
Effetti sulla salute delle ondate di calore

Paola Michelozzi

Dipartimento epidemiologia ASL RM/E

Centro di Competenza Nazionale Prevenzione effetti caldo DPC

Introduzione

Due studi multicentrici finanziati dall'EU (**PHEWE, EUROHeat**) hanno analizzato gli effetti delle temperature estreme sulla mortalità e sui ricoveri ospedalieri in 15 città europee

Michelozzi P, et al. Assessment and prevention of acute health effects of weather conditions in Europe, the PHEWE project: background, objectives, design. Environ Health 2007;6:12.

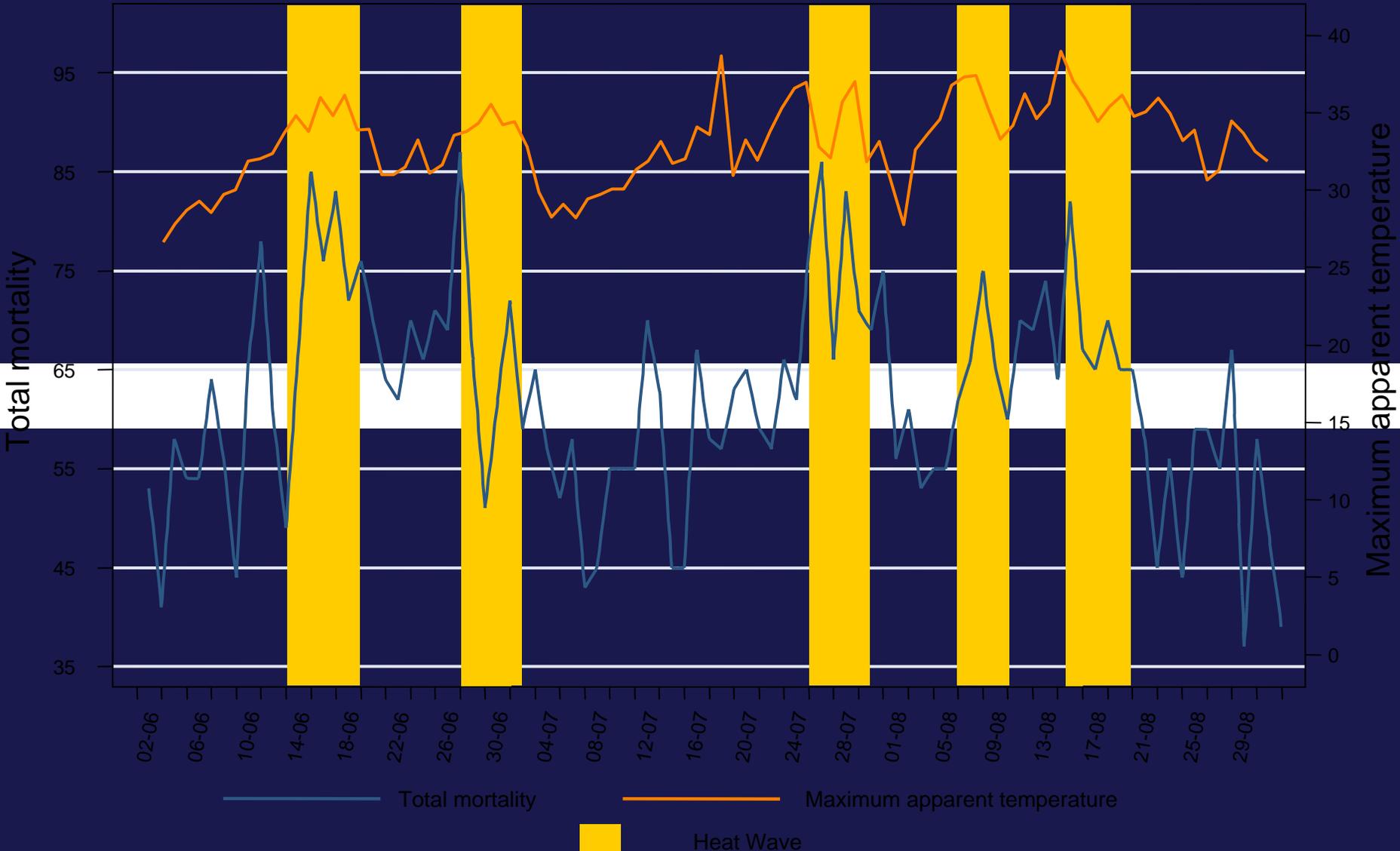
Baccini M, et al. Effects of apparent temperature on summer mortality in 15 European cities: results of the PHEWE project. Epidemiology. 2008 Sep;19(5):711-9.

Michelozzi P, et al. High Temperature and Hospitalizations for Cardiovascular and Respiratory Causes in 12 European Cities. Am J Respir Crit Care Med. 2009 Mar 1;179(5):383-9.

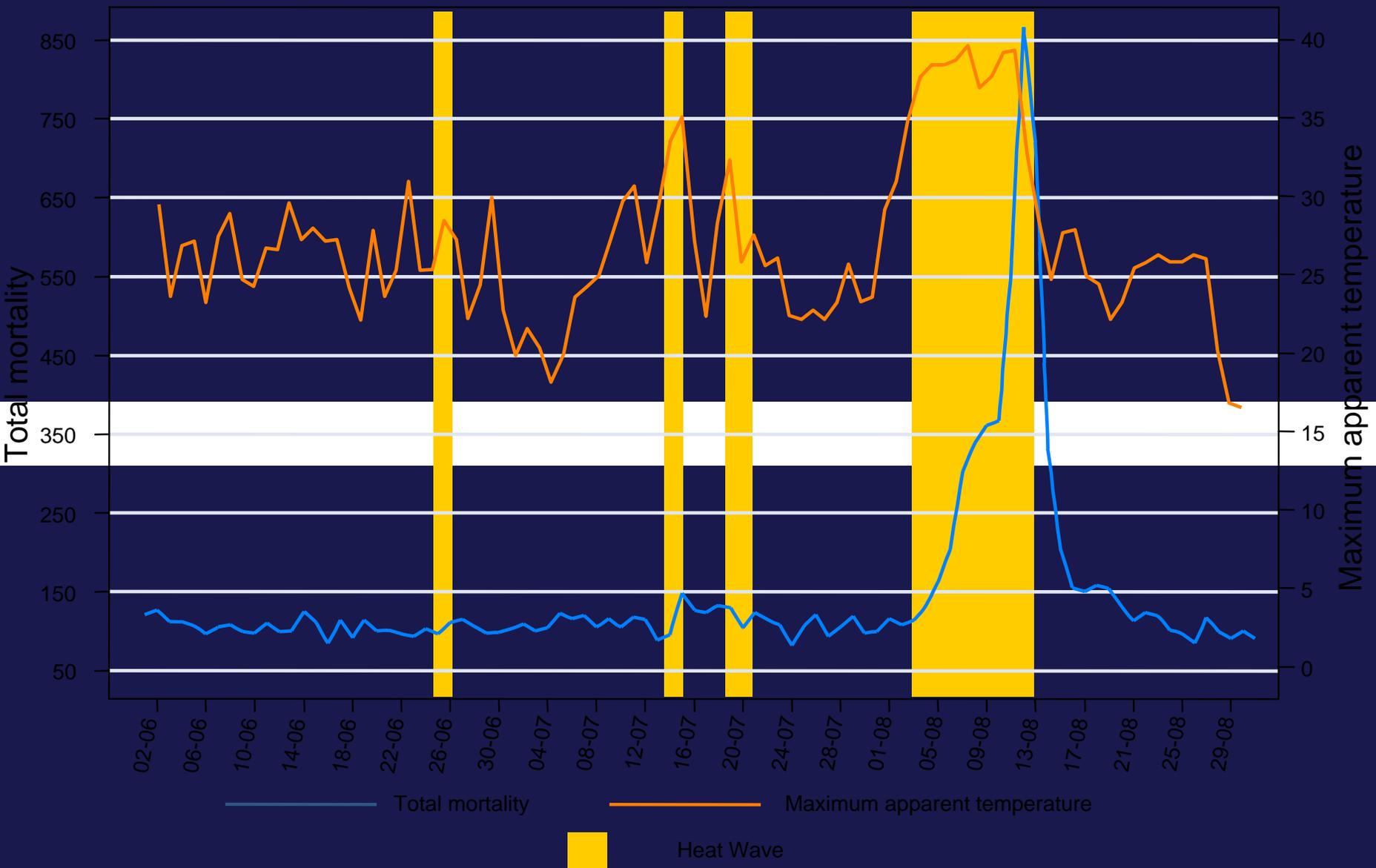
Analisi di serie temporale: variazione della mortalità giornaliera in funzione della temperatura

Impatto di Heat-waves: effetto sulla mortalità giornaliera di episodi di temperature estreme (ondate di calore)

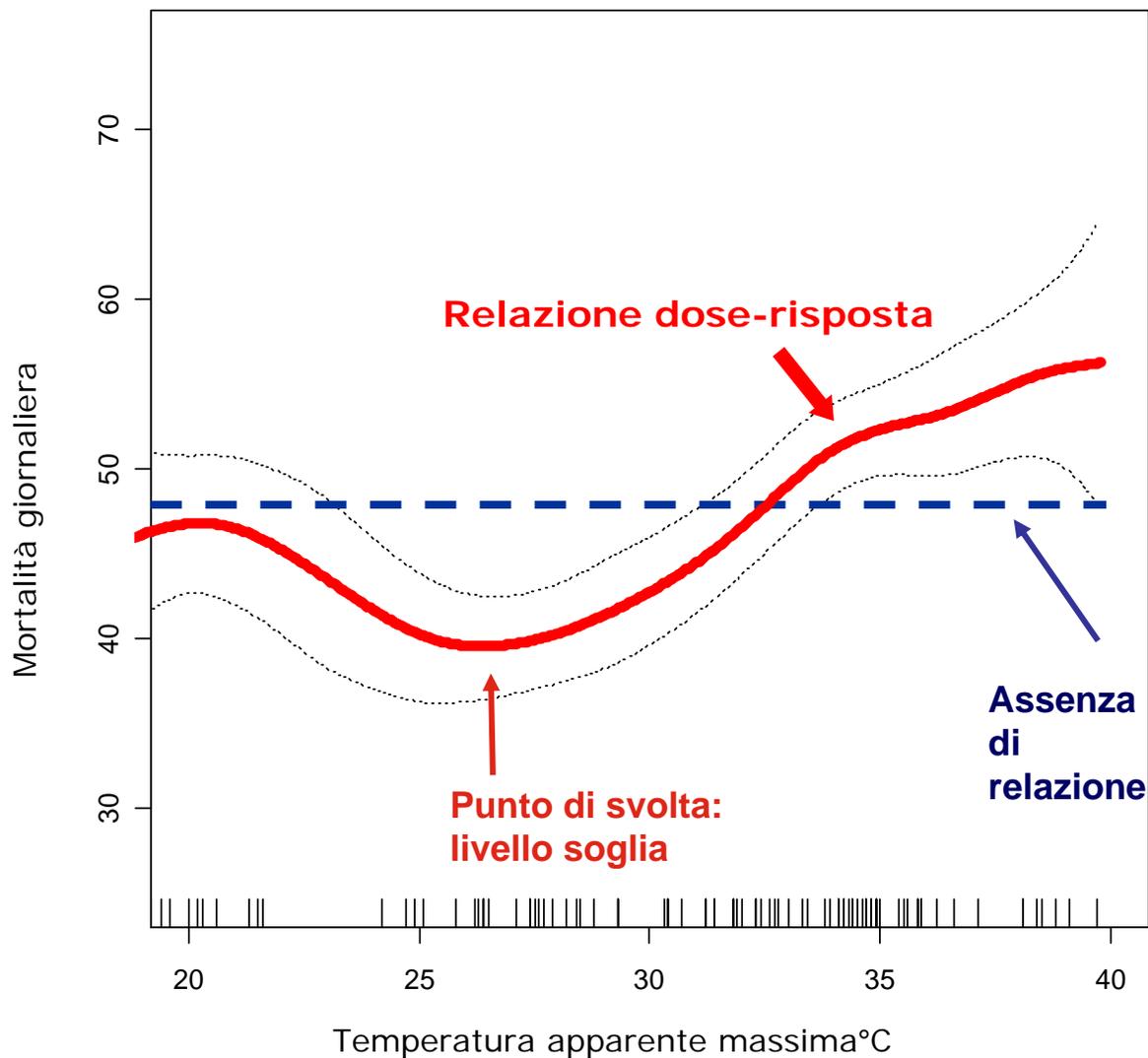
Analisi di serie temporale vs analisi di episodi di ondata di calore (finestra temporale). Rome 2003



Analisi di serie temporale vs analisi di episodi di ondata di calore (finestra temporale). Parigi 2003

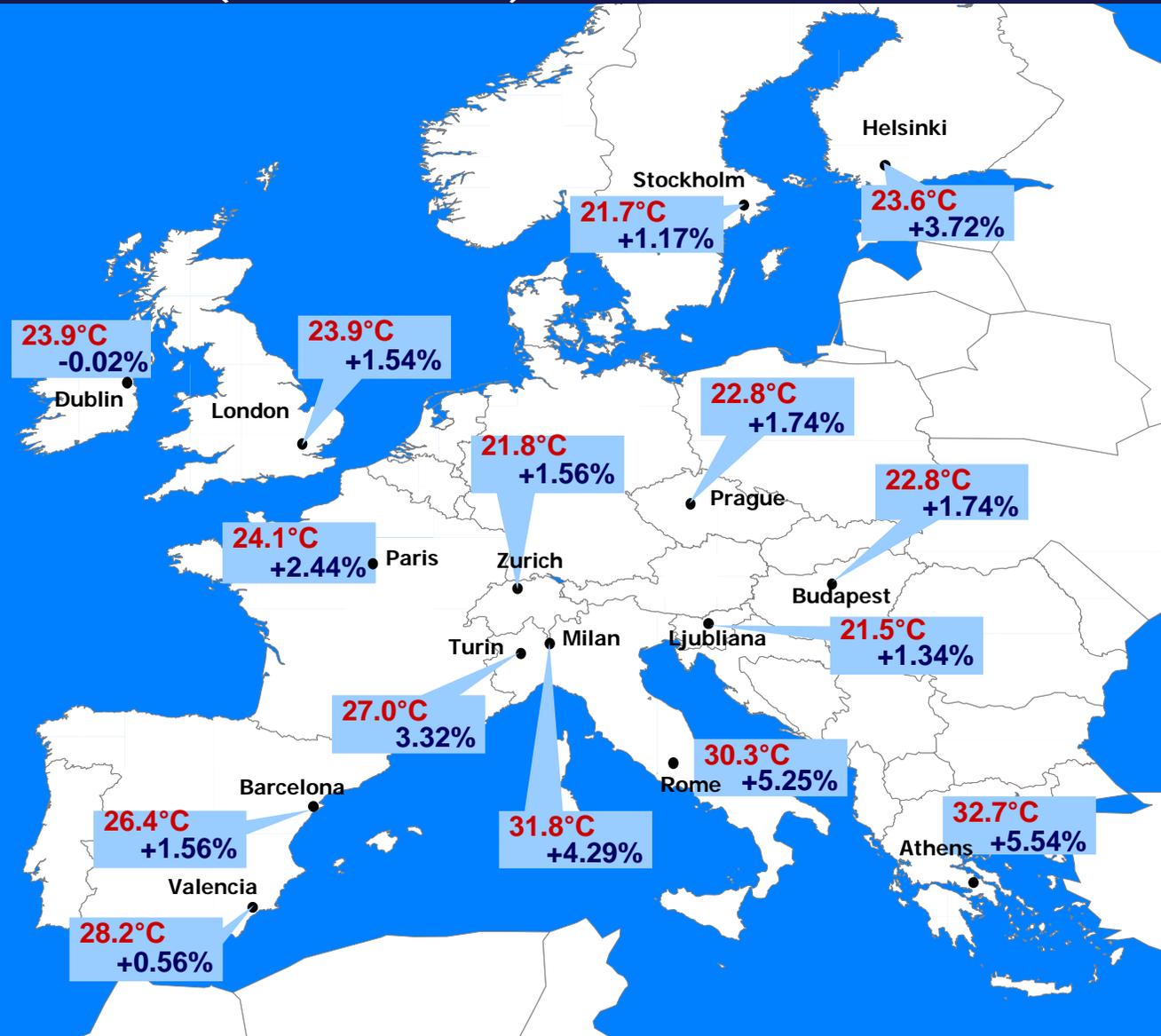


Analisi della relazione tra temperatura e mortalità



Risultati progetto PHEWE (Baccini et al. 2008)

Effetto della temperatura apparente massima sulla mortalità totale (tutte le età)



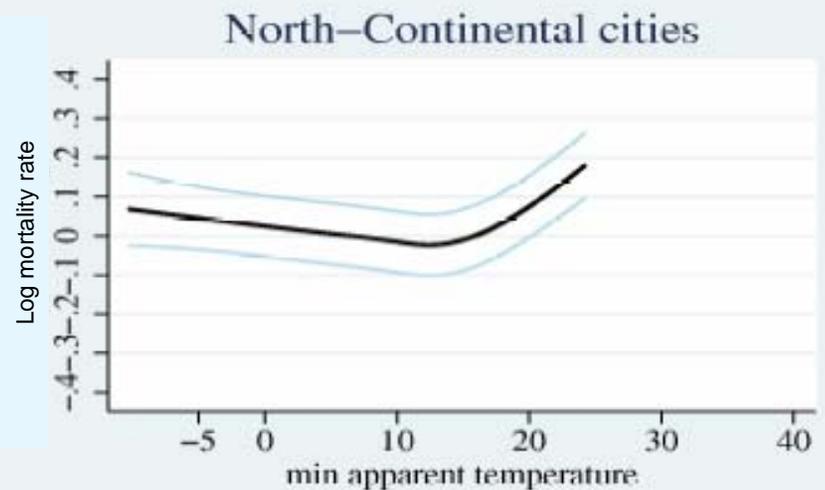
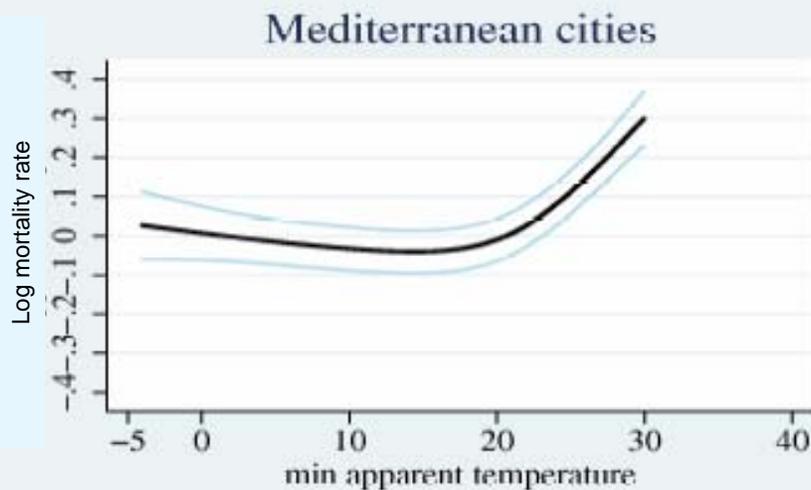
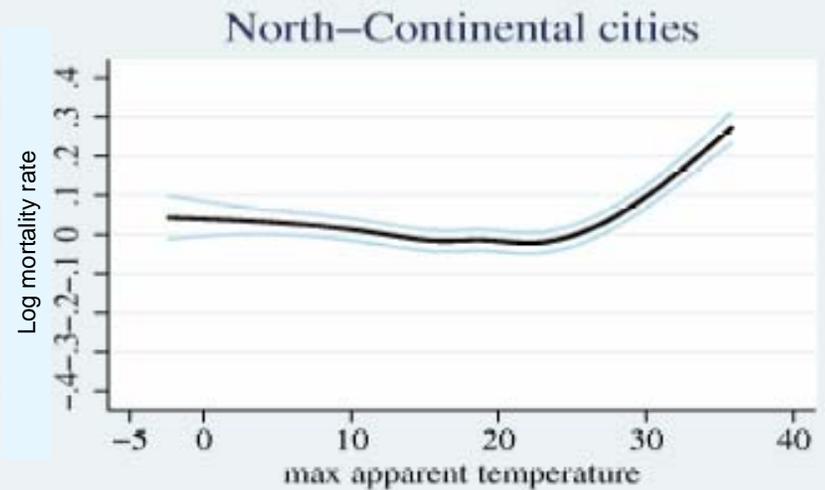
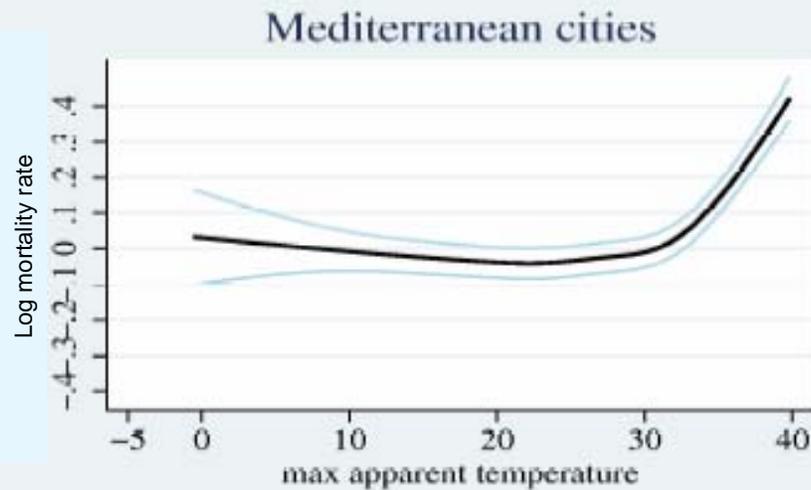
Valore soglia

%variazione
Mortalità
giornaliera per
incremento 1°C

PHEWE: valore soglia e variazione % della mortalità totale associata ad incrementi di 1°C della temperatura apparente massima

City	Threshold	95%CI		% Variation	95%CI	
Northern-Continental	23.3	22.5	24.0	1.84	0.06	3.64
Mediterranean	29.4*	25.7*	32.4*	3.12	0.60	5.72
Athens	32.7	32.1	33.3	5.54	4.30	6.80
Barcelona	22.4	20.7	24.2	1.56	1.04	2.08
Budapest	22.8	21.9	23.7	1.74	1.47	2.02
Dublin	23.9	20.7	27.1	-0.02	-5.38	5.65
Helsinki	23.6	21.7	25.5	3.72	1.68	5.81
Ljubljana	21.5	15.0	28.0	1.34	0.32	2.37
London	23.9	22.6	25.1	1.54	1.01	2.08
Milan	31.8	30.8	32.8	4.29	3.35	5.24
Paris	24.1	23.4	24.8	2.44	2.08	2.80
Praha	22.0	20.4	23.6	1.91	1.39	2.44
Rome	30.3	29.8	30.8	5.25	4.57	5.93
Stockholm	21.7	18.2	25.3	1.17	0.41	1.94
Turin	27.0	25.2	28.9	3.32	2.53	4.13
Valencia	28.2	23.7	32.7	0.56	-0.35	1.47
Zurich	21.8	16.5	27.0	1.37	0.49	2.25

PHEWE: effect of Tappmax and Tappmin on total mortality fixed-effect meta-analytic curves Mediterranean and North-continental cities



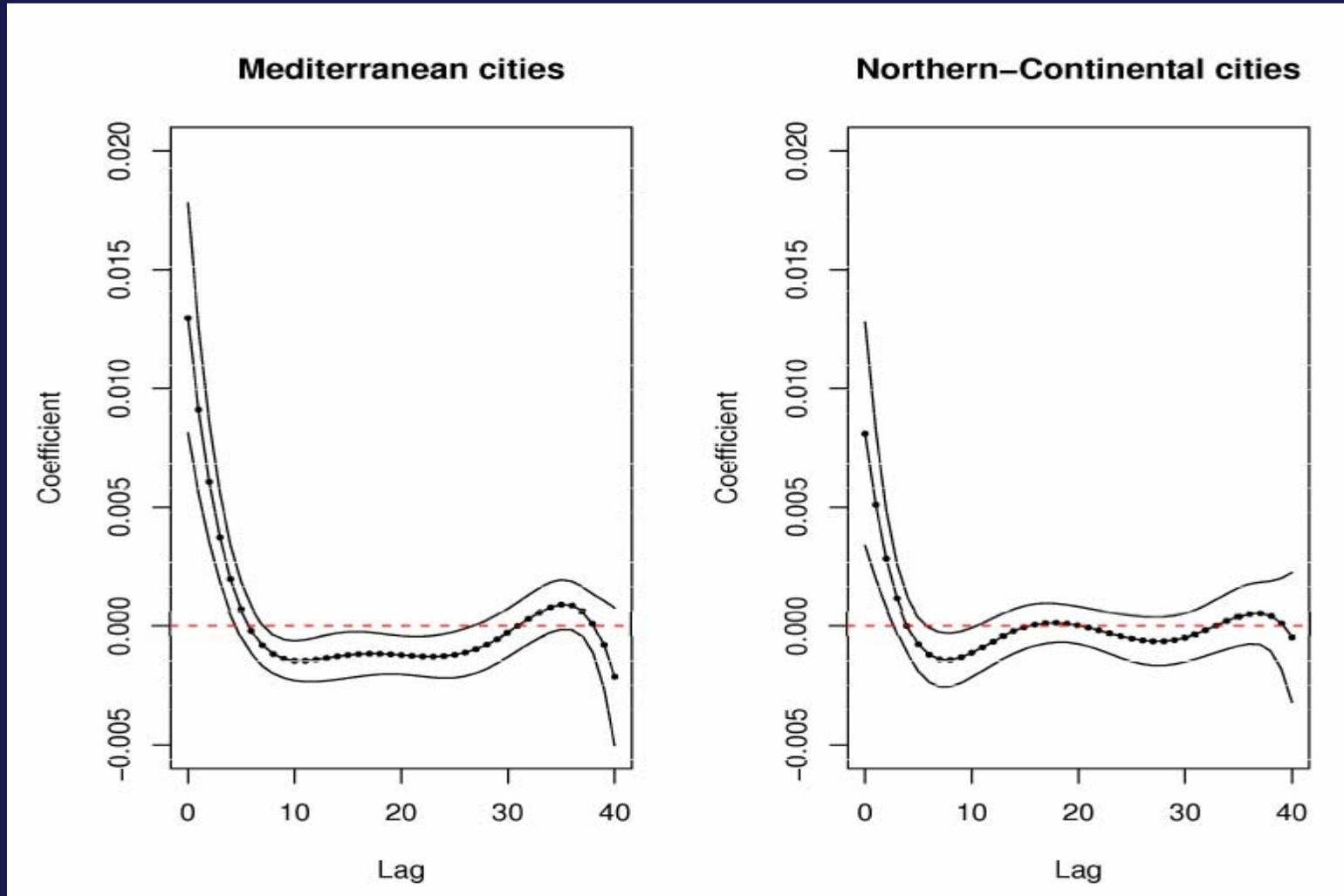
PHEWE: % variation of total, and cause-specific mortality per 1°C increase of Tappmax above city threshold, by age groups

	Mediterranean cities			Continental cities		
Total mortality	% variation	95% CrI		% variation	95% CrI	
All ages	3.12	0.60	5.73	1.84	0.06	3.64
15-64 yrs	0.92	-1.29	3.13	1.31	-0.94	3.72
65-74 yrs	2.13	-0.42	4.74	1.65	-0.51	3.87
75+ yrs	4.22	1.33	7.20	2.07	0.24	3.89
Cardiovascular mortality	% variation	95% CrI		% variation	95% CrI	
All ages	3.70	0.36	7.04	2.44	-0.09	5.32
15-64 yrs	0.57	-2.47	3.83	1.04	-2.20	4.92
65-74 yrs	1.92	-1.49	5.35	1.50	-1.12	4.62
75+ yrs	4.66	1.13	8.18	2.55	-0.24	5.51
Respiratory mortality	% variation	95% CrI		% variation	95% CrI	
All ages	6.71	2.43	11.26	6.10	2.46	11.08
15-64 yrs	1.54	-3.68	7.22	3.02	-1.55	7.42
65-74 yrs	3.37	-1.46	8.22	3.90	-0.16	8.92
75+ yrs	8.10	3.24	13.37	6.62	3.04	11.42

PHEWE: effetto cuumulativo (variazione % per incrementi di 1°C della Tappmax) sulla mortalità totale a diversi lag

Days	Mediterranean cities			Continental cities		
	% variation	95% CrI		% variation	95% CrI	
0	2.25	0.07	4.49	1.25	-0.50	2.98
3	3.12	0.60	5.72	1.84	0.06	3.64
5	3.00	0.35	5.75	1.28	-0.71	3.17
10	2.57	0.12	5.10	0.94	-0.94	2.75
15	1.88	-0.36	4.16	0.79	-1.14	2.64
20	1.38	-0.72	3.51	0.71	-1.21	2.58
25	1.01	-1.06	3.09	0.65	-1.22	2.51
30	1.26	-0.78	3.36	0.51	-1.36	2.36

Harvesting effect: PHEWE: pooled estimates of the delayed effect of Tappmax (above threshold) on total mortality



Sintesi principali evidenze progetto PHEWE (Time series analysis)

Impatto sulla mortalità della temperatura nella stagione calda:

- Effetto immediato (1-2 giorni di latenza);
- Eterogeneità geografica dell'effetto temperatura-mortalità nelle città europee: effetto città specifico
- Stimma della soglia e incremento della mortalità giornaliera per 1°C di temperatura apparente massima
- Incremento dell'effetto all'aumentare dell'età
- Effetto maggiore per cause cardiovascolari e respiratorie

Sintesi principali evidenze progetto PHEWE (Time series analysis)

Impatto sulla mortalità della temperatura nella stagione calda:

- A parità di condizioni meteorologiche effetto maggiore quando più l'evento è precoce nel corso della stagione calda;
- Effetto di “harvesting” (anticipazione/compensazione) ?

High Temperature and Hospitalizations for Cardiovascular and Respiratory Causes in 12 European Cities

Paola Michelozzi¹, Gabriele Accetta^{1,2}, Manuela De Sario¹, Daniela D'Ippoliti¹, Claudia Marino¹, Michela Baccini^{2,3}, Annibale Biggeri^{2,3}, H. Ross Anderson⁴, Klea Katsouyanni⁵, Ferran Ballester⁶, Luigi Bisanti⁷, Ennio Cadum⁸, Bertil Forsberg⁹, Francesco Forastiere¹, Patrick G. Goodman¹⁰, Ana Hojs¹¹, Ursula Kirchmayer¹, Sylvia Medina¹², Anna Paldy¹³, Christian Schindler¹⁴, Jordi Sunyer¹⁵, and Carlo A. Perucci¹, on behalf of the PHEWE collaborative group

¹Department of Epidemiology, Local Health Authority Rome E, Rome; ²Biostatistics Unit, Institute for Cancer Prevention (ISPO), Florence;

³Department of Statistics, University of Florence, Italy; ⁴Division of Community Health Sciences, St. George's, University of London, United Kingdom;

⁵Department of Hygiene and Epidemiology, Medical School, University of Athens, Greece; ⁶Valencia School of Health Studies, Valencia, Spain;

⁷Department of Epidemiology, Health Authority Milan, Milan, Italy; ⁸Regional Environmental Protection Agency of Piedmont, Grugliasco, Italy;

⁹Department of Environmental Health, Umea University, Sweden; ¹⁰St. James's Hospital, Dublin, Ireland; ¹¹Department of Environmental Health, Institute of Public Health, Ljubljana, Slovenia;

¹²Departement Santé-Environnement, Institut de Veille Sanitaire, Bordeaux, France;

¹³Department of Biology, Jozsef Fodor National Center of Public Health, Budapest, Hungary; ¹⁴Institute of Social and Preventive Medicine of the University of Basel, Switzerland; and

¹⁵Municipal Medical Research Institute, Barcelona, Spain

ERJ Express. Published on February 27, 2009 as doi: 10.1183/09031936.00003409

Climate change and respiratory disease: a position statement

Ayres JG¹, Forsberg B², Annesi-Maesano I³, Dey R⁴, Ebi KL⁵, Helms PJ⁶, Medina-Ramón M⁷, Menne B⁸, Windt M⁹, and Forastiere F¹⁰ on behalf of the Environment & Human Health Committee of the European Respiratory Society (ERS)

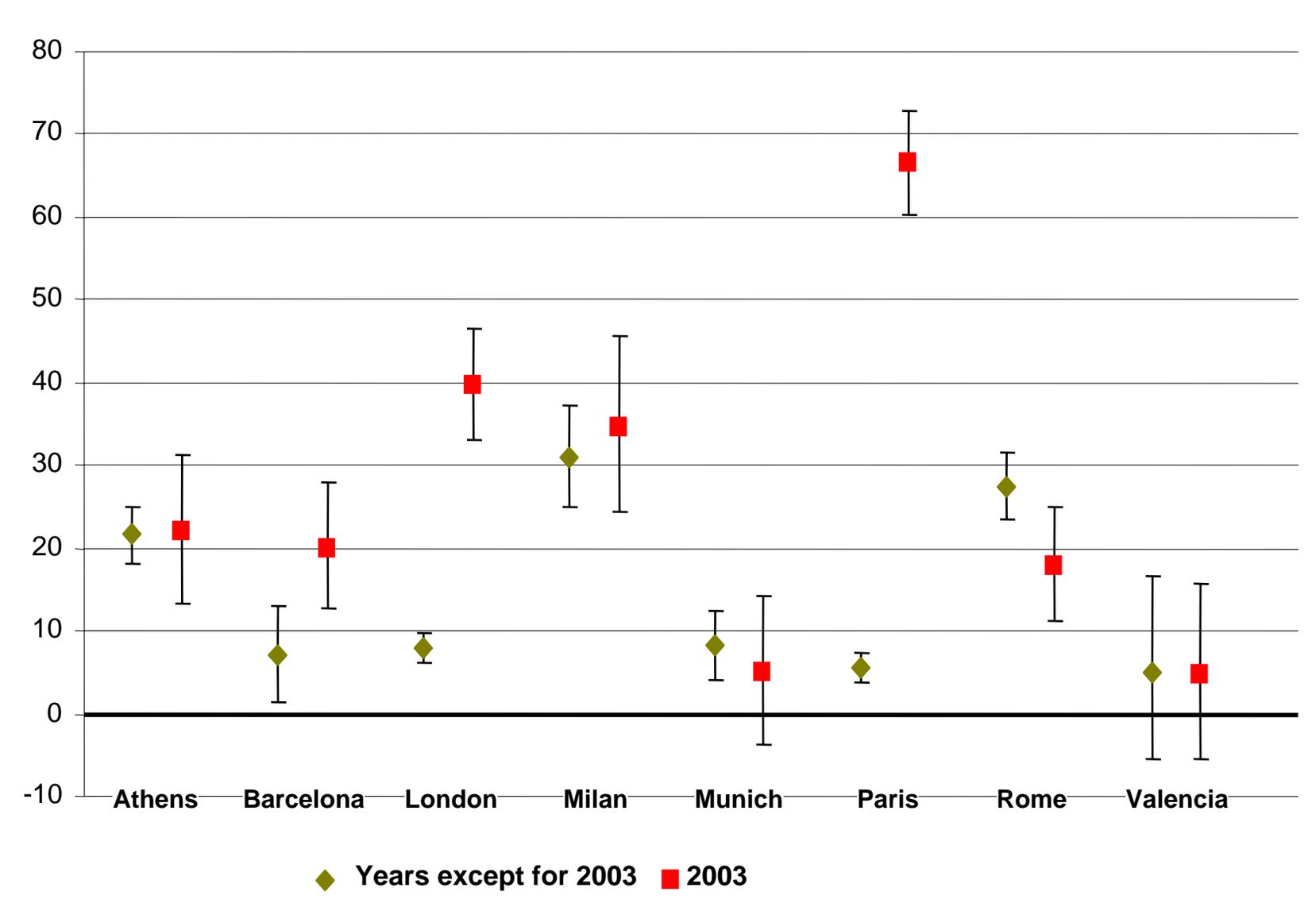
Sintesi principali evidenze progetto EUROHeat

Effetto delle ondate di calore sulla mortalità

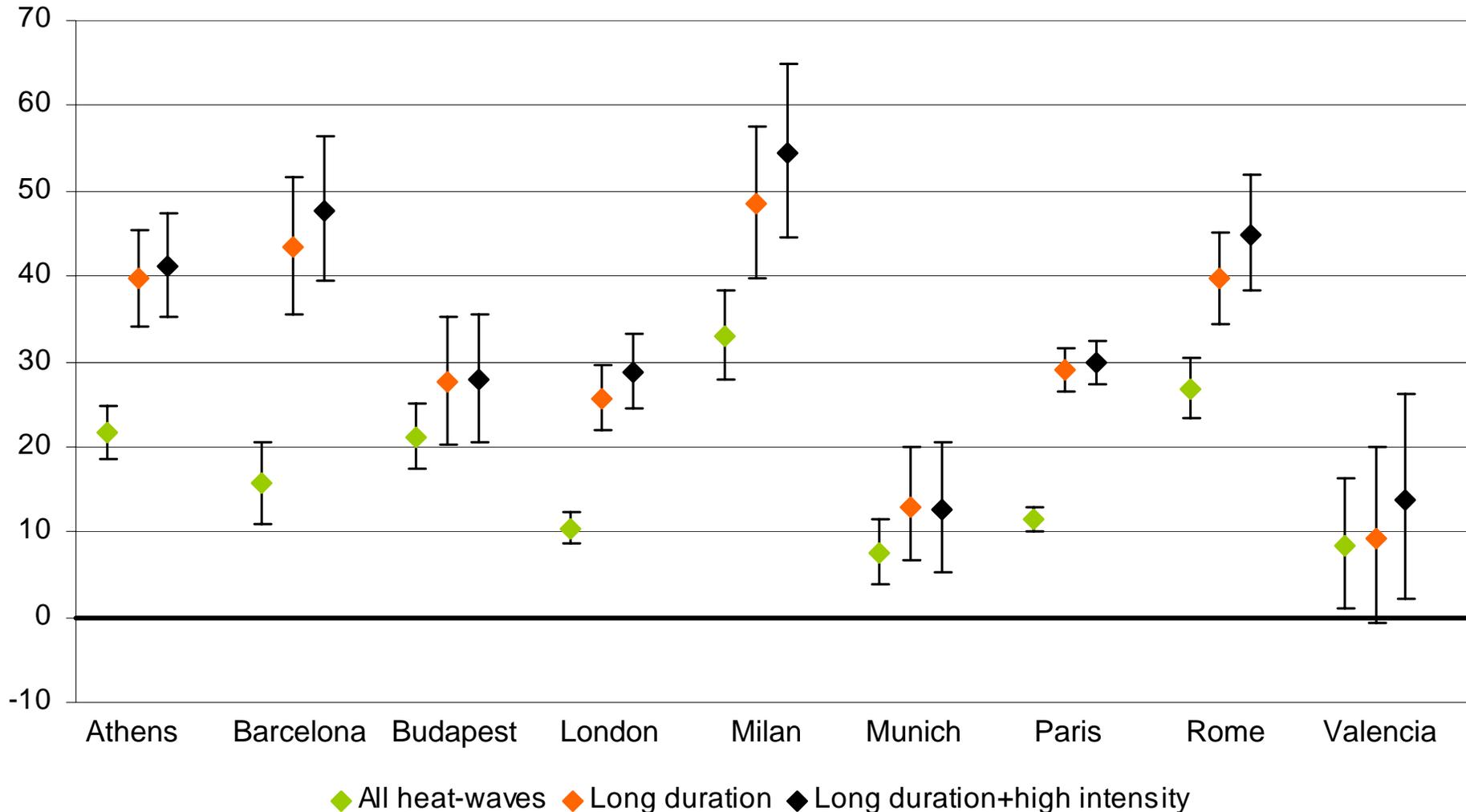
in 9 città europee (D'Ippoliti et al. In Press)

City	1990-2002, 2004					2003				
	<u>heat-wave days</u>	<u>increase in daily mortality</u>				<u>heat-wave days</u>	<u>increase in daily mortality</u>			
	range	%	90 CI				%	90 CI		
Athens	4 - 21	21.5	18.2	-	25.0	11	23.0	13.6	-	33.1
Barcelona	5 - 10	7.1	1.4	-	13.0	43	35.7	28.3	-	43.5
Budapest	3 - 18	24.7	21.0	-	25.2	16	8.8	1.3	-	32.0
London	3 - 27	7.9	6.1	-	9.8	14	43.8	37.6	-	50.3
Milan	3 - 14	31.0	25.0	-	37.2	45	48.0	37.2	-	59.5
Munich	3 - 15	8.2	4.0	-	12.5	30	5.9	-1.7	-	14.2
Paris	3 - 15	5.5	3.9	-	7.2	18	105.5	93.2	-	118.7
Rome	3 - 15	27.5	23.5	-	31.6	30	34.5	27.4	-	41.9
Valencia	4 - 13	5.0	-5.6	-	16.7	32	21.4	9.2	-	34.9

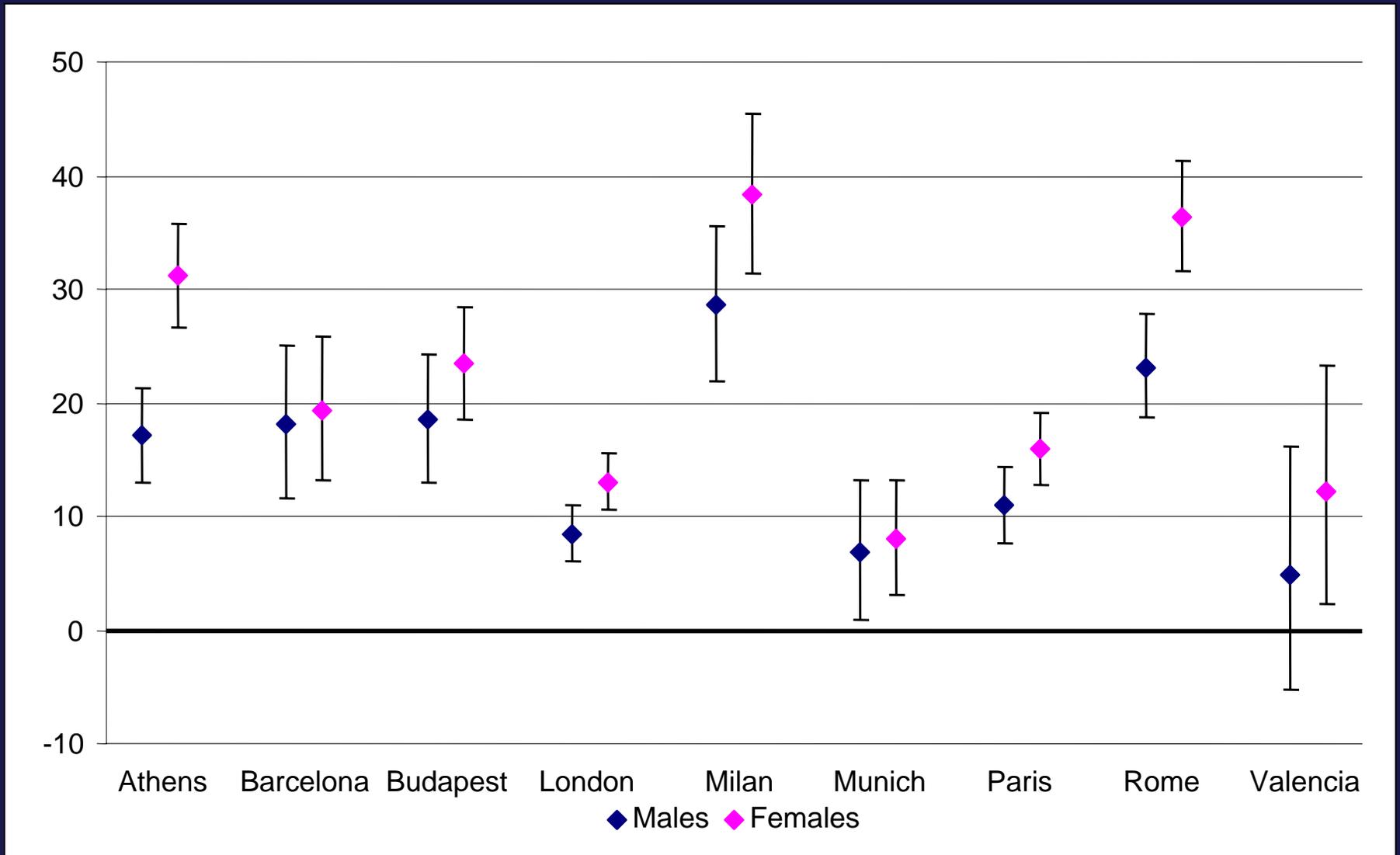
Effetto dell'ondata di calore nel 2003 e nel periodo di riferimento



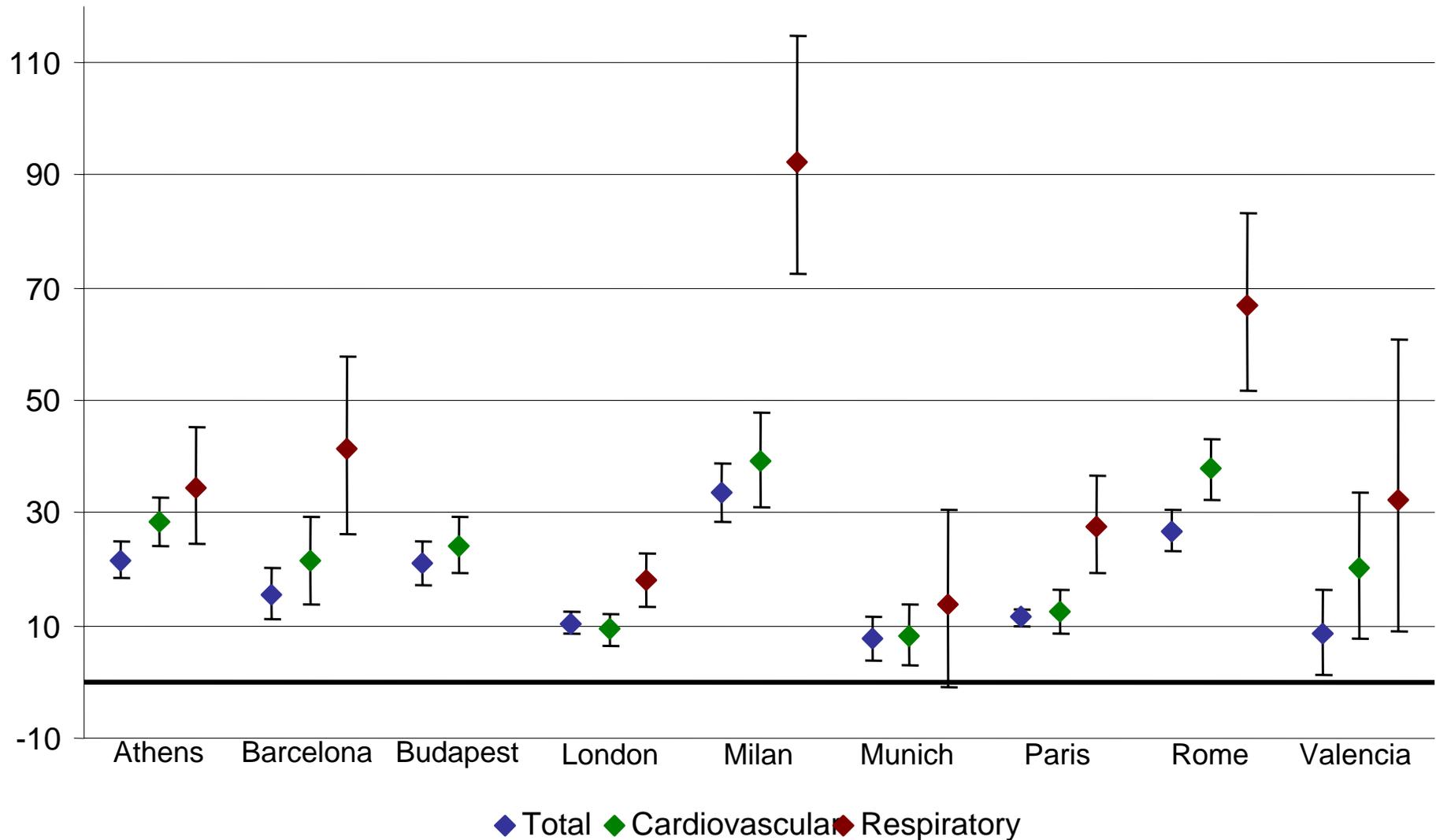
Effect of heat-waves with different characteristics (all, with long duration and high intensity) on total mortality among people aged 65+ (% increase and 90% CI)



Effect of all heat-waves among people over 65+ by gender (% variation and 90% CI)

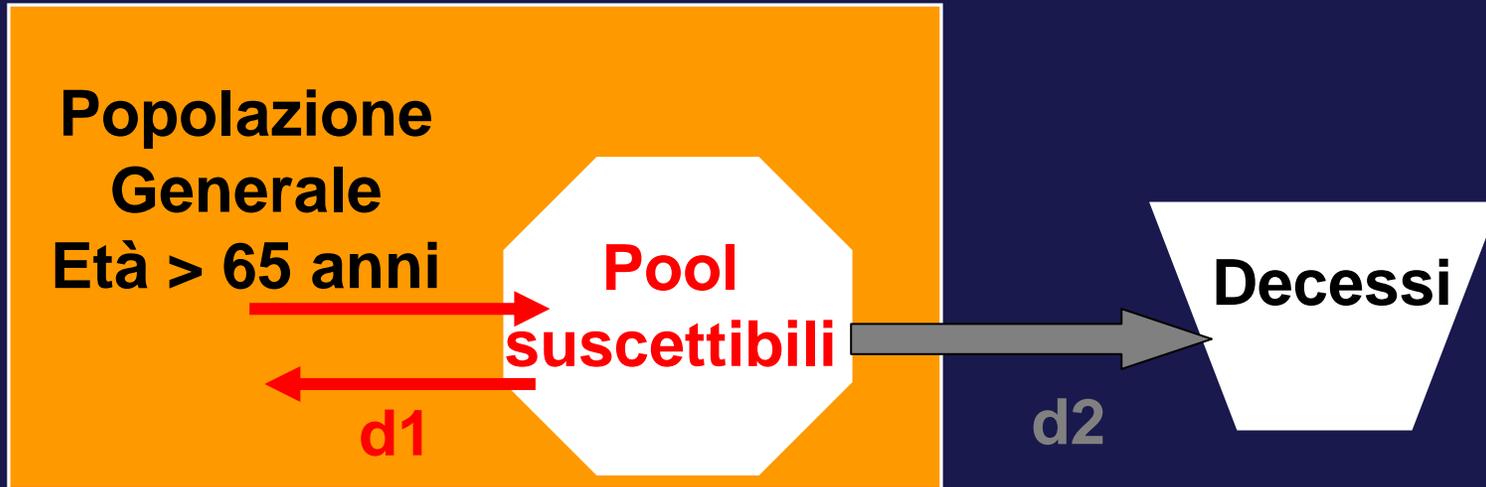


Effect of all heat-waves on mortality among people aged 65+ by causes (% increase and 90% CI)



Identificazione della frazione di popolazione suscettibile agli effetti delle ondate di calore

Variazione della popolazione suscettibile



d1: Determinanti della transizione dalla popolazione generale al pool dei suscettibili (es. fattori demografici, patologia croniche, esposizioni ambientali)

d2: Determinanti della mortalità: fattori ambientali (alte temperatura), altri determinanti

Le **prime ondate di calore** che si verificano nel corso dell'estate sono state associate ad un **maggiore effetto** sulla mortalità rispetto agli eventi successivi

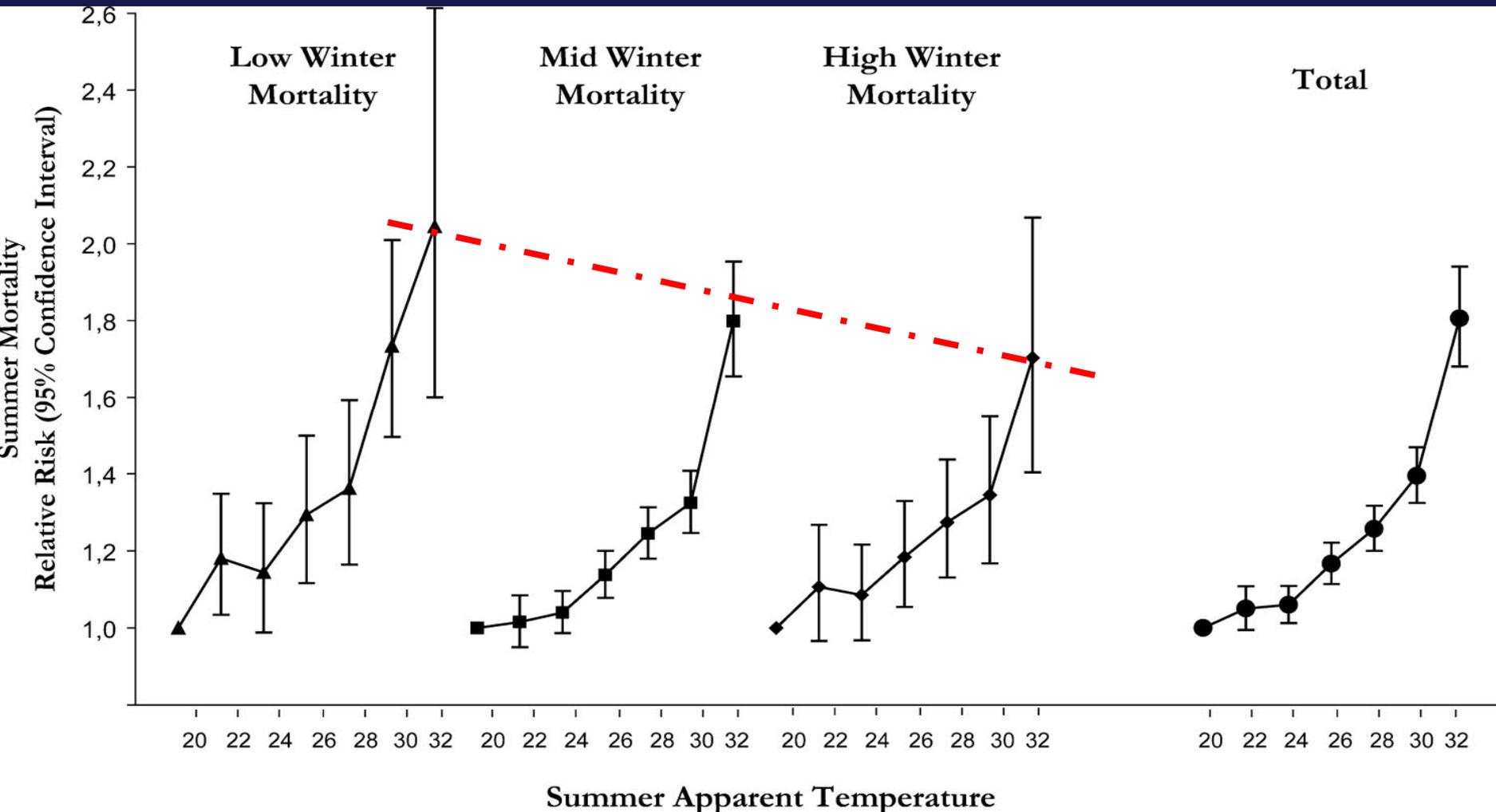


**Mortalità in sottogruppi di popolazione a rischio
fenomeno di esaurimento dei suscettibili**

e/o

Graduale adattamento della popolazione

Effetto della temperatura sulla mortalità in soggetti >65 anni residenti a Roma per livello di mortalità (basso, medio, elevato) dell'inverno precedente.



Caratteristiche che aumentano il rischio di mortalità

Caratteristiche individuali

- Età, genere, stato civile
- condizioni di salute (presenza di alcune patologie croniche, assunzione di farmaci)

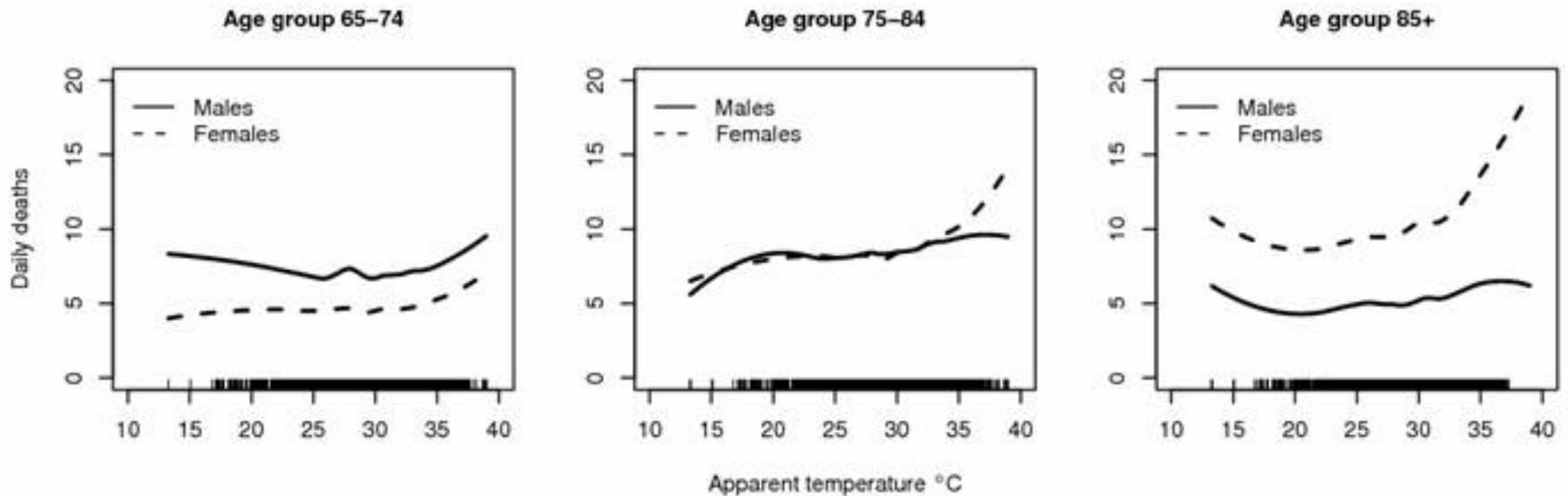
Condizioni ambientali

- Urbano/suburbano/rurale; caratteristiche abitative, assenza di aria condizionata

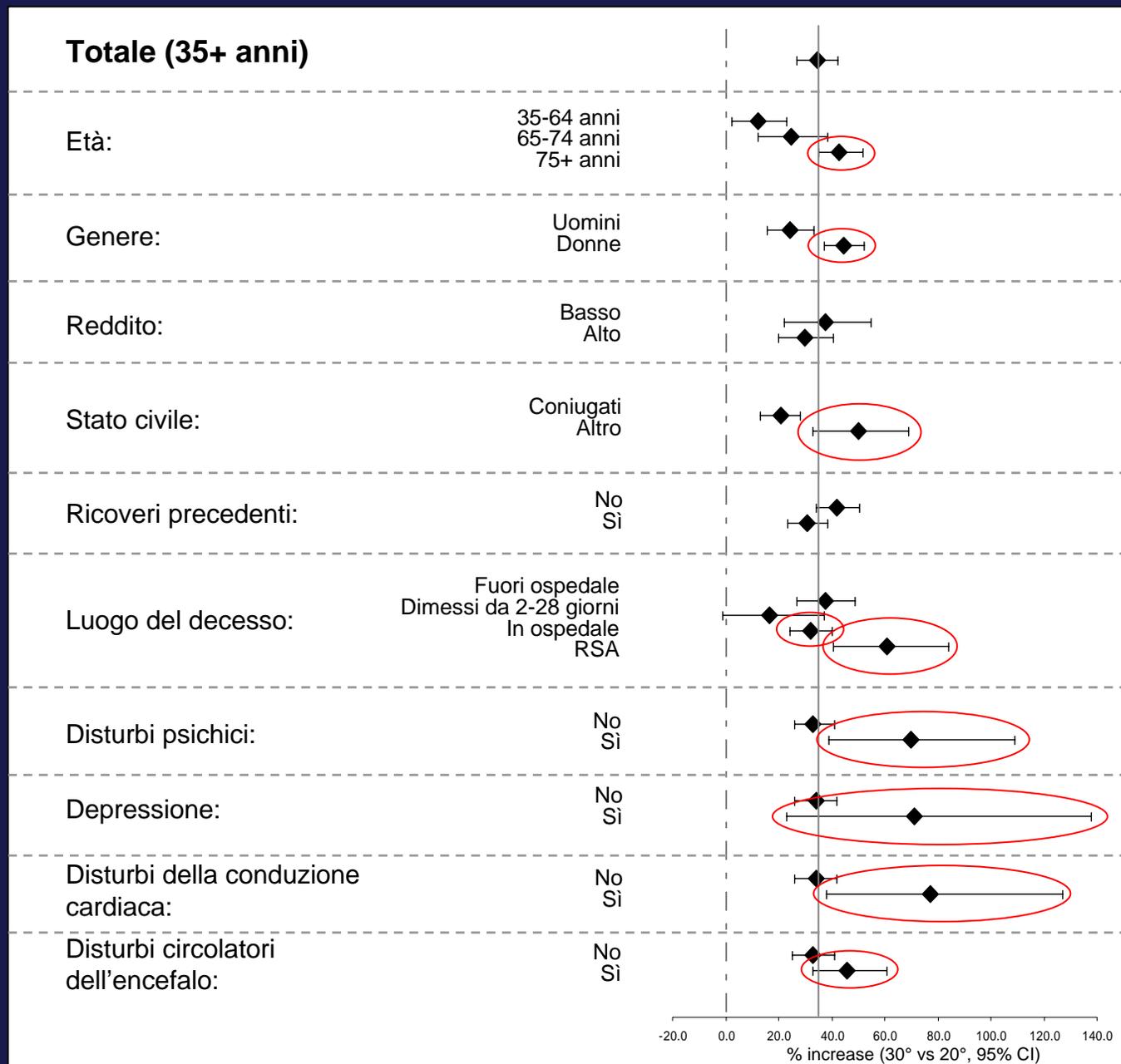
Condizioni sociali

- Basso livello socio-economico, basso titolo di studio, isolamento sociale

Relazione tra Tappmax e mortalità per genere ed età. Roma. Periodo estivo (1995-2004).



Studio case cross-over. Fattori individuali di suscettibilità.



Condizioni di salute

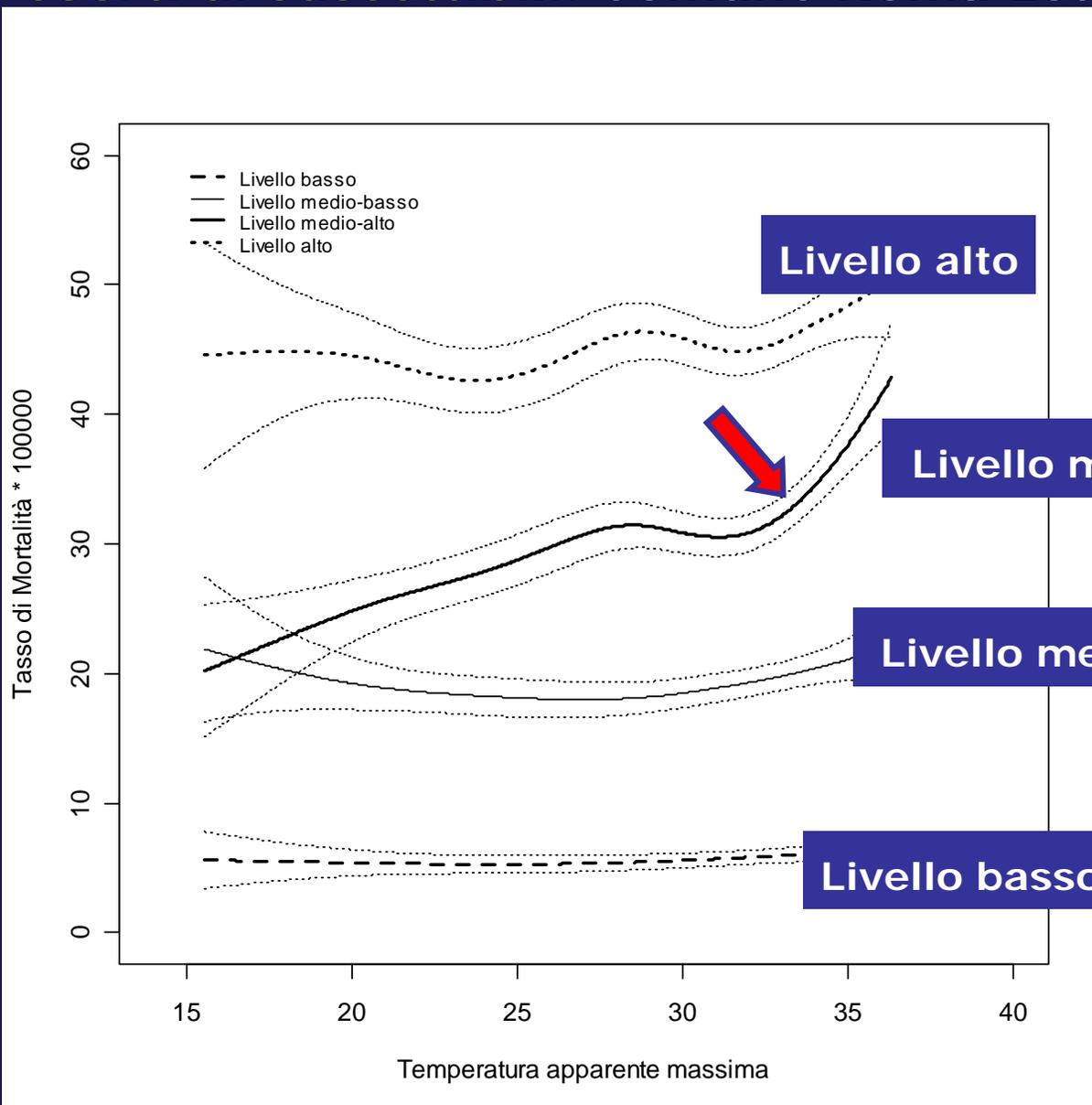
Condizioni cliniche (SDO)

- Malattie delle ghiandole endocrine e degli elettroliti
- Disturbi psichici
- Malattie del sistema nervoso centrale
- Malattie cardio- e cerebro-vascolari
- Malattie polmonari croniche
- Malattie del fegato
- Insufficienza renale

Utilizzo di farmaci (S. I. prescrizioni farmaceutiche)

- 1) Farmaci assunti per malattie associate al rischio da caldo
(es. antiipertensivi, antipsicotici, antidepressivi, antiiperglicemici)
- 2) Farmaci che possono favorire disturbi causati dal caldo
 - a) Interazione con la risposta fisiologica alle temperature elevate
(es. neurolettici, ipnotici, antiparkinsoniani, diuretici)
 - b) Interazione con lo stato di idratazione del paziente
(es. glicosidi cardiaci, litio, alcaloidi, antitrombotici, lassativi)

Relazione tra temperatura apparente massima e mortalità in diverse coorti di suscettibili. Comune Roma Estate 2009



Progetto nazionale per la prevenzione degli effetti del caldo (DPC e CCM-ministero Salute)

Monitoraggio degli effetti della temperatura sulla
mortalità nelle città italiane

La prevenzione

3 gli elementi su cui si basa il programma di prevenzione Nazionale:

1. Sistema di previsione e allarme (Health Health Watch Warning System) in grado di prevedere con un anticipo fino a 72 ore il verificarsi di condizioni meteorologiche a rischio per la salute;
2. L'identificazione della popolazione a maggior rischio (anagrafe dei suscettibili)
3. La definizione di linee guida per orientare gli interventi di prevenzione sui gruppi a maggior rischio e lo sviluppo di piani di prevenzione a livello locale
- 4.

Monitoraggio mortalità estiva : Sistema rapido di rilevazione della mortalità

Città con sistema di allarme HHWW, Estate 2009



27 città con sistema
HHWWS DPC

3 città anche con
sistema sviluppato

localmente (Torino,
Bologna e Firenze)

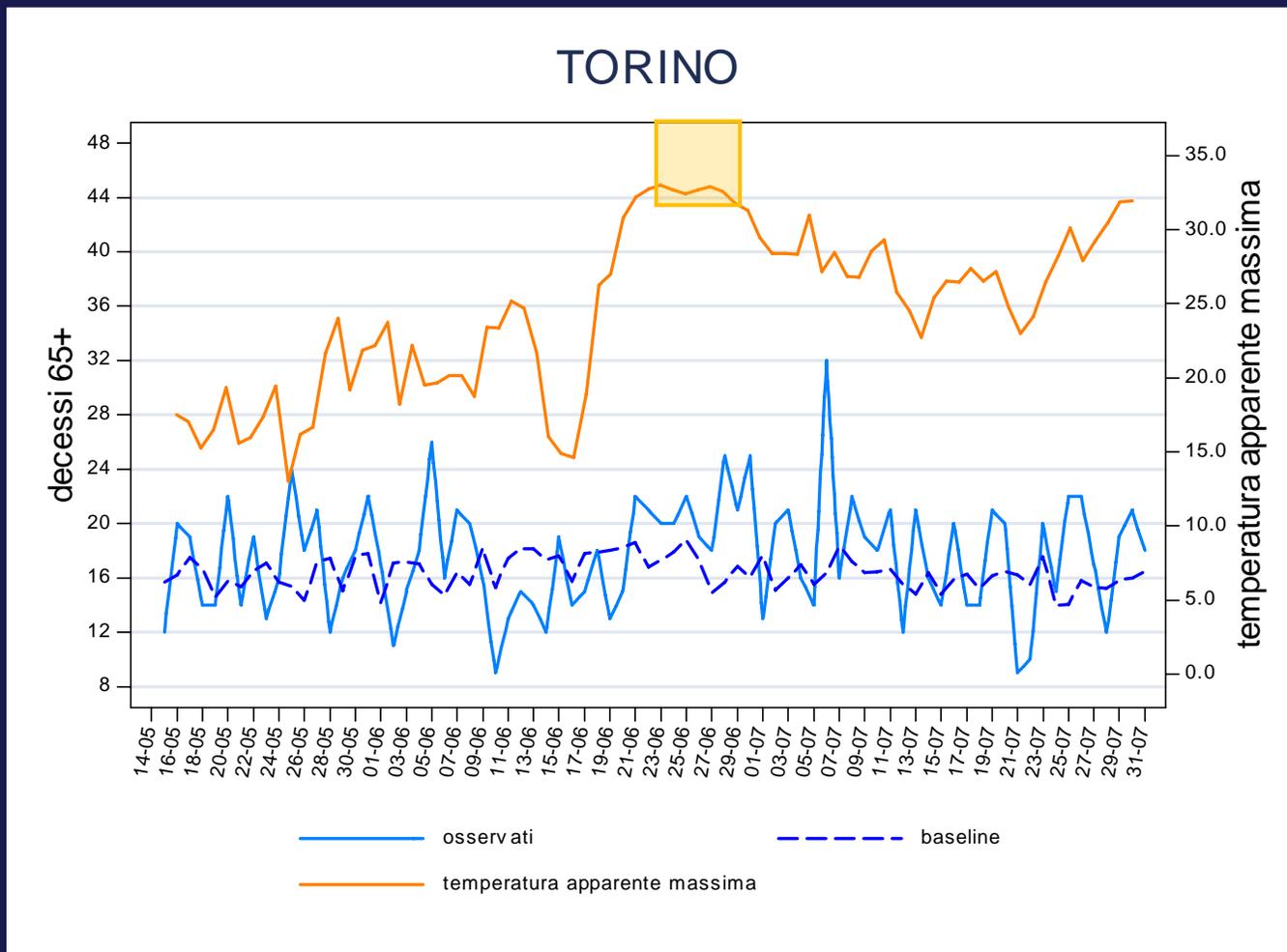
**Copertura: 93% della
Popolazione residente
nelle aree urbane**

Sistemi di allarme HHWW e valori soglia stimati

Città	Modelli	Modello Tappmax		
		giugno	luglio	agosto
Campobasso	Tappmax	28.5	29.5	29.5
Perugia	Tappmax	29.5	30.5	31.5
Bolzano	Tappmax	30.5	30.5	30.5
Ancona	Tappmax	30.5	31.5	32.5
Torino	Modello ARPA Piemonte	30.5	32.5	33.5
Genova	Tappmax	31.5	32.5	33.5
Venezia	Tappmax	31.5	32.5	34.5
Bari	Massa d'aria/Tappmax	31.5	33.5	33.5
Brescia	Tappmax	31.5	33.5	33.5
Trieste	Tappmax	32.5	32.5	33.5
Pescara	Tappmax	32.5	32.5	35.5
Bologna	Modello ARPA EMR	32.5	33.5	34.5
Palermo	Tappmax	32.5	33.5	34.5
Roma	Massa d'aria/Tappmax	32.5	34.5	34.5
Milano	Massa d'aria/Tappmax	33.5	33.5	35.5
Verona	Tappmax	33.5	34.5	34.5
Firenze	Tappmax	33.5	34.5	35.5
Messina	Tappmax	33.5	34.5	36.5
Cagliari	Tappmax	33.5	35.5	36.5
Reggio Calabria	Tappmax	33.5	35.5	36.5
Napoli	Tappmax	33.5	36.5	36.5
Catania	Tappmax	34.5	34.5	36.5

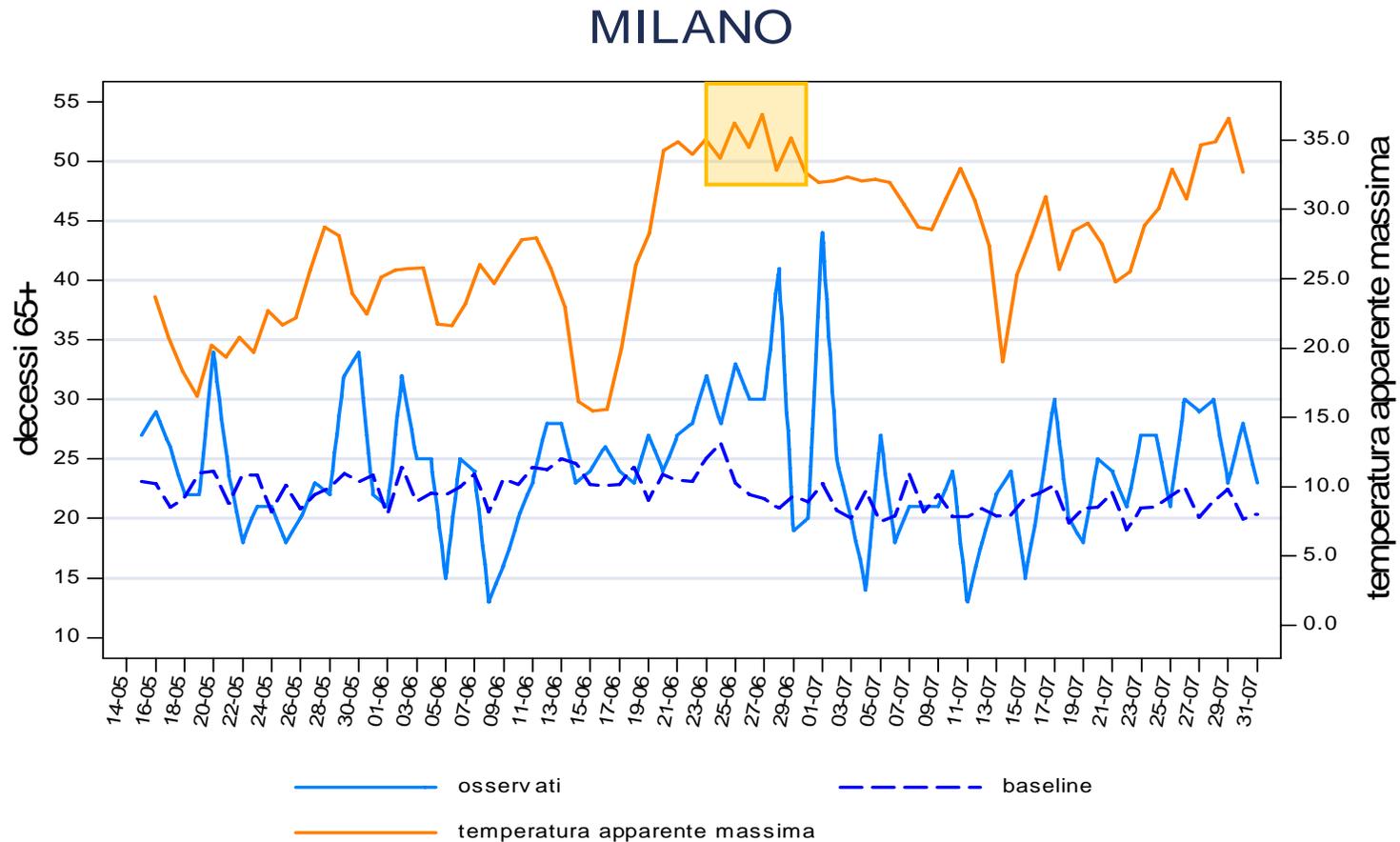
Esempio: Risultati del sistema di sorveglianza.

Andamento giornaliero della temperatura apparente massima, del numero di decessi osservati e attesi (maggio-luglio 2008)



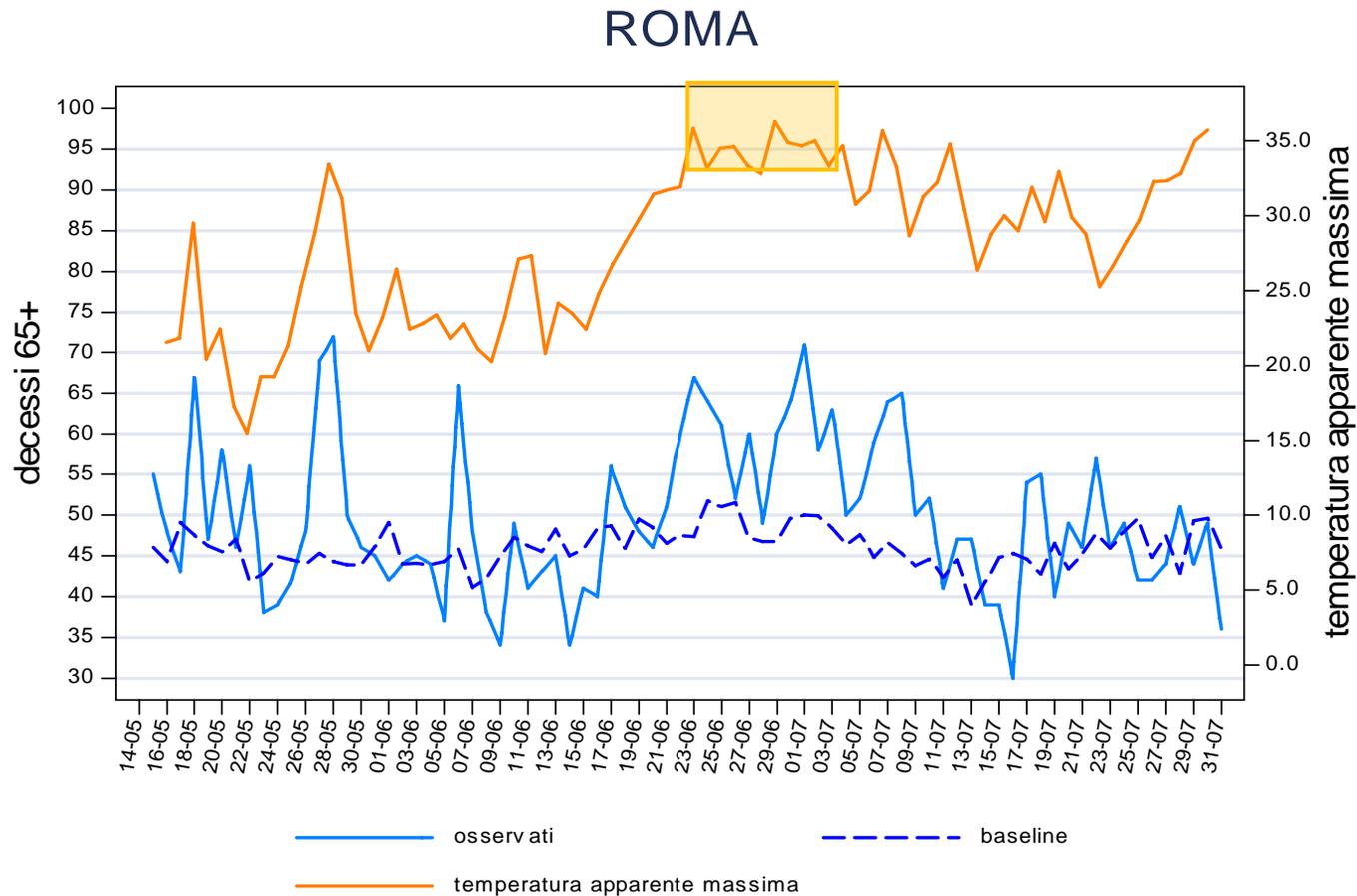
Esempio: Risultati del sistema di sorveglianza.

Andamento giornaliero della temperatura apparente massima, del numero di decessi osservati e attesi (maggio-luglio 2008)



Esempio: Risultati del sistema di sorveglianza.

Andamento giornaliero della temperatura apparente massima, del numero di decessi osservati e attesi (maggio-luglio 2008)



Esempio: Risultati del sistema di sorveglianza della mortalità.

Impatto dell'ondate di calore 22 giugno – 4 luglio 2008.

Decessi giornalieri osservati, attesi e variazione % nella popolazione 65+.

Città	Decessi nella classe di età 65 e oltre				
	Osservati	Attesi	Oss - Att	Var %	p value
BOLZANO	22	19	3	16	0.522
TORINO	145	119	26	22	0.031
MILANO	153	118	35	30	0.005
BRESCIA	26	27	-1	-4	0.845
VERONA	36	38	-2	-5	0.739
BOLOGNA	91	86	5	6	0.600
FIRENZE	173	143	30	21	0.023
PERUGIA	42	40	2	5	0.758
RIETI	2	13	-11	-85	<0.001
CIVITAVECCHIA	20	14	6	43	0.180
ROMA	779	635	144	23	<0.001
FROSINONE	14	7	7	100	0.061
LATINA	19	16	3	19	0.491
REGGIOCALABRIA	29	36	-7	-19	0.194
MESSINA	22	23	-1	-4	0.831
PALERMO	47	62	-15	-24	0.029

Esempio:

Risultati del sistema di sorveglianza. Impatto stagionale

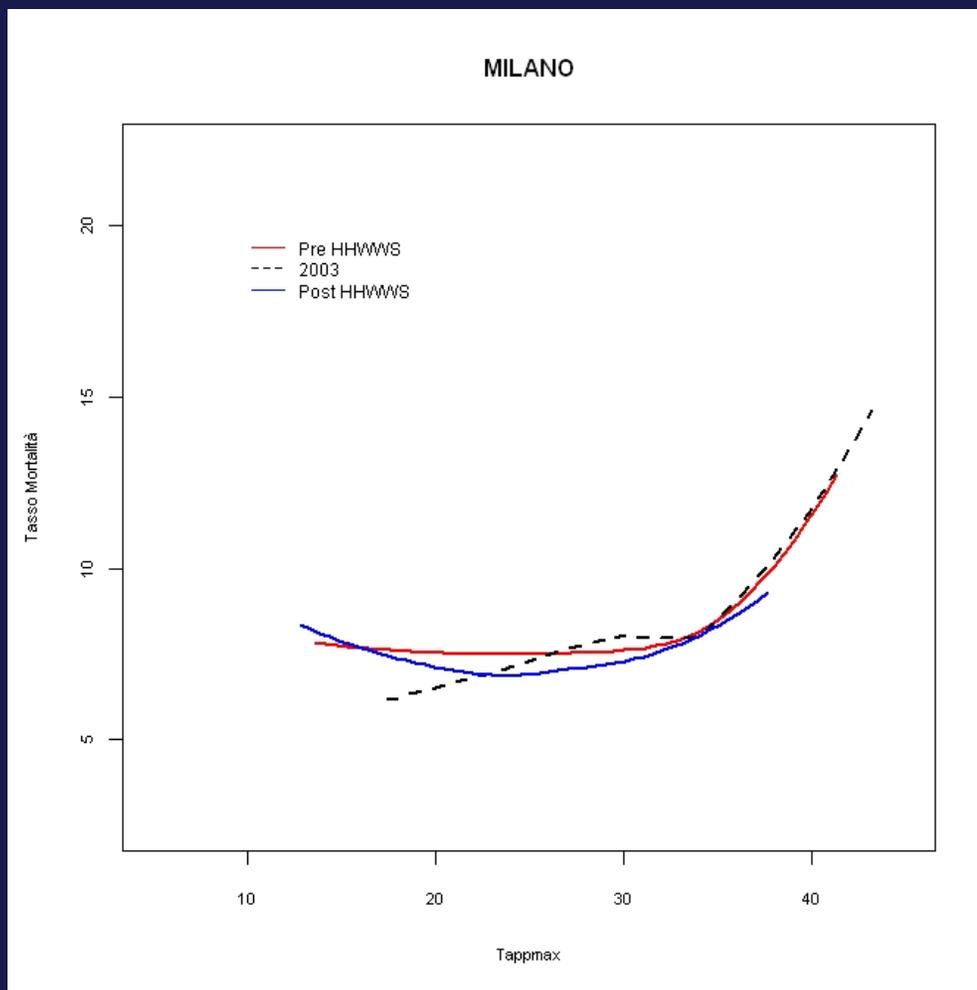
Città	Osservati	Variazione Range %	
BOLZANO	248	2	88
TORINO	2132	9	-4
MILANO	2879	9	15
BRESCIA	457	-6	-17
VERONA	588	-10	4
VENEZIA	843	4	-16
TRIESTE	707	-12	-12
GENOVA	2077	1	-4
BOLOGNA	1065	-6	1
FIRENZE	1153	5	-3
PERUGIA	414	12	-2
VITERBO	133	2	-6
RIETI	101	-8	68
CIVITAVECCHIA	105	5	54
ROMA	5996	8	8
FROSINONE	89	22	-37
LATINA	175	4	-20
PESCARA	245	-12	-10
CAMPOBASSO	96	-4	17
NAPOLI	2604	14	27
CAGLIARI	316	-8	-43
BARI	611	-8	-25
REGGIOCALABRIA	409	-4	-18
MESSINA	656	-1	2
PALERMO	1307	-4	-14
CATANIA	747	-1	-5

Valutazione del programma di prevenzione Nazionale

Variazioni dell'impatto delle ondate di calore sulla
mortalità

Valutazione del programma di prevenzione

Variazione temporale della relazione temperatura-mortalità

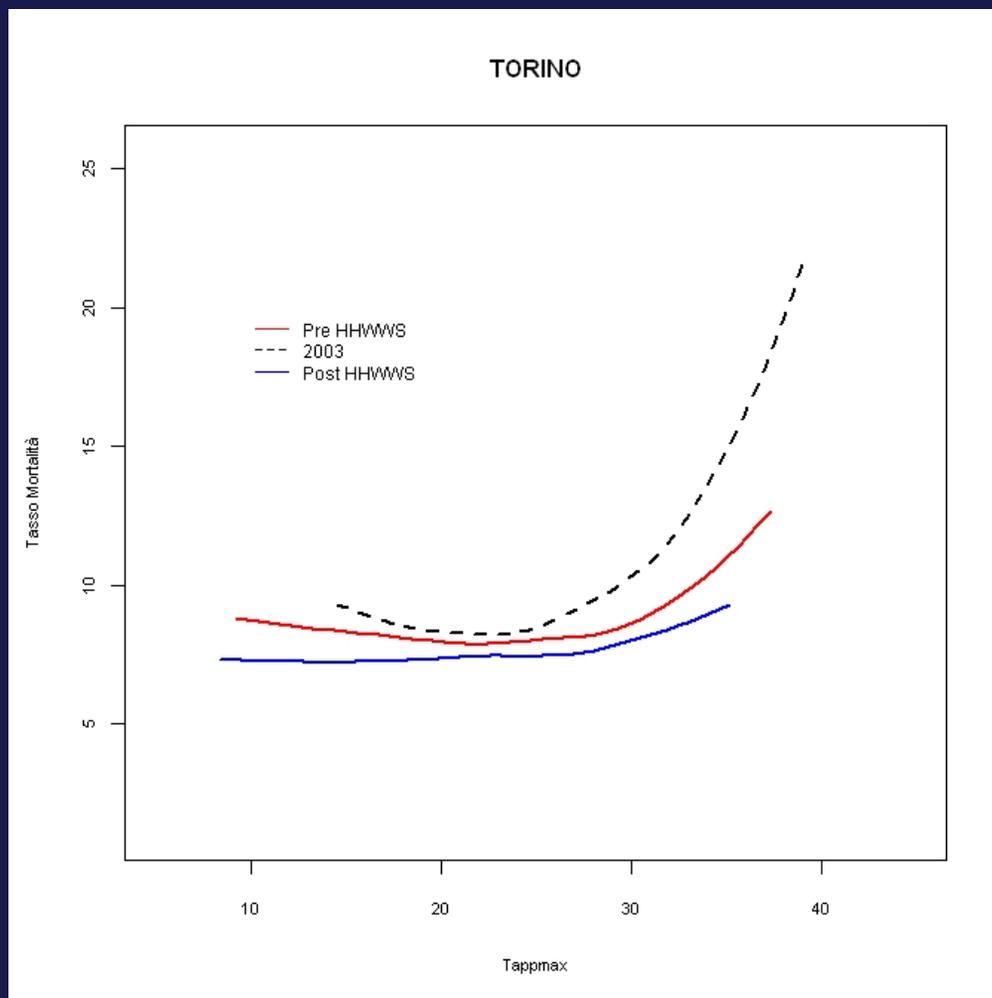


Città	Soglia Tappmax	Anni Pre- HHWWS Incremento mortalità % (IC95%)	Anni Post- HHWWS Incremento mortalità % (IC95%)
MILANO	33.5	8.92 (6.78 -11.09)	4.91 (1.37 -8.56)



**Riduzione
dell'impatto**

Valutazione dell'intervento: Variazione temporale della relazione temperatura-mortalità

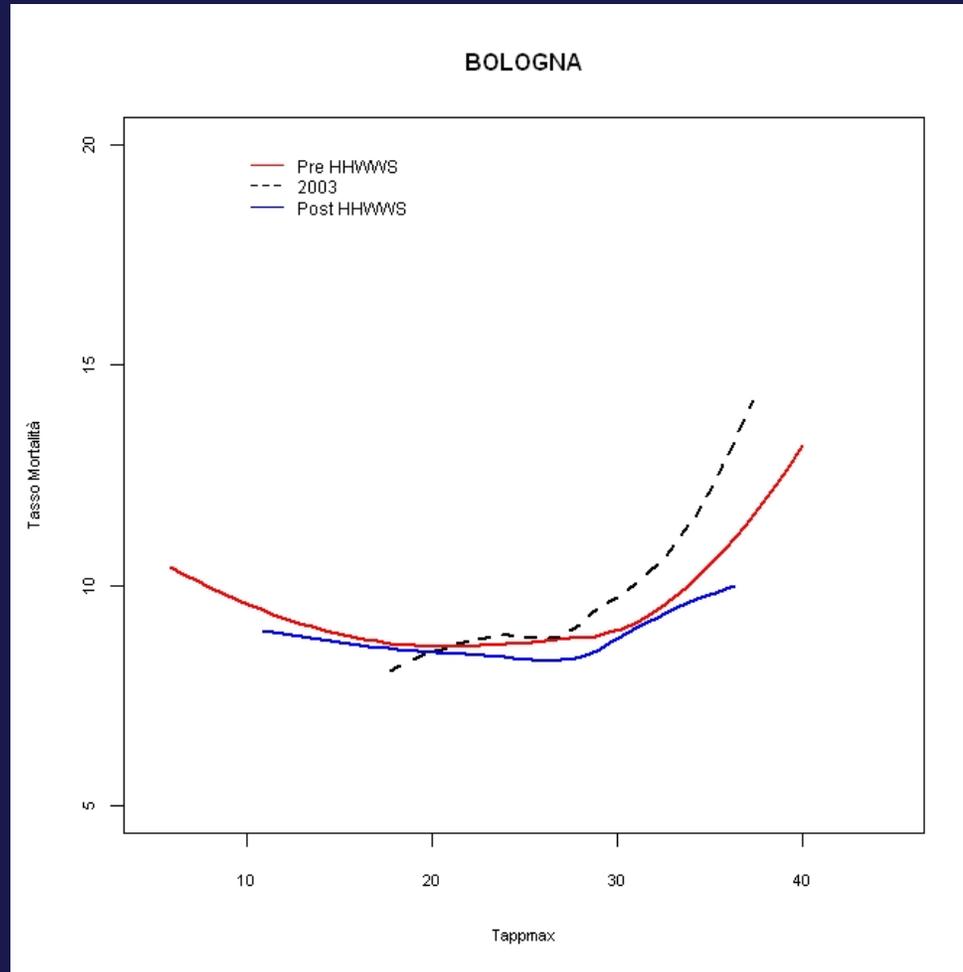


Città	Soglia Tappmax	Anni Pre- HHWWS Incremento mortalità % (IC95%)	Anni Post- HHWWS Incremento mortalità % (IC95%)
TORINO	30.5	7.63 (4.85 -10.48)	5.02 (1.03 -9.17)



**Riduzione
dell'impatto**

Valutazione dell'intervento: Variazione temporale della relazione temperatura-mortalità

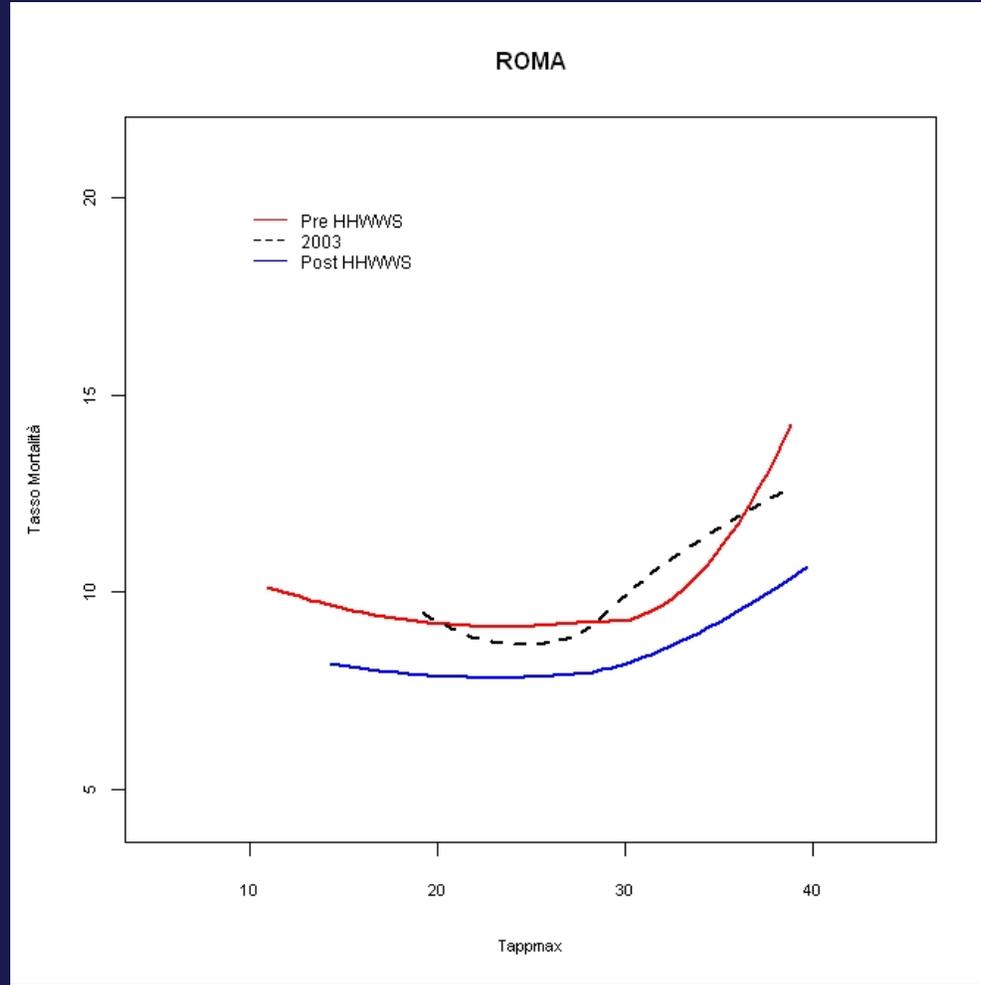


Città	Soglia Tappmax	Anni Pre- HHWWS Incremento mortalità % (IC95%)	Anni Post- HHWWS Incremento mortalità % (IC95%)
BOLOGNA	32.5	10.85 (7.72 -14.08)	4.74 (0.21 -9.47)



**Riduzione
dell'impatto**

Valutazione dell'intervento: Variazione temporale della relazione temperatura-mortalità

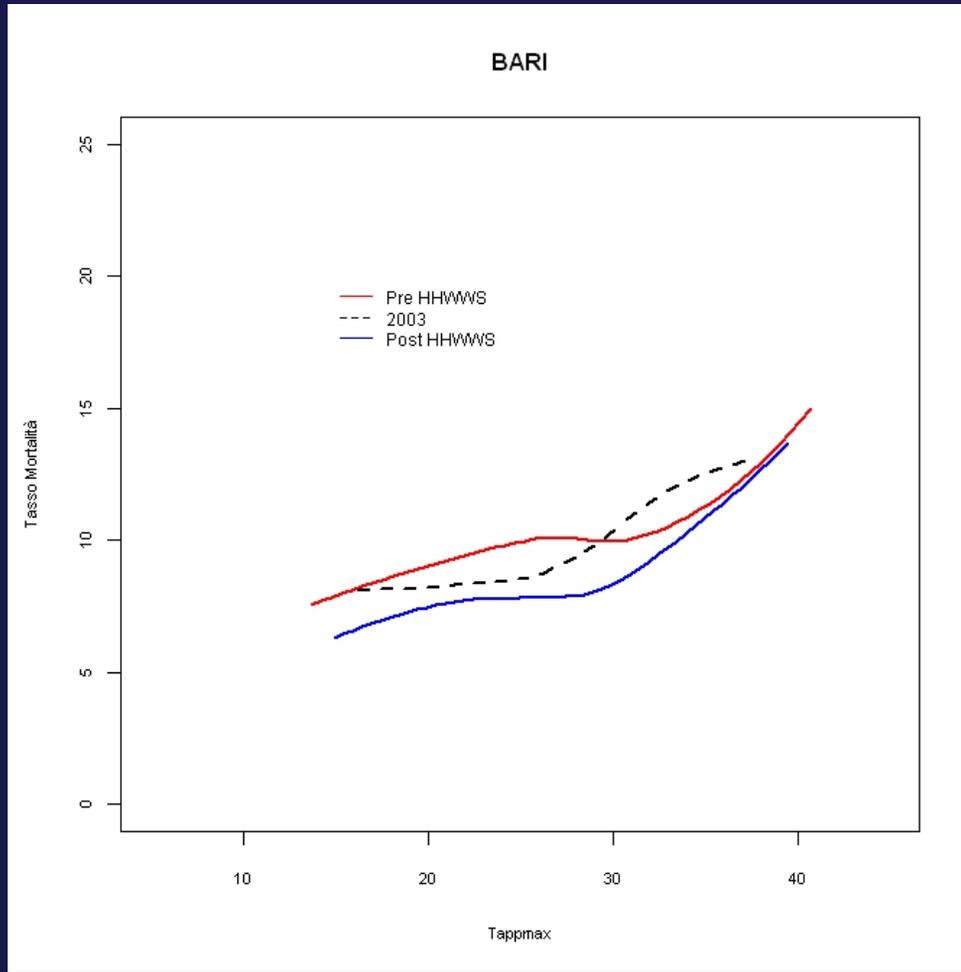


Città	Soglia Tappmax	Anni Pre- HHWWS Incremento mortalità % (IC95%)	Anni Post- HHWWS Incremento mortalità % (IC95%)
ROMA	32.5	8.48 (6.98 -10.00)	5.97 (4.12 -7.84)



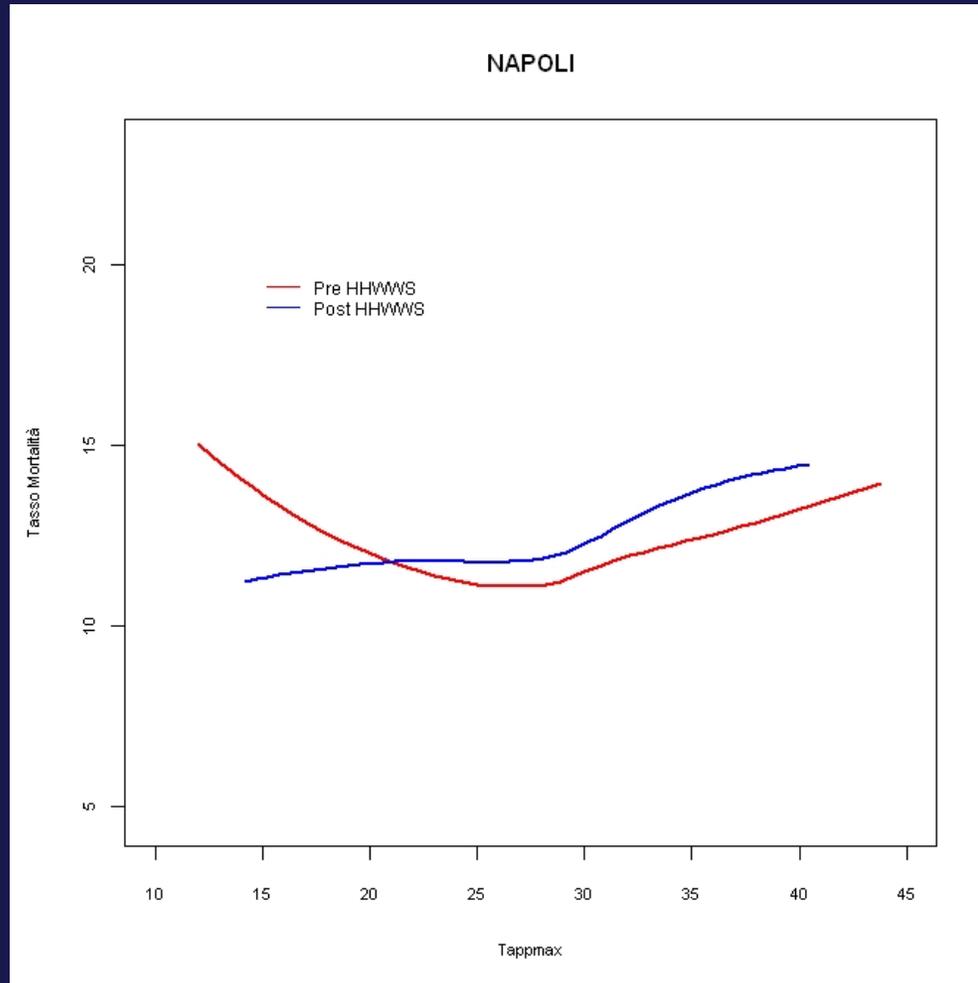
**Riduzione
dell'impatto**

Valutazione dell'intervento: Variazione temporale della relazione temperatura-mortalità



Città	Soglia Tappmax	Anni Pre- HHWWS Incremento mortalità % (IC95%)	Anni Post- HHWWS Incremento mortalità % (IC95%)
BARI	31.5	5.21 (1.52 -9.03)	11.72 (5.87 -17.89)

Valutazione dell'intervento: Variazione temporale della relazione temperatura-mortalità



Città	Soglia Tappmax	Anni Pre- HHWWS Incremento mortalità % (IC95%)	Anni Post- HHWWS Incremento mortalità % (IC95%)
NAPOLI	33.5	3.48 (1.14 -5.88)	7.80 (4.54 -11.17)

Valutazione degli interventi di prevenzione a livello locale

Comune di Roma, estate 2008. Confronto del tasso di mortalità nei giorni con e senza ondata di calore tra pazienti sorvegliati e non sorvegliati.

Popolazione	Livello di rischio	Ondata di calore		RR	p-value		
		si	no				
		n decessi	Tasso mortalità giornaliero * 100000	n decessi	Tasso mortalità giornaliero * 100000		
Comune di Roma							
Non sorvegliati	Basso / Medio-basso	1613	8.2	3558	6.82	1.20	<0.001
	Medio-alto / Alto	178	45.3	381	36.59	1.24	0.019
Sorvegliati	Basso / Medio-basso	23	13.7	69	15.49	0.88	0.603
	Medio-alto / Alto	17	35.1	44	34.36	1.02	0.937

Note: estate 2008: 34 giorni con ondata di calore; 90 giorni senza ondata di calore

Conclusioni

- Evidenza di eterogeneità geografica e temporale dell'impatto delle alte temperature sulla mortalità
- Effetto delle ondate di calore: intensità e durata aumentano l'impatto sulla mortalità
- Maggiore effetto negli anziani e nelle donne
- Diverse condizioni di salute aumentano la suscettibilità alle ondate di calore
- Ruolo dei fattori sociali deve essere meglio indagato

- Evidenza di efficacia del programma di prevenzione :
Confrontando gli anni pre e post attivazione del sistema nazionale di prevenzione si evidenzia in diverse città una sostanziale riduzione dell'effetto della temperatura sulla mortalità negli anni recenti
- Scarsa evidenza di efficacia di interventi di prevenzione a livello locale (es. Roma la valutazione del programma di sorveglianza attiva da parte dei MMG)
- Indispensabile nel futuro l'attivazione di studi per la valutazioni di efficacia di specifici interventi di prevenzione