

Le «ondate di calore» e il loro impatto sugli esseri viventi

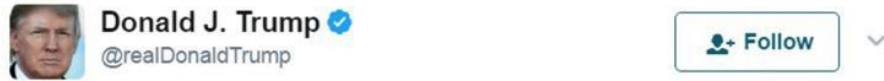


Lorenzo Cotrozzi

Dipartimento di Scienze Agrarie, Alimentari e Agro-ambientali - Università di Pisa



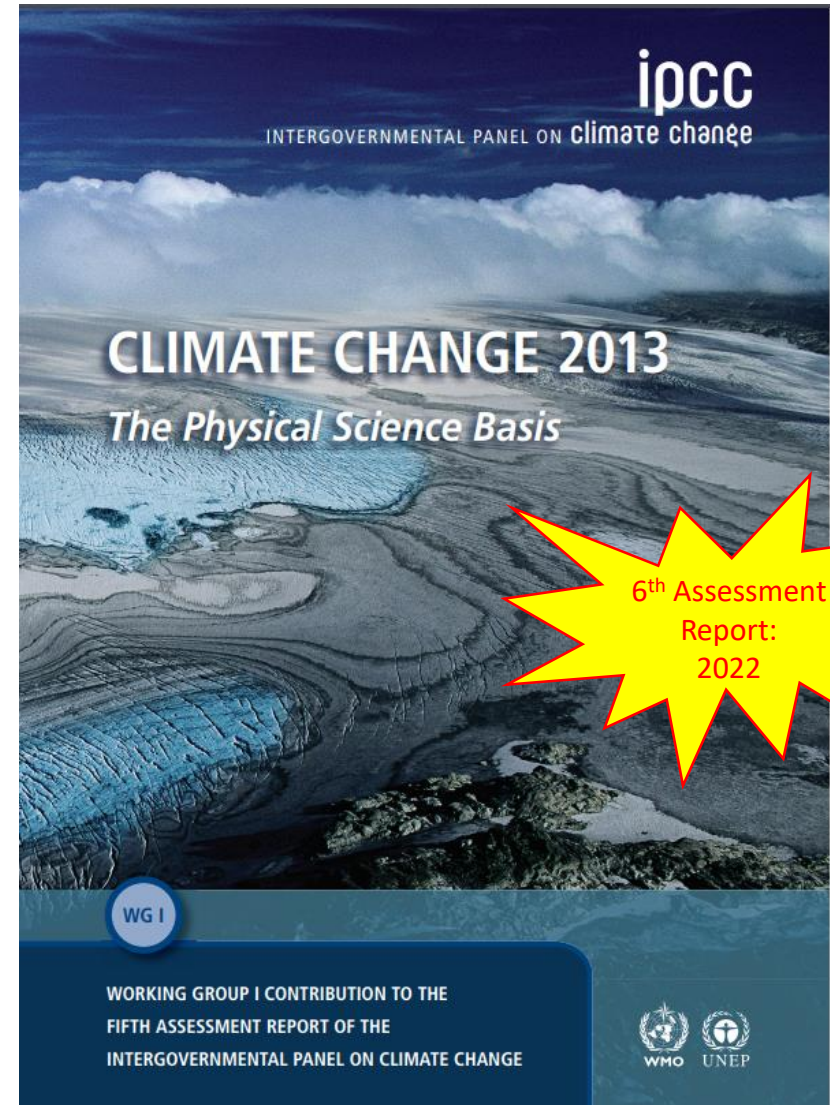
It's freezing and snowing in New York--we need global warming!



This very expensive GLOBAL WARMING bulls**t has got to stop. Our planet is freezing, record low temps, and our GW scientists are stuck in ice



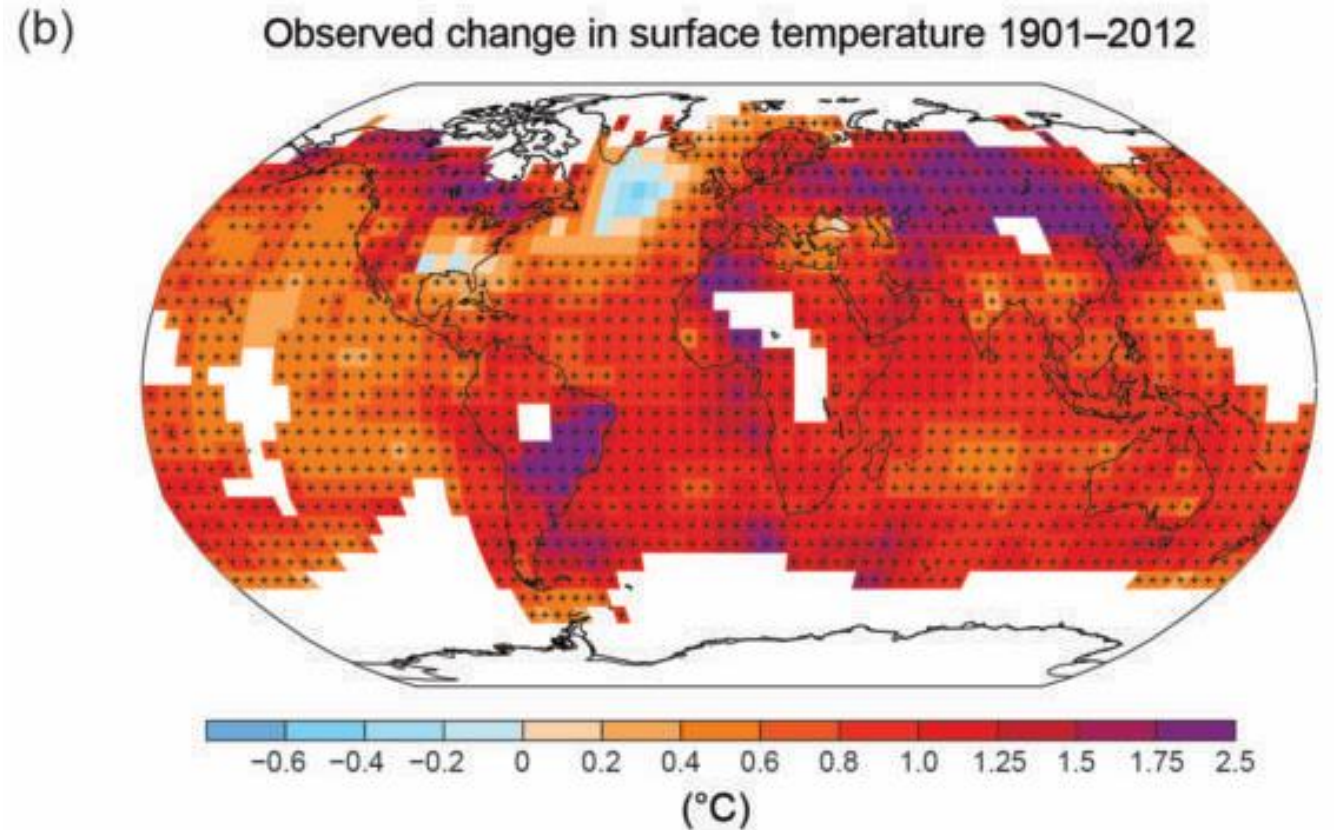
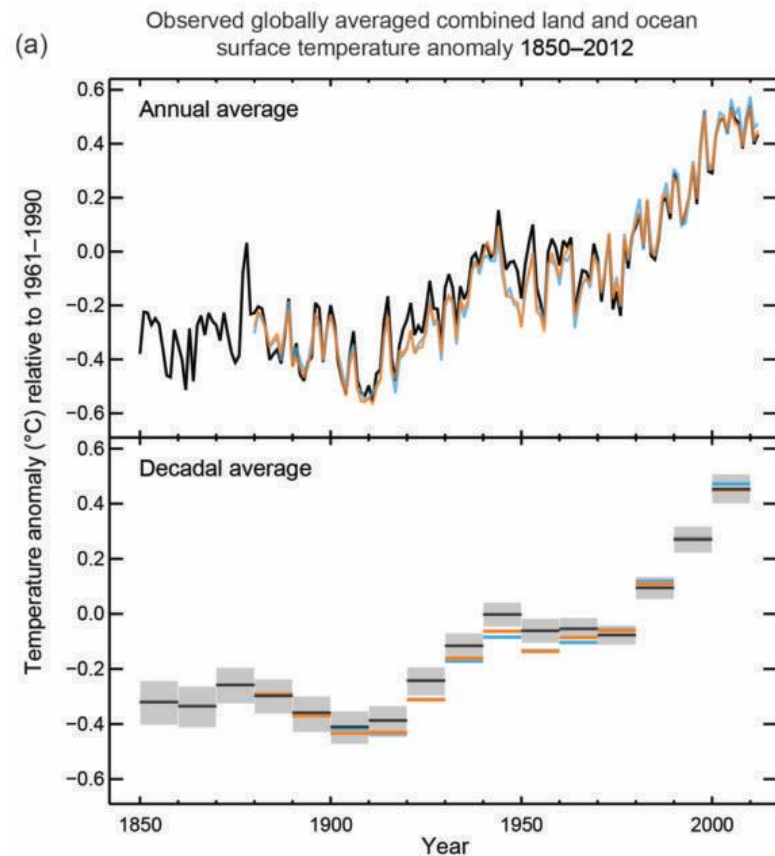
The concept of global warming was created by and for the Chinese in order to make U.S. manufacturing non-competitive.



IPCC, 2013: Summary for Policymakers. In: *Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom.



RISCALDAMENTO GLOBALE | *Uno*



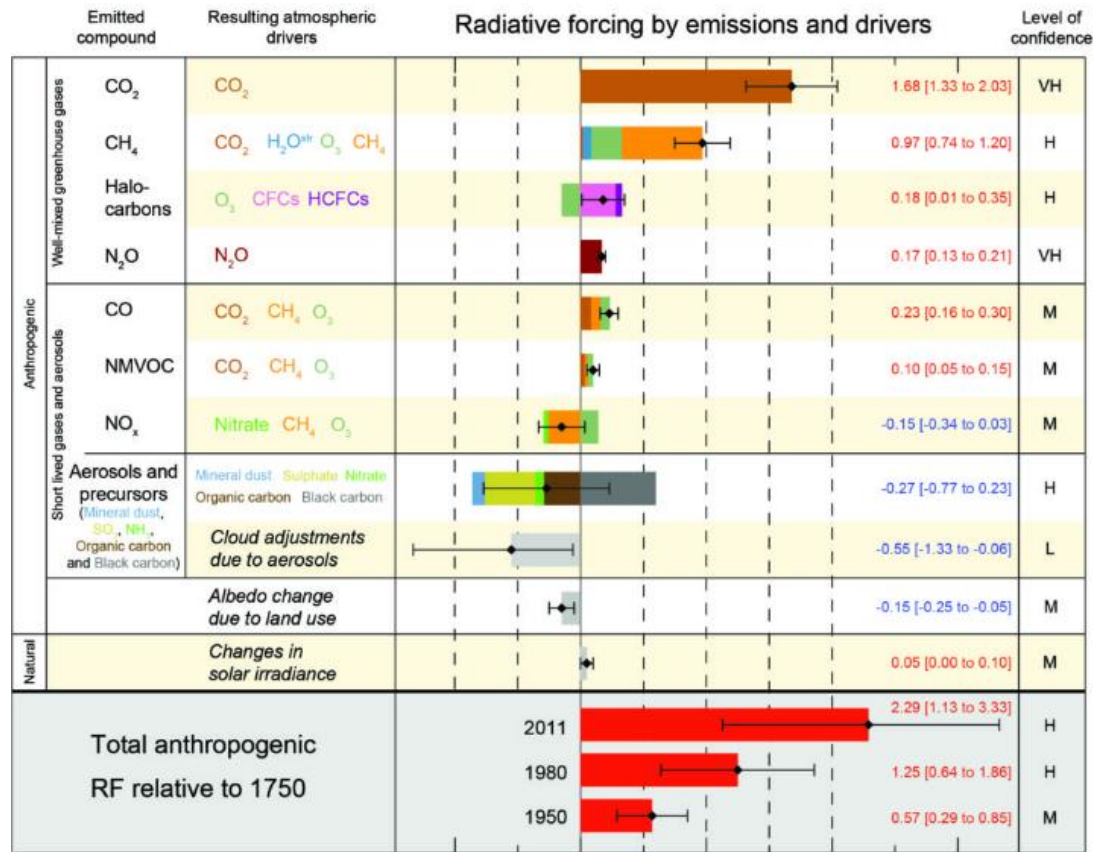
Warming of the climate system is unequivocal

(The atmosphere and ocean have warmed, the amounts of snow and ice have diminished, sea level has risen)

Each of the last three decades has been successively warmer at the Earth's surface than any preceding decade since 1850

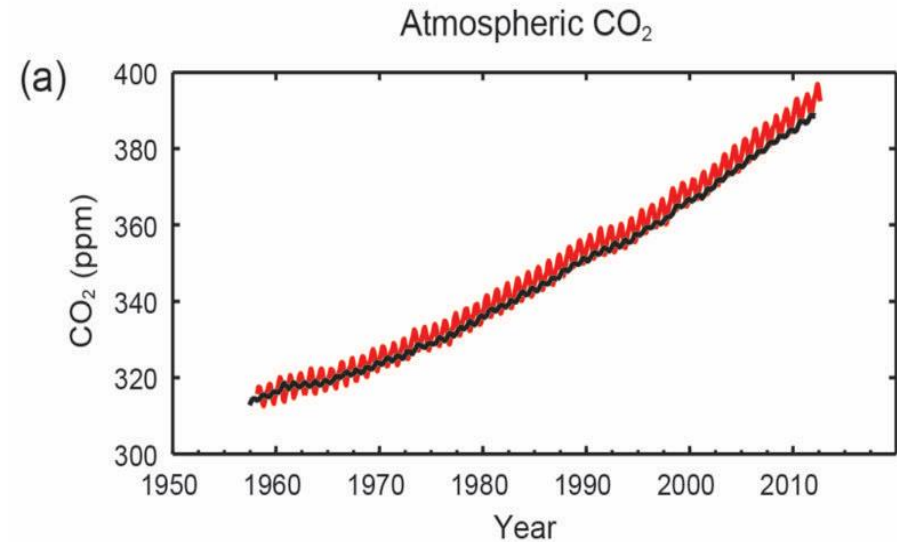
(Especially in the Northern Hemisphere).

RISCALDAMENTO GLOBALE | *Due*



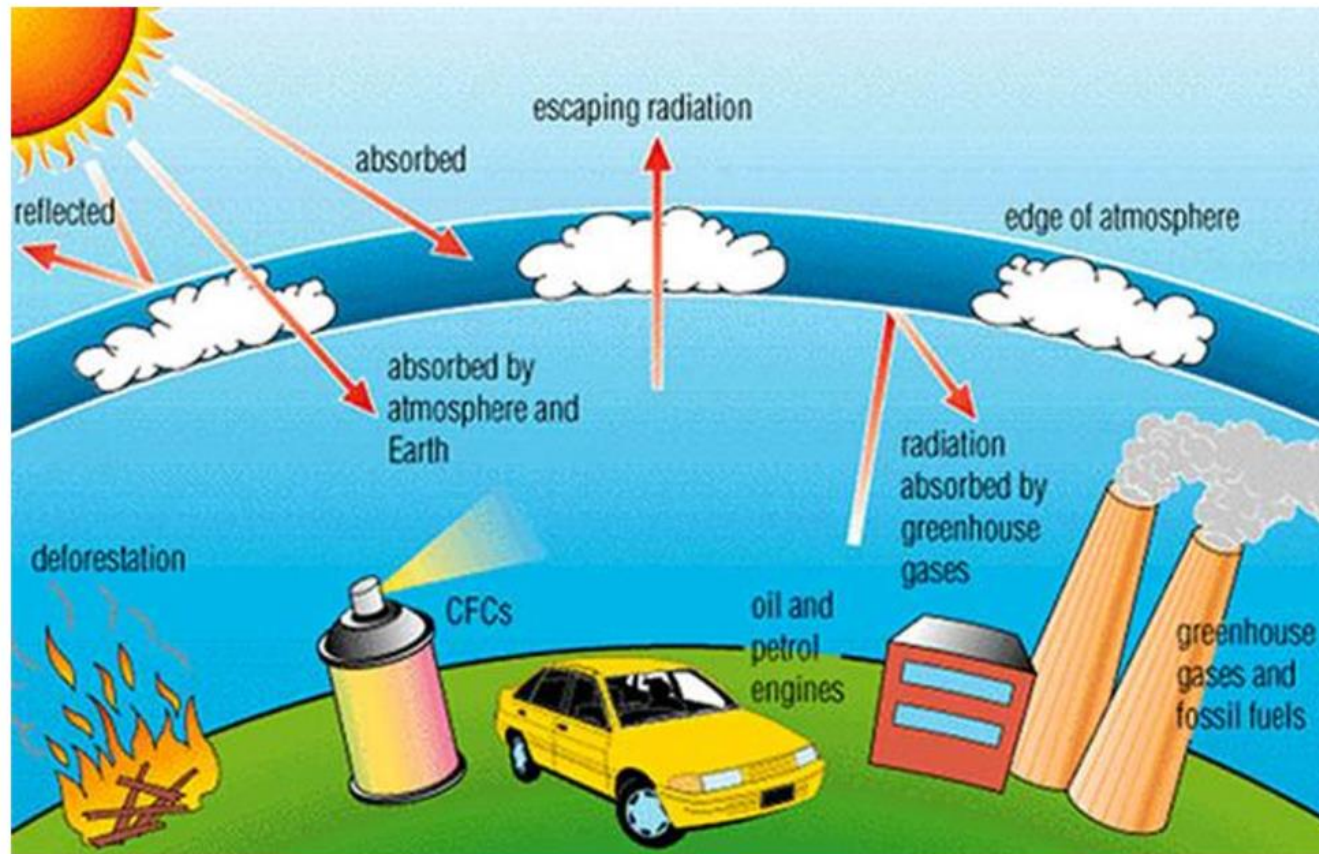
Radiative forcing relative to 1750 (W m⁻²)

Misura dell'influenza di un fattore nell'alterazione del bilancio tra energia in entrata ed energia in uscita



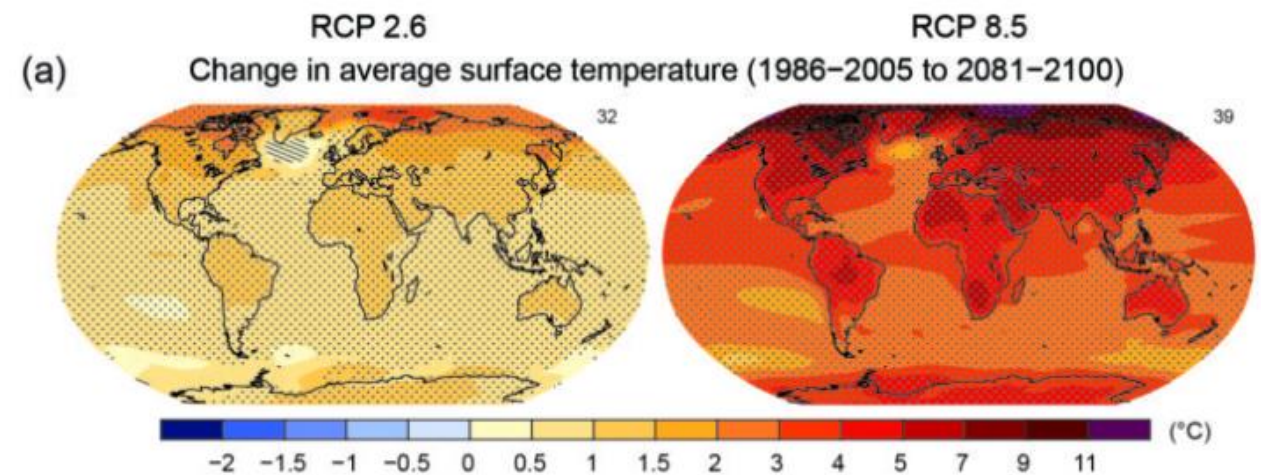
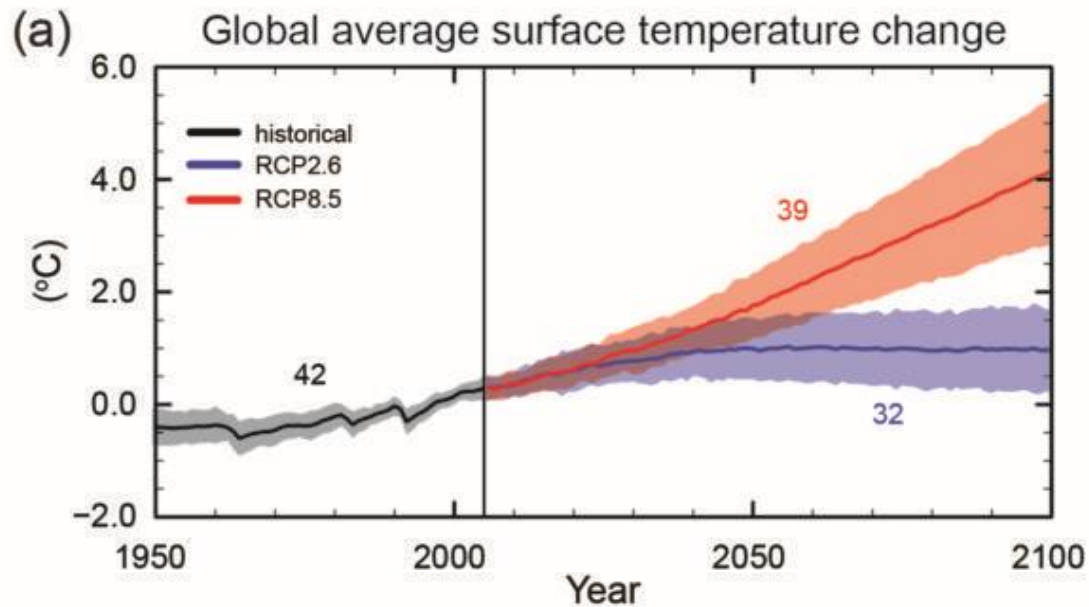
Total radiative forcing is positive, and has led to an uptake of energy by the climate system. The largest contribution to total radiative forcing is caused by the increase in the atmospheric CO₂.

RISCALDAMENTO GLOBALE | *Tre*



***Human influence on the climate system is clear
(increasing greenhouse gas concentrations in the atmosphere)***

RISCALDAMENTO GLOBALE | *Quattro*



***Continued emissions of greenhouse gases will cause further warming and changes in the climate system
Limiting climate change will require substantial and sustained reductions of greenhouse gas emissions***

HEAT WAVES | *Definizioni*

- *«Periods of unusually high atmosphere-related heat stress, which causes temporary modifications in lifestyle and which may have adverse health consequences for the affected population» (Robinson 2001)*
- *«When the temperature exceeds the 90th percentile for six or more consecutive days» (Klein and Konen 2003)*
- *«When the daily maximum temperature of more than five consecutive days exceeds the average maximum temperature by 5 °C, the normal period being 1961-1990» (WHO 2004)*



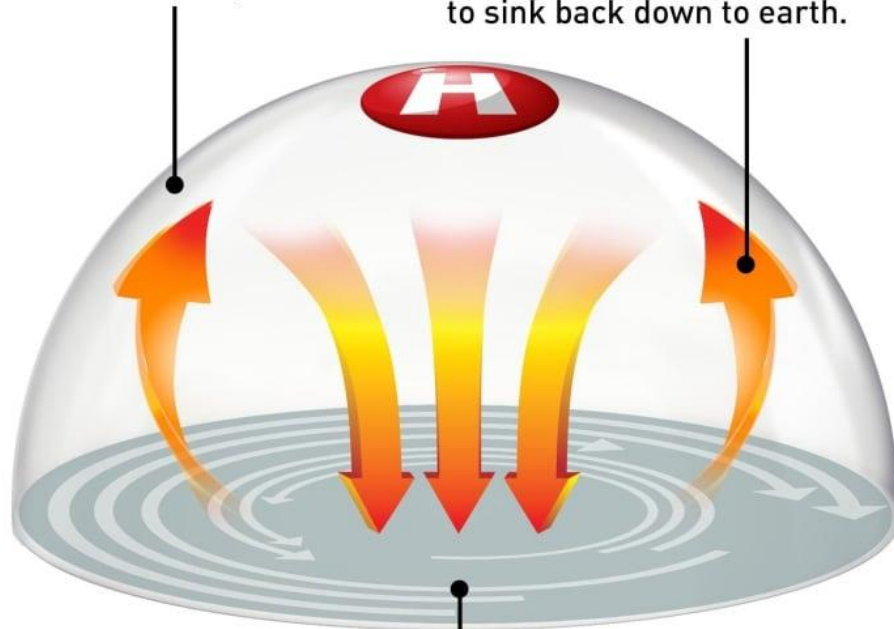
Heat waves are relative to a location's climate and vary in character and impact even in the same location

HEAT WAVES | *Definizioni*

Heat Dome

High-pressure atmospheric conditions combine to **act as a lid** on the atmosphere.

In a process known as **convection**, warm air attempts to escape but the high-pressure dome causes it to sink back down to earth.

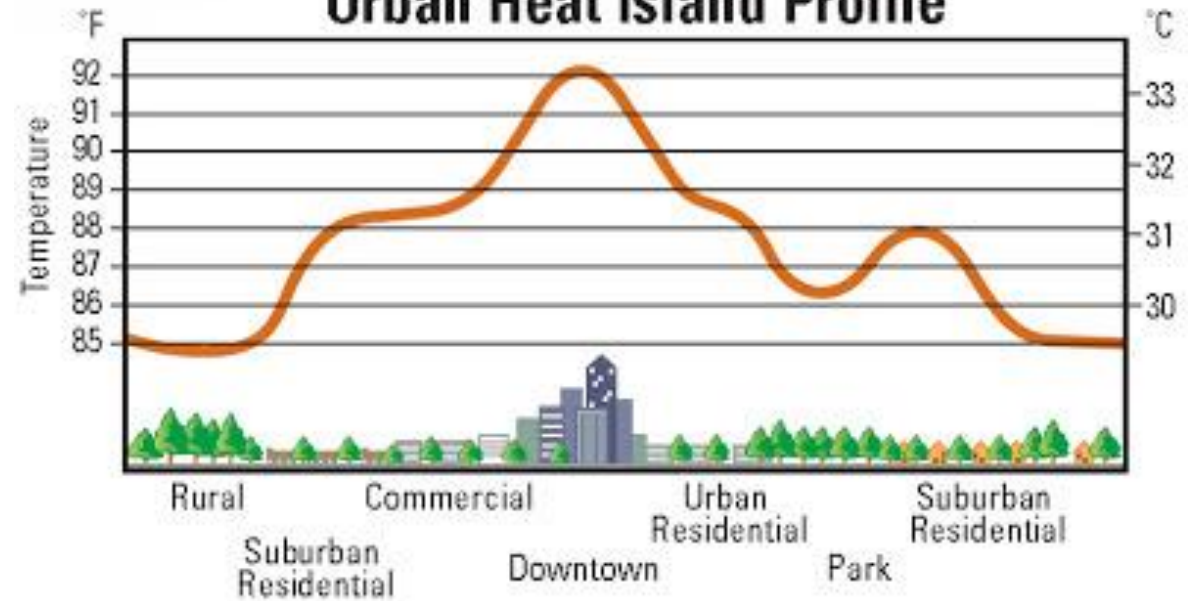


As winds move the hot air east, the jet stream traps the air where it sinks, resulting in **heat waves**.

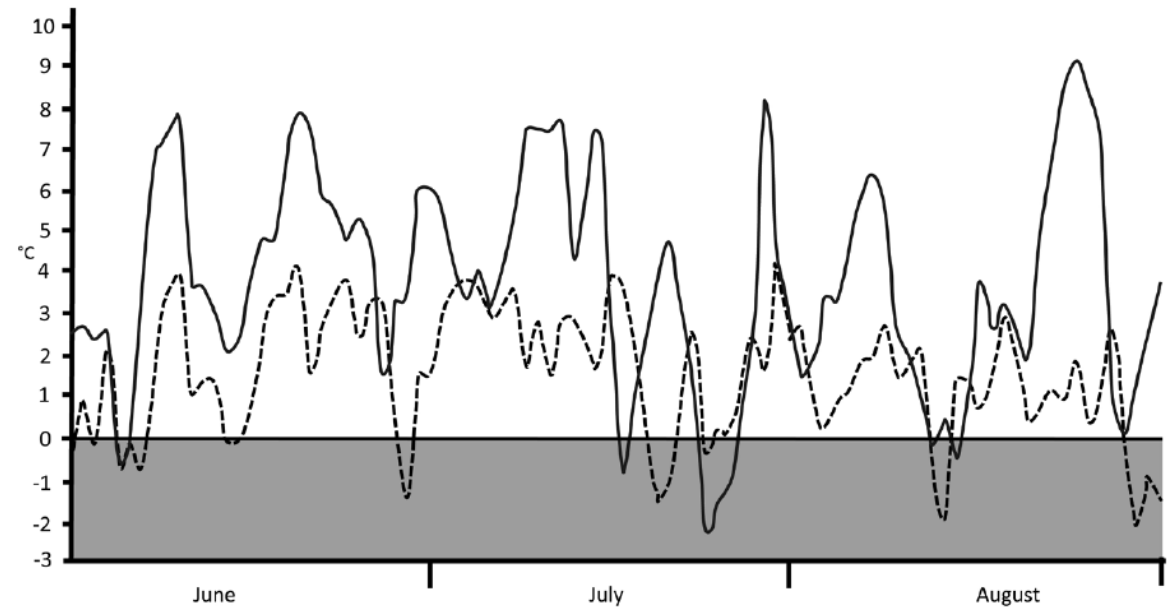
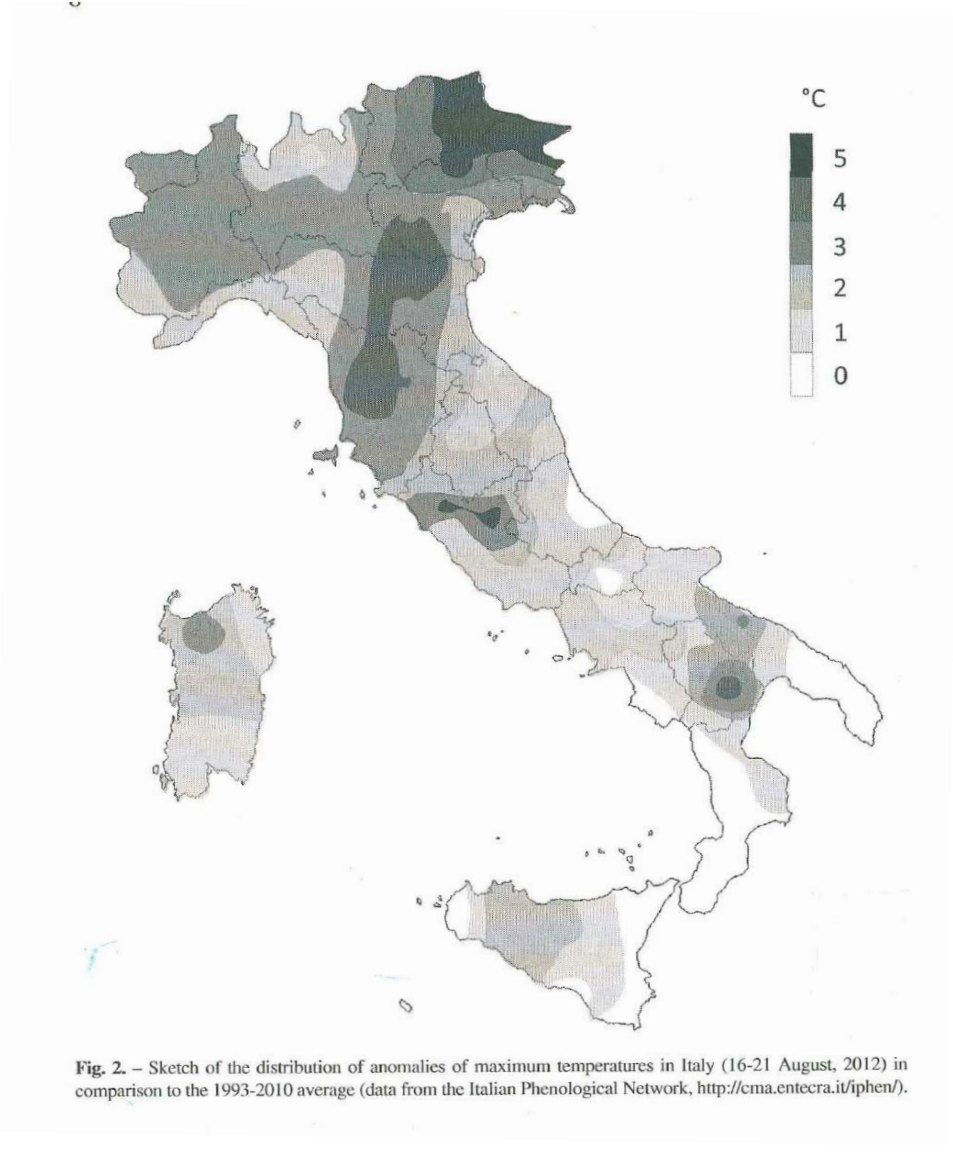
CBC NEWS

Source: NOAA

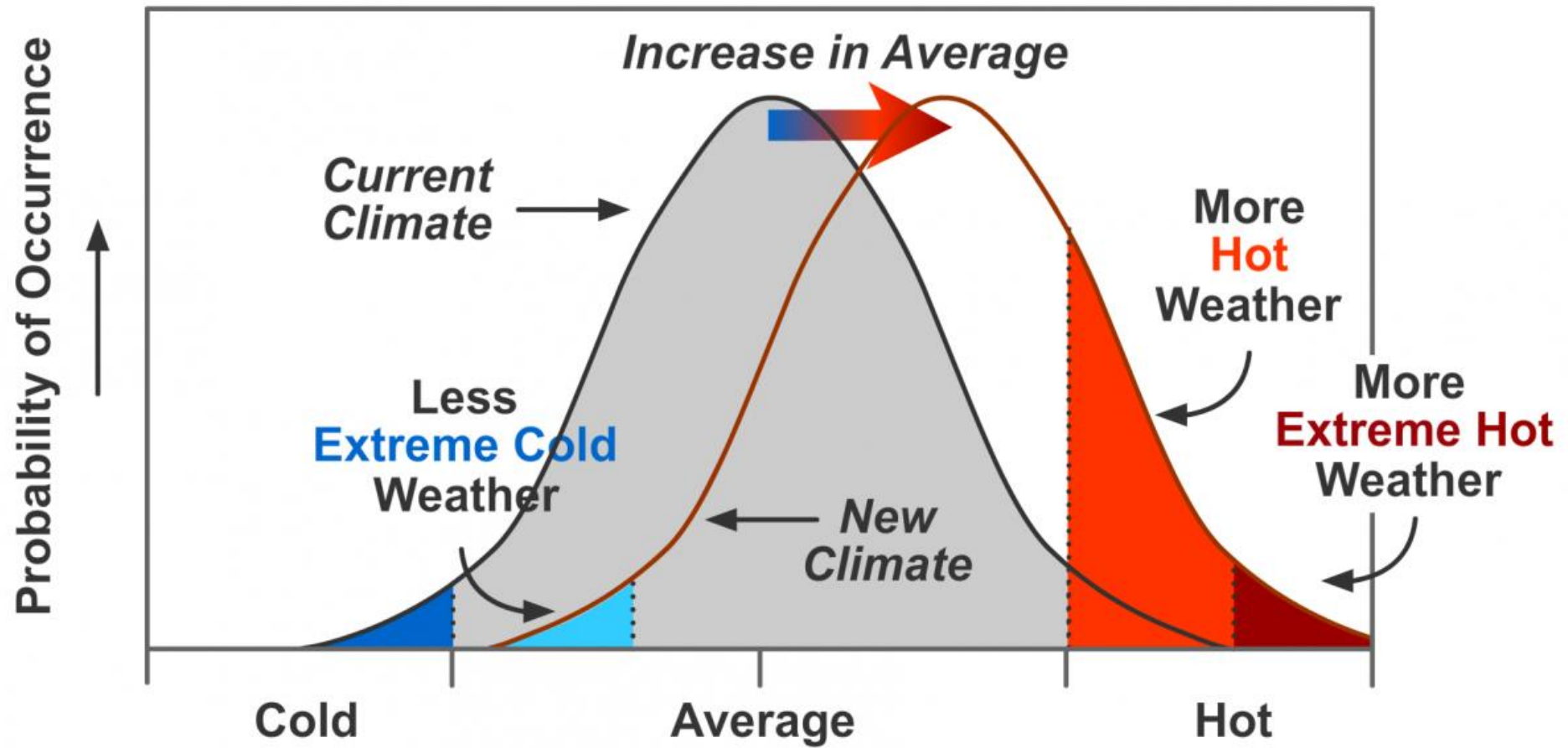
Urban Heat Island Profile



HEAT WAVES | *La calda, calda estate 2012*



HEAT WAVES | «Extreme events»



HEAT WAVES | Futuro

Table SPM.1 | Extreme weather and climate events: Global-scale assessment of recent observed changes, human contribution to the changes, and projected further changes for the early (2016–2035) and late (2081–2100) 21st century. Bold indicates where the AR5 (black) provides a revised* global-scale assessment from the SREX (blue) or AR4 (red). Projections for early 21st century were not provided in previous assessment reports. Projections in the AR5 are relative to the reference period of 1986–2005, and use the new Representative Concentration Pathway (RCP) scenarios (see Box SPM.1) unless otherwise specified. See the Glossary for definitions of extreme weather and climate events.

Phenomenon and direction of trend	Assessment that changes occurred (typically since 1950 unless otherwise indicated)	Assessment of a human contribution to observed changes	Likelihood of further changes	
			Early 21st century	Late 21st century
Warmer and/or fewer cold days and nights over most land areas	<i>Very likely</i> {2.6}	Very likely {10.6}	<i>Likely</i> {11.3}	<i>Virtually certain</i> {12.4}
	<i>Very likely</i> <i>Very likely</i>	<i>Likely</i> <i>Likely</i>		<i>Virtually certain</i> <i>Virtually certain</i>
Warmer and/or more frequent hot days and nights over most land areas	<i>Very likely</i> {2.6}	Very likely {10.6}	<i>Likely</i> {11.3}	<i>Virtually certain</i> {12.4}
	<i>Very likely</i> <i>Very likely</i>	<i>Likely</i> <i>Likely (nights only)</i>		<i>Virtually certain</i> <i>Virtually certain</i>
Warm spells/heat waves. Frequency and/or duration increases over most land areas	Medium confidence on a global scale <i>Likely</i> in large parts of Europe, Asia and Australia {2.6}	Likely^a {10.6}	Not formally assessed ^b {11.3}	<i>Very likely</i> {12.4}
	Medium confidence in many (but not all) regions <i>Likely</i>	Not formally assessed <i>More likely than not</i>		<i>Very likely</i> <i>Very likely</i>
Heavy precipitation events. Increase in the frequency, intensity, and/or amount of heavy precipitation	<i>Likely</i> more land areas with increases than decreases ^c {2.6}	Medium confidence {7.6, 10.6}	<i>Likely</i> over many land areas {11.3}	Very likely over most of the mid-latitude land masses and over wet tropical regions {12.4}
	<i>Likely</i> more land areas with increases than decreases <i>Likely over most land areas</i>	Medium confidence <i>More likely than not</i>		<i>Likely</i> over many areas <i>Very likely over most land areas</i>
Increases in intensity and/or duration of drought	Low confidence on a global scale <i>Likely</i> changes in some regions ^d {2.6}	Low confidence {10.6}	Low confidence^a {11.3}	Likely (medium confidence) on a regional to global scale ^b {12.4}
	Medium confidence in some regions <i>Likely</i> in many regions, since 1970 ^e	Medium confidence^f <i>More likely than not</i>		Medium confidence in some regions <i>Likely^e</i>
Increases in intense tropical cyclone activity	Low confidence in long term (centennial) changes <i>Virtually certain</i> in North Atlantic since 1970 {2.6}	Low confidence^g {10.6}	Low confidence {11.3}	More likely than not in the Western North Pacific and North Atlantic ^h {14.6}
	Low confidence <i>Likely</i> in some regions, since 1970	Low confidence <i>More likely than not</i>		More likely than not in some basins <i>Likely</i>

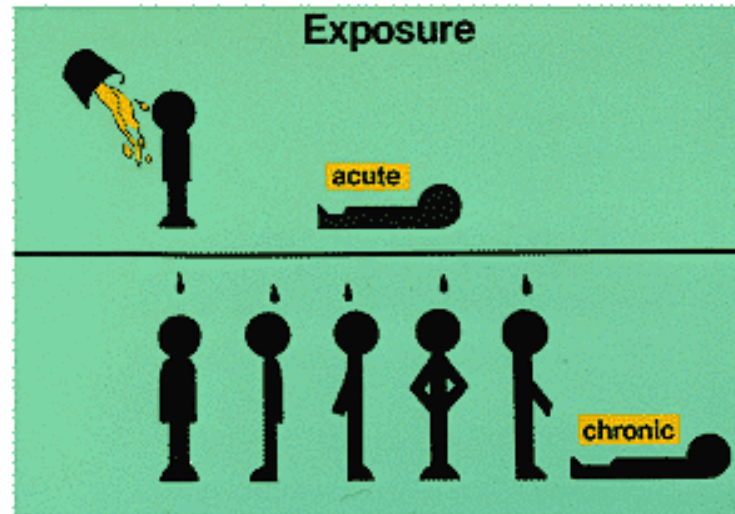
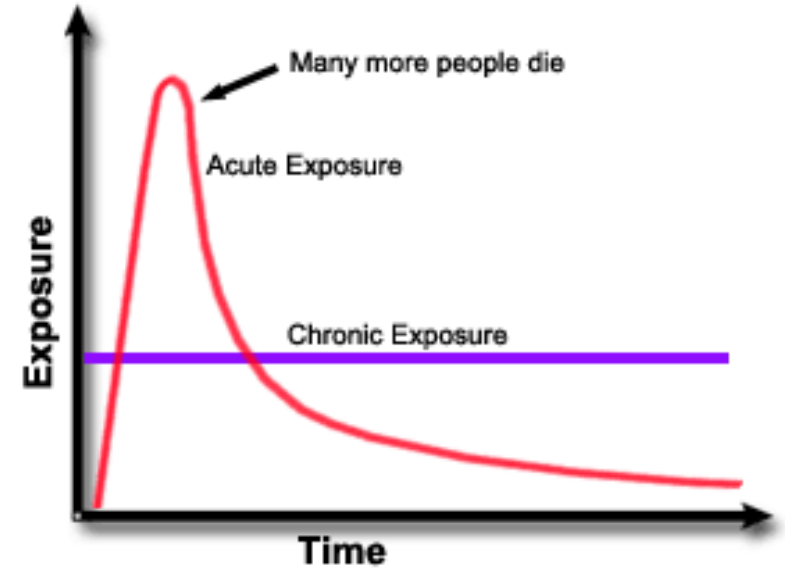
HEAT WAVES | *Effetti*

STRESS ACUTO (ONDATE DI CALORE)

- *Alta intensità*
- *Bassa frequenza*

STRESS CRONICO (ESTATE MODERATAMENTE CALDA/SECCA)

- *Bassa intensità*
- *Alta frequenza*



STRESS TERMICO | *Effetti sulle piante*

Figure 1. Major effects of high temperature on plants.

Effetto prodotto dall'esposizione ad elevate temperature per un periodo di tempo sufficiente ampio da indurre una serie di danni alle funzioni vitali della pianta e del suo sviluppo

Legato a:

- Intensità, durata, ritmo di aumento delle alte temperature
- Suscettibilità pianta (specie, cultivar, stadio fenologico)



STRESS TERMICO | *Effetti sulle piante*

EFFETTI SULLA GERMINAZIONE

- In funzione della specie e della intensità dello stress termico le alte T possono ridurre o inibire totalmente la germinazione dei semi



T massima di germinazione	
Specie	°C
Lattuga	25
Cavolo	25
Sedano	25
Cavolfiore	30
Melanzana	30
Prezzemolo	30
Pisello	30
Spinacio	30
Ravanello	30
Melone	30
Pomodoro	35
Peperone	35
Cocomero	35

STRESS TERMICO | *Effetti sulle piante*

EFFETTI ANATOMICI E MORFOLOGICI

- Generale tendenza a ridurre la dimensione delle cellule
- Aumento della densità degli stomi e dei tricomi
- Ingrossamento dei vasi xilematici in radici e parte aerea

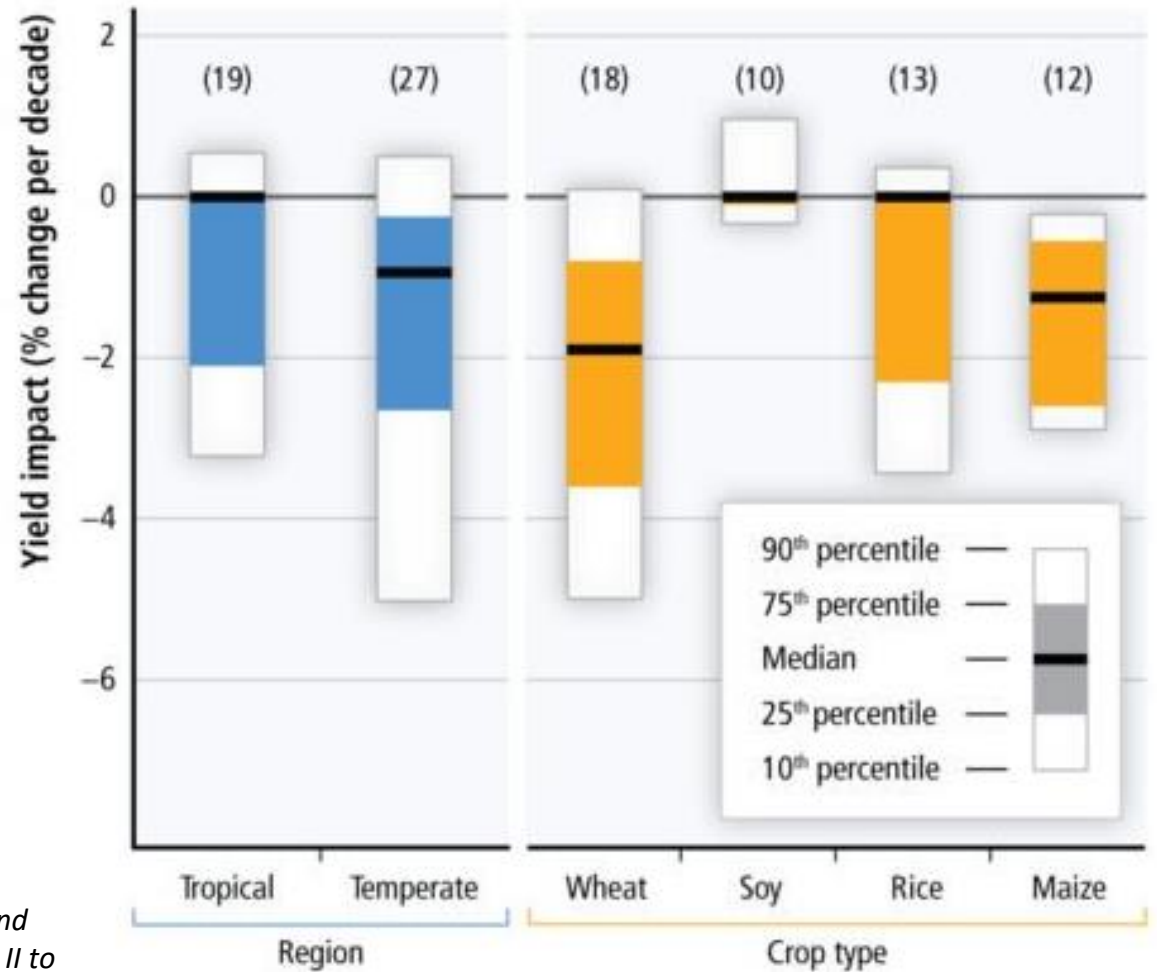
- Surriscaldamento e arrotolamento delle foglie
- Senescenza delle foglie e filloptosi
- Scottature su foglie, steli e frutti
- Difetti di colorazione dei frutti



STRESS TERMICO | *Effetti sulle piante*

EFFETTI SULLE PRODUZIONI

- Ridotto accumulo di biomassa
- Produzione ridotta



IPCC, 2014. Technical summary. In: *Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Part A: Global and Sectoral Aspects. Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change.* Cambridge University Press, Cambridge.

STRESS TERMICO | *Effetti sulle piante*

EFFETTI FISIOLGICI

- **Fotosintesi:** oltre una certa soglia termica (25-30 °C, a seconda della specie) si osserva un decremento di attività che non compensa più le perdite per respirazione;
- **Respirazione:** le perdite respiratorie aumentano progressivamente fino a 30-40 °C, portando di conseguenza uno squilibrio ed una crisi nell'accrescimento della pianta.

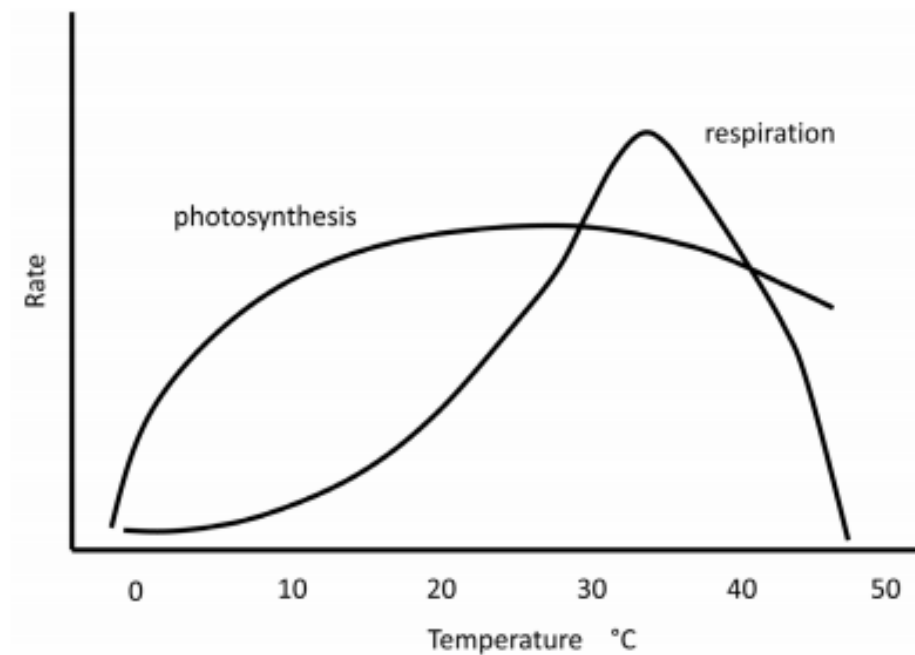
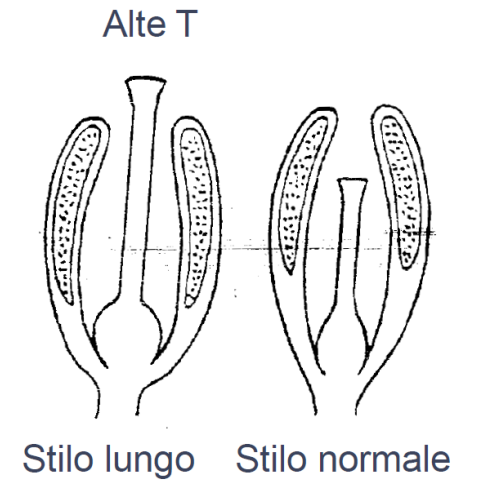


Fig. 4. – Changes in the rate of C3 photosynthesis and respiration as a function of temperature (redrawn after PORTER and SEMENOV, 2005).

STRESS TERMICO | *Effetti sulle piante*

EFFETTI SUI PROCESSI RIPRODUTTIVI

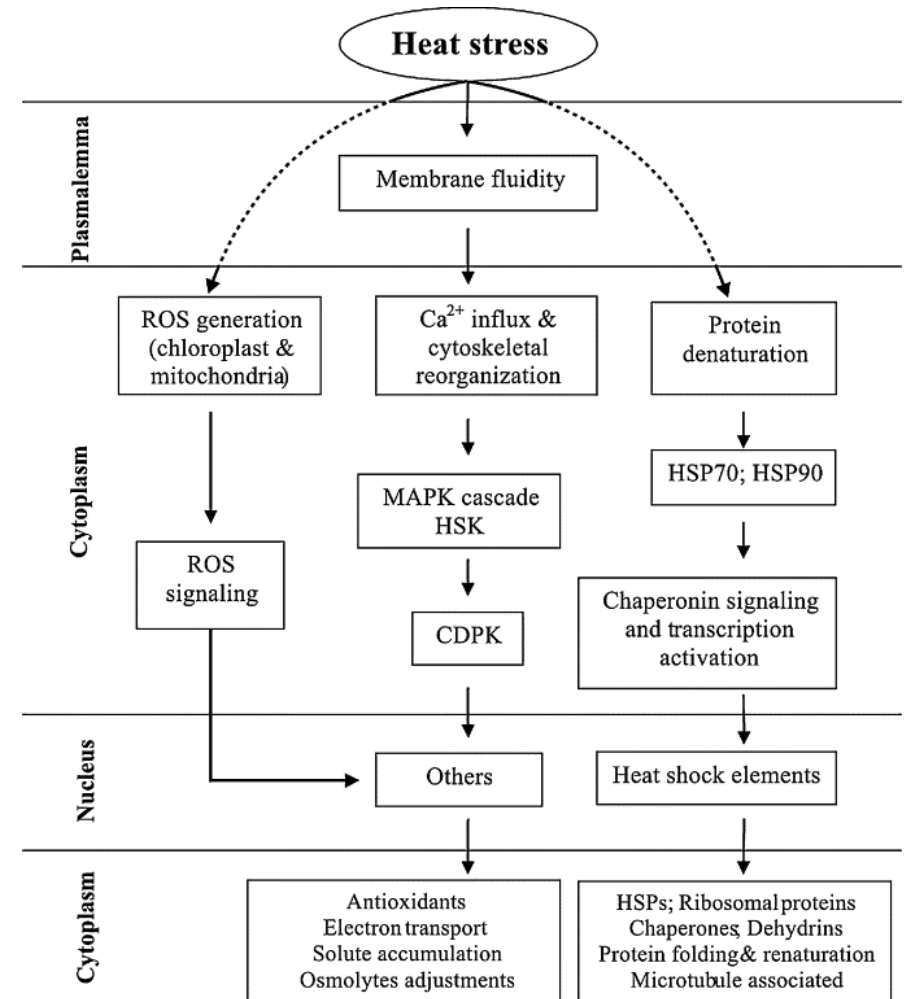
- Sterilità del polline
- Cascola fiorale
- Scarsa allegagione
- Malformazione dei frutti



STRESS TERMICO | *Effetti sulle piante*

EFFETTI A LIVELLO CELLULARE

- Alterazioni della fluidità delle membrane
- Accumulo di osmoliti compatibili (stato idrico)
- Modulazione dei livelli ormonali (acido abscissico, etilene)
- Attivazione del sistema antiossidante
- Produzione di metaboliti secondari (PAL, flavonoidi, fenilpropanoidi)
- Aumento dell'espressione di proteine da shock termico (HSP)



Wahid et al. 2007. *Environ Exp Bot* 61: 199-223

STRESS TERMICO | *Effetti sulle piante*

EFFETTI SECONDARI (PATOGENI E INSETTI)

- Le malattie (solitamente) aumentano in condizioni caldo-umide (temporali seguiti da forti caldi)
- Gli insetti possono aumentare il numero di generazioni e possono sopravvivere all'inverno



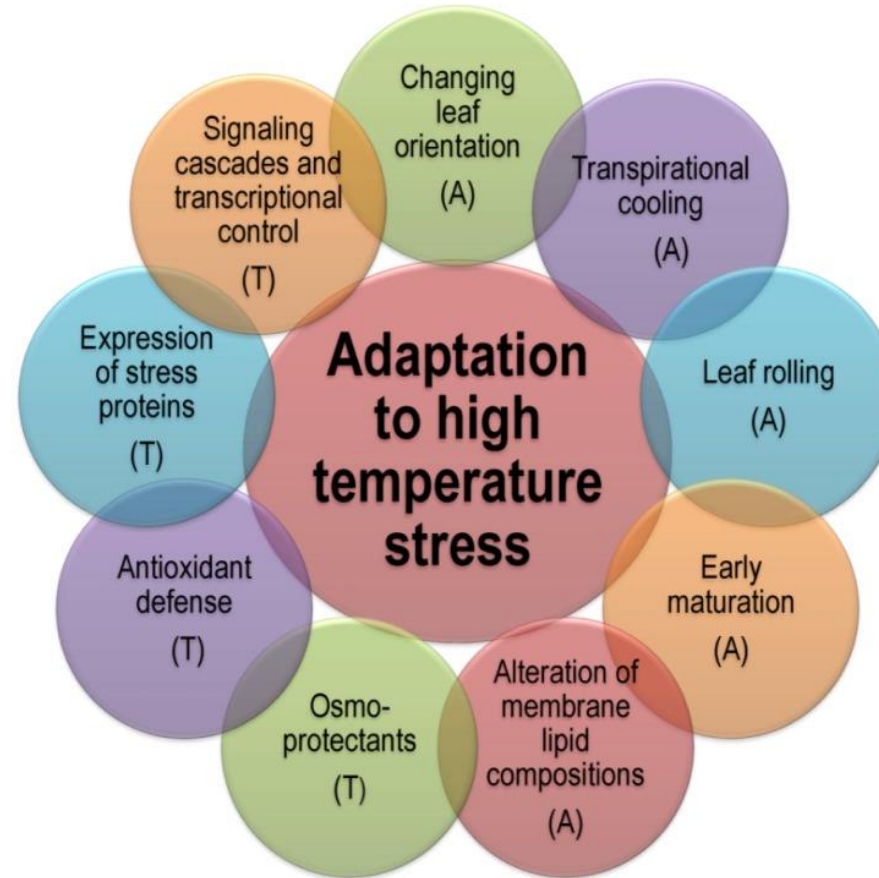
Peronospora
Phytophthora infestans
Plasmopara viticola
(patata, pomodoro, vite)



Tignola della patata
Phthorimaea operculella
(aumento numero voli,
comparsa nord Italia)

STRESS TERMICO | *Effetti sulle piante*

RISPOSTA DELLE PIANTE ALLO STRESS TERMICO



A = *Avoidance*
T = *Tolerance*

Hasanuzzaman et al. 2013. Int J Mol Sci 14: 9643-9684

STRESS TERMICO | *Effetti sulle piante*

STRATEGIE DI ADATTAMENTO ALLE ALTE TEMPERATURE

- Anticipo/posticipo epoche di coltivazione
- Spostamento areali di coltivazione
- Cultivar termo-tolleranti
- Ottimizzazione della programmazione irrigua

In coltura protetta

- Ombreggio
- *Cooling system*
- *Fog system*

In campo

- *Particle film technology*
- Irrigazione climatizzante



HEAT WAVES | *Non solo caldo...*



Carenza idrica



Incendi

HEAT WAVES | *Non solo caldo...*

Smog fotochimico

CRESCE L'INQUINAMENTO NELLE CITTA' DESERTE PER IL PRIMO WEEK-END «ESTIVO»
Caldo record, è già allarme ozono



GTP local
IL TIRRENO | LIVORNO  +21°C
POCO NUVOLOSO

LIVORNO CECINA-ROSIGNANO EMPOLI GROSSETO LUCCA MASSA-CARRARA MONTECATINI PIOMBINO-ELBA PIS

Cronaca Sport Foto e video Toscana Aste e Appalti Annunci Casa Lavoro

reno / Livorno / Cronaca / Caldo, superati i livelli di ozono in città

Caldo, superati i livelli di ozono in città

Il Comune di Livorno raccomanda, fino a quando le temperature non diminuiranno, ai cittadini, e in particolare ai soggetti più sensibili (bambini, anziani, asmatici, persone affette da malattie dell'apparato respiratorio) di evitare la permanenza all'aria aperta nei luoghi soleggiati

[caldo](#) [inquinamento](#)

 +1 0

 Tweet 0

 Consiglia

 Email



Il caldo e l'aria ferma di questi giorni hanno fatto salire anche a Livorno la concentrazione di ozono nell'atmosfera. L'Arpat ha comunicato al Comune che martedì scorso le centraline di rilevamento dell'inquinamento atmosferico hanno registrato il superamento del livello dell'inquinante ozono per un valore di 182 microgrammi per metro cubo (soglia consentita 180 g/m3).

Fino a quando le temperature non diminuiranno il Comune di Livorno raccomanda ai cittadini, e in particolare ai soggetti più sensibili (bambini, anziani, asmatici, persone affette da malattie dell'apparato respiratorio) di evitare la permanenza all'aria aperta nei luoghi soleggiati.

21 giugno 2012

HEAT WAVES | *Non solo caldo...*

Overdose da ozono Malori per il caldo

Legambiente e Aduc in allarme: per tre giorni consecutivi sfiorati i limiti massimi. Salute a rischio. (E scoppiano le liti...)

 +1  Tweet  Consiglia  Email



Picchi elevati di ozono da tre giorni consecutivi, Legambiente lancia l'allarme. Perché, se da un lato continuano gli sfioramenti della soglia per la protezione della salute sul lungo periodo (120 microgrammi per metro cubo d'aria) tanto che siamo arrivati a quota 27 contro i 25 giorni consentiti per legge in un anno, da tre giorni l'ozono sta superando anche il livello di attenzione (180 microgrammi per metro cubo d'aria) quello cioè per cui si comincia a risentire di effetti a breve termine sullo stato di salute. Domenica 17 giugno sono stati registrati 189 microgrammi per metro cubo d'aria, lunedì 193, martedì 239.

No ai bambini nei parchi.

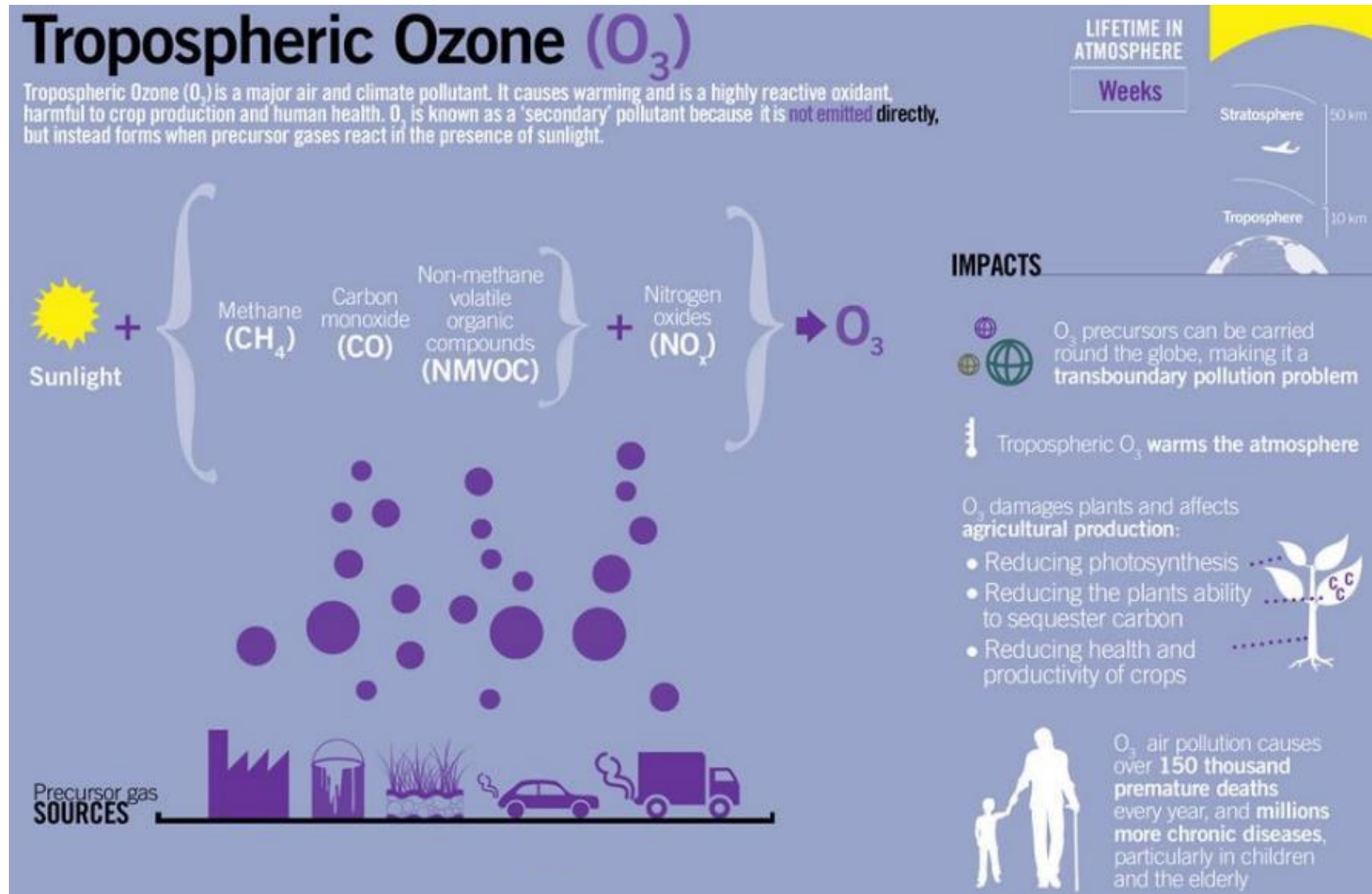
L'Aduc evidenzia un altro rischio legato ai bambini che giocano in parchi e giardini fra le 13 e le 17: «I livelli di ozono sono più alti nelle aree verdi, dove l'ozono viene trasportato dalla brezza e non trova inquinanti con cui ricombinarsi».

Liti da caldo.

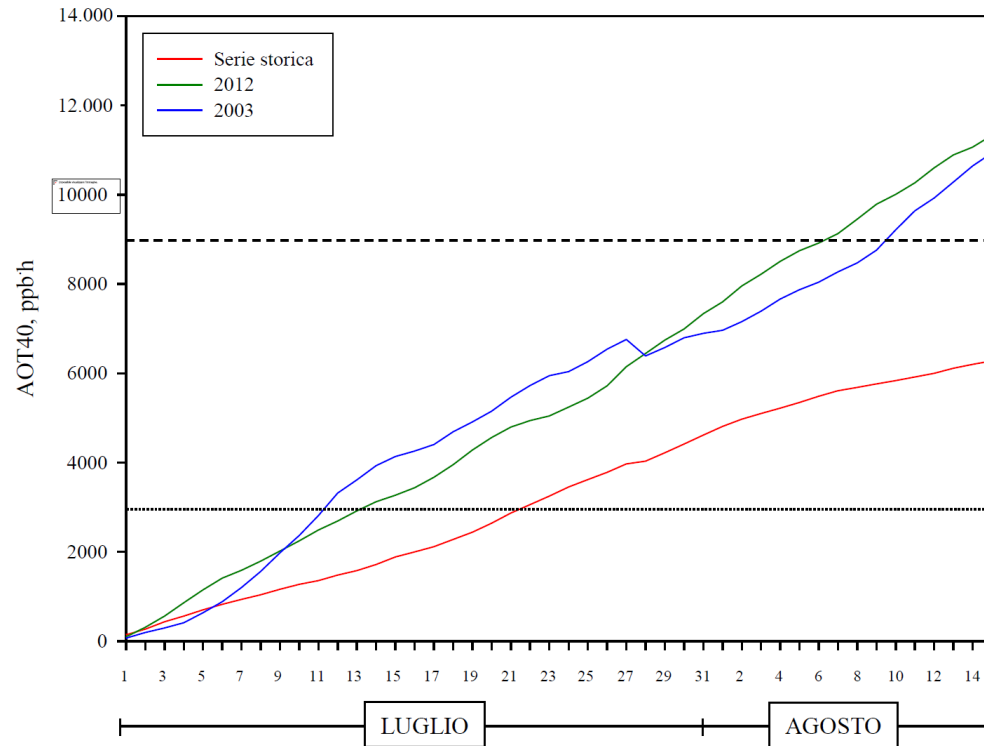
Gran lavoro ieri per la polizia, chiamata nel giro di poche ore a sedare tre violente liti tipicamente da caldo. Prima telefonata al 113. Una donna, nigeriana, incinta, coinvolta in una clamorosa baruffa tra il marito e un amico. Il tutto in un appartamento in via Dini. La donna si è sentita male. Altro intervento in via Mozambano: marito e moglie, lei che accusa lui di aver rifilato uno schiaffo alla figlia; lui che si arrabbia, lei che grida, lui che urla. Putiferio. Infine, ben due volanti si sono fiondate in via Nazareth per quella che pareva una rissa dagli esiti nefasti. Invece erano solo due amici, padovani, che, nell'appartamento di uno dei due, si sono lasciati andare a una baruffa che è stata sentita da tutto il quartiere.

Alberta Pierobon

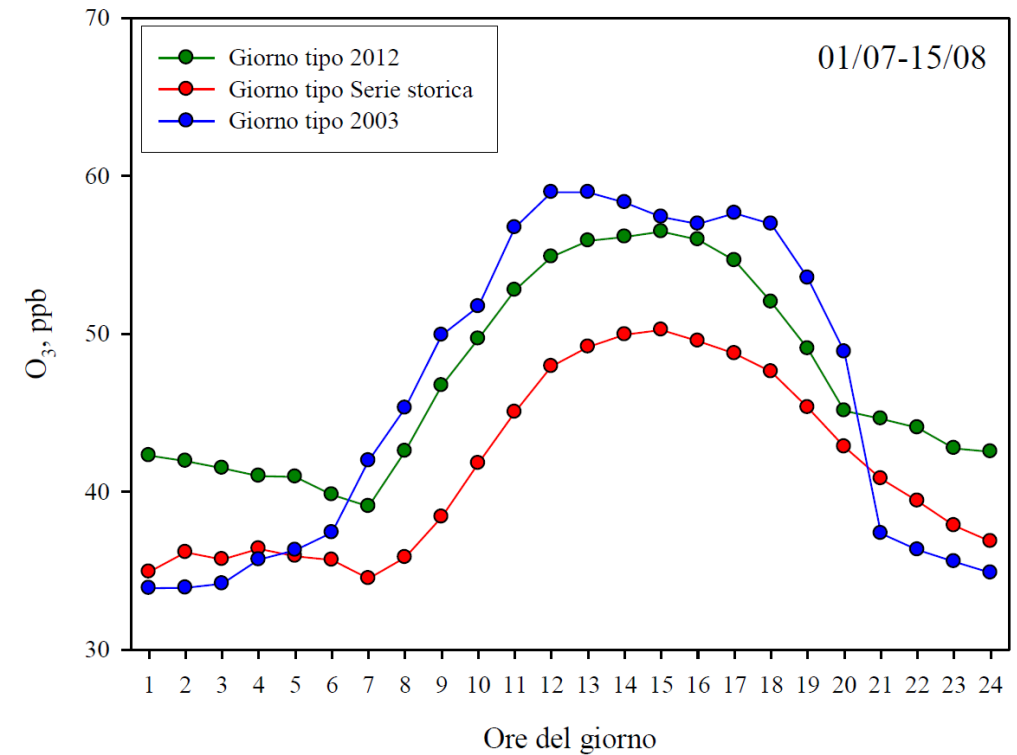
HEAT WAVES | *Non solo caldo...*



HEAT WAVES | *Non solo caldo...*

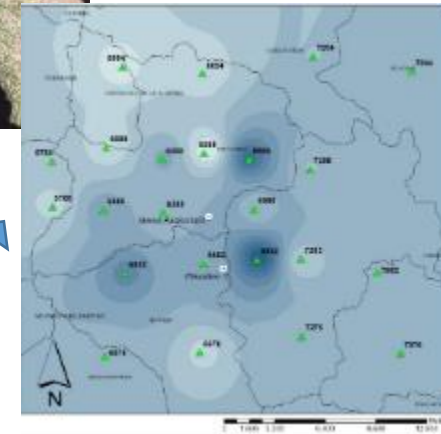
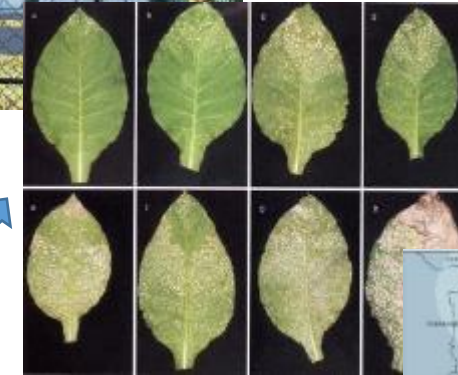
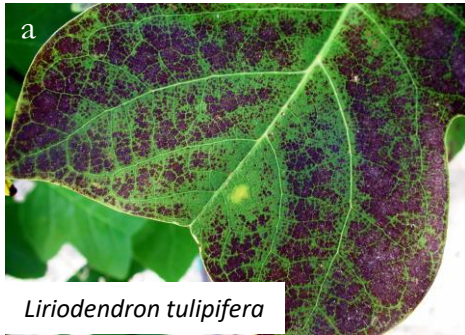


Andamento della AOT40, espresso in ppb h, calcolato cumulatamente lungo il periodo 1 luglio – 15 agosto, dalle concentrazioni orarie di ozono registrate nella stazione strumentale suburbana di Casa Stabbi della Provincia di Arezzo (zona collinare montana) per i seguenti anni: 2003 (blu), 2012 (verde) e serie storica 1999-2011, eccetto il 2003 (rosso). Le linee parallele all'asse delle ascisse corrispondono rispettivamente al valore obiettivo (---) e all'obiettivo a lungo termine (---) da raggiungere come media su cinque anni, per la protezione della vegetazione, definiti nell'Allegato XII dal Decreto Legislativo n. 155 del 13 agosto 2010.

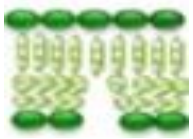


Profili giornalieri dell'ozono rilevati nella stazione strumentale suburbana di Casa Stabbi della Provincia di Arezzo (zona collinare montana) durante il periodo di monitoraggio 1 luglio-15 agosto delle stagioni: 2003 (blu), 2012 (verde) e serie storica 1999-2011, eccetto il 2003 (rosso).

OZONO e PIANTE | *Vittime (...ma anche biondicatori)*



Effetti macroscopici e subliminali



Metabolismo e fisiologia fogliare:

- Decremento di fotosintesi e conduttanza stomatica
- Alterazioni a livello biochimico e senescenza



Crescita/resa:

- Riduzione della biomassa
- Alterazioni nella riproduzione e distribuzione del C



Processi ipogei:

- Ridotta produzione e decomposizione della lettiera
- Alterazioni al ciclo del C e dei nutrienti nel suolo

Biomonitoraggio dell'O₃ troposferico con piante supersensibili di tabacco (*Nicotiana tabacum* cv. Bel-W3)

Inquinante dell'aria più fitotossico (*...ma le piante possono rispondere all'ozono!*)

OZONO e PIANTE | *Vittime (...ma anche biondicatori)*

Il potenziale didattico e educativo

Il coinvolgimento emotivo delle persone

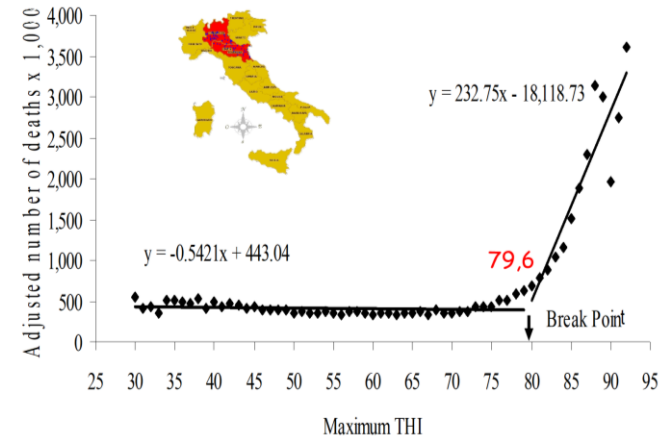
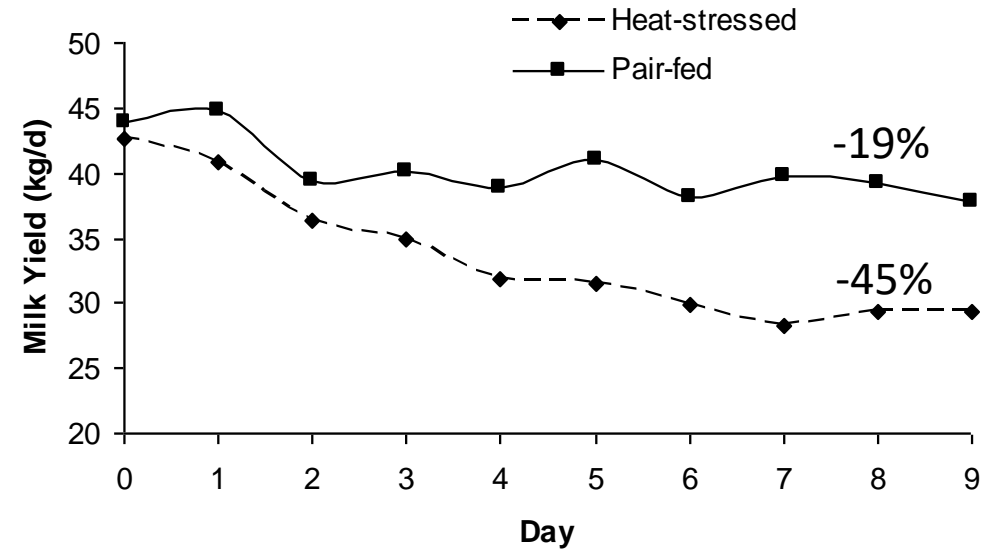
Sono stati compiuti studi pilota che hanno coinvolto numerose scuole impegnate nel delineare la distribuzione dell'ozono attraverso l'uso di piante indicatrici, rappresentando un vero caso di *problem-solving*



HEAT WAVES | *Non solo piante...*

Temperature Humidity Index (THI):
Categorie per il benessere

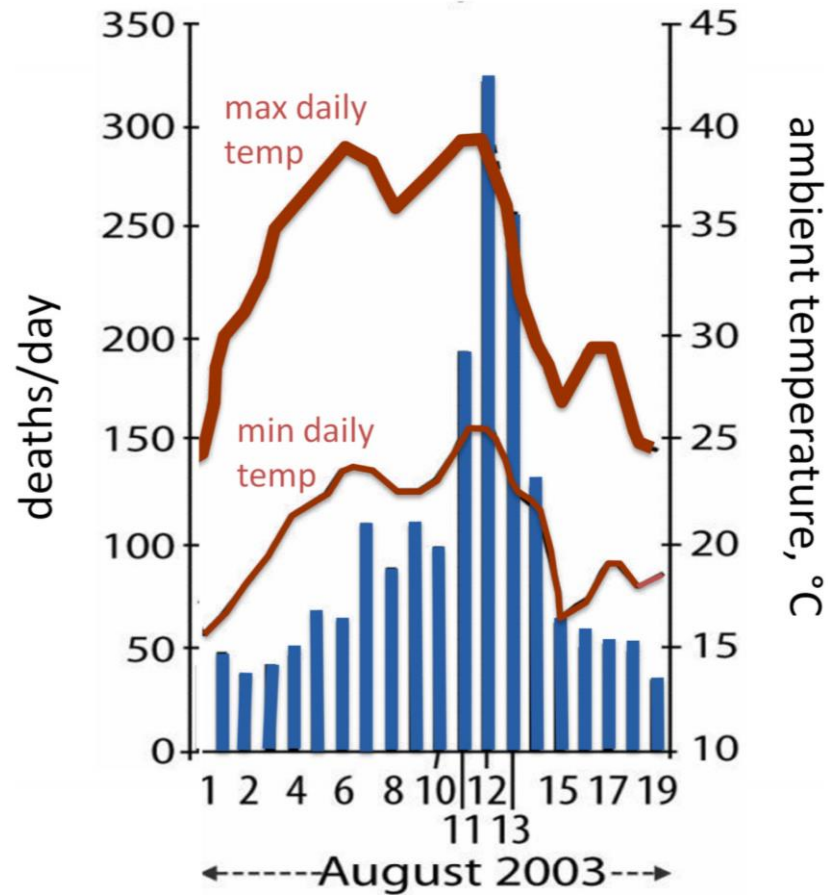
Temperature, °C	Relative Humidity																			
	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
21	63	64	64	64	65	65	65	66	66	66	67	67	67	68	68	68	69	69	69	70
22	No rischio	66	66	67	67	67	67	68	68	69	69	69	70	70	70	71	71	71	72	72
23	66	66	66	66	67	67	68	68	69	69	69	70	70	71	71	72	72	73	73	73
24	66	66	67	67	68	68	68	69	69	70	70	71	71	72	72	73	73	74	74	75
25	67	67	68	68	69	70	70	71	71	72	72	73	73	74	74	75	75	76	76	77
26	68	Stress lieve	71	71	72	72	73	74	74	75	75	76	76	77	77	78	78	79	79	80
27	69	72	72	73	74	74	75	75	76	76	77	77	78	78	79	79	80	81	81	82
28	69	70	71	71	72	73	73	74	75	75	76	77	78	78	79	80	80	81	82	82
29	70	71	72	72	73	74	74	75	75	76	77	78	78	79	80	81	81	82	83	83
30	71	72	73	73	74	75	75	76	77	77	78	79	80	81	81	82	83	84	84	85
31	72	73	74	74	75	76	77	78	79	79	80	81	82	83	84	84	85	86	86	87
32	73	74	75	75	76	77	78	79	80	81	82	83	83	84	85	86	87	88	88	89
33	74	75	76	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	86	87	88	89	90	90
34	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93
35	75	76	77	78	79	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95
36	76	77	78	79	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	94	96	96	97
37	77	78	79	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	94	96	96	97	99
38	78	79	80	81	83	84	85	86	87	89	90	91	92	94	95	96	97	98	99	100
39	79	80	81	82	84	85	86	87	89	90	91	92	94	95	96	97	98	100	101	102
40	80	81	82	83	85	86	87	89	90	91	92	94	95	96	98	99	100	101	103	104
41	80	82	83	84	86	87	88	90	91	92	94	95	96	98	99	100	102	103	104	106
42	81	83	84	85	87	88	90	91	92	94	95	97	98	99	101	102	103	106	108	108
43	82	84	85	86	88	89	91	92	94	95	96	98	99	101	102	104	106	107	108	109



Vacche da latte

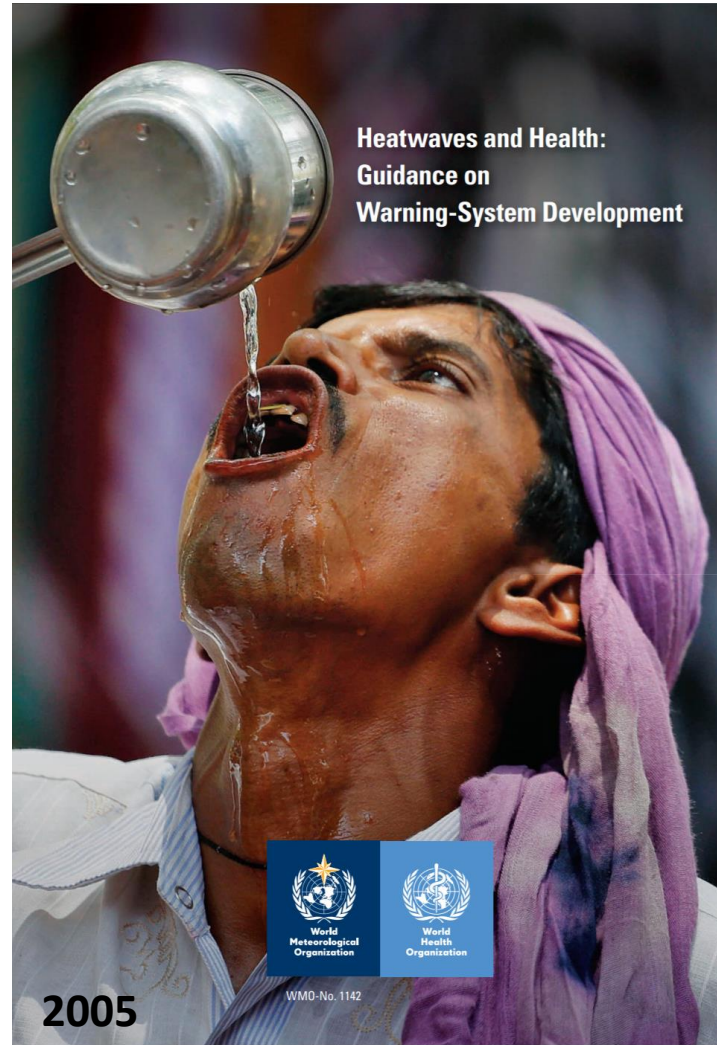
Numero di morti in relazione del valore del THI max giornaliero.

HEAT WAVES | *Non solo piante...*



2003 France Heat Wave

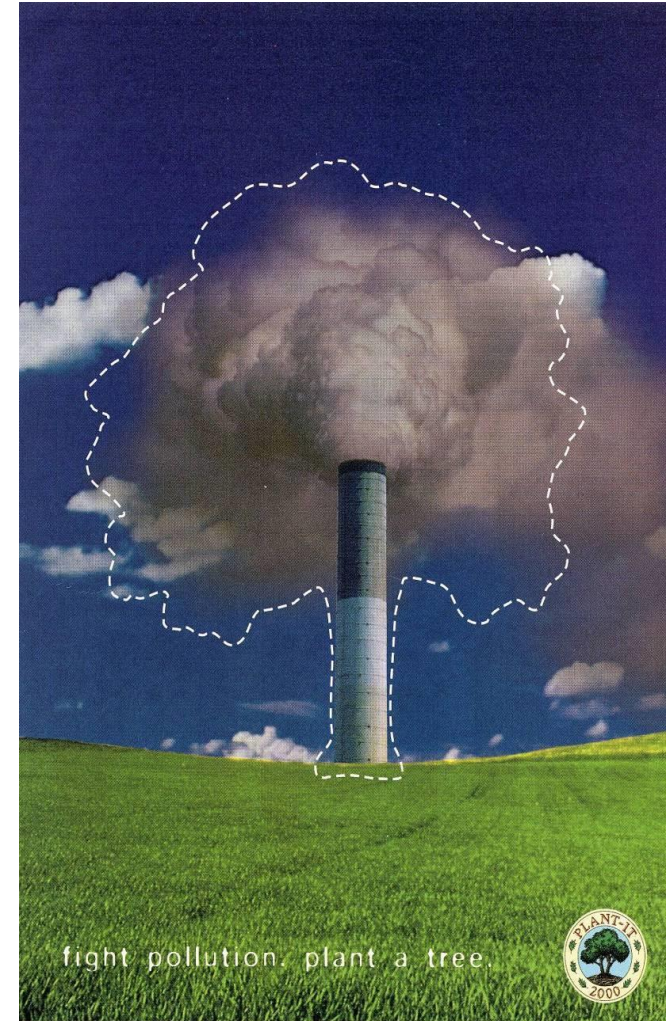
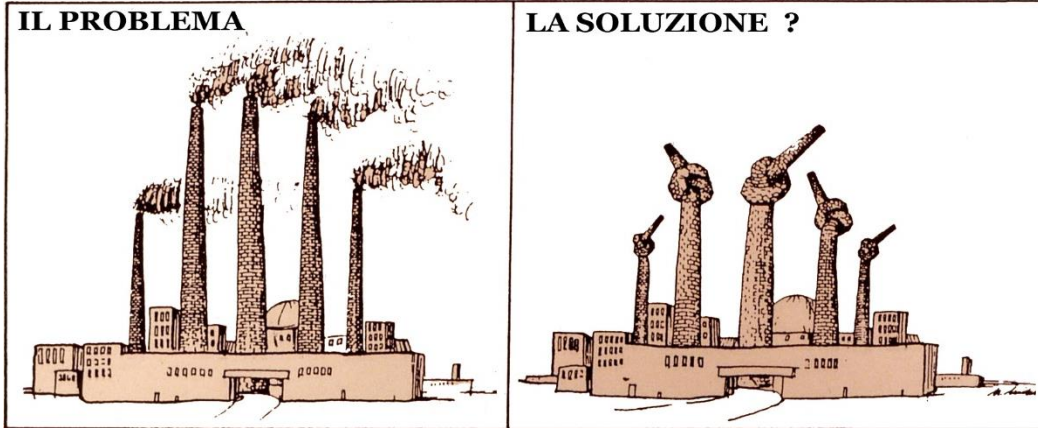
Dousset et al. 2011. Int J Climatol 31, 313-323



BEAT THE HEAT:
Extreme Heat
 Heat related deaths are preventable

<p>WHAT:</p> <p>Extreme heat or heat waves occur when the temperature reaches extremely high levels or when the combination of heat and humidity causes the air to become oppressive.</p>	<p>WHO:</p> <p>Children More males than females are affected Older adults Outside workers People with disabilities</p>
<p>WHERE:</p> <p>Houses with little to no AC Construction work sites Cars</p>	<p>HOW to AVOID:</p> <p>Stay hydrated with water, avoid sugary beverages Stay cool in an air conditioned area Wear light-weight, light colored, loose fitting clothes</p>

HEAT WAVES | *Soluzioni???*



GLOBAL WARMING



MAKES ME SAD



*Centro Interdipartimentale
per lo Studio degli Effetti
dei Cambiamenti Climatici*

Centre for Climate Change Impact

lorenzo.cotrozzi@agr.unipi.it

