



Regione Lazio
Dipartimento di Epidemiologia ASL RME
Centro di Competenza Nazionale



Rapporto sui Risultati dei Sistemi di Allarme e del Sistema di Sorveglianza della Mortalità Estiva nelle Città Italiane.

1 Giugno - 30 Settembre, 2004



**RAPPORTO SUI RISULTATI DEI SISTEMI DI ALLARME E DEL SISTEMA DI
SORVEGLIANZA DELLA MORTALITA' ESTIVA
NELLE CITTA' ITALIANE.**

1 GIUGNO- 30 SETTEMBRE, 2004

A cura di:

G. Accetta,
F. de' Donato,
M. D'Ovidio,
D. D'Ippoliti,
U. Kirchmayer,
P. Michelozzi,
C.A. Perucci.



Hanno collaborato per la produzione dei dati utilizzati nel rapporto:

Gli ufficio anagrafici dei Comuni di: Bagno a Ripoli (FI), Bologna, Brescia, Firenze, Genova, Milano, Palermo, Roma e Torino;

Il Centro Nazionale di Meteorologia e Climatologia (CNMCA) dell'Aeronautica Militare.

Si ringraziano per la collaborazione scientifica e la discussione per la preparazione del rapporto:

M. Di Gennaro, *Dipartimento della Protezione Civile*

B. De Bernardinis *Ufficio Pianificazione, Valutazione e Prevenzione dei Rischi, Dipartimento della Protezione Civile*

R. Di Silvestre, *Servizio Rischio Ambientale e Sanitario, Dipartimento della Protezione Civile*

IL Centro Operativo Veglia Meteo, *Dipartimento della Protezione Civile*

L. Bisanti e A. Russo, *ASL Città di Milano*

A. Biggeri, *Dipartimento di Statistica, Università degli Studi di Firenze*

E Cadum e M. Demaria. *ARPA Piemonte*

E. Chellini, *Centro per lo Studio e la Prevenzione Oncologica, Firenze*

F. Francia, P. Pandolfi, D. Agostini, *ASL Bologna*

R. Miglio, *Dipartimento Scienze Statistiche "Paolo Fortunati" Università di Bologna*

E. Palummeri, *ASL 3 Genova*

G. Guerrini, *Settore Servizi Sanitari, Comune di Brescia*

S. Tibaldi, *Servizio Meteorologico Regionale, ARPA-SIM Emilia Romagna*



INDICE

	Pag
1. Sistemi di sorveglianza delle condizioni meteorologiche e della mortalità estiva.....	6
1.1 Sintesi delle condizioni meteorologiche.....	7
<i>Tabella 1. Estate 2004: Temperatura apparente massima mensile prevista e numero di giorni con Tappmax > 90° percentile (livello soglia).....</i>	<i>9</i>
<i>Tabella 2. Confronto tra la temperatura apparente massima media osservata nel 2004 e nel periodo di riferimento.</i>	<i>9</i>
<i>Tabella 3. Numero di giorni con Tappmax > 90° percentile (livello soglia) nel 2004 e nel periodo di riferimento.</i>	<i>10</i>
<i>Figura 1. Andamento della temperatura apparente massima durante l'estate 2003 e 2004.</i>	<i>11</i>
1.2 Sistemi di allarme (HHWWS)	12
<i>Tabella 4. Risultati del sistema di allarme HHWWS: frequenza delle masse d'aria oppressive e numero di giorni di allarme per il periodo giugno-agosto 2004.....</i>	<i>13</i>
<i>Tabella 5. Numero di giorni di massa d'aria oppressive (MT+, DT) per mese nel 2003 e nel 2004.</i>	<i>13</i>
<i>Tabella 6. Sensibilità e specificità del sistema HHWWS durante l'estate (giugno-agosto) 2004 – confronto fra i giorni classificati come allarme e non allarme utilizzando le previsioni e le osservazioni meteorologiche.....</i>	<i>14</i>
1.3 Sistema di rilevazione rapida della mortalità	15
<i>Tabella 7. Numero dei decessi osservati per mese nelle diverse classi di età per il periodo giugno-settembre 2004.</i>	<i>16</i>
<i>Tabella 8. Decessi mensili previsti, attesi e stima dell'eccesso osservato nella classe di età 65+ per il periodo giugno-settembre 2004.</i>	<i>17</i>
<i>Figura 2. Andamento giornaliero della temperatura apparente massima, del numero di decessi osservati e attesi nella classe di età 65+ dal 1 Giugno al 30 settembre 2004.</i>	<i>18</i>
2. Analisi dell'associazione tra temperatura e mortalità: confronto tra estate 2004, estate 2003 e periodo di riferimento.....	20
2.1 Materiali e metodi	20
2.2 Risultati e Discussione	21
<i>Figura 3. Relazione tra mortalità totale e temperatura massima apparente per il periodo giugno-agosto. Confronto tra 2004, 2003 e periodo di riferimento.....</i>	<i>23</i>
<i>Tabella 9 . Incremento percentuale di mortalità giornaliera associato ad incrementi di 1 °C per valori superiori al punto di svolta (valore soglia) a Roma, Bologna, Torino e Milano. Confronto tra 2004, 2003 e periodo di riferimento.....</i>	<i>24</i>



3. Confronto degli eccessi di mortalità nei giorni classificati di allarme/non allarme e nei giorni falsi positivi e falsi negativi.....	25
<i>Tabella 10. Schema della classificazione dei giorni sulla base dei risultati dei sistemi di allarme, della mortalità prevista e osservata.....</i>	<i>25</i>
<i>Figura 4. Confronto degli eccessi di mortalità nei giorni classificati come allarme/non allarme utilizzando le previsioni e le osservazioni meteorologiche.....</i>	<i>27</i>
4. Conclusioni.....	28



1. Sistemi di sorveglianza delle condizioni meteorologiche e della mortalità estiva.

Nel 2004 il Dipartimento della Protezione Civile ha attivato il progetto “Valutazione degli effetti del clima sulla salute e sistema nazionale di allarme per la prevenzione dell’impatto delle ondate di calore” a cui, per il primo anno, partecipano otto città: Torino, Brescia, Milano, Bologna, Genova, Firenze, Roma e Palermo.

Durante l’estate 2003 in quattro città (Torino, Milano, Bologna e Roma) era stato già attivato il monitoraggio delle condizioni meteorologiche e la sperimentazione di sistemi di allarme. In queste città i sistemi di allarme sono stati resi operativi nell’estate 2004; nelle altre città sistemi di allarme sono stati attivati in via sperimentale.

Si rammenta che la città di Torino ha deciso di adottare un modello di allarme elaborato dall’ARPA Piemonte.

Durante il periodo di attivazione dei modelli di allarme (giugno-agosto) il Centro Nazionale di Meteorologia e Climatologia (CNMCA) dell’Aeronautica Militare ha fornito giornalmente le previsioni meteorologiche a 72 ore relative alla stazione meteorologica aeroportuale più vicina alla città (Bologna: Borgo Panigale, Milano: Linate, Roma: Ciampino, Torino: Caselle, Brescia: Ghedi, Firenze: Peretola, Genova: Cristoforo Colombo, Palermo: Boccadifalco).

Nell’estate 2004 è stato attivato nelle otto città un sistema rapido di rilevazione della mortalità giornaliera per il monitoraggio e sorveglianza della mortalità associata alle ondate di calore e per la valutazione della validità dei modelli di previsione attivati.

Durante il periodo 1 giugno-30 settembre 2004 l’Ufficio anagrafe (decessi) del Comune ha trasmesso giornalmente al Centro Nazionale di Competenza (CCN) i dati delle denunce di decesso relative alla popolazione residente e presente nel Comune.



1.1 Sintesi delle condizioni meteorologiche.

Nella tabella 1 sono riportati, per le quattro città in cui è stato attivato il sistema HHWWS (Bologna, Milano, Roma, Torino), le **previsioni** dei valori di temperatura apparente massima (Tappmax), nei diversi mesi, ed il numero di giorni in cui è stato superato il livello soglia (>90°percentile). Le temperature medie mensili più elevate sono quelle relative alla città di Milano.

Nelle tabella 2 vengono confrontati i valori medi di temperatura apparente massima **osservata**, in ciascun mese, con i valori osservati nel periodo di riferimento, nelle città incluse nel sistema di sorveglianza della mortalità estiva (Torino, Milano, Brescia, Bologna, Genova, Firenze, Roma, Palermo). Si evidenzia come nei mesi di giugno e luglio 2004, nella maggior parte delle città, i valori osservati siano inferiori a quelli del periodo di riferimento. Fanno eccezione Milano e Torino dove nel mese di giugno 2004 sono state registrate delle temperature più elevate rispetto al periodo di riferimento (+2.2°C e +0.9°C rispettivamente). Un incremento particolarmente elevato è stato osservato per la città di Milano dove l'andamento della temperatura apparente massima media del mese di giugno mostra un significativo trend in aumento dal 1992 al 2002.

Nel mese di luglio solo a Milano e a Palermo sono state registrate temperature in media più elevate rispetto al periodo di riferimento (+0.5°C e +1.2°C rispettivamente).

Nel mese di agosto le temperature medie osservate sono state significativamente più basse a Torino (-1.9 °C), Roma (-1°C) e Bologna (-2°C) e simili al periodo di riferimento nelle altre città, ad eccezione di Palermo dove le temperature massime sono state in media più elevate durante il mese di agosto 2004 rispetto agli anni precedenti (+1.4°C).

Nell'estate 2004 la frequenza di giorni con valori di Tappmax superiori al valore soglia è stata inferiore rispetto al periodo di riferimento, in tutte le città ad eccezione di Milano durante il mese di giugno e a Palermo nei mesi di luglio ed agosto (Tabella 3).

Nella parte superiore della Figura 2 (paragrafo 1.3) è riportato l'andamento temporale della temperatura apparente massima nelle otto città.

Durante il mese di giugno le temperature massime registrate sono state relativamente basse in tutte le città nella prima settimana; un incremento di temperatura è stato osservato a partire dal 7-8 giugno, con scarti tra 3 e 6 C° rispetto al giorno precedente. Un secondo incremento della temperatura è stato osservato negli ultimi giorni di giugno in quasi tutte le città (Figura 2).

A luglio l'andamento della temperatura apparente massima mostra livelli più elevati durante la prima settimana e nelle ultime due settimane del mese in tutte le città, ad eccezione che a Palermo, dove un picco di temperatura è stato osservato nella terza settimana. Le città in cui durante il mese di luglio sono stati registrati i valori più alti di temperatura sono state Roma e Milano, con picchi di Tappmax superiore a 34 °C. A Palermo la Tappmax registrata è stata superiore a 30°C per quasi tutto il mese. Verso la fine del mese (23-25 luglio), in tutte le città sono state osservate le temperature più alte registrate dall'inizio dell'estate (Figura2).



Durante il mese di Agosto le temperature più elevate si sono osservate nei primi giorni del mese e tra il 10-12 agosto, con i picchi di Tappmax più elevati registrati a Milano, Brescia e Palermo. Durante la seconda metà del mese di agosto le temperature più elevate sono state osservate nei giorni compresi tra il 16 ed il 20 agosto in quasi in tutte le città. Dopo il 20 agosto è stato registrato un calo delle temperature di 5-6°C, con valori che si sono mantenuti stabili fino alla fine del mese (Figura 2).

Nella Figura 1 viene confrontato l'andamento giornaliero della temperatura apparente massima nell'estate 2004 e nell'estate 2003 nelle quattro città (Torino, Milano, Bologna, Roma) in cui era già attivo un sistema di sorveglianza delle condizioni meteorologiche. La figura mostra come le temperature nel 2003 siano state sistematicamente più elevate di quelle registrate nel 2004, ed in particolare nei mesi di giugno ed agosto. Inoltre, si può notare come nel 2003 si siano registrati episodi prolungati di ondate di calore, mentre nel 2004 si sono avuti picchi di temperatura più brevi ed isolati.

In conclusione, durante l'estate 2004 sono stati osservati in quasi tutte le città, valori di temperatura inferiori ai valori medi di riferimento. I picchi di temperatura osservati sono stati inferiori a quelli verificatisi nel 2003 per numero, intensità e durata. In particolare è da rilevare che sono stati registrati pochi giorni consecutivi con valori di temperature elevati e quindi che le ondate di calore registrate sono state di breve durata.



Tabella 1. Estate 2004: Temperatura apparente massima mensile prevista e numero di giorni con Tappmax > 90° percentile (livello soglia).

città	Giugno		Luglio		Agosto	
	<i>Tapp max media</i>	<i>N° gg Tappmax >90°percentile</i>	<i>Tapp max media</i>	<i>N° gg Tappmax >90°percentile</i>	<i>Tapp max media</i>	<i>N° gg Tappmax >90°percentile</i>
Bologna	26.8	3	29.6	6	30.2	5
Milano	30.1	14	31.2	10	30.1	7
Roma	27.1	3	30.4	5	30.4	7
Torino	26.6	8	29.8	17	27.6	8

* per le città in cui è stato attivo il sistema durante tutto il periodo estivo

Tabella 2. Confronto tra la temperatura apparente massima media osservata nel 2004 e nel periodo di riferimento.

città	Giugno			Luglio			Agosto		
	<i>2004</i>	<i>Periodo riferimento</i>	<i>diff.</i>	<i>2004</i>	<i>Periodo riferimento</i>	<i>diff.</i>	<i>2004</i>	<i>Periodo riferimento</i>	<i>diff.</i>
Torino	24.8	23.9	+0.9	26.7	28.6	-1.9	26.5	28.4	-1.9
Brescia	25.8	26.2	-0.4	28.6	29.6	-1.0	29.8	29.4	+0.4
Milano	30.0	27.8	+2.2	31.7	31.2	+0.5	31.1	30.8	+0.3
Bologna	26.3	28.5	-2.2	29.0	31.2	-2.2	29.6	31.6	-2.0
Genova	26.5	28.2	-1.7	29.3	30.2	-0.9	31.3	31.7	-0.4
Firenze	27.1	27.7	-0.6	30.7	31.1	-0.4	31.7	31.2	+0.5
Roma	26.9	27.6	-0.7	30.3	30.5	-0.2	30.5	31.5	-1.0
Palermo	27.2	27.3	-0.1	31.6	30.4	+1.2	33.1	31.7	+1.4

Periodo di riferimento: Bologna (1996-02), Brescia (1993-02), Genova (1999-03), Milano (1995-02), Palermo (1995-00), Roma (1995-02), Torino (1991-99), Firenze (1995-02).



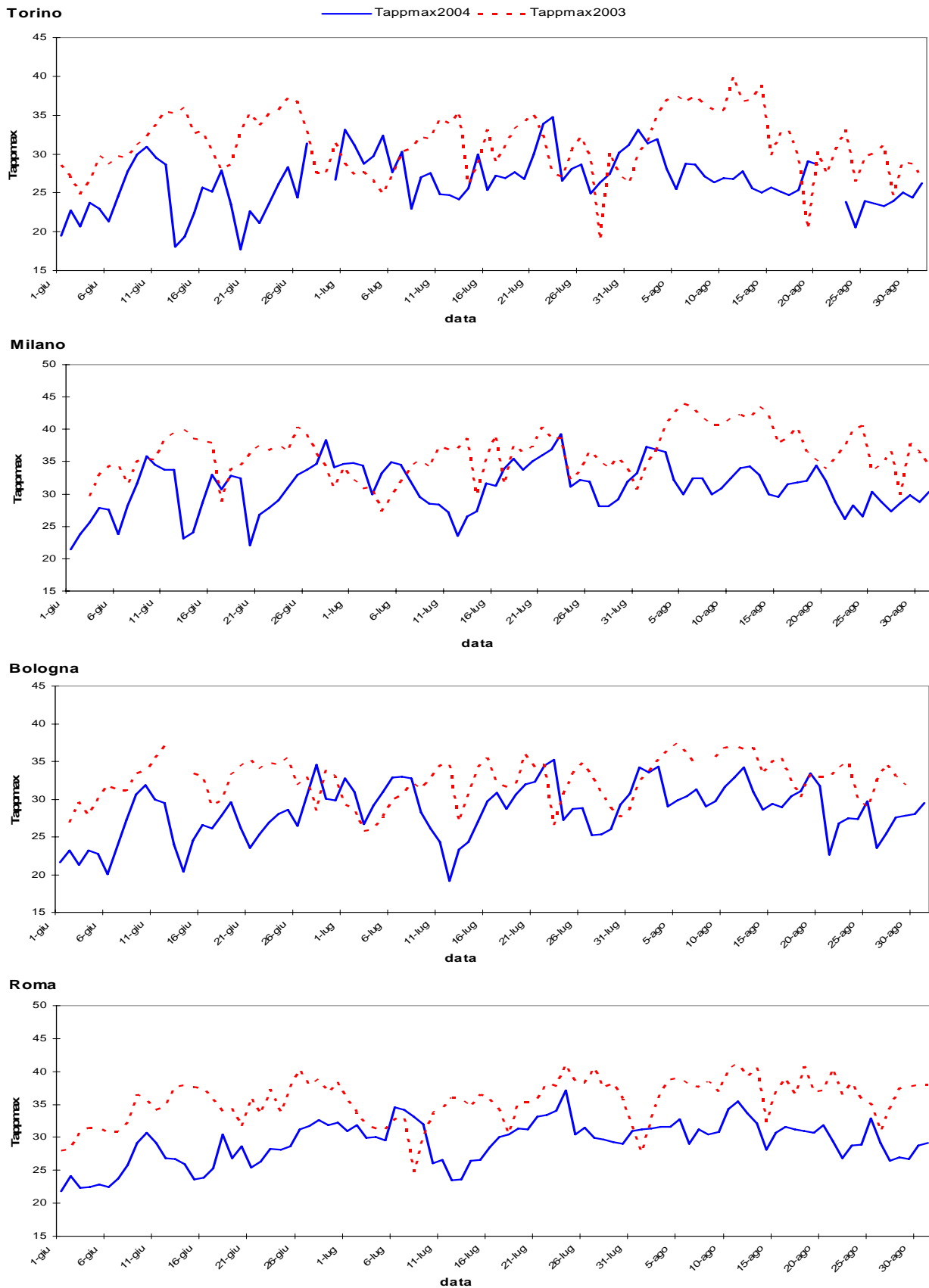
Tabella 3. Numero di giorni con Tappmax > 90° percentile (livello soglia) nel 2004 e nel periodo di riferimento.

città	Giugno		Luglio		Agosto	
	N° gg Tappmax >90° percentile		Tapp max N° gg Tappmax		Tapp max N° gg Tappmax	
	2004	Periodo riferimento	2004	Periodo riferimento	2004	Periodo riferimento
Torino	3	4	5	14	3	12
Brescia	0	3	3	10	7	10
Milano	12	11	15	19	12	19
Bologna	1	5	6	9	5	10
Genova	1	5	6	9	14	17
Firenze	2	6	9	13	12	14
Roma	3	4	7	10	5	14
Palermo	1	2	15	8	19	15

Periodo di riferimento: Bologna (1996-02), Brescia (1993-02), Genova (1999-03), Milano (1995-02), Palermo (1995-00), Roma (1995-02), Torino (1991-99), Firenze (1995-02).



Figura 1. Andamento della temperatura apparente massima durante l'estate 2003 e 2004.





1.2 Sistemi di allarme (HHWWS)

Nella tabella 4 sono sintetizzati i risultati dei sistemi di allarme nelle quattro città in cui è stato reso operativo il sistema di allarme. Per ogni città è riportata la frequenza delle masse d'aria associate a condizioni di rischio, ed il numero di giorni di allarme. A giugno il maggior numero di giorni a rischio, prevalentemente associati alla massa d'aria Tropicale Umido (MT), è stato registrato a Milano. Nel mese di luglio in tutte le città è stato registrato il numero più elevato di allarmi. A Bologna, Roma e Torino gli allarmi sono stati associati alle masse d'aria Tropicale Secco (DT) e Tropicale Umido (MT), mentre a Milano le condizioni climatiche oppressive sono state associate alle masse d'aria tropicali umide (MT e MT+). Ad agosto non si sono verificate condizioni climatiche a rischio per la popolazione ed i sistemi HHWWS hanno segnalato solo giorni isolati di allarme.

Nella tabella 5 è confrontata la frequenza di giorni di allarme, con masse d'aria oppressive DT ed MT+, nel 2003 e nel 2004. Si rammenta che nel 2003 erano classificati "a rischio" solo i giorni con masse d'aria DT e MT+. Nel 2004 sono state apportate alcune modifiche ai modelli di previsione che hanno consentito di includere fra le masse d'aria a rischio anche quelle associate ad un minore incremento di mortalità. Masse d'aria di tipo DM, MM, MT o TR possono essere classificate a rischio se osservate in una sequenza di giorni con elevate temperature e masse d'aria offensive (MT+ e DT). Si evidenzia come nella passata estate non si siano registrate condizioni particolarmente oppressive nelle quattro città in cui era attivo il sistema di allarme nell'estate 2003 (Tabella 5).

Per valutare la validità dei sistemi di allarme HHWWS nelle città di Bologna, Milano, Roma e Torino sono stati confrontati il numero totale di giorni di allarme previsti dal sistema durante il periodo estivo (giugno-agosto) con il numero totale di giorni di allarme generati dai modelli utilizzando i dati meteorologici osservati.

La sensibilità (sens) misura la capacità del modello di identificare i giorni di vero allarme. Si può notare come i quattro modelli sono stati in grado di individuare correttamente circa il 70% dei giorni a rischio (la sensibilità del modello varia da 0.64 di Roma a 0.82 di Torino). Analogamente, la specificità (spec) misura la capacità del modello di identificare i giorni di vero non allarme. I quattro modelli hanno un'elevata specificità e quindi sono stati più accurati nel classificare i giorni di non allarme; la specificità dei modelli varia da 0.82 a Torino a 0.92 a Milano (Tabella 6).

Nella tabella 6 vengono inoltre riportati il valore predittivo positivo (VPP) che misura la proporzione di allarmi correttamente classificati dal modello come allarmi, ed valore predittivo negativo (VPN) che misura la proporzione di giorni non a rischio classificati dal modello come non allarmi. Il VPP più elevato è stato riscontrato per la città di Milano, dove il sistema di allarme HHWWS ha classificato correttamente l'89% dei giorni con condizioni oppressive, mentre nelle altre città il VPP è stato più basso. In tutte le città il valore predittivo negativo è uguale o superiore al 90%, tranne a Milano dove raggiunge l'80%.



Tabella 4. Risultati del sistema di allarme HHWS: frequenza delle masse d'aria oppressive e numero di giorni di allarme per il periodo giugno-agosto 2004.

città	massa d'aria*	Giugno		Luglio		Agosto	
		Frequenza	N° allarmi	Frequenza	N° allarmi	Frequenza	N° allarmi
Bologna	DT	1	1	5	4	1	1
	MT	3	2	4	3	10	2
	MT+	-	-	-	-	-	-
	TR	15	2	6	1	-	-
Milano	DT	1	1	2	2	-	-
	MT	10	7	8	8	8	7
	MT+	1	1	2	2	-	-
	TR	12	5	4	1	4	-
	DM	-	-	-	-	2	2
Roma	DT	3	3	8	8	-	-
	MT	3	2	6	5	11	4
	MT+	-	-	-	-	-	-
	TR	1	1	1	-	7	-
	DM	-	-	2	2	1	1
Torino	DT	7	6	5	5	-	-
	MT	3	1	4	3	6	2
	MT+	1	1	-	-	-	-
	MM	-	-	-	-	1	1
	DM	1	1	6	6	1	1

Masse d'aria oppressive : Tropicale Secco (DT), Moderato Secco (DM), Moderato Umido (MM), Tropicale Umido (MT), Tropicale Umido + (MT+), Transizione (TR),

Tabella 5. Numero di giorni di massa d'aria oppressive (MT+, DT) per mese nel 2003 e nel 2004.

città	Giugno		Luglio		Agosto	
	2003	2004	2003	2004	2003	2004
Bologna	6	1	6	4	11	1
Milano	17	2	3	4	13	-
Roma	15	3	14	8	14	-
Torino	7	8	3	5	7	-



Tabella 6. Sensibilità e specificità del sistema HHWS durante l'estate (giugno-agosto) 2004 – confronto fra i giorni classificati come allarme e non allarme utilizzando le previsioni e le osservazioni meteorologiche.

Bologna

previsioni	osservazioni		Totale	sens= 0.64 spec= 0.90
	Allarme	Nessun Allarme		
Allarme	9	8	17	VPP = 0.53 VPN = 0.93
Nessun Allarme	5	70	75	
Totale	14	78	92	

Roma

previsioni	osservazioni		Totale	sens= 0.71 spec= 0.85
	Allarme	Nessun Allarme		
Allarme	15	11	26	VPP = 0.58 VPN = 0.91
Nessun Allarme	6	60	66	
Totale	21	71	92	

Milano

previsioni	osservazioni		Totale	sens= 0.73 spec= 0.92
	Allarme	Nessun Allarme		
Allarme	32	4	36	VPP = 0.89 VPN = 0.79
Nessun Allarme	12	44	56	
Totale	44	48	92	

Torino

previsioni	osservazioni		Totale	sens= 0.81 spec= 0.82
	Allarme	Nessun Allarme		
Allarme	13	14	27	VPP = 0.48 VPN = 0.95
Nessun Allarme	3	62	65	
Totale	16	76	92	



1.3 Sistema di rilevazione rapida della mortalità

Nella tabella 7 e 8 sono sintetizzati i risultati del sistema di rilevazione rapida della mortalità nelle otto città (Torino, Milano, Brescia, Bologna, Genova, Firenze, Roma, Palermo). E' da evidenziare che in tutte le città, ad eccezione di Torino, sono stati notificati i decessi totali e non è stata specificata, come richiesto, la quota di decessi per cause violente.

Nella tabella 7 sono riportati, per ogni città, il totale dei decessi mensili osservati per classi di età (Totale; 0-64 anni; 65-74 anni; 75 e oltre). E' evidente, soprattutto nelle classi di età più anziane, una sistematica diminuzione del numero di decessi nel mese di agosto, attribuibile alla riduzione della popolazione presente.

La tabella 8 mostra i decessi registrati nella classe di età +65 anni, la mortalità attesa e l'eccesso stimato (differenza tra osservato e atteso) per mese. A Brescia e Palermo la mortalità del 2004 è di circa il 30% inferiore all'atteso e ciò fa supporre una possibile sottostima dei dati di mortalità notificati.

Per Firenze e Genova non sono disponibili i dati di riferimento, per cui vengono riportati solo i valori osservati per mese.

Durante il mese di giugno, una mortalità inferiore all'atteso è stata osservata a Bologna e Milano, oltre che a Brescia e Palermo (Tabella 8). A Torino la mortalità è stata di poco superiore all'atteso a causa di un eccesso di mortalità registrato nella prima parte del mese (58 morti in eccesso, incremento del 25%), in parte compensata da una mortalità inferiore all'atteso nella seconda parte del mese. Anche a Roma la mortalità nel mese di giugno è stata di poco superiore all'atteso: tale eccesso è attribuibile ad alcuni picchi di mortalità registrati durante l'ultima settimana di giugno (Figura 2).

Durante il mese di luglio si è registrata una mortalità inferiore all'atteso in tutte le città; il decremento varia dal 3% per la città di Torino fino al 36% per la città di Palermo. A Roma si è osservato un picco di mortalità nella prima parte del mese in concomitanza con tre giorni consecutivi di allarme che sono stati segnalati dal sistema HHWWS. A Milano si è registrata una mortalità superiore all'atteso durante la metà del mese di luglio, quando sono state osservate temperature superiori a 30°C.

Ad agosto le città in cui è stata rilevata una mortalità inferiore all'atteso sono state Milano Roma, oltre a Brescia e Palermo. A Bologna e Torino, invece, sono stati rilevati lievi incrementi della mortalità osservata (Tabella 8 e Figura 2).

Durante il mese di settembre si è osservata una mortalità inferiore o pari all'atteso in tutte le città. E' da rilevare a Palermo una sottostima dei decessi essendo stati notificati 106 decessi in meno (-52%) rispetto all'atteso; in particolare risultano sottostimati i decessi relativi all'ultima settimana del mese di settembre.

Complessivamente i risultati del sistema di rilevazione rapida della mortalità sono stati soddisfacenti e hanno consentito il monitoraggio, nel corso della stagione estiva dell'andamento giornaliero della mortalità. Il confronto di questi dati con quelli relativi al flusso di schede di morte ISTAT consentirà di validare, per ogni città, i dati raccolti.



Nell'estate 2005 il sistema di rilevazione verrà migliorato con l'obiettivo principale di ridurre i ritardi di notifica; la rilevazione verrà inoltre estesa anche ad altre città.

Tabella 7. Numero dei decessi osservati per mese nelle diverse classi di età per il periodo giugno - settembre 2004.

Città	Periodo	Mortalità osservata			
		Mortalità Totale	0-64 anni N (%)	65-74 anni N (%)	75 anni e oltre N (%)
Torino	Giugno	574	86 (15)	104 (18)	384 (67)
	Luglio	529	72 (13)	114 (22)	343 (65)
	Agosto	511	62 (12)	110 (22)	339 (66)
	Settembre	497	82 (16)	100 (20)	315 (64)
Brescia	Giugno	112	12 (11)	28 (25)	72 (64)
	Luglio	109	12 (11)	25 (23)	72 (66)
	Agosto	120	20 (17)	23 (19)	77 (64)
	Settembre	120	21 (17)	27 (23)	72 (60)
Milano	Giugno	762	99 (13)	134 (18)	529 (69)
	Luglio	701	101 (14)	149 (21)	451 (65)
	Agosto	627	84 (13)	132 (21)	411 (66)
	Settembre	725	111 (15)	138 (19)	476 (66)
Bologna	Giugno	280	35 (13)	40 (14)	205 (73)
	Luglio	298	39 (13)	42 (14)	217 (73)
	Agosto	310	22 (7)	48 (16)	240 (77)
	Settembre	274	45 (16)	42 (15)	187 (69)
Genova	Giugno	548	59 (11)	108 (19)	381 (70)
	Luglio	558	73 (13)	108 (19)	377 (68)
	Agosto	482	69 (14)	75 (16)	338 (70)
	Settembre	496	52 (10)	79 (17)	365 (73)
Firenze	Giugno	333	34 (10)	59 (18)	240 (72)
	Luglio	305	43 (14)	48 (16)	214 (70)
	Agosto	276	34 (12)	37 (14)	205 (74)
	Settembre	269	35 (13)	37 (14)	197 (73)
Roma	Giugno	1710	258 (15)	333 (19)	1119 (66)
	Luglio	1641	261 (16)	300 (18)	1080 (66)
	Agosto	1526	260 (17)	282 (18)	984 (65)
	Settembre	1521	267 (17)	303 (20)	951 (63)
Palermo	Giugno	338	66 (19)	63 (19)	209 (62)
	Luglio	320	64 (20)	49 (15)	207 (65)
	Agosto	303	49 (16)	60 (20)	194 (64)
	Settembre*	242	40 (16)	50 (21)	152 (63)

* Dati parziali



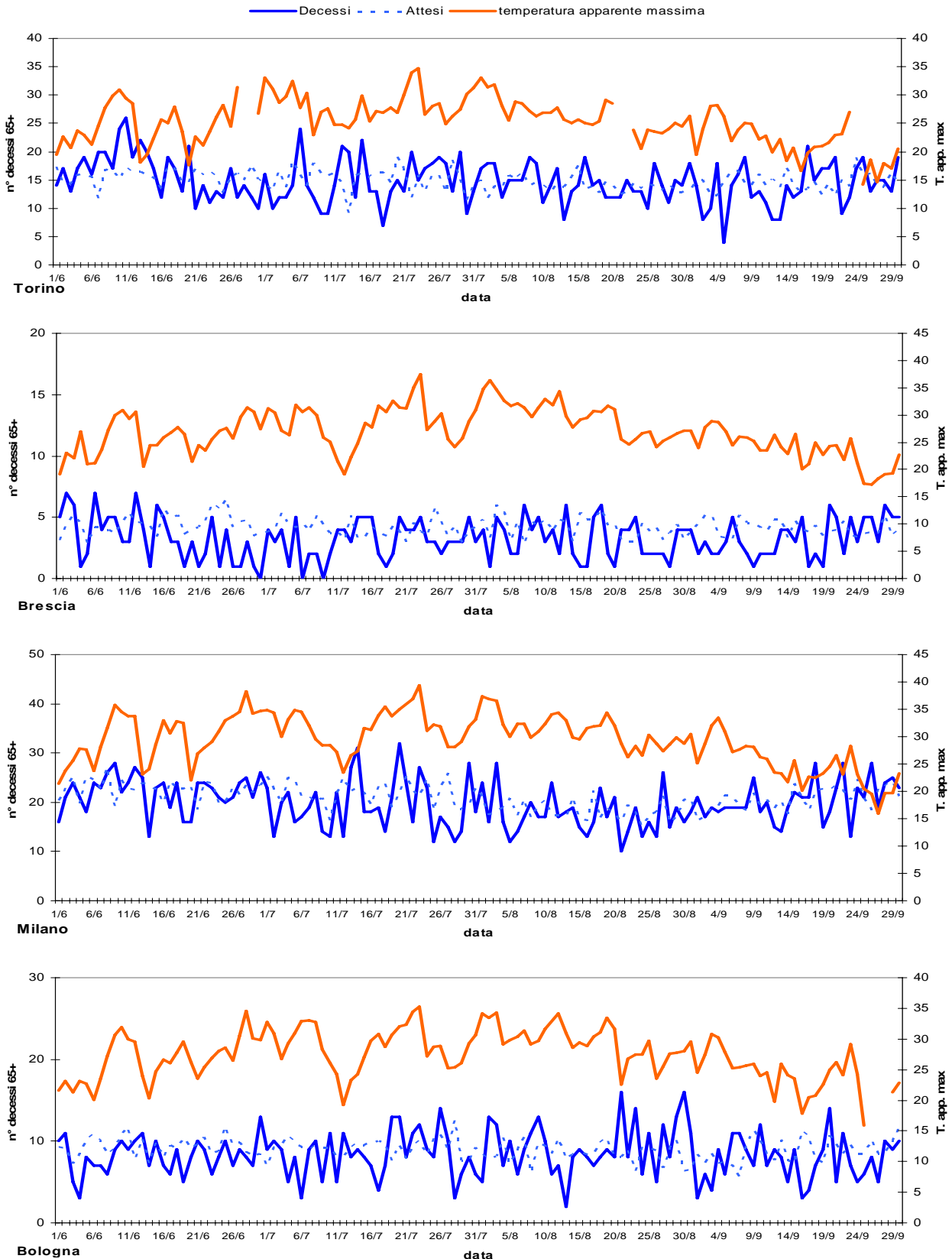
Tabella 8. Decessi mensili previsti, attesi e stima dell'eccesso osservato nella classe di età 65+ per il periodo giugno - settembre 2004.

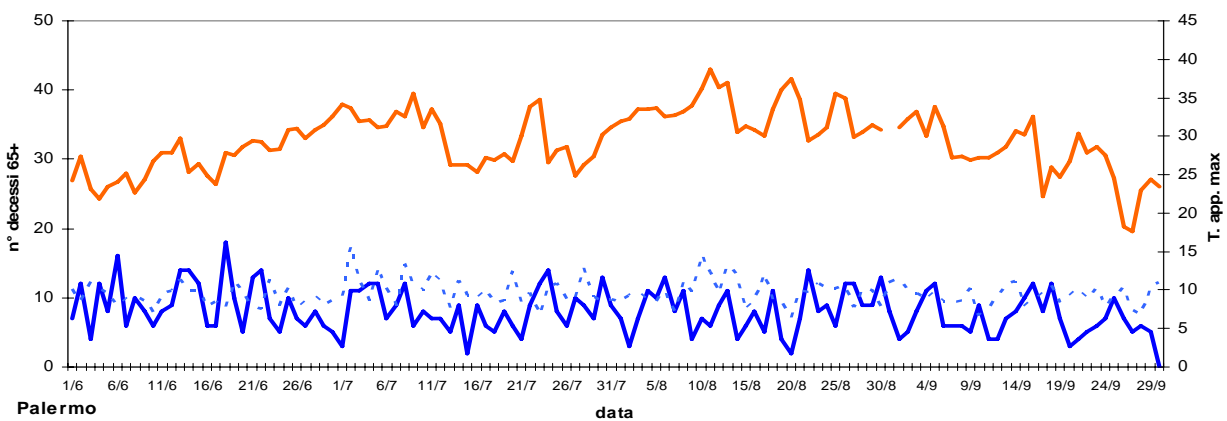
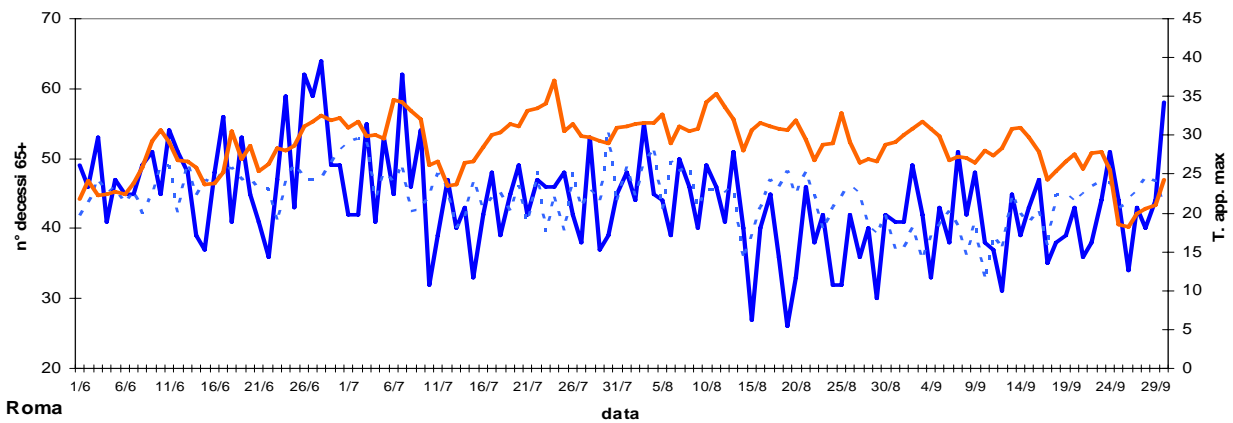
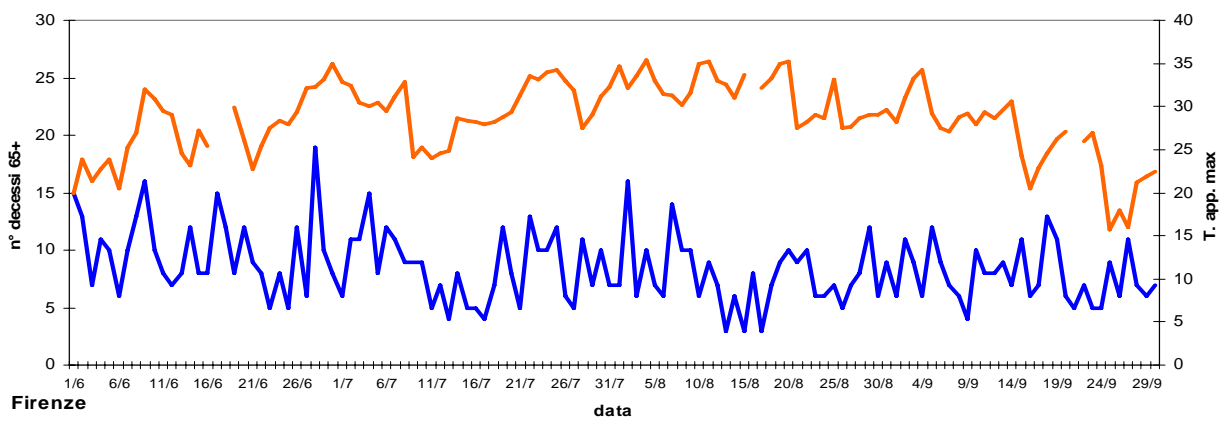
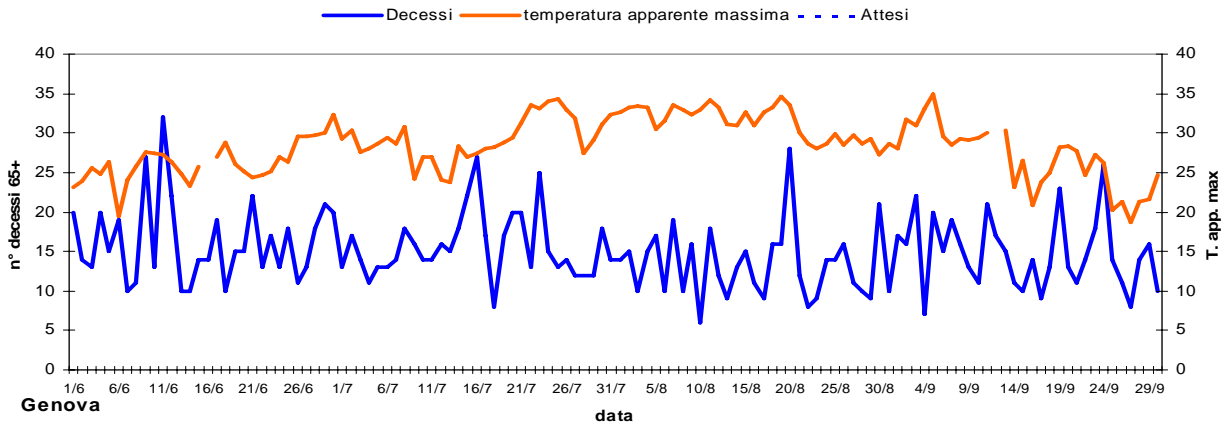
Città	Periodo	Mortalità osservata		
		Osservati 65+	Baseline	Eccesso N (%)
Torino	Giugno	488	471	17 (+3)
	Luglio	457	470	-13 (-3)
	Agosto	449	435	14 (+3)
	Settembre	415	439	-24 (-6)
Brescia	Giugno	100	134	-34 (-34)
	Luglio	97	126	-29 (-30)
	Agosto	100	129	-29 (-29)
	Settembre	99	124	-25 (-25)
Milano	Giugno	663	680	-17 (-3)
	Luglio	600	679	-79 (-13)
	Agosto	543	572	-29 (-5)
	Settembre	614	623	-9 (-1)
Bologna	Giugno	245	280	-35 (-14)
	Luglio	259	286	-27 (-10)
	Agosto	288	266	22 (+8)
	Settembre	229	265	-36 (-16)
Genova	Giugno	489	-	-
	Luglio	485	-	-
	Agosto	413	-	-
	Settembre	444	-	-
Firenze	Giugno	299	-	-
	Luglio	262	-	-
	Agosto	242	-	-
	Settembre	234	-	-
Roma	Giugno	1452	1389	63 (+4)
	Luglio	1380	1412	-32 (-2)
	Agosto	1266	1383	-117 (-9)
	Settembre	1254	1257	-3 (0)
Palermo	Giugno	272	304	-32 (-12)
	Luglio	256	349	-93 (-36)
	Agosto	254	338	-84 (-33)
	Settembre*	202	308	-106 (-52)

*Dati parziali



Figura 2. Andamento giornaliero della temperatura apparente massima, del numero di decessi osservati e attesi nella classe di età 65+ dal 1 Giugno al 30 settembre 2004.







2. Analisi dell'associazione tra temperatura e mortalità: confronto tra estate 2004, estate 2003 e periodo di riferimento.

La forma della relazione tra temperatura e mortalità ha un tipico andamento ad U o a V con il minimo di mortalità che varia a seconda delle aree geografiche e dei livelli di esposizione della popolazione. Per i comuni di Roma, Bologna, Torino e Milano è stata effettuata un'analisi della relazione tra temperatura apparente massima e mortalità totale assumendo una forma della curva dose-risposta a "V". L'obiettivo dell'analisi è quello di confrontare il punto di svolta e la pendenza dei due rami della curva a V per evidenziare eventuali cambiamenti temporali nell'estate 2004, nell'estate 2003 e nel periodo di riferimento.

2.1 Materiali e metodi

Nell'analisi la temperatura massima apparente corrisponde al valore massimo osservato tra le temperature delle ore 12 e delle ore 18. I dati di mortalità del 2004 provengono dal sistema di rilevazione rapido e includono i decessi nel comune relativi alla popolazione residente. La mortalità totale per il periodo 1995-2003 non include i traumatismi e gli avvelenamenti; mentre nel 2004 è stato possibile escludere le cause violente solo per il Comune di Torino. Gli anni utilizzati come riferimento sono città specifici poichè dipendono dalla disponibilità dei dati meteorologici e di mortalità (Roma: 1995-2002; Bologna: 1996-1999 e 2001; Torino: 1995-1999; Milano 1995-1999 e 2001-2002).

L'analisi statistica è stata effettuata attraverso una "segmented regression" (Muggeo V, "Estimating regression models with unknown break-points", Stat Med. Oct 2003; 15; 22(19):3055-71).

In una prima fase viene stimato il modello lineare generalizzato di Poisson:

$$\log(E[Y_i]) = \alpha + T_i$$

dove:

Y_i è il numero di decessi per il giorno i ,

α è l'intercetta,

T_i è la temperatura apparente massima per il giorno i

Successivamente si stima, a partire da questo modello, un nuovo modello ipotizzando una relazione di tipo "broken-line" o "segmented" tra mortalità e la temperatura apparente massima. Tale analisi ha consentito di stimare i punti di svolta città specifici della curva mortalità-temperatura per il periodo di riferimento.

La seconda fase dell'analisi è stata quella di stimare la pendenza del ramo a destra del punto di svolta, ossia l'aumento di mortalità (su scala logaritmica) associato ad incrementi unitari di temperatura apparente massima per valori superiori al punto di svolta.



Per ogni città sono stati stimati modelli lineari generalizzati di Poisson

$$\log(E[Y_i]) = \alpha + T_{1i} + T_{2i}$$

dove:

Y_i è il numero di decessi per il giorno i ,

α è l'intercetta,

$T_{1i} = \min(T_i - \delta, 0)$

$T_{2i} = \max(T_i - \delta, 0)$

δ è il punto di svolta.

2.2 Risultati e Discussione

Nella figura 3 sono riportati i grafici della relazione temperatura/mortalità durante il periodo estivo a Roma, Bologna, Torino e Milano nel 2004, nel 2003 e nel periodo di riferimento, ottenuti tramite local polynomial regression fitting.

Dall'esame dei grafici si evidenzia che la relazione temperatura/mortalità ha una chiara variabilità temporale. Il punto di svolta della curva (valore soglia) varia nelle diverse città da un valore di 26.7 °C a Torino a un valore pari a 32.2°C a Milano (Tabella 1). Per ogni città è stato utilizzato lo stesso punto di svolta per i tre periodi analizzati.

La pendenza della curva a destra del punto di svolta, che descrive la forza dell'associazione tra mortalità e temperature elevate, mostra una variabilità tra le città.

Nella tabella 9 sono riportati i coefficienti stimati e da questi sono derivati gli incrementi percentuali della mortalità giornaliera associati ad incrementi di 1°C, per valori superiori al punto di svolta (ultima colonna della Tabella 9).

I risultati relativi al periodo di riferimento per ciascuna città, indicano che l'incremento percentuale di mortalità associata ad incrementi di 1°C è pari al 5% a Roma, 3% a Bologna, 2% a Torino e 3% a Milano. Questi valori rappresentano indicatori degli effetti della esposizione della popolazione ad elevate temperature, in periodi nei quali non erano stati attivati interventi di adattamento della popolazione alle ondate di calore.

Analizzando i risultati relativi al 2003 l'incremento percentuale maggiore della mortalità associati ad incrementi di 1°C, si osserva a Torino (+7%) e a Milano (+6%) mentre risulta più basso a Roma (+2%) e a Bologna (+4%).

L'analisi della relazione tra mortalità e temperatura per l'estate 2004 evidenzia ulteriormente l'eterogeneità temporale della relazione tra temperatura e mortalità estiva.

Il maggiore modificatore d'effetto, per quanto riguarda le esposizioni ambientali climatiche, è rappresentato dal livello di esposizione della popolazione; nell'estate 2004, nella maggior parte delle città, si sono avuti valori di temperatura medi inferiori al periodo di riferimento ed in tutte le città è stata osservata una riduzione del numero e della durata delle ondate di calore.



La relazione tra temperatura e mortalità può essere inoltre modificata dal verificarsi di processi di adattamento della popolazione, che includono modifiche dei comportamenti e degli stili di vita individuali e collettivi e l'introduzione di interventi di prevenzione o mitigazione dell'esposizione per la riduzione del danno da ondate di calore nella popolazione.

Nel 2004 l'incremento di mortalità più elevato, associato ad incrementi della temperatura al di sopra del valore soglia, si osserva a Milano (+6%). In questa città, le curve temperatura/mortalità del 2003 e 2004 hanno la stessa forma, sebbene per tutti i valori di temperatura osservati la mortalità del 2004 sia sempre inferiore a quella osservata nel 2003. Nelle altre città l'incremento osservato nel 2004 è inferiore a quello del periodo di riferimento. In particolare è da evidenziare che Bologna è la città dove nel 2004 si osserva l'incremento di mortalità più basso associato ad incrementi della temperatura (Tabella 9).

Prima di formulare ipotesi interpretative occorre premettere che i confronti tra città e per periodi possono essere affetti da distorsioni sistematiche non controllate in questa analisi preliminare, e possono avere limitata potenza statistica in relazione alla necessariamente limitata numerosità delle osservazioni. Ciononostante, riassumendo i risultati osservati per ciascuna città è possibile formulare alcune ipotesi interpretative:

- **Roma:** una riduzione dell'effetto della temperatura sulla mortalità rispetto al periodo di riferimento si osserva già nel 2003 e resta sostanzialmente costante nel 2004. E' possibile supporre l'effetto di fenomeni di adattamento attivi nel 2003 e nel 2004.
- **Torino:** Nel 2003 si osserva un effetto della temperatura sulla mortalità molto più marcato rispetto al periodo di riferimento dovuto all'eccezionalità delle condizioni meteorologiche osservate. Durante l'estate 2004 l'effetto registrato è simile a quello osservato nel periodo di riferimento. E' tuttavia possibile ipotizzare che siano intervenuti fenomeni di adattamento che hanno ridotto l'impatto delle elevate temperature sulla mortalità.
- **Milano:** Come per Torino nel 2003 l'effetto della temperatura sulla mortalità è stato molto più marcato rispetto al periodo di riferimento; nel 2004 non sembrano essersi verificati rilevanti processi di adattamento.
- **Bologna:** Nel 2003 l'effetto della temperatura sulla mortalità era stato di poco superiore a quello del periodo di riferimento. Nel 2004 si osserva una forte riduzione dell'associazione tra temperatura e mortalità, che corrisponde al livello minimo osservato tra tutte le città nei diversi periodi considerati. Si può ipotizzare si sia verificato un rilevante processo di adattamento della popolazione.

In conclusione, pur avendo osservato nel 2004 una significativa riduzione della mortalità estiva in tutte le città, si continua ad osservare, pur con intensità diversa, una correlazione positiva tra alti livelli di temperatura e incremento della mortalità in tutte le città eccetto a Bologna dove l'incremento è molto basso ed inferiore a quello osservato negli anni precedenti.

I risultati dell'analisi mostrano una chiara variabilità geografica e temporale della relazione tra alte temperature e mortalità; obiettivo di studi pianificati per i prossimi anni dovrà essere quello di comprendere meglio i modificatori di effetto di questa relazione e di valutare i determinanti dei processi di adattamento nelle popolazioni.



Figura 3. Relazione tra mortalità totale e temperatura massima apparente per il periodo giugno-agosto. Confronto tra 2004, 2003 e periodo di riferimento.

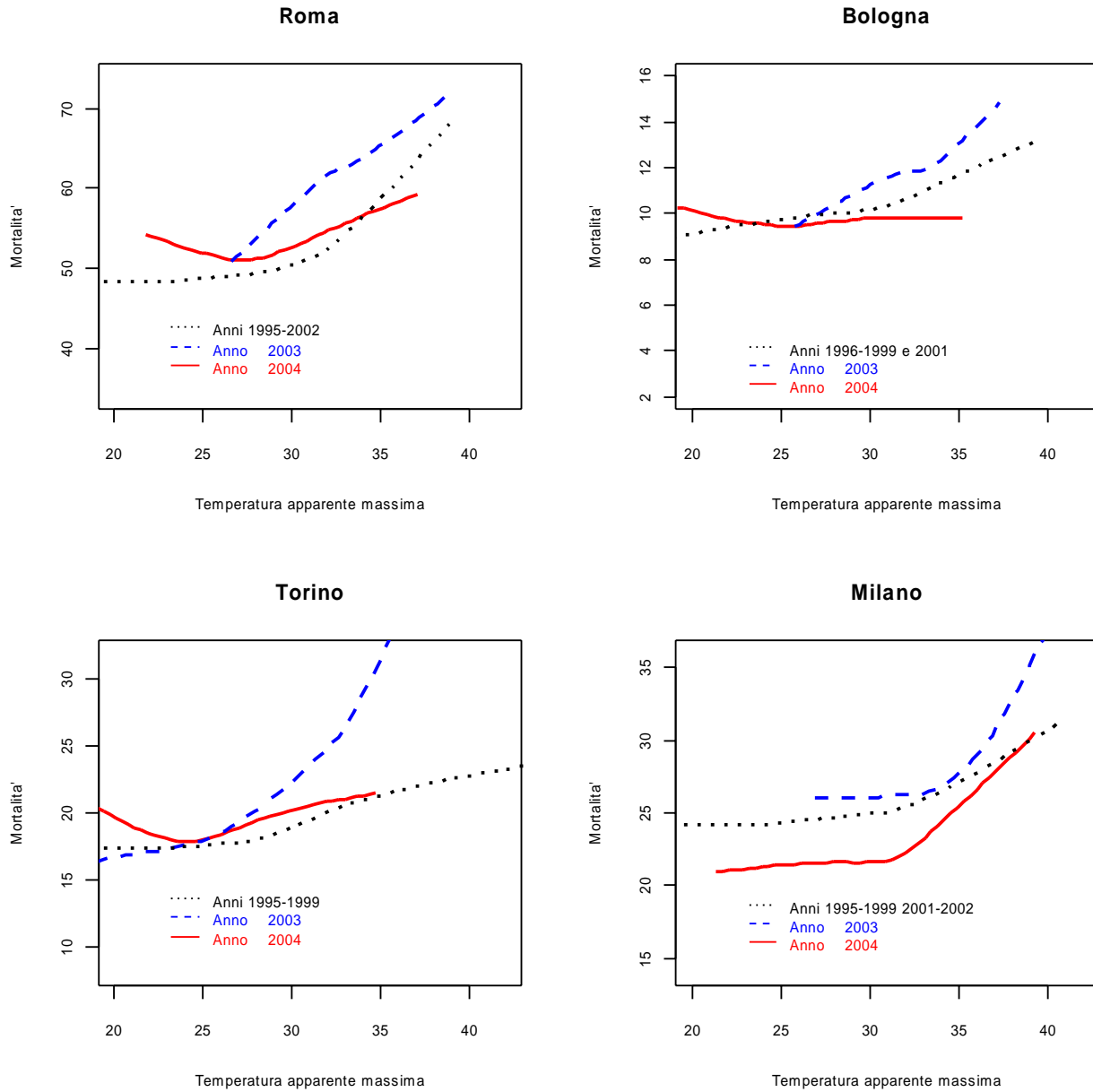




Tabella 9 . Incremento percentuale di mortalità giornaliera associato ad incrementi di 1 °C per valori superiori al punto di svolta (valore soglia) a Roma, Bologna, Torino e Milano. Confronto tra 2004, 2003 e periodo di riferimento.

Città	anni	Valore soglia (Tappmax)	Coeff. del ramo di destra	% incremento
Roma	2004	31.7	0.02632	2.67
	2003	31.7	0.02090	2.11
	1995-2002	31.7	0.04988	5.11
Bologna	2004	31.8	0.01290	1.30
	2003	31.8	0.04220	4.31
	1996-2001*	31.8	0.03374	3.43
Torino	2004	26.7	0.02819	2.86
	2003	26.7	0.07119	7.38
	1995-1999	26.7	0.02277	2.30
Milano	2004	32.2	0.05683	5.85
	2003	32.2	0.05897	6.07
	1995-2002*	32.2	0.03169	3.22

* Escluso l'anno 2000



3. Confronto degli eccessi di mortalità nei giorni classificati di allarme/non allarme e nei giorni falsi positivi e falsi negativi.

Per valutare l'efficacia dei sistemi di allarme in termini di riduzione della mortalità è stata confrontata la mortalità osservata (eccesso di mortalità rispetto alla mortalità attesa rispetto al periodo di riferimento) nei giorni veri e falsi positivi e negativi, così come classificati nella Tabella 10.

Osservare un eccesso di mortalità nei giorni di allarme vero evidenzia una mancanza di efficacia degli interventi di prevenzione adottati e/o una indipendenza dei processi di adattamento dai sistemi di allarmi. Allo stesso tempo il confronto dell'eccesso di mortalità osservato nei giorni a rischio in cui è stato dato un allarme (vero positivo) con i giorni a rischio in cui non è stato dato l'allarme (falso negativo) consente di evidenziare se sono stati adottati interventi efficaci di riduzione della mortalità in relazione ai sistemi di allarme.

Nella tabella 10 sono schematizzate le possibili combinazioni di classificazione dei giorni nell'estate 2004 in relazione al verificarsi delle condizioni di rischio, alla produzione degli allarmi ed alla mortalità osservata.

Tabella 10. Schema della classificazione dei giorni sulla base dei risultati dei sistemi di allarme, della mortalità prevista e osservata.

	Previsioni meteo 24h	Osservazioni meteo 24h	Mortalità prevista	Mortalità osservata
Vero Negativo (1)	Nessun allarme	Nessun allarme	Nessun eccesso	Nessun eccesso
Falso Positivo (2)	Nessun allarme	Nessun allarme	Eccesso	Eccesso
Falso Negativo (3)	Nessun allarme	Allarme	Nessun eccesso	Eccesso
Vero Positivo (4) con Interventi Inefficaci	Allarme	Allarme	Eccesso	Eccesso
Vero Positivo (4) con Interventi Efficaci	Allarme	Allarme	Eccesso	Nessun eccesso

Nella Figura 4 è riportato l'eccesso di mortalità osservato nei giorni classificati secondo lo schema della tabella 10. A Roma, dove già da alcuni anni è attivo il sistema di allarme e dove è attivo un programma integrato del Comune di Roma e delle ASL per il coordinamento e la promozione di interventi di prevenzione nei giorni a rischio, non si evidenziano eccessi di mortalità nei giorni "veri positivi", mentre si evidenzia un eccesso di mortalità più elevato nei giorni "falsi negativi" in cui in presenza di condizioni di rischio il sistema non ha predetto condizioni di allarme.

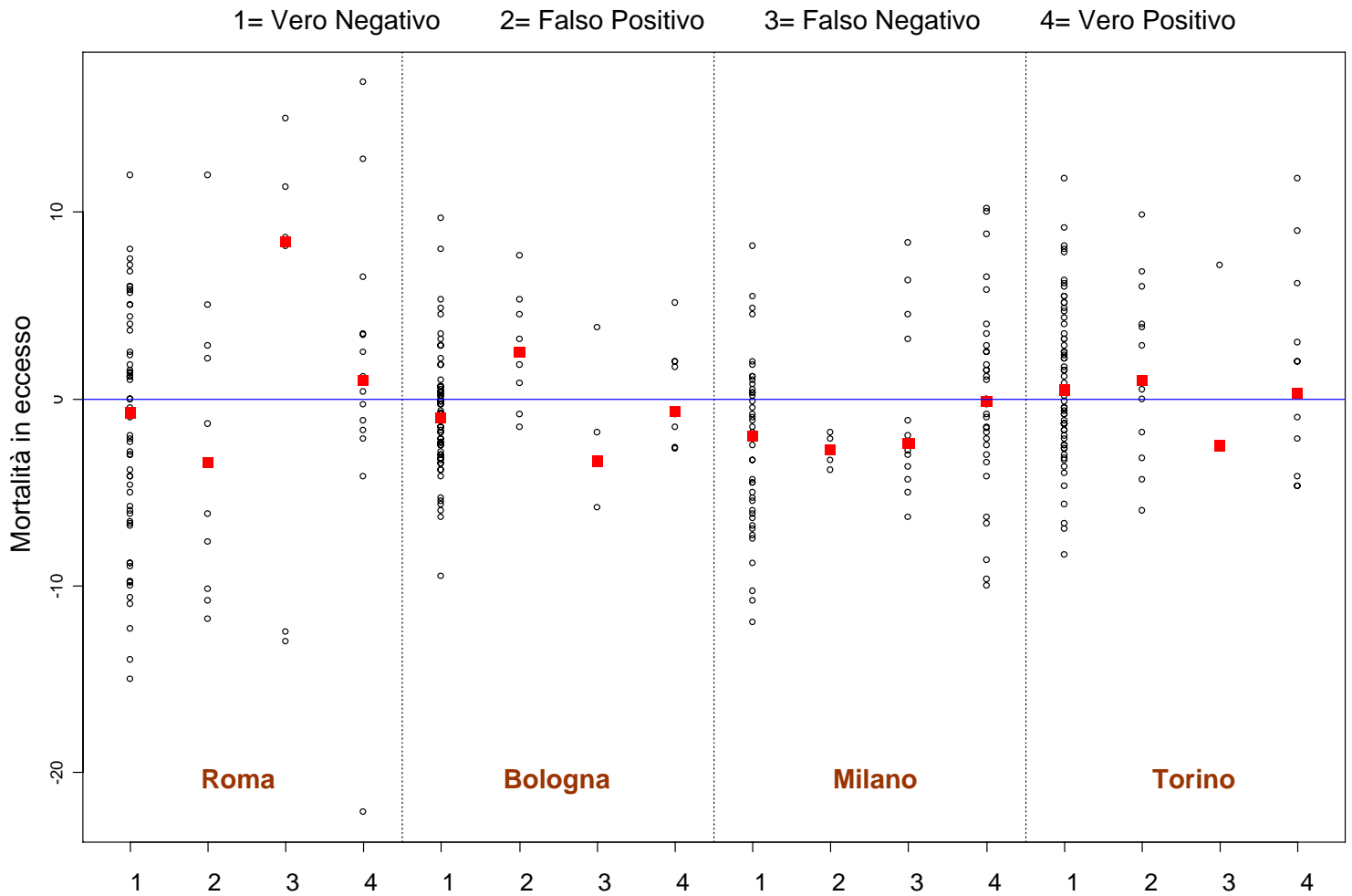


Nelle altre città la mortalità è sempre pari o inferiore all'atteso. Tuttavia a Milano, dove la mortalità osservata durante l'estate 2004 è stata sempre inferiore all'atteso, una mortalità più elevata si osserva nei giorni di "vero allarme".

E' da notare tuttavia che nei giorni "discordanti" il numero di osservazioni è in alcuni casi molto piccolo per effettuare confronti; lo stesso disegno di studio applicato su un numero maggiore di osservazione consentirà una valutazione più accurata dell'efficacia dei sistemi di allarme e degli interventi di prevenzione ad esso associati.



Figura 4. Confronto degli eccessi di mortalità nei giorni classificati come Allarme/Non Allarme utilizzando le previsioni e le osservazioni meteorologiche.





4. Conclusioni.

- Durante l'estate 2004 non si sono verificate, in generale, condizioni meteorologiche critiche per la salute della popolazione. I valori di temperatura osservati sono stati, in quasi tutte le città, inferiori ai valori medi stagionali, in particolare nei mesi di luglio ed agosto. I picchi di temperatura massima osservati durante il corso dell'estate sono stati meno frequenti, rispetto al periodo di riferimento, e di breve durata e non hanno quindi esposto la popolazione residente a condizioni particolarmente critiche di stress da calore.
- Nel periodo 1 giugno-30 settembre 2004 è stato attivato, il sistema di rilevazione rapido della mortalità in otto città, in collaborazione con gli uffici comunali di Roma Bologna, Brescia, Firenze, Genova, Milano, Palermo, Roma e Torino. In tutte le città la notifica è stata tempestiva e ha consentito di disporre di un sistema di monitoraggio dell'andamento della temperatura estiva in tempo reale (3-4 giorni di ritardo). Nell'estate 2005 il sistema di rilevazione verrà migliorato con l'obiettivo principale di ridurre i ritardi di notifica; la rilevazione verrà inoltre estesa anche ad altre città.
- E' importante evidenziare che i dati del sistema di rilevazione della mortalità consentono inoltre di effettuare una valutazione della validità dei modelli di allarme delle diverse città e sono stati utilizzati come variabile predittiva, in modelli di previsione autoregressivi attivati nell'estate 2004 in via sperimentale.
- L'analisi dell'andamento temporale della mortalità durante l'estate 2004 ed il confronto con i dati di riferimento (mortalità baseline) non ha evidenziato significativi incrementi della mortalità associati ad ondate di calore; durante tutto il corso dell'estate sono stati osservati solo lievi incrementi di mortalità e nel complesso, in tutte le città, la mortalità osservata è stata inferiore alla mortalità attesa.
- L'analisi della relazione temperatura-mortalità evidenzia tuttavia che anche nel 2004 si osserva una correlazione positiva tra incrementi di temperatura e incrementi della mortalità giornaliera. L'analisi di tale relazione evidenzia una chiara eterogeneità tra le città; il valore soglia di temperatura apparente massima al di sopra del quale si osserva un rapido incremento della mortalità giornaliera varia da 26.7 °C a Torino a 32.2°C a Milano. Anche l'incremento di mortalità osservato per incrementi di 1°C al di sopra del valore soglia varia nelle diverse città e nei diversi periodi analizzati.
- I sistemi HHWWS attivi a Milano, Torino, Bologna e Roma hanno segnalato solo isolati giorni di allarme confermando che, durante l'estate 2004, non si sono verificate condizioni climatiche a elevato rischio per la salute della popolazione.
- L'analisi della sensibilità (capacità del modello di identificare i giorni di vero allarme) e della specificità (capacità del modello di identificare i giorni di vero non allarme) evidenzia come i sistemi siano stati in grado di individuare correttamente circa il 70% dei giorni a rischio (la sensibilità del modello varia da 0.64 di Roma a 0.82 di Torino); inoltre i sistemi sono stati più accurati nel classificare i giorni di non allarme (la specificità varia da 0.82 a Torino a 0.92 a Milano). Diversi equilibri tra



sensibilità e specificità dei modelli di previsione possono essere ottenuti in relazione agli specifici programmi di intervento locali, in relazione ai costi ed ai benefici dei risultati veri e falsi positivi e negativi dei sistemi di allarme.

- Il confronto degli eccessi di mortalità nei giorni di allarme confermati dalle osservazioni meteorologiche (giorni veri positivi) con i giorni di non allarme confermati (veri negativi) e non confermati (falsi negativi) evidenzia come nel primo caso non siano stati osservati eccessi di mortalità, mentre nei giorni falsi negativi si sia osservato, in alcune città, un lieve incremento della mortalità. Tali risultati, basati su un numero limitato di osservazioni, sembrano indicare l'efficacia dei sistemi di allarme attivati e la necessità di disporre di previsioni meteorologiche sempre più accurate per eliminare il problema dei falsi negativi.
- E' rilevante osservare che sono evidenti cambiamenti temporali ed eterogeneità geografiche della relazione tra temperatura e mortalità in tutte le città tra l'estate 2004, l'estate 2003 ed il periodo di riferimento. Il maggiore modificatore d'effetto è rappresentato dal livello di esposizione della popolazione. L'estate 2003 è stata caratterizzata da condizioni meteorologiche eccezionali che hanno esposto la popolazione a condizioni protratte e/o estreme di stress da calore, mentre nell'estate 2004, si è osservata una riduzione dell'intensità, frequenza e durata delle ondate di calore. Tuttavia si può ipotizzare che parte dell'effetto di attenuazione osservato sia attribuibile a processi di adattamento delle popolazioni locali agli effetti di esposizioni ad ondate di calore.