

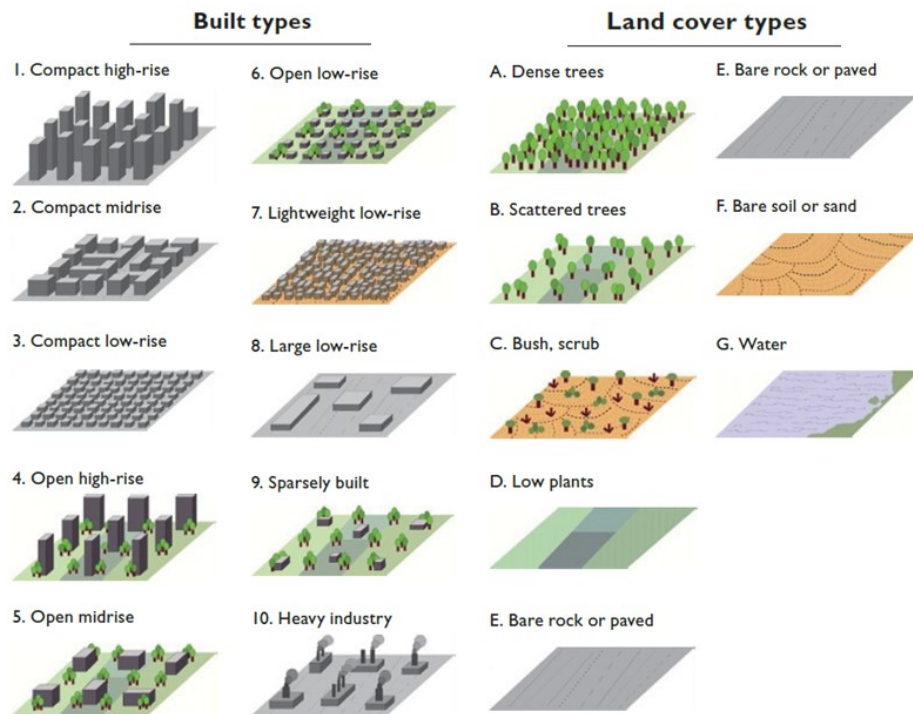
**Il downstream nazionale  
tra presente e futuro:**  
un percorso condiviso con la comunità degli utenti



# PRISMA PER LA MAPPATURA DELLE LOCAL CLIMATE ZONES

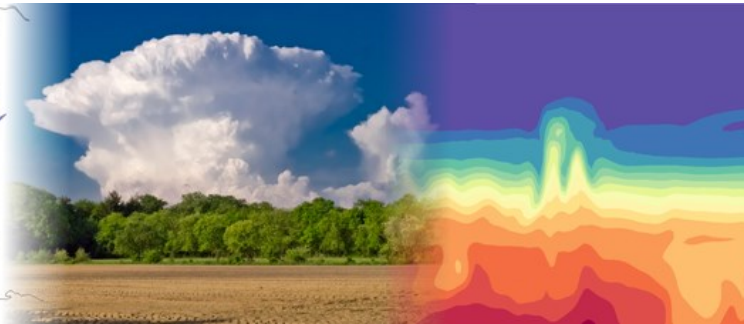
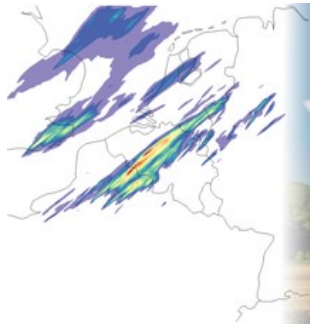
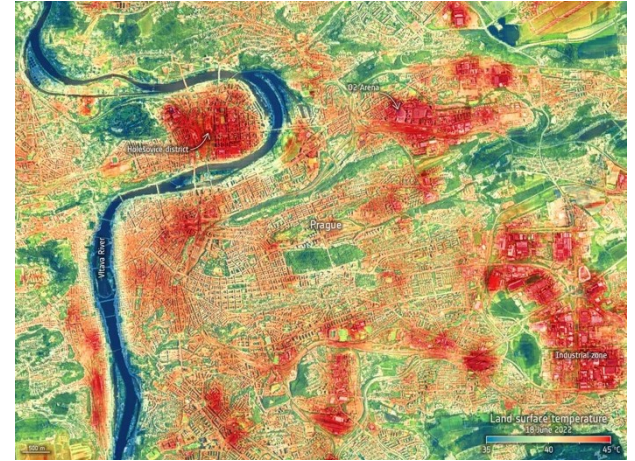
Daniele Oxoli (DICA - GEOlab - Politecnico di Milano)  
Maria Antonia Brovelli, Giovanna Venuti, Barbara Betti,  
Jesus Rodrigo Cedeno Jimenez, Alberto Vavassori, Mario  
Siciliani de Cumis, Patrizia Sacco, Deodato Tapete

- Il sistema di classificazione delle *Local Climate Zone (LCZ)* è uno strumento utile allo studio dell'**isola di calore urbana** e, più in generale, agli studi micro-climatici.
- Il sistema divide l'ambiente urbano in classi sulla base di proprietà che influiscono sulla temperatura dell'aria nei più bassi strati atmosferici: **struttura** (altezza e spaziatura di edifici ed alberi) e **copertura** (permeabile o impermeabile) delle superfici.
- Le LCZ sono regioni uniformi in termini di copertura, struttura, e materiale delle superfici e si estendono da alcune **centinaia di metri** fino a diversi **chilometri**.



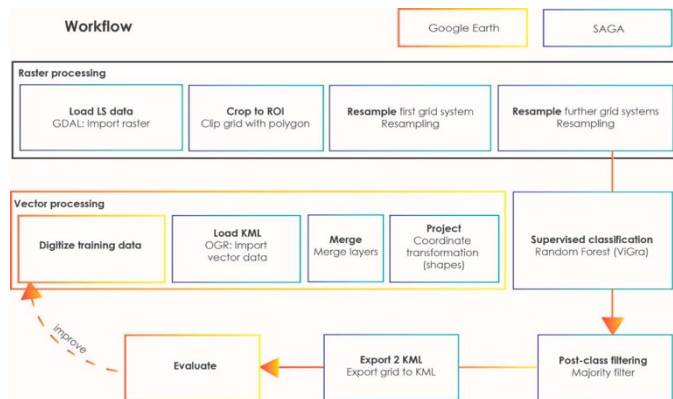
## Principali applicazioni:

- Studi sull'isola di calore
- Modellazione microclimatica
- Efficientamento energetico
- Pianificazione urbana
- Studi sulla salute umana



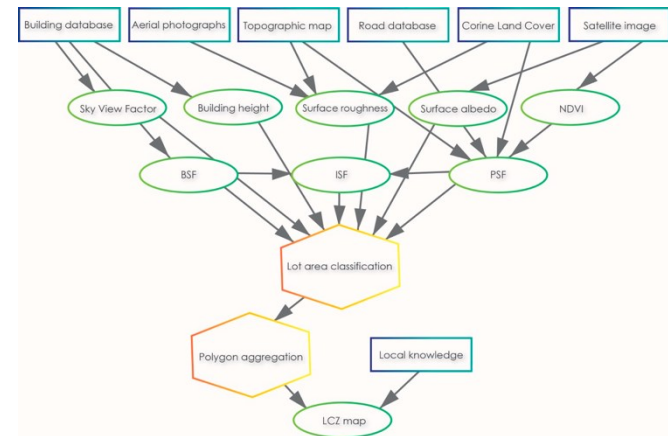
## Metodo WUDAPT

- Si basa sulla **classificazione supervisionata** di **immagini** satellitari **multispettrali** (Landsat 8 e Sentinel-2).
- Limite: le immagini satellitari hanno elevata copertura ma non contengono tutte le informazioni necessarie alla classificazione (ad es. altezza degli edifici).



## Metodi basati sui GIS

- Si basano sul calcolo di proprietà geometriche e termiche/radiative delle LCZ a partire da dati geospaziali (ad es. altezze degli edifici e copertura del suolo).
- Classificatori *rule-based* vengono applicati per ricavare mappe di LCZ.
- Limite: non è garantita la disponibilità di dati urbani.





## Il progetto “Local Climate Zones & Open Data Cube” (LCZ - ODC)



**Obiettivo:** identificazione delle LCZ e studio della loro correlazione con la temperatura dell’aria nella **Città Metropolitana di Milano** tramite l’integrazione di dati geospaziali e tecnologie di osservazione della Terra in ambiente **Open Data Cube** (ODC).

---



La tecnologia **Open Data Cube** (ODC) è una piattaforma di *cloud-computing* in grado di integrare e gestire geodati multidimensionali e multitemporali con formato e risoluzioni eterogenee in un singolo *end-point*.

---



Il progetto fa parte della prima *Call for ideas* “**Città Sostenibili**” del programma di ASI *Innovation for Downstream Preparation for Science* (**I4DP\_SCIENCE**).

Il progetto è sviluppato in collaborazione tra il Politecnico di Milano (DICA) e l’ASI (Accordo Attuativo n. 2022-30-HH.0 ASI – POLIMI-DICA).



**ASI Innovation for Downstream Preparation for Science (I4DP\_SCIENCE)** è un programma di incubazione che mira a dimostrare l'utilizzo operativo di metodi e tecnologie in grado di indirizzare i bisogni della comunità utente.

Il programma è focalizzato sullo sviluppo dimostrativo di servizi innovativi a valore aggiunto basati sull'uso di sistemi satellitari di Telecomunicazione (TLC), Navigazione (NAV) e Osservazione della Terra (OT) attraverso casi d'uso e progetti pilota.

Nell'ambito del progetto LCZ-ODC vengono periodicamente organizzati **workshop** ed eventi **formazione e dimostrazione** rivolti agli stakeholder al fine di consolidare i requisiti utente rispetto ai quali gli applicativi sono sviluppati e dimostrati (vedi [Primi traguardi del progetto LCZ-ODC](#) sui primi workshop organizzati a Milano in **Marzo 2023** e Roma in **Aprile 2023**).

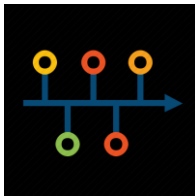


Stato di avanzamento del progetto:

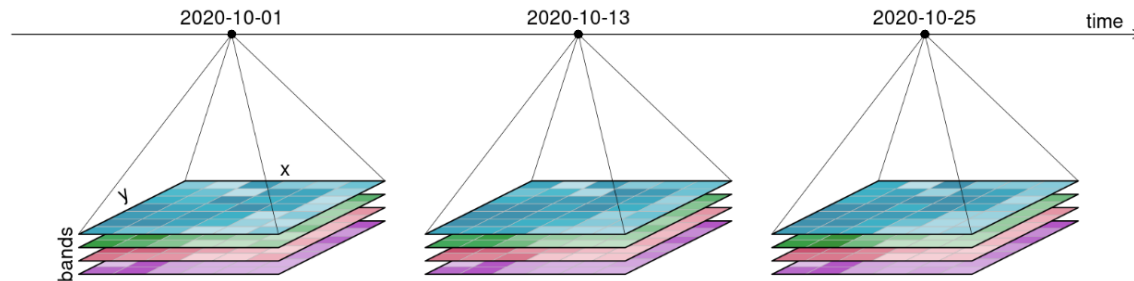
Kick-Off del progetto LCZ-ODC [KO] → **Novembre 2022**.

1° Riunione di avanzamento [RA1] → **Dicembre 2022** | 2° Riunione di avanzamento [RA2] → **Febbraio 2023** | Revisione di Medio Termine [RMT - RA3] → **Settembre 2023**.

**In corso:** sviluppo applicativi, analisi dati e organizzazione workshop finali con 4° Riunione di avanzamento [RA4] → **Gennaio 2023**.



- La mappatura delle LCZ si basa sull'integrazione di immagini satellitari multi-risoluzione e dati geospaziali locali e regionali.
- Le immagini iperspettrali della missione PRISMA di ASI vengono integrate alle immagini multispettrali del Sentinel-2 nell'ODC.
- Gli strati informativi inclusi nell'ODC comprendono anche diversi geodati utili alla classificazione delle LCZ.
- Per lo studio della correlazione tra le LCZ e la temperatura vengono utilizzati e integrati nell'ODC anche dati meteorologici forniti da stazioni di monitoraggio ufficiali (ARPA Lombardia).



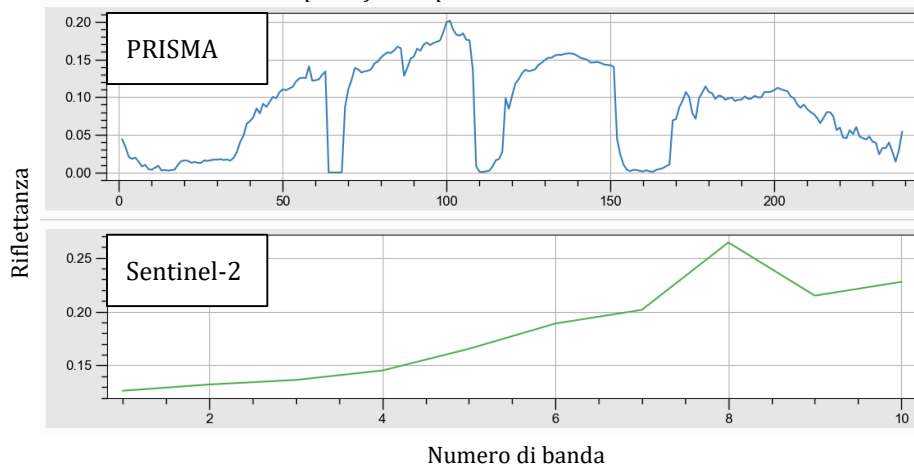
*Esempio di data cube con 4 dimensioni: x, y, bande e tempo*

PRISMA è la missione iperspettrale di Osservazione della Terra finanziata da ASI come progetto nazionale (lanciato il 21 Marzo 2019).

Caratteristiche principali del satellite:

- **240 bande totali nel VNIR (66 bande, 400–1010 nm) & SWIR (174 bande, 920–2505 nm)**
- Alta risoluzione spettrale (meglio di **14 nm**)
- Media risoluzione spaziale (**30 m**) e swath (**30 km**)
- La camera PAN acquisisce dati nel pancromatico con risoluzione di **5 m**
- Tempo di rivisitazione di **29 giorni** (ciclo orbitale), che può arrivare fino a **< 7 giorni** variando l'angolo di vista

*Esempio di firma spettrale - PRISMA e Sentinel-2*

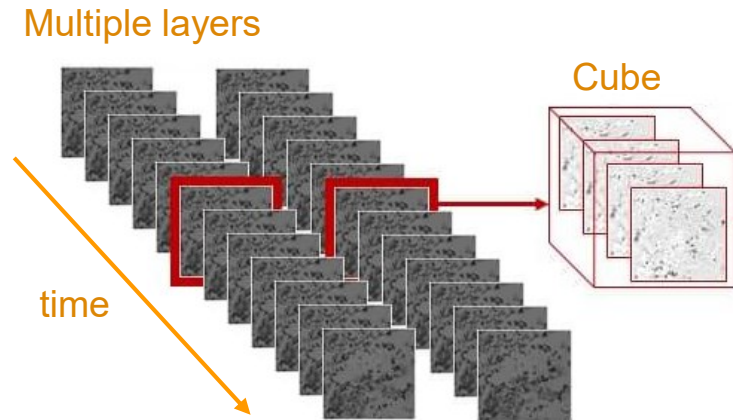






## Cos'è un Data Cube?

E' uno strumento utile per raggruppare grandi sequenze di dati in 3 dimensioni (X, Y, tempo).

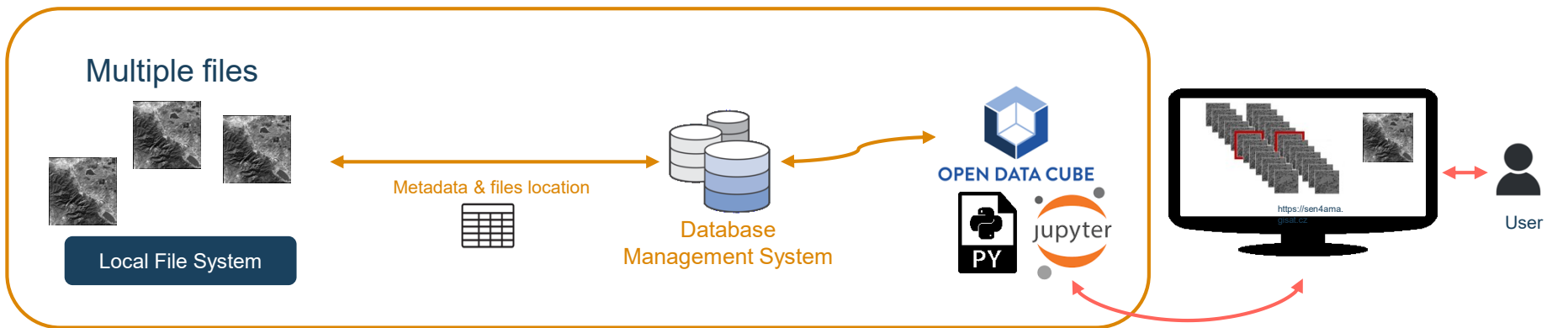


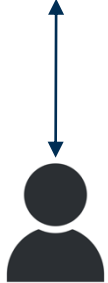
<https://sen4ama.gisat.cz>

L'ODC è una struttura di dati che permette di organizzare dati geospaziali che possano poi essere distribuiti e processati sistematicamente, anche su infrastrutture cloud. L'utente finale interagisce con l'ODC tramite Application Programming Interface (API) semplificate.



# La tecnologia Open Data Cube (ODC)





I **Jupyter Notebook** costituiscono un'interfaccia user-friendly per interagire facilmente con l'ODC.

In questo modo l'utente può visualizzare, creare, e **interagire con i dati indicizzati nell'ODC**. Si tratta di uno strumento free e open-source che permette di visualizzare e interagire con gli output senza dover rilanciare il codice ogni volta.

```
jupyter My_plots Last Checkpoint: Last Sunday at 9:24 PM (unsaved changes)
File Edit View Insert Cell Kernel Widgets Help
Python 3 (ipykernel)

Plotting Sentinel-2 image in RGB

In [*]: image_path = "C:/Users/All/Desktop/Internship/ICZ-ODC-Processing/Notebooks/ICZ-ODC-Processing/Notebooks/52_outputs/52_2023032_image"
src = rasterio.open(image_path)
red_band = src.read(1)
green_band = src.read(2)
blue_band = src.read(3)

red_da = xr.DataArray(red_band, dims=('y', 'x'), name='red')
green_da = xr.DataArray(green_band, dims=('y', 'x'), name='green')
blue_da = xr.DataArray(blue_band, dims=('y', 'x'), name='blue')

rgb_da = xr.concat([red_da, green_da, blue_da], dim='band')

rgb_da = rgb_da.transpose('y', 'x', 'band')

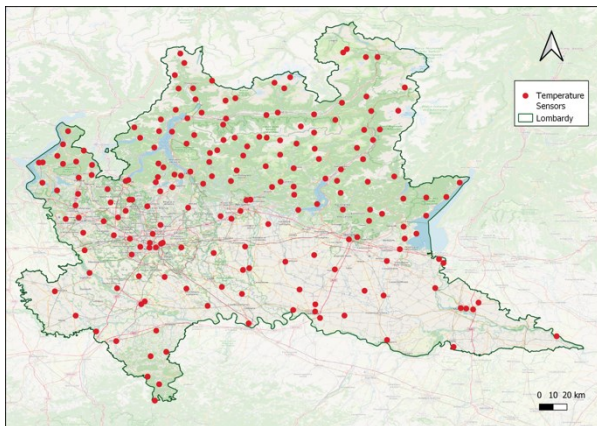
plt.figure(figsize=(10, 10))
plt.imshow(rgb_da)
plt.title("Sentinel-2 RGB Image")
plt.axis('off')
plt.show()

Clipping input data to the valid range for imshow with RGB data ([0..1] for floats or [0..255] for integers).
```

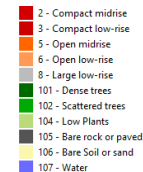
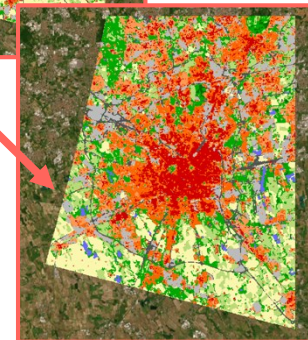
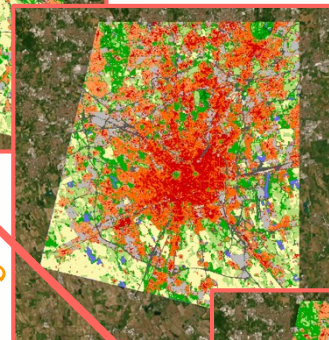
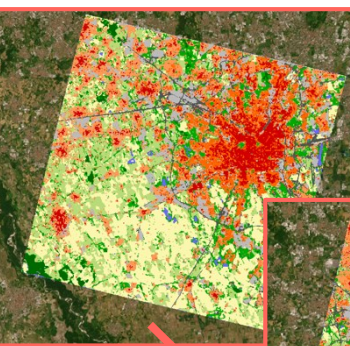
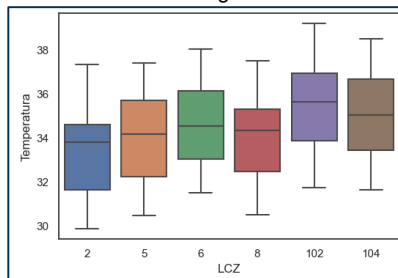


- Verranno prodotte **mappe multitemporali di LCZ** per la Città Metropolitana di Milano.
- I **requisiti utente** verranno considerati per indirizzare/migliorare lo sviluppo degli strumenti applicativi del progetto.
- Le mappe e i dati utilizzati saranno resi accessibili tramite l'ODC utilizzando i **Jupyter Notebook**.
- Saranno forniti i risultati dello studio di **correlazione con le misure di temperatura** dell'aria delle stazioni ARPA.

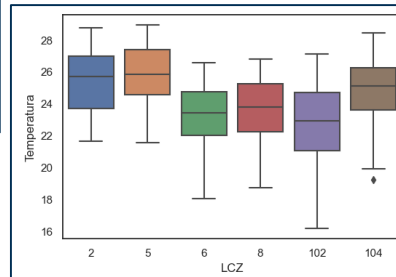
Rete di misura di ARPA Lombardia



Osservazioni giornaliere



Osservazioni notturne



Sviluppo di un Plugin che permetterà di accedere direttamente ai dati di **ARPA Lombardia** in QGIS. Si potranno esportare, ad esempio:

- Serie temporali delle variabili meteorologiche (formato .csv)
- Informazioni relative ai sensori meteorologici (formato .csv)
- Statistiche riassuntive delle variabili meteorologiche e informazioni per ogni sensore (multipoint layer shapefile/geopackage)

L'utente potrà selezionare diversi parametri, ad es. il range temporale su cui aggregare i dati, tipologia di sensore, la provincia etc.



ARPA Weather

**Data source selection**

Request API data for the current month. Available from 2023-06-01 01:00:00 to 2023-06-07 11:50:00

Request CSV data for past months/years. Available from 2016-01-01 00:00:00 to 2023-05-31 01:00:00

Open Data Lombardia Token [optional]

**Dates selection**

Select processing year: 2023

Select start date: 01-06-2023 01:00:00

Select end date: 07-06-2023 11:50:00

**Sensor type selection**

Select sensor type: Temperatura

**Filter data**

Outlier removal method [optional]: None

Select province (all provinces are selected if not specified) [optional]:

BG  BS  CO  CR  LC  LO  MB  MI  MN  PV  SO  VA

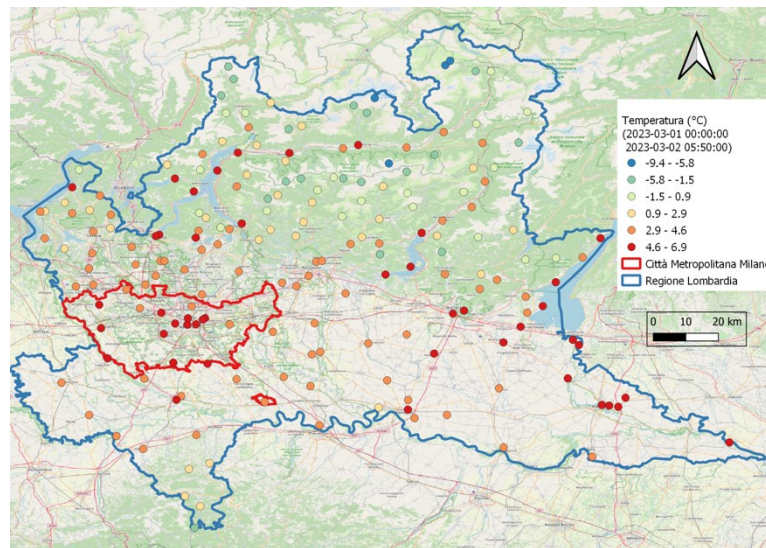
**Export**

Export attribute table [optional]:

Export time-series [optional]:

Export sensors information [optional]:

Esempio interfaccia del Plugin - ARPA Weather



Esempio dati sensori di temperatura ARPA Lombardia ottenuti tramite il Plugin

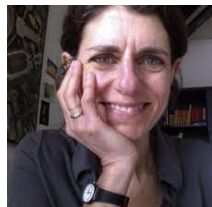
## Politecnico di Milano - DICA



Maria A. Brovelli



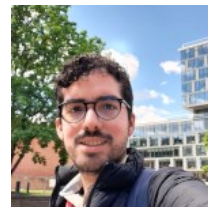
Barbara Betti



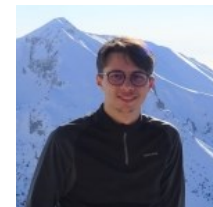
Giovanna Venuti



Daniele Oxoli



Rodrigo Cedeno



Alberto Vavassori

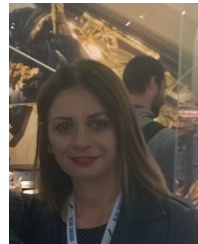
## Agenzia Spaziale Italiana - ASI



Deodato Tapete



Mario Siciliani de Cumis



Patrizia Sacco

# *Grazie per l'attenzione*

Daniele Oxoli, PhD  
DICA - GEOLab - Politecnico di Milano  
[daniele.oxoli@polimi.it](mailto:daniele.oxoli@polimi.it)

