

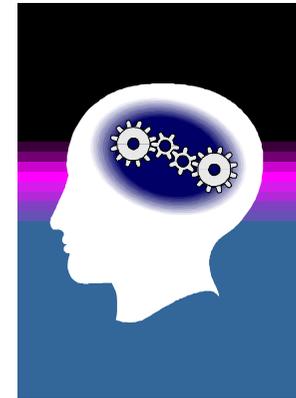
Il cambiamento climatico

Novembre 2017

Relatore

Prof. Dr. Arturo Romer

COME AFFRONTARE I PROBLEMI?



1. Ragionare globalmente.

(situazione planetaria, consumi, risorse, stato di sviluppo)

2. Agire localmente con coerenza.

(sfruttare le opportunità e le risorse locali)

ALCUNE DOMANDE

Quale sarebbe la nostra qualità di vita:

senza elettricità?



senza combustibili e
senza carburanti?



senza la scoperta
del fuoco?



senza scienza, ricerca e
tecnica?



LE 3 DIMENSIONI DELLO SVILUPPO SOSTENIBILE

Rapporto Brundtland
1987
Gro Harlem Brundtland
Presidente Commissione
Mondiale su Ambiente e
Sviluppo

Uno sviluppo che è in grado
di soddisfare i bisogni della
generazione presente, senza
compromettere la possibilità
che le generazioni future
riescano a soddisfare i
propri bisogni.



sociale



ecologico



economico

dal 1950 al 2050, in soli
100 anni, cresce di **7**
miliardi di abitanti

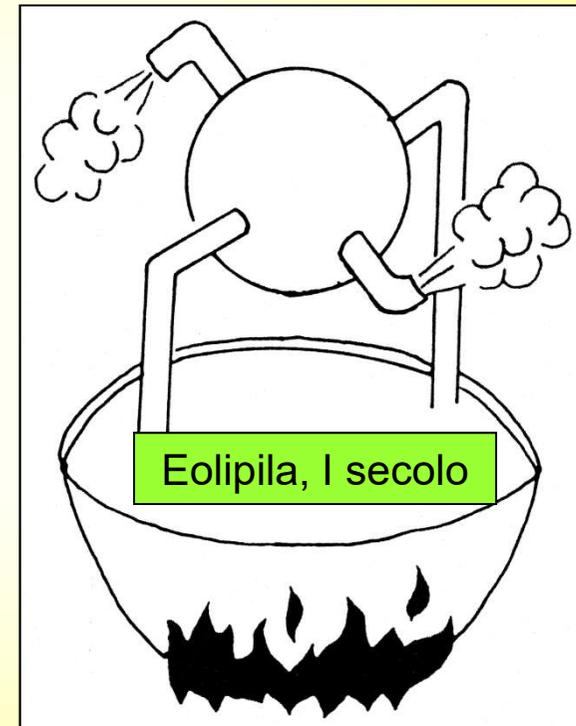
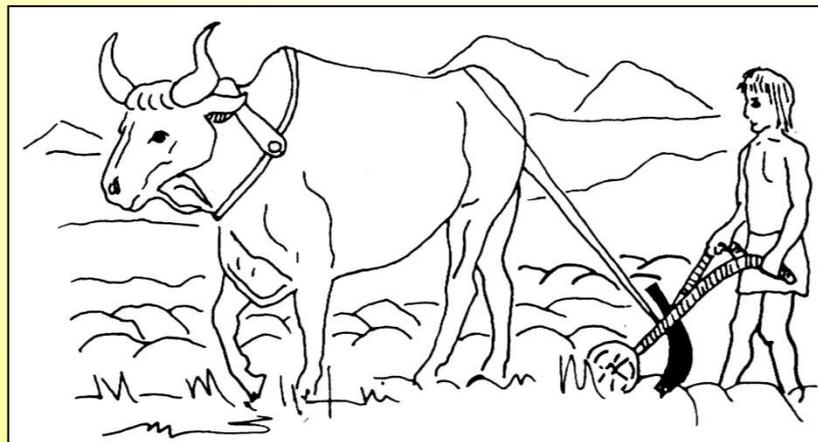


Le rivoluzioni energetiche



500'000
anni fa

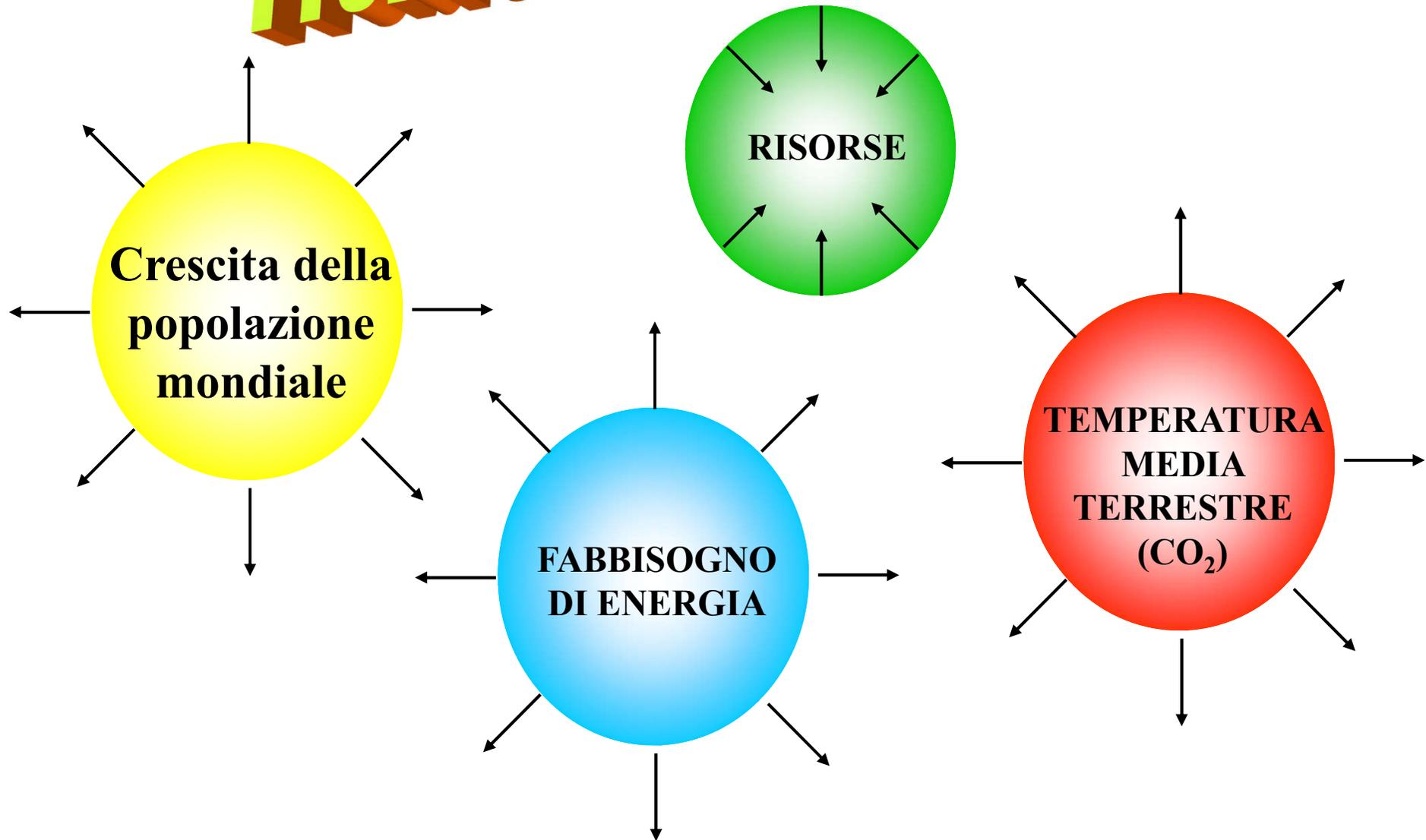
10'000
anni fa



Eolipila, I secolo

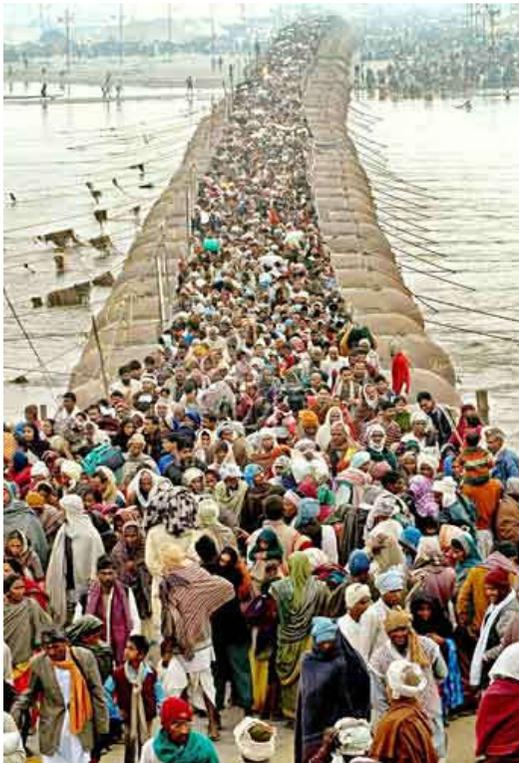
Macchina a vapore
anno 1769

Problemi planetari



PROBLEMI PLANETARI

L'esplosione demografica



Aumento annuo attuale:
79 milioni
Aumento giornaliero:
216'400

Le emissioni nocive, compresi i gas serra



Ragionare
globalmente.

Il fabbisogno energetico



L'effetto serra

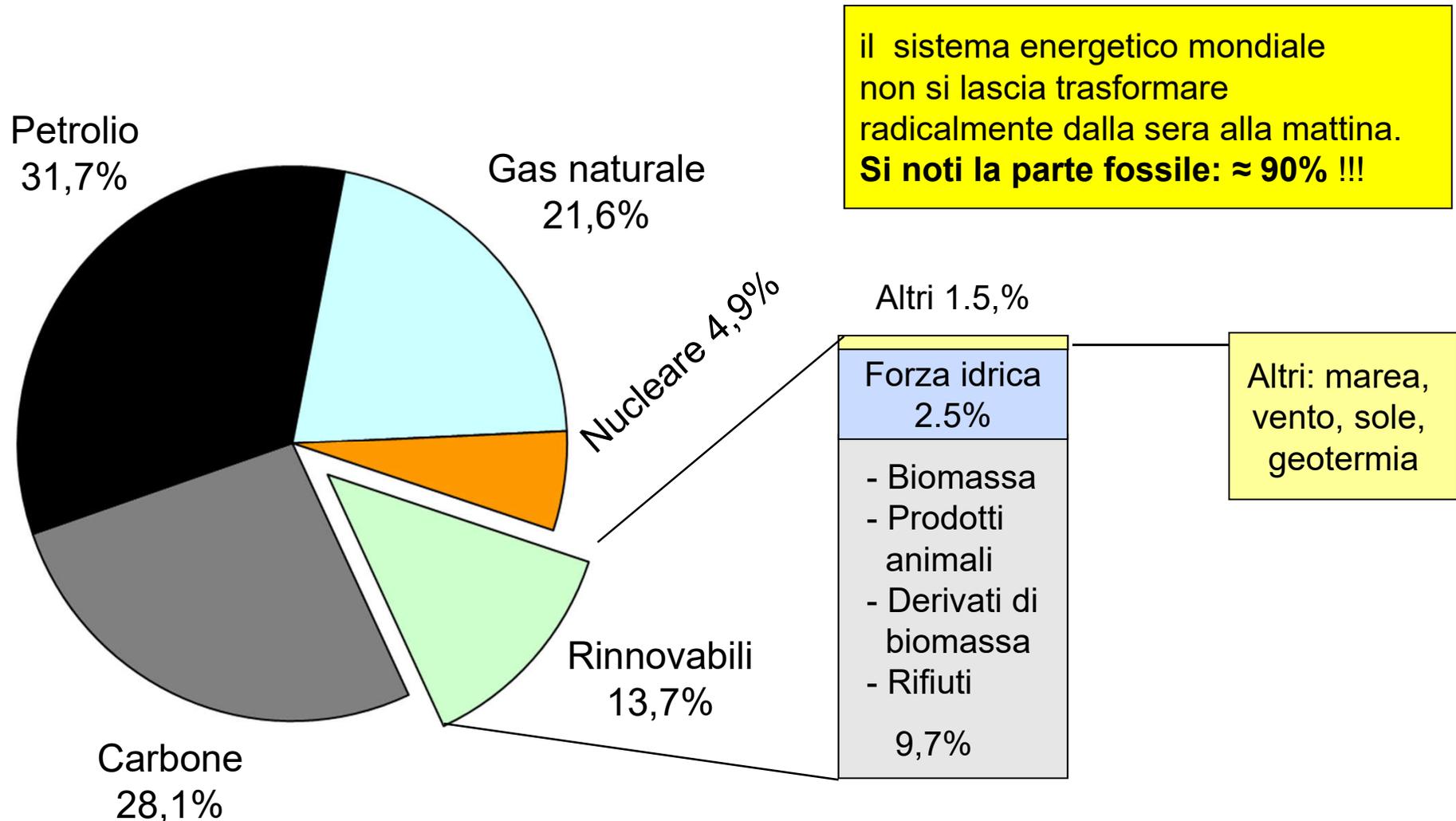


L'ENERGIA NON CONSUMATA – I NEGAWATT



Le quote di energia primaria nel 2015

(13.647 Gtep)

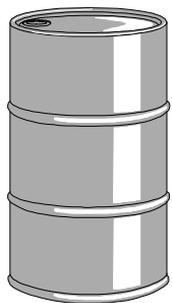


IL FABBISOGNO MONDIALE ODIERNO E FUTURO DI ENERGIA PRIMARIA

- l'energia fossile è tuttora preponderante !!!
- cattura e sequestrazione del CO₂

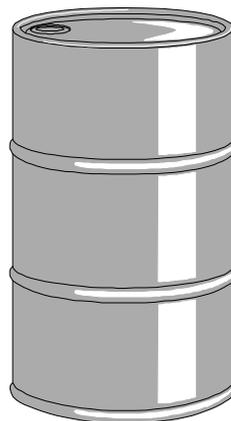
la crescente importanza delle fonti rinnovabili

10.078 Gtep



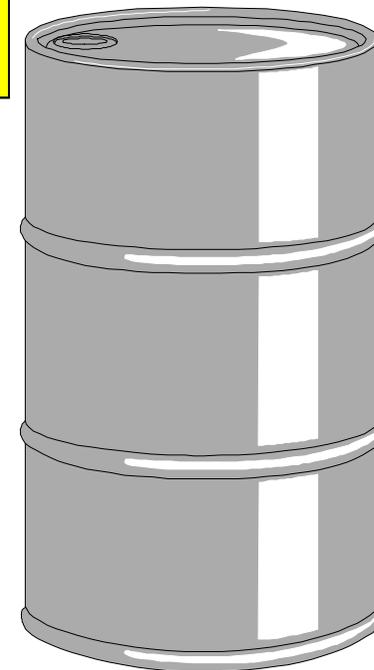
2000

20 Gtep



2050

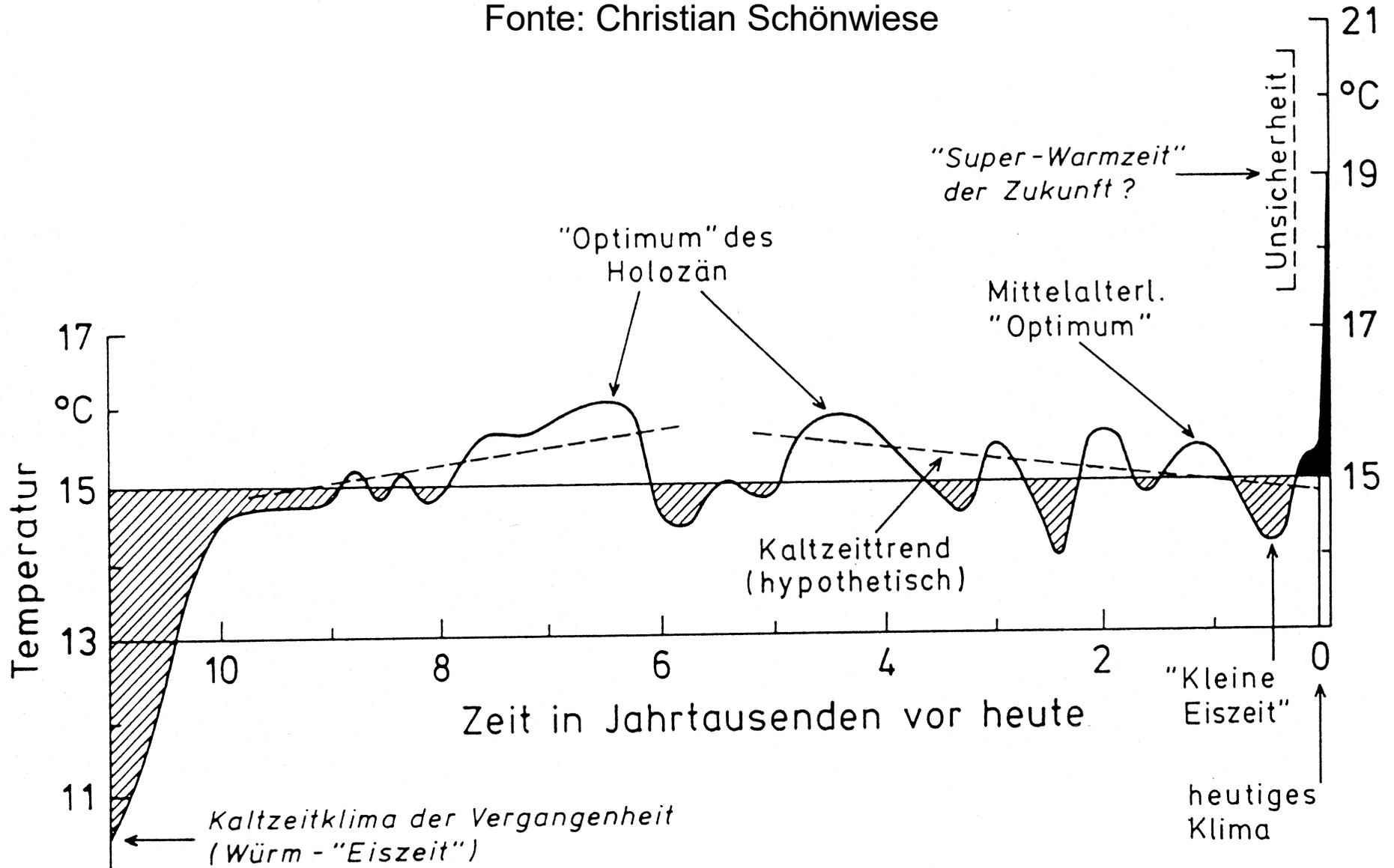
35 Gtep



2100

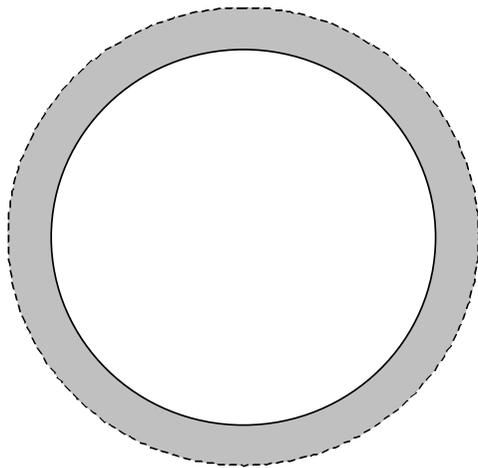
IL CLIMA DALL'ULTIMA ERA GLACIALE AD OGGI

Fonte: Christian Schönwiese



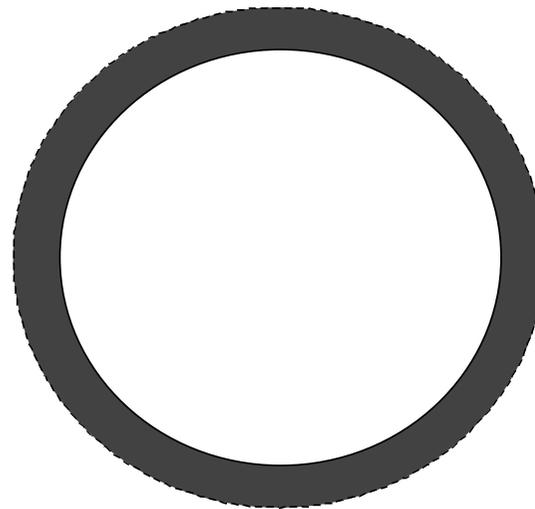
EFFETTO SERRA NATURALE

Venere



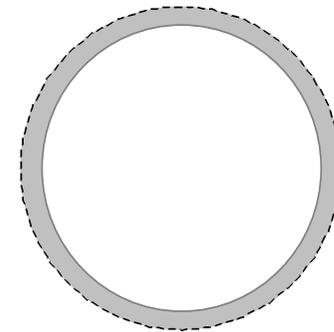
$$\begin{aligned} T_o &= -39\text{ }^\circ\text{C} \\ T_m &= 427\text{ }^\circ\text{C} \\ \Delta T_{e.s.} &= 466\text{ }^\circ\text{C} \end{aligned}$$

Terra

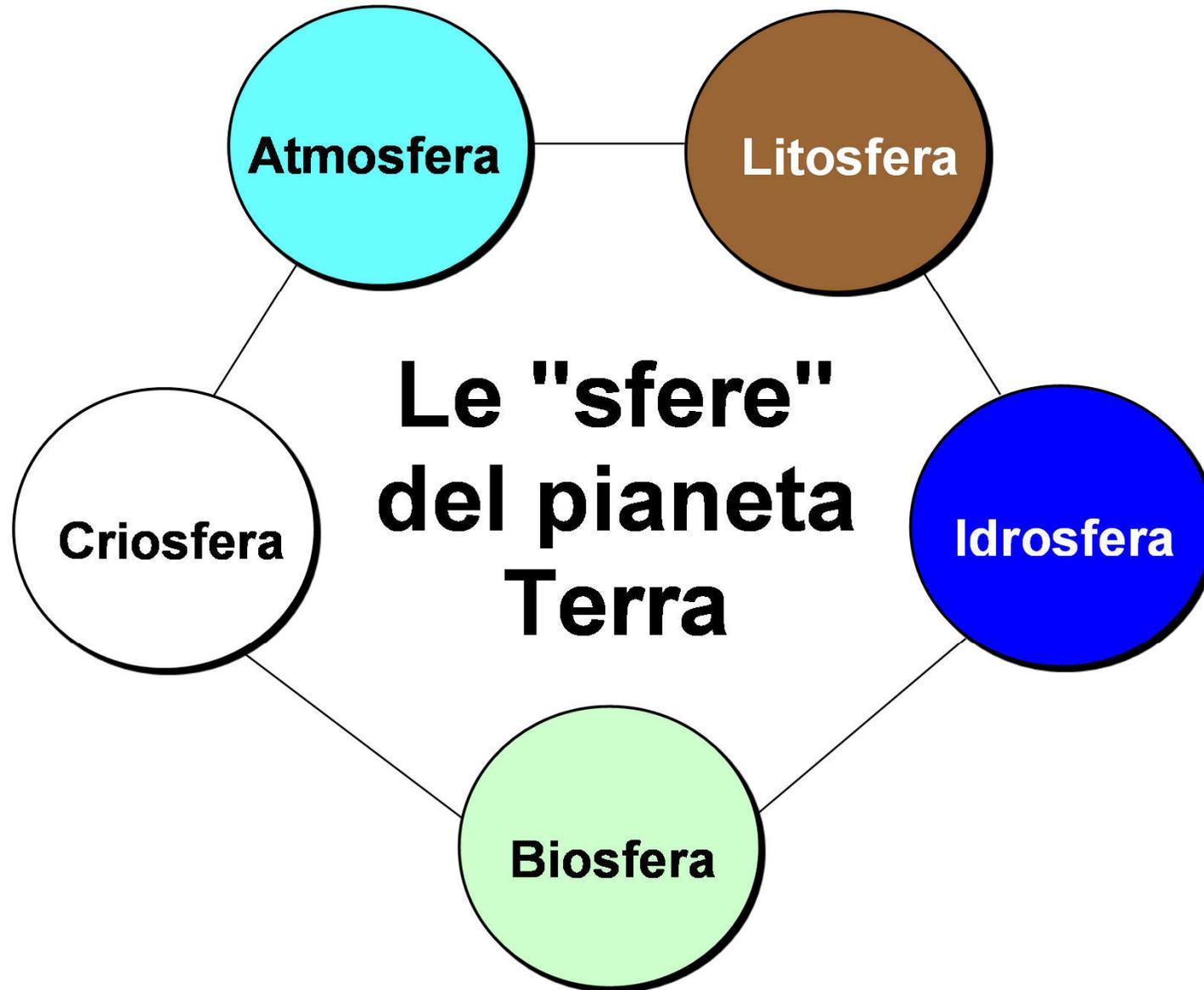


$$\begin{aligned} T_o &= -18\text{ }^\circ\text{C} \\ T_m &= 15\text{ }^\circ\text{C} \\ \Delta T_{e.s.} &= 33\text{ }^\circ\text{C} \end{aligned}$$

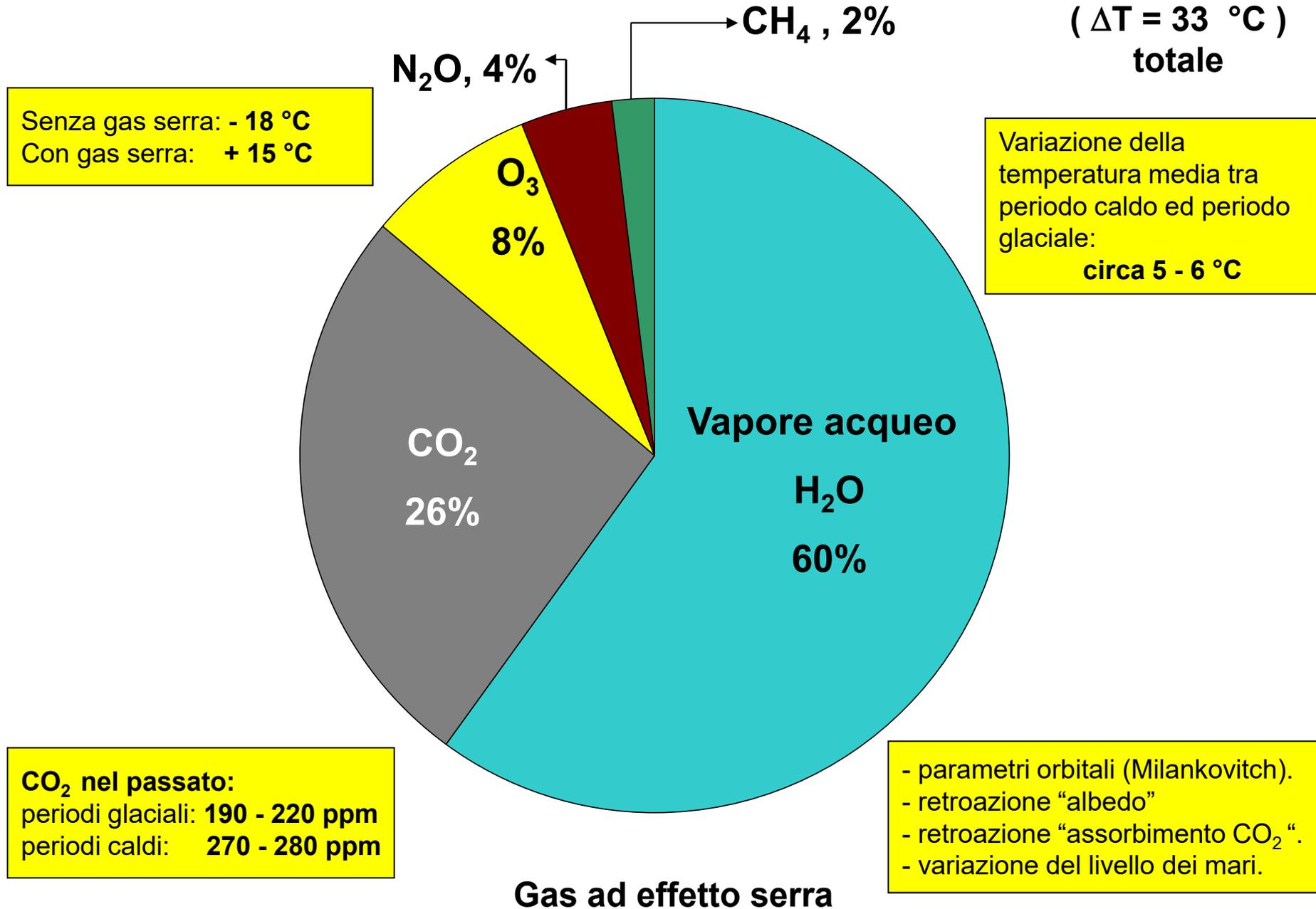
Marte



$$\begin{aligned} T_o &= -56\text{ }^\circ\text{C} \\ T_m &= -53\text{ }^\circ\text{C} \\ \Delta T_{e.s.} &= 3\text{ }^\circ\text{C} \end{aligned}$$



L'effetto serra naturale



Fonte: C. Schönwiese, Klimatologie, 2008

La forzatura radiativa dell'ultimo periodo glaciale

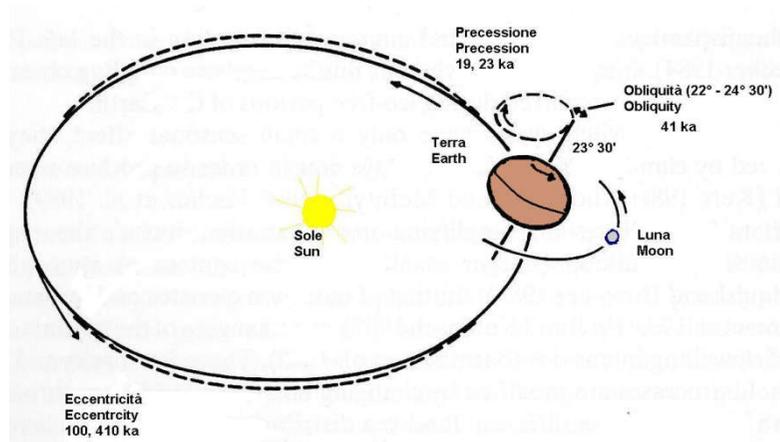
Fonte: IPCC, R. Knutti, M. Latif, Ch. Buchal, S. Rahmstorf, H. Wanner

Forzatura radiativa = $\Delta F = 6.5 \pm 1.5 \text{ [W/m}^2\text{]}$

Sensibilità climatica $\lambda = 0.75 \pm 0.25 \text{ K/(W/m}^2\text{)}$

$\Delta T = \lambda * \Delta F = 5 \pm 1 \text{ [K]}$

Durata transizione: circa 5000 anni



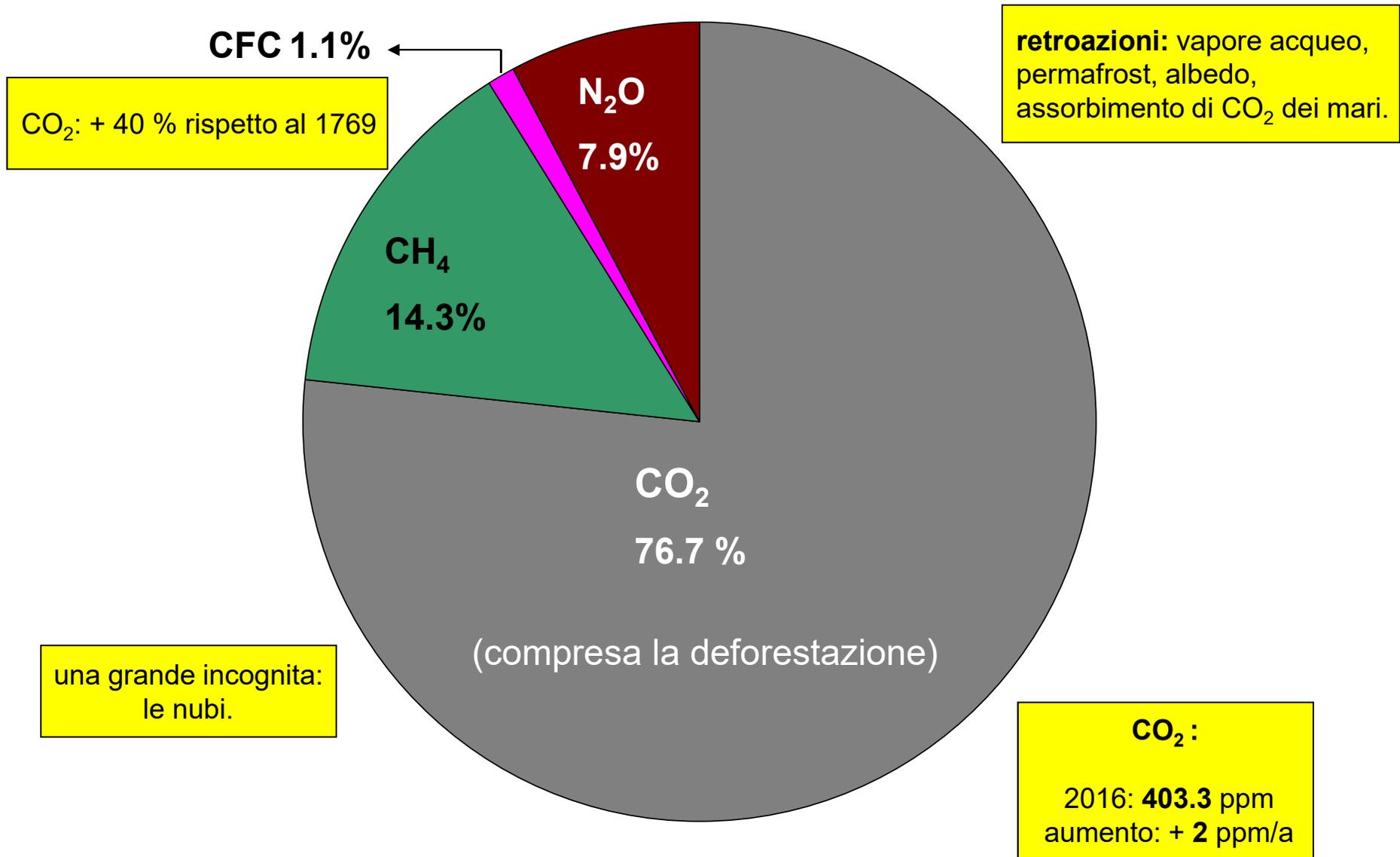
I PARAMETRI ORBITALI E IL CLIMA

☆ **Eccentricità** : **100'000 anni**

🕒 **Inclinazione** : **41'000 anni**

🕒 **Precessione** : **23'000 anni**

L'effetto serra dovuto all'attività umana



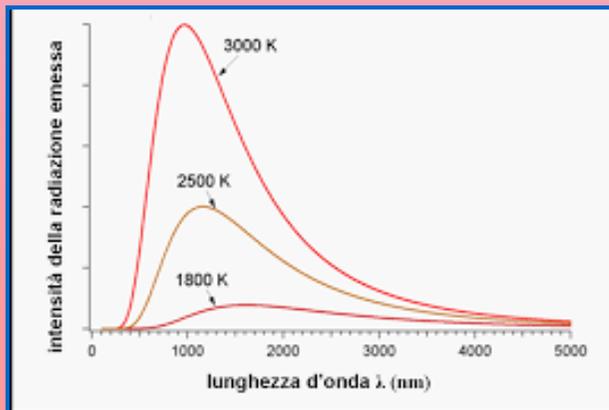
Gas ad effetto serra

Fonte: C. Schönwiese, Klimatologie, 2008

RADIAZIONE TERMICA DI UN CORPO NERO

$$S(\lambda) = \frac{2\pi c^2 h}{\lambda^5} \cdot \frac{1}{e^{hc/\lambda kT} - 1}$$

$$\int_0^{\infty} S(\lambda) d\lambda = \int_0^{\infty} \frac{2\pi c^2 h}{\lambda^5} \cdot \frac{1}{e^{hc/\lambda kT} - 1} d\lambda = \sigma \cdot T^4 \quad \left[\frac{\text{W}}{\text{m}^2} \right]$$



$$\lambda_{\max} = \frac{b}{T} = \frac{2.9 \cdot 10^{-3}}{T} \quad [\text{m}], \quad T[\text{K}]$$

$$\sigma = 5.67 \cdot 10^{-8} \quad \left[\frac{\text{W}}{\text{m}^2 \text{K}^4} \right]$$

L'effetto serra antropico

Fonte: IPCC, R. Knutti, M. Latif, Ch. Buchal, S. Rahmstorf, H. Wanner

1. Concentrazione di CO₂ preindustriale = C₀ = 280 ppmv

2. Raddoppio di CO₂ (senza feedback):

$$\Delta T = 1.1 \text{ }^\circ\text{C} = 1.1 \text{ K}$$



3. Aumento della temperatura (compresi i feedback):

$$\Delta T = \lambda * \Delta F = \lambda * 5.35 * \ln (C/C_0) \text{ [K]}$$



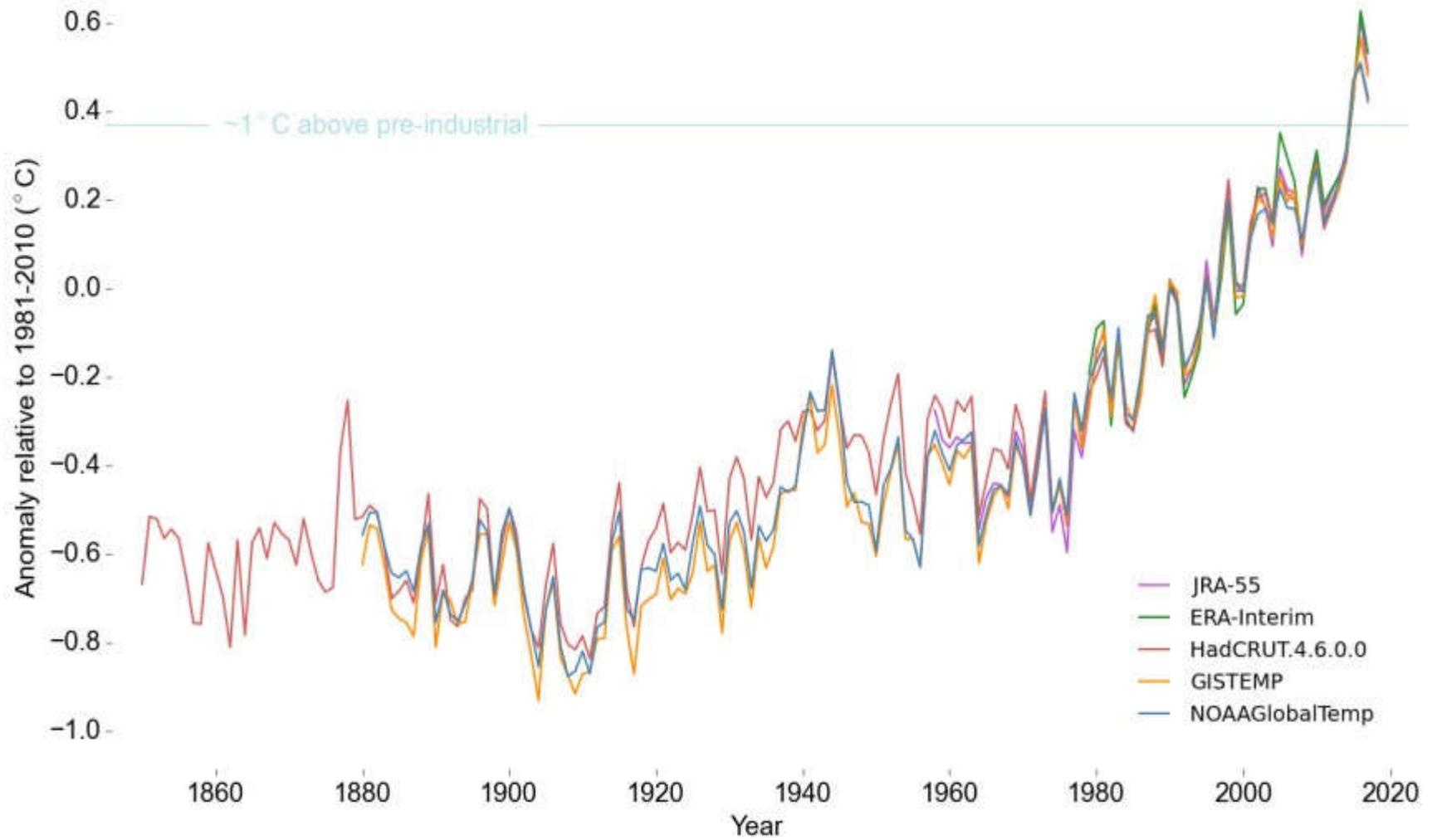
4. Raddoppio di CO₂ con feedback:

$$\Delta T = 0.75 * 5.35 * \ln (2C_0/C_0) = 0.75 * 5.35 * \ln (2) = 3 \text{ K}$$

$$\lambda = \text{sensitività climatica} = 0.75 \text{ [K/(W} \cdot \text{m}^{-2}\text{)]}$$

5. Durata: 100 – 200 anni

Global temperature anomaly 1850-2017 relative to 1981-2010



L'effetto serra, alcuni dati

- 1. Scioglimenti dei ghiacci della Groenlandia: + 6-7 m innalzamento livello dei mari**
- 2. Scioglimento dei ghiacci dell'Antartide: + 60-65 m innalzamento livello dei mari**
- 3. Livello dei mari durante i periodi glaciali: 120-130 m più basso di oggi.**

I sintomi dell'effetto serra

**Uragani,
inondazioni**

**Nuove zone
fertili (p.e.
Siberia)**

**Aumento di
conflitti e
migrazioni**

**Aumento insetti e
malattie infettive**

**Aumento della
temperatura
terrestre**

**Disgelo dei
ghiacci**

**Aumento del
livello dei mari**

**Siccità,
desertificazione**

Emissioni di CO₂ nel 2015

32.294 Gt di CO₂

25% nei mari, 30% nella vegetazione, 45% nell'atmosfera

Non sottovalutiamo le **retroazioni**: vapore acqueo, permafrost, albedo, assorbimento di CO₂ dei mari, ecc.

1ppmv =
= 7.81 Gt CO₂

Deforestazione **non** compresa:
5.9 Gt di CO₂

EFFETTO SERRA E DESERTIFICAZIONE

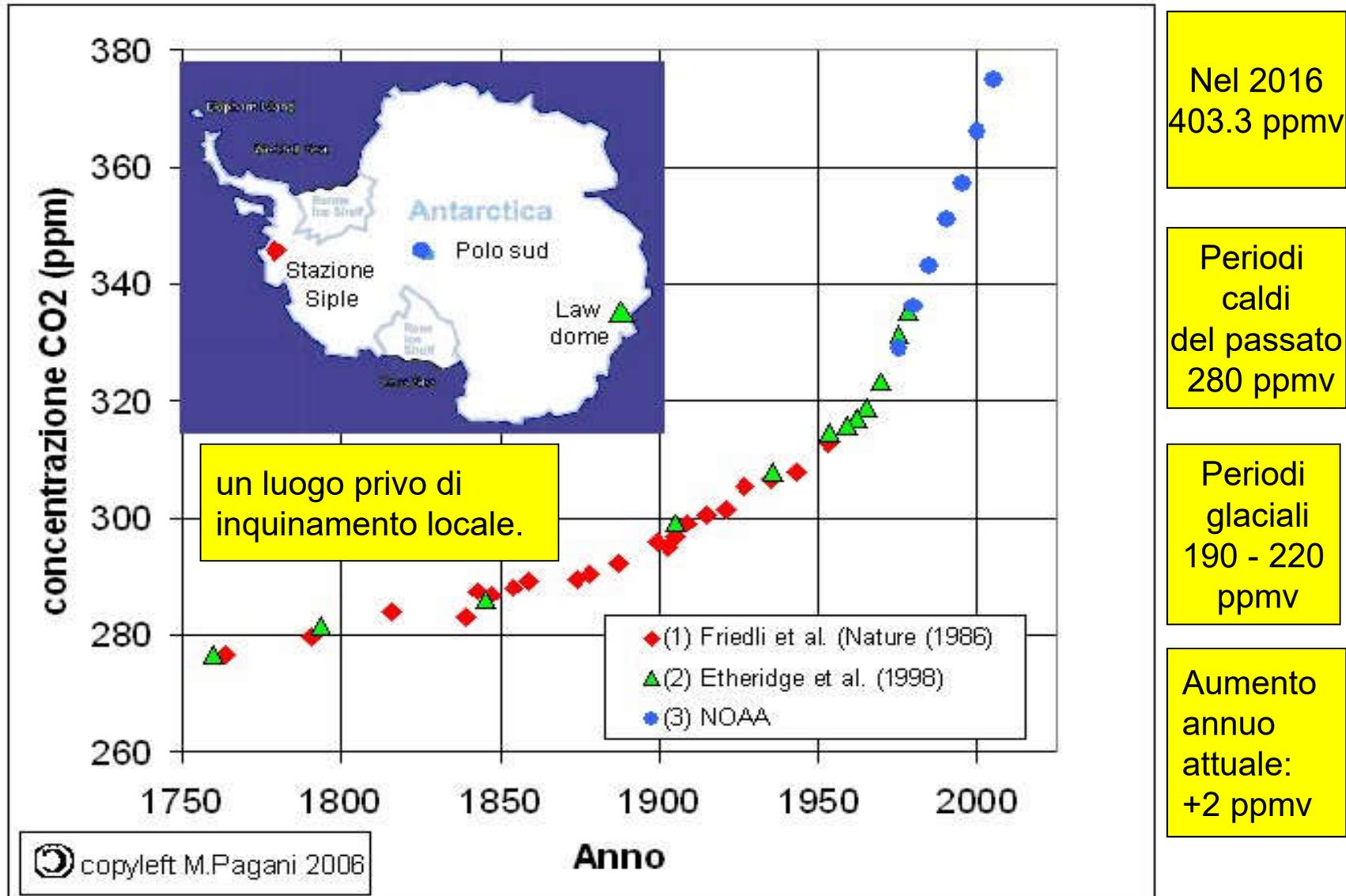
1. i ghiacciai si ritirano
2. i deserti avanzano
3. Cicloni, uragani, inondazioni
4. mancanza di acqua in molte regioni
5. più malattie infettive
6. poche regioni vincenti
7. innalzamento dei mari:
almeno 1 m entro l'anno 2100???
8. migrazioni e conflitti

Aumento dal 1850 al 2017: **+ 0.90 ° C**

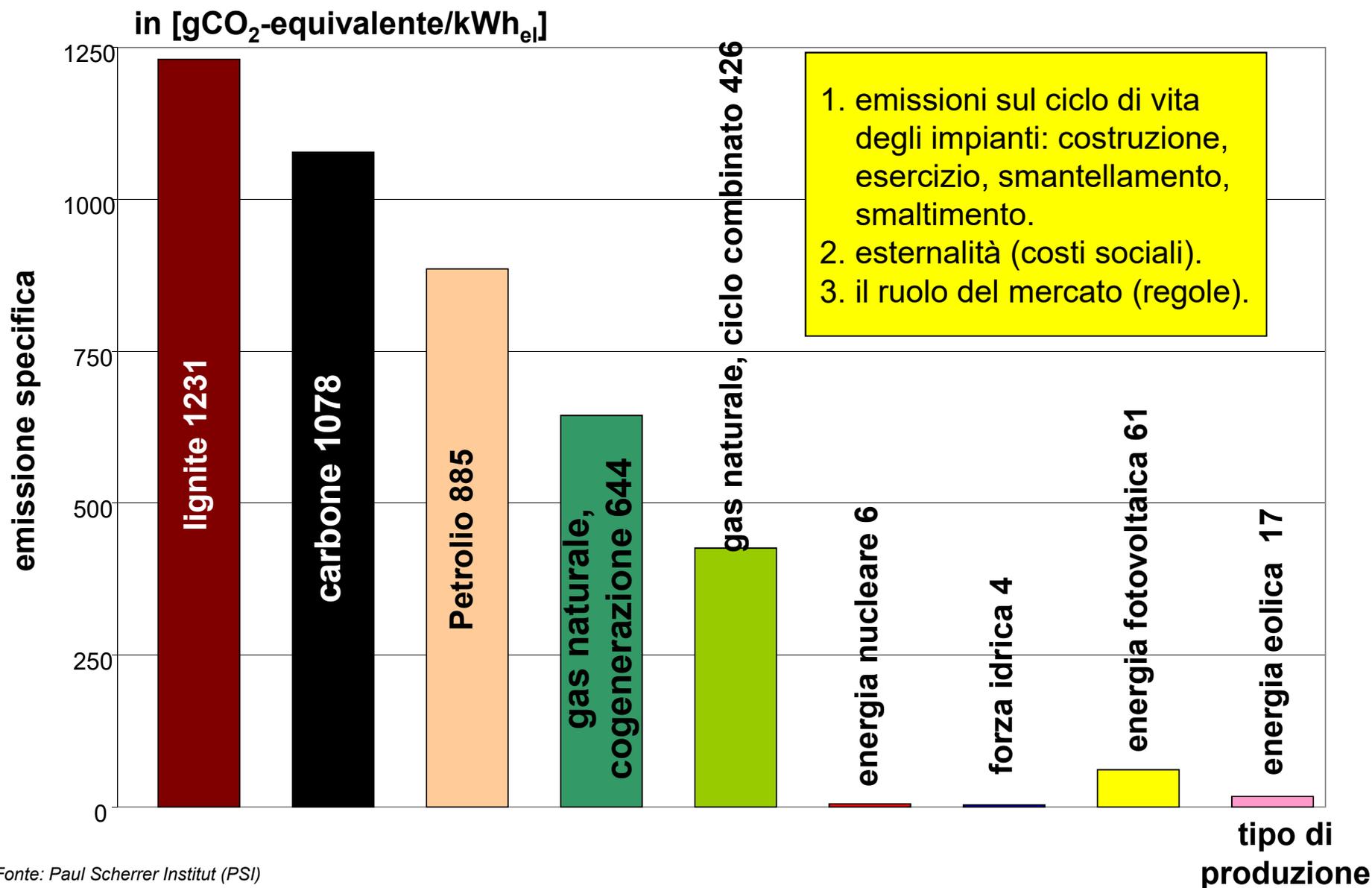
Aumento entro l'anno 2100: **circa + 3 ° C**

- scioglimento ghiaccio Groenlandia : + 6 m
- scioglimento ghiaccio Antartide: + 60 m

LA CONCENTRAZIONE DI CO2



Emissioni specifiche di gas ad effetto serra

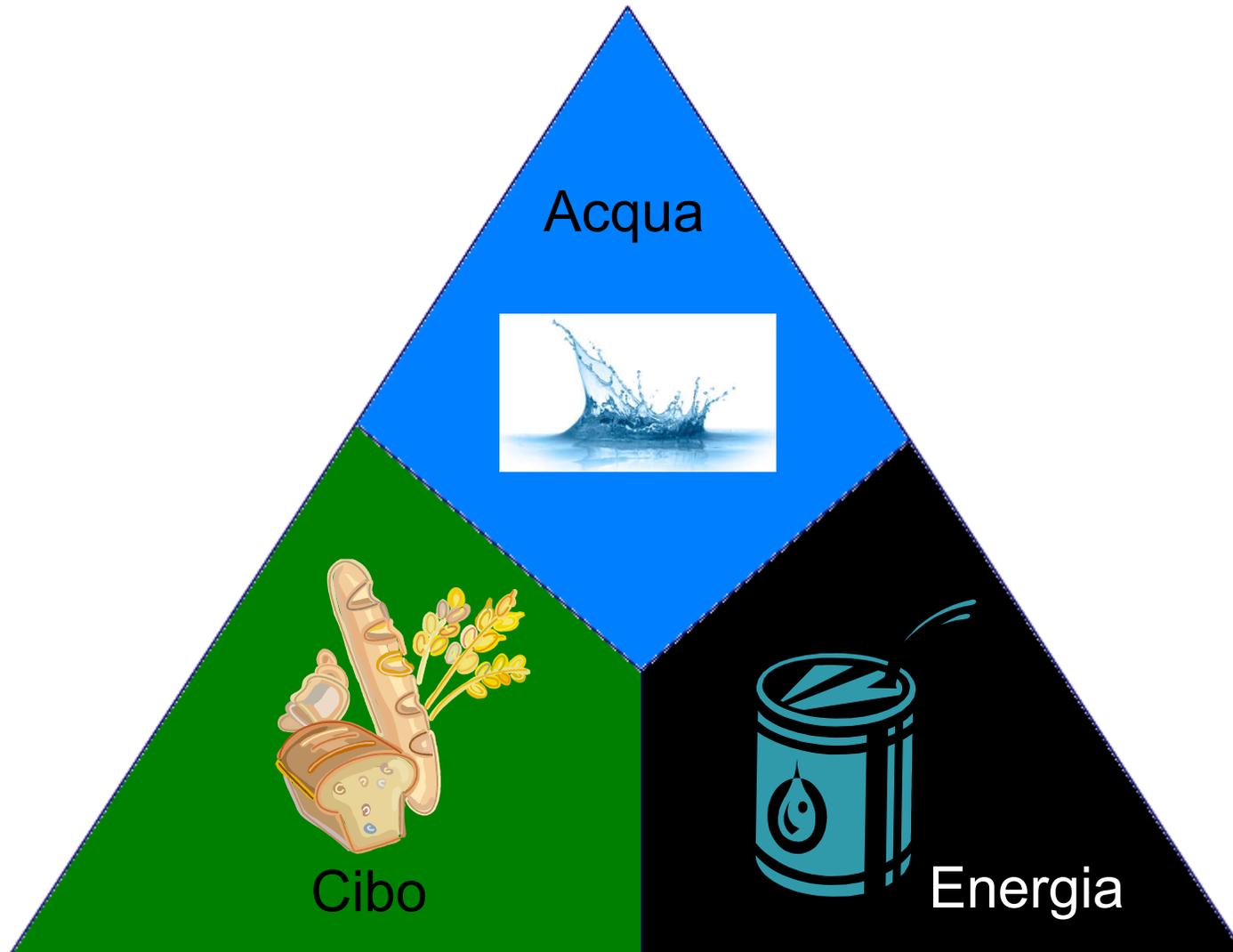


Fonte: Paul Scherrer Institut (PSI)

Che cos'è l'ecobilancio?

L'ecobilancio o analisi del ciclo di vita (Life cycle assessment, LCA) rileva tutti i flussi di materiali ed energia di un processo o di un prodotto nelle tre fasi della produzione, dell'utilizzazione e dello smaltimento. Sono analizzati tutti gli anelli della catena produttiva, dall'estrazione delle materie prime allo smaltimento dei rifiuti, attraverso le varie tappe di trasformazione, trasporto, conversione energetica. In altre parole, si tiene conto delle emissioni e dei rifiuti sia diretti che indiretti, ad esempio legati all'apporto di energia e materiali.

UN TRIANGOLO PROBLEMatico



Ricordiamoci:

**NON ESISTE QUALITÀ
DI VITA A TARIFFA E
RISCHIO ZERO.**