

Università degli Studi di Padova – Dipartimento di Ingegneria Industriale

Corso di Laurea in Ingegneria meccanica

Relazione per la prova finale

«Sviluppo del database climatico delle città italiane per la valutazione delle prestazioni di caldaie e pompe di calore»

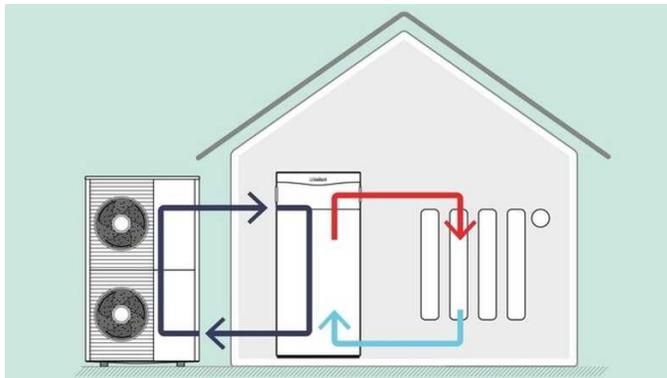
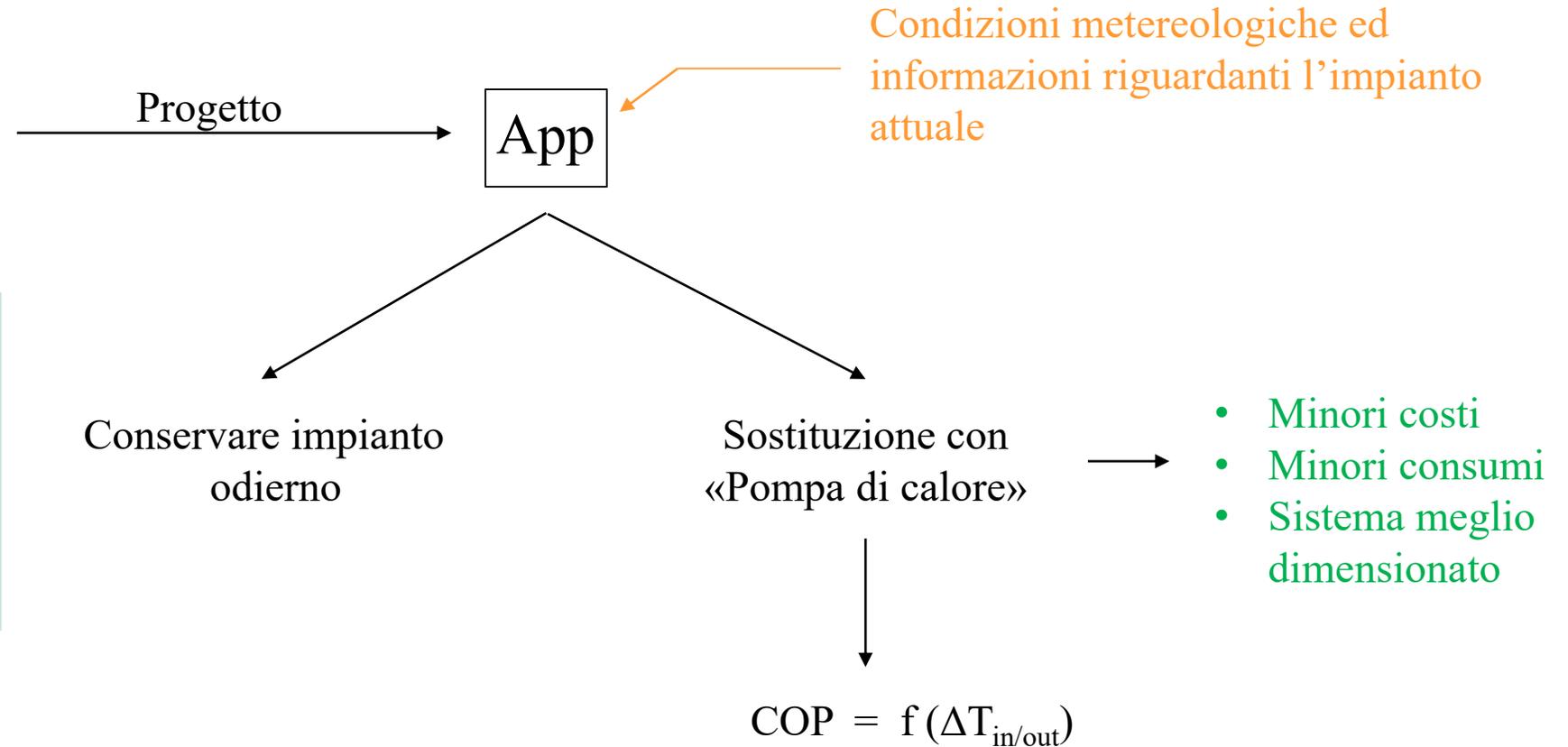
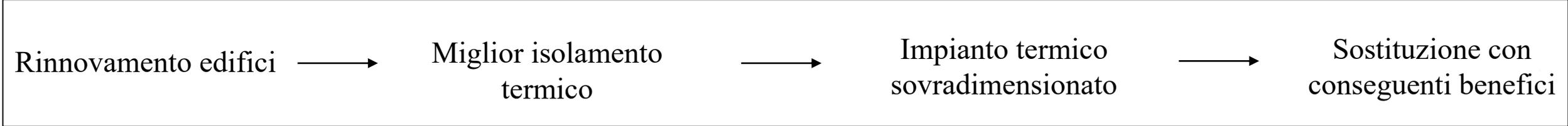
Tutor universitari: Prof. Giovanna Cavazzini

Prof. Alberto Benato

Laureando: *Signorelli Bernardo Esteban*

Padova, 22/03/2024

CONTESTUALIZZAZIONE



Schema pompa di calore



L'obiettivo del lavoro è quello di produrre un **database climatico** il quale possa poi essere utilizzato nello sviluppo del progetto finale fornendo informazioni riguardo le condizioni metereologiche di una data località in un dato istante.

Database:

- 112 Città
- Periodo acquisizione 2010-2019
- Temperatura assoluta [°C]
- Temperatura percepita [°C]
- Umidità [%]
- Precipitazioni [mm]
- Velocità del vento [Km/h]

Fonte: open meteo



Software open source il quale permette di scaricare i dati metereologici riguardanti una certa località per un dato arco temporale a piacere.



Software di calcolo per l'elaborazione dei dati, in particolare la separazione delle variabili in celle diverse e la predisposizione di quest'ultimi ad essere importati in un file MATLAB.data



Software atto allo studio dei dati, nello specifico produzione di grafici, individuazione delle temperature più significative (max, min, avg) e creazione della funzione cumulativa.



Sezione dedicata alla scelta della Località



Location: **Coordinates** ≡ List

Latitude: 52,52 Longitude: 13,41 Timezone: Not set (GMT+0) Arezzo +

Start Date: 2010-01-01 End Date: 2019-12-31

You can access past weather data dating back to 1940. However, there is a 5-day delay in the data. If you want information for the most recent days, you can use the [forecast API](#) and adjust the **Past Days** setting.

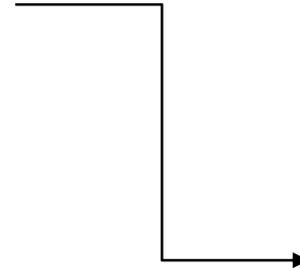
Quick: 2000-2010 2010-2022 2020 2021 2022

Hourly Weather Variables

- Temperature (2 m)
- Relative Humidity (2 m)
- Dewpoint (2 m)
- Apparent Temperature
- Precipitation (rain + snow)
- Rain
- Snowfall
- Snow depth
- Weather code
- Sealevel Pressure
- Surface Pressure
- Cloud cover Total
- Cloud cover Low
- Cloud cover Mid
- Cloud cover High
- Reference Evapotranspiration (ET₀)
- Vapour Pressure Deficit
- Wind Speed (10 m)
- Wind Speed (100 m)
- Wind Direction (10 m)
- Wind Direction (100 m)
- Wind Gusts (10 m)
- Soil Temperature (0-7 cm)
- Soil Temperature (7-28 cm)
- Soil Temperature (28-100 cm)
- Soil Temperature (100-255 cm)
- Soil Moisture (0-7 cm)
- Soil Moisture (7-28 cm)
- Soil Moisture (28-100 cm)
- Soil Moisture (100-255 cm)

Download CSV

Sezione dedicata alla scelta delle grandezze desiderate



	A	B	C	D
1	latitude,longitude,elevation,utc_offset_se			
2	38.69947,15.940055,464.0,0,GMT,GMT			
3				
4	time,temperature_2m (Â°C),relative_humi			
5	2010-01-01T00:00,9.6,87,7.2,0.00,11.4			
6	2010-01-01T01:00,9.5,89,6.7,0.00,15.6			
7	2010-01-01T02:00,9.5,92,6.2,0.00,19.9			
8	2010-01-01T03:00,9.8,93,6.0,0.00,24.1			
9	2010-01-01T04:00,10.5,92,7.0,0.60,22.7			
10	2010-01-01T05:00,11.2,90,7.3,0.50,26.1			
11	2010-01-01T06:00,11.4,87,6.9,0.20,29.3			
12	2010-01-01T07:00,11.8,77,6.8,0.60,30.0			
13	2010-01-01T08:00,12.5,73,7.0,0.80,34.1			
14	2010-01-01T09:00,13.3,67,6.9,0.90,38.6			
15	2010-01-01T10:00,13.7,62,6.8,0.80,41.2			
16	2010-01-01T11:00,13.5,65,6.8,0.90,40.5			

OBIETTIVI:

- Separazione delle grandezze in singole celle
- Creazione di un foglio di lavoro singolo per ogni anno costituente il periodo di studio
- Calcolo della temperatura media per ogni istante in cui è stata compiuta una misura
- Predisposizione dei dati alla loro graficazione tramite la numerazione di riga

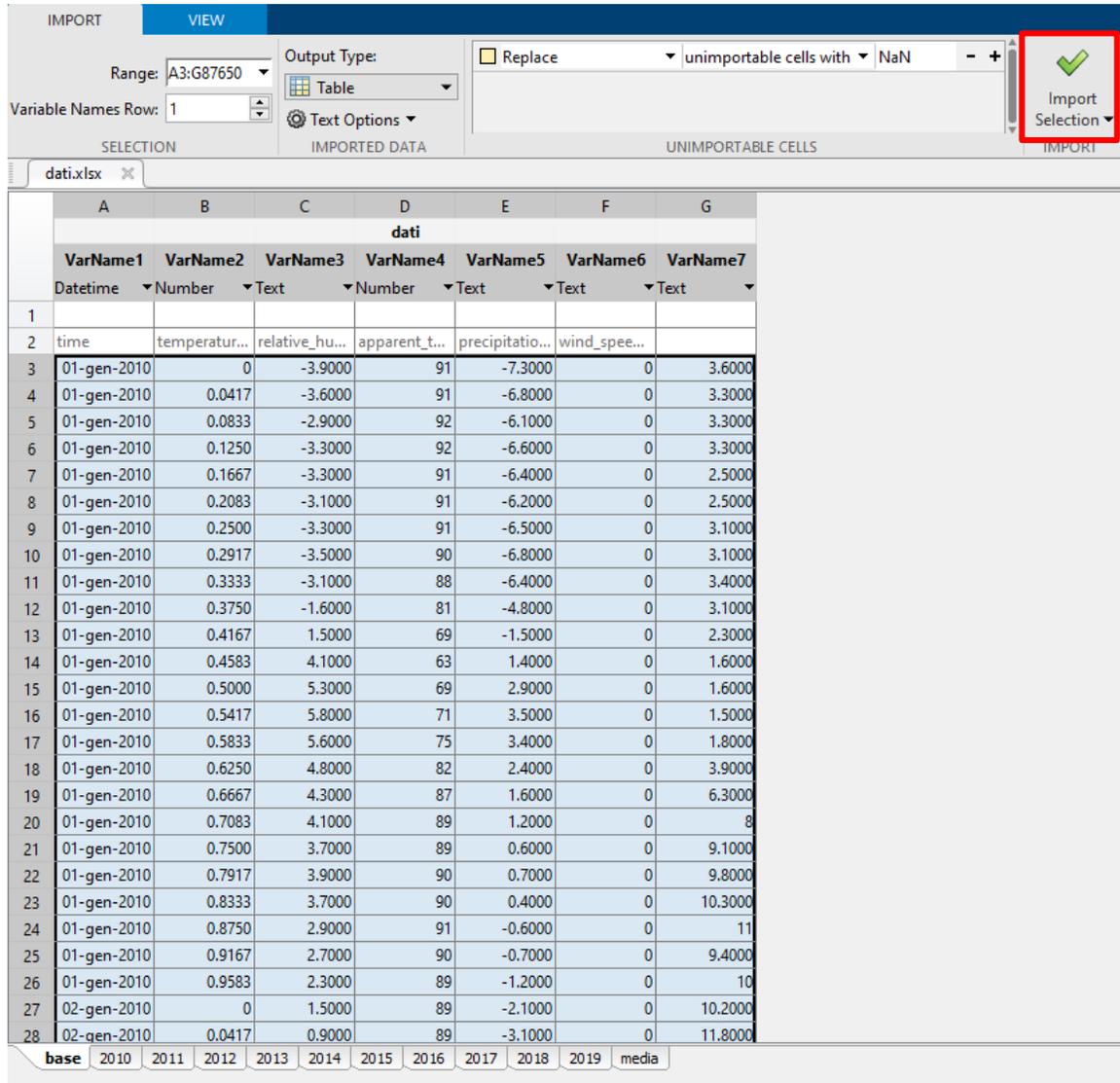
RIGA	DATA	ORA	T _{MEDIA} [°C]
1	01/01/2010	00:00	2,12
2	01/01/2010	01:00	2,14
3	01/01/2010	02:00	2,07
4	01/01/2010	03:00	1,94
5	01/01/2010	04:00	1,79
6	01/01/2010	05:00	1,68
7	01/01/2010	06:00	1,66
8	01/01/2010	07:00	1,78
9	01/01/2010	08:00	2,8
10	01/01/2010	09:00	4,71
11	01/01/2010	10:00	6,22
12	01/01/2010	11:00	7,19

Suddivisione ottenuta
tramite la funzione «testo
a colonna»

Calcolata con la
funzione «media»

Dati rappresentanti la provincia di Arezzo

	time	T	H%	APP.T	PRECIPITATION	WIND SPEED
	[h]	[°C]	[/]	[°C]	[mm]	[Km/h]
01/01/2010	00:00	8.9	88	7.5	0.80	4.6
01/01/2010	01:00	8.1	93	6.7	0.10	4.8
01/01/2010	02:00	7.4	96	5.8	0.00	5.1
01/01/2010	03:00	6.8	97	5.2	0.00	5.1
01/01/2010	04:00	6.5	97	4.6	0.00	6.2
01/01/2010	05:00	6.6	98	4.5	0.20	7.9
01/01/2010	06:00	6.9	97	4.5	0.30	10.1
01/01/2010	07:00	7.8	97	5.6	1.00	10.3
01/01/2010	08:00	8.3	97	6.3	1.10	10.2
01/01/2010	09:00	8.9	95	6.7	0.60	12.1
01/01/2010	10:00	9.1	96	7.1	0.60	11.0
01/01/2010	11:00	9.0	95	7.1	0.50	9.9
01/01/2010	12:00	9.0	89	6.7	1.10	11.0
01/01/2010	13:00	9.1	89	7.0	0.30	10.3
01/01/2010	14:00	8.9	89	6.6	1.10	10.5
01/01/2010	15:00	8.3	88	6.0	0.40	10.0
01/01/2010	16:00	7.7	91	5.6	0.10	8.0
01/01/2010	17:00	7.2	93	5.1	0.20	7.9
01/01/2010	18:00	7.3	94	5.2	0.00	8.4
01/01/2010	19:00	7.1	96	5.0	0.20	8.2
01/01/2010	20:00	6.7	97	4.7	0.30	6.9
01/01/2010	21:00	6.7	98	4.9	0.20	5.9
01/01/2010	22:00	6.1	98	4.5	0.10	3.7



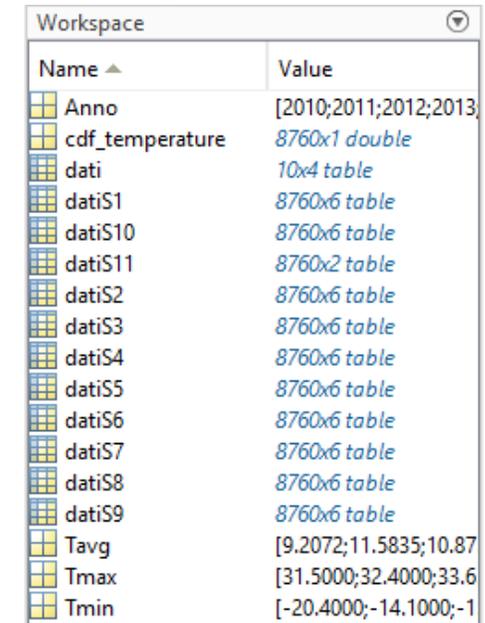
The screenshot shows the MATLAB Import Wizard with the 'Import Selection' button highlighted. Below the wizard, a preview of the imported data is shown in a table format.

	A	B	C	D	E	F	G
	dati						
	VarName1	VarName2	VarName3	VarName4	VarName5	VarName6	VarName7
	Datetime	Number	Text	Number	Text	Text	Text
1							
2	time	temperatur...	relative_hu...	apparent_t...	precipitatio...	wind_spee...	
3	01-gen-2010	0	-3.9000	91	-7.3000	0	3.6000
4	01-gen-2010	0.0417	-3.6000	91	-6.8000	0	3.3000
5	01-gen-2010	0.0833	-2.9000	92	-6.1000	0	3.3000
6	01-gen-2010	0.1250	-3.3000	92	-6.6000	0	3.3000
7	01-gen-2010	0.1667	-3.3000	91	-6.4000	0	2.5000
8	01-gen-2010	0.2083	-3.1000	91	-6.2000	0	2.5000
9	01-gen-2010	0.2500	-3.3000	91	-6.5000	0	3.1000
10	01-gen-2010	0.2917	-3.5000	90	-6.8000	0	3.1000
11	01-gen-2010	0.3333	-3.1000	88	-6.4000	0	3.4000
12	01-gen-2010	0.3750	-1.6000	81	-4.8000	0	3.1000
13	01-gen-2010	0.4167	1.5000	69	-1.5000	0	2.3000
14	01-gen-2010	0.4583	4.1000	63	1.4000	0	1.6000
15	01-gen-2010	0.5000	5.3000	69	2.9000	0	1.6000
16	01-gen-2010	0.5417	5.8000	71	3.5000	0	1.5000
17	01-gen-2010	0.5833	5.6000	75	3.4000	0	1.8000
18	01-gen-2010	0.6250	4.8000	82	2.4000	0	3.9000
19	01-gen-2010	0.6667	4.3000	87	1.6000	0	6.3000
20	01-gen-2010	0.7083	4.1000	89	1.2000	0	8
21	01-gen-2010	0.7500	3.7000	89	0.6000	0	9.1000
22	01-gen-2010	0.7917	3.9000	90	0.7000	0	9.8000
23	01-gen-2010	0.8333	3.7000	90	0.4000	0	10.3000
24	01-gen-2010	0.8750	2.9000	91	-0.6000	0	11
25	01-gen-2010	0.9167	2.7000	90	-0.7000	0	9.4000
26	01-gen-2010	0.9583	2.3000	89	-1.2000	0	10
27	02-gen-2010	0	1.5000	89	-2.1000	0	10.2000
28	02-gen-2010	0.0417	0.9000	89	-3.1000	0	11.8000

Comando importazione

L'operazione consiste nell'importare i dati contenuti nel file Excel in un file MATLAB.mat in modo da poter procedere con le fasi successive di data analysis.

Dati acquisiti



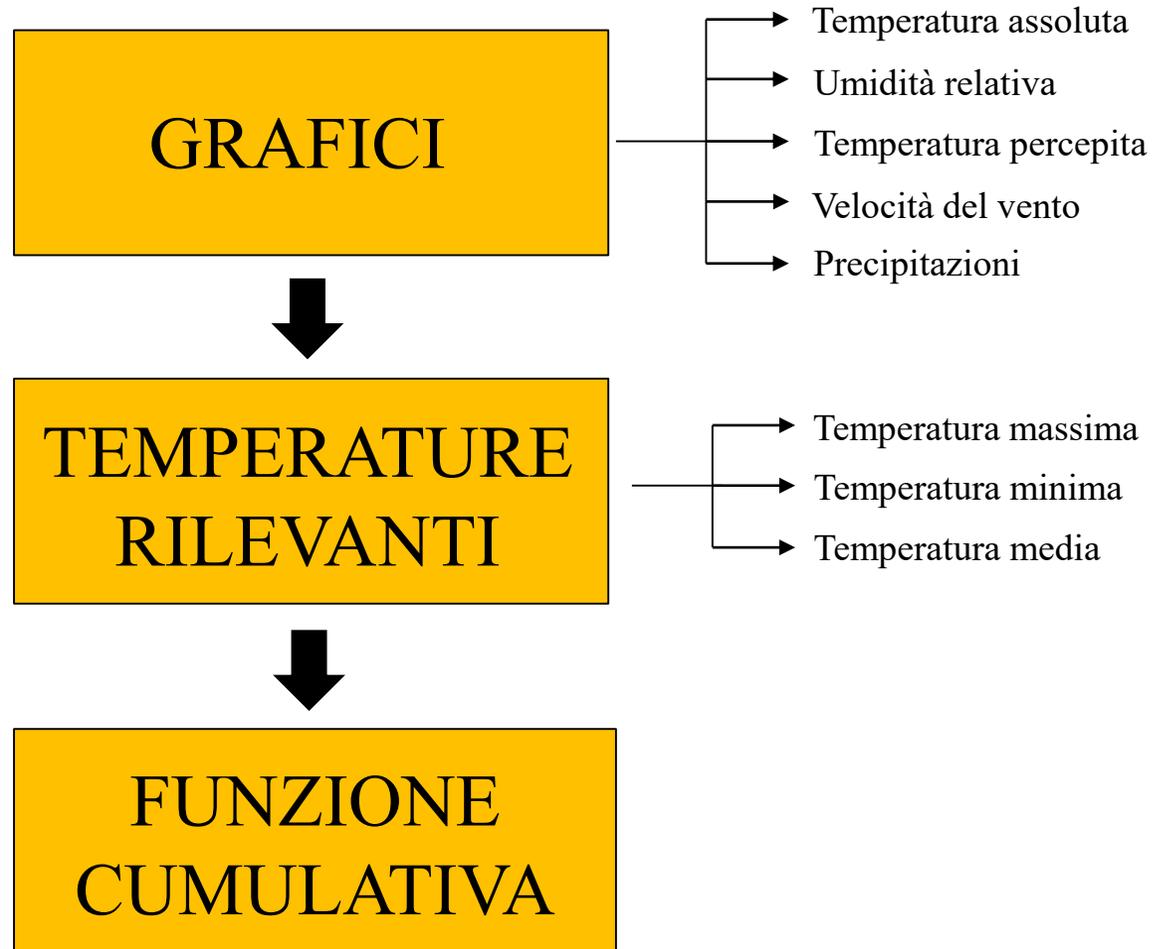
Name	Value
Anno	[2010;2011;2012;2013;
cdf_temperature	8760x1 double
dati	10x4 table
datiS1	8760x6 table
datiS10	8760x6 table
datiS11	8760x2 table
datiS2	8760x6 table
datiS3	8760x6 table
datiS4	8760x6 table
datiS5	8760x6 table
datiS6	8760x6 table
datiS7	8760x6 table
datiS8	8760x6 table
datiS9	8760x6 table
Tavg	[9.2072;11.5835;10.87
Tmax	[31.5000;32.4000;33.6
Tmin	[-20.4000;-14.1000;-1

Flowchart rappresentante l'algoritmo di analisi dati:

Sezione avente l'obiettivo di produrre i grafici delle cinque grandezze interessate, sovrapponendo le misure raccolte nei dieci anni di studio all'andamento medio di quest'ultime.

Sezione la quale produce una tabella raccogliente le temperature massime, minime e medie di ogni anno di studio.

Sezione finale il cui obiettivo è quello di produrre una funzione cumulativa la quale esprime la probabilità che si verifichi una data temperatura per una data località.



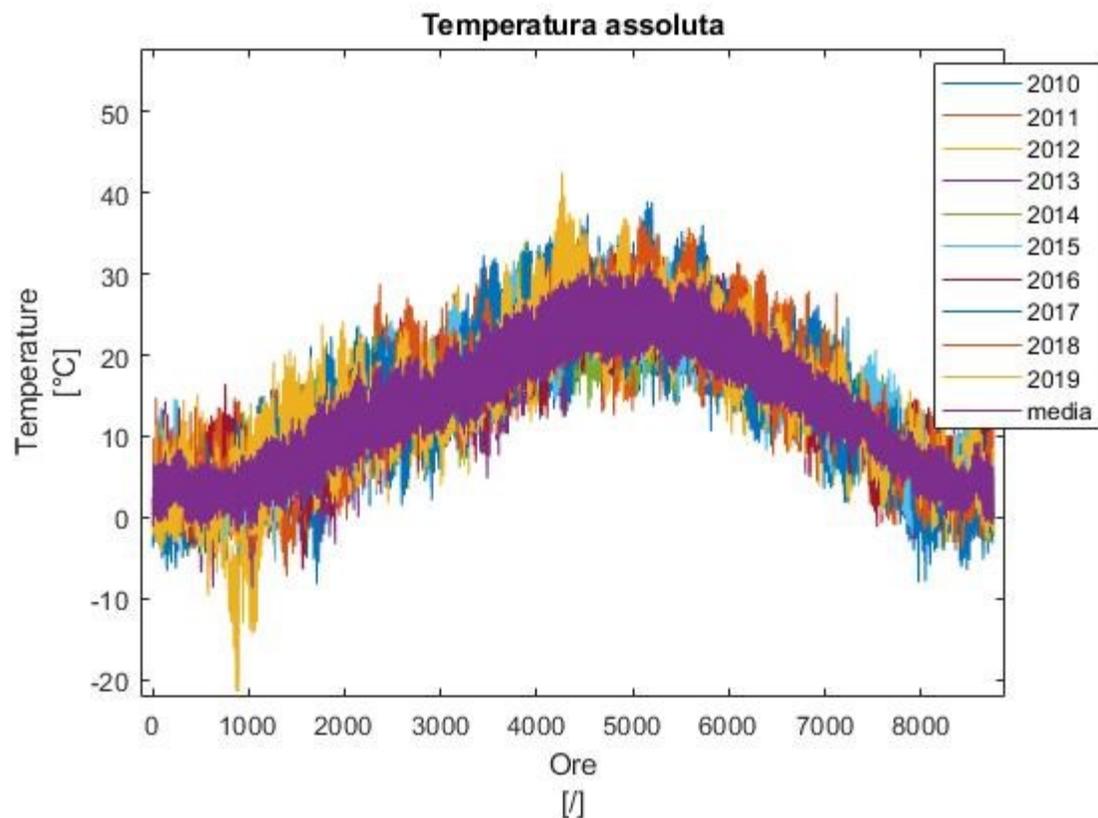
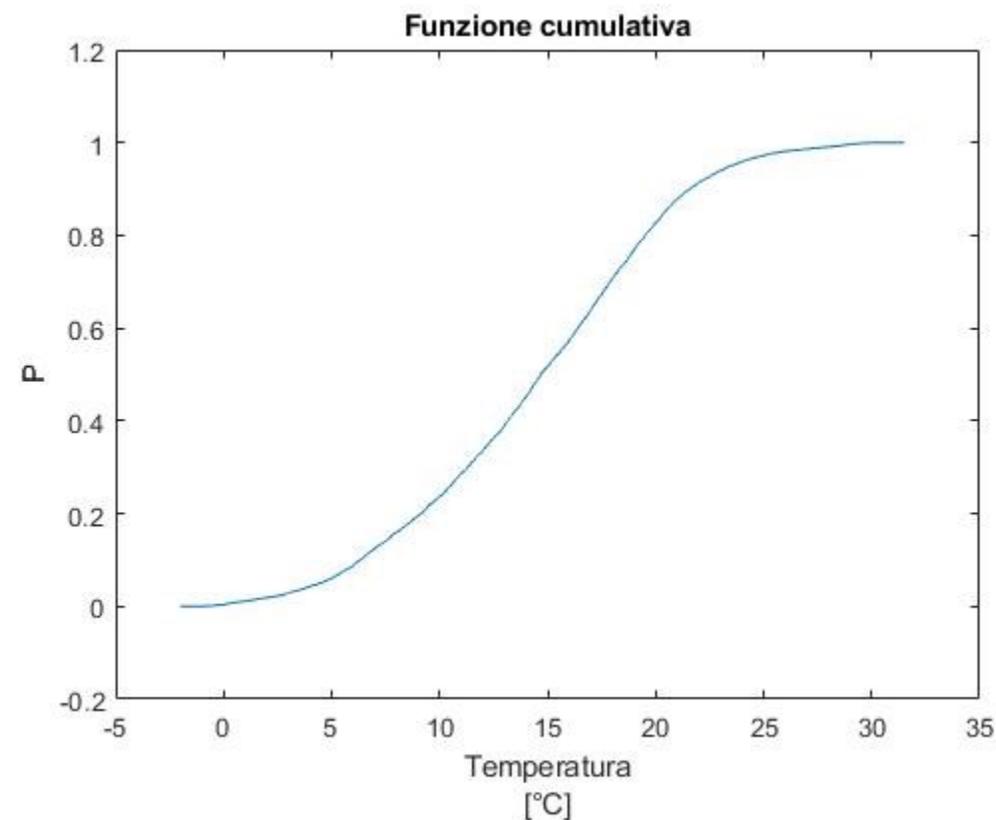
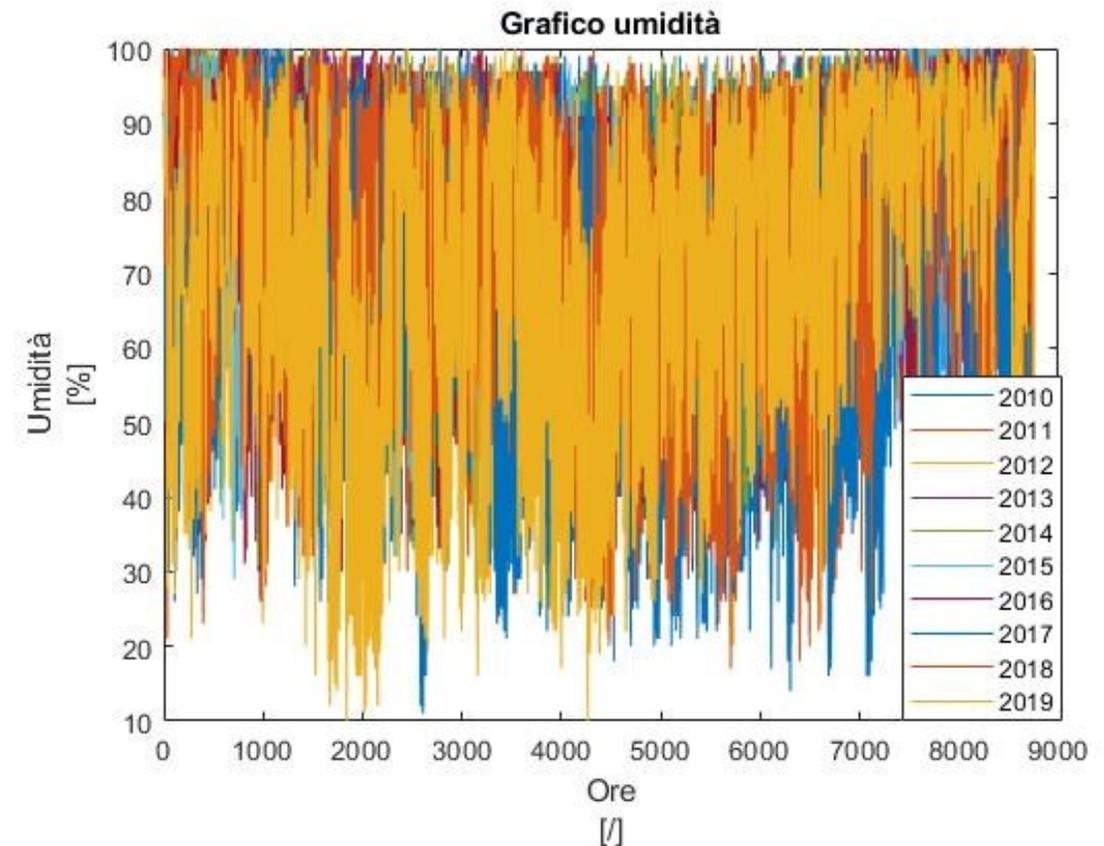
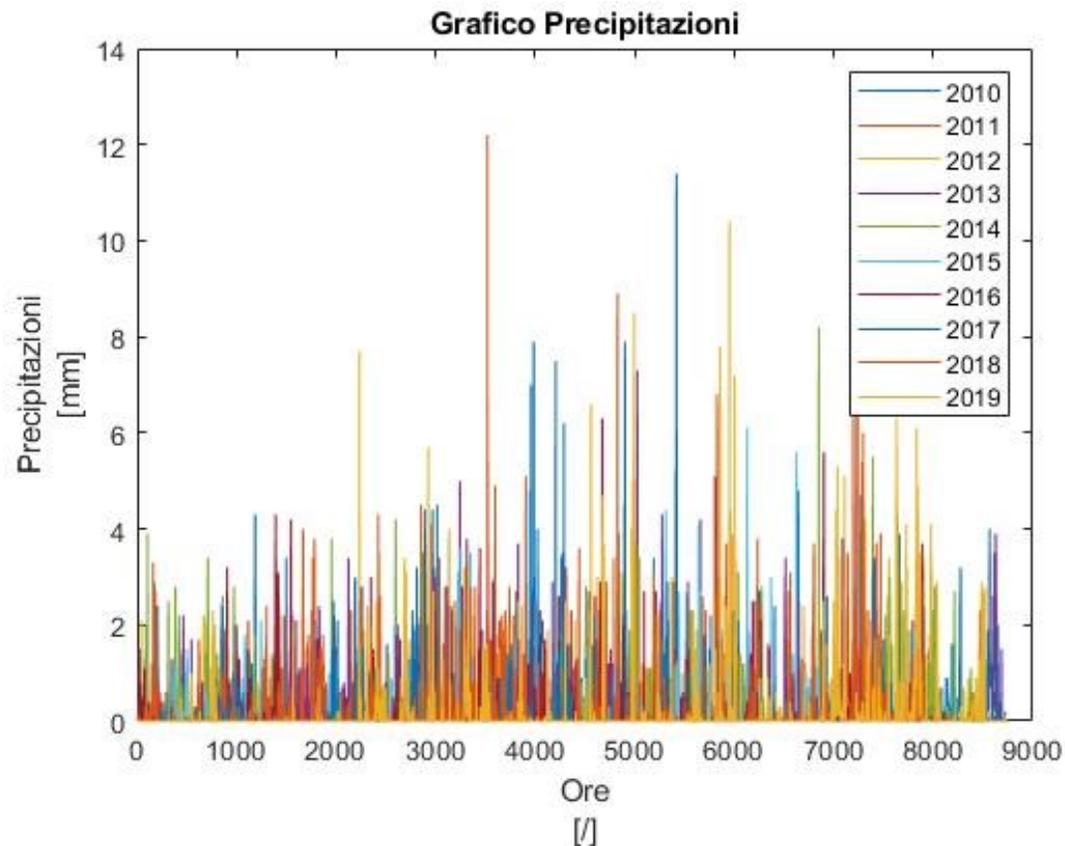


Grafico riguardante le temperature assolute per il comune di Asti, ottenuto dalla sovrapposizione degli andamenti delle annate 2010-2019 e dalla temperatura media.

Grafico della funzione cumulativa ottenuta sommando il numero di temperature inferiori ad una data temperatura per il numero totale di temperature registrate, il suo utilizzo è quello di fornire la probabilità che una data temperatura si presenti in una località.





Grafici rappresentanti gli andamenti sovrapposti delle Precipitazioni e dell'umidità percentuale misurate nel decennio 2010-2019

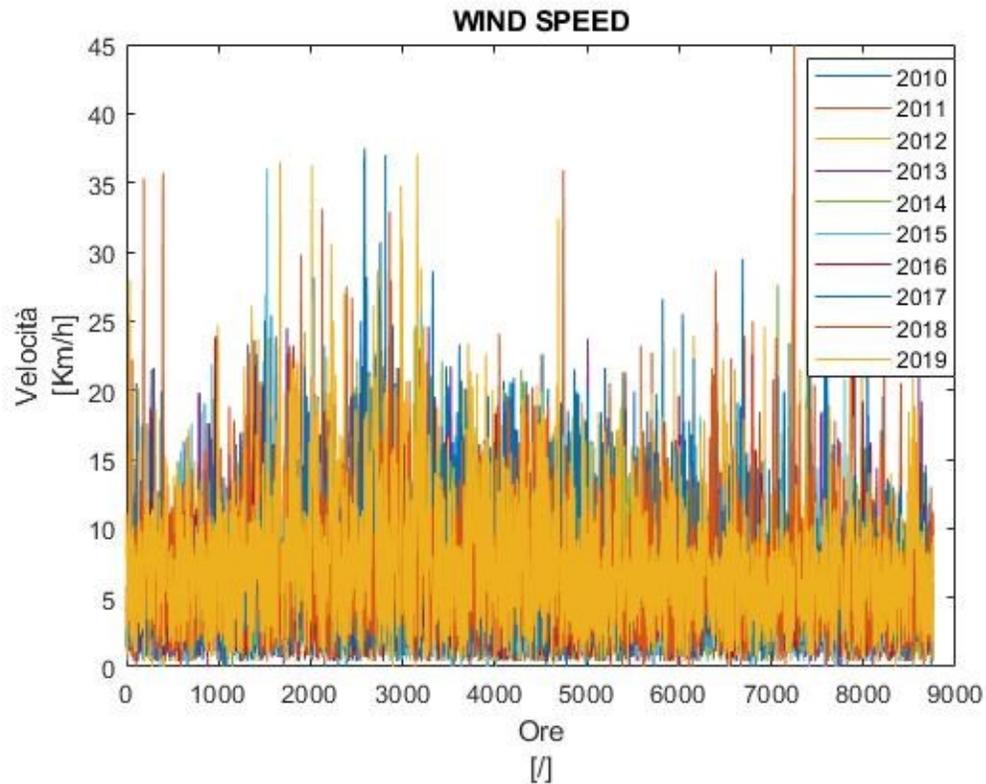
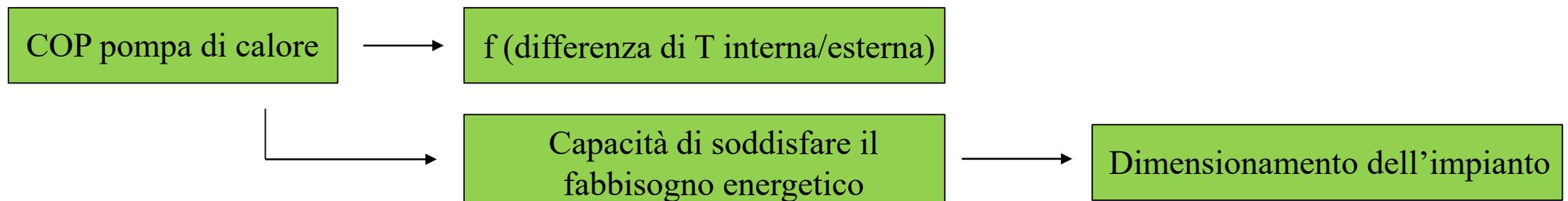
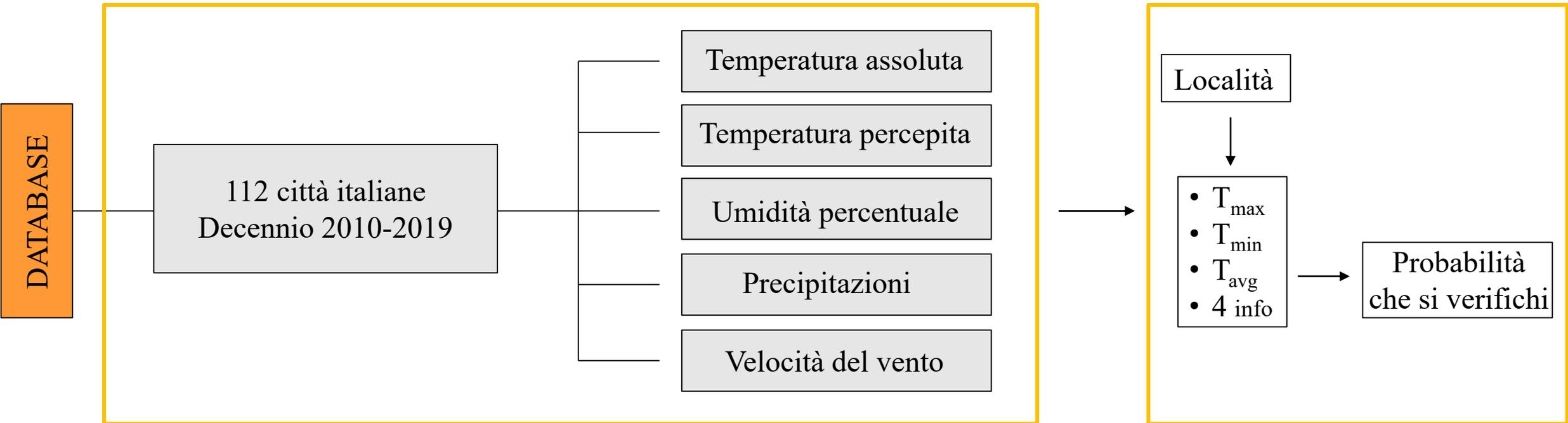


Tabella delle temperature significative

Anno	T _{max} [°C]	T _{min} [°C]	T _{avg} [°C]
2010	33,1	-8,2	11,98
2011	35,2	-4,1	13,69
2012	34,8	-21,5	12,99
2013	34,5	-8,7	12,66
2014	34,2	-3,3	13,75
2015	35	-5,4	13,87
2016	33,6	-6,4	13,61
2017	39	-6,6	13,93
2018	37,1	-7,3	14,13
2019	42,6	-9,7	14,07



Ringrazio per l'attenzione