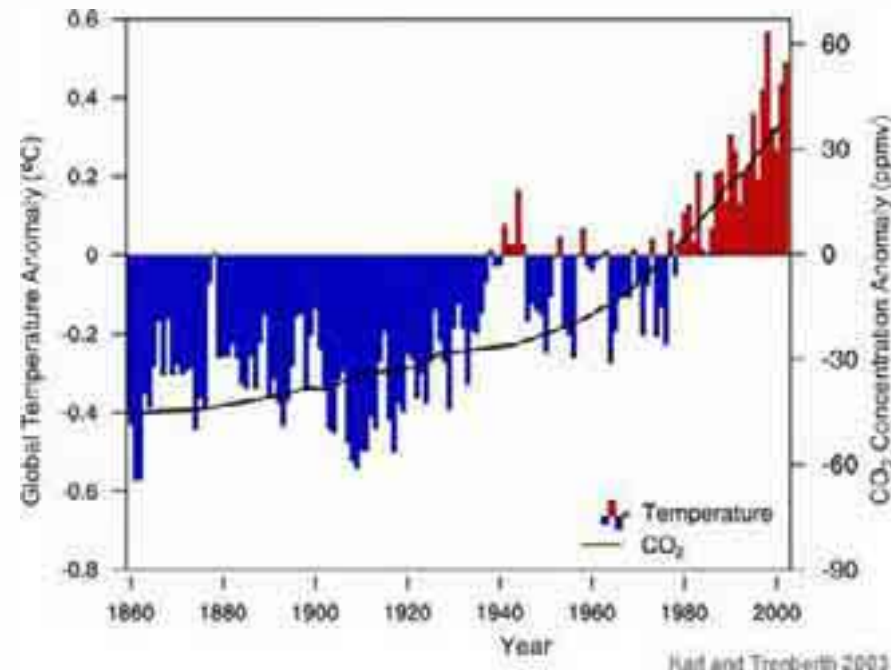




## Area Previsione e Monitoraggio Ambientale

Torino 21-9-2006

# I cambiamenti climatici osservati e i possibili impatti antropogenici sul sistema climatico



**Corso-Laboratorio Educazione Ambientale**

**Modulo " Il Cambiamento Climatico "**

**Dott. Christian Ronchi**



## Considerazioni iniziali

- In generale i Cambiamenti Climatici fanno parte del naturale “ciclo vitale” del nostro pianeta;
- Il cambiamento attualmente in corso è il più rapido osservato negli ultimi 1000 anni;
- Ci sono molte evidenze scientifiche che fanno supporre l’interferenza delle attività umane (antropogeniche) nei naturali mutamenti del clima.

### PRINCIPALI FONTI DATI

IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change) <http://www.ipcc.ch>

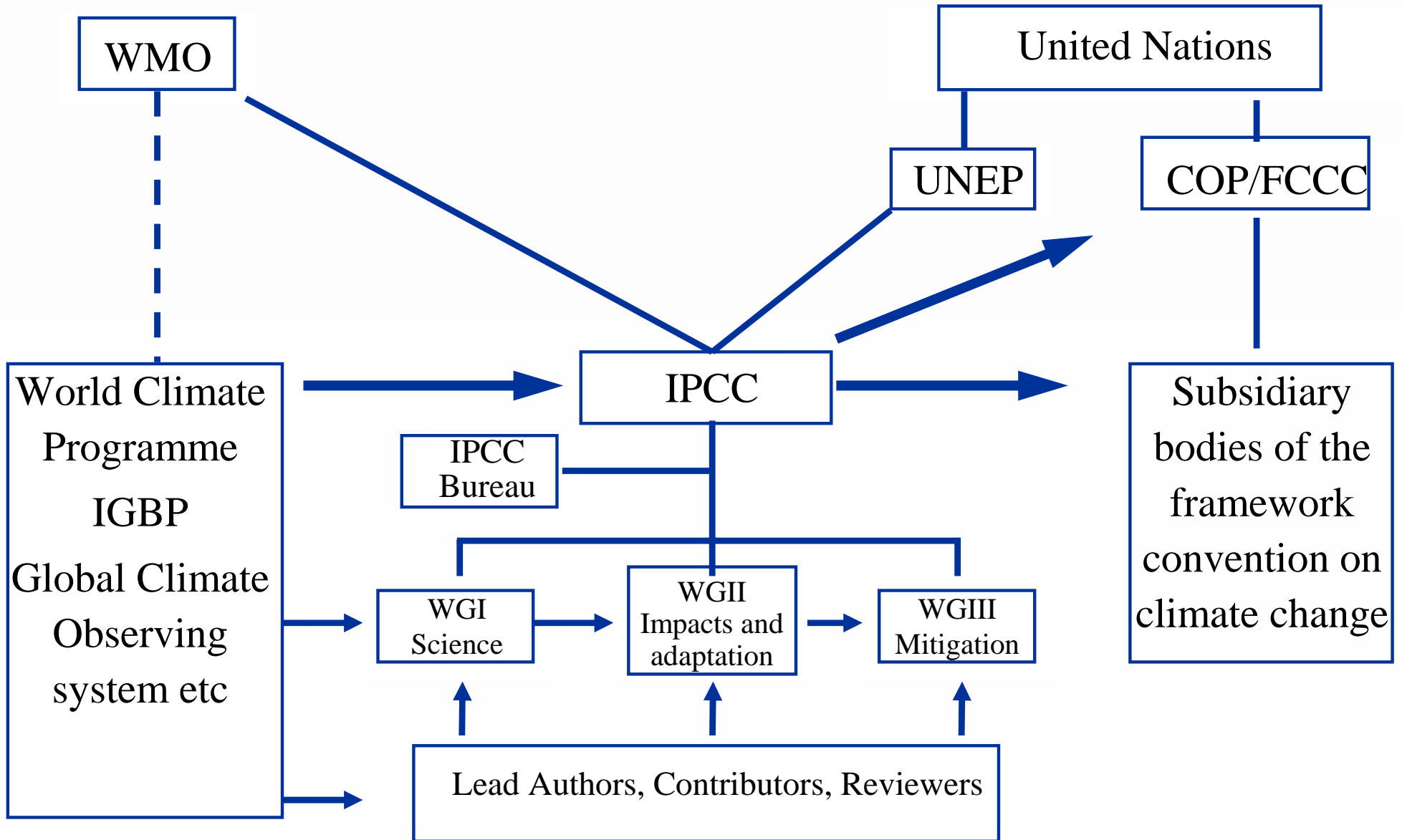
EEA (Europe Environmental Agency) <http://www.eea.eu.int>

WMO (World Meteorological Organization) <http://www.wmo.ch/>

UNEP (United Nations Environment Programme) <http://www.unep.org>



# Struttura di IPCC 1997-2001





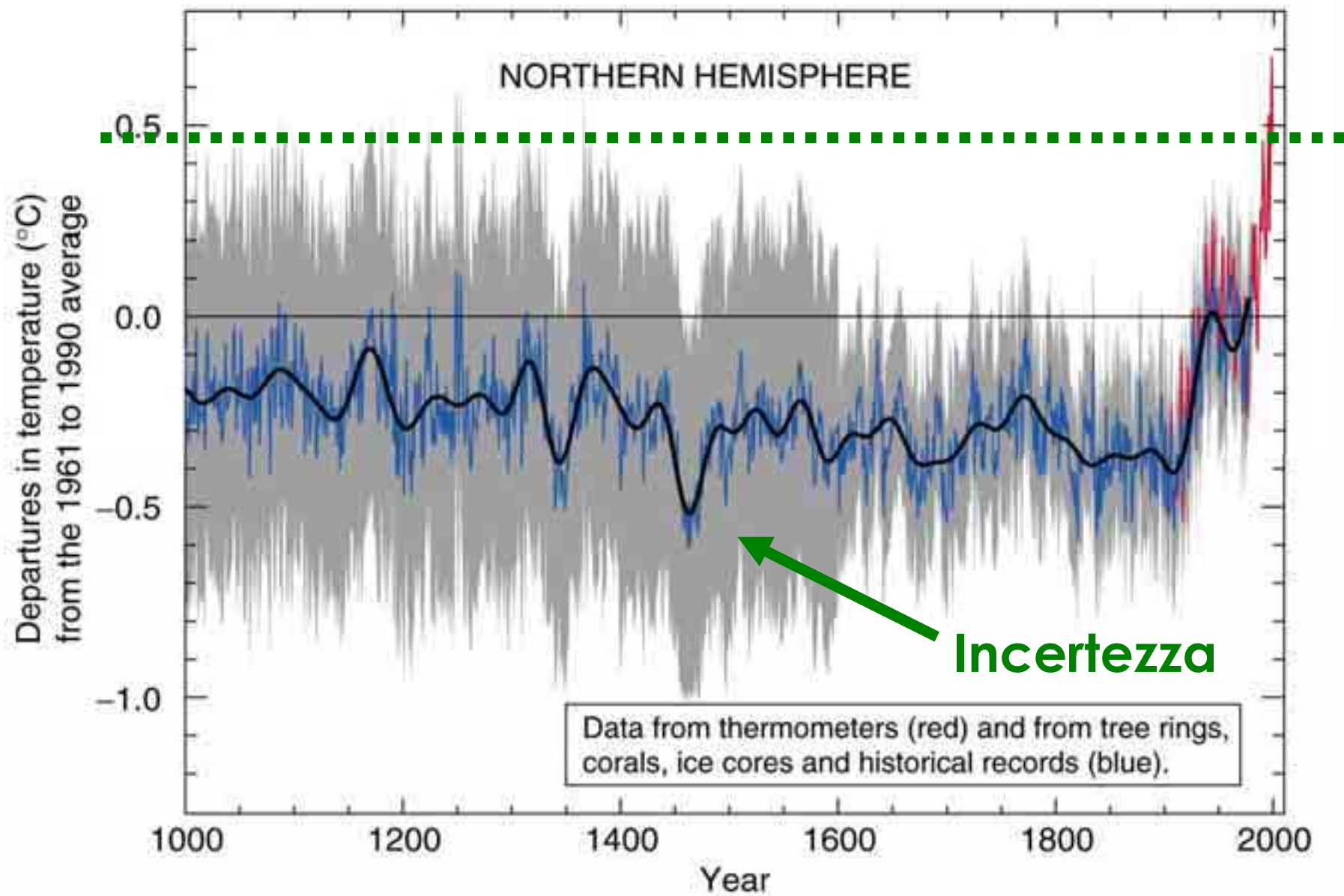
## I maggiori segnali di Cambiamenti Climatici

- Aumento della temperatura media a livello globale;
- Ritiro dei ghiacciai continentali e dei ghiacci polari;
- Aumento del livello dei mari;
- Ciclo idrologico maggiormente intenso (alluvioni e siccità).

**I cambiamenti climatici *VARIANO* alle diverse  
scale regionali**



# La temperatura superficiale negli ultimi 1000 anni

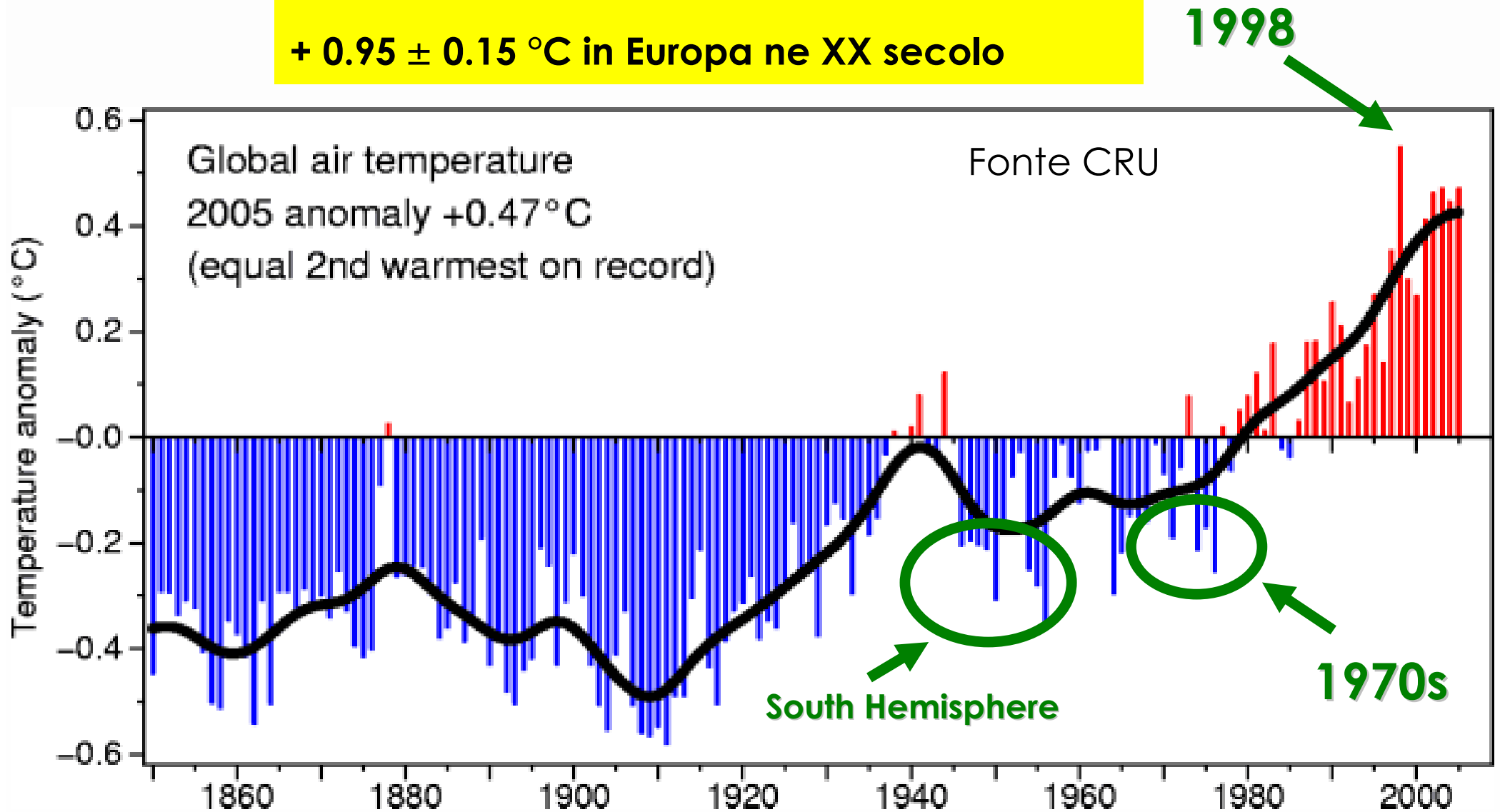




# La temperatura mondiale negli ultimi 140 anni

**$+0.6 \pm 0.2$  °C a scala globale nel XX secolo**

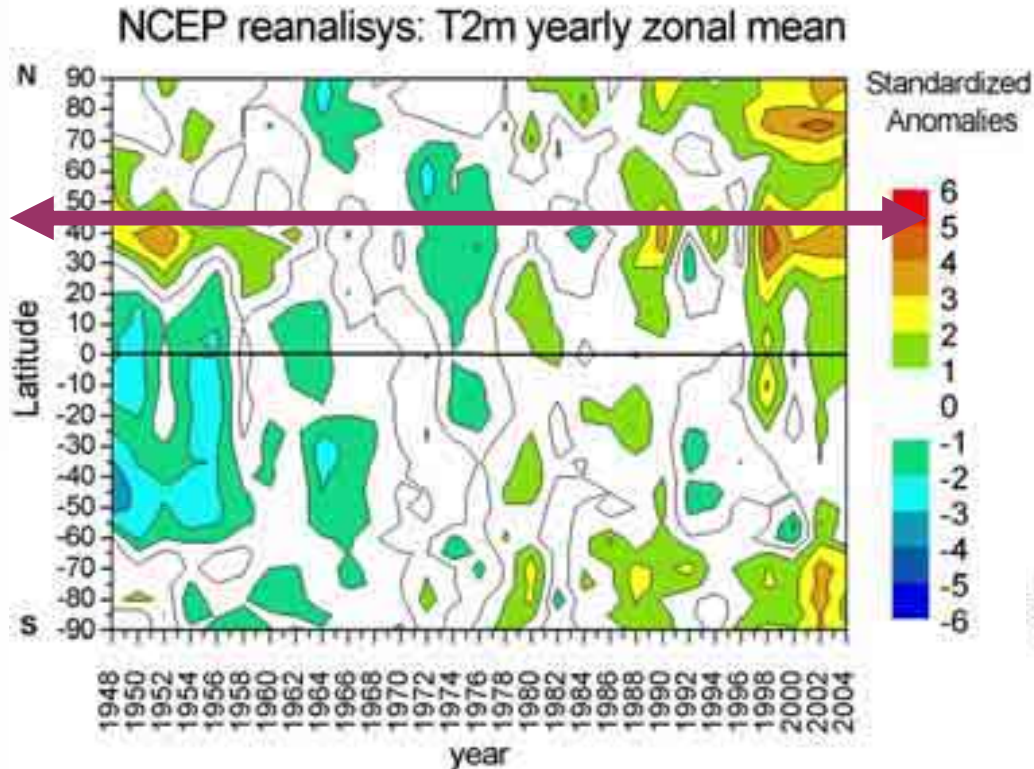
**$+0.95 \pm 0.15$  °C in Europa ne XX secolo**





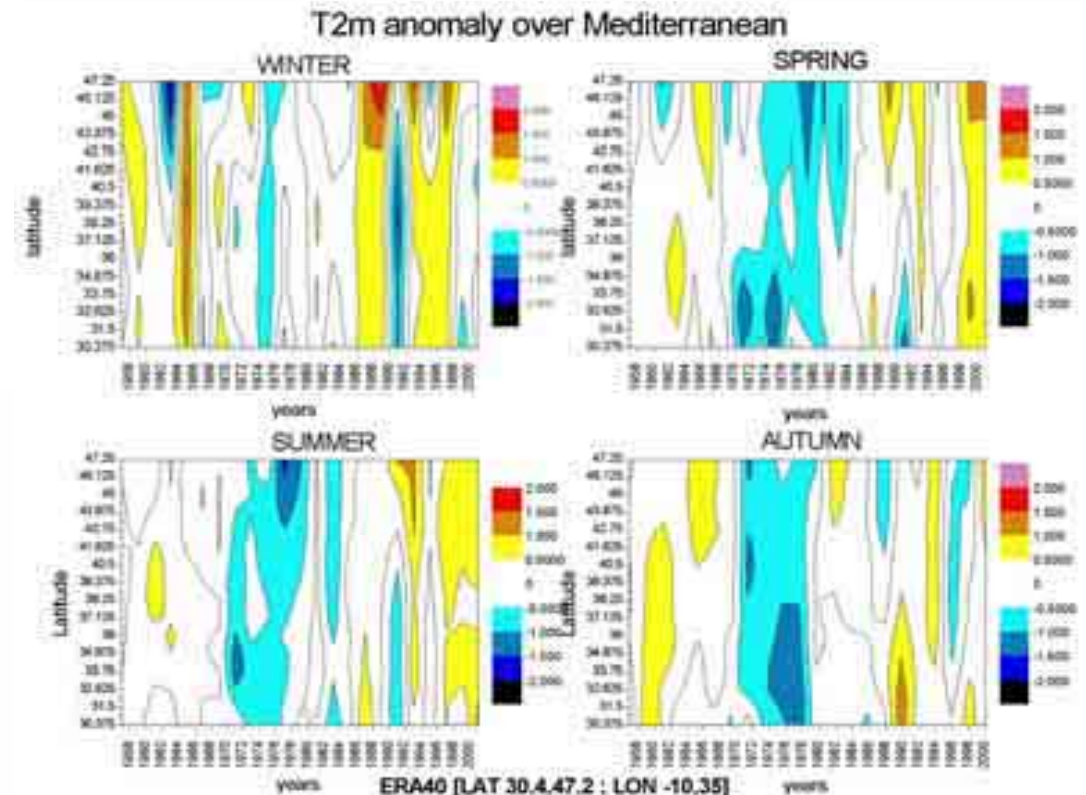


# La temperatura media: andamento zonale



## MEDITERRANEO

- Aumento marcato in primavera ed in estate
- Inverni caldi negli anni '80



## GLOBALE

- Aumento marcato ai alle medio-alte latitudini (Artide ed Antartide)
- Raffreddamento NE negli anni '70 alle medie latituduni



## I ghiacciai continentali e le calotte polari

- La maggior parte dei ghiacciai ALPINI sta **scomparendo**
- La maggior parte dei ghiacciai ANDINI si **ritira**
- **Aumentano** i ghiacciai dell'emisfero sud (Nuova Zelanda)
- Sostanzialmente **stazionari** i ghiacciai in ASIA
- Enorme **diminuzione** dei ghiacci ARTICI
- Pressoché **stazionaria** la situazione in ANTARTIDE (lieve diminuzione)



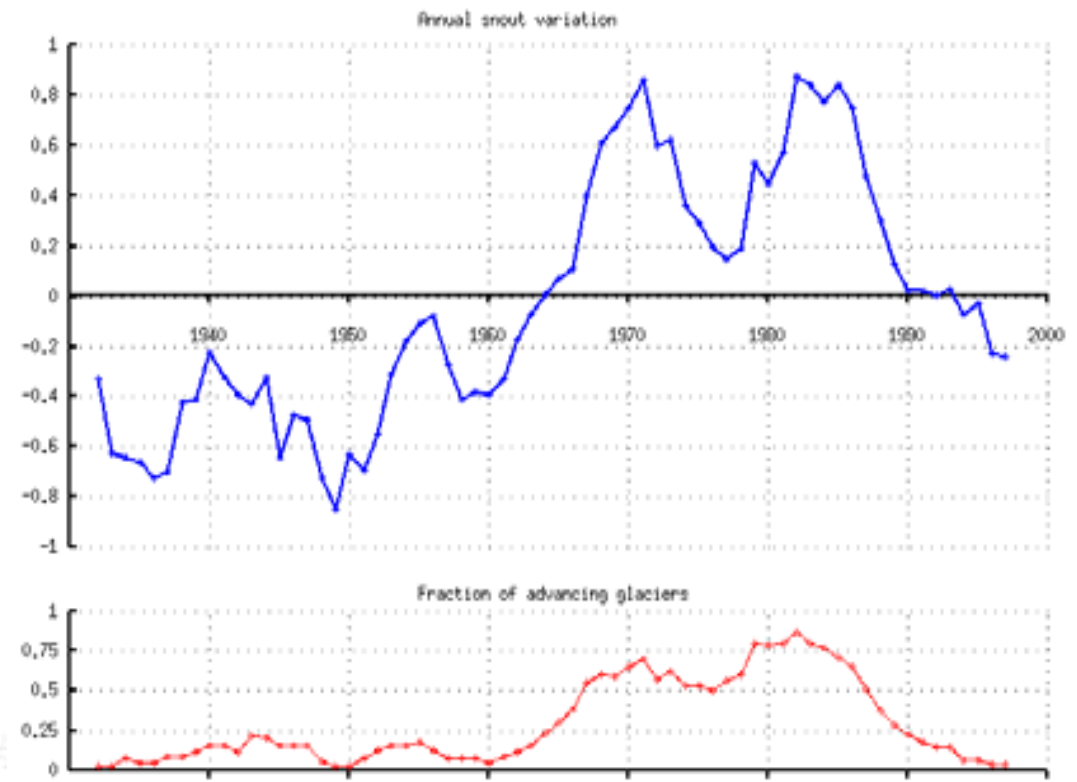
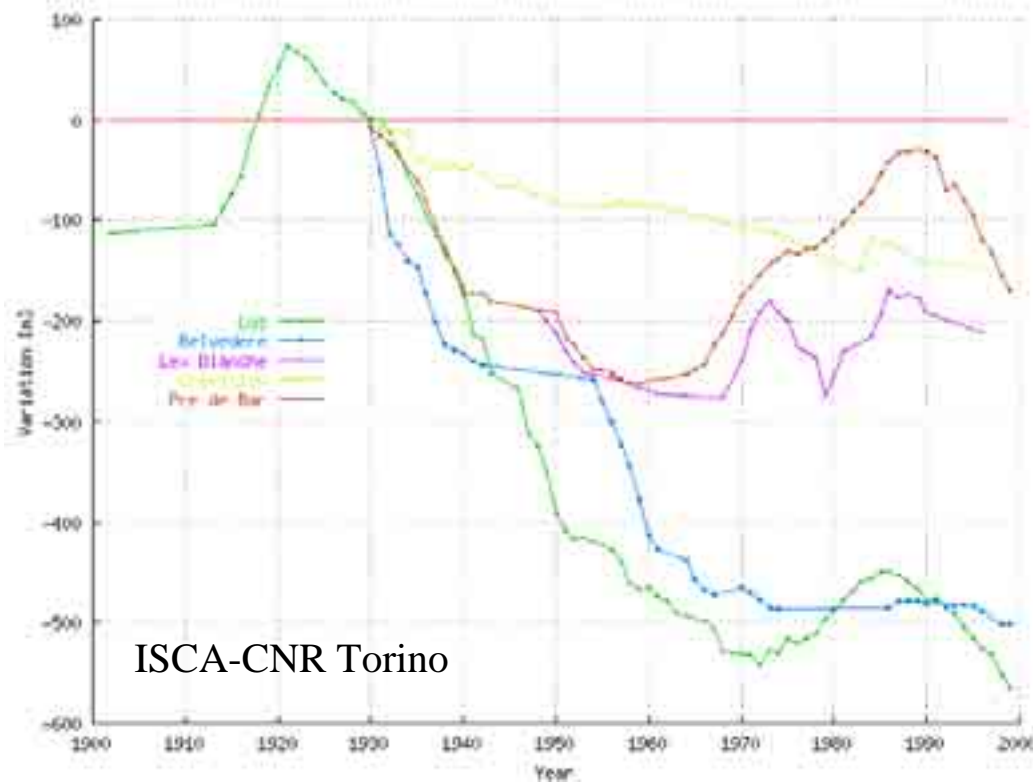


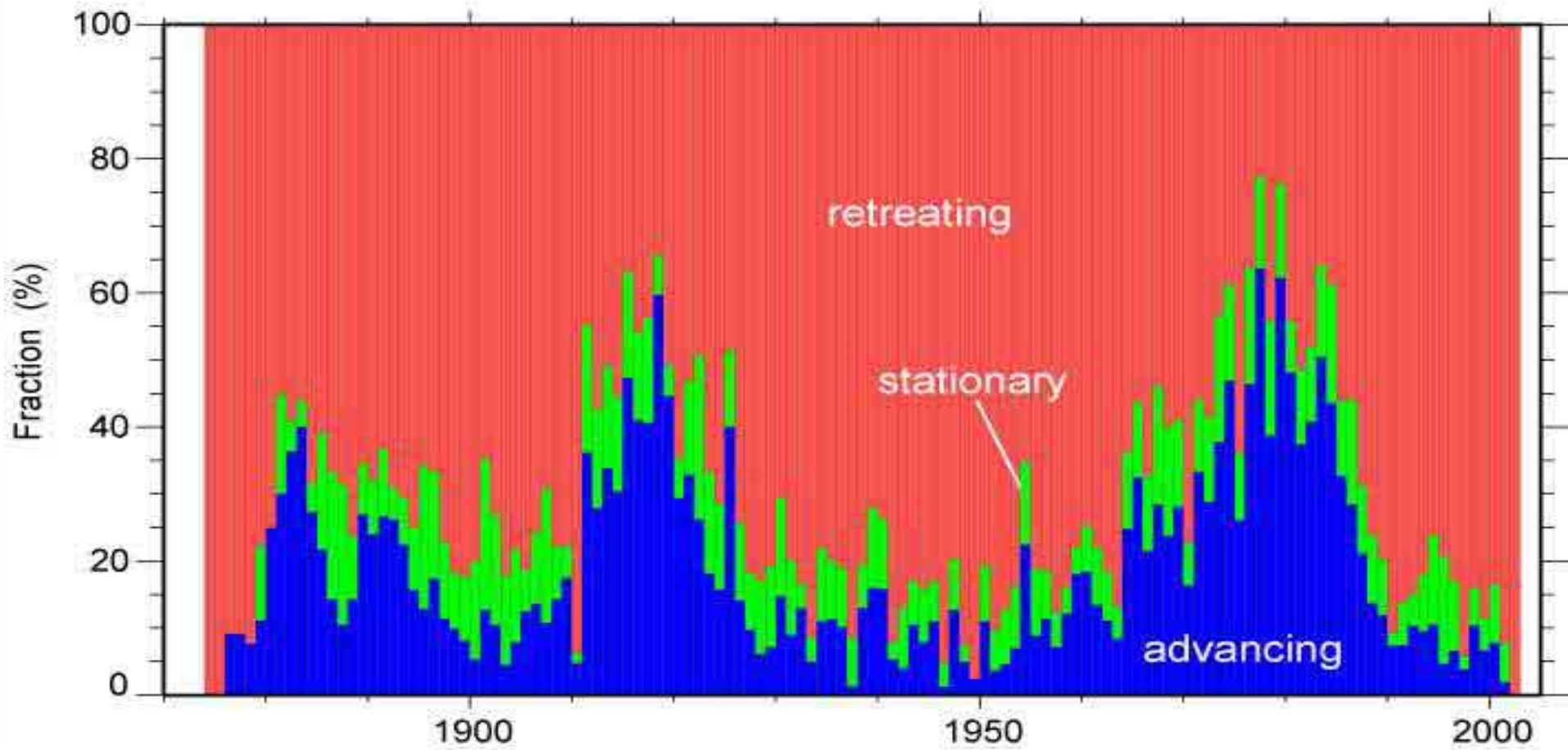
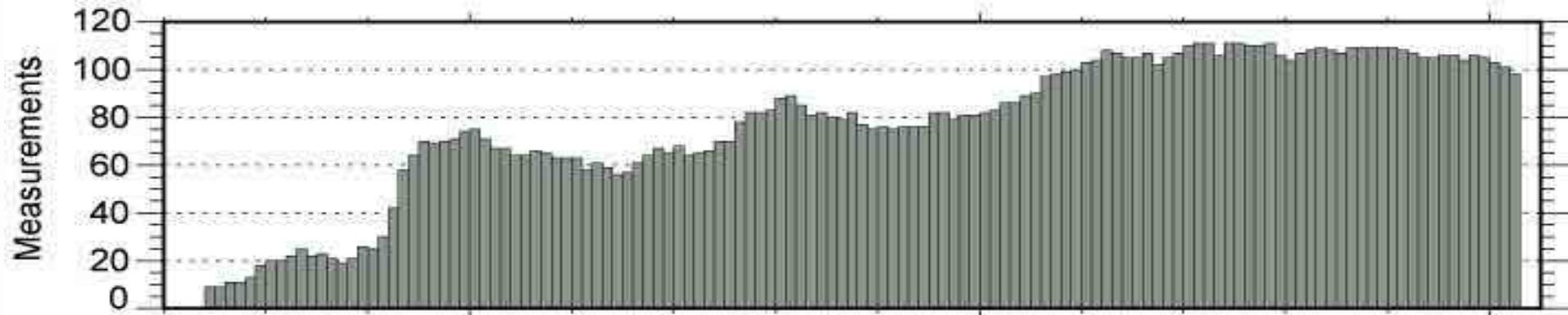
# I Ghiacciai Alpini

I dati sulla superficie delle Alpi ricoperta dal ghiaccio:

- **4.474** km quadrati nel 1850;
- **2.902** km quadrati nel 1970; si arriva a
- **2.272** km quadrati nel 2000.

La media delle perdite nel corso di una decade tra il 1850 e il 1970 e' del **2,9%**, tra il 1970 e il 2000 invece e' dell'**8,2%**, (Fonte: World Glacier Monitoring Service)

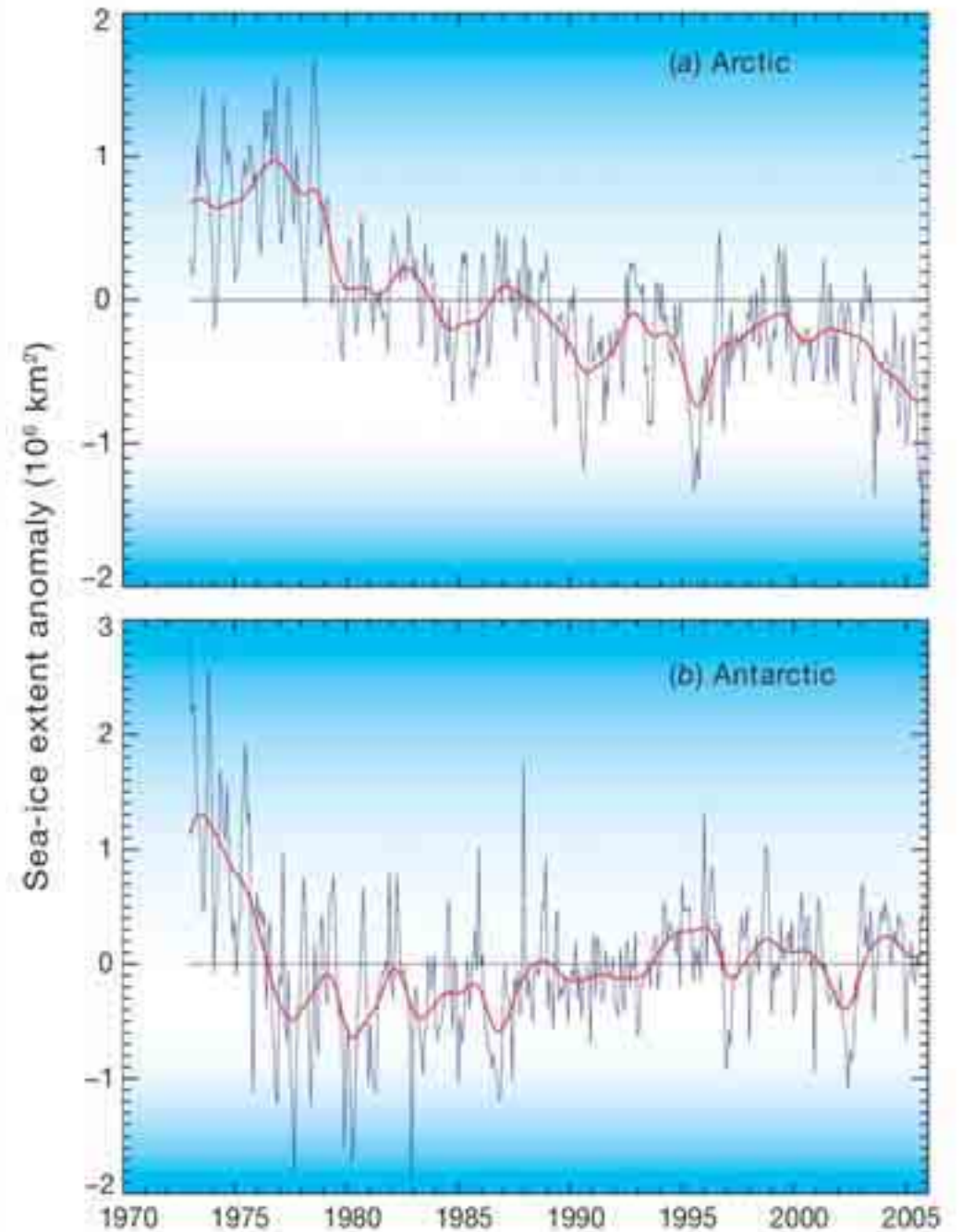
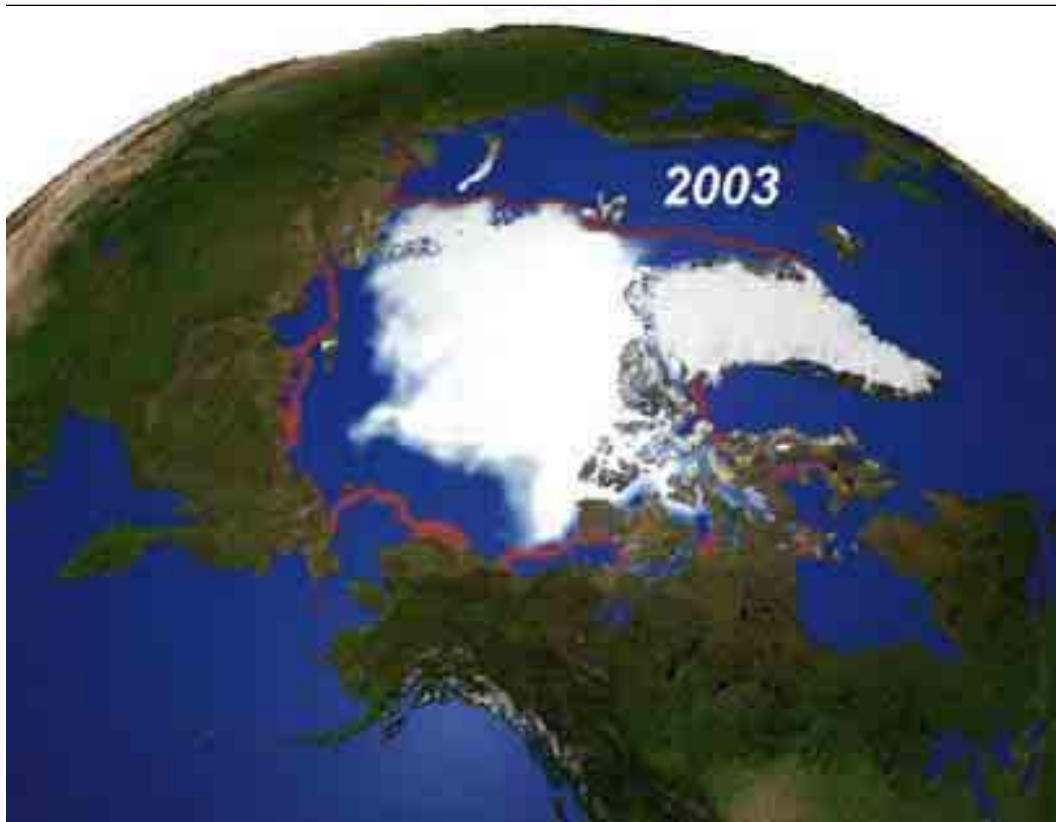






## ARTICO cause principali

- Aumento della temperatura;
- Arrivo anticipato della stagione dello scioglimento dei ghiacci.

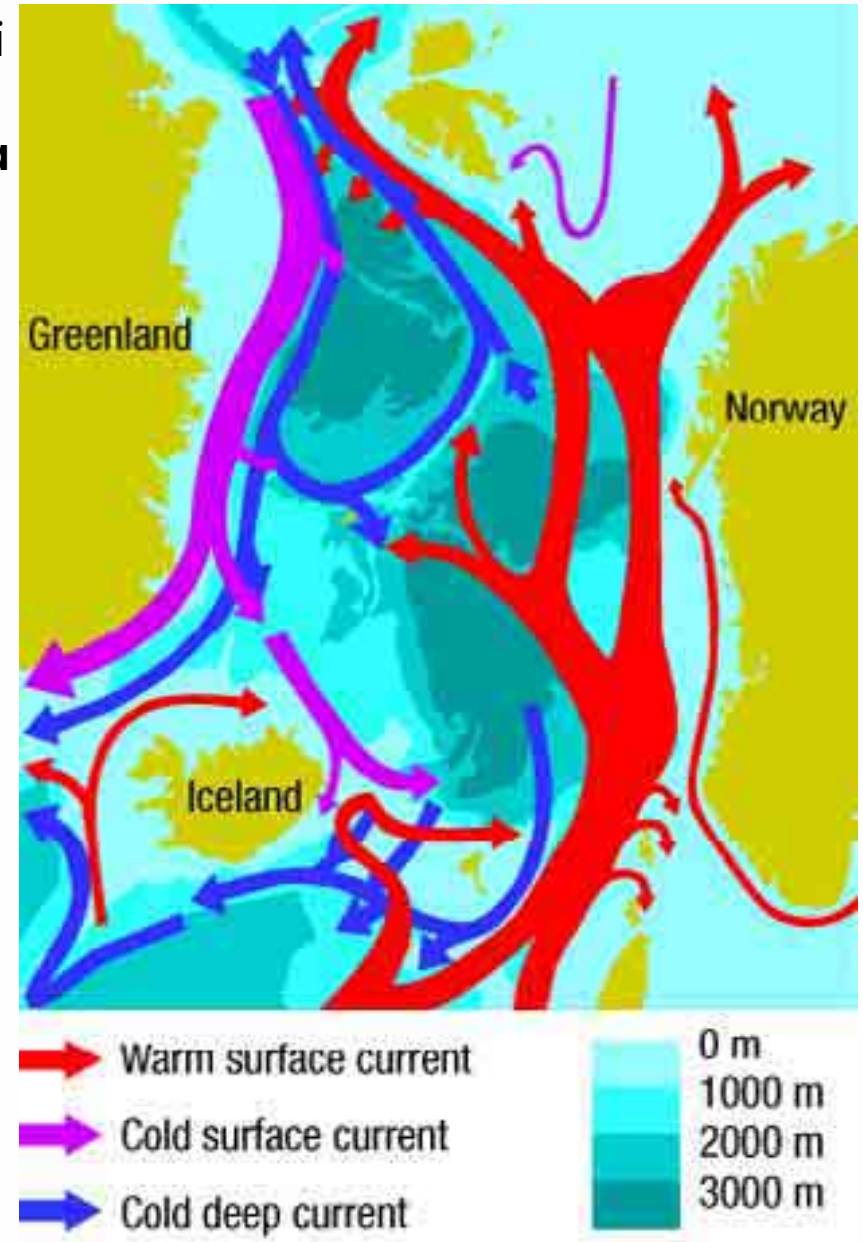
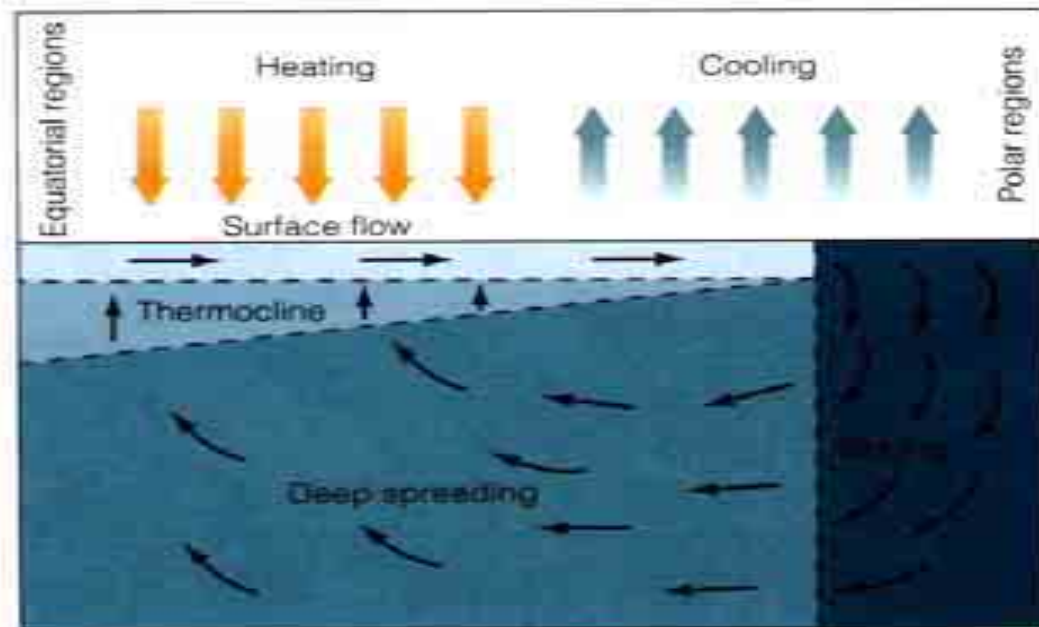






## Il rallentamento della Corrente del Golfo

**La Corrente del Golfo** porta acqua calda tropicale dai Caraibi alla Scandinavia. **Questa corrente trasporta 74 milioni di metri cubi d'acqua per secondo alla velocità di 1 m/s.** E' alimentata da due motori: la temperatura che porta in superficie l'acqua e la salinità e, quindi, la densità che, invece, la fa sprofondare per un meccanismo definito "alino". Sembra che la Corrente del Golfo stia rallentando perchè nell'Oceano Atlantico è aumentata la percentuale di acqua dolce (scioglimento ghiacciai polari).





# Lo stato del clima mondiale nel 2005 (WMO)

1. **Temperatura media**: uno dei 2 anni più caldi dal 1850   
(**+0.47°C** a livello globale, **+0.65 °C** nell'Emisfero Nord e **+0.28 °C** nell'Emisfero Sud);
2. **Cicloni tropicali**: alcuni degli eventi più catastrofici della storia;   
Caraibi: **27** tempeste tropicali (record!) di cui **14** uragani, **7** uragani "maggiori";  
Atlantico: **10** tempeste tropicali, **6** uragani. Si è registrato il primo uragano (Vince) al largo della Penisola iberica;  
Pacifico: **48** tempeste tropicali di cui **20** uragani/tifoni, al di sotto della media.
3. **Siccità**: condizioni prolungate in Africa, Australia, USA occidentali, Amazzonia ed un evento severo nell'Europa occidentale con il **97%** del Portogallo affetto da siccità;
4. **L'estensione dei ghiacci marini artici** ha raggiunto in Settembre il punto più basso della storia ed è sotto la media per il 4° anno consecutivo, circa il **20%** in meno rispetto alla media 1979-2004.
5. **Il buco dell'ozono** antartico è il 3° più largo registrato dopo il 2000 e il 2003, con una estensione di **24,4 milioni di Km.** 
6. **Temperature minime** molto sotto la media a Dicembre in Europa ed Asia centrale.

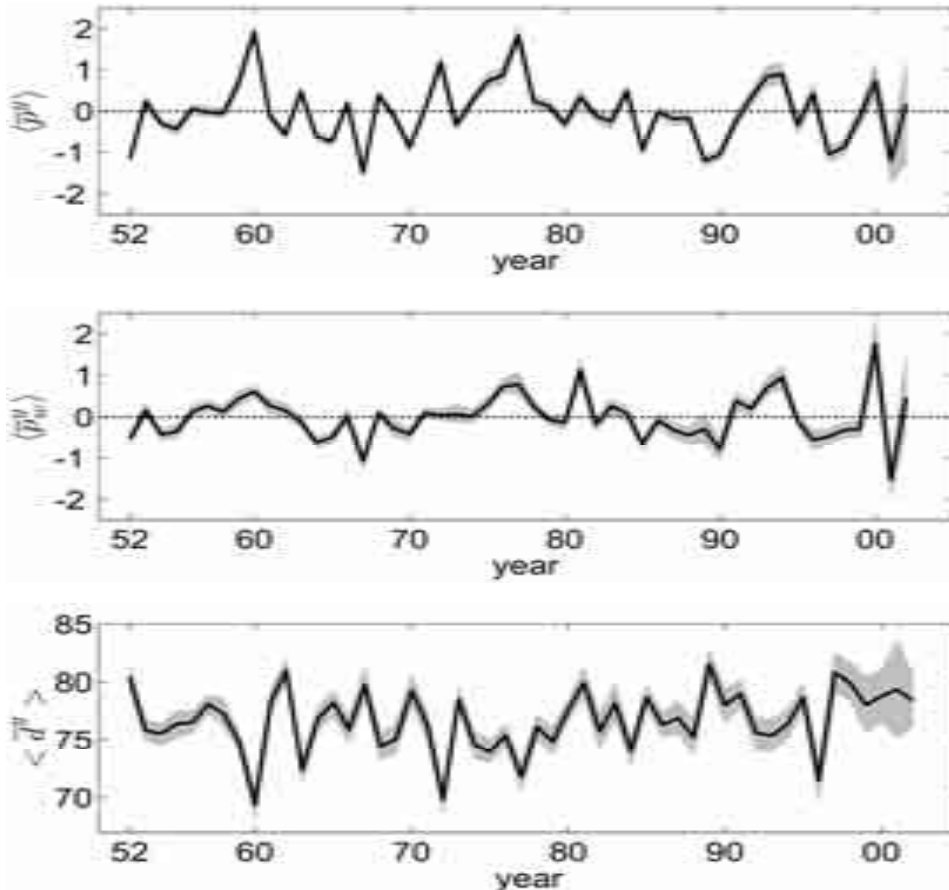




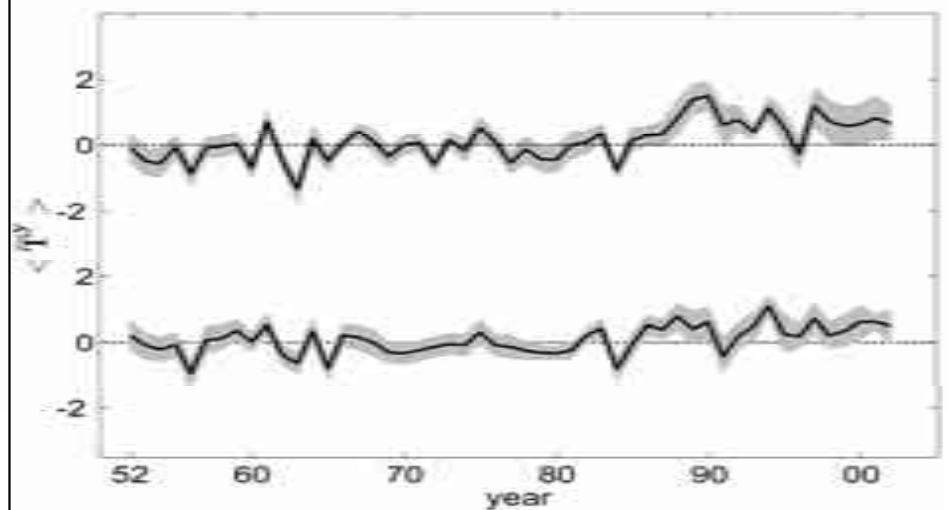
# L'andamento del Clima in Piemonte

PERIODO: 1952-2002 STAZIONI: - 120 (precipitazioni) -40 (temperature)

## PRECIPITAZIONI



## TEMPERATURE



	YEAR	DJF	MAM	JJA	SON
ΔT <sub>max</sub> [°C/yr]	0.023	0.036	0.015	0.023	0.017
ΔT <sub>min</sub> [°C/yr]	0.011	0.018	0.010	0.012	0.008

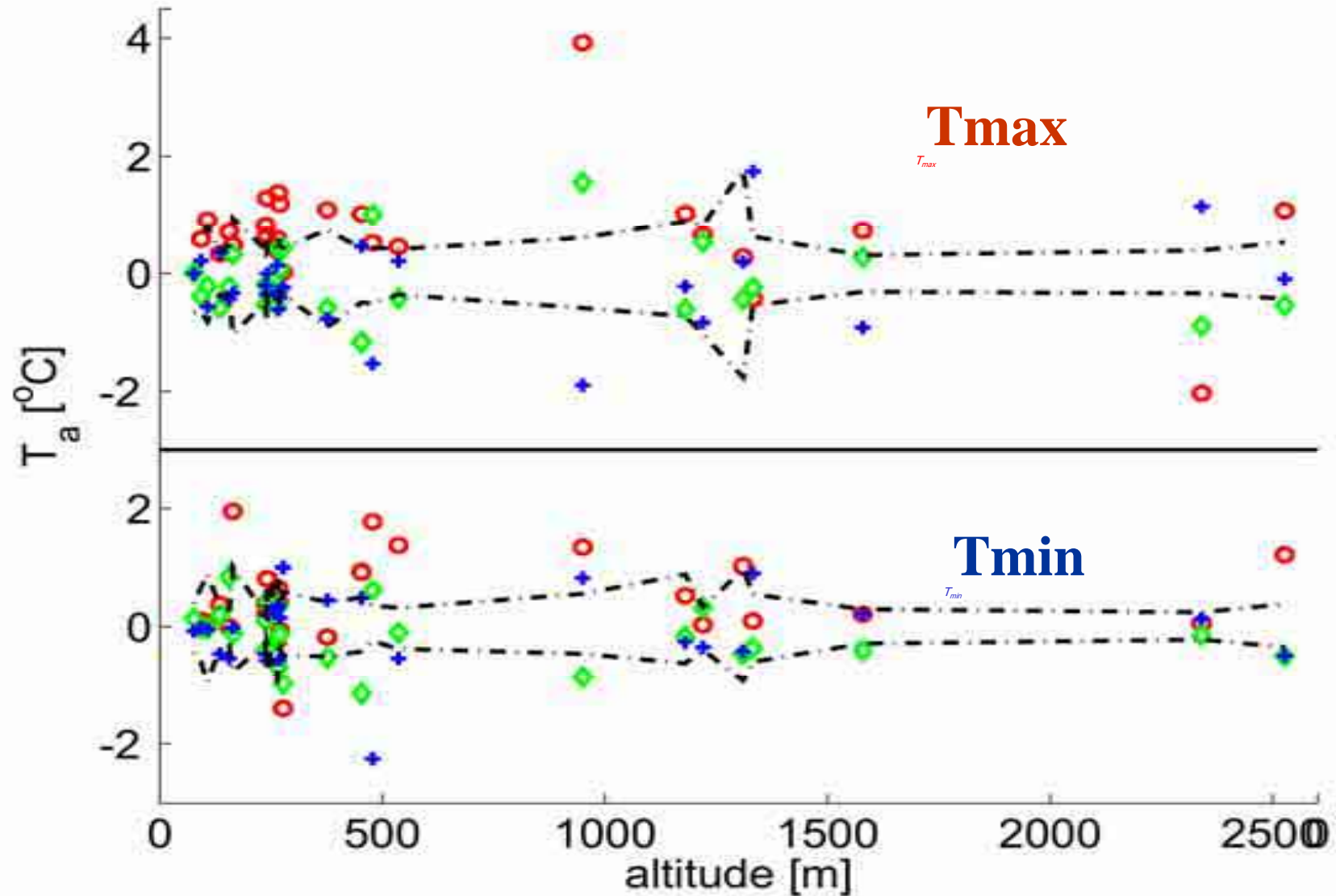
**Aumento** significativo di circa 1°C in 50 anni

### NESSUN TREND SIGNIFICATIVO TRANNE

- **incremento** nella lunghezza massima dei periodi secchi (0.6 giorni/anno)
- **incremento** nel volume medio di precipitazione sui singoli eventi (4.9 mm/anno)



# Anomalie di temperatura sul Piemonte



PERIODI: 1952-68 (blue), 1969-85 (verde), 1986-2002 (rosso).

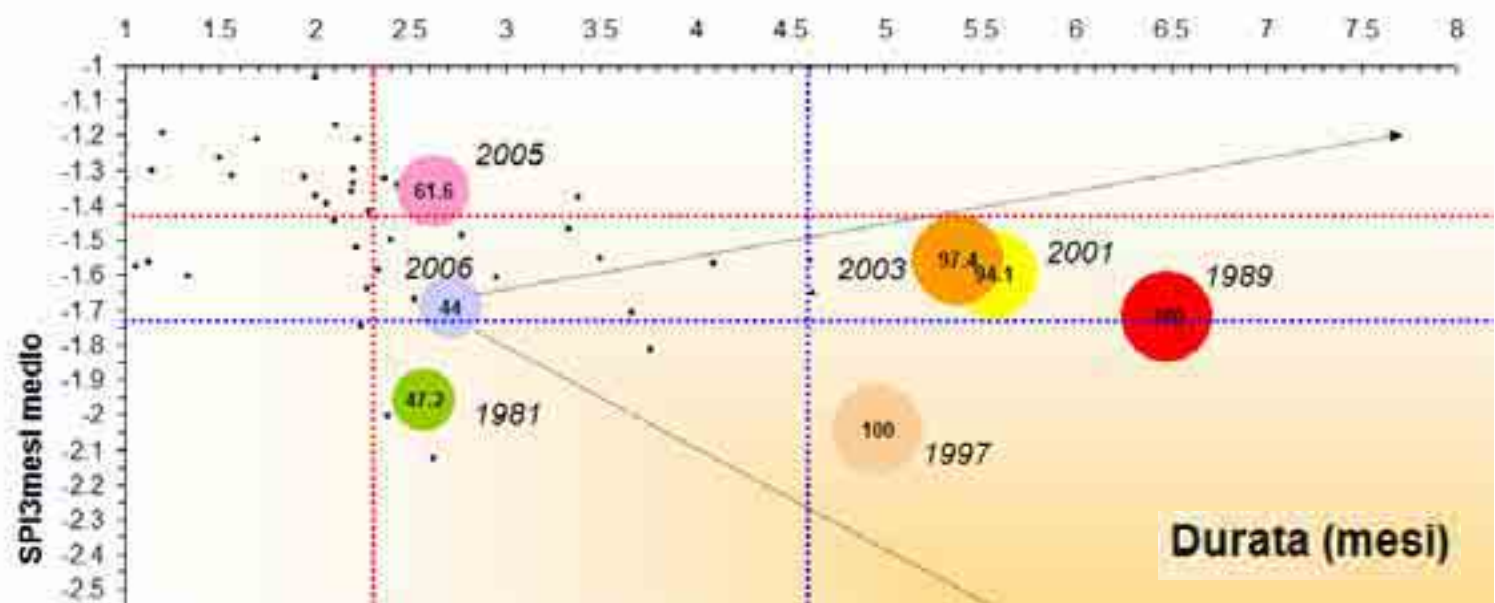
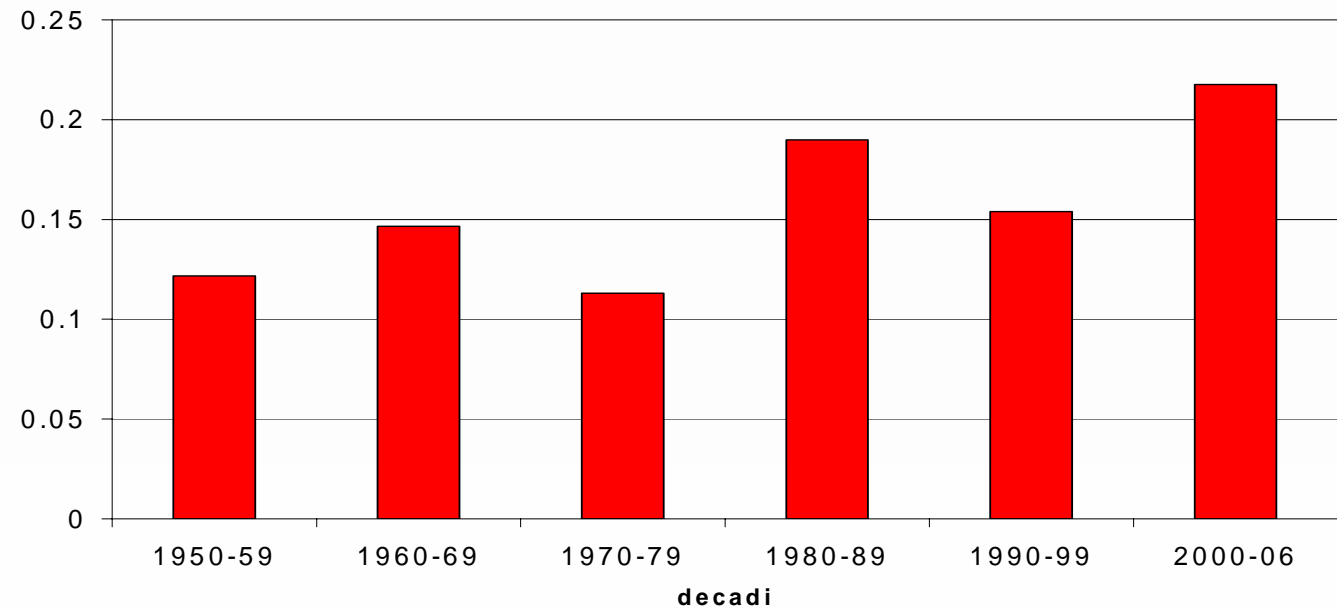


# Eventi siccitosi in Piemonte

## INDICE di Classificazione

- Severità (SPI)
- Durata (mesi)
- Estensione (% territorio)

ANNO	INDICE	Pos.
1989	0.466	1
<b>2001</b>	<b>0.404</b>	<b>2</b>
<b>2003</b>	<b>0.384</b>	<b>3</b>
1997	0.352	4
1967	0.334	5
1990	0.324	6
1985	0.303	7
1965	0.289	8
1962	0.265	9
1986	0.260	10
<b>2006</b>	<b>0.253</b>	<b>11</b>
1982	0.235	12
1974	0.230	13
1961	0.206	14
1953	0.194	15
1955	0.194	16
1952	0.186	17
1981	0.182	18
<b>2005</b>	<b>0.182</b>	<b>19</b>





# Le variazioni climatiche

## CAUSE

### NATURALI

### ANTROPICHE

#### VARIAZIONE DELLA RADIAZIONE SOLARE

Diretta

Attività Solare

Indiretta

Param. Orb. (Milankovitch)

#### INTERAZIONI TRA LE DIVERSE COMPONENTI DEL SISTEMA CLIMA

Interazione atmosfera-oceano

El Niño

#### ERUZIONI VULCANICHE

Immissione di aerosols in atmosfera

SO<sub>2</sub> CO<sub>2</sub>

#### DERIVA DEI CONTINENTI

#### IMMISSIONE DI GAS SERRA IN ATMOSFERA

SO<sub>2</sub> CO<sub>2</sub> O<sub>3</sub>

Combustibili fossili

CO<sub>2</sub> CH<sub>4</sub>

Incendi

CH<sub>4</sub>

Allevamenti

#### IMMISSIONE DI AEROSOLS IN ATMOSFERA

Black Carbon, Organic Carbon

Combustibili fossili

Black Carbon

Incendi

#### SFRUTTAMENTO DEL TERRENO

Variazioni di albedo

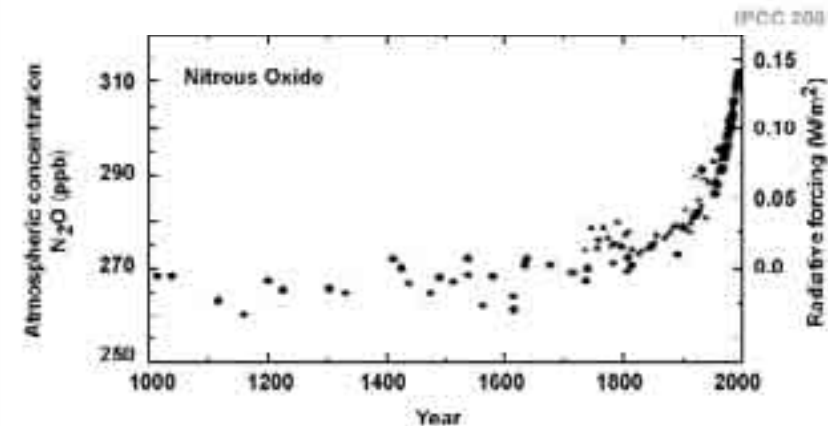
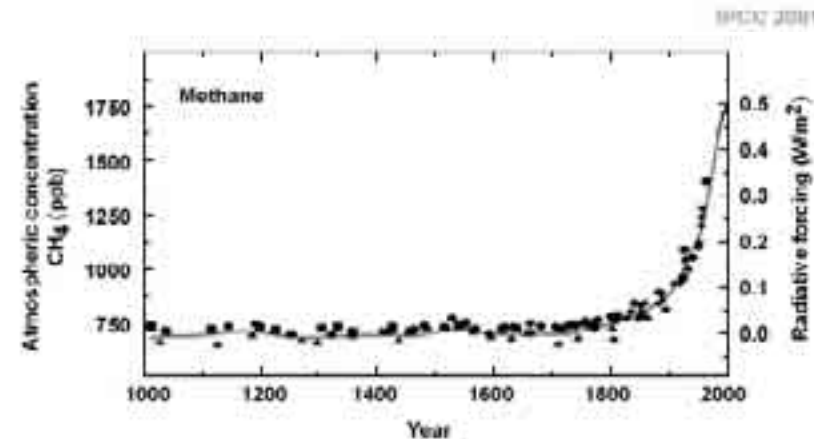
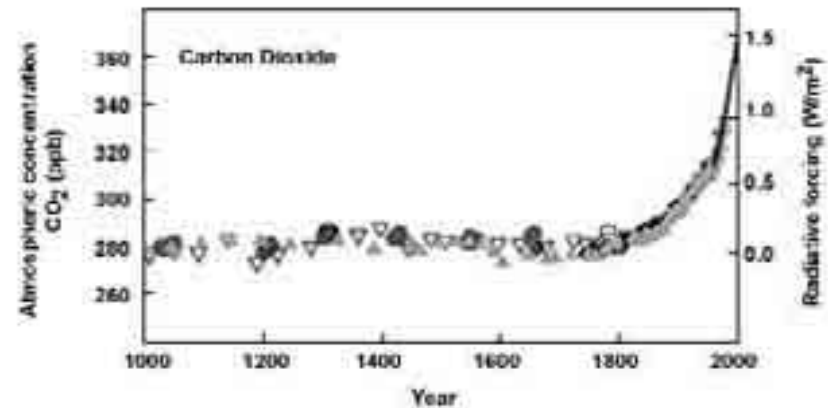
Riduzione delle foreste





# Le attività umane e il riscaldamento globale

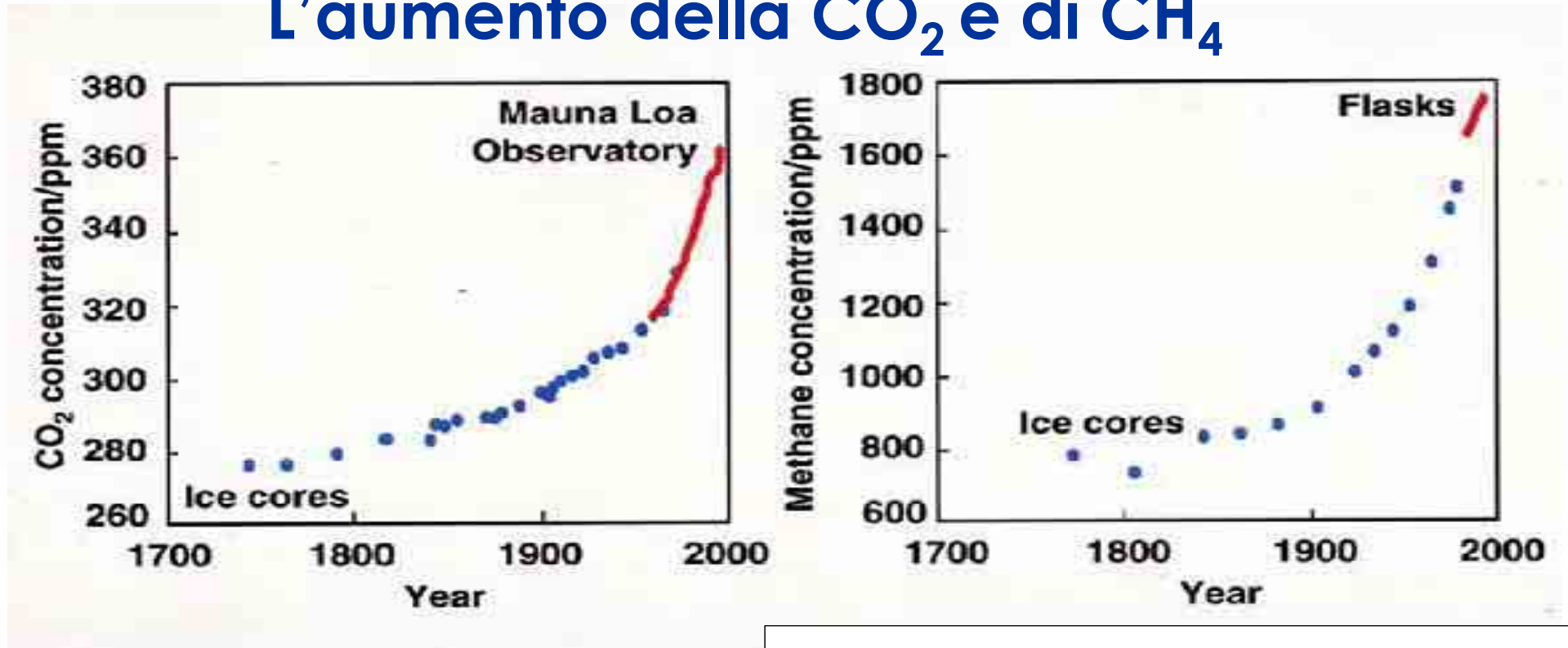
- Tra i fattori che possono rovinare l'equilibrio climatico (radiative forcing) e prodotti dalle attività umane, l'IPCC indica le variazioni delle concentrazioni di vapore acqueo, anidride carbonica, metano, protossido di azoto, gas fluorurati ed aerosol atmosferici.
- Secondo l'IPCC, **“il maggior contributo al riscaldamento osservato negli ultimi 50 anni è probabilmente dovuto all'aumento della concentrazione dei gas-serra”**



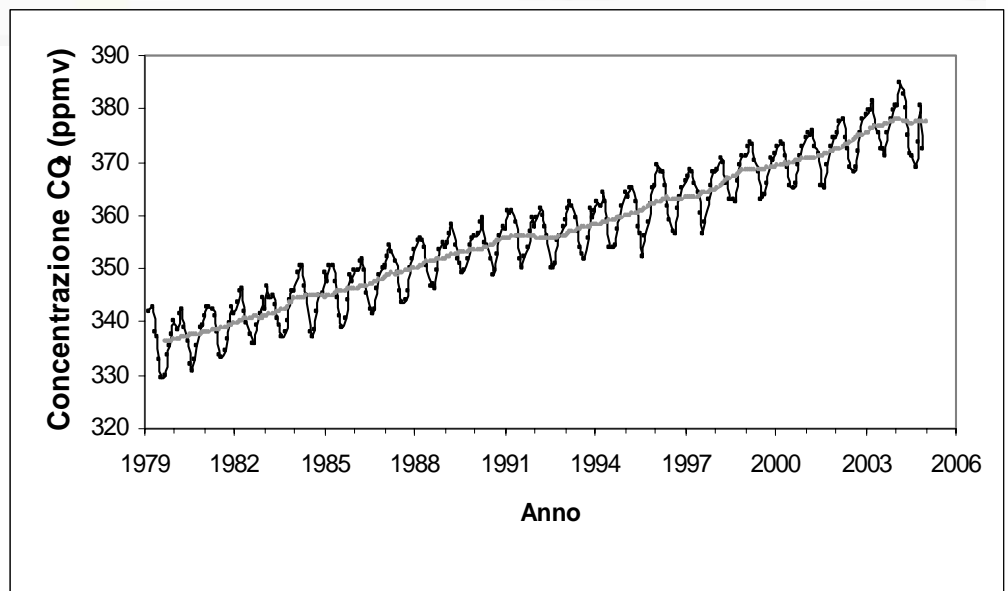




## L'aumento della CO<sub>2</sub> e di CH<sub>4</sub>

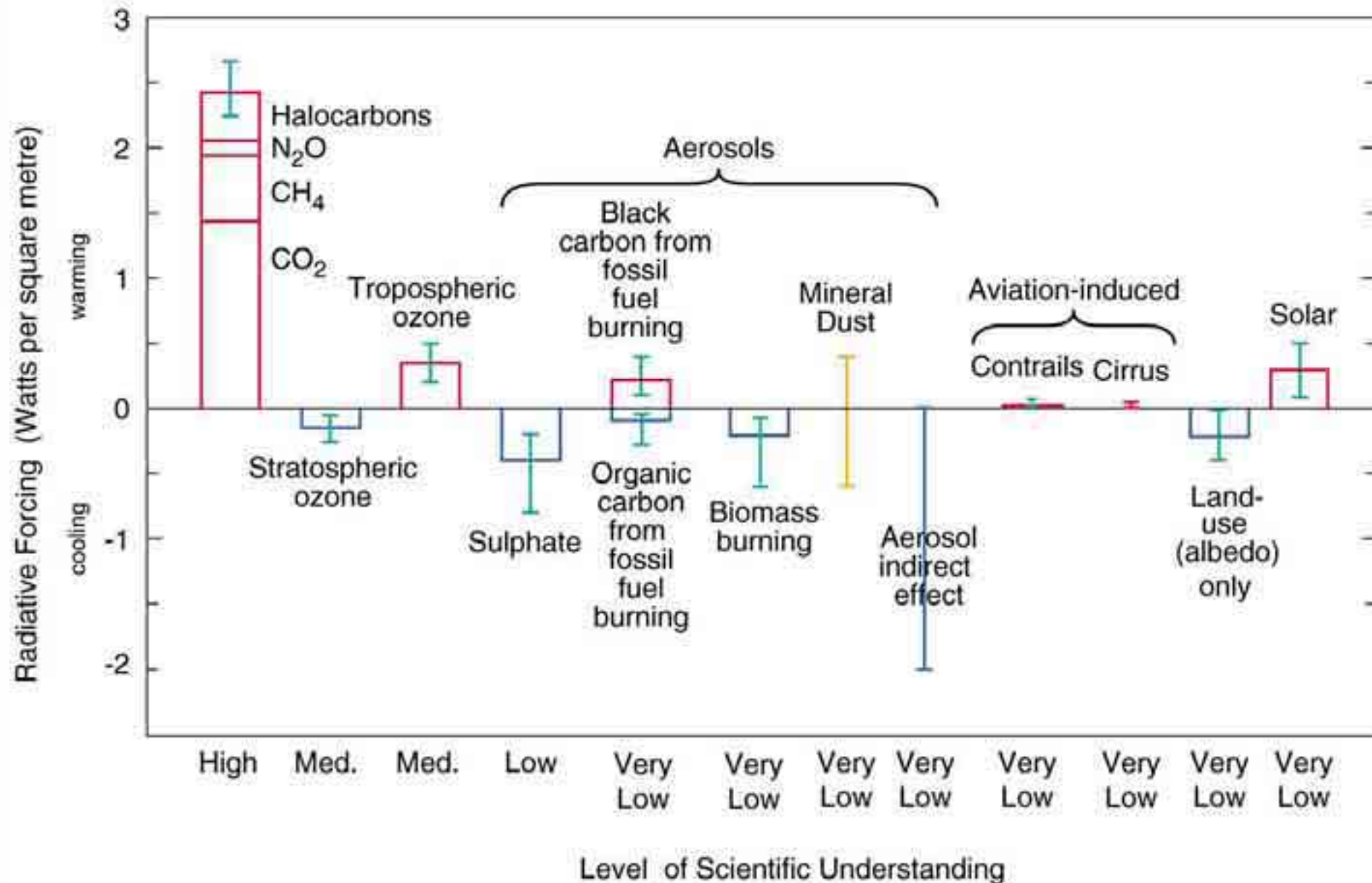


- La concentrazione atmosferica di CO<sub>2</sub> è aumentata del **31%** dal 1750 e non è mai stata così alta negli ultimi 420.000 anni. Tre quarti delle emissioni negli ultimi 20 anni sono dovuti a carburanti fossili, il resto deforestazione.
- La concentrazione di CH<sub>4</sub> è aumentata del **151%** dal 1750. Più della metà è di origine antropogenica.





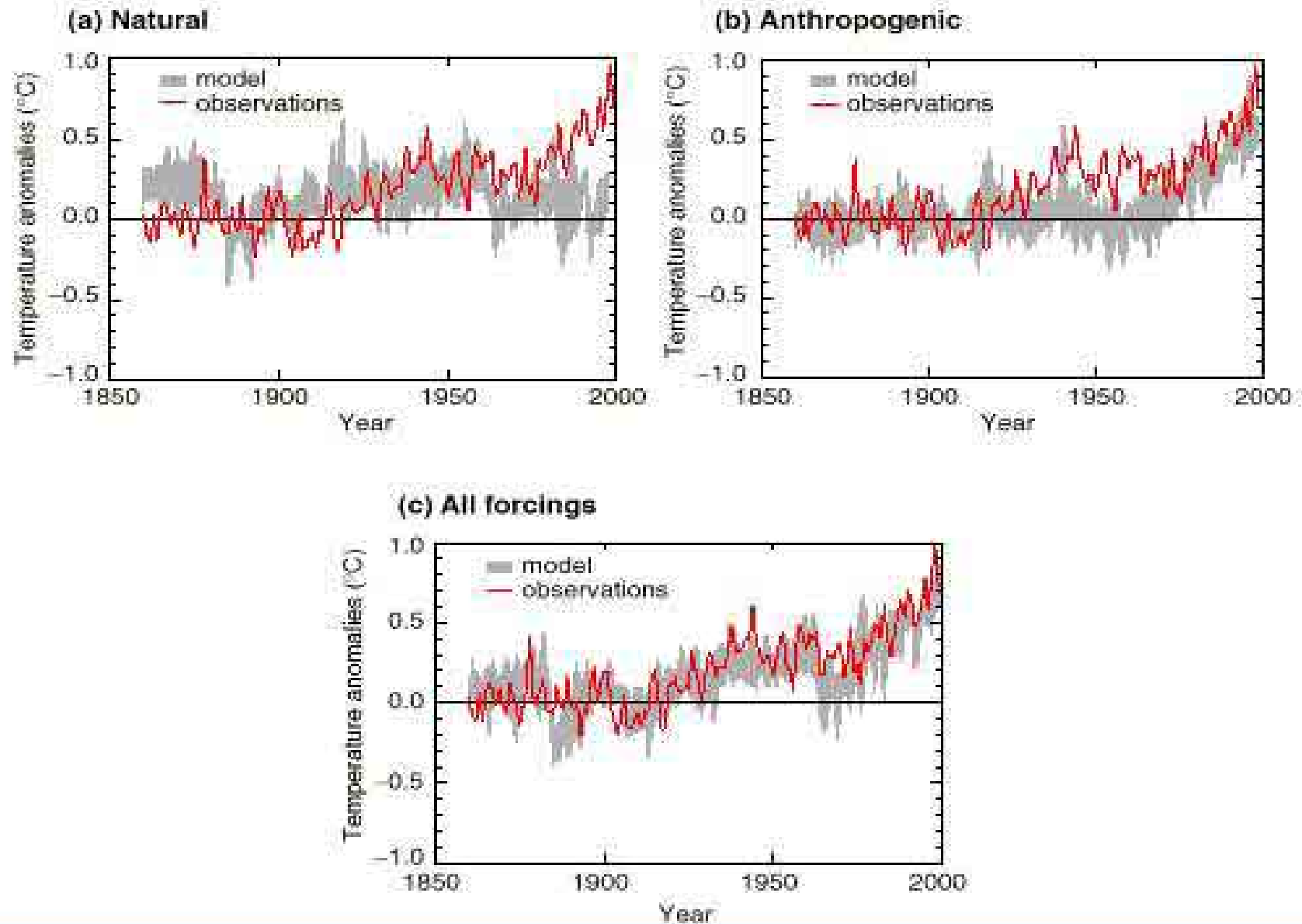
## The global mean radiative forcing of the climate system for the year 2000, relative to 1750





# Le cause del riscaldamento globale

Simulated annual global mean surface temperatures

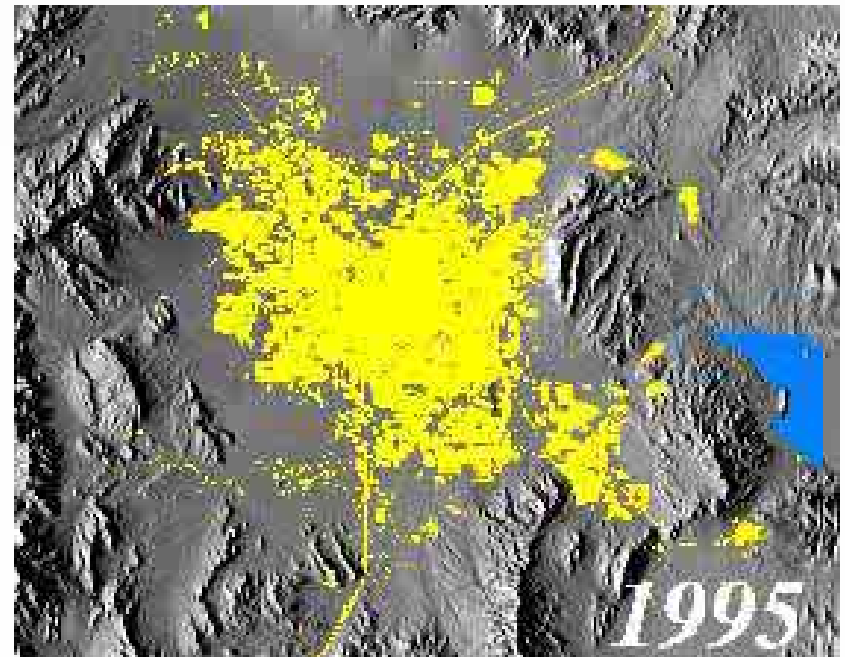




## Lo sfruttamento del territorio



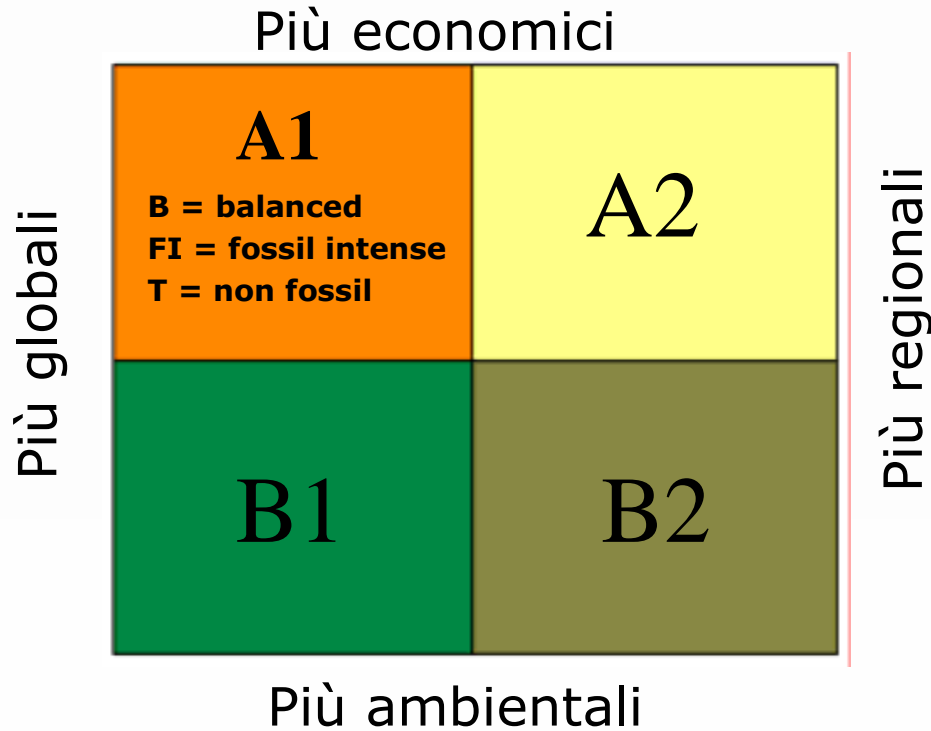
“One Planet, Many People - Atlas of Our Changing Environment”







# Scenari socio-economici futuri



- **A1 World Markets** (consumismo e globalizzazione)
- **A2 Global Sustainability** (Sostenibilità e Globalizzazione)
- **B1 Provincial Enterprise** (Individualismo e localismo)
- **B2 Local Stewardship** (Sostenibilità e Localismo)

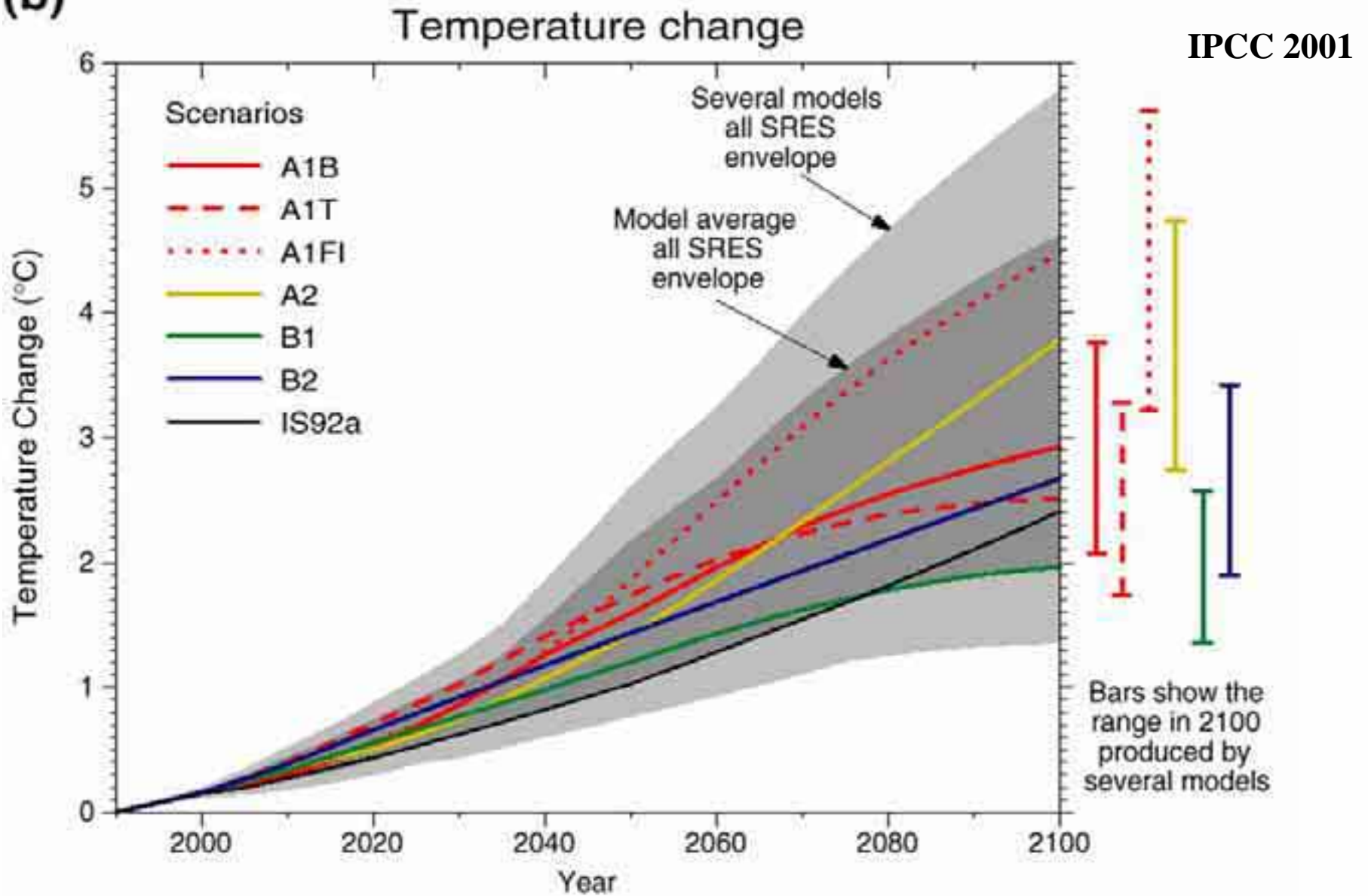
Caratteristiche dello Scenario	A1	A2	B1	B2
Crescita della popolazione	Bassa	Alta	Bassa	Media
Crescita PIL	Molto Alta	Media	Alta	Media
Uso Energetico	Alta	Alta	Bassa	Media
Cambiamenti nell'uso del territorio	Bassa	Media	Alta	Media
Disponibilità di risorse	Media	Bassa	Bassa	Media
Crescita tecnologica	Rapida	Lenta	Media	Media





# L'aumento previsto di temperatura

(b)

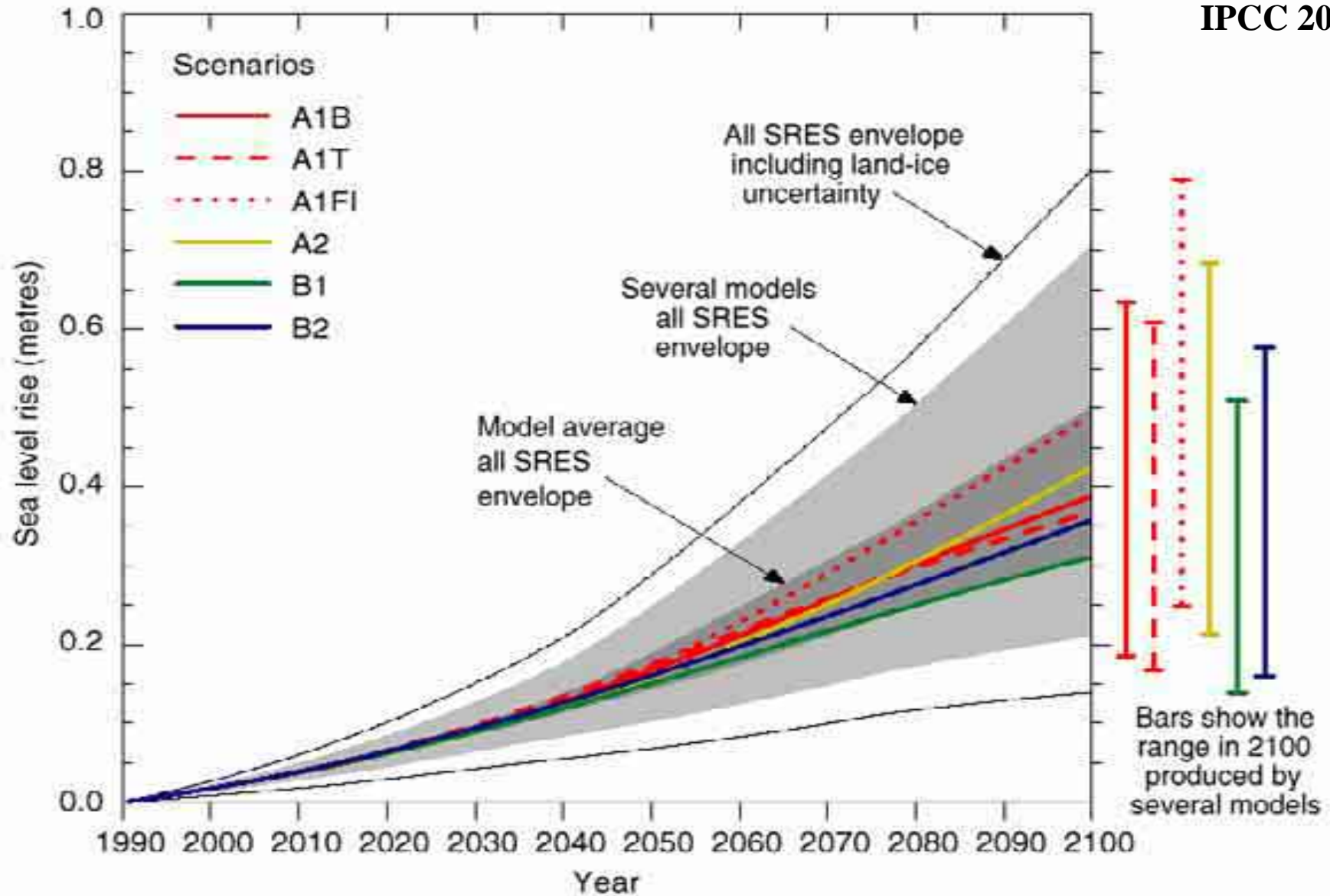




# L'aumento previsto del livello dei mari

(c)

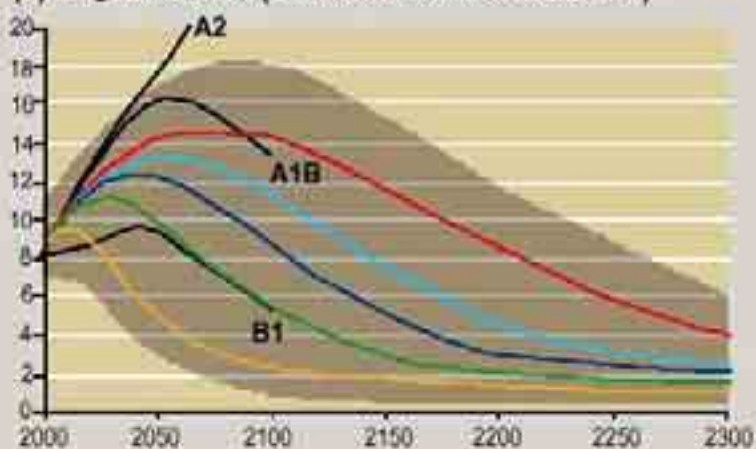
Sea level rise



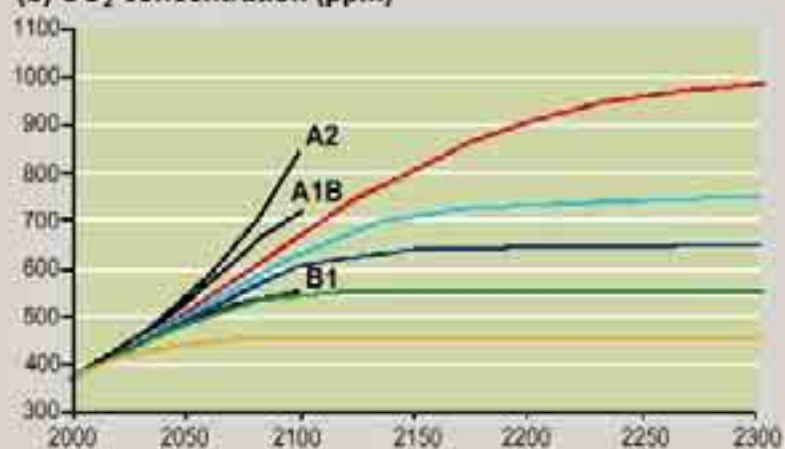


## Emissions, concentrations and temperature changes corresponding to different stabilization targets for CO<sub>2</sub> concentrations

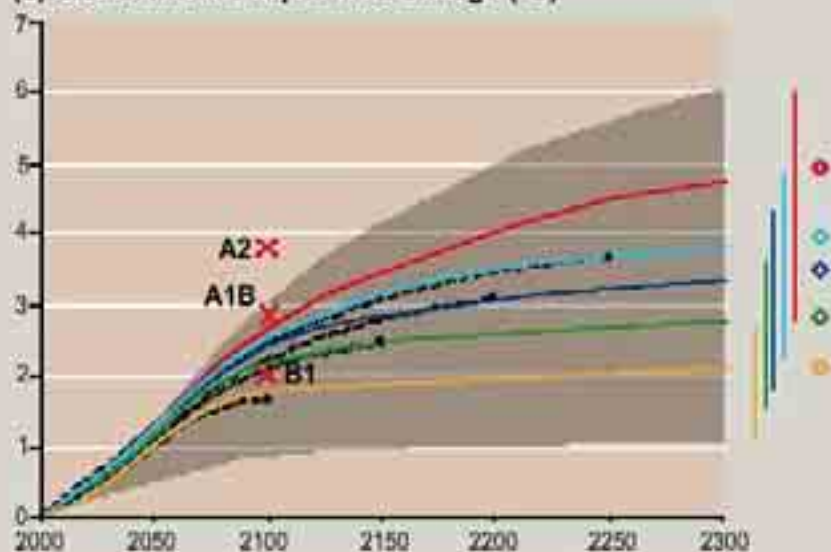
(a) CO<sub>2</sub> emissions (Billions of tonnes of carbon)



(b) CO<sub>2</sub> concentration (ppm)



(c) Global mean temperature change (°C)



**WRE scenarios**

- WRE 1000
- WRE 750
- WRE 650
- WRE 550
- WRE 450

**SRES scenarios**

-





# Eventi estremi osservati e previsti (IPCC 2001)

Cambiamenti osservati (XX sec.)	Fenomeni in cambiamento	Cambiamenti futuri (XXI sec.)
Probabile (66-90%)	Aumento della <b>temperatura massima</b> dei <b>giorni caldi</b> su quasi tutti i continenti	Molto Probabile (90-99%)
Molto Probabile (90-99%)	Aumento della <b>temperatura minima</b> e minor numero di <b>giorni freddi e di gelo</b> su quasi tutti i continenti	Molto Probabile (90-99%)
Molto Probabile (90-99%)	Diminuzione dell' <b>escursione termica</b> su quasi tutti i continenti.	Molto Probabile (90-99%)
Probabile (66-90%), su molte aree.	Aumento delle <b>ondate di calore</b> su quasi tutti i continenti	Molto Probabile (90-99%), sulla maggior parte delle aree.
Probabile (66-90%), in molte aree dell'Emisfero Nord e alle latitudini medio-alte	Eventi di <b>precipitazione</b> più intensi	Molto Probabile (90-99%), sulla maggior parte delle aree.
Probabile (66-90%), su poche aree	Rischio di <b>siccità estiva</b> sulle zone continentali	Probabile (66-90%), su molte aree continentali alle medie latitudini (mancanza di proiezioni affidabili altrove)
Dati insufficienti	Incremento dell'intensità dei <b>venti</b> , e dei picchi di <b>precipitazione</b> nei <b>cicloni tropicali</b>	Probabile (66-90%), su qualche area.



## Considerazioni finali

- **Ci sono evidenze scientifiche conclamate di cambiamenti climatici a livello globale e regionale per quanto riguarda temperature, precipitazioni ed estremi;**
- **I trend futuri sembrano permanere sostanzialmente a causa dell'incessante crescita socio-economica del Pianeta (Cina e India) e per i sempre più precisi sistemi di previsione e monitoraggio che diminuiscono l'incertezza;**
- **Mitigazione: il Protocollo di Kyoto è un tentativo a livello mondiale di raggiungere un livello di stabilizzazione non invasivo per il sistema climatico sul fronte delle emissioni, tuttavia si scontra con la legittima aspirazione alla crescita economica dei vari Paesi e con la necessità costosa di interventi strutturali "pesanti" nei sistemi produttivi mondiali.**



