

CLIMA URBANO E ALBERI: RISORSE E LIMITI

Luigi Mariani

Università degli Studi di Milano

Dipartimento di Produzione Vegetale

Relazione presentata alla giornata di studio "LA VITA DEGLI ALBERI IN CITTÀ UN EQUILIBRIO INSTABILE" dell'Ordine dei Dottori Agronomi e dei Dottori Forestali di Milano – Triennale di Milano, Lunedì 28 Settembre 2009

L'urbanizzazione altera il clima in modo persistente, con effetti sensibili su radiazione solare, temperatura, umidità relativa, precipitazione, vento. Tali effetti si sovrappongono all'enorme impoverimento della risorsa suolo tipica delle città. Tenere in debito conto questi fattori diviene cruciale per l'impianto e la gestione dei vegetali in città, attività che richiedono visione agronomica, professionalità ed esperienza sul campo e che, se ben condotte, ci ripagano con consistenti benefici in termini di mitigazione dell'isola di calore urbano, rendendo più gradevole il vivere in città. Presupposto fondamentale per innescare un vero circolo virtuoso in questo ambito è considerare i vegetali come esseri viventi e non come oggetti d'arredo.

Introduzione

La percezione umana dei fenomeni meteorologici e di conseguenza del clima di una data località o territorio è spesso ingannevole e quella del meteorologo e del climatologo è da un certo punto di vista una lotta impari, tesa a sfatare "storie e leggende" che la feconda fantasia degli umani sforna a getto continuo.

Tuttavia un elemento del clima sul quale le nostre percezioni non s'ingannano è la sensibile differenza esistente fra clima urbano e clima delle zone rurali circostanti. Ciò perché tali differenze sono tanto consistenti e continue nel tempo da lasciare ben poco margine ad errori percettivi.

In particolare, se è ancora in discussione il ruolo dell'uomo come agente causale dell'aumento delle temperature globali registrato negli ultimi 150 anni, è da tutti pacificamente accettato l'effetto dell'uomo sul clima attraverso le modificazioni del territorio ed in particolare attraverso quella serie di modificazioni che va sotto il nome di urbanizzazione.

Ma cosa implica in termini quantitativi l'urbanizzazione per le diverse variabili meteorologiche? E inoltre, visto che le variabili meteorologiche sono variabili guida fondamentali per i vegetali, che impatto ecosistemico hanno queste variazioni? E ancora, che fare di fronte a una tale realtà?

Effetti urbani sul clima

Gli effetti dell'urbanizzazione sulle variabili meteorologiche sono oggetto di una vastissima letteratura scientifica che analizza il cosiddetto "effetto città" in diverse aree urbane collocate nelle più varie regioni climatiche del pianeta, dalle zone desertiche alle medie e alte latitudini (svariati studi sulle isole di calore urbane di centri statunitensi o europei) (Munn, 1966; Oke, 1978; Stull, 1997).

Per comprendere come nasce l'effetto città dobbiamo anzitutto osservare che l'ambito urbano differisce da quello rurale per una serie di aspetti fra cui i più rilevanti per il clima sono:

1. la ridotta presenza di vegetazione, la quale rispetto al suolo nudo o edificato ha l'enorme differenza di cedere gran parte dell'energia che riceve dal sole in forma di calore latente (attraverso la traspirazione) e non di calore sensibile (quello per intenderci che si misura con i termometri). Per questo in pieno sole la temperatura su superfici a verde ben irrigate è più bassa anche di parecchi °C rispetto a quella su suolo nudo o asfaltato o ancora edificato.
2. i caratteri di forma: mentre le aree rurali sono relativamente piatte (salvo la presenza di macro e micro-orografia e di alberate) le vie delle città sono assimilabili a canyon; più i canyon sono profondi e meno cielo si vede da essi, il che si traduce nel fatto che il raffreddamento delle vie per irraggiamento verso lo spazio è ostacolato in modo sostanziale

3. il colore: in campagna domina il verde mentre in città i colori spaziano su una vasta gamma cromatica, con la prevalenza però di colori scuri ed opachi; ciò fa sì che sia ridotta la quota riflessa di energia solare in arrivo e sia viceversa incrementata la quota assorbita
4. l'intensità delle attività umane: in città sono assai intense le combustioni, con il conseguente rilascio di calore, le emissioni di inquinanti gassosi, di polveri, ecc..

Il primo e più macroscopico effetto climatico della città è quello sulla temperatura dell'aria, effetto noto come Isola di calore urbano (in inglese Urban Heat Island o UHI) e che può essere espresso come differenza fra la temperatura dell'area urbana e quella di un'area rurale circostante, ovviamente collocata in posizione tale da non essere influenzata dalla città stessa.

Nel suo testo di micrometeorologia del 1978, Oke ha espresso la UHI massima (e cioè la massima differenza di temperatura fra città e campagna riscontrata) in funzione del numero di abitanti P della città con le seguenti due formule $UHI_{max} = 0.8686 * \ln(P) - 4$ (valida per l'Europa) e $UHI_{max} = 1.1788 \ln(P) - 4.7143$ (valida per l'America). Da tali formule si ricavano i valori qui sotto riportati:

		UHI (°C)	
		Città europee	Città americane
Numero abitanti	1.000	2.0	3.4
	10.000	4.0	6.1
	100.000	6.0	8.9
	500.000	7.4	10.8
	1.000.000	8.0	11.6
	2.000.000	8.6	12.4
	3.000.000	9.0	12.9
	4.000.000	9.2	13.2
	5.000.000	9.4	13.5

Oke usò l'isola di calore massima poiché l'entità di UHI varia in funzione di vari fattori quali:

- momento del giorno considerato: UHI è massima nelle ore notturne
- periodo dell'anno: UHI è massima in inverno
- copertura del cielo: UHI è massima con cielo sereno e si attenua con la copertura nuvolosa;
- ventosità: al crescere del vento le differenze fra città e aree rurali tendono ad attenuarsi fino a scomparire

Prendiamo allora il caso di Milano: all'alba di giornate invernali di tempo stabile e con cielo sereno, la differenza rispetto alla campagna può raggiungere i 6-8°C con punte di oltre 12°C, il che si traduce nel fatto che al centro di Milano le gelate invernali sinora ormai evento raro.

Occorre a questo punto precisare che l'isola di calore urbano è fenomeno molto diverso per cause ed entità rispetto al cosiddetto riscaldamento globale. Per cogliere appieno la differenza è sufficiente osservare il grafico in figura 1 che riporta per il periodo 1850 – 2008 le temperature medie annue globali e di Milano Brera. Si osservi che l'isola di calore manifesta una forbice sempre crescente rispetto al livello globale; mentre infatti le temperature globali passano dai 13.6°C del 1850 ai 14.3°C del 2008 (+0.7°C in 150 anni) le temperature a Brera passano nello stesso periodo da 11.8°C a 15.3°C (+3.5°C). Si osservi inoltre che l'aumento è ben più rilevante nelle minime (da 7.5 a 11.9: +4.4°C) che nelle massime (da 16.1 a 18.8: +2.7°C).

Abbiamo detto che l'isola di calore è massima in inverno e di notte. Come spiegare allora che ci accorgiamo soprattutto dell'effetto città nei periodi di afa acuta tipica dell'estate?

L'afa deriva dall'associazione delle temperature elevate con due fattori di ostacolo alla nostra traspirazione e cioè la debolezza del vento, tipica dei canyon urbani, e l'elevata umidità relativa, tipica delle città in virtù delle attività umane produttrici di vapore acqueo. L'afa diviene opprimente

nelle ore serali allorché la scomparsa del sole dà luogo sì a un certo calo delle temperature ma provoca anche la caduta delle brezze che dal sole traggono origine.

Gli effetti delle isola di calore urbano meriterebbero una trattazione ben più analitica. Tuttavia è indubbio che per farsene un'idea di massima basta osservare la vegetazione spontanea o coltivata presente nelle città e le popolazioni urbane di artropodi (insetti, acari). In città come Milano l'assenza di gelo porta alla diffusione di una flora tipica di areali mediterranei (es: olivi, agrumi, oleandri) ed al contempo impedisce l'abbattimento del carico di artropodi sensibili al gelo, per cui i livelli di infestazione sono da attendere più elevati rispetto alle zone rurali.

Si noti che abbiamo centrato la nostra attenzione sulla temperatura dell'aria ma abbiamo a più riprese chiamato in causa l'umidità relativa e il vento. Altro effetto macroscopico della città è legato al fenomeno della nebbia, divenuto poco frequente al centro delle metropoli padane, come mostra la tabella che segue, la quale illustra il numero medio annuo di giorni con nebbia (visibilità inferiore ai 1000 m) a Linate e nel centro di Milano (Belloni & Pelfini, 1991; Giuliacci et al., 2001; Santomauro, 1970).

<i>periodo</i>	<i>Linate</i>	<i>Milano – Centro</i>	<i>% di riduzione</i>
1960-69	151	27.5 (*)	82%
1970-79	136	15.9 (*)	88%
1984-2000	110	7.5 (**)	93%

(*) dati Osservatorio di Brera

(**) dati raccolti dall'autore per il periodo 1991-2000.

Un altro significativo effetto urbano è quello sulle precipitazioni. La città infatti influisce su quantità e distribuzione delle piogge, come emerge da diversi studi che evidenziano la maggior piovosità delle città rispetto alle aree rurali circostanti. Tale fenomeno è dovuto a un insieme di cause fra cui la maggior presenza in città di nuclei di condensazione e di vapor acqueo o ancora l'interazione della città con la circolazione (la maggior scabrezza della città rispetto alla campagna fa sì che in coincidenza con essa si producono nell'atmosfera onde stazionarie in grado di stimolare le precipitazioni). Ovviamente tale effetto è assai variabile da città a città e può essere evidenziato solo grazie ad un attento studio di dati osservativi pluriennali acquisiti in molti siti, per cui non è possibile fornire valori indicativi medi per Milano. Richiamo comunque l'attenzione sulla macroscopica alterazione del ciclo dell'acqua dovuta (i) allo sconvolgimento delle reti scolanti conseguente all'urbanizzazione oppure (ii) all'incapacità delle superfici asfaltate di assorbire l'acqua piovana. Le conseguenze con conseguenze per i vegetali sono l'eccesso o il difetto di alimentazione idrica.

La vegetazione come strumento di mitigazione dell'isola di calore urbano

La vegetazione è un potente strumento di mitigazione dell'isola di calore per i seguenti motivi:

1. ha un albedo più alto rispetto a molte superfici urbane e dunque favorisce la riflessione dell'energia solare limitandone l'assorbimento da parte dell'area urbana
2. intercettando la radiazione solare impedisce che le superfici urbane si riscaldino
3. emette gran parte dell'energia che assorbe in forma di calore latente (una particolare forma di calore che non si misura con i termometri) e non in forma di calore sensibile (quello che si misura con i termometri e che ci fa dire "che caldo che fa").

E' necessario evidenziare che tali effetti hanno luogo solo se la vegetazione è in buono stato vegetativo ed è ben alimentata d'acqua. In proposito segnalo l'analisi di Priestley (1966) il quale evidenziò che se tutto il nostro pianeta fosse coperto da vegetazione ben irrigata la sua temperatura non potrebbe in alcun caso eccedere i 34°C. Inoltre segnalo il fatto, ben noto agli agronomi, per cui un vegetale con problemi fitosanitari si può riconoscere in base al fatto che la sua temperatura in pieno sole è sensibilmente più alta rispetto ad un vegetale sano. Ciò in quanto i problemi fitosanitari danno di norma luogo ad alterazioni del processo traspirativo. Per inciso la temperatura dei vegetali

può essere misurata da remoto, ad esempio con radiometri montati su satellite o su aereo, il che offre inedite possibilità per il monitoraggio dello stato di salute delle piante in città.

Occorre altresì dire che il ruolo di mitigazione dell'UHI non viene giocato solo dai vegetali nelle vie e nei parchi ma anche dai vegetali presenti sulle facciate degli edifici e nei giardini pensili. E qui gli spazi per interventi anche da parte dei privati sono veramente enormi. Io continuo ad immaginare una città in cui siano diffuse case con facciate e tetti schermati da vegetali (rampicanti e non) ben irrigati e fatti crescere su appositi supporti per evitare danni alle pareti esterne. Per una tale evoluzione la tecnologia è pronta da anni; occorre solo favorirne la diffusione con campagne di sensibilizzazione e incentivi.

Dev'essere infine chiaro che le piante non possono fare tutto da sole. Da questo punto di vista si deve evidenziare che far salire la città in verticale (come sta accadendo a Milano in questi anni) enfatizza sempre più l'isola di calore perché come abbiamo visto, rende i canyon sempre più profondi impedendo il raffreddamento notturno. Ed il raffreddamento è anche ostacolato da edifici con colorazioni scure (basso albedo) o da edifici disposti in barriere continue e che interferiscono con i circuiti di brezza. Una pianificazione urbanistica culturalmente aggiornata e rispettosa dell'ambiente non dovrebbe mai ignorare tali elementi.

Clima urbano ed effetti sugli alberi

Le piante sono esseri viventi e per mantenerle nel tempo occorre garantire loro di vegetare con regolarità. In altri termini, come ci ricorda il titolo di questa giornata di studio, occorre garantire ai vegetali quell'equilibrio che consenta il regolare svolgimento delle diverse funzioni vitali (fotosintesi, traslocazione degli assimilati verso gli organi di accumulo, respirazione, assunzione di nutrienti dal terreno, termoregolazione, ecc.) (Loomis e Connors, 1992).

Equilibrio per un vegetale superiore significa in primo luogo equilibrio fra chioma e radici. Il rapporto volumetrico fra queste due componenti fondamentali (la chioma per l'acquisizione di luce e CO₂, le radici per l'ancoraggio e per l'acquisizione di acqua e nutrienti) è un equilibrio dinamico, nel senso che le radici saranno meno sviluppate ove sussista un facile accesso alle risorse idriche e nutritive o viceversa ove non vi sia volume sufficiente di suolo da esplorare. Dovrebbe essere a tutti ovvio che non si possa pensare a piantumare alberi o anche vegetazione erbacea (un semplice prato) se non in presenza di un volume di suolo sufficiente per lo sviluppo di un buon apparato radicale. Il suolo stesso dovrà avere una buona fertilità chimica, essere ben dotato di sostanza organica ed avere un rapporto vuoti/pieni che consenta da un lato un buon accumulo dell'acqua di piovana e di irrigazione e dall'altro un buon arieggiamento (non si dimentichi infatti che anche le radici respirano, per cui senz'aria muoiono) (Bonciarelli, 1998).

Ovviamente gli apparati radicali sono variabili da specie a specie ma come regola generale si può considerare che un suolo profondo almeno 40-50 cm sia necessario per l'impianto di un prato mentre in caso di vegetazione arborea occorra uno strato di terreno esplorabile dalle radici (e dico terreno, non macerie) profondo almeno 1 metro.

Sul volume da riservare alle radici occorre essere intransigenti, nel senso che ne va della vita e della longevità degli impianti. Pertanto se alla domanda "come fanno a stare quattro elefanti in una cinquecento" si può scherzosamente rispondere "due davanti e due dietro" alla domanda "come fa a stare un tiglio in una cinquecento" la risposta per quanto mi riguarda è "non ci può stare, punto".

Valutata la risorsa suolo, occorrerà valutare con attenzione le altre risorse presenti nell'ambiente. In particolare le risorse chiave per il successo di un impianto sono:

- risorse radiative: la radiazione solare è alla base del processo di fotosintesi, senza il quale i vegetali non vegetano
- risorse termiche: ogni specie e varietà (ed all'interno di queste ultime ogni fase del ciclo vitale) presenta valori caratteristici in termini di temperature cardinali minime, ottimali e massime. Se alle temperature ottimali la pianta vegeta al meglio, al di sotto del cardinale minimo e al di sopra di quello massimo l'attività si interrompe per riprendere quando le temperature ritorneranno su valori compatibili con lo sviluppo

- risorse idriche: le piante attingono acqua dal terreno per tre scopi fondamentali (mantenere il contenuto idrico dei tessuti a livelli ottimali, termoregolarsi attraverso la traspirazione fogliare e assumere nutrienti dal terreno)
- risorse nutrizionali: la CO₂ dall'atmosfera, gli altri nutrienti dal terreno (azoto, fosforo, potassio, macronutrienti secondari e micronutrienti)

Da non trascurare sono inoltre una serie di limitazioni a volte severe ed in particolare:

- temperature estreme (ogni specie presenta temperature critiche superate le quali si ha la morte)
- nevicate con conseguenti danni alle parti aeree conseguenti all'accumulo di neve
- vento (foehn, fronte delle raffiche nei temporali, trombe d'aria; da non trascurare nel caso del vento gli effetti di incanalamento che possono aumentare sostanzialmente la velocità rispetto a luoghi aperti)
- precipitazioni estreme con conseguenti problemi di ristagno idrico
- inquinanti dell'aria, delle acque e del suolo
- termoperiodo (abbiamo visto che l'isola di calore urbano si comporta in modo asimmetrico, per cui le minime salgono molto più delle massime. Da ciò deriva che l'escursione giornaliera giornaliera – differenza fra temperature minime e massime - si riduca sensibilmente rispetto alle aree rurali. Da ciò possono discendere fenomeni anche gravi quali la perdita di dominanza apicale nelle conifere o problemi di traslocazione dei prodotti della fotosintesi dalle foglie agli altri organi)
- fotoperiodo (effetti dell'illuminazione artificiale su quel delicato orologio biologico che nei vegetali è gestito dal fitocromo e che regola vari meccanismi fra cui la fioritura)
- effetti di compattamento da calpestio di esseri umani ed autoveicoli (con conseguenti problemi di alimentazione idrica e di arieggiamento delle radici).

Deduzioni finali

Vegetali in città: dovrebbero essere seguiti con molta cura in quanto vivono in un ambiente per molti versi estremo. Pertanto ogni eventuale sintomo di squilibrio non dovrebbe in alcun modo essere valutato.

Per conoscere le relazioni fra meteorologia urbana e vegetali occorrono osservazioni e misure. Per interpretare i dati ricavati da tali attività possono essere di grande utilità modelli matematici (di bilancio idrico, di produttività, di bilancio dei nutrienti, modelli fitopatologici, entomologici, ...).

Per gestire in modo positivo gli alberi deve avere il giusto spazio anche la chimica. Come gli esseri umani e gli animali se ammalati ricorrono ai farmaci, per le piante si usano fitofarmaci, così come quando necessario si deve ricorrere ai concimi chimici o agli ammendanti.

L'impianto e la gestione razionale del verde in un ambiente per molti versi estremo come quello urbano richiedono professionalità ed esperienza. In altri termini non ci si improvvisa e, qualora ci si improvvisi i nodi vengo ben presto al pettine. E' qui che la professionalità dell'agronomo dovrebbe avere un proprio spazio in una logica di complementarità rispetto ad altre figure professionali (architetti, ingegneri, ecc.). Le amministrazioni comunali sono chiamate a prendere atto di questa realtà pena pesanti insuccessi nella gestione del verde.

BIBLIOGRAFIA

- Belloni S., Pelfini M., 1991. *Le variazioni del clima a Milano dal 1944 al 1983*. Aqua-aria, n.2, 1991, 135-149
- Giuliaci M., Abelli S., Dipierro G., 2001. *Il clima dell'Italia nell'ultimo ventennio*, Alpha test, Milano pp. 344
- Bonciarelli F., 1998. *Agronomia, Edagricole*, 320 pp.
- Forni G., in corso di stampa. *Il principe dei concimi: l'anidride carbonica, Sua storia e preistoria. Il rigurgito neoantropocentrico*.
- Loomis R.S., Connors D.J., 1992. *Productivity and management of agricultural Systems*, Cambridge University Press, 538 pp.
- Munn R.E., 1966. *Descriptive micrometeorology*, Academic Press, 198 pp.
- Oke T.R., 1978. *Boundary layer climates*, Methuen & Co. Ltd, London, 371 pp.
- Santomauro L. 1970. *Lineamenti climatici della Città di Milano, 1763-1955*, Quaderni della città di Milano, n.1, 136 pp.

Stull R.B., 1997. *An introduction to boundary layer meteorology*, Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, 670 pp.

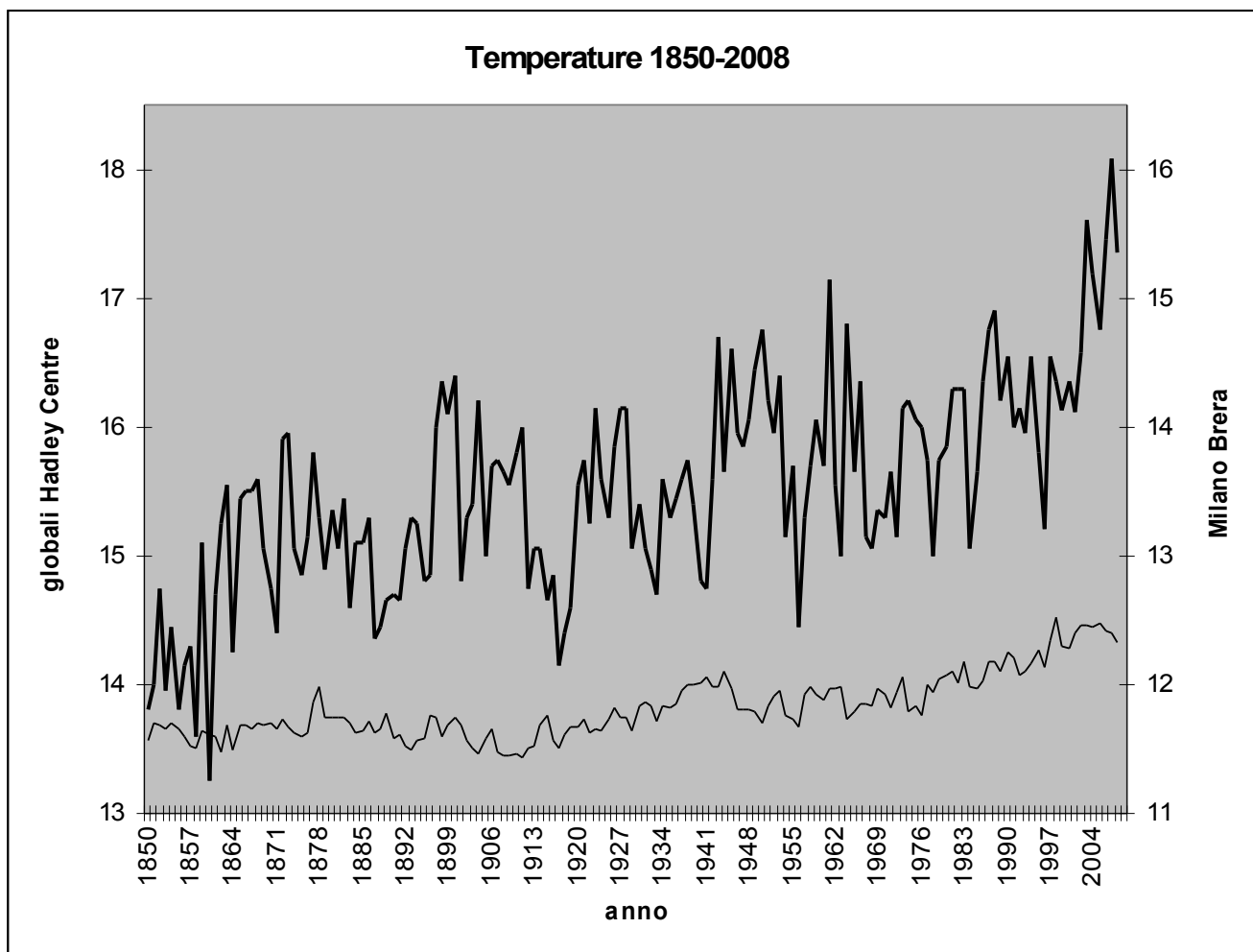


Figura – confronto fra l'andamento delle temperature medie annue globali (fonte: Hadley Centre) – linea sottile - e quelle di Milano Brera – linea spessa - per il periodo 1850-2008. Si osservi il macroscopico effetto dell'isola di calore urbano. Mentre infatti le temperature globali passano dai 13.6°C del 1850 ai 14.3°C del 2008 (+0.7°C) le temperature a Brera passano nello stesso periodo da 11.8°C a 15.3°C (+3.5°C). Si osservi inoltre che l'aumento è ben più rilevante nelle minime (da 7.5 a 11.9: +4.4°C) che nelle massime (da 16.1 a 18.8: +2.7°C). Alle due scale in ordinata, che sono equispaziate allo scopo di garantire il corretto confronto fra i due fenomeni in questione, è stata imposta un'origine diversa per evidenziare la forbice crescente fra il livello globale e quello urbano milanese.