

Fattori climatici

Variazioni di temperatura su ampia scala e identificabili da una tendenza sul lungo periodo.

Altri fattori

Miglioramento dell'efficienza energetica degli edifici, innovazioni nella tecnologia degli impianti, accessibilità alla fonte energetica dipendentemente dalle politiche del mercato energetico. Modifiche ai comportamenti individuali in relazione al comfort dell'ambiente di vita.

Caratterizzazione impatto



Le variazioni di temperatura interannuali determinano direttamente un minor o un maggior utilizzo delle risorse energetiche, con particolare riferimento al settore residenziale. In questo settore, le modifiche ai consumi sono legate in gran parte alle necessità dei cittadini di raffrescare o riscaldare le proprie abitazioni.



Se consideriamo le necessità del settore residenziale e in parte quelle del terziario, le modifiche dei consumi energetici dipendono strettamente dalla necessità dell'utenza di raggiungere un livello di comfort all'interno degli edifici, in particolar modo nelle abitazioni. Impatto positivo: una minor richiesta di energia termica per il riscaldamento domestico nel periodo invernale, contrazione dei consumi; Impatto negativo: maggiore richiesta di raffrescamento nei mesi estivi, incremento dei consumi elettrici.

Relazione causa-effetto



L'andamento delle temperature, giornaliere, mensili e stagionali, influenza talvolta sensibilmente il consumo delle risorse energetiche, per la necessità dell'utenza di raffrescare o riscaldare i propri edifici.



Photo by DongGeun Lee on Unsplash

Scenario futuro



L'impatto è sensibile ai cambiamenti climatici in corso con risvolti sia positivi (diminuzione del fabbisogno) che negativi (aumento del fabbisogno) in considerazione del periodo dell'anno: è ragionevole aspettarsi un aumento del fabbisogno energetico nei mesi estivi, sia per l'aumento delle temperature medie, massime e minime, sia per una maggiore frequenza di eventi di ondate di calore. Allo stesso modo, è prevista una diminuzione del fabbisogno energetico finalizzato al riscaldamento abitativo durante i mesi invernali.

Numeri e messaggi chiave

Rispetto al periodo storico l'indicatore mostra una progressiva diminuzione, soprattutto nelle aree di pianura; questo implica che il fabbisogno energetico per il riscaldamento degli edifici è diminuito per effetto del cambiamento climatico. La tendenza è più evidente negli ultimi anni e i modelli climatologici indicano un'ulteriore diminuzione in futuro, più o meno marcata a seconda di quanto saranno efficaci gli sforzi di decarbonizzazione del settore. L'impatto sarà via via più significativo anche nelle aree di fondovalle e, in misura minore, in montagna.

Descrizione

L'indicatore proposto è un indicatore climatico, che rappresenta una *proxy* (variabile che sostituisce un parametro non disponibile ma ad essa correlato) dei consumi energetici nel periodo invernale per il riscaldamento degli edifici.

Scopo

Scopo principale dell'indicatore è quello di rappresentare la variazione annuale dei gradi giorno da riscaldamento nel periodo invernale. I gradi giorno di riscaldamento sono un parametro empirico utilizzato dalla normativa per suddividere il territorio nazionale in sei fasce climatiche. Ad ogni fascia climatica corrisponde un diverso fabbisogno termico degli edifici e, di conseguenza, una diversa richiesta di energia termica.

Frequenza rilevazione dati

Giornaliera

Unità di misura

Gradi giorno GG (°C x giorno)

Periodicità di aggiornamento

Annuale

Copertura temporale

Per il clima osservato: due trentenni di riferimento 1991-2020.

Per il clima futuro: anomalie climatiche per il trentennio 2036-2065 per gli scenari IPCC RCP4.5 e RCP8.5

Copertura spaziale

Territorio regionale

Riferimenti/obiettivi fissati dalla normativa

DPR412/93, D.P.R. 74/2013

Metodologia di elaborazione

I gradi giorno di riscaldamento sono calcolati come la somma delle differenze tra la temperatura dell'ambiente riscaldato (da DPR 412/93 20°C) e la temperatura media giornaliera. La differenza è conteggiata solo se positiva. Se $T_m < 20^\circ\text{C}$: $20^\circ\text{C} - T_m$ e calcolo con $T_m = (T_{\text{max}} + T_{\text{min}})/2$. I dati sono calcolati su anno solare, quindi sono lievemente sovrastimati rispetto al periodo consentito di riscaldamento in zona E.

Criteri di selezione

Rilevanza - utilità

- ▶ Portata nazionale/applicabile a temi ambientali a livello regionale di significato nazionale
- ▶ Descrive il trend in atto e l'evolversi della situazione ambientale
- ▶ Semplice e facile da interpretare
- ▶ Sensibile ai cambiamenti nell'ambiente/collegato alle attività antropiche
- ▶ Rappresentativo di condizioni ambientali, Pressioni sull'ambiente, risposte della società, obiettivi normativi
- ▶ Fornisce una base per confronti a livello internazionale
- ▶ Ha una soglia o un valore di riferimento con il quale poterlo confrontare, in modo che si possa valutare la sua significatività

Misurabilità

- ▶ Documentato e di qualità nota (accessibilità)
- ▶ Aggiornato secondo fonti e procedure affidabili (tempestività e puntualità)
- ▶ Disponibile su un rapporto costi/benefici
- ▶ Buona copertura spaziale
- ▶ Copertura temporale > 10 anni

Solidità scientifica

- ▶ Basato su standard nazionali/internazionali
- ▶ Ben fondato in termini tecnici e scientifici
- ▶ Correlato a modelli economici, Previsioni e sistemi di informazione
- ▶ Attendibile e affidabile Per metodi di misura e raccolta dati
- ▶ Comparabile nel tempo
- ▶ Comparabile nello spazio

Fonte e accessibilità

Rete di monitoraggio idronivometeo.
Elaborazioni su dati EURO-CORDEX² e CMCC³.

Qualità dell'informazione

Robusta per le osservazioni, soggetta a incertezza per le proiezioni climatiche

Limitazioni e possibili azioni

I dati delle proiezioni climatiche⁴ derivano da elaborazioni su otto modelli RCM (ensemble) e sono stati sottoposti a downscaling statistico e bias-correction con i dati ERA5 riscaldati³.

Riferimenti bibliografici

1. <https://wmo.int/centennial-observing-stations>
2. Jacob, D., Teichmann, C., Sobolowski, S. et al. Regional climate downscaling over Europe: perspectives from the EURO-CORDEX community. Reg Environ Change 20, 51 (2020). <https://doi.org/10.1007/s10113-020-01606-9>
3. Raffa, M., Adinolfi, M., Reder, A. et al. Very High Resolution Projections over Italy under different CMIP5 IPCC scenarios. Sci Data 10, 238 (2023). <https://doi.org/10.1038/s41597-023-02144-9>
4. Mussin, M. Scenari Climatici Per La Lombardia (strategia Regionale Di Adattamento Ai Cambiamenti Climatici). 1.0, Zenodo, 2024, [doi:10.5281/zenodo.12513614](https://doi.org/10.5281/zenodo.12513614).

Commento al trend

La serie centenaria di Milano Brera mostra un significativo aumento delle temperature medie, che si riflette in una marcata riduzione dei gradi giorno (Figura 1), valutabile in 150 ogni 10 anni: gli inverni miti e il progressivo contrarsi di autunno e primavera rappresentano un'opportunità di risparmio energetico, stante il minore fabbisogno di riscaldamento domestico. Un trend simile si osserva anche negli altri capoluoghi negli ultimi 20 anni (Figura 2), con alcune situazioni in cui il valore dei Gradi giorno corrisponde alla zona climatica D anziché la E di appartenenza.

Nella Tabella 1 sono riportati i valori numerici di riferimento per il DPR 412/93, quelli osservati espressi come media climatica del periodo di riferimento e del periodo futuro negli scenari RCP 4.5 e RCP 8.5 in alcuni comuni rappresentativi: per Sondrio e Lecco il valore medio è influenzato dalla parte di territorio comunale in altura, mentre il valore di riferimento del DPR 412/93 è riportato al Municipio.

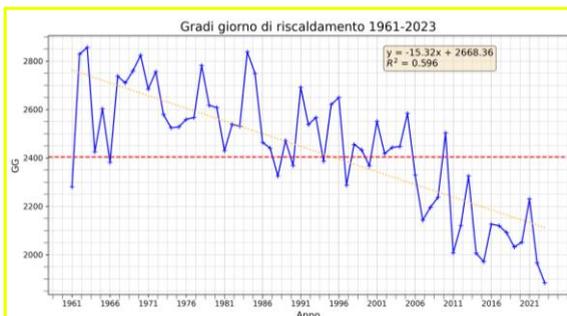


Figura 1: Stazione di Milano Brera: andamento dei gradi giorno di riscaldamento nel periodo 1961-2023. In rosso il valore attribuito dal DPR 412/93, in arancione il trend lineare (x=0 è il 1961). La stazione di Brera è un «osservatorio centenaria» secondo il WMO¹.

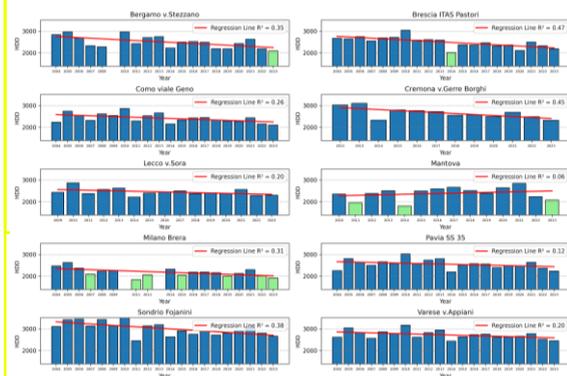


Figura 2: andamento dei gradi giorno di riscaldamento nel periodo 2000-2023. In rosso i trend e in verde le situazioni in cui il valore è risultato nella zona climatica D anziché E.

Tabella 1: valori dei gradi giorno di riferimento secondo il DPR 412/93: media climatologica spazializzata nel periodo storico di riferimento e media climatologica nel periodo 2036-2065 per i due scenari emissivi RCP 4.5 e RCP 8.5

località	GG ref. DPR	GG 2036 - 2065		
		GG 1991-2020	RCP 4.5	RCP 8.5
Bergamo	2533	1870	1730	1650
Brescia	2410	1815	1660	1580
Como	2228	2100	1950	1850
Cremona	2389	1900	1750	1670
Lecco	2383	2670	2450	2360
Mantova	2388	1820	1680	1600
Milano	2404	1670	1550	1450
Pavia	2623	1965	1820	1720
Sondrio	2755	2900	2720	2650
Varese	2652	2150	2000	1900

Referente:

Mauro Mussin – ARPA Lombardia
E-mail: m.mussin@arpalombardia.it
Matteo Zanetti – ARPA Lombardia
E-mail: ma.zanetti@arpalombardia.it

MAPPE STORICHE

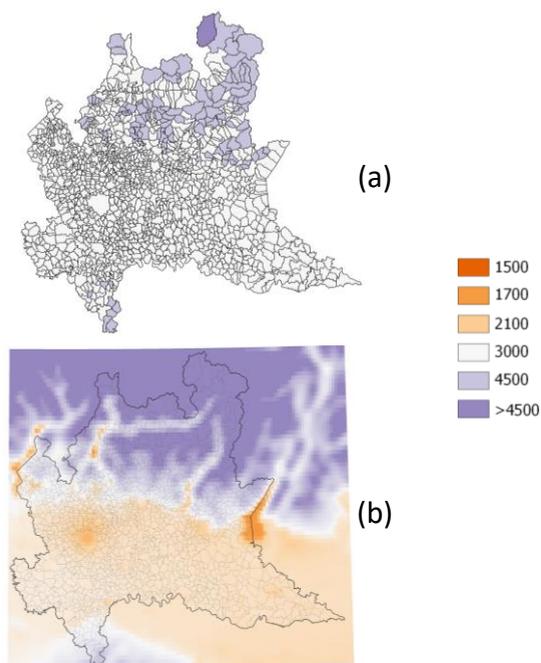


Figura 3: Gradi giorno - rappresentazione spaziale del dato DPR 412/93 (a) e spazializzato storico per il periodo 1991-2020 (b)

MAPPE FUTURE

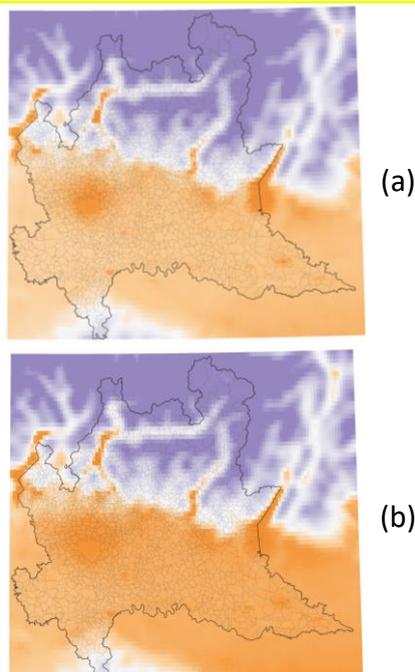


Figura 4: Gradi giorno - rappresentazione spaziale del dato modellistico (ensemble) per il periodo 2036-2065 scenario RCP 4.5 (a) e RCP 8.5 (b)

Commento al trend

Le elaborazioni sui dati EURO-CORDEX delle proiezioni climatiche (1) mostrano la progressiva diminuzione dei Gradi giorno con una netta distinzione tra aree di pianura e di montagna. Grazie all'utilizzo delle tecniche di bias-adjustment, nello scenario di riferimento è possibile apprezzare la presenza dell'isola di calore di Milano (Figura 3), che ha un effetto significativo su questo parametro. Lo scenario RCP 4.5 (Figura 4a) mostra comunque un'intensificazione dell'area più calda anche nelle zone periurbane a Nord del capoluogo, ma anche di altre aree fortemente urbanizzate. Si apprezza anche un certo decremento del parametro anche nelle aree di fondovalle, sebbene meno marcato. Lo scenario RCP 8.5 (Figura 4b) mostra invece una notevole uniformità in tutta l'area di pianura e dell'area immediatamente prossima ai rilievi, comprese alcune delle principali valli lombarde. Rispetto alle zone climatiche standard, molti comuni cambierebbero di fascia, passando dalla E alla D.

ANOMALIA (futuro-storico)

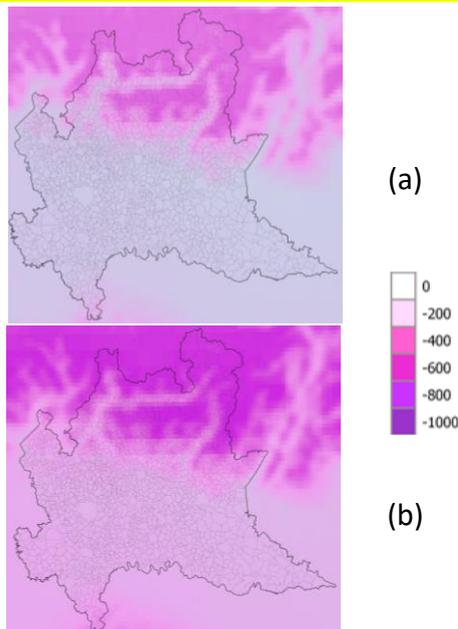


Figura 5: rappresentazione spaziale dell'anomalia rispetto al periodo storico 1991-2020 del periodo futuro 2036-2065 per gli scenari RCP 4.5 (a) e RCP 8.5 (b)