

La termodinamica delle città

12 novembre 2025

Nuovi Ecosistemi per ambienti urbani
ed equilibrio climatico: costruire il
Piano di Adattamento della Città di

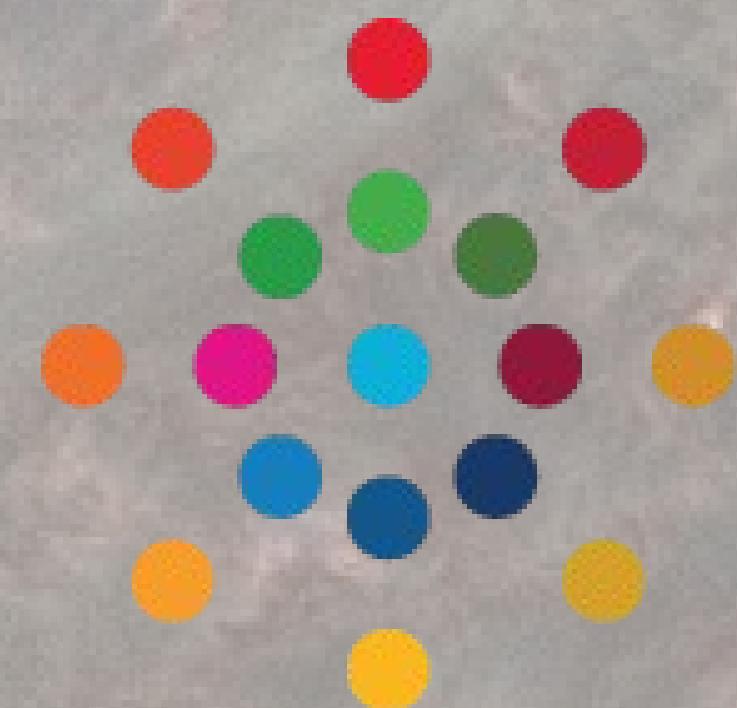
Palermo

Paolo Pagano



Università
degli Studi
di Palermo

DifC



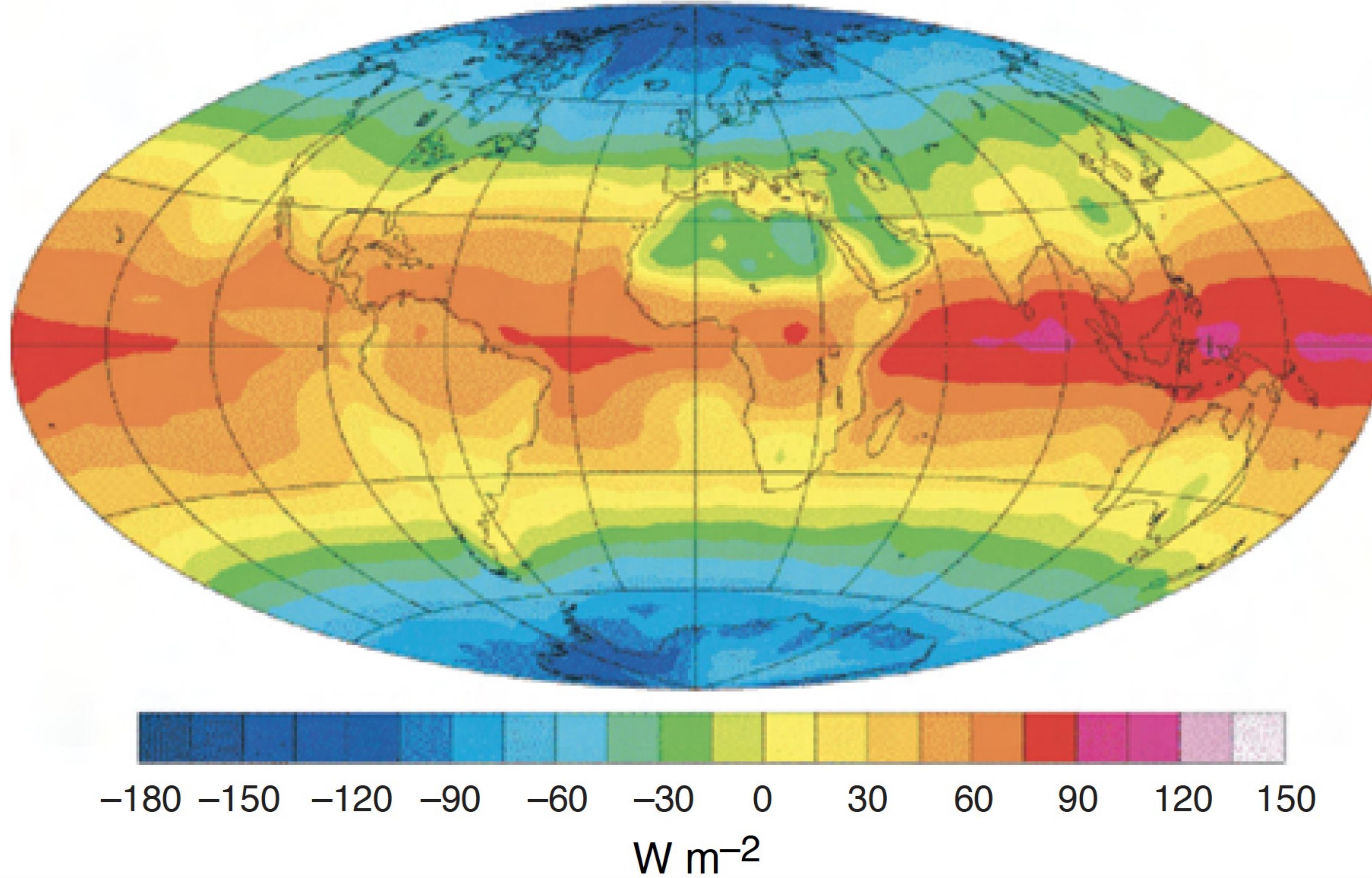
Centro di Sostenibilità
e Transizione Ecologica



Conférence sur les ~~Nations Unies~~
Changements Climatiques
COP21/CMP11
this is binding



Net Radiation



Isole di calore (UHI) ed ondate di calore

Frequenza e intensità in aumento

Europa in 40 anni di clima estremo

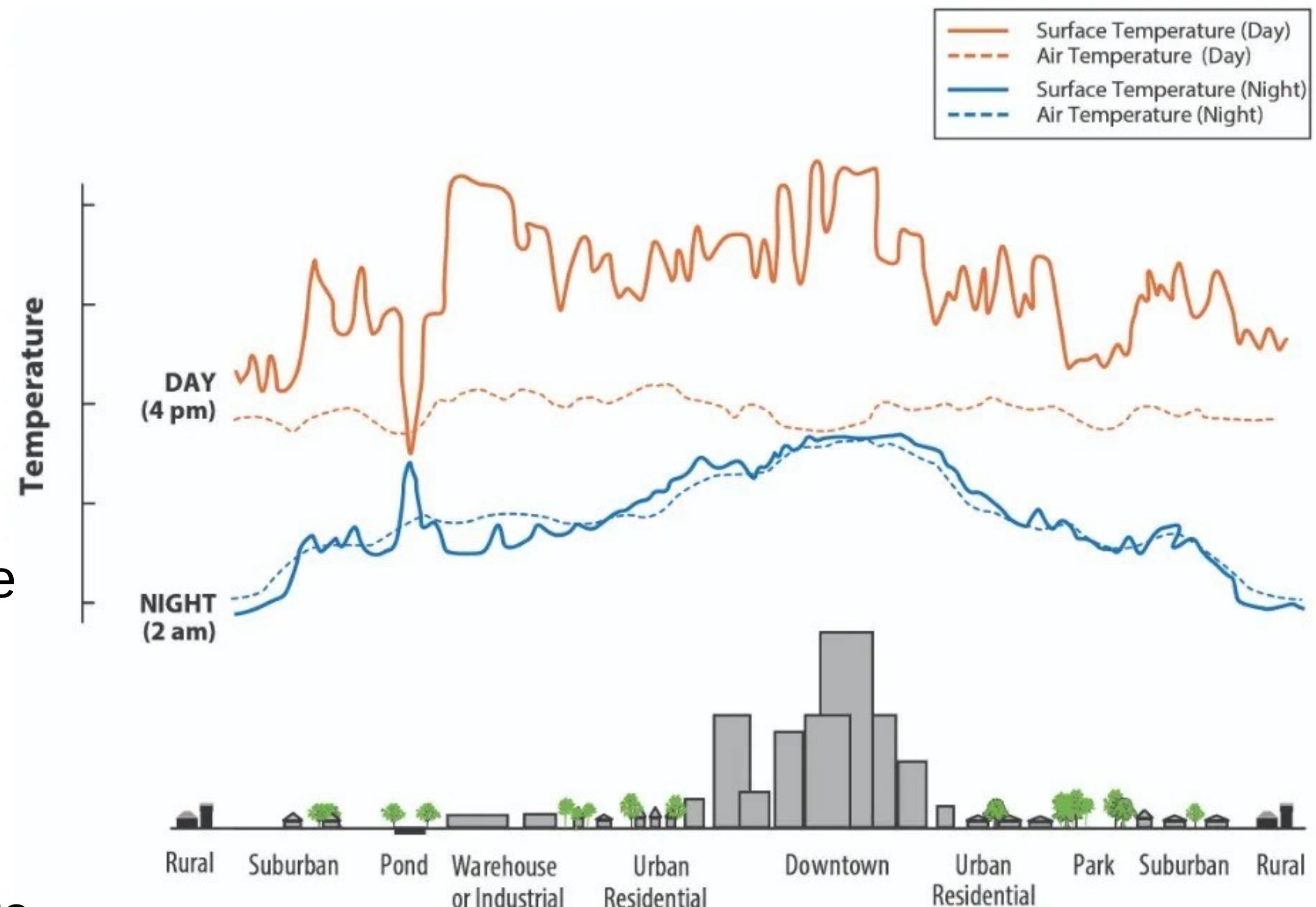
500 miliardi di euro di perdite

85.000-145.000 vittime

85% delle quali causate dalle ondate di calore

Aumento dell'esposizione urbana

1,7 miliardi di persone potenzialmente esposte
al calore urbano estremo

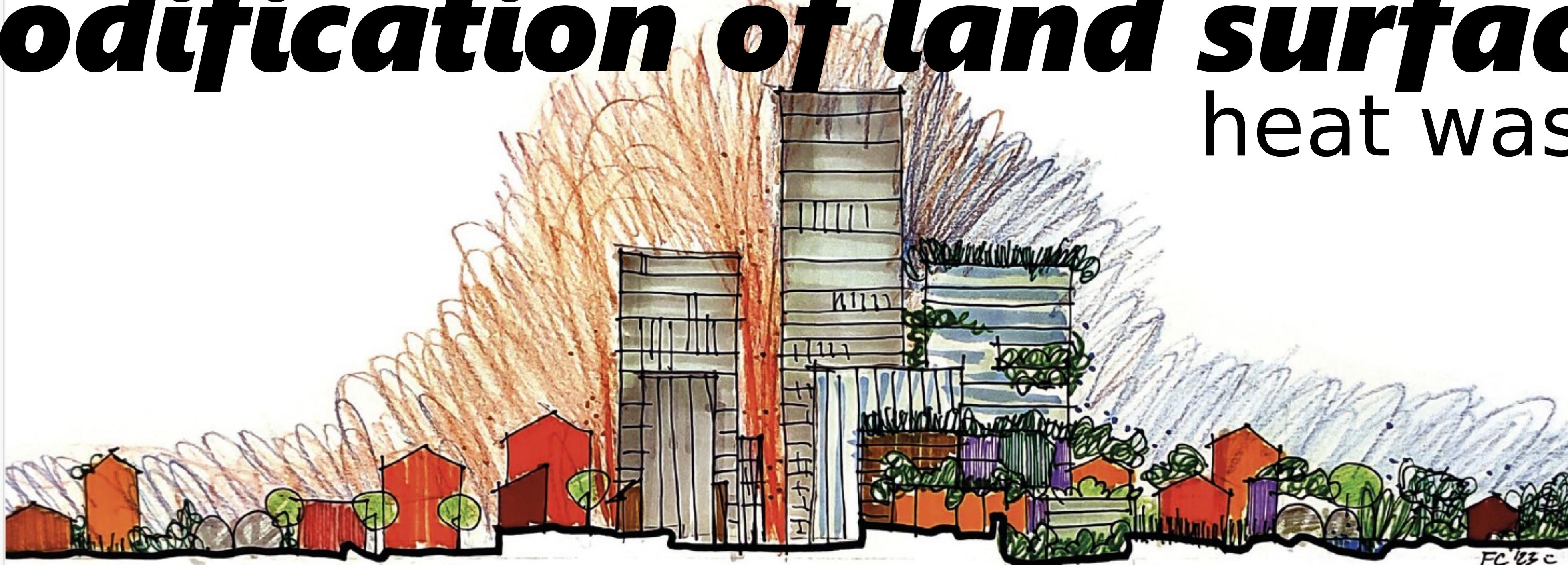




SCIENCE FOR POLICY BRIEF

The Future of Cities Series

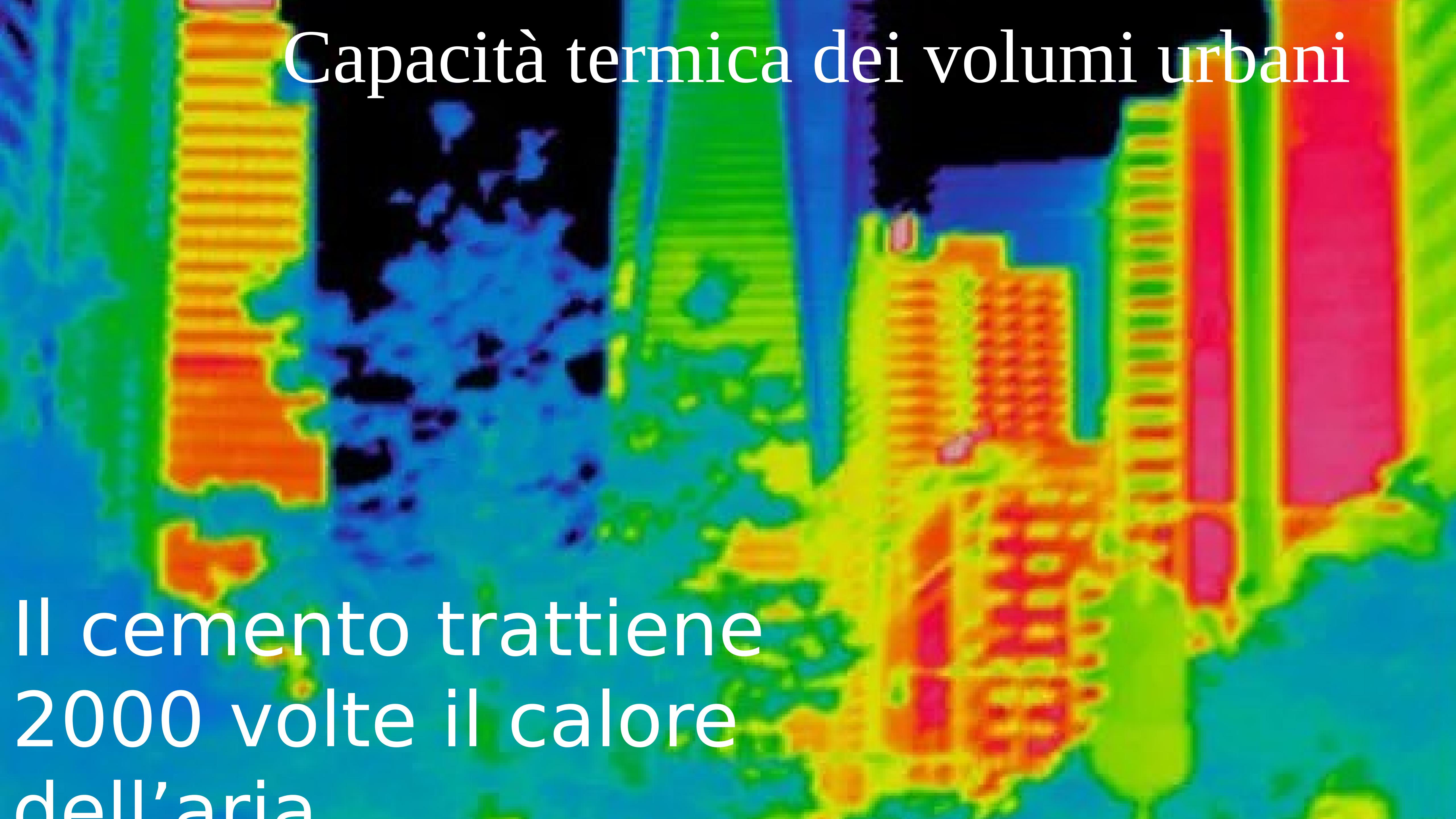
modification of land surface heat waste



EU cities and heat extremes



Airborne Hyperspectral Scanner (AHS)



Capacità termica dei volumi urbani

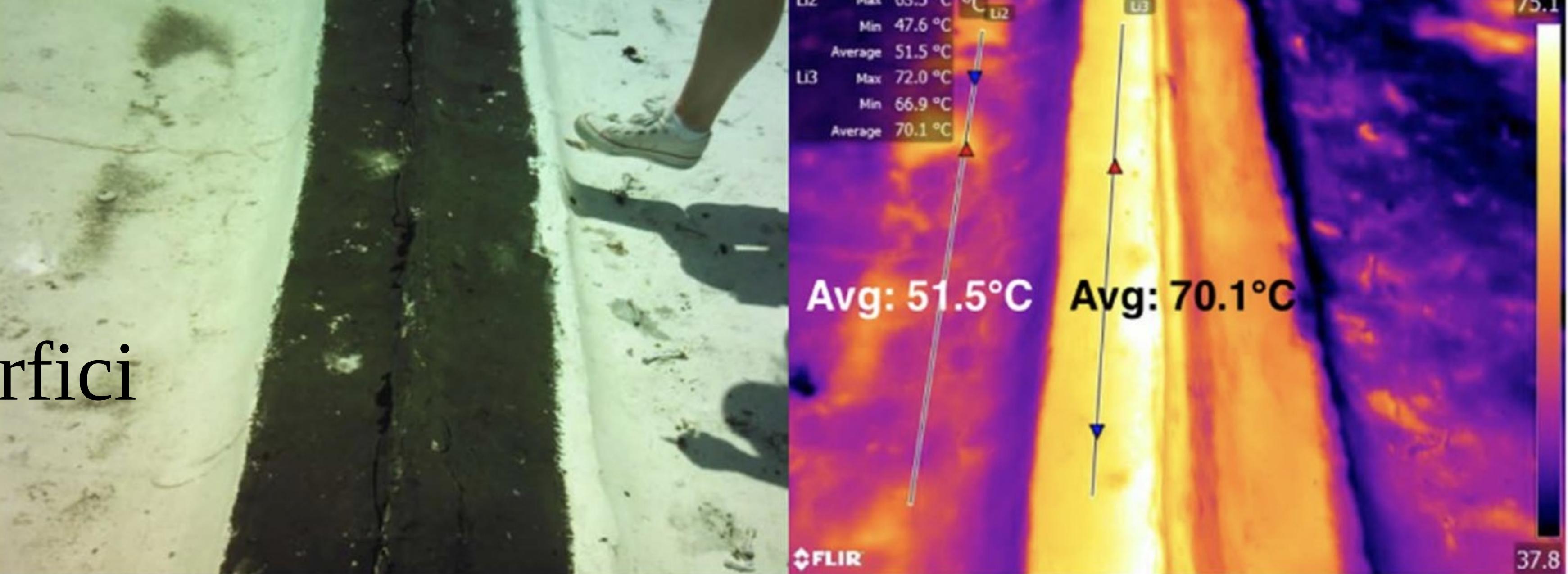
Il cemento trattiene
2000 volte il calore
dell'aria

Inversione del gradiente di temperatura

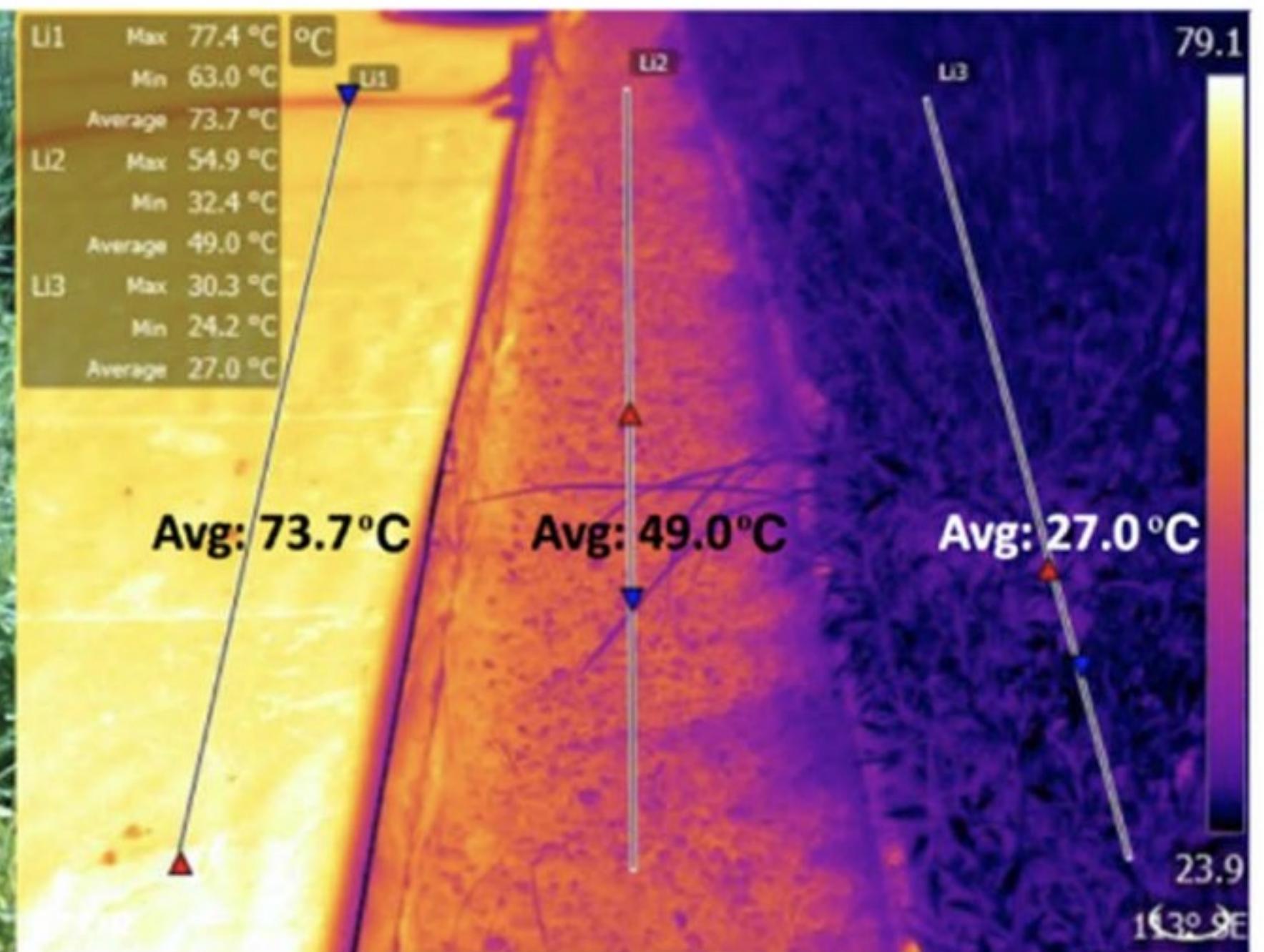
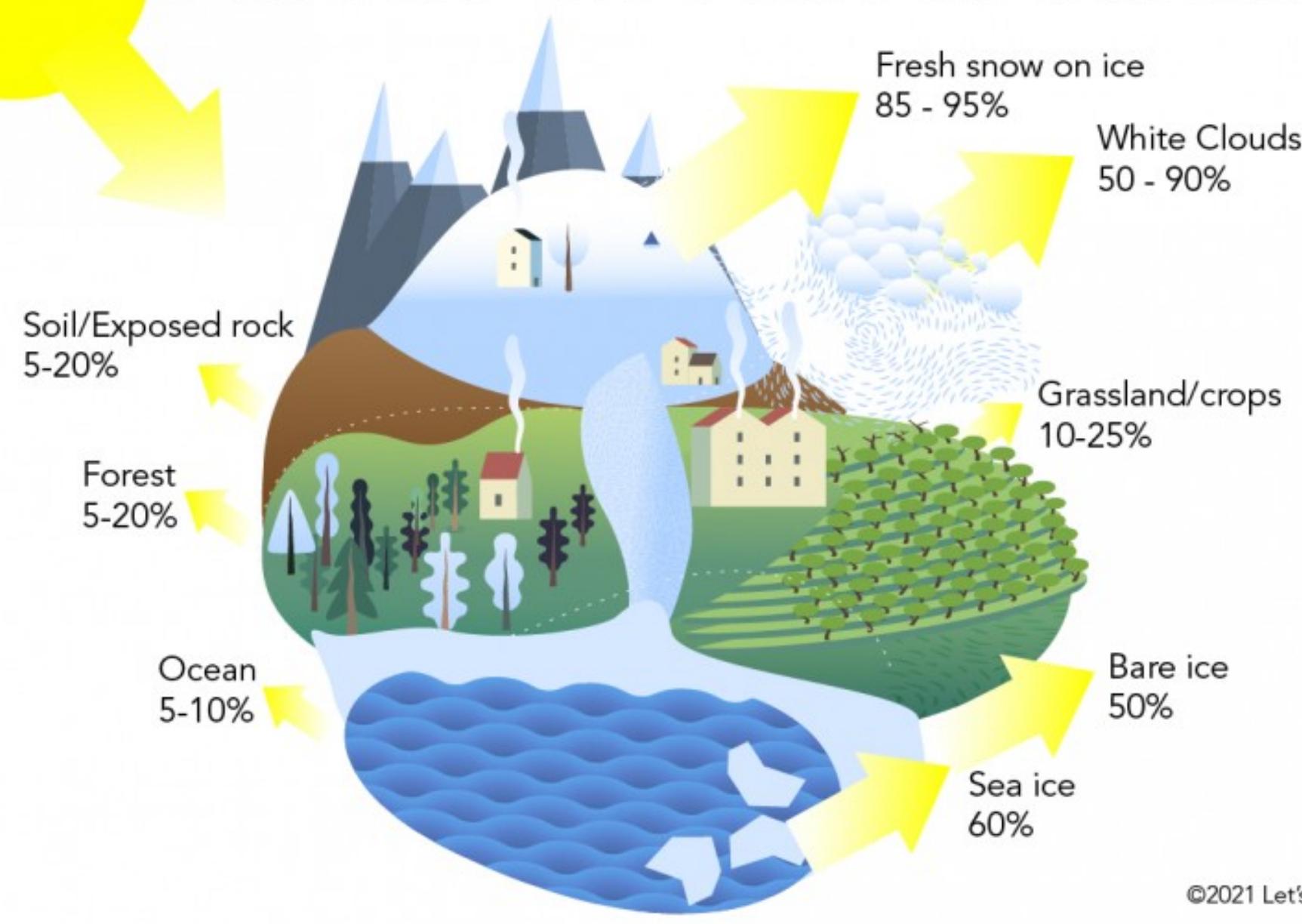
An aerial photograph of a city at night, showing a distinct temperature inversion layer. The city lights are visible in the foreground and middle ground, while the sky above is dark and clear. A bright, glowing band of light represents the temperature inversion layer.

Blocco della convezione nelle ore notturne
le città restano calde
la qualità dell'aria peggiora

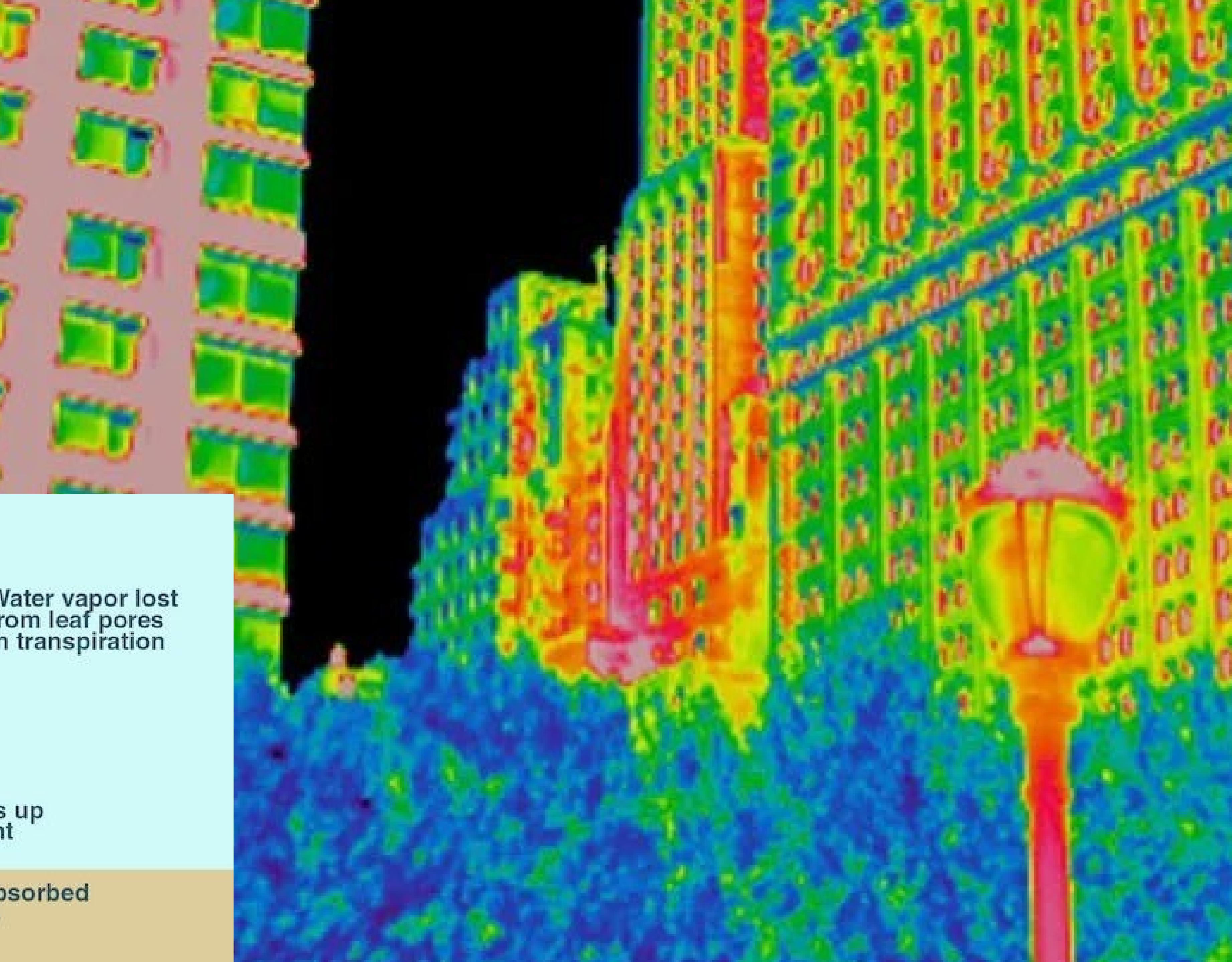
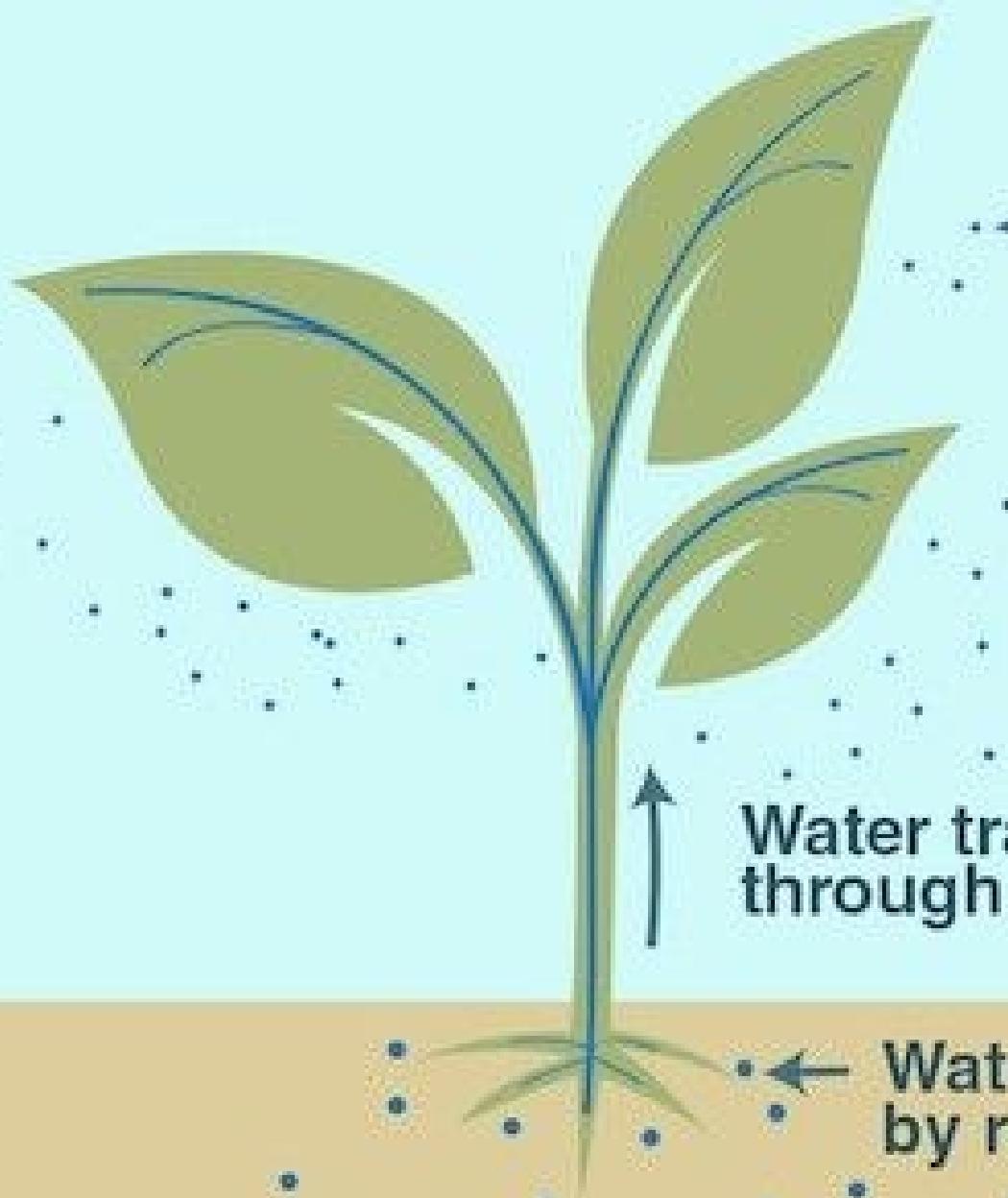
Albedo delle superfici



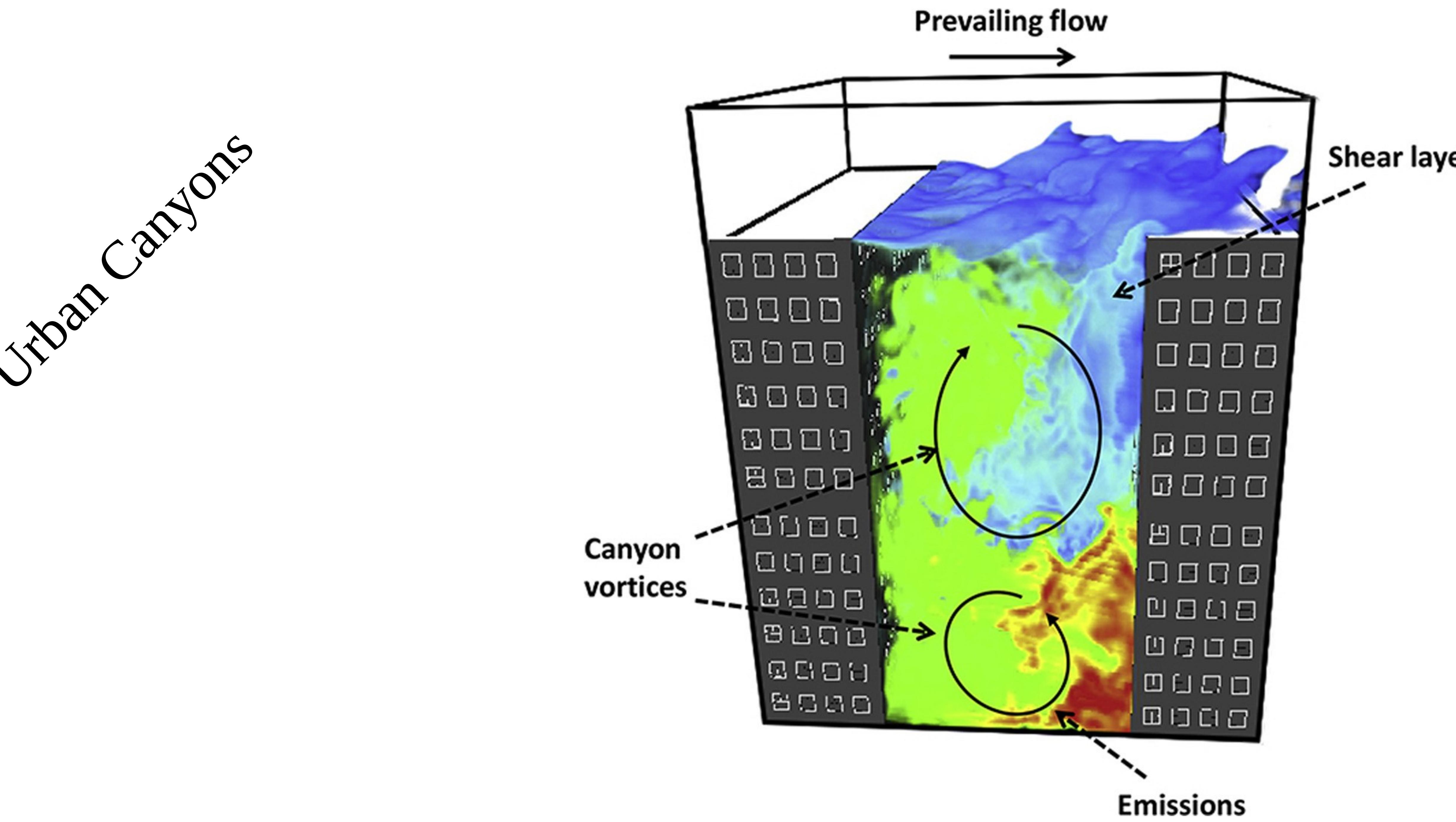
b Albedo on Various Surfaces



Evotraspirazione



Urban Canyons



Calore prodotto

10%

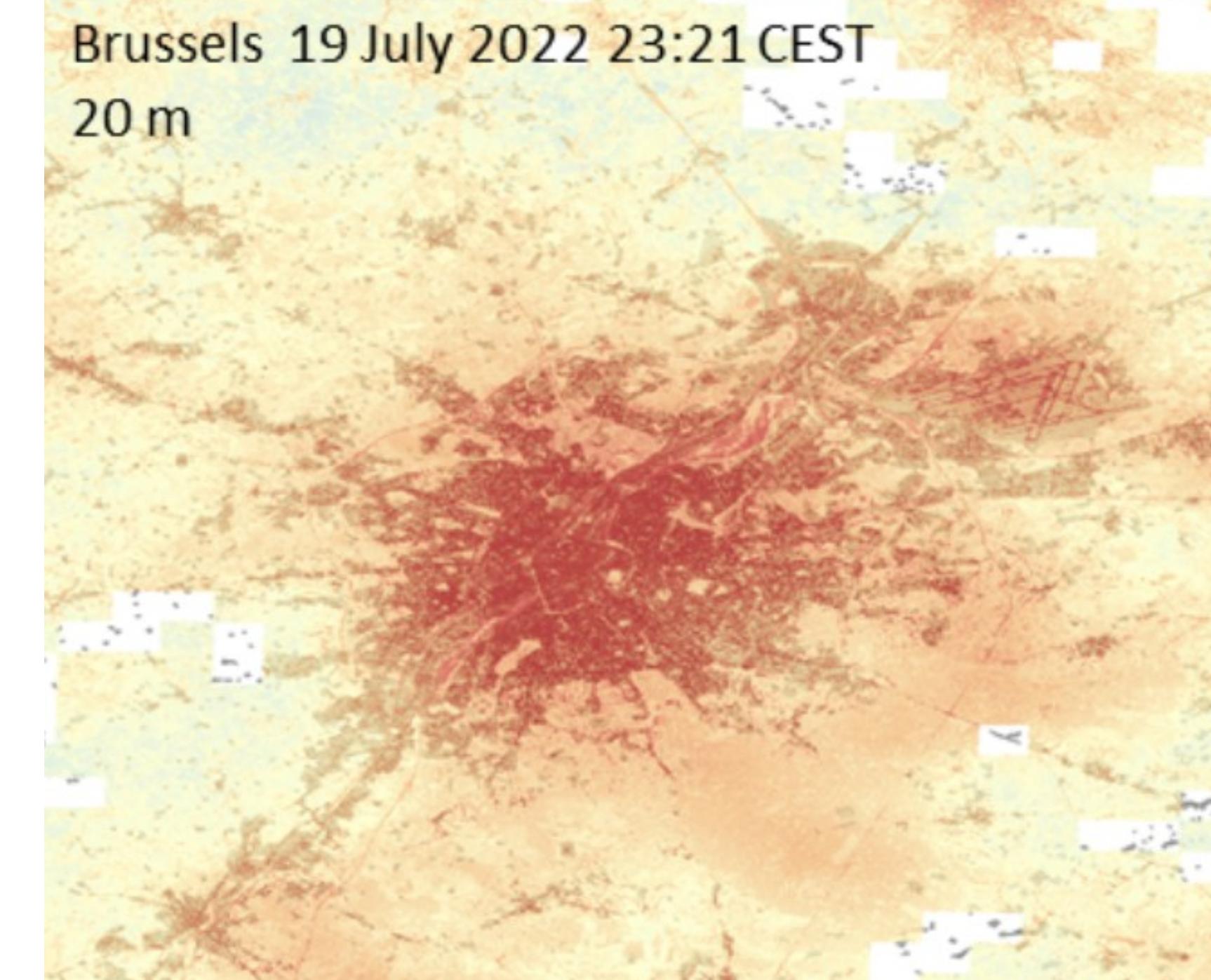
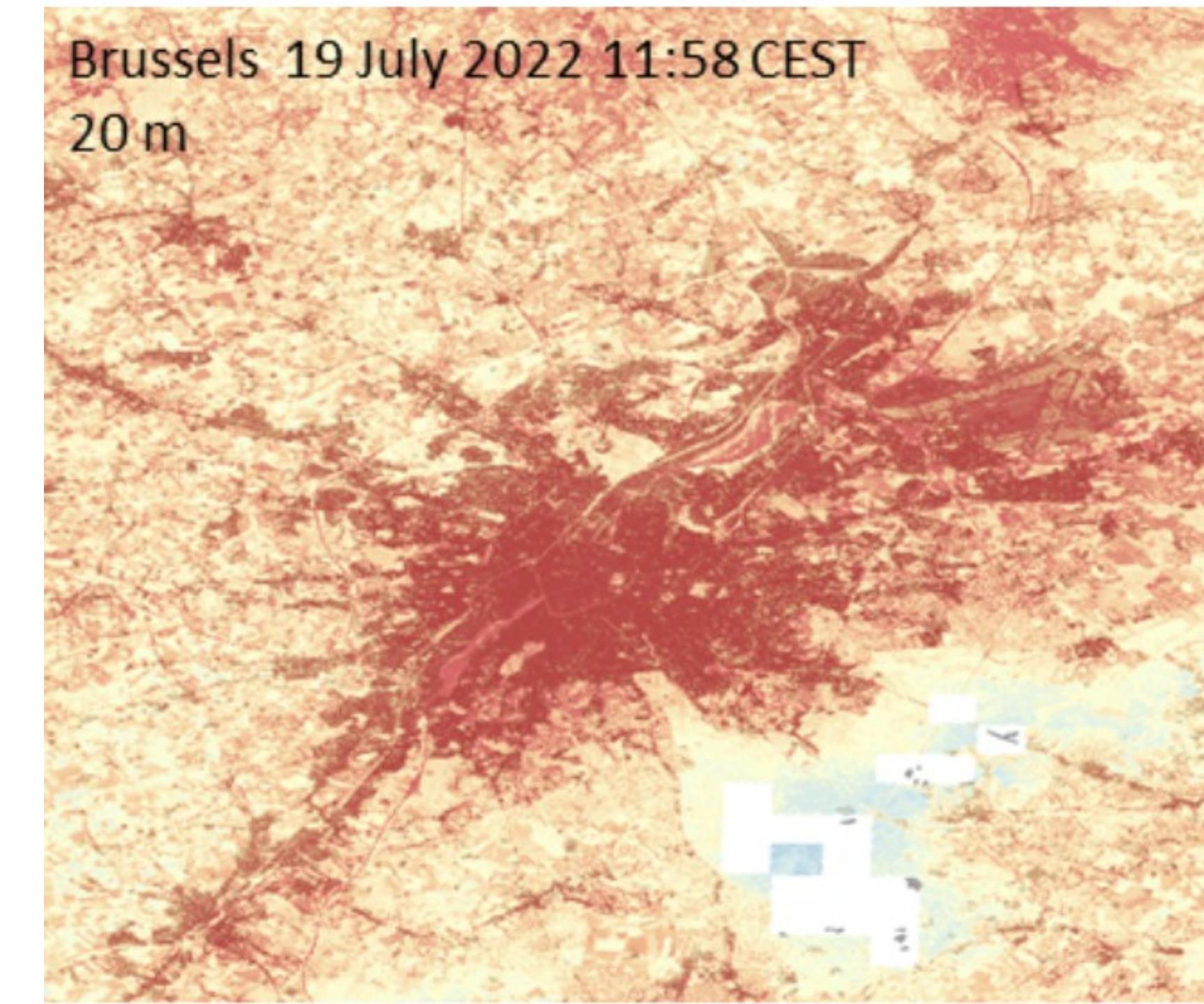


Isole di calore...

...e quindi?

Fino a 10°C più caldo e mediamente intorno a 4 °C e 6 °C

Un grado in più di temperatura su una città sono 440 milioni di kWh, cioè il consumo elettrico di Roma in un mese



Isole di calore, chi?

Carmen Sánchez-Guevara Sánchez, Miguel Núñez Peiró and F. Javier Neila González

un impatto sproporzionato sulle popolazioni vulnerabili e sui gruppi emarginati (i.e anziani, bambini piccoli, le persone affette da malattie croniche, nonché le persone a basso reddito, disoccupate e senza fissa dimora)

Le comunità vulnerabili tendono a concentrarsi nei quartieri urbani densamente popolati, esse sono più esposte al fenomeno dell'UHI.

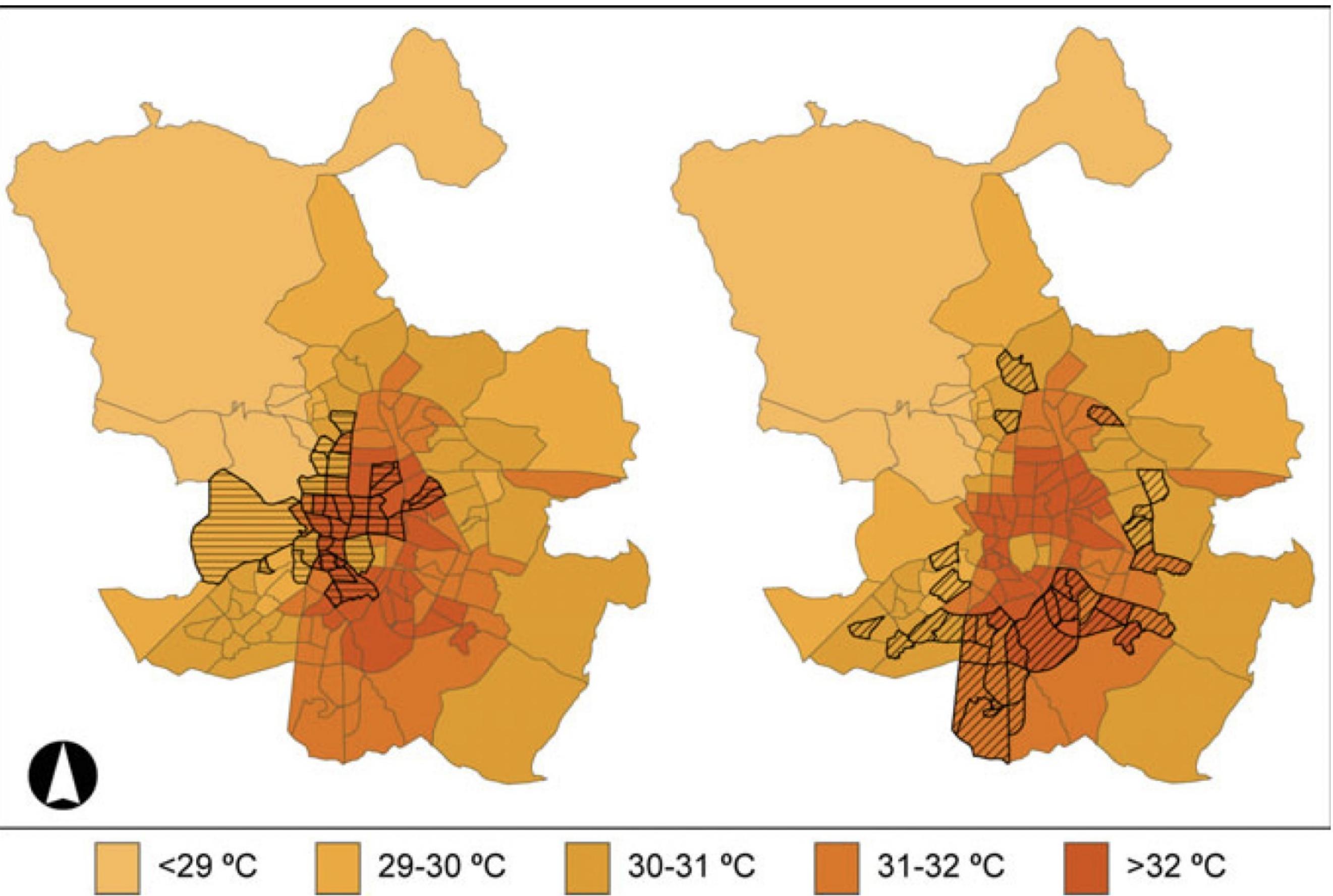


Fig. 3 UHI of Madrid during summer nighttime and neighbourhoods with a proportion of single households over the fourth quartile (*left*) and neighbourhoods with a population with low educational level over the fourth quartile (*right*)

Isole di

un impatto sproporzionale sui gruppi vulnerabili e sui gruppi più esposti: bambini piccoli, le persone anziane, i portatori di condizioni croniche, nonché le persone disoccupate e senza casa.

Le comunità vulnerabili sono nei quartieri urbani densamente popolati, che sono anche i più esposti al fenomeno.

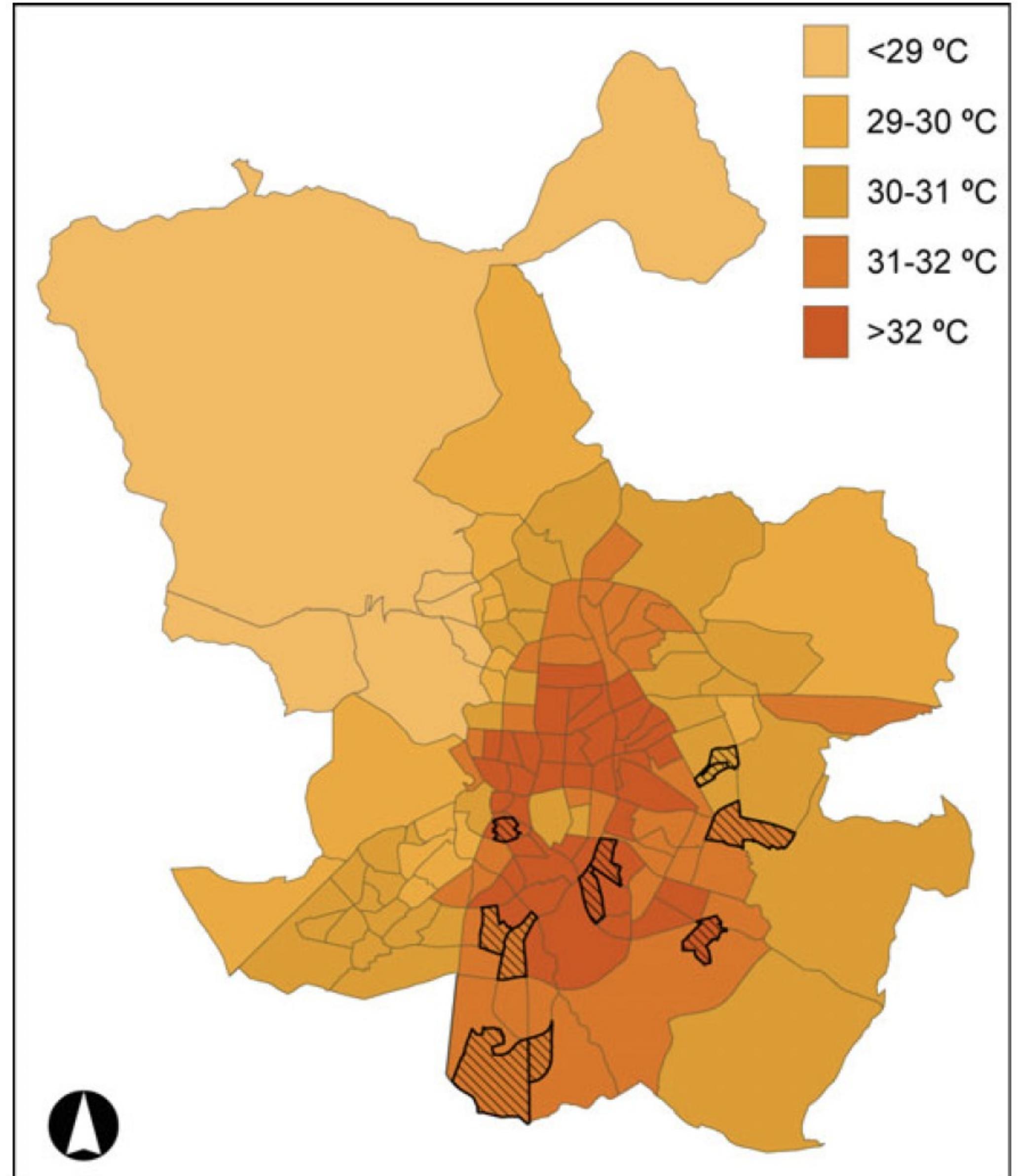
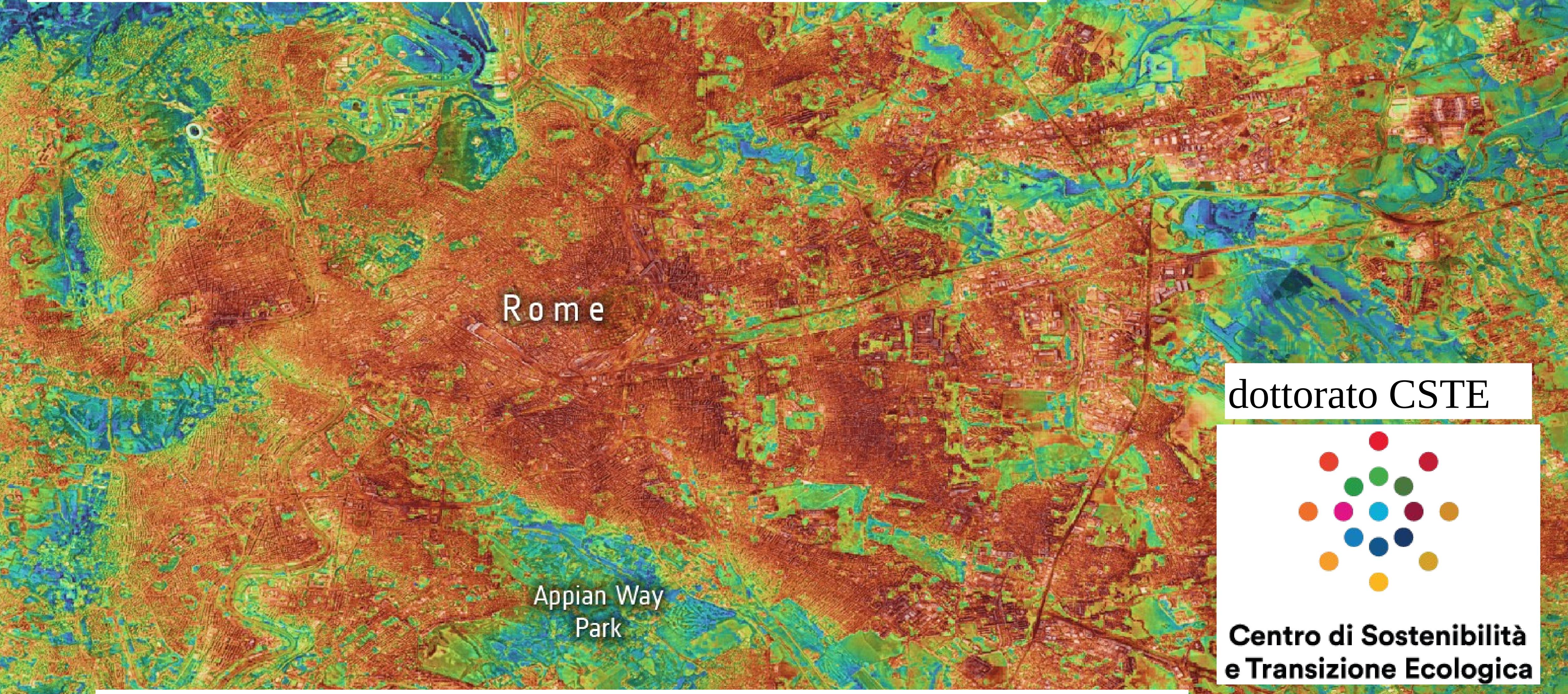


Fig. 7 UHI of Madrid during summer nighttime and severe vulnerable neighbourhoods according to selected indicators



neighbourhoods with a proportion of single-parent households and a population with low income.

Osservazioni dallo spazio



NASA's Ecostress instrument which is carried on the International Space Station.

Sentinel-2

26 July 2023 scoppiano
diversi incendi intorno a
Palermo.



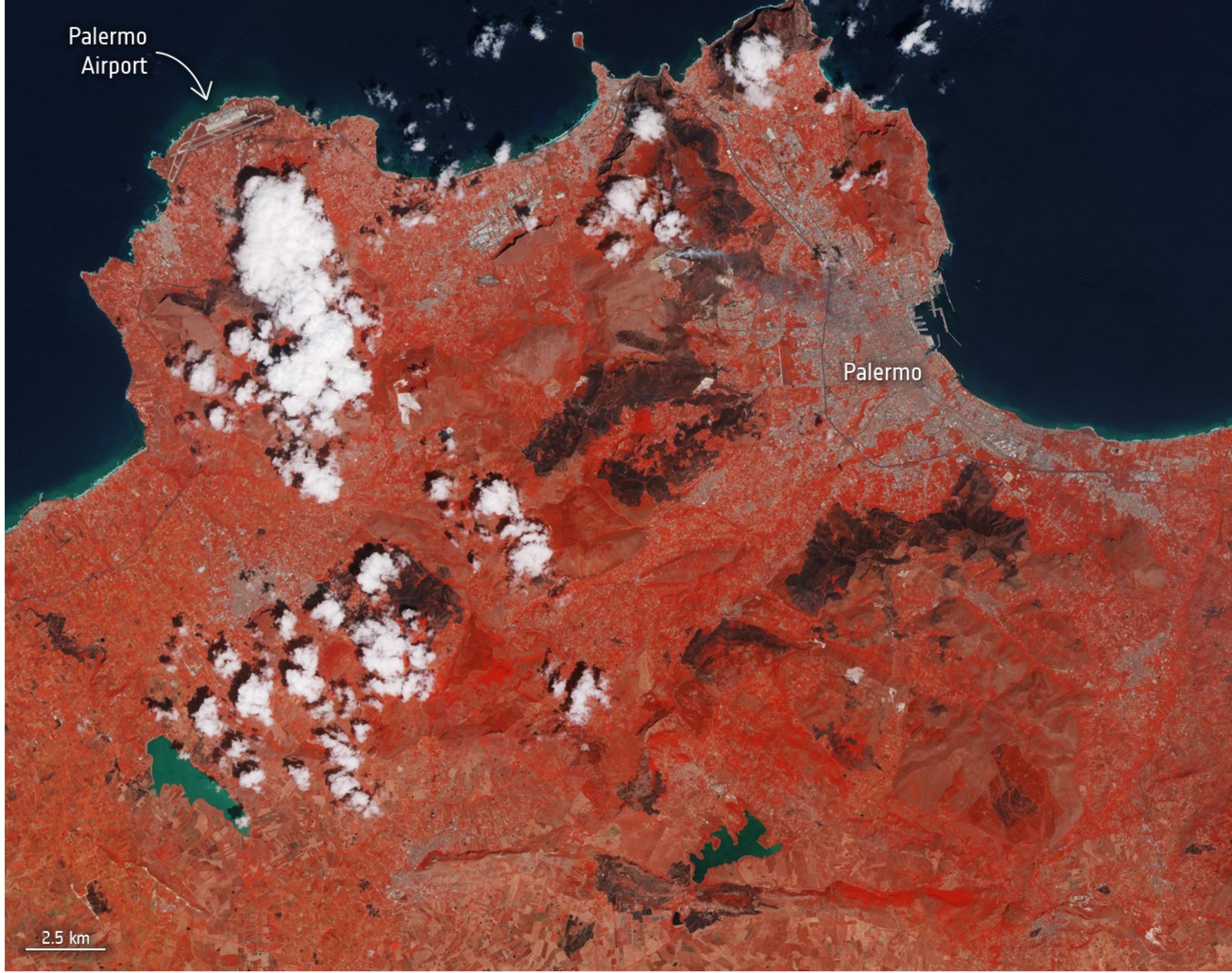
Sentinel-2

26 July 2023 scoppiano diversi incendi intorno a Palermo.

Osservazioni nel vicino infrarosso evidenziano la vegetazione in tonalità di rosso.

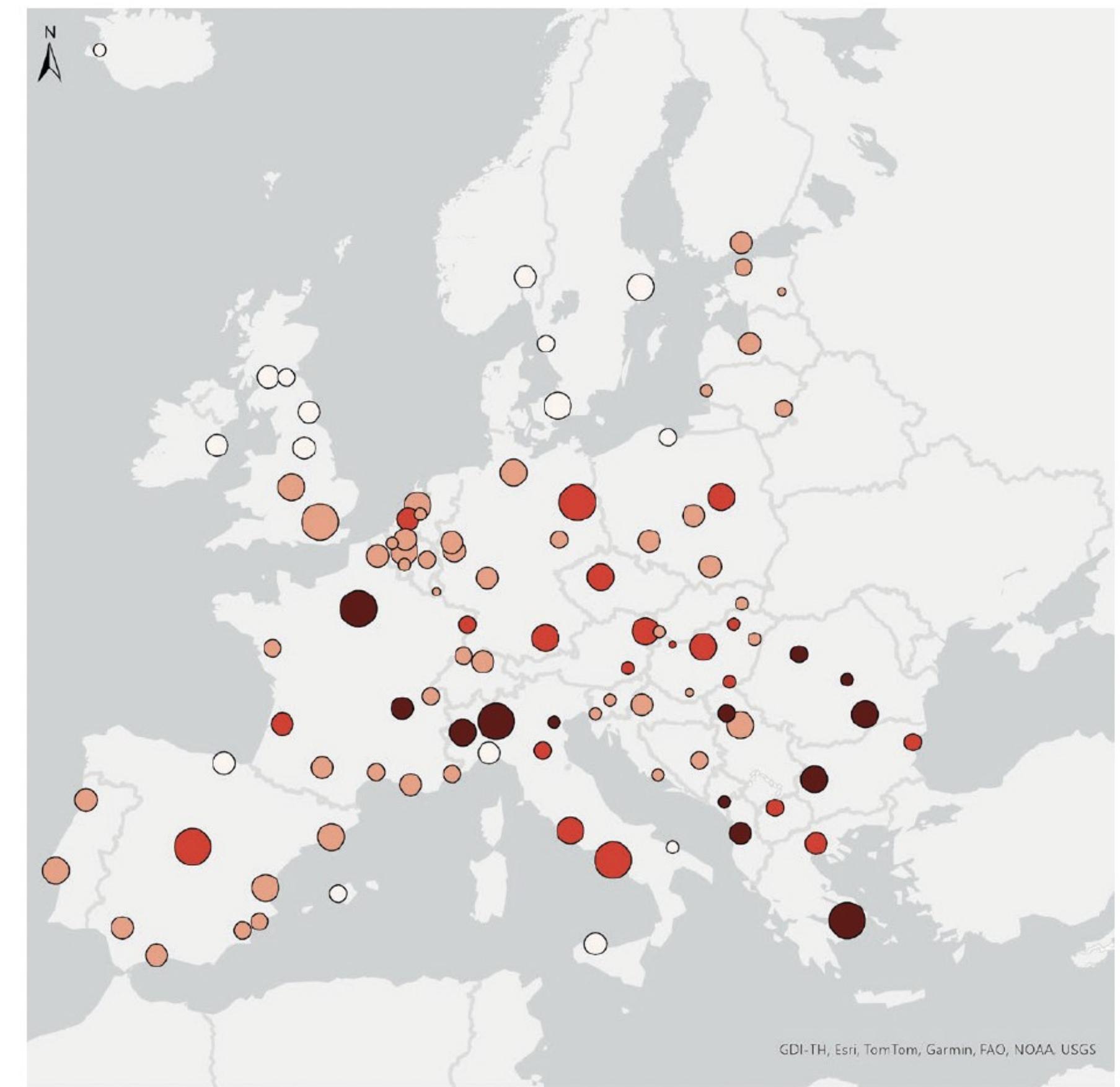
Le zone bruciate possono essere facilmente osservate e misurate.

Da una stima preliminare ed immediata circa 6000 ettari di vegetazione sono stati perduti.



Isole di calore in Europa

Figure 1 – Urban Heat Island intensity per city



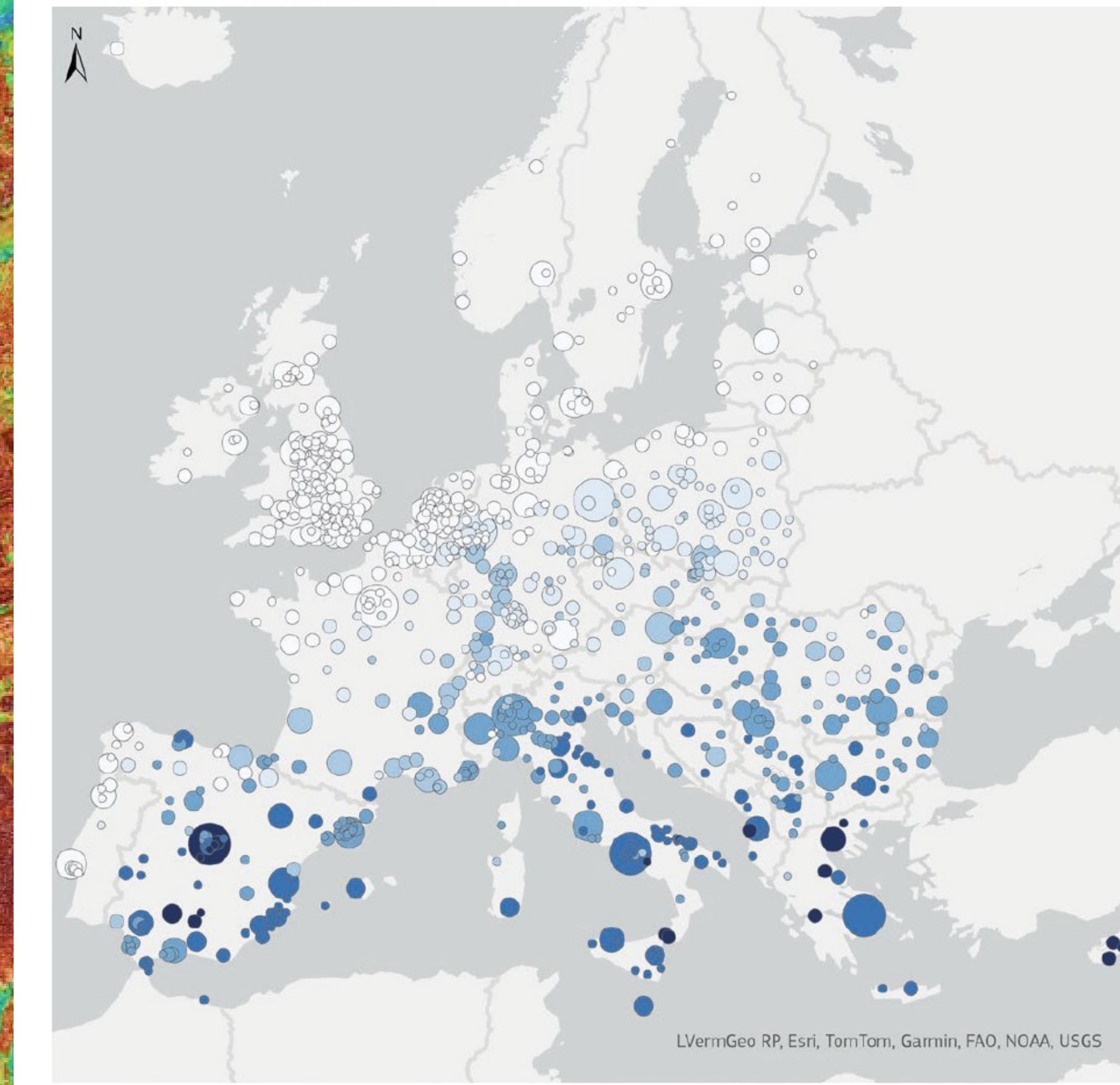
- < 100 000
- 100 000 - 250 000
- 250 000 - 500 000
- 500 000 - 1 000 000
- 1 000 000 - 2 500 000
- ≥ 2 500 000

- < 1
- 1 - 1.5
- 1.5 - 2
- > 2

Source: Authors' elaboration on DG REGIO population data and on data by European Environment Agency (2020)

0 300 600 km

Figure 2 – Cooling Degree Days per city



- < 100 000
- 100 000 - 250 000
- 250 000 - 500 000
- 500 000 - 1 000 000
- 1 000 000 - 2 500 000
- ≥ 2 500 000

- < 25
- 25 - 50
- 50 - 200
- 200 - 350
- 350 - 500
- ≥ 500

Source: Authors' elaboration on DG REGIO population data and DG JRC PVGIS data (2022)

0 300 600 km

Isole di calore cosa fare?



Integrare e potenziare le infrastrutture verdi, ad esempio promuovendo l'uso di pareti e tetti verdi e aumentando il numero di alberi e superfici vegetate.

Introdurre spazi d'acqua e corsi d'acqua nelle aree pubbliche e fornire acqua potabile alla popolazione, oltre a rendere più efficiente l'uso dell'acqua.

Ristrutturazione e rinnovamento degli edifici con isolamento e persiane, nonché utilizzo di materiali riflettenti, come la vernice bianca, su strade ed edifici.

Promuovere l'agricoltura urbana.

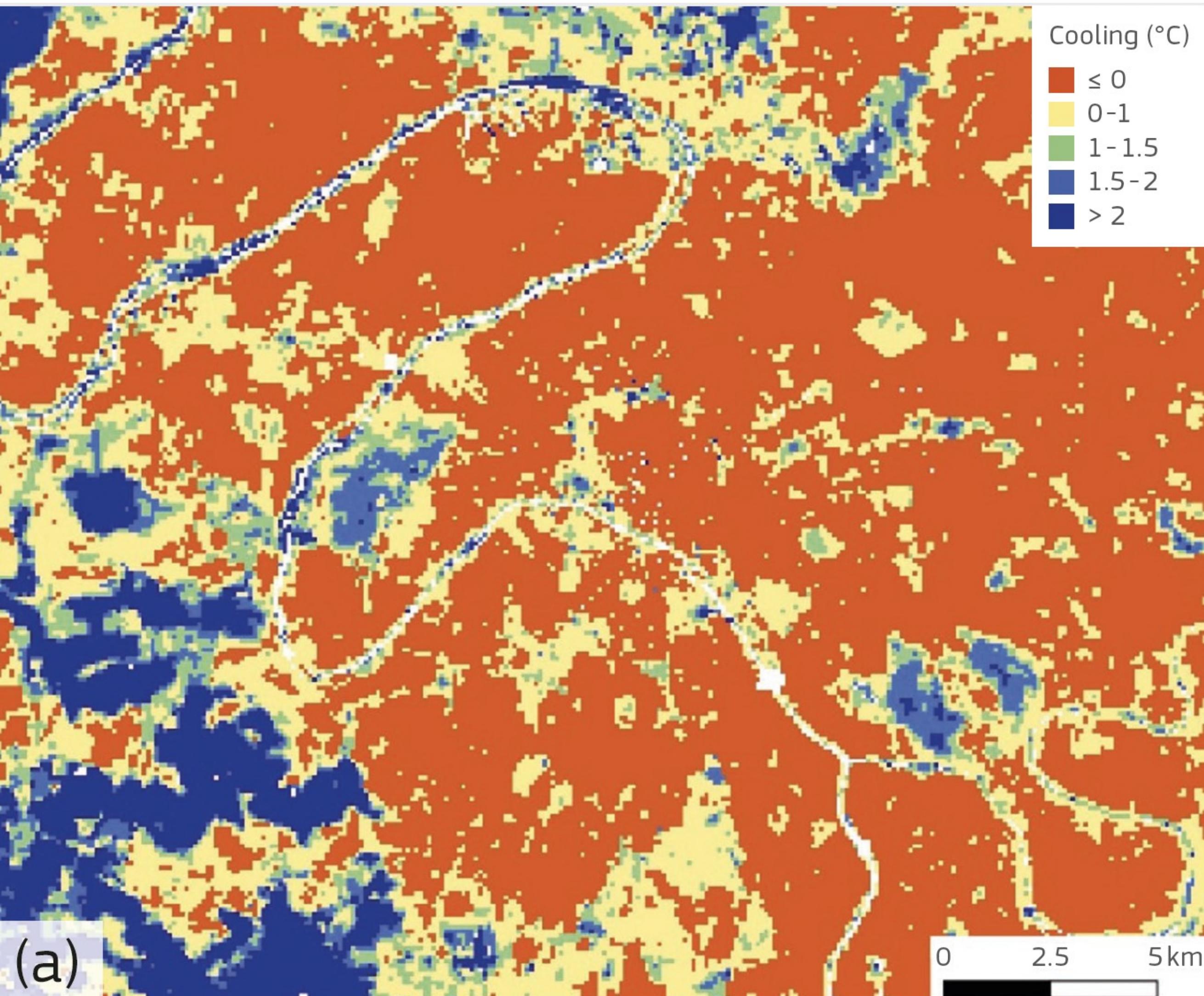
Isole di calore, cosa fare?

In uno studio condotto in oltre 600 città europee, è stato analizzato il ruolo degli spazi verdi urbani nella riduzione della temperatura dell'aria.

Ad esempio, nella città di Parigi, gli alberi urbani riducono la temperatura dell'aria di 0,8 °C in media, con picchi fino a 7 °C.

Jardin des Tuilleries e il Jardin des Plantes, nel centro della città, nonché il Bois de Vincennes e il Bois de Boulogne ai confini est e ovest della città.

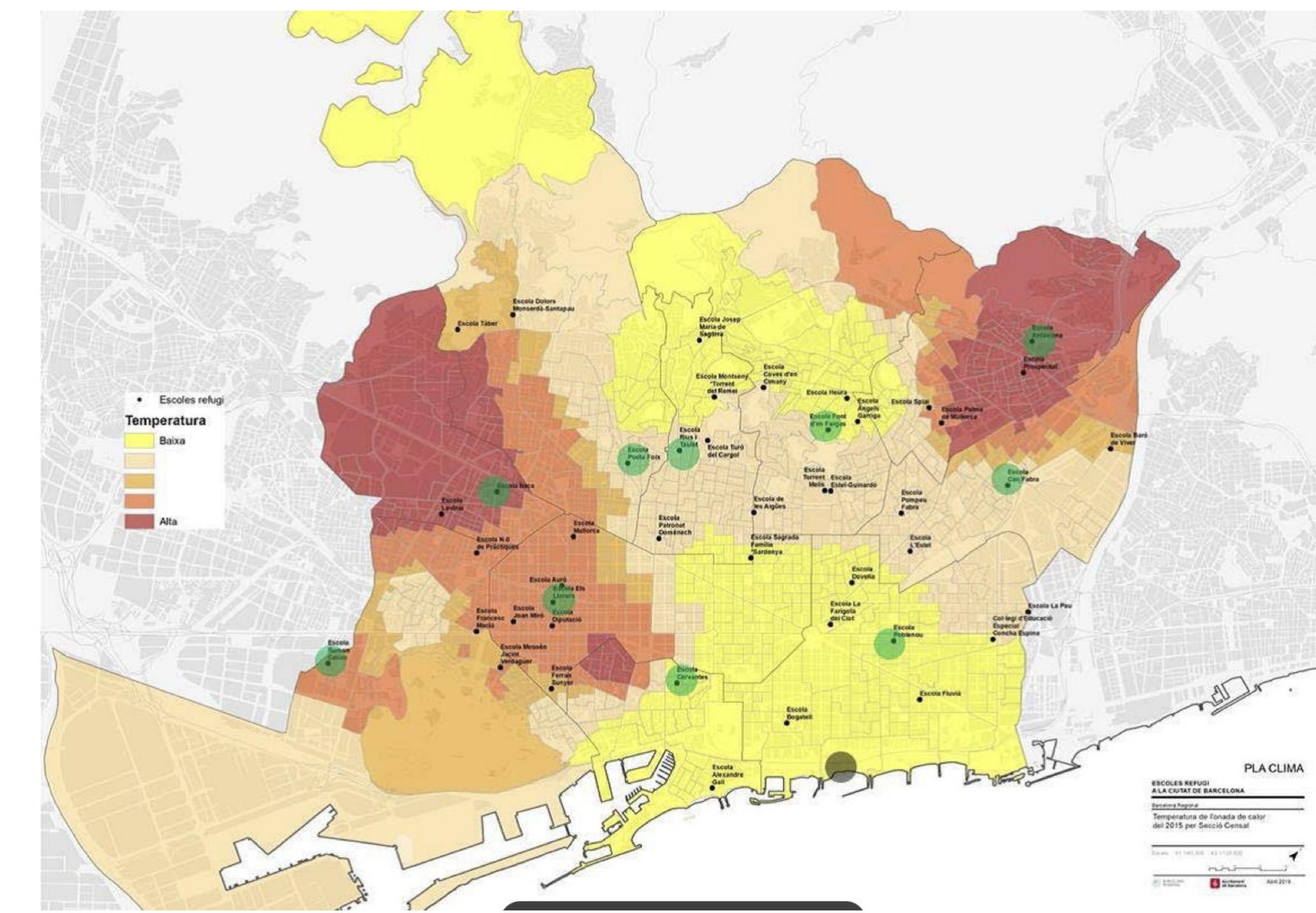
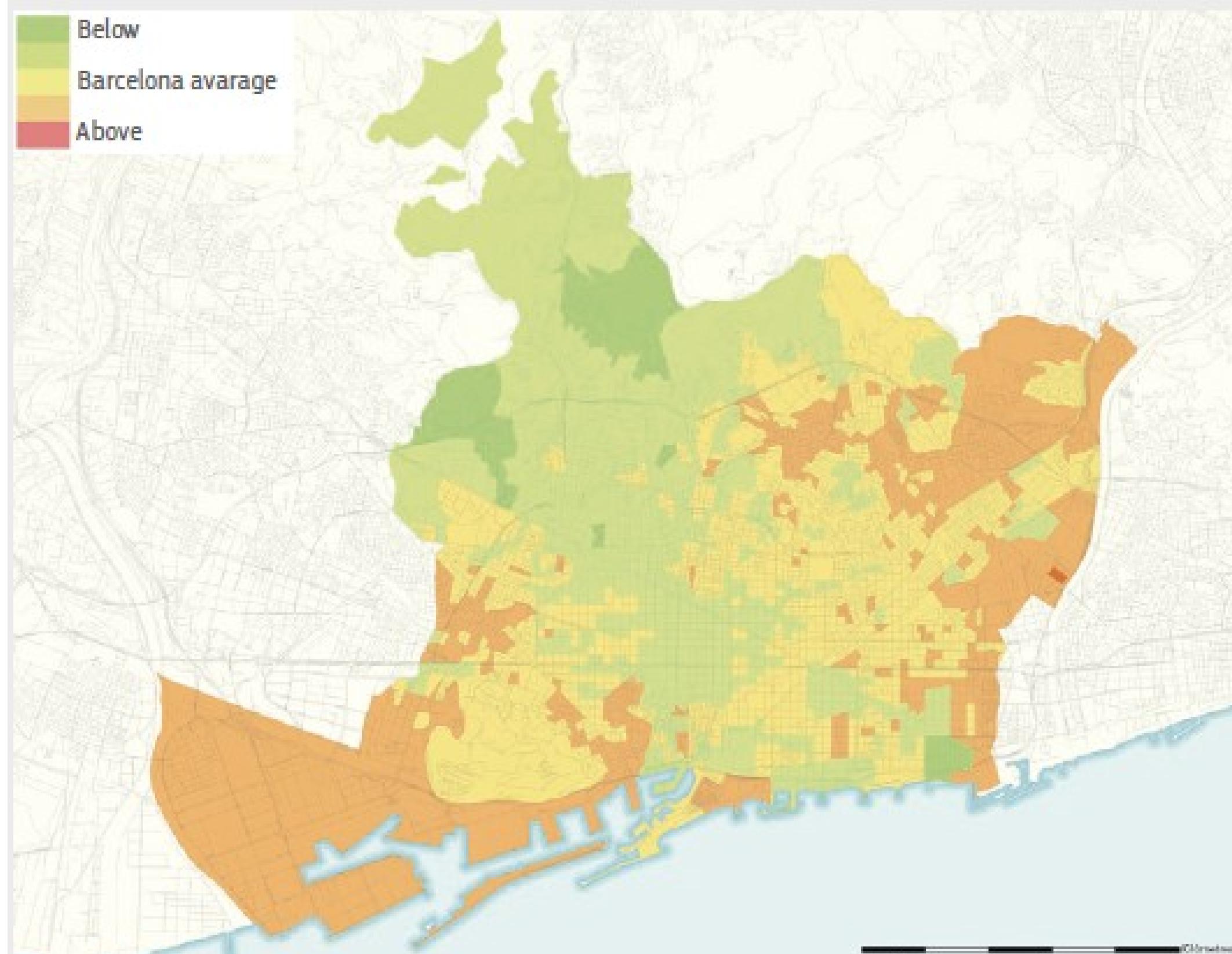
E comunque esiste la conduzione termica...



Climate Shelters (Barcellona)

10 scuole selezionate popolazione più vulnerabile

Figure 3 – Barcelona spatial vulnerability to heatwaves



I rifugi climatici sono aree nelle scuole dove vengono fatti interventi per migliorare l'adattamento della città al cambiamento climatico. Questi rifugi climatici migliorano la vita delle persone che frequentano la scuola e vengono aperte al pubblico quando la scuola è chiusa.

Interventi
blue (acqua)
verdi (più ombra e vegetazione)
grigi (infrastrutturali)

more to nature.

Torino, Mirafiori Sud

proGIreg

<https://progireg.eu/>

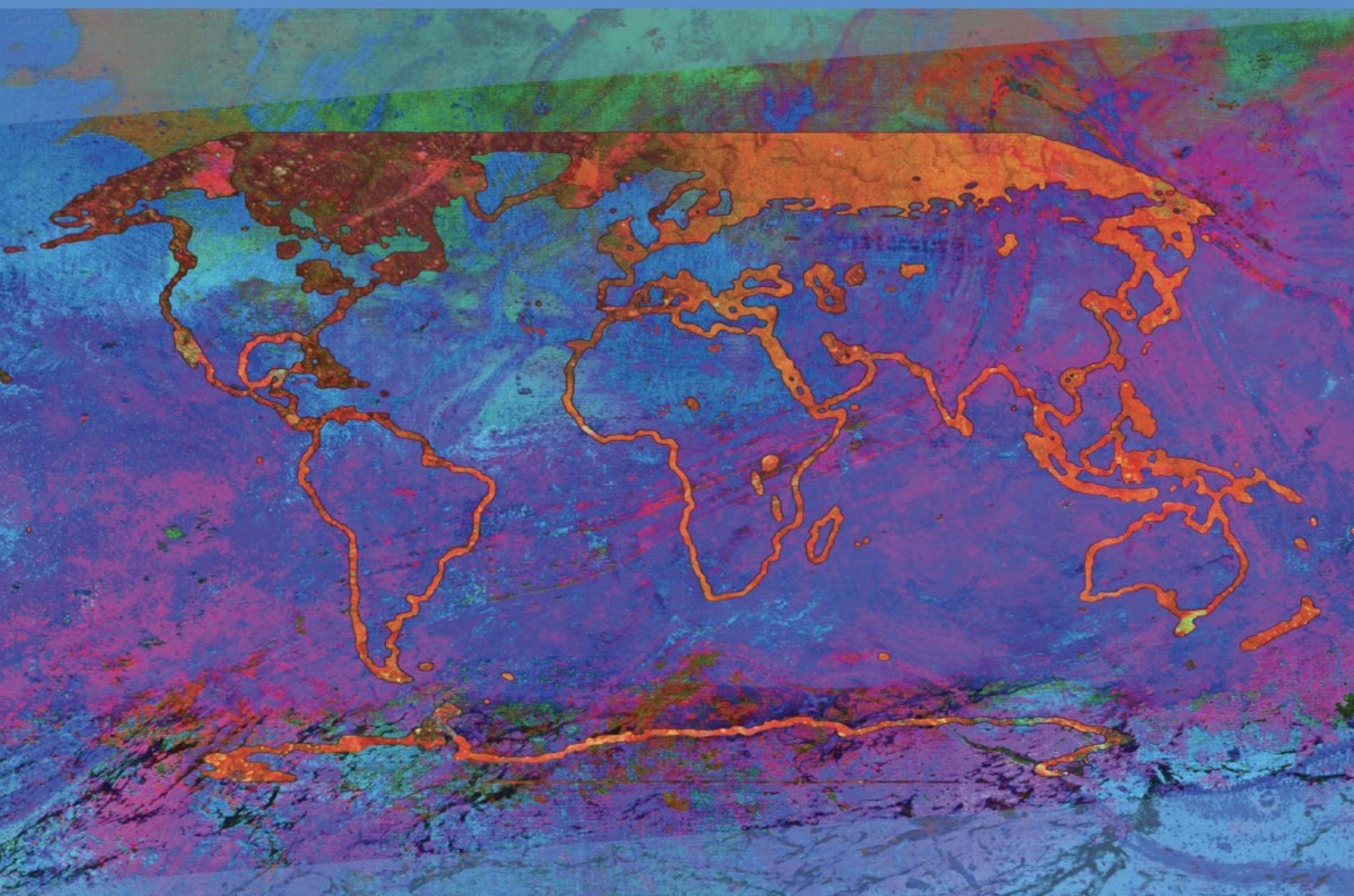


New soil production in
Sangone Park



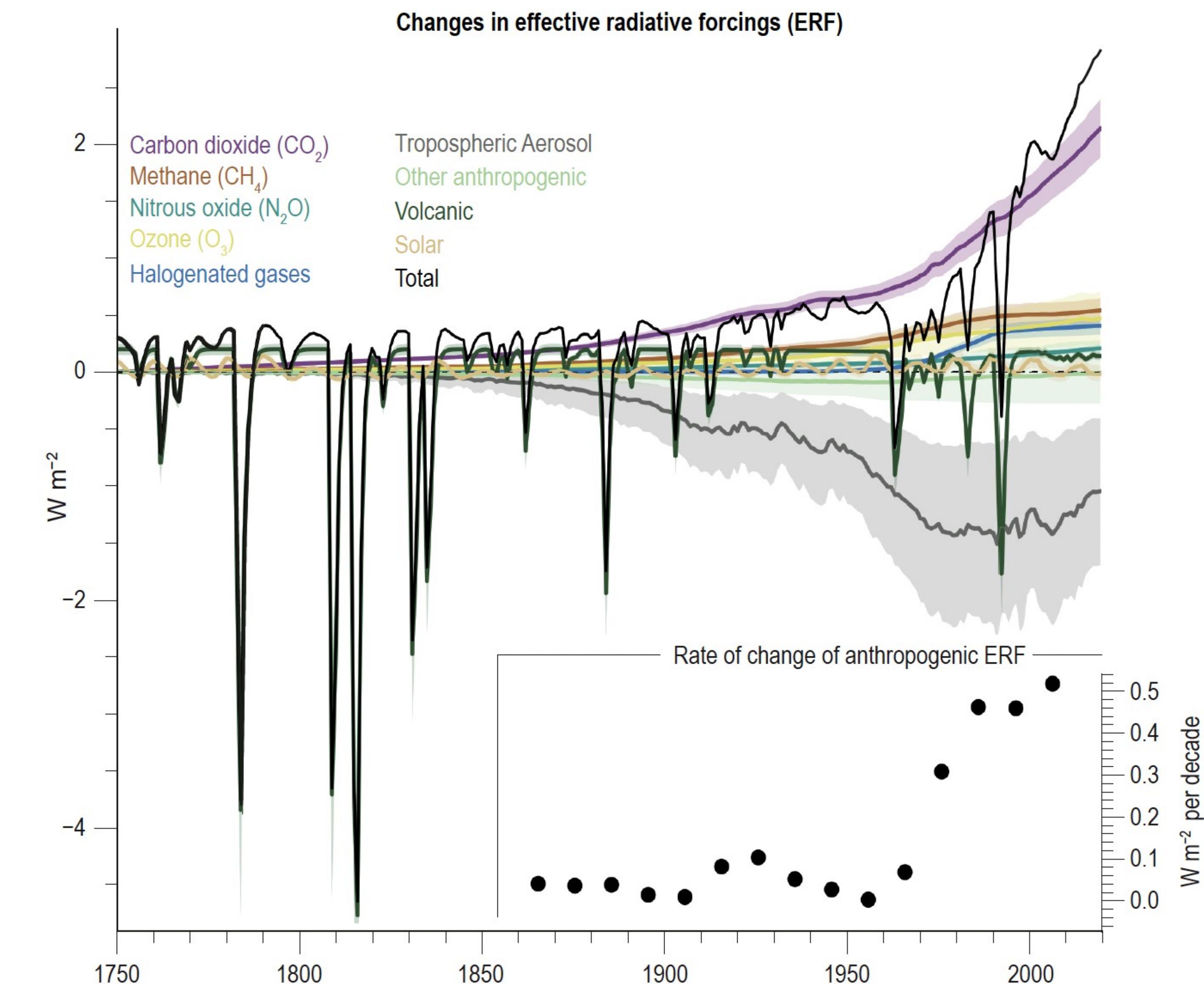
Climate Change 2021

The Physical Science Basis



WGI

Working Group I Contribution to the
Sixth Assessment Report of the
Intergovernmental Panel on Climate Change



Conclusioni

