



U.O.A. Transizione e trasformazione ecologica nella sostenibilità

Progetto europeo KNOWING
**Monitoraggio degli impatti
di ondate di calore (2024-25) a scala locale**

Con deliberazione n. 34 del 05/08/2022 il Consiglio Comunale ha approvato l'adesione del Comune di Napoli al Patto dei Sindaci per il Clima e l'Energia, formalizzata in data 08/11/2022 con la trasmissione del Documento di impegno del Patto, a firma del Sindaco, in base al quale fissare obiettivi, a medio e lungo termine, coerenti con gli obiettivi dell'UE e ambiziosi almeno quanto gli obiettivi nazionali per raggiungere la neutralità climatica entro il 2050. A seguito della suddetta adesione, l'Amministrazione ha approvato, con deliberazione di Consiglio Comunale n. 72 del 14/07/2025, il *Piano d'Azione per l'Energia Sostenibile e il Clima* (PAESC), che definisce puntualmente obiettivi intermedi e finali e le azioni da mettere in campo per raggiungerli, in termini di *mitigazione* (intesa come riduzione delle emissioni di CO₂ in atmosfera) di *adattamento* al cambiamento climatico già in atto e di *lotta alla povertà energetica*.

La pianificazione delle attività per la messa a punto del PAESC è stata concepita in maniera ambiziosa, valorizzando in primo luogo la partecipazione dell'Amministrazione al progetto Horizon denominato KNOWING (2022-2026, <https://knowing-climate.eu>), dedicato agli impatti e ai rischi del cambiamento climatico e mirato all'approfondimento degli aspetti sinergici ed integrati tra le azioni per la riduzione delle emissioni di gas climalteranti e l'applicazione delle misure per l'adattamento dei territori ai cambiamenti del clima già in atto.

La strutturazione del piano, nelle analisi di base, nei presupposti e nelle verifiche tecniche, si è avvalsa dei contributi di eccellenza sviluppati nell'ambito del progetto europeo. In particolare, le elaborazioni del gruppo di ricerca del progetto KNOWING, coordinato dall'Università Federico II di Napoli, hanno definito le basi per la costruzione di un *Urban Digital Twin* (UDT - Gemello Digitale Urbano) supportato da un database geospaziale in ambiente GIS e a strumenti di modellazione tridimensionale, che hanno consentito:

- la visualizzazione integrata e geospazializzata dei dati socio-demografici e riferiti alle caratteristiche dell'ambiente costruito e degli indicatori chiave relativi al cambiamento climatico;
- l'analisi dei consumi energetici e del potenziale di produzione di energia da fonti rinnovabili a scala di edificio e di quartiere;

U.O.A. Transizione e trasformazione ecologica nella sostenibilità

- la valutazione predittiva degli effetti delle possibili azioni per mitigazione, adattamento e contrasto alla povertà energetica.

In particolare, con riferimento alle ondate di calore, utilizzando avanzate procedure GIS e algoritmi in SQL e Python, è stato messo a punto il modello HWLEM (Heat Wave Local Effect Model), che consente di attribuire indicatori di comfort termico alle geometrie di utilizzo del suolo, fornendo una rappresentazione dettagliata dell'ambiente urbano. La struttura del modello si basa su un approccio 2.5D, combinando dati bidimensionali relativi all'uso del suolo con informazioni tridimensionali, come l'elevazione, l'ombreggiatura e il fattore di vista del cielo (Sky View Factor).

Per analizzare l'effetto del calore sull'ambiente urbano, il modello utilizza due indicatori fondamentali:

- la *Temperatura Media Radiante* (Tmrt), che rappresenta la temperatura media percepita da una persona in un determinato ambiente, considerando lo scambio di calore per radiazione con le superfici circostanti. Questo parametro, influenzato da fattori quali l'irraggiamento solare, la presenza di ombreggiamento, la riflettività delle superfici e la capacità termica dei materiali urbani, è particolarmente rilevante per la valutazione del comfort termico in spazi esterni urbani, dove la configurazione dell'ambiente costruito e la presenza di superfici assorbenti o riflettenti possono alterare significativamente la percezione del calore da parte delle persone, consentendo dunque di valutare le aree maggiormente caratterizzate dal fenomeno “isola di calore urbana”;
- l'*Universal Thermal Climate Index* (UTCI), un indice bioclimatico che fornisce una stima della temperatura equivalente percepita dal corpo umano all'aperto, tenendo conto di vari fattori ambientali come la temperatura dell'aria, l'umidità, la velocità del vento e la radiazione solare. A differenza della Tmrt, che si concentra principalmente sullo scambio termico per radiazione, l'UTCI integra un modello fisiologico avanzato per valutare la risposta del corpo umano alle condizioni climatiche esterne e dunque particolarmente idoneo a valutare i livelli di pericolo legati alle ondate di calore.

Gli obiettivi del PAESC relativi all'adattamento, con specifico riferimento alle ondate di calore, sono quantificati tramite gli stessi due indicatori, come sintetizzato nella seguente tabella:



COMUNE DI NAPOLI

U.O.A. Transizione e trasformazione ecologica nella sostenibilità

Indicatori di hazard e impatto	Target A (valori degli indicatori post adattamento sull'intero territorio)	Target B (valori degli indicatori post adattamento - aree oggetto di intervento)
Temperatura media radiante delle aree urbane [Tmrt °C]	range riduzione 3-17%	range riduzione 15-45%
Livelli di stress da calore su gruppi di popolazione deboli [UTCI °C]	range riduzione 1-9%	range riduzione 5-25%

Oltre ad essere stato fondamentale per l'individuazione degli obiettivi, degli assi strategici e delle azioni del PAESC, il modello HWLEM costituisce inoltre un efficace strumento per analizzare in maniera approfondita gli effetti delle ondate di calore a livello locale, indagando gli impatti sull'ambiente urbano e la popolazione attraverso i due indicatori sopra indicati, mostrati attraverso mappe tematiche dedicate, articolate secondo una griglia di riferimento di 125mx125m.

Lo studio è stato condotto con riferimento ad alcuni episodi di ondata di calore che hanno interessato la città di Napoli nel 2024 e nel 2025, selezionate a partire dalla definizione introdotta dal Ministero della Salute a partire dagli indirizzi della World Meteorological Organization (WMO), che definisce un'ondata di calore come un periodo di almeno 3-6 giorni consecutivi in cui la temperatura media giornaliera supera di almeno una deviazione standard la media climatica di riferimento.

Le mappe tematiche mostrano, sulla base delle condizioni meteorologiche reali e tramite modellazioni microclimatiche ad alta risoluzione, come la struttura urbana influenzi in modo significativo la distribuzione spaziale della temperatura media radiante (Tmrt), che individua condizioni di "isola di calore urbana" e i livelli di stress termico percepito (UTCI). Le mappe, definite dal gruppo di ricerca coordinato dal prof. Mattia F. Leone dell'Università degli studi di Napoli Federico II, sono state elaborate per i giorni 10 luglio 2024, 29 e 30 luglio 2024, 29 giugno 2025 e 3 luglio 2025.

Le simulazioni sono esemplificative di diverse configurazioni termo-igrometriche estive ricorrenti, caratterizzate da temperature dell'aria elevate (33-38 °C), umidità relativa variabile e venti deboli, condizioni tipiche delle ondate di calore mediterranee.



COMUNE DI NAPOLI

U.O.A. Transizione e trasformazione ecologica nella sostenibilità

Per ciascuna giornata sono stati calcolati i valori di Tmrt e UTCI per ogni ora dalle 12:00 alle 16:00, fascia in cui l'esposizione alla radiazione solare e le condizioni termoigrometriche raggiungono i livelli più critici in termini di impatti potenziali sulla salute umana. Le mappe riportano i valori medi in rapporto alla fascia oraria.

È interessante riscontrare che, per valori simili di temperatura dell'aria, le condizioni di stress termico per la popolazione (rappresentati dall'indicatore UTCI) sono aggravate da livelli maggiormente critici di umidità e velocità del vento, mentre le condizioni di isola di calore urbana (rappresentati dall'indicatore Tmrt), prevalentemente legate a temperatura dell'aria, radiazione solare e variazioni microclimatiche legate a morfologia urbana, copertura vegetale del suolo, tipologie e materiali edilizi impiegati, risultano più omogenee nelle diverse giornate analizzate.

Le analisi svolte mostrano, in maniera evidente, come gli impatti siano rilevanti in modo diffuso, ad eccezione di Posillipo e, come prevedibile, di un'ampia zona comprendente Capodimonte, Camaldoli e Agnano. Le maggiori criticità sono rilevabili nella zona orientale (Barra, San Giovanni, Ponticelli, Poggioreale, San Pietro a Patierno), nella zona del centro antico, a Fuorigrotta, a Scampia.



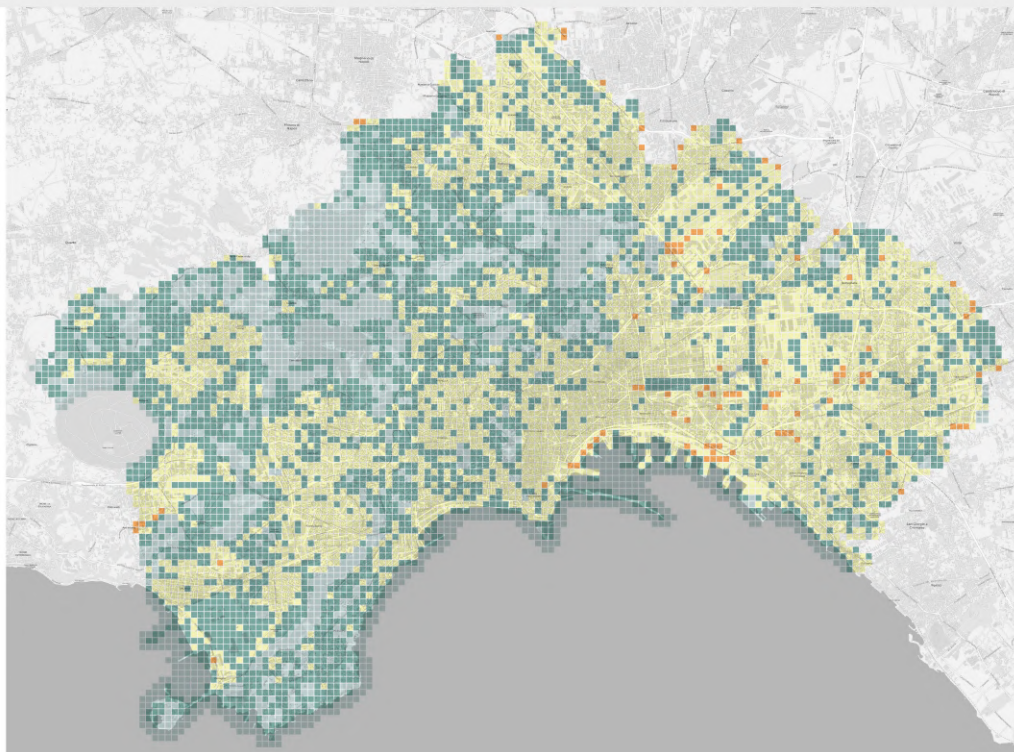
COMUNE DI NAPOLI

U.O.A. Transizione e trasformazione ecologica nella sostenibilità

10 luglio 2024

**Isola di calore urbano
indicatore: Temperatura media Radiante (Tmrt)**

Tmrt °C
- < 35
- 35 - 50
- 50 - 65
- 65 - 70
- > 70



10 luglio 2024
media degli orari
dalle 12:00 alle
16:00

DATI METEO:

- Tair:
33,8 - 36,4 °C

- umidità rel.:
43 - 49%

- velocità del
vento:
1.8 - 3.6 m/s

1

10 luglio 2024, ore 12-16. Mappa della Temperatura
Media Radiante su griglia 125x125m



COMUNE DI NAPOLI

U.O.A. Transizione e trasformazione ecologica nella sostenibilità

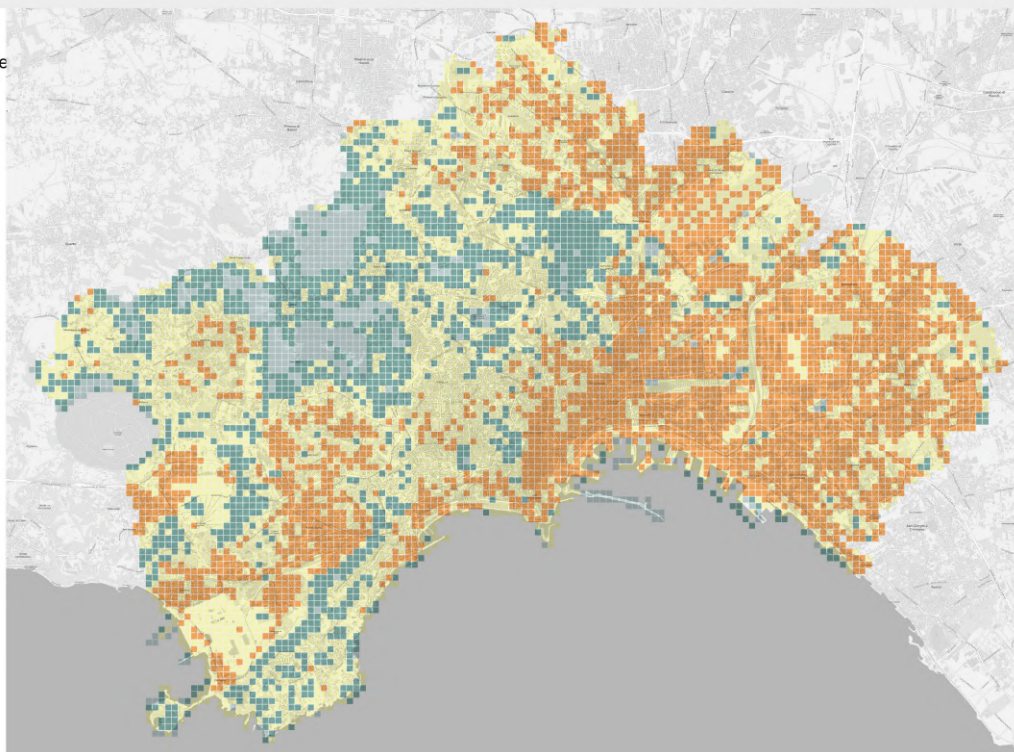
Isola di calore urbana - Livelli di stress da calore su gruppi di popolazione deboli Indicatore: Universal Thermal Climate Index - UTCI

- UTCI
- stress trascurabile
 - stress moderato
 - stress alto
 - stress elevato
 - stress estremo

10 luglio 2024
media degli orari
dalle 12:00 alle
16:00

DATI METEO:

- Tair:
33,8 - 36,4 °C
- umidità rel.:
43 - 49%
- velocità del
vento:
1.8 - 3.6 m/s



2

10 luglio 2024, ore 12-16. Mappa dell'*Universal Thermal Climate Index* su griglia 125x125m



COMUNE DI NAPOLI

U.O.A. Transizione e trasformazione ecologica nella sostenibilità

29 luglio 2024

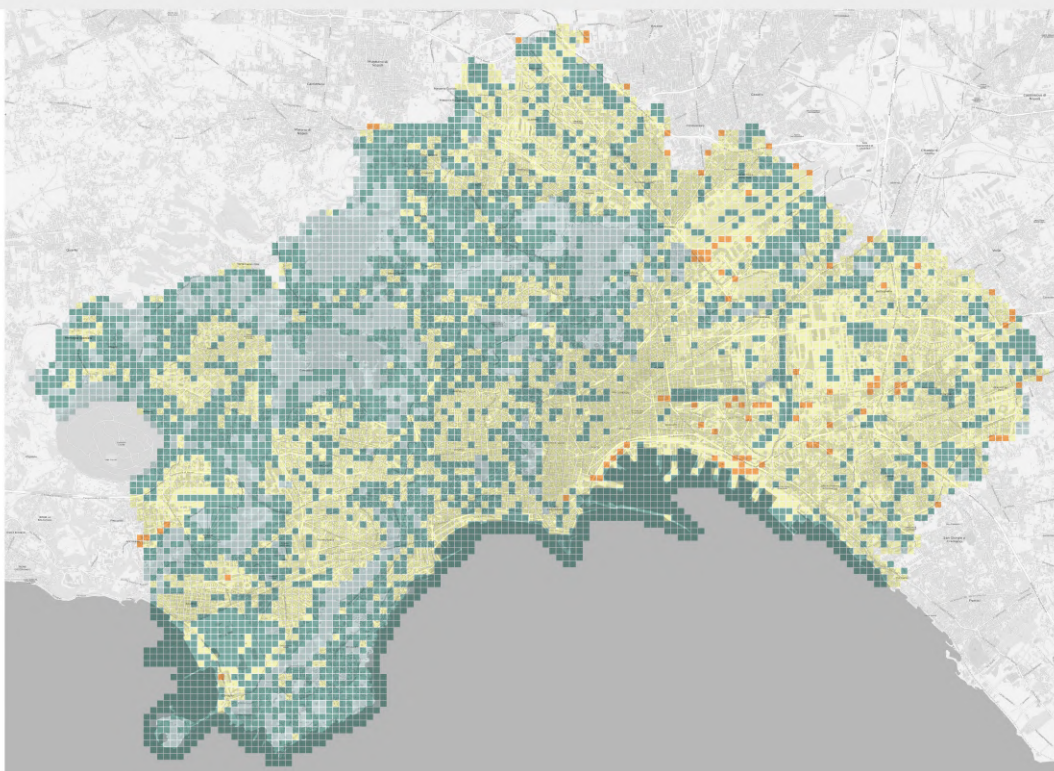
**Isola di calore urbano
indicatore: Temperatura media Radiante (Tmrt)**

Tmrt °C
■ < 35
■ 35 - 50
■ 50 - 65
■ 65 - 70
■ > 70

29 Luglio 2024
media degli orari
dalle 12:00 alle
16:00

DATI METEO:

- Tair:
32.6° - 36.2°
- umidità rel.:
46% - 73%
- velocità del
vento:
1.8 - 3.6 m/s



3

29 luglio 2024, ore 12-16. Mappa della Temperatura
Media Radiante su griglia 125x125m



COMUNE DI NAPOLI

U.O.A. Transizione e trasformazione ecologica nella sostenibilità

Isola di calore urbana - Livelli di stress da calore su gruppi di popolazione deboli
Indicatore: Universal Thermal Climate Index - UTCI

- UTCI
- stress trascurabile
 - stress moderato
 - stress alto
 - stress elevato
 - stress estremo

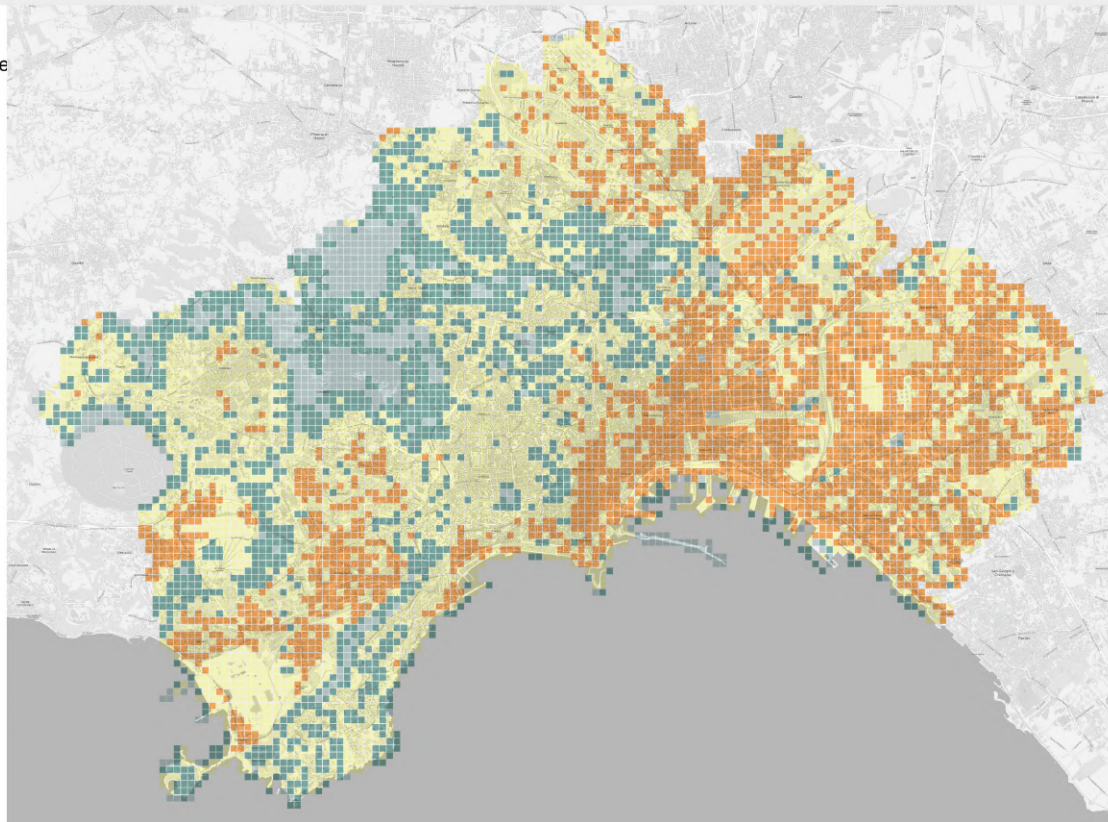
29 Luglio 2024
media degli orari
dalle 12:00 alle
16:00

DATI METEO:

- Tair:
32.6° – 36.2°

- umidità rel.:
46% – 73%

- velocità del
vento:
1.8 – 3.6 m/s



4

29 luglio 2024, ore 12-16. Mappa
dell'*Universal Thermal Climate Index* su
griglia 125x125m



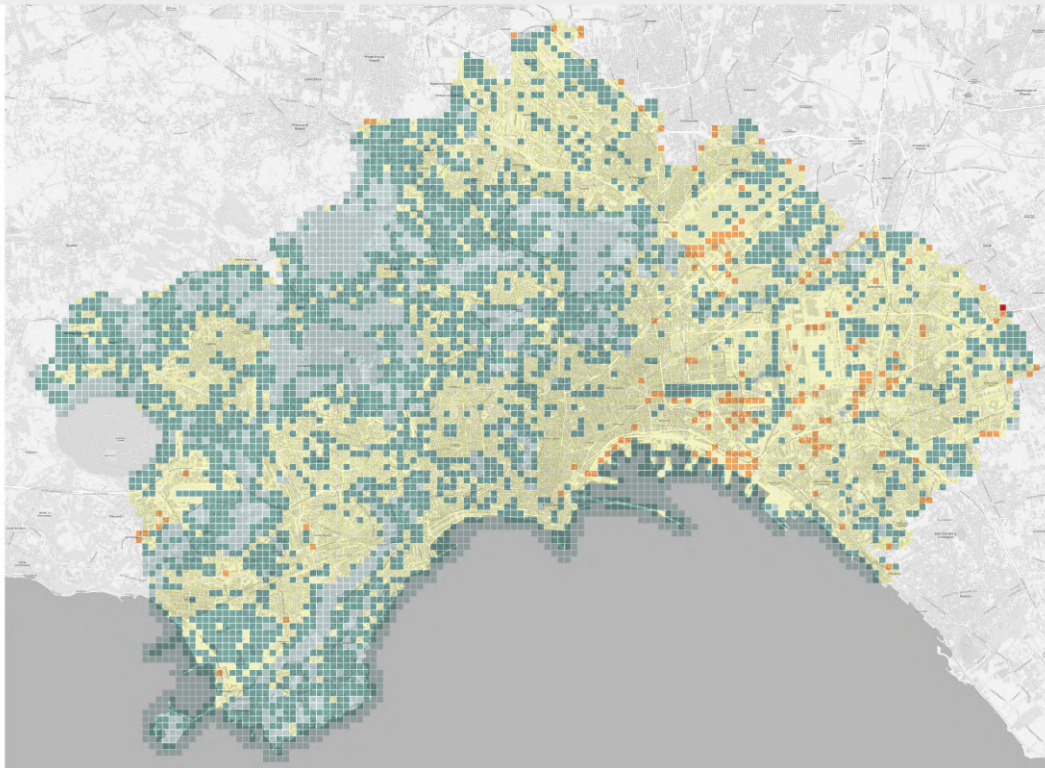
COMUNE DI NAPOLI

U.O.A. Transizione e trasformazione ecologica nella sostenibilità

30 luglio 2024

**Isola di calore urbano
indicatore: Temperatura media Radiante (Tmrt)**

Tmrt °C
■ < 35
■ 35 - 50
■ 50 - 65
■ 65 - 70
■ > 70



30 luglio 2024
media degli orari
dalle 12:00 alle
16:00

DATI METEO:

- Tair:
34,0 - 37,0 °C
- umidità rel.:
21 - 28%
- velocità del
vento:
1.8 - 3.6 m/s

5

30 luglio 2024, ore 12-16. Mappa della Temperatura
Media Radiante su griglia 125x125m



COMUNE DI NAPOLI

U.O.A. Transizione e trasformazione ecologica nella sostenibilità

Isola di calore urbana - Livelli di stress da calore su gruppi di popolazione deboli
Indicatore: Universal Thermal Climate Index - UTCI

- UTCI
- stress trascurabile
 - stress moderato
 - stress alto
 - stress elevato
 - stress estremo

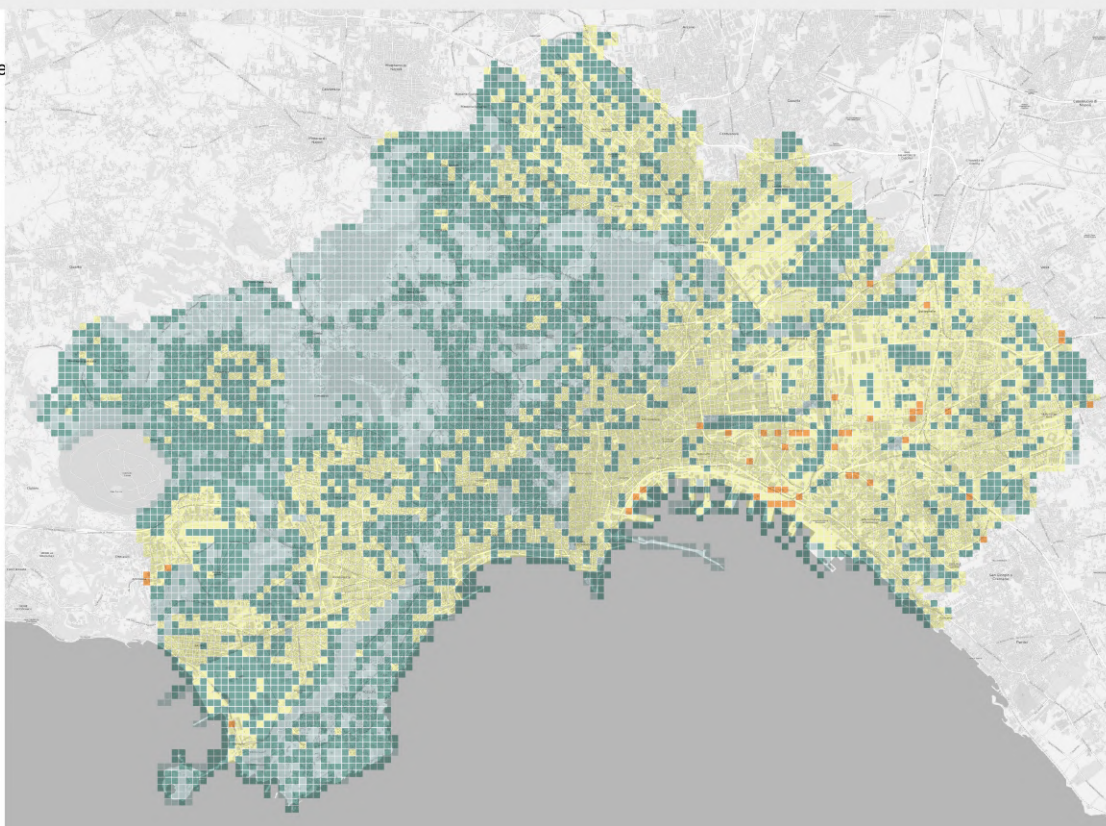
30 luglio 2024
media degli orari
dalle 12:00 alle
16:00

DATI METEO:

- Tair:
34,0 - 37,0 °C

- umidità rel.:
21 - 28%

- velocità del
vento:
1.8 - 3.6 m/s



6

30 luglio 2024, ore 12-16. Mappa
dell'*Universal Thermal Climate Index* su
griglia 125x125m



COMUNE DI NAPOLI

U.O.A. Transizione e trasformazione ecologica nella sostenibilità

29 giugno 2025

**Isola di calore urbano
indicatore: Temperatura media Radiante (Tmrt)**

Tmrt °C
■ < 35
■ 35 - 50
■ 50 - 65
■ 65 - 70
■ > 70

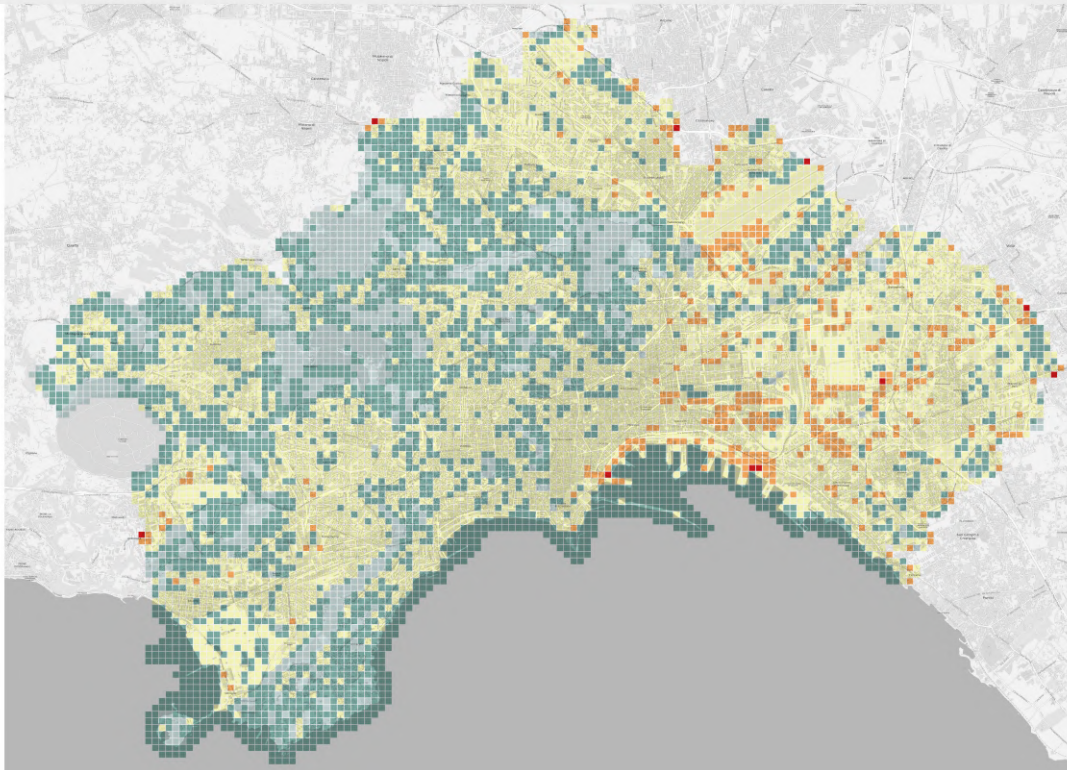
29 giugno 2025
media degli orari
dalle 12:00 alle
16:00

DATI METEO:

- Tair:
34.2 – 35.7 °C

- umidità rel.:
37% – 53%

- velocità del
vento:
3.1 – 4.0 m/s



7

29 giugno 2025, ore 12-16. Mappa della
Temperatura Media Radiante su griglia 125x125m



COMUNE DI NAPOLI

U.O.A. Transizione e trasformazione ecologica nella sostenibilità

Isola di calore urbana - Livelli di stress da calore su gruppi di popolazione deboli
Indicatore: Universal Thermal Climate Index - UTCI

- UTCI
- stress trascurabile
 - stress moderato
 - stress alto
 - stress elevato
 - stress estremo

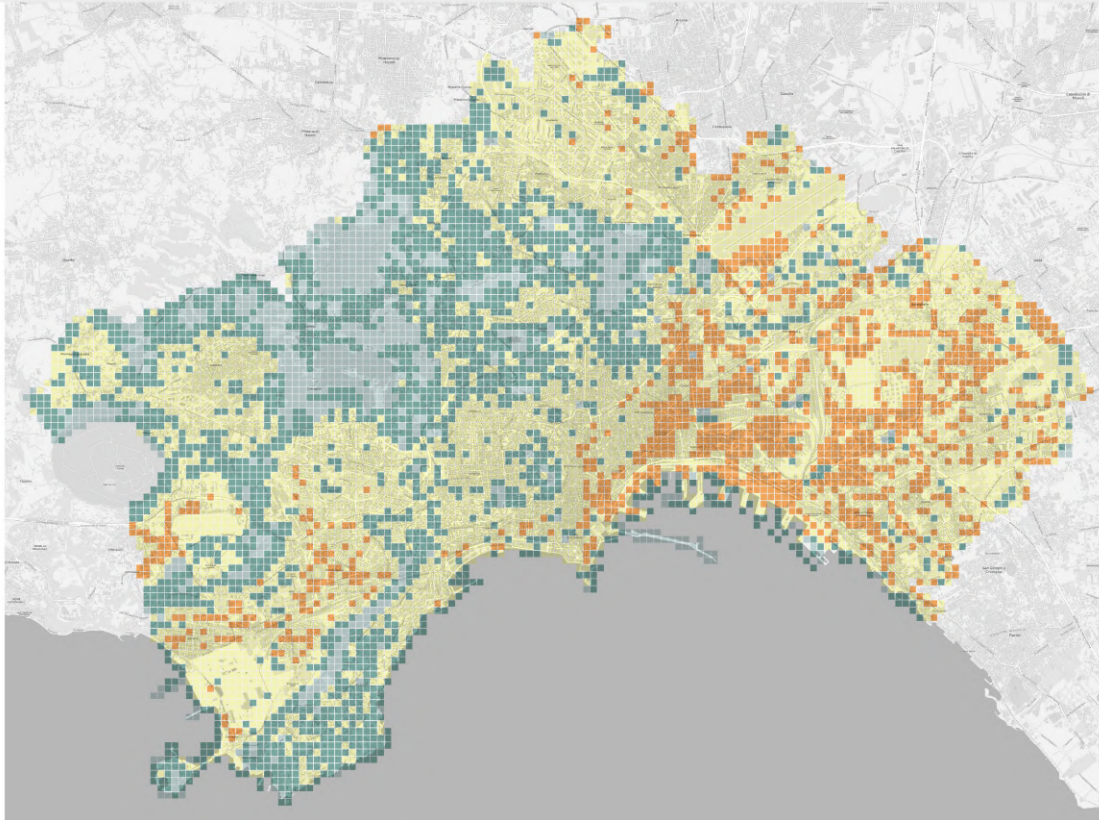
29 giugno 2025
media degli orari
dalle 12:00 alle
16:00

DATI METEO:

- Tair:
34.2 – 35.7 °C

- umidità rel.:
37% – 53%

- velocità del
vento:
3.1 – 4.0 m/s



8

29 giugno 2025, ore 12-16. Mappa
dell'*Universal Thermal Climate Index* su
griglia 125x125m



COMUNE DI NAPOLI

U.O.A. Transizione e trasformazione ecologica nella sostenibilità

3 luglio 2025

**Isola di calore urbano
indicatore: Temperatura media Radiante (Tmrt)**

Tmrt °C
■ < 35
■ 35 - 50
■ 50 - 65
■ 65 - 70
■ > 70

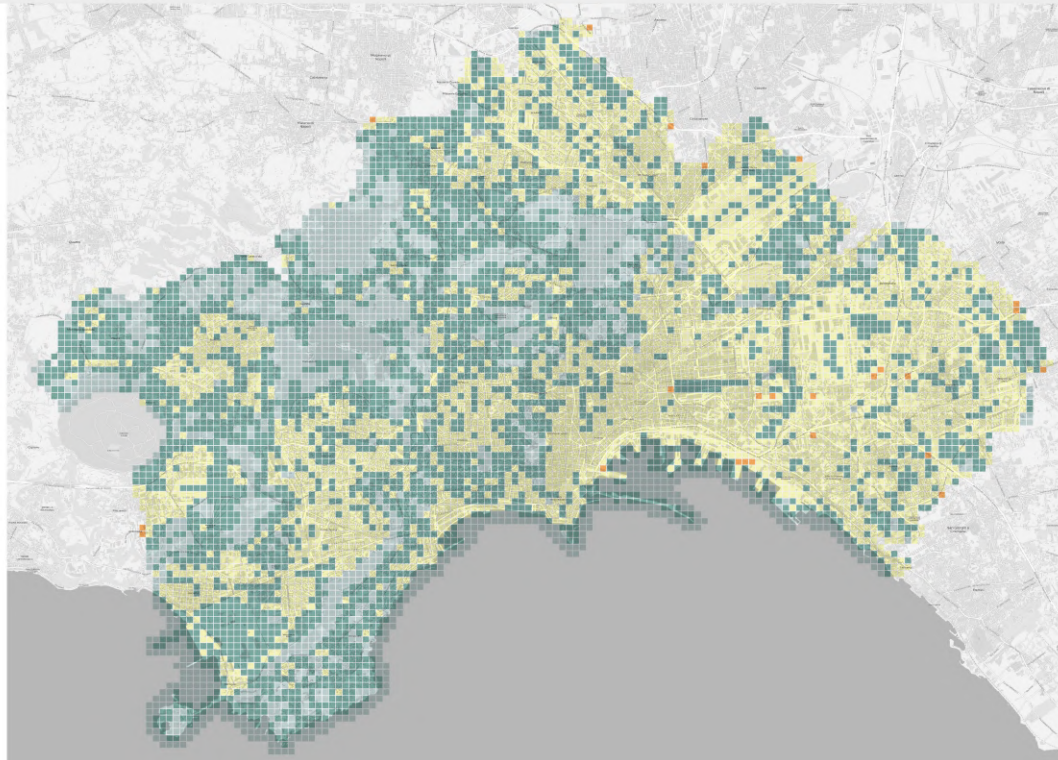
3 luglio 2025
media degli orari
dalle 12:00 alle
16:00

DATI METEO:

- Tair:
32.8 – 35.3 °C

- umidità rel.:
47% – 62%

- velocità del
vento:
2.2 – 3.6 m/s



9

3 luglio 2025, ore 12-16. Mappa della Temperatura
Media Radiante su griglia 125x125m



COMUNE DI NAPOLI

U.O.A. Transizione e trasformazione ecologica nella sostenibilità

Isola di calore urbana - Livelli di stress da calore su gruppi di popolazione deboli
Indicatore: Universal Thermal Climate Index - UTCI

- UTCI
- stress trascurabile
 - stress moderato
 - stress alto
 - stress elevato
 - stress estremo

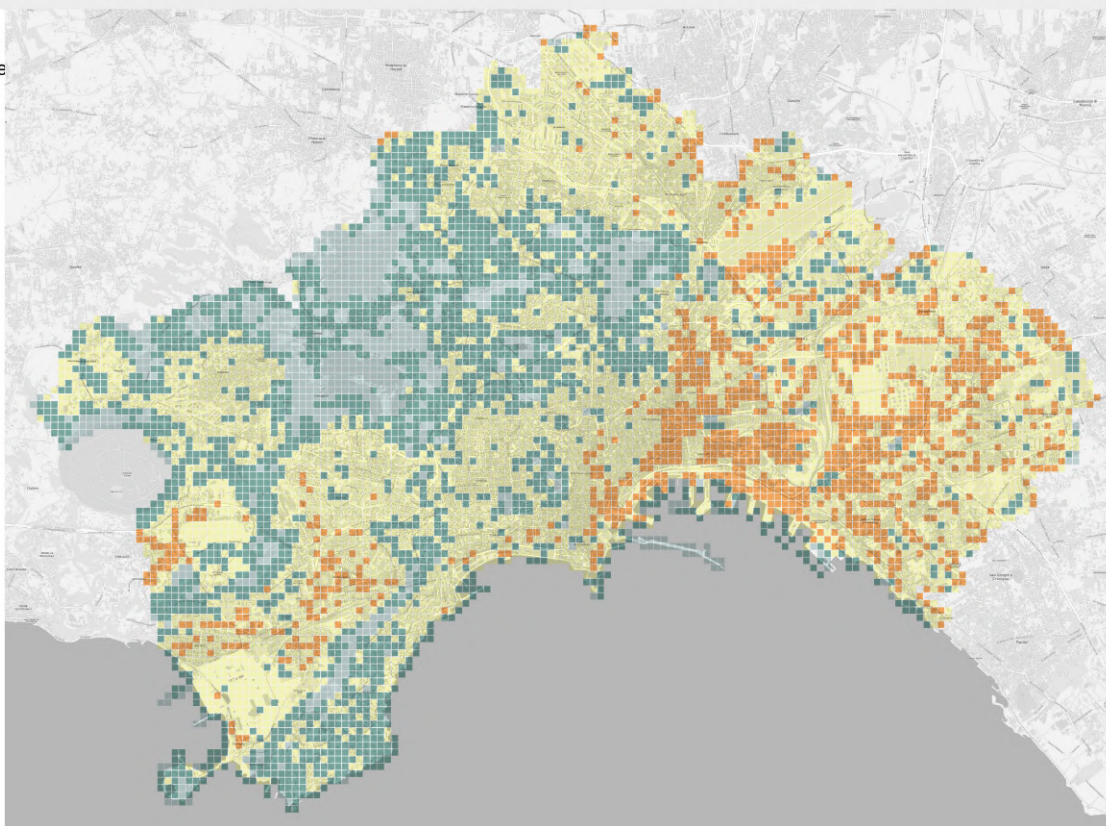
3 luglio 2025
media degli orari
dalle 12:00 alle
16:00

DATI METEO:

- Tair:
32.8 – 35.3 °C

- umidità rel.:
47% – 62%

- velocità del
vento:
2.2 – 3.6 m/s



10

3 luglio 2025, ore 12-16. Mappa
dell'*Universal Thermal Climate Index* su
griglia 125x125m