



QUALITÀ DELL'ARIA E MICROCLIMA URBANO

Nuovi strumenti di valutazione in ambiente urbano: il caso di Torino

Valeria Garbero e Stefano Bande
Arpa Piemonte,

Dipartimento Rischi Naturali ed Ambientali - Meteorologia, Clima e Qualità dell'Aria

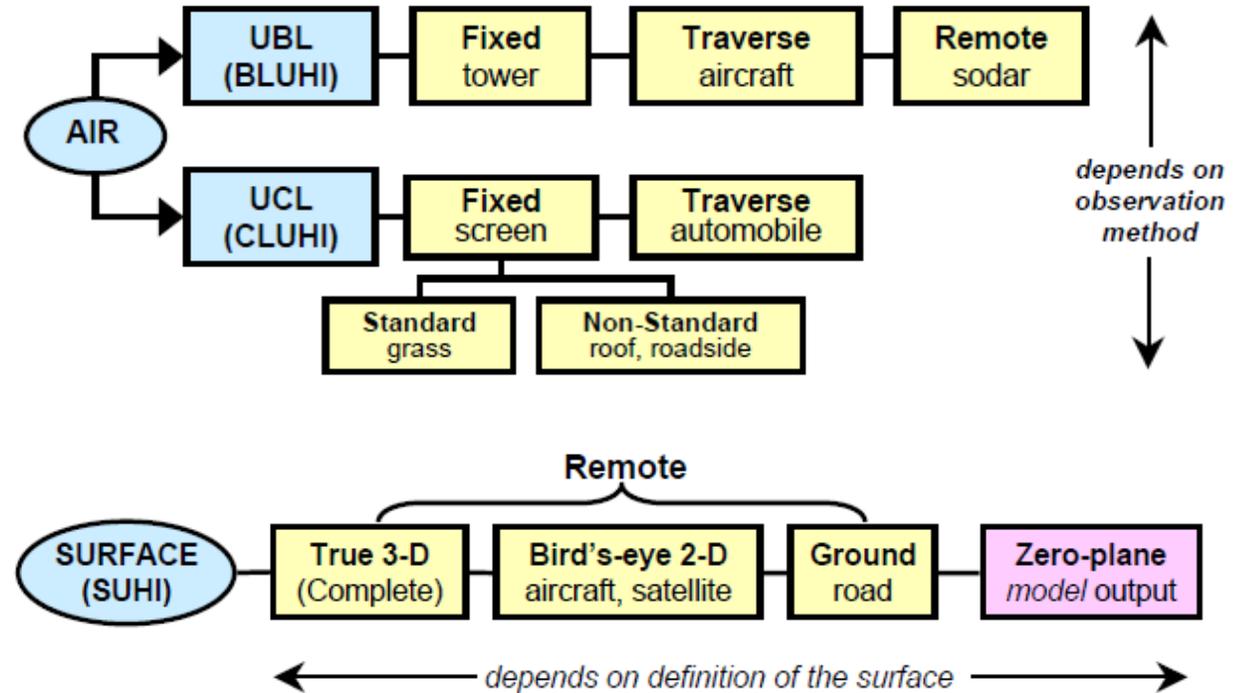
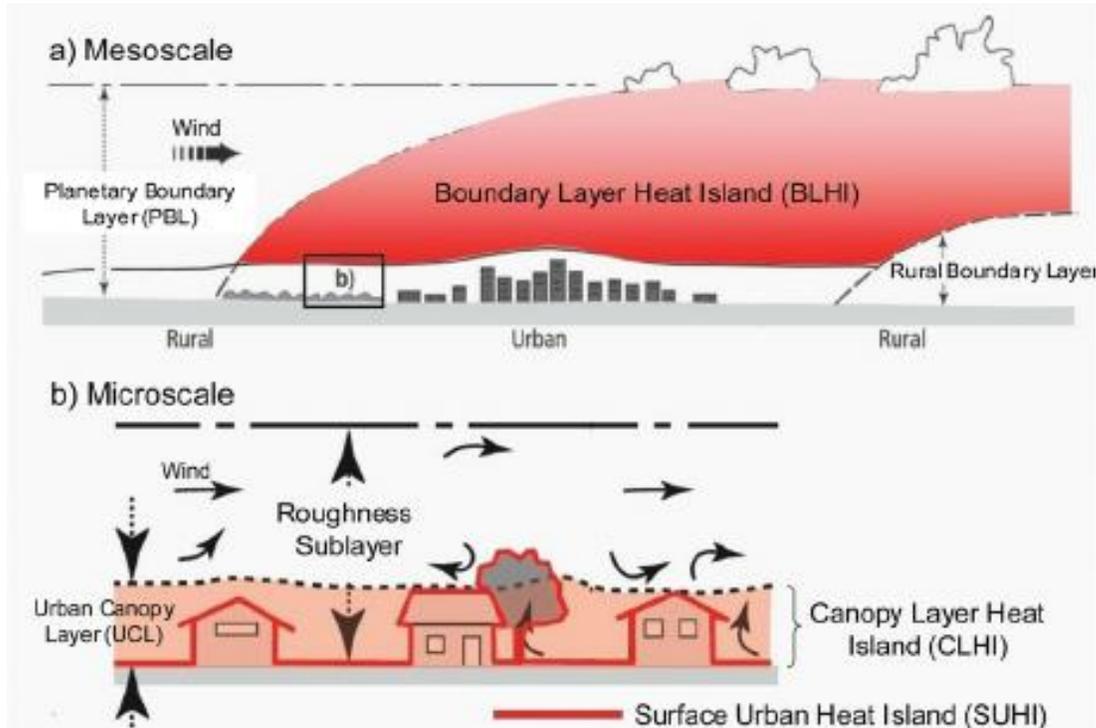
MICROCLIMA URBANO

ISOLA DI CALORE URBANA O UHI (URBAN HEAT ISLAND)



UHI: COME SI MISURA?

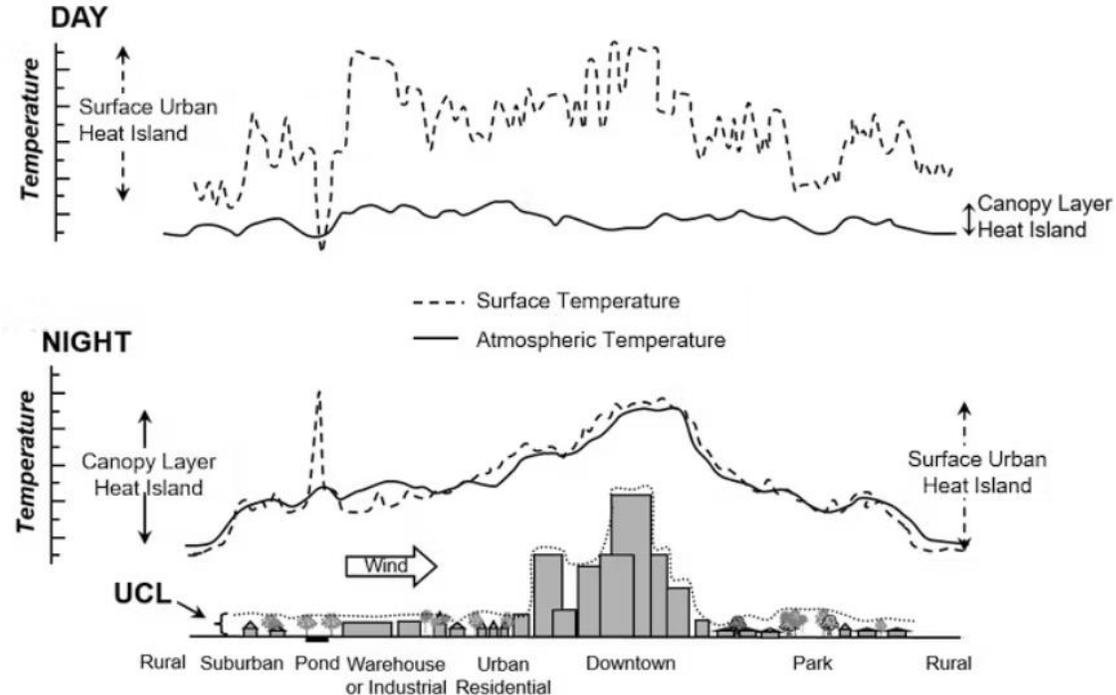
$$UHI = T_{URB} - T_{RUR}$$



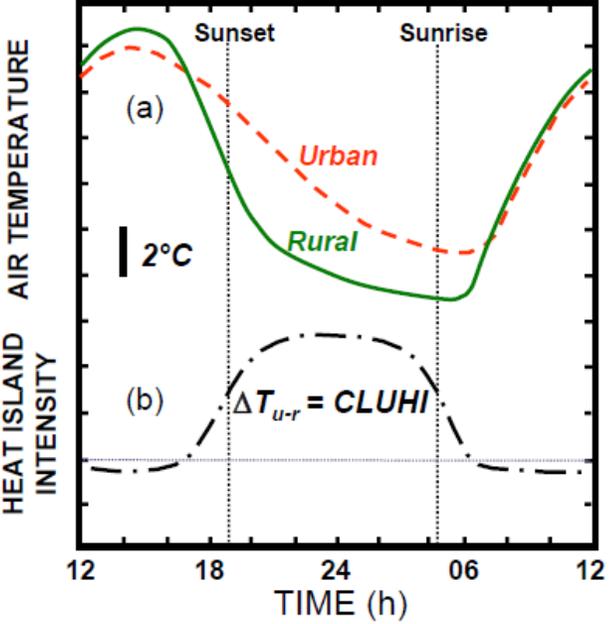
NELLA VALUTAZIONE DEL RISCHIO PER LA POPOLAZIONE LEGATO ALLE ONDATE DI CALORE, LA VARIABILE DI INTERESSE È LA TEMPERATURA DELL'ARIA A 2M → **UHI=CLUHI**

(CL)UHI E SUHI

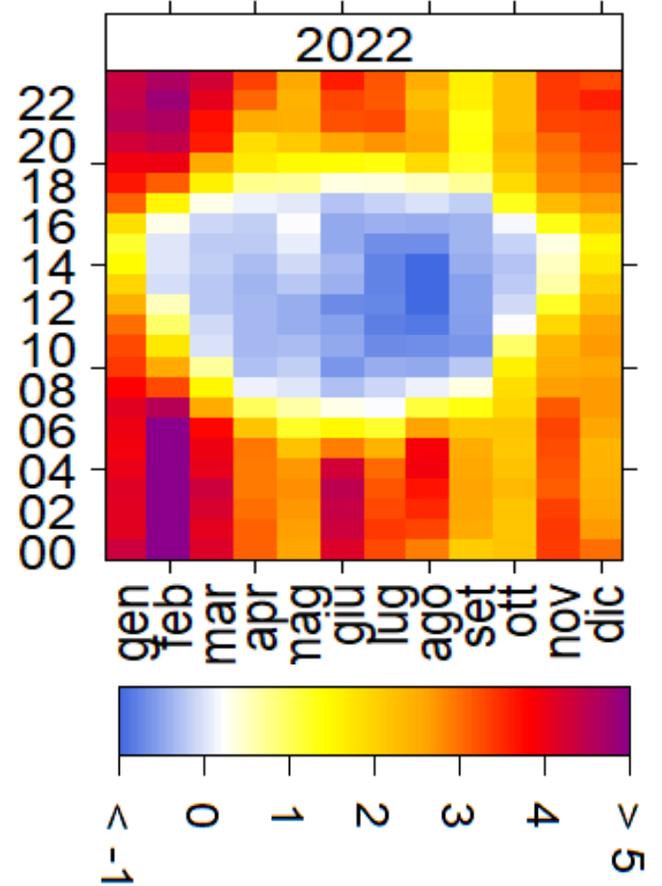
$$UHI = T_{\text{CONSOLATA}} - T_{\text{BAUDUCCHI}}$$



The geography of the Urban Heat Island. Jamie Voogt, University of Western Ontario, Author provided



UHI È UN FENOMENO
PREVALENTEMENTE
NOTTURNO



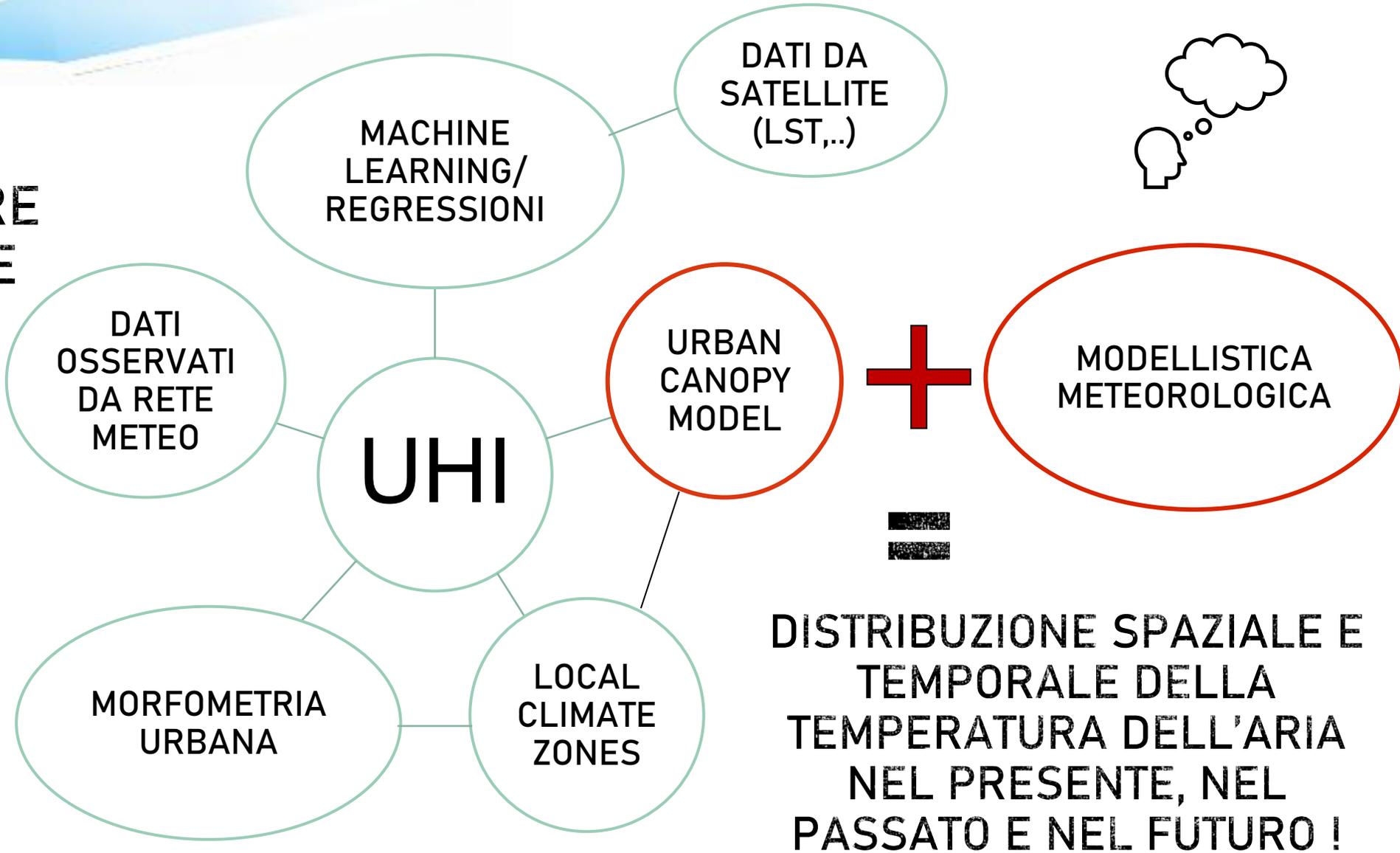
M. Milelli et al., Characterization of the Urban Heat and Dry Island effects in the Turin metropolitan area, Urban Climate (2023)





UHI: COME SI STIMA?

**COME STIMARE
L'ISOLA DI CALORE
E INDIVIDUARE LE
AREE PIÙ
VULNERABILI?**



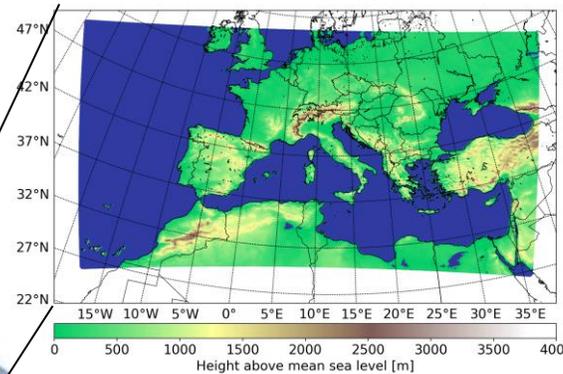
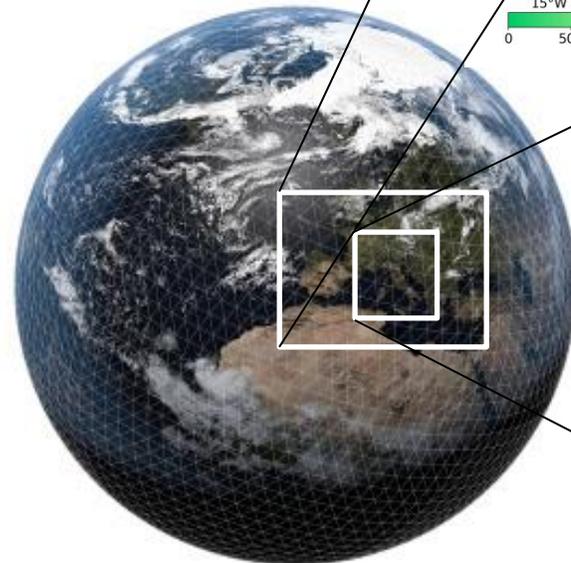
MODELLO COSMO

ARPA PIEMONTE, ARPA EMILIA-ROMAGNA E AERONAUTICA MILITARE PARTECIPANO AL CONSORTIUM FOR SMALL-SCALE MODELLING: MODELLO AD AREA LIMITATA COSMO PER LE PREVISIONI DETERMINISTICHE E PROBABILISTICHE

PARAMETRI ESTERNI:
OROGRAFIA, CARATTERISTICHE
DEL SUOLO, ETC.

CONDIZIONI INIZIALI
E AL CONTORNO

COSMO



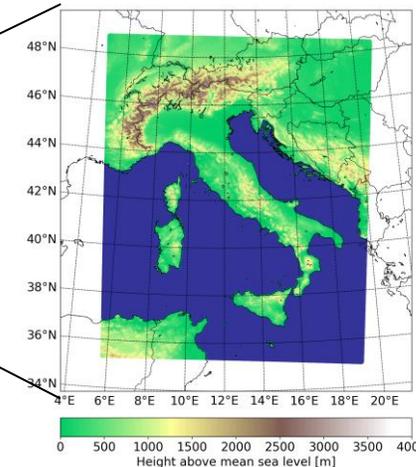
COSMO-5M

Dominio: area del Mediterraneo

Risoluzione: 0,045° (~5 km)

Condizione iniziale: analisi
COMET-LETKF

Condizioni al contorno: **IFS** a 9 km



COSMO-2I

Dominio: area italiana

Risoluzione: 0,02° (~2.2 km)

Condizione iniziale: analisi
KENDA-LETKF

Condizioni al contorno: **IFS** a 9 km

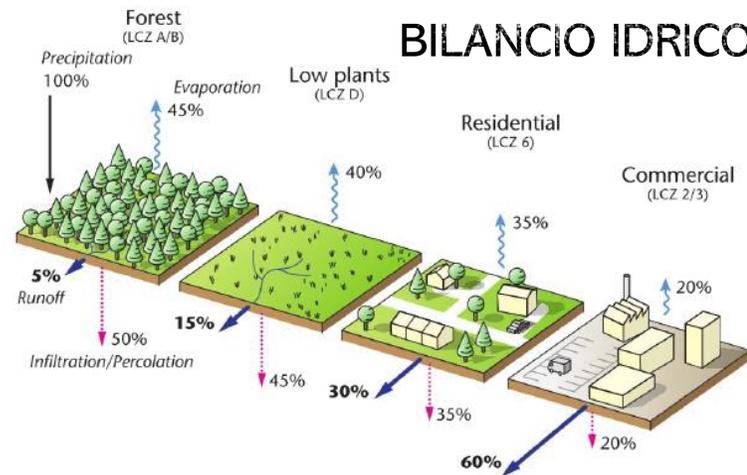
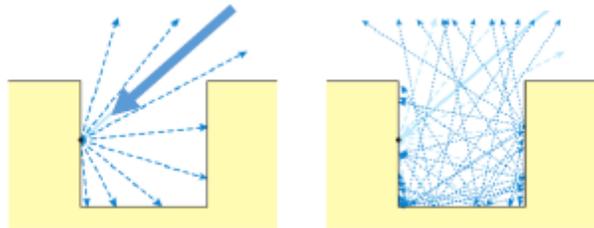


UHI IN COSMO

IN COSMO OPERATIVO COME È RAPPRESENTATA LA CITTÀ ?

ZERO-ORDER MODEL → PARAMETRI AERODINAMICI, RADIATIVI E TERMICI CARATTERISTICI DI USO DEL SUOLO URBANO: MAGGIORE RUGOSITÀ SUPERFICIALE, MINORE COPERTURA VEGETATIVA, ETC.

CARATTERISTICHE DELLA GEOMETRIA URBANA



EMISSIONI DI CALORE ANTROPOGENICO



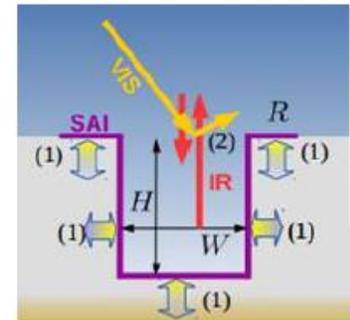
ALLA SCALA URBANA È UNA RAPPRESENTAZIONE POCO EFFICACE, LA COMPLESSITÀ DEI FENOMENI NON È RIPRODOTTA!

BILANCIO ENERGETICO SUPERFICIE-ATMOSFERA È MODIFICATO DALLA PRESENZA DELLA CITTÀ

URBAN CANOPY MODEL TERRA-URB IMPLEMENTATO IN COSMO

⚛️ PARAMETRIZZAZIONE SURY (SEMI-EMPIRICAL URBAN CANOPY PARAMETERIZATION)

1. >> TRASPORTO E IMMAGAZZINAMENTO DEL CALORE NEL SUOLO DOVUTO ALL'AUMENTO DELLA SUPERFICIE DI CONTATTO CON L'ATMOSFERA (SAI)
2. << ALBEDO DERIVANTE DALL'INTRAPPOLAMENTO RADIATIVO DA PARTE DELLA CANOPY URBANA (H/W)
3. >> RESISTENZA DELLA SUPERFICIE AL VENTO DA PARTE DEGLI EDIFICI (H)

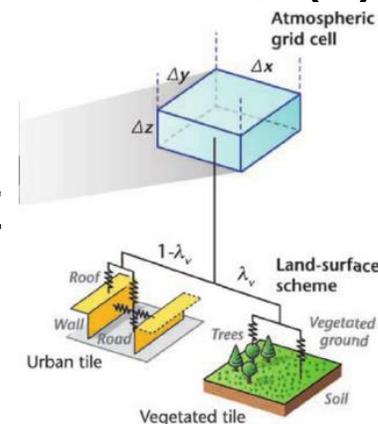


“Translation of urban canopy parameters into bulk parameters”

⚛️ SUPERFICIE URBANA IMPERMEABILE

⚛️ APPROCCIO A 'TILE': FRAZIONE URBANA, DEFINITA DA ISA (IMPERVIOUS SURFACE PARAMETER), E FRAZIONE RURALE

⚛️ FLUSSO DI CALORE ANTROPOGENICO (AHF)



<https://github.com/hendrikwout/sury>



TERRA_URB

AHF (ANTHROPOGENIC HEAT FLUX)

ISA (IMPERVIOUS SURFACE AREA)

PARAMETRI URBANI GEOMETRICI

ALTEZZA EDIFICI, RAPPORTO

ALTEZZA/LARGHEZZA EDIFICI E FRAZIONE
DEGLI EDIFICI

PARAMETRI URBANI TERMICI

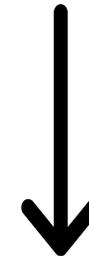
ALBEDO, EMISSIVITÀ, RUGOSITÀ, CONDUTTIVITÀ
DEL CALORE E CAPACITÀ TERMICA

*PARAMETRI
COSTANTI*

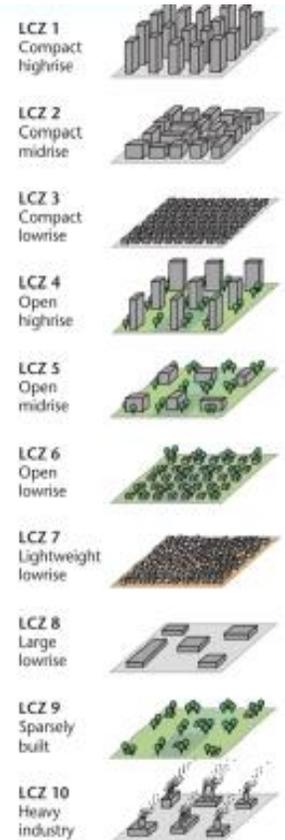


Urban canopy parameters		
parameter name	symbol	default value
substrate albedo	α	0.101
substrate emissivity	ϵ	0.86
substrate heat conductivity	λ_s	$0.777 \text{ W m}^{-1} \text{ K}^{-1}$
substrate heat capacity	$C_{v,s}$	$1.25 \cdot 10^6 \text{ J m}^{-3} \text{ K}^{-1}$
building height	H	15 m
canyon height-to-width ratio	$\frac{H}{W}$	1.5
roof fraction	R	0.67

AREE URBANE MOLTO DIVERSE TRA
LORO: NECESSITÀ DI INTRODURRE
PARAMETRI 2D

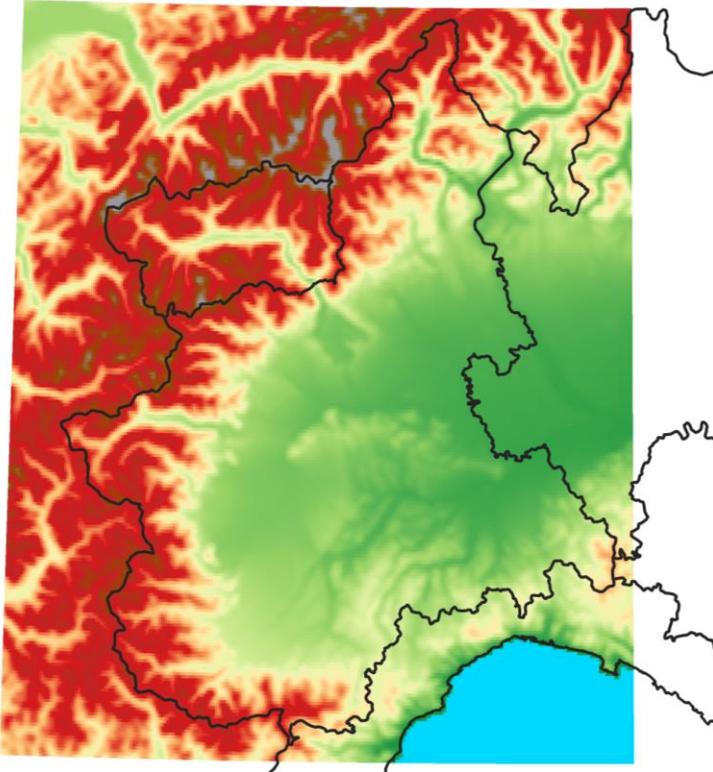


CLASSIFICAZIONE
LOCAL CLIMATE ZONES
(LCZ)



Stewart, I. D., & Oke, T. R. Local climate zones for urban temperature studies. *Bull. Am. Meteorol. Soc.* 2012, 93(12), 1879-1900.

COSMO-1P + TERRA_URB SET-UP



DOMINIO: PIEMONTE

RISOLUZIONE: 0,01° (~1 KM)

CONDIZIONI INIZIALE E AL
CONTORNO:

1. ANALISI DI COSMO-2I A 2.2 KM
2. ANALISI DI IFS A 9 KM

PERIODI DI SIMULAZIONE:

INVERNO: 6-26 GENNAIO 2022

PRIMAVERA: 9-23 MAGGIO 2022

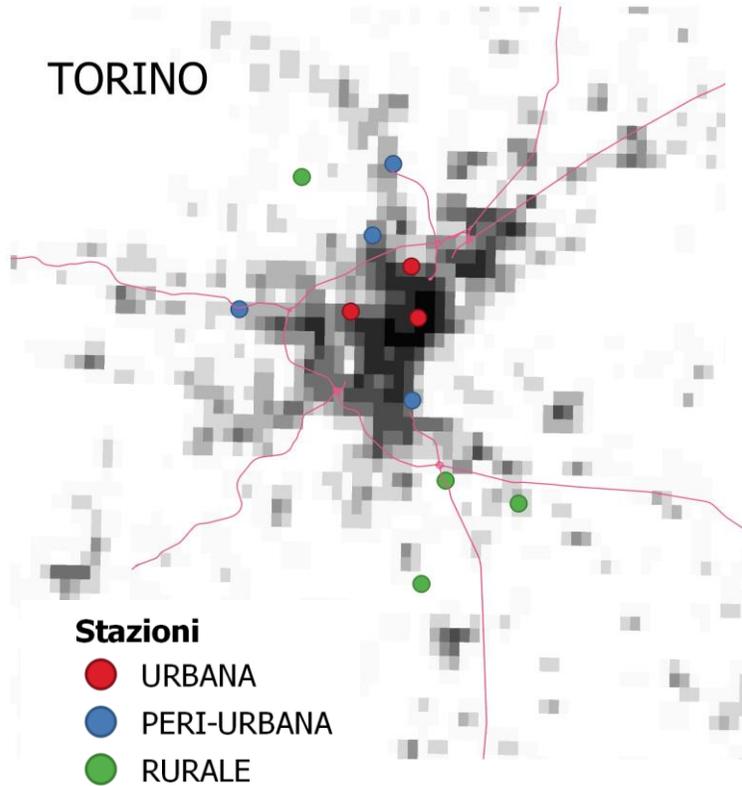


	C2I-ref	IFS-ref	C2I-urb	IFS-urb
ICBC	COSMO-2I	IFS	COSMO-2I	IFS
TERRA_URB	FALSE	FALSE	TRUE	TRUE

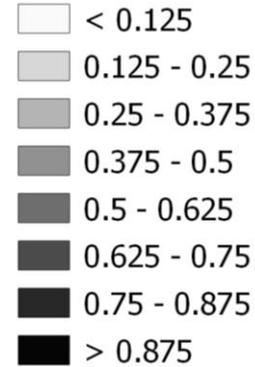
PARAMETRI URBANI: MAPPA LCZ A 100 M DA WUDAPT (WORLD URBAN DATABASE WORLD URBAN DATABASE AND ACCESS PORTAL TOOLS)

Demuzere, M., Bechtel, B., Middel, A., & Mills, G. Mapping Europe into local climate zones. *PloS one* 2019, 14(4).

COSMO-1P + TERRA_URB VALIDAZIONE



ISA (Impervious Surface Fraction)

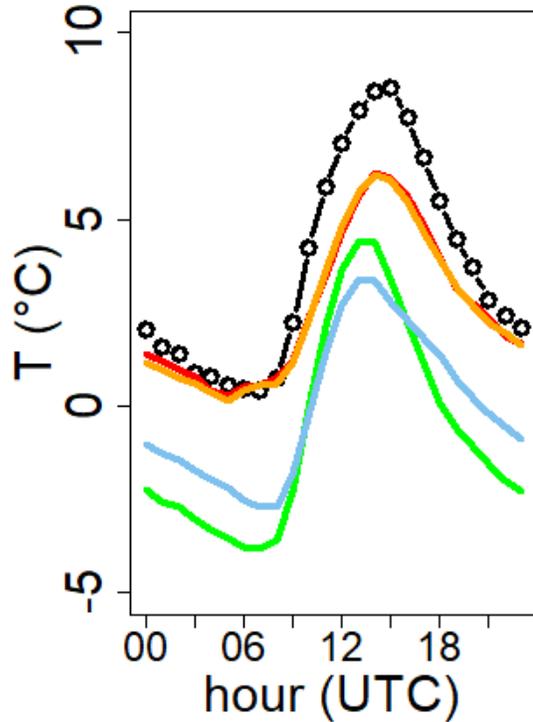


LCZ

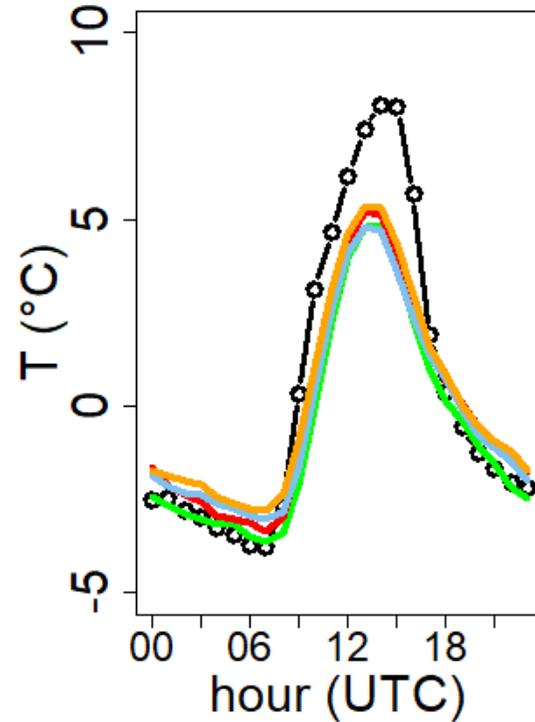


COSMO-1P + TERRA_URB RISULTATI-INVERNO

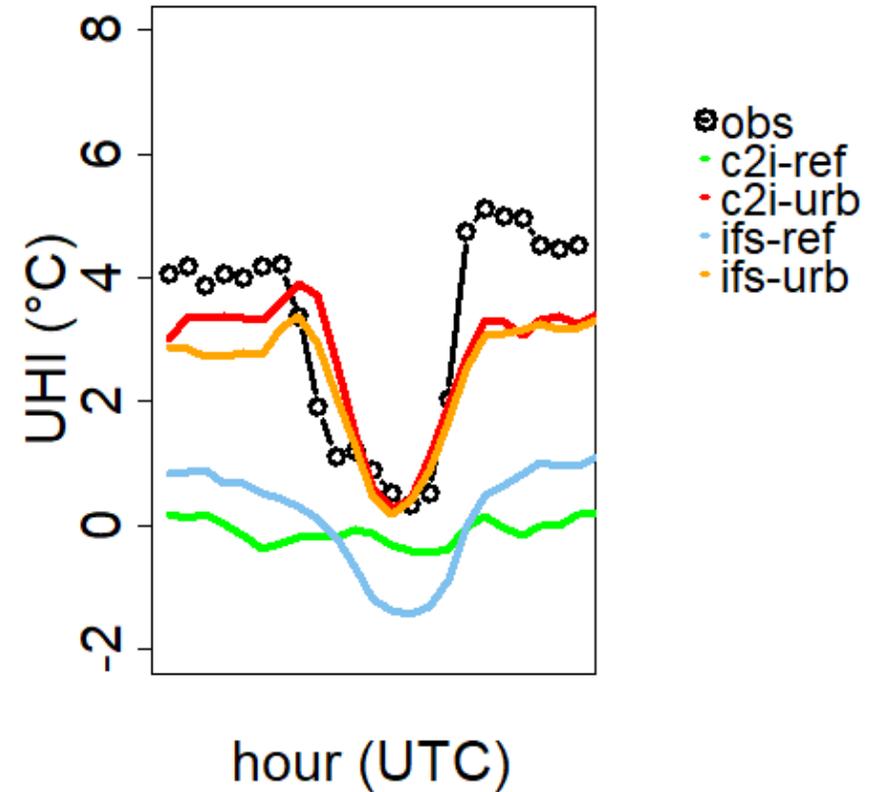
STAZIONE URBANA



STAZIONE RURALE



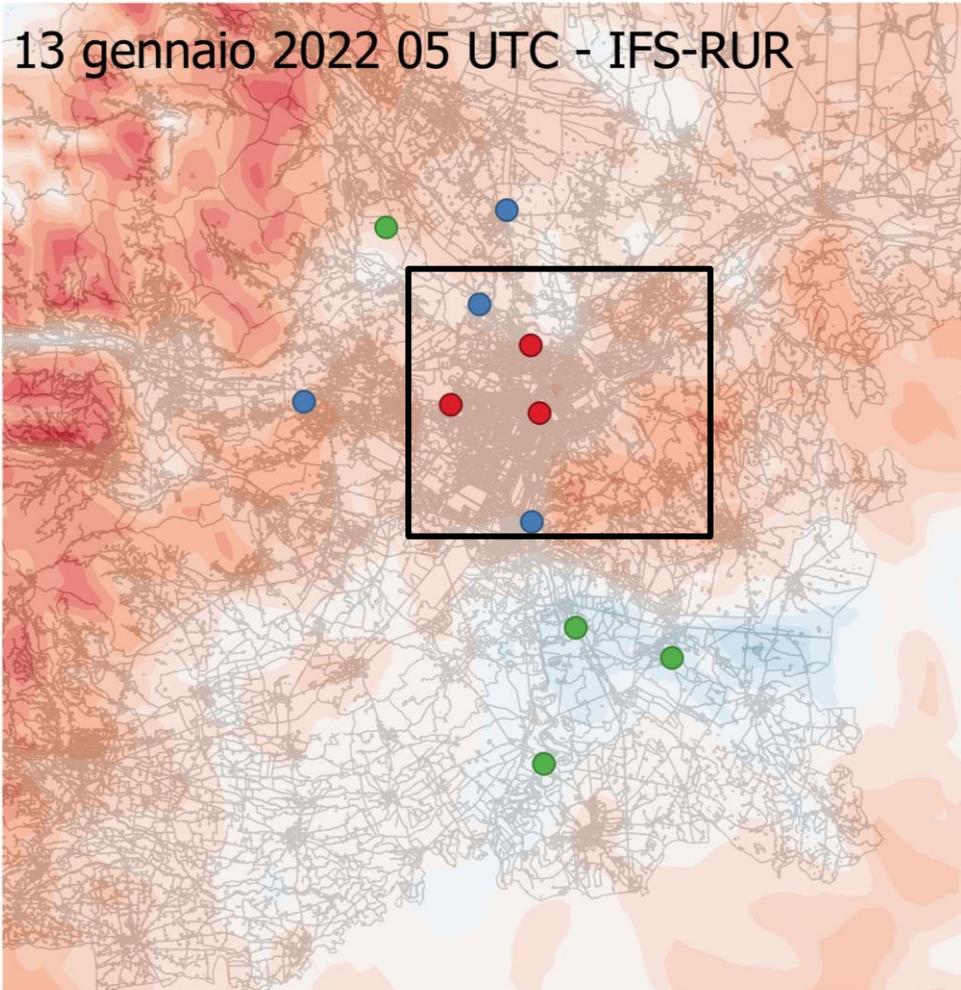
CONSOLATA - BAUDUCCHI



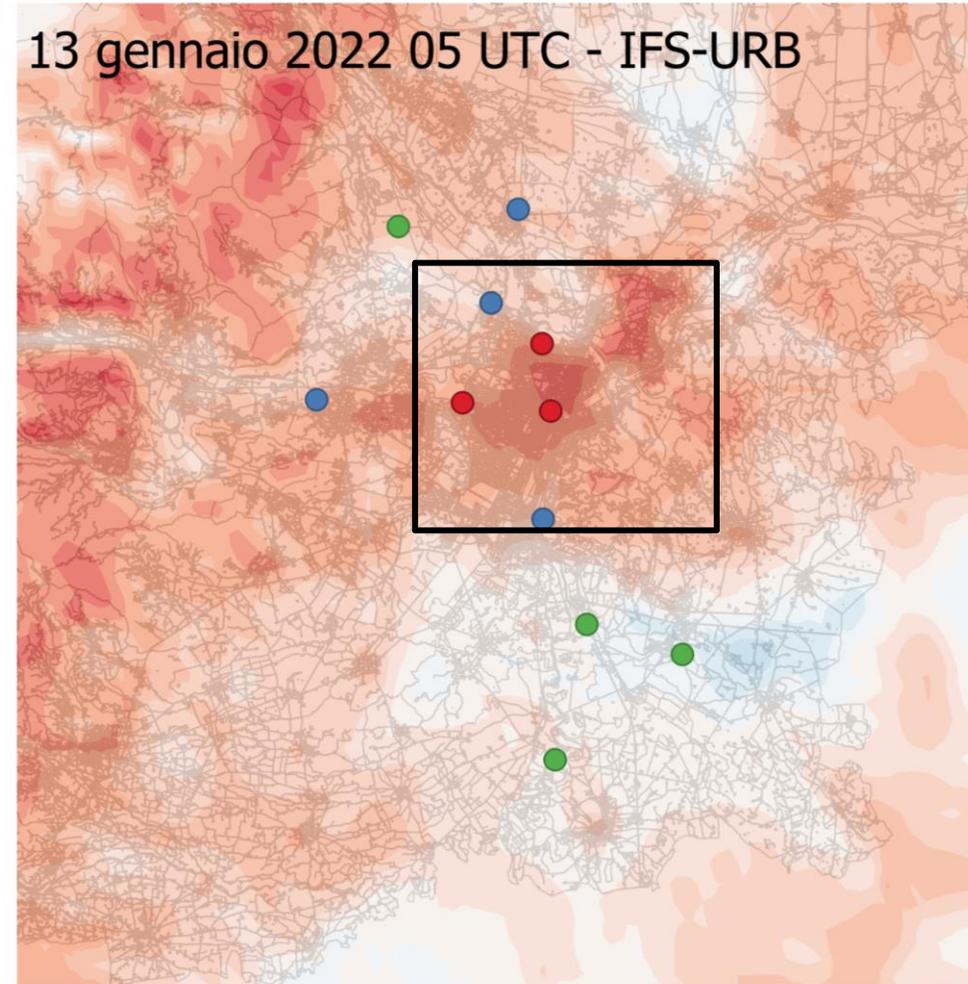
**URB MIGLIORA LA RICOSTRUZIONE DELLE TEMPERATURE
NELLE ORE NOTTURNE E LA RIPRODUZIONE DELL'UHI**

COSMO-1P + TERRA_URB RISULTATI-INVERNO

13 gennaio 2022 05 UTC - IFS-RUR



13 gennaio 2022 05 UTC - IFS-URB

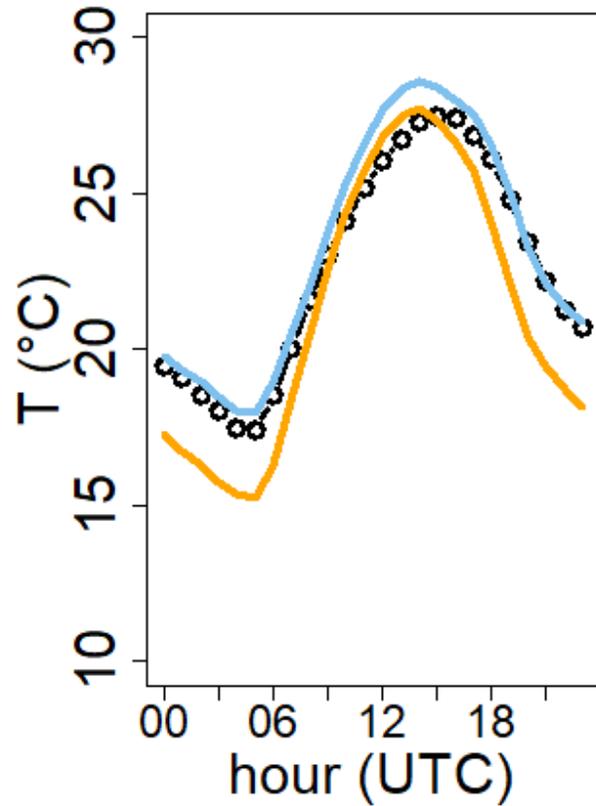


Stazioni
● URBANA
● PERI-URBANA
● RURALE

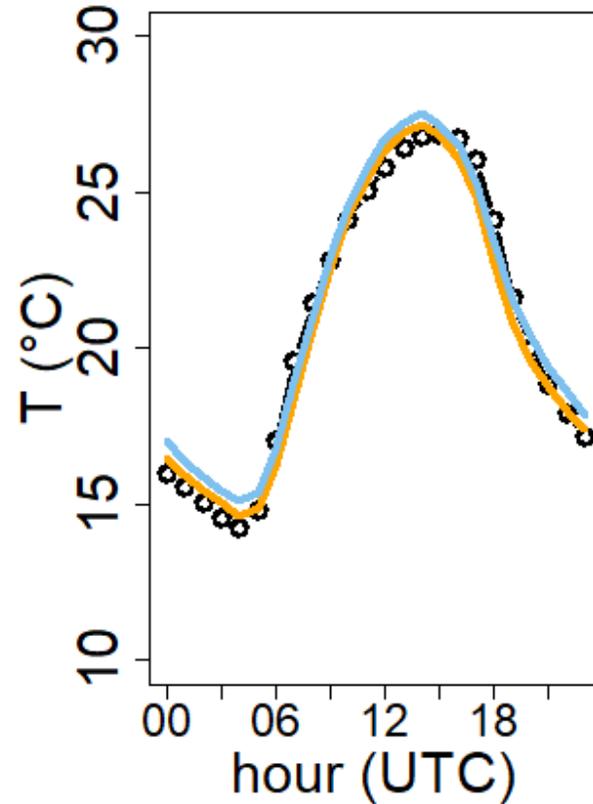
T (°C)
■ ≤ 261
■ 261 - 262
■ 262 - 263
■ 263 - 264
■ 264 - 265
■ 265 - 266
■ 266 - 267
■ 267 - 268
■ 268 - 269
■ 269 - 270
■ 270 - 271
■ 271 - 272
■ 272 - 273
■ 273 - 274
■ 274 - 275
■ 275 - 276
■ 276 - 277
■ 277 - 278
■ 278 - 279
■ > 279

COSMO-1P + TERRA_URB RISULTATI-PRIMAVERA

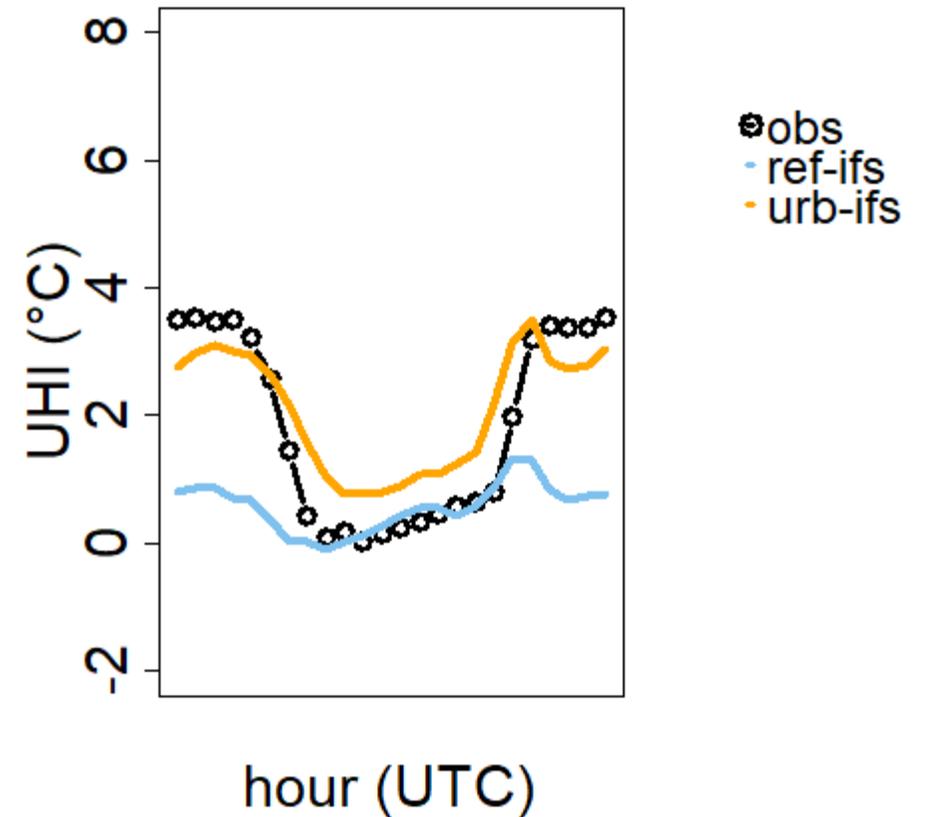
STAZIONE URBANA

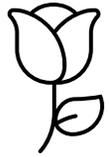


STAZIONE RURALE



CONSOLATA - BAUDUCCHI





RISULTATI PRELIMINARI SONO PROMETTENTI: L'ISOLA DI CALORE È BEN RIPRODOTTA



CALIBRAZIONE DEL MODELLO PER TROVARE LA CONFIGURAZIONE OTTIMALE: ICBC / DOMINIO / RISOLUZIONE / PARAMETRI URBANI (GEOMETRICI E TERMICI) /AHF E ISA



**TERRA_URB CONSENTE DI RICOSTRUIRE LA DISTRIBUZIONE SPAZIALE E TEMPORALE DI T2M:
LOCALIZZAZIONE AREE PIÙ VULNERABILI / ANALISI SCENARI**