

TENDENZE CLIMATICHE NELLE CITTÀ ITALIANE: UN'INDAGINE BASATA SU INDICATORI METEO-CLIMATICI

Andrea Luigi Perfetti, Relatore: Prof. Valter Maggi,¹ Correlatore: Dott.ssa Samantha Pilati²

¹ Corso di Laurea in Scienze e Tecnologie per l'Ambiente, Università degli Studi di Milano-Bicocca

² Fondazione Osservatorio Meteorologico Milano Duomo ETS (FOMD)

PREMESSA

L'Italia presenta un'ampia varietà di condizioni meteo-climatiche che si differenziano in base alla latitudine, all'altitudine, alla vicinanza del mare e al microclima locale. Questa diversità meteo-climatica si riflette nelle condizioni ambientali di diverse città italiane, influenzando la qualità della vita, i consumi energetici e le necessità di adattamento ai cambiamenti climatici in corso.

In questo studio sono stati analizzati 30 indicatori climatici, come Notti Tropicali e Gradi Giorno, su un ampio campione di città italiane, per identificare le principali differenze tra Nord, Centro e Sud Italia. In particolare, per le città di Milano, Roma e Palermo sono stati confrontati i dati attuali (2018-2022) di Temperature Medie e Piogge Cumulate con i CLINO (Climatological Normals) 1961-1990 e 1991-2020, in modo da osservare le tendenze nel lungo periodo e gli effetti dei cambiamenti climatici in atto. Di questi 30 indicatori, ne sono stati selezionati soltanto alcuni ai fini della stesura dell'elaborato.

OBIETTIVI

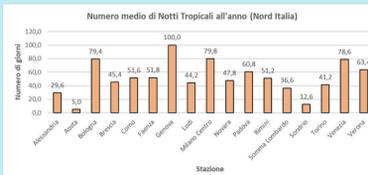
Tramite l'uso di indicatori climatici:

- Individuare e analizzare le differenze climatiche tra le località italiane selezionate;
- Confrontare le condizioni "climatiche" attuali (2018-2022) con i CLINO 1961-1990 e 1991-2020 per Milano, Roma e Palermo, così da valutare l'impatto del cambiamento climatico su Temperature Medie e Piogge Cumulate.

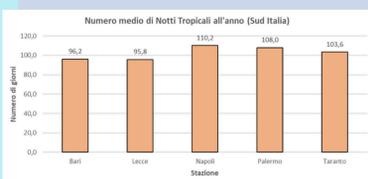
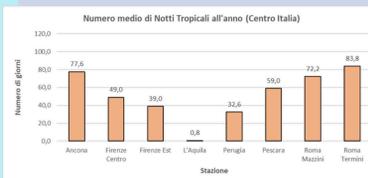
METODOLOGIA

1. Acquisizione dei dati, rilevati e forniti dalle stazioni meteorologiche di FOMD;
2. Calcolo di 30 indicatori climatici, correlati alle variabili temperatura (°C), precipitazioni (mm) e umidità relativa percentuale, con dettaglio mensile, stagionale e annuale;
3. Suddivisione del territorio in:
 - Nord, Centro e Sud Italia per la maggior parte degli indicatori;
 - Zone climatiche B, C, D, E per l'analisi dei Gradi Giorno;
 - Milano, Roma e Palermo per i confronti con i CLINO;
4. Analisi dei risultati attraverso l'elaborazione di grafici.

RISULTATI: NOTTI TROPICALI

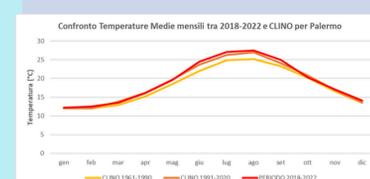
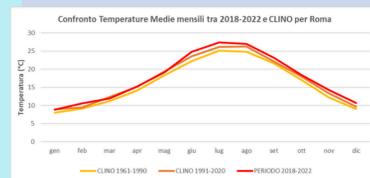
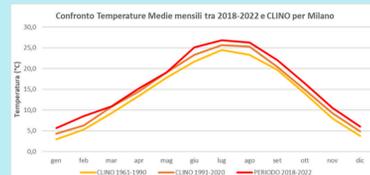


L'indicatore Notti Tropicali calcola il numero medio, su un determinato periodo temporale, dei giorni con temperatura minima superiore a 20 °C. Il periodo qui considerato va dal 1° dicembre 2017 al 30 novembre 2022. Attraverso l'elaborazione dei tre grafici, si osserva che tutte le città del Sud Italia, e Genova, presentano un numero elevato di Notti Tropicali. Le due stazioni meteorologiche di FOMD situate nella città di Roma, Roma Mazzini e Roma Termini, mostrano due valori di Notti Tropicali differenti sebbene siano ubicate all'interno della stessa città. Questo potrebbe essere dovuto a un fenomeno noto come isola di calore urbana, fenomeno tipico dell'atmosfera urbana, per cui l'area metropolitana è sensibilmente più calda delle aree rurali circostanti per cause antropogeniche; è un fenomeno che si verifica principalmente in situazioni di forte stabilità atmosferica e di scarsa ventilazione, ossia alta pressione, e nelle ore notturne, in cui la differenza di temperatura tra una stazione urbana e una rurale in singole notti calme e serene può anche superare i 10 °C. Inoltre, un numero elevato di Notti Tropicali implica un maggiore utilizzo dell'aria condizionata durante le ore notturne e, pertanto, un maggiore dispendio energetico.



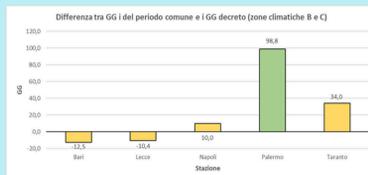
ANALISI DEI RISULTATI

RISULTATI: TEMPERATURE MEDIE



Dai grafici emerge un aumento delle Temperature Medie rispetto al passato. Le linee rosse, che indicano l'andamento attuale delle Temperature Medie mensili, risultano infatti generalmente più elevate rispetto a quelle relative ai due CLINO 1961-1990 e 1991-2020. Un CLINO (CLImate NORMals) è un'elaborazione statistica su base trentennale dei parametri meteorologici, utile per descrivere le condizioni climatiche tipiche di una località e per evidenziare anomalie climatiche attraverso il confronto con i dati attuali. In particolare, a Roma e Palermo, il maggiore dislivello tra le Temperature Medie attuali e quelle del passato si è verificato durante la stagione estiva. A Milano, invece, le differenze si notano sia durante l'estate che nei mesi di gennaio e febbraio. Le stagioni estive presentano differenze di Temperature Medie maggiori rispetto alle altre, probabilmente a causa del fenomeno dell'isola di calore urbana e dell'aumento delle ondate di calore negli ultimi anni. Queste ultime sono condizioni meteorologiche estreme che si verificano quando vengono registrate temperature molto elevate per più giorni consecutivi, spesso associate a elevati tassi di umidità, forte irraggiamento solare e assenza di ventilazione.

RISULTATI: GRADI GIORNO



I Gradi Giorno (GG) sono calcolati dall'autunno del 2017 alla primavera del 2023, e sono definiti come la sommatoria, estesa a un periodo convenzionale e mediata poi su tutti gli anni, delle sole differenze positive tra la temperatura dell'ambiente, fissata convenzionalmente a 20 °C, e la temperatura media esterna giornaliera:

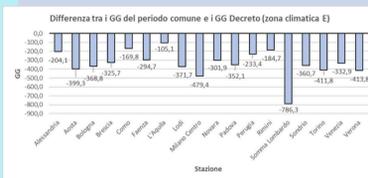
$$\text{Gradi Giorno} = \sum (20 - T_{\text{media}})$$

Il D.P.R. n. 412/1993 assegna ogni comune italiano a una zona climatica, in base ai Gradi Giorno: Zona A (<600 GG), Zona B (600-900 GG), Zona C (901-1400 GG), Zona D (1401-2100 GG), Zona E (2101-3000 GG), e Zona F (>3000 GG). Ogni zona è associata a un determinato fabbisogno energetico per il riscaldamento di edifici:

| ZONA CLIMATICA | INDICAZIONE DI RIFERIMENTO | CLASSE CLIMATICA |
|----------------|----------------------------|--------------------|
| A | 15 DICEMBRE - 15 MARZO | CLASSE CLIMATICA 1 |
| B | 15 DICEMBRE - 15 MARZO | CLASSE CLIMATICA 2 |
| C | 15 NOVEMBRE - 15 MAGGIO | CLASSE CLIMATICA 3 |
| D | 15 OTTOBRE - 15 GIUGNO | CLASSE CLIMATICA 4 |
| E | 15 OTTOBRE - 15 GIUGNO | CLASSE CLIMATICA 5 |
| F | 15 OTTOBRE - 15 GIUGNO | CLASSE CLIMATICA 6 |
| F | 15 OTTOBRE - 15 GIUGNO | CLASSE CLIMATICA 6 |



Lo studio considera solo le zone B, C, D ed E, poiché le località analizzate appartengono soltanto a queste. I grafici mostrano una tendenza alla diminuzione dei GG, soprattutto nella zona E, dove tutte le differenze tra i GG attuali e quelli del D.P.R. risultano negative. La diminuzione dei GG comporta un aumento delle temperature, il che implica un minore fabbisogno energetico per il riscaldamento.



RISULTATI: PIOGGE CUMULATE



Per quanto riguarda le Piogge Cumulate mensili, a differenza delle Temperature Medie, non si osserva una tendenza all'aumento o alla diminuzione nel tempo; è necessario analizzare le città singolarmente. Per Roma e Palermo, sono stati considerati solo i dati di Piogge Cumulate relativi al CLINO 1961-90, poiché non sono disponibili i dati per il CLINO 1991-2020. A Roma, si dispone di dati da due stazioni (Roma Mazzini e Roma Termini), ma si considera esclusivamente la stazione di Roma Termini, utilizzata anche per la precedente analisi sui CLINO delle Temperature Medie. A Milano, nei mesi di gennaio e febbraio, e a Roma, nei mesi di gennaio, febbraio e ottobre (mesi cerchiati in rosso nei grafici), si osserva una notevole diminuzione delle Piogge Cumulate rispetto ai CLINO. Al contrario, a Milano si osserva un significativo aumento delle Piogge Cumulate a luglio, mentre a Palermo questo si osserva nei mesi di luglio e novembre (mesi cerchiati in viola nei grafici). Nelle conclusioni, come per le Temperature Medie, sono riportati i confronti tra i valori annuali.

CONCLUSIONI

Lo studio di tutti gli indicatori considerati evidenzia le differenze climatiche tra le città italiane esaminate e il confronto con i dati storici CLINO di Milano, Roma e Palermo. L'analisi delle Notti Tropicali rivela una quantità maggiore di notti calde nelle città meridionali come Napoli e Palermo e, sorprendentemente, anche a Genova. Quest'ultima rappresenta un esempio concreto di come le condizioni climatiche possano variare localmente: la sua posizione costiera e la presenza dei monti alle spalle le conferiscono infatti un clima mediterraneo, favorendo un maggior numero di Notti Tropicali.

I Gradi Giorno, indicativi delle necessità di riscaldamento, registrano un declino su gran parte del territorio italiano, segnalando inverni progressivamente più caldi che rendono il riscaldamento delle abitazioni sempre meno necessario, accompagnato, però, da un contemporaneo aumento dei tempi di accensione degli impianti di raffreddamento nella stagione estiva. La tabella elaborata, infatti, mostra come alcune città ricadrebbero oggi in diverse zone climatiche rispetto a quelle attribuite dal D.P.R. n. 412 del 1993.

| GRADI GIORNO | D.P.R. del 1993 | 2017-2023 |
|---------------|-----------------|-----------|
| GENOVA | ZONA D | ZONA C |
| BOLOGNA | ZONA E | ZONA D |
| BRESCIA | ZONA E | ZONA D |
| COMO | ZONA E | ZONA D |
| FAENZA | ZONA E | ZONA D |
| MILANO CENTRO | ZONA E | ZONA D |
| PADOVA | ZONA E | ZONA D |
| PERUGIA | ZONA E | ZONA D |
| RIMINI | ZONA E | ZONA D |
| VENEZIA | ZONA E | ZONA D |
| VERONA | ZONA E | ZONA D |

Il confronto con i CLINO evidenzia un chiaro trend di crescita delle Temperature Medie, confermando il riscaldamento climatico in atto. Milano ha registrato l'aumento maggiore delle temperature dal 1961 a oggi, mentre Palermo ha visto il minore incremento. Per quanto riguarda le Piogge Cumulate, si registra una diminuzione a Milano e Roma, mentre a Palermo si osserva un aumento. Tuttavia, il cambiamento climatico sul regime pluviometrico si sta verificando non tanto sui totali cumulati annuali, ma su parametri quali l'intensità di pioggia, i giorni di pioggia, la durata delle precipitazioni e la distribuzione dei fenomeni nel corso dell'anno. La tendenza è quella di una diminuzione della frequenza di precipitazioni rispetto al passato, ma accompagnata da un aumento di eventi pluviometrici intensi (a carattere di nubifragio e spesso di breve durata).

| TEMPERATURE MEDIE ANNUALI (°C) | | | |
|--------------------------------|--------|------|---------|
| STAZIONE | Milano | Roma | Palermo |
| CLINO 1961-1990 | 13,7 | 16,1 | 18,0 |
| CLINO 1991-2020 | 14,9 | 17,0 | 18,9 |
| PERIODO 2018-2022 | 16,1 | 17,7 | 19,2 |

| PIOGGIA CUMULATA ANNUA (mm) | | | |
|-----------------------------|--------|-------|---------|
| STAZIONE | Milano | Roma | Palermo |
| CLINO 1961-1990 | 982,6 | 874,7 | 610,5 |
| CLINO 1991-2020 | 936,3 | ND | ND |
| PERIODO 2018-2022 | 794,8 | 698,4 | 713,5 |

Futuri sviluppi potrebbero includere un'analisi approfondita della frequenza e dell'intensità degli eventi estremi, nonché delle loro implicazioni su fabbisogno energetico e gestione delle risorse idriche. Questo, insieme a un continuo monitoraggio di tutti gli indicatori approfonditi, permetterebbe di valutare meglio l'impatto del cambiamento climatico e di pianificare strategie di adattamento più efficaci.

REFERENZE

- 1 World Meteorological Organization (WMO). url: <https://public.wmo.int/en>
- 2 Report AR6, Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). url: <https://www.ipcc.ch/report/sixth-assessment-report-cycle>

- 3 Fondazione Osservatorio Meteorologico Milano Duomo ETS (FOMD). url: <https://www.fondazioneomd.it>
- 4 MUSCO F., ZANCHINI E. (a cura di), Il clima cambia le città, Ed. FrancoAngeli e Urbanistica, 2014

E-mail:
andrea.xfetti@gmail.com

Premio "Sergio Borghi"
7a edizione 2024

