



**Azienda Sanitaria Locale della Città di Milano**

**Servizio di Epidemiologia**

**Rapporto sulla mortalità associata alle onde di calore**

**verificatesi a Milano nell'estate 2003**

**Milano, ottobre 2003**

**il rapporto è stato curato da:**

***Luigi Bisanti, Antonio Russo, Mariangela Autelitano***  
**(tel. 02 8578.2114; [epidemiologia@asl.milano.it](mailto:epidemiologia@asl.milano.it))**

hanno curato la descrizione degli eventi meteorologici:

*Mauro Valentini, Giancarlo Tebaldi*

Agenzia Regionale per la Protezione dell'Ambiente della Lombardia

si ringraziano:

*Annamaria Bonini, Luisa Filipazzi, Simona Ghilardi, Cinzia Giubelli*, per aver effettuato la codifica dei certificati ISTAT di morte in tempi eccezionalmente brevi garantendo al contempo un'alta qualità del dato;

*Chantal Alouche, Claudia Serravallo* per aver immesso nel *database* del Registro delle cause di morte i dati contenuti sui certificati ISTAT e per aver verificato l'assenza di errori, sottoponendosi ad un sovraccarico di lavoro.

## INDICE

Presentazione .....	1
Introduzione .....	3
Gli effetti del caldo intenso sulla salute umana .....	5
Situazione meteorologica dell'estate 2003 a Milano .....	9
Materiali e Metodi .....	13
Indici meteorologici .....	13
Mortalità .....	15
Analisi statistica .....	16
Stima quantitativa dell'eccesso di mortalità .....	16
Analisi eziologica .....	18
Risultati .....	21
Conclusioni .....	41
Bibliografia .....	45



## Presentazione

Il documento conclusivo della 53° sessione del *Comitato regionale per l'Europa dell'Organizzazione mondiale della sanità - Vienna, 8-11 settembre 2003* (1) riporta che nel periodo 1976-1999 il numero annuale di onde di calore estive particolarmente elevate è andato progressivamente aumentando fino a raddoppiarsi e che la media della temperatura massima giornaliera nello stesso periodo è aumentata di 0.3 °C per decennio. Si tratta di quel fenomeno che i fisici dell'ambiente e i metereologi hanno già da tempo definito *global warming* (2) – innalzamento planetario della temperatura – e che rappresenta una minaccia per la salute delle comunità e, quindi, una nuova sfida per la sanità pubblica.

I periodi estivi di caldo-umido intensi e prolungati, considerati eccezionali nel 2003, rischiano di non essere più tali negli anni a venire. È quindi indispensabile conoscere fin nel dettaglio le caratteristiche di questo fenomeno e stimare con precisione i suoi effetti in termini di morti e di gravi alterazioni della salute insorte acutamente, così come è indispensabile definire quali strati della popolazione sono a rischio maggiore. Dalle informazioni di letteratura sappiamo che sono i soggetti più deboli – i molto anziani, i portatori di patologie croniche, i socialmente deprivati, coloro che vivono da soli in stato di non autosufficienza – a pagare i prezzi più alti. Limitare gli effetti delle condizioni climatiche sfavorevoli diventa per ciò stesso un dovere morale non solo di chi è preposto alla tutela della salute ma di tutti coloro che si applicano alla tutela delle collettività. Una stretta collaborazione tra gli enti sanitari, assistenziali e di volontariato è indispensabile per predisporre piani modulari di intervento che siano efficaci e che massimizzino la produttività delle risorse investite. Per evitare, però, che l'efficacia delle misure di prevenzione e di assistenza sia auto-referenziale, è necessario anche predisporre adeguati strumenti di valutazione contestualmente alla progettazione degli interventi.

È perciò con grande piacere che licenzio questo *Rapporto sulla mortalità associata alle onde di calore verificatesi a Milano nell'estate 2003*, frutto del lavoro del Servizio di Epidemiologia di questa Azienda, certo che vi siano in esso molte utili premesse per il lavoro futuro.

Il Direttore Generale  
Antonio G. Mobilia



## Introduzione

È noto da tempo che la temperatura ambientale è correlata con la mortalità generale. La forma della curva che rappresenta questo fenomeno varia a seconda delle popolazioni e delle localizzazioni geografiche considerate ma ci sono alcuni punti fermi:

- a. la mortalità aumenta sia quando la temperatura è molto alta sia quando è molto bassa (3);
- b. gli eccessi di mortalità sono maggiori alle basse che alle alte temperature (4);
- c. le popolazioni che vivono in un ambiente stabilmente caldo manifestano eccessi di mortalità a partire da valori di temperatura ambientale più elevati rispetto a quanto avviene nelle popolazioni che vivono in ambienti stabilmente freddi; in modo speculare lo stesso fenomeno riguarda l'eccesso di mortalità associato alle temperature molto basse (5);
- d. sono numerosi – e in larga parte controllabili – i fattori individuali, ambientali e sociali che incrementano il rischio di subire l'effetto letale delle alte temperature (6);
- e. le dimensioni quantitative dell'eccesso di mortalità dipendono oltre che dall'intensità e dalla durata dell'onda di calore\* anche da quanto brusco è stato l'innalzamento della temperatura rispetto ai giorni precedenti (3).

In quasi tutta l'Europa occidentale l'estate del 2003 ha registrato condizioni climatiche caratterizzate da valori di temperatura ambientale eccezionalmente elevati e persistenti. Molti Paesi (Francia, Germania, Gran Bretagna, Portogallo, Spagna, Italia, etc.) hanno riportato un anomalo incremento della mortalità e del ricorso alle strutture sanitarie d'urgenza in corrispondenza del periodo di maggiore acuzie di tali condizioni meteorologiche sfavorevoli. La stima del numero complessivo di decessi attribuibile alle anomale onde di calore che hanno investito l'Europa non è agevole – considerata la diversa completezza, affidabilità, accessibilità e tempestività di aggiornamento dei sistemi informativi demografici dei Paesi coinvolti. Tuttavia è ragionevole supporre che l'eccesso di mortalità non sia stato inferiore ad alcune decine di migliaia di eventi.

---

\* *onda di calore* = tre o più giorni consecutivi con temperatura atmosferica media > 32.2 °C

Lo scopo del presente rapporto è quello di descrivere gli effetti delle alte temperature estive del 2003 sulla salute dei cittadini milanesi, con particolare riferimento alla mortalità.

Al fine di rendere utilizzabili tali informazioni per l'allestimento di piani di prevenzione, particolare attenzione sarà dedicata al ruolo svolto da quei fattori che, se adeguatamente controllati, possono ridurre il numero degli effetti letali e del ricorso d'urgenza alle strutture di assistenza sanitaria.

## **Gli effetti del caldo intenso sulla salute umana**

La risposta omeostatica dell'organismo umano all'innalzamento endogeno o esogeno della temperatura avviene mediante l'attivazione di meccanismi diversi posti sotto il controllo del centro ipotalamico della termoregolazione:

1. *la dilatazione dei vasi periferici e l'aumento di volume del circolo ematico cutaneo* (7); viene così incrementata e resa più efficiente la dispersione di calore per conduzione, convezione e irraggiamento;
2. *la sudorazione*: l'evaporazione dell'acqua prodotta dalle ghiandole sudoripare che ricoprono la superficie cutanea disperde 1 Kcal. per 1.7 ml di sudore prodotto (8);
3. *l'aumento della frequenza respiratoria*: l'aria espirata è più calda di quella inspirata e contiene vapor d'acqua che disperde il calore interno (9).

Quando questi meccanismi sono inefficienti o insufficienti ad un'adeguata dispersione del calore – vuoi per intensità dell'esposizione vuoi per limitazioni patologiche della risposta omeostatica – si manifestano i danni alla salute prodotti dall'eccesso di calore. I danni sono diretti (10) – *colpo di calore* – o indiretti (6) – *l'incremento della temperatura corporea aggrava condizioni patologiche pre-esistenti*.

Il colpo di calore si manifesta con una ampia gradazione di segni e sintomi a seconda della gravità della condizione. I primi segni del danno da calore risultano da una combinazione di debolezza, nausea, vomito, cefalea, orripilazione al torace e agli arti superiori, brividi, iperpnea, crampi muscolari, e andatura instabile. Se il quadro clinico progredisce si manifestano alterazioni della coscienza di vario grado e intensità (stato d'ansia, stato confusionale, delirio, sincope, coma), la temperatura corporea sale sopra i 40 °C ed è seguita da una sindrome malfunzionale pluriorgano che può condurre a morte.

L'eccesso di calore conduce a morte in modo indiretto quando pre-esistenti condizioni patologiche impediscono di beneficiare dei meccanismi compensativi della termoregolazione o quando questi, paradossalmente, fanno precipitare una situazione instabile.

Il soggetto cardiopatico per ischemia, scompenso, aritmia o altra condizione ha una ridotta capacità di reagire allo stress termico data dalla difficoltà di potenziare la gittata cardiaca, necessaria per aumentare il volume del circolo cutaneo e quindi la dispersione di calore. La gittata cardiaca, a sua volta, è dipendente dalla volemia e dalla sostenibilità soggettiva della

vasocostrizione compensativa di altri distretti (splancnico, cerebrale, splenico, renale), necessaria a mobilitare liquidi verso il distretto cutaneo.

Una profusa sudorazione compensativa, innescata dall'esposizione ad alte temperature, determina la perdita di liquidi e di sali che in un organismo disidratato, condizione frequente negli anziani, conduce ad emoconcentrazione e, potenzialmente, a trombosi del circolo coronario, cerebrale o polmonare e a coagulazione intravasale disseminata.

I soggetti diabetici con neuropatia periferica sono incapaci di produrre una sudorazione efficace per via della interruzione del segnale che dal centro della termoregolazione è diretto alle ghiandole sudoripare (11).

L'assunzione di bevande alcoliche deprime i centri nervosi e stimola la diuresi, condizioni entrambe sfavorevoli alla dispersione di calore (6).

I farmaci anticolinergici, i barbiturici, i butirrofenoni e i fenotiazinici sono depressori selettivi dei centri ipotalamici; mentre l'efedrina, le amfetamine e le altre amine simpaticomimetiche possono aumentare la produzione di calore metabolico (12).

In considerazione della varietà degli effetti indiretti del calore sulla salute umana non sorprende che in occasione di periodi eccezionalmente caldi i decessi per cause diverse dal colpo di calore siano stati più numerosi di quelli riferiti a questi ultimi. Tra le cause di morte più frequentemente registrate in associazione con episodi di onde di calore descritti in letteratura sono comprese le seguenti: cardiopatia ischemica, accidente vascolare cerebrale, diabete, broncopneumopatia, cause violente, omicidio e suicidio (12,13). Nelle stesse occasioni è stato registrato anche un significativo aumento degli accessi al pronto soccorso e alle cure ospedaliere per le stesse cause sopra elencate e per nefropatie, disordini del sistema nervoso centrale, enfisema ed epilessia (14).

Le dimensioni degli effetti in termini quantitativi sono risultate dipendere principalmente dalla durata, dalla intensità e dalla subitaneità della comparsa dell'onda di calore. Ma, oltre a questi, molti altri fattori sono in grado di modulare la risposta agli eccessi di calore.

L'*adattamento* alle alte temperature è un fattore protettivo. Nelle regioni tropicali, caratterizzate da temperature estive stabilmente elevate e prolungate, gli effetti delle onde di calore si manifestano solo a partire da valori di temperature sensibilmente più elevati di quelli ai quali gli stessi effetti si manifestano nelle regioni temperate (5).

L'assenza di *remissione notturna* delle alte temperature – come si è verificato in occasione delle onde di calore a Milano nell'estate 2003 – impedisce una rigenerazione almeno parziale

dei meccanismi di termoregolazione dell'organismo umano con conseguente maggiore possibilità di scompenso (10).

Alti valori di *umidità relativa* associati alle alte temperature rendono inefficace il meccanismo compensativo della sudorazione, ostacolando l'evaporazione del sudore (8).

L'esposizione simultanea agli *inquinanti atmosferici urbani* – in particolare all'ozono – potenzia gli effetti delle alte temperature (15).

Le *condizioni abitative* rappresentano un fattore di rischio di primaria importanza per i sottogruppi di popolazione maggiormente suscettibili agli effetti del calore ambientale. Vivere in una *situazione urbana o metropolitana* espone a maggior rischio che vivere in una situazione rurale per via dell'effetto climatico che genera l'*isola di calore urbana*: riduzione della ventilazione, maggiore concentrazione di presidi meccanici che generano calore, maggiore densità di popolazione (16). Tra le condizioni abitative sfavorevoli è da includere il dimorare ai piani alti degli edifici, dove la temperatura dell'aria è più elevata e le difficoltà a spostarsi maggiori per le persone anziane o disabili.

Tutte le osservazioni epidemiologiche concordano nell'indicare l'*età* (17) tra i principali cofattori di rischio per la mortalità e la morbosità legate all'esposizione ad alte temperature. Gli anziani (sopra i 75 anni) e i molto anziani (sopra gli 85 anni) sono quelli che concentrano il rischio rispetto ai giovani adulti. Allo stesso modo i bambini molto piccoli, che come gli anziani hanno un imperfetto funzionamento della termoregolazione, più facilmente mostrano i sintomi dell'ipertermia specialmente quando affetti da diarrea, infezioni delle alte vie respiratorie e disordini neurologici. I molto giovani e i molto anziani, inoltre, condividono la caratteristica di una ridotta mobilità, che risulta in un'insoddisfazione dei propri bisogni, inclusa l'assunzione di liquidi.

I *fattori socio-economici* quali la povertà, l'isolamento, la non conoscenza della lingua locale, il limitato accesso ai media - televisione e giornali - (18) aumentano la condizione di fragilità perché riducono la consapevolezza dei rischi e limitano l'accesso alle soluzioni di emergenza. Chi è più povero o più isolato, inoltre, ha minori possibilità di spostare temporaneamente il proprio domicilio in zone più favorevoli quando le condizioni climatiche sono più sfavorevoli e minori possibilità di condizionare l'aria della propria abitazione; a tale riguardo occorre ricordare che l'uso di condizionatori d'aria si è rivelato efficace nel ridurre la mortalità collegata al caldo ma la stessa cosa non è stata dimostrata per i ventilatori elettrici.



## Situazione meteorologica dell'estate 2003 a Milano

Già nel **maggio del 2003** sono state registrate le premesse di una estate straordinariamente calda. Dal 5 al 9 maggio la temperatura massima giornaliera è stata regolarmente sopra i 30 °C, mentre la temperatura media mensile ha fatto registrare uno scarto di + 4.1 °C rispetto al mese di maggio del periodo 1961-1990.

Le caratteristiche meteorologiche del **giugno del 2003** sono state improntate al caldo poiché la temperatura media mensile, la più alta dal 1763, con una media di 26.7 °C, è stata superiore di ben 4.8 °C alla media stagionale di 21.9 °C, mentre le temperature massime hanno localmente superato i 36 °C. Dal punto di vista sinottico, l'alta pressione ha interessato con promontori di origine africana quasi tutto il mese, dando luogo ad un prolungato periodo di caldo afoso, superiore di quasi 3 °C a quello, considerato anomalo, dello scorso anno, ed inferiore, ma solo come punta massima, al caldo del giugno del 1935, quando la temperatura ha raggiunto i 37.2 °C. Nella prima decade di giugno, impulsi di aria fredda atlantica hanno dato luogo a precipitazioni irregolari, a carattere di rovescio temporalesco, caratterizzati da forti venti orientali, mentre il giorno 28 infiltrazioni di aria fredda nord atlantica hanno posto fine, con violenti rovesci di pioggia ed intense manifestazioni temporalesche, alla lunga ondata di caldo tropicale.

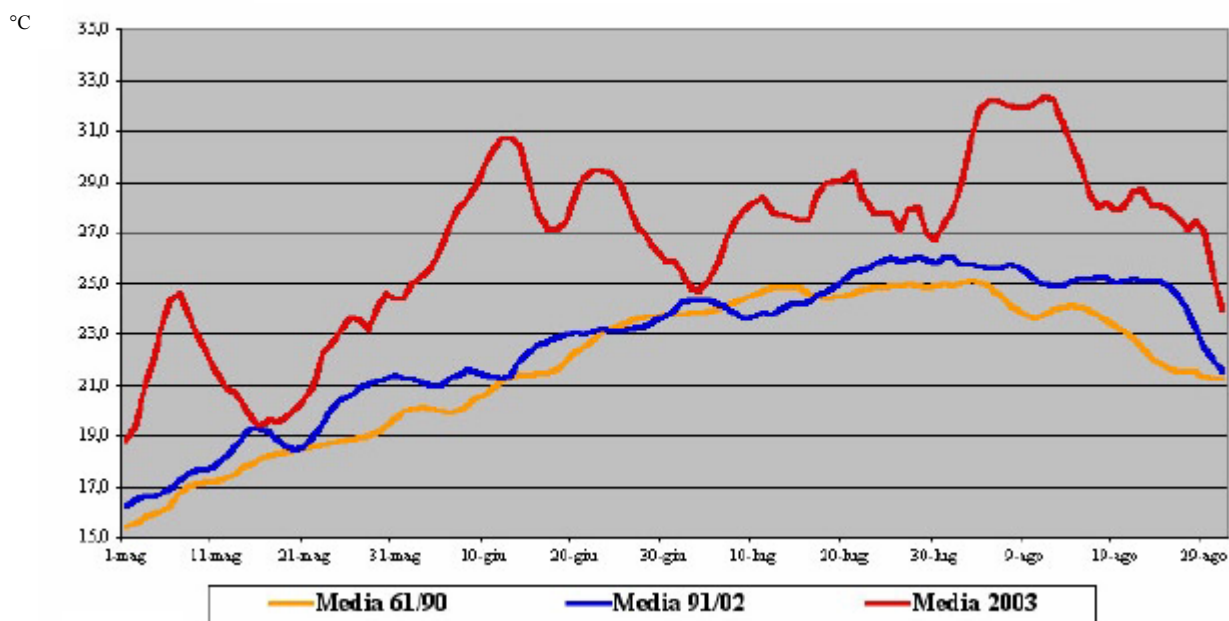
Le caratteristiche meteorologiche del **luglio 2003**, come per il precedente mese di giugno, sono state improntate al caldo, ed infatti la temperatura media mensile di 26.1 °C è stata superiore di 1.6 °C alla media stagionale di 24.5 °C, mentre le temperature massime hanno localmente sfiorato i 36 °C. Dal punto di vista sinottico, l'alta pressione ha interessato con promontori di origine africana quasi tutto il mese, dando luogo ad un prolungato periodo di caldo afoso. All'inizio della prima decade di luglio un impulso di aria fredda atlantica ha dato luogo a precipitazioni irregolari, a carattere di rovescio temporalesco, preceduto, nei due giorni precedenti, da forti venti di libeccio, mentre il giorno 27 infiltrazioni di aria fredda nord atlantica hanno provocato brevi ma violenti rovesci di pioggia, accompagnata da impetuose raffiche di vento e da intense manifestazioni temporalesche, mentre solo le piogge del giorno 31 hanno posto un'effimera parentesi alla lunga ondata di caldo tropicale.

Le caratteristiche meteorologiche dell'**agosto 2003**, come per i precedenti mesi di maggio, giugno e luglio, sono state improntate al caldo, con una temperatura media mensile di 28.3 °C, che è stata superiore di ben 4.5 °C alla media stagionale di 23.8 °C, mentre le temperature massime hanno localmente superato i 39 °C, registrando il massimo assoluto dal 1838. Dal punto di vista sinottico, l'alta pressione ha interessato con promontori di origine africana quasi tutto il mese, dando luogo ad un prolungato periodo di caldo africano.

La Fig. 1 riporta l'andamento della media mobile calcolata su cinque giorni della temperatura media giornaliera da maggio ad agosto nei tre periodi 1961-1990, 1991-2002 e 2003. E' immediatamente evidente l'anomalia dell'estate 2003 rispetto ai 42 anni precedenti, così come sono evidenti i picchi, con valori massimi crescenti, in corrispondenza della prima decade di maggio, di giugno e delle prime due decadi di agosto.

**Fig. 1** - Andamento della media mobile calcolata su cinque giorni della temperatura media giornaliera a Milano da maggio ad agosto nei tre periodi 1961-1990, 1991-2002 e 2003.

(per gentile concessione dell'Osservatorio Meteorologico di Milano Duomo: [www.meteoduomo.it](http://www.meteoduomo.it))



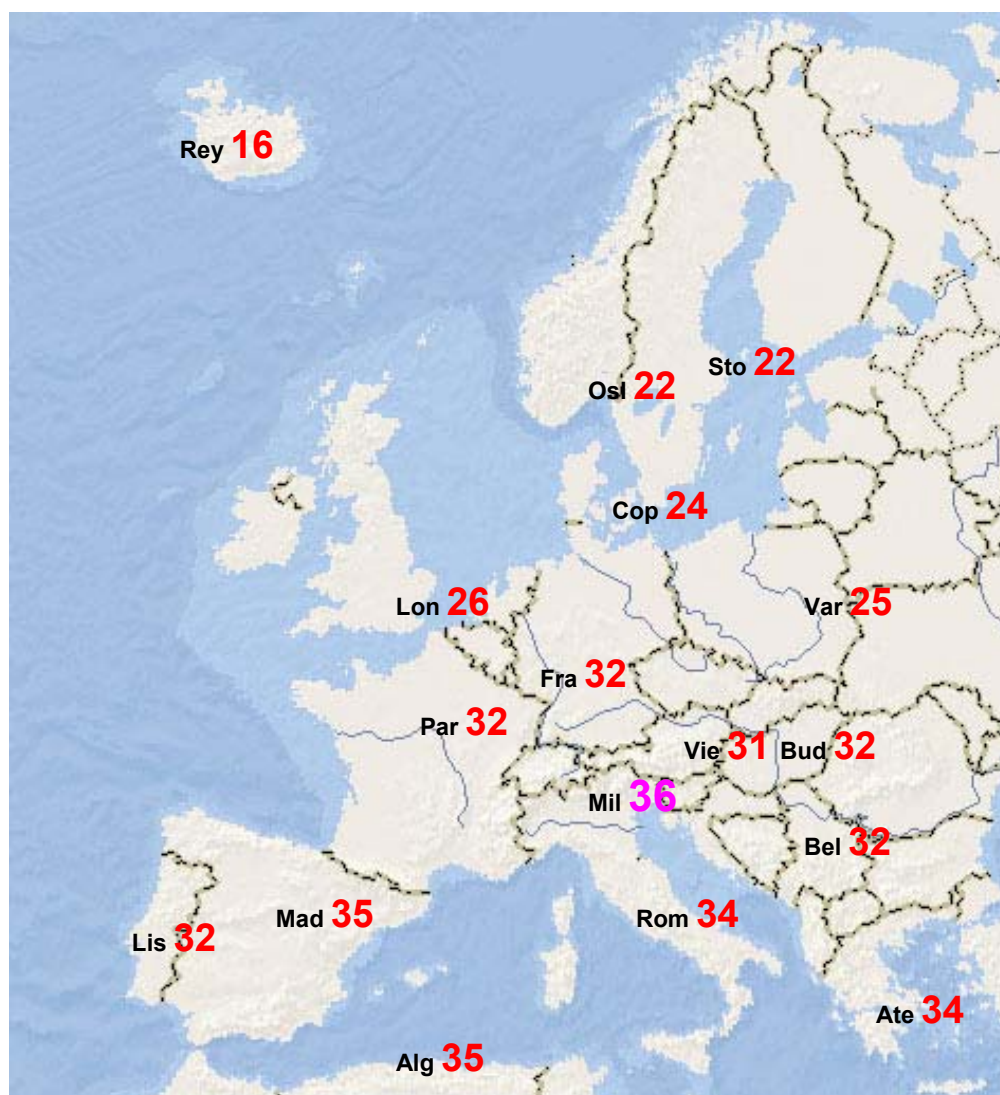
Non è semplice stabilire cosa possa aver determinato una così spiccata anomalia meteorologica. Tuttavia è molto verosimile che nel 2003 si sia verificato il concatenamento di eventi ipotizzato dall'Osservatorio Meteorologico di Milano Duomo: ... *un inizio di primavera sul Mediterraneo occidentale con assenza di perturbazioni e con scarse*

*precipitazioni ha comportato un efficace riscaldamento del mare, che fa da accumulatore di calore, caratterizzato tra l'altro da trascurabili scambi di massa con il vicino Atlantico attraverso lo Stretto di Gibilterra. Da un punto di vista meteorologico ciò comporta la formazione di un'area di alta pressione destinata a consolidarsi ed a costituire un ostacolo sempre più importante all'ingresso delle perturbazioni atlantiche nel Mediterraneo. Il riscaldamento solare, sempre più efficace al passare della stagione, può inoltre avere un ulteriore sostegno dall'effetto serra, che riduce in maniera determinante la dispersione di calore per irraggiamento verso lo spazio esterno, come del resto può essere testimoniato nel caso di Milano dalle elevatissime temperature minime notturne.*

L'anomalia climatica ha investito l'intero continente europeo, dall'Islanda fino ai Paesi mediterranei dell'Africa, ma in agosto a Milano sono stati registrati i valori di temperatura massima più alti tra tutti quelli misurati nelle città europee considerate (v. Fig. 2).

**Fig. 2** - Media delle temperature massime di agosto 2003 in alcune città europee.

(modificata - per gentile concessione dell'Osservatorio Meteorologico di Milano Duomo: [www.meteoduomo.it](http://www.meteoduomo.it))





## Materiali e Metodi

### *Indici meteorologici*

I dati meteorologici desunti dalla stazione situata nell'area urbana di Milano (via Juvara) sono stati forniti dalla *Agenzia Regionale per la Protezione dell'Ambiente della Lombardia*. Di ciascun giorno del periodo compreso tra il 1 gennaio 1995 e il 31 agosto 2003 sono state prese in considerazione le determinazioni orarie della temperatura dell'aria e dell'umidità relativa. A partire da questi dati per entrambi gli indici meteorologici sono stati calcolati i valori minimo, medio e massimo giornaliero.

Per stimare il disagio associato a condizioni atmosferiche di caldo-umido sono stati elaborati numerosi indici. Per gli scopi di questo rapporto è stato fatto riferimento all'indice HUMIDEX, sviluppato in Canada nel 1965 e successivamente descritto e formalmente definito nel lavoro di Masterson & Richardson del 1979 (8). Con tale indice si cerca di rappresentare la temperatura effettivamente percepita dal corpo umano come funzione della combinazione della temperatura dell'aria e della umidità relativa. Benché non ci sia una vera e propria base fisica a sostegno di questa ipotesi e vi siano ancora varie critiche a riguardo, l'indice HUMIDEX consente un approccio - sia pur semplicistico - di facile comprensione e di immediato utilizzo al problema della valutazione soggettiva della sensazione di caldo afoso. A parità di temperatura elevata alti valori di umidità relativa sono fonte di maggior disagio poiché limitano la dispersione del calore corporeo attraverso l'evaporazione del sudore.

La Fig. 3 rappresenta i livelli di disagio fisico associati alla concomitante azione della temperatura dell'aria e dell'umidità relativa.

L'indice Humidex (H) è formalmente così formulato:

$$H = T + \frac{5}{9} * (e - 10)$$

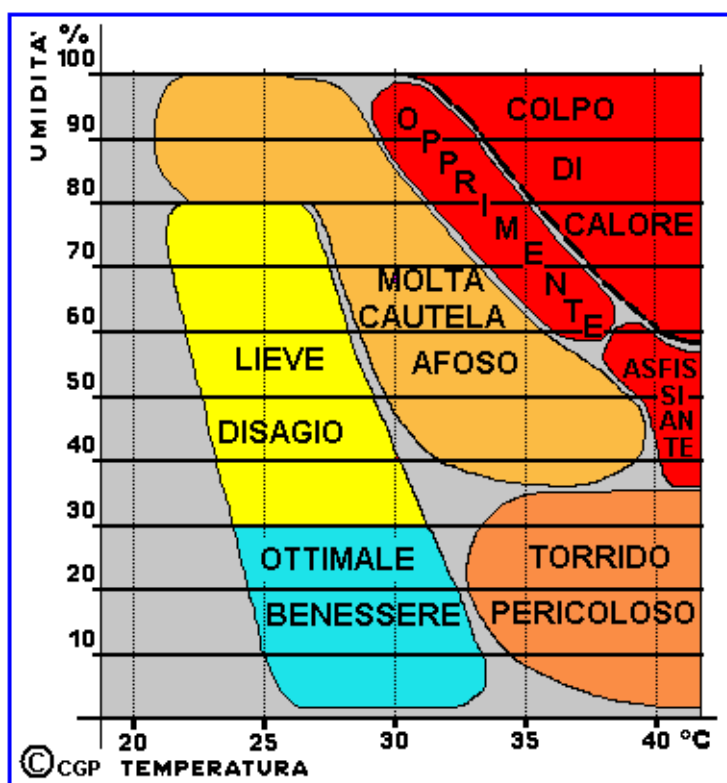
dove:  $T$  è la temperatura dell'aria (in °C);  $e$  è la pressione di vapore dell'aria (hPa) rilevata tramite la misura con uno psicrometro.

Poiché la misura della pressione di vapore dell'aria è risultata essere non disponibile per la serie storica qui considerata essa è stata stimata da una funzione che lega l'umidità relativa alla temperatura; quindi assume il valore:

$$e = 6,112 * 10^{\left[ \frac{7,5 * T}{237,7 + T} \right]} * UR / 100$$

dove: UR = umidità relativa dell'aria (%).

**Fig. 3** - Sensazioni di benessere e disagio fisico associate alle diverse combinazioni di temperatura e umidità relativa.  
(Centro Geofisico Prealpino <http://www.astrogeo.va.it/dizionar/afa.htm>).



I valori dell'indice HUMIDEX corrispondono quindi alla temperatura percepita (H) e, non avendo un'unità di misura propria, sono generalmente espressi in °C. Anche se H è un indice e non una grandezza fisica i valori che esso assume identificano categorie di disagio fisico che possono essere utilizzate per definire livelli crescenti di attenzione sanitaria (v. Tab. 1).

**Tab. 1** - Indice HUMIDEX, disagio fisico e livelli di allerta.  
 Servizio Meteorologico Canadese:  
[http://www.ccohs.ca/oshanswers/phys\\_agents/humidex.html](http://www.ccohs.ca/oshanswers/phys_agents/humidex.html)

CATEGORIE	HUMIDEX (°C)	EFFETTI
<b>Normalità</b>	$H < 27$	Tutti sono a proprio agio
<b>Cautela</b>	$27 \leq H < 30$	Leggero disagio. Possibile affaticamento in seguito a prolungata esposizione al sole e/o attività fisica
<b>Estrema cautela</b>	$30 \leq H < 40$	Disagio. Possibile colpo di calore, possibile spossatezza e crampi da calore in seguito a prolungata esposizione al sole e/o attività fisica
<b>Pericolo</b>	$40 \leq H < 55$	Grande disagio. Evitare sforzi. Cercare un luogo fresco ed in ombra. Probabili crampi o spossatezza da calore. Possibile colpo di calore in seguito a prolungata esposizione al sole e/o attività fisica
<b>Elevato pericolo</b>	$H \geq 55$	Imminente colpo di calore in seguito a prolungata esposizione al sole

A fini di monitoraggio delle condizioni climatiche l'indice HUMIDEX è utilizzabile in un intervallo di valori compreso tra 27 e 55 °C. Al di fuori di tale intervallo, l'indice individua sempre le classi estreme, cioè *Normalità* per valori inferiori a 27 °C ed *Elevato pericolo* per valori superiori a 55°.

### ***Mortalità***

I dati di mortalità sono riferiti alla popolazione residente a Milano e riguardano i decessi avvenuti entro il territorio comunale (INRES). Non sono state operate esclusioni per cause specifiche. I record individuali di morte del periodo compreso tra il 1 gennaio 1995 e il 31 agosto 2003 provengono dall'Ufficio di Anagrafe del Comune di Milano (1 gennaio 1995 – 31 dicembre 1998) e dal Registro nominativo delle cause di morte (ReNCaM) della ASL della Città di Milano (1 gennaio 1999 – 31 agosto 2003). Tutti i record individuali di morte di entrambe le fonti contengono dati di identificazione individuale validati ma solo i record del ReNCaM riportano la causa principale di morte, identificata e codificata in accordo alle regole stabilite dalla IX revisione della Classificazione Internazionale delle Malattie, Traumatismi e Cause di Morte (ICD-IX).

Per l'analisi della comorbidità è stato utilizzato l'archivio delle schede di dimissione ospedaliera (SDO) relativo a tutti i ricoveri dei residenti a Milano nel periodo compreso tra il 1 gennaio 1995 e il 31 agosto 2003. I record individuali di dimissione sono stati utilizzati per costruire un indicatore di comorbidità, definita come la pre-esistenza di condizioni patologiche croniche rilevanti nel determinare lo stato di salute complessivo del soggetto. L'indicatore di comorbidità è stato sviluppato facendo ricorso ad algoritmi validati basati sulla combinazione delle codifiche ICD-IX e ICD-IX CM e dei codici dei DRG presenti sulle SDO.

Fra i vari indici proposti in letteratura per la descrizione della comorbidità è stato scelto l'indice di Elixhauser (19) perché consente di utilizzare tutte le diagnosi di malattia riportate sulla SDO di ogni singolo ricovero e perché riconduce le diagnosi a 30 categorie predefinite di comorbidità. Ai record individuali dei decessi avvenuti tra giugno ed agosto degli anni compresi nel periodo 1999-2003 sono state complessivamente appaiate 47.613 SDO (in media 3.8 ricoveri per ogni deceduto), utilizzando come chiave di linkage il codice fiscale o il codice sanitario.

## ***Analisi statistica***

### **Stima quantitativa dell'eccesso di mortalità**

Non è ancora disponibile in letteratura una metodica di riferimento per stimare il numero di eventi attesi quando si analizzano gli effetti sulla mortalità delle onde di calore.

L'usuale procedura di stima degli attesi, che prevede l'applicazione dei tassi di mortalità annuali età specifici alla popolazione residente, produrrebbe misure distorte dal momento che nel periodo estivo la popolazione residente e presente – cioè l'insieme dei soggetti potenzialmente esposti alle onde di calore – subisce variazioni di breve e di medio periodo (infra-settimanali e mensili) molto consistenti legate all'allontanamento dalla città di coloro che beneficiano delle vacanze estive. Tale fenomeno non è ugualmente distribuito nella popolazione generale, essendo la sottopopolazione costituita da coloro che sono presenti in città durante i mesi più caldi selezionata per età (più anziana) e condizioni socio-economiche (meno favorita). I metodi di stima della popolazione residente e presente in città nel periodo estivo non sono ancora sufficientemente standardizzati ed affidabili da consentire il calcolo dei tassi di mortalità, necessari per il calcolo degli attesi. In alternativa, sono stati proposti

vari metodi basati sulla applicazione di medie mobili (che riducono la variabilità del numero di eventi nel periodo considerato) o di modelli di regressione (che tengono conto delle variazioni demografiche di medio e lungo periodo della popolazione). L'applicazione ai dati di Milano di varie procedure di calcolo del numero di decessi attesi ha dato esito a stime a volte sensibilmente diverse tra di loro. In attesa di una più attenta considerazione di questo problema – necessaria per la definizione di una procedura che trovi un largo consenso tra gli addetti ai lavori – e dopo aver considerato comparativamente i limiti di vari modelli di regressione e di alcuni tipi di media mobile e tenuto conto, infine, dell'andamento delle variazioni demografiche della popolazione di Milano dal 1980 al 2003, il numero dei decessi attesi nel periodo giugno-agosto del 2003 è stato stimato attraverso la media dei decessi INRES osservati nello stesso periodo degli otto anni compresi tra il 1995 e il 2002. La Tab. 2 mostra la distribuzione per classe di età e sesso dei deceduti a Milano (INRES) per anno di decesso nel periodo considerato.

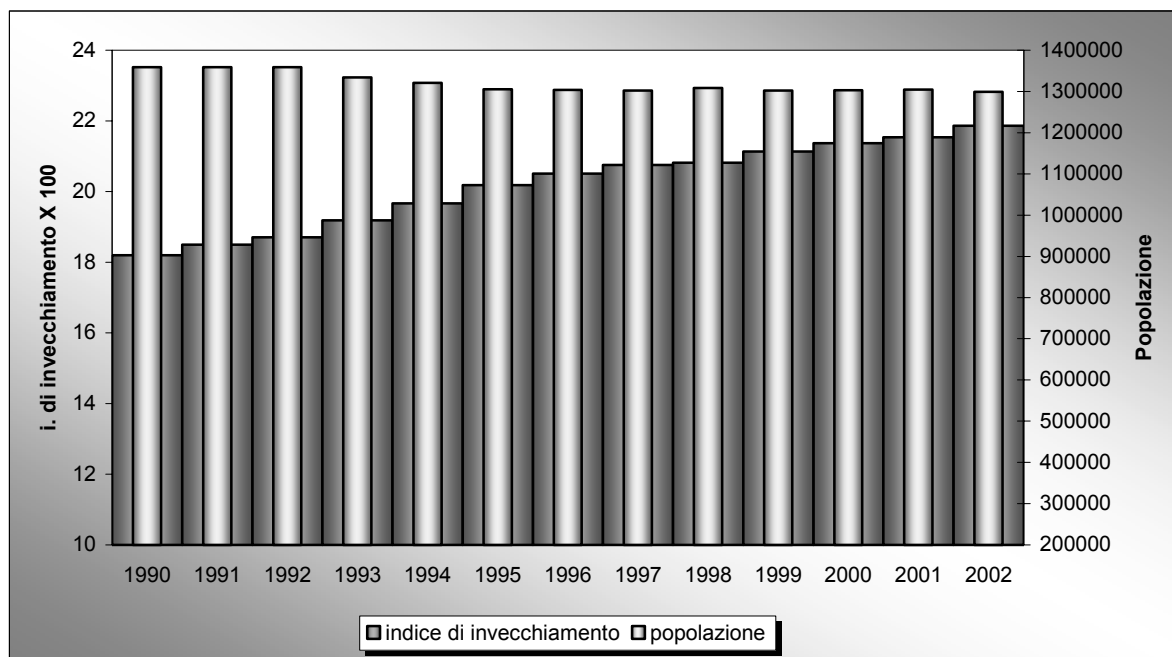
**Tab. 2** - Distribuzione per sesso ed età dei deceduti a Milano (INRES) tra il 1 giugno e il 31 agosto degli anni compresi tra il 1995 e il 2002.

Anno di decesso	Minore 65 anni		65-74 anni		75 anni o più		Totale
	Maschi	Femmine	Maschi	Femmine	Maschi	Femmine	
<b>1995</b>	1393	772	1500	994	2578	3785	11022
<b>1996</b>	1275	716	1491	878	2633	3951	10944
<b>1997</b>	1141	710	1405	888	2710	3951	10805
<b>1998</b>	1175	665	1388	899	2838	4256	11221
<b>1999</b>	1081	605	1406	847	2920	4433	11292
<b>2000</b>	971	643	1341	792	2787	4266	10800
<b>2001</b>	999	646	1303	851	2923	4339	11061
<b>2002</b>	929	606	1262	799	3026	4440	11062
<b>Totale</b>	<b>8964</b>	<b>5363</b>	<b>11096</b>	<b>6948</b>	<b>22415</b>	<b>33421</b>	<b>88207</b>

Di seguito sono riportate le considerazioni principali che hanno portato a utilizzare il numero medio dei decessi estivi negli anni 1995-2002 come riferimento per la stima dell'eccesso di mortalità nello stesso periodo del 2003:

- la popolazione residente a Milano è sostanzialmente stabile a partire dal 1995 (v. Fig. 4);
- l'indice di invecchiamento, calcolato come il rapporto tra la popolazione di 65 anni o più e la popolazione generale, ha subito un incremento modesto fra il 1995 e il 2002 passando dal 20.5 nel 1995 al 21.9 nel 2002 con un incremento medio annuo dello 0,8 % (v. Fig. 4);
- nel periodo 1995-2002 sono stati osservati pochi picchi di mortalità estiva a parte un evidente eccesso nel giugno 2002 ed un altro nel luglio 1998 (v. Fig. 6)

**Fig. 4** - Andamento della popolazione residente a Milano e dell'indice di invecchiamento nel periodo 1990-2002



### Analisi eziologica

Per condurre un'analisi per cause della mortalità verificatasi nell'estate (giugno-agosto) 2003 è stato necessario limitare il confronto ai decessi avvenuti nel periodo 1999-2002 perché solo per questi anni, come già ricordato, è disponibile per ogni decesso l'indicazione della causa principale di morte. La mortalità per cause è stata analizzata suddividendo i decessi nei 20 raggruppamenti principali delle cause di morte definiti dalla ICD-IX. I tumori benigni, in situ e a comportamento incerto sono stati accorpati ai tumori maligni essendo poco rappresentati come causa principale di morte.

Confrontando i decessi occorsi negli stessi due periodi sopra indicati è stato indagato il ruolo svolto da alcune variabili di carattere socio-demografico nel modulare l'effetto delle onde di calore registrate nell'estate 2003.

Nel tentativo di stimare in modo più specifico l'intensità del rischio di morte associato alla esposizione alle onde di calore è stato condotto un ulteriore confronto limitando l'attenzione ai soli decessi avvenuti tra il 5 e il 18 agosto 2003, in corrispondenza cioè dell'onda di calore di maggiore intensità e durata. Come gruppo di controllo sono stati considerati i decessi occorsi

tra il 5 e il 18 agosto dei quattro anni precedenti, periodo in cui non è stata registrata alcuna onda di calore significativa.

Anche l'analisi della comorbidità è stata condotta sui soggetti deceduti nel periodo giugno-agosto del 2003 ricorrendo come controllo ai soggetti deceduti nello stesso periodo dei quattro anni precedenti. Sono stati presi in considerazione tutti i ricoveri di ciascun soggetto occorsi nei tre anni precedenti il decesso ma escludendo gli ultimi tre mesi per evitare di prendere in considerazione condizioni morbose non croniche. Mediante l'algoritmo proposto da Elixhauser (19) tutte le condizioni morbose menzionate nelle SDO dei ricoveri sono state ricondotte ai 30 raggruppamenti di diagnosi previsti dalla procedura; l'informazione relativa ad ogni soggetto è stata quindi cumulata per definire il pattern complessivo di comorbidità.

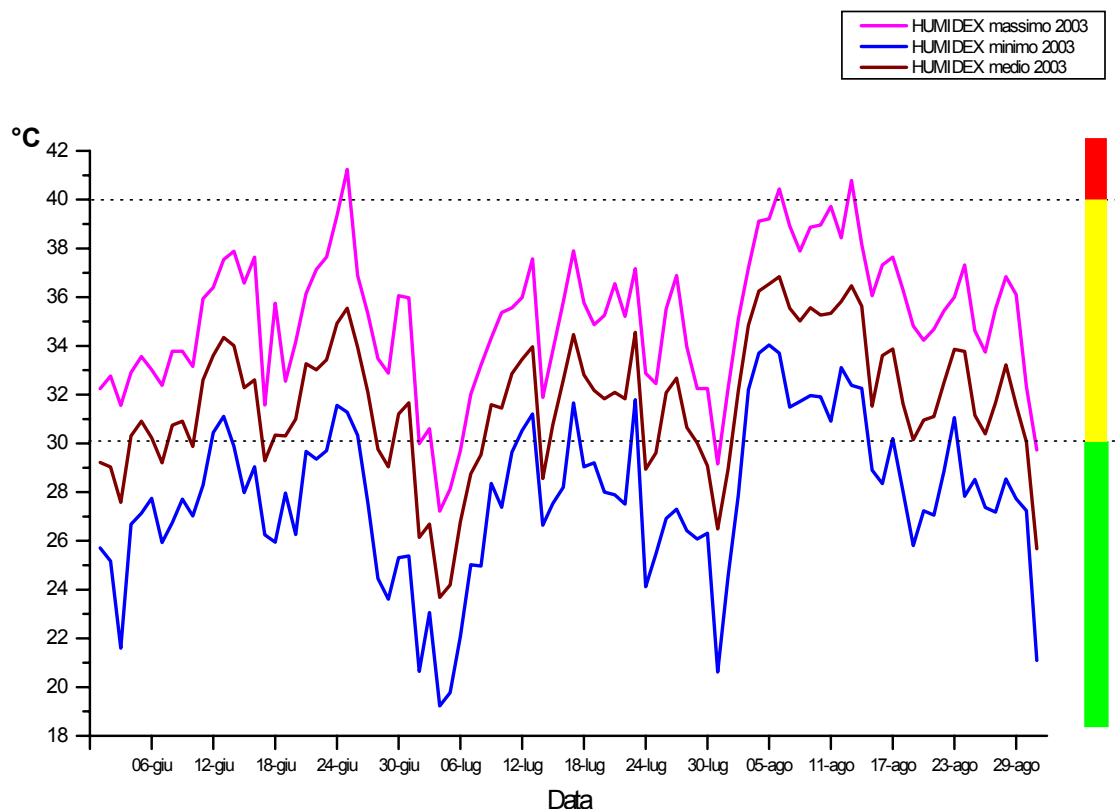
Per tutti i confronti sopra indicati sono stati stimati gli odds ratios (OR) e i corrispondenti intervalli di confidenza al 95% (95% CI) facendo ricorso ad un modello di regressione logistica non condizionato. In tutti i modelli sono stati trattati come confondenti il sesso e l'età al decesso.



## Risultati

La Fig. 5 mostra l'andamento dei valori minimi, medi e massimi giornalieri della temperatura percepita (HUMIDEX) a Milano nel periodo compreso fra il 1 giugno e il 31 agosto 2003. Sul lato destro del grafico è stata riportata la medesima scala cromatica già utilizzata in Tab. 1 per indicare i tre diversi livelli di disagio fisico associati all'indice HUMIDEX. Non solo i valori medi e massimi ma, per periodi lunghi di tempo, anche i valori minimi hanno superato i livelli considerati di estrema cautela.

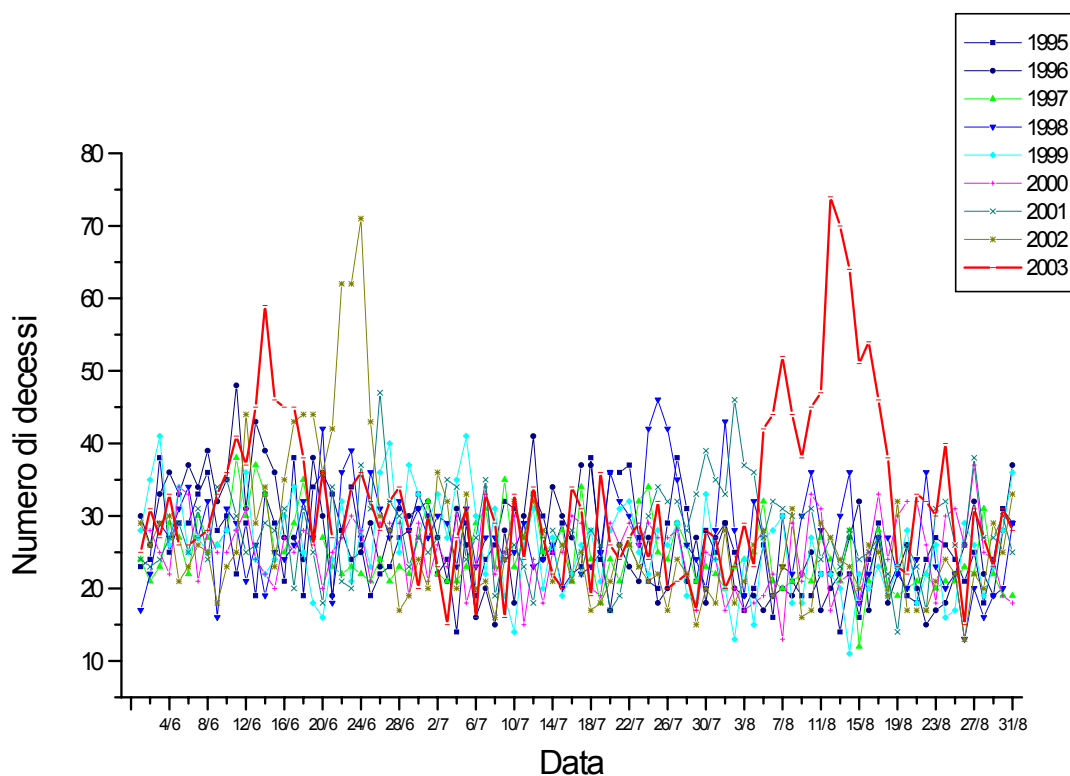
**Fig. 5** - Andamento giornaliero della temperatura percepita – indice HUMIDEX – a Milano dal 1 giugno al 31 agosto 2003



La Fig. 6 riporta la distribuzione giornaliera dei decessi nei tre mesi considerati dal 1995 al 2003. Sono evidenti due picchi di notevole intensità e durata nel 2003: il primo a giugno (fra il 9 e il 20) e il secondo ad agosto (fra il 5 e il 18). Negli altri giorni del trimestre la mortalità ha presentato oscillazioni giornaliere intorno al valore medio. Negli anni di riferimento 1995-

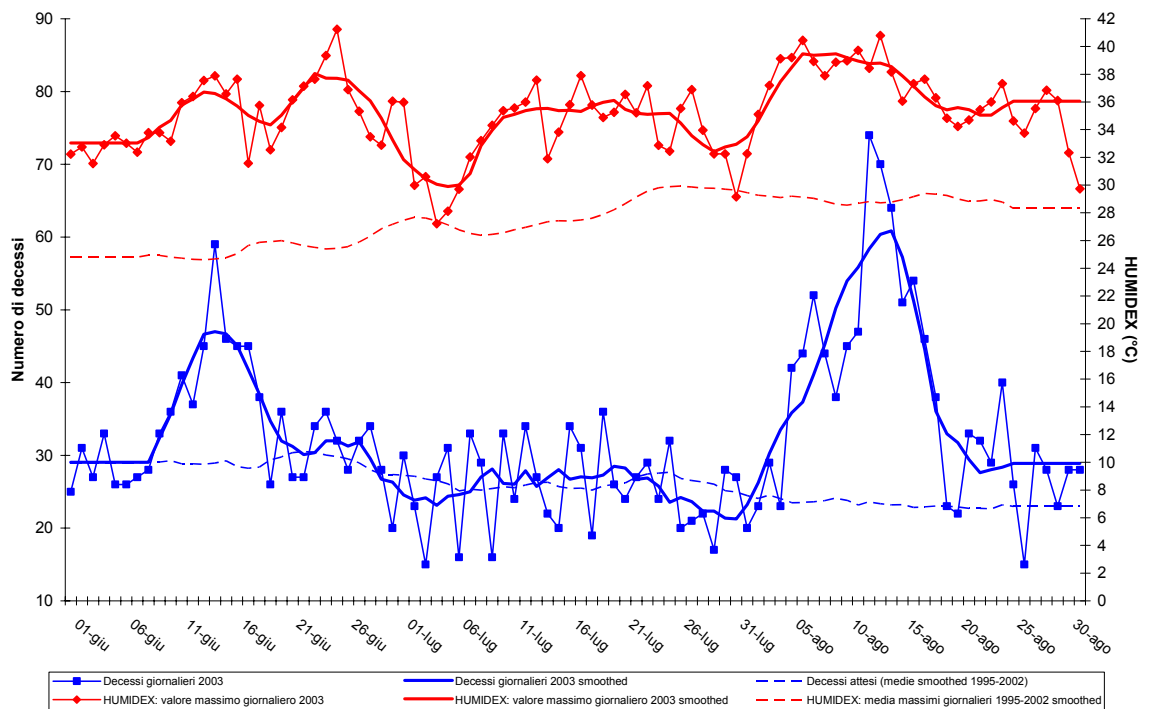
2002 si nota un picco nel giugno 2002 e alcuni picchi di minore intensità nel luglio del 1998 e del 2002.

**Fig. 6** - Andamento della mortalità giornaliera per tutte le cause nel periodo giugno-agosto dal 1995 al 2003



La Fig. 7 mostra l'andamento dei valori massimi dell'indice HUMIDEX a Milano nel trimestre considerato del 2003 (valori grezzi e smussati) e del periodo di riferimento 1995-2002 (media dei valori massimi). I valori registrati nel 2003 sono costantemente e sensibilmente al di sopra di quelli registrati negli otto anni precedenti. All'interno del trimestre 2003 sono poi ben evidenti i due episodi (nella seconda metà di giugno ed attorno alla prima decade di agosto) già segnalati che per intensità e durata si collocano nettamente al di sopra della media – già alta – di tutta l'estate 2003.

**Fig. 7** - Andamento dell'indice HUMIDEX e della mortalità giornaliera per tutte le cause nel periodo giugno-agosto del 2003 e del periodo di riferimento 1995-2002



Nella stessa Fig. 7 è riportata la mortalità giornaliera per tutte le cause negli stessi due periodi. Si nota una buona corrispondenza temporale dei picchi di mortalità e dei picchi dell'indice HUMIDEX.

La Tab. 3 riporta la distribuzione del totale dei decessi da giugno ad agosto di ciascun anno del periodo di riferimento 1995-2002 e del 2003. Sono riportate inoltre le differenze assolute e relative tra il numero totale di decessi del 2003 e il numero medio di decessi nel periodo di riferimento. L'eccesso assoluto risulta essere di 560 decessi (23.2 %). Durante la prima decade di giugno (9-20 giugno) si sono verificati 487 decessi e il numero medio di decessi nel periodo di riferimento è 346; ciò corrisponde ad un eccesso di 141 decessi. Durante il secondo picco di mortalità verificatosi nel mese di agosto (5-18 agosto) si sono osservati 709 decessi. La media di decessi negli anni 1995-2002 è stata di 329 decessi. In base a tali risultati l'eccesso di mortalità del secondo picco può essere stimato in 380 decessi.

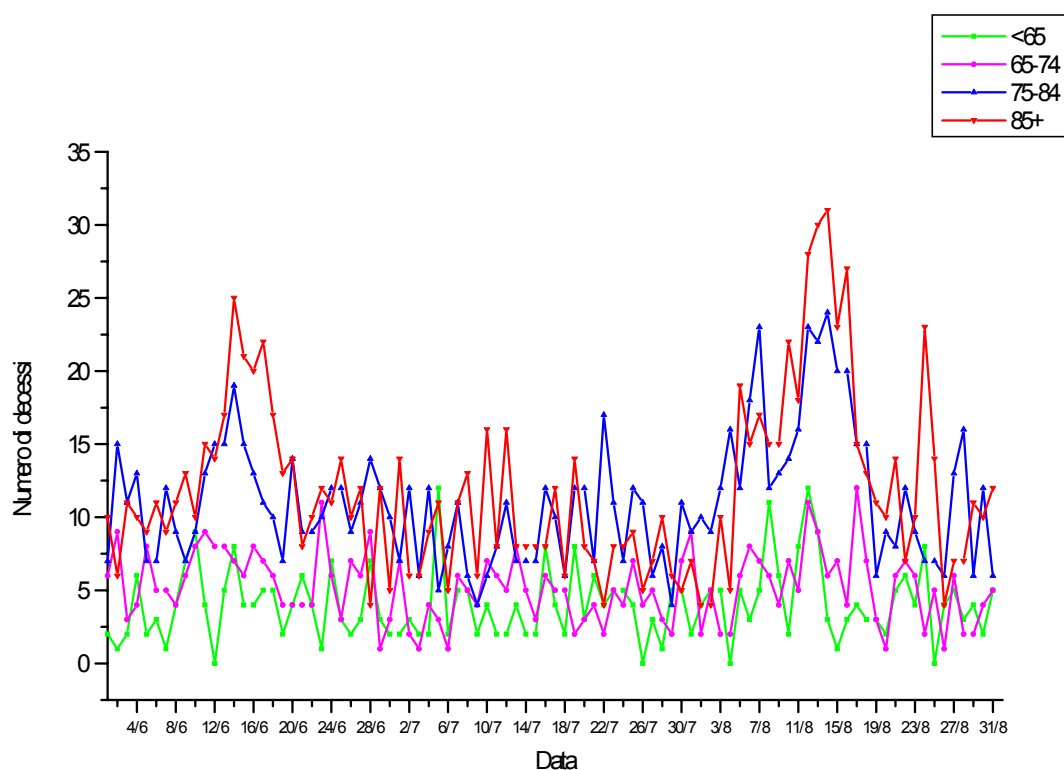
La classe di età in cui è stato osservato l'incremento maggiore di mortalità è quella 75-84 (43%) seguita dalla classe 85 e più (40 %). Il sesso femminile presenta un incremento medio rispetto al periodo di riferimento del 33 %, mentre quello maschile del 12 %.

**Tab. 3** - Distribuzione dei decessi osservati nel periodo giugno-agosto negli anni 1995-2003 per classi di età e per sesso.  
Differenze assolute e relative tra il 2003 e il valore medio del periodo 1995-2002

	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	Media 1995-2002	Differenza 2003-Media	Differenza %
<b>Classe di età</b>												
<65	495	438	404	401	379	384	394	359	372	406.8	-34.8	-8.5%
65-74	576	563	504	500	467	464	481	469	480	503.0	-23.0	-4.6%
75-84	709	712	660	757	711	665	758	750	1020	715.3	304.8	+42.6%
85+	619	719	716	824	802	789	935	864	1096	783.5	312.5	+39.9%
<b>Sesso</b>												
Maschi	1223	1185	1126	1162	1148	1063	1186	1169	1299	1157.8	141.3	+12.2%
Femmine	1176	1247	1158	1320	1211	1239	1382	1273	1669	1250.8	418.3	+33.4%
<b>Totale</b>	<b>2399</b>	<b>2432</b>	<b>2284</b>	<b>2482</b>	<b>2359</b>	<b>2302</b>	<b>2568</b>	<b>2442</b>	<b>2968</b>	<b>2408.5</b>	<b>559.5</b>	<b>+23.2%</b>

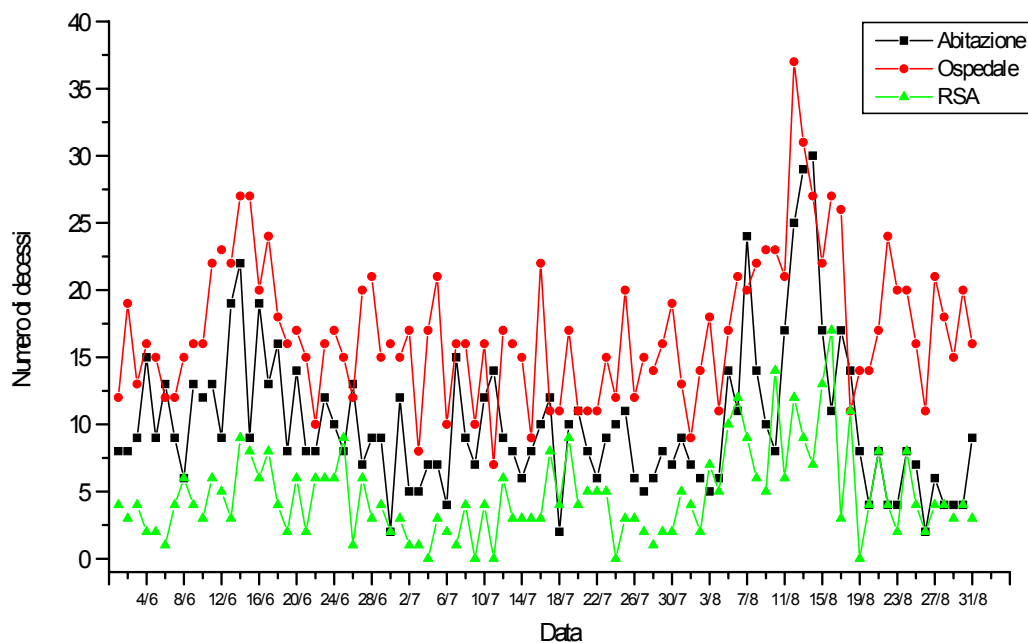
La Fig. 8 mostra l'andamento giornaliero dei decessi per classi di età. Gli eccessi di mortalità più evidenti sono confinati, come già ricordato, alle classi di età 75-84 e  $\geq 85$ . Tali eccessi corrispondono temporalmente ai picchi di temperatura percepita di giugno e agosto già descritti. Risulta, inoltre, molto evidente un picco isolato il 24 agosto caratterizzato da una frequenza totale di 40 decessi, 23 dei quali (58 %) concentrati nella classe di età  $\geq 85$ . Il valore dell'indice HUMIDEX nello stesso giorno è stato 37.3.

**Fig. 8** - Distribuzione giornaliera dei decessi per classe di età nel periodo giugno-agosto 2003



Utilizzando le informazioni contenute nel certificato di morte è stato possibile analizzare la mortalità per luogo di decesso (abitazione, ospedale, RSA). La Fig. 9 mostra che non vi sono state apprezzabili differenze tra i tre luoghi di decesso considerati.

**Fig. 9 - Mortalità giornaliera nel periodo giugno-agosto 2003 per luogo di decesso**



La Tab. 4 riporta la distribuzione dei decessi occorsi nel periodo giugno-agosto degli anni 1999-2003 per raggruppamenti maggiori di cause. Nel 2003 è stata osservata una maggiore frequenza di decessi per malattie respiratorie, malattie del sistema nervoso centrale e malattie delle ghiandole endocrine/metabolismo/nutrizione. La Tab. 5, nella quale è stato considerato un numero ridotto di raggruppamenti e dove il confronto è tra la proporzione di eventi osservati nel 2003 e la media degli eventi occorsi in tutto il periodo di riferimento, conferma la maggiore frequenza di decessi per le cause di morte sopra ricordate.

Le Tab. 6 e 7 riportano i risultati dello stesso tipo di analisi ma limitando l'osservazione al solo periodo di agosto (5-18 agosto) che è corrisposto all'onda di calore più intensa e duratura della stagione. Non solo è stato confermato l'eccesso di eventi per le tre cause di morte sopra segnalate ma sono diventati evidenti altri due fenomeni di indubbio interesse: a) l'eccesso è osservabile anche a carico dei decessi per malattie del sistema cardiocircolatorio; b) gli incrementi percentuali rispetto al periodo di riferimento sono di maggiore entità.

**Tab. 4** - Distribuzione della causa principale di morte (20 raggruppamenti ICD-IX) dei decessi avvenuti a Milano nel periodo giugno-agosto degli anni compresi tra il 1999 e il 2003

Causa principale del decesso	Codice ICD-IX	ANNO					Totale
		1999	2000	2001	2002	2003	
<i>Malattie infettive</i>	<b>1-139</b>	17 (0.72%)	18 (0.78%)	21 (0.82%)	46 (1.89%)	53 (1.79%)	155
<i>Tumori maligni</i>	<b>140-208</b>	900 (38.28%)	899 (39.05%)	959 (37.37%)	831 (34.10%)	877 (29.61%)	4466
<i>Tumori benigni</i>	<b>210-229</b>	1 (0.04%)	3 (0.13%)	3 (0.12%)	2 (0.08%)	2 (0.07%)	11
<i>Tumori a comportamento incerto</i>	<b>235-239</b>	27 (1.15%)	16 (0.70%)	46 (1.79%)	54 (2.22%)	47 (1.59%)	190
<i>Malattie ghiandole endocrine/metabolismo/nutrizione</i>	<b>240-279</b>	59 (2.51%)	67 (2.91%)	64 (2.49%)	73 (3.00%)	111 (3.75%)	374
<i>Malattie del sangue e organi ematopoietici</i>	<b>280-289</b>	9 (0.38%)	8 (0.35%)	13 (0.51%)	11 (0.45%)	19 (0.64%)	60
<i>Disturbi Psicici</i>	<b>290-319</b>	32 (1.36%)	33 (1.43%)	39 (1.52%)	33 (1.35%)	38 (1.28%)	175
<i>Malattie Sistema Nervoso Centrale</i>	<b>320-389</b>	72 (3.06%)	49 (2.13%)	52 (2.03%)	72 (2.95%)	133 (4.49%)	378
<i>Malattie del Sistema Cardiocircolatorio</i>	<b>390-459</b>	804 (34.20%)	782 (33.97%)	907 (35.35%)	833 (34.18%)	1044 (35.25%)	4370
<i>Malattie dell'Apparato Respiratorio</i>	<b>460-519</b>	146 (6.21%)	137 (5.95%)	170 (6.63%)	165 (6.77%)	282 (9.52%)	900
<i>Malattie dell'Apparato Digerente</i>	<b>520-579</b>	100 (4.25%)	102 (4.43%)	105 (4.09%)	106 (4.35%)	121 (4.09%)	534
<i>Malattie dell'Apparato Genitourinario</i>	<b>580-629</b>	37 (1.57%)	37 (1.61%)	41 (1.60%)	49 (2.01%)	57 (1.92%)	221
<i>Complicazioni della Gravidanza</i>	<b>680-709</b>	3 (0.13%)	1 (0.04%)	-	3 (0.12%)	3 (0.10%)	10
<i>Malattie del Sistema Osteomuscolare Connettivo</i>	<b>710-759</b>	16 (0.68%)	15 (0.65%)	5 (0.19%)	15 (0.62%)	16 (0.54%)	67
<i>Malformazioni Congenite</i>	<b>740-759</b>	3 (0.13%)	10 (0.43%)	4 (0.16%)	5 (0.21%)	3 (0.10%)	25
<i>Altre Condizioni</i>	<b>760-779</b>	5 (0.21%)	7 (0.30%)	4 (0.16%)	3 (0.12%)	-	19
<i>Segni e Sintomi mal definiti</i>	<b>780-789</b>	8 (0.34%)	4 (0.17%)	9 (0.35%)	5 (0.21%)	4 (0.14%)	30
<i>Reperti Anomali</i>	<b>790-799</b>	27 (1.15%)	18 (0.78%)	24 (0.94%)	26 (1.07%)	33 (1.11%)	128
<i>Traumatismi e avvelenamenti</i>	<b>800-999</b>	85 (3.62%)	96 (4.17%)	100 (3.90%)	105 (4.31%)	119 (4.02%)	505
<b>Totale</b>	<b>1-999</b>	<b>2351</b>	<b>2302</b>	<b>2566</b>	<b>2437</b>	<b>2962</b>	<b>12618</b>

**Tab. 5** - Confronto della distribuzione di alcuni gruppi selezionati di cause di decesso tra il periodo giugno-agosto degli anni 1999-2002 e il periodo giugno-agosto 2003

Causa principale del decesso	Codice ICD-IX	1999-2002		2003		Totale
		N	%	N	%	
<i>Tumori</i>	<b>140-239</b>	3741	38.74	926	31.26	4666
<i>Malattie ghiandole endocrine/metabolismo/nutrizione</i>	<b>240-279</b>	263	2.72	111	3.75	374
<i>Malattie del sangue e organi ematopoietici</i>	<b>280-289</b>	41	0.42	19	0.64	60
<i>Disturbi Psicici</i>	<b>290-319</b>	137	1.42	38	1.28	175
<i>Malattie Sistema Nervoso Centrale</i>	<b>320-389</b>	245	2.54	133	4.49	378
<i>Malattie del Sistema Cardiocircolatorio</i>	<b>390-459</b>	3326	34.44	1044	35.25	4370
<i>Malattie dell'Apparato Respiratorio</i>	<b>460-519</b>	618	6.40	282	9.52	900
<i>Malattie dell'Apparato Digerente</i>	<b>520-579</b>	413	4.28	121	4.09	534
<i>Malattie dell'Apparato Genitourinario</i>	<b>580-629</b>	164	1.70	57	1.92	221
<i>Traumatismi e avvelenamenti</i>	<b>800-999</b>	386	4.00	119	4.02	505
<i>Tutte le altre cause non comprese nei raggruppamenti precedenti</i>	<b>630-799</b>	322	3.33	114	3.85	436
<b>Totale</b>	<b>1-999</b>	<b>9656</b>		<b>2962</b>		<b>12618</b>

**Tab. 6** - Distribuzione della causa principale di morte (20 raggruppamenti ICD-IX) dei decessi avvenuti a Milano tra il 5 e il 18 agosto degli anni compresi tra il 1999 e il 2003

Causa principale del decesso	Codice ICD-IX	ANNO					Totale
		1999	2000	2001	2002	2003	
<i>Malattie infettive</i>	<b>1-139</b>	1 (0.33%)	3 (0.91%)	1 (0.26%)	5 (1.53%)	22 (3.11%)	32
<i>Tumori maligni</i>	<b>140-208</b>	122 (39.74%)	128 (39.02%)	143 (37.53%)	124 (37.92%)	156 (22.03%)	673
<i>Tumori benigni</i>	<b>210-229</b>	-	1 (0.30%)	-	1 (0.31%)	-	2
<i>Tumori a comportamento incerto</i>	<b>235-239</b>	3 (0.98%)	2 (0.61%)	10 (2.62%)	6 (1.83%)	10 (1.41%)	31
<i>Malattie ghiandole endocrine/metabolismo/nutrizione</i>	<b>240-279</b>	12 (3.91%)	9 (2.74%)	9 (2.36%)	6 (1.83%)	35 (4.94%)	71
<i>Malattie del sangue e organi ematopoietici</i>	<b>280-289</b>	1 (0.33%)	2 (0.61%)	2 (0.52%)	2 (0.61%)	3 (0.42%)	10
<i>Disturbi Psicici</i>	<b>290-319</b>	9 (2.93%)	2 (0.61%)	8 (2.10%)	3 (0.92%)	10 (1.41%)	32
<i>Malattie Sistema Nervoso Centrale</i>	<b>320-389</b>	8 (2.61%)	6 (1.83%)	13 (3.41%)	8 (2.45%)	35 (4.94%)	70
<i>Malattie del Sistema Cardiocircolatorio</i>	<b>390-459</b>	103 (33.55%)	111 (33.84%)	117 (30.71%)	97 (29.66%)	270 (38.14%)	698
<i>Malattie dell'Apparato Respiratorio</i>	<b>460-519</b>	19 (6.19%)	22 (6.71%)	24 (6.30%)	23 (7.03%)	83 (11.72%)	171
<i>Malattie dell'Apparato Digerente</i>	<b>520-579</b>	7 (2.28%)	22 (6.71%)	18 (4.72%)	15 (4.59%)	19 (2.68%)	81
<i>Malattie dell'Apparato Genitourinario</i>	<b>580-629</b>	6 (1.95%)	3 (0.91%)	8 (2.10%)	10 (3.06%)	11 (1.55%)	38
<i>Complicazioni della Gravidanza</i>	<b>680-709</b>	1 (0.33%)	-	-	1 (0.31%)	1 (0.14%)	3
<i>Malattie del Sistema Osteomuscolare Connettivo</i>	<b>710-759</b>	3 (0.98%)	1 (0.30%)	2 (0.52%)	6 (1.83%)	6 (0.85%)	18
<i>Malformazioni Congenite</i>	<b>740-759</b>	-	-	2 (0.52%)	1 (0.31%)	1 (0.14%)	4
<i>Altre Condizioni</i>	<b>760-779</b>	-	1 (0.30%)	-	1 (0.31%)	-	2
<i>Segni e Sintomi mal definiti</i>	<b>780-789</b>	1 (0.33%)	1 (0.30%)	1 (0.26%)	1 (0.31%)	1 (0.14%)	5
<i>Reperti Anomali</i>	<b>790-799</b>	4 (1.30%)	3 (0.91%)	7 (1.84%)	3 (0.92%)	12 (1.69%)	29
<i>Traumatismi e avvelenamenti</i>	<b>800-999</b>	7 (2.28%)	11 (3.35%)	16 (4.20%)	14 (4.28%)	33 (4.66%)	81
<b>Totale</b>	<b>1-999</b>	<b>307</b>	<b>328</b>	<b>381</b>	<b>327</b>	<b>708</b>	<b>2051</b>

**Tab. 7 -** Confronto della distribuzione di alcuni gruppi selezionati di cause dei decessi avvenuti a Milano tra il 5 e il 18 agosto degli anni compresi tra il 1999 e il 2003

Causa principale del decesso	Codice ICD-IX	1999-2002		2003		Totale
		N	%	N	%	
<i>Tumori</i>	<b>140-239</b>	540	40.21	166	23.45	706
<i>Malattie ghiandole endocrine/metabolismo/nutrizione</i>	<b>240-279</b>	36	2.68	35	4.94	71
<i>Malattie del sangue e organi ematopoietici</i>	<b>280-289</b>	7	0.52	3	0.42	10
<i>Disturbi Psicici</i>	<b>290-319</b>	22	1.64	10	1.41	32
<i>Malattie Sistema Nervoso Centrale</i>	<b>320-389</b>	35	2.61	35	4.94	70
<i>Malattie del Sistema Cardiocircolatorio</i>	<b>390-459</b>	428	31.87	270	38.14	698
<i>Malattie dell'Apparato Respiratorio</i>	<b>460-519</b>	88	6.55	83	11.72	171
<i>Malattie dell'Apparato Digerente</i>	<b>520-579</b>	62	4.62	19	2.68	81
<i>Malattie dell'Apparato Genitourinario</i>	<b>580-629</b>	27	2.01	11	1.55	38
<i>Traumatismi e avvelenamenti</i>	<b>800-999</b>	48	3.57	33	4.66	81
<i>Tutte le altre cause non comprese nei raggruppamenti precedenti</i>	<b>630-799</b>	50	3.72	43	6.07	93
<b>Totale</b>	<b>1-999</b>	<b>1343</b>		<b>708</b>		<b>2051</b>

Le stime del rischio associato a grandi raggruppamenti di cause di morte sono presentate in Tab. 8 per il periodo estivo del 2003 (giugno-agosto) e in Tab. 9 per i soli giorni di agosto 2003 corrispondenti alla più intensa e duratura onda di calore (5-18 agosto) della stagione. In ciascuno dei due confronti sono stati selezionati come riferimento i decessi avvenuti nell'arco di tempo corrispondente del quadriennio precedente. Resta confermato quanto già emerso dall'analisi descrittiva: a) le cause di morte associate a rischi più alti e statisticamente significativi riguardano le malattie del sistema nervoso centrale (OR=1.76; 95% CI 1.42-2.18), le malattie dell'apparato respiratorio (OR=1.49; 95% CI 1.29-1.73) e le malattie delle ghiandole endocrine, del metabolismo e della nutrizione (OR=1.43; 95% CI 1.14-1.79); b) la specificità dell'associazione del caldo intenso a queste cause di morte è confermata dall'innalzamento delle stime puntuali del rischio quando l'analisi è limitata ai soli decessi avvenuti nell'onda di calore di agosto; c) il rischio associato alle malattie del sistema cardiocircolatorio come cause di morte è più basso rispetto alle altre condizioni morbose ed è messo in evidenza solo dall'analisi ristretta ai giorni dell'onda di calore di agosto (OR=1.26; 95% CI 1.03-1.53).

**Tab. 8** - Rischi associati ad alcuni grandi raggruppamenti di cause di morte; confronto tra i decessi del periodo giugno-agosto 2003 e i decessi dello stesso periodo negli anni 1999-2002.

	<b>Decessi (1999-2002)</b>	<b>Decessi (2003)</b>	<b>Totale</b>	<b>OR</b>	<b>(95% CI)</b>
<i>Tumori</i>	3741 (38.74%)	926 (31.26%)	4666	<b>0.75</b>	<b>0.68-0.82</b>
<i>Malattie ghiandole endocrine/metabolismo/nutrizione</i>	263 (2.72%)	111 (3.75%)	374	<b>1.43</b>	<b>1.14-1.79</b>
<i>Malattie del sangue e organi ematopoietici</i>	41 (0.42%)	19 (0.64%)	60	1.47	0.85-2.53
<i>Disturbi Psicici</i>	137 (1.42%)	38 (1.28%)	175	0.89	0.62-1.28
<i>Malattie Sistema Nervoso Centrale</i>	245 (2.54%)	133 (4.49%)	378	<b>1.76</b>	<b>1.42-2.18</b>
<i>Malattie del Sistema Cardiocircolatorio</i>	3326 (34.44%)	1044 (35.25%)	4370	0.98	0.90-1.07
<i>Malattie dell'Apparato Respiratorio</i>	618 (6.40%)	282 (9.52%)	900	<b>1.49</b>	<b>1.29-1.73</b>
<i>Malattie dell'Apparato Digerente</i>	413 (4.28%)	121 (4.09%)	534	0.96	0.78-1.19
<i>Malattie dell'Apparato Genitourinario</i>	164 (1.70%)	57 (1.92%)	221	1.06	0.78-1.44
<i>Traumatismi e avvelenamenti</i>	386 (4.00%)	119 (4.02%)	505	1.06	0.86-1.30

**Tab. 9** - Rischi associati ad alcuni grandi raggruppamenti di cause di morte; confronto tra i decessi del periodo 5-18 agosto 2003 e i decessi dello stesso periodo negli anni 1999-2002

	<b>Decessi (1999-2002)</b>	<b>Decessi (2003)</b>	<b>Totale</b>	<b>OR</b>	<b>(95% CI)</b>
<i>Tumori</i>	540 (40.21%)	166 (23.45%)	706	<b>0.47</b>	<b>0.38-0.58</b>
<i>Malattie ghiandole endocrine/metabolismo/nutrizione</i>	36 (2.68%)	35 (4.94%)	71	<b>1.88</b>	<b>1.16-3.04</b>
<i>Malattie del sangue e organi ematopoietici</i>	7 (0.52%)	3 (0.42%)	10	0.89	0.23-3.51
<i>Disturbi Psicici</i>	22 (1.64%)	10 (1.41%)	32	0.87	0.41-1.86
<i>Malattie Sistema Nervoso Centrale</i>	35 (2.61%)	35 (4.94%)	70	<b>1.83</b>	<b>1.13-2.96</b>
<i>Malattie del Sistema Cardiocircolatorio</i>	428 (31.87%)	270 (38.14%)	698	<b>1.26</b>	<b>1.03-1.53</b>
<i>Malattie dell'Apparato Respiratorio</i>	88 (6.55%)	83 (11.72%)	171	<b>1.80</b>	<b>1.31-2.48</b>
<i>Malattie dell'Apparato Digerente</i>	62 (4.62%)	19 (2.68%)	81	0.59	0.35-1.00
<i>Malattie dell'Apparato Genitourinario</i>	27 (2.01%)	11 (1.55%)	38	0.77	0.38-1.57
<i>Traumatismi e avvelenamenti</i>	48 (3.57%)	33 (4.66%)	81	1.36	0.86-2.15

Il rischio associato alla comorbidità è stato analizzato secondo la procedura di Elixhauser con modelli di regressione logistica non condizionata che hanno considerato come variabili confondenti l'età e il sesso. Le trenta categorie di comorbidità previste sono state ridotte a ventidue dopo aver operato i seguenti accorpamenti: a) depressione, psicosi, abuso di alcol, abuso di droghe; b) anemie da perdita, anemie da deficit; c) tumori invasivi, tumori metastatici, linfomi; d) diabete semplice, diabete scompensato; e) paralisi, altri disturbi neurologici. Il confronto ha riguardato i ricoveri nei tre anni precedenti dei 2.968 decessi del periodo giugno-agosto del 2003 e dei 9671 decessi dello stesso periodo negli anni 1999-2002. Le stime dei rischi associati a ciascun raggruppamento di comorbidità sono riportati nelle Tab. 10a,b,c. Tutte le condizioni morbose croniche pre-esistenti a carico del sistema cardio-circolatorio aumentano fino a più che raddoppiarlo il rischio di morte per esposizione ad eccesso di calore. Anche i disturbi dell'equilibrio elettrolitico, le broncopneumopatie, i disturbi della coagulazione, il diabete, le patologie croniche del sistema nervoso, l'insufficienza renale cronica e i tumori hanno un comportamento analogo.

Un limite di questa modalità di analisi della comorbidità sta nel considerare una condizione morbosa per volta e, quindi, di non tenere conto della presenza contemporanea di condizioni morbose multiple in uno stesso soggetto, condizione questa che può determinare una situazione di peggiore adattamento a condizioni climatiche avverse.

La Tab. 11 permette di rilevare che la presenza rispetto all'assenza di condizioni morbose croniche aumenta del 40 % il rischio di morte quando esposti a caldo intenso. La stessa tabella, inoltre, mette in evidenza un chiaro gradiente di rischio a seconda che le condizioni morbose croniche presenti siano una sola (+ 16 %), due (+ 34 %), tre o più (+ 79 %).

**Tab. 10a** - Rischi associati alle categorie di comorbidità definite da Elixhauser

		<b>Decessi (1999-2002)</b>	<b>Decessi (2003)</b>	<b>OR</b>	<b>(95% CI)</b>
Scompenso cardiaco	<i>Assente</i>	9360 (96.78%)	2813 (94.78%)	1#	
	<i>Presente</i>	311 (3.22%)	155 (5.22%)	<b>1.62</b>	<b>1.33-1.98</b>
Aritmie cardiache	<i>Assente</i>	9252 (95.67%)	2714 (91.44%)	1#	
	<i>Presente</i>	419 (4.33)	254 (8.56%)	<b>2.00</b>	<b>1.70-2.36</b>
Malattie delle valvole cardiache	<i>Assente</i>	9504 (98.27%)	2898 (97.64%)	1#	
	<i>Presente</i>	167 (1.73)	70 (2.36%)	<b>1.36</b>	<b>1.03-1.81</b>
Patologie del circolo polmonare	<i>Assente</i>	9640 (99.68%)	2947 (99.29%)	1#	
	<i>Presente</i>	31 (0.32%)	21 (0.71%)	<b>2.33</b>	<b>1.33-4.06</b>
Vasculopatie periferiche	<i>Assente</i>	9352 (96.70%)	2862 (96.43%)	1#	
	<i>Presente</i>	319 (3.30%)	106 (3.57%)	1.09	0.87-1.36
Ipertensione	<i>Assente</i>	8305 (85.88%)	2448 (82.48%)	1#	
	<i>Presente</i>	1366 (14.12%)	520 (17.52%)	<b>1.28</b>	<b>1.15-1.43</b>
Paralisi e altre malattie neurologiche	<i>Assente</i>	9403 (97.23%)	2862 (96.43%)	1#	
	<i>Presente</i>	268 (2.77%)	106 (3.57%)	<b>1.33</b>	<b>1.06-1.68</b>
Broncopneumopatie cronico ostruttive	<i>Assente</i>	8872 (91.74%)	2695 (90.80%)	1#	
	<i>Presente</i>	799 (8.26%)	273 (9.20%)	1.14	0.99-1.32
		<b>9671</b>	<b>2968</b>		

# categoria di riferimento

(continua)

**Tab. 10b** - Rischi associati alle categorie di comorbidità definite da Elixhauser

		<b>Decessi (1999-2002)</b>	<b>Decessi (2003)</b>	<b>OR</b>	<b>(95% CI)</b>
Diabete	<i>Assente</i>	9157 (94.69%)	2701 (91.00%)	1#	
	<i>Presente</i>	514 (5.31%)	267 (9.00%)	<b>1.82</b>	<b>1.56-2.12</b>
Ipotiroidismo	<i>Assente</i>	9577 (99.03%)	2926 (98.58%)	1#	
	<i>Presente</i>	94 (0.97%)	42 (1.42%)	<b>1.46</b>	<b>1.01-2.10</b>
Insufficienza renale	<i>Assente</i>	9157 (94.69%)	2771 (93.36%)	1#	
	<i>Presente</i>	514 (5.31%)	197 (6.64%)	<b>1.28</b>	<b>1.08-1.52</b>
Malattie epatiche	<i>Assente</i>	9350 (96.68%)	2848 (95.96%)	1#	
	<i>Presente</i>	321 (3.32%)	120 (4.04%)	<b>1.37</b>	<b>1.10-1.70</b>
Ulcera peptica	<i>Assente</i>	9647 (99.75%)	2960 (99.73%)	1#	
	<i>Presente</i>	24 (0.25%)	8 (0.27%)	1.19	0.53-2.66
Infezione da HIV e AIDS	<i>Assente</i>	9633 (99.61%)	2959 (99.70%)	1#	
	<i>Presente</i>	38 (0.39%)	9 (0.30%)	1.07	0.51-2.22
Tutti i tumori maligni	<i>Assente</i>	8775 (90.74%)	2652 (89.35%)	1#	
	<i>Presente</i>	896 (9.26%)	316 (10.65%)	<b>1.25</b>	<b>1.09-1.43</b>
Artrite reumatoide e collagenopatie	<i>Assente</i>	9614 (99.41%)	2945 (99.23%)	1#	
	<i>Presente</i>	57 (0.59%)	23 (0.77%)	1.31	0.81-2.13
		<b>9671</b>	<b>2968</b>		

# categoria di riferimento

(continua)

**Tab. 10c** - Rischi associati alle categorie di comorbidità definite da Elixhauser

		<b>Decessi (1999-2002)</b>	<b>Decessi (2003)</b>	<b>OR</b>	<b>(95% CI)</b>
Malattie della coagulazione	<i>Assente</i>	9579 (99.05%)	2922 (98.45%)	1#	
	<i>Presente</i>	92 (0.95%)	46 (1.55%)	<b>1.82</b>	<b>1.27-2.61</b>
Obesità	<i>Assente</i>	9622 (99.49%)	2949 (99.36%)	1#	
	<i>Presente</i>	49 (0.51%)	19 (0.64%)	1.36	0.80-2.33
Perdita di peso corporeo	<i>Assente</i>	9628 (99.56%)	2950 (99.39%)	1#	
	<i>Presente</i>	43 (0.44%)	18 (0.61%)	1.45	0.84-2.53
Turbe dell'equilibrio idroelettrolitico	<i>Assente</i>	9529 (98.53%)	2872 (96.77%)	1#	
	<i>Presente</i>	142 (1.47%)	96 (3.23%)	<b>2.21</b>	<b>1.70-2.88</b>
Tutte le anemie	<i>Assente</i>	9261 (95.76%)	2786 (93.87%)	1#	
	<i>Presente</i>	410 (4.24%)	182 (6.13%)	<b>1.50</b>	<b>1.25-1.80</b>
Depressione, psicosi, abuso di alcool e droghe	<i>Assente</i>	9535 (98.59%)	2921 (98.42%)	1#	
	<i>Presente</i>	136 (1.41%)	47 (1.58%)	1.20	0.86-1.68
		<b>9671</b>	<b>2968</b>		

# categoria di riferimento

**Tab. 11** - Rischi associati alla presenza o assenza e alla presenza di un numero crescente di condizioni di comorbidità

		<b>Decessi (1999-2002)</b>	<b>Decessi (2003)</b>	<b>OR</b>	<b>(95% CI)</b>
<b>Qualsiasi comorbidità</b>	<i>Assente</i>	5602 (58.02%)	1494 (50.54%)	1#	
	<i>Presente</i>	4053 (41.98%)	1462 (49.46%)	<b>1.40</b>	<b>1.28-1.52</b>
<b>N° di comorbidità presenti</b>	<i>Assente</i>	5602 (58.02%)	1494 (50.54%)	1#	
	<i>1</i>	1508 (15.62%)	462 (15.63%)	<b>1.16</b>	<b>1.03-1.31</b>
	<i>2</i>	1338 (13.86%)	456 (15.43%)	<b>1.34</b>	<b>1.18-1.51</b>
	<i>3+</i>	1207 (12.50%)	544 (18.40%)	<b>1.79</b>	<b>1.59-2.02</b>

# categoria di riferimento

È stata condotta un'analisi finalizzata al riconoscimento di variabili demografiche e socio-economiche che, contribuendo a meglio connotare il rischio di morte per eccesso di caldo di specifici sottogruppi della popolazione, possano essere d'ausilio per la definizione di programmi di prevenzione o di assistenza mirata. Le stime del rischio associato ad alcune variabili demografiche e socio-economiche sono presentate in Tab. 12 per il periodo estivo del 2003 (giugno-agosto) e in Tab. 13 per i soli giorni di agosto 2003 corrispondenti alla più intensa e duratura onda di calore (5-18 agosto) della stagione. In ciascuno dei due confronti sono stati selezionati come riferimento i decessi avvenuti nell'arco di tempo corrispondente del quadriennio precedente. I risultati di maggior rilievo, in parte già messi in evidenza dall'analisi descrittiva, sono: a) anche dopo aver aggiustato per età resta un piccolo eccesso di rischio ai limiti della significatività statistica a sfavore delle donne (O.R.= 1.11; 95% C.I. 1.02-1.21); b) gli anziani e i molto anziani aumentano di più di un terzo il rischio di morte da eccesso di calore; c) un eccesso analogo è stato osservato a carico dei non coniugati (O.R.= 1.30; 95% C.I. 1.01-1.67); d) gli stranieri residenti a Milano subiscono un rischio del 50 % più grande di quello dei residenti di nazionalità italiana (O.R.= 1.50; 95% C.I. 1.05-2.15); e) le stime puntuali di rischio associate alle variabili demografiche e socio-economiche diventano più alte quando l'analisi è limitata ai soli decessi avvenuti nei giorni dell'onda di calore di agosto, a riprova di una specificità dell'associazione di queste variabili con il caldo intenso; f) non è chiaro se e come il luogo di decesso, la scolarità e il reddito abbiano rilevanza per le morti da calore. A tale riguardo occorre precisare che le informazioni sulle variabili socio-economiche sono state desunte dal certificato di morte e che spesso il dato era mancante. Si rende quindi necessaria una conferma dei rischi riportati mediante una rilevazione ad hoc.

**Tab. 12** - Rischi associati ad alcuni fattori demografici e socio-economici: confronto tra i decessi del periodo giugno-agosto 2003 e i decessi dello stesso periodo negli anni 1999-2002.

	<b>Decessi (1999-2002)</b>	<b>Decessi (2003)</b>	<b>Totale</b>	<b>OR</b>	<b>(95% CI)</b>
<b>Sesso</b>					
<i>Maschi</i>	4570 (47.25%)	1299 (43.77%)	5870	1#	
<i>Femmine</i>	5101 (52.75%)	1669 (56.23%)	6773	<b>1.11</b>	<b>(1.02-1.21)</b>
<b>Classe di età</b>					
<65	1516 (15.68%)	372 (12.53%)	1888	1#	
65-74	1881 (19.45%)	480 (16.17%)	2362	1.05	(0.90-1.22)
75-84	2884 (29.82%)	1020 (34.37%)	3907	<b>1.43</b>	<b>(1.25-1.64)</b>
85+	3390 (35.05%)	1096 (36.93%)	4486	<b>1.29</b>	<b>(1.13-1.48)</b>
<b>Stato civile</b>					
<i>Coniugato</i>	4335 (74.72%)	1281 (71.97%)	5616	1#	
<i>Non coniugato</i>	240 (4.14%)	87 (4.89%)	327	<b>1.30</b>	<b>(1.01-1.67)</b>
<i>Vedovo</i>	1227 (21.15%)	412 (23.15%)	1639	0.90	(0.69-1.18)
<b>Nazionalità</b>					
<i>Italiana</i>	9552 (98.93%)	2915 (98.55%)	12467	1#	
<i>Estera</i>	103 (1.07%)	43 (1.45%)	146	<b>1.50</b>	<b>(1.05-2.15)</b>
<b>Luogo decesso</b>					
<i>Abitazione</i>	2800 (29.05%)	924 (31.28%)	3724	1#	
<i>Ospedale</i>	5274 (54.72%)	1520 (51.46%)	6794	<b>1.15</b>	<b>(1.04-1.26)</b>
<i>RSA</i>	164 (1.70%)	38 (1.29%)	202	1.10	(0.98-1.25)
<i>Altro</i>	1400 (14.53%)	472 (15.98%)	1872	0.88	(0.61-1.26)
<b>Scolarità</b>					
<i>Elementare</i>	8379 (86.87%)	2582 (87.85%)	10961	1#	
<i>Medie</i>	534 (5.54%)	142 (4.83%)	676	0.94	(0.77-1.14)
<i>Superiori</i>	536 (5.56%)	160 (5.44%)	696	1.02	(0.85-1.22)
<i>Laurea</i>	197 (2.04%)	55 (1.87%)	252	0.98	(0.72-1.32)
<b>Reddito</b>					
<i>Basso</i>	2440 (25.27%)	714 (24.14%)	3154	1#	
<i>Medio basso</i>	2394 (24.80%)	761 (25.73%)	3155	1.10	(0.98-1.24)
<i>Medio alto</i>	2418 (25.05%)	731 (24.71%)	3149	1.04	(0.92-1.17)
<i>Alto</i>	2402 (24.88%)	752 (25.42%)	3154	1.08	(0.96-1.21)
<b>Totale</b>	<b>9671</b>	<b>2968</b>	<b>12639</b>		

# categoria di riferimento

**Tab. 13** - Rischi associati ad alcuni fattori demografici e socio-economici: confronto tra i decessi del periodo 5-18 agosto 2003 e i decessi dello stesso periodo negli anni 1999-2002

	<b>Decessi (1999-2002)</b>	<b>Decessi (2003)</b>	<b>Totale</b>	<b>OR</b>	<b>(95% CI)</b>
<b>Sesso</b>					
<i>Maschi</i>	726 (54.06%)	433 (61.16%)	1159	1#	
<i>Femmine</i>	617 (45.94%)	275 (38.84%)	892	<b>1.26</b>	<b>1.04-1.53</b>
<b>Classe di età</b>					
<65	176 (13.10%)	73 (10.31%)	249	1#	
65-74	260 (19.36%)	100 (14.12%)	360	0.92	0.64-1.32
75-84	425 (31.65%)	248 (35.03%)	673	1.36	0.99-1.86
85+	482 (35.89%)	287 (40.54%)	769	1.33	0.97-1.83
<b>Stato civile</b>					
<i>Coniugato</i>	592 (73.18%)	241 (61.79%)	833	1#	
<i>Non coniugato</i>	30 (3.71%)	26 (6.67%)	56	<b>1.98</b>	<b>1.15-3.42</b>
<i>Vedovo</i>	187 (23.11%)	123 (31.54%)	310	0.70	0.39-1.25
<b>Nazionalità</b>					
<i>Italiana</i>	1326 (98.73%)	696 (98.31%)	2022	1#	
<i>Estera</i>	17 (1.27%)	12 (1.69%)	29	1.51	0.71-3.21
<b>Luogo decesso</b>					
<i>Abitazione</i>	385 (28.75%)	240 (33.99%)	625	1#	
<i>Ospedale</i>	723 (54.00%)	328 (46.46%)	1051	<b>0.73</b>	<b>0.59-0.90</b>
<i>RSA</i>	213 (15.91%)	134 (18.98%)	347	0.93	0.71-1.23
<i>Altro</i>	18 (1.34%)	4 (0.57%)	22	0.42	0.14-1.26
<b>Scolarità</b>					
<i>Elementare</i>	1153 (85.92%)	627 (88.94%)	1780	1#	
<i>Medie</i>	69 (5.14%)	35 (4.96%)	104	1.02	0.66-1.56
<i>Superiori</i>	95 (7.08%)	30 (4.26%)	125	<b>0.61</b>	<b>0.40-0.94</b>
<i>Laurea</i>	25 (1.86%)	13 (1.84%)	38	1.07	0.54-2.12
<b>Reddito</b>					
<i>Basso</i>	353 (26.28%)	177 (25.00%)	530	1#	
<i>Medio basso</i>	341 (25.39%)	188 (26.55%)	529	1.10	0.98-1.24
<i>Medio alto</i>	346 (25.76%)	156 (22.03%)	502	1.04	0.92-1.17
<i>Alto</i>	303 (22.56%)	187 (26.41%)	490	1.08	0.96-1.21
<b>Totale</b>	<b>1343</b>	<b>708</b>	<b>2051</b>		

# categoria di riferimento

## Conclusioni

Gli effetti delle onde di calore - e più in generale del clima - sulla mortalità sono noti da molto tempo e molti lavori scientifici sono stati pubblicati per la descrizione di episodi sia in Italia (20,21), sia in Europa (22,23), sia negli Stati Uniti d'America(11,24). Tuttavia fino a tempi molto recenti tali eventi sono stati considerati quasi alla stregua di curiosità scientifica anziché come un reale problema di sanità pubblica. Due fattori di diversa natura hanno contribuito a rendere di attualità impellente questo problema: le segnalazioni sempre più frequenti ed allarmate dei meteorologi di un innalzamento planetario della temperatura associato a profonde mutazioni climatiche e l'evenienza di una estate eccezionalmente calda nel 2003 in Europa che ha indotto le autorità sanitarie di molti Paesi a collocare gli effetti del clima sulla salute umana tra le priorità della sanità pubblica.

A Milano valori così alti di temperatura e di umidità relativa come quelli dell'estate scorsa non sono stati registrati se non nei decenni e, nel caso di alcuni indici, nei secoli precedenti. La pressione sugli ospedali in agosto per eventi acuti riferibili all'eccesso di calore è stata fuori dell'ordinario e l'intervento dei media, fortemente condizionato dalla oggettiva incertezza che caratterizza le prime fasi del confronto con un (quasi) nuovo pericolo, ha più spesso contribuito all'allarmismo che alla gestione razionale dell'allarme.

L'Azienda sanitaria locale di Milano ha immediatamente riconosciuto la necessità di documentare ogni aspetto sanitario e socio-assistenziale del fenomeno per poter disporre di tutte le informazioni utili alla pianificazione di un sistema di sorveglianza e di intervento in occasione di future, probabili emergenze.

A Milano da giugno ad agosto 2003 si sono succedute onde di calore caratterizzate dalla combinazione di elevate temperature dell'aria associate ad elevati livelli di umidità relativa; queste condizioni climatiche e la particolare situazione metropolitana, che rende poco efficiente la dispersione notturna del calore, hanno determinato la permanenza ininterrotta per lunghi periodi di tempo di valori estremi degli indici di disagio.

Tale situazione ha portato all'incremento della mortalità totale dai valori medi pari a circa 2400 decessi nel periodo giugno-agosto degli anni 1995-2002 ai 2968 decessi osservati nello stesso periodo del 2003, con un incremento assoluto della mortalità generale pari a 560 eventi e un incremento relativo pari al 23,2 %. Tale effetto ha riguardato in particolar modo le donne e le classi di età più avanzate (75 anni ed oltre). La gran parte, ma non tutta, dell'eccesso di rischio legato al genere femminile è spiegato dalla maggior presenza di donne nelle classi di età avanzate.

È stato verificato, inoltre, che essere non coniugati (condizione fortemente correlata al vivere da soli), essere di nazionalità non italiana (condizione correlata all'isolamento sociale, alla insufficiente conoscenza della lingua italiana e all'accesso limitato alle informazione) ed essere portatori di condizioni morbose croniche contribuiscono a creare una condizione di maggiore fragilità e predisposizione a subire gli effetti letali delle onde di calore.

In particolare sono chiamate in causa le patologie che danneggiano i meccanismi di pompa del cuore (ischemia, aritmia, scompenso), che limitano la respirazione (broncopneumopatia, paralisi), che alterano la coagulazione o la densità del sangue (anemie, disidratazione, ipovolemia), che turbano l'equilibrio idroelettrolitico (insufficienza renale), che rendono inefficienti i meccanismi di termoregolazione (diabete, ipotiroidismo), che impediscono al soggetto di manifestare il proprio disagio (patologie psichiche e neurologiche).

Futuri sviluppi di questo rapporto riguardano: a) l'identificazione di strumenti più precisi di stima quantitativa degli effetti sulla mortalità prodotta dalle onde di calore; b) l'analisi del *harvesting*, lo studio cioè di quanto le onde di calore determinino l'anticipazione della morte di soggetti comunque destinati a morire in breve tempo; c) l'analisi delle risorse sanitarie assorbite (ricoveri, prestazioni di pronto soccorso, farmaci) dal sopravvenire di onde di calore. Tuttavia le informazioni contenute in questo rapporto sono già sufficienti per la progettazione di interventi volti a fronteggiare nuove emergenze. L'Azienda sanitaria locale, attraverso i flussi sanitari correnti organizzati in data-warehouse, è in grado di identificare tempestivamente - vale a dire con congruo anticipo rispetto alla comparsa di un'onda di calore - la popolazione residente che presenta condizioni di maggiore fragilità e di disaggregarla in sottogruppi destinatari di interventi preventivi o assistenziali specifici. L'ASL, inoltre, ha le competenze e le risorse informative per coordinare i diversi attori necessari alle azioni di prevenzione e di assistenza: medici di famiglia, ospedali,

volontari, operatori dell'assistenza sociale. Cruciale a riguardo è il completamento della sperimentazione (nella quale l'ASL di Milano è già coinvolta) di un sistema di previsione e allerta relativo (25-27) all'arrivo imminente di onde di calore e la definizione di piani operativi dettagliati di intervento multidisciplinare.



## Bibliografia

1. World Health Organization European Centre for Environment and Health Rome office Heatwaves: Impacts And Responses: fifty-third session of the WHO Regional Committee for Europe Vienna, Austria, 8–11 September 2003.
2. Hume M, Jenkins G, Brooks N, Cresswell D, Doherty R, Durman C. What is happening to global climate and why? In: Maynard RL, ed. Health effects of climate change in the UK. London: Department of Health, 2001: 18-47
3. McGeehin MA, Mirabelli M. The potential impacts of climate variability and change on temperature-related morbidity and mortality in the United States. *Environ Health Perspect.* 2001 May;109 Suppl 2:185-9.
4. Kalkstein LS, Greene JS. An evaluation of climate/mortality relationships in large U.S. cities and the possible impacts of a climate change. *Environ Health Perspect.* 1997 Jan;105(1):84-93.
5. Keatinge WR, Donaldson GC, Cordioli E, Martinelli M, Kunst AE, Mackenbach JP, Nayha S, Vuori I. Heat related mortality in warm and cold regions of Europe: observational study. *BMJ.* 2000 Sep 16;321(7262):650-1.
6. Kilbourne EM, Choi K, Jones TS, Thacker SB. Risk factors for heatstroke. A case-control study. *JAMA.* 1982 Jun 25;247(24):3332-6.
7. Knochel JP. Heat stroke and related heat stress disorders. *Dis Mon.* 1989 May;35(5):301-77.
8. Masterson, J.M., and F. A. Richardson, 1979: Humidex, A Method of Quantifying Human Discomfort Due to Excessive Heat and Humidity, CLI 1-79, Environment Canada, Atmospheric Environment Service, Downsview, Ontario, 45 pp.
9. Nelson N., Eichna LW., Hovath SM Thermal exchanges of man at high temperature. *Am J Physiol* 1947 151; 626-52
10. Bouchama A, Knochel JP. Heat stroke. *N Engl J Med.* 2002 Jun 20;346(25):1978-88.
11. WHO - Heat-related illnesses, deaths and risk factors-Cincinnati and Dayton, Ohio, 1999, and United-States, 1979-1997, *MMWR Weekly*, 2000, 49(21):470-3.
12. Ellis FP. Mortality from heat illness and heat-aggravated illness in the United States. *Environ Res.* 1972 Mar;5(1):1-58.
13. Ellis FP, Nelson F. Mortality in the elderly in a heat wave in New York City, August 1975. *Environ Res.* 1978 Jun;15(3):504-12.
14. Kilburn EM AND heat waves and hot environment. In *Public health Consequences of Disaster.* New York Oxford University Press 1997

15. Katsouyanni K, Pantazopoulou A, Touloumi G, Tselepidaki I, Moustris K, Asimakopoulos D, Pouloupoulou G, Trichopoulos D. Evidence for interaction between air pollution and high temperature in the causation of excess mortality. *Arch Environ Health*. 1993 Jul-Aug;48(4):235-42.
16. Jones TS, Liang AP, Kilbourne EM, Griffin MR, Patriarca PA, Wassilak SG, Mullan RJ, Herrick RF, Donnell HD Jr, Choi K, Thacker SB. Morbidity and mortality associated with the July 1980 heat wave in St Louis and Kansas City, Mo. *JAMA*. 1982 Jun 25;247(24):3327-31.
17. Greenberg JH, Bromberg J, Reed CM, Gustafson TL, Beauchamp RA. The epidemiology of heat-related deaths, Texas--1950, 1970-79, and 1980. *Am J Public Health*. 1983 Jul;73(7):805-7.
18. Schuman SH. Patterns of urban heat-wave deaths and implications for prevention: data from New York and St. Louis during July, 1966. *Environ Res*. 1972 Mar;5(1):59-75.
19. Elixhauser A, Steiner C, Harris DR & Coffey RM (1998): Comorbidity measures for use with administrative data. *Med Care*; 36, 8-27.
20. Costa G., Colombo S., Zanetti R., D'Ambrosio R., Rosso S., Ponti A., Segnan N. Stato di salute della popolazione a Torino. Cause di morte nei residenti, anno 1982, USL 1/23, Torino 1984
21. Michelozzi P, Fano V, Forastiere F, Barca A, Kalkstein LS, Perucci CA. Weather conditions and elderly mortality in Rome during summer. *Bulletin of the World Meteorological Organization* 2000; 49(4):348-355.
22. Diaz J, Jordan A, Garcia R, Lopez C, Alberdi JC, Hernandez E, Otero A. Heat waves in Madrid 1986-1997: effects on the health of the elderly. *Int Arch Occup Environ Health*. 2002 Mar;75(3):163-70
23. Huynen MM, Martens P, Schram D, Weijenberg MP, Kunst AE. The impact of heat waves and cold spells on mortality rates in the Dutch population. *Environ Health Perspect*. 2001 May;109(5):463-70.
24. Wolfe MI, Kaiser R, Naughton MP, Mirabelli MC, Yoon SS, Hanzlick R, Henderson AK. Heat-related mortality in selected United States cities, summer 1999. *Am J Forensic Med Pathol*. 2001 Dec;22(4):352-7.
25. Kalkstein LS and Valimont KM. An Evaluation of summer discomfort in the United States using a relative climatological index, *Bulletin of the American Meteorological Society* 1986; 67(7): 842-48 .
26. Kalkstein, L.S., M.C. Nichols, C.D. Barthel and J.S. Greene, 1996. A New Spatial Synoptic Classification: Application to Air Mass Analysis. *International Journal of Climatology*, 16:983-1004.
27. Kalkstein, L.S., P.F. Jamason, J.S. Greene, J. Libby and L. Robinson, 1996. The Philadelphia Hot Weather-Health Watch/Warning System: Development and Application, Summer 1995. *Bulletin of the American Meteorological Society*, 77:1519-1528.