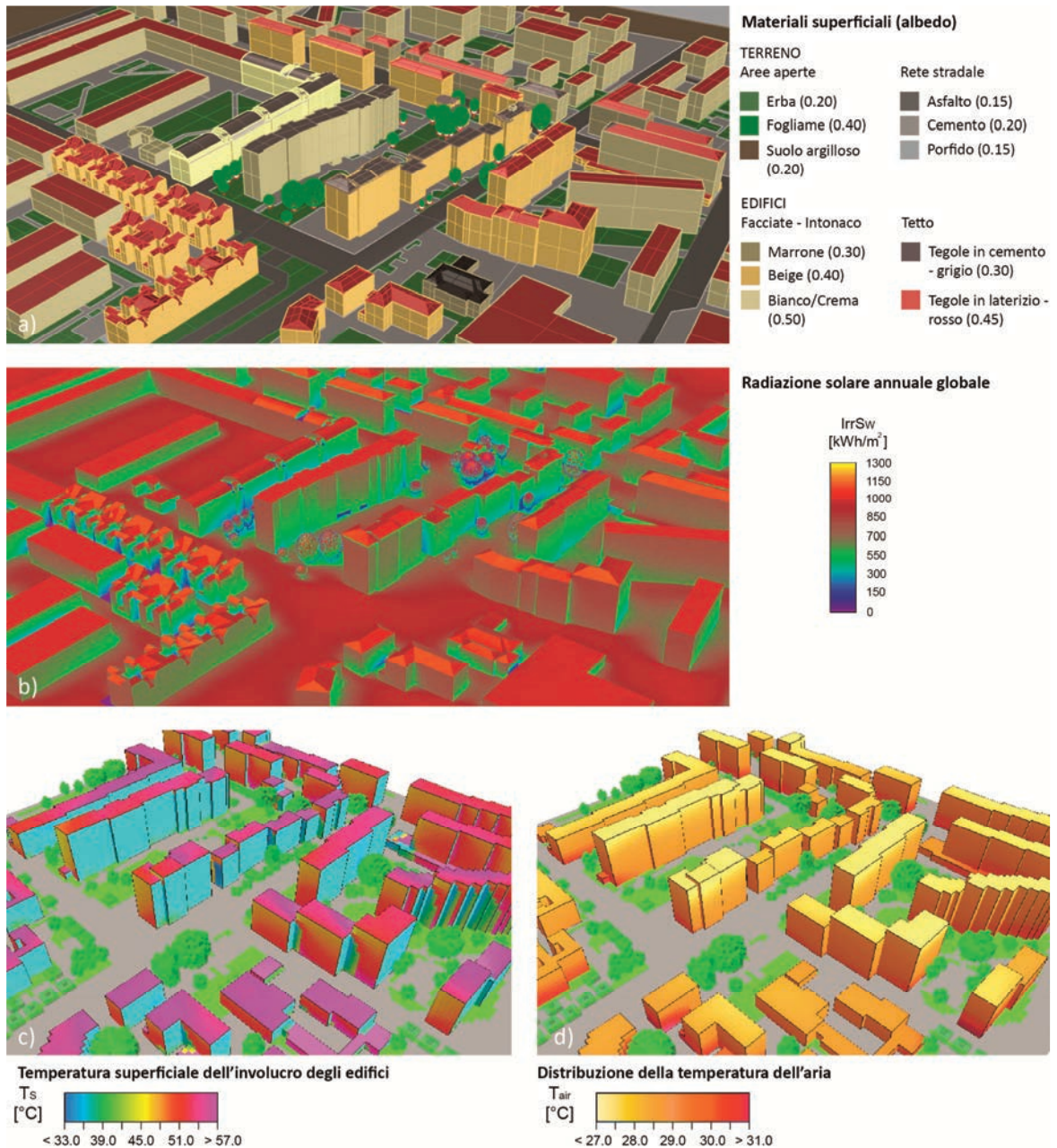


Figura 5. Configurazione corrente: usi della superficie e distribuzione spaziale di parametri microclimatici.

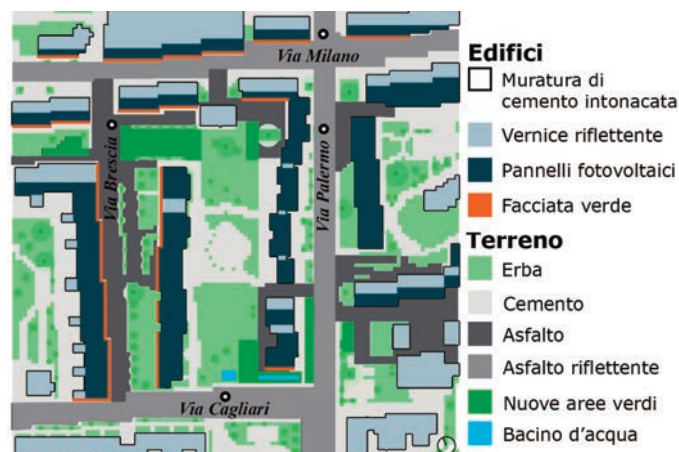


Figura 6. Configurazione finale: usi della superficie nella configurazione finale.

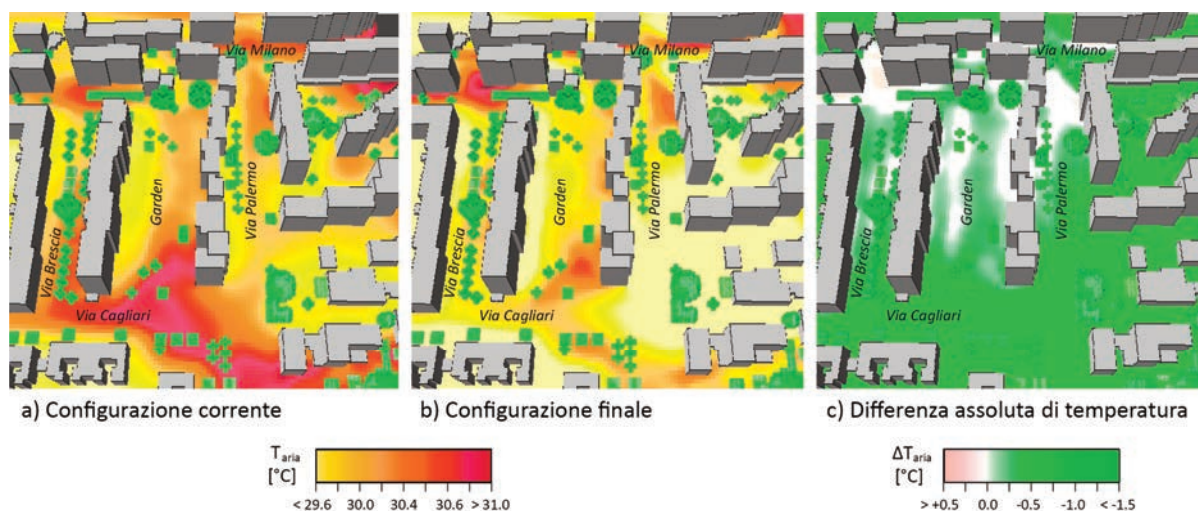


Figura 7. Distribuzione della temperatura dell'aria a livello pedonale.

5. Conclusioni

Questo studio propone un approccio sistemico a supporto delle decisioni di pianificazione, basato su informazioni spazialmente esplicite. L'applicazione ad al caso studio dimostra come la visualizzazione tridimensionale delle variabili morfologiche e ambientali rappresenta una solida base per mettere in relazione le decisioni sugli usi della superficie e gli effetti in termini di condizioni microclimatiche, comfort termico e produzione di energia rinnovabile. I futuri sviluppi dello studio affronteranno la necessità di una serie di indicatori e soglie quantitative per identificare l'idoneità di ciascuna superficie ai singoli usi e per la valutazione degli effetti ambientali di ciascuno di essi.

Ringraziamenti

La ricerca é stata finanziata dall'Unione Europea, 7th Programme for research, technological development and demonstration, grant agreement No. 609019.

Riferimenti bibliografici

- Croce, S. et al. (2019) "A Systemic Approach for the Optimization of Urban Surfaces Usage". IOP Conf. Series, 290.
- Giordano, R. et al. (2019) "Urban adaptation to climate change: Climate services for supporting collaborative planning", Climate Services, p. 100.
- Kellett, J. (2011) "More than a roof over our head: Can planning safeguard rooftop resources?", Urban Policy and Research, 29(1), pp. 23–36.
- Pisello, A. et al. (2018) "Facing the urban overheating: Recent developments. Mitigation potential and sensitivity of the main technologies", Wiley Interdisciplinary Reviews: Energy and Environment, pp. 1-25
- Vettorato D., Prospero D. (2012), "Specifying spatial attributes and relations in Urban Heat Islands: A generalizable model applied to Trento, Italy".
- Shooshtarian, S., Rajagopalan, P. and Sagoo, A. (2018) "A comprehensive review of thermal adaptive strategies in outdoor spaces", Sustainable Cities and Society, 41, pp. 647–665.
- SINFONIA (2017) Sinfonia. Low Carbon Cities for Better Living. www.sinfonia-smartcities.eu