

VARIAZIONE DELL'ISOLA DI CALORE URBANA SULLA CITTÀ DI BOLOGNA NEGLI ULTIMI 30 ANNI

Francesca Ventura, Nicola Gaspari, Stefano Piana, Paola Rossi Pisa

DiSTA, Dipartimento di Scienze e Tecnologie Agroambientali, Università di Bologna, via Fanin 44, 40127 Bologna

Abstract

Con il termine isola di calore urbano si intende l'innalzamento delle temperature in area urbana come conseguenza delle attività antropiche che vi si svolgono. Questo fenomeno è noto già da tempo (ad es. Oke, 1982) ed è stato quantificato in molte aree (ad es. Agnese et al., 2008). In questo lavoro si mostrano i risultati dell'analisi di due serie storiche di dati relativi alla città di Bologna, una registrata nella stazione agrometeorologica nei pressi dell'Orto Botanico dell'Università, nel centro della città, ed una presso la stazione agrometeorologica della Facoltà di Agraria a Cadriano, in zona rurale. I dati, prelevati nel periodo 1978 – 2007, sono T_{\max} e T_{\min} , misurate con termografi meccanici. L'elaborazione dei dati mostra un aumento delle temperature minime, medie e massime in entrambe le stazioni. Non viene però rilevata una variazione significativa dell'isola di calore nel trentennio, ovvero la differenza tra le temperature in città e nella campagna si mantiene costante nel tempo. In particolare ΔT_{medy} media del periodo considerato è di 1.3°C. I dati su base stagionale mostrano un decremento significativo di ΔT_{\max} in estate, dovuto ad un aumento più rapido di T nella stazione rurale che in quella urbana, e un incremento significativo di ΔT_{\min} estivo, causato dalla più alta T_{\min} cittadina..

Introduzione

Con il termine isola di calore urbano (Urban Heat Island, UHI) si intende l'innalzamento delle temperature in area urbana come conseguenza delle attività antropiche che vi si svolgono. Questo fenomeno è noto già da tempo (ad es. Oke 1982). Localmente l'entità della UHI è influenzata sia dalla variazione generale della temperatura che dai cambiamenti demografici, dell'uso del suolo, dalla produzione e dispersione di inquinanti atmosferici di origine antropica, in un sistema piuttosto complesso. In particolare lo sviluppo della UHI è legato alla preponderanza di superfici non riflettenti a scapito di superfici vegetate, poiché le prime immagazzinano il calore alla loro superficie, mentre le seconde lo perdono attraverso l'evapotraspirazione. Questo fenomeno agisce in particolare sulla temperatura minima notturna (Zauli Sajani e Scotto, 2007). Contemporaneamente a questo effetto viene registrato, nelle singole stazioni meteorologiche, un innalzamento della temperatura dell'aria che viene imputato al cambiamento climatico. Quanto questo innalzamento della temperatura è da imputarsi invece all'ampliamento dei confini della UHI, ovvero del suo avvicinarsi alle stazioni meteorologiche un tempo in zona rurale ed ora più vicine ai margini delle città? Scopo di questo lavoro è di verificare come l'UHI della città di Bologna si sia modificata negli ultimi trenta anni (1978 – 2007), attraverso l'innalzamento delle temperature medie in due stazioni agrometeorologiche, una urbana ed una rurale, e la variazione del tempo delle differenze di temperatura tra le due.

Materiali e metodi

I dati di temperatura dell'aria sono stati raccolti in due stazioni agrometeorologiche del Dipartimento di Scienze e Tecnologie Agroambientali (Facoltà di Agraria) dell'Università di Bologna. La stazione di Bologna-Urbana (sita in via Imerio 42, 44° 30' 05"N, 11° 21' 18" E) si trova all'interno di un'area verde dell'università, è posta su di un prato che viene tenuto sfalcato seguendo le

regole dettate dal WMO. Al suo intorno si trovano diversi alberi di alto fusto, e conseguentemente la stazione viene ombreggiata nelle ore vicine ad alba e tramonto, rendendo i dati non standard, come d'altronde è molto comune tra le stazioni urbane. La stazione contiene un termografo ed un pluviografo meccanici, in funzione a partire dal 1975. Gli strumenti vengono regolarmente mantenuti e ricalibrati. La stazione di Bologna-Cadriano è situata a circa 9 km dalla prima, nell'azienda sperimentale dell'Università di Bologna (44° 33' 03" N, 11° 24' 36" E), al di fuori dei confini della città. La stazione è standard, contiene strumenti meccanici ed elettronici, per questo studio sono stati utilizzati i dati registrati dagli strumenti meccanici (termografo) in modo da confrontare due serie di dati quanto più omogenee possibile. Ulteriori dettagli sulla stazione agrometeorologica di Bologna-Cadriano sono reperibili su Ventura et al. (2002), Matzneller et al. (2009). La stazione è stata installata nel 1972, per questo studio sono stati considerati i trenta anni di dati dal 1978 al 2007. Dalle foto aeree attuali si vede che i due siti sono separati da una zona ad uso prevalentemente agricolo, al di fuori dei confini della città.

Per entrambe le stazioni i dati sono stati controllati per la qualità: i dati vengono verificati manualmente quando uno dei seguenti criteri è verificato:

- $T_{\max} < T_{\min}$
- $T_{\max} > 34^{\circ}\text{C}$
- $T_{\min} < -10^{\circ}\text{C}$
- La variazione di T_{\max} e di T_{\min} tra un giorno e il successivo $> 10^{\circ}\text{C}$

Dati mancanti: fino a 3 giorni in un mese vengono sostituiti dalla media dei dati precedente/successivo; nel caso manchino più di 3 giorni, il dato mensile è considerato mancante. Il dato annuale viene ottenuto dalla media dei dati giornalieri: l'anno è considerato mancante se sono assenti più del 10% dei dati giornalieri (ovvero 36

giorni). La media viene fatta su tutti gli altri dati. Nessun anno è risultato mancante.

Per entrambe le stazioni sono state calcolate le seguenti quantità, a partire dai valori giornalieri: T_{mxy} = temperatura massima media annua, T_{mmy} = temperatura media media annua, T_{mny} = temperatura minima media annua, ΔT_{maxy} = $T_{max(u)} - T_{max(r)}$ differenza tra le temperature massime della stazione di Bologna-Urbana ($T_{(u)}$) e di quella di Bologna-Cadriano ($T_{(r)}$), e analogamente ΔT_{medy} e ΔT_{miny} . Inoltre sono stati calcolati T_{mm} = media delle medie di ciascun mese, T_{mxm} = media delle massime e T_{mnm} = media delle minime di ciascun mese; a partire dai dati mensili sono stati calcolati valori stagionali di ΔT_{max} e ΔT_{min} , considerando: Inverno = GFM, Primavera = AMG, Estate = LAS, Autunno = OND, seguendo le indicazioni del WMO. Tutti i trend sono stati verificati mediante il test statistico di Mann-Kendall.

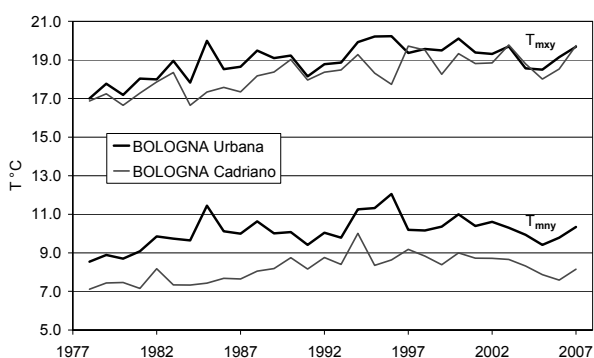


Fig. 1 Temperature dell'aria medie annue, minime e massime, delle stazioni di Bologna-Urbana e Bologna-Cadriano, nel trentennio 1978 - 2007.

Risultati

I dati della temperatura media annua di entrambe le stazioni mostrano un incremento significativo (al 99%) nel trentennio, sia in media che negli estremi, come mostrato nella figura 1. Osservando la figura è possibile fare alcune considerazioni: innanzitutto le temperature registrate nella stazione di Cadriano sono sempre inferiori a quelle registrate a Bologna-Urbana, la differenza è più pronunciata nelle minime che nelle massime. Questo dato è confermato da moltissima letteratura sull'argomento (vedi ad es. Agnese et al., 2008) poiché l'innalzamento di T dovuto alla più grande inerzia termica dei materiali componenti le superfici tipiche delle città si evidenzia soprattutto sulle temperature minime.

Tab. 1 - Variazioni delle temperature annue nelle due stazioni Bologna-Urbana e Bologna-Cadriano nel periodo 1978 - 2007.

Variazione temperatura	Bologna - Urbana	Bologna - Cadriano
	°C	°C
Nei 30 anni		
T_{mxy}	+1.7	+2.2
T_{mmy}	+1.4	+1.7
T_{mny}	+1.1	+1.2

Inoltre la temperatura cresce di più nella stazione rurale che in quella urbana, ed in particolare T_{mmy} in città cresce del 10.4% nel trentennio rispetto al valore iniziale, mentre

a Cadriano cresce del 14.1%; per T_{mny} troviamo rispettivamente 11.5% e 16.4%. I valori assoluti delle variazioni sono riportati in tabella 1. L'aumento di temperatura dell'aria è sempre maggiore nella stazione rurale che in quella urbana. Quindi dal grafico deduciamo che esiste un effetto UHI rilevabile tra le due stazioni considerate, e a partire dai dati della tabella sembrerebbe che questo effetto diminuisca nel tempo. In effetti ΔT , sia esso calcolato sulle temperature minime, medie o massime annue, non mostra alcuna tendenza significativa, ovvero l'effetto UHI si mantiene pressoché costante nel trentennio. Risultati simili sono stati trovati anche in altre zone urbane (Rosenzweig et al., 2005). L'entità dell'isola di calore è riassunta, in media, nella tabella 2.

Tab. 2 - Entità dell'isola di calore urbano misurata tra Bologna-Urbana e Bologna-Cadriano.

Entità UHI	°C	Valore massimo registrato (nel 1985)
ΔT_{maxy}	0.7 ± 0.7	2.7 °C
ΔT_{medy}	1.3 ± 0.7	3.3 °C
ΔT_{miny}	1.9 ± 0.7	4.0 °C

Anche dall'esame dei dati stagionali si deduce che la temperatura dell'aria cresce in ambedue le stazioni. La massima cresce in tutte le stagioni, come trovato anche da altri autori (Tomozeiu et al., 2006), in maniera significativa in primavera ed estate. In primavera anche T_{min} cresce significativamente, in entrambe i siti. Si nota però che tutte le temperature crescono più velocemente a Cadriano che in città. Questo porta ad una diminuzione di ΔT_{max} e ΔT_{min} . In particolare in estate la decrescita è statisticamente significativa al 99% per ΔT_{max} . L'unico caso di aumento è relativo al ΔT_{min} estivo, quando nella stazione cittadina la temperatura cresce più velocemente che in quella rurale.

Conclusioni

Dall'analisi di un trentennio di dati di temperatura dell'aria in due stazioni agrometeorologiche, urbana e rurale, nei pressi della città di Bologna, si deduce che l'isola di calore urbano non si è modificata nel tempo in maniera significativa, se non nel caso del ΔT_{min} estivo, che aumenta a causa della più alta T_{min} cittadina.

Bibliografia

- Agnese C., D'Asaro F., Grillone G., Drago A., 2008. Confronto tra dati di temperatura rilevati in aree urbane e in aree agricole limitrofe. *It. J. Agromet.* 13(1): 48-49.
- Matzneller P., Ventura F., Gaspari N., Rossi Pisa P., 2009. Analysis of trends in a long term agrometeorological data set in Bologna (Italy). *Accepted by Climatic Change.*
- Oke, T.R., 1982. The energetic basis of urban heat island. *Journal of the Royal Meteorological Society* 108 (455), 1-24.
- Rosenzweig C., Solecki W.D., Parshall L., Chopping M., Pope G., Goldberg R., 2005. Characterizing the urban heat island in current and future climates in New Jersey. *Env. Hazards* 6: 51-62.
- Tomozeiu R., V. Pavan, C. Cacciamani, M. Amici, (2006). Observed temperature changes in Emilia-Romagna: mean values and extremes. *Clim Res* 31: 217-225.
- Ventura F., Paola Rossi P., Ardizzoni E., 2002. Temperature and precipitation trends in Bologna (Italy) from 1952 to 1999. *Atmos. Res.*, 61:203-214.
- Zauli Sajani S., Scotto F., 2007. Studio del fenomeno dell'isola di calore Area urbana di Bologna. http://www.arpa.emr.it/cms3/documenti/calore/Isola_calore_Bologna.pdf