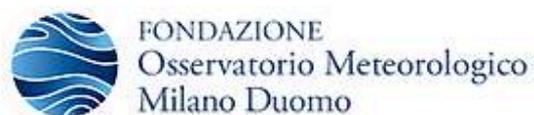


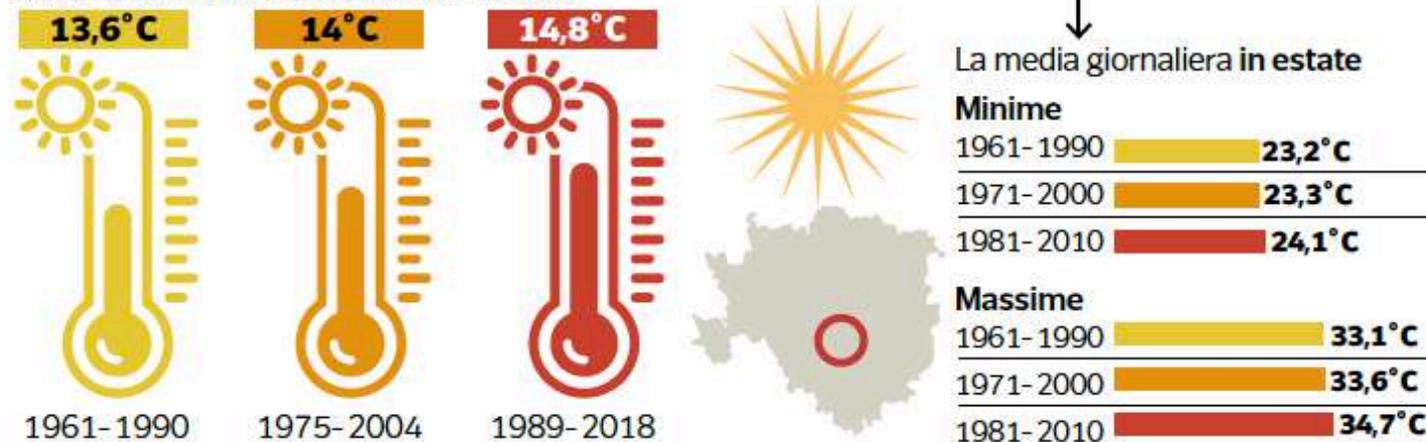
## CLIMATOLOGIA PER LE ATTIVITÀ PROFESSIONALI E L'ADATTAMENTO AI CAMBIAMENTI CLIMATICI URBANI NEL MILANESE



Contatto: [info@progettoclimami.it](mailto:info@progettoclimami.it)

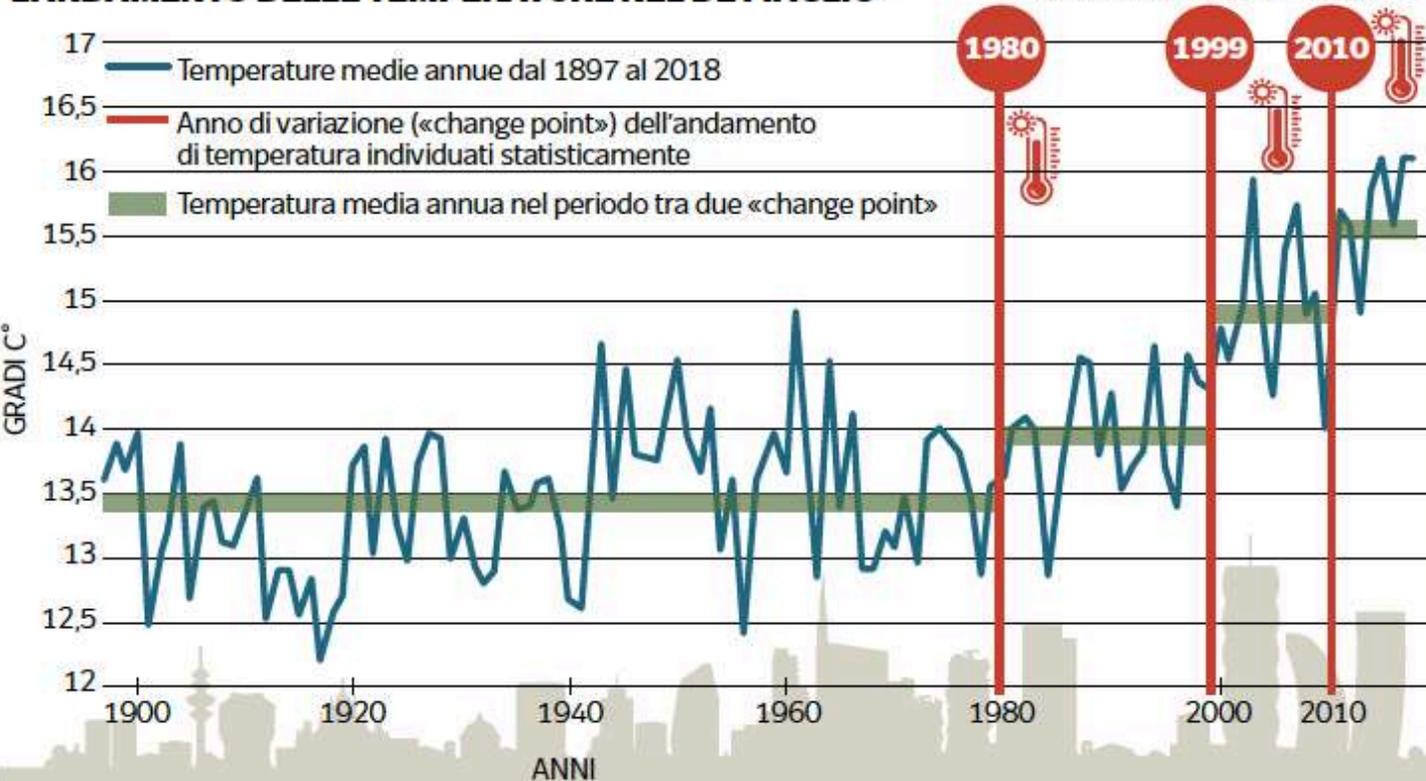
<https://www.progettoclimami.it/>

## LE MEDIE TRENTENNALI IN CENTRO



## L'ANDAMENTO DELLE TEMPERATURE NEL DETTAGLIO

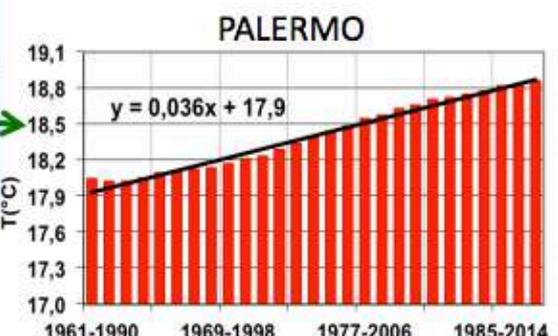
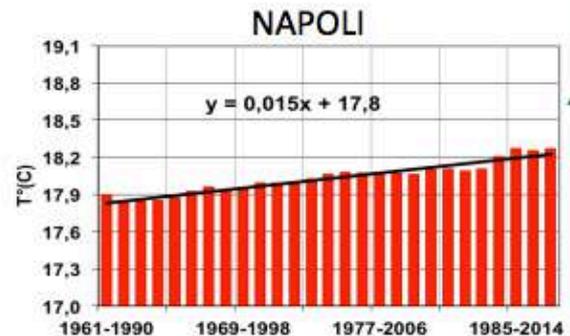
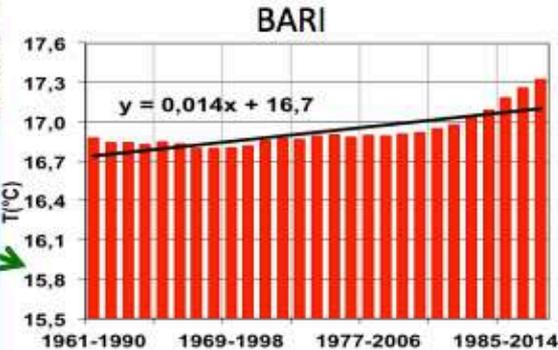
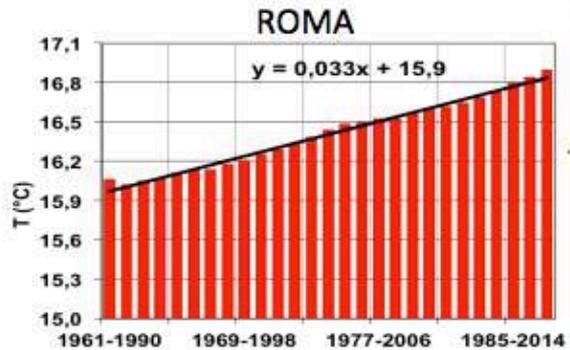
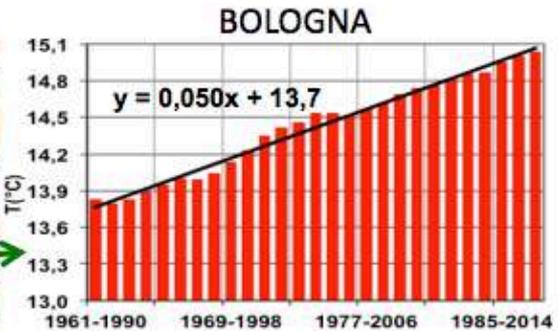
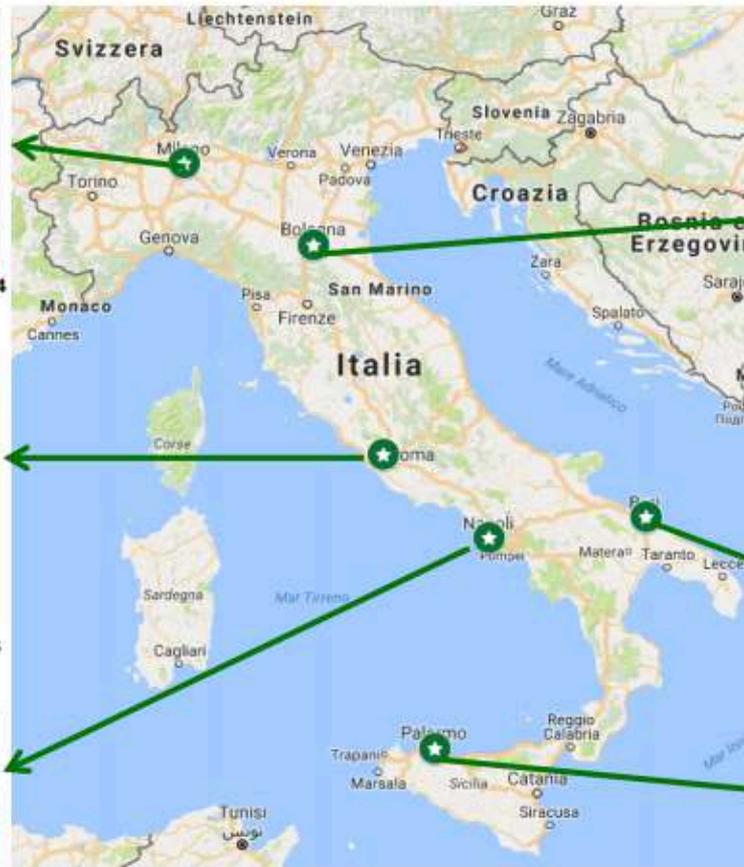
Le medie in centro città in °C



## Andamento di temperatura in Milano Centro

Brera fino agli anni '80  
Duomo successivamente

# SERIE STORICHE DI TEMPERTAURA: valori medi trentennali



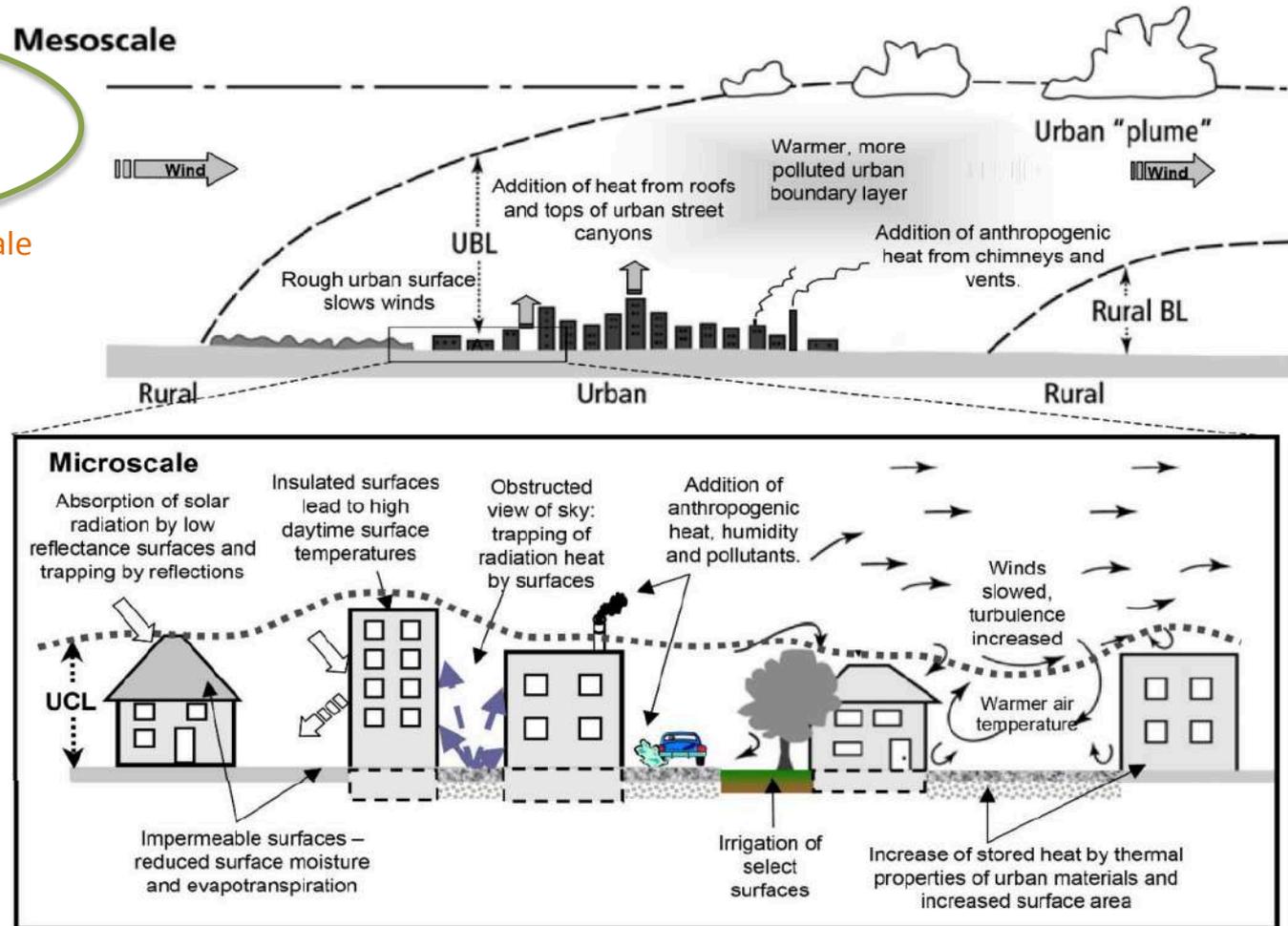
30-year Average Mobile Temperature  
from 1961-1990 to 1987-2016  
(downtown stations)

# ISOLA DI CALORE (UHI) : fenomenologia

## Principali componenti:

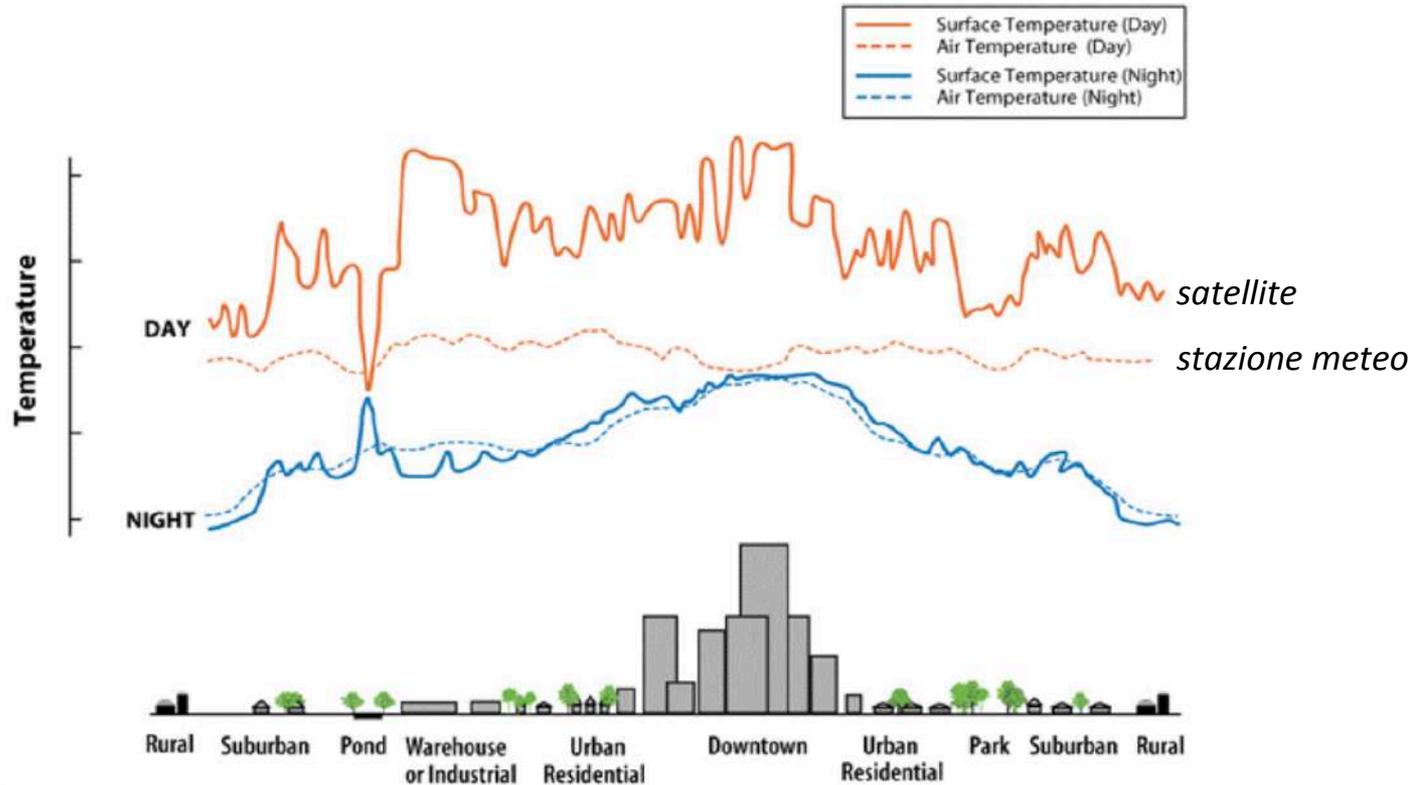
- posizione geografica
- dimensioni città
- forma città
- funzioni, servizi, materiali
- periodo giornaliero/stagionale
- situazione meteorologica

MITIGAZIONE e ADATTAMENTO  
AL CAMBIAMENTO CLIMATICO  
URBANO



# ISOLA DI CALORE al Canopy Layer (CLUHI):

fenomenologia



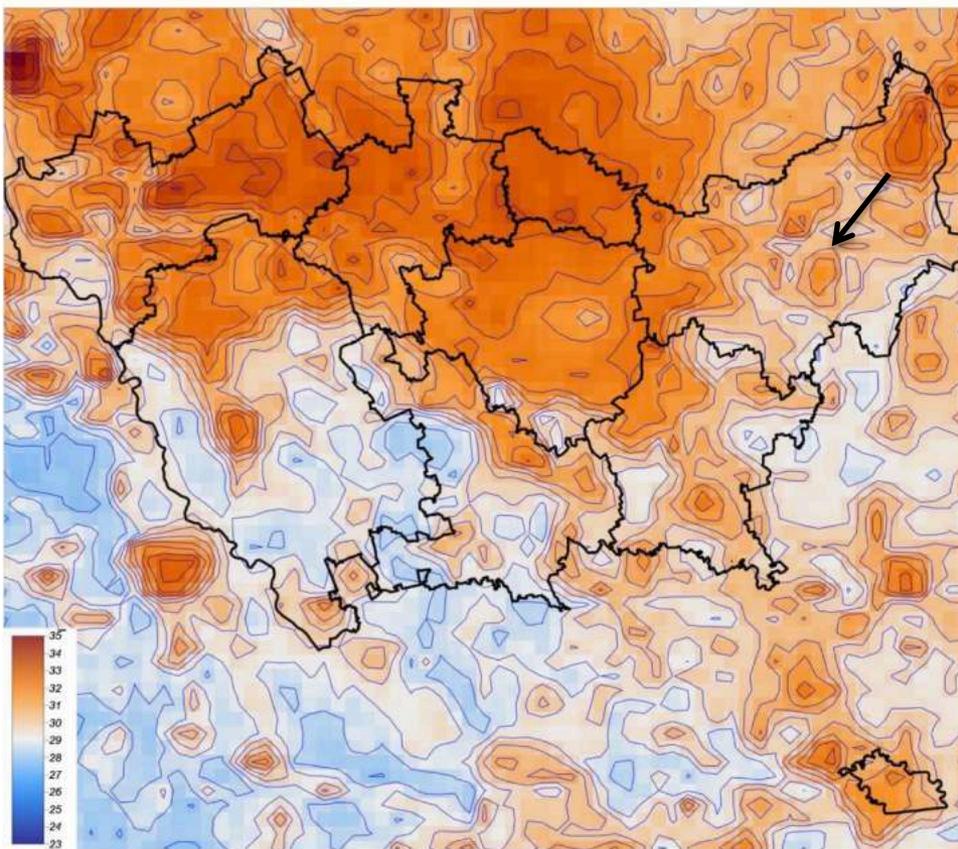
<https://www.epa.gov/heat-islands/heat-island-compendium>

## ISOLA DI CALORE:

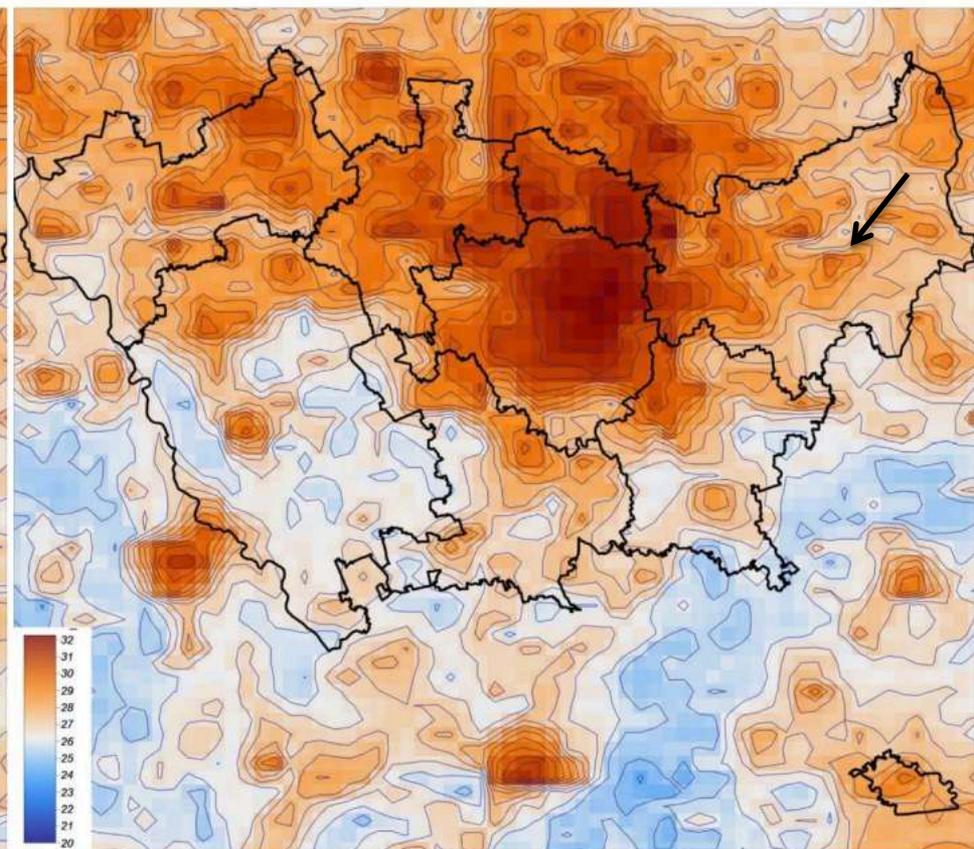
modellizzazione a partire da dati satellitari di Temperatura superficie

- Modellizzazione della temperatura dell'aria (30m)

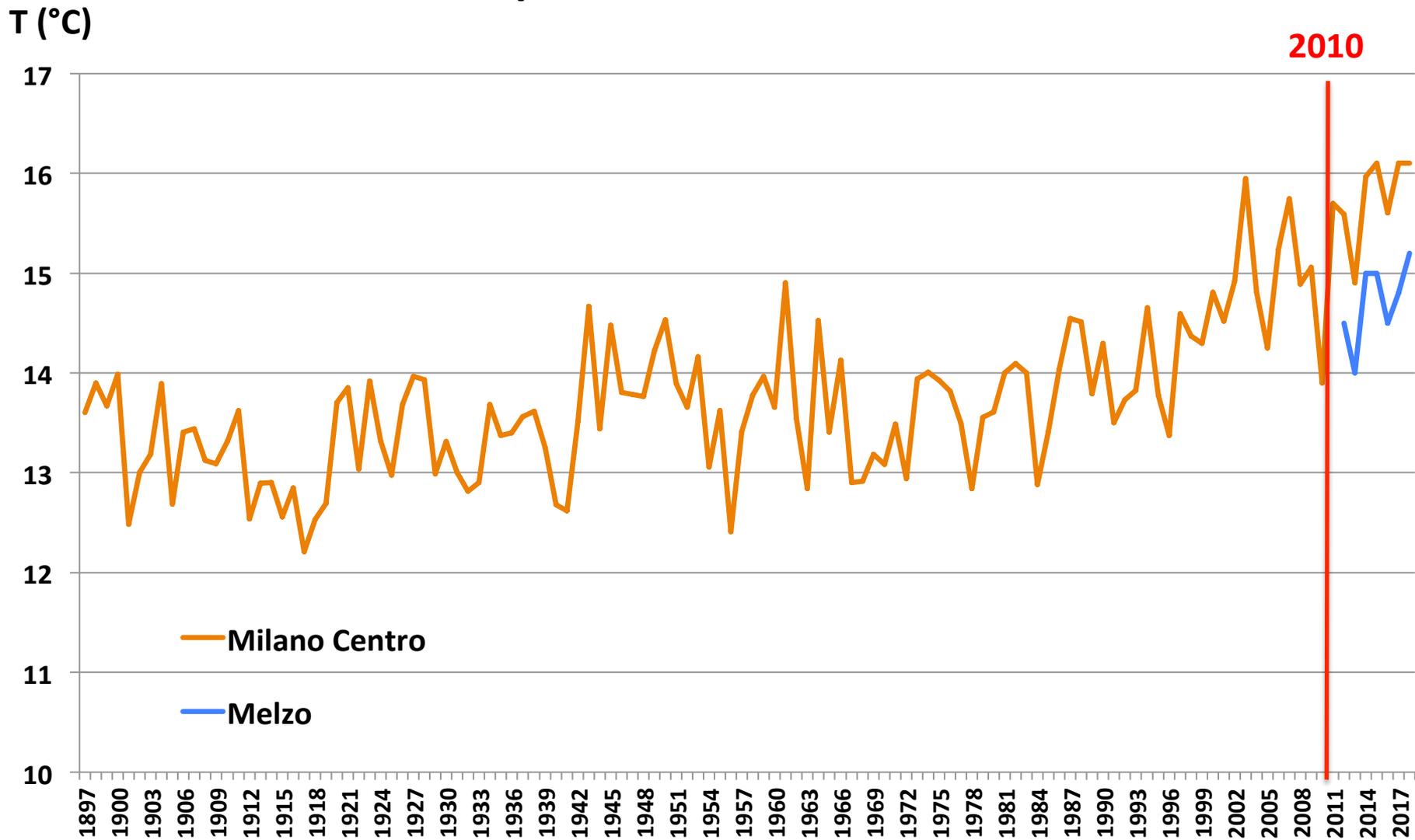
Giorno - Isotherme 0.5°



Notte - Isotherme 0.5°



# Temperature medie annuali



# NOTTE TROPICALI E GIORNI DI CALURA A MELZO

NOTTE TROPICALE:  $T_{\min} > 20^{\circ}\text{C}$  *definizione WMO Climate Data and Monitoring, WCDMP-No. 72*

GIORNO DI CALURA:  $T_{\max} > 30^{\circ}\text{C}$

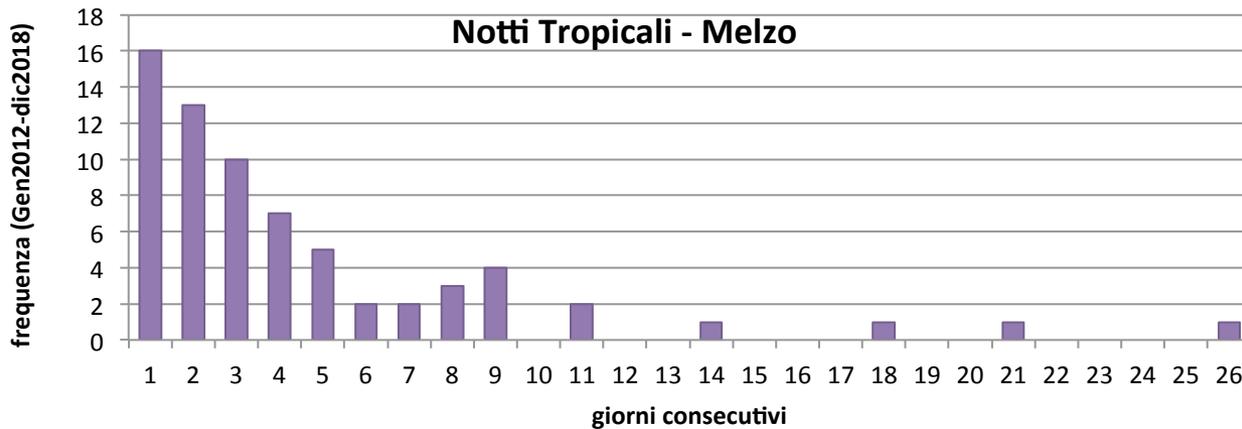
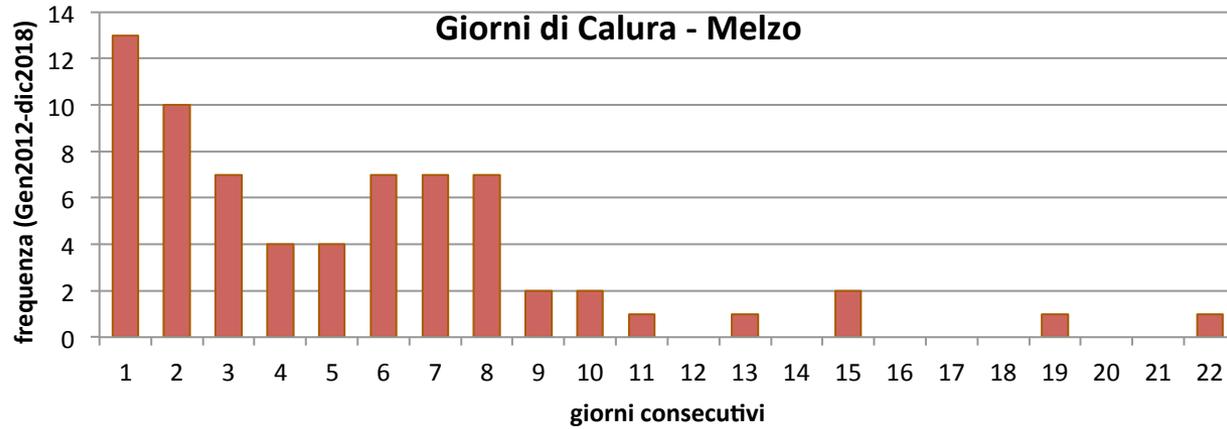
MELZO Gennaio 2012-Dicembre 2018	STAGIONI				ANNO
	Inv	Pri	Est	Aut	
Media Giorni di gelo ( $T_{\min} < 0^{\circ}\text{C}$ )	25	1	0	1	27
Media Giorni di ghiaccio ( $T_{\max} < 0^{\circ}\text{C}$ )	1	0	0	0	1
Media Giorni di calura ( $T_{\max} > 30^{\circ}\text{C}$ )	0	1	49	3	53
Media Notti tropicali ( $T_{\min} > 20^{\circ}\text{C}$ )	0	1	42	2	45
<b>Media Giornate tropicali e di calura</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>37</b>	<b>1</b>	<b>39</b>

MILANO CENTRO Gennaio 2012-Dicembre 2018	STAGIONI				ANNO
	Inv	Pri	Est	Aut	
Media Giorni di gelo ( $T_{\min} < 0^{\circ}\text{C}$ )	9	0	0	0	9
Media Giorni di ghiaccio ( $T_{\max} < 0^{\circ}\text{C}$ )	1	0	0	0	1
Media Giorni di calura ( $T_{\max} > 30^{\circ}\text{C}$ )	0	2	50	4	56
Media Notti tropicali ( $T_{\min} > 20^{\circ}\text{C}$ )	0	1	57	6	64
<b>Media Giornate tropicali e di calura</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>47</b>	<b>3</b>	<b>51</b>

# NOTTE TROPICALI E GIORNI DI CALURA A MELZO

NOTTE TROPICALE:  $T_{\min} > 20^{\circ}\text{C}$  *definizione WMO Climate Data and Monitoring, WCDMP-No. 72*

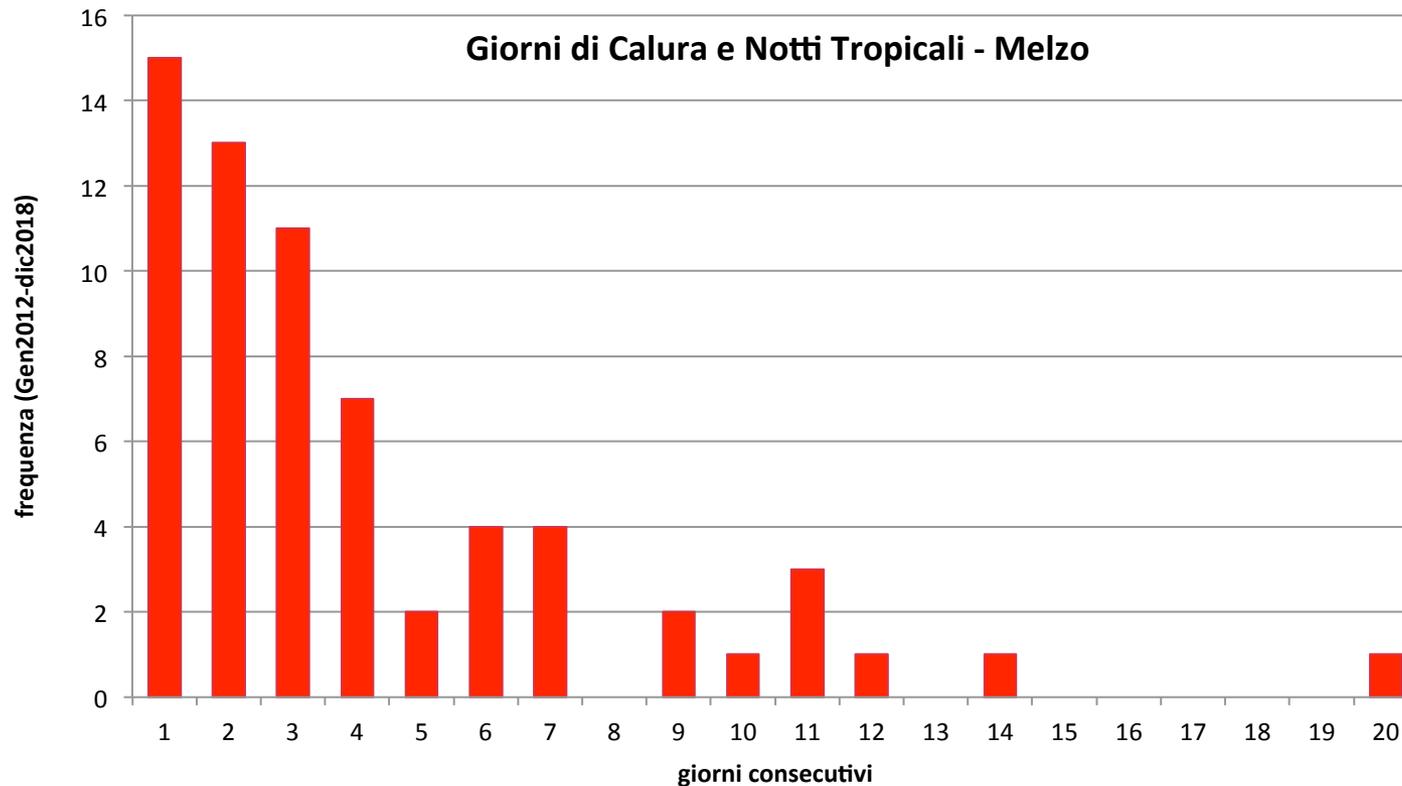
GIORNO DI CALURA:  $T_{\max} > 30^{\circ}\text{C}$



# NOTTE TROPICALI E GIORNI DI CALURA A MELZO

ONDATA DI CALORE =

NOTTE con  $T_{\min} > 20^{\circ}\text{C}$  & GIORNO con  $T_{\max} > 30^{\circ}\text{C}$  per almeno 2 giorni consecutivi



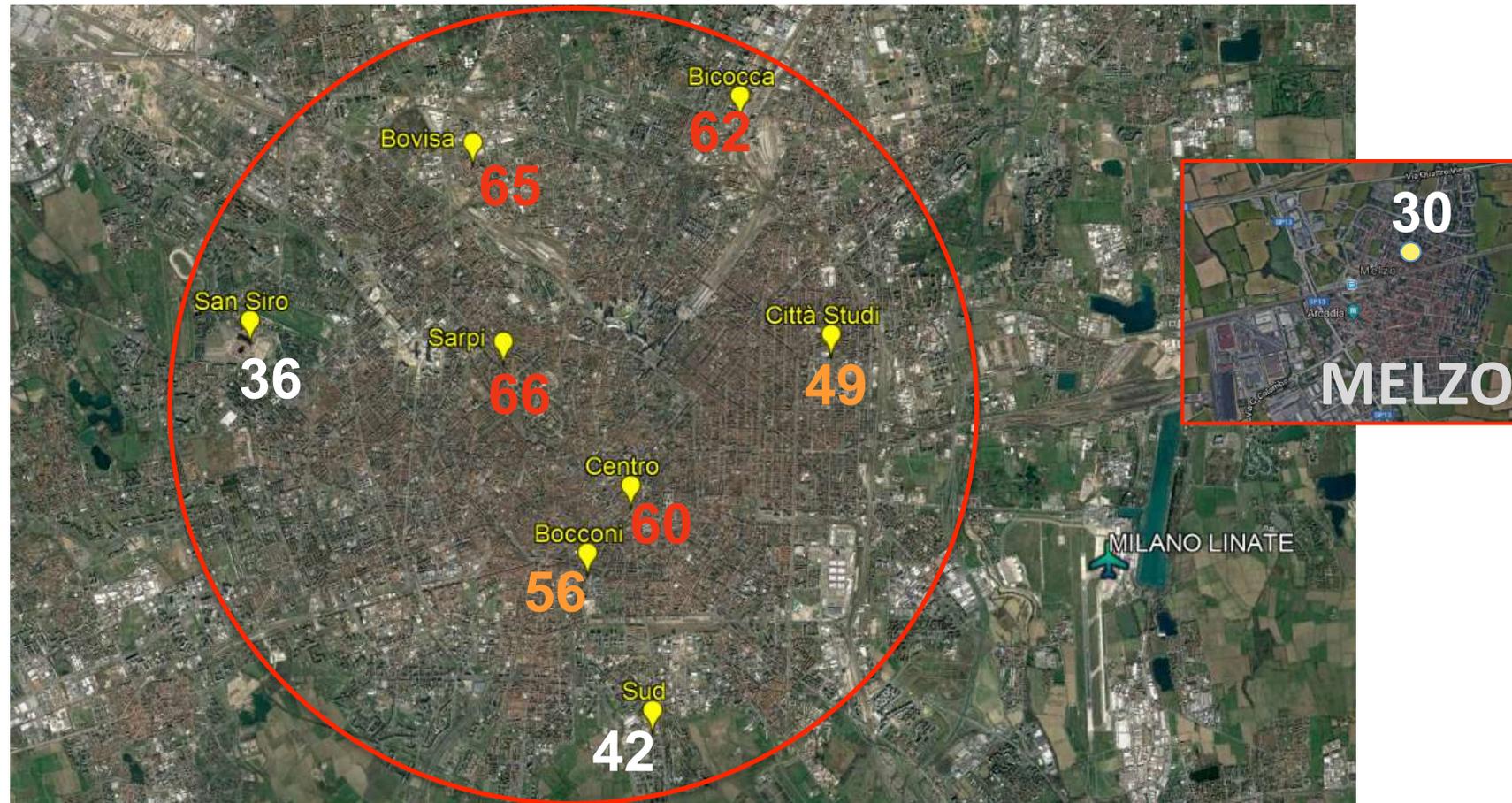
2012-2018: n° 50 ondate di calore a Melzo (256 giorni)  
*mediamente 7 ondate calore/anno*

# ONDATE DI CALORE A MILANO E MELZO

Exposure to heat may vary inside large cities due to Urban Heat Island phenomenon

**HEATWAVES from 2013 to 2018 (June to August)**

**N. summer days (CLINO 1971-2000 Milano Centro:  $T_{min}$  23,4°C e  $T_{max}$  33,6°C)**



# HUMIDEX:

## disagio ed effetti sanitari

Alti tassi di umidità relativa ostacolano il raffreddamento cutaneo per evaporazione e, accoppiati a temperature elevate, possono essere fonte di disagio per l'organismo.

### 2013-2018 a MELZO:

$$H_{\max h} = 41$$

### MEDIA estate:

$$H_{\text{med}} = 28$$

$$N. \text{giorni } (H_h \geq 40) = 3$$

$$N. \text{ore } (H \geq 40) = 12$$

Al di sotto di 29 Poche persone percepiscono disagio.

Da 30 a 34 Sensazione di malessere più o meno significativa.

Da 35 a 39 Sensazione di malessere abbastanza intensa. Prudenza. Limitare alcune attività fisiche gravose.

a 40 a 45 Sensazione di malessere generalizzato. Pericolo. Evitare gli sforzi.

Da 46 a 53 Grave pericolo. Sospendere le attività fisiche.

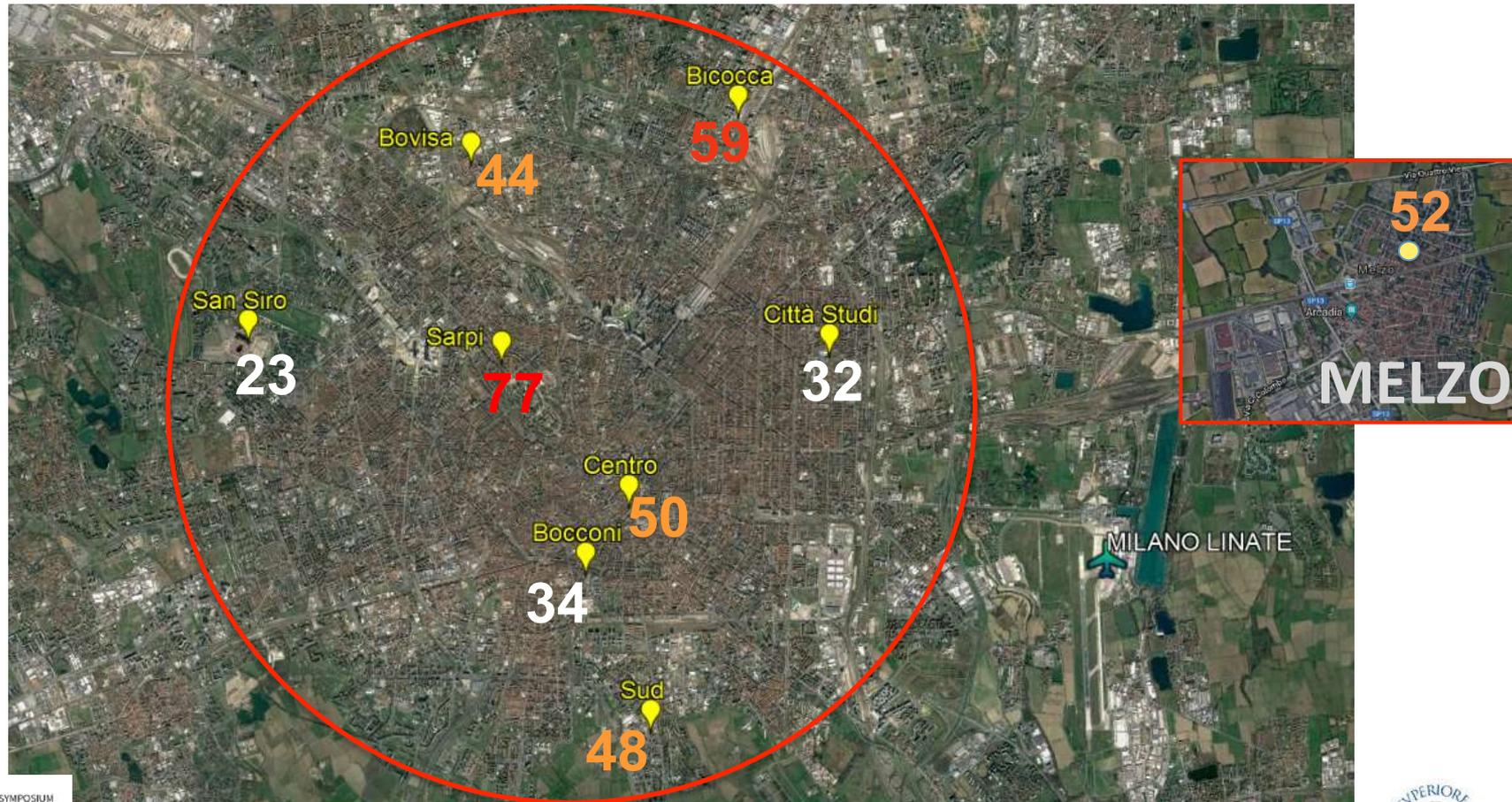
Al di sopra di 54 Colpo di calore imminente (pericolo di morte)

Temperatura (°C)	Umidità relativa (%)																
	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
21	21	21	21	21	21	22	22	23	24	24	25	26	26	27	28	28	29
22	22	22	22	22	22	23	24	25	25	26	27	27	28	29	29	30	31
23	23	23	23	23	24	24	25	26	27	28	28	29	30	31	31	32	33
24	24	24	24	24	25	26	27	28	28	29	30	31	32	33	33	34	35
25	25	25	25	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	35	36	37
26	26	26	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	36	37	38	39
27	27	27	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41
28	28	28	28	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	42	43	44
29	29	29	30	31	32	33	35	36	37	38	39	40	41	43	44	45	46
30	30	30	31	32	34	35	36	37	39	40	41	42	43	45	46	47	48
31	31	31	33	34	35	37	38	39	40	42	43	44	46	47	48	49	50
32	32	33	34	35	37	38	40	41	42	44	45	46	48	49	50	51	53
33	33	34	36	37	38	40	41	43	44	46	47	48	50	51	52	54	55
34	34	35	37	39	40	42	43	45	46	47	49	50	52	53	55	56	58
35	35	37	39	40	42	43	45	46	48	49	51	53	54	56	57	58	60
36	37	38	40	42	43	45	47	48	50	51	53	55	56	58	59	62	63
37	38	40	42	43	45	47	49	50	52	54	55	57	58	61	63	64	66
38	40	42	43	45	47	49	50	52	54	56	57	59	62	63	65	67	69
39	41	43	45	47	49	51	52	54	56	58	59	62	64	66	68	70	72
40	43	45	47	49	51	52	54	56	58	61	63	65	67	69	71	73	75
41	45	47	48	50	52	54	56	58	61	63	65	68	70	72	74	76	78
42	46	48	50	52	54	56	58	61	64	66	68	70	73	75	77	79	82

# HOT EXTREME EVENTS: EXPOSURE AND HEAT STRESS

Levels of heat stress have been assessed using an empirical biometeorological index

**MILANO: HUMIDEX from 2013 to 2018**  
**Number of hours with Humidex  $\geq 40$  °C (June to August)**



# Indice di fabbisogno energetico da riscaldamento: GRADI GIORNO

I **gradi giorno di una località** corrispondono alla somma estesa a tutti i giorni, in un periodo annuale convenzionale di riscaldamento, delle sole **differenze positive giornaliere tra la temperatura indoor di confort**, fissata convenzionalmente per ogni Paese (20°C in Italia, L. 412/93), e la **temperatura media esterna giornaliera**. L'unità di misura utilizzata è il grado giorno (GG).

Si impiega **per stimare l'energia utilizzata per il riscaldamento degli edifici**.

$$GG_{yyyy} = \sum_{d=1}^N (20 - T_e)$$

dove:  $yyyy = \text{anno}$   
 $N = \text{numero di giorni di riscaldamento in } yyyy$   
 $T_e = \text{temperatura media esterna giornaliera} < 20^\circ\text{C}$ .

DEFINIZIONE in:

[Legge 26 agosto 1993, n. 412](#), articolo 1, in materia di "**Regolamento recante norme per la progettazione, l'installazione, l'esercizio e la manutenzione degli impianti termici degli edifici ai fini del contenimento dei consumi di energia, in attuazione dell'art. 4, comma 4, della legge 9 gennaio 1991, n. 10**". Si veda il comma 1, lettera z.

Sulla base dei gradi giorno sono definite 5 fasce climatiche e relativi periodi massimi di riscaldamento:

➤ **Melzo e Milano in fascia E.**

Allegato A - Tabella dei GG:

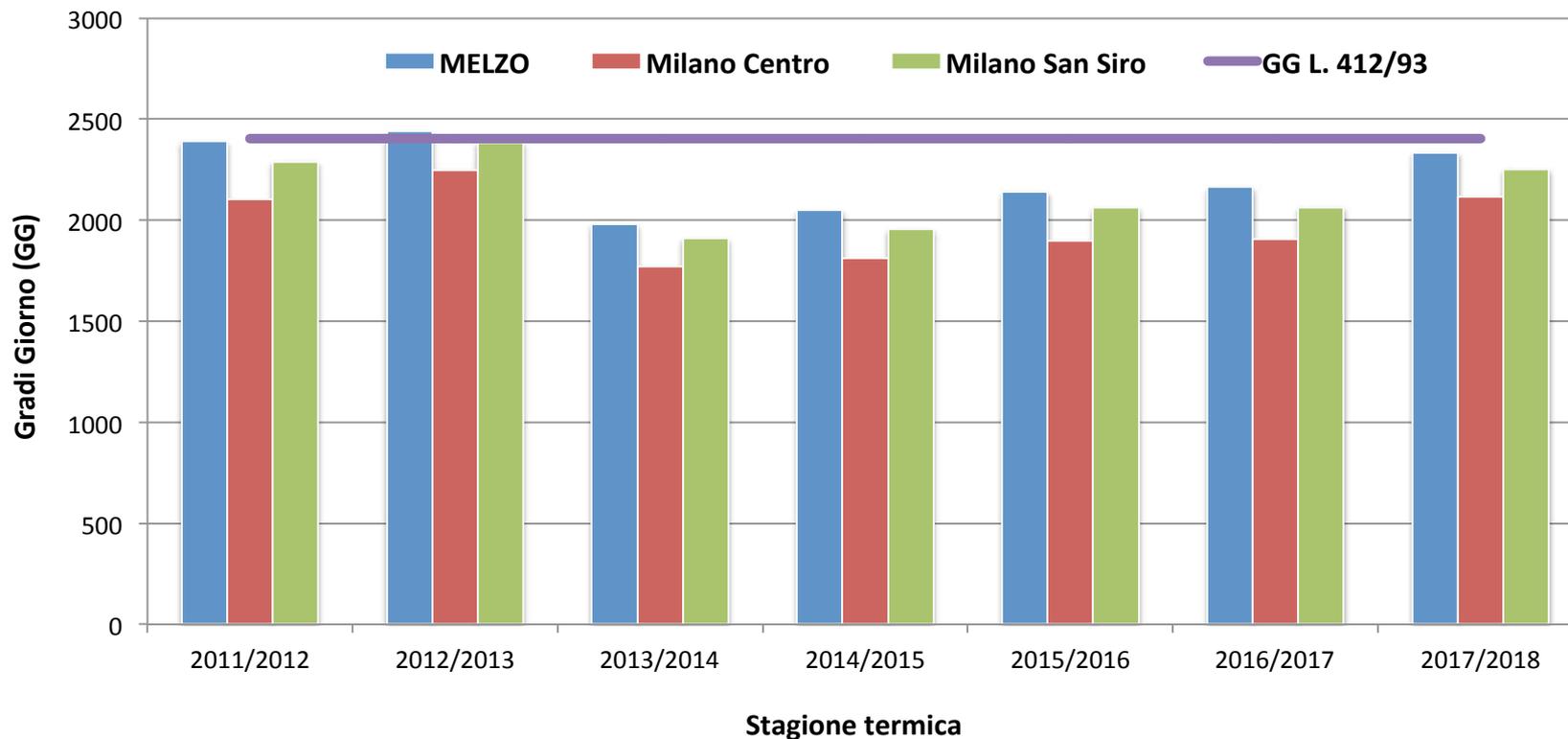
➤ **Melzo: 2404 GG**

➤ **Milano: 2404 GG**



Fascia	Da [GG]	A [GG]	Ore giornaliere <sup>[7]</sup>	Data inizio <sup>[7]</sup>	Data fine <sup>[7]</sup>	Numero comuni
A	0	600	6	1° dicembre	15 marzo	2
B	601	900	8	1° dicembre	31 marzo	157
C	901	1400	10	15 novembre	31 marzo	989
D	1401	2100	12	1° novembre	15 aprile	1611
E	2101	3000	14	15 ottobre	15 aprile	4271
F	3001	+∞	nessuna limitazione (tutto l'anno)			1071

# Indice di fabbisogno energetico da riscaldamento: GRADI GIORNO



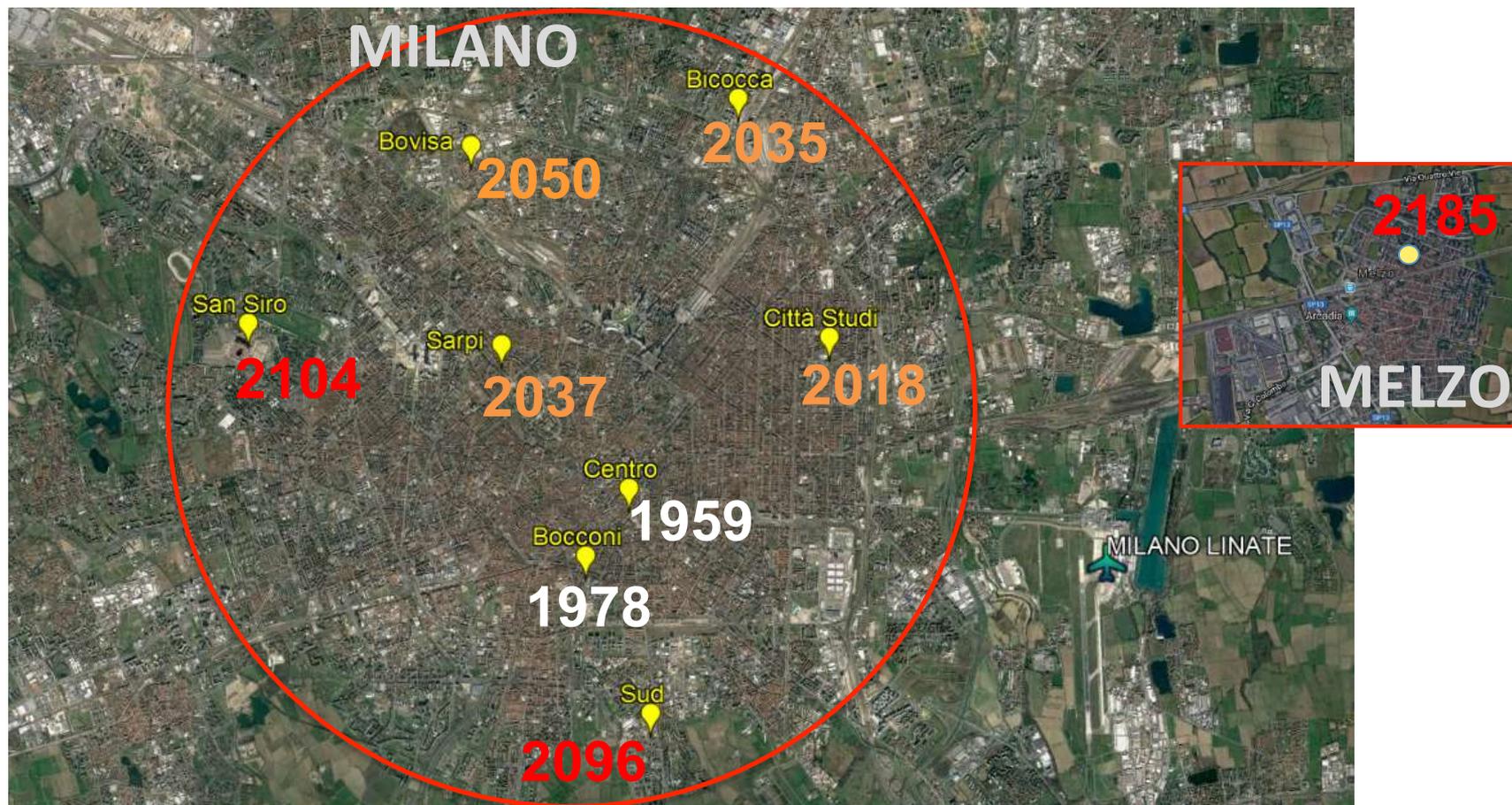
	2011/2012	2012/2013	2013/2014	2014/2015	2015/2016	2016/2017	2017/2018	Media GG
<b>MELZO</b>	2389	2439	1981	2049	2140	2165	2335	<b>2214</b>
<b>Milano Centro</b>	2102	2249	1772	1812	1899	1906	2115	<b>1979</b>
<b>Milano San Siro</b>	2290	2384	1910	1954	2061	2063	2252	<b>2131</b>

GG L.412/93: 2404 GG



# Indice di fabbisogno energetico da riscaldamento: GRADI GIORNO

MILANO e Melzo: GG valore medio per stagione termica  
da 2012/2013 a 2017/2018



# Indice di fabbisogno energetico da raffrescamento: GRADI GIORNO ESTIVI

Distribuzione spaziale in un grande centro urbano

MILANO: **GGE valore medio trimestrale** dal 2013 to 2018 (giugno-agosto)

