

Vivir el calor en la ciudad

Riesgos, desigualdades y adaptación frente al cambio climático

Eric Gielen, Profesor Permanente Laboral, Dep. Urbanismo, UPV

egielen@urb.upv.es

DU
DEPARTAMENTO DE URBANISMO

Martes 7 de octubre, 2025

Salón de Actos, ETSI Caminos, Cl. y P.



This study has received funding from the: **"THE HUT project" (The Human-Tech Nexus – Building a Safe Haven to cope with Climate Extremes)**, under the European Union's horizon research and innovation programme (GA No. 101073957).

1. ¿Por qué hablar de calor en la ciudad?

Ola de calor → Isla de Calor Urbana



Noticias ONU

Mirada global Historias humanas

Búsqueda



Búsqueda avanzada

Regiones

Temas

A la carta

Secretario General

Prensa

AUDIOTECA  SUSCRÍBETE 



Las ciudades, “causa y solución” del cambio climático

ONU-Hábitat/Felix Vollmann | Expansión urbanística en la ciudad de Bobo Dioulasso, Burkina Faso.

18 Septiembre 2019 | Cambio climático y medioambiente







Maimunah Mohd Sharif,
Directora Ejecutiva del
Programa de las
Naciones Unidas para los
Asentamientos Humanos
(ONU-Hábitat)



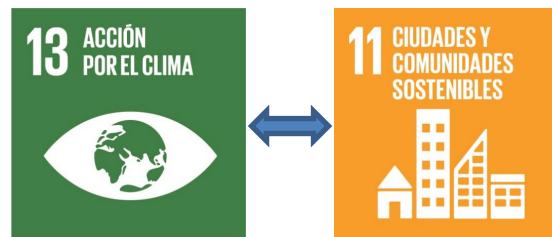
PERSPECTIVE **OPEN**

Urban change as an untapped opportunity for climate adaptation

Monika Egerer^{1,2}✉, Dagmar Haase^{3,4} , Timon McPhearson^{5,6,7} , Niki Frantzeskaki⁸, Erik Andersson^{9,10} , Harini Nagendra¹¹ and Alessandro Ossola^{12,13,14} 

Urban social–ecological–technological systems (SETS) are dynamic and respond to climate pressures. Change involves alterations to land and resource management, social organization, infrastructure, and design. Research often focuses on how climate change impacts urban SETS or on the characteristics of urban SETS that promote climate resilience. Yet passive approaches to urban climate change adaptation may disregard active SETS change by urban residents, planners, and policymakers that could be opportunities for adaptation. Here, we use evidence of urban social, ecological, and technological change to address how SETS change opens windows of opportunity to improve climate change adaptation.

<https://www.nature.com/articles/s42949-021-00024-y>



La ciudad de València suma 101 **noches tropicales** e iguala el récord de 2003 (EFE)

El verano de 2025 registra por el momento **récord** de noches tropicales en España (Europa Press)

Castelló registra en junio **las mínimas más cálidas desde 1950**: contabiliza hasta 25 noches tropicales (Castellón Plaza)

Castellón bate récord de **noches tropicales y noches tórridas** desde la llegada del verano (Cadena SER)

Ontinyent sufre el verano más cálido... 31 noches tropicales (Cadena SER)

El mes de junio ha sido **extremadamente cálido** y seco en la Comunitat Valenciana... (La Vanguardia)

Levante-EMV – “El bochorno **impide dormir**: las mínimas no bajan de 27 grados en varios municipios”

COPE – “Estos son los barrios de València **donde más calor hace**”

València registra este año 12 noches tórridas con **mínimas que no han bajado de 25 grados** (Europa Press)

[“La ciudad de València ha registrado este jueves una temperatura mínima de 20.5 grados, con lo que ya son 101 noches tropicales en la capital valenciana en el año 2022, igualando el récord de 2003 ... las noches tropicales ... donde costaba conciliar el sueño.” EFE Noticias](#)

[“El verano de 2025 registra por el momento récord de noches tropicales en España, con un total de 33 ... Valencia - Viveros ... destaca por tener un elevado número de noches tropicales ...” Europa Press](#)

[“Castelló registró durante el periodo de 30 días las mínimas más cálidas desde, al menos, el año 1950. ... la capital de la Plana notificó un total de 25 noches tropicales ... mínimo no baja de los 20 grados ...” Castellón Plaza](#)

[“Desde mayo hasta julio, el observatorio meteorológico de la provincia ha registrado 36 noches tropicales, con temperaturas mínimas iguales o superiores a 20 grados ... además, 7 noches tórridas ... igualando el máximo registrado también en 2003.” Cadena SER](#)

[“El verano de 2025 está siendo el más cálido registrado en Ontinyent ... acumulado de 31 noches tropicales — aquellas en las que la temperatura mínima no baja de los 20 °C — algo sin precedentes ... las altas temperaturas nocturnas y la humedad impiden un descanso adecuado.” Cadena SER](#)

[“El organismo meteorológico ha señalado ... “lo más significativo fue que las temperaturas se mantuvieron de forma persistente muy por encima de los valores normales”. ... elevado número de noches tropicales ... mínimas que no bajaron de 20 ° ... observatorios de las capitales de provincia ... máximo histórico.” La Vanguardia](#)

[“... las estaciones de la Associació Valenciana de Meteorologia \(Avamet\) dejan registros con mínimas superiores a los 28 grados en los barrios de Benimaclet o Ciutat Vella en València ...” Levante EMV](#)

[“En los barrios de Orriols, Malilla, Torrefiel o Patraix son recurrentes las noches tropicales persistentes, sin descenso térmico suficiente para el descanso, mientras que zonas como el entorno de la Alameda ... registran condiciones mucho más soportables.” COPE](#)

[“La ciudad de València ha registrado en lo que llevamos de 2024 ... 12 noches tórridas en las que la temperatura mínima no ha bajado de 25 grados ... también ha apuntado que ... 74 noches tropicales en València ...” Europa Press](#)



Consecuencias para la salud de las altas temperaturas

- Dermatitis
- Estrés por calor
- Golpe de sol
- Quemaduras
- Calambres
- Agotamiento por calor
- Golpe de calor



Población vulnerable

- Obesidad
- Enfermedades circulatorias y respiratorias
- Personas mayores
- Bajo nivel de ingresos



Aviso Especial

Ola de calor

Información elaborada el 15 de agosto



Península, salvo área cantábrica (En esta zona habrá un pico de calor muy intenso un único día).

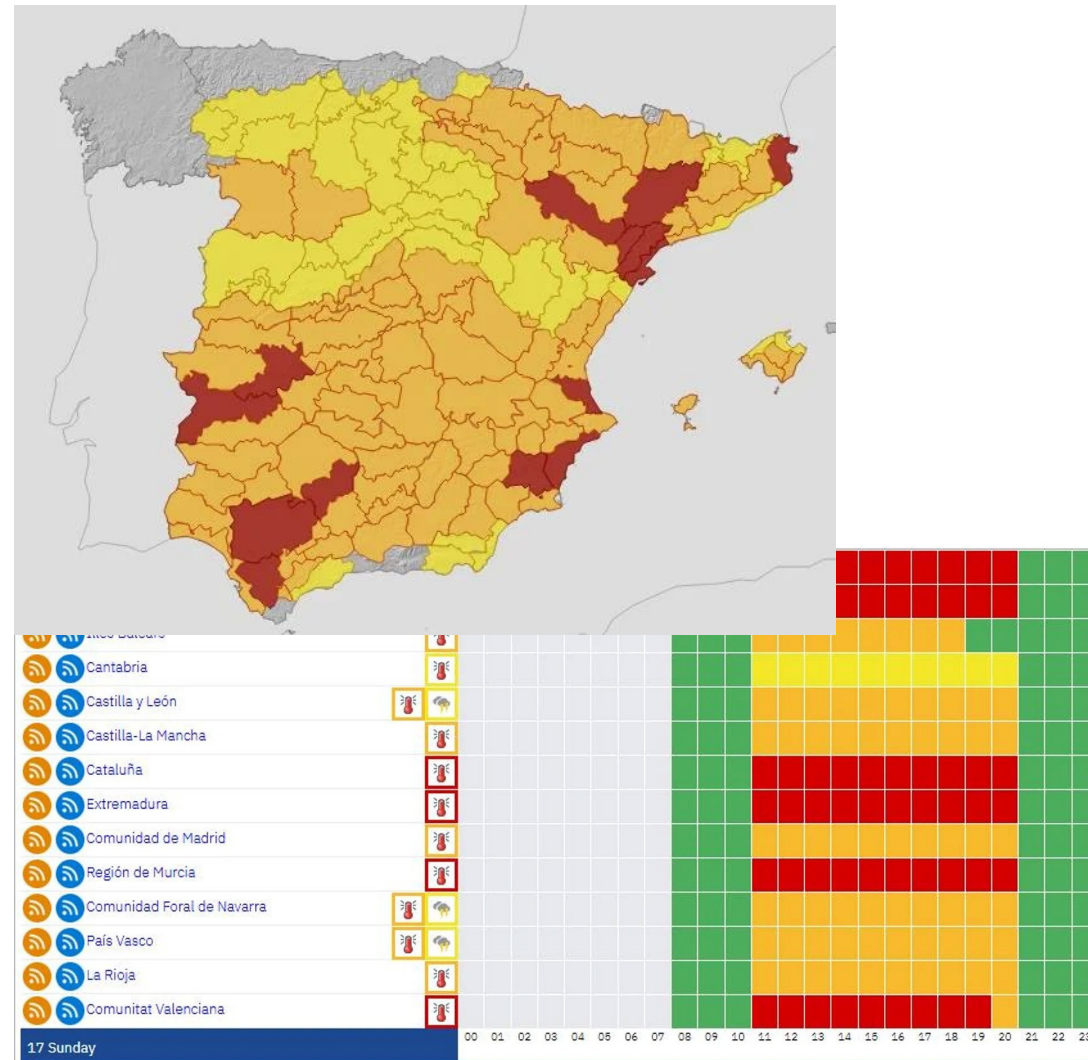


Hasta el lunes 18 de agosto

→ 40 °C el viernes en puntos del Cantábrico. Durante el fin de semana, 40 a 42 °C en amplias zonas de la mitad sur peninsular y en las depresiones del Ebro y Duero.

→ El lunes será el último día de esta ola de calor. A partir del martes las temperaturas serán las propias de esta época del año. Calor, pero no extremo.





MoMo **MoMo** Mapas Datos Notificación Documentación

Región
España

Sexo
Todos

Grupo de edad
Todos

Fecha
15/05/2025 - 30/09/2025

Periodo
2025-Estival

159.736

Observadas

152.981

Estimadas base

6.755

Exceso por todas las causas

3.832

Atribuibles a temperatura

Mortalidad notificada, observada, esperada y atribuible a temperatura

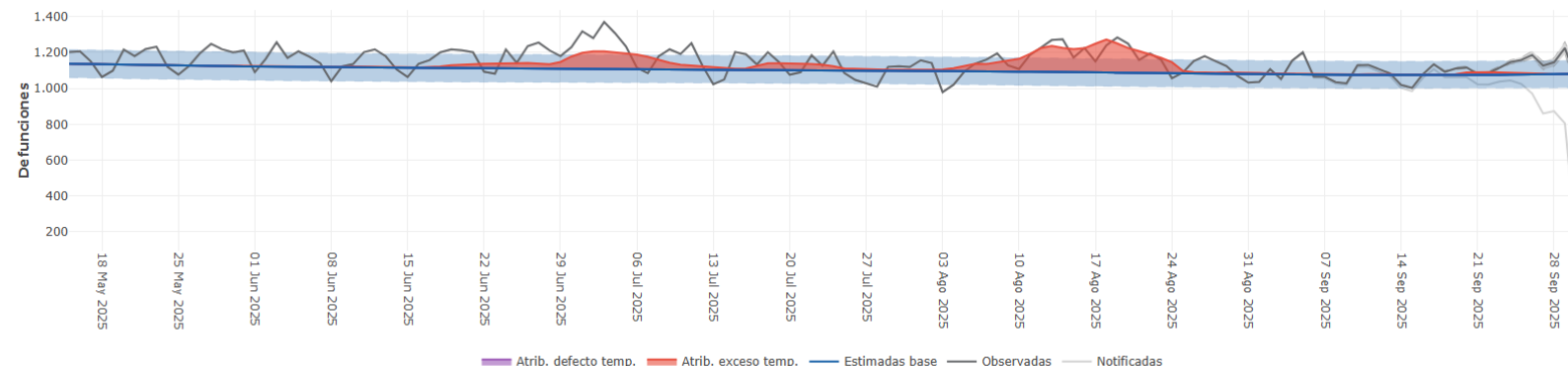


Figura de mortalidad notificada y observada por todas las causas, estimadas base con un intervalo de confianza del 1% al 99% y defunciones atribuibles al exceso o defecto de temperatura, para el ámbito territorial, sexo, grupo de edad y rango de fechas seleccionado. Tanto la figura como la tabla muestra los resultados según los filtros seleccionados; hacer zoom en la gráfica no modificará estos resultados. Los periodos se han definido correspondiendo con las fechas de activación más frecuentes de los "Planes nacionales de actuaciones preventivas de los efectos del exceso de temperaturas sobre la salud" y los "Planes Nacionales de actuaciones preventivas por bajas temperaturas". Se pueden consultar sus rangos de fechas en la sección de documentación.

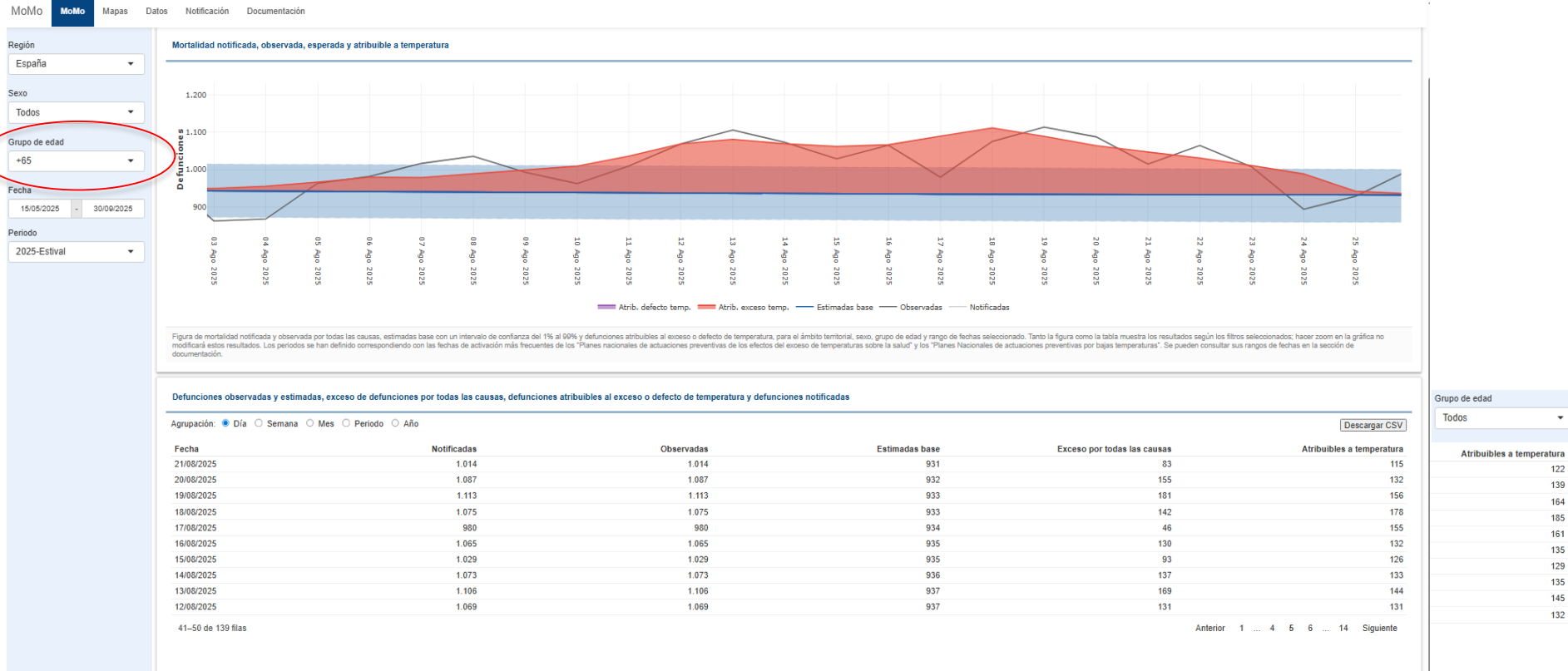
Defunciones observadas y estimadas, exceso de defunciones por todas las causas, defunciones atribuibles al exceso o defecto de temperatura y defunciones notificadas

Agrupación: ☐ Día ☐ Semana ☐ Mes ☒ Periodo ☐ Año

Descargar CSV

| Fecha | Notificadas | Observadas | Estimadas base | Exceso por todas las causas | Atribuibles a temperatura |
|--------------|-------------|------------|----------------|-----------------------------|---------------------------|
| 2025-Estival | 156.930 | 159.736 | 152.981 | 6.755 | 3.832 |

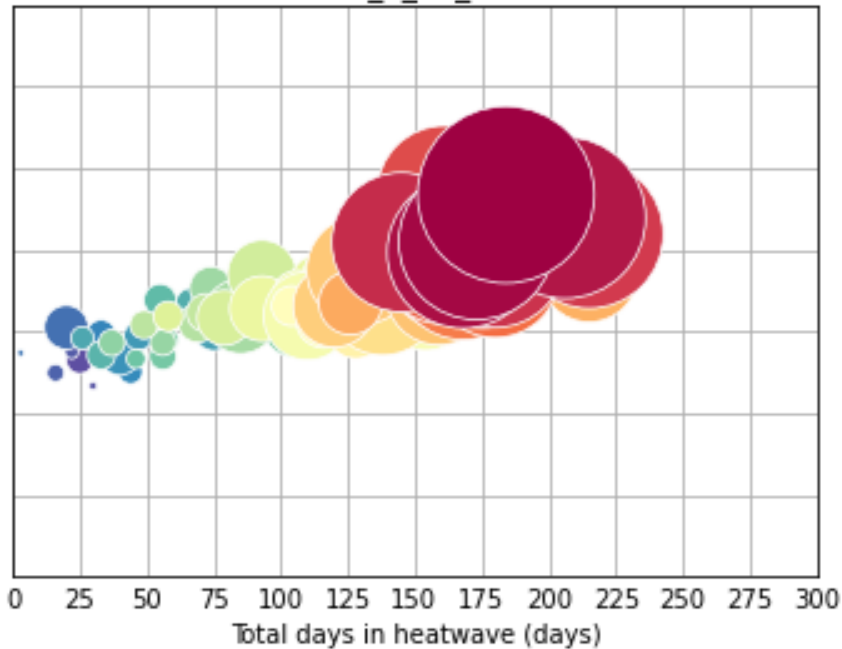
https://momo.isciii.es/panel_momo/



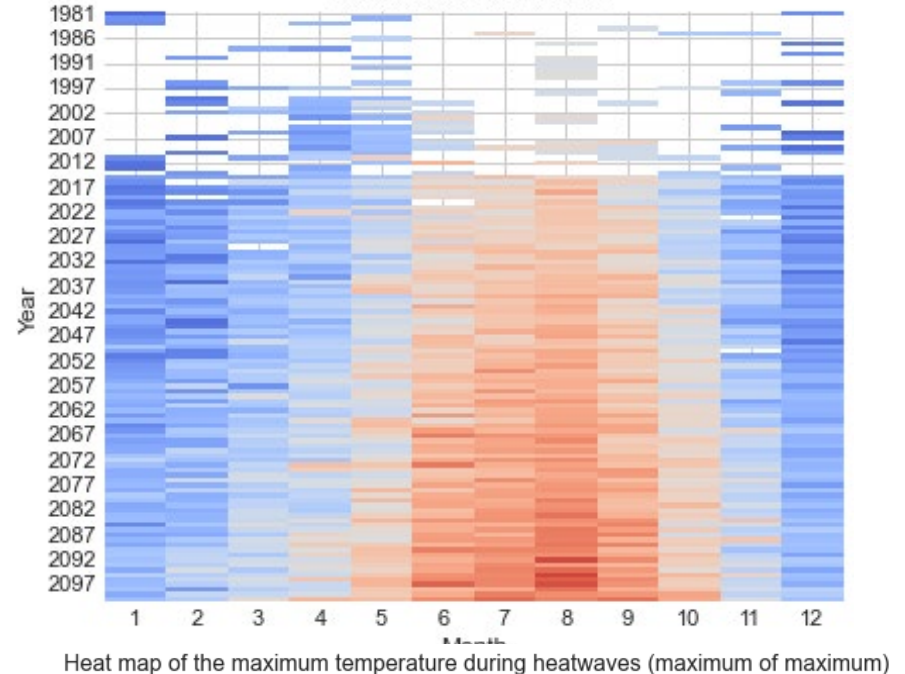
https://momo.isciii.es/panel_momo/

Aumento global de olas de calor: más frecuentes, intensas y duraderas.

UKESM1_0_11_SSP370



SSP370 - maximum maximum



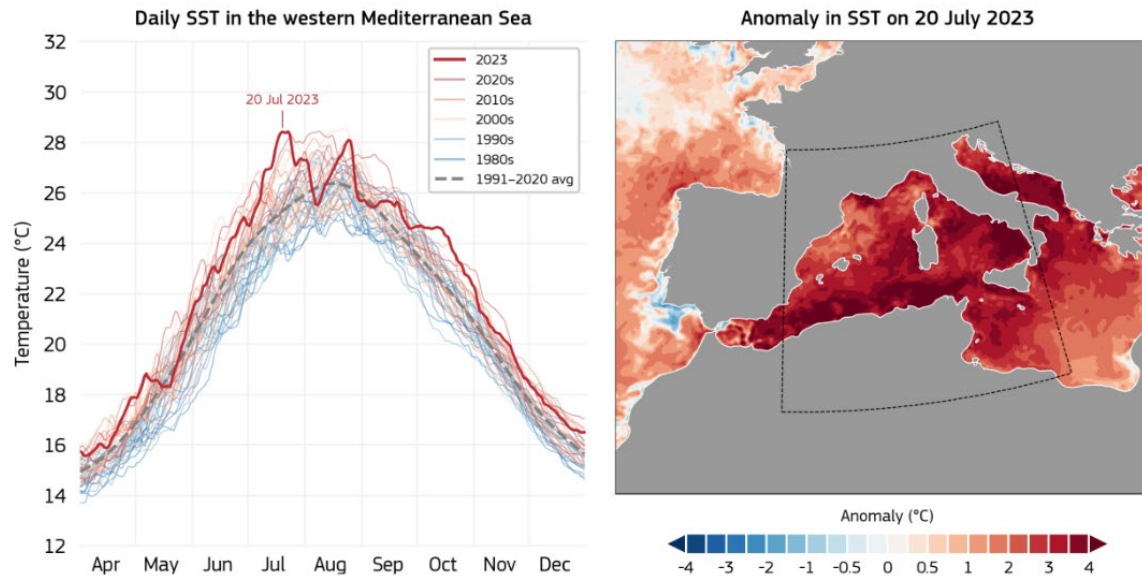
Fernandez-Garza, A., Gielen, E., Pulido-Velazquez, M., Avila-Velasquez, D., Rubio-Martin, A., Macian-Sorribes, H. (2025) Potential impact of climate change on heatwaves at the urban scales: An evaluation in Valencia, Spain, *under review in Urban Climate*

La cuenca mediterránea está entre los principales “hotspots” climáticos del mundo

IPCC Sixth Assessment Report: “Southern Europe and the Mediterranean are among the regions most strongly affected by climate change, facing increasing heat extremes, reduced precipitation, and greater risk of drought and wildfires.” (Intergovernmental Panel on Climate Change (2022), *AR6 WGII Chapter 13: Europe.*)

Marine heatwave in the western Mediterranean Sea in July 2023

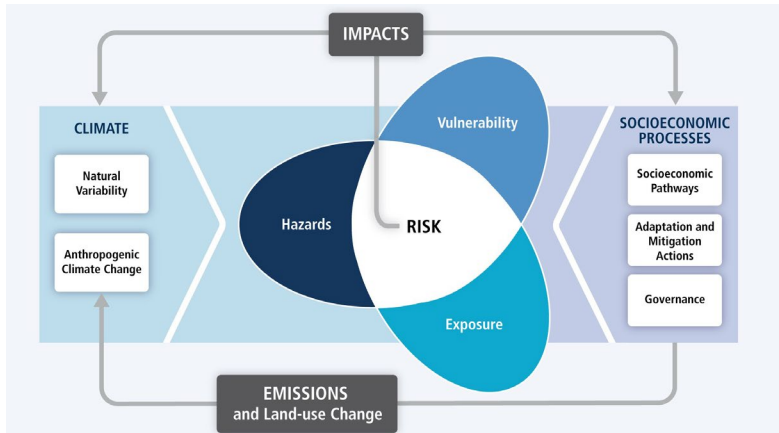
Data: ESA SST CCI Analysis v3.0 • Reference period: 1991–2020 • Credit: ESACCI/EOCIS/UKMCAS/C3S/ECMWF



2. El concepto de riesgo aplicado al calor urbano

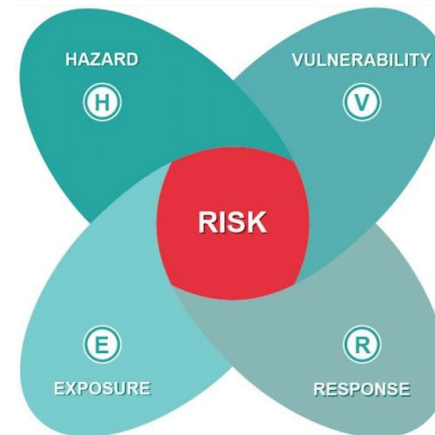
Mismo calor ≠ mismo riesgo: depende del barrio, edad, vivienda,,.

$$R = H \times E \times V$$

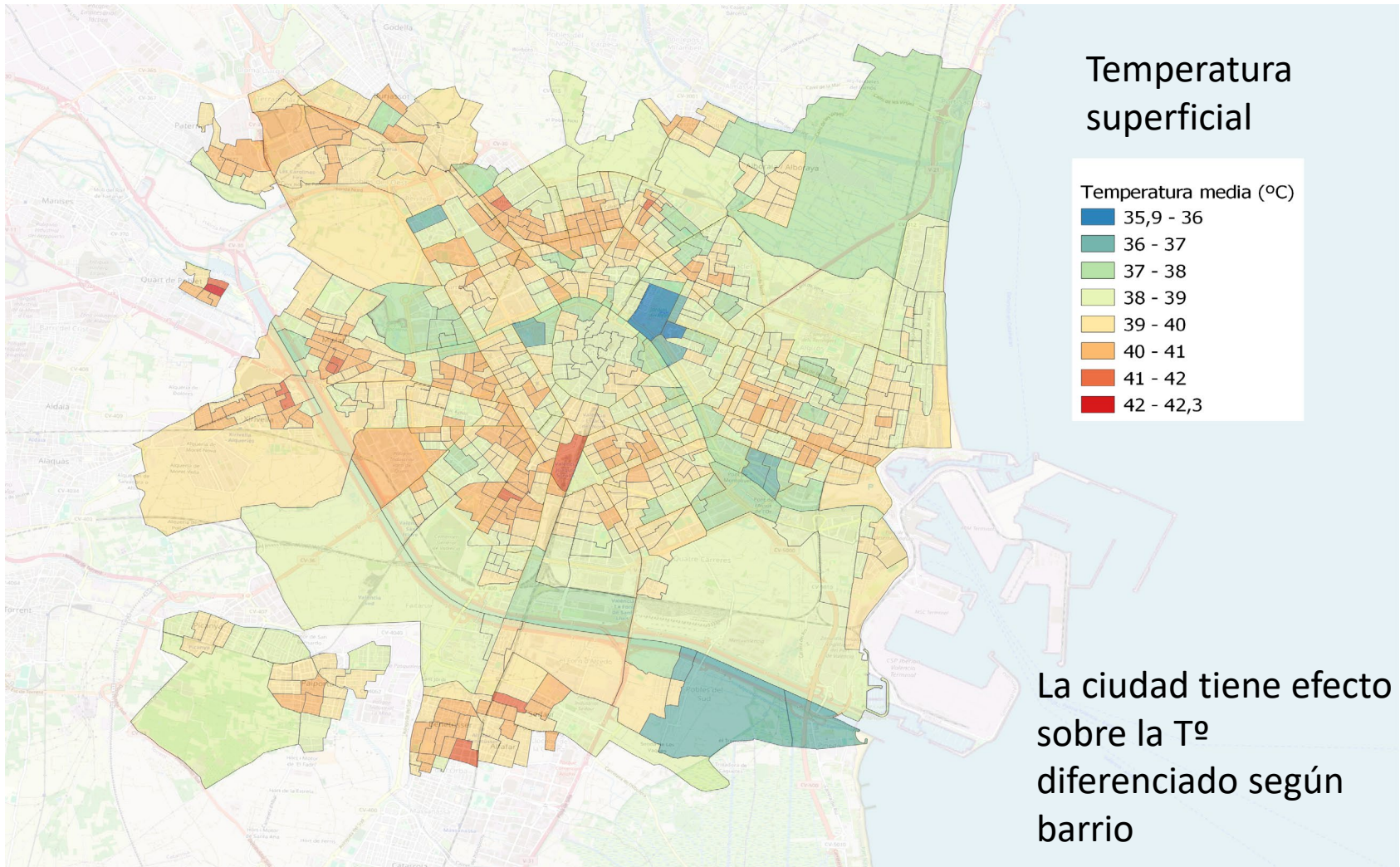


<https://www.ipcc.ch/report/ar5/wg2/summary-for-policymakers/>

$$R = H \times E \times V \times R$$



Simpson, N. P., & Trisos, C. (2021, May 5). Climate change risk is complex: Here is a way to assess it. The Conversation.
<https://theconversation.com/climate-change-risk-is-complex-here-is-a-way-to-assess-it-159978>



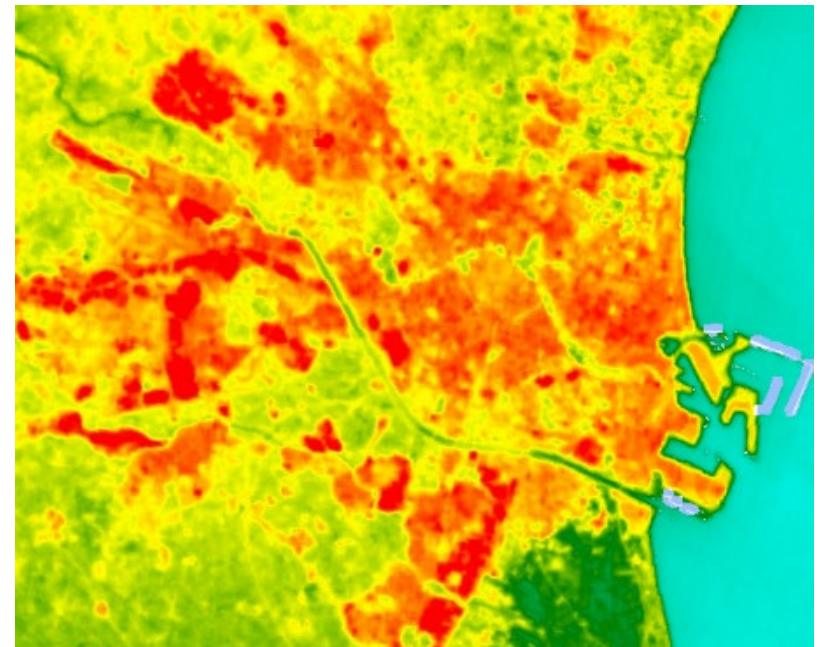
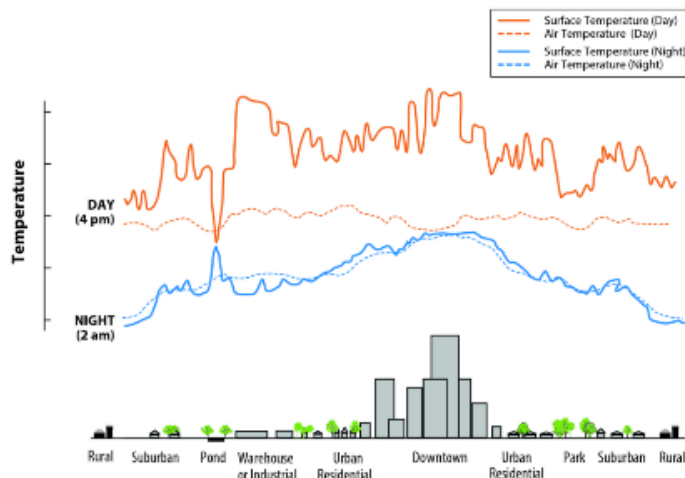
3. La isla de calor urbana

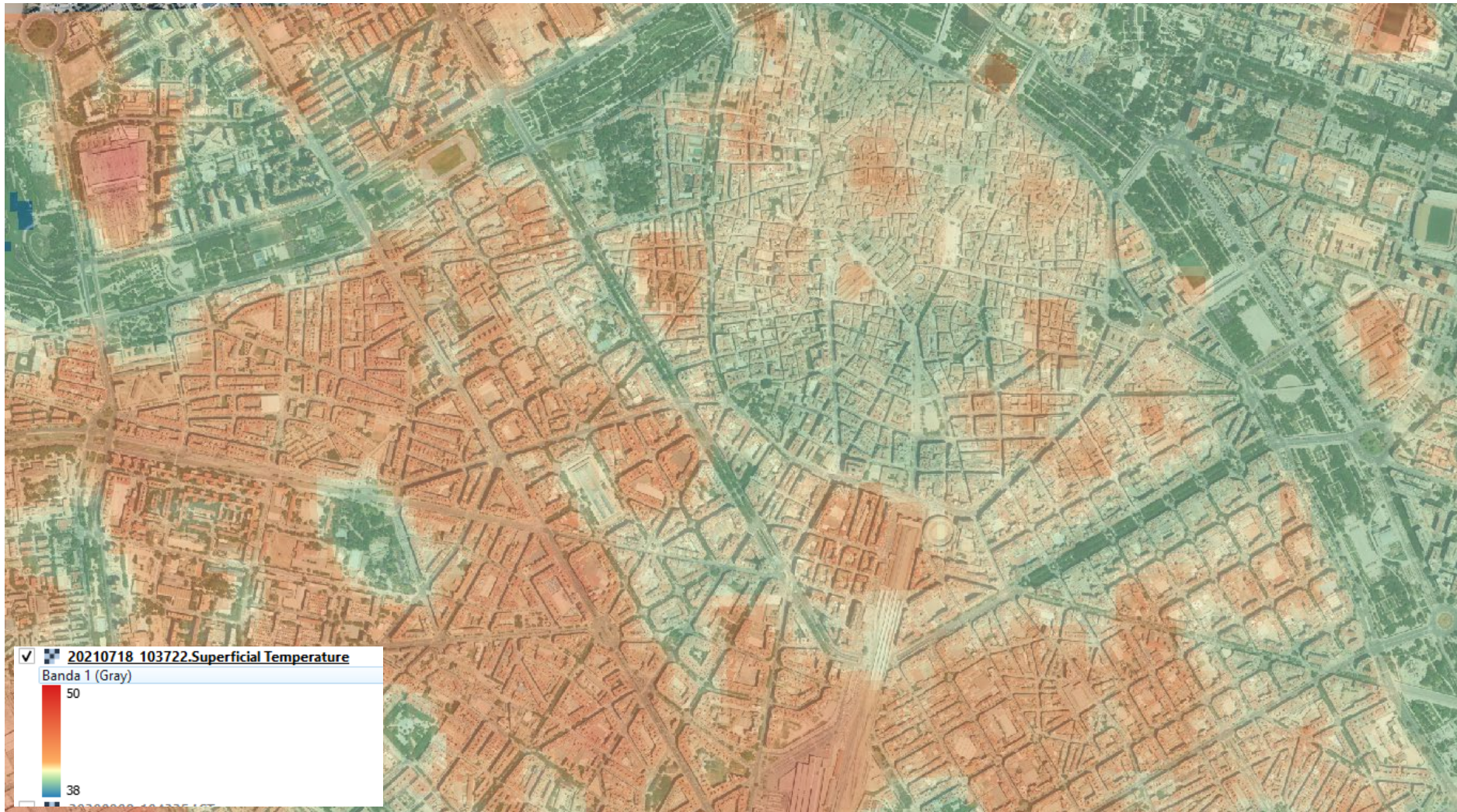
¿Qué es? Diferencias térmicas entre zonas urbanas y rurales

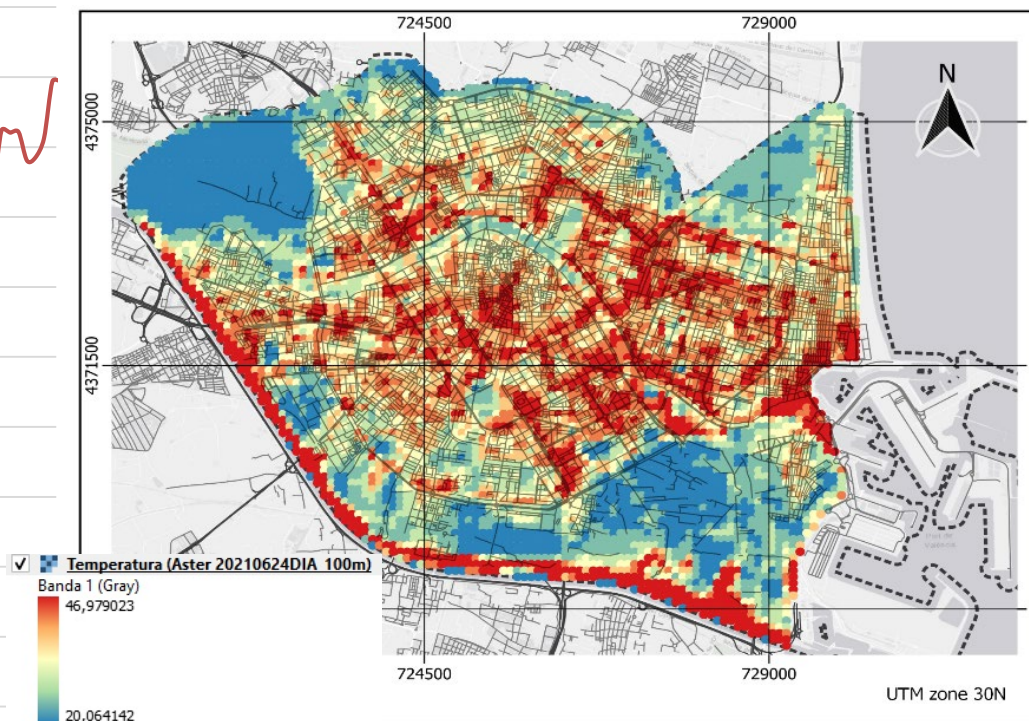
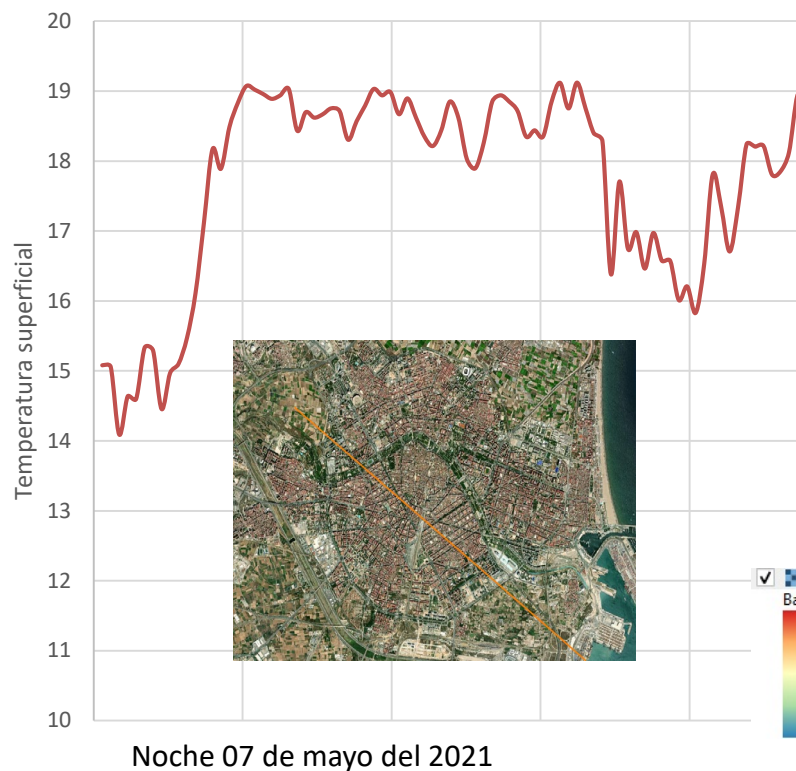
Una ciudad de un millón de habitantes o más puede ser 1-2 °C más caliente que sus áreas rurales, y la diferencia de temperatura puede ser aún más pronunciada durante la noche.

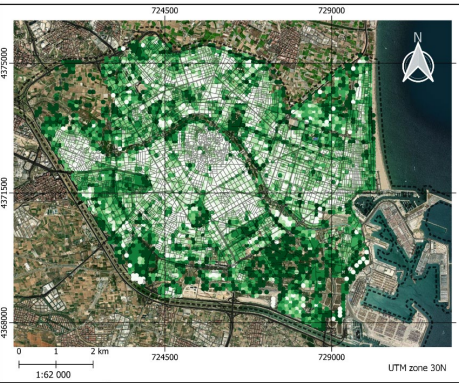
Las islas de calor urbano se forman en las ciudades por varias razones:

- Mayor cantidad de asfalto y hormigón, que absorben y liberan el calor lentamente.
- Mayor actividad humana (energía, movilidad, contaminación)
- Falta de humedad superficial.
- Menor cantidad de espacios verdes.

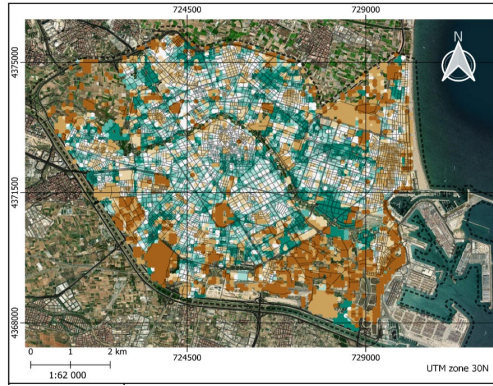




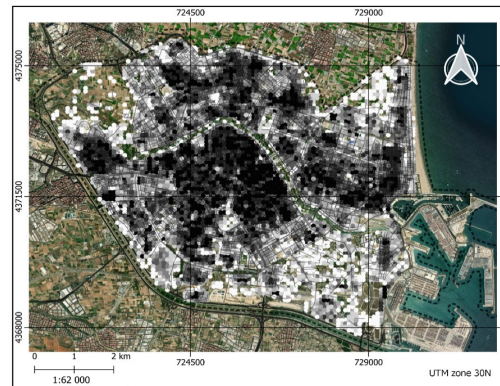




A. Proportion Green/building



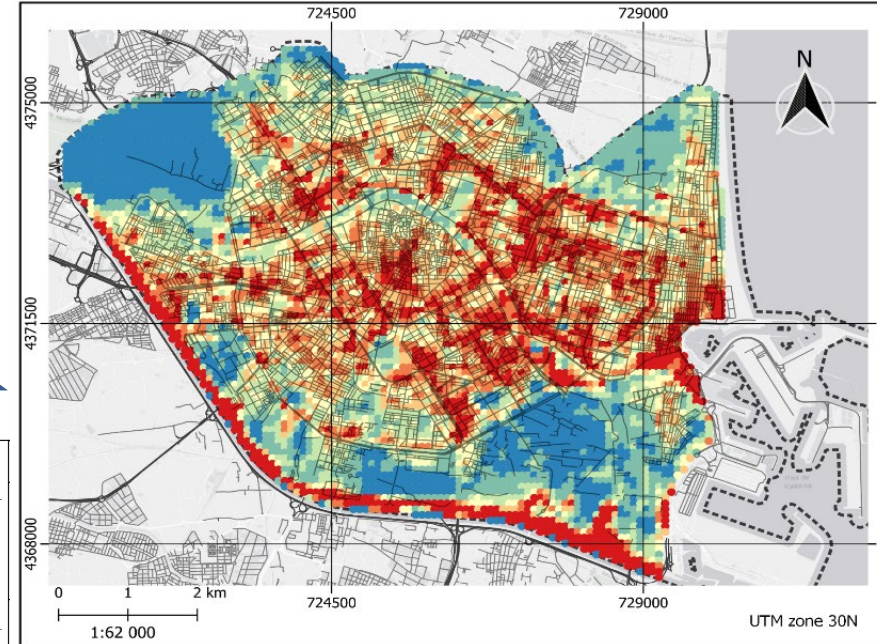
B. Building floor number



C. Proportion built surface

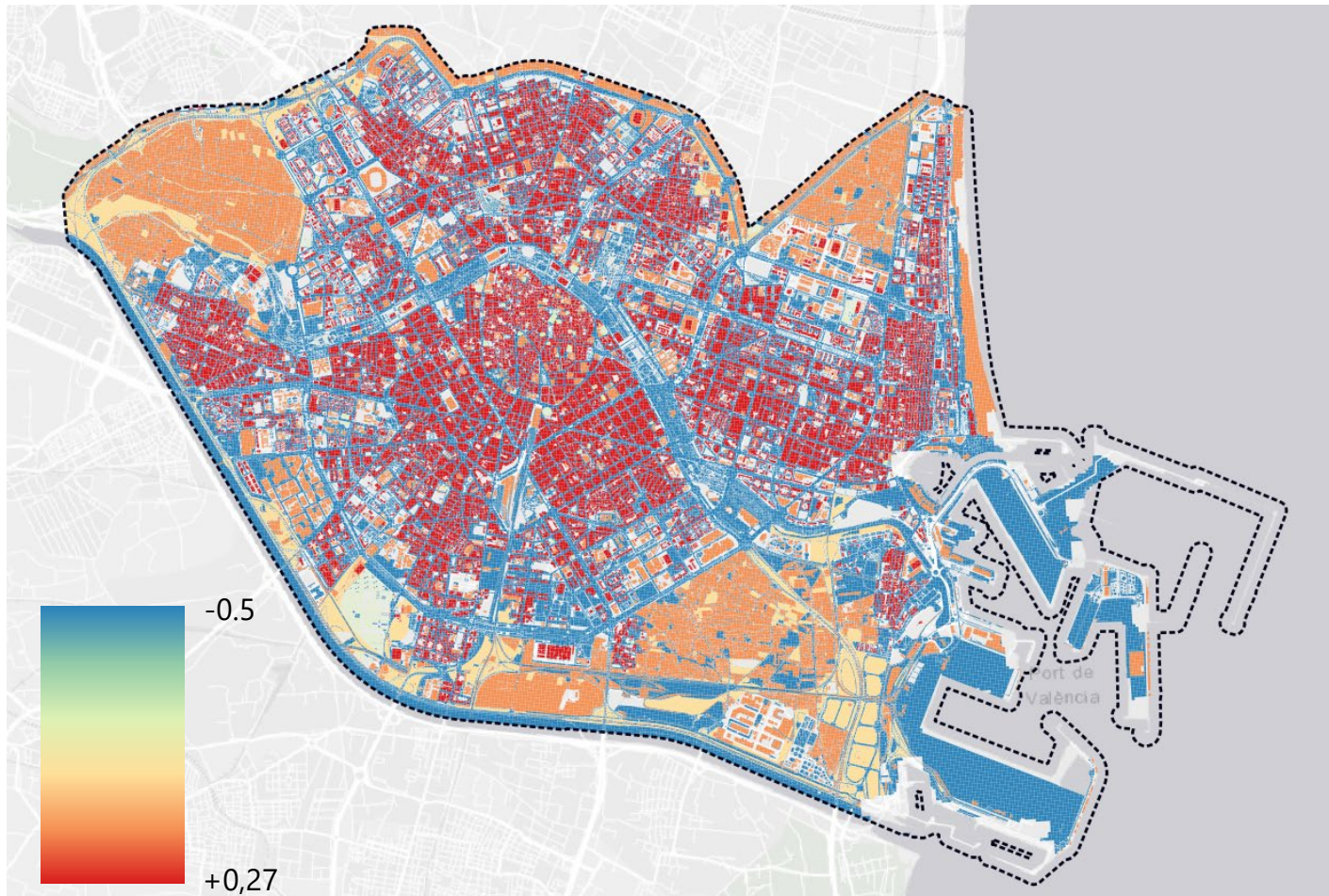


D. Green parks proximity



Fernández Garza, AG. (2023). Incidencia de la morfología de la ciudad en la Isla de Calor Urbana en Valencia. UPV. <http://hdl.handle.net/10251/192937>

Efecto de la ocupación del suelo sobre la temperatura superficial



El agua y la
vegetación
disminuyen TS

Las zonas
artificiales
aumentan TS



Article

Integrating Multi-Source Remote Sensing and Spatial Metrics to Quantify Urban Park Design Effects on Surface Cool Islands in Mexicali, Mexico

Alan García-Haro ¹, Blanca Arellano ^{2,*} and Josep Roca ²

¹ Faculty of Architecture and Design, Autonomous University of Baja California, Mexicali 21280, Mexico; alan.haro@uabc.edu.mx

² Centre of Land Policy and Valuations, Technical University of Catalonia, 08028 Barcelona, Spain; josep.roca@upc.edu

* Correspondence: blanca.arellano@upc.edu; Tel.: +34-93-405-4383

Highlights

What are the main findings?

- Urban parks in Mexicali produced measurable daytime cooling in both intensity and extent (avg. $\Delta T_{max} = 0.81^\circ\text{C}$; $L_{max} = 120.15\text{ m}$), whereas nighttime effects were weaker and more variable (avg. $\Delta T_{max} = 0.43^\circ\text{C}$; $L_{max} = 47.85\text{ m}$).
- A 10% increase in vegetation raised SCI intensity by up to $+0.11^\circ\text{C}$ and extended cooling reach by $+3\text{--}6\text{ m}$, whereas greater fragmentation (FD $+0.1$) reduced L_{max} by up to -34 m ; null SCI occurred in 35% of parks, mainly those with $<30\%$ vegetation.

What is the implication of the main finding?

- The limited and variable nighttime SCI highlights the importance of vegetation type, irrigation, and surface thermal inertia in arid cooling strategies.
- Identifying structural thresholds for SCI failure enables planners to remotely detect underperforming parks and prioritize vegetation-based interventions.

Abstract

The Surface Cool Island (SCI) refers to localized reductions in land surface temperature (LST) produced by features that enhance evapotranspiration, shading, and energy flux regulation. In arid urban areas, vegetated parks play a key role in mitigating heat through these mechanisms. This study evaluates how park vegetation structure and spatial configuration influence SCI intensity (ΔT_{max}) and extent (L_{max}) using multi-seasonal, day–night satellite observations in Mexicali, Mexico. A total of 435 parks were analyzed using Landsat 8/9 TIRS (30 m) for LST and Sentinel-2 MSI (10 m) for vegetation mapping via NDVI thresholding and supervised random forest (RF) classification. On average, parks lowered daytime LST by 0.81°C (max: 6.41°C), with a mean L_{max} of 120 m; nighttime cooling was weaker (avg. ΔT_{max} : 0.37°C ; L_{max} : 48 m). RF-derived metrics explained SCI variability more effectively (R^2 up to 0.64 for ΔT_{max} ; 0.48 for L_{max}) than NDVI-based metrics ($R^2 < 0.35$), highlighting the value of object-based land cover classification in capturing vegetation structure. This remote sensing framework offers a scalable method for assessing urban cooling performance and supports climate-adaptive green space design in hot-arid cities.

Keywords: park cool island; urban heat mitigation; land surface temperature; urban green spaces; desert cities



Academic Editors: Ou Kira and Arnon Kameli

Received: 24 July 2023

Revised: 13 September 2023

Accepted: 17 September 2023

Published: 25 September 2023

Citation: García-Haro, A.; Arellano, B.; Roca, J. Integrating Multi-Source Remote Sensing and Spatial Metrics to Quantify Urban Park Design Effects on Surface Cool Islands in Mexicali, Mexico. *Remote Sens.* **2023**, *17*, 3296. <https://doi.org/10.3390/rs17193296>

Copyright: © 2023 by the authors. Licensee MDPI, Basel, Switzerland. This article is an open access article distributed under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).

Remote Sens. **2023**, *17*, 3296


<https://doi.org/10.3390/rs17193296>

- Enfriamiento
 - Efecto diurno en intensidad como en extensión (promedio $\Delta T_{max} = 0,81^\circ\text{C}$; $L_{max} = 120,15\text{ m}$)
 - Efecto nocturno más débiles y variables (promedio $\Delta T_{max} = 0,43^\circ\text{C}$; $L_{max} = 47,85\text{ m}$).
- Un aumento del 10 % en la vegetación incrementó el Índice de Confort Sostenible hasta $+0,11^\circ\text{C}$ y extendió el alcance del enfriamiento entre $+3$ y $+6\text{ m}$
- Un efecto nulo se observó en el 35 % de los parques, principalmente en aquellos con menos del 30 % de vegetación.



<https://doi.org/10.1038/s42949-025-00220-0>

Impact of soil moisture content on urban tree evaporative cooling and human thermal comfort

 Check for updates

L. Gobatti^{1,2}✉, P. M. Bach^{3,4}, M. Maurer^{1,2} & J. P. Leitão^{1,2}

Urban temperatures are rising, and urban trees can help mitigate the consequences of heat stress. However, the influence of water availability on the evaporative cooling efficiency of trees across diverse urban settings remains insufficiently understood. We modelled how varying soil moisture, built environment and tree amounts affect human thermal comfort. Our results show that increasing tree cover and maintaining high soil moisture through irrigation can generate areas of 'no thermal stress' in Zurich during an average summer day, primarily via direct soil evaporation and in less dense Local Climate Zones. In denser built environments and without enough soil moisture, achieving such thermal comfort proved more challenging. On extreme summer days, however, even extensive tree planting and full irrigation were insufficient to alleviate heat stress, indicating the need for additional adaptation strategies. Our study underscores the critical but limited role of tree planting and water management in mitigating urban heat, offering practical recommendations for green infrastructure managers.

Urbanisation leads to land cover and land use changes that increase local heat absorption and heat trapping, as buildings are often made of materials with higher thermal capacity and lower albedo compared to vegetated areas¹. The smaller amounts of vegetated surfaces also contribute to the reduction of the overall volume evapotranspiration in urban areas², while the presence of buildings increases the overall landscape surface roughness, reducing air circulation. These factors contribute to the Urban Heat Island (UHI) effect³, which describes the systematically higher urban temperatures in comparison with their rural surroundings⁴. UHI effects are even being further amplified by the increasing frequency and intensity of heatwaves globally⁵.

Long heat exposure directly affects the quality of life of urban citizens, increasing health risks, straining healthcare systems and significantly increasing heat-related mortality rates^{6,7}. In addition, there is a statistically significant link between UHI intensity and neighbourhoods characterised by lower socioeconomic status⁸, which are likewise areas with lower provision of passive cooling services, such as urban greenery^{9,10}. These inequalities lead to fundamental spatial environmental injustice and higher heat-related morbidity and mortality in these areas¹¹. In absence of passive cooling solutions, citizens resort to active cooling solutions, such as air-conditioning, as a coping mechanism to heat waves¹². The use of active cooling increases anthropogenic heat generation, thereby further deteriorating outdoor thermal comfort¹³. Mitigating heat hazards in cities becomes,

thus, a complex public health issue that encompasses physiological factors along with social, ecological, and urban spatial variables¹⁴; this highlights the need to explore the potential of urban greenery as a passive cooling solution.

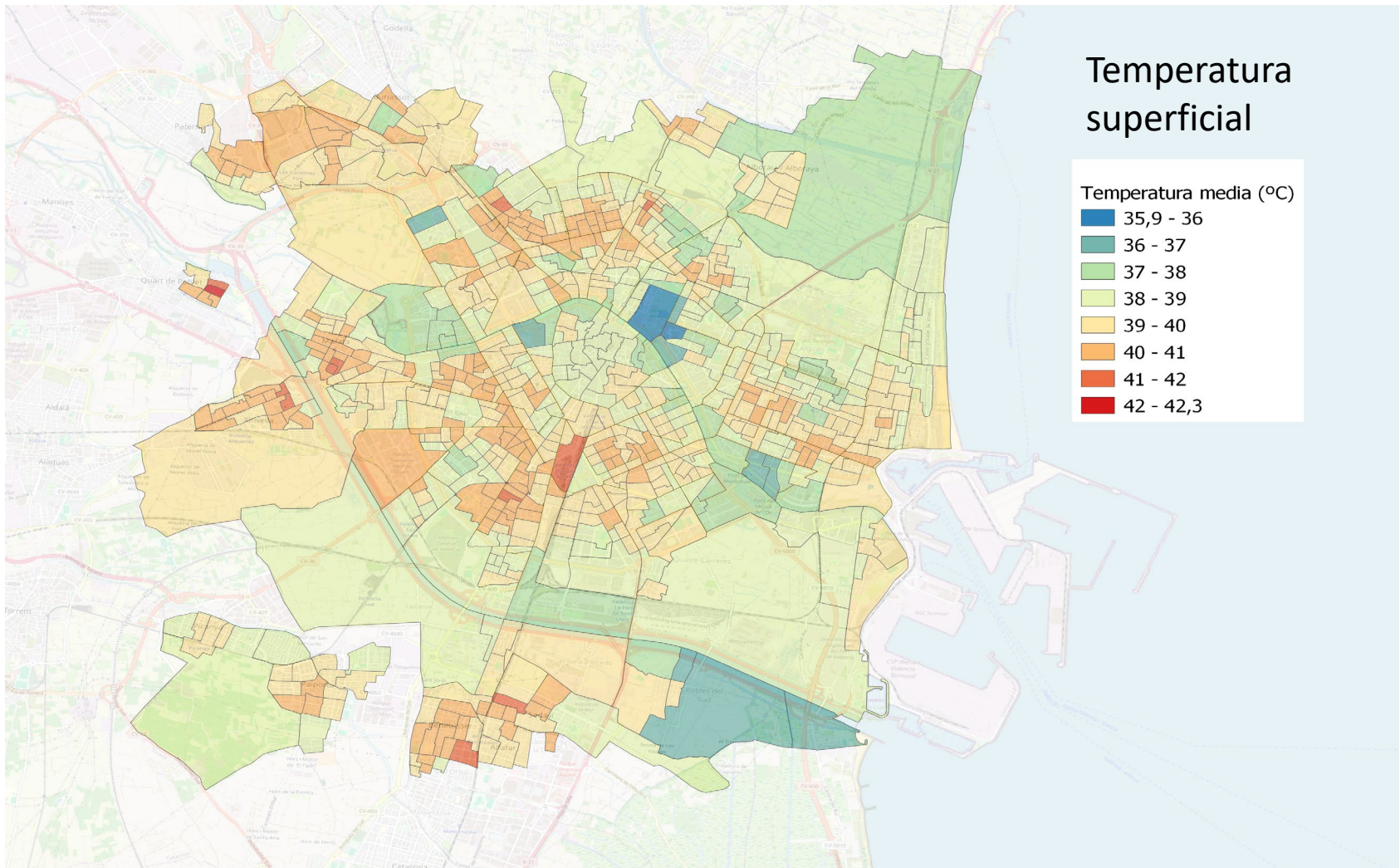
Towards that direction, a considerable amount of research supports the use of Blue-Green Infrastructure (BGI) to mitigate urban heat^{15–17}. BGI combines the use of vegetation (green) and water features (blue) to create a synergistic effect that enhances passive urban cooling¹⁸. Other terminologies such as Nature-based Solutions, Green Infrastructure and Urban Greenery can also refer to similar climate mitigation and adaptation structures, depending on disciplinary and geographical contexts¹⁹. Research indicates that BGI can lower ambient temperatures by regulating surface energy exchange processes, influencing air movement and heat dispersion, while also providing multifunctional ecosystem services^{20,21}.

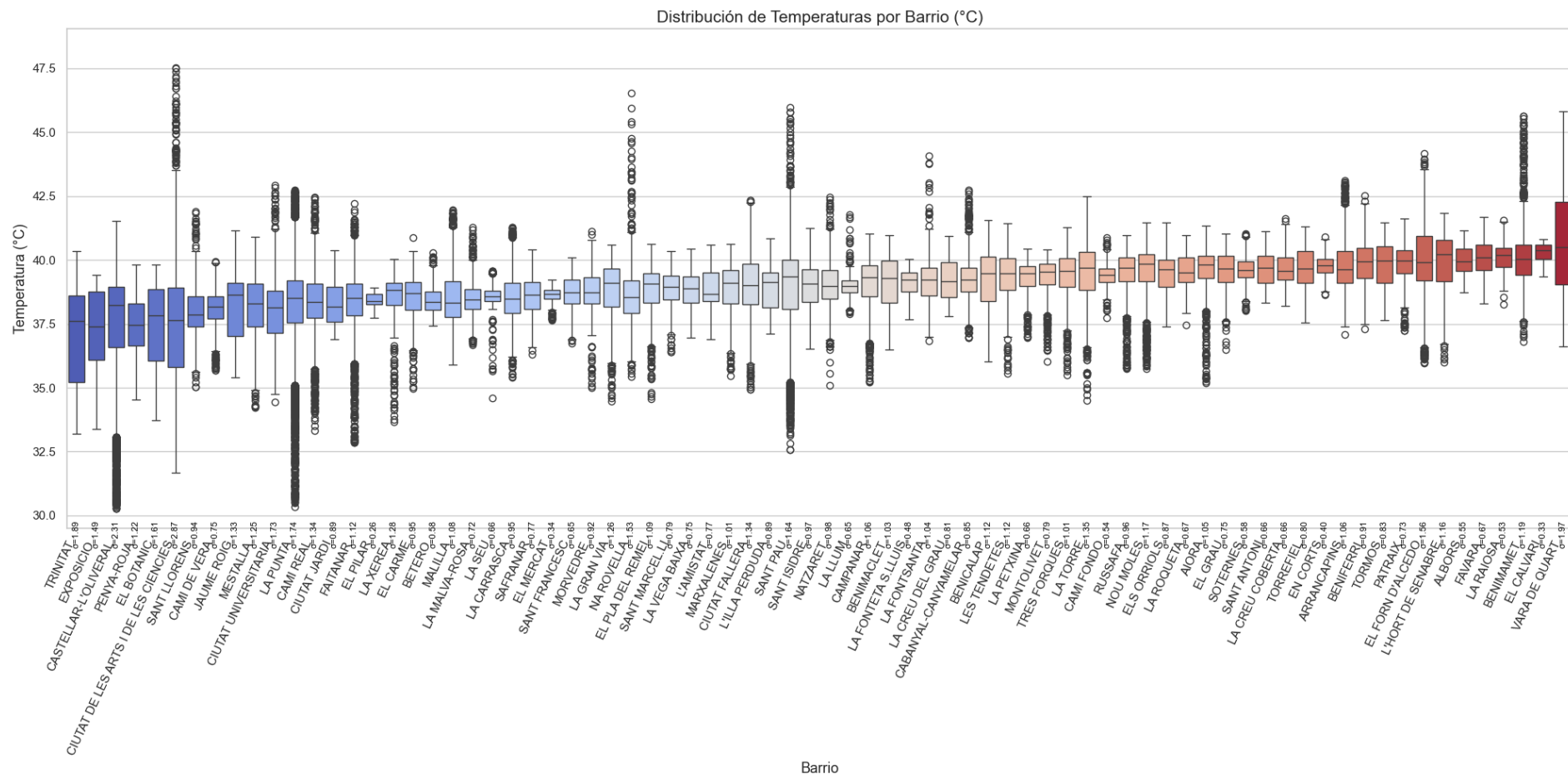
The main mechanisms of BGI to mitigate heat are shading and evaporative cooling (EC)²². Shading refers to the interception of short-wave solar radiation by vegetation canopy, which reduces heat absorption, heat storage, and the emission of long-wave radiation from shaded built surfaces, while providing substantial reduction of mean radiant temperatures²³. EC results from evapotranspiration (ET), sometimes referred to as adiabatic cooling, which involves not only the transfer of water from plants to the atmosphere (biotic flux), but also from soil to atmosphere (abiotic flux). ET combines evaporation from plant canopy transpiration (E_T), evaporation from plant canopy interception (E_I) and direct soil surface evaporation (E_S)^{24,25}.

¹Swiss Federal Institute of Aquatic Science & Technology (Eawag), Dübendorf, ZH, Switzerland. ²Institute of Environmental Engineering, ETH Zürich, Zurich, ZH, Switzerland. ³Department of Civil Engineering, Monash University, Clayton, VIC, Australia. ⁴EdenCT, Dübendorf, ZH, Switzerland. ✉e-mail: lucas.gobatti@eawag.ch

**El diseño urbano debe combinar
vegetación y gestión del agua
(infraestructura verde-azul).**

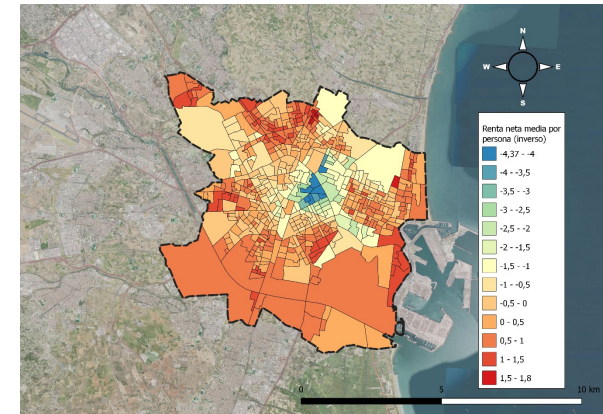
4. Vulnerabilidad y desigualdad en la ciudad



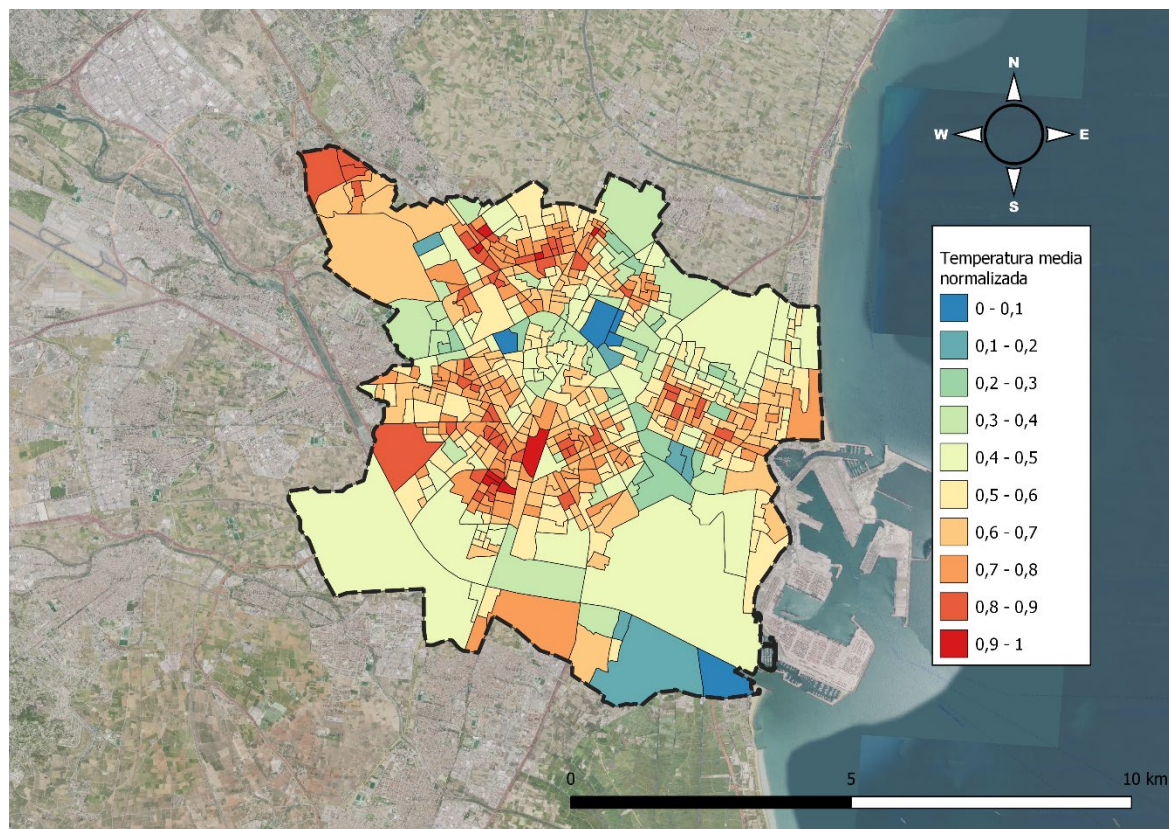


SOCIODEMOGRAFÍA

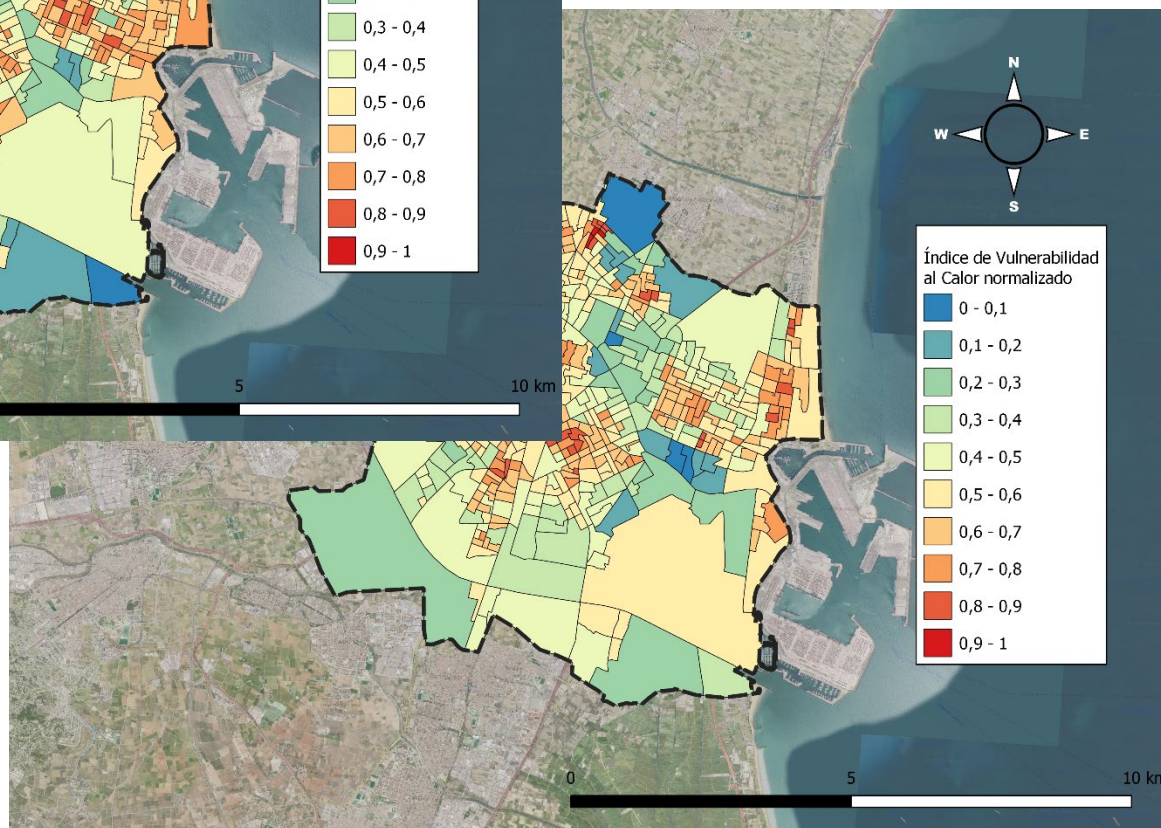
| Correlación de Spearman | | Temperatura (°C) |
|------------------------------|------------|------------------|
| Renta neta media por persona | ρ | -0.43 |
| | p -valor | 0 |
| Renta neta media por hogar | ρ | -0.41 |
| | p -valor | 0 |
| Ingresos por debajo del 40% | ρ | 0.35 |
| | p -valor | 0 |
| Ingresos por encima del 200% | ρ | -0.41 |
| | p -valor | 0 |
| Índice de GINI | ρ | -0.12 |
| | p -valor | 0.16 |
| Edad media | ρ | -0.002 |
| | p -valor | 0.96 |
| Menores de 18 años | ρ | -0.08 |
| | p -valor | 0.02 |
| Prestaciones de desempleo | ρ | 0.37 |
| | p -valor | 0 |
| % Hombres con ingresos <50% | ρ | 0.38 |
| | p -valor | 0 |
| % Mujeres con ingresos <50% | ρ | 0.39 |
| | p -valor | 0 |

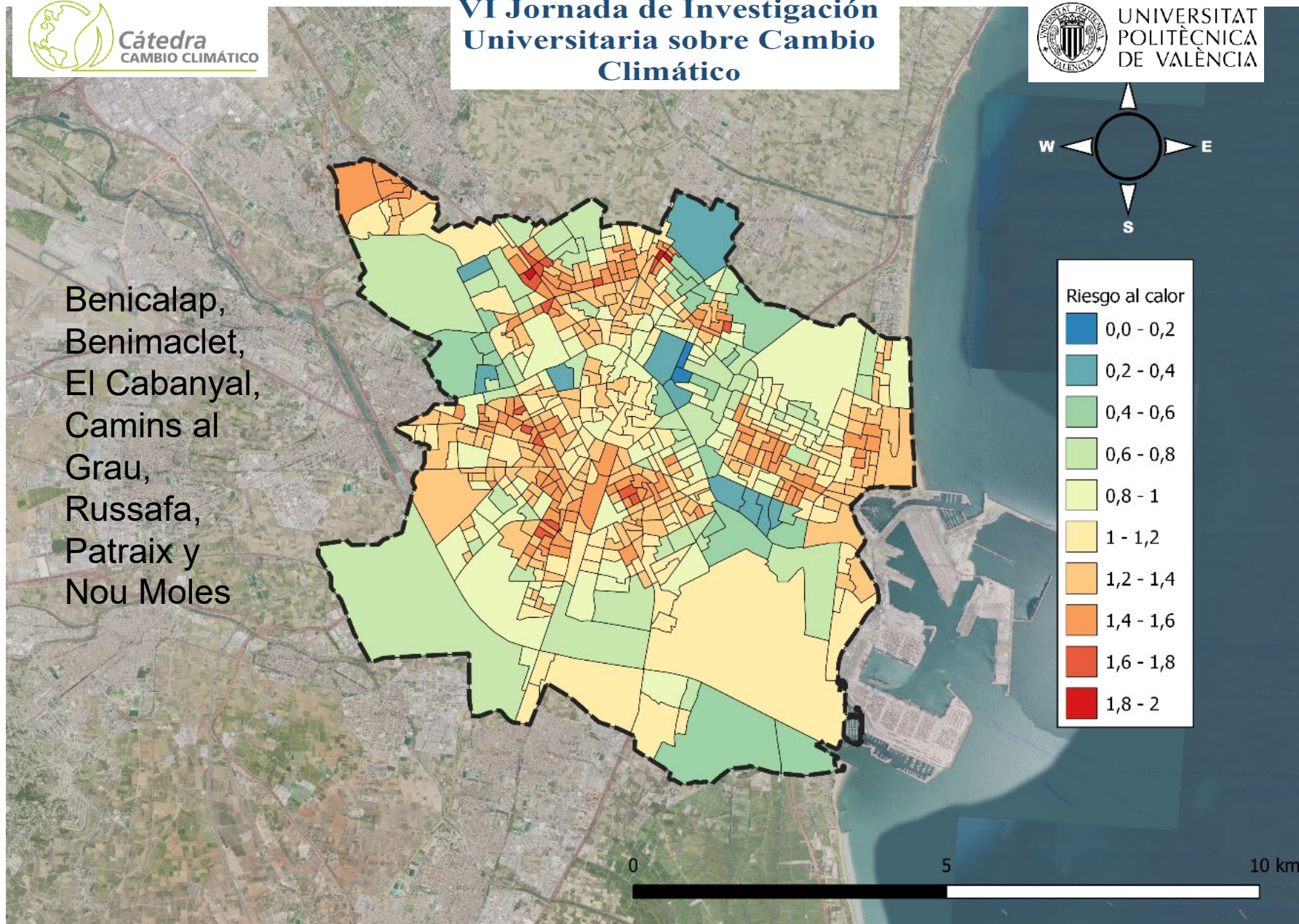


↑ Renta <-> ↓ T_g
 ↑ % Bajos ingresos <-> ↑ T_g
 ↑ % Ingresos altos <-> ↓ T_g
 ↑ % Desempleo <-> ↑ T_g
 ↑ % Población asalariada <-> ↓ T_g
 ↑ % Población española <-> ↓ T_g



$$Riesgo = T' + IVC'$$





- Efectos significativos en Tetuán, Carabanchel y Puente de Vallecas
- Factor más determinante: el **nivel de renta**
→ Condiciona el acceso a medidas de adaptación (aire acondicionado, calidad constructiva, servicios de salud)
- Aun con **acceso al aire acondicionado**, importancia de la vulnerabilidad social
 - Importancia de pobreza energética.
 - **Vivir solo o con escasos recursos agrava la vulnerabilidad**
- Las zonas verdes tienen un papel mitigador secundario:
 - El efecto del verde pierde significación al ajustar por renta y aire acondicionado. Es decir, aunque los parques y jardines contribuyen a reducir el calor, su influencia es **menor que la de los factores socioeconómicos y las condiciones de habitabilidad**

Eric Gielen egielen@urb.upv.es

Environmental Research 190 (2020) 109993



The impact of heat waves on daily mortality in districts in Madrid: The effect of sociodemographic factors

J.A. López-Bueno^a, J. Díaz^{a,*}, C. Sánchez-Guevara^b, G. Sánchez-Martínez^c, M. Franco^{d,e}, P. Gullón^f, M. Núñez Peiró^g, I. Valero^h, C. Linares^h

^a Escuela Nacional de Sanidad, Instituto de Salud Carlos III, Spain

^b Escuela Técnica Superior de Arquitectura, Universidad Politécnica de Madrid, Spain

^c The UNEP DTU Partnership, Copenhagen, Denmark

^d Public Health and Epidemiology Research Group, School of Medicine and Health Sciences, Universidad de Alcala, Alcala de Henares, Madrid, Spain

^e Department of Epidemiology, Johns Hopkins Bloomberg School of Public Health, Baltimore, MD, USA

ARTICLE INFO

Keywords:

Heat waves
Income level
Green zones
Air conditioning
Seniors 65 and over
Adaptation

ABSTRACT

Although there is significant scientific evidence on the impact of heat waves, there are few studies that analyze the effects of sociodemographic factors on the impact of heat waves below the municipal level. The objective of this study was to analyze the role of income level, percent of the population over age 65, existence of air conditioning units and beccars (Ha) of green zones in districts in Madrid, in the impact of heat on daily mortality between January 1, 2010 and December 31, 2013. Seventeen districts were analyzed, and Generalized Linear (GLM) Poisson Regression Models were used to calculate relative risks (RR) and attributable risks (RA) for the impact of heat waves on mortality due to natural causes (ICD-10 R99). The pattern of risks obtained was analyzed using GLM univariate and multivariate of the binomial family (link logit), introducing the socio-economic and demographic variables mentioned above. The results indicate that heat waves had an impact in only three of the districts analyzed. In the univariate models, all of the variables were statistically significant, but Ha of green zones lost significance in the multivariate model. Income level, existence of air conditioning units, and percent of the population over age 65 in the district remained as variables that modulate the impact of heat wave on daily mortality in the municipality of Madrid. Income level was the key variable that explained this behavior.

The results obtained in this study show that there are factors at levels below the municipal level (district level) that should be considered as focus areas for health policy in order to decrease the impact of heat and promote the process of adaptation to heat in the context of climate change.

1. Introduction

According to forecasts of the IPCC et al. (2013), heat waves will become more frequent and intense, with increasing average temperatures already above 1 °C at the global level compared to the preindustrial era (WMO, 2019). In the case of Spain, it is expected that in a Representative Concentration Pathway (RCP) 8.5 scenario for the 2021–2050 period, average maximum daily temperatures will reach 30.3 °C in the summer, and 33.6 °C later on in 2051–2100. There will be increases of 1.6 °C and 4.9 °C respectively, compared to the reference period of 2000–2010 (Díaz et al., 2019). This horizon supposes an important increase in mortality attributable to heat if there are no

processes of adaptation to heat, in addition to a significant increase in healthcare expenditure (Díaz et al., 2019). Adaptation to this rate of temperature increase is a challenge for health systems and requires knowledge about which variables most influence adaptive processes (Sheridan and Allen, 2018; Martínez et al., 2019; Linares et al., 2020). On its own, biological adaptation to increasingly high temperatures is insufficient in the face of the temperature increases mentioned (Follis et al., 2020).

However, what is clear is that there is a process of population adaptation to higher temperatures that is taking place, as shown by the decrease in the effect of heat on mortality (Díaz et al., 2018; Barreca et al., 2016; Wang et al., 2016). Also, it seems to be greater in the

* Corresponding author. Escuela Nacional de Sanidad, Carlos III Institute of Health, Avda Monforte de Lemos 5, 280209, Madrid, Spain.
E-mail address: j.diaz@isciii.es (J. Díaz).

<https://doi.org/10.1016/j.envres.2020.109993>
Received 11 June 2020; Received in revised form 9 July 2020; Accepted 23 July 2020
Available online 1 August 2020
0013-9351/© 2020 Elsevier Inc. All rights reserved.

J.A. López-Bueno, J. Díaz, C. Sánchez-Guevara, G. Sánchez-Martínez, M. Franco, P. Gullón, M. Núñez Peiró, I. Valero, C. Linares (2020) The impact of heat waves on daily mortality in districts in Madrid: The effect of sociodemographic factors, *Environmental Research*, Volume 190, 2020, 109993, <https://doi.org/10.1016/j.envres.2020.109993>.

5. De la mitigación a la adaptación

Medidas de Mitigación

- Incrementar vegetación y espacios verdes
- Uso de materiales fríos y reflectantes
- Diseño urbano que favorezca la ventilación
- Incrementar la humedad superficial
- Planificación urbana sostenible y equitativa
- Innovaciones tecnológicas (cubiertas solares, pavimentos fríos)

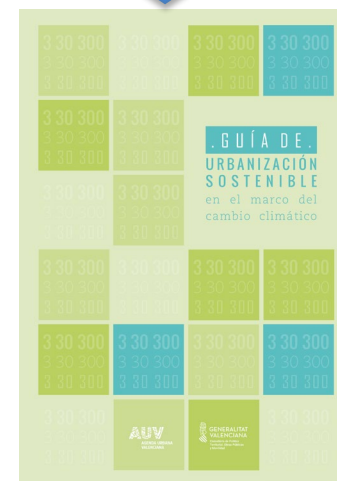
Medidas de Adaptación

- Adaptación social y sanitaria (alertas, refugios climáticos)
- Rehabilitación de edificios y ventilación natural
- Infraestructura verde y azul (sombra, agua, parques)
- Gestión del agua y pavimentos permeables
- Movilidad urbana adaptada (zonas sombreadas, bajas emisiones)
- Gobernanza adaptativa y mapas de calor urbanos

| | <u>Espacio construido</u> | <u>Espacio por construir</u> |
|----------------|---|---|
| Tipo de acción | Adaptación | Mitigación estructural + prevención |
| Escala | Parcial (personas, edificio, barrio) | Integral (planeamiento urbano) |
| Clave de éxito | Rehabilitación, microclimas y atención a personas vulnerables | Diseño urbano bioclimático y naturaleza integrada |



En el espacio construido, la adaptación climática debe centrarse en la **vulnerabilidad**. Se deben priorizar medidas de rehabilitación térmica, equidad ambiental y justicia climática, más que la mitigación estructural.



- Conclusión
 - El calor es un reto social y urbano, no solo meteorológico.
 - Necesitamos ciudades adaptadas, resilientes y justas.
 - Actuar para reducir vulnerabilidades.

“En Madrid se ve mayor impacto del calor en zonas con menor renta y donde hay más mayores de 65 años. **El nivel de renta es decisivo. El código postal es más importante que el código genético**” (Julio Díaz, Científico Titular en Instituto de Salud Carlos III)

El calor extremo no impacta a todos por igual; depende de dónde y cómo vivimos. Por eso necesitamos ciudades adaptadas y justas