

ATTI DELLA XXIV CONFERENZA NAZIONALE SIU - SOCIETÀ ITALIANA DEGLI URBANISTI
DARE VALORE AI VALORI IN URBANISTICA
BRESCIA, 23-24 GIUGNO 2022

03

La declinazione della sostenibilità ambientale nella disciplina urbanistica

A CURA DI ADRIANA GALDERISI, MARIAVALERIA MININNI, IDA GIULIA PRESTA



Società Italiana
degli Urbanisti



PLANUM PUBLISHER | www.planum.net

Planum Publisher e Società Italiana degli Urbanisti
ISBN 978-88-99237-45-5

I contenuti di questa pubblicazione sono rilasciati
con licenza Creative Commons, Attribuzione -
Non commerciale - Condividi allo stesso modo 4.0
Internazionale (CC BY-NC-SA 4.0)



Volume pubblicato digitalmente nel mese di maggio 2023
Pubblicazione disponibile su www.planum.net |
Planum Publisher | Roma-Milano

03

La declinazione della sostenibilità ambientale nella disciplina urbanistica

A CURA DI ADRIANA GALDERISI, MARIAVALERIA MININNI, IDA GIULIA PRESTA

ATTI DELLA XXIV CONFERENZA NAZIONALE SIU
SOCIETÀ ITALIANA DEGLI URBANISTI
DARE VALORE AI VALORI IN URBANISTICA
BRESCIA, 23-24 GIUGNO 2022

IN COLLABORAZIONE CON

Dipartimento di Ingegneria Civile, Architettura, Territorio, Ambiente e di
Matematica - DICATAM, Università degli Studi di Brescia

COMITATO SCIENTIFICO

Maurizio Tira - Responsabile scientifico della conferenza Università degli
Studi di Brescia, Claudia Cassatella - Politecnico di Torino, Paolo La Greca -
Università degli Studi di Catania, Laura Lieto - Università degli Studi di Napoli
Federico II, Anna Marson - Università IUAV di Venezia, Mariavaleria Mininni -
Università degli Studi della Basilicata, Gabriele Pasqui - Politecnico di Milano,
Camilla Perrone - Università degli Studi di Firenze, Marco Ranzato - Università
degli Studi Roma Tre, Michelangelo Russo - Università degli Studi di Napoli
Federico II, Corrado Zoppi - Università di Cagliari

COMITATO SCIENTIFICO LOCALE E ORGANIZZATORE

Barbara Badiani, Sara Bianchi, Stefania Boglietti, Martina Carra, Barbara
Maria Frigione, Andrea Ghirardi, Michela Nota, Filippo Carlo Pavesi, Michèle
Pezzagno, Anna Richiedei, Michela Tiboni

SEGRETERIA ORGANIZZATIVA

Società esterna - Ellisse Communication Strategies S.R.L.

SEGRETERIA SIU

Giulia Amadasi - DASTU Dipartimento di Architettura e Studi Urbani

PUBBLICAZIONE ATTI

Redazione Planum Publisher
Cecilia Maria Saibene, Teresa di Muccio

Il volume presenta i contenuti della Sessione 03,
"La declinazione della sostenibilità ambientale nella disciplina urbanistica"
Chair: Mariavaleria Mininni
Co-Chair: Adriana Galderisi
Discussant: Angela Barbanente, Carlo Cellamare, Michela Tiboni

Ogni paper può essere citato come parte di Galderisi A., Mininni M. & Presta
I.G. (a cura di, 2023), La declinazione della sostenibilità ambientale nella
disciplina urbanistica, Atti della XXIV Conferenza Nazionale SIU Dare valore ai
valori in urbanistica, Brescia, 23-24 giugno 2022, vol. 03, Planum Publisher e
Società Italiana degli Urbanisti, Roma-Milano 2023.

ADRIANA GALDERISI, MARIAVALERIA MININNI, IDA GIULIA PRESTA

8 **La declinazione della sostenibilità ambientale nella disciplina urbanistica**

Principi e strumenti per la transizione

ANTONIO ALBERTO CLEMENTE

16 Tra urbanistica e cambiamento climatico. Verso una retrospettiva al futuro

FABRIZIO D'ANGELO, KLARISSA PICA, DAVIDE SIMONI, VALENTINA ROSSELLA ZUCCA

21 Territorializzare la transizione: ripartire dalla dimensione spaziale per nuovi patti territoriali

LEONARDO RIGNANESE

29 Sostenibilità è anche risarcimento

NICOLA MARTINELLI, IDA GIULIA PRESTA

34 L'abitante temporaneo "nella città delle prossimità"

FEDERICA MANGIULLI

43 Gestire la transizione urbana. Confronto tra due approcci: Driving Urban Transition e Transformative Research

ELENA TARSI, MARIA RITA GISOTTI

48 I piani regionali in Italia sono pronti ad orientare le sfide della transizione ecologica? Proposta per una metodologia di analisi

CHIARA NIFOSI

54 Transizione ecologica in pratica. Dal PNRR ai progetti cantierabili nel caso della costa leccese: la strada litoranea, un campo trasversale di ricerca

ERBLIN BERISHA, GIANCARLO COTELLA, UMBERTO JANIN RIVOLIN, ALYS SOLLY

62 Governo del territorio e consumo di suolo: un confronto tra i sistemi europei

ELENA FERRAIOLI, GIOVANNI LITT, GIULIA LUCERTINI, FILIPPO MAGNI

71 Nuove forme di governance multilivello per la resilienza e la coesione territoriale: l'elaborazione di Strategie di Transizione Climatica alla scala locale

ADRIANA GALDERISI, GIUSEPPE GUIDA, GIOVANNI BELLO, GIADA LIMONGI, VALENTINA VITTIGLIO

76 Strategie di valorizzazione e resilienza per le aree interne: il Progetto RI.P.R.O.VA.RE.

MARIO MORRICA, ANTONIO CIASCHI

86 Cultura Urbana della Transizione per la città di Benevento - CULT Benevento

DANIELA CIAFFI, BENEDETTA GIUDICE, GIULIA LODETTI, ANGIOLETTA VOGHERA

91 Rigenerazione urbana e partecipazione. I casi di Casale Monferrato e Moncalieri

Città circolari, rigenerazione e politiche del cibo

MARA LADU, EZIO MICELLI

- 100 Valori e metriche del costruito per la progettazione sostenibile e circolare della città

FEDERICA PAOLI, FRANCESCA PIRLONE, ILENIA SPADARO

- 109 Il ruolo della città circolare verso la transizione ecologica urbana: il caso di Genova

MARIELLA ANNESE, MILENA FARINA

- 115 La rigenerazione degli insediamenti come sfida della transizione ecologica

SALVATORE LOSCO, CLAUDIA DE BIASE

- 124 Consumo di suolo versus Eco-Planning

MARIA SIMIOLI, MARICA CASTIGLIANO, FABIO DI IORIO, ENRICO FORMATO

- 131 Microdensità ecologica. Una proposta di riforma insediativa per il riequilibrio ambientale del Comune di Casavatore

LIBERA AMENTA, ANNA ATTADEMO, FABIO DI IORIO, MARILÙ VACCARO

- 139 Equilibri ecologici e valori del patrimonio. Sant'Anastasia PUC2021 come caso studio

FABIO DI IORIO, ENRICO FORMATO, MICHELANGELO RUSSO, MARILÙ VACCARO

- 146 Per una diversa crescita. Il caso del Piano urbanistico comunale di Casaluce

GIUSEPPE GUIDA, VALENTINA VITTIGLIO

- 153 Modelli rigenerativi per i sistemi urbano-industriali: il caso delle Aree di Sviluppo Industriale in Campania

ANDREA DE TONI, NICOLA COLANINNO, EUGENIO MORELLO

- 162 Aree Produttive – Aree Pro-Adattive: il contributo delle aree produttive alla resilienza urbana e allo sviluppo sostenibile

OLGA GIOVANNA PAPARUSSO

- 168 L'attuazione del Patto Città-Campagna della Puglia nell'adeguamento dei piani urbanistici al piano paesaggistico

MARTA DE MARCHI, MARIA CHIARA TOSI

- 174 Verso una transizione ecologica agroalimentare in Veneto. Il nesso tra salute pubblica, sistemi alimentari e governo del territorio

CATHERINE DEZIO

- 181 Dalla pratica al progetto, verso il 2030. Dieci casi studio per un'applicazione progettuale dell'agroecologia

ALESSANDRO BONIFAZI, PASQUALE BALENA, GIULIA MOTTA ZANIN, RINALDO GRITTANI

- 192 La transizione alimentare nei piani urbanistici di oggi e di domani. Alcune considerazioni sulla Puglia
-

Pratiche di resilienza

CARLO ALBERINI

- 200 Invert an unsustainable development model by fostering sustainable and resilient urban planning and design

FULVIO ADOBATI, MARIO PARIS

- 209 Strategia di Sviluppo sostenibile e scala locale: indicatori per descrivere, monitorare e orientare le scelte

EMANUELE GARDA, ALESSANDRO MARUCCI

- 215 Gli interventi per la de-impermeabilizzazione dei suoli nel recente quadro normativo regionale: ragioni, strumenti e prospettive

ANDREA BENEDINI

- 220 La Rete Verde-Blu come struttura di piano per la mitigazione del rischio alluvionale. Un'applicazione nel bacino meridionale del fiume

ANGELA BADAMI

- 227 Rigenerazione urbana e transizione ecologica. Il ripristino del sistema fluviale dell'Østerå come servizio ecosistemico di Aalborg (DK)

STEFANIA BOGLIETTI, MARTINA CARRA, MICHELA NOTA, MICHELA TIBONI

- 235 La realizzazione di tetti verdi come misura di adattamento delle città ai cambiamenti climatici

ANDREA MARÇEL PIDALÀ

- 244 Il patrimonio costiero come valore ecologico guida per la pianificazione dell'utilizzo -autosostenibile- delle aree del demanio marittimo. Il Caso studio del Piano di Utilizzo del Demanio Marittimo (P.U.D.M.) di Capo d'Orlando (Me)

ELISA PRIVITERA

- 252 Il valore dei "saperi insorgenti" per ri-significare i paesaggi del rischio

ARMANDO CEPEDA GUEDEA, FEDERICA MANGIULLI

- 261 Disaster risk management and transition in urban peripheral areas. A comparison between the United States and European Union

MARIELLA ANNESE, LETIZIA CHIAPPERINO, NICOLA MARTINELLI

- 268 Strategie di rigenerazione urbana e territoriale tra condizioni di internità e pratiche improprie: il caso di Carpino e Cagnano-Varano

ENRICO FORMATO, FABIO DI IORIO, VINCENZO GIOFFRÈ, MICHELANGELO RUSSO

- 276 Un Cretto Abitato: ricostruire sottraendo

SILVIA SERRELI, GIANFRANCO SANNA, ANDREA SULIS, GIOVANNI MARIA BIDDAU, GIOVANNI MANCA

- 281 Progetto urbano in sistemi costieri vulnerabili

RUBEN BAIOTTO, MATTEO D'AMBROS

- 288 Dalla spiaggia alla città metromarina. L'innovazione necessaria per un patrimonio a rischio
-

La realizzazione di tetti verdi come misura di adattamento delle città ai cambiamenti climatici

Stefania Boglietti

Università degli Studi di Brescia
Dipartimento di Ingegneria Civile, Architettura, Territorio, Ambiente e di Matematica (DICATAM)
Email: *s.boglietti001@unibs.it*

Martina Carra

Università degli Studi di Brescia
Dipartimento di Ingegneria Civile, Architettura, Territorio, Ambiente e di Matematica (DICATAM)
Email: *martina.carra@unibs.it*

Michela Nota

Università degli Studi di Brescia
Dipartimento di Ingegneria Civile, Architettura, Territorio, Ambiente e di Matematica (DICATAM)
Email: *m.nota@unibs.it*

Michela Tiboni

Università degli Studi di Brescia
Dipartimento di Ingegneria Civile, Architettura, Territorio, Ambiente e di Matematica (DICATAM)
Email: *michela.tiboni@unibs.it*

Abstract

A partire dalla fine del XX secolo molteplici politiche sono state messe in atto per rendere le città sempre più resilienti agli effetti importanti e spesso drammatici dei cambiamenti climatici. In particolare, le politiche e la ricerca scientifica hanno posto attenzione allo sviluppo di azioni di contrasto all'isola di calore urbana, sia nell'uso di materiali ad alto albedo sia nell'implementazione di infrastrutture verdi. Tuttavia, dato che gli spazi dedicati alle infrastrutture verdi potrebbero essere molto limitati, molti studi si sono concentrati sul tema dei tetti verdi, elementi tipologici in grado di garantire importanti benefici ambientali, economici e sociali. Questo contributo ha lo scopo di proporre una metodologia GIS a supporto dei processi decisionali per l'individuazione di siti prioritari di proprietà pubblica su cui realizzare tetti verdi, consentendo effetti benefici significativi in aree considerate a rischio ondate di calore. La metodologia si inserisce all'interno della Strategia di Transizione Climatica del Comune di Brescia, nell'ambito del progetto "Un filo naturale", ed è pertanto applicata a tutto il territorio. Inoltre, in linea con i modelli di "città oasi", "città spugna" e "città per le persone" definite dalla strategia, la metodologia considera nell'analisi indicatori ambientali, socioeconomici e morfologici. I risultati mostrano alla macroscale l'individuazione delle aree urbane soggette a elevato rischio ambientale e socioeconomico, e alla microscale l'individuazione degli edifici morfologicamente idonei alla realizzazione di tetti verdi e pertanto prioritarie per l'azione pubblica.

Parole chiave: climate change, resilience, green roof

1 | Introduzione

Negli ultimi anni il tema della resilienza ha suscitato un notevole interesse, soprattutto all'interno della comunità scientifica e del dibattito politico. Nella sua concezione moderna la definizione di Holling (1973), formulata per i sistemi ecologici, trova una propria declinazione naturale all'interno della città. Secondo la definizione efficace di Meerow, Newell, and Stults (2016), il sistema urbano è concepito come un sistema multi scalare e complesso, composto da diversi elementi carattere socio-ecologico e tecnologico, che tende a tornare in equilibrio e a modificare quei sistemi che limitano le sue attuali e future capacità di adattamento. Le aree urbanizzate sono il fulcro delle azioni di adattamento e mitigazione nei confronti dei cambiamenti climatici poiché fortemente vulnerabili a eventi meteo estremi (Hunt, 2004). Nonostante queste aree coprano solo il 3% della superficie terrestre, sono responsabili del 71% delle emissioni di carbonio totali legate al consumo e alla produzione di energia (IPCC, 2014). Ne consegue la priorità di intervento sul tessuto urbano costruito, ed in particolare sulle aree soggette a problematiche legate ai cambiamenti climatici e di cui sono allo stesso tempo la causa principale. La risposta a tale esigenza passa attraverso la diffusione delle

cosiddette città clima-resilienti (Henstra, 2012) caratterizzate da due tipologie di interventi connessi tra loro: la capacità di affrontare e resistere ad eventi atmosferici estremi grazie ad interventi tecnico-ingegneristici specifici e la capacità di attivare la cosiddetta resilienza sociale, andando a rafforzare il sistema socio-ecologico e socio-tecnologico in un ciclo di auto-rafforzamento.

Ma in che modo l'urbanistica e la pianificazione territoriale possono dare un contributo in tale direzione, rendendo le città e i territori sempre più resilienti? Negli ultimi anni sono state adottate diverse politiche a livello internazionale, nazionale e regionale per far fronte a queste problematiche: l'Agenda 2030 per lo Sviluppo Sostenibile, nello specifico obiettivo 11; l'Accordo di Parigi che ha presentato un piano d'azione per limitare il riscaldamento globale; l'Unione Europea che ha incluso i 17 Sustainable Development Goals dell'Agenda 2030 nelle sue strategie e politiche future, come ad esempio il Green Deal (MITE, 2021). In Italia è stato elaborato il Piano Nazionale di adattamento ai Cambiamenti Climatici (PNACC, 2018) con l'obiettivo di offrire uno strumento di supporto alle istituzioni nazionali, regionali e locali nell'individuare e scegliere le azioni più efficaci da attuare in relazione alle principali criticità rilevate.

Le politiche e la ricerca scientifica hanno individuato tra gli interventi prioritari in ambito urbano la mitigazione del fenomeno "isola di calore" che determina temperature sempre più elevate con conseguenti effetti negativi sulle risorse idriche, sulla salute della popolazione e sulla domanda di energia. Le azioni proposte, più approfondite in letteratura e adottate dalle città, riguardano, oltre all'uso di materiali ad alto albedo, l'implementazione delle infrastrutture verdi. Tuttavia, negli ambiti urbani gli spazi dedicati alle infrastrutture verdi potrebbero essere molto limitati, pertanto sono state individuate delle azioni specifiche sulla realizzazione di tetti verdi. Adottando la vegetazione, i tetti verdi sono in grado di raffreddare l'edificio per temperature superficiali massime giornaliere che variano tra i 10-30°C rispetto ai tetti convenzionali. Questa riduzione comporta una diminuzione del calore dell'edificio, aumentandone l'efficienza energetica e l'uso di sistemi di riscaldamento/condizionamento dell'aria (Yang & Bou-Zeid, 2019), di conseguenza agiscono sia sul microclima degli edifici sia sul clima locale delle città. Inoltre, i tetti verdi possono generare dei servizi ecosistemici tramite la rimozione degli inquinanti atmosferici, la riduzione del rumore e del deflusso delle acque piovane, il miglioramento della qualità dell'acqua e dell'estetica, la fornitura di habitat alla fauna selvatica e promozione della biodiversità urbana, la produzione di cibo e l'aumento di aree ricreative (Jim, 2013).

I molteplici benefici pubblici hanno giustificato l'intervento pubblico in molti governi locali dei diversi paesi, attraverso lo sviluppo di politiche che possono riguardare incentivi finanziari diretti sotto forma di sovvenzioni, incentivi finanziari indiretti e standard prestazionali o l'imposizione attraverso i regolamenti edilizi (Carter & Fowler, 2008; Tsang & Jim, 2011). Tuttavia, per massimizzare l'efficienza degli strumenti di pianificazione urbanistica e regolamentazione dei tetti verdi nell'attuazione è necessaria un'analisi di fattibilità mirata all'individuazione di potenziali siti. Alcuni contributi hanno valutato l'idoneità attraverso degli indicatori ambientali (e.g., qualità della vita, comfort urbano) e morfologici (e.g., pendenza, esposizione alla luce solare, ombreggiature proiettate dagli edifici, ampiezza, altezza, tipologia della copertura) (Santos et al., 2016). Similarmente, questo articolo ha lo scopo di proporre una metodologia GIS a supporto dei processi decisionali per l'individuazione dei siti prioritari di proprietà pubblica su cui realizzare tetti verdi. Ciò viene fatto attraverso l'utilizzo di indicatori ambientali, socioeconomici e morfologici. La metodologia si inserisce all'interno della Strategia di Transizione Climatica (STC) del Comune di Brescia ed è pertanto applicata a tutto il suo territorio comunale.

Il documento è organizzato come segue: la Sezione 2 presenta la Strategia di Transizione Climatica; la Sezione 3 illustra metodologia di analisi; la Sezione 4 esplica i risultati dell'analisi; la Sezione 5 conclude il lavoro e discute limiti e futuri sviluppi dell'applicazione.

2 | Strategia di Transizione Climatica

Nell'ambito delle politiche di contrasto ai cambiamenti climatici, Fondazione CARIPOLO con il progetto "F2C - Fondazione CARIPOLO per il Clima" ha pubblicato il bando Ambiente 2020 Call for Ideas "Strategia Clima" con l'obiettivo di aumentare la mitigazione e l'adattamento al cambiamento climatico tramite strumenti strategici e politici a livello locale. Il Comune di Brescia ha partecipato al bando con il progetto "*Un Filo-Naturale. Una comunità che partecipa per trasformare la sfida del cambiamento climatico in opportunità*" che include lo sviluppo di una STC per ridurre le emissioni di gas climalteranti, migliorare la gestione dei rischi e delle criticità, aumentare il capitale naturale e la biodiversità con azioni continue e progressive per un graduale aumento della capacità resiliente. Il progetto consiste in 30 azioni di adattamento, mitigazione, partecipazione e coinvolgimento della comunità, secondo una programmazione di medio e lungo periodo

che si integra e dialoga con l'insieme degli strumenti pianificatori e programmatici generali e settoriali del Comune. Il progetto "Un Filo Naturale" vuole rispondere a tre bisogni principali della città:

- far fronte al problema delle ondate di calore, della siccità e della perdita di biodiversità realizzando una "città oasi", creando ombra e fresco per il benessere delle persone, migliorando il microclima e la biodiversità urbana;
- far fronte agli eventi piovosi estremi realizzando una "città spugna", rendendola più permeabile e in grado di smaltire in sicurezza le acque meteoriche;
- far fronte al bisogno di socialità, incontro e consapevolezza ambientale dei cittadini, migliorando la "città per le persone" con spazi pubblici più belli e vivibili.

Le azioni di coinvolgimento e partecipazione rappresentano un fattore fondamentale in quanto sarà necessario creare delle comunità resilienti, che portino attenzione sui bisogni del territorio, che accrescano la propria consapevolezza sui temi del cambiamento climatico e che partecipino alla progettazione degli interventi di miglioramento del microclima urbano.

Uno degli interventi sperimentali utili per provare a rispondere ai bisogni della città è la realizzazione di tetti verdi in contesti considerati a rischio ondate di calore e pertanto potenziali per una significativa riduzione dei consumi energetici. Gli interventi prevedono la realizzazione di un giardino pensile e due coperture verdi estensive su edifici di proprietà pubblica e l'elaborazione di strumenti e regolamenti utili alla diffusione di tali misure, alla gestione e pubblicazione di dati informativi. Pertanto, l'azione prevede studi propedeutici di carattere territoriale per l'individuazione di edifici pubblici potenzialmente prioritari per la diffusione e realizzazione di tetti verdi, tenendo in considerazione la struttura edilizia, le criticità climatiche e i contesti socioeconomici. Si aggiungono studi naturalistici ed ecologici, per definire specifiche linee guida di progettazione a favore dell'aumento della biodiversità e degli spazi aperti urbani. Infine, per rispondere alle esigenze dei cittadini e per iniziare a costruire una resilienza sociale capace di gestire i futuri spazi, si realizzeranno dei percorsi di co-progettazione. Pertanto, l'azione presentata può essere una soluzione sostenibile in grado di rispondere agli obiettivi di adattamento della STC.

3 | Metodologia

La metodologia per l'identificazione dei potenziali edifici pubblici oggetto di interventi con tetti verdi considera tre macro-indicatori: ambientale relativo al contesto climatico, socioeconomico relativo al degrado del tessuto sociale e morfologico relativo alla tipologia edilizia, della proprietà e della copertura. La metodologia consiste di due fasi correlate: (1) alla macroscale individua le aree soggette a elevato rischio ambientale e socioeconomico in cui l'azione è prioritaria; (2) alla microscale individua gli edifici morfologicamente idonei alla realizzazione di tetti verdi.

3.1 | Contesto climatico

L'analisi del contesto climatico mette in relazione le caratteristiche del costruito e dell'uso del suolo con la temperatura media al suolo, identificando le aree del territorio caratterizzate da temperature più elevate. L'analisi viene effettuata utilizzando come struttura cartografica di riferimento una griglia a maglia quadrata. Sulla base delle caratteristiche del costruito e dell'uso del suolo il territorio viene suddiviso in Local Climate Zone (LCZ). Le LCZ sono composte da 17 classi, 1-10 per "tipo di costruito" e A-G per "uso del suolo" e sono individuabili attraverso 10 parametri (Stewart & Oke, 2012). A seconda dei dati disponibili è possibile scegliere quali parametri considerare nel calcolo delle LCZ. L'analisi delle temperature al suolo (LST) segue la metodologia indicata da Ruzzon & Armiraglio (2020) e utilizza tre mappe ottenute dal sito "Remote Sensing Lab", corrispondenti a una giornata estiva individuata tra i mesi di luglio e agosto, dal 2019 al 2021. Le mappe sono generate automaticamente da immagini satellitari (Landsat-8 OLI/TIRS) con risoluzione 30 metri¹ (Parastatidis et al., 2017). Infine, in ambiente GIS le LST medie al suolo vengono intersecate alle LCZ calcolate e tali valori vengono associati ad ogni cella della struttura di riferimento che identifica, in riferimento alla corrispondente zona climatica, le aree del territorio più calde soggette a maggior rischio da ondate di calore.

3.2 | Contesti di degrado socioeconomico

L'analisi di contesto del degrado socioeconomico descrive e classifica le principali variabili connesse al concetto di povertà urbana, intensa come disagio multi-variabile. Nello specifico il degrado socioeconomico è stato calcolato come sommatoria di cinque variabili. La prima riguarda il tasso di bassa scolarizzazione

¹ Possibili errori delle temperature al suolo sono determinati dalla presenza di specchi d'acqua o superfici particolarmente riflettenti.

quale possibile indicatore in grado di descrivere eventuali “sintomi” di povertà economico-reddituale. Essa ha considerato la popolazione di età superiore ai 6 anni con un titolo di studio uguale o inferiore al diploma di licenza media inferiore. La seconda variabile considera il tasso di disoccupazione attiva quale indicatore numerico-descrittivo di una condizione reddituale assente, tuttavia, di tipo temporaneo in quanto caratterizzata dalla ricerca di una nuova occupazione. Al contrario, la terza variabile del tasso di disoccupazione passiva considera una condizione stabile di disagio reddituale dovuta alla disoccupazione. Entrambi gli indicatori hanno considerato la popolazione residente di età pari o maggiore di 15 anni, la forza lavoro, la popolazione occupata e disoccupata in cerca di nuova occupazione. La quarta variabile valuta il tasso di migrazione fragile, i.e., la percentuale di popolazione straniera proveniente da continenti caratterizzati da condizioni di vulnerabilità economica. Pertanto, è stata considerata la popolazione straniera residente migrata dai continenti africano, asiatico e americano. Quest’ultima tipologia è stata considerata in virtù della percentuale di popolazione proveniente dall’area centro meridionale (circa il 95%). Il fattore considera al tempo stesso la presenza di una vulnerabilità migratoria e la sua concentrazione quale eventuale fattore “segnale” di forme di segregazione etnico-culturale. Infine, l’ultimo indicatore riguarda il tasso di degrado edilizio in grado di descrivere spazialmente la qualità aggregata dell’ambiente costruito. Gli indicatori sono stati elaborati in ambiente GIS sulla base delle sezioni di censimento ISTAT e dalle variabili censuarie (2011) secondo valori normalizzati tra 0 e 1, e invertiti per descrivere l’andamento più sfavorevole per un valore massimo di degrado socioeconomico pari a 1 e minimo con valore pari a 0.

3.3 | Contesto morfologico

Le analisi precedenti definiscono le aree a maggior rischio in cui proporre interventi di tetti verdi o giardini pensili, e.g., caratterizzate da temperature superiori ai 36°C e con livelli di degrado socioeconomico medio-alto o alto. All’interno di queste aree vengono definite le tipologie funzionali di edifici di proprietà pubblica (i.e., scuole, edifici ad uso pubblico e residenziali, edilizia residenziale pubblica, impianti sportivi) e, nel caso delle funzioni residenziali, vengono definite le caratteristiche tipologiche dell’edificio (unifamiliari/bifamiliari, case a schiera, in linea, torre) e della copertura (a falda o piano). In particolare, in base alla tipologia di copertura e alla funzione che gli si vuole attribuire, è possibile individuare la corretta tipologia di tetto verde, se di tipo estensivo o intensivo. L’estensivo consente di ottenere una copertura verde erbacea e sedum perenne, resistente alla siccità, di facile mantenimento, con un elevato effetto estetico e trova la sua applicazione quando la capacità di carico è limitata sia sulle grandi coperture commerciali/industriali, sia sulle piccole coperture residenziali, utilizzabile anche nelle tipologie a falda. Il tipo intensivo è in genere adatto alle coperture piane con elevata capacità di carico e permette di recuperare spazi inutilizzati e trasformarli in giardini con ampia scelta di vegetazione, alberi e arbusti, richiedendo manutenzione regolare e apporti irrigui costanti.

I dati sono stati ottenuti da fonti interne all’Amministrazione comunale (tipo di proprietà e funzione), dal Database Topografico della Regione Lombardia (unità volumetriche e altezze), da ortofoto e sopralluoghi (tipologia di copertura).

4 | Risultati

La metodologia è stata applicata alla città media di Brescia con estensione di circa 9000 ettari, 200.000 abitanti e una densità abitativa di 2.180 ab/km². Il contesto climatico dell’area di studio ricade nella macroregione climatica omogenea 1 “Prealpi e Appennino settentrionale” (PNACC, 2018), caratterizzata da valori intermedi di precipitazioni invernali ed estive, valori elevati di precipitazioni estreme e con il maggior numero di giorni in cui la temperatura massima ha valori superiori al valore di soglia (STC, 2021). La mappa delle LCZ e LST sovrapposte mette in relazione la tipologia di costruito e dell’uso del suolo con le temperature medie al suolo. La Figura 1 mostra le due mappe sovrapposte e illustra le criticità climatiche determinate da tale sovrapposizione. È visibile una corrispondenza tra le temperature più elevate e le aree più densamente costruite, le aree industriali e le superfici pavimentate (rispettivamente LCZ 2, 10, E). Le temperature più basse risultano in prossimità degli specchi d’acqua (LCZ G) e delle aree boschive del Monte Maddalena ad est e dei colli Campiani ad ovest (LCZ A, B).

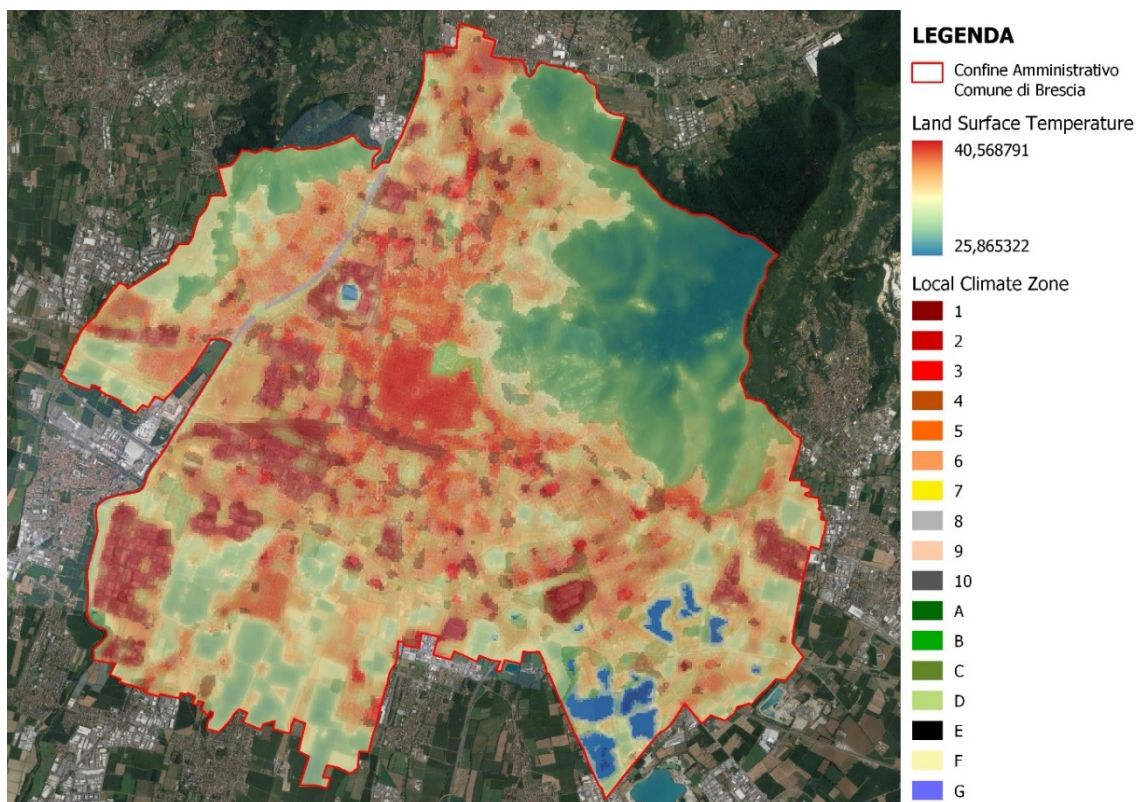


Figura 1 | Criticità climatiche.

Alcuni errori delle immagini satellitari dovuti alla presenza superfici riflettenti sono rilevabili nella zona nord-ovest in cui risultano temperature basse all'interno di aree industriali ad elevato tasso di impermeabilizzazione. Ulteriori considerazioni grafiche si riscontrano nei dati della Tabella I.

Tabella I | Relazione LCZ – LST.

LCZ		LST Media [°C]	LST Min [°C]	LST Max [°C]
1	<i>Grattacielo compatto</i> : > 10 piani, densi, copertura del suolo asfaltata	37,89	37,53	38,17
2	<i>Midrise compatto</i> : 3-9 piani, mix denso, copertura del suolo asfaltata	38,53	38,34	38,69
3	<i>Edifici bassi compatti</i> : 1-3 piani, densi, copertura del suolo asfaltata	38,05	37,79	38,27
4	<i>Grattacielo aperto</i> : > 10 piani, aperti, copertura del suolo permeabile	37,47	37,19	37,74
5	<i>Midrise aperto</i> : 3-9 piani, mix aperto, copertura del suolo permeabile	37,78	37,57	37,97
6	<i>Edifici bassi aperti</i> : 1-3 piani, aperti, copertura del suolo permeabile	37,06	36,81	37,28
7	<i>Mix edifici bassi</i> : 1 piano, mix denso, copertura del suolo dura	37,44	37,15	37,68
8	<i>Grandi edifici bassi</i> : 1-3 piani, aperti, copertura del suolo asfaltata	37,88	37,63	38,09
9	<i>Costruzione spartana</i> : Edifici di piccole o medie dimensioni, sparsi, copertura del suolo permeabile	36,96	36,70	37,20
10	<i>Industria pesante</i> : Strutture industriali basse e medie, copertura del suolo asfaltata o compatta	39,40	39,01	39,76
A	<i>Alberi densi</i>	29,73	29,54	29,93
B	<i>Alberi sparsi</i>	34,68	34,37	35,06
C	<i>Cespugli</i>	33,89	33,55	34,23
D	<i>Prato</i>	36,53	36,22	36,86
E	<i>Lastricato</i>	38,06	37,74	38,35
F	<i>Agricoltura</i>	34,40	34,05	34,75
G	<i>Acqua</i>	23,32	20,47	25,89

La Figura 2 mostra le aree soggette a degrado socioeconomico come sintesi di un disagio multi-variabile che caratterizza in particolar modo per valori elevati e medio-alti le aree sud e ovest della città di Brescia.

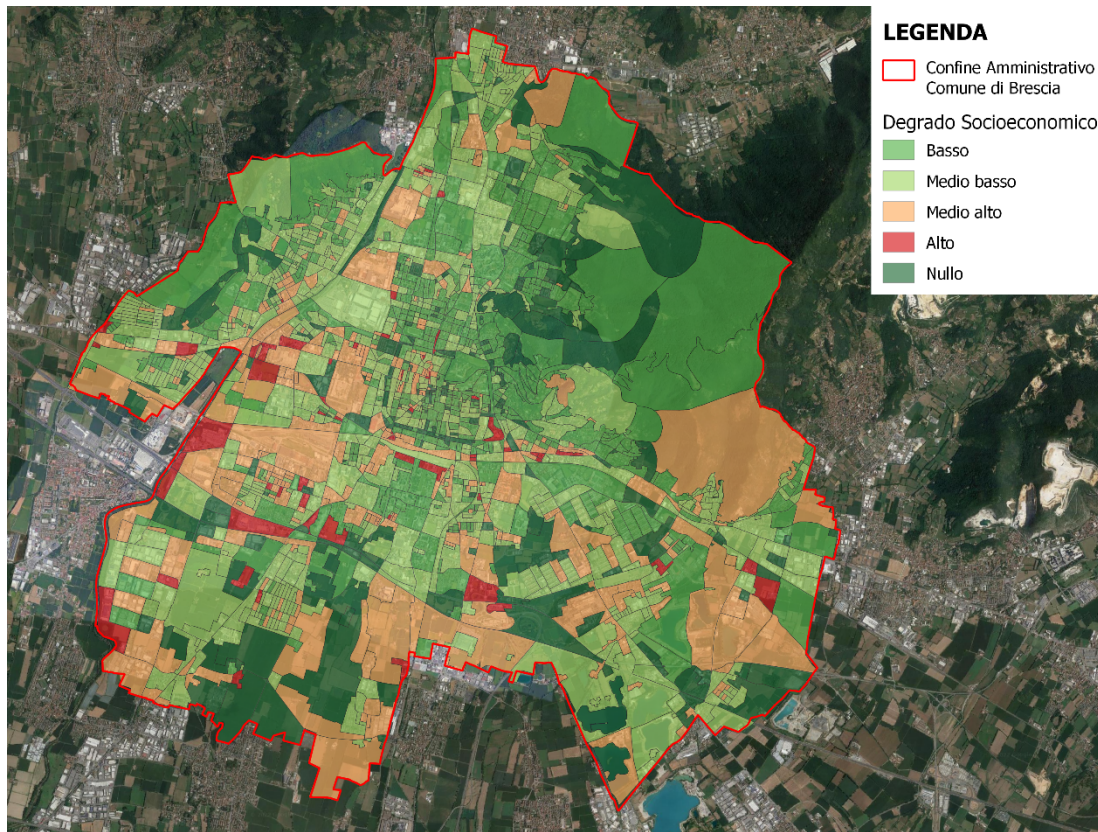


Figura 2 | Degrado socioeconomico.

La sovrapposizione dell'analisi delle criticità climatiche con il degrado socioeconomico individua le aree della città soggette ad un maggior a rischio. Le aree identificate sono tre, una nella Zona Nord, una nella Zona Ovest e l'ultima nella Zona Est (Figura 3).

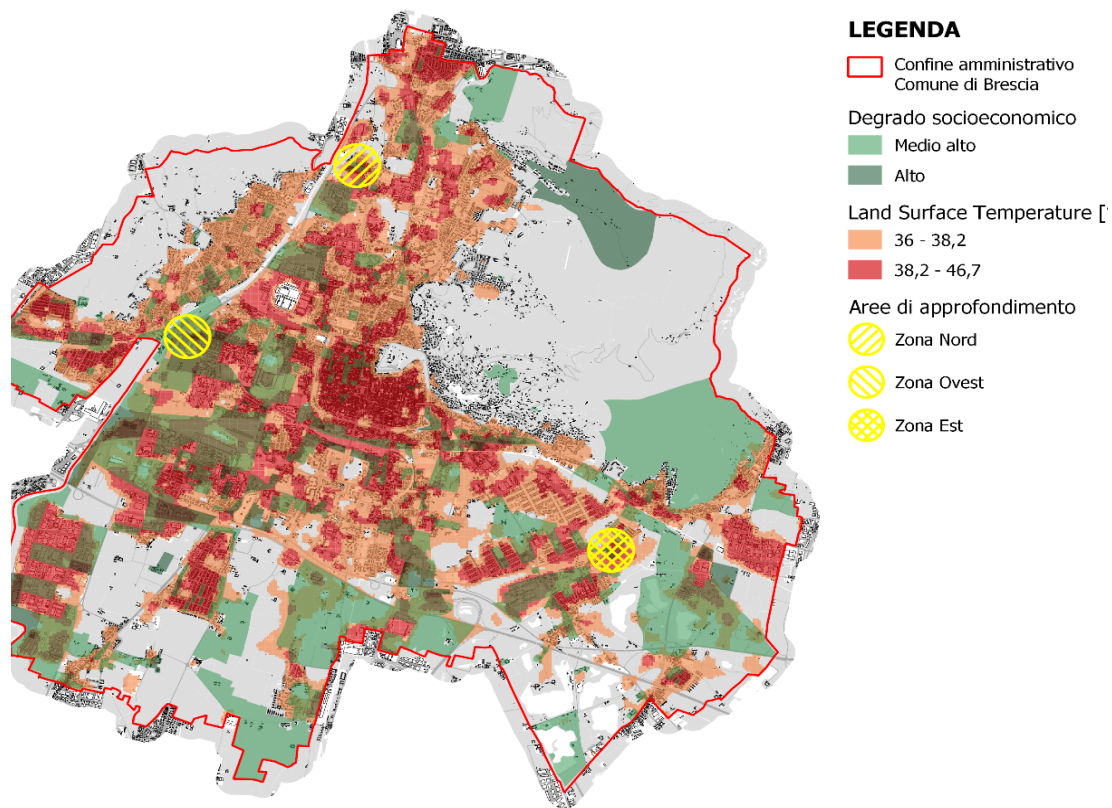


Figura 3 | Identificazione delle aree di approfondimento.

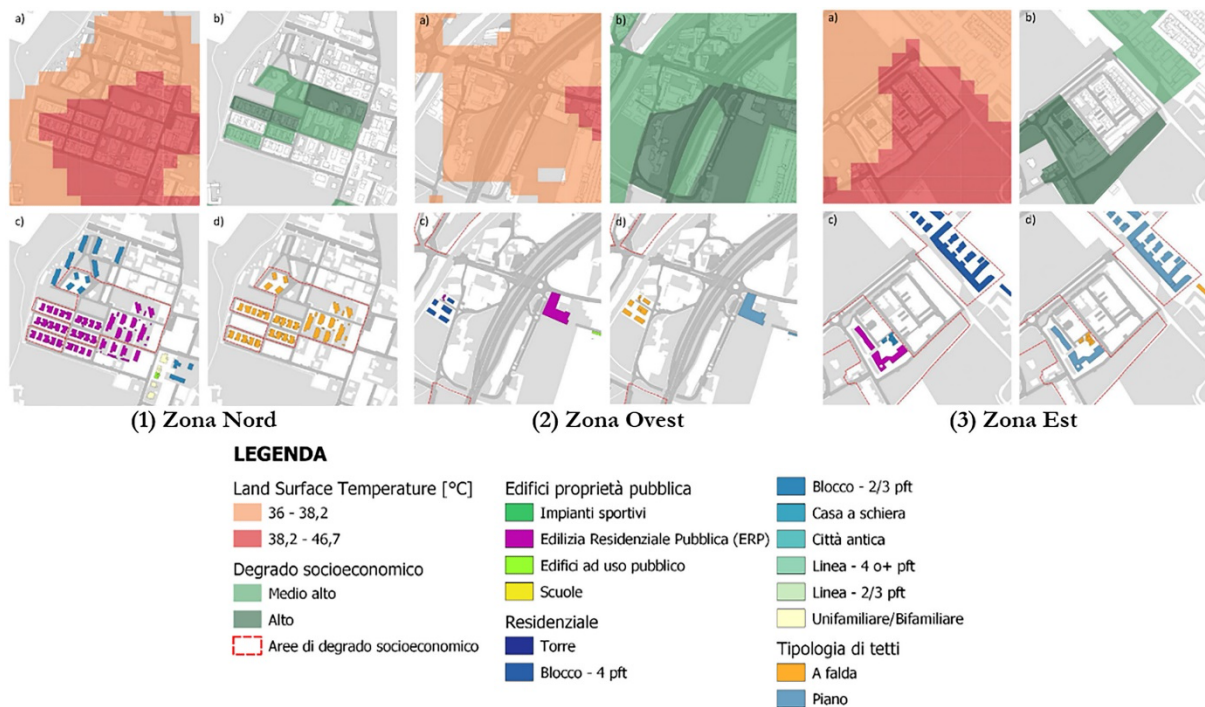


Figura 4 | Analisi dell'area di approfondimento (Nord, Ovest, Est). a) Temperature al suolo, b) Degrado socioeconomico, c) Edifici di proprietà pubblica, d) Tipologia di tetti.

L'area identificata nella Zona Nord presenta una temperatura media al suolo di circa 37,5°C (Figura 4.1a) e un livello di degrado socioeconomico medio alto (Figura 4.1b). L'area comprende edifici residenziali a blocco di 2/3 piani fuori terra ed edifici di edilizia residenziale pubblica (Figura 4.1c). Questi edifici presentano tetti a falda (Figura 4.1d) e si possono dunque proporre interventi di tetti verdi estensivi, non accessibili, utili per la diminuzione dell'isola di calore urbana e del microclima dell'edificio.

La Zona Ovest ha una temperatura media al suolo inferiore rispetto al precedente, di circa 36,7°C (Figura 4.2a), e medesimi livelli di degrado socioeconomico (Figura 4.2b). L'area comprende edifici residenziali a blocco con più di quattro piani, a torre e di edilizia residenziale pubblica, unitamente ad un edificio ad uso pubblico (Figura 4.2c). L'analisi mostra due tipologie di coperture: tetti a falda negli edifici ad ovest e tetti piani in quelli ad est (Figura 4.2d). Sui tetti piani è possibile proporre interventi di tetti verdi con sistema intensivi, che contribuiscano alla riduzione dei consumi, alimentando anche la creazione di aree ricreative per comunità resilienti.

Infine, l'area nella Zona Est ha una temperatura media al suolo più elevata rispetto alle aree precedenti, circa 38°C (Figura 4.3a), e presenta un livello di degrado socioeconomico particolarmente alto (Figura 4.2b). L'area comprende edifici residenziali a blocco con almeno 2 piani fuori terra di edilizia residenziale pubblica (Figura 4.3c) e una prevalenza di tetti piani (Figura 4.3d). Come per il caso precedente, è possibile realizzare tetti intensivi con alberature e arbusti accessibili di elevato potenziale sociale e ambientale.

5 | Discussione e conclusioni

La promozione delle infrastrutture verdi è un obiettivo prioritario di molteplici politiche nell'ambito della resilienza urbana al cambiamento climatico e un modo per superare la carenza di spazi verdi nell'ambiente costruito è sostenere l'implementazione di tetti verdi che comportano differenti vantaggi ambientali, economici e sociali. Tuttavia, analisi sulle reali capacità del territorio di ricevere tali infrastrutture sono ancora poche e poco sviluppate. Ciononostante, esse costituiscono utili strumenti di supporto ai processi decisionali per pianificatori e amministratori pubblici.

La metodologia sperimentale proposta all'interno del progetto "Un Filo Naturale" del Comune di Brescia è un approccio semplice che identifica il potenziale della città nell'adozione di tetti verdi. Le analisi hanno portato all'identificazione di tre casi critici, di cui sono state analizzate le criticità climatiche, il degrado socioeconomico, la tipologia degli edifici, delle proprietà e della copertura. Inoltre, il maggior livello di dettaglio permette di valutare la tipologia di interventi estensivi o intensivi. Pertanto i risultati costituiscono una risorsa per guidare la pianificazione e le politiche urbane e dimostrano ancora una volta la rilevanza degli strumenti GIS nell'informare i processi decisionali. Alle analisi potrà seguire la realizzazione di interventi pilota quale primo passo per la definizione di una strategia di diffusione dei tetti verdi, nella speranza che la sperimentazione porti a una maggiore attenzione e sensibilizzazione sul tema anche da parte dei privati.

Tuttavia, sebbene l'efficienza della metodologia proposta sia utile nell'individuare i potenziali tetti della città da trasformare in coperture verdi sono possibili ulteriori affinamenti degli indicatori che possono considerare variabili della sostenibilità o dell'idoneità più puntuali (e.g., superfici di trasformazione minime, pendenze massime, rapporto dei benefici tetti verdi-pannelli fotovoltaici, ecc.).

Ulteriori considerazioni sulla metodologia adottata, da valutarsi in fase sperimentale, dovranno affrontare elementi ad impatto negativo che caratterizzano questa infrastruttura verde, tra i quali, in primis, i costi di gestione e manutenzione.

Riferimenti bibliografici

- Carter T. & Fowler L. (2008), "Establishing Green Roof Infrastructure Through Environmental Policy Instruments", in *Environmental Management*, n.42, pp. 151-164.
- Jim C.Y. (2013), "Sustainable urban greening strategies for compact cities in developing and developed economies", in *Urban Ecosystems*, n.16, pp. 741-761.
- Henstra D. (2012), "Toward the climate-resilient city: extreme weather and urban climate adaptation policies in two Canadian provinces", in *Journal of Comparative Policy Analysis: Research and Practice*, n.14, pp. 175-194.
- Holling C.S. (1973), "Resilience and Stability of Ecological Systems" in *Annual Review of Ecology and Systematics*, n.4, pp. 1-23.
- Hunt J. (2004), "How can cities mitigate and adapt to climate change?", in *Building Research & Information*, n.32, pp. 55-57.
- IPCC - Intergovernmental Panel on Climate Change (2014), *Climate Change 2014: Mitigation of Climate Change*, Cambridge University Press, Cambridge.
- Meerow S., Newell J.P. & Stults M. (2016), "Defining urban resilience: A review", in *Landscape and urban planning*, n.147, pp. 38-49.
- Parastatidis D., Mitraka Z., Chrysoulakis N. & Abrams M. (2017), "Online global land surface temperature estimation from Landsat", in *Remote sensing*, n. 9.

- Possiedi M. (2022), “Verde Hi-Tech. Ricerca, innovazione e cambio di paradigma”, in *OFFICINA* toolbox*, n. 05, pp. 10-11.
- Ruzzon M., Armiraglio S. (2020). “Il ruolo delle aree verdi nella regolazione delle temperature a Brescia”, in *Natura bresciana: annuario del Museo Civico di Storia Naturale di Brescia*, n. 43, pp. 61-71.
- Santos T., Tenedório J.A., & Gonçalves J.A. (2016), “Quantifying the City’s Green Area Potential Gain Using Remote Sensing Data”, in *Sustainability*, n.8.
- Stewart I.D., Oke T.R. (2012), “Local climate zones for urban temperature studies”, in *Bulletin of the American Meteorological Society*, n. 93, pp. 1879-1900.
- Tsang S.W. & Jim C.Y. (2011), “Game-theory approach for resident coalitions to allocate green-roof benefits”, in *Environment and Planning A*, n. 43, pp. 363-377.
- WCED - World Commission on Environment and Development (1987), *Our Common Future*, Oxford University Press, Oxford.
- Yang J. & Bou-Zeid E. (2019), “Scale dependence of the benefits and efficiency of green and cool roofs”, in *Landscape and Urban Planning*, n.187, pp.157-140.

Sitografia

- MITE-Ministero della Transizione Ecologica (2021), <https://www.mite.gov.it/>
- PNACC-Piano Nazionale di Adattamento ai Cambiamenti Climatici (2018), disponibile su Ministero della Transizione ecologica, Clima, adattamento ai cambiamenti climatici
<https://www.mite.gov.it/pagina/piano-nazionale-di-adattamento-ai-cambiamenti-climatici>
- STC-Strategia di Transizione Climatica (2021), disponibile su Comune di Brescia, Servizi, Urban Center Brescia, Progetto Un Filo Naturale
https://www.comune.brescia.it/servizi/urbancenter/unfilonaturale/Documents/210720_UC_AT_188-RELAZIONE_STC_BS_rev2.pdf

Riconoscimenti

Si ringrazia il settore Trasformazione urbana e il settore Verde, parchi e reticolo idrico del Comune di Brescia per la condivisione dei dati e la disponibilità.

URBANISTI • SIU SOCIETÀ ITALIANA DEGLI URBANISTI • SIU SOCIETÀ ITALIANA
za Nazionale • XXIV Conferenza Nazionale • XXIV Conferenza Nazionale
valore ai valori in urbanistica • Dare valore ai valori in urbanistica • Dare
Worthing values for urban planning • Worthing values for urban planning

Planum Publisher e Società Italiana degli Urbanisti
ISBN 978-88-99237-45-5
Volume pubblicato digitalmente nel mese di maggio 2023
Pubblicazione disponibile su www.planum.net |
Planum Publisher | Roma-Milano

