



Evaluación de la capacidad de enfriamiento de las zonas verdes urbanas y la influencia de su diseño: el caso de la ciudad de Madrid

Marcos Moreno Rabadán (marcmo10@ucm.es)
Máster en Ecología UAM-UCM

Director: Juan Antonio Delgado Sáez
Departamento de Biodiversidad, Ecología y Evolución
Unidad docente de Ecología
Facultad de Ciencias Biológicas

IYBSSD2022
International Year
of Basic Sciences
for Sustainable Development

FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS
UNIVERSIDAD COMPLUTENSE DE MADRID

VNIVERSITAS COMPLVTENSIS MATRITENSIS

Introducción

Crecimiento de las ciudades

↓

Necesidad de mejorar la calidad de vida

↓

Interés en los servicios ecosistémicos urbanos



Semeraro et al., 2021

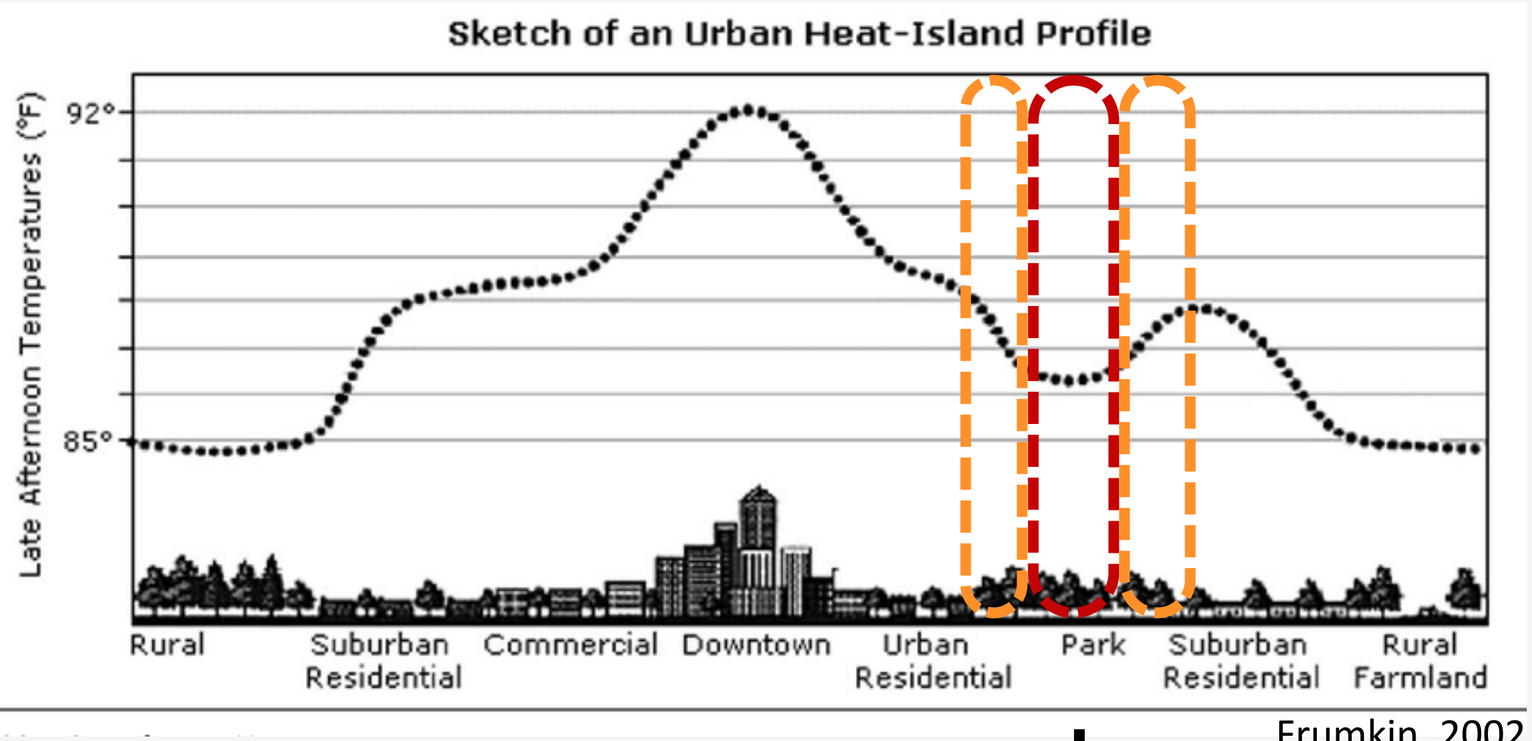
Zonas verdes urbanas (ZVU)

Espacios naturales o seminaturales integrados en el tejido urbano

Bilgili & Gökyer, 2012



Zonas verdes y la Isla de Calor Urbana



Frumkin, 2002





·Evapotranspiración y proporción de sombra

·Muy efectivas frente a otras prácticas (*cool roofs*)



Refugio climático

Enfriamiento del entorno

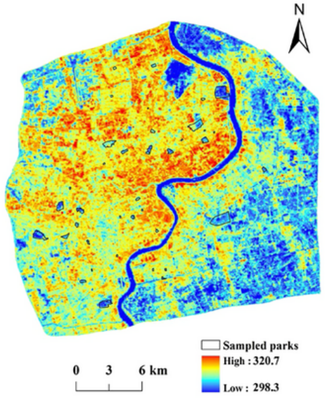
Medir el enfriamiento

·Qué medir: · Temperatura del aire



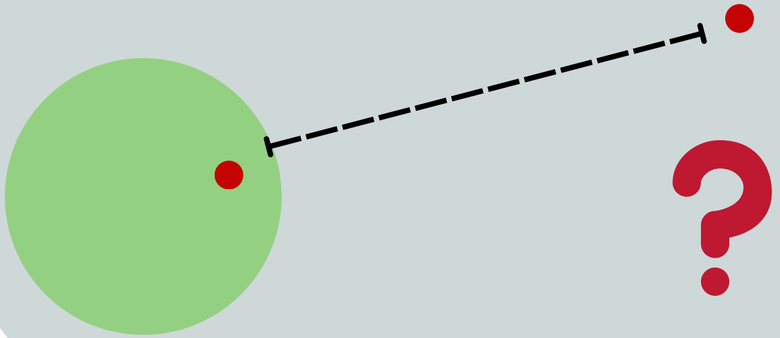
· Temperatura superficial terrestre (TST)

Cheng et al., 2015

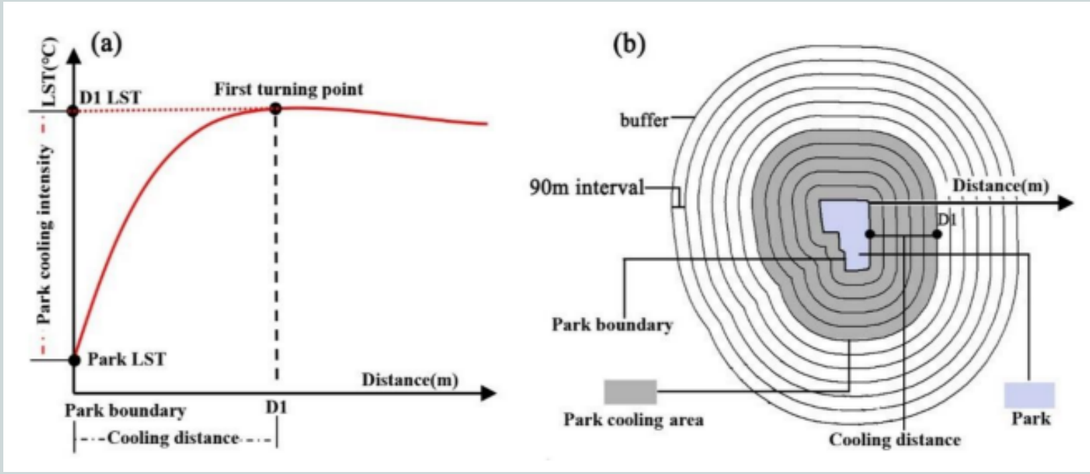


·Cómo medir:

- Distancia *p*ark-*width* (**PWD**), definida como la raíz cuadrada del área. Jauregui, 1990.
- Otros métodos parecidos (distancias constantes)



- Máxima distancia de enfriamiento (**MDE**)

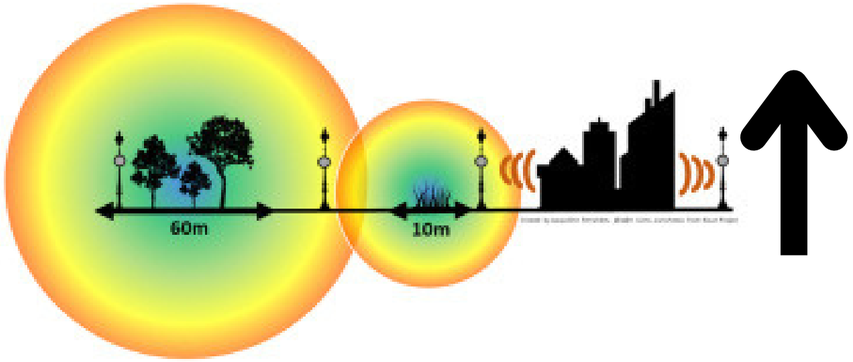


Zhu et al., 2021

·Qué cuantificar:

- Intensidad de enfriamiento (PWD y MDE).
- Extensión, eficiencia, y gradiente (MDE).

¿Cómo diseñar las ZVU para que aumenten su enfriamiento?



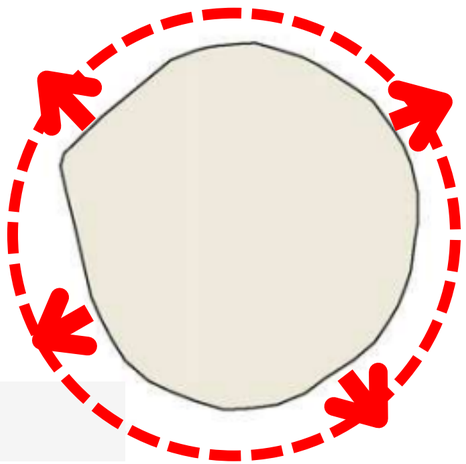
- **Área**
- **Vegetación**
- **Forma más regular**

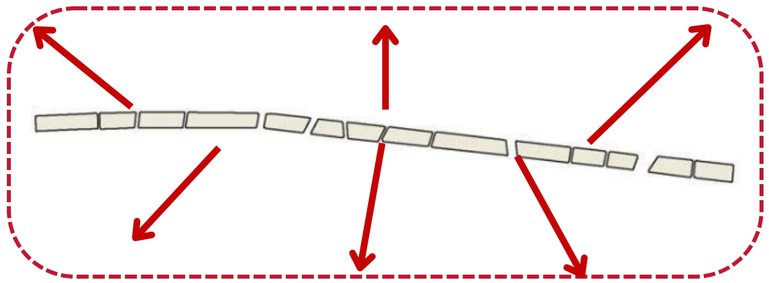
pero...

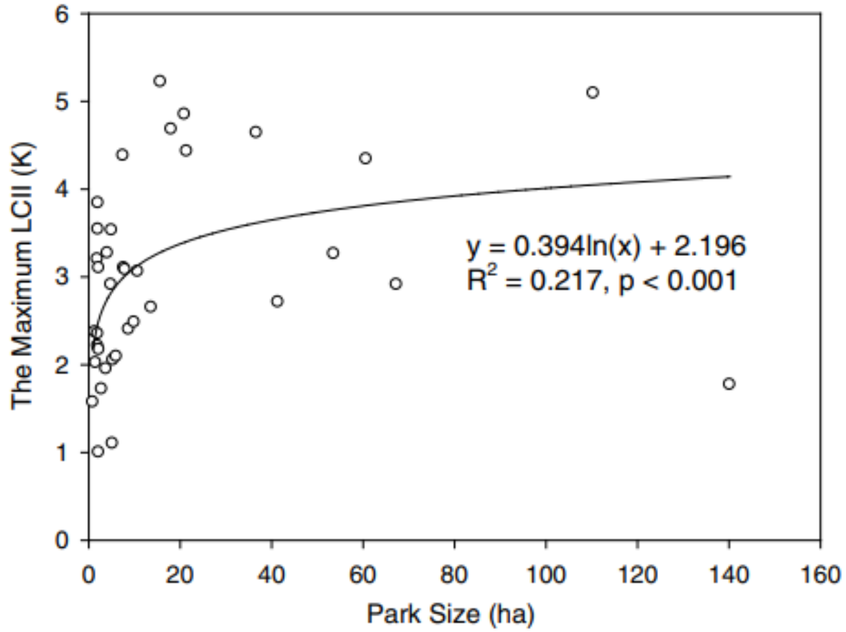
puede reducir su eficiencia

tiene un efecto muy variable

aumentar la complejidad aumenta la extensión





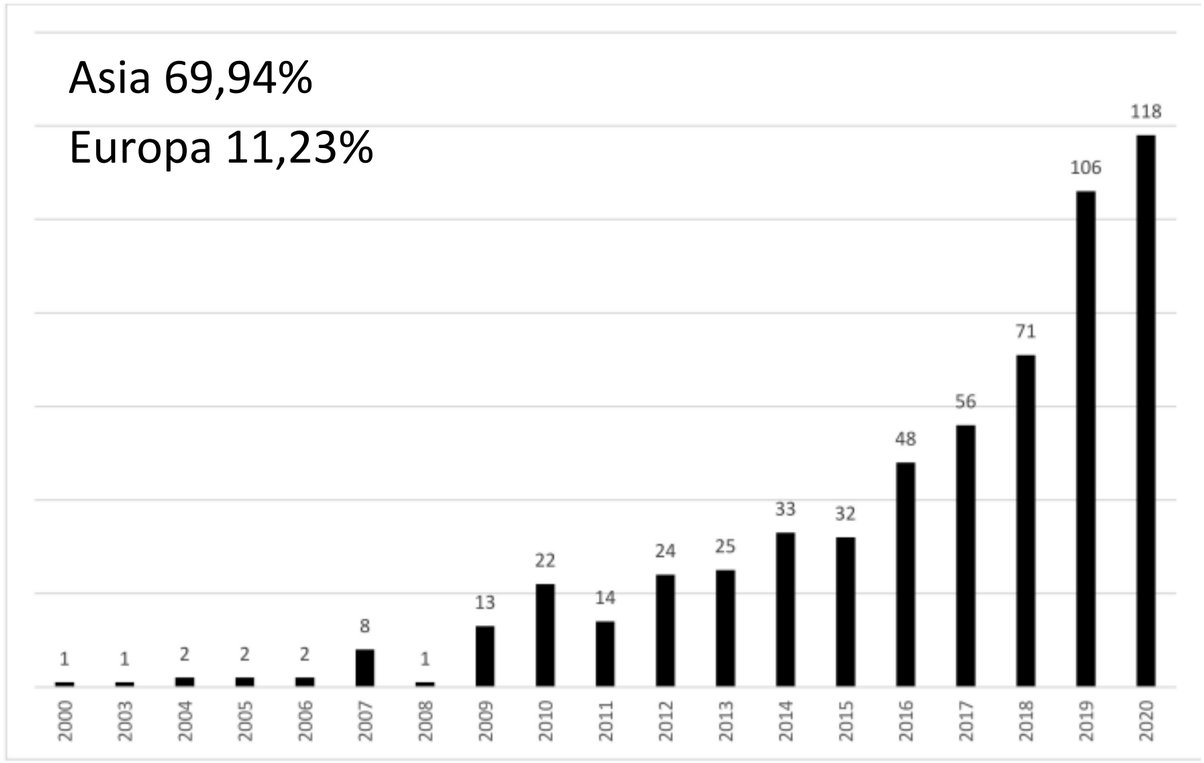


Cheng et al., 2015

¿Es igual en todas las ciudades?

- Influencia del clima
- Diferencia de estudios entre regiones
- Necesidad de ampliar los estudios

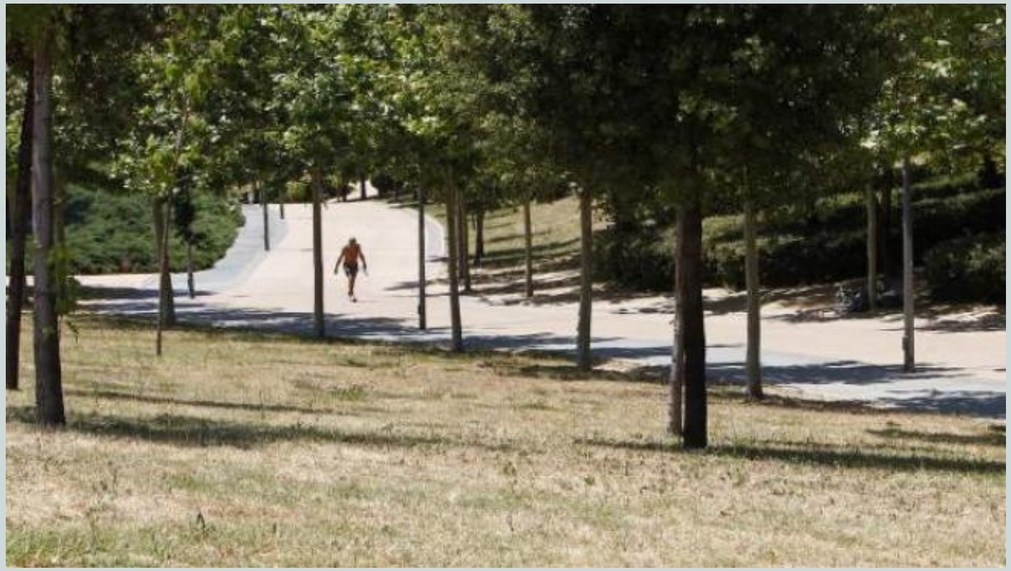
Yu et al., 2018



Almeida et al., 2021

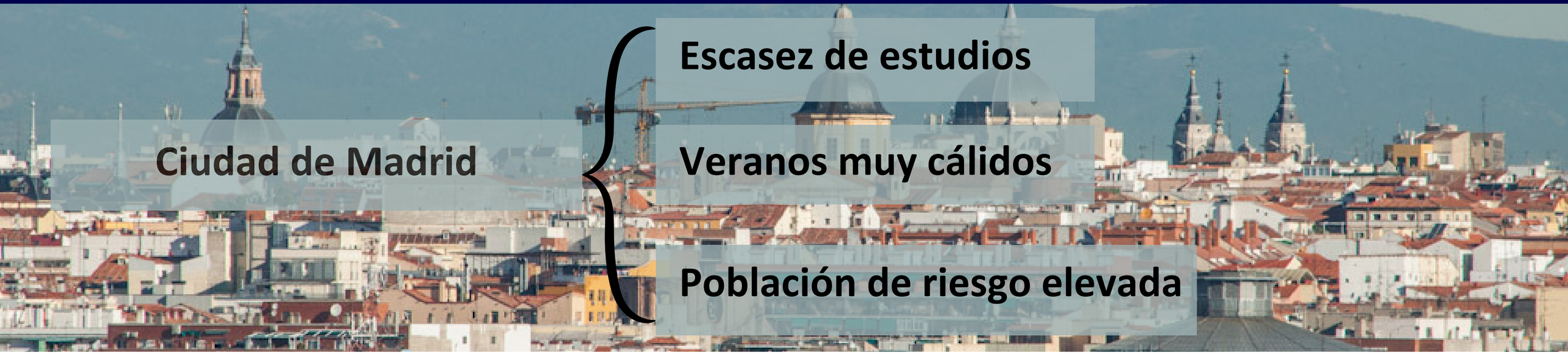
Clima mediterráneo

Sequía estival + **Isla de calor (diseño de las ZVU)**



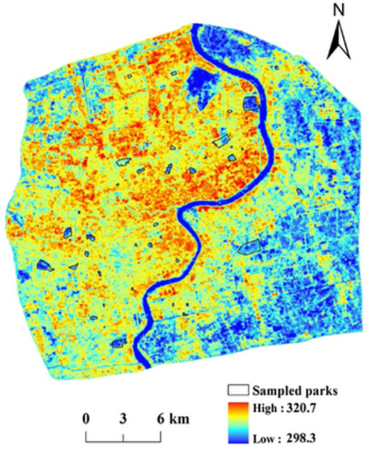
↓ Efecto de enfriamiento

Trabajo Fin de Máster



Ciudad de Madrid

- **Escasez de estudios**
- **Veranos muy cálidos**
- **Población de riesgo elevada**



Cheng et al., 2015

Influencia de otros factores relacionados con el bienestar humano

Series temporales más elevadas

→ **Índice Isla de Calor**

Objetivos

- Caracterizar las ZVU de Madrid en base a su afección a la isla de calor y a su capacidad de enfriamiento.
- Relacionar estas características con las variables de diseño.
- Comparar las diferencias entre métodos.
- Comprobar si existe un efecto negativo de la isla de calor sobre la vegetación.

Metodología

Índice de impacto de la isla de calor (IIIC)

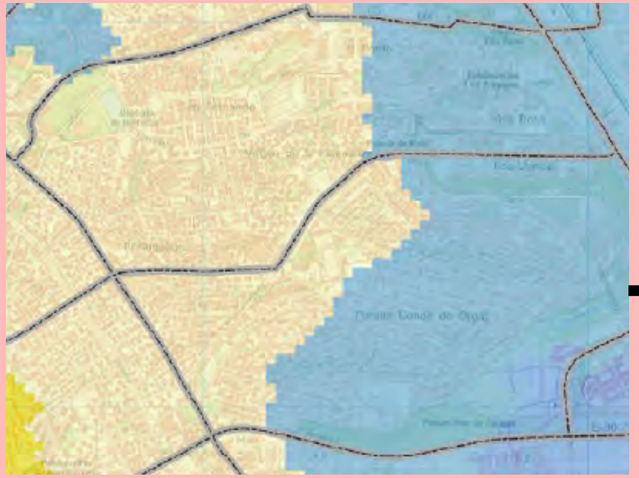
·Obtenido de Fernández et al., 2016

·Combinación de la intensidad de la isla de calor y PET

·Rango de 0 y 5

·IIIC interior y exterior (MDE y PWD)

·Cálculos efecto de enfriamiento



Resolución 50 x 50 m

Zonas verdes urbanas de estudio

·Obtenido de Urban Atlas 2018

·Depuración de los datos

·Cálculo de área y forma (relación perímetro/área)



Análisis estadístico: prueba U-Mann Whitney, regresiones múltiples...

Índice de Vegetación de diferencia normalizada (NDVI)

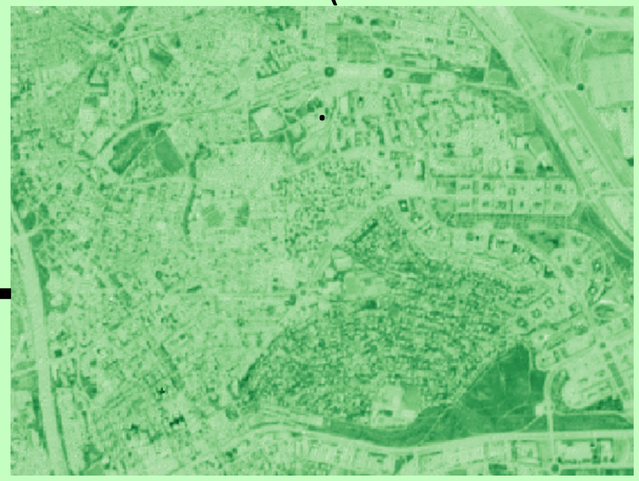
·Obtenido de Sentinel-2

·Imágenes corregidas atmosféricamente

·NDVI primavera /NDVI verano

·Proporción de la superficie cubierta de vegetación (NDVI verano)

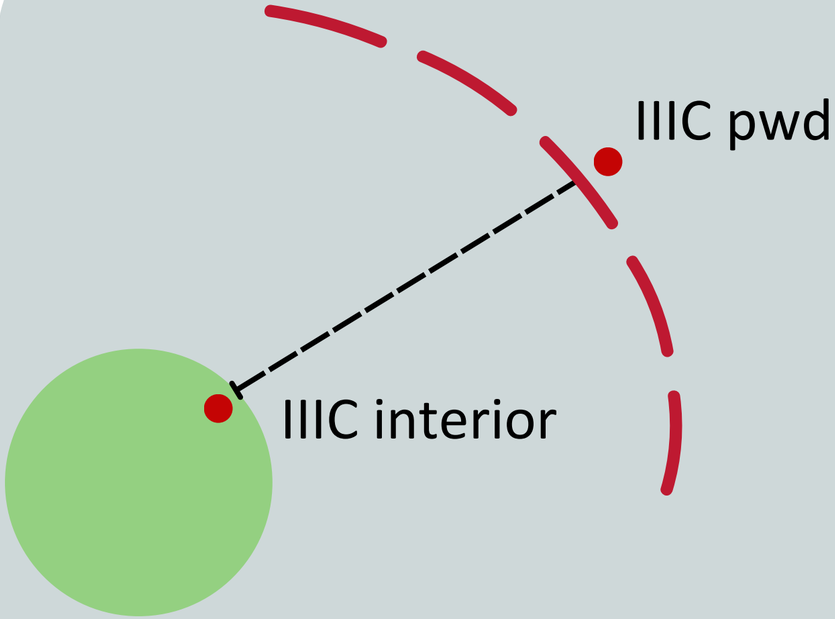
·Variación verdor (Diferencia NDVI)



Resolución 10 x 10 m

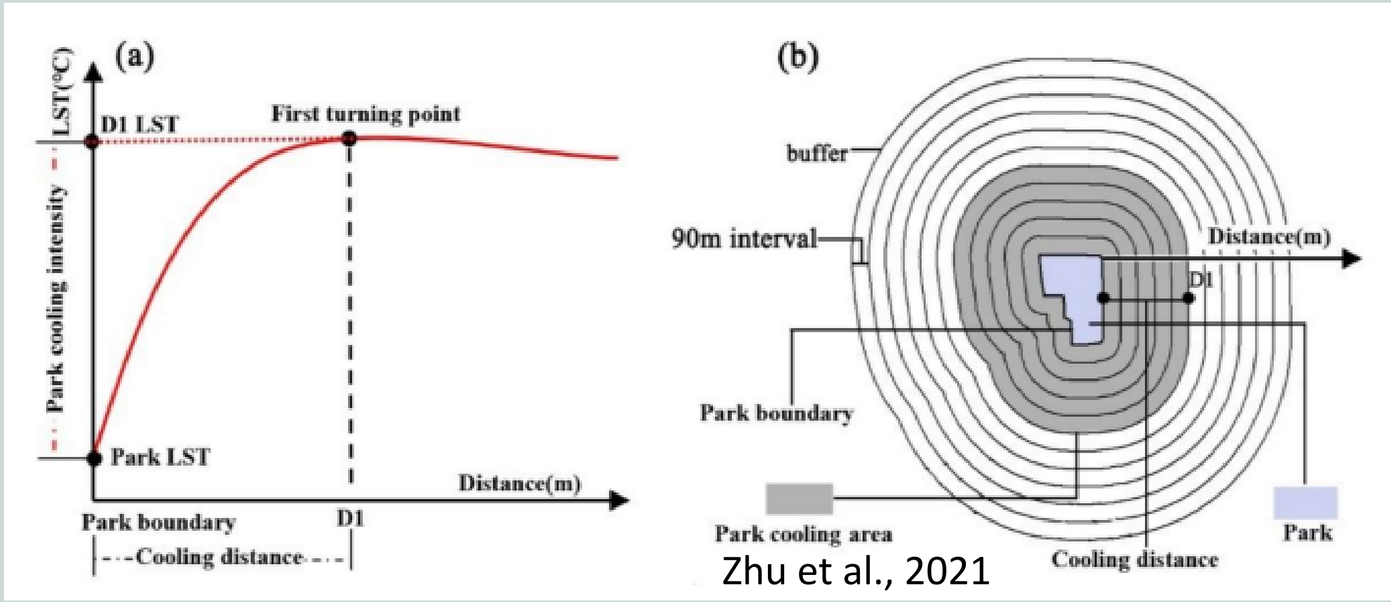
Métodos utilizados

Método park-width distance (PWD)



- Cálculo de PWD (raíz cuadrada del área) para cada ZVU
- Diferencia entre IIICpwd e IIICinterior

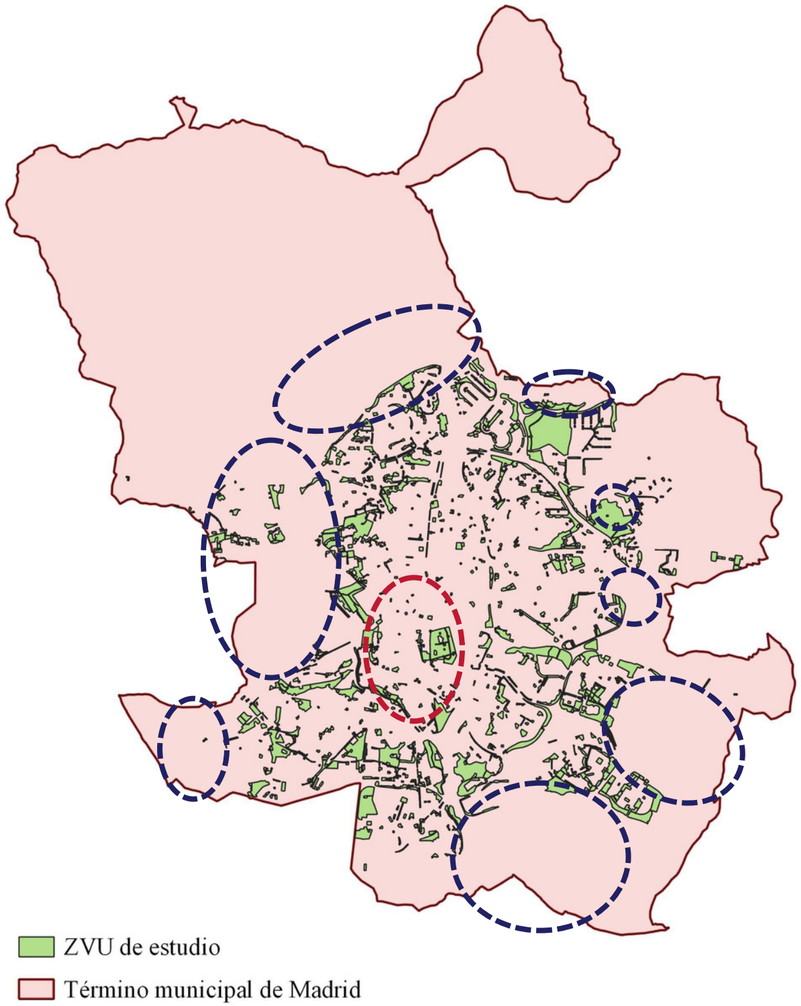
Método máxima distancia de enfriamiento (MDE)

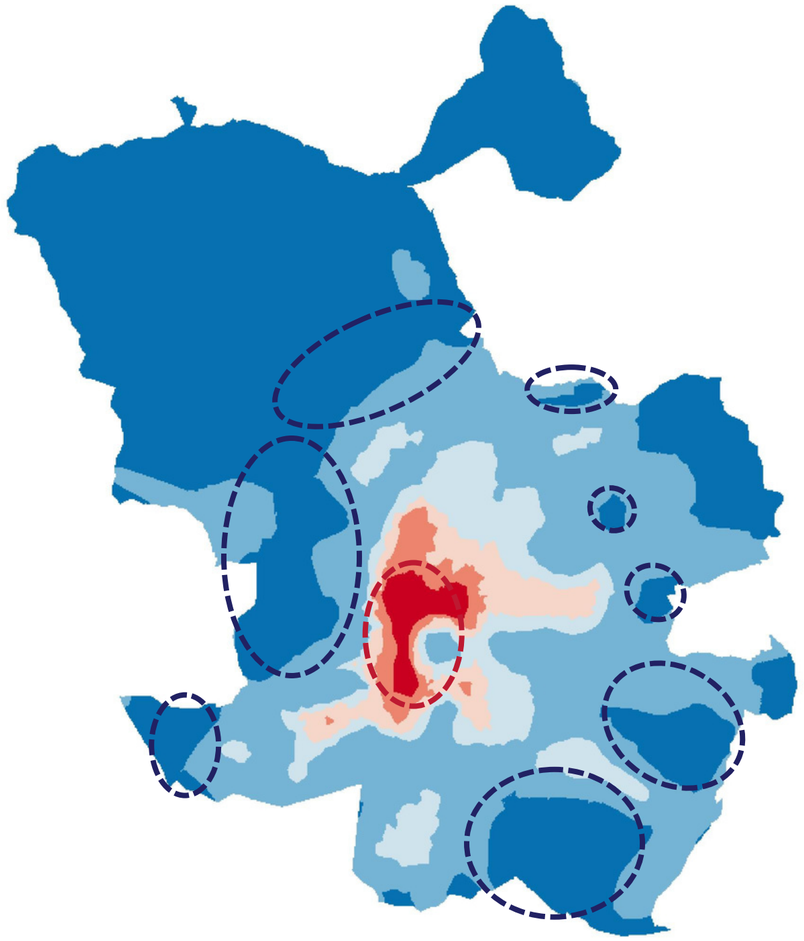


Zhu et al., 2021

- Buffers de 50 m de ancho (800 m máximo).
- Corrección de la influencia de otras ZVU.
- Descarte y ZVU que no mostraron enfriamiento.
- Cálculo de parámetros de enfriamiento: intensidad, extensión, eficiencia y gradiente.

Resultados: grado de afección





N = 1054

- 0,33% en IIIC máximo
- 15,23% en IIIC mínimo
  - Pequeñas y compactas en IIIC máximo
  - Grandes y complejas en IIIC mínimo

- Por contexto urbanístico
- Por efecto de enfriamiento

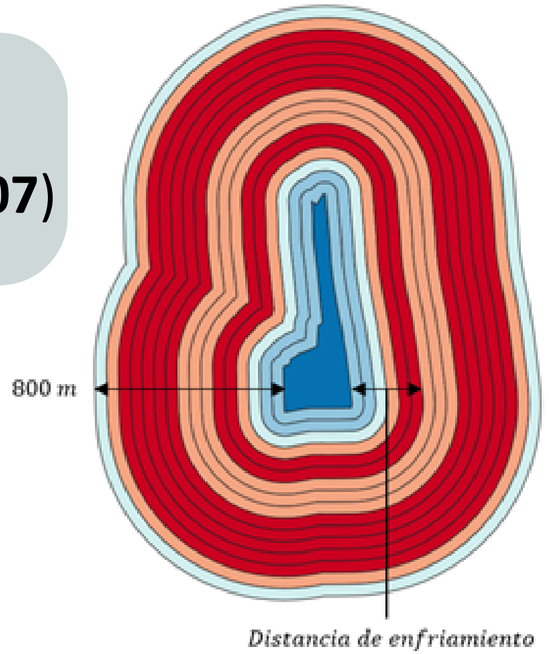
Hay una serie de ZVU que no son capaces de proporcionar los servicios ecosistémicos de refugio climático ni de enfriamiento

Resultados: capacidad de enfriamiento y variables de diseño

Capacidad de enfriamiento N = 324

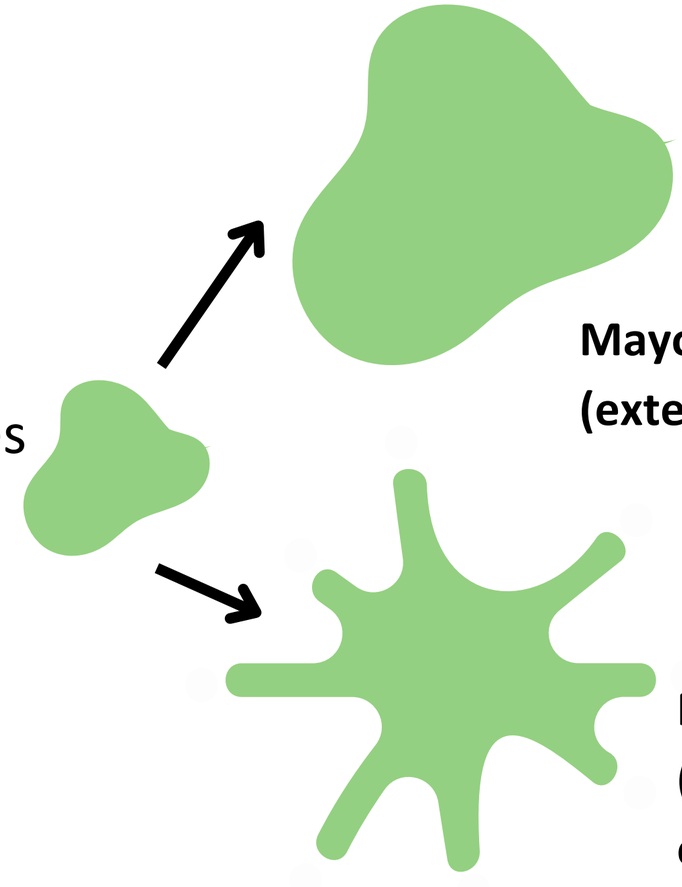
- 70-80% de ZVU no mostraron capacidad de enfriamiento.
- El uso de IIIC es más restrictivo.

10% en MDE (Wu et al., 2021)
20% en PWD (Chang et al., 2007)

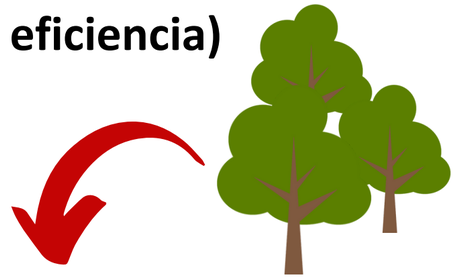


Variables de diseño

- Área y forma las variables más importantes.
- Aumentar el área aumenta la capacidad de enfriamiento, pero en las ZVU más irregulares esta disminuye considerablemente.
- Vegetación tiene poca influencia.
- MDE explica mejor las relaciones de estas variables.

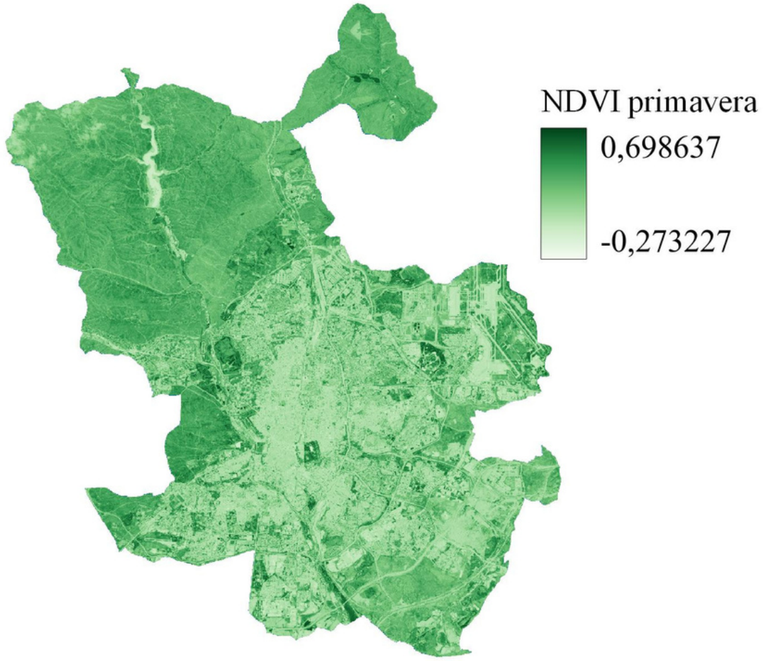


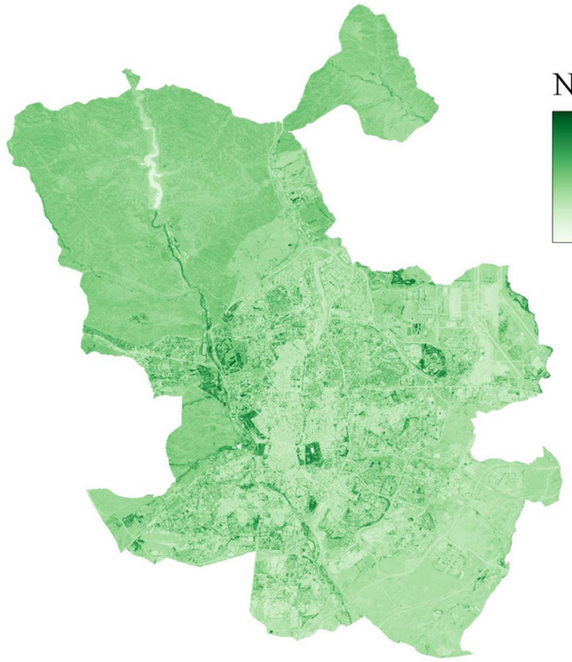
Mayor enfriamiento (extensión, eficiencia)

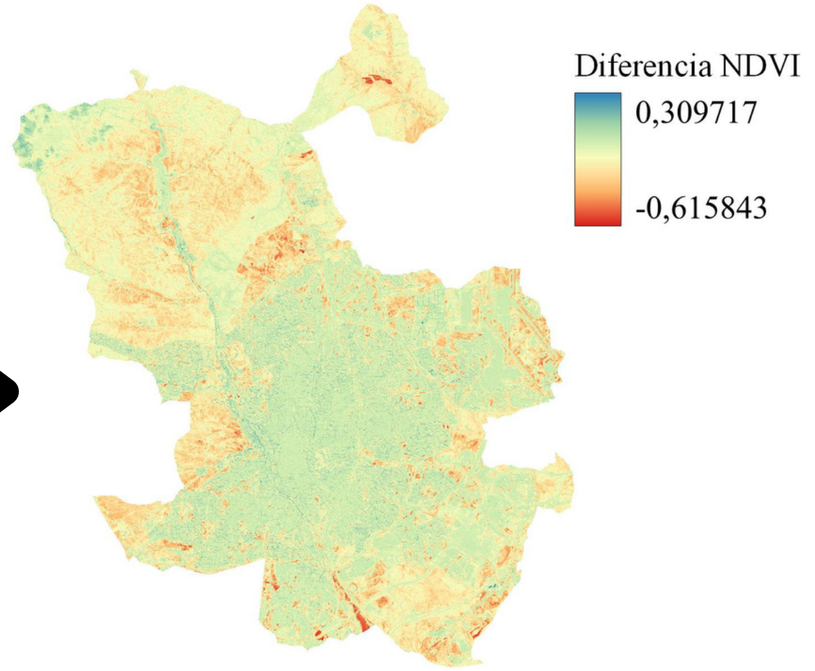


Menor enfriamiento (intensidad, extensión y eficiencia)

Resultados: variación estacional NDVI







Menor variación estacional NDVI

↓

Menor área y mayor afección de la isla de calor ?



vs.



Miller et al., 2022

Resultados: el caso de Madrid



Optimizar la vegetación



Otras estrategias

Fuencarral - El Pardo
Hortaleza
Tetuán
Chamartín
Moncloa - Aravaca
Chamberí
Ciudad Lineal
San Blas - Canillejas
Salamanca
Centro
Retiro
Moratalaz
Arganzuela
Latina
Puente de Vallecas
Carabanchel
Usera
Villa de Vallecas
Villaverde

Enfriamiento bajo

Enfriamiento alto, disminuye verdor

Enfriamiento alto, no disminuye verdor

Conclusiones

- Las zonas verdes urbanas de Madrid se vieron afectadas por la Isla de calor de manera diferente, en parte por el contexto urbanístico pero también por su capacidad de enfriamiento.

- Las áreas mayores y las formas más simples aumentaron este efecto. La proporción de la superficie cubierta de vegetación en este estudio no tuvo mucha relevancia.

- Los métodos basados en la distancia de enfriamiento fueron los que mejor describieron este efecto.

- Aunque no se pudo analizar la variación estacional de NDVI, se pudo observar la distribución de una serie de ZVU en las que el efecto de enfriamiento se pudo ver reducido.

- Usar IIIC en lugar de temperaturas fue más restrictivo a la hora de determinar si una ZVU está enfriando, pero son más relevantes desde el punto de vista humano.

Este estudio amplia el conocimiento sobre cómo mitigan las ZVU en la isla de calor, además de fomentar su uso como la principal solución para adaptar las ciudades a este fenómeno.

¡Gracias por vuestra atención!

IYBSSD2022
International Year of Basic Sciences for Sustainable Development

FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS
UNIVERSIDAD COMPLUTENSE DE MADRID