

L'isola di Calore Urbano in *Topografia e Clima di Milano* (1881): le rilevazioni termiche del Dr. G.B. Nolli e le osservazioni di Brera. Un confronto tra rilevamenti urbani e periurbani

COORDINATORE: Dr. Giuseppe Frustaci

STUDENTE: Gianluca Magro

MATRICOLA: 08016A

Sommario

Abstract	3
Le osservazioni a Brera	4
La storia delle osservazioni presso Brera	4
La riforma del Carlini del 1835	5
Brera come osservatorio urbano: le osservazioni di G.B. Nolli e di Brera	7
Il caso di Milano come osservatorio urbano oggi e nell'800	11
Popolazione e superficie di Milano	14
Evoluzione della superficie della città di Milano	15
Conclusione	18
Bibliografia	19

Abstract

Il seguente lavoro di ricerca, condotto presso la Fondazione Osservatorio Meteorologico Milano Duomo (FOMD) vuole indagare un aspetto particolare della storia delle osservazioni meteorologiche effettuate presso l'Osservatorio Astronomico di Milano Brera (OAB-INAF). La storia della Specola di Brera è risalente tantoché le sue radici affondano sino al 1763, grazie all'opera del gesuita La Grange, anche se è bene osservare come il principale obiettivo dell'Osservatorio fossero le osservazioni astronomiche a cui si affiancarono sin da subito quelle meteorologiche. Riguardo a questo ultimo tipo di osservazioni, un momento di svolta si ebbe sicuramente con la riforma di Francesco Carlini che, nel 1835, modificò radicalmente i metodi delle osservazioni. Sicuramente un secondo direttore degno di nota fu Giovanni Virgilio Schiaparelli il quale per primo considerò la specificità e rappresentatività delle misure condotte in un sito urbano.

La ricerca prende vita dall'analisi di *Topografia e clima di Milano*, opera edita nel 1881, nella quale Schiaparelli illustra un esperimento effettuato dal Dott. G. B. Nalli presso la sua casa di Via Vigentina 3: egli, infatti, effettuò una serie di rilevazioni termiche in tal luogo nel 1878. Schiaparelli comparò tali valori con quelli registrati presso l'Osservatorio di Brera e notò come vi fosse uno scarto termico, seppur minimo, tra questi dati e quelli registrati dal Nalli.

A partire da queste considerazioni è stata analizzata la cartografia storica relativa alla città di Milano al fine di comprendere la reale composizione della città e delle zone relative a Brera e Via Vigentina con l'obiettivo finale di valutare quali potessero essere i parametri che hanno comportato lo scarto termico tra queste due località. In particolare verrà analizzata la presenza dell'edificato urbano, delle aree verdi e dei navigli.

Purtroppo la documentazione circa il Dott. Nalli è del tutto assente, quindi non ci è possibile rinvenire nessuna informazione in più relativamente al suo esperimento, rispetto a quanto non ci viene già detto all'interno di *Topografia e clima di Milano*. Questo studio può essere propedeutico ad una valutazione del mutamento del clima urbano di Milano in funzione dei cambiamenti urbanistici e messo in relazione alle attuali misure condotte in Brera e dintorni, in particolare con quelle della rete urbana di FOMD.

Le osservazioni a Brera

La storia delle osservazioni presso Brera

Il primo gennaio 1763 fu il gesuita padre Lagrange a dare avvio alle osservazioni meteorologiche a Milano, presso la Specola Astronomica, ossia l'osservatorio urbano, fondato nel 1762. Nelle *Ephemerides Astronomicae Anni 1779* vengono delineati i processi materiali e gli strumenti che resero possibili queste prime osservazioni: si parla infatti di un barometro a Mercurio; di un «thermomentrum per id tempus quo elevationes liquoris minimae & maximae esse solent Oriente nimirum Sole». Inoltre si specifica come il «Thermomentrum» seguisse il «methodum Reaumurii» «divisum a gradu congelationis ad gradum ebullentis aquae pollices 7 & lineas proxime 11 parisienses excipit¹».

È bene osservare come fino al 1803 le osservazioni vennero primariamente annotate dall'osservatore secondo un sistema di riferimento in gradi e quarto di grado, successivamente però sulle Effemeridi si assistette ad un cambiamento in quanto «queste frazioni sono trasformate in decimi o centesimi²». Inoltre successivamente, dal 1808 al 1826 si fa menzione di un secondo termometro presente «esposto “all'aria più libera”³».

Un'evoluzione importante in senso moderno si ebbe con la presenza di Francesco Carlini che divenne direttore dell'Osservatorio dal 1833. Il Carlini nacque a Milano il 7 gennaio 1783, nel 1799 entrò come allievo nell'Osservatorio Astronomico di Brera. Un momento di svolta significativo della sua vita professionale si ebbe nel 1832 quando il direttore dell'Osservatorio di Milano: «continuando e migliorando quelle ricerche di meteorologia che avevano fatto della specola milanese uno degli istituti più qualificati in questo campo⁴». La sua attività di ricercatore fu tanto efficace da renderlo uno tra i più autorevoli meteorologi italiani arrivando a collaborare con la Società Meteorologia Lombarda. Tuttavia la sua attività si interruppe con la morte a Crodo il 29 agosto 1862.⁵

A sostituire il Carlini nella direzione della specola milanese fu Giovanni Virginio Schiaparelli (1835-1910). I suoi primi impieghi presso Brera riguardavano prevalentemente l'astronomia, in particolare studiò le comete, arrivando nel 1861 a scoprire l'asteroide, da lui denominato Esperia. La scoperta ebbe grande eco, tantoché a soli ventisette anni, alla morte del precedente direttore dell'Osservatorio Francesco Carlini, gli succedette direttamente. Lo Schiaparelli nella sua attività presso la specola milanese mostrò a più riprese il proprio scetticismo rispetto alla significatività delle osservazioni meteorologiche condotte in un tessuto urbano: in un suo scritto del 1881, *Topografia e clima di Milano*, espone chiaramente i dubbi a riguardo. Egli infatti afferma che

«Queste osservazioni [le osservazioni di temperature condotte a Milano] furono sempre eseguite nel palazzo di Brera in contiguità alla specola astronomica e ad un'altezza considerabile sopra il livello del suolo. Pertanto le indicazioni che riferiremo circa la temperatura di Milano possono riguardarsi come esatto soltanto pel luogo e nelle circostanze in cui furono fatte le osservazioni. In un altro luogo della città o fuori di essa, e ad una elevazione diversa dal livello del suolo si sarebbero ottenuti alquanto diversi. Egli è certo che cifre sicure sulla meteorologia di Milano non potranno ottenersi fintantoché, in un luogo libero in aperta campagna e a poca distanza dal suolo, non si avrà una stazione meteorologica costrutta e disposta secondo le regole della scienza moderna, non collocata, come l'attuale stazione di Brera, a 26 metri dal livello del suolo e non esposta all'influsso termico di vasti edifici ed alla radiazione di più miglia quadrate di tetti.⁶»

Da questo estratto emerge con evidenza l'attenzione e la valutazione scientifica con cui lo Schiaparelli considerava le osservazioni meteorologiche.

Un secondo importante momento di svolta si ebbe poi con Giovanni Celoria il quale in un suo scritto nel 1874 dal titolo *Variazioni periodiche e non periodiche delle temperature nel clima di Milano* espone chiaramente l'andamento delle temperature fornendo inoltre una accurata descrizione della strumentazione della specola milanese. Egli distingue due periodi nelle osservazioni, un primo facente riferimento all'arco temporale 1763-1834 e un secondo risalente al periodo 1835-1872. Il distinguo tra i due è dato dal fatto che il secondo periodo è ritenuto maggiormente accurato ed omogeneo in quanto, grazie alla riforma del Carlini del 1835, le osservazioni assumono un carattere triorario e, in assenza di queste,

¹ De Cesaris, A. (1780)

² L. Buffoni et Al., 1996, p.15

³ *Ibidem* p.17

⁴ Carlini, Francesco, in *Dizionario Biografico degli Italiani*, Carducci-Carusi, Roma: Istituto dell'Enciclopedia Italiana, 1977, p. 186

⁵ *Ibidem*, pp.184-187

⁶ Schiaparelli, G. V., 1881, p.9

vi sono le interpolazioni necessarie derivanti dai dati ottenuti grazie al termografo. Egli infatti nel suo scritto del 1874 afferma:

«fino al 1835 furono, per quanto riguarda la temperatura, fatte ogni giorno due sole osservazioni, una verso il sorgere del sole, l'altra verso le tre del pomeriggio, e fu adoperato un termometro appeso ad un muro esterno, vicino alla finestra di una camera, attigua all'abitazione dei diversi osservatori succedutisi, e rivolta a tramontana, dove rimase per tutto l'intervallo 1763-1834 [...]. Nel 1835 i termometri furono sospesi all'aperto, in luogo appositamente disposto su una delle torri dell'Osservatorio, rivolto a Nord, ed opportunamente difeso dalle irradiazioni dei muri e dei tetti vicini [...]. Cominciarono ad un tempo nel 1835 le osservazioni ad essere fatte ad ore determinate del giorno, ma queste ore di osservazioni, e il numero delle osservazioni diurne non rimasero in seguito sempre costanti⁷»

Emerge quindi dalle osservazioni di Giovanni Celoria l'importanza attribuita all'operazione del 1835 di incrementare il numero di osservazioni giornaliere e in orari prestabiliti, ma soprattutto a mio avviso emerge ancora più chiaramente il passaggio dall'utilizzo di un termometro «appeso ad un muro esterno» all'utilizzo di due «termometri [...] sospesi all'esterno».

Contestualmente a questa riforma del Carlini, ulteriori cambiamenti di strumentazioni si ebbero dagli anni '80 dell'800 ossia quando «le temperature esterne vengono determinate per mezzo di due termografi Rutherford⁸», per poi essere successivamente sostituiti con due termografi Alvernia, situazione che persiste fino al 1915.

La riforma del Carlini del 1835

Le informazioni necessarie per analizzare e comprendere a pieno la forza della riforma effettuata da Francesco Carlini nel 1835, ci sono giunte tramite la pubblicazione delle *Effemeridi Astronomiche di Milano per l'anno 1838*, all'interno della quale, nell'appendice, è presente il saggio del Carlini *Sulla distribuzione e sull'uso delle osservazioni meteorologiche che si fanno nell'I. R. Osservatorio di Milano*⁹.

La riforma del Carlini sicuramente rappresentò un passo in avanti «nello sviluppo della meteorologia braidense¹⁰». Un primo elemento di novità fu la presa di posizione circa l'importanza delle osservazioni meteorologiche e la conseguente constatazione che «mentre molti parlano e scrivono intorno alla meteorologia, nessuno stabilimento esiste ancora in Europa che sia ad essa esclusivamente dedicato, e nel quale i fenomeni atmosferici vengano osservati in tutta la loro estensione, onde giovare ad un tempo alla fisica, all'astronomia ed all'agricoltura¹¹»: emerge quindi dalle parole del Carlini una certa volontà di dare impulso alle osservazioni al fine di incrementare la conoscenza in materia meteorologica. Oltre però a questa dichiarazione d'intenti l'allora direttore dell'osservatorio milanese sottolinea lo sviluppo della strumentazione utile per le osservazioni presso Brera e infatti parla di come «negli anni trascorsi le osservazioni meteorologiche si facevano dagli astronomi di Milano in due diverse stazioni, l'una al piano della loro abitazione, ove il barometro ed il termometro si notava regolarmente due volte al giorno ad ore determinate, l'altra alla sommità della specola, dove secondo le occorrenze si osservavano gli stessi istromenti in correlazione delle osservazioni astronomiche¹²». Nonostante quella doppia collocazione lo stesso Carlini afferma come avrebbero preferito continuare la serie delle osservazioni nella prima ubicazione, ossia al piano dell'abitazione dell'astronomo, ma questa collocazione non garantiva una esposizione sufficiente all'aria aperta per cui si decise di «ricominciare una nuova serie ed unica serie di osservazioni, scegliendo per punto di stazione il piano della torre ove fu recentemente collocato un eccellente circolo meridiano, col quale s'istituisce ora la maggior parte delle osservazioni astronomiche¹³». Successivamente a questa notazione, il Carlini procede analizzando la natura e le fattezze della suddetta strumentazione tra cui ricordiamo un Barometro di Adams e un Termometro a bolla nuda con scala reaumuriana, posto al riparo «per quanto possibile tanto dai raggi diretti del sole, [...], quanto dai raggi riflessi delle parti più basse del fabbricato per mezzo di tre griglie mobili,

⁷ Celoria, G., 1874, p.1

⁸ L. Buffoni, et Al., 1996, p.24

⁹ Carlini, F., *Sulla distribuzione e sull'uso delle osservazioni meteorologiche che si fanno nell'I. R. Osservatorio di Milano*, in *Effemeridi Astronomiche di Milano per l'anno 1838*, Imp. Regia Stamperia, 1837, pp. 65-100

¹⁰ L. Buffoni, et Al., 1996, p.18

¹¹ Carlini, F., *Sulla distribuzione e sull'uso delle osservazioni meteorologiche che si fanno nell'I. R. Osservatorio di Milano*, in *Effemeridi Astronomiche di Milano per l'anno 1838*, Imp. Regia Stamperia, 1837, p.65

¹² *Ibidem*, p. 66

¹³ *Ibidem*, p. 67

una orizzontale e due verticali¹⁴». Dopo queste considerazioni circa la struttura materiale degli strumenti utilizzati, segue un piccolo passaggio che sottolinea l'importanza della cadenza delle osservazioni che «si fanno di tre in tre ore cominciando alle sei della mattina e terminando alla mezzanotte» per un totale, quindi, di sette osservazioni giornaliere.

Oltre a queste importanti considerazioni circa il metodo, Francesco Carlini riforma anche il supporto scritto su cui annotare le osservazioni: grazie alla sua opera infatti i registri manoscritti assumono una fattura più ordinata grazie ad un format prestampato, inoltre dal 1835 i registri diventano due. Il primo si tratta di un registro di brutta copia, i cosiddetti *brogliacci di stazione*, in cui l'osservatore annotava in prima persona i diversi dati raccolti, segnandosi i particolari interessanti e utilizzando una doppia dicitura per quanto riguardava la temperatura: si parla infatti di “termometro annesso (al barometro)” e “termometro esterno”. Nel secondo registro, quello di bella copia, invece appare una singola dicitura, ossia “Altezza del termometro R (Rèaumur) esterno al Nord”. Tuttavia nelle pubblicazioni delle Effemeridi risultava impossibile riportare le osservazioni triorarie giornaliere in modo completo, per questo motivo «non ne presentiamo che un estratto¹⁵», a causa della mancanza di spazio.

Un ultimo elemento degno di nota nella riforma del Carlini fa riferimento all'osservazione delle massime e delle minime le quali grazie ad un termometrografo orizzontale ad indice interno secondo il sistema Rutherford, possono essere segnalate anche in assenza dell'osservatore stesso.

Omogeneità dei dati:

È importante sottolineare come nel corso del tempo, col cambiamento delle modalità di osservazione, con lo spostamento della strumentazione e con la ristrutturazione fisica dell'osservatorio, i dati abbiano subito un processo di alterazione: è importante tenere da conto questi fattori come determinanti per un corretto uso dei dati a fini climatologici.

Periodo	Ore di osservazione	Modalità di calcolo della temperatura media
1763-1834	alba - 15(circa)	media dei due valori
1835-1838	6-9-12-15-18-21-24	media degli 8 valori del ciclo triorario interpolando l'osservazione mancante
1839-1843	5-8-11-14-17-20-23	media degli 8 valori del ciclo triorario interpolando l'osservazione mancante
1844-1859	6-9-12-15-18-21-24	media degli 8 valori del ciclo triorario interpolando l'osservazione mancante
1860-1863 _{feb}	6-9-12-15	$(t_6+t_9+t_{12})/3$
1863 _{mar} -1877	6-9-12-15-18-21	media dei 6 valori (sulle pubblicazioni) / media di 8 valori triorari di cui i 2 mancanti interpolati (Celoria)
1878-1880	9-13.20-15-21	$(t_9+t_{12}+t_{max}+t_{min})/4$
1881-1884	9-12.45-15-21	$(t_9+t_{12}+t_{max}+t_{min})/4$
1885-1897	9-12.37-15-21	$(t_9+t_{12}+t_{max}+t_{min})/4$
1898-1924	9-12-15-21	$(t_9+t_{12}+t_{max}+t_{min})/4$
1924 _{giu} -1932 _{nov}	9-15-21	$(t_9+t_{12}+t_{max}+t_{min})/4$
1932 _{dic} -1987	8-14-19	$(t_8+t_{12}+t_{max}+t_{min})/4$
1988-1989	24 valori medi orari	$(t_8+t_{12}+t_{max}+t_{min})/4$ e media dei 24 valori orari
1990 ⇒	24 valori medi orari	media dei 24 valori orari

Figura 1: Buffoni et Al., 1996

Ricordiamo in particolare: «La posizione della stazione, la tipologia degli strumenti usati, le formule utilizzate per calcolare alcune grandezze derivate, il territorio, e le pratiche di rilevamento dell'osservatorio¹⁶». Appare quindi necessario, ai fini di analisi scientifiche e storiche, utilizzare serie con variazioni che siano «imputabili solo a cause meteo-climatiche¹⁷». Per garantire questa condizione è necessario eseguire un'operazione di cosiddetta omogeneizzazione. Vi possono essere due metodi: un metodo diretto e uno indiretto. Il primo basa la sua efficacia sulla raccolta di tutte le informazioni relative alla stazione di rilevamento, mentre il secondo metodo si basa su complessi calcoli statistici.

Come esempio del primo metodo basti ricordare ancora la riforma del Carlini dove si assiste ad una «sostituzione del termometro, spostamento di esso, variazione delle ore di osservazione ed introduzione, a partire dal 1835, delle “vere” temperature massime e minime giornaliere¹⁸». Con queste informazioni è possibile correggere i dati per mantenere la coerenza interna della serie, che è appunto lo scopo dell'omogeneizzazione. A tal proposito sicuramente gioverà riproporre l'importante tabella riassuntiva presente nel volume di Buffoni, Chlistovsky, Maugeri (Fig. 1), contenente le variazioni nel corso del tempo degli orari di osservazioni e delle modalità di calcolo della temperatura media giornaliera dal 1763 ad oggi.

Un ulteriore metodo per comprendere l'entità di questa disomogeneità dei dati, è sicuramente quello di analizzare dal punto di vista quantitativo i dati stessi tramite un'analisi comparativa tra i dati omogeneizzati presentati da Buffoni et al (1996). e i dati originali presenti nei registri conservati presso la Fondazione OMD. Questi ultimi costituiscono un primo appunto per gli osservatori: i dati registrati venivano poi copiati in registri diversi di bella copia. Se infatti andiamo ad

¹⁴ *Ibidem*, p. 71

¹⁵ *Ibidem*, p.73

¹⁶ Suatoni, B., Toreti, A., pp.27-31, 2005

¹⁷ *Ivi*

¹⁸ L. Buffoni, et Al., 1996,p.32-33

analizzare la Tabella 1, è possibile notare come nel periodo 1898-1924 gli orari di osservazioni siano: 9-12-15-21, mentre nei registri di brutta emerge una differenziazione degna di nota circa gli orari delle osservazioni. Dall'analisi dei registri dal 1911 al 1949 emergono infatti una serie di cambiamenti per quanto riguarda gli orari delle osservazioni, annotati nella prima colonna di ogni singola pagina dei registri. Se infatti nel gennaio 1911 si effettuarono quattro osservazioni, alle ore 8, 9, 15 e alle 21, da aprile vi è un cambiamento in quanto solo la prima osservazione viene anticipata alle 7. È importante notare come dal 21 agosto 1911 fino al 2 settembre 1911 si verifichi una quinta osservazione alle ore 23. Per il 1912 e il 1913 le osservazioni non cambiano, se non tuttavia dal 5 ottobre 1913 quando la prima osservazione torna ad essere alle 8. La situazione permane, con una parentesi dal 26 maggio fino al 17 novembre dove la prima osservazione torna ad essere effettuata alle ore 7, mentre dal 18 novembre torna in voga la norma della prima osservazione alle ore 8.

Nel 1923 emergono altre discontinuità in quanto dall'11 febbraio, fino alla fine dello stesso mese, le osservazioni vengono effettuate alle ore 8, alle ore '9, 15, 21'. Mentre dall'11 aprile fino al 21 aprile l'orario cambia nei minuti: 8; 9.20; 15.20; 21.20. Poi dal 1924 fino al dicembre 1932 la divisione oraria delle osservazioni avviene alle 8,9,15,21, poi dal 1° dicembre 1932 l'osservatorio riceve delle direttive da Roma per cui la cadenza delle osservazioni passa da 4 a 3 al giorno, alle ore 8, 14, 19. Tale situazione permane fino al 1949.

“In seguito [...] venute da Roma, il registro meteorologico è, dal 1° dicembre 1932, fatto alle è fatto [...] tre nuove osservazioni delle ore 8, 14 e 19”¹⁹

Dalle osservazioni sopra riportate risulta evidente come per l'omogeneità della serie dei dati sia necessario tenere in conto questi aspetti, che nell'analisi complessiva generano delle discontinuità nell'elaborazione di medie mensili sul lungo periodo.

Oltre alla questione relativa agli orari delle osservazioni, sicuramente un altro elemento importante da tenere presente è relativo allo spostamento o alla ricalibrazione degli strumenti stessi. In diversi passaggi infatti, in calce alla pagina o nell'ultima colonna sulla destra, l'osservatore annota tutti questi cambiamenti: è esemplificativo il caso del 9 settembre 1911 dove si dice che “col giorno 9. IX. le temperature massime sono date dal nuovo termometro a Mass.^a AB 3750 ed avente conversione O,°O; stato inviato dal R. Reff. Conti di Roma”. Firmato da G. Celoria. Ancora il giorno 23 novembre 1925 a lato della pagina si dice a 9 ½ sostituiti allo psicrometro 2 nuovi termometri entrambi con correzione per uguale a 0,1”

Anche per l'anno 1947 si evidenzia uno spostamento della strumentazione ai fini della manutenzione: il 23 agosto 1947 nella colonna “note diverse” si dice:

“smontato lo psicrometro per pulitura e controllo termometri”.

È infatti bene notare come questa nota sia preceduta, nello stesso giorno, nella colonna “psicrometro august” da una nota: “questi termom. non hanno correz.” Da queste poche informazioni sembra emergere che ci fosse un problema con questo strumento, tanto che tre giorni dopo, il 26 agosto in “note diverse” si dice: “rimontato dopo ripulitura, lo psicrometro risultato campanatura termometri: +0°05 per asciutto, 0.00 per il bagnato”.

Per quanto riguarda il secondo metodo di omogeneizzazione, si adottano sofisticate procedure statistiche per individuare e correggere discontinuità nella serie dei dati, eventualmente riconducibili a documentate variazioni strumentali o metodologiche.

Un'esauriente operazione di omogeneizzazione della serie delle misure meteorologiche condotte a Brera fino al 2000 è stata eseguita da Maugeri et al. (2002) tenendo conto di tutti questi aspetti.

Oltre a ciò un secondo macroelemento che inficia l'omogeneità dei dati è quella dell'espansione urbana della città di Milano, la cui diretta conseguenza è «un continuo incremento del fenomeno dell'isola di calore²⁰».

[Brera come osservatorio urbano: le osservazioni di G.B. Nalli e di Brera](#)

Giovanni Virginio Schiaparelli, in qualità di direttore dell'Osservatorio Astronomico di Milano, fu uno tra i primi a sostenere la limitata rappresentatività delle rilevazioni meteorologiche quando eseguite in un contesto urbano. Queste

¹⁹ La seguente citazione è tratta dai Brogliacci di stazione, conservati presso la Fondazione OMD. Si tratterebbe della versione in brutta copia delle osservazioni effettuate presso Brera. È importante sottolineare come dalla riforma del Carlino in poi, ossia dal 1835, l'annotazione degli osservatori seguisse un duplice procedimento: prima su alcuni registri di brutto e in seguito sui registri di bella copia.

²⁰ L. Buffoni, et Al., 1996,p.37

considerazioni emergono chiaramente dall'analisi del suo scritto del 1881, *Topografia e clima di Milano*²¹, la questione viene inoltre ribadita successivamente quando l'autore analizza le temperature estreme osservate nei singoli anni di Milano dal 1838 al 1880, dicendo infatti come: «tutti questi dati valgono soltanto per caratterizzare la temperatura del luogo speciale dove è collocata la stazione meteorologica: luogo che non è il più favorevole per tal genere d'osservazioni. Un'altra località anche non molto lontana avrebbe dato risultati alquanto diversi²²».

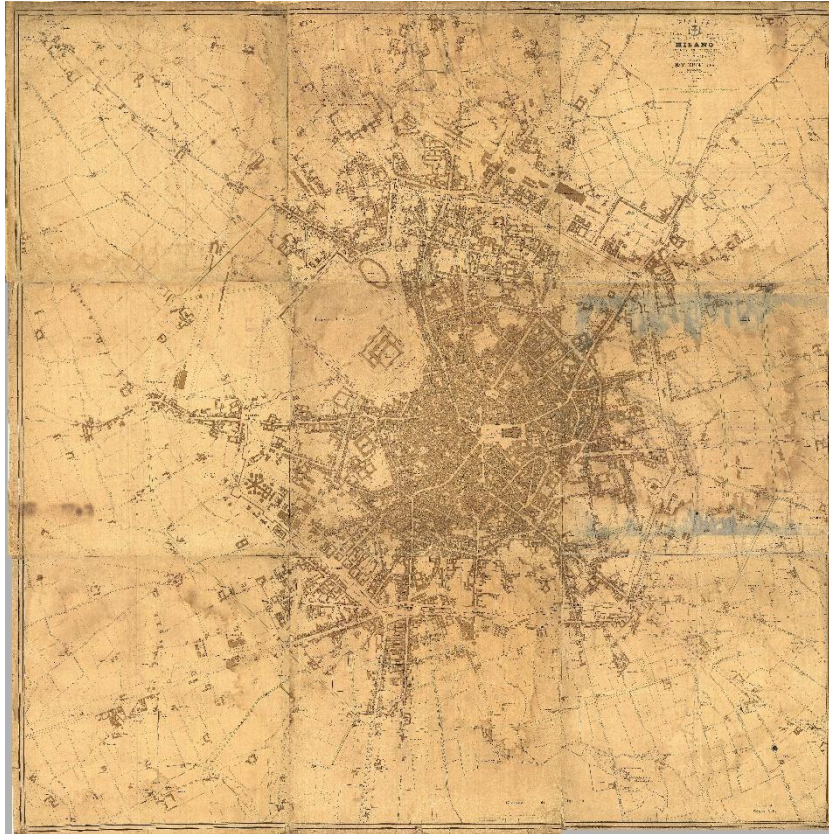


Figura 2: Pianta della città di Milano, 1884: <https://geoportale.comune.milano.it/sit/open-data/>

[...] le indicazioni che riferiremo circa la temperatura di Milano possono riguardarsi come esatte soltanto per il luogo e nelle circostanze in cui furono fatte le osservazioni. In un altro luogo della città o fuori di essa, e ad una elevazione diversa dal livello del suolo si sarebbero ottenuti risultamenti alquanto diversi. Egli è certo che cifre sicure sulla meteorologia di Milano non potranno ottenersi fintantoché, in un luogo libero in aperta campagna e a poca distanza dal suolo, non si avrà una stazione meteorologica costrutta e disposta secondo le regole della scienza moderna, non collocata, come l'attuale stazione di Brera, a 26 metri dal livello del suolo e non esposta all'influsso termico di vasti edifici ed alla radiazione di più miglia quadrate di tetti²³.

A riprova di questa osservazione infatti lo Schiaparelli afferma come nel 1878 il Dott. G. B. Nolli

«ha avuto la compiacenza di fare, [...], le notazioni della temperatura nel giardino della casa n. 2 di Via Vigentina a poca altezza sul suolo, con un termometro verificato e collocato secondo le debite cautele».

Dall'esame delle differenze emerge infatti chiaramente come in Via Vigentina vi fosse uno scarto positivo in estate e uno scarto negativo in inverno rispetto alla stazione di Brera, collocata in un'area urbanisticamente più densa.

Le osservazioni svolte dal Dott. Nolli, di cui parla Schiaparelli, sono infatti effettuate in Via Vigentina, ben oltre la cerchia urbana, ossia le mura spagnole seicentesche, nella zona che oggi corrisponderebbe all'area di Crocetta. Se infatti si va a

²¹ A bene vedere il primo studioso a cui far attribuire la nascita della meteorologia e della climatologia urbana è Luke Howard nella sua celebre opera *The Climate of London*, edita nella prima edizione nel 1818, ben prima dell'opera di Schiaparelli. Un secondo elemento interessante da valutare sarebbe quello del rapporto tra Schiaparelli e l'opera di Howard.

²² *Ibidem*, p.18

²³ Schiaparelli, G. V., 1881, p.9

considerare la fig.3 risulta evidente la distanza della casa di Via Vigentina n.2 dal centro urbano rispetto all'Osservatorio di Brera, inserito a pieno entro la cerchia urbana: «la temperatura pare dunque nella stazione di via Vigentina notevolmente più calda nell'estate e più fredda nell'inverno, che a Brera».



Figura 3: Localizzazione dell'Osservatorio di Brera e della casa di Via Vigentina n.2. Ingrandimento ed individuazione dell'Osservatorio di Brera e di Via Vigentina ad opera dell'autore

Infatti come si evince dalla tabella riportata in *Topografia e clima di Milano* possiamo capire la differenza media delle osservazioni fatte a Via Vigentina:

MESI	Differenza Media Delle Osservazioni Fatte a	
	9 ore antim.	1 1/2 pomerid.
Gennajo.....	- 0°,77	- 1°,19
Febbrajo.....	- 0,81	- 0,17
Marzo.....	- 1.41	+ 0,40
Aprile.....	- 0,14	- 0,22
Maggio.....	+ 1,45	+ 0,22
Giugno.....	+ 0,86	+ 0,31
Luglio.....	+ 1,48	+ 0,93
Agosto.....	+ 1,57	+ 1,00
Settembre.....	+ 1,25	+ 1,91
Ottobre.....	+ 0,38	- 0,21
Novembre.....	+ 0,17	+ 0,31
Dicembre.....	- 0,14	- 0,02

Figura 4: *Topografia e clima di Milano, 1881*

Parlando di questa differenza di rilevamento sicuramente è bene tenere in considerazione una serie di variabili strumentali e metodologiche che possono aver influenzato il risultato delle rilevazioni, infatti lo stesso Schiaparelli afferma che «oltre alla diversità del luogo concorre probabilmente a questo anche la diversa altezza sul livello del suolo» arrivando a concludere come in realtà, a fronte dei picchi di differenza di temperatura, come per le ore 9 antimeridiane nel mese di Agosto (+1,57°) in via Vigentina, «la media annuale differisce poco nei due luoghi, risultando di soli 0°,30, più elevata nella stazione di via Vigentina».

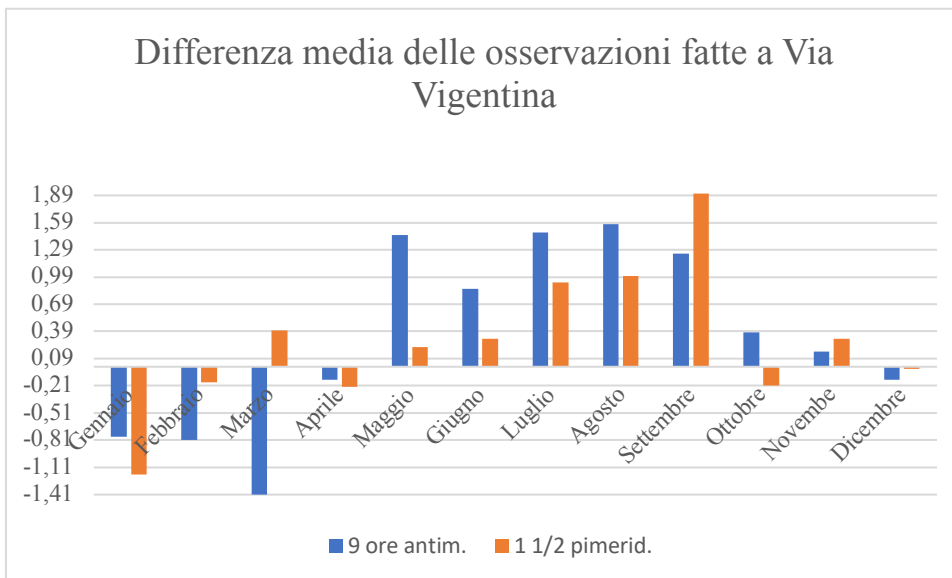


Tabella 1: *Differenza media delle osservazioni fatte a Via Vigentina dal Dott. Nalli rispetto alle osservazioni di Brera, elaborazione dell'autore. Dati estrapolati da Topografia e clima di Milano, 1881, Schiaparelli. Elaborazione dell'autore*

Schiaparelli, nel suo scritto *Topografia e clima*, non fornisce ulteriori informazioni rispetto all'attività o alla figura del Dott. Nolli e purtroppo le ricerche non hanno condotto a risultati proficui in quanto in nessuna fonte, primaria o secondaria, è stato possibile ritrovare notizie aggiuntive circa le osservazioni di Via Vigentina. Nemmeno presso l'Archivio dell'Osservatorio Astronomico Milano Brera, conservato presso il Palazzo Brera di Milano, è stata trovata alcuna informazione: la ricerca ha condotto anche all'analisi del Fondo Frisiani²⁴, dal momento che il professor Frisiani²⁵ osservò in contemporanea al Dott. Nolli, tuttavia all'interno non sono presenti documenti relativi a questo tipo di attività. Altrettanto negativo è stato il responso dopo aver esaminato il fondo relativo al carteggio di Schiaparelli, dove non appare nessuna lettera o corrispondenza scambiata col tale Nolli. L'unica informazione interessante rilevata in archivio è relativa ad un quaderno manoscritto di osservazioni effettuate non a Brera tra il 1874 e il 1877, da autore anonimo e in un luogo non indicato. Tale manoscritto presenta però una serie di correzioni ed interpolazioni autografe di Schiaparelli.

Pare significativo sottolineare come vi sia una lacuna nella documentazione relativa a questo esperimento di Via Vigentina, nonostante la sua rilevanza, la stima e la considerazione di Schiaparelli per Nolli e per il suo esercizio, testimoniata dalla citazione di questi da parte dell'autore nel suo volume. Non sono indicate direttamente le temperature ricavate da Nolli a via Vigentina, però è riportato lo scarto termico tra questo luogo e Brera. La criticità emerge laddove cerchiamo di accostare le due misurazioni non avendo però in mente gli strumenti, le modalità e i termini utili per eseguire un confronto tra le due osservazioni, tuttavia Schiaparelli evidenzia lo scarto termico dalle misurazioni di Brera andando ad intuire il concetto di Isola di Calore Urbana.

Questo concetto è, oggi, ben noto e spiegato. Ad esempio Maurizio Maugeri constata come:

«the simplest way to estimate the heat island of a city is to compare the urban temperature with the temperature measured in the rural areas around the city²⁶»

tramite una semplice formula matematica di sottrazione. Tuttavia emerge un problema significativo in quanto è arduo formulare dei trend di differenze termiche tra aree urbane e aree rurali in quanto le rilevazioni sistematiche in ambito rurale nei dintorni di Milano iniziarono solo nel 1951 presso l'Aeroporto di Milano-Linate. In generale comunque mettendo insieme i dati urbani delle serie storiche con i dati extraurbani, emerge che l'effetto dell'isola di calore urbano sia più preminente nel nord Italia, in particolare nella stagione invernale²⁷. Più recentemente, analisi quantitative condotte da FOMD hanno messo in evidenza e ad alta risoluzione i dettagli sia spaziali che temporali dell'isola di calore urbana in Milano²⁸.

Il caso di Milano come osservatorio urbano oggi e nell'800

La città di Milano si trova inserita in un tessuto socio-economico altamente sviluppato, infatti si tratta della città più densamente popolata d'Italia. La sua storia urbanistica mostra come questa, sia stata una delle prime città ad adottare un Piano Regolatore, il Piano Beruto nel 1884-89, con l'obiettivo di ridisegnare la struttura urbana garantendo una qualità organizzativa e igienica degna di nota in concomitanza con l'espansione imperiosa del complesso dovuta al fenomeno

²⁴ L'atto di fondazione dell'archivio dell'Osservatorio di Brera può essere fatto risalire al 1772 quando Ruggero Boscovich promosse il *Piano per la Specola di Brera*. Fu ancora una volta Schiaparelli, nel 1837 a riordinare la documentazione conservata, egli infatti stabilì le principali serie dell'archivio: Archivio amministrativo, Corrispondenza Scientifica, Fondo degli Astronomi e le varie serie di osservazioni. All'interno del Fondo degli Astronomi, è presente il Fondo intitolato al Professor Frisiani. Le informazioni sono state tratte dal sito dell'Archivio dell'Osservatorio Astronomico di Brera, l'attuale archivista è la Dr.ssa Agnese Mandrino. (<https://www.beniculturali.inaf.it/archivi/milano/#presentazione>).

²⁵ Paolo Frisiani nacque a Milano il 30 novembre 1797, arrivò a collaborare con l'Osservatorio all'età di 26 anni sotto l'egida di Barnaba Oriani e del Carlini, completando la sua formazione di astronomo. Le informazioni sono state tratte da Guzzardello, A. (1998), *Frisiani, Paolo*, in *Dizionario Biografico degli Italiani*, vol. 50. ([https://www.treccani.it/enciclopedia/paolo-frisiani_\(Dizionario-Biografico\)](https://www.treccani.it/enciclopedia/paolo-frisiani_(Dizionario-Biografico)))

²⁶ Bacci, P., Maugeri, M., 1992, p.417-418

²⁷ Brunetti, et Al., 2000, 423-431.

²⁸ A titolo di esempio si cita: Frustaci, G., Lavecchia, C., Pilati, S., Paganelli, C.: *Improvements in the observation of the Canopy Layer Urban Heat Island in Milano*, The 2018 WMO/CIMO Technical Conference on Meteorological and Environmental Instruments and Methods of Observation (CIMO-TECO 2018) "Towards fit-for-purpose environmental measurements", 8 – 11 October 2018, Amsterdam, the Netherlands e Frustaci, G., Pilati, S., Lavecchia, C., Montoli: E., High-Resolution Gridded Air Temperature Data for the Urban Environment: The Milan Data Set, *Forecasting* 2022, 4(1), 238-261; <https://doi.org/10.3390/forecast4010014>

dell'inurbamento, legato a sua volta al carattere industriale della città stessa²⁹. Una diretta conseguenza della rapida espansione urbana è relativa alla temperatura della città che vide nel corso dei secoli un riscaldamento progressivo.

Lo studio di Ronchi et Al. (2020), *Which urban design parameters provide climate-proof cities? An application of the Urban Cooling InVEST Model in the city of Milan comparing historical planning morphologies*, tramite un'analisi storica dell'evoluzione della città di Milano mostra chiaramente quali sono i fattori urbanistici che ne hanno influenzato l'andamento termico. Gli autori infatti dividono la città in quattro fasi di sviluppo:

- Città Berutiana, di tardo XIX secolo
- Città moderna, di inizio XX secolo
- Città degli anni '60 e '70 del XX secolo
- Città contemporanea, del XXI secolo.

Nel valutare la distinzione delle fasi di sviluppo della città, per semplificare le loro ricerche, sono state prese in esame alcune delle zone nate in ogni singola fase di sviluppo. Così ad esempio per l'era Berutiana sono state considerate Via Fratelli Bronzetti – Piazzale Libia; Parco Sempione; Via XX Settembre e Via Vincenzo Monti. Per la fase moderna invece il distretto di QT8; Lorenteggio e Omero. Per la fase degli anni '60 e '70 Quarto Oggiario, Via Mac Mahon e Gratosoglio. Invece per l'ultima fase contemporanea Via Spadolini, Via Rubattino, Portello e Porta Nuova.

Ogni singola fase di sviluppo cittadino è stata analizzata secondo una serie di «urban design parameters³⁰» quali:

- Superficie del terreno, calcolata in ettari
- Permeability ratio: la forza di questo parametro risiede nel fatto che «Permeability as a building morphologic feature positively affects urban thermal comfort and building ventilation performance»³¹
- Built-up footprint: ossia l'impronta o la proiezione degli edifici.
- Indice di sfruttamento del terreno
- Altezza media degli edifici
- Presenza di alberi
- Copertura media degli alberi
- Dimensione media delle aree verdi.³²

Alla luce di queste considerazioni, gli autori sono giunti ad una razionalizzazione dei parametri sopraindicati per ciascuna delle quattro stagioni di sviluppo urbano in modo tale da individuare «how cooling capacity (CC) is related to urban design parameters [...]»³³. Alla luce delle considerazioni e delle analisi svolte dagli autori emerge un CC's index, che può essere sintetizzato in un grafico prodotto dagli autori stessi e che si riproduce fedelmente.

²⁹ Ronchi, S., Salata, S., & Arcidiacono, A. (2020). *Which urban design parameters provide climate-proof cities? An application of the Urban Cooling InVEST Model in the city of Milan comparing historical planning morphologies*. *Sustainable Cities and Society*, 63, 102459

³⁰ Ivi

³¹ Saadatjoo, P., Mahdavinjad, M., Zhang, G., & Vali, K. (2021). *Influence of permeability ratio on wind-driven ventilation and cooling load of mid-rise buildings*. *Sustainable Cities and Society*, 70, 102894.

³² Ivi

³³ *Ibidem*, p.2

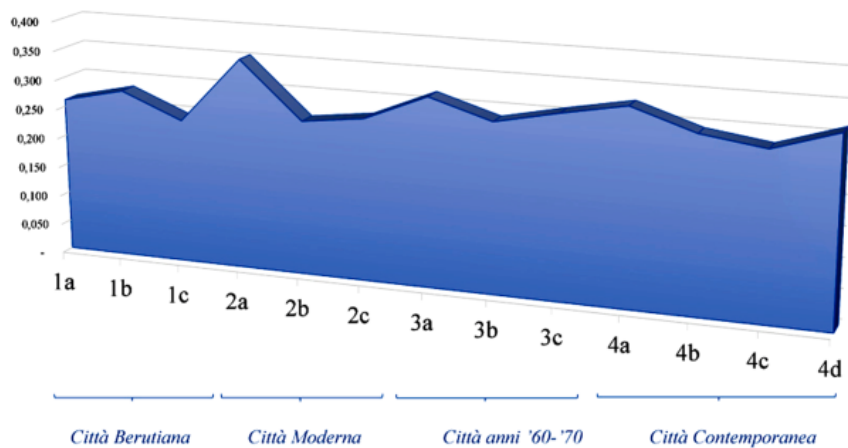


Fig. 4. Average Cooling Capacity of the urban districts of Milan.

1a) F.lli Bronzetti - Piazza Libia; 1b) Parco Sempione - Corso Sempione; 1c) XX settembre - Vincenzo Monti; 2a) QT8: Piazzale Lotto - via Salmoiraghi; 2b) Lorenteggio; 2c) Quartiere Omero; 3a) Quarto Oggiaro; 3b) Mac Mahon; 3c) Gratosoglio; 4a) Via Spadolini; 4b) Rubattino; 4c) Portello; 4d) Porta nuova.

Figura 5: Ronchi et Al., 2020

I risultati emergono ancor più chiari tenendo in considerazione una mappa che mostra le aree di sviluppo storico della città in relazione alla capacità media di raffreddamento dei singoli distretti urbani (Fig. 6).

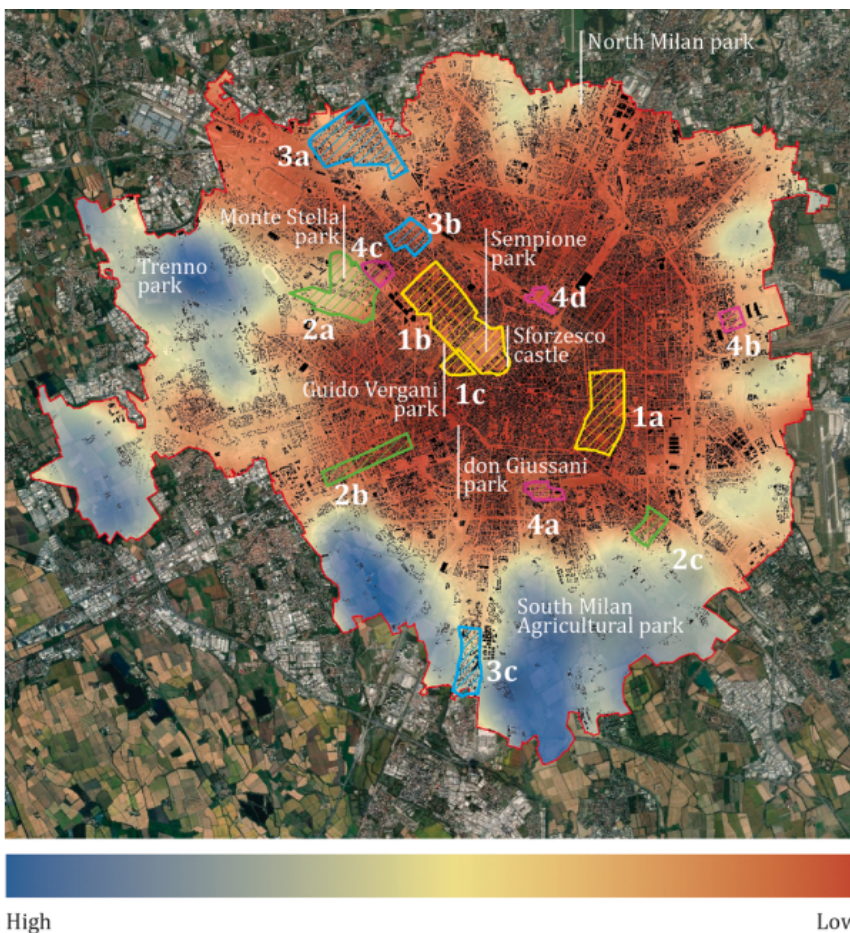


Figura 6: Ronchi et Al., 2020

La figura mostra chiaramente l'area metropolitana di Milano con le singole zone nate dalle singole stagioni di sviluppo urbano:

- 1a; 1b; 1c: città Berutiana
- 2a; 2b; 2c: città moderna
- 3a; 3b; 3c: città anni '60-'70
- 4a; 4b; 4c; 4d: città contemporanea

Le zone aventi aree verdi più consistenti, come ad esempio l'area ovest col Parco di Trenno, nelle vicinanze del Parco Monte Stella, o l'area sud con Parco Agricolo Sud risultano essere quelle con una maggiore CC's index. Alla luce della Fig. 6 è chiaro il raffronto con Fig. 5: l'area 2a, quella relativa alla zona di QT8, della città moderna, si configura come quella col CC's index maggiore rispetto a tutte le altre aree della città.

Partendo da ciò ci è possibile introdurre una questione molto interessante; ossia quella relativa al ruolo della vegetazione urbana nella mitigazione del fenomeno dell'Isola di Calore Urbano (UHI), ben espresso da Mariani et Al. in *Climatological*

analysis of the mitigating effect of vegetation on the urban heat island of Milan, Italy, 2016: «Urban parks and, more generally, urban forests and green spaces have a positive influence on human health and wellbeing by mitigating the UHI

effect and reducing ST as a consequence of the shading effect of trees and the transfer of LE from vegetation into the atmosphere³⁴».

Alla luce di queste considerazioni si mostra necessario uno studio della cartografia storica milanese in modo tale da evidenziare e far emergere la configurazione urbana e architettonica della zona di Brera e di Via Vigentina, al fine di comprendere quanto gli aspetti sopra indicati abbiano influenzato le osservazioni meteorologiche effettuate nei due luoghi. Oltre allo studio della cartografia, sarà importante valutare anche l'andamento della popolazione milanese grazie ai censimenti effettuati a partire dall'Unità.

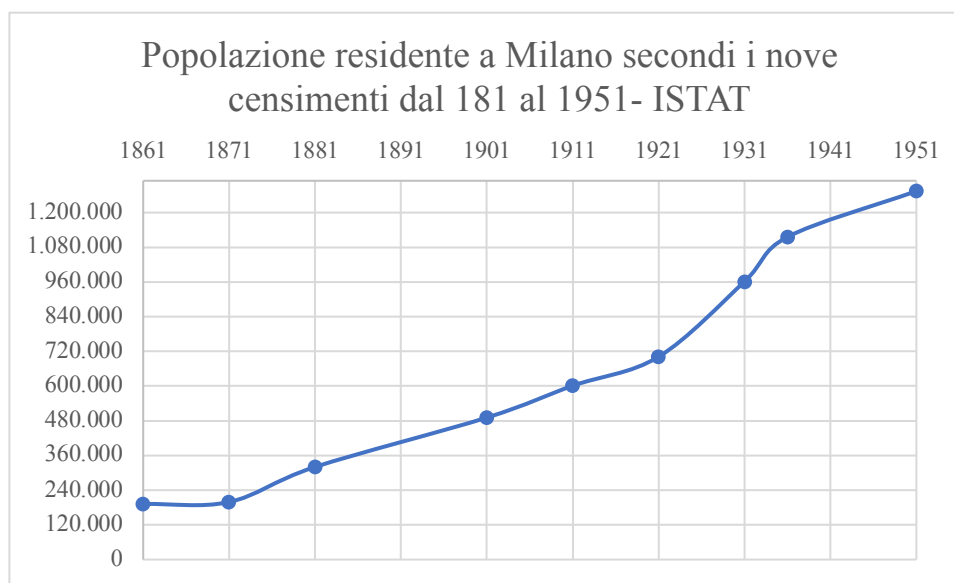
Popolazione e superficie di Milano

Tramite l'importante pubblicazione dell'ISTAT, *Comuni e loro popolazione ai censimenti dal 1861 al 1951*, in occasione del decimo censimento generale della popolazione, effettuato nel 1961, «l'Istituto centrale di statistica ha creduto opportuno riunire in un solo volume, per tutti i Comuni, i dati sulla popolazione accertati nei nove censimenti che si sono susseguiti nel nostro Paese, dal primo del 1861 al più recente del 1951³⁵».

Di seguito verranno riportati i dati presenti nella pubblicazione, è importante sottolineare come il conteggio della popolazione venga effettuato sulla popolazione residente, ovvero «le persone aventi la propria dimora abituale nel Comune³⁶».

MILANO	1861	1871	1881	1901	1911	1921	1931	1936	1951 ³⁷
	192.182	199.009	320.292	490.984	601.194	701.431	961.877	1.115.848	1.274.245

Per maggior chiarezza verrà riportato anche un grafico mostrante l'andamento lineare della popolazione.



Dalla figura 7 si evince chiaramente l'andamento della popolazione milanese dall'Unità alla metà del XX secolo: in particolare si possono evidenziare bene alcuni momenti di passaggio in cui si è verificato un rapido aumento della popolazione. In particolare tra 1861 e 1871 l'incremento percentuale è stato del +3,55%; tra 1871 e 1881 del +60,94%; tra 1881 e 1901 del +53,29%; tra 1901 e 1911 del +22,44%; tra 1911 e 1921 del +16,67%; tra 1921 e 1931 del +37,13%; tra 1916 e 1936 del +16,00%; tra 1931 e 1951 del +14,19%. A fronte di queste variazioni, si dimostra come l'incremento più significativo si ebbe tra 1871 e 1881, con il +60,94%, tale periodo corrisponde a quello durante il quale è stato effettuato l'esperimento riportato da Schiaparelli in *Topografia e Clima di Milano*.

³⁴ Mariani, L., et Al., 2016, 762-77

³⁵ Istituto centrale di Statistica, 1960

³⁶ Ibidem, p. IX

³⁷ Ibidem, p. 83

Evoluzione della superficie della città di Milano

Per quanto riguarda invece la questione relativa alla superficie della città, ce ne parla L. Mazzocchi in *Milano tecnica dal 1859 al 1884* ove appunto viene detto che «Milano fra le sue mura³⁸ misura la superficie di metri quadrati 8.077.500; la parte suburbana mq. 13.681.500; e la parte rurale mq. 50.135.300; dimodoché il territorio dell'intero Comune ha una estensione di mq. 71.894.300. Nella città i fabbricati occupano mq. 3.640.000, ossia il 45 per cento dell'intera superficie; le aree e i giardini, orti e campi occupano ancora mq. 1.790.000, ossia il 22 per cento; il resto vale a dire il 33 per cento è occupato da strade, piazze, passeggi, giardini e acque pubbliche³⁹». Dopodiché l'autore fornisce ulteriori informazioni circa la popolazione della città affermando come al 31 dicembre 1881 risultassero 4.711 case con 56.913 abitazioni in città, la zona di espansione però non era solo quella intramuraria, infatti L. Mazzocchi sottolinea come «nel decennio 1871-1881 sorsero nel circondario oltre mura 553 nuovi caseggiati⁴⁰».

A partire dall'analisi della variazione incrementale della popolazione, e della superficie della città stessa, è ora possibile analizzare il caso specifico delle osservazioni effettuate presso la Specola di Brera e le osservazioni ad opera di G. B. Nolli grazie alla cartografia storica. La mappa in Fig. 8 tratta da *Milano Moderna*, in *Storia illustrata di Milano*, del 1850 ad opera di Filippo e Carlo Naymiller⁴¹ mostra chiaramente la presenza dell'abitato urbano, dei parchi e dei navigli della città.



Figura 8: Filippo e Carlo Naymiller, *Pianta della città di Milano*, 1850.

Come ben si evince da Fig. 8, l'area di locazione dell'Osservatorio Astronomico di Brera si trova ben inserita in un contesto urbano molto fitto e nonostante la presenza del parco di Sempione di lì a pochi isolati e di un tratto del naviglio, segnato in azzurro, le temperature osservate, come riportate dallo Schiaparelli, qui sono maggiori rispetto alle temperature osservate da Nolli in Via Vigentina⁴², la cui collocazione è al di fuori della cerchia dei navigli.

³⁸ Le mura a cui spesso si fa riferimento per definire la cerchia urbana della città di Milano, sono le mura spagnole del XVI secolo. Esse infatti percorrono oggi: i Bastioni di Porta Nuova, i Bastioni di Porta Venezia, Viale Bianca Maria, Via Emilio Caldara, Via Beatrice d'Este, Porta Ticinese, Viale di Porta Vercellina fino all'Arco della Pace per poi ricongiungersi ai Bastioni di Porta Volta.

³⁹ Ajraghi, F., 1988, pp. 9-10

⁴⁰ *Ivi*

⁴¹ Della Peruta, F., 1993,

⁴² Il riferimento qui è a Schiaparelli, G., V., *Topografia e clima di Milano*, Vallardi, 1881



Figura 12: Ingrandimento mappa catastale del 1878, Zona di Via Vigentina. Archivio di Stato di Milano: <https://arianna4view.archiviodistatomilano.beniculturali.it/patrimonio/8d981723-2e02-4ad2-a840-b79f62ee0e35/1-mappa-pianta-urbana-1878>



Figura 13: Ingrandimento mappa catastale del 1878. Zona di Brera. Archivio di Stato di Milano: <https://arianna4view.archiviodistatomilano.beniculturali.it/patrimonio/8d981723-2e02-4ad2-a840-b79f62ee0e35/1-mappa-pianta-urbana-1878>

Tramite poi rappresentazioni cartografiche più dettagliate, come quelle derivanti dalle operazioni catastali, come in Figura 11 e 12, è possibile valutare al meglio la densità abitativa nei pressi delle due località. Come si evince da Fig. 12, il palazzo di Brera, evidenziato dall'area circondata da linee blu, è inserito in un tessuto urbano molto fitto, a pochi passi da Via Monti di Pietà e Via Borgo Nuovo.

Al contrario invece se riportiamo un ingrandimento della zona di osservazione del Nolli, ossia Via Vigentina osserviamo, da Fig. 11, che la densità abitativa risulta molto minore, con la presenza di un maggior numero del non abitato e di aree verdi.

Alla luce di queste analisi cartografiche, essenzialmente qualitative, potremmo avanzare una risposta, che funge anche da ipotesi per ricerche future, circa il motivo della differenza di rilevazioni tra Brera e Via Vigentina. Purtroppo non ci sono rimaste informazioni più precise circa i metodi e gli strumenti usati da G.B. Nolli nelle sue osservazioni, l'unica informazione ce la fornisce Schiaparelli stesso riportando come il Nolli avesse utilizzato un

«termometro verificato e collocato secondo le debite cautele⁴³»

per le sue misurazioni senza però specificare nulla e non consentendo di sviluppare una analisi critica intorno alle osservazioni effettuate in Via Vigentina. La ragione principale che Schiaparelli vede nella differenza di temperature tra i due osservatori sta nel fatto che una città come Milano si trovi «esposta all'influsso termico di vasti edifici ed alla radiazione di più miglia quadrate di tetti⁴⁴».

⁴³ Schiaparelli, G., V., 1881

⁴⁴ *Ivi*

Alla luce di queste considerazioni lo stesso Schiaparelli notava la difficoltà di ottenere delle misure veritiere e che rispecchiassero il più possibile la temperatura reale, senza l'influenza dell'abitato urbano e della composizione e fattura dei tetti della città.

Infine, risulta di grande interesse una pianta della città di Milano raffigurante il complesso idrografico al 1884.

La carta è tratta da *Milano tecnica dal 1859 al 1884* e rappresenta il complesso dei canali che attraversano l'intera città. Prima di tutto però è necessario eseguire una distinzione: nella carta sono presenti due tipi di linee, linee di

colore azzurro continue e linee tratteggiate. Le linee continue rappresentano i canali scoperti, mentre le linee tratteggiate quelli coperti o interrati.

Si nota chiaramente come la specola di Brera si trovi in un contesto urbano realmente fitto e la presenza di acque scoperte è relativa al naviglio che percorre Via Pontaccio e Via Fatebenefratelli, nella strada appena a nord rispetto al palazzo di Brera. Dalla carta emergono altri corsi d'acqua che però risultano tutti interrati e dunque la loro influenza in termini di umidità è nulla.

Invece per quanto riguarda la zona di via Vigentina, è bene sottolineare come qui vi siano una serie di navigli interrati, mentre è presente il lungo naviglio che percorre Corso di Porta Romana, il quale risulta interrato solo per

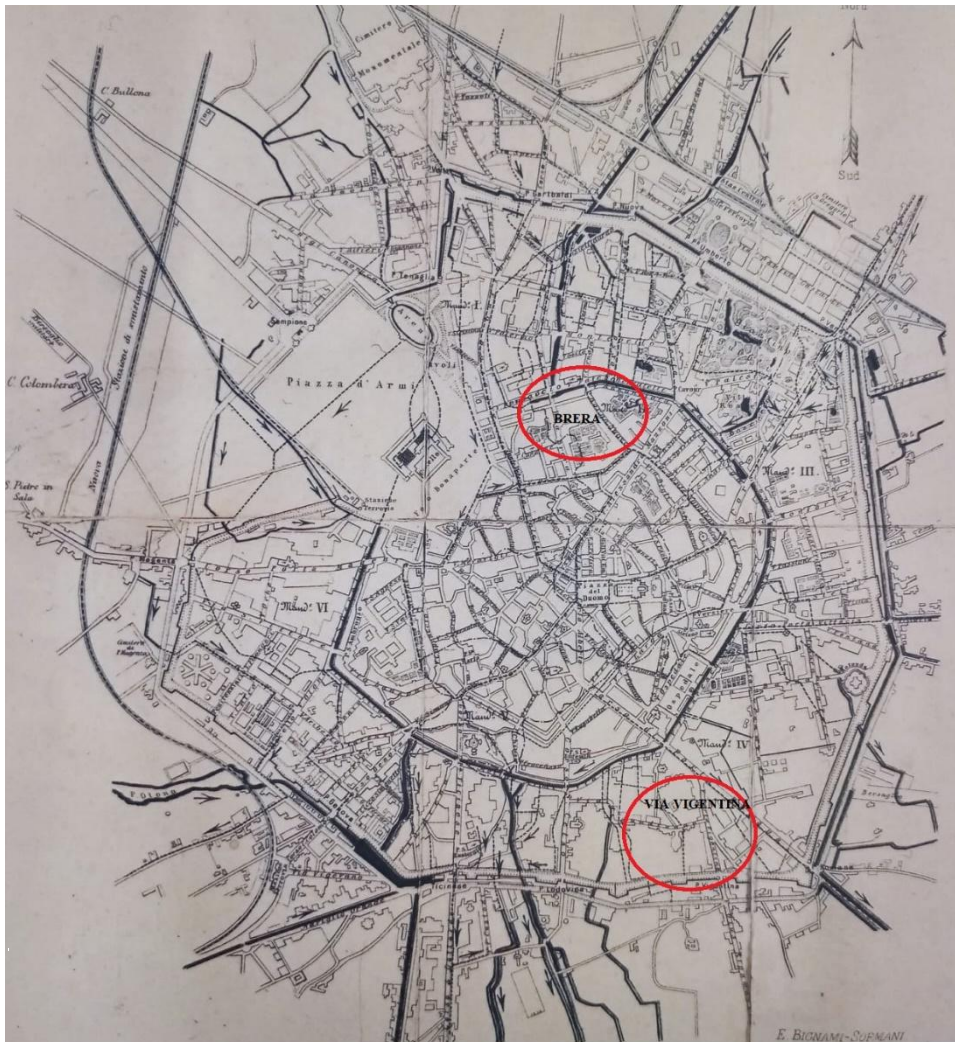


Figura 14: Carta idrografica di Milano, 1884. Scala 1:10.000. Fonte: Ajraghi, F. (1988). *Milano tecnica dal 1859 al 1884*. L'Archivoltò, 1985, Milano

metà e la cui parte emersa si trova limitrofa a Via Vigentina. Inoltre nella zona adiacente sono presenti numerosi corsi d'acqua di maggior portata, come quelli che incrociano Porta Lodovica e Porta Ticinese.

A fronte di queste considerazioni risulta significativo indicare quegli elementi che possono aver influenzato lo scarto termico tra le osservazioni di Brera e quelle di Via Vigentina:

1. La presenza dell'abitato urbano risulta sicuramente una variabile molto importante, andando ad influenzare le temperature locali. In questo senso il palazzo di Brera si trova al centro della città, in una zona molto fitta. Mentre la casa di Via Vigentina si trova al di fuori della prima cerchia urbana e in una zona poco densamente popolata e con meno edifici.
2. La presenza di aree verdi: dall'analisi di Fig. 11 e Fig. 12 è possibile capire come la stazione di Via Vigentina si ritrova immersa in una porzione di territorio composta da aree verdi, mentre quella di Brera non gioverebbe della presenza di queste. Le aree verdi quindi si configurano come un elemento essenziale per la mitigazione del calore.

3. La presenza di corsi d'acqua: in questo senso la zona di Brera risentirebbe della mancanza di navigli scoperti con una portata significativa, cosa che invece non succede per Via Vigentina.

Conclusione

Schiaparelli in *Topografia e Clima di Milano* espone un esperimento effettuato dal Dott. G.B. Nolli nella sua abitazione di Via Vigentina, presso Milano: egli infatti eseguì per l'intero anno 1878 una serie di misurazioni termometriche, con cadenza giornaliera, con lo scopo di valutare lo scarto termico tra questo luogo e le misurazioni fornite dall'Osservatorio Astronomico di Milano Brera. Il presente lavoro di ricerca ha voluto indagare l'esperimento effettuato dal Nolli e riportato da Schiaparelli al fine di valutare, tramite una analisi della cartografia storica milanese le possibili variabili che potessero giustificare lo scarto termico riscontrato dal Dott. Nolli. In riferimento a questo esperimento, Schiaparelli infatti si è sempre dimostrato scettico circa la rappresentatività delle osservazioni meteorologiche in un sito urbano e per tal motivo egli espone ai suoi lettori l'esperimento effettuato dal Nolli nel 1878 arrivando a sottolineare come ogni osservazione, specialmente quelle condotte in un sito urbano, hanno valore solo tenendo a mente le condizioni in cui si svolsero le osservazioni; a maggior ragione sostiene come sarebbe utile, ai fini di una migliore e più reale analisi climatologica della città di Milano, valutare un altro luogo dove effettuare le misurazioni, un luogo posto aperta campagna e a poca distanza dal suolo, criticando fortemente la localizzazione della Specola di Brera che si collocherebbe a 26 metri dal suolo e sarebbe esposta «all'influsso termico di vasi edifizii ed alla radiazione di più miglia quadrate di tetti⁴⁵».

A fronte di questo scetticismo la ricerca ha voluto indagare alcuni aspetti significativi che possono aver influenzato la differenza termica tra i due luoghi sopraccitati, partendo dalle importanti considerazioni di Bacci e Maugeri (1992) circa il fenomeno dell'Isola di Calore Urbano (UHI). Dalla letteratura recente è possibile ricostruire tre macro elementi che caratterizzano il clima di diverse zone urbane:

1. La densità dell'edificato
2. La presenza e la diffusione di aree verdi
3. La presenza e la portata dei corsi d'acqua, come i navigli milanesi.

Tramite l'analisi della cartografia storica milanese è stato possibile indagare questi tre aspetti arrivando a notare come, effettivamente, il sito di osservazione del Nolli si trovasse, in primis, in un contesto urbano meno fitto, al di fuori della cerchia delle mura spagnole seicentesche, e per tal motivo fosse circondata da una grande quantità di aree verdi e di corsi d'acqua scoperti e non interrati. Sicuramente, ai fini di una maggiore scientificità circa la comparazione tra i dati del Nolli e quelli acquisiti a Brera, sarebbe stato utile avere informazioni più dettagliate in riferimento all'esperimento di Via Vigentina, tuttavia le fonti relative a tali rilevamenti sono del tutto assenti e non è stato possibile trovare dettagli ulteriori rispetto a quanti non ne fornisca Schiaparelli in *Topografia e Clima di Milano*.

Tale ricerca potrebbe giovare di ulteriori approfondimenti tramite un parallelismo con il presente. Infatti la Fondazione Osservatorio Meteorologico Milano Duomo dispone di una rete urbana di rilevamenti degna di nota: sarebbe dunque possibile valutare un possibile confronto tra le differenze riscontrate da Schiaparelli e quelle riscontrabili oggi grazie alle rilevazioni urbane di FOMD. Un obiettivo strettamente collegato a questo avanzamento della ricerca potrebbe essere quello di valutare la variazione termica delle zone di rilevamento in modo tale da valutare l'effetto diacronico dell'Isola di Calore Urbano.

⁴⁵ Schiaparelli, G. V., 1881, p.9

Bibliografia

- Ajraghi, F. (1988). *Milano tecnica dal 1859 al 1884*. l'Archivoltò
- Bacci, P., Maugeri, M. (1992). *The urban heat island of Milan*, Il Nuovo Cimento della Società Italiana di Fisica, sezione C, 15, 417-424
- Behringer, W. (1978.). *Storia culturale del clima*, Bollati Boringhieri
- Boriani, M., & Rossari, A. (A c. Di). (1992). *La Milano del piano Beruto (1884-1889): Società, urbanistica e architettura nella seconda metà dell'Ottocento* (Vol. 2). Guerini.
- Brunetti, M., Maugeri, M., Monti, F., & Nanni, T. (2006). *Temperature and precipitation variability in Italy in the last two centuries from homogenised instrumental time series*. International Journal of Climatology, 26(3), 345–381.
- Brunetti, M., Mangianti, F., Maugeri, M., & Nanni, T. (2000). *Urban heat island bias in Italian air temperature series*, Il Nuovo Cimento della Società Italiana di Fisica, sezione C, Geophysics and Space Physic, 23(4), 423-431
- Campos, G. C., Boatti, A., Canevari, A., Erba, V., & Oliva, F. (1986). *Un secolo di urbanistica a Milano*. Clup.
- Capelli, G.(1837), *Effemeridi Astronomiche di Milano per l'Anno 1838*, Imp. Regia Stamperia
- Carlini, F. (1837), *Sulla distribuzione e sull'uso delle osservazioni meteorologiche che si fanno nell'I.R. Osservatorio di Milano*, in Effemeridi Astronomiche di Milano per l'anno 1838, Imp. Regia Stamperia
- Celoria, G. (1874), *Variazioni periodiche e non periodiche della temperatura nel clima di Milano*, Urlico Hoepli
- De Cesaris, A. (1780), *Ephemerides Astronomicae Anni 1779. Apud meridianum mediolanensem*, Joseph Galeatium Regium Typographum
- Della Peruta, F. (A c. Di). (1993). *Storia illustrata di Milano, Milano Moderna* (Vol. 4). E. Sellino.
- Frustaci, G., Lavecchia, C., Pilati, S., Paganelli, C. (2018). *Improvements in the observation of the Canopy Layer Urban Heat Island in Milano*, The 2018 WMO/CIMO Technical Conference on Meteorological and Environmental Instruments and Methods Observations (CIMO-TECO 2018). “Towards fit-for-purpose environmental measumerments” 8-11 October 2018, Amsterdam, The Netherlands
- Frustaci, G., Pilati, S., Lavecchia, C., Montoli, E. (2022). *High-Resolution Gridded Air Temperature Data for The Urban Environment: The Milan Data Set*, Forecasting 2022, 4(1), 238-261
- ISTAT (1960). *Comuni e la loro popolazione ai censimenti dal 1861 al 1951*, Azienda Beneventana Tipografia Editore
- Ladurie, L. R. (s.d.). *Tempo di festa tempo di carestia. Storia del clima dall'anno mille*.
- Mariani, L., Parisi, S. G., Cola, G., Laforteza, R., Colangelo, G., & Sanesi, G. (2016). *Climatological analysis of the mitigating effect of vegetation on the urban heat island of Milan, Italy*. Science of The Total Environment, 569–570, 762–773. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2016.06.111>
- Maugeri, M., Buffoni, L., & Chlistovsky, F. (1996). *1763-1995: 233 anni di rilevazioni termiche giornaliere a Milano-Brera*. CUSL.
- Maugeri, M., Buffoni, L., & Chlistovsky, F. (1997). *La temperatura a Milano-Brera*. CUSL.
- Maugeri, M., Buffoni, L., & Chlistovsky, F. (2002). *Daily Milan Temperature and Pressure Series (1763–1998): History of the Observations and Data and Metadata Recovery*. Climatic Change, 53(1), 101–117. <https://doi.org/10.1023/A:1014970825579>
- Maugeri, M., Buffoni, L., Delmonte, B., & Fassina, A. (2002). *Daily Milan Temperature and Pressure Series (1763–1998): Completing and Homogenising the Data*. Climatic Change, 53(1), 119–149. <https://doi.org/10.1023/A:1014923027396>

- Ronchi, S., Salata, S., & Arcidiacono, A. (2020). *Which urban design parameters provide climate-proof cities? An application of the Urban Cooling InVEST Model in the city of Milan comparing historical planning morphologies*. *Sustainable Cities and Society*, 63, 102459. <https://doi.org/10.1016/j.scs.2020.102459>
- Rozzi, R. (A c. Di). (1992). *La Milano del piano Beruto (1884-1889): Società, urbanistica e architettura nella seconda metà dell'Ottocento* (Vol. 1). Guerini.
- Saadatjoo, P., Mahdavinejad, M., Zhang, G., & Vali, K. (2021). *Influence of permeability ratio on wind-driven ventilation and cooling load of mid-rise buildings*. *Sustainable Cities and Society*, 70, 102894. <https://doi.org/10.1016/j.scs.2021.102894>
- Santomauro, L. (1957). *Lineamenti climatici di Milano: 1763-1955*. Città di Milano.
- Santomauro, L. (1963). *La meteorologia a Brera*.
- Schiaparelli, G. V. (1881), *Topografia e clima di Milano*, Vallardi, Milano
- Suatoni, B., Toreti, A. (2005), *L'omogeneizzazione nelle serie annuali di temperatura*, *Rivista di Meteorologia Aereonautica*, N.4
- Vercelloni, V. (1987). *Atlante storico di Milano, città di Lombardia*. A.F. Lucini.
- Vittori, O. (1983). *Nuovi strumenti di indagine in climatologia storica*.
- Zagar, F. (1963). *L'osservatorio astronomico di Milano nella Storia*, Arti Grafiche E. Milli Milano