

Ondate ed isole di calore urbane a Padova: una questione di giustizia climatica (e di diritto alla città)

A cura del gruppo di ricerca del Centro di Eccellenza Jean Monnet sulla giustizia climatica (Dipartimento ICEA, Università di Padova) e del Master di II livello in GIScience e SPR.

Salvatore Pappalardo, Carlo Zanetti, Valeria Todeschi, Andrea Santaterra, Francesca Peroni, Edoardo Crescini, Daniele Codato, Francesco Facchinelli, Giuseppe Della Fera, Massimo De Marchi

Gli studi del gruppo di ricerca “Cambiamenti climatici, territori, diversità”

Impatto delle ondate ed isole di calore a Padova: questioni di giustizia climatica

Le aree urbanizzate – per fattori legati in primis alla cementificazione del territorio, ma anche alla capacità delle superfici di riflettere la radiazione solare (albedo) ed alla morfologia urbana – rappresentano delle “casce di amplificazione” per le ondate di calore e, di conseguenza, per il rischio climatico associato. Il fenomeno è ben conosciuto e studiato in ambito scientifico da 50 anni e prende il nome di isole di calore urbane ([Oke, 1973](#)). Si tratta di un fenomeno fisico che plasma le temperature superficiali del complesso tessuto urbano formando un “arcipelago” di isole di calore a diversa intensità, con differenze nei valori termici che possono arrivare sino a 10 °C rispetto a quelli registrati nei vicini contesti rurali, al di fuori delle città.

Il territorio urbano di Padova, con circa il 50% di territorio cementificato e l’inarrestabile tasso annuale di consumo di suolo a discapito di aree verdi ed agricole (ISPRA, 2022), non fa eccezione.

Durante le ondate di caldo estremo, le isole di calore vanno ad amplificare e distribuire sul territorio urbano – in maniera spazialmente differenziata - gli estremi climatici, in particolare le notti tropicali (temperature minime superiori a 20 °C) e le temperature massime giornaliere. Tuttavia, gli impatti degli estremi climatici non sono equamente distribuiti, né all’interno del territorio urbano né nelle diverse fasce e categorie sociali della popolazione. Come ampiamente documentato in letteratura, la dimensione degli impatti degli estremi climatici sul territorio è asimmetrica, in quanto va a colpire soprattutto soggetti sensibili al caldo estremo come anziani, donne e bambini sotto i cinque anni, ma anche categorie socialmente deboli come migranti, famiglie a basso reddito e situazioni di emarginazione sociale ([Kovats et al., 2004](#); [Morabito et al., 2015](#); [Nayak et al., 2018](#)). In questo caso gli impatti locali del surriscaldamento globale vanno ad esacerbare e polarizzare le vulnerabilità sociali preesistenti, aumentando il divario e le disparità e ponendo la questione di affrontare con urgenza di giustizia climatica e del diritto di abitare in zone critiche della città.

Le nostre ricerche si sono pertanto focalizzate su mappare sia l’intensità delle isole di calore urbane durante le ondate che il rischio associato, con una particolare attenzione alle vulnerabilità sociali correlate ed alla dimensione distributiva della giustizia climatica. Tali elementi diventano fondamentali se inseriti ed attuati nell’ambito della pianificazione urbana resiliente e nei piani di adattamento climatico.

Gli studi pubblicati sulle riviste scientifiche [Landscape and Urban Planning](#) (Pappalardo et al. 2023) e [International Journal of Geo-information](#) (Todeschi et al. 2022) hanno voluto prendere in analisi il rischio climatico sul territorio con due sguardi differenziati, ma complementari: la città di Padova e le sue 40 unità urbane (scala urbana e sub-urbana), con 210 mila residenti su un’estensione comunale di circa 93 km²; l’area urbanizzata, dentro e fuori Padova, denominata *Functional Urban Area* (scala urbana e peri-urbana), includendo 31 Comuni limitrofi, con un totale di 320 mila abitanti (2020) su un’estensione di 600 km².

Per entrambi gli studi si sono adottati gli approcci propri della Scienza dell’Informazione Geografica (GIScience) che ha consentito di analizzare immagini multispettrali dei satelliti Landsat 8 e 9 (NASA/USGS) e quelle di Sentinel-3 (Programma Copernicus, UE) ed integrare i dati demografici, sociali ed economici nell’analisi di rischio climatico al fine di evidenziare sul territorio gli *hotspot* e le criticità associate in termini di giustizia climatica.

Il primo studio ha avuto l’obiettivo generale di indagare l’impatto delle ondate di caldo estremo sulla città di Padova, sulla base della distribuzione sul territorio urbano sia dell’intensità delle isole di calore che delle vulnerabilità sociali associate, proponendo un indice di rischio climatico a supporto di strategie e piani di adattamento ai cambiamenti climatici che siano resilienti ed inclusivi. Le vulnerabilità sociali integrate nel modello per il calcolo del rischio climatico si basano sulle seguenti variabili: i) anziani (con età superiore ai 65 anni e anziani che vivono da soli), ii) bambini (con età inferiore ai 5 anni), iii) famiglie con reddito inferiore ai 10.000 euro, iv) migranti. Per una geovisualizzazione di ciascuna categoria analizzata si vedano le mappe di vulnerabilità, in Appendice C dell’articolo ([Figure A1-A5](#)).

I risultati delle analisi territoriali dell’estate 2022 mostrano che l’intensità delle isole di calore è notevolmente più elevata in settori della città con ampie e continue aree di suolo consumato. Sono stati individuati, in particolare, sei hotspot all’interno delle seguenti unità urbane: 1) Zona industriale, 2) Fiera, 3) Stanga, 4) Arcella, 5) il settore sud della Mandria, 6) Piazze. In queste unità urbane le anomalie di temperatura superficiale (*Land Surface Temperature*, LST) possono variare da 3.1 a 8.7 °C ([Figura 1](#)).

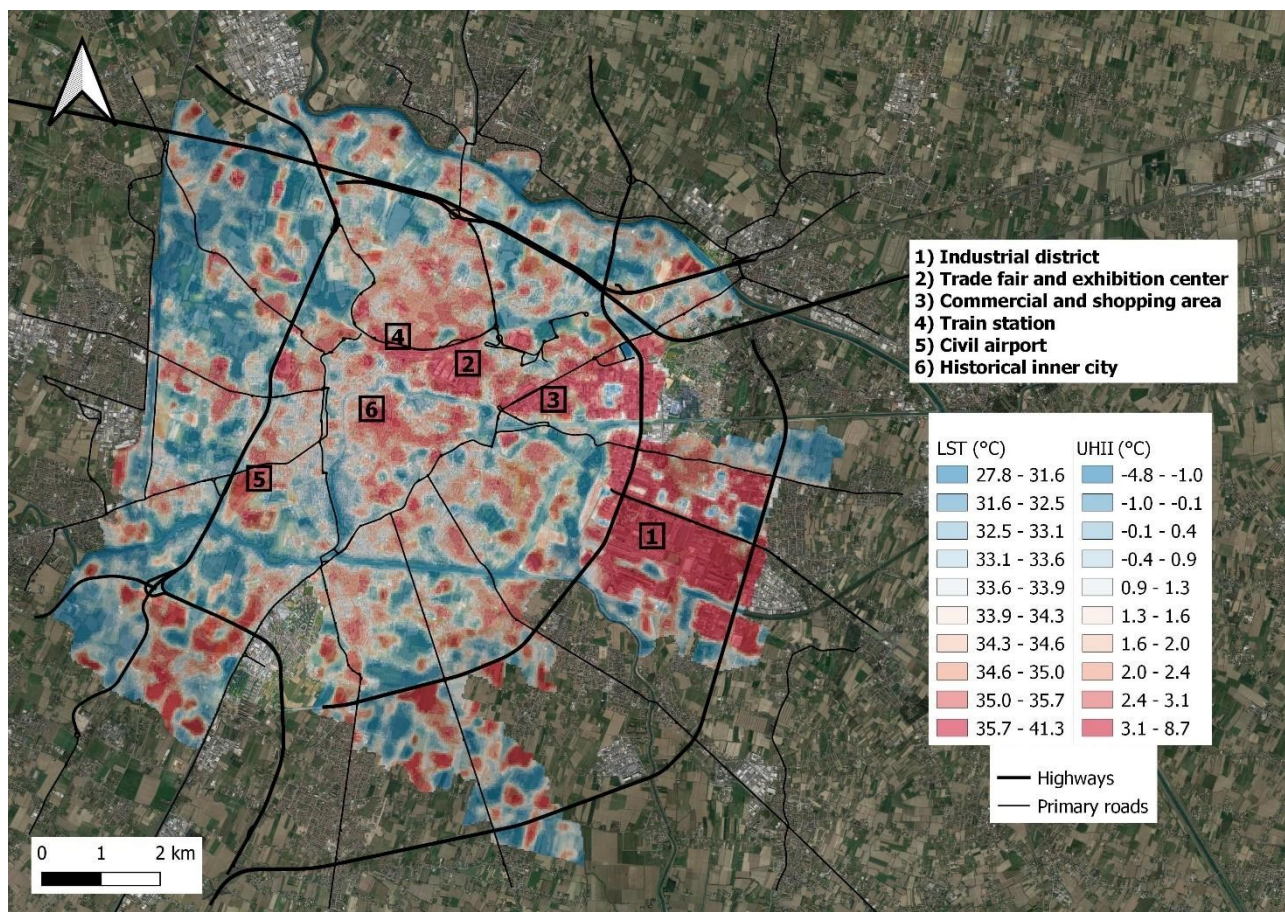


Figura 1: Mappa dell'intensità delle isole di calore urbano: temperature superficiali (LST) e anomalie termiche

Le unità urbane più “fresche”, con anomalie termiche negative, sono quelle situate principalmente nella frangia nordovest-sudovest della città, ovvero Ponterotto, Sacro Cuore, Montà, Brentelle e Città Giardino. Per una completa analisi di dettaglio delle temperature superficiali e dell'intensità delle isole di calore (anomalia termica), con valori calcolati sulla media di ciascuna unità urbana si veda la mappa in [Figura 2](#).

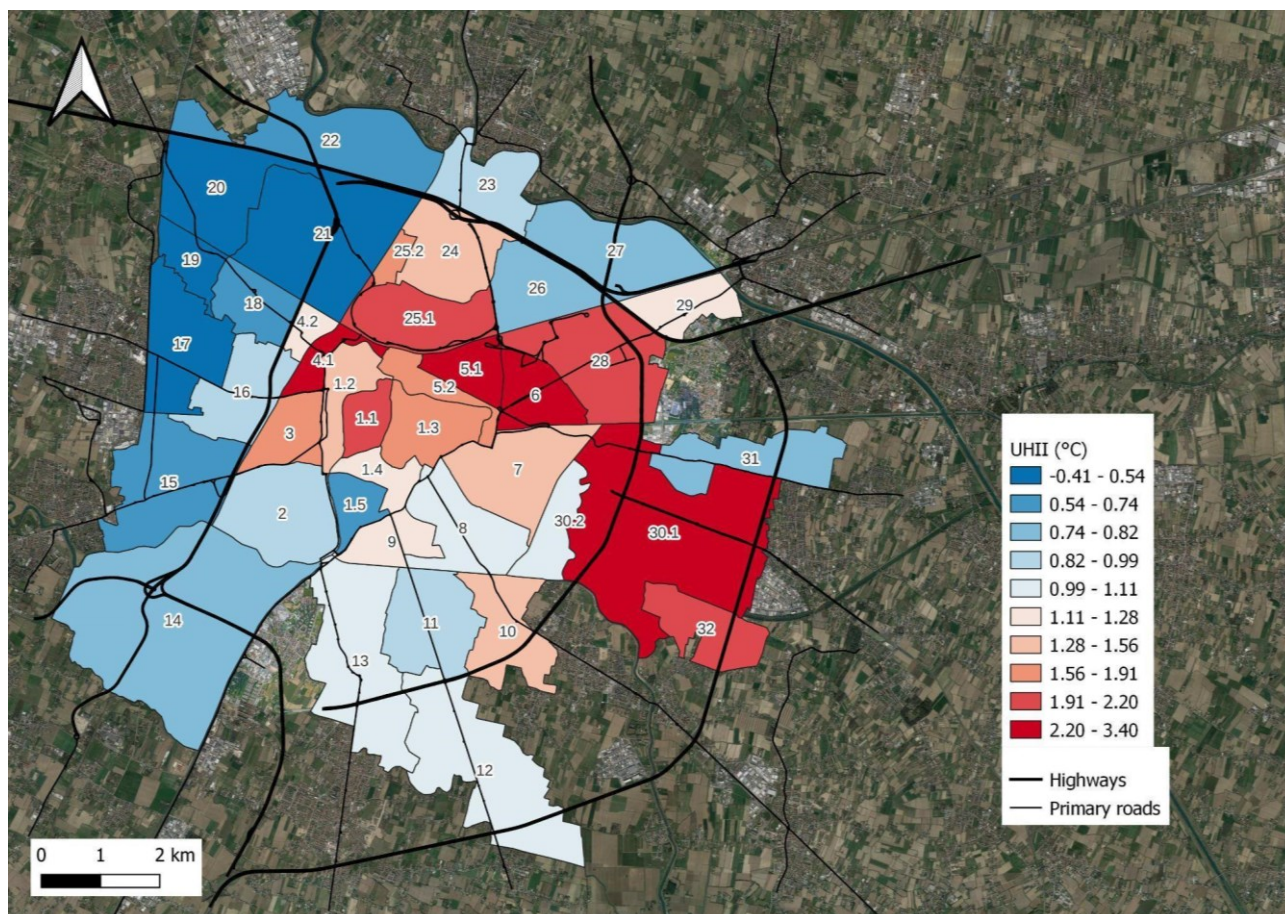


Figura 2: mappa dell'intensità delle isole di calore urbano per ciascuna unità urbana (valori di temperatura media)

Le analisi hanno inoltre indagato il rapporto tra aree con consumo di suolo ed isole di calore, trovando tra loro una correlazione positiva; il modello di regressione OLS (*Ordinary Least Squares*) utilizzato indica, per la città di Padova, un aumento medio di temperatura di $0.3\text{ }^{\circ}\text{C}$ ogni 10% di suolo consumato ([vedasi grafico](#)). Tali risultati sottolineano la necessità di intervenire, con urgenza, sulle politiche di pianificazione urbana al fine di ridurre drasticamente il tasso di consumo di suolo annuale e di contenere le numerose deroghe alla legge regionale del 2017 (LR 14/2017) che già attribuisce, al Comune di Padova, un limite di 262,48 ettari di consumo di suolo al 2050. A tal proposito risulta utile ricordare che Padova è la quinta città in Italia per consumo di suolo (50% delle superfici cementificate), con alcune aree del territorio urbano estremamente critiche in termini di cementificazione e di scarsa presenza e distribuzione di spazi verdi, indispensabili per la mitigazione dell'intensità delle isole di calore urbano ([Peroni 2020](#); [Pristeri 2020](#), [Pristeri 2021](#); [ISPRA 2022](#)). La recente "Strategia del Suolo per il 2030" ([EU Soil Strategy 2030](#), adottata dalla UE il 17 novembre 2021) rimarca, inoltre, come sia prioritario evitare nuovo consumo di suolo, di mettere in atto sia misure di compensazione che prevedano anche la depavimentazione di aree critiche che quelle di mitigazione e adattamento, adottando le cosiddette soluzioni "Nature-based", come la realizzazione di parchi, tetti e pareti verdi, ma anche la valorizzazione di corridoi fluviali e canali urbani.

Le indagini integrate per l'analisi del rischio climatico associato a temperature estreme, che includono la distribuzione spaziale delle categorie deboli sopra menzionate, indicano che le aree più a rischio sono quelle dove la compresenza di anziani, bambini, migranti e famiglie a reddito basso è elevata. Le unità urbane particolarmente critiche per le diverse vulnerabilità al rischio climatico associato a caldo estremo sono le seguenti: Fiera, Arcella, Stanga, San Bellino, Piazza, San Carlo, Zona Industriale, Stazione Ferroviaria, P.ta Trento Sud e San Lazzaro (Figura 3). Le unità invece a rischio climatico estremamente contenuto sono le seguenti: Montà, Ponterotto, Sacro Cuore, Salboro, Altichiero, Sant'Ignazio, Torre, Mortise, Città Giardino, per citarne alcune. Risulta evidente che, ad esempio, il rischio da stress termico tra chi risiede a Città Giardino o in Arcella sia differenziato, evidenziando la necessità di rendere prioritari gli interventi di mitigazione alle isole di calore e di adattamento climatico nelle unità urbane più critiche. Si veda per i dettagli su ciascuna unità urbana la tabella in [Appendice B](#).

Per una geovisualizzazione di dettaglio del rischio climatico integrato, suddiviso per unità urbane, si veda la [Figura 3](#) per prendere visione del rischio climatico suddiviso per ciascuna singola variabile di vulnerabilità considerata (anziani, bambini, famiglie a basso reddito, migranti), si vedano le [Figure 7-11](#) dell'articolo. Per avere un quadro complessivo che metta in relazione i valori di intensità di calore delle unità urbane con quelli demografici e delle vulnerabilità, restituiti con gli indici di rischio singoli, si veda la tabella in [Appendice B](#).

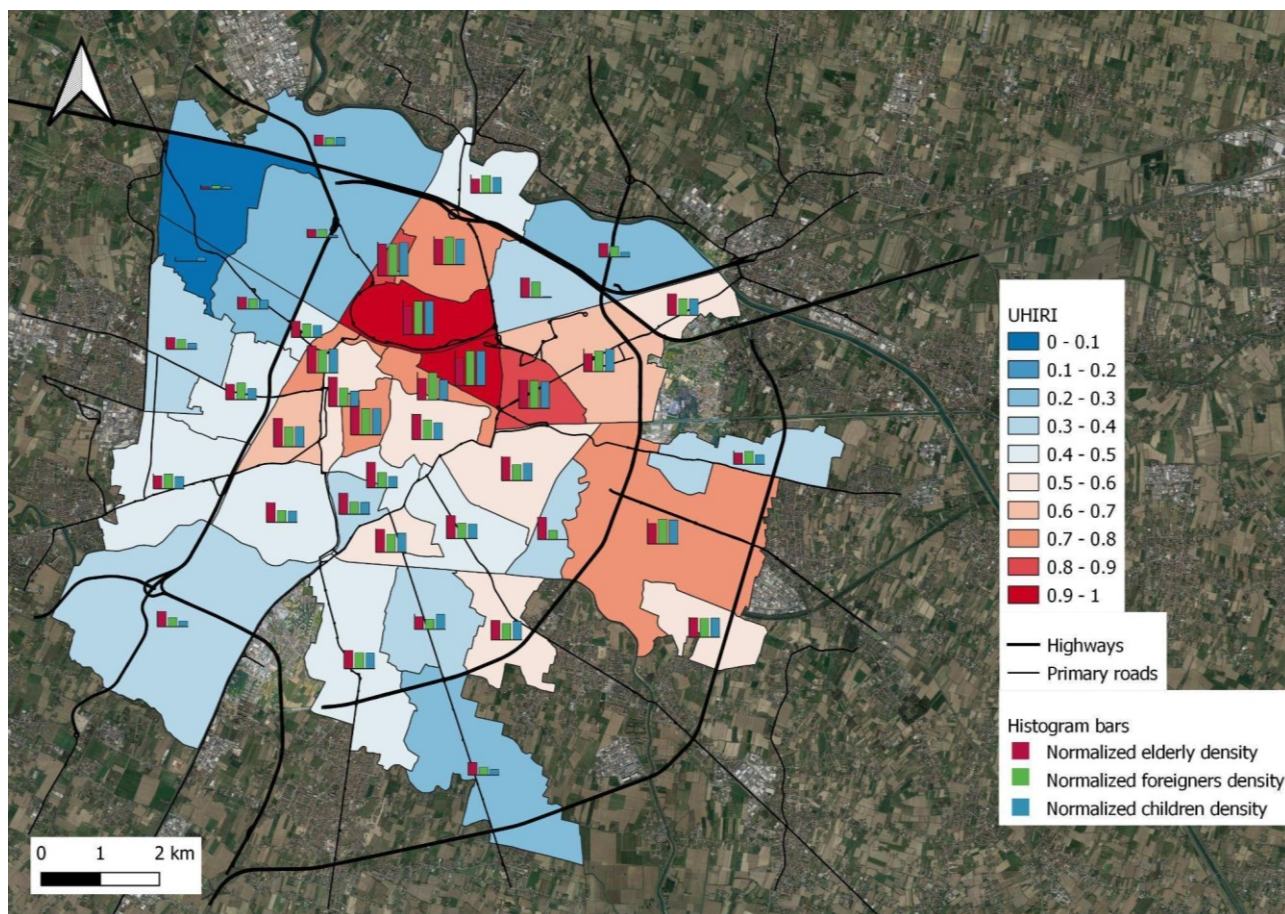


Figura 3: Mappa del rischio climatico che include le vulnerabilità per anziani, migranti e bambini, diviso per unità urbane

La seconda ricerca pubblicata ([Todeschi et al. 2022](#)) ha preso in analisi l'area urbana e periurbana di Padova, mappando le isole di calore con "gli occhi" del satellite Sentinel-3 e sviluppando un'analisi di rischio climatico basata sull'indice HERI (*Heat-related Elderly Risk Index*), un modello utilizzato per mappare il rischio derivante dallo stress da calore sugli anziani, con età superiore ai 65 anni ([Morabito et al. 2015](#)). Lo studio mostra che, su un'area urbana e periurbana di 31 Comuni, le aree dove l'intensità delle isole di calore è più elevata (8-10°C di anomalia termica in termini di *Land Surface Temperature*) sono localizzate all'interno delle municipalità di Padova (settore est, nord e centro storico), Mestrino (settore sud), Rubano (centro), Abano (centro) e Ponte San Nicolò. Le aree comunali con anomalie termiche negative sono Teolo e Polverara. Dall'analisi territoriale, sviluppata in ambiente GIS, si può geovisualizzare la mappatura dell'arcipelago di isole di calore, con differenze di temperatura superficiale sino a 11 °C ([Figura 4](#)), principalmente conformate dalle diverse tipologie di uso del suolo ed alla presenza di corsi d'acqua e di corpi idrici superficiali.

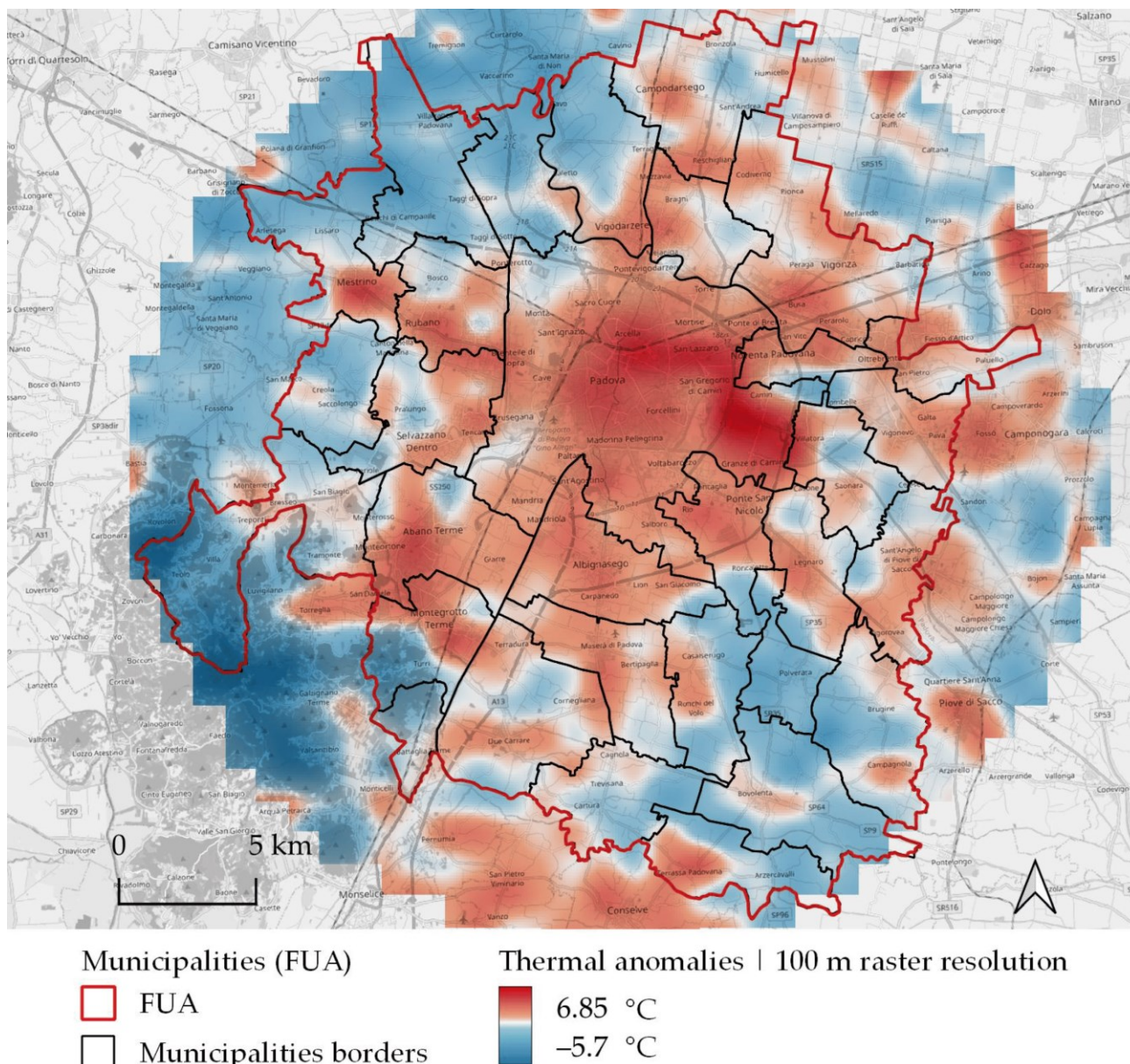


Figura 4: Arcipelago delle isole di calore e della loro intensità nell'area urbana e periurbana di Padova

L'analisi di rischio climatico evidenzia il valore più elevato dell'indice HERI pari a 1 per il Comune di Padova, seguito da Abano Terme, Noventa Padovana e Ponte San Nicolò (i valori sono stati normalizzati tra 0 e 1 e successivamente identificate 5 classi di rischio). I Comuni con il rischio più basso sono: Polverara, Villafranca Padovana, Limena, Bovolenta e Teolo. In generale, i Comuni con la più alta densità abitativa e con la percentuale più elevata di anziani sono quelli più a rischio, per esempio Teolo (32.8% di anziani sopra i 65 anni), Battaglia Terme (27.9%), Abano Terme (26.8), Padova (25.5%). Per la mappatura del rischio climatico tramite l'utilizzo dell'indice HERI si veda la [Figura 5](#).

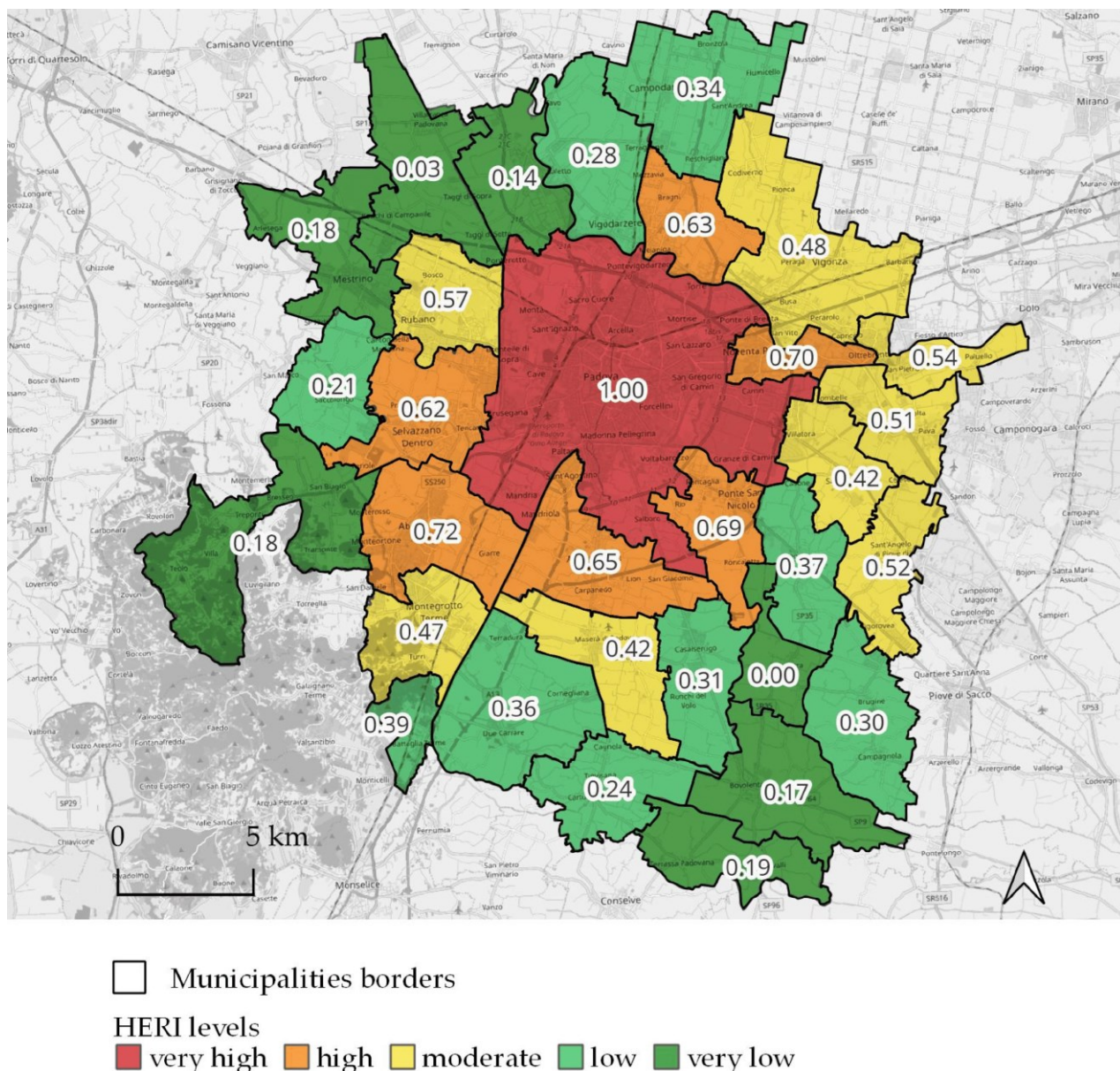


Figura 5: Mappatura del rischio climatico per gli anziani over 65 (Indice HERI) nell'area urbana e periurbana di Padova

In entrambe le ricerche pubblicate sono state identificate delle importanti criticità legate al numero, alla frequenza e durata delle ondate di caldo ed all'intensità delle isole di calore urbano, sia all'interno della città di Padova che nei 30 Comuni limitrofi. L'impatto degli estremi climatici è enormemente differenziato a causa sia dell'eterogeneità dell'uso del territorio (settori cementificati, aree vegetate, corsi d'acqua) che della distribuzione e compresenza di categorie deboli, sensibili alle temperature estreme.

Numerose città in Europa e nel Mondo si stanno attrezzando con piani di adattamento climatico e con misure concrete per mitigare l'effetto delle isole di calore e migliorare la qualità della vita dei cittadini. Le misure di adattamento in genere prevedono la valorizzazione e l'implementazione delle cosiddette soluzioni "Nature-based" realizzate e distribuite sul territorio urbano; si tratta del consolidamento e realizzazione di "isole di verde" urbano e di corridoi ecologici in grado di contrastare il fenomeno e di ripristinare alcuni servizi ecosistemici, indispensabili per la sostenibilità urbana.

Un bosco urbano, o un parco ben vegetato da formazioni arboree in salute, può diventare un "condizionatore naturale" di quartiere, abbassando in maniera significativa, tramite i processi di evapotraspirazione e l'ombreggiamento, la temperatura. Secondo uno studio di [O'Malley](#) del 2015 i parchi urbani possono riuscire ad abbassare la temperatura da 5 a 12 °C rispetto all'ambiente circostante; un'altra ricerca sperimentale dimostra invece come una copertura arborea di almeno il 30% della superficie totale sia in grado di ridurre di 1 °C la temperatura ambientale ([Imran et al. 2018](#)). Il ruolo del verde urbano, la sua "qualità" in termini di specie vegetali presenti, la sua distribuzione in città, la connettività e la sua accessibilità diventano quindi elementi fondamentali per mitigare le ondate di calore e ridurre il rischio climatico associato.

Oltre alle aree verdi, un ruolo importante nella regolazione del microclima urbano viene svolto dal reticolo idrografico minore e dagli ecosistemi ripariali, come l'antico sistema di canali e acque che attraversa il territorio urbano e periurbano di Padova.

All'interno del Comune di Padova sono stati mappati, con immagini aeree di dettaglio, circa 10 km² quadrati di verde pubblico (Pristeri et al. 2021).

Le ricerche presentate rivelano l'urgenza di attivare strategie e misure efficaci di adattamento, che rispondano anzitutto al rischio climatico differenziato delle ondate ed isole di calore urbano, modulando gli investimenti e la realizzazione sul territorio di soluzioni "Nature-based" in funzione di priorità legate al "dove" e al "chi vive".

È infine importante superare una visione riduzionista e vetero-modernista della città, approcciandosi e gestendo il territorio urbano come un ecosistema urbano complesso e sensibile, dove le poche aree verdi vadano fortemente implementate e distribuite sul territorio, per diventare ecosistemi funzionali e resilienti al cambiamento climatico, in sinergia con il sistema di acque superficiali della città e nel rispetto dei diritti delle categorie più deboli e meno abbienti.

Ricerche in corso

Estremi climatici sul territorio urbano e periurbano di Padova

Dalle analisi geografiche e meteo-climatiche, svolte nell'ambito delle ricerche del Centro di Eccellenza sulla giustizia climatica e del Master di II livello in GIScience (Scienza dell'Informazione Geografica), il cambiamento climatico ha comportato a Padova, solo nell'ultimo trentennio 1992-2021, un aumento della temperatura di +1,3 °C. Si tratta di un incremento, in media, di quasi mezzo grado ogni decennio.

In questo contesto, gli indicatori di rischio climatico rivelano un quadro alquanto preoccupante per il territorio urbano di Padova. La ricerca in corso sugli estremi climatici ha infatti evidenziato un aumento significativo delle ondate di calore estive, calcolate su base statistica con la formula di Russo et al. (2014)¹: rispetto a 30 anni fa, registriamo mediamente un'ondata di calore estiva in più. Tuttavia, l'indicatore più allarmante riguarda il numero di *tropical nights*, definite come le notti in cui la temperatura minima non scende sotto i 20 °C.

A Legnaro, località in cui si trova la stazione ufficiale ARPAV più vicina a Padova, nel 1990 si registravano in media 8 notti tropicali all'anno. Negli ultimi 10 anni, invece, il numero è aumentato di oltre tre volte, ossia 26 notti tropicali in media all'anno. Il picco massimo si è raggiunto nell'estate del 2022, considerato un anno particolarmente critico dal punto di vista climatico, con ben 44 notti tropicali, ovvero quasi la metà dell'estate. Le nuove stazioni meteorologiche urbane (certificate WMO), inserite nella rete MeteoNetwork e recentemente installate al Portello e nella zona del Basso Isonzo, evidenziano una marcata differenza spaziale negli estremi climatici. Nel 2022, al Portello sono state registrate oltre il triplo delle notti tropicali (76) rispetto all'area meno urbanizzata del Basso Isonzo (23), evidenziando come le isole di calore urbane intensifichino gli estremi climatici, soprattutto durante le ore notturne, a causa del rilascio del calore accumulato durante il giorno nelle aree fortemente impermeabilizzate.

Per quanto riguarda giorni estremamente caldi², su 92 giorni di indagine nel periodo estivo 2022 (1/6-31/8), sono stati registrati rispettivamente 82 giorni presso la stazione del Basso Isonzo, 70 giorni per quella al Portello e 58 giorni per quella a Legnaro. Per valori termici ancor più critici, è stata superata la soglia dei 32 °C in 52 giorni per la stazione del Basso Isonzo, 43 giorni per la stazione del Portello e 28 giorni per quella di Legnaro (Figure 6 e 7).

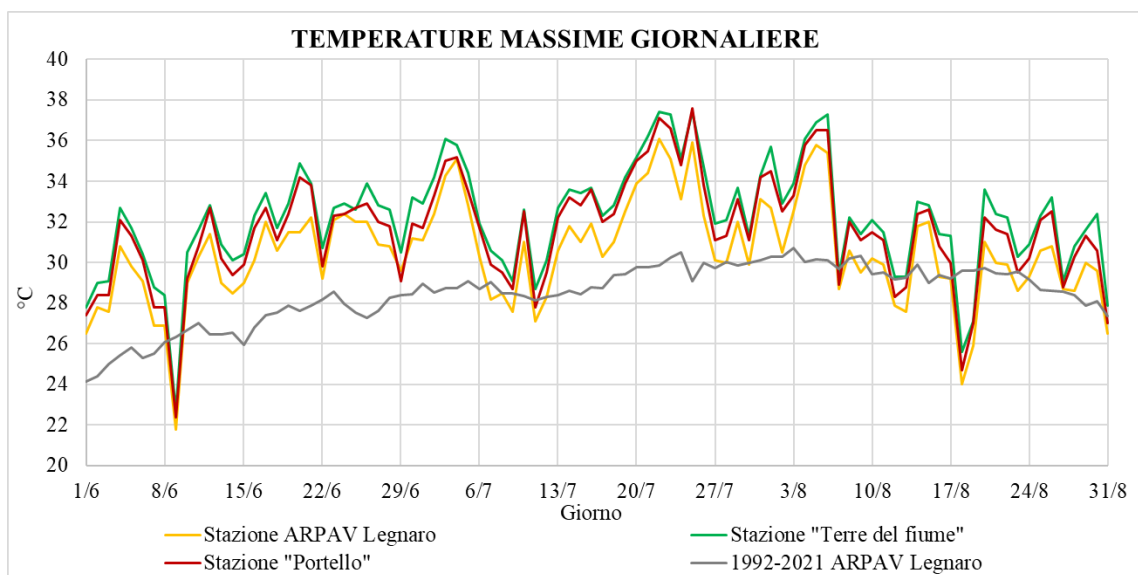


Figura 6: Temperature massime giornaliere per le tre stazioni considerate dal 1° giugno al 31 agosto 2022 e media dello stesso periodo per gli anni 1992-2021 (Santaterra A. Tesi di laurea in Ingegneria per l'Ambiente ed il Territorio (Dip. ICEA, Università di Padova)

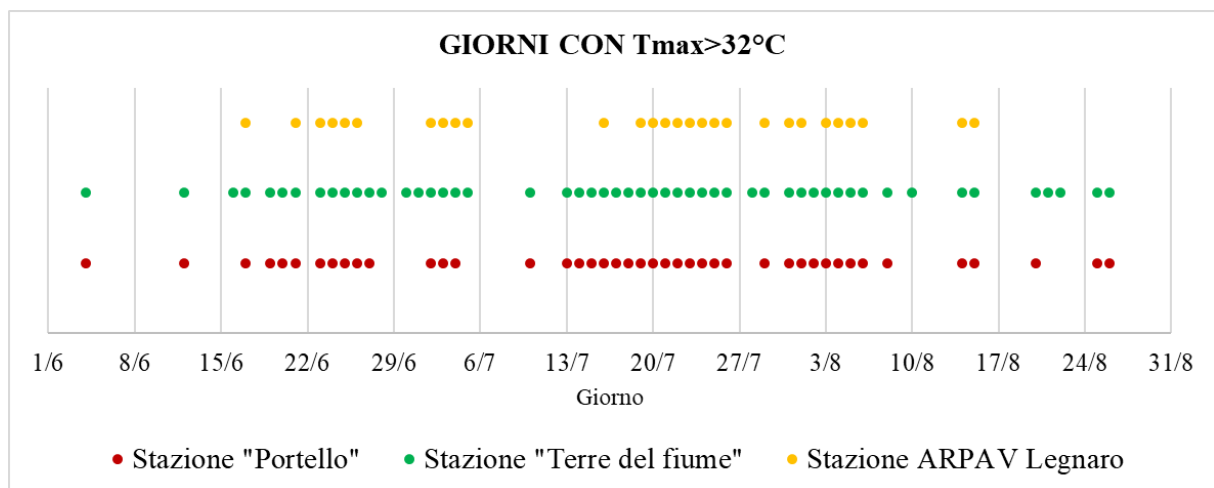


Figura 7: Giorni estremamente caldi ($T > 32^{\circ}\text{C}$) verificatisi dal 1 giugno al 31 agosto 2022 (1 pallino = 1 hot day). In questo caso, sono considerati hot days i giorni in cui la temperatura dell'aria esterna ha superato i 32°C . (Santaterra A. Tesi di laurea in Ingegneria per l'Ambiente ed il Territorio (Dip. ICEA, Università di Padova)

Al fine di poter stimare un impatto potenziale degli estremi climatici sulla salute pubblica è stato inoltre calcolato un indice di calore ([Heat Index](#), la cosiddetta "temperatura percepita") elaborato dalla NOAA e adottato negli Stati Uniti per la gestione delle emergenze durante le ondate di calore. Nel periodo considerato (1/6-31/8, anno 2022), eccetto per soli due giorni, l'indice di calore è rimasto sempre sopra i 27°C in tutte e tre stazioni meteorologiche (Portello, Basso Isonzo e Legnaro); tale misura rientra nei valori critici di possibile rischio per la salute umana in caso di esposizione prolungata ed attività intensa. La soglia di rischio medio-alto (valore indice di calore di 32°C) è stata superata rispettivamente di 45 giorni per la stazione del Portello, di 52 giorni per quella del Basso Isonzo e di 28 giorni per quella di Legnaro. Il valore più elevato di indice di calore è stato registrato al Portello il 25 luglio (40°C); tale valore, secondo la tabella di riferimento della NOAA, rappresenta la soglia di rischio alto per la salute pubblica (Figura 8).

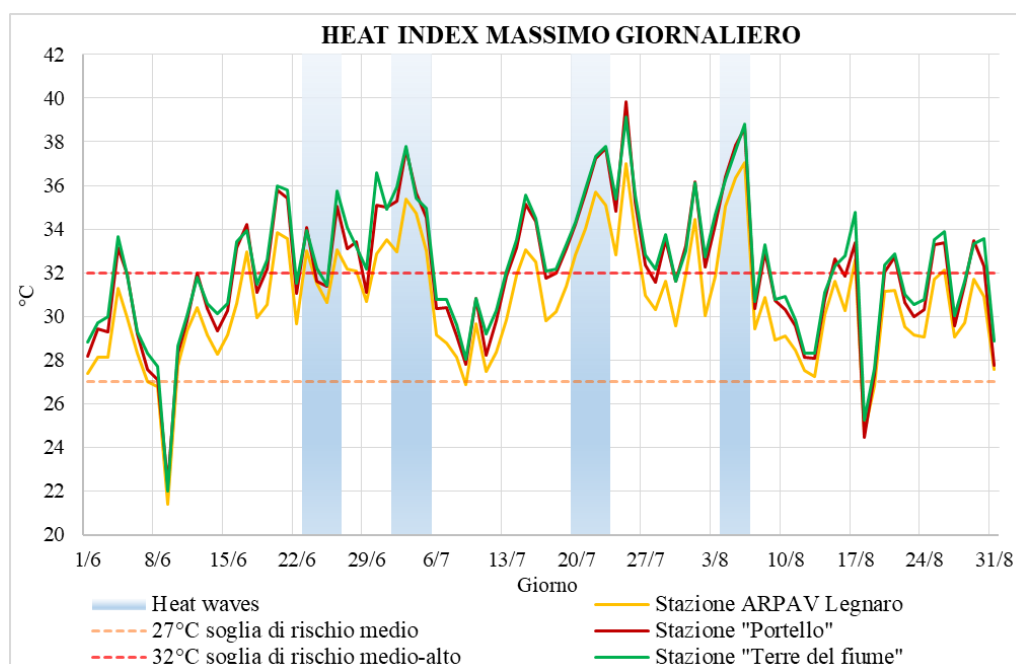


Figura 8: Andamento giornaliero dei valori dell'indice di calore dal 1° giugno al 31 agosto 2022. L'indice di calore esprime dei valori combinati tra la temperatura dell'aria e umidità al fine di stimare il valore di temperatura percepita dalle persone e il relativo livello di comfort termico

Tali estremi climatici rispecchiano la dinamica, la magnitudo e la durata delle ondate di calore dell'anno 2022, caratterizzato da cinque eventi estremi, per una durata cumulata di 22 giorni. La prima ondata di calore – quella più rilevante in termini di magnitudo – è stata registrata assai in anticipo rispetto al clima padovano, ossia l'11 maggio, per una durata di sette giorni, con temperature massime giornaliere comprese tra i 29 ed i 31°C .

Come ampiamente documentato dalla letteratura medica, tali condizioni termiche notturne creano un notevole disagio fisico, soprattutto per le persone anziane e coloro che soffrono di patologie cardio-respiratorie, aumentando il rischio di malattie e decessi ([Santo et al., 2013](#); [Singh et al., 2020](#); [Royè et al., 2021](#)).

Purtroppo, secondo i modelli climatici utilizzati dall'IPCC, scenari di estremi climatici ulteriormente peggiorativi possono aver luogo in futuro nel territorio padovano. Utilizzando il modello COSMO-CLM ad alta risoluzione è stato simulato il quadro climatico del territorio urbano di Padova proiettandolo al 2100. Secondo il modello, nello scenario di emissioni di gas climalteranti chiamato *business as usual* (crescita delle emissioni secondo la tendenza attuale), le ondate di calore estremo passeranno dalle attuali 2-3 all'anno a 5-6 nel 2100, con un aumento significativo sia nella durata che nell'intensità. Oltre al numero delle ondate di calore, molto indicativo è il numero di giorni con temperature massime superiori a 35 °C, attualmente 2-3 all'anno, raggiungerà il numero di 50-60. Stessa tendenza si osserva per le notti tropicali, che diventeranno praticamente la norma durante l'estate del 2100, con 100 giorni all'anno in cui la temperatura minima notturna non scenderà al di sotto dei 20°C.

Cambiamenti climatici e ondate di calore in Europa: la nuova normalità climatica

“Questa ondata di calore sarà la nuova normalità”. Con questa frase il prof. Petteri Taalas - Segretario generale dell'Organizzazione Mondiale di Meteorologia (*World Meteorological Organization*, WMO) - commentava, nell'estate del 2022, una delle diverse ondate di calore che si diffondeva su scala continentale, dal Nord al Sud d'Europa. Ondate di calore che hanno “rotto” numerosi record storici di temperatura, con impatti notevoli sui territori urbani e sui gruppi sociali più vulnerabili: 47.0 °C a Pínhão (Portogallo), oltre 40 °C nel nord del Regno Unito, 40 °C ad Amburgo (Germania), solo per citarne alcuni. Temperature da record sono state registrate anche a giugno 2023, come i 47 °C a Palermo (Osservatorio INAF) e 48 °C a Jerzu (Sardegna, fonte ARPA).

Guardando però all'estate europea del 2022 in chiave climatica – non quindi a “percezione” o a “ti ricordi che anche quell'estate faceva così caldo ...” - essa è stata identificata come quella statisticamente più calda. La più calda da quando esistono le misurazioni termometriche ([Copernicus, 2022](#)). Utilizzando la medesima “lente” di analisi climatica risulta che gli ultimi otto anni (2014-2022) sono stati, per l'intero Pianeta, quelli in assoluto più caldi, dal 1850 (WMO, 2023). Anche l'estate in corso si sta caratterizzando, globalmente, con anomalie termiche “fuori scala” climatica: giugno e luglio sono stati i mesi più caldi dal periodo industriale (Figura 9). I giorni compresi tra il 3 ed il 6 luglio sono stati i giorni più caldi di sempre. “Sempre”, significa da 120.000 anni, ossia dal periodo geologico Eemiano.

Localmente, su scala europea, anomalie termiche significative e ondate di calore intense stanno riconfermando questa tendenza per gli eventi estremi (Figura 9). Per capirci: non si tratta di eventi meteorologici estremi sporadici – di “caldo eccezionale” - ma dell'evidenza sintomatologica del clima che cambia, sotto i nostri occhi e sulla nostra pelle, trasformando le anomalie meteorologiche in “normalità climatiche” (Figura 10 e 11). Ricerche scientifiche hanno infatti mostrato che i tempi di ritorno per eventi di caldo estremo sono aumentati di un ordine di grandezza: dalla probabilità di accadere due volte per secolo negli anni 2000 sono passati a due volte ogni dieci anni ([Christidis et al. 2015](#)). Lo ribadisce, senza ambiguità alcuna, il pannello intergovernativo sui cambiamenti climatici nell'ultimo rapporto sul clima ([IPCC, AR6, 2022](#)): l'aumento della frequenza, della magnitudo e della durata delle ondate di calore in gran parte delle terre emerse è “virtualmente certo” (99%-100% di probabilità); tali cambiamenti sono inequivocabilmente determinati dalle attività antropiche.

Purtroppo, in Europa, la “forza” del cambiamento climatico è assai maggiore rispetto alla media globale: l'aumento di temperatura, comparata con valori preindustriali (1800), risulta essere attualmente quasi il doppio, ossia un incremento di +2.2 °C rispetto a quello medio globale di +1.2 °C ([WMO, 2023](#)). In tale contesto, il continente europeo sta diventando un “hotspot” per le ondate di calore, mostrando una tendenza all'aumento della frequenza di 3-4 volte maggiore rispetto ad altre aree delle medie latitudini ([Rousi et al. 2022](#)).

Per avere un'idea e, soprattutto, per adattarci ad un clima che cambia, in un futuro non troppo remoto, bisognerebbe abbandonare l'approccio “esotico” o sensazionalistico “acchiappaclick” alle ondate di calore e cominciare a considerarle seriamente come il “volto quotidiano” del cambiamento climatico globale, che impatta sui nostri territori. Esse diventeranno la nuova “normalità climatica” o addirittura, negli scenari peggiori di emissione di gas climalteranti, periodi relativamente freschi ([WMO, 2023](#)).

Ondate di calore: impatto sulla salute pubblica

L'OMS ritiene che le ondate di calore siano tra le calamità più pericolose ma che, a causa della difficoltà nella stima delle morti associate e degli impatti complessivi sul territorio, non ricevano un'adeguata attenzione da parte di istituzioni di governo e dei media mainstream ([WHO, 2022](#)).

Da oltre un decennio, infatti, la letteratura scientifica internazionale sta evidenziando gli impatti delle ondate di calore sulla salute pubblica, in particolare nelle aree fortemente urbanizzate e densamente popolate, riportando un aumento dei tassi di mortalità e di patologie correlate a tali eventi estremi ([Lancet 2022](#)). È stato stimato che in Europa, tra il 1998 ed il 2017, più di 166.000 persone sono decedute a causa di ondate di calore; 70.000 decessi sono stati registrati solamente durante la famosa ondata del 2003 ([WHO, 2022](#)).

Le aree più colpite sono le aree urbane e periurbane dove l'effetto delle ondate di calore viene amplificato dal fenomeno delle cosiddette isole di calore urbane.

Un recente ed importante studio pubblicato su [Nature Medicine](#), inoltre, ha stimato che le intense e prolungate ondate di calore dell'estate del 2022 hanno provocato in Europa oltre 61.000 morti. I Paesi più esposti al rischio climatico risultano essere quelli che si affacciano sul bacino del Mediterraneo; l'Italia, con 18.000 morti in totale e 295 morti per milione di abitanti, è stato il Paese più colpito; seguono Grecia (280 morti per milione) e Spagna (237 morti per milione) [8]. Lo studio considera inoltre i fattori relativi al genere ed all'età, evidenziando che la mortalità causata dalle ondate di calore non è "equamente ripartita" tra la popolazione, ma coinvolge maggiormente le donne (63%) ed aumenta in funzione dell'età colpendo maggiormente gli anziani (over 65 anni). Dalle carte elaborate in questo studio le aree con maggior tasso di mortalità correlata alle ondate di calore risultano essere, a livello europeo, le Province della Pianura Padano-veneto-romagnola ed alcune zone nel Sud Italia (Figura 11).

Un importante e recente studio condotto su 11 città europee ha evidenziato l'associazione delle cosiddette "notti tropicali" e dei giorni con temperature massime estreme con eccessi di mortalità ([Royè et al., 2021](#)).

Risulta evidente che, a causa dei cambiamenti climatici, l'esposizione della popolazione al pericolo legato ad estremi climatici come le ondate di calore è in continuo aumento: è stato infatti stimato che, dal 2000 al 2016, il numero di persone esposte alle ondate di calore è aumentato complessivamente di 125 milioni. Secondo gli attuali impegni climatici internazionali, entro la fine del secolo arriveremo a circa 2.7 °C di surriscaldamento globale. Questo vorrà dire che circa metà della popolazione mondiale sarà fuori dalle nicchie climatiche. Infatti secondo uno studio pubblicato su Nature Sustainability anche per la società umana sono presenti dei range climatici che definiscono la cosiddetta nicchia climatica, oltre ai quali non è possibile vivere. Secondo l'OMS le ondate di calore sono fenomeni di estrema importanza che mettono a repentaglio i sistemi sanitari e quelli per la gestione delle emergenze ([WMO, 2023](#)).

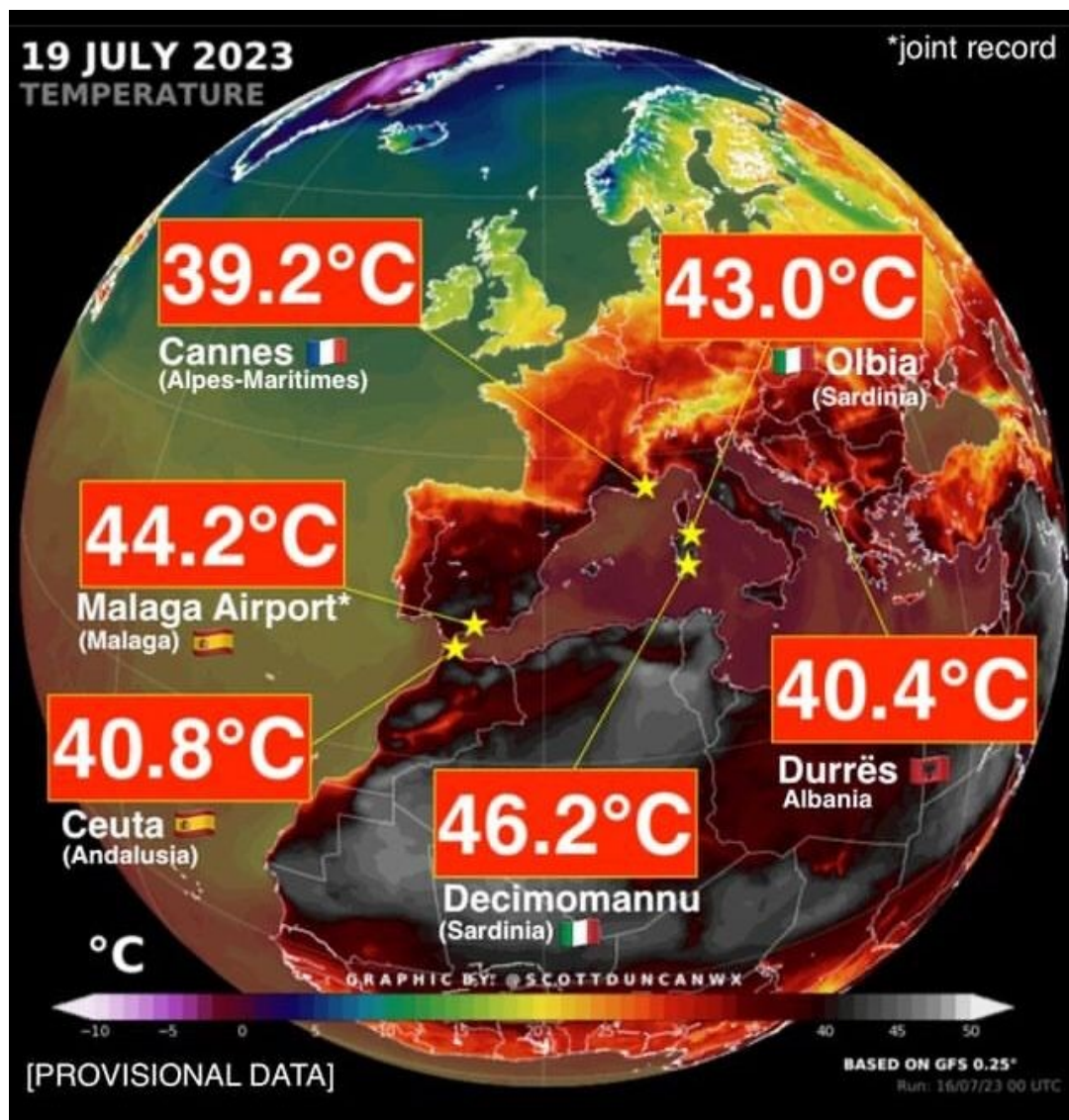


Figura 9 – Mappa delle temperature massime in Europa e Nordafrica il 19 luglio 2023 (Fonte: Scott Duncan)

¹ Soglia al 90° percentile delle temperature giornaliere massime, minimo di tre giorni consecutivi.

² Temperatura giornaliera massima al di sopra della soglia di 30 °C.

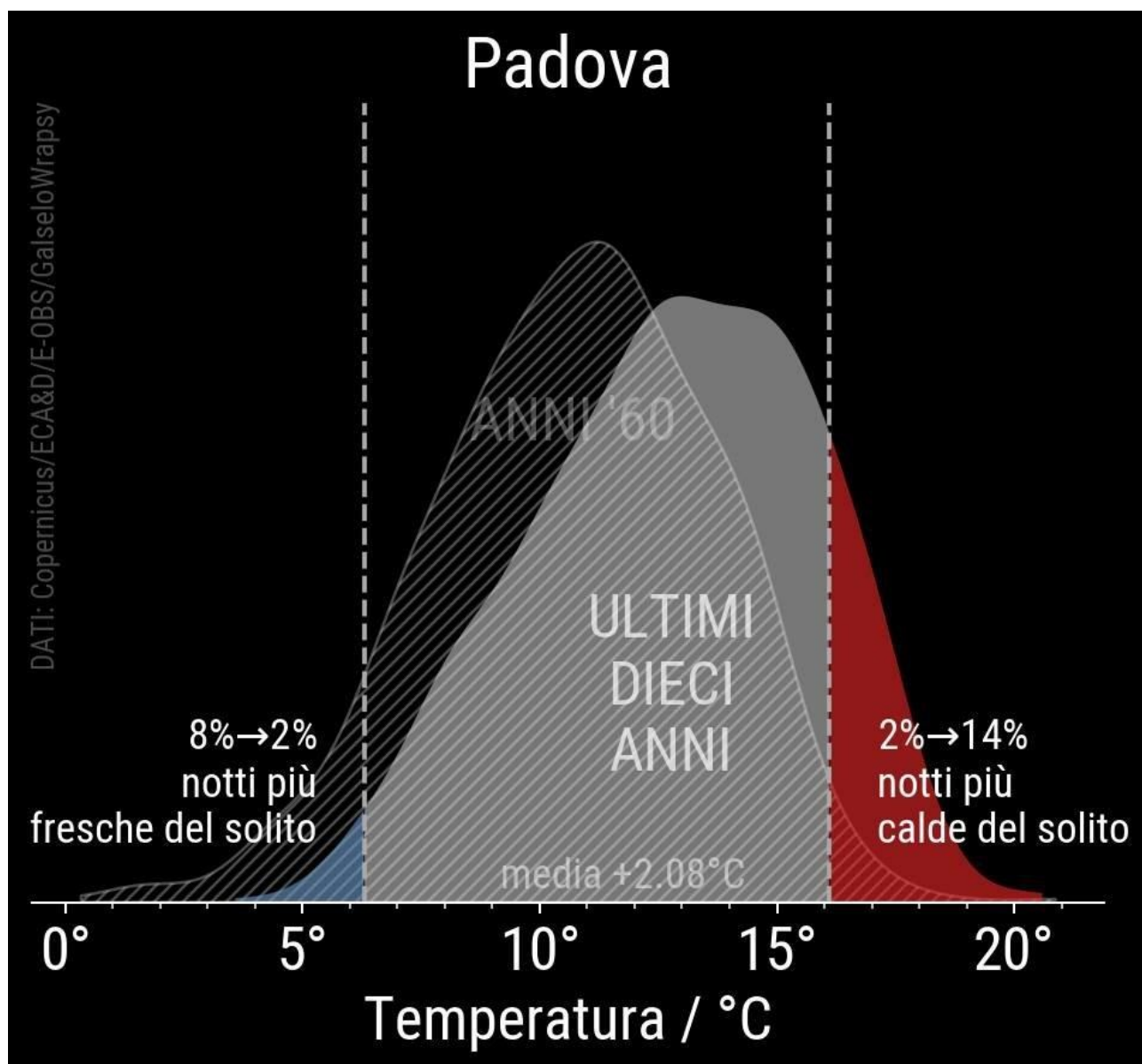


Figura 10: Surriscaldamento globale ed estremi climatici: il clima che cambia a Padova dal 1060 ad oggi
(Fonte: [Galselo Wrapsy 2023](#))

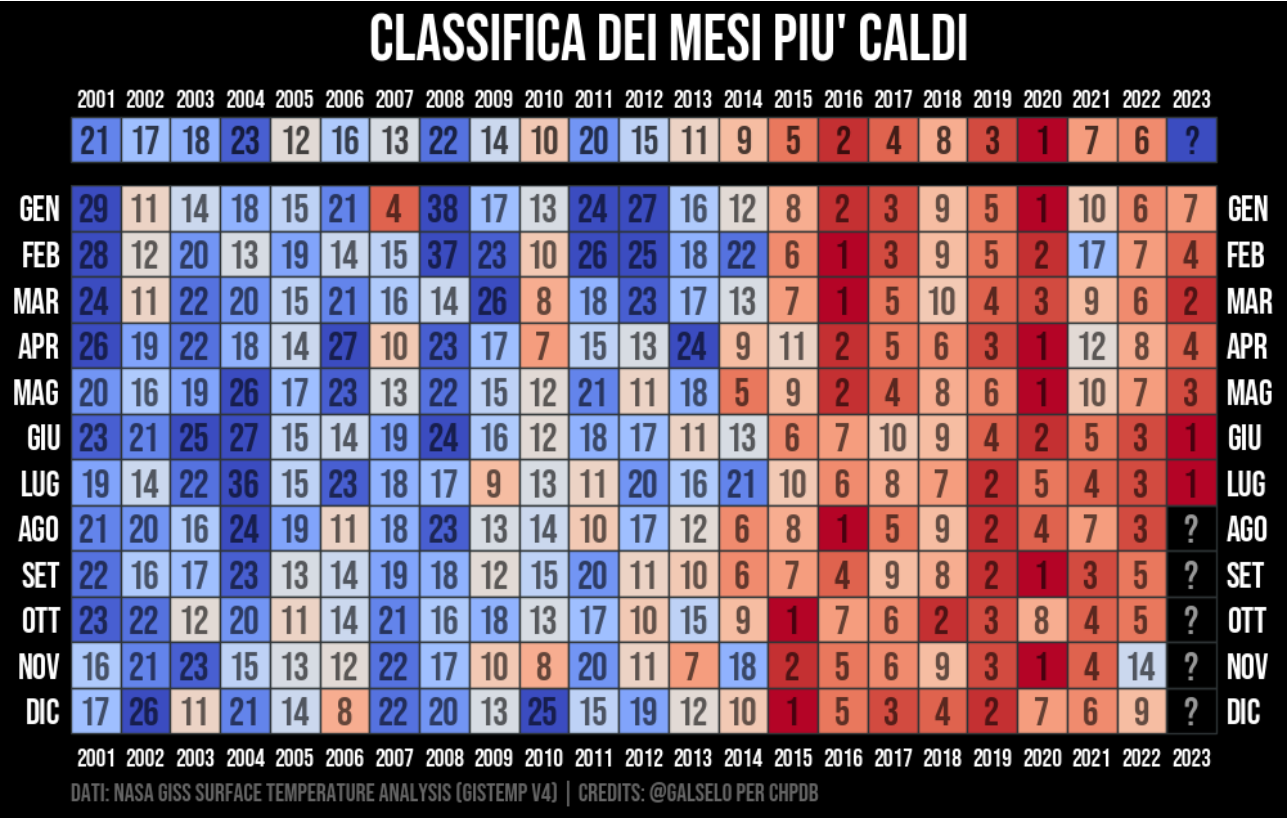


Figura 11: Classifica dei mesi più caldi da quando esistono le misurazioni termometriche (Fonte: [Gaselo Wraspy 2023](#))

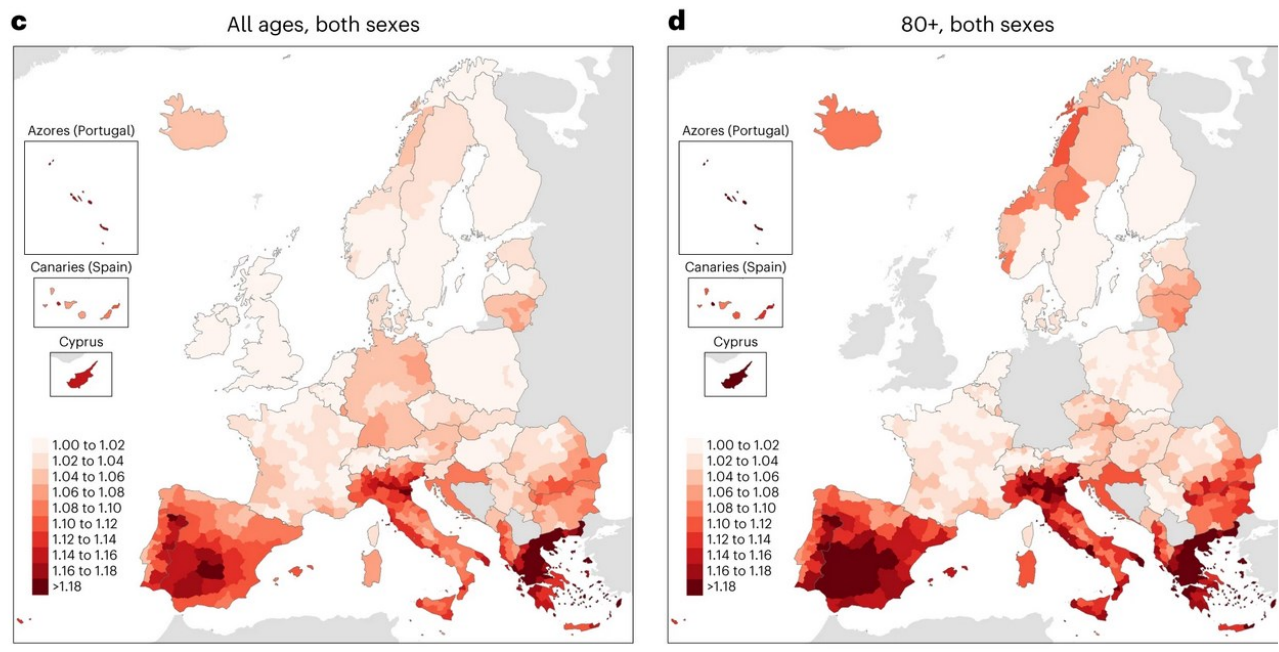


Figura 11: Mappa del rischio mortalità in Europa, su base provinciale (Fonte: [Nature Medicine, 2022](#))