Comune di Milano

ORDINE DEGLI ARCHITETTI, PIANIFICATORI, PAESAGGISTI E CONSERVATOR DELLA PROVINCIA DI MILANO

ORDINE DEGLI INGEGNERI DELLA PROVINCIA DI MILANO

FORMAZIONE

25 NOVEMBRE 2020

SOSTENIBILITÀ E ADATTAMENTO CLIMATICO

nella progettazione e nella pianificazione

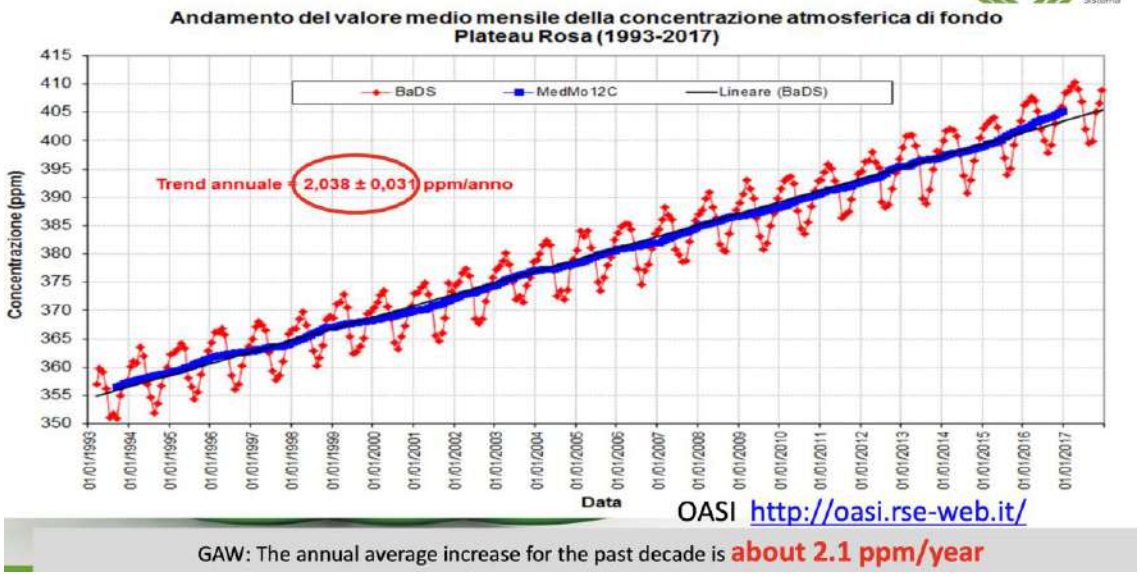
dalla scala urbana alla scala metropolitana

RISCALDAMENTO E RAFFRESCAMENTO URBANO, DISTRIBUZIONE SPAZIALE STAGIONALE DELLE TEMPERATURE DELL'ARIA

Relatore: **Cristina Lavecchia** | Direzione Fondazione OMD

FONDAZIONE
Osservatorio Meteorologico
Milano Duomo

Monitoring Station Plateau Rosa
CO2 BaDS (Background Data Selection)



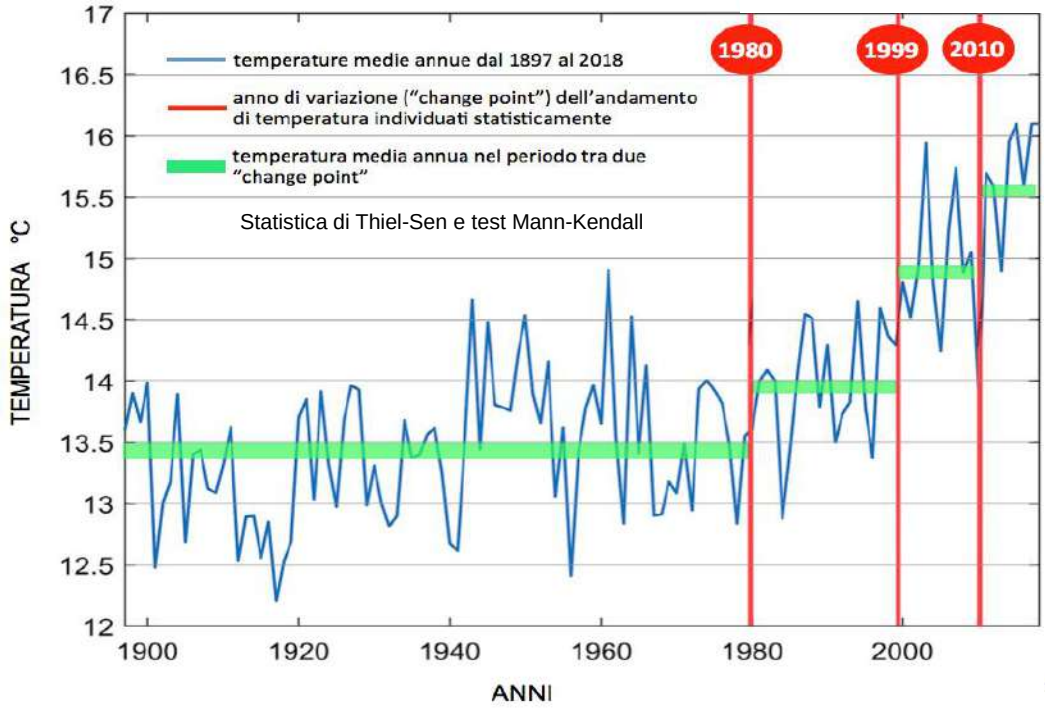
OASI http://oasi.rse-web.it/

GAW: The annual average increase for the past decade is **about 2.1 ppm/year**

I gas serra aumentano anche localmente:
l'atmosfera non ha confini.

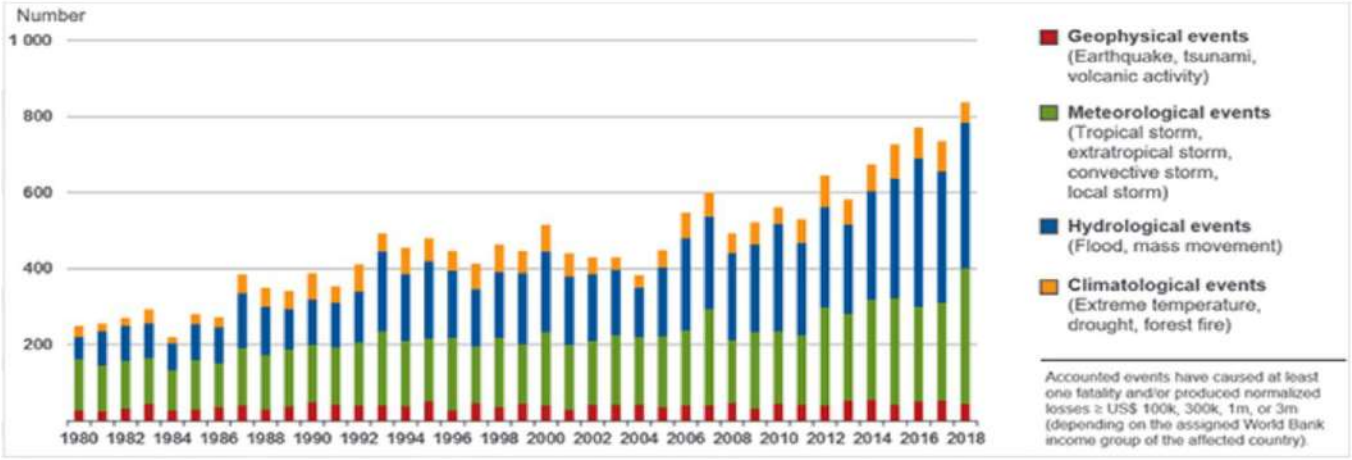
Impatti e rischi dell'emergenza climatica si estendono a tutti gli ecosistemi e ambienti antropici

MILANO CENTRO



FONDAZIONE
Osservatorio Meteorologico
Milano Duomo

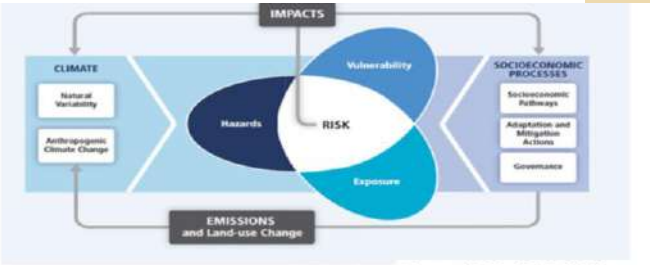
Loss events worldwide (1980-2018): number of relevant events by peril



Source: © 2019 Munich Re, Geo Risks Research, NatCatSERVICE. As of March 2019.

ENERGIA

VULNERABILITÀ AGLI IMPATTI CLIMATICI



Source IPCC- SREX, 2012

Guide lines:

EUROPEAN COMMISSION
DIRECTORATE-GENERAL CLIMATE ACTION

Non-paper - Guidelines for Project Managers: Making vulnerable investments climate resilient

Resilience of large investments and critical infrastructures in Europe to climate change (CCMFF) (JRC, 2016)

- **Produzione da fonti fossili**: perdita di efficienza se la temperatura cresce
- **Produzione idroelettrica**: perdita di carico utile se i periodi siccitosi aumentano
- **Produzione rinnovabili**: perdita di produzione in caso di aumento di eventi estremi
- **Sistema di distribuzione di energia**: periodi prolungati di mancata erogazione del servizio agli utenti finali per incremento eventi estremi
- **Infrastrutture**: seri danni per incremento incendi e ghiacciamento di parti del sistema
- **Domanda energetica**: forte correlazione con le variabili meteoclimatiche (temperature medie ed estreme)

PEAR Lombardia

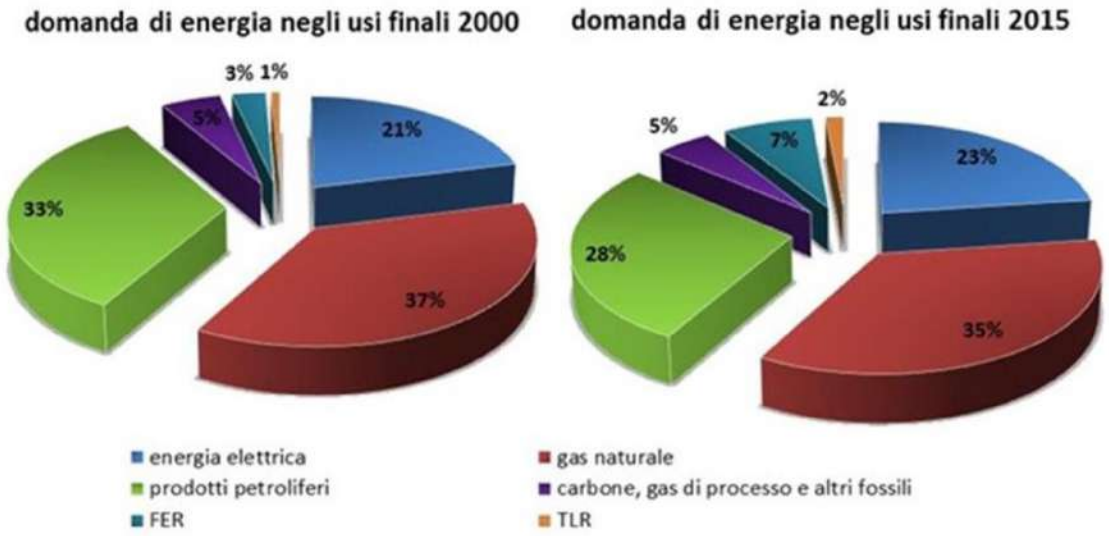


FIGURA 3 - DOMANDA DI ENERGIA NEGLI USI FINALI NEGLI ANNI 2000 E 2015

PAES Milano

Figura 3.23 Ripartizione dei consumi complessivi di energia del comune di Milano settore –anno 2013

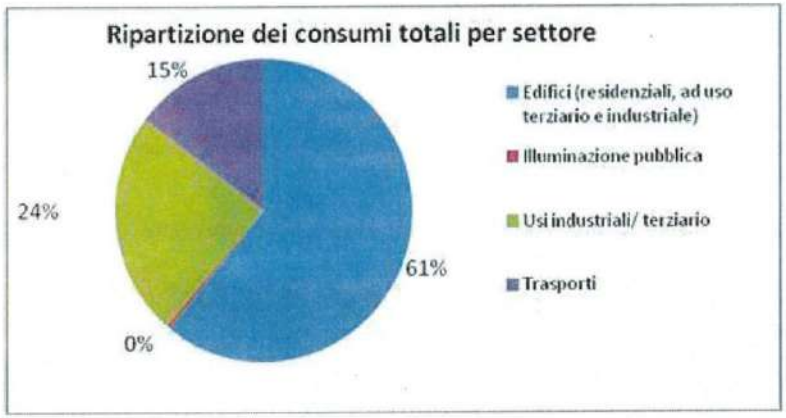
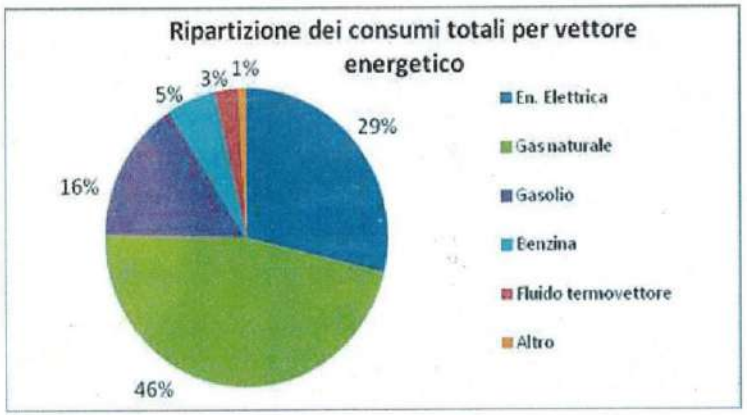


Figura 3.24 Ripartizione dei consumi complessivi di energia del comune di Milano vettore energetico –anno 2013



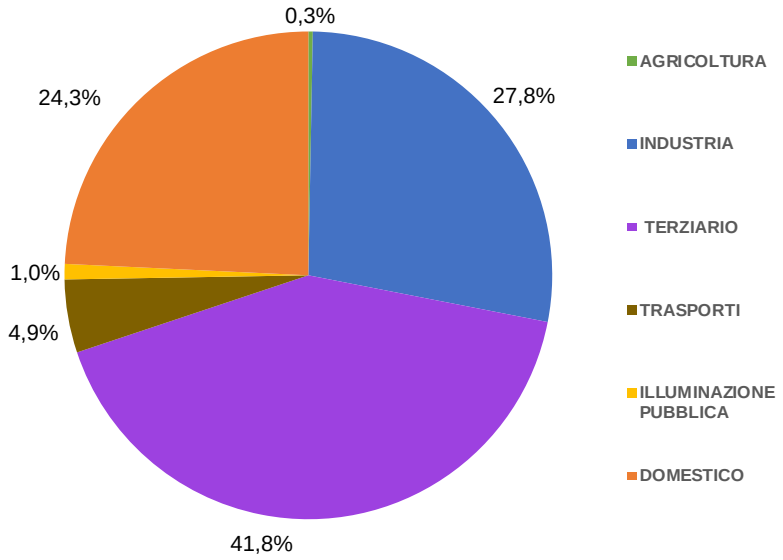
FONDAZIONE Osservatorio Meteorologico Milano Duomo

Comune di Milano

ORDINE DEGLI ARCHITETTI, PIANIFICATORI, PAESAGGISTI E CONSERVATORI DELLA PROVINCIA DI MILANO

ORDINE DEGLI INGEGNERI DELLA PROVINCIA DI MILANO

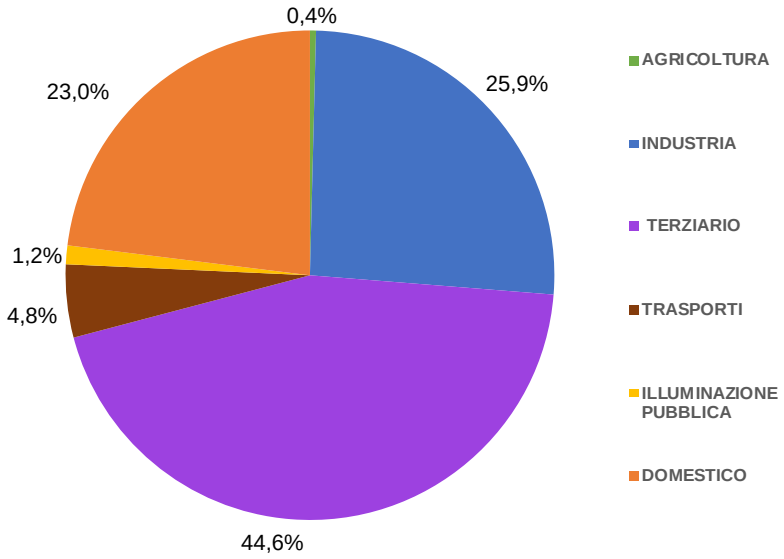
Consumi elettrici di Città Metropolitana di Milano - 2010



ASR Annuario Statistico Regionale Lombardia
ASR Lombardia aggiornato a Ottobre 2020

FONTE: Terna S.p.A.
AGGIORNATO AL: 11/Ott/2018

Consumi elettrici di Città Metropolitana di Milano - 2017



Record consumo energia elettrica Milano

Picco più alto mai registrato nella storia in città

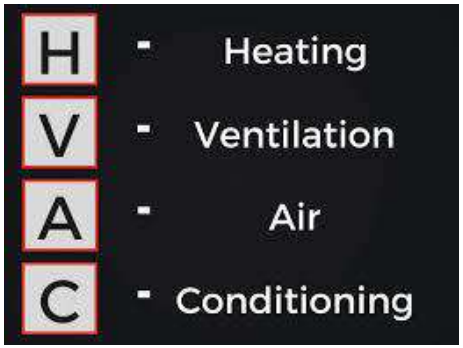
Redazione ANSA
MILANO
28 giugno 2019
18:56
NEWS

(ANSA) - MILANO, 28 GIU - Oggi è stato raggiunto a Milano un carico massimo sulla rete elettrica di 1.635 Megawatt, record assoluto che supera la punta più alta mai registrata in città di 1.625 MW del luglio del 2015. Lo rende noto Unareti, la società che gestisce la rete elettrica, la quale ribadisce di aver messo in campo circa il doppio delle squadre di pronto intervento, rispetto al normale servizio per ovviare a interruzioni che riguardano normalmente porzioni circoscritte di rete, salvo casi eccezionali.

INDICATORI METEOCLIMATICI utili per la lettura di

Consumi energetici per climatizzazione, ventilazione e acqua calda (HVAC in industria, terziario, residenziale)

- contabilizzazione energetica
- manutenzione/gestione impianti
- diagnosi & certificazioni energetiche
- interventi di efficientamento edificio-impianto
- sistemi di gestione dell'energia
- sistemi di monitoraggio distribuito di energia/prestazione_energetica



Efficientamento Energetico
Indicatori di Prestazioni Energetiche (EnPI)

FORMAZIONE

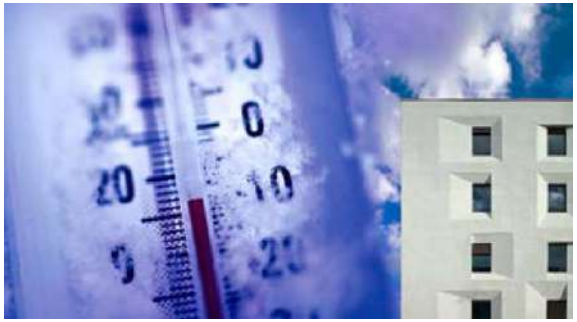
Consumi energetici per climatizzazione, ventilazione e acqua calda (HVAC in industria, terziario, residenziale)

- contabilizzazione in bolletta
- manutenzione/gestione impianti

LIVELLO CONTRATTUALE, DIAGNOSI ENERGETICHE, PROGETTAZIONE

RISCALDAMENTO e GRADI GIORNO

Legge 412/93: il Fabbisogno Energetico è direttamente proporzionale alla somma dei Gradi Giorno nella stagione termica di riscaldamento relativamente al comune in cui è localizzato l'impianto termico.



Fonte immagine: Casa&Clima

https://www.milomb.camcom.it/contratti-tipo

GRADI GIORNO = sommatoria, per ogni giorno di un periodo convenzionale di riscaldamento, della differenza di temperatura media giornaliera dell'aria rispetto a 20°C

FORMAZIONE

- Efficientamento energetico
- Contratti a prestazioni energetiche garantite
- Diagnosi e certificazioni energetiche
- Valutazione di prestazioni energetiche (IPE, Benchmark interni/esterni)
- Sistemi di monitoraggio e gestione dell'energia

Esempi di IPE riportati in letteratura per i consumi HVAC negli edifici:

$$IPE = \frac{\text{consumo energetico}}{m^2}$$

consumo di energia per unità di superficie (lorda, disperdente) climatizzata

$$IPE = \frac{\text{consumo energetico}}{m^3}$$

consumo di energia per unità di volume lordo climatizzato

$$IPE = \frac{\text{consumo energetico}}{\text{Gradi Giorno}}$$

consumo di energia da riscaldamento per unità di Grado Giorno

$$IPE = \frac{\text{consumo energetico}}{m^2 \times \text{Gradi Giorno}}$$

Superfici e volumetrie climatizzate
Caratteristiche involucro

Forzante climatica

Partenariato

Con il contributo di

DATABASE CLIMAMI

Un set di **dati, informazioni, statistiche e indicatori climatici** utilizzati dai professionisti direttamente come input nei calcoli progettuali, nella modellistica o come supporto alle decisioni

progettoclimami.it/database

Per un'approfondita comprensione della struttura, funzionamento e utilizzo del database e degli indicatori climatici, si raccomanda la lettura delle **linee guida**, in particolare dei capitoli:

- Cap. 4 – Uso degli indicatori climatici
- Cap. 5 – Il database ClimaMi
- Cap. 6 – Gestione degli indicatori
- Appendice B (Tavola sinottica) e C (nota metodologica)

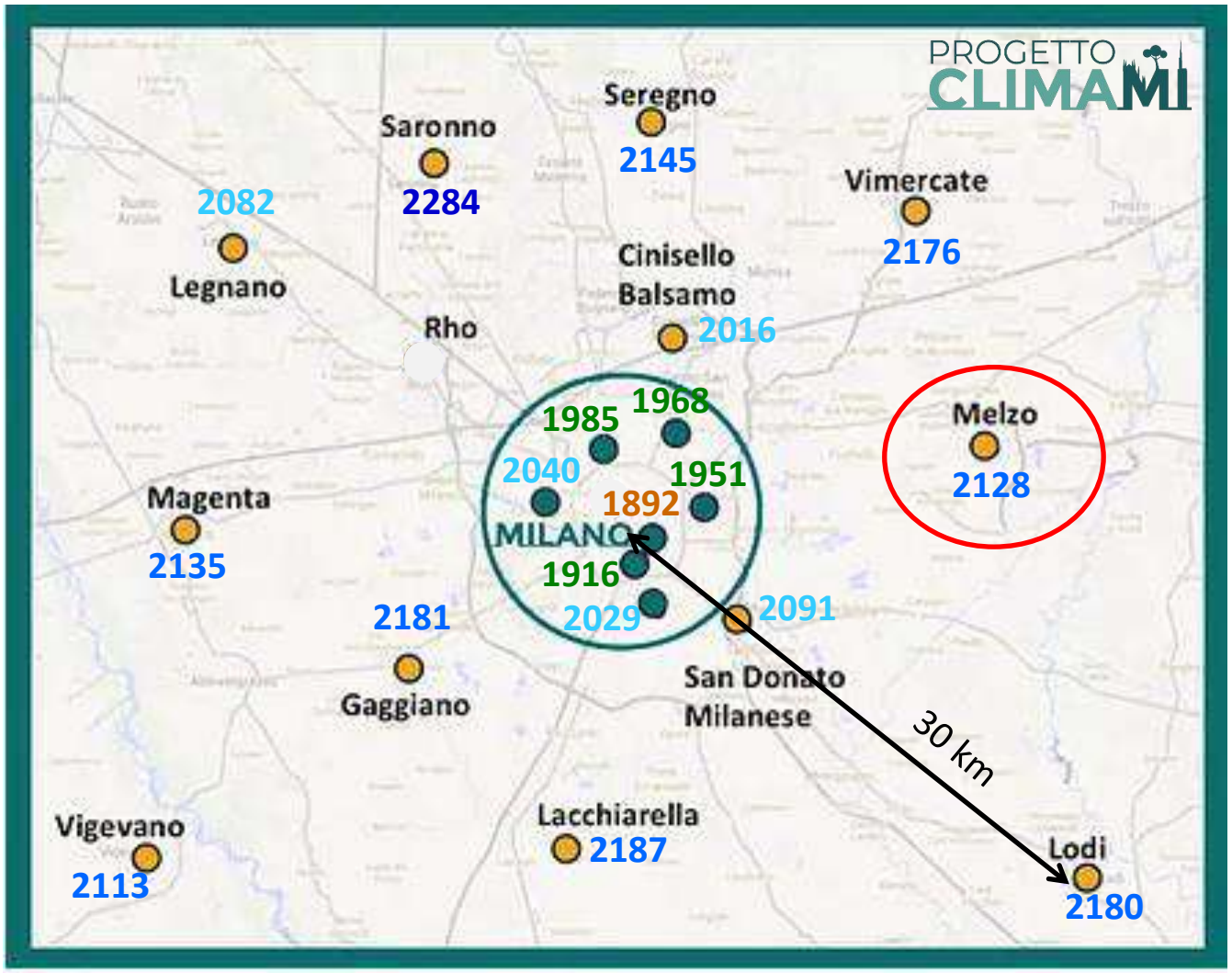
Licenza
Il Database ClimaMI è pubblicato sotto licenza Creative Commons Attribuzione 4.0 Internazionale (CC BY-4.0)

VAI AL DATABASE

INDICATORI CLIMATICI

Oltre alle canoniche elaborazioni statistiche tipiche della climatologia classica, sono stati calcolati **indicatori climatici di effettivo utilizzo**, come input di calcolo, nella modellistica o in supporto alle decisioni da parte dei professionisti.
Il Database ClimaMi contiene **94 indicatori climatici** calcolati:

- come **valore medio** (o estremo assoluto, a seconda della tipologia di indicatore) di un **periodo di riferimento di 6 anni**;
- a partire da **7 diverse variabili** meteorologiche;
- per **19 stazioni del** bacino aerologico milanese (area territoriale di progetto);
- con **6 diversi dettagli temporali**.



GRADI GIORNO (DPR 412/93)
valore medio STAGIONE TERMICA INVERNALE

DB ClimaMi:

- ☐ T media
- ☐ T max assoluta
- ☐ T media delle massime
- ☐ T min assoluta
- ☐ …
- ☐ T escursione giornaliera MEDIA e MASSIMA
- ☐ …
- ☑ **GRADI GIORNO INVERNALI**
- ☐ GRADI GIORNO ESTIVI
- ☐ …
- ☐ T Giorno Medio orario

➡ **DPR 412/93: 2404 GG per Milano e comuni limitrofi**

L'ADATTAMENTO CLIMATICO E I CONSUMI ENERGETICI

MELZO

Prof. Ing. Franco Guzzetti
Dipartimento ABC
Politecnico di Milano
328 1348214
franco.guzzetti@polimi.it

Prof. Ing. Franco Guzzetti

Stralci dalla presentazione nel corso di capacity building del 03/11/20

Il lavoro descritto deriva da:

- Contratto di ricerca fra Politecnico di Milano e Gruppo Cogeser s.p.a.
- Interazione con Fondazione Osservatorio Meteorologico Milano Duomo
- Collaborazione con PIM nell'ambito della variante al PGT del Comune di Melzo

Obiettivi del contratto di ricerca:

- Analisi dei consumi urbani di gas metano per impostare interventi di riqualificazione energetica
- Analisi dei consumi urbani di energia elettrica per progettare eventuali centrali di cogenerazione

Dati esistenti utilizzati:

- Database topografico del Comune di Melzo (standard nazionale)
- Dati catastali e anagrafici implementati nel GIS del Comune di Melzo
- Dati energetici comunali derivanti dal portale SIATEL (depurati dei dati soggetti a privacy)

Nessun dato ulteriore rilevato sul terreno

ANALISI ENERGETICA CITTADINA: gas metano

MELZO

Prof. Ing. Franco Guzzetti

Stralci dalla presentazione nel corso di capacity building del 03/11/20

Fattori che determinano il consumo:

- Temperatura esterna
- Caratteristiche energetiche degli involucri
- Stili di comportamento personale (temperatura interna gradita)
- Ore di utilizzo dell'appartamento

Elementi che è possibile stimare

- Previsione strategica del consumo di gas (per i fornitori)
- Monitoraggio nel tempo degli effetti delle politiche di riqualificazione energetica degli edifici

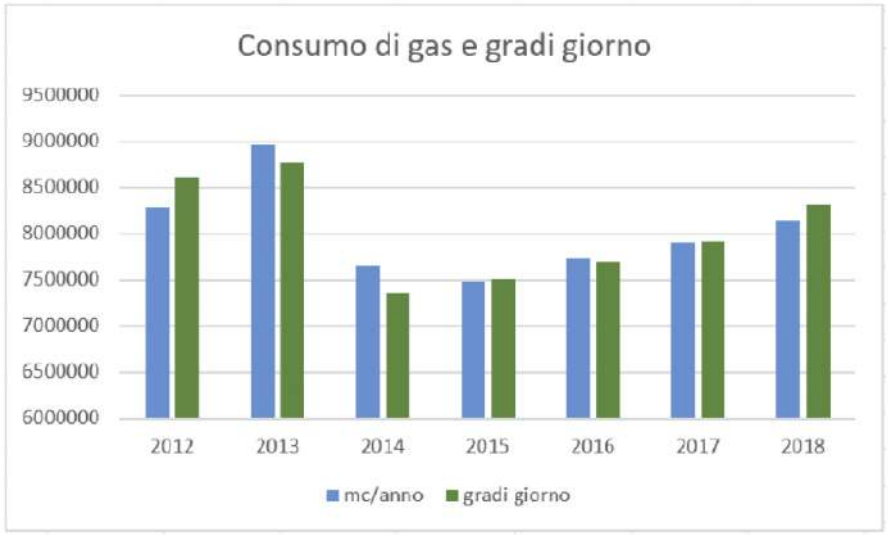
DATI Gradi Giorno:

Stazione meteo Melzo di Fondazione OMD

Ogni grado giorno

3702 ± 92 mc

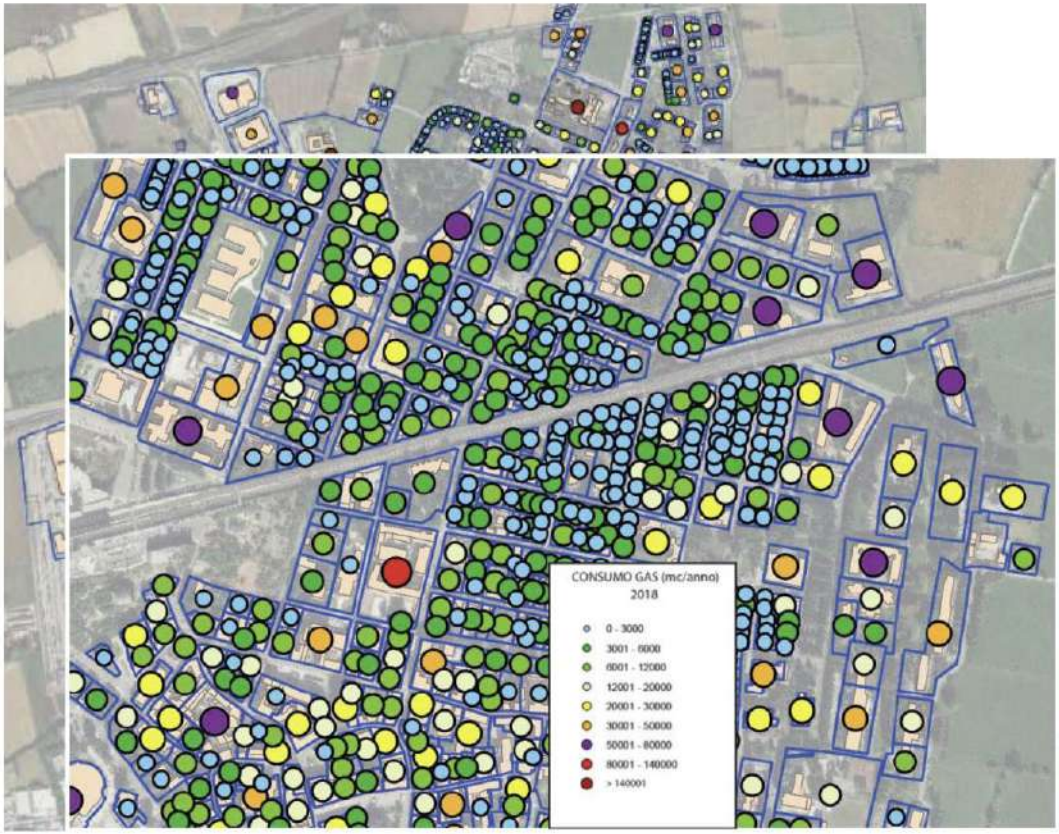
Anno	riscaldamento	gradi giorno	mc/grado
2012	8290315	2330	3558
2013	8960137	2371	3778
2014	7665514	1989	3855
2015	7493666	2032	3688
2016	7730409	2079	3718
2017	7903103	2140	3694
2018	8140362	2246	3624
		Media	3702
		Dev.St.	97



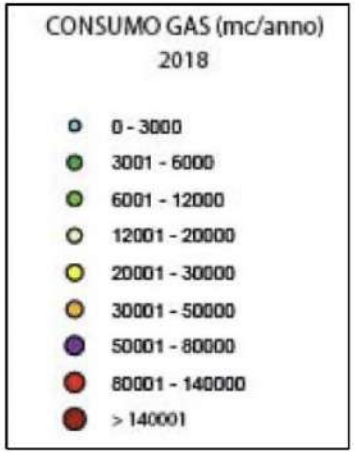
MELZO

Prof. Ing. Franco Guzzetti

Stralci dalla presentazione nel corso di capacity building del 03/11/20



Importante poter vedere spazialmente i consumi è strategico



PROGETTO CLIMAMI

AREA RISERVATA

::: NEWS ::: | SI-CU | FORMAZIONE | IL PROGETTO | CHI SIAMO

LINEE GUIDA
DATABASE
METODOLOGIA

STRUMENTO INFORMATIVO CLIMA URBANO

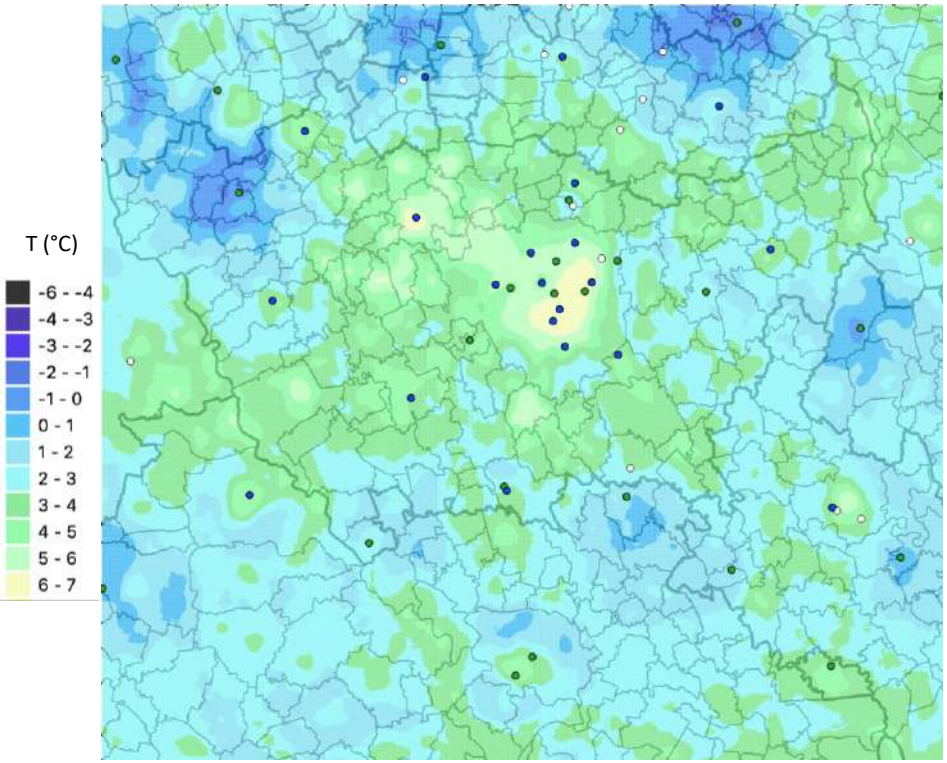
Uno **strumento operativo** di supporto alle attività di progettazione e gestione nel territorio urbano.

OUTPUT 2020

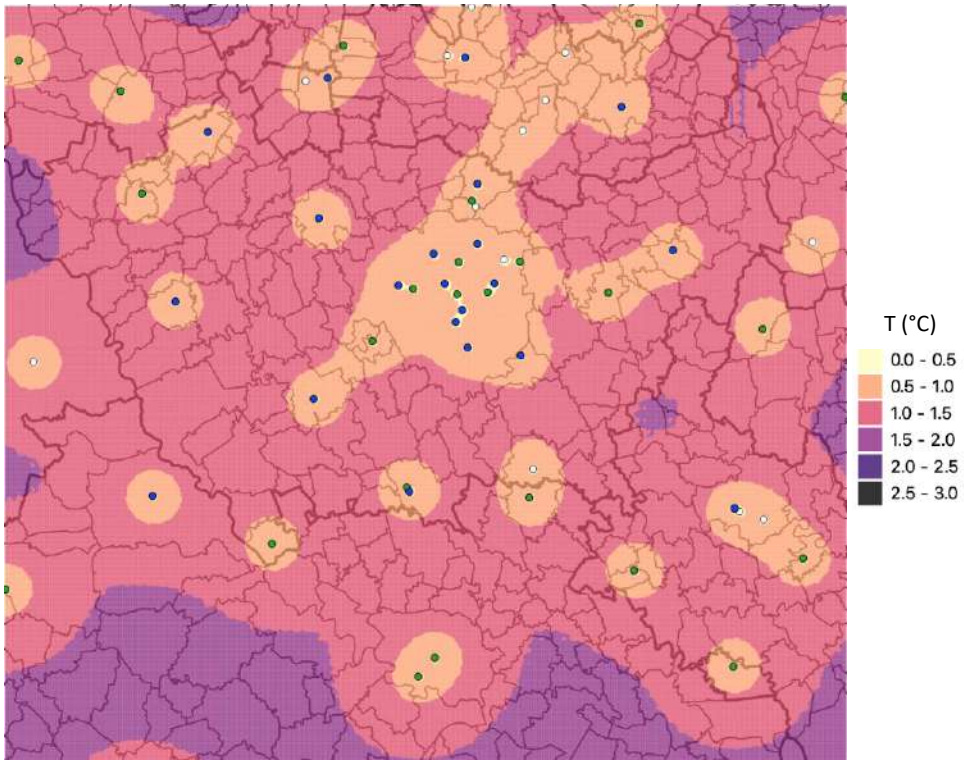
- **Atlante climatico**, riportante i risultati delle analisi spaziali in termini grafici e consultabile con funzioni di visualizzazione e sovrapposizione layer tematici tipo GIS. *(Sviluppo previsto nel corso del 2020)*

metà dicembre

dettaglio su cella 100m x 100m



Mappa INVERNO UHI 22:00: temperatura media dell'aria



Mappa INVERNO UHI 22:00: incertezza

PROGETTO CLIMAMI

AREA RISERVATA

::: NEWS ::: | SI-CU | FORMAZIONE | IL PROGETTO | CHI SIAMO

LINEE GUIDA
DATABASE
METODOLOGIA

STRUMENTO INFORMATIVO CLIMA URBANO

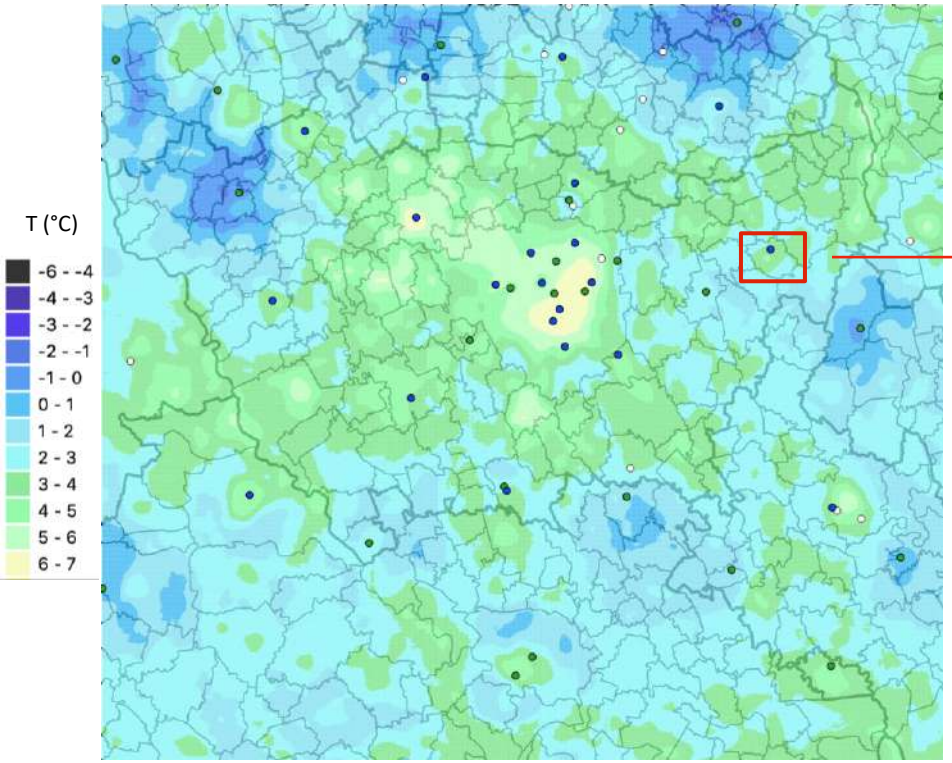
Uno **strumento operativo** di supporto alle attività di progettazione e gestione nel territorio urbano.

OUTPUT 2020

- **Atlante climatico**, riportante i risultati delle analisi spaziali in termini grafici e consultabile con funzioni di visualizzazione e sovrapposizione layer tematici tipo GIS. *(Sviluppo previsto nel corso del 2020)*

metà dicembre

dettaglio su cella 100m x 100m



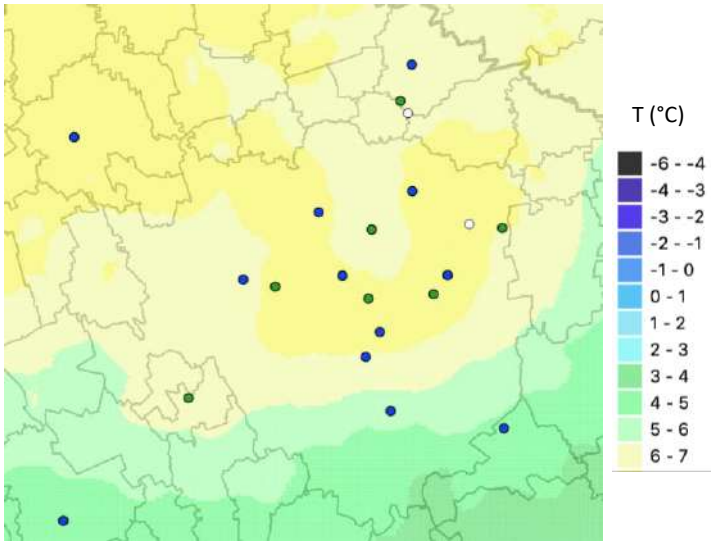
MELZO

Mappa INVERNO UHI 22:00: temperatura media

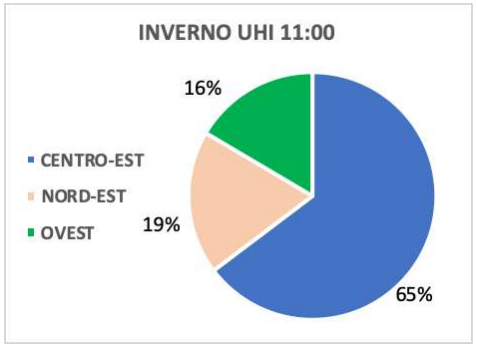
PROGETTO CLIMAMI

ATLANTE
TEMPERATURA DELL'ARIA

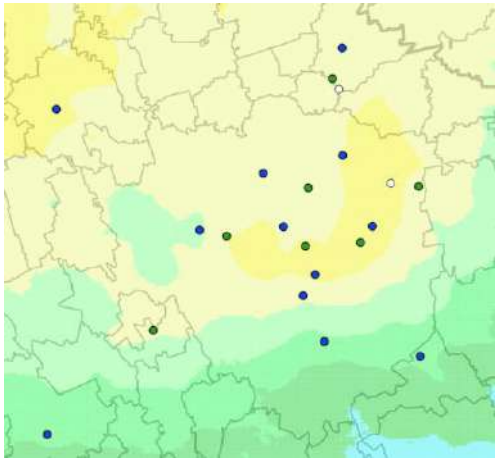
- Mappe **stagionali** medie ed estreme
- Mappe per **Situazioni Tipo Climatiche**
  (UHI>3°C, tipo di tempo stabile, vento inferiore a 1.3 m/s)



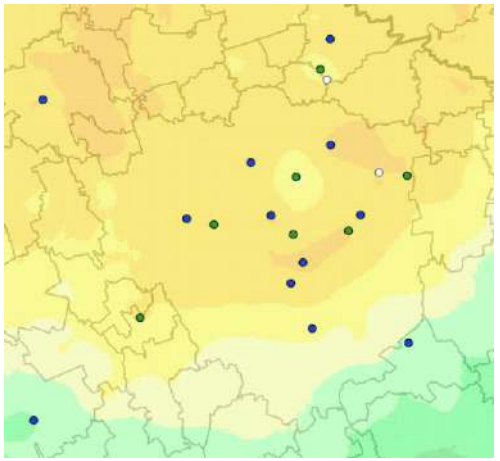
Mappa **INVERNO UHI 11:00** - T media aria



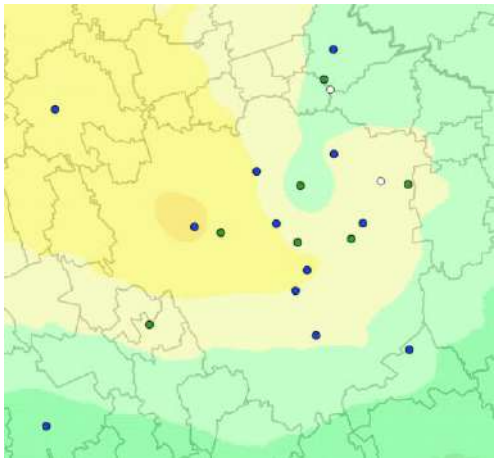
Frequenze di accadimento STC



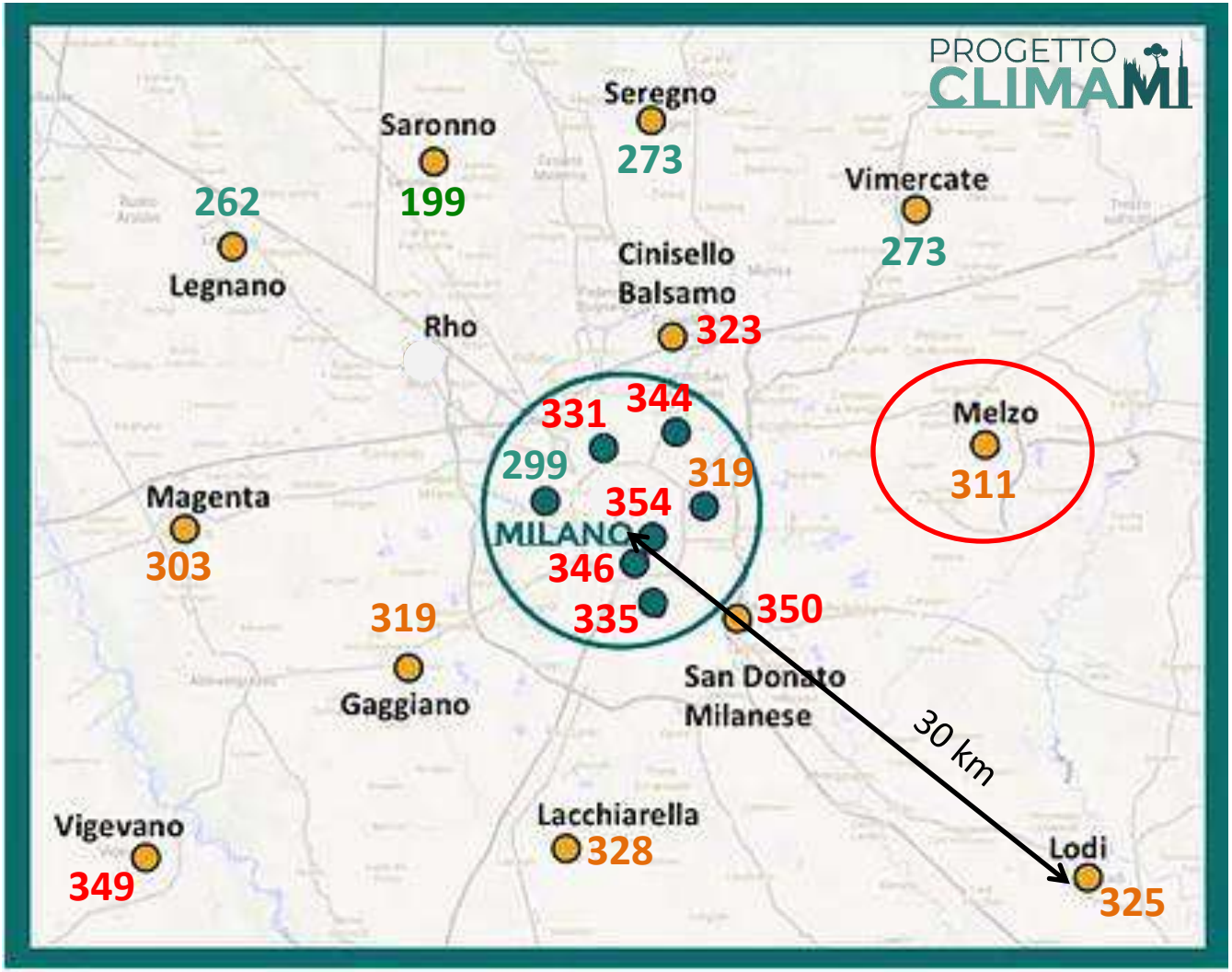
INVERNO UHI 11:00
T media aria
CENTRO_EST



INVERNO UHI 11:00
T media aria
NORD-EST



INVERNO UHI 11:00
T media aria
OVEST



DB ClimaMi:

- ☐ T media
- ☐ T max assoluta
- ☐ T media delle massime
- ☐ T min assoluta
- ☐ …
- ☐ T escursione giornaliera MEDIA e MASSIMA
- ☐ …
- ☐ GRADI GIORNO INVERNALI
- ☑ **GRADI GIORNO ESTIVI**
- ☐ …
- ☐ T Giorno Medio orario

GRADI GIORNO ESTIVI
valore medio STAGIONE TERMICA ESTIVA (GIU-AGO)

ANALISI ENERGETICA CITTADINA: energia elettrica

Confronto dati metereologici – Fondazione Osservatorio Meteorologico Milano Duomo
Stazione meteo di Melzo
Estate – Grado giorno è la sommatoria per ogni ora della differenza di temperatura rispetto ai 25° e con una apposita relazione tiene conto dell'umidità relativa

$$E_k + GG * E_p = E_{Tot}$$

Stima ai minimi quadrati sui 7 anni di consumi

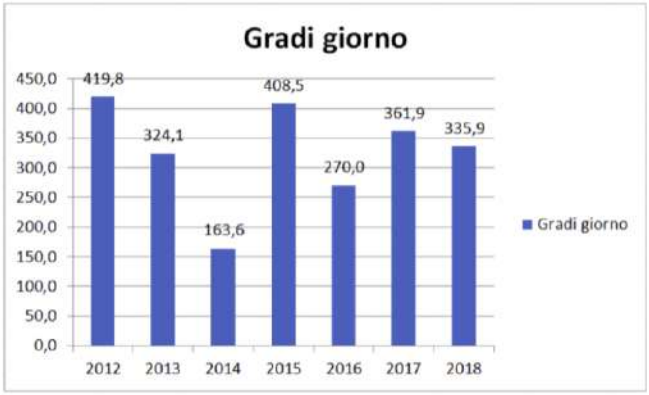
Ek = Consumo annuo indipendente dai gradi giorno
Ep = Consumo dovuto al raffrescamento per ogni grado giorno
GG = Gradi giorno
Etot = Consumo totale

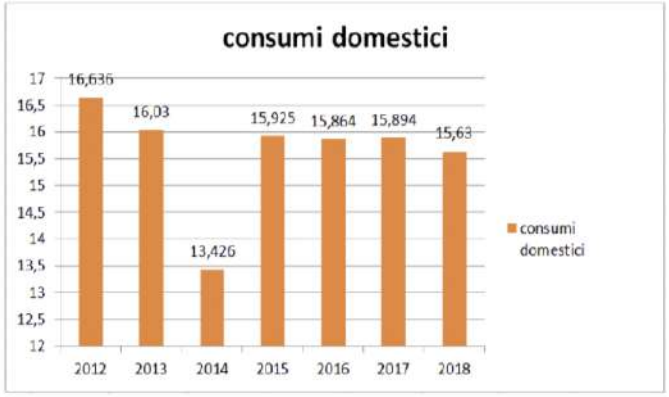
Ek = 11,813 GWh
Ep = 0,011 GWh/GG

Giornata afosa porta anche 13 gradi giorno
0,144 GWh - **144 MWh in un giorno**

Nel 2015 la parte che dipende dai gradi giorno è pari al 30% dell'energia elettrica a uso domestico impiegata

Correlazione con i gradi giorno estivi





MELZO

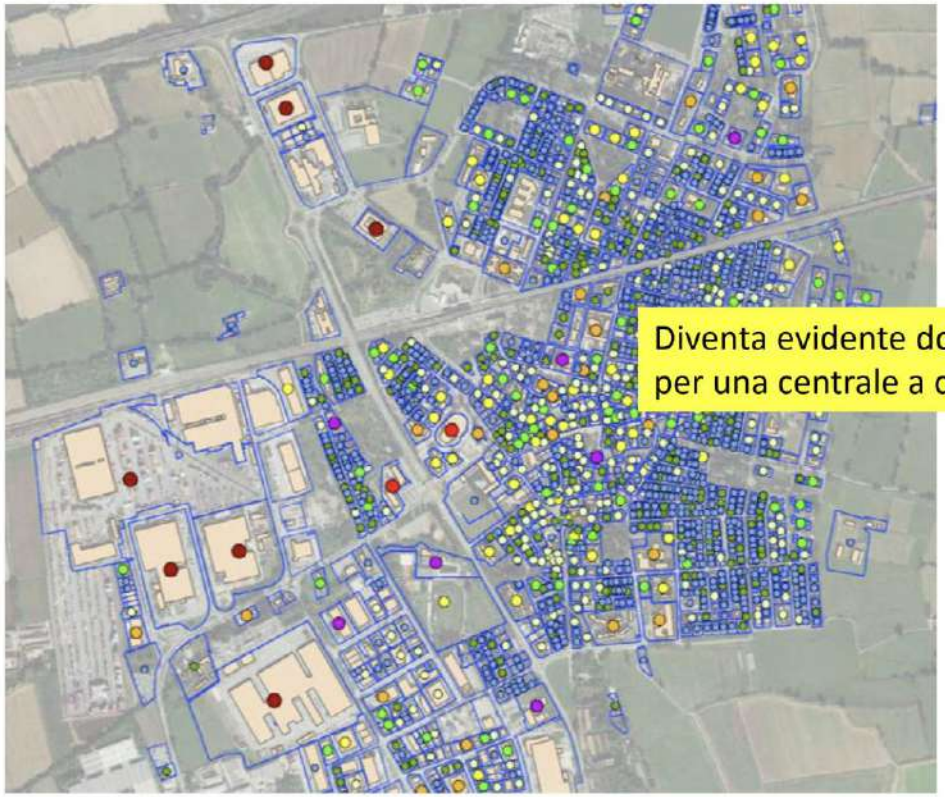
Prof. Ing. Franco Guzzetti

Stralci dalla presentazione nel corso di capacity building del 03/11/20

MELZO

Prof. Ing. Franco Guzzetti

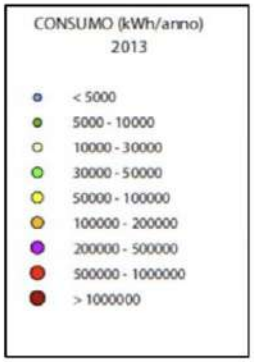
Stralci dalla presentazione nel corso di capacity building del 03/11/20



Consumi energia elettrica

Si evidenzia il basso consumo per edifici con poche utenze, solo domestiche

Diventa evidente dove lavorare per una centrale a cogenerazione

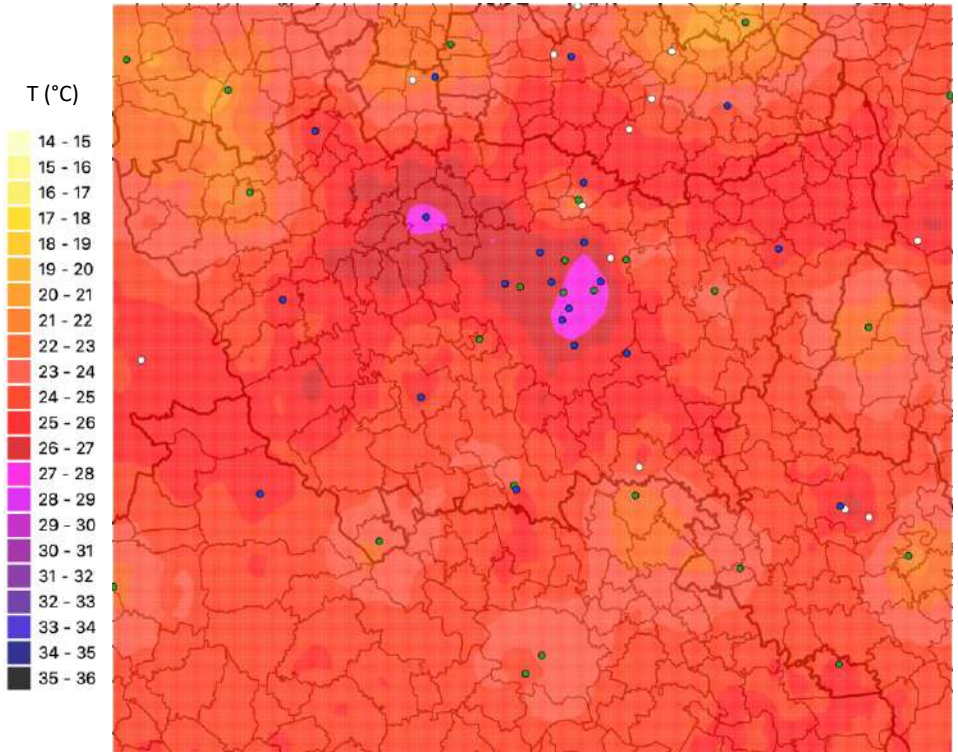


OUTPUT 2020

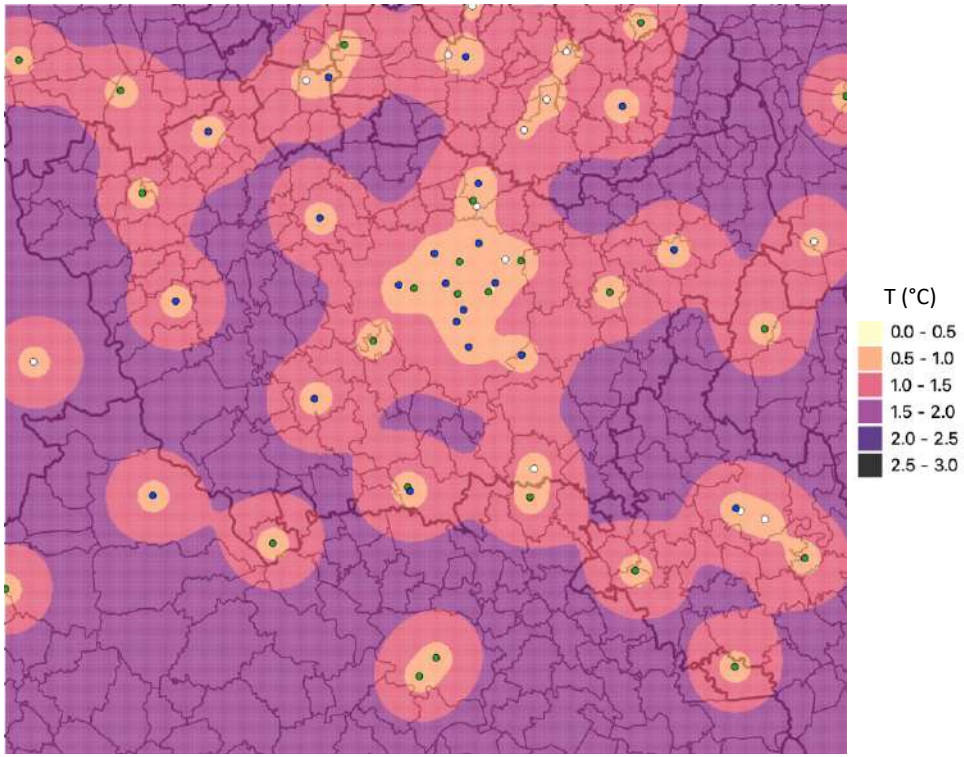
- **Atlante climatico**, riportante i risultati delle analisi spaziali in termini grafici e consultabile con funzioni di visualizzazione e sovrapposizione layer tematici tipo GIS. *(Sviluppo previsto nel corso del 2020)*

metà dicembre

dettaglio su cella 100m x 100m



Mappa ESTATE UHI 22:00: temperatura media aria

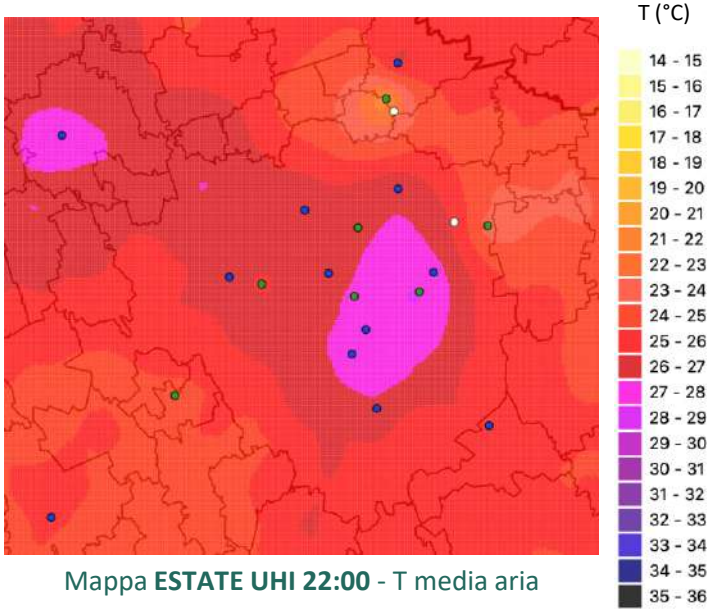


Mappa ESTATE UHI 22:00: incertezza

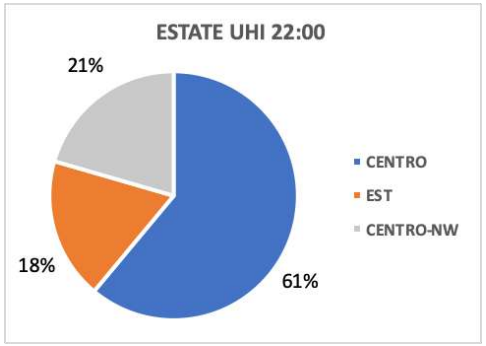
PROGETTO CLIMAMI

ATLANTE
TEMPERATURA DELL'ARIA

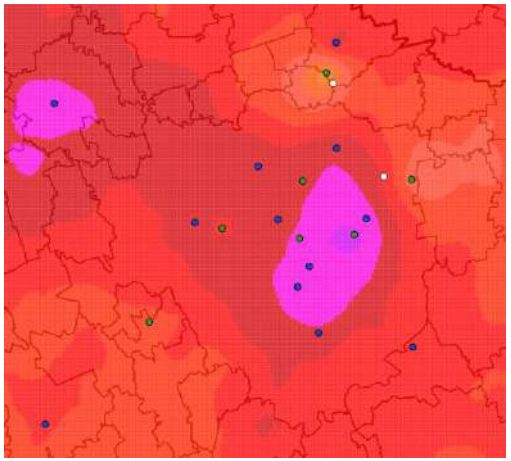
- Mappe **stagionali** medie ed estreme
- Mappe per **Situazioni Tipo Climatiche**
  (UHI>3°C, tipo di tempo stabile, vento inferiore a 1.3 m/s)



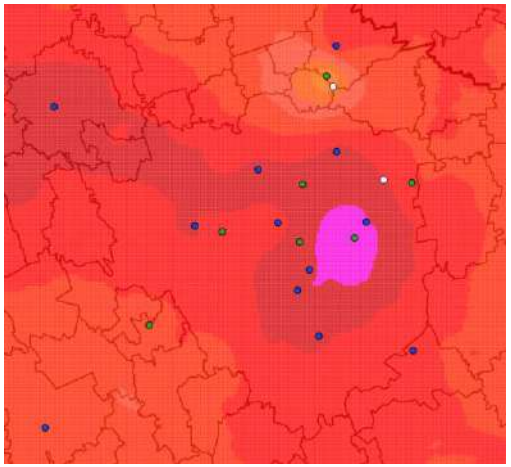
Mappa **ESTATE UHI 22:00** - T media aria



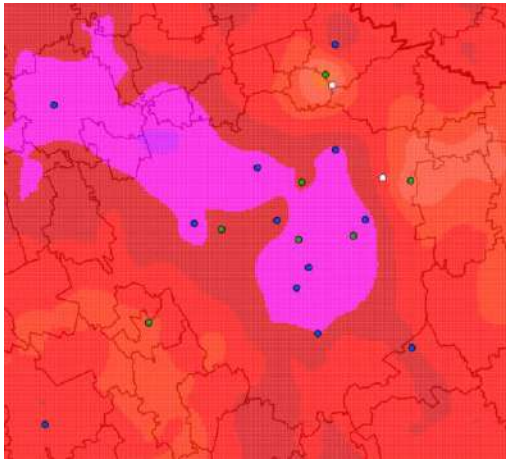
Frequenze di accadimento STC



ESTATE UHI 11:00
T media aria
CENTRO



ESTATE UHI 11:00
T media aria
EST



ESTATE UHI 11:00
T media aria
CENTRO-NORD OVEST

PROGETTO CLIMAMI

AREA RISERVATA

::: NEWS ::: | SI-CU | FORMAZIONE | IL PROGETTO | CHI SIAMO

LINEE GUIDA
DATABASE
METODOLOGIA

STRUMENTO INFORMATIVO CLIMA URBANO

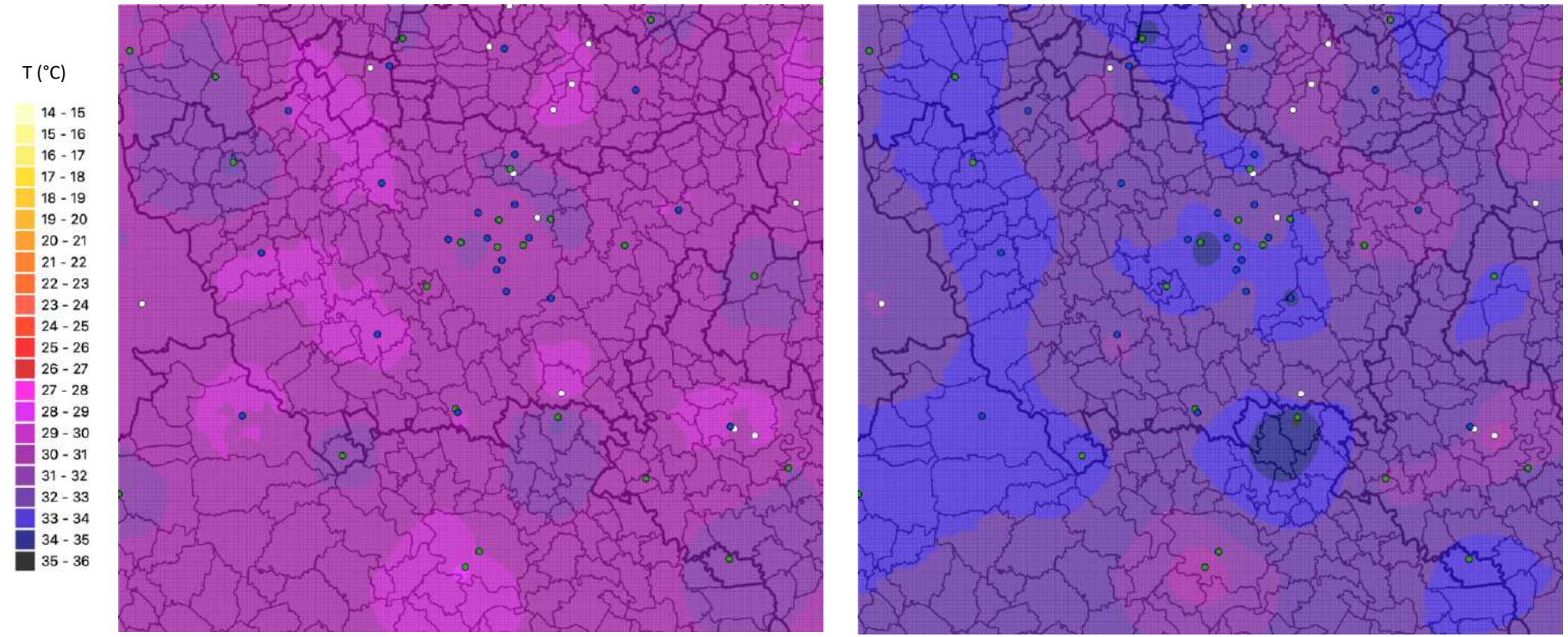
Uno **strumento operativo** di supporto alle attività di progettazione e gestione nel territorio urbano.

OUTPUT 2020

- **Atlante climatico**, riportante i risultati delle analisi spaziali in termini grafici e consultabile con funzioni di visualizzazione e sovrapposizione layer tematici tipo GIS. *(Sviluppo previsto nel corso del 2020)*

metà dicembre

dettaglio su cella 100m x 100m



Mappa Ondata di Calore 11:00 - temperatura media aria

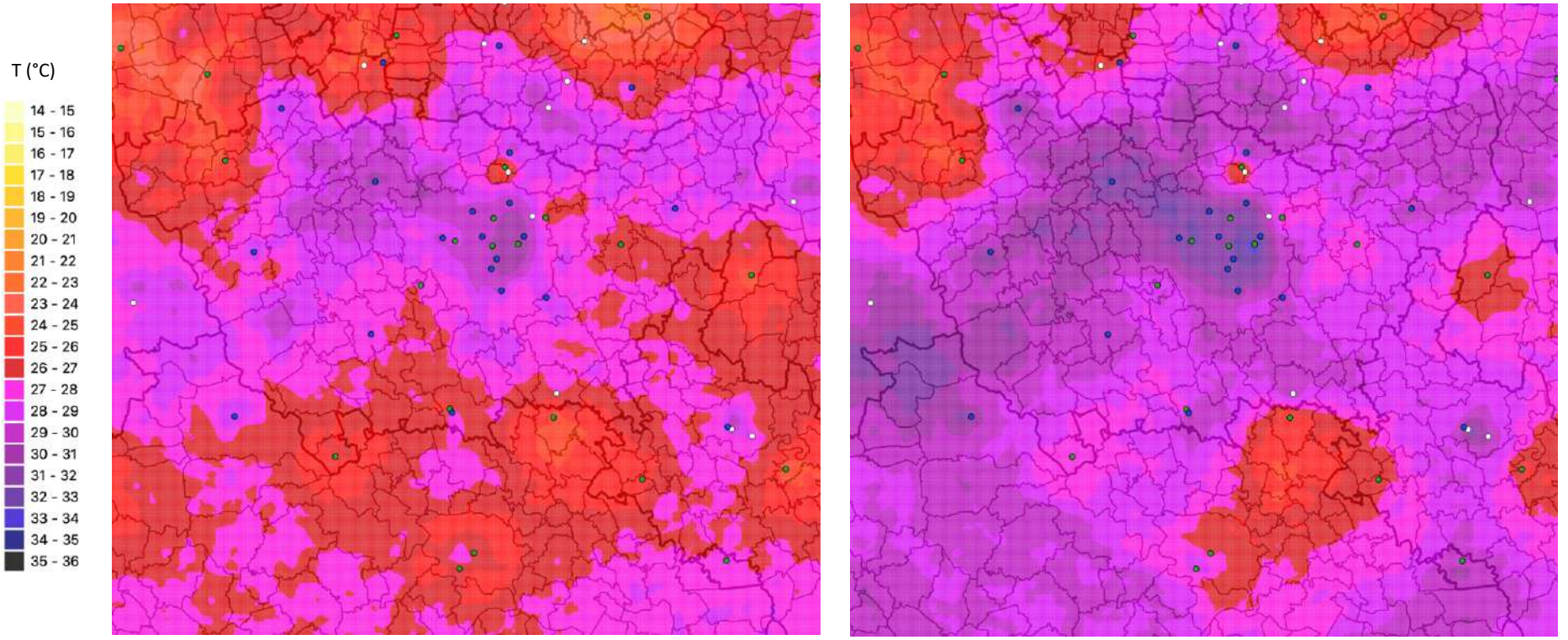
Mappa Ondata di Calore 11:00 - temperatura massima aria

OUTPUT 2020

- **Atlante climatico**, riportante i risultati delle analisi spaziali in termini grafici e consultabile con funzioni di visualizzazione e sovrapposizione layer tematici tipo GIS. *(Sviluppo previsto nel corso del 2020)*

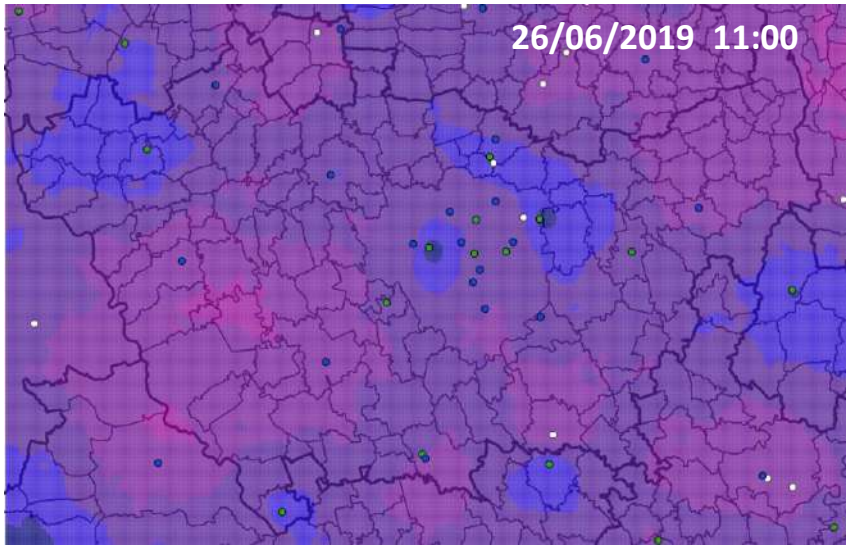
metà dicembre

dettaglio su cella 100m x 100m



Mappa Ondata di Calore 22:00 - temperatura media aria

Mappa Ondata di Calore 22:00 - temperatura massima aria

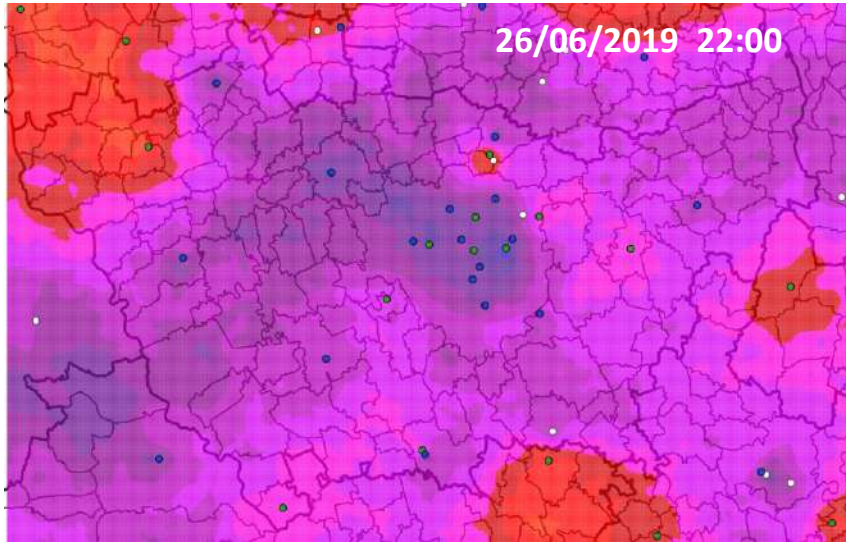


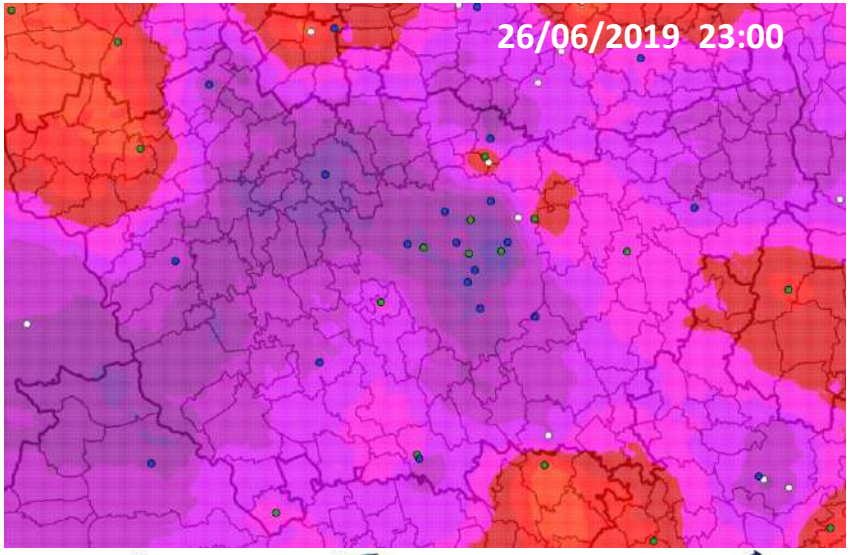
T (°C)

14 - 15
15 - 16
16 - 17
17 - 18
18 - 19
19 - 20
20 - 21
21 - 22
22 - 23
23 - 24
24 - 25
25 - 26
26 - 27
27 - 28
28 - 29
29 - 30
30 - 31
31 - 32
32 - 33
33 - 34
34 - 35
35 - 36

ONDATA DI CALORE

- evento meteorologico, che può essere esacerbato da UHI (Urban Heat Island)
- i valori assoluti di temperatura presentano notevoli differenze tra mattino e sera
- la distribuzione spaziale di temperatura è diversa tra mattino e sera





Comune di Milano

ORDINE DEGLI ARCHITETTI, PIANIFICATORI, PAESAGGISTI E CONSERVATOR DELLA PROVINCIA DI MILANO

ORDINE DEGLI INGEGNERI DELLA PROVINCIA DI MILANO

FORMAZIONE

25 NOVEMBRE 2020

SOSTENIBILITÀ E ADATTAMENTO CLIMATICO

nella progettazione e nella pianificazione

dalla scala urbana alla scala metropolitana

RISCALDAMENTO E RAFFRESCAMENTO URBANO, DISTRIBUZIONE SPAZIALE STAGIONALE DELLE TEMPERATURE DELL'ARIA

CONTATTI:
info@progettoclimami.it
c.lavecchia@fondazioneomd.it

FONDAZIONE
Osservatorio Meteorologico
Milano Duomo