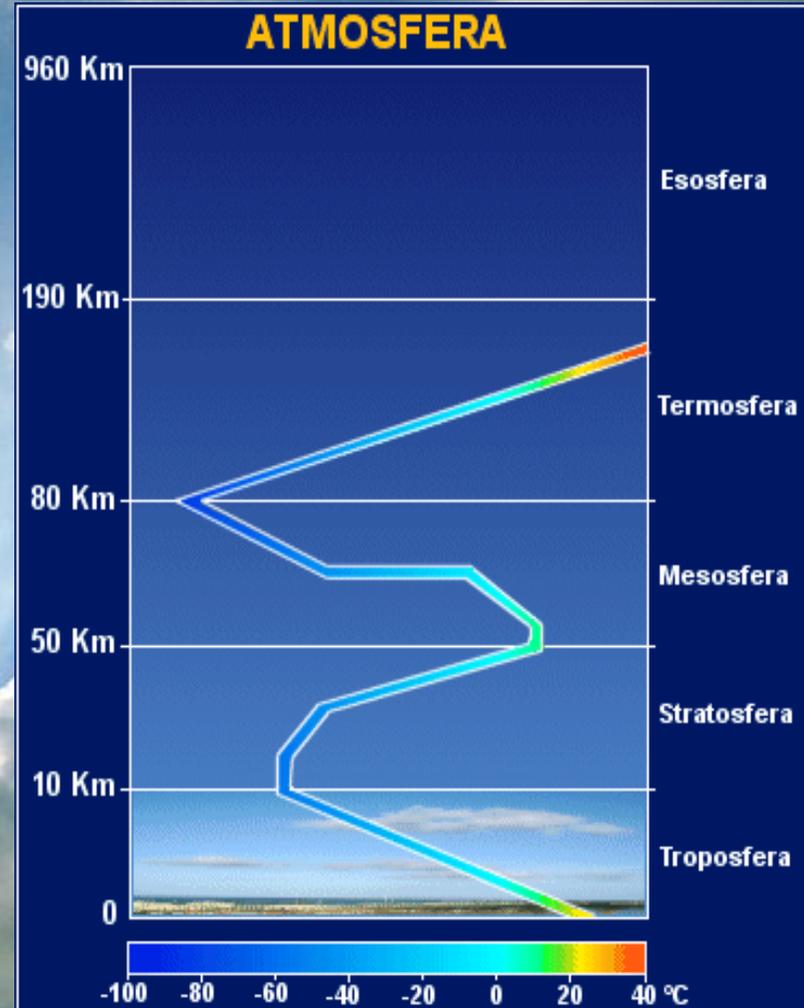


# Mesosfera

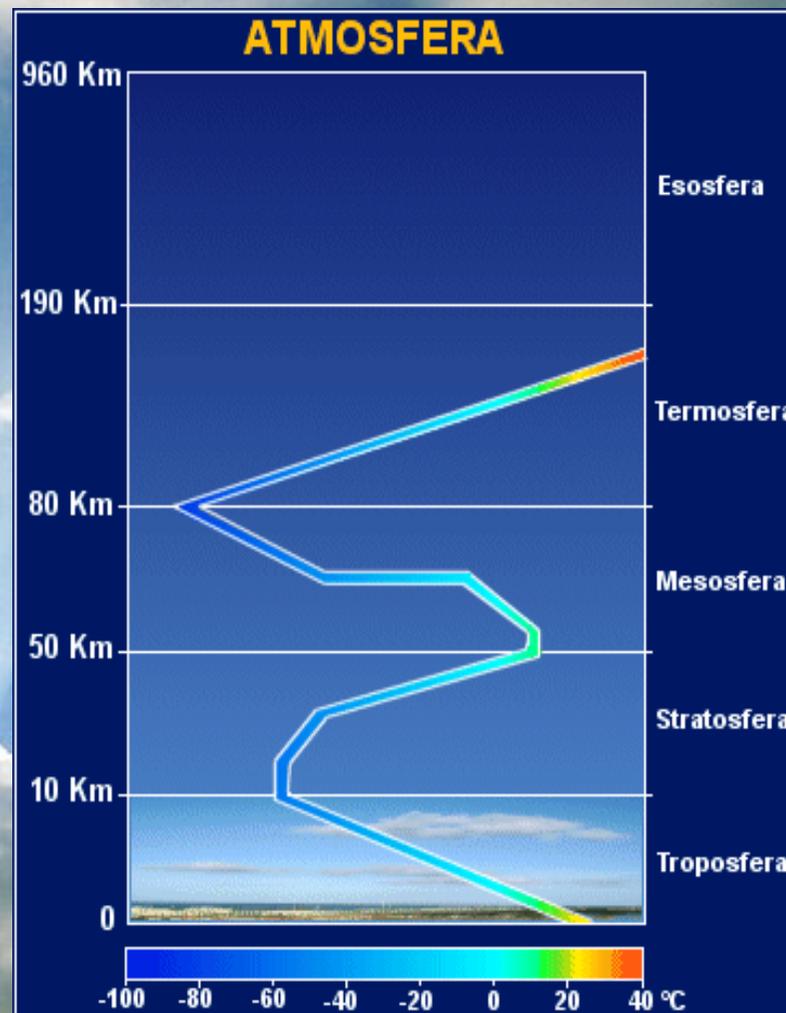
- La temperatura torna a diminuire nuovamente con la quota.
- La fonte di calore è la superficie terrestre, che si trova molto distante.
- Il minimo termico ( $-80^{\circ}\text{C}$ ) si trova a circa 100 Km di altezza a livello della **mesopausa**.
- Nubi nottilucenti



# Termosfera

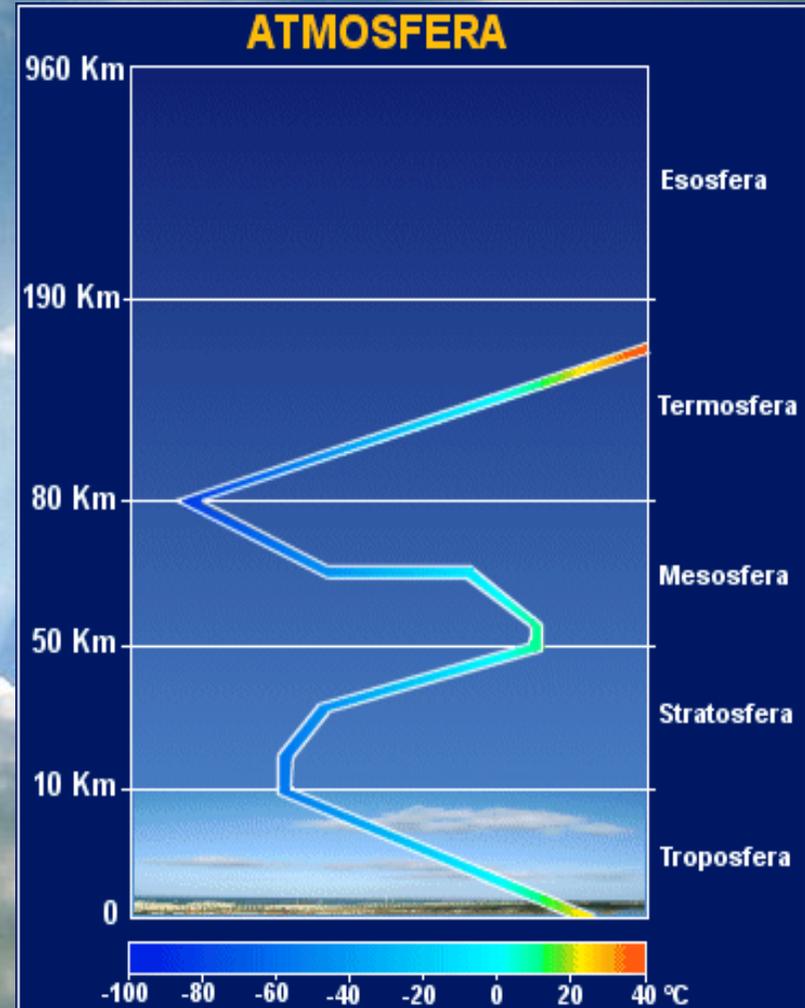
- Aumento costante della temperatura.  
120 Km: 0°C  
300 Km: 1000°C
- La densità raggiunge valori molto bassi e continua a decrescere verso l'alto.

Perché gli astronauti, che escono in piena termosfera, sono costretti a indossare tute riscaldate per combattere il freddo insopportabile?



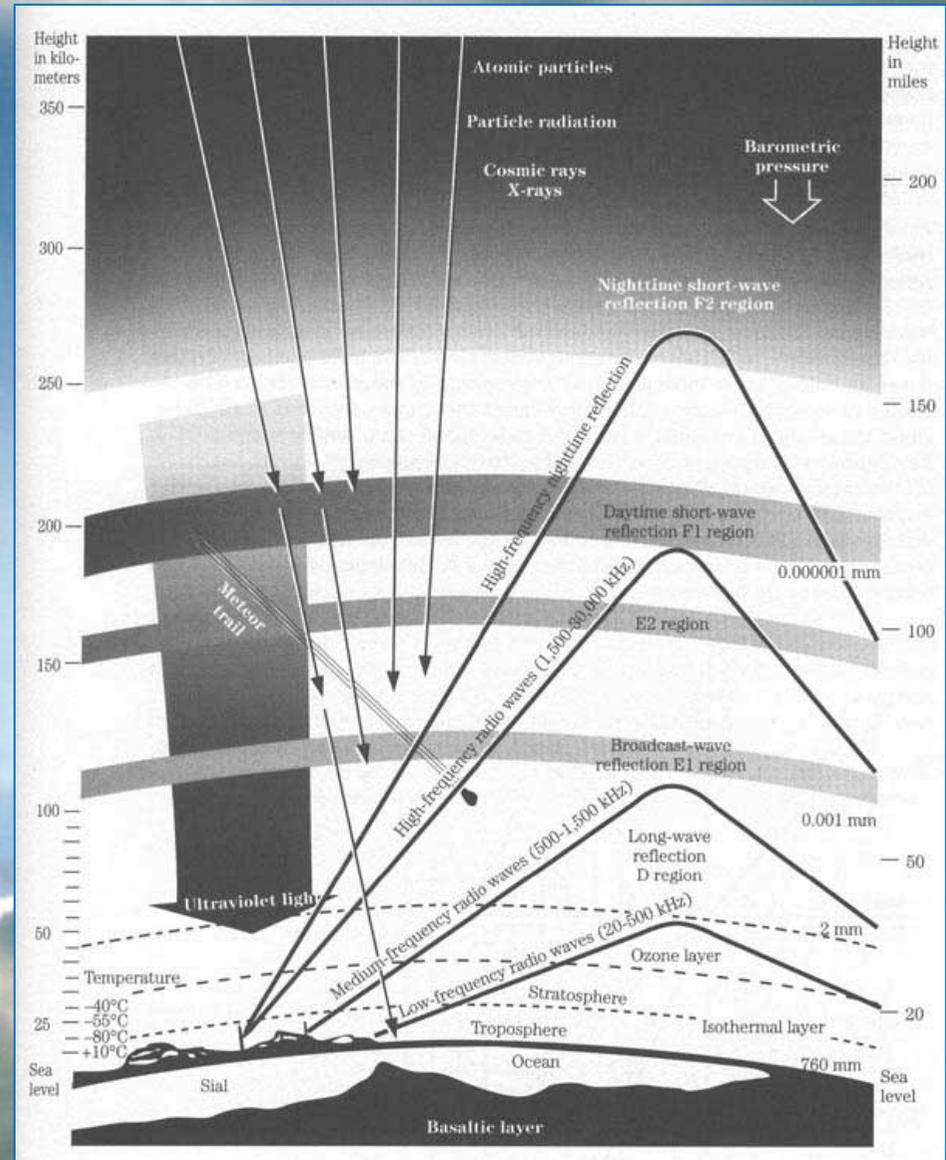
# Esosfera

- oltre i 2000°C  
Temperature cinetiche: energia proveniente dal sole
- Silenzio assoluto, vuoto interplanetario (vento solare)
- Alcune particelle raggiungono la velocità di fuga ed escono dall'atmosfera. La velocità di fuga per la Terra è 11,2 Km/s.
- 10 particelle /cm<sup>3</sup> ai limiti dell'atmosfera
- 10<sup>19</sup> particelle/ cm<sup>3</sup> al suolo



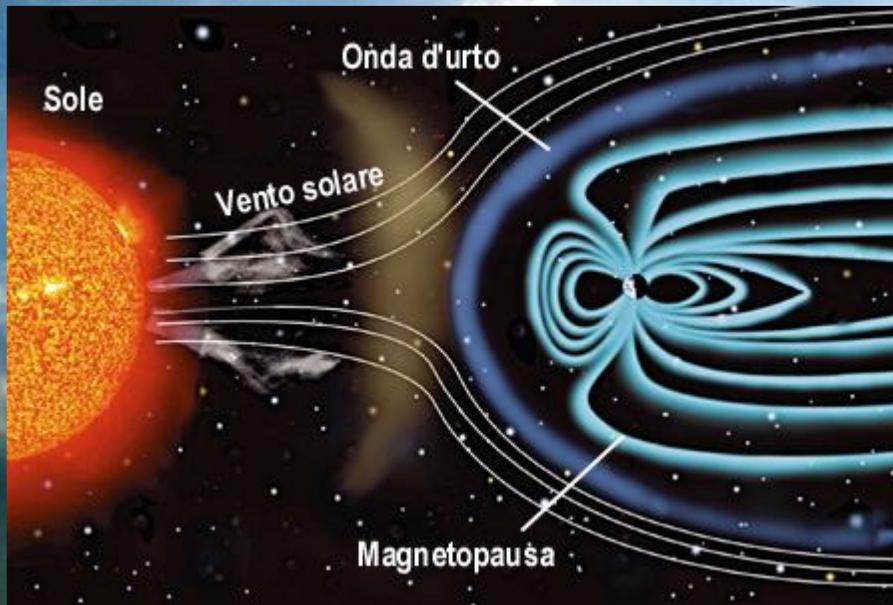
# Ionosfera

- da 80 Km a 500 Km
- ionizzazione di atomi da parte di raggi X e raggi cosmici
- strati di particelle ionizzate riflettono onde radio di diversa lunghezza

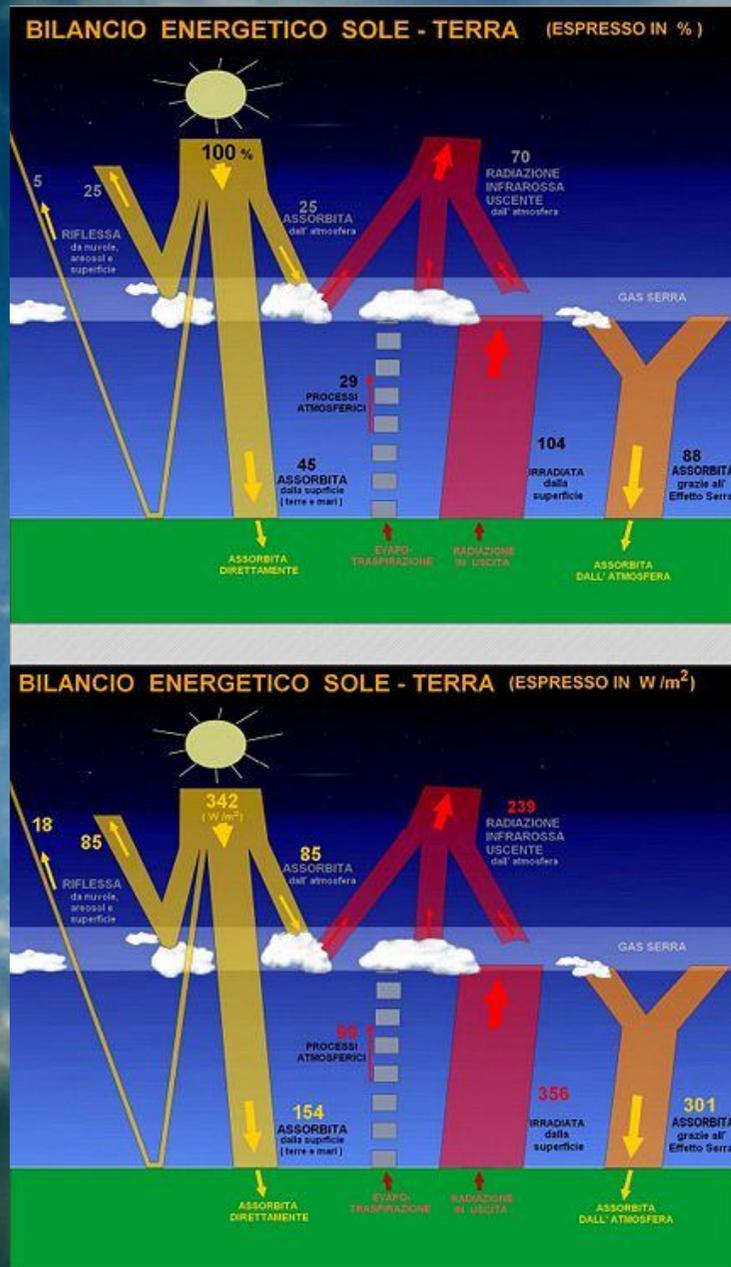


# Magnetosfera

- Particelle cariche degli strati superiori dell'atmosfera risentono fortemente del **campo magnetico terrestre**.
- Sede dell'**aurora polare**: le particelle cariche sono accelerate verso i poli magnetici, urtano le particelle di ossigeno e di azoto, che riemettono energia in forma di luce.



# Il bilancio energetico terrestre



▪ COSTANTE SOLARE  $1400 \text{ W/m}^2$

**35%** riflesso dalle nubi, dai gas e dal pulviscolo atmosferico.

**18%** assorbito dai gas atmosferici e dalle nubi.

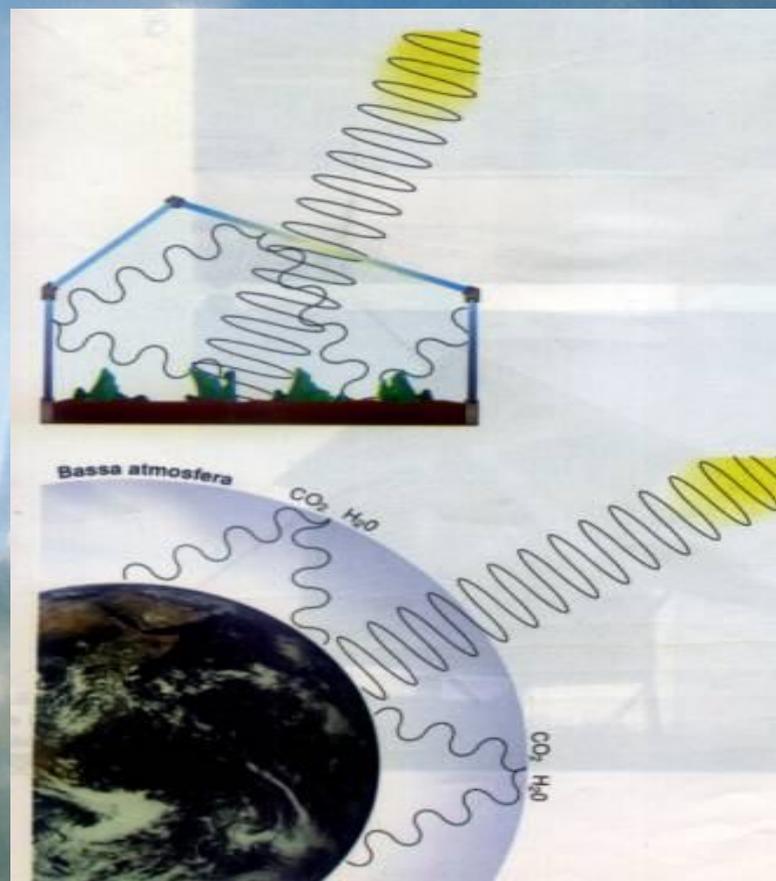
**45% (radiazione effettiva)** è assorbito dalla superficie terrestre e riemesso sotto forma di onde lunghe (soprattutto infrarosso) che riscaldano direttamente la bassa atmosfera.

Il **96%** dell'energia di origine terrestre viene assorbita soprattutto dai **gas serra  $\text{CO}_2$**  vapore acqueo  **$\text{CH}_4$**  e reirradiata verso la Terra: **controradiazione atmosferica. EFFETTO SERRA**

[ANIMAZIONE](#)

# L'effetto serra naturale

- **Cosa succederebbe se non avessimo l'atmosfera? E' il caso della luna o di Mercurio:**  
Sulla luna si passa da  $+150^{\circ}\text{C}$  di giorno a  $-100^{\circ}\text{C}$  di notte.
- **Sulla Terra la temperatura globale resta nella media di  $15^{\circ}\text{C}$ .**



# Principali gas serra: l'effetto serra artificiale



INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE



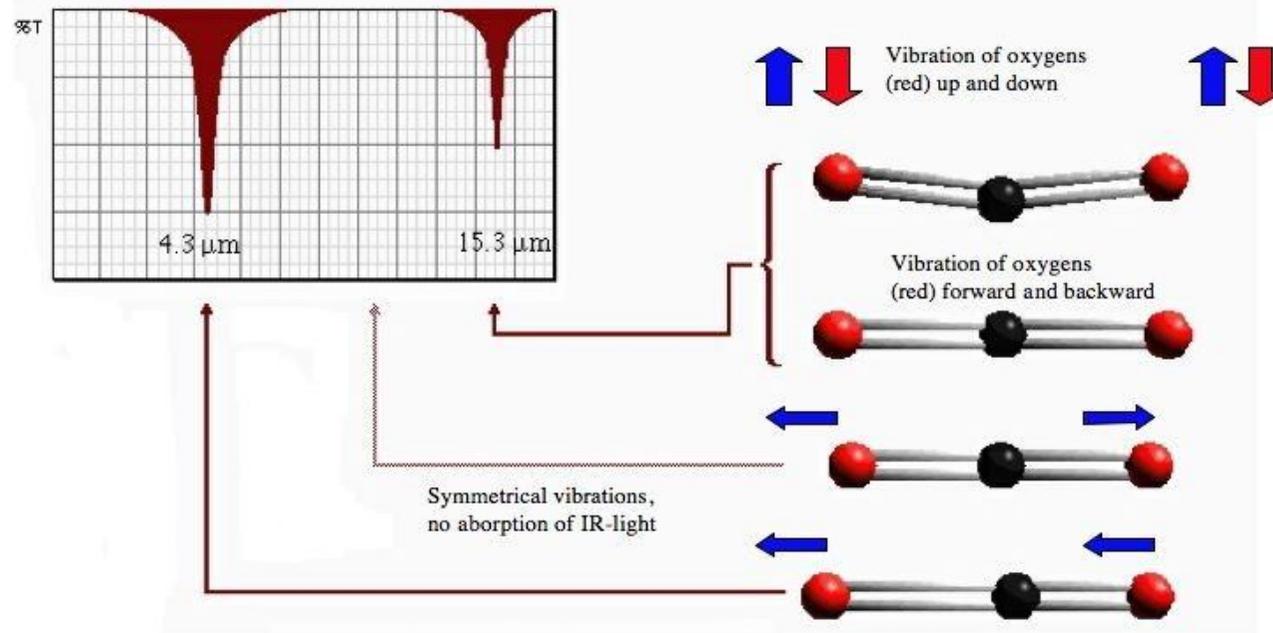
Gas serra	quantità 1750	quantità 2005	EV	100 anni GWP
anidride carbonica CO <sub>2</sub>	280 ppm	379 ppm	50-200	1
metano CH <sub>4</sub>	700 ppb	1774 ppb	12	25
ossido di azoto N <sub>2</sub> O	270 ppb	319 ppb	114	298
ozono troposferico* O <sub>3</sub>	25 DU (10 ppb)	34 DU (30-40 ppb)		
CFC11 CFCI <sub>3</sub>	0	251 ppt	45	4750
CFC12 CF <sub>2</sub> Cl <sub>2</sub>	0	538 ppt	100	10900

1 DU = Unità Dobson = 0.01 mm colonna di ozono puro

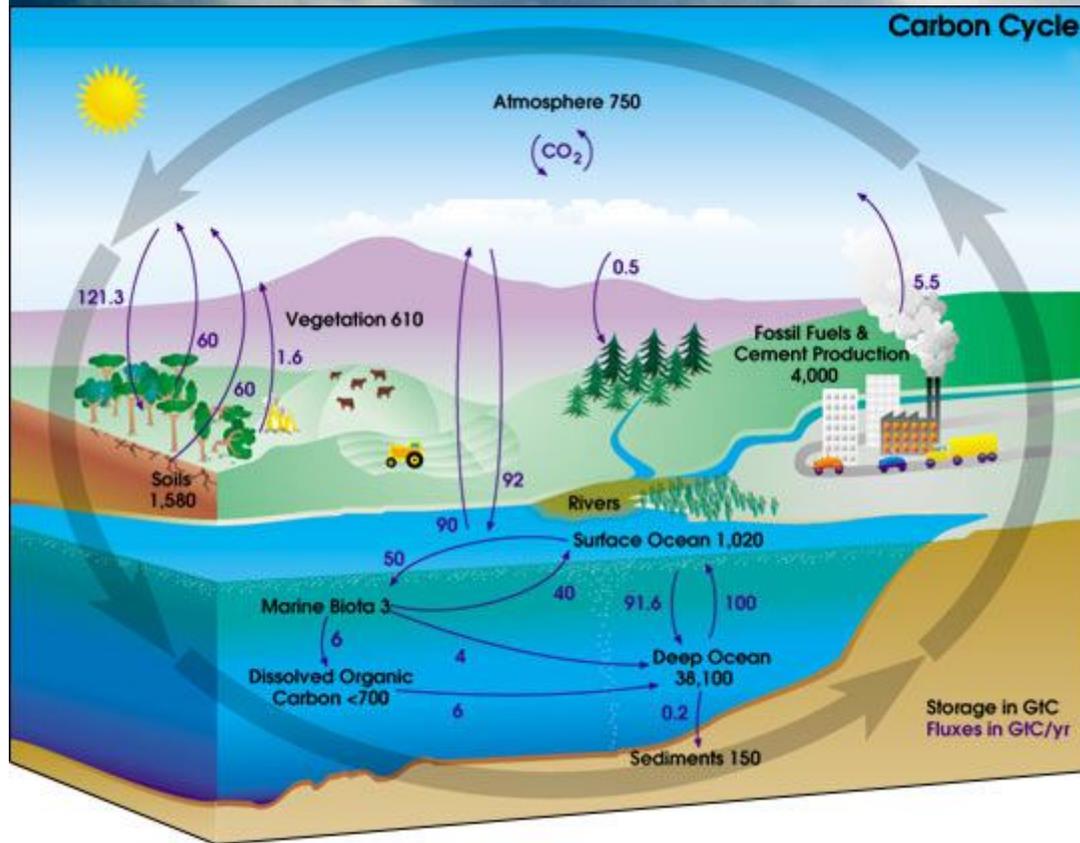
\* poiché l'ozono non è distribuito nell'atmosfera in modo uniforme, per la bassa troposfera si possono fare delle stime approssimative dei rapporti di mescolamento (in ppb).

# Assorbimento radiazione infrarossa

## Vibrations in carbon dioxide CO<sub>2</sub>



# Il ciclo del carbonio



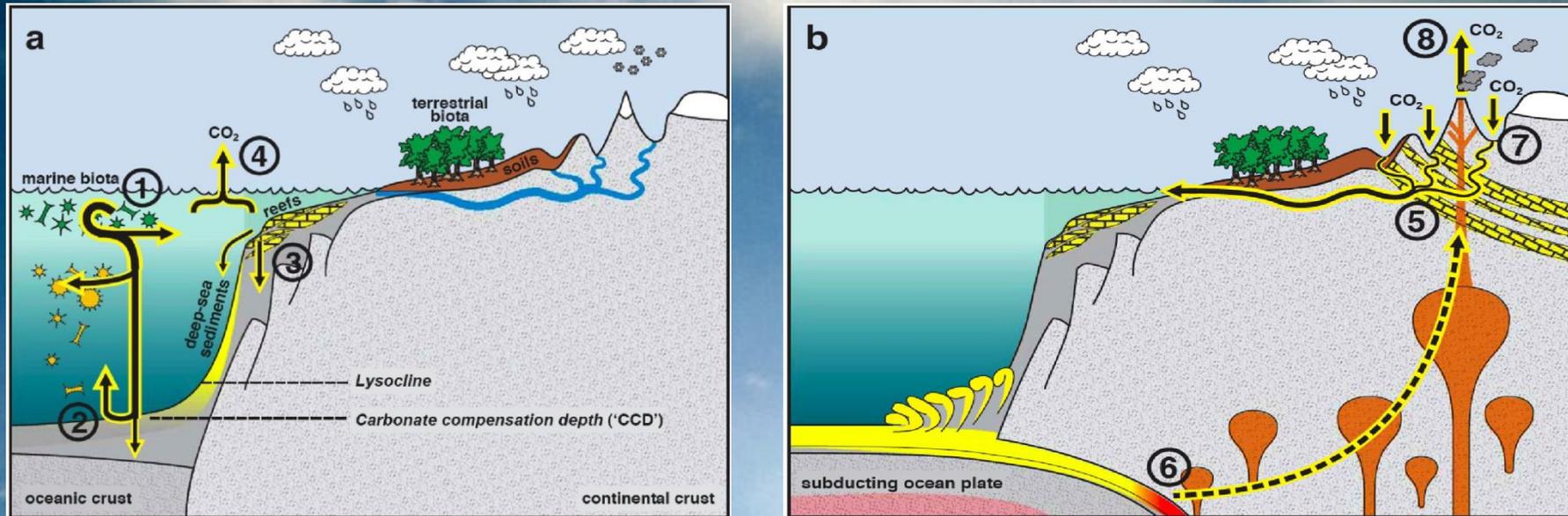
Il ciclo globale del carbonio può essere suddiviso in:  
**ciclo geologico** che agisce su larga scala temporale (milioni di anni)

**ciclo biologico/fisico** che agisce in tempi più brevi (giorni e migliaia di anni)



Ogni anno 10 Gt di carbonio si muovono fra atmosfera, idrosfera e geosfera. Le attività umane apportano in atmosfera circa 5.5 Gt di carbonio ogni anno. In nero sono mostrate le quantità totali di carbonio immagazzinate nei diversi comparti, in blu i flussi annuali. (Illustration courtesy NASA Earth Science Enterprise)

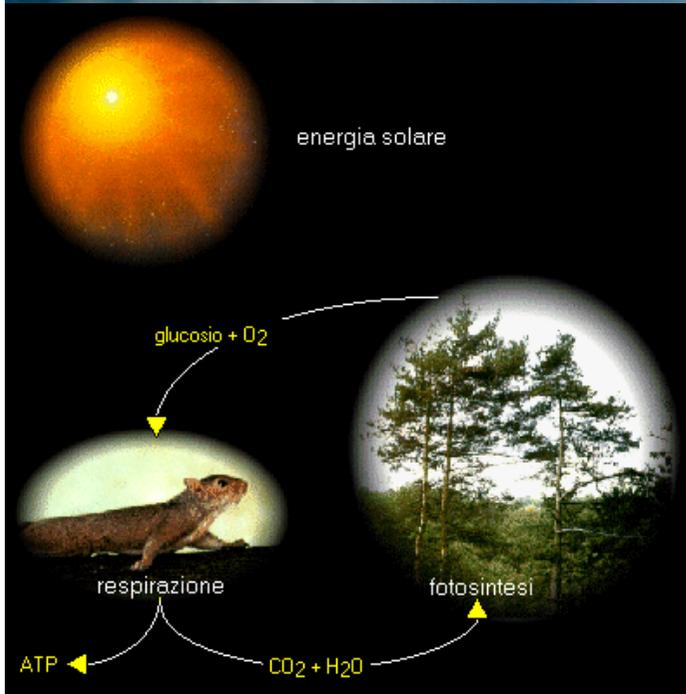
# CICLO GEOCHIMICO DEL CARBONIO



• **dissoluzione carbonati**  $\text{CaCO}_3 + \text{H}_3\text{O}^+ + \text{HCO}_3^- \rightarrow \text{Ca}^{++} + 2 \text{HCO}_3^- + \text{H}_2\text{O}$

- Negli oceani, ioni calcio e bicarbonato vengono incorporati nei gusci e negli scheletri degli organismi viventi: si riforma carbonato di calcio e si libera anidride carbonica (circa la metà).
- Gusci e scheletri, alla morte degli organismi, si depositano sui fondali marini (insieme a materia organica) e vengono sepolti da altri sedimenti.
- I fondali oceanici si espandono, scorrono sotto i continenti e trasportano i sedimenti in profondità: alle alte pressioni e temperature i sedimenti liberano CO<sub>2</sub> che rientra nell'atmosfera soprattutto attraverso le eruzioni vulcaniche.

# Ciclo biologico del carbonio

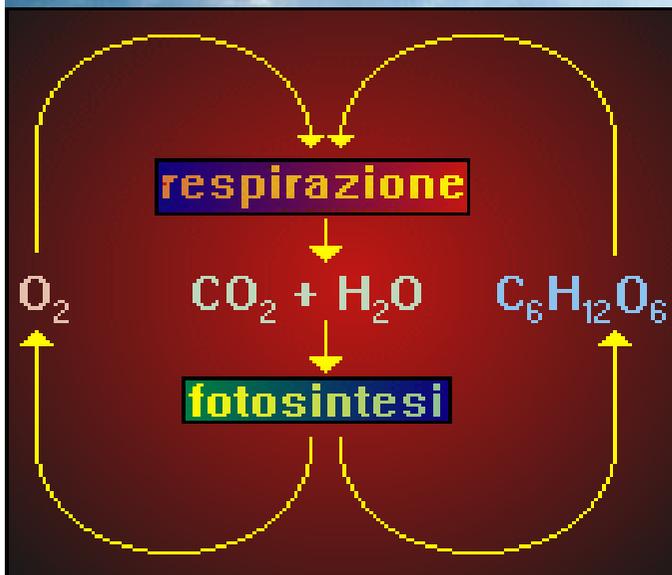


- L'anidride carbonica entra nella biosfera e tramite la **fotosintesi** viene trasformata in composti organici, carboidrati.

LA FOTOSINTESI PRODUCE TUTTO IL CARBONIO ORGANICO DELLA BIOSFERA.

- L'anidride carbonica rientra nell'atmosfera tramite il processo di **respirazione** di piante, animali, batteri e funghi.

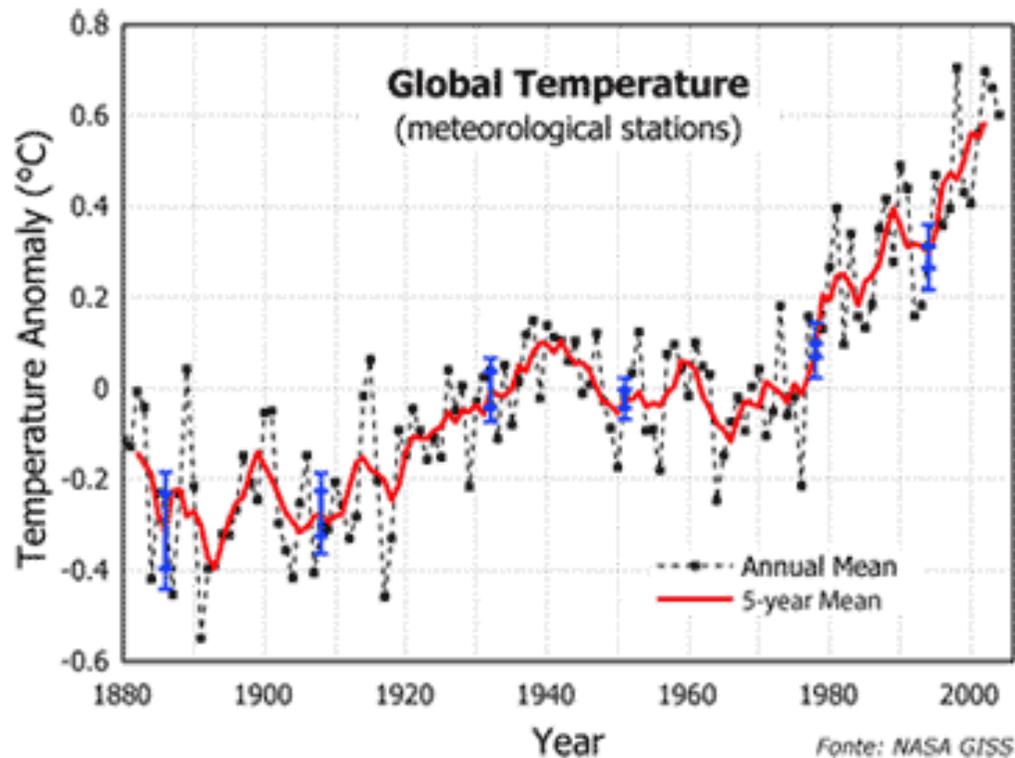
- Del carbonio presente nei resti organici una parte viene recuperata attraverso i **processi di decomposizione** che avvengono in ambiente **aerobico** o **anaerobico**; un'altra parte viene incorporata nei sedimenti.



# Aumento della temperatura globale negli ultimi 100 anni

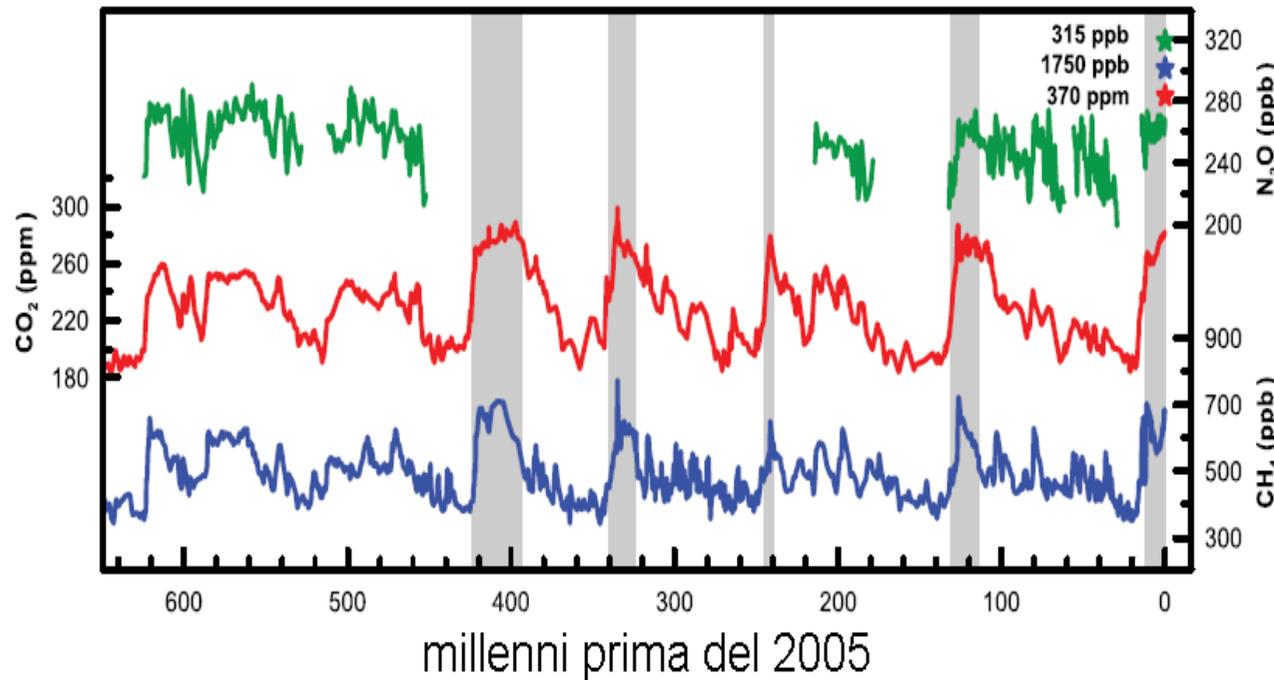
**È un dato di fatto che la temperatura sulla Terra sia aumentata di circa 1 °C negli ultimi cento anni.**

Anche fluttuazioni naturali potrebbero aver contribuito a questo risultato. Nella storia del nostro pianeta ci sono stati ripetuti periodi caldi, per esempio durante il periodo interglaciale circa 100000 anni fa, quando la temperatura sulla Terra era di circa 4.5 °C più alta rispetto ad oggi (elefanti e leoni vivevano in Europa!!!).



**Variabilità naturale o perturbazioni indotte da attività umane?**

## Il cambiamento delle emissioni di alcuni gas serra nel



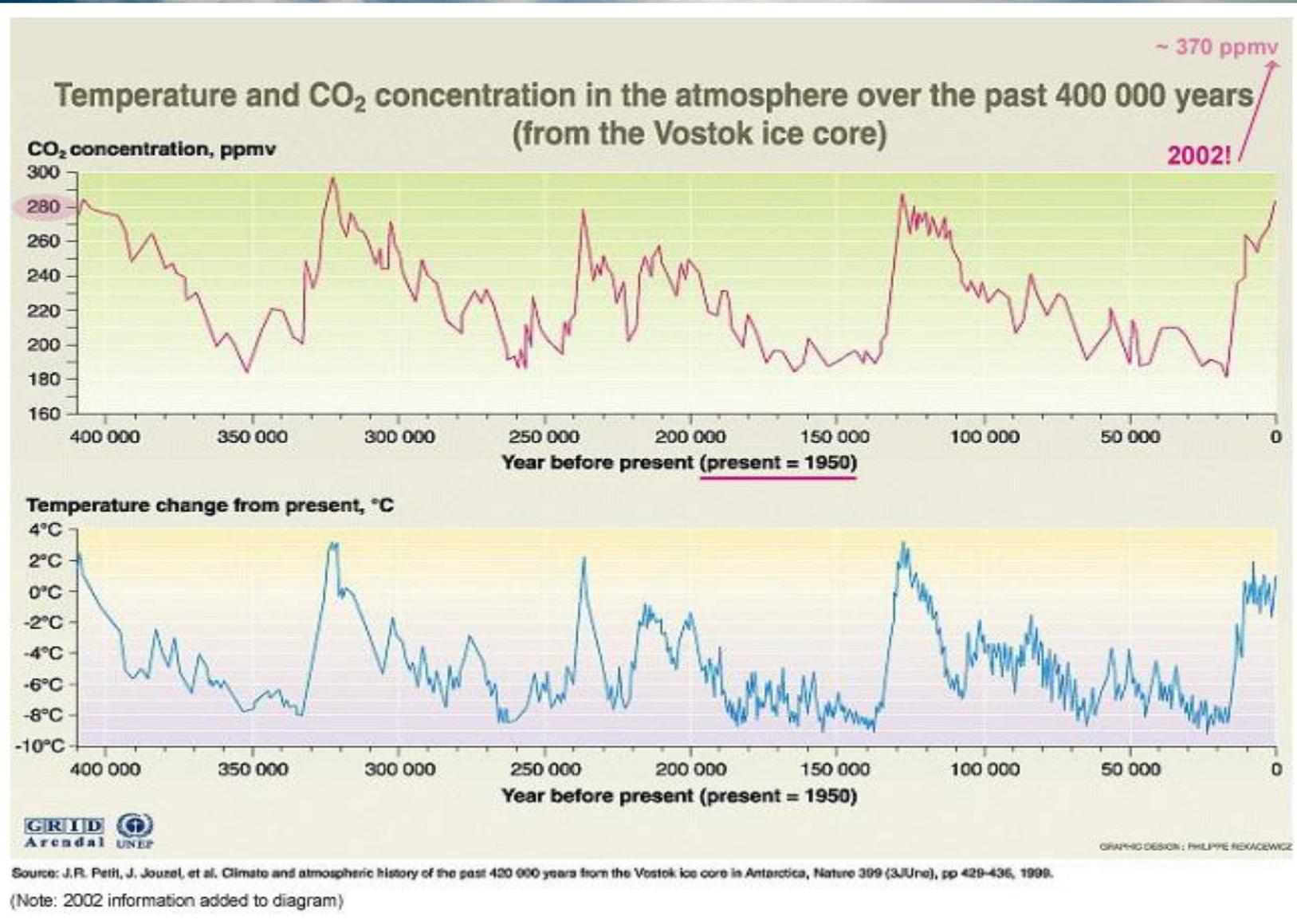
Andamento dei rapporti di mescolamento dei gas serra CO<sub>2</sub>, N<sub>2</sub>O e metano durante gli ultimi 600.000 anni rilevati dalle analisi delle carote di ghiaccio Antartico. Le stelle in alto a destra mostrano i valori del 2000.

Fonte: IPCC AR4 2007 fig 6.3



Il rapporto di mescolamento è un'unità di misura scientificamente più corretta: quando l'aria sale, si espande in volume e, di conseguenza, la concentrazione di gas cambia. Il rapporto di mescolamento (la proporzione relativa sul numero totale di molecole d'aria), tuttavia, rimane lo stesso.

# Temperatura e concentrazione di CO<sub>2</sub> nel tempo



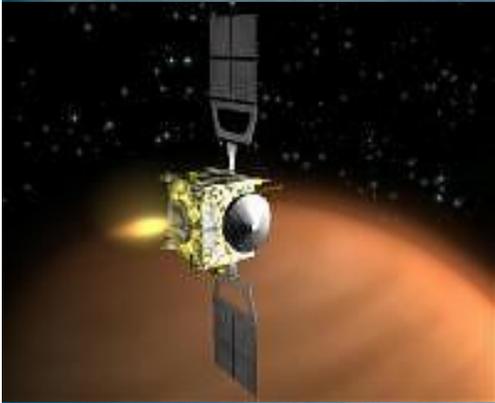
# Le sorgenti naturali di CO<sub>2</sub> nella ricerca scientifica sull'effetto serra



Tabella 1: Composizione chimica dei gas emessi nell'area naturalmente arricchita del Bossoleto in volume.

CO <sub>2</sub>	96,1%
H <sub>2</sub> S	0,02%
CH <sub>4</sub>	0,45%
N <sub>2</sub>	3,40%
H <sub>2</sub>	Tracce
He	39 ppm
Ar	9 ppm

# Una missione spaziale per lo studio dell'effetto serra



- Temperature superficiali intorno ai 450 gradi centigradi
- un'atmosfera di anidride carbonica
- con una pressione 90 volte maggiore di quella terrestre
- venti che spirano a centinaia di km l'ora
- nuvole di acido solforico.

Dati dell'atmosfera di Venere		--
Pressione atmosferica (bars)	92	
Composizione atmosfera di Venere		--
Anidride Carbonica (CO <sub>2</sub> )	96%	
Azoto (N <sub>2</sub> )	3 %	
Tracce di altri elementi	--	



# Linfen, la città più inquinata del mondo



*Respiro spezzato. Luce irreale, nella nebbia densa del mattino assoluto. Pedalando stancamente verso una centrale di bitume, si avverte fame d'aria e la lucida consapevolezza che le possibilità di sopravvivere a lungo siano rarefatte quanto l'ossigeno che i propri polmoni inaleranno nel resto del giorno. Nella provincia di Shanxi, cuore battente della Cina dei miracoli, ai cittadini di Linfen tocca pagare con l'inferno in terra il paradiso del boom economico (Pil oltre il 9 per cento annuo). Linfen è l'altra faccia della medaglia del colosso orientale, ciò che si nasconde dietro le opere monumentali di Pechino 2008 ed i milioni di ingegneri e scienziati cinesi contesi dalle più ricche multinazionali del pianeta.*



*Secondo una recente analisi presentata dal Blacksmith Institute, ente americano esperto di problemi ambientali, Linfen è tra i 10 luoghi più inquinati al mondo, per la Banca mondiale probabilmente la città più inquinata di tutto il pianeta. Questo centro di 200mila abitanti è uno dei poli produttivi più importanti della provincia dello Shanxi, a sua volta cuore dell'industria cinese del carbone che produce quasi due terzi del fabbisogno energetico nazionale. La crescente domanda di combustibile fossile ha portato allo sviluppo di centinaia di miniere illegali o non conformi ai minimi standard di sicurezza. Fabbriche di acciaio e raffinerie hanno completamente assorbito le risorse idriche lasciando all'asciutto i campi agricoli e inaridendo il settore primario della regione.*

Concludendo.....

È necessario che la conoscenza dell'ambiente diventi consapevolezza e cultura comune, perché ognuno di noi, consumando e usando l'atmosfera che lo circonda, possa contribuire al mantenimento delle condizioni di vivibilità dell'intero sistema planetario.

Non è più possibile credere, infatti, che ad altri o comunque solo ad alcuni competano le responsabilità relative al mantenimento della qualità della vita biologica del pianeta: ogni essere umano produce, usa, consuma, distrugge, parte di ciò che costituisce l'ambiente naturale.

Le risorse della terra non sono illimitate e necessitano della cura dell'uomo, come segno affettivo e riconoscente verso la gratuità della natura. Perché questo avvenga occorre innanzitutto l'informazione e la comprensione dei fenomeni.