



05

GAIA, territori della biodiversità

A CURA DI MARIAVALERIA MININNI E ANNA TERRACCIANO

ATTI DELLA XXVI CONFERENZA NAZIONALE SIU - SOCIETÀ ITALIANA DEGLI URBANISTI
NUOVE ECOLOGIE TERRITORIALI. COABITARE MONDI CHE CAMBIANO
NAPOLI, 12-14 GIUGNO 2024



Società Italiana
degli Urbanisti



PLANUM PUBLISHER | www.planum.net

Planum Publisher e Società Italiana degli Urbanisti
ISBN: 978-88-99237-74-5

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 giugno 2025
Pubblicazione disponibile su www.planum.net |
Planum Publisher | Roma-Milano

05

GAIA, territori della biodiversità

A CURA DI MARIAVALERIA MININNI E ANNA TERRACCIANO

ATTI DELLA XXVI CONFERENZA NAZIONALE SIU - SOCIETÀ ITALIANA DEGLI URBANISTI
NUOVE ECOLOGIE TERRITORIALI. COABITARE MONDI CHE CAMBIANO
NAPOLI, 12-14 GIUGNO 2024

ATTI DELLA XXVI CONFERENZA NAZIONALE SIU
SOCIETÀ ITALIANA DEGLI URBANISTI
NUOVE ECOLOGIE TERRITORIALI. COABITARE MONDI CHE CAMBIANO
NAPOLI, 12-14 GIUGNO 2024

IN COLLABORAZIONE CON

Dipartimento di Architettura – DiARC Università degli Studi di Napoli
“Federico II”, con Dipartimento di Architettura e Disegno Industriale – DADI
Università della Campania Luigi Vanvitelli

COMITATO SCIENTIFICO

Angela Barbanente (Presidente SIU - Politecnico di Bari),
Massimo Bricocoli (Politecnico di Milano), Grazia Brunetta (Politecnico di
Torino), Giuseppe De Luca (Università degli Studi di Firenze), Enrico Formato
(Università degli Studi Federico II Napoli), Roberto Gerundo (Università degli
Studi di Salerno), Maria Valeria Mininni (Università degli Studi della Basilicata),
Marco Ranzato (Università degli Studi Roma Tre), Carla Tedesco (Università
Iuav di Venezia), Maurizio Tira (Università degli Studi di Brescia),
Michele Zazzi (Università degli Studi di Parma).

COMITATO SCIENTIFICO LOCALE

Michelangelo Russo (direttore DiARC), Enrico Formato (responsabile
conferenza), Adriana Galderisi (responsabile YOUNGERSIU), Antonio Acierno,
Libera Amenta, Antonia Arena, Anna Attademo, Gilda Berruti, Nicola Capone,
Marica Castigliano, Emanuela Coppola, Claudia De Biase, Daniela De Leo,
Gabriella Esposito De Vita, Carlo Gasparrini, Vincenzo Giofrè,
Giuseppe Guida, Giovanni Laino, Laura Lieto, Cristina Mattiucci,
Maria Federica Palestino, Paola Piscitelli, Alessandro Sgobbo,
Marialuce Stanganelli, Anna Terracciano.

COMITATO ORGANIZZATIVO

Ludovica Battista (coord.), Nicola Fierro (coord.), Rosaria Iodice (coord.),
Giada Limongi (coord.), Maria Simioli (coord.), Federica Vingelli (coord.) con:
Giorgia Arillotta, Chiara Bocchino, Greta Caliendo, Augusto Fabio Cerqua,
Stefano Cuntò, Paolo De Martino, Daniela De Michele, Giovanna Ferramosca,
Carlo Gerundo, Walter Molinaro, Sofia Moriconi, Antonietta Napolitano,
Veronica Orlando, Benedetta Pastena, Sara Piccirillo, Chiara Pisano,
Francesco Stefano Sammarco, Marilù Vaccaro, Bruna Vendemmia,
Marina Volpe.

SEGRETERIA ORGANIZZATIVA

Società esterna Be tools srl
siu2023@betools.it

SEGRETERIA SIU

Giulia Amadasi - DASTU Dipartimento di Architettura e Studi Urbani

PUBBLICAZIONE ATTI

Redazione Planum Publisher

Il volume presenta i contenuti della Sessione 05:

“GAIA, territori della biodiversità”

Chair: Mariavaleria Mininni

Co-Chair: Anna Terracciano

Discussant: Sara Basso, Ilaria Boniburini, Sandra Ferracuti, Laura Grassini

Ogni paper può essere citato come parte di:

Mininni M., Terracciano A. (a cura di, 2025), *GAIA, territori della biodiversità, Atti della XXVI Conferenza Nazionale SIU “Nuove ecologie territoriali. Coabitare mondi che cambiano”, Napoli, 12-14 giugno 2024*, vol. 05, Planum Publisher e Società Italiana degli Urbanisti, Roma-Milano.

MARIAVALERIA MININNI, ANNA TERRACCIANO

9 **GAIA, territori della biodiversità**

- 14 Criteri guida di supporto tecnico-scientifico per azioni di adattamento climatico nei centri storici mediterranei

FRANCESCO ARMOCIDA, ANTONELLA SARLO, FRANCESCA GIGLIO

- 21 Cibo oltre la crescita. I territori della produzione agraria tra patrimonializzazione e sostenibilità

MATTEO BASSO, MARTA DE MARCHI, GIULIA LUCERTINI

- 29 Approcci multispecie in Urbanistica: un appello per una pratica urbanistica radicale oltre l'umano

ANASTASIA BATTANI

- 37 Il progetto URBioPark: la biodiversità dei parchi urbani per migliorare la salute degli abitanti della città

ANNA BERTOLAZZI, MICHELA NOTA, MICHELA TIBONI

- 45 Parco Italia. Un progetto per estendere, connettere, proteggere e accrescere la rete di aree naturali in Italia

STEFANO BOERI, LIVIA SHAMIR, MARCO MARCHETTI, FABIO SALBITANO, SIMONE MARCHETTI, SOFIA PAOLI, LUIS PIMENTEL, GIORGIO VACCHIANO

- 52 Viviamo Verona: il Piano Strategico di Transizione Ecologica, una metodologia per la rivoluzione verde nei contesti comunali italiani

ALBERTO BONORA, VITTORIO RIDOLFI, FRANCESCO MUSCO

- 58 Consumi di suolo. Paradossi e contraddizioni della limitazione

BEST PAPER FEDERICO BROGGINI

- 65 Evaluating Resilience for Forward-Thinking Urban Planning

GRAZIA BRUNETTA, ILARIA CAZZOLA, BENEDETTA GIUDICE, MANUELA REBAUDENGO, ANGIOLETTA VOGHERA

- 76 Gestione idrica e pianificazione nei paesaggi lacustri in Danimarca e in Italia

VALENTINA VITTORIA CALABRESE

- 86 Pianificare il cambiamento dei paesaggi culturali. Il futuro dei Campi Flegrei nell'interazione tra patrimonio ed ecologia

MARICA CASTIGLIANO, MARIA SIMIOLI, ANNA ATTADEMO, MICHELANGELO RUSSO

- 94 Cambiamento climatico: impatti ambientali e questioni territoriali emergenti

CIPRIANO CERULLO, SALVATORE LOSCO

-
- 99 La città-spugna tra i modelli di contenimento dei fenomeni di “*pluvial flooding*”
LUCIA CHIEFFALLO, ANNUNZIATA PALERMO
- 104 Misurare le prestazioni del verde urbano a supporto della pianificazione attuativa
FEDERICA CICALÈSE, MICHELE GRIMALDI, ISIDORO FASOLINO
- 111 In accordo: la rappresentanza del non-umano nel governo del territorio
NICOLA DI CROCE
- 116 Nel corpo inter-rotto. Salute mentale e progetto urbano nella Roma moderna
FEDERICA FAVA
- 123 Vulnerabilità e cambiamenti climatici in aree costiere: il caso del Bacino del Mediterraneo
GIOVANNA FERRAMOSCA
- 128 Riprogettare lo spazio pubblico come infrastruttura socio-ecologica per l'adattamento climatico e la biodiversità. Il caso della Strategia Territoriale di sviluppo sostenibile di Savona
ALESSANDRO FRIGERIO, GIOIA GIBELLI
- 136 Le nature del vuoto: gli effetti della rinaturalizzazione dei suoli nei processi di riqualificazione delle aree industriali dismesse
EMANUELE GARDA, ENZO FALCO, ERICA BRUNO, MARTA RODESCHINI
- 143 La questione climatica nell'urbanistica tra design e implementazione: il progetto Climaborough
MATTEO GIACOMELLI, GRAZIA CONCILIO, SILVIA RONCHI, STEFANO SALATA, ARIANNA AZZELLINO, ANDREA ARCIDIACONO
- 148 Aree verdi urbane e benessere delle comunità. Un nuovo Prg per Torino tra quantità e qualità
CAROLINA GIAIMO, VALERIA VITULANO
- 159 Le *Nature-based Solutions* per la rigenerazione dei centri storici euro-mediterranei. Fra conoscenza scientifica e pratiche locali
GIULIA JELO, RICCARDO PRIVITERA
- 165 Politiche pubbliche e biodiversità urbana: quattro azioni chiave per la coesistenza tra natura e città
ANNARITA LAPENNA, LUCIA LUDOVICI, MARIA CHIARA PASTORE
-

-
- 172 Valutazione del rischio per la salute della popolazione durante le ondate di calore: un metodo a supporto delle politiche di adattamento nelle aree urbane del Friuli Venezia Giulia
DAVIDE LONGATO, DENIS MARAGNO, FRANCESCO MUSCO
- 185 Strumenti e prospettive per la forestazione urbana nell'ambito della *Nature Restoration Law*
STEFANO MAGAUDDA, SERENA MUCCITELLI, CAROLINA POZZI, LORENZO BARBIERI
- 193 Towards resilient urban planning: exploring the processes of urban river transformation in Europe
CHIARA MARASÀ
- 198 Leggere e interpretare le infrastrutture verdi: una proposta di videogioco narrativo *ontology-based*
LUDOVICA MASIA
- 210 Verso una pianificazione urbana intelligente
LORENZO MASSIMIANO, PAOLO FUSERO, MAURA MANTELLI
- 215 Cibo d'eccellenza ed ecologie territoriali. I marchi territoriali tra difesa della tradizione e nuove patrimonializzazioni
MARIAVALERIA MININNI, ILARIA BONIBURINI, GIOVANNA COSTANZA
- 220 La "complessa" integrazione tra fattori trainanti e inibitori dei servizi ecosistemici costieri
ANNUNZIATA PALERMO, LUCIA CHIEFFALLO, NATALIA RISPOLI
- 226 Evidenze preliminari dell'efficacia dei giardini tascabili per la resilienza ambientale e sociale degli spazi urbani
ELENA PAUDICE, FEDERICA ROSSO
- 232 Un'alternativa per il litorale italiano: le concessioni come strumenti di cura socio-ecologica
KLARISSA PICA, ALESSIA FRANZESE, LUCA NICOLETTO
- 240 La transizione ecologica in Italia: una prima osservazione sulle ricadute delle *policy* da *EU-New Green Deal*. Visioni e Scenari - differenziali- tendenzialmente in atto tra *Positive Energy Districts* (PED) e Comunità Energetiche Rinnovabili (CER)
ANDREA MARÇEL PIDALÀ
- 248 Il ruolo delle politiche per la Healthy City all'interno dei governi locali
CATERINA PIETRA
-

-
- 255 Ecofemminismi, bioregione urbana e cura dei luoghi
DANIELA POLI
- 261 Nuove tecnologie dell'informazione spaziale e valutazione degli impatti climatici: approcci valutativi a supporto della Strategia Regionale di Adattamento ai Cambiamenti Climatici (SRACC)
DENIS MARAGNO, NICOLA ROMANATO, MATTEO ROSSETTI, FRANCESCO MUSCO
- 268 Paesaggi agricoli in transizione nei territori lucani. Il caso studio di Castelluccio Superiore: tra patrimoni e produzione
MIRIAM ROMANO
- 275 Scarsità idrica e progetto di territorio: avvicinamenti ai paesaggi dell'acqua in una prospettiva globale
NICOLA RUSSOLO
- 281 Misurare l'immateriale. Verso una valutazione integrata per l'attivazione sinergica degli elementi costitutivi la bioregione urbana
FILIPPO SCHILLECI, SIMONA BARBARO, STEFANIA CROBE, ANNALISA GIAMPINO, GLORIA LISI
- 288 Approcci *data driven* per progetti di prossimità e adattabilità urbana
ALESSANDRO SERAVALLI
- 296 Fragile nature in cities: Assessing Wind-Related Risks to Urban Trees for enhanced co-monitoring and co-maintenance practices. A Case Study in Milan, Italy
WEIXI YAN, JIE TANG, ANDREA BORTOLOTTI, EUGENIO MORELLO
- 306 Sicurezza alimentare: approcci metodologici nella *food network mapping*
SILVIA ZANNIN, DENIS MARAGNO, GIULIA LUCERTINI
- 317 Calore estremo e vulnerabilità: decodificare lo stress termico per orientare politiche e pianificazione urbana resilienti al clima
DORUNTINA ZENDELI, NICOLA COLANINNO, EUGENIO MORELLO
- 323 Giochi ambientali. Sensibilizzare e co-progettare azioni per l'European Green Deal all'interno di processi partecipativi
IACOPO ZETTI, CASSANDRA FONTANA, ANDREA TESTI, MADDALENA ROSSI
- 329 L'approccio paesaggistico per guidare la transizione dei territori
MASSIMO ZUPI, PIERFRANCESCO CELANI
-

Valutazione del rischio per la salute della popolazione durante le ondate di calore: un metodo a supporto delle politiche di adattamento nelle aree urbane del Friuli Venezia Giulia

Davide Longato

Università IUAV di Venezia
Dipartimento di Culture del progetto
Email: dlongato@iuav.it

Denis Maragno

Università IUAV di Venezia
Dipartimento di Culture del progetto
Email: dmaragno@iuav.it

Francesco Musco

Università IUAV di Venezia
Dipartimento di Culture del progetto
Email: francesco.musco@iuav.it

Abstract

Le aree urbane solitamente registrano temperature più elevate rispetto alle aree che le circondano, a causa dei materiali che le caratterizzano e la scarsa vegetazione. Questo fenomeno è chiamato isola di calore urbana e si manifesta soprattutto di notte. Le persone che vivono in queste aree risultano quindi particolarmente esposte a potenziali problemi di salute causati dalle alte temperature durante la stagione calda. Tale situazione è destinata a peggiorare ulteriormente a causa dei cambiamenti climatici, con il conseguente accrescimento dei costi sanitari associati agli impatti delle ondate di calore e delle disuguaglianze socio-ecologiche. La struttura socio-demografica della popolazione incide in maniera significativa nella determinazione delle condizioni di vulnerabilità della stessa, con le fasce di popolazione più deboli e svantaggiate dal punto di vista sociale ed economico che risultano maggiormente vulnerabili. Con l'obiettivo di supportare piani e politiche a meglio indirizzare gli interventi migliorativi della resilienza del territorio laddove maggiormente necessario, questo studio mira a sviluppare un indice di rischio che tiene conto (anche) delle caratteristiche socio-demografiche della popolazione. Tale indice, applicato alle aree urbane della regione Friuli Venezia Giulia, permette di identificare i diversi gradi di rischio potenziale, a cui corrispondono diverse situazioni prioritarie di intervento. I fattori che concorrono alla determinazione del rischio sono infine analizzati e discussi assieme alle potenziali soluzioni che possono essere implementate per adattare le aree più a rischio.

Parole chiave: information technology, resilience, climate change

1 | Introduzione

Le aree urbane solitamente registrano temperature più elevate rispetto alle aree che le circondano, un fenomeno evidente soprattutto durante le ore notturne (Oke et al., 2017). Questo fenomeno è chiamato isola di calore urbana ed è causato dalla presenza prevalente di superfici impermeabili, quali cemento e asfalto, che assorbono il calore da radiazione solare durante il giorno in misura molto maggiore rispetto alle aree vegetate o comunque non impermeabilizzate. Il calore immagazzinato viene poi rilasciato in maniera molto graduale contribuendo ad innalzare le temperature locali e a contrastare la naturale discesa notturna delle temperature all'interno dei centri abitati (Yu et al., 2020). A questo calore si somma quello prodotto dai processi di combustione dei veicoli, dalle attività industriali e dagli impianti di climatizzazione (Kim et al., 2022).

Il fatto che nei centri abitati si concentri una grossa fetta della popolazione, unitamente al fenomeno di isola di calore che esaspera gli effetti negativi delle alte temperature estive, rende le persone che vivono nelle aree urbane particolarmente esposte a potenziali problemi di salute causati dallo stress termico (es. disturbi cardiovascolari e respiratori, colpi di calore (Reiners et al., 2023)) durante la stagione calda.

Tale situazione è destinata a peggiorare ulteriormente nei prossimi anni a causa del progressivo innalzamento delle temperature causato dai cambiamenti climatici in corso (con l'Italia situata in un'area particolarmente

sensibile a questo problema), con il conseguente accrescimento sia dei costi sanitari che delle disuguaglianze socio-ecologiche che rendono maggiormente esposte agli impatti determinate fasce di popolazione. Tali disuguaglianze sono notoriamente legate a situazioni di disagio sia dal punto di vista sociale (persone con condizioni socio-economiche svantaggiate) che ambientale (persone che vivono in aree svantaggiate rispetto al problema ambientale, in questo caso rispetto al fenomeno di isola di calore).

Da un lato, la struttura socio-demografica della popolazione incide in maniera significativa nella determinazione delle condizioni di vulnerabilità della stessa. Dall'altro, vivere in un'area urbana particolarmente propensa ad essere interessata da (più o meno) intensi fenomeni di isola di calore rende la popolazione di quell'area maggiormente vulnerabile in quanto potenzialmente esposta a temperature più elevate e per un periodo di tempo più prolungato. Tra le fasce di popolazione maggiormente vulnerabili durante le ondate di calore, si possono menzionare (Ministero della Salute, n.d.): gli anziani, a causa di una maggiore sensibilità al calore, di una riduzione dello stimolo della sete e di una minore efficienza di meccanismi della termoregolazione; i neonati e bambini, a causa di una minore capacità di termoregolazione e per l'incapacità di esprimere eventuali disagi legati alle condizioni ambientali; le persone economicamente e socialmente svantaggiate, in quanto le condizioni di povertà ed isolamento (es. a causa di barriere linguistiche/culturali) possono ridurre la consapevolezza dei rischi e limitano l'accesso alle soluzioni di emergenza (es. minori possibilità di condizionare l'aria della propria abitazione).

Risulta quindi estremamente urgente per le regioni e le città italiane dotarsi di piani e politiche di intervento mirate alla mitigazione del rischio attraverso la riduzione delle condizioni di vulnerabilità delle persone e delle zone in cui risiedono. Con l'obiettivo di supportare decisioni localizzative e di priorità degli interventi per la riduzione del rischio, questo lavoro mira a sviluppare un indice che tiene conto delle principali condizioni socio-demografiche ed ambientali che caratterizzano gli abitanti delle aree urbane per determinare quali zone siano maggiormente a rischio e, di conseguenza, necessitano maggiormente di tali interventi. Un esempio di applicazione di tale indice è presentato prendendo le aree urbane della regione Friuli Venezia Giulia (FVG) come caso studio.

2 | Metodo

L'indice è sviluppato combinando i tre fattori che in letteratura concorrono alla determinazione del rischio: pericolosità (in relazione al verificarsi di periodi con temperature elevate), esposizione (in relazione alla quantità di popolazione residente nelle aree urbane), vulnerabilità (in relazione al grado di resilienza e/o di fragilità della popolazione stessa e dell'ambito urbano in cui risiedono).

Citando le definizioni proposte dall'*Intergovernmental Panel on Climate Change* (IPCC, 2022), la pericolosità si riferisce al possibile verificarsi di un evento fisico o una tendenza (naturale o indotto dall'uomo) che può avere conseguenze negative sugli elementi esposti e vulnerabili. L'esposizione fa riferimento agli elementi presenti in un'area che può essere colpita da tale evento, ovvero che sono esposti in quanto localizzati in una zona potenzialmente pericolosa. Infine, la vulnerabilità riguarda la propensione o predisposizione degli elementi esposti ad essere impattati negativamente.

Per circoscrivere il territorio di analisi solamente alle aree urbane realmente esposte ad elevate temperature potenzialmente dannose durante la stagione estiva, si è deciso di effettuare l'analisi solamente per il territorio regionale che ricade all'interno di areali ove la temperatura massima media estiva supera i 25 gradi (Figura 1) e solamente per le sezioni censuarie (l'unità territoriale di riferimento per il calcolo dell'indice) che intersecano le aree urbanizzate e che sono codificate come centri abitati, nuclei abitati o zone industriali, tralasciando quindi i territori classificati come case sparse che corrispondono alle aree prevalentemente agricole o non abitate.

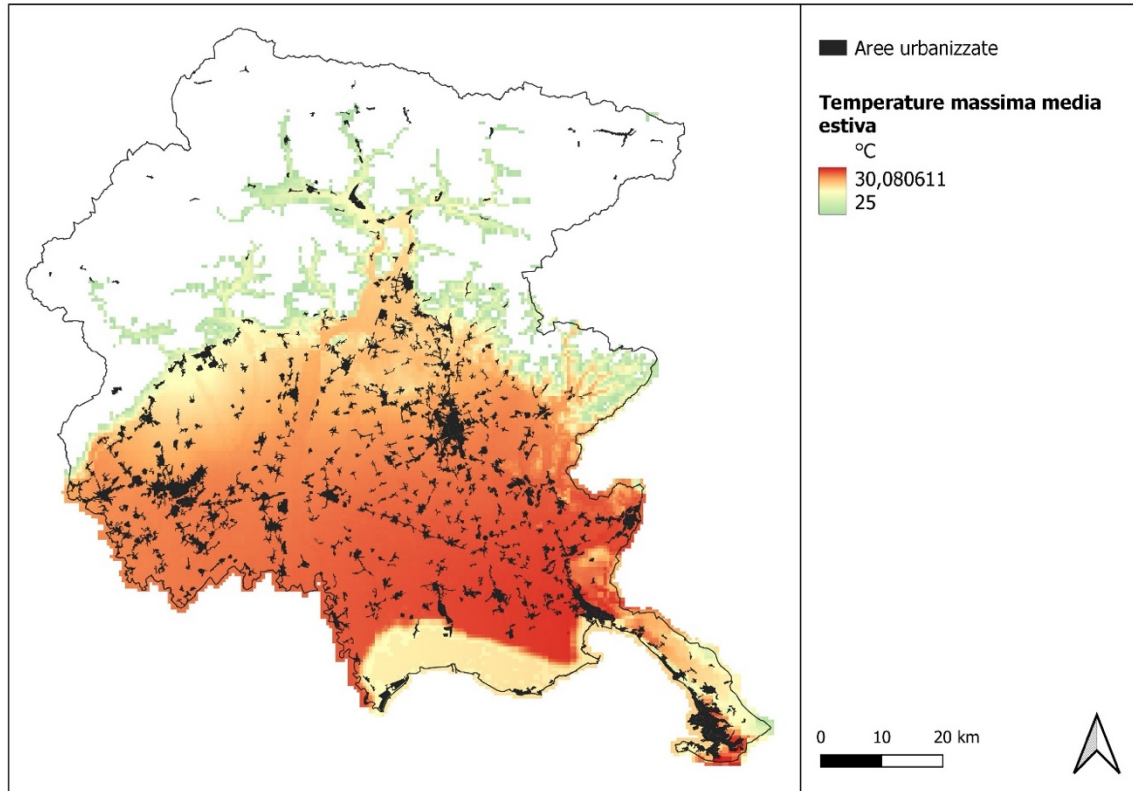


Figura 1 | Territorio della regione FVG interessato da valori di temperatura massima media estiva superiori a 25° (serie storica 1991-2020) con localizzazione delle aree urbanizzate. Le aree in bianco corrispondono alle aree con valore inferiore a tale soglia.
Fonte: elaborazione degli autori a partire dalle mappe mensili prodotte da ARPA FVG (ARPA FVG, n.d.).

Per il calcolo dell'indicatore di pericolosità meteo-climatica è stato utilizzato come dato rappresentativo il dato (tale e quale) relativo al numero di giorni medi all'anno in cui si è superato i 30° (Figura 2), anche detti "giorni caldi". La formula per il calcolo (normalizzato) dell'indicatore è la seguente:

$$P_{calore\ j} = \frac{GG_{caldi\ j} - \min(GG_{caldi\ j})}{\max(GG_{caldi\ j}) - \min(GG_{caldi\ j})}$$

Dove $GG_{caldi\ j}$ rappresenta il numero medio di giorni caldi nella sezione censuaria j .

Come dato per determinare l'esposizione è stato utilizzato il dato relativo alla densità di abitanti per sezione censuaria, calcolata utilizzando i dati relativi alla popolazione residente nell'ultimo censimento della popolazione del 2021 dell'Istituto Nazionale di Statistica. La variabile "densità di abitanti" è stata preferita rispetto al numero totale degli abitanti in quanto, per come sono definite le sezioni censuarie con gli areali nelle zone urbane molto più piccoli rispetto a quelli nelle aree extra-urbane, restituisce una lettura del territorio maggiormente idonea per definire la concentrazione degli elementi esposti sul territorio (ad esempio, se in una sezione censuaria extra-urbana vive un numero di persone simile a quello di una sezione censuaria urbana, queste saranno dislocate in un'area molto più estesa, quindi con una densità molto inferiore che fa sì che gli elementi esposti – le persone – siano molto meno concentrati nello spazio rispetto alla sezione censuaria urbana). La formula per il calcolo (normalizzato) dell'indicatore è la seguente:

$$E_{pop\ j} = \frac{dens_{pop\ j} - \min(dens_{pop\ j})}{\max(dens_{pop\ j}) - \min(dens_{pop\ j})}$$

Dove $dens_{pop\ j}$ rappresenta la densità di abitanti nella sezione censuaria j .

Per quanto riguarda la vulnerabilità, essa è stata calcolata prendendo in considerazione sia i fattori socio-demografici che ambientali che caratterizzano l'elemento esposto, ovvero gli abitanti. Di conseguenza,

L'indicatore di vulnerabilità è calcolato combinando due sotto-indicatori, uno relativo alla vulnerabilità in base al profilo socio-demografico della popolazione e l'altro in base al profilo ambientale dell'area in cui risiedono in relazione al fenomeno isola di calore. La formula utilizzata per la combinazione dei sotto-indicatori è la seguente:

$$V_{pop,j} = \frac{V_{soc,j} + V_{amb,j}}{2}$$

Dove $V_{soc,j}$ rappresenta il valore dell'indicatore di vulnerabilità in relazione al profilo socio-demografico degli abitanti che risiedono nella sezione censuaria j , $V_{amb,j}$ rappresenta il valore dell'indicatore di vulnerabilità ambientale in relazione al fenomeno isola di calore che caratterizza il territorio ricadente all'interno della sezione censuaria j (ovvero della sua propensione ad essere interessato da più o meno intensi effetti di isola di calore).

Per determinare l'indicatore di vulnerabilità in relazione al profilo socio-demografico degli abitanti sono state combinate diverse variabili rappresentative per mappare le fasce di popolazione considerate maggiormente vulnerabili (es. Cheng et al., 2021), scegliendo tra le informazioni disponibili all'interno del censimento della popolazione del 2021. Esse sono: percentuale di abitanti considerati maggiormente vulnerabili in base all'età (bambini < 5 anni ed anziani > 65 anni), percentuale di abitanti considerati maggiormente vulnerabili in base al profilo economico (persone disoccupate), percentuale di abitanti considerati maggiormente vulnerabili rispetto alla presenza potenziale di fenomeni di isolamento sociale e barriere linguistiche (persone straniere). La formula per il calcolo dell'indicatore (normalizzato) è la seguente:

$$V_{soc,j} = \frac{\frac{V_{soc1,j} - \min(V_{soc1,j})}{\max(V_{soc1,j}) - \min(V_{soc1,j})} + \frac{V_{soc2,j} - \min(V_{soc2,j})}{\max(V_{soc2,j}) - \min(V_{soc2,j})} + \frac{V_{soc3,j} - \min(V_{soc3,j})}{\max(V_{soc3,j}) - \min(V_{soc3,j})}}{3}$$

Dove $V_{soc1,j}$, $V_{soc2,j}$ e $V_{soc3,j}$ rappresentano i valori delle variabili rappresentative delle tre caratteristiche socio-demografiche utilizzate per identificare le fasce di popolazione maggiormente vulnerabili.

Per determinare l'indicatore di vulnerabilità ambientale in relazione al fenomeno isola di calore è stato utilizzato un indice qualitativo sviluppato combinando il dato satellitare della *Land Surface Temperature* (temperatura superficiale degli oggetti) e una simulazione spaziale degli effetti di raffreddamento potenzialmente offerti dagli ecosistemi naturali e semi-naturali circostanti, determinati a partire dalla distribuzione dei diversi usi e coperture del suolo (vedi Longato e Maragno, 2024 per maggiori dettagli sul metodo di elaborazione). La formula per il calcolo dell'indicatore (normalizzato) è la seguente:

$$V_{amb,j} = \frac{V_{UHI,j} - \min(V_{UHI,j})}{\max(V_{UHI,j}) - \min(V_{UHI,j})}$$

Dove $V_{UHI,j}$ rappresenta il valore dell'indice qualitativo che determina la propensione del territorio della sezione censuaria j ad essere interessato da (più o meno intensi) effetti di isola di calore (in inglese *Urban Heat Island - UHI*).

Infine, gli indicatori di pericolosità, esposizione e vulnerabilità sono stati combinati per ottenere il valore dell'indicatore di rischio finale attraverso la formula:

$$R_{pop,calore,j} = P_{calore,j} * E_{pop,j} * V_{pop,j}$$

Dove $R_{pop,calore,j}$ indica il valore dell'indice di rischio finale (per la salute di popolazione in relazione al verificarsi di ondate di calore) nella sezione censuaria j , $P_{calore,j}$ rappresenta il valore dell'indicatore di pericolosità meteo-climatica nella sezione censuaria j , $E_{pop,j}$ il valore dell'indicatore di esposizione della popolazione nella sezione censuaria j , $V_{pop,j}$ il valore dell'indicatore di vulnerabilità che caratterizza la popolazione nella sezione censuaria j .

3 | Risultati e discussione

La mappa della distribuzione della variabile climatica utilizzata per il calcolo dell'indicatore di pericolosità (numero medio di giorni all'anno in cui si superano i 30°) mostra come le aree di bassa pianura, soprattutto nella parte orientale della regione, siano quelle maggiormente interessate (fino a oltre 50 giorni) da giornate in cui si supera tale soglia, anche se tutta l'area di pianura e del carso sperimenta un numero elevato (>35 giorni) di giorni all'anno con temperature >30° (Figura 2).

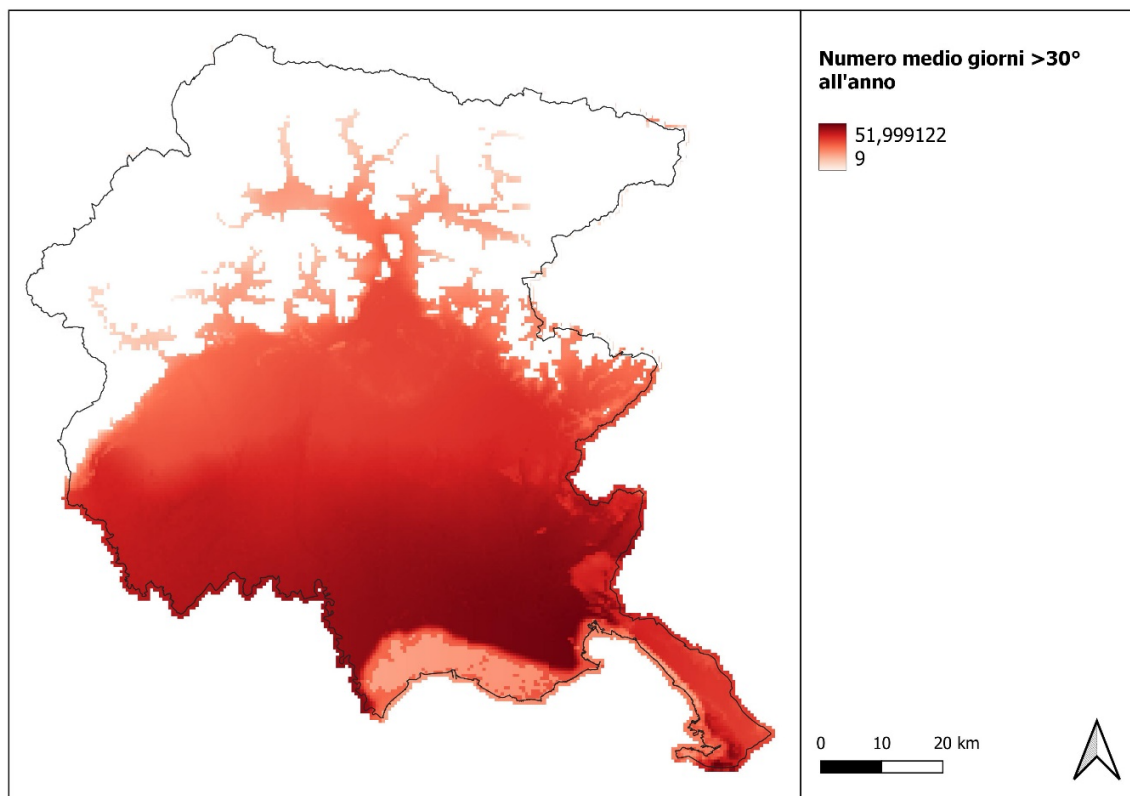


Figura 2 | Distribuzione del numero medio di giorni all'anno in cui si superano i 30° (serie storica 1991-2020) (dato utilizzato per il calcolo dell'indicatore di pericolosità, le aree in bianco sono escluse dall'analisi). Fonte: rielaborazione degli autori della mappa prodotta da ARPA FVG (ARPA FVG, n.d.).

Per quanto riguarda la variabile utilizzata per il calcolo dell'indicatore di esposizione (densità di abitanti), si nota come questa sia comunemente più elevata nelle principali città della regione (es. comuni capoluogo di provincia, ma anche in alcune cittadine di media dimensione, soprattutto a sud dell'asse Pordenone-Udine), con alcune differenze di distribuzione da città a città (es. a Trieste i valori più elevati si riscontrano nelle aree più centrali mentre a Udine specialmente nella prima fascia al di fuori dal centro storico) (Figura 3).

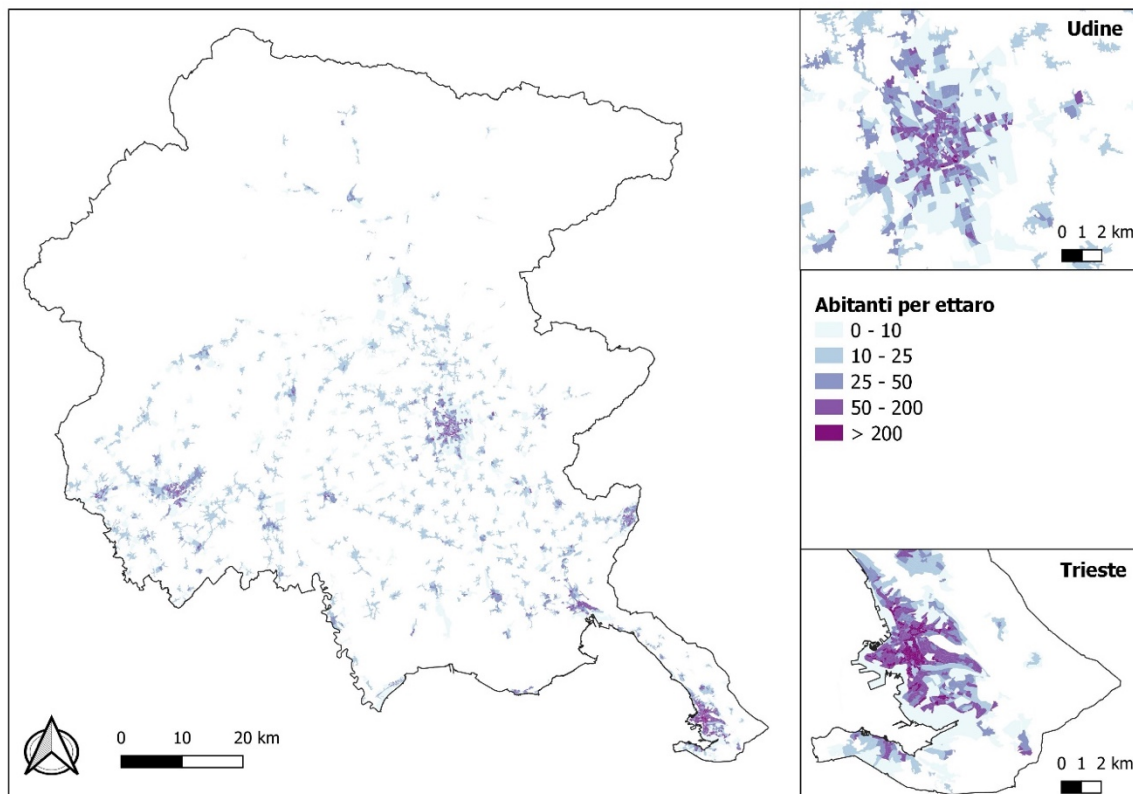


Figura 3 | Distribuzione della densità di abitanti per sezione censuaria (dato utilizzato per il calcolo dell'indicatore di esposizione).
Fonte: elaborazione degli autori.

La distribuzione delle variabili utilizzate per il calcolo dell'indicatore di vulnerabilità in relazione al profilo socio-demografico della popolazione (% di abitanti <5 anni o >65 anni, % di disoccupati, % di stranieri) invece è maggiormente eterogenea (Figure 4, 5 e 6), anche se in tutte e tre si nota una leggera tendenza a scala regionale a concentrare i valori maggiori verso le aree più periferiche o comunque non all'interno delle aree più centrali dei centri abitati maggiori.

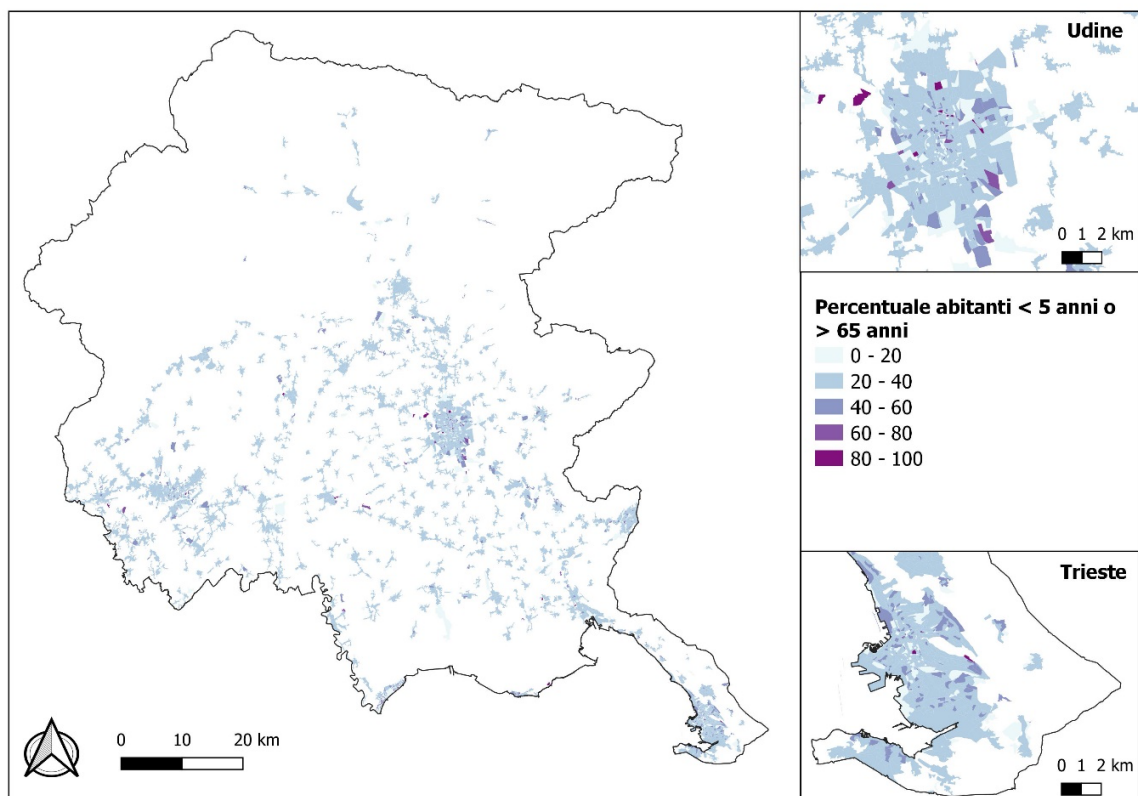


Figura 4 | Distribuzione della percentuale di abitanti considerati maggiormente vulnerabili in base all'età (bambini < 5 ed anziani > 65 anni) per sezione censuaria (dato utilizzato per il calcolo dell'indicatore di vulnerabilità). Fonte: elaborazione degli autori.

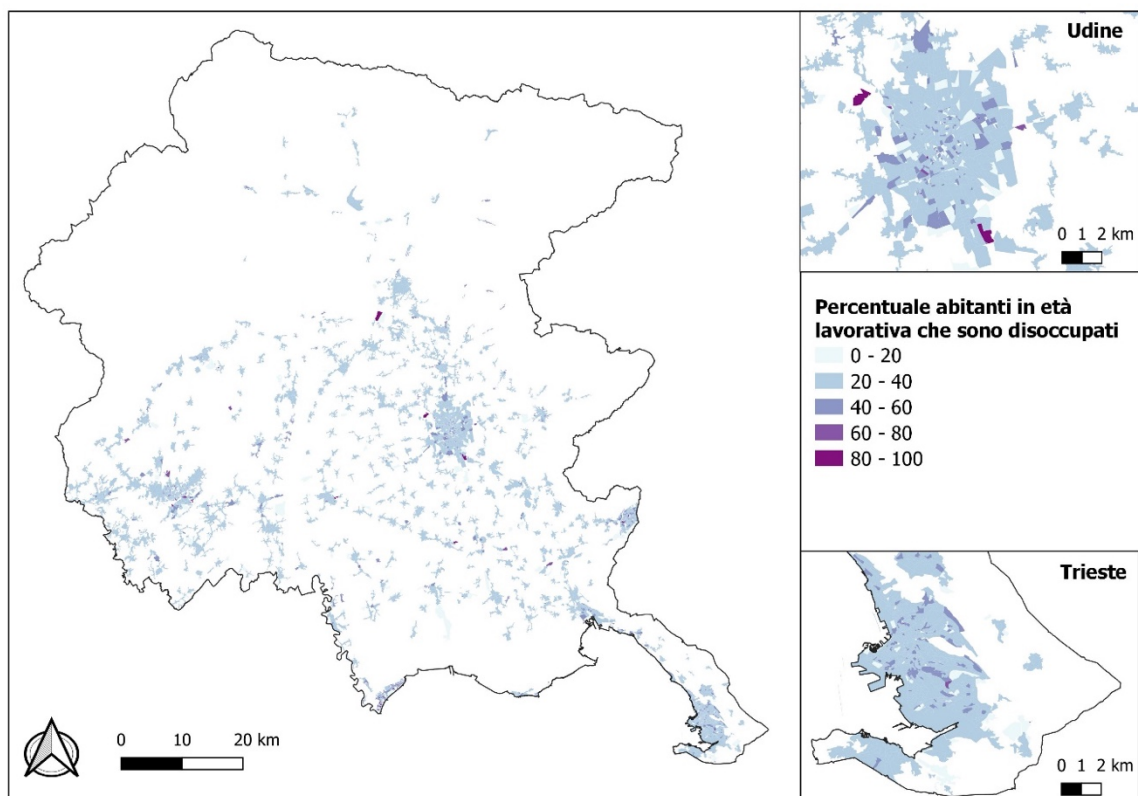


Figura 5 | Distribuzione della percentuale di abitanti in età lavorativa che sono disoccupati per sezione censuaria (dato utilizzato per il calcolo dell'indicatore di vulnerabilità). Fonte: elaborazione degli autori.

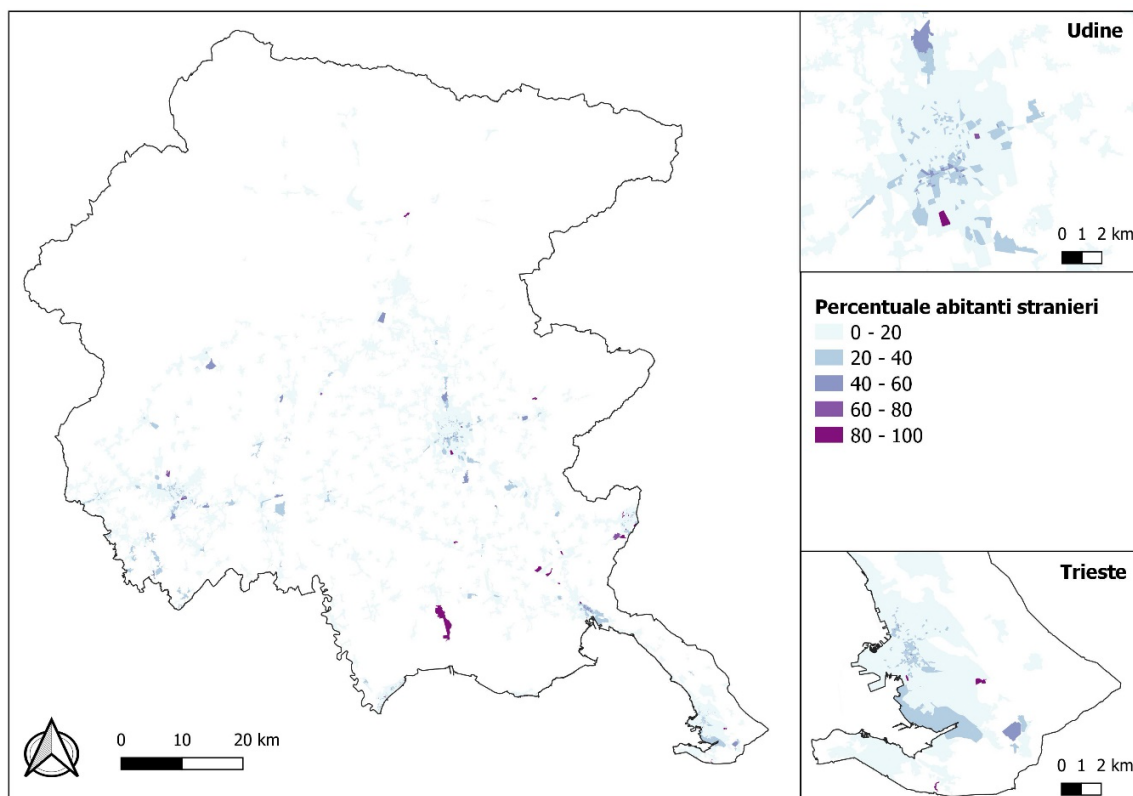


Figura 6 | Distribuzione della percentuale di abitanti di origine straniera per sezione censuaria (dato utilizzato per il calcolo dell'indicatore di vulnerabilità). Fonte: elaborazione degli autori.

Per quanto riguarda la variabile utilizzata per il calcolo della vulnerabilità ambientale in relazione al fenomeno isola di calore, i valori maggiori si riscontrano soprattutto all'interno dei centri abitati maggiori con una conformazione urbanistica di tessuto denso (es. Trieste, Udine e Gorizia, in misura molto minore a Pordenone); valori moderatamente alti si riscontrano anche in molti centri abitati minori della fascia sud-orientale della regione, ed in maniera meno diffusa nell'area del pordenonese (Figura 7).

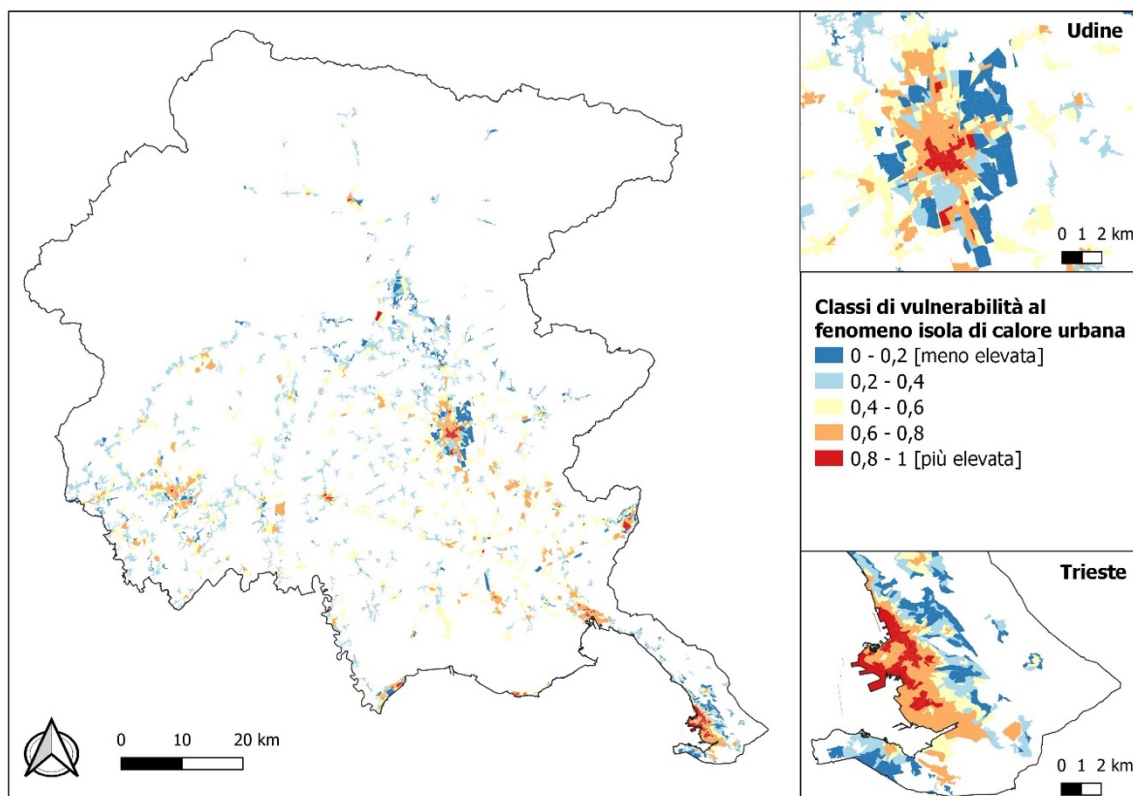


Figura 7 | Distribuzione del valore medio dell'indice di vulnerabilità al fenomeno isola di calore per sezione censuaria.
Fonte: elaborazione degli autori.

Infine, attraverso la distribuzione statistica dei valori dell'indice di rischio finale, che combina tutte le variabili ed indicatori precedentemente descritti, sono identificate le aree (sezioni censuarie) in cui il livello di rischio è potenzialmente maggiore (Figura 8). Esse si concentrano all'interno dei maggiori centri abitati (es. i quattro capoluoghi di provincia e Monfalcone, altro importante centro di medie dimensioni), ma in alcuni casi anche centri relativamente minori sono caratterizzati da almeno un'area con il livello di rischio maggiore (es. Grado, Cormons e Ronchi dei Legionari per citare quelli con il minor numero di abitanti).

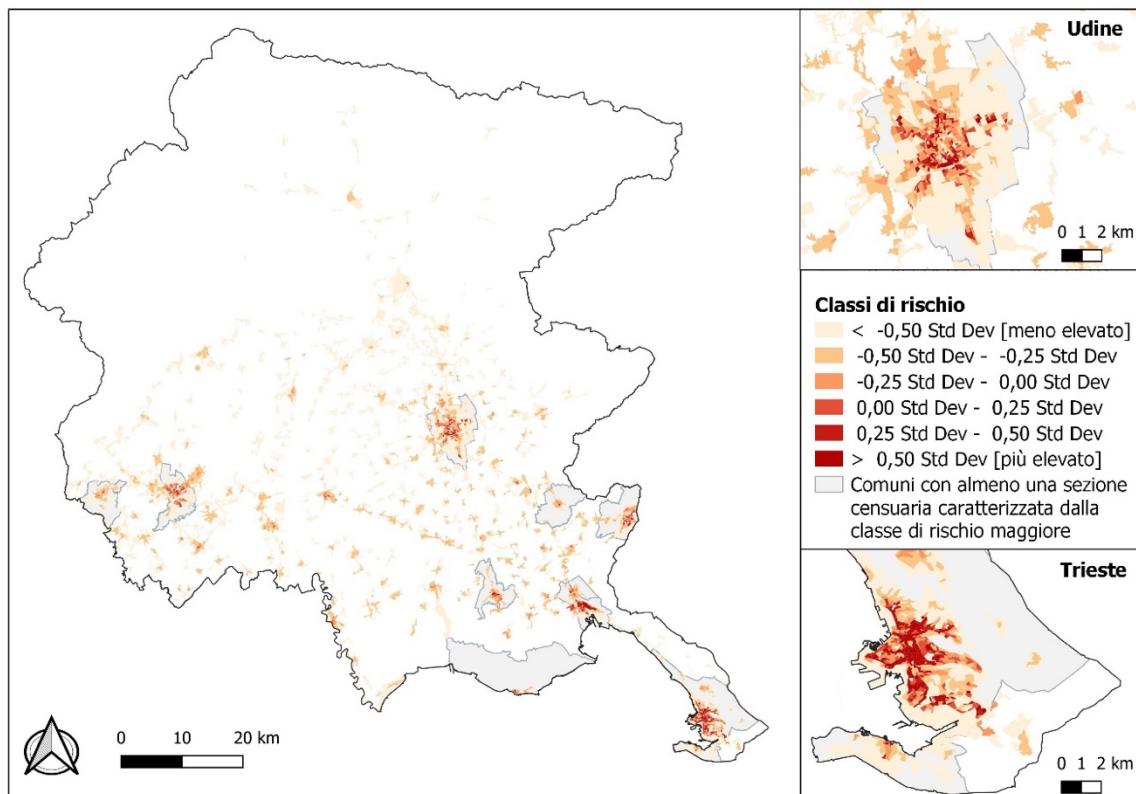


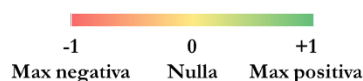
Figura 8 | Distribuzione delle classi di rischio per sezione censuaria (in base alla deviazione standard dal valore medio dell'indice di rischio) rispetto agli impatti potenziali causati dalle alte temperature sulla salute degli abitanti nelle aree urbane.

Fonte: elaborazione degli autori.

Per determinare quali variabili abbiano un rapporto di relazione più o meno sistematica e forte con le condizioni di rischio finale è stata effettuata un'analisi di correlazione (metodo di *Pearson*) tra i valori delle singole variabili di pericolosità, esposizione e vulnerabilità e quello dell'indice di rischio finale, sia a livello regionale, sia separatamente per i quattro comuni capoluogo come esempio, per evidenziare come in aree diverse possano esserci diversi fattori prevalenti che determinano le condizioni di rischio finale (Tabella I).

Tabella I | Coefficienti di correlazione (metodo di *Pearson*) tra i valori delle singole variabili e quello dell'indice di rischio finale.

Territorio di analisi	Pericolosità climatica (numero medio giorni >30°)	Esposizione (densità di abitanti)	Vulnerabilità socio-demografica (% bambini e anziani)	Vulnerabilità socio-demografica (% disoccupati)	Vulnerabilità socio-demografica (% stranieri)	Vulnerabilità al fenomeno isola di calore
Tutte le sezioni censuarie analizzate in Regione FVG	0,081712632	0,947083817	0,005438394	0,115437365	0,276001435	0,436693337
Sezioni censuarie analizzate nel comune di Trieste	0,355064356	0,927231995	-0,136139588	0,122503901	0,558455106	0,520013521
Sezioni censuarie analizzate nel comune di Udine	-0,119860166	0,983170324	0,025008897	0,218786157	0,38225294	0,474658958
Sezioni censuarie analizzate nel comune di Pordenone	-0,113009001	0,966345735	0,121174671	0,168923257	0,294223605	0,428401474
Sezioni censuarie analizzate nel comune di Gorizia	-0,307002274	0,971884843	0,00113951	0,145805948	0,135244043	0,543398974



Dai coefficienti ottenuti si può notare come la variabile “densità di abitanti” sia quella maggiormente correlata alle condizioni di rischio in tutti i casi analizzati (correlazione positiva e molto significativa). Si può quindi affermare che ad un aumento della densità è quasi sempre certo un aumento del livello di rischio, fatto che ben spiega il ruolo dell’esposizione nella determinazione del rischio (es. un’area si può trovare in una zona ad elevata pericolosità e vulnerabilità, ma se il numero di elementi esposti è molto basso, il livello di rischio sarà anch’esso relativamente basso). Al contrario, a livello regionale vi è una correlazione molto bassa tra la variabile della pericolosità ed il rischio finale. A livello comunale il trend è invece discordante e di direzione variabile. Ciò conferma che il fatto che un’area sia ubicata in una zona con maggiore pericolosità climatica non significa che il livello di rischio per quell’area sia automaticamente maggiore rispetto ad altre aree con condizioni di pericolosità minori. Per quanto riguarda le variabili socio-demografiche, quella maggiormente correlata (positivamente) al rischio è generalmente la percentuale di stranieri (maggiore a Trieste, minore a Gorizia), seguita dalla percentuale di disoccupati e quella di bambini ed anziani (quest’ultima scarsamente significativa in tutti i casi e negativa a Trieste). Questo significa che, in quasi tutti i casi, è più probabile imbattersi in un livello di rischio più elevato quando vi è una percentuale relativamente alta di stranieri rispetto alle altre due variabili. Infine, la vulnerabilità al fenomeno isola di calore è sempre positivamente correlata in maniera moderatamente significativa in tutti i casi (con valori quasi sempre maggiori rispetto alla vulnerabilità socio-demografica), evidenziando l’importanza della resilienza dei luoghi nella determinazione delle condizioni di rischio.

A tal proposito, oltre a politiche sociali ed economiche a supporto delle fasce di popolazione maggiormente svantaggiate, la realizzazione di interventi di trasformazione ed adattamento delle città con il fine di mitigare il fenomeno isola di calore rappresenta una delle maggiori sfide per i piani e le politiche urbane/territoriali (Aflaki et al., 2017). L’utilizzo di tale indice risulta utile soprattutto per identificare le aree prioritarie ove promuovere tali interventi, concentrando risorse e progettualità in modo che siano il più efficaci possibile in termini di benefici relativi alla riduzione del rischio e dei conseguenti impatti e costi sociali associati, un

aspetto fondamentale soprattutto in tempi di vincoli finanziari ed alta competizione tra i diversi usi del suolo.

L'analisi a scala regionale mira a presentare un esempio applicativo potenziale per supportare una realizzazione sistemica sul territorio degli interventi di adattamento a partire da processi decisionali concertati tra il livello sovra-ordinato e quello comunale, in quanto il Piano di Governo del Territorio Regionale del FVG prevede forme innovative di programmazione concertata, tra i quali i cosiddetti 'Progetti di Territorio'. Essi si pongono infatti come «lo strumento di attuazione dei temi strategici di larga scala che [...] hanno il compito di trasporre e valutare su un ambito territoriale adeguato i grandi interventi che dovranno [...] favorire ricadute positive sul livello locale» (Regione Autonoma Friuli Venezia Giulia, 2013). Forme di concertazione preferenziale tra la Regione ed i Comuni interessati dalle condizioni di rischio maggiori possono quindi essere proposti (anche) sulla base delle evidenze di valutazioni spazialmente esplicite come quella elaborata in questo studio per favorire la realizzazione prioritaria degli interventi volti alla riduzione delle condizioni di rischio laddove maggiormente elevato.

Attribuzioni

La redazione dei paragrafi 1 e 2 è da attribuire a Davide Longato. La redazione del paragrafo 3 è frutto di ragionamenti condivisi e contributi da parte di tutti gli autori.

Riferimenti bibliografici

- Aflaki A., Mirnezhad M., Ghaffaraianhoseini A., Ghaffarianhoseini A., Omrany H., Wang Z.-H., Akbari H. (2017). "Urban heat island mitigation strategies: A state-of-the-art review on Kuala Lumpur, Singapore and Hong Kong", in *Cities*, no. 62, 131–145. <https://doi.org/10.1016/j.cities.2016.09.003>
- Cheng W., Li D., Liu Z., Brown R.D. (2021). "Approaches for identifying heat-vulnerable populations and locations: A systematic review", in *Science of the Total Environment*, no. 799, 149417. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2021.149417>
- IPCC (2022). "Climate Change 2022: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change" [H.-O. Pörtner, D.C. Roberts, M. Tignor, E.S. Poloczanska, K. Mintenbeck, A. Alegria, M. Craig, S. Langsdorf, S. Löschke, V. Möller, A. Okem, B. Rama (eds.)], Cambridge University Press, Cambridge, UK and New York, NY, USA, doi:10.1017/9781009325844
- Kim J., Lee D.-K., Brown R.B., Kim S., Kim J.-H., Sung S. (2022). "The effect of extremely low sky view factor on land surface temperatures in urban residential areas", in "Sustainable Cities and Society", no. 80, 103799. <https://doi.org/10.1016/j.scs.2022.103799>
- Longato D., Maragno D. (2024). "Mapping the vulnerability of urban areas in relation to urban heat island by combining satellite and ecosystem service data: a case study in Udine (Italy)", in *Contesti. Città, Territori, Progetti*, no. 2, 128–149. <https://oajournals.fupress.net/index.php/contesti/article/view/14816>
- Oke T.R., Mills G., Christen A., Voogt J.A. (2017). "Urban Climates", Cambridge University Press.
- Regione Autonoma Friuli Venezia Giulia (2013). "Piano del Governo del Territorio - Documento Territoriale Strategico Regionale (DTSR)". <https://www.regione.fvg.it/rafvfg/cms/RAFVFG/ambiente-territorio/pianificazione-gestione-territorio/FOGLIA5/>
- Reiners P., Sobrino J., Kuenzer C. (2023). "Satellite-Derived Land Surface Temperature Dynamics in the Context of Global Change – A Review", in *Remote Sensing*, no. 15, 1857. <https://doi.org/10.3390/rs15071857>
- Yu Z., Yang G., Zuo S., Jørgensen G., Koga M., Vejre H. (2020). "Critical review on the cooling effect of urban blue-green space: A threshold-size perspective", in *Urban Forestry & Urban Greening*, no. 49, 126630. <https://doi.org/10.1016/j.scs.2023.104952>

Sitografia

- Mappe climatiche (raster), disponibile su ARPA FVG, sezione Clima FVG <https://www.meteo.fvg.it/clima.php?ln=>
- Chi rischia di più, disponibile su Ministero della Salute, sezione Ondate di Calore [https://www.salute.gov.it/portale/caldo/dettaglioContenutiCaldo.jsp?lingua=italiano&id=420&area=e](https://www.salute.gov.it/portale/caldo/dettaglioContenutiCaldo.jsp?lingua=italiano&id=420&area=emergenzaCaldo&menu=vuoto#disagiate)

Riconoscimenti

La ricerca è stata realizzata in parte all'interno del progetto di collaborazione scientifica tra Università IUAV di Venezia e Regione Autonoma Friuli Venezia Giulia denominato "Accordo operativo con il Servizio Pianificazione Paesaggistica, Territoriale e Strategica per attività di supporto scientifico e metodologico alla predisposizione di una Variante al Piano del Governo del Territorio (PGT) relativamente all'introduzione della tematica di adattamento al Cambiamento Climatico e Resilienza Territoriale negli strumenti urbanistici di area vasta" ed in parte con il cofinanziamento dell'Unione Europea – NextGenerationEU, finanziamento n. ECS00000043 – CUP J43C22000320006, Piano Nazionale di Ripresa e Resilienza (PNRR - IT), Missione 4 "Istruzione e Ricerca", Componente 2, Investimento 1.5, Interconnected Nord-Est Innovation (iNEST) Ecosystem, Spoke 8.

0. Indice

1. Cantieri

A CURA DI ENRICO FORMATO E ANNA ATTADEMO

2. Campagne

A CURA DI ROBERTO GERUNDO E GILDA BERRUTI

3. Mondializzazione e riconfigurazione di territori

A CURA DI CARLA TEDESCO E MARICA CASTIGLIANO

4. Mondializzazione e nuove opportunità

A CURA DI GIUSEPPE DE LUCA E ANTONIO ACIERNO

5. GAIA, territori della biodiversità

A CURA DI MARIAVALERIA MININNI E ANNA TERRACCIANO

6. Cammini

A CURA DI MICHELE ZAZZI E EMANUELA COPPOLA

7. Infrastrutture

A CURA DI MARCO RANZATO E ALESSANDRO SGOBBO

8. Case e servizi

A CURA DI MASSIMO BRICOCOLI E CRISTINA MATTIUCCI

9. Territori della contrazione

A CURA DI GRAZIA BRUNETTA E LIBERA AMENTA

10. Territori della decontestualizzazione

A CURA DI MAURIZIO TIRA E GIUSEPPE GUIDA

YoungerSIU 2023

Planum Publisher e Società Italiana degli Urbanisti
ISBN 978-88-99237-74-5
Volume pubblicato digitalmente nel mese di giugno 2025
Pubblicazione disponibile su www.planum.net |
Planum Publisher | Roma-Milano

