



**SANIT 2007**  
**Roma 18.04.2007**

# **Determinanti dell'effetto sulla mortalità delle ondate di calore**

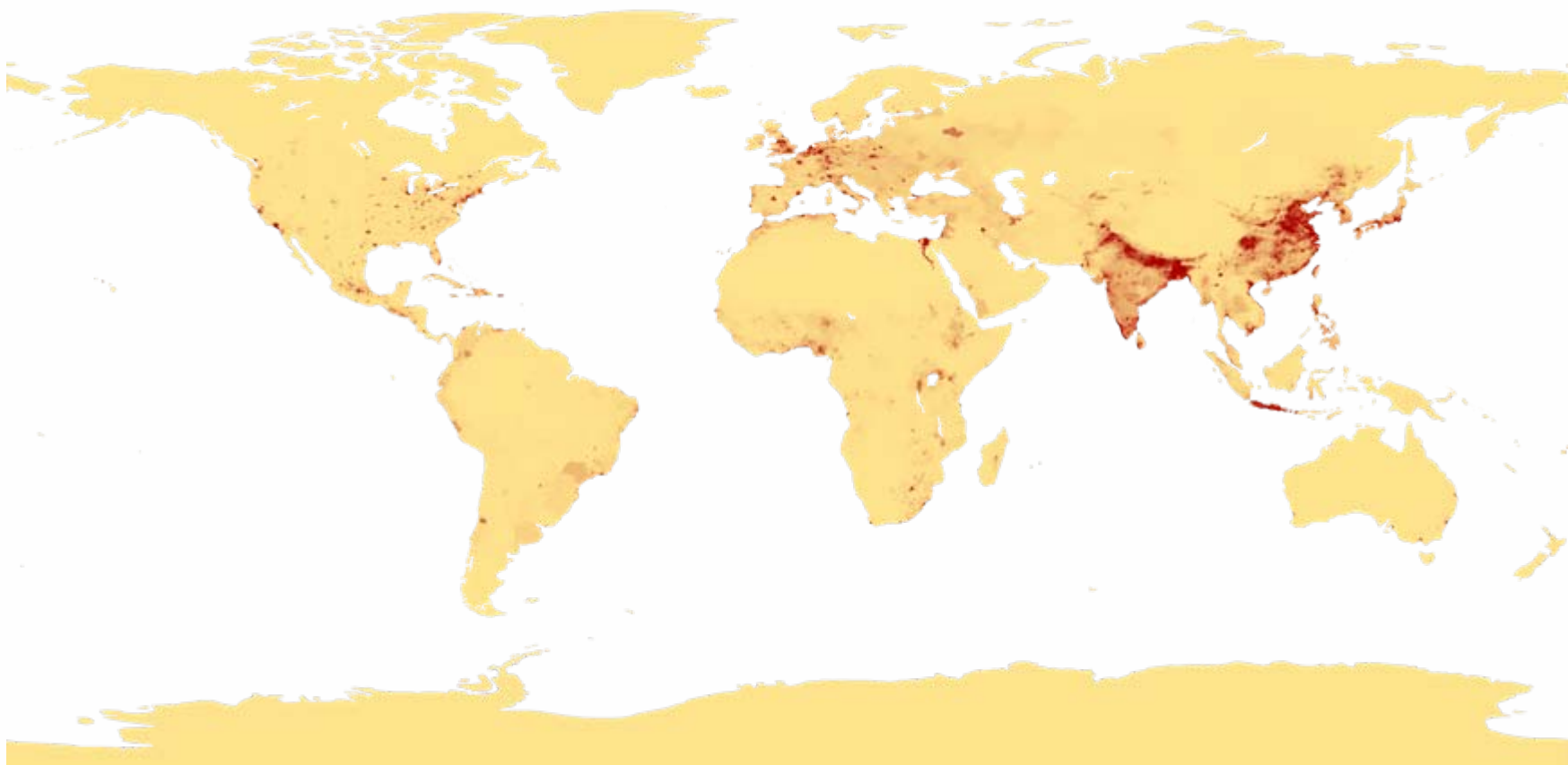
**Ennio Cadum**

Centro Regionale per l'Epidemiologia  
e la salute ambientale

ARPA Piemonte



# Distribuzione popolazione pianeta terra





# Temperature estreme

Le temperature estreme registrate sul nostro pianeta sono state:

+57.7 °C, registrata ad Al 'Aziziyah, Libia, il 13.9.1922

-89.2 °C, registrata nella stazione Vostok, Antartide, il 21.7.1983

Le temperature estreme registrate in Italia sono state:

+45.2 °C rilevati all'Aeroporto di Catania il 2.7.98

-34.6 °C rilevati al Plateau Rosa, Valle d'Aosta, il 6.3.71



# Ondate di calore degli ultimi 30 anni

- 1976 United Kingdom heat wave
- 1976 European heat wave
- 1983 European heat wave
- 1988 North American heat wave
- 1992 Venezuela heat wave
- 1993 South East heat wave
- 1995 Chicago heat wave
- 1995 European heat wave
- 1998 Indian heat wave
- 1998 Middle east heat wave
- 1998 Southern heat wave
- 1998 Mexican heat wave
- 1999 Midwest heat wave
- 1999 Northeast heat wave
- 2001 Eastern United States heat wave
- 2002 India heat wave
- 2003 European heat wave
- 2003 Pacific Northwest heat wave
- 2005 Desert Southwest heat wave
- 2006 North American heat wave
- 2006 European heat wave

***Definizione heatwave: temperatura elevata oltre il 95° percentile della media stagionale persistente per 2 (3-5) giorni (in Olanda definizione legale di 5 gg)***



# Ondate di calore 2006

All'inizio del 2006 la città di Adelaide, South Australia è stata colpita da un'ondata di calore con temperature intorno ai 40 °C per 5 giorni consecutivi; a Port Augusta le temperature hanno superato per 10 gg i 40 °C con una punta di 48 °C.

Nel luglio del 2006, negli USA si sono verificate numerose ondate di calore con un superamento delle medie delle temperature stagionali in tutto il paese. Le temperature nel South Dakota hanno superato i 115°F (46°C). La California ha registrato temperature straordinariamente alte, con valori oscillanti tra 100°F e 130°F (38°C-54°C). Il 22 luglio, Los Angeles ha registrato la temperatura massima di sempre con 119°F (48.33°C).

L'Europa settentrionale nel 2006 è stata colpita da un'ondata di calore massiva con temperature di 40 °C (104°F) a Parigi, e di oltre 31°C (88°F) in Irlanda, che gode di un clima marittimo temperato.

Temperature di 35°C (95°F) sono state registrate nel Benelux, nel Regno Unito ed in Germania.



## Relazione temperatura – mortalità in alcune città italiane (MISA1, Epid. Prev. 25, (S) 2, 2001)

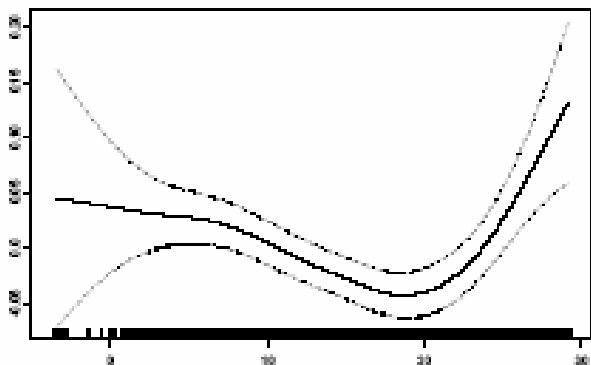


Figura 2. Relazione tra temperatura del giorno stesso e mortalità totale, Torino 1995-1998.

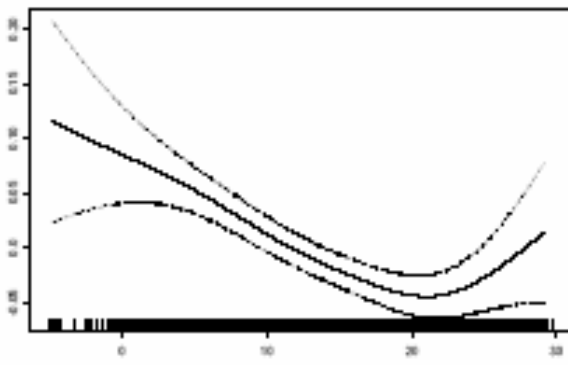


Figura 2. Relazione tra temperatura del giorno stesso e mortalità totale, Milano 1995-1997.

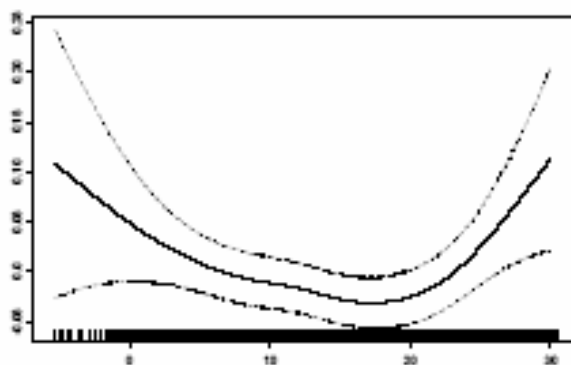


Figura 2. Relazione tra temperatura del giorno stesso e mortalità totale, Bologna 1996-1998.

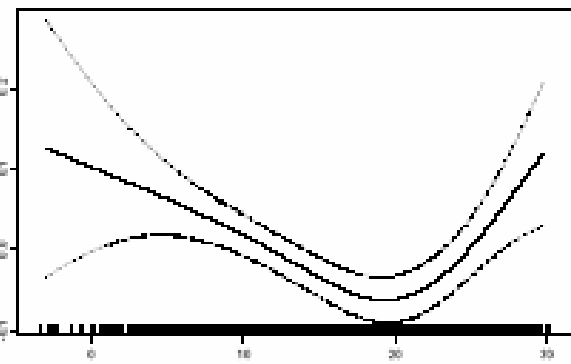


Figura 2. Relazione tra temperatura del giorno stesso e mortalità totale, Firenze 1996-98.

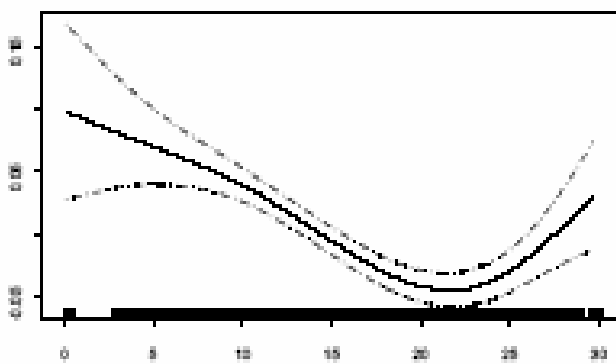


Figura 2. Relazione tra temperatura del giorno stesso e mortalità totale, Roma 1995-1997.

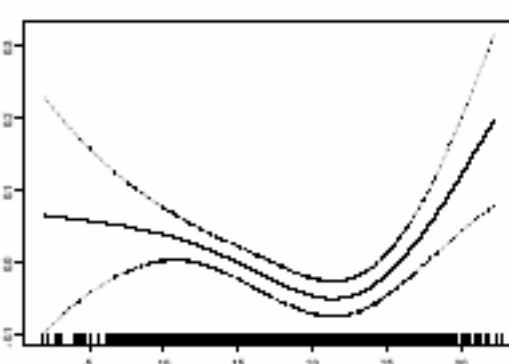


Figura 2. Relazione tra temperatura del giorno stesso e mortalità totale, Palermo 1997-1999.

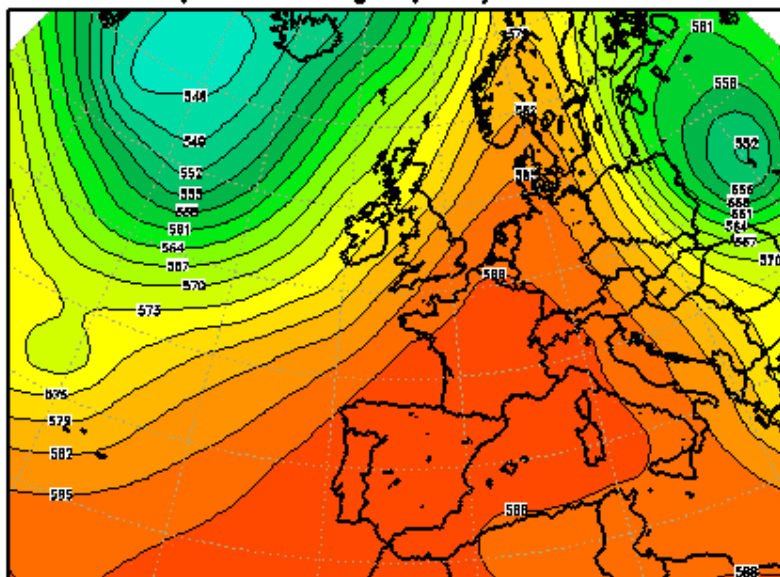
Range del punto di svolta compreso tra 19°C-22°C



# L'esperienza italiana nell' 'estate 2003

## Situazione generale agosto 2003

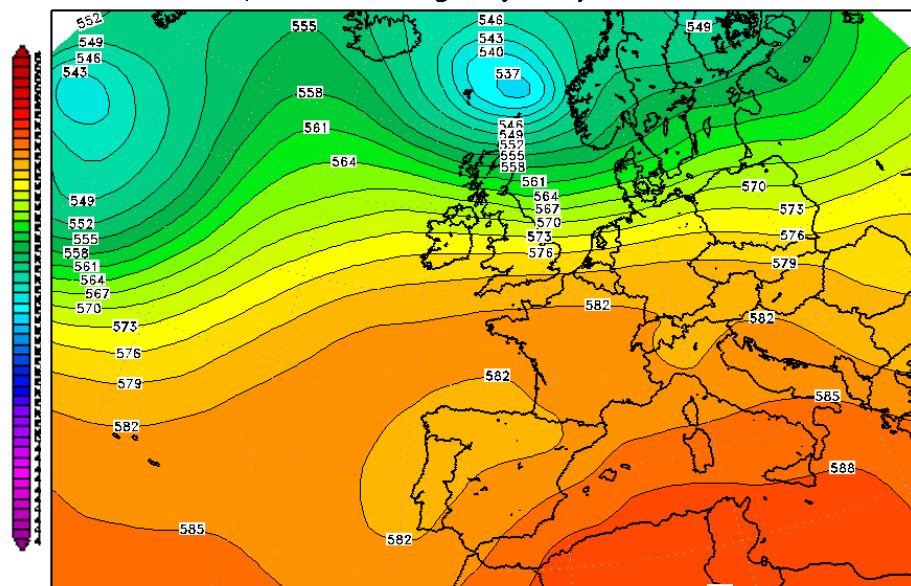
Geopotential Height (dam) at hPa 500



ECMWF - Mon 11 AUG 2003 00:00 UTC - Analysis

Prima decade agosto (11/08/2003)

Geopotential Height (dam) at hPa 500



ECMWF - Fri 22 AUG 2003 06:00 UTC - Analysis

Terza decade agosto (22/08/2003)



# Indici di calore e mortalità 2003: Torino Giu-Ago 2003

Humidex: indice combinato di temperatura ed umidità

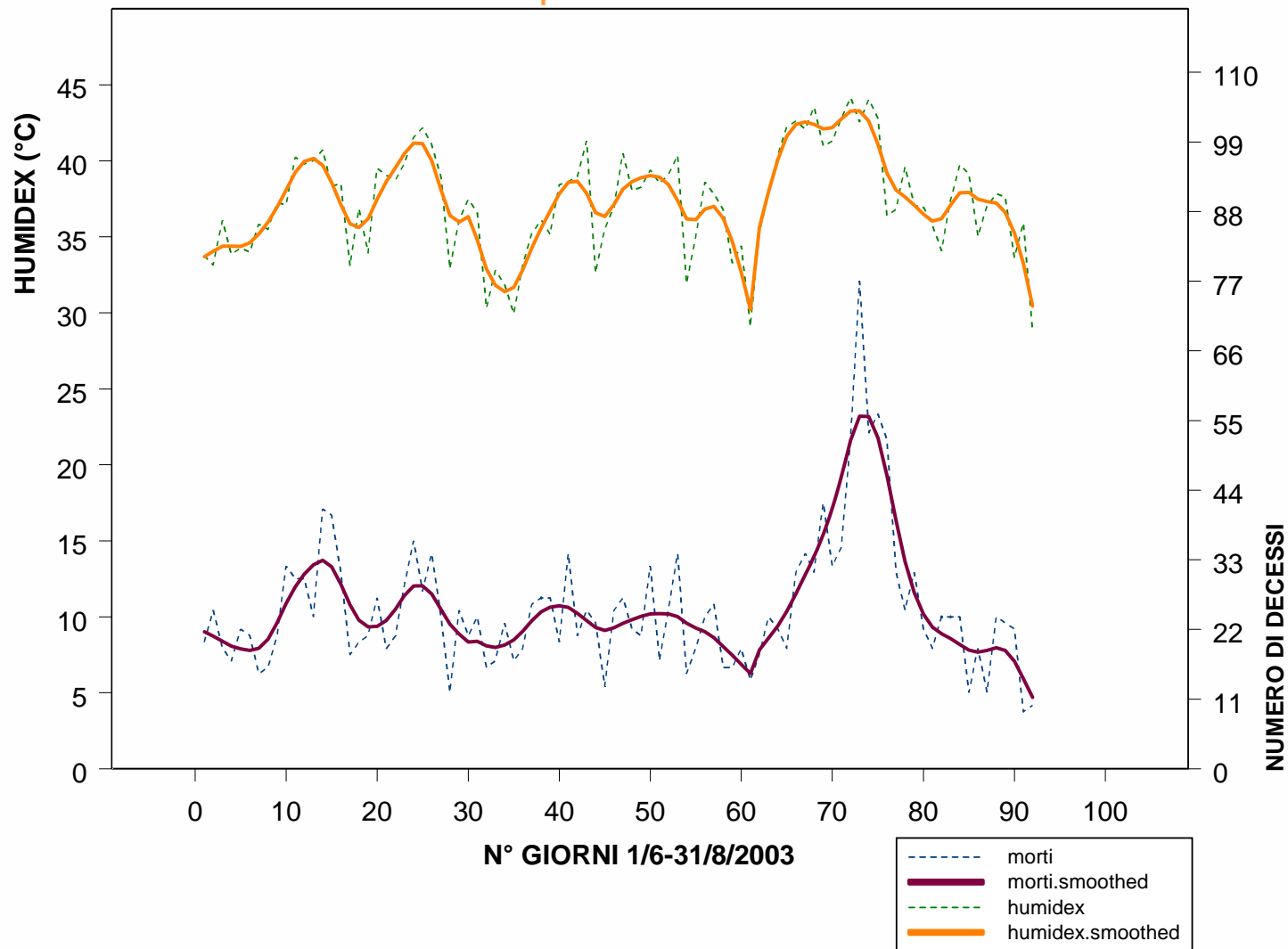






Fig. 1 - Mortalita' totale (cause naturali) e temperatura massima apparente.  
Roma, 1 Giugno - 15 Agosto 2003.

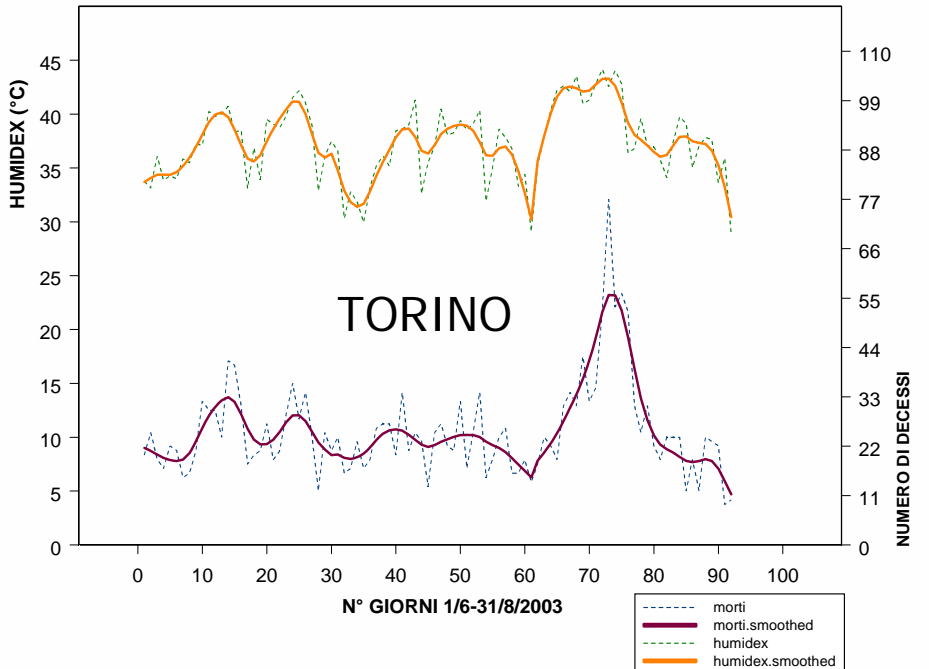
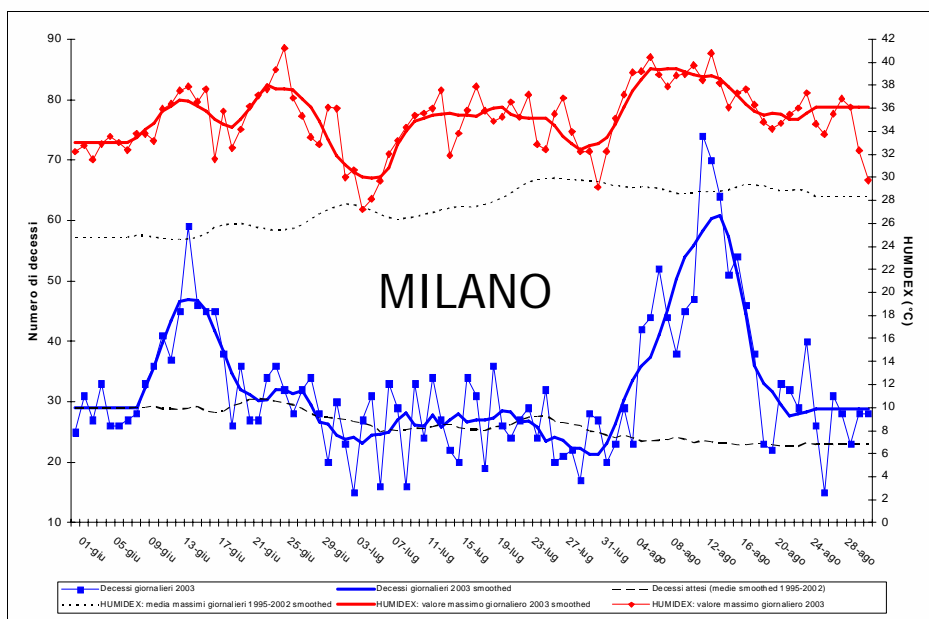
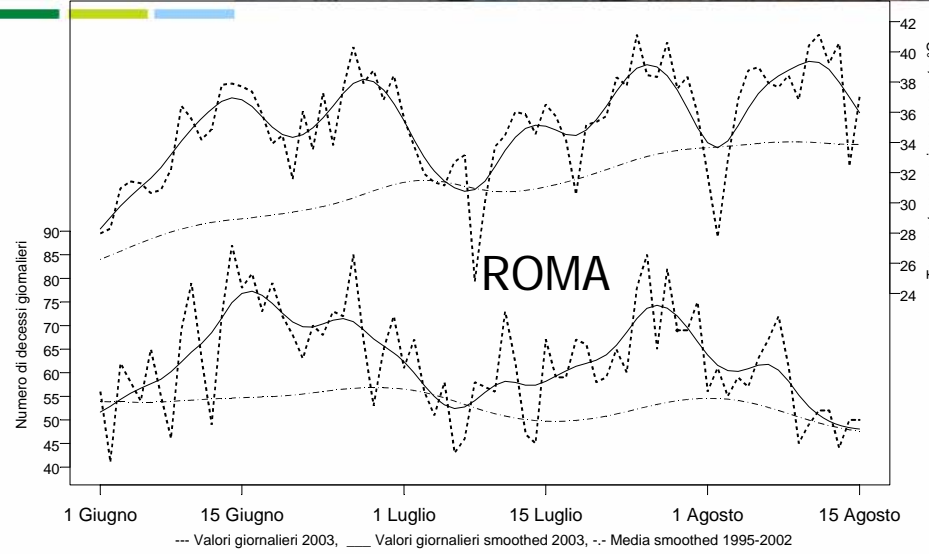
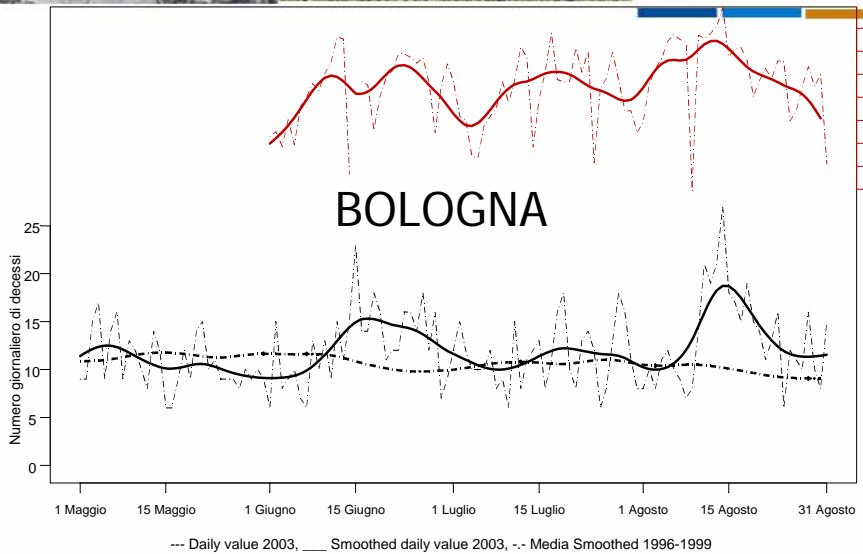
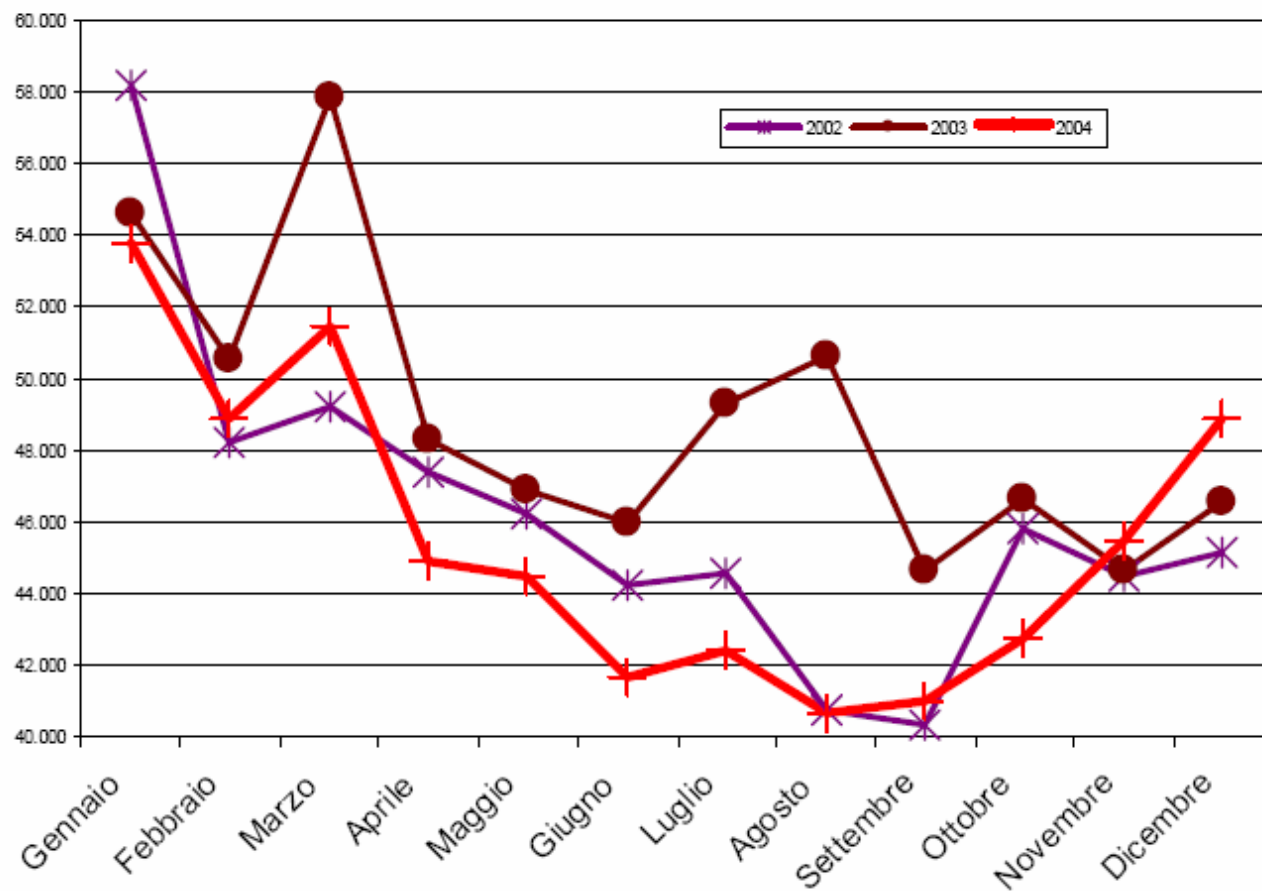




Figura 2. Morti per mese. Anni 2002-2004



**\* ISTAT, Bilancio demografico nazionale 2004:** *“La diminuzione nel 2004 nel numero dei morti rispetto al 2003 è dovuta principalmente all’anomalia registrata nel 2003. Il 2003, infatti, aveva risentito della forte ondata di caldo estivo che aveva provocato, nel periodo giugno - settembre, quasi ventimila morti in più rispetto agli stessi mesi del 2002.”*



# Piramide degli effetti del clima sulla salute



# Chi è a rischio?



## Anziani

Soggetti con patologie in atto in cui lo stress da caldo aggrava lo stato di salute

Persone sane sovraesposte al caldo



## Effetti del clima sulla mortalità: principali evidenze da studi epidemiologici di serie temporale

- Effetto sulla mortalità attribuibile non solo alla temperatura ma all'insieme delle condizioni meteorologiche (temperatura/umidità relativa/vento/etc)
- Effetto maggiore nella popolazione anziana;
- Effetto maggiore sulla mortalità per cause cardiovascolari e respiratorie
- L'effetto è osservato con 1-2 giorni di latenza;
- A parità di condizioni meteorologiche effetto maggiore quando più l'evento è precoce nel corso della stagione calda
- Differenze tra aree geografiche: effetto del caldo maggiore nelle aree del nord Europa rispetto alle aree del sud e nelle aree del nord Italia rispetto al sud Italia

*Michelozzi P et al, 2003*



## Effetti del clima sulla mortalità: principali evidenze da studi epidemiologici

*Semenza JC. et al (1996) N Engl J Med. 1996;335:84-90*

*Wolfe RM BMJ Com 12 sept 2003.*

(Episodio di Chicago 1995)

- persone che vivono sole
- residenti in piani alti di edifici ubicati in aree urbane
- residenti in appartamenti di piccole dimensioni
- persone costrette a lunga degenza a letto
- persone con problemi cardiaci
- persone con malattie mentali
- persone non autosufficienti



## Effetti del clima sulla mortalità: principali evidenze da studi epidemiologici

*Kalkstein LS (2000) BMJ 2000; 321:650-1.*

*Basu R et al (2002) Epidemiol Rev 2002; 24:190-202.*

- persone che vivono sole
- persone costrette a lunga degenza a letto
- persone che fanno uso di tranquillanti
- persone con malattie mentali
- persone che non escono di casa quotidianamente
- alcolisti
- residenti in piani alti di edifici ubicati in aree urbane
- anziani e bambini
- persone con basso reddito



## **Effetti del clima sulla mortalità: principali evidenze da studi epidemiologici**

**McGeehin MA et al (2001) Environ Health Perspect. 2001 May;109 (Suppl 2): 185-189.**

- **residenti in piani alti di edifici ubicati in aree urbane**
- **anziani e bambini**
- **persone costrette a lunga degenza a letto**
- **persone non autosufficienti**
- **persone con basso reddito**
- **persone isolate socialmente**
- **analfabeti**
- **persone che hanno scarso accesso ai media**
- **residenti in aree ad elevata densità criminale**





## Effetti del clima sulla mortalità: principali evidenze da studi epidemiologici

Naughton MP et al (2002) Am J Prev Med. 2002 May;22(4):221-7.

Kilbourne EM (2002) Am J Prev Med. 2002 May;22(4):328-9.

(Episodio di Chicago 1999)

- persone che vivono sole
- persone che non escono di casa quotidianamente
- residenti in piani alti di edifici ubicati in aree urbane
- persone con basso reddito



# Vulnerability to Heat-Related Mortality

## A Multicity, Population-Based, Case-Crossover Analysis

Massimo Stafoggia,\* Francesco Forastiere,\* Daniele Agostini,† Annibale Biggeri,‡ Luigi Bisanti,§  
Ennio Cadoni,|| Nicola Caranci,¶ Francesca de Donato,\* Sara De Lisi,† Moreno De Maria,||  
Paola Michelozzi,\* Rossella Miglio,\*\* Paolo Pandolfi,† Sally Picciotto,\* Magda Rognoni,§  
Antonio Russo,§ Corrado Scarnato,† and Carlo A. Perucci\*

Epidemiology • Volume 17, Number 3, May 2006

**Sesso femminile: OR 1,45 (1,37-1,52)**

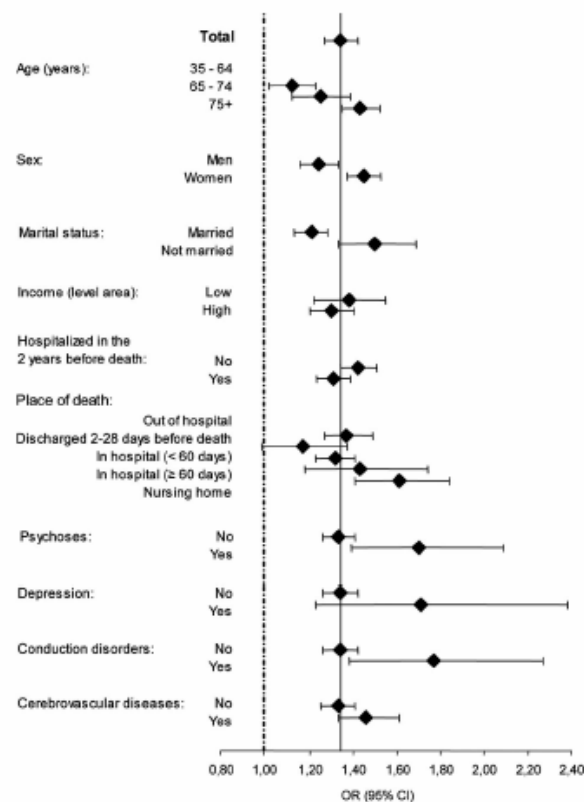
**Basso livello di reddito**

**Residenza in case di riposo**

**Paienti ospedalizzati**

**Patologie selezionate:**

- Disordini psichiatrici: OR 1.69; 1.39 – 2.07),
- Depressione: OR 1.77; 1.38 – 2.27),
- Disordini circolatori dell'encefalo: OR 1.47; 1.34 – 1.62).
- Disordini ritmo cardiaco OR 1,86 (1,44 – 2,40)





# Determinanti degli effetti del clima sulla mortalità: principali evidenze da studi pubblicati: conclusioni

---

## **Condizioni biologiche**

---

anziani e bambini

persone costrette a lunga degenza a letto

persone disidratate a causa della ridotta ingestione di cibo e di bevande

persone non autosufficienti

persone con malattie mentali, cardiache, obesità, ipertensione

persone con malattie acute quali diarrea, febbre, infezioni, scottature

persone che fanno uso di farmaci quali diuretici, beta-bloccanti, anticolinergici, digitalici, barbiturici

---

## **Condizioni socio economiche**

---

persone isolate socialmente

persone che vivono sole

persone che non escono di casa quotidianamente

alcolisti

persone con basso reddito

analfabeti

persone che hanno scarso accesso ai media

---

## **Condizioni abitative**

---

residenti in aree ad elevata densità criminale

residenti in piani alti di edifici ubicati in aree urbane

residenti in appartamenti di piccole dimensioni

---



## **TORINO: Mortalità, M+F, 0-99 anni, 1.6.03-31.8.03**

**(rischi rispetto al periodo di rif. 1998-2002)**

<b>Causa di morte</b>	<b>Osservati 2003</b>	<b>Attesi* 1998-2002</b>	<b>Eccesso</b>	<b>% eccesso (oss-att) /att</b>
<b>Tutte le cause</b>	<b>2332</b>	<b>1755</b>	<b>577</b>	<b>32.9</b>
<b>Tumori</b>	<b>656</b>	<b>661</b>	<b>-5</b>	<b>-0.7</b>
<b>Metaboliche</b>	<b>103</b>	<b>47</b>	<b>56</b>	<b>118.5</b>
<b>Ematologiche</b>	<b>12</b>	<b>12</b>	<b>0</b>	<b>3.9</b>
<b>Psichiatriche</b>	<b>70</b>	<b>59</b>	<b>11</b>	<b>18.6</b>
<b>Sist. Nerv. C.</b>	<b>85</b>	<b>40</b>	<b>45</b>	<b>114.4</b>
<b>Circolatorie</b>	<b>892</b>	<b>623</b>	<b>269</b>	<b>43.3</b>
<b>Respiratorie</b>	<b>201</b>	<b>138</b>	<b>63</b>	<b>45.9</b>
<b>Digerenti</b>	<b>97</b>	<b>91</b>	<b>6</b>	<b>6.5</b>
<b>Genitourinarie</b>	<b>40</b>	<b>36</b>	<b>4</b>	<b>10.4</b>
<b>Osteo articol.</b>	<b>15</b>	<b>9</b>	<b>6</b>	<b>66.1</b>
<b>Maldefinite</b>	<b>22</b>	<b>8</b>	<b>14</b>	<b>186.3</b>
<b>Accidentali</b>	<b>101</b>	<b>78</b>	<b>23</b>	<b>29</b>
<b>Altre cause</b>	<b>38</b>	<b>39</b>	<b>-1</b>	<b>-2.7</b>

**\* Stima basata sui tassi, specifici per sesso e età, predetti con regressione lineare sul periodo**



**TORINO: Mortalità per variabili selezionate, età 65+, 1.6.03-31.8.03**  
**(rischi rispetto al periodo di rif. 1998-2002)**

<b>Variabile</b>	<b>Categorie</b>	<b>Oss 2003</b>	<b>RR</b>
<b>Sesso</b>	<b>Uomini</b>	<b>888</b>	<b>1.20</b>
	<b>Donne</b>	<b>1137</b>	<b>1.38</b>
<b>Istituzionalizzazione</b>	<b>SI</b>	<b>147</b>	<b>1.78</b>
	<b>NO</b>	<b>1878</b>	<b>1.05</b>
<b>Reddito (sez.censimento)</b>	<b>20% + povero</b>	<b>432</b>	<b>1.36</b>
	<b>intermedio</b>	<b>1130</b>	<b>1.29</b>
	<b>20% + ricco</b>	<b>459</b>	<b>1.25</b>
<b>Piano abitazione</b>	<b>piano terra</b>	<b>163</b>	<b>1.18</b>
	<b>I-III piano</b>	<b>944</b>	<b>1.28</b>
	<b>III piano o +</b>	<b>634</b>	<b>1.33</b>
	<b>missing</b>	<b>284</b>	<b>1.37</b>
<b>Abitazione</b>	<b>proprietà</b>	<b>1062</b>	<b>1.29</b>
	<b>affitto</b>	<b>721</b>	<b>1.37</b>
	<b>n.a.c.</b>	<b>242</b>	<b>1.36</b>



# Principali determinanti ambientali degli effetti del clima sulla mortalità

Sinergia temperatura-umidità (temperatura percepita)

Sinergia temperatura percepita-inquinamento atmosferico (particolato, ozono)

Effetto isola di calore prevalente a parità di condizioni nelle grandi aree urbane, ma effetto rilevato nel 2003 anche in piccoli centri (vedi esperienze in Veneto, Toscana, Emilia Romagna)

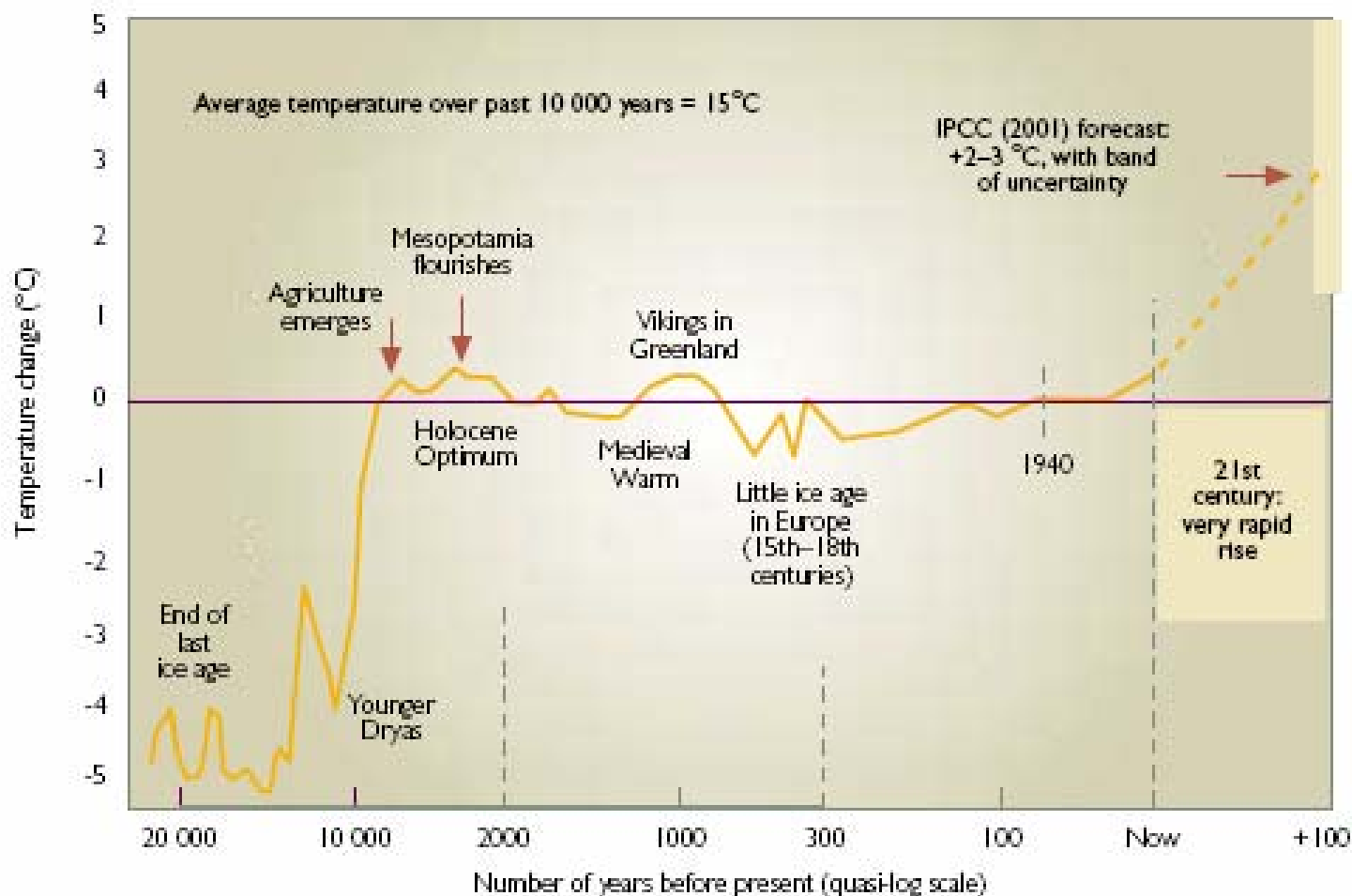
Temperature percepite elevate senza mitigazione notturna (impossibilità di ristoro psico-fisico)



*Quali previsioni per i prossimi anni?*



Figure 1.1. Variations in Earth's average surface temperature, over the past 20,000 years



Fonte: WHO 2003: *Climate Change and Human Health - Risks and Responses*

Roma SANIT 2007 - 18 aprile 2007



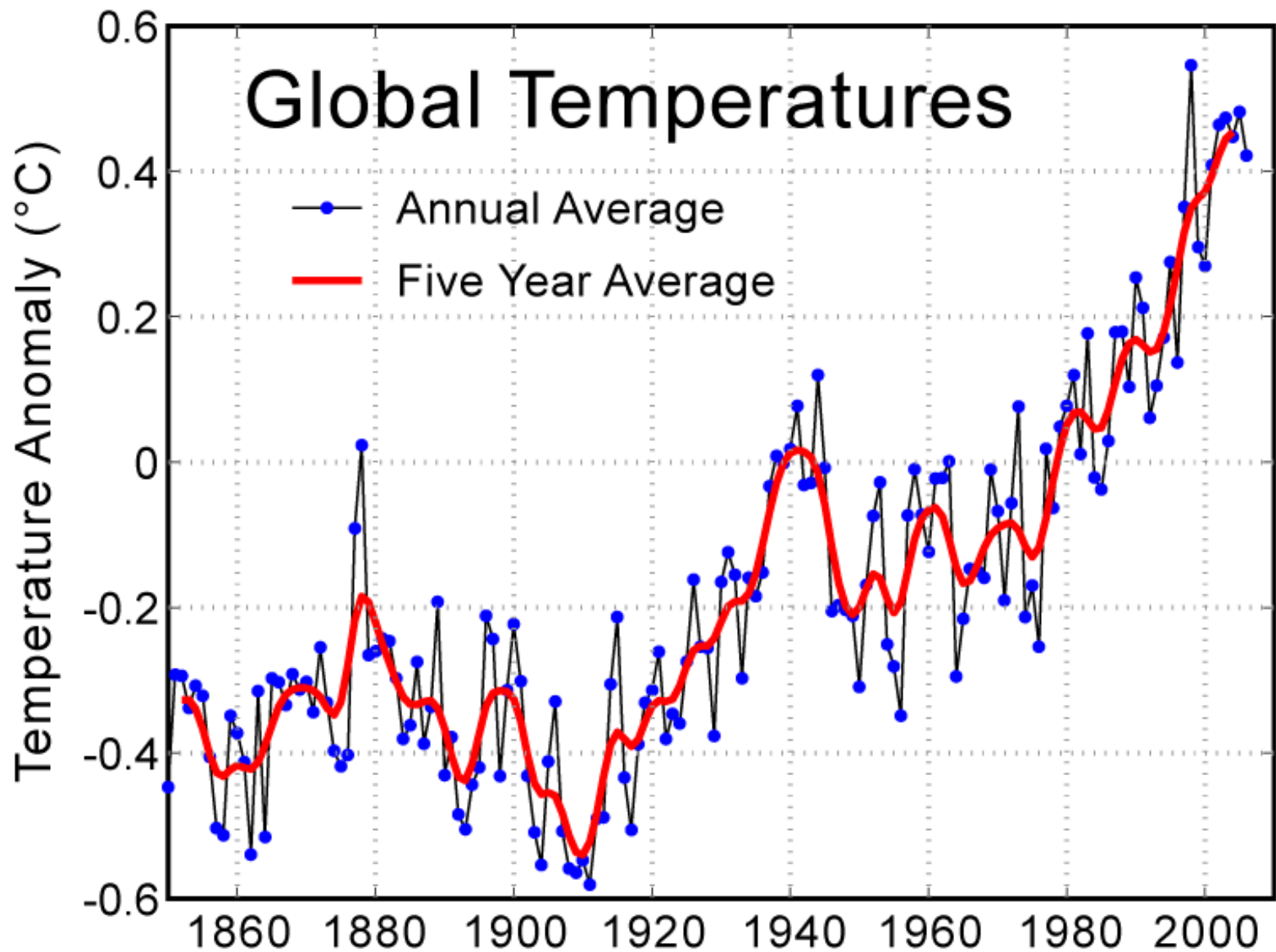
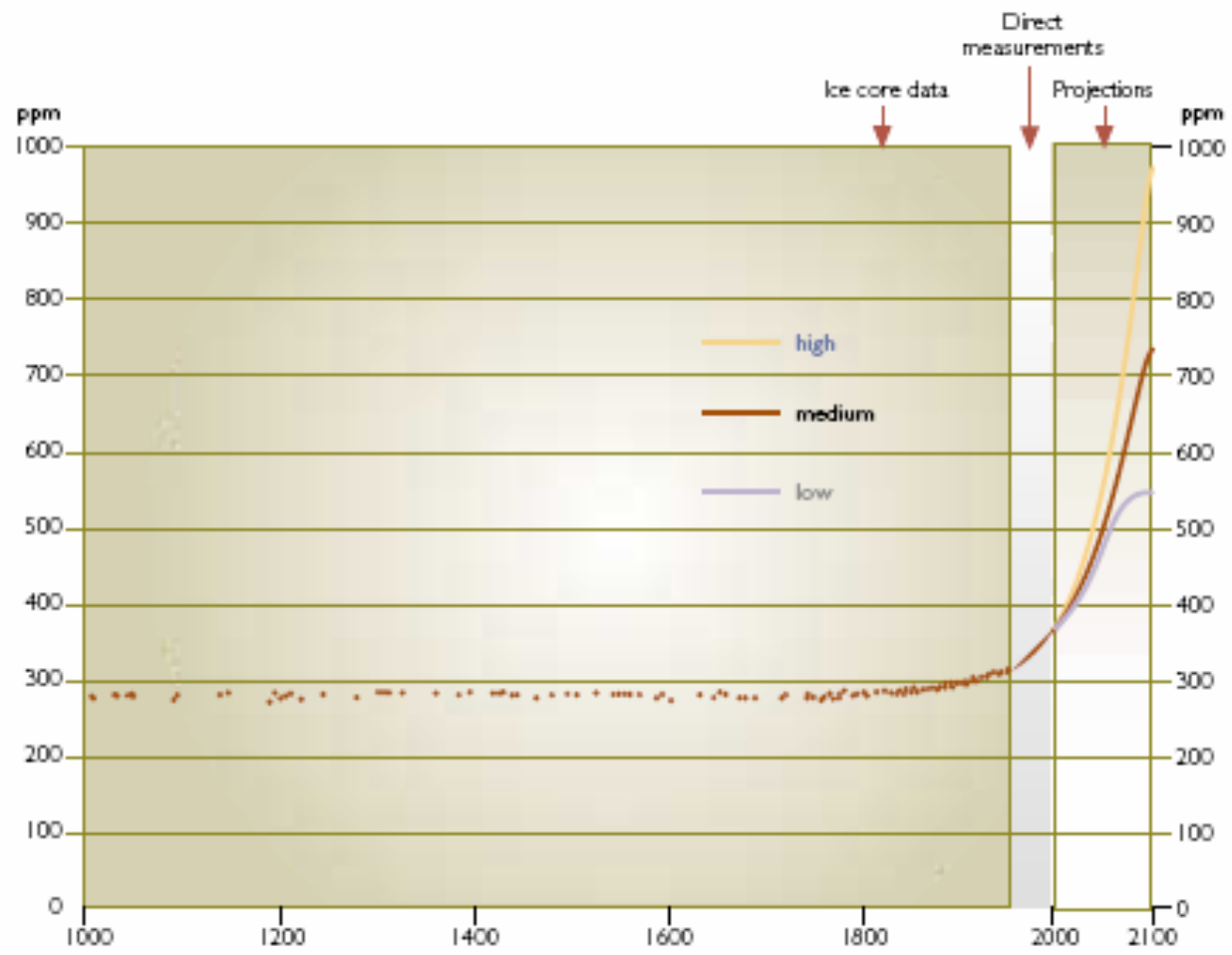




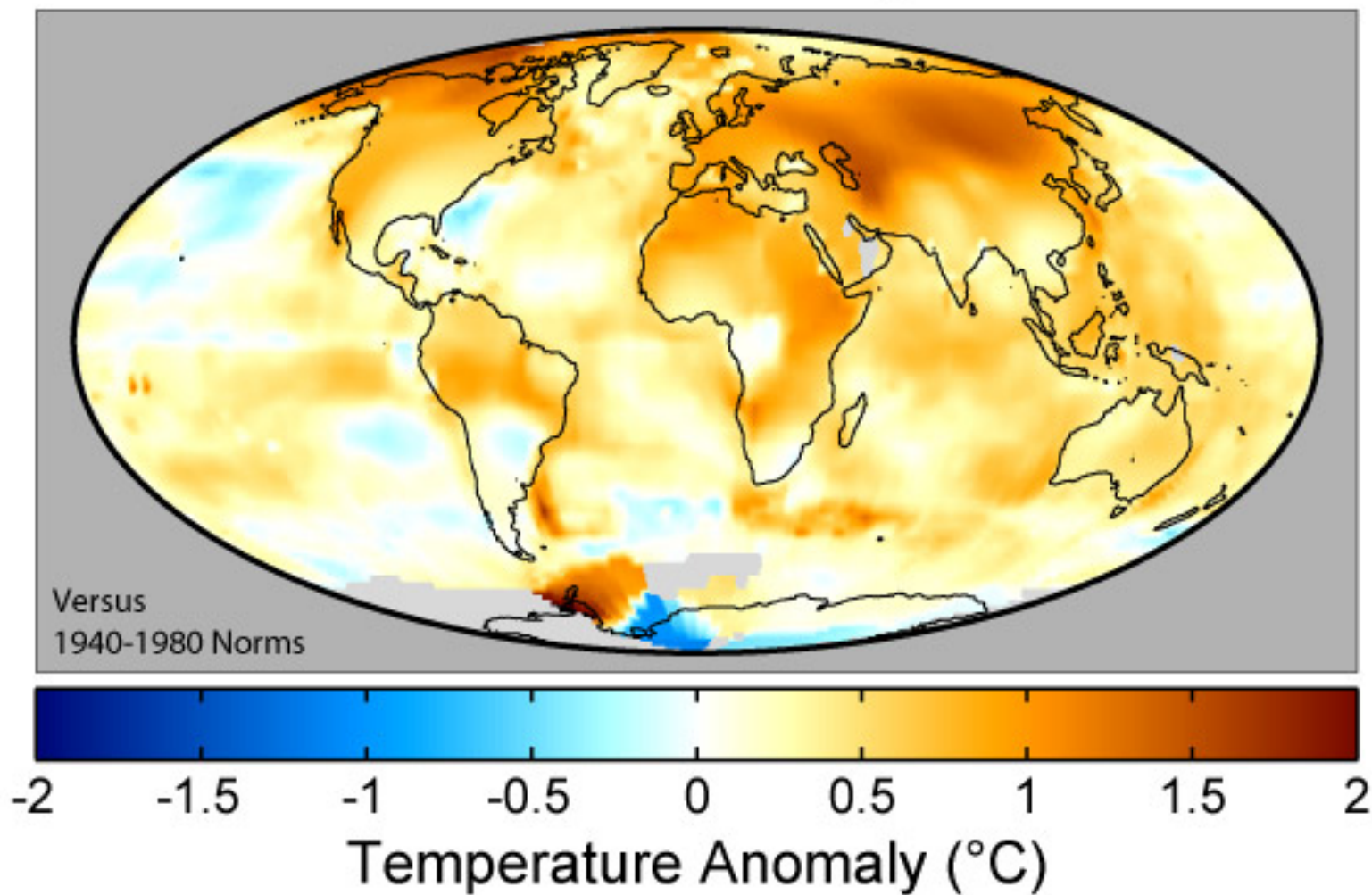
Figure 2.2. Atmospheric concentration of CO<sub>2</sub> from year 1000 to year 2000



Source: Watson et al, 2001.<sup>3</sup> (The data are from polar ice cores and from direct atmospheric measurements over the past few decades. Projections of CO<sub>2</sub> concentrations for the period 2000 to 2100 are based on the IPCC's six illustrative SRES scenarios and IS92a.)

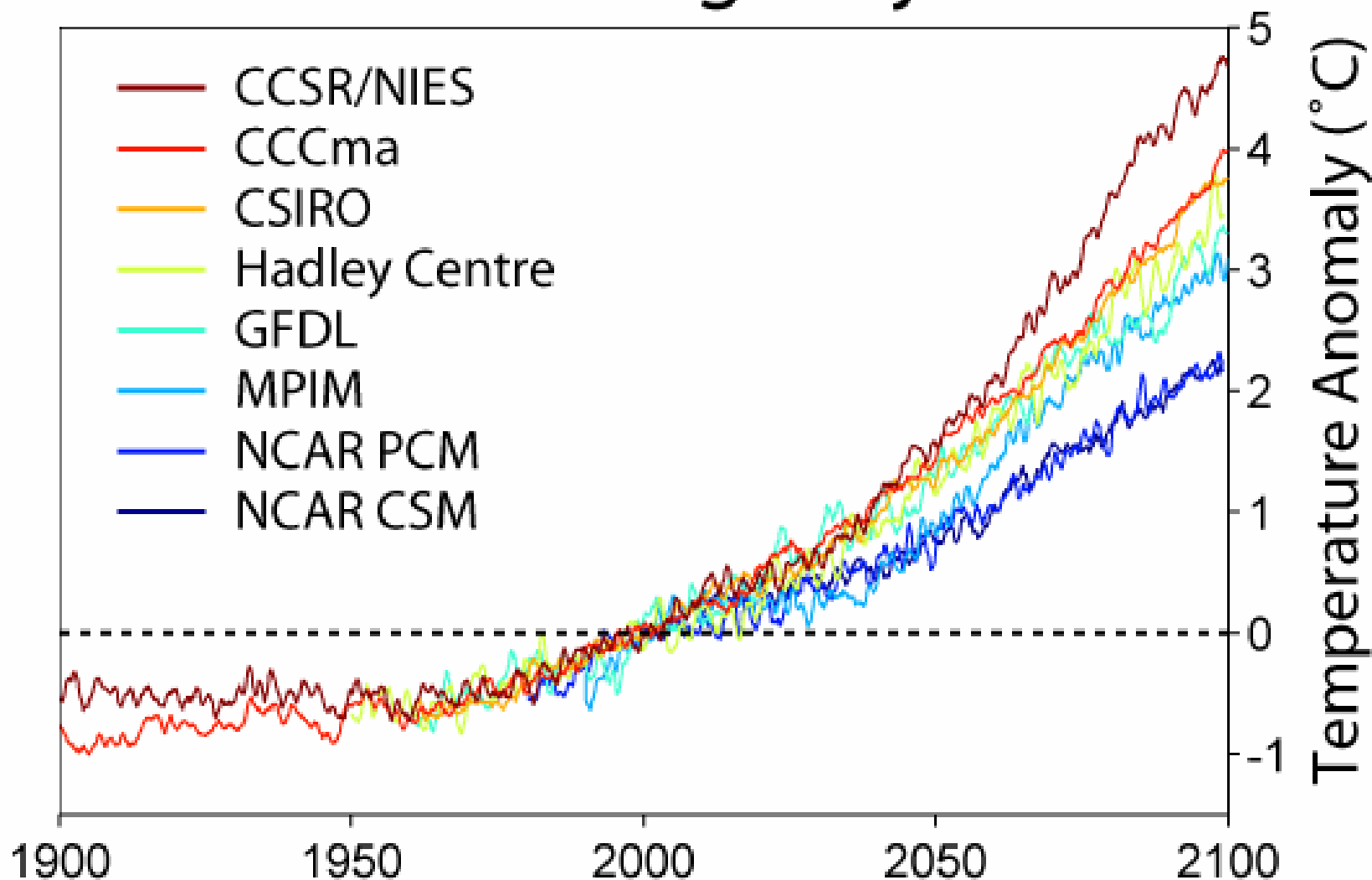


## 1995-2004 Mean Temperatures





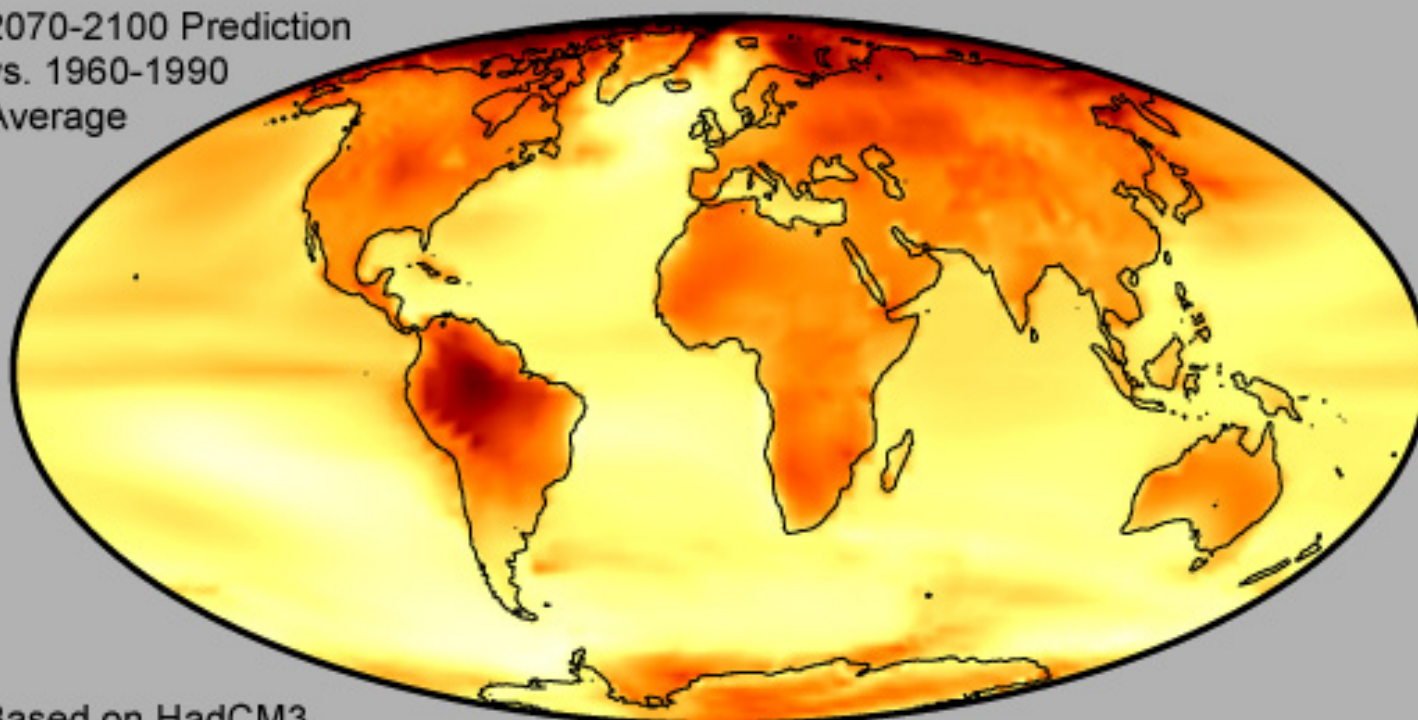
# Global Warming Projections





# Global Warming Predictions

2070-2100 Prediction  
vs. 1960-1990  
Average



Based on HadCM3

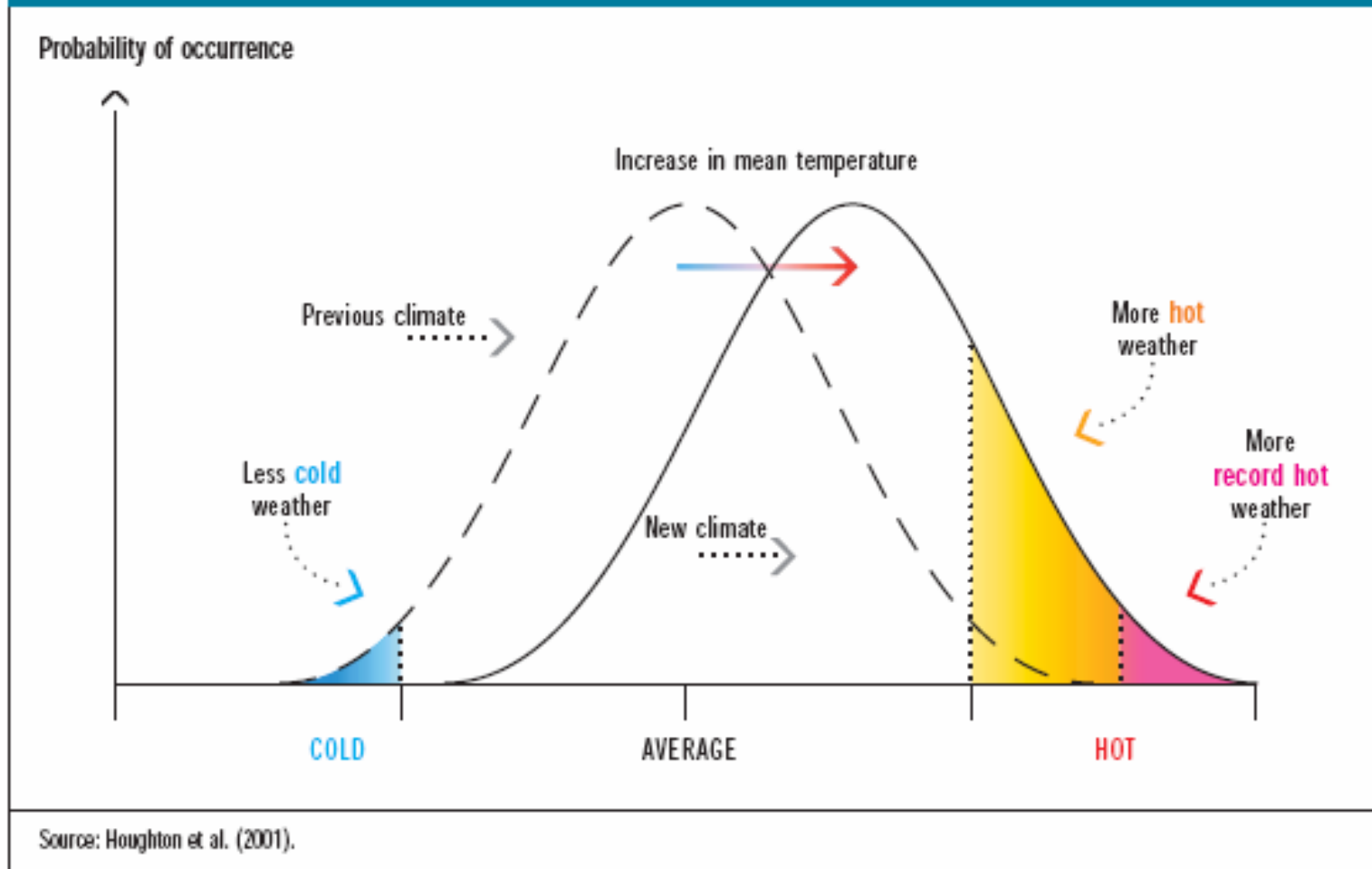


Temperature Increase (°C)



# L'aumento della temperatura media

Fig. 2. Changes in the probability of extreme weather events



Fonte: WHO 2004: Heat-waves: risks and responses

Roma SANIT 2007 - 18 aprile 2007