

**NOI, LE GENERAZIONI FUTURE, GLI ALTRI, IL PIANETA ... LE RELAZIONI**

16\01\2020

Aula Magna Ce.Se.Di - Via Gaudenzio Ferrari 1 - Torino

***DAL PUNTO DI VISTA DELLA TERRA ...***  
domande e riflessioni

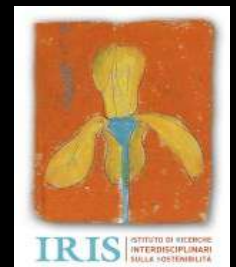
***Il caos climatico come interazione  
tra sistemi complessi: aspetti teorici e didattici***

**Marco D. TONON**

[marco.tonon@unito.it](mailto:marco.tonon@unito.it)

Dipartimento di Scienze della Terra di Torino

Centro di Ricerca Interuniversitario di Studi sulla Sostenibilità IRIS



# GLI SCENARI APPARENTEMENTE CONTRADDITORI...



# GLI SCENARI APPARENTEMENTE CONTRADDITORI...



# GLI SCENARI APPARENTEMENTE CONTRADDITORI...



# GLI SCENARI APPARENTEMENTE CONTRADDITORI...



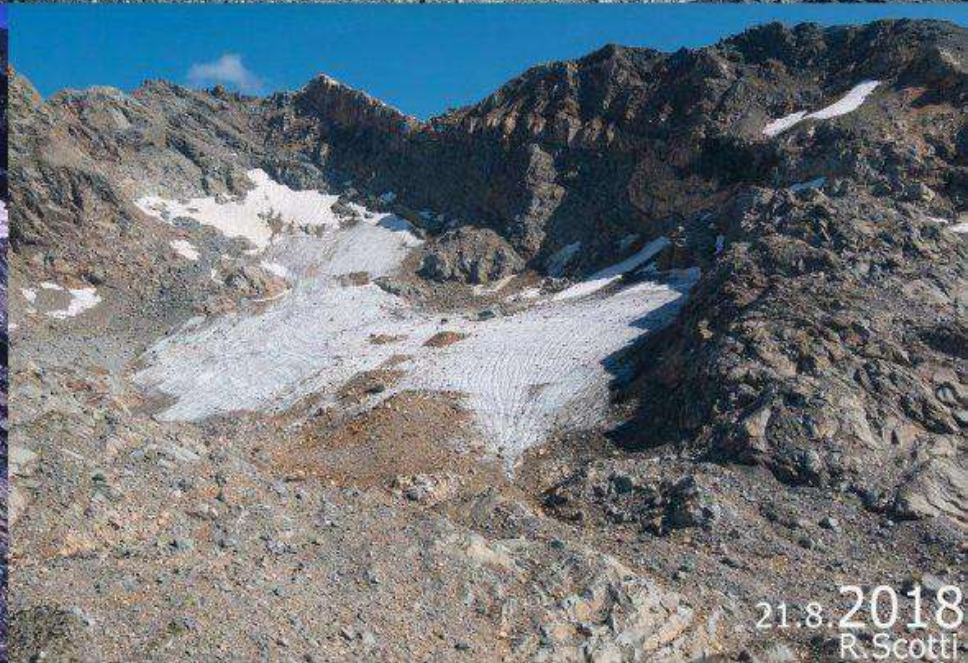
# GLI SCENARI APPARENTEMENTE CONTRADDITORI...



# GLI SCENARI APPARENTEMENTE CONTRADDITORI...

Suretta Sud glacier  
Italy - Alps

[www.serviziogiologicolombardo.it](http://www.serviziogiologicolombardo.it)

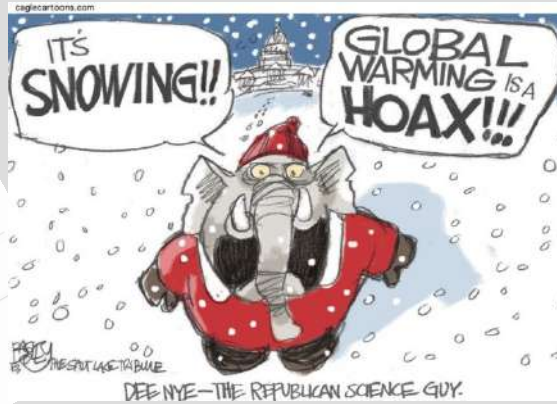


# GLI SCENARI APPARENTEMENTE CONTRADDITORI...





# I LUOGHI COMUNI E IL NEGAZIONISMO



La discussione sui cambiamenti climatici è un'ideologia ambientalista!



# CONFUSIONE TRA CLIMA E METEO

**Libero**

## C'è talmente caldo che nevicata a Cortina

Il meteo smonta le balle sul surriscaldamento globale

Libero 27. ag. 2018 Di COSTANZA CAVALLI

Il riscaldamento globale è una scarpa vecchia. Così scarpa che nevicata a fine agosto. È successo la notte di sabato, a Cortina d'Ampezzo: le montagne intorno alla città

ALTA E B



La differenza tra **CLIMA** e **METEO** è sostanziale: il **TEMPO METEOROLOGICO** è dato una serie di fenomeni atmosferici dalla durata limitata, dell'ordine di ore o di qualche giorno mentre il **CLIMA** è la media dei valori meteorologici di una certa zona calcolati per almeno trenta anni (es.: temperatura media, quantità di precipitazioni, insolazione,...).

# LE MISCONCEZIONI

Mi hanno detto che le termiti  
producono più CO<sub>2</sub> di quella  
emessa dagli uomini...

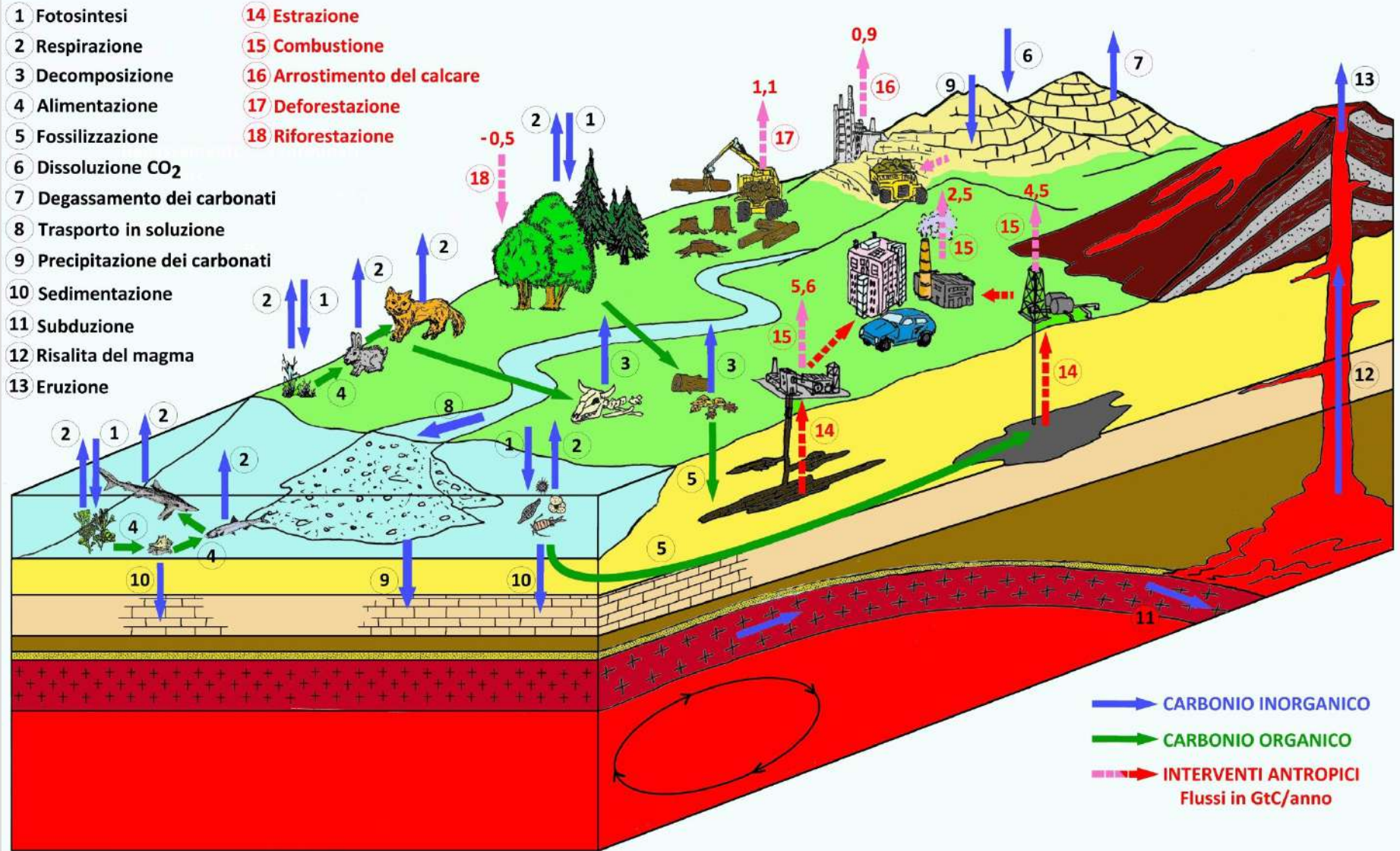
(Tullio Regge – Convegno di Verbania)



Abbasso  
la CO<sub>2</sub>

Le **MISCONCEZIONI** sono frutto di **ERRORI DI GENERALIZZAZIONE** o dettate da **IGNORANZA SCIENTIFICA** e sono spesso veicolate dai sistemi mass-mediatici e dal senso comune.

# IL CICLO BIOGEOCHIMICO DEL CARBONIO



La quantità totale di C emessa direttamente e indirettamente dalle attività umane nel 2019 è stata di **14,6 GtC/anno**.

# I CICLI BIOGEOCHIMICI

Sono **PROCESSI DI CIRCOLAZIONE CICLICA** delle sostanze inorganiche e organiche alimentati da flussi regolari di **ENERGIA SOLARE** (*esogena*) e di **ENERGIA GEOTERMICA** (*endogena*), realizzati per mezzo di esseri viventi organizzati in reti alimentari.

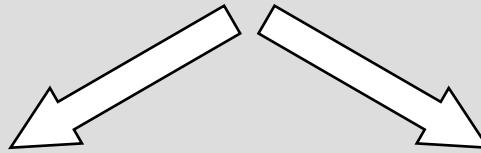
**BIO**

indica le **componenti biotiche** del sistema (*biocenosi*)

**GEO**

indica le **componenti non viventi** del sistema (*biotopo*)

Tali processi sono divisi in **COMPARTI** (*fasi del ciclo*)



Fase **BIOLOGICA**

Fase di **RICICLO** delle sostanze inorganiche (*ciclo dei nutrienti*) e di temporanea **RISERVA** di sostanze organiche

Fase **GEOLOGICA**

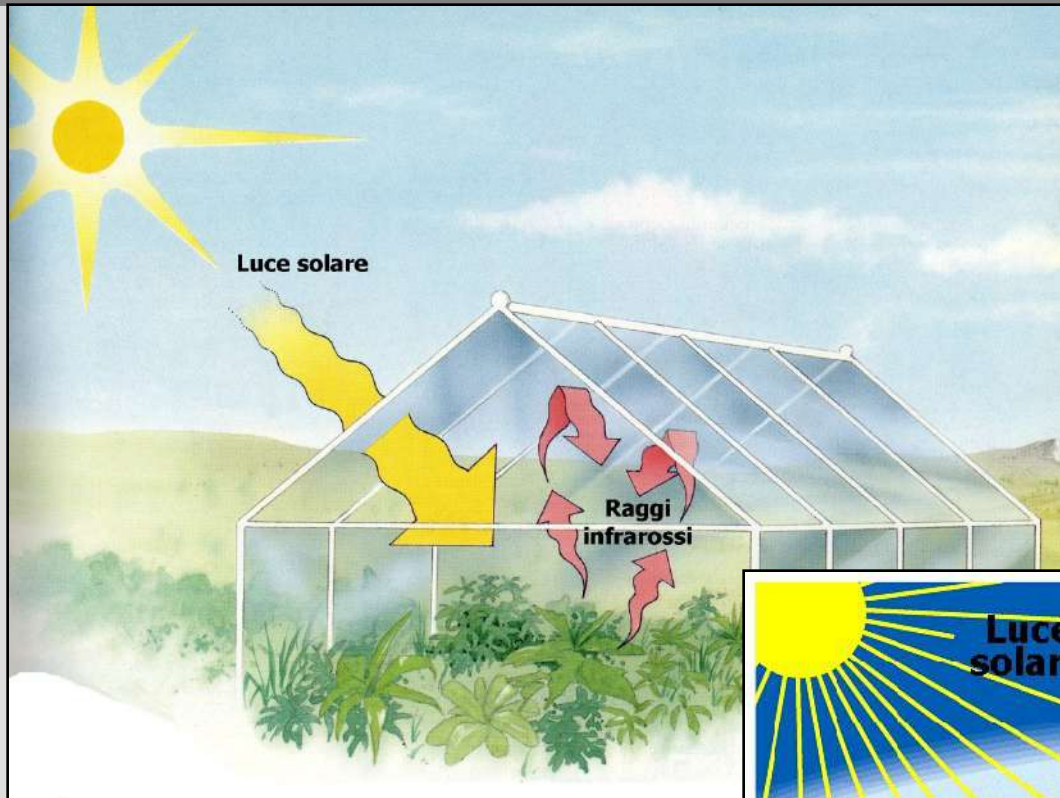
Fase di **RISERVA** delle sostanze inorganiche entro **SERBATOI** (*atmosfera, idrosfera e litosfera*)

# FLUSSI E TEMPI IN UN CICLO BIOGEOCHIMICO

Tra le due fasi **GEO** e **BIO** avvengono **SCAMBI DI MATERIA**,  
rappresentati da **FLUSSI**.

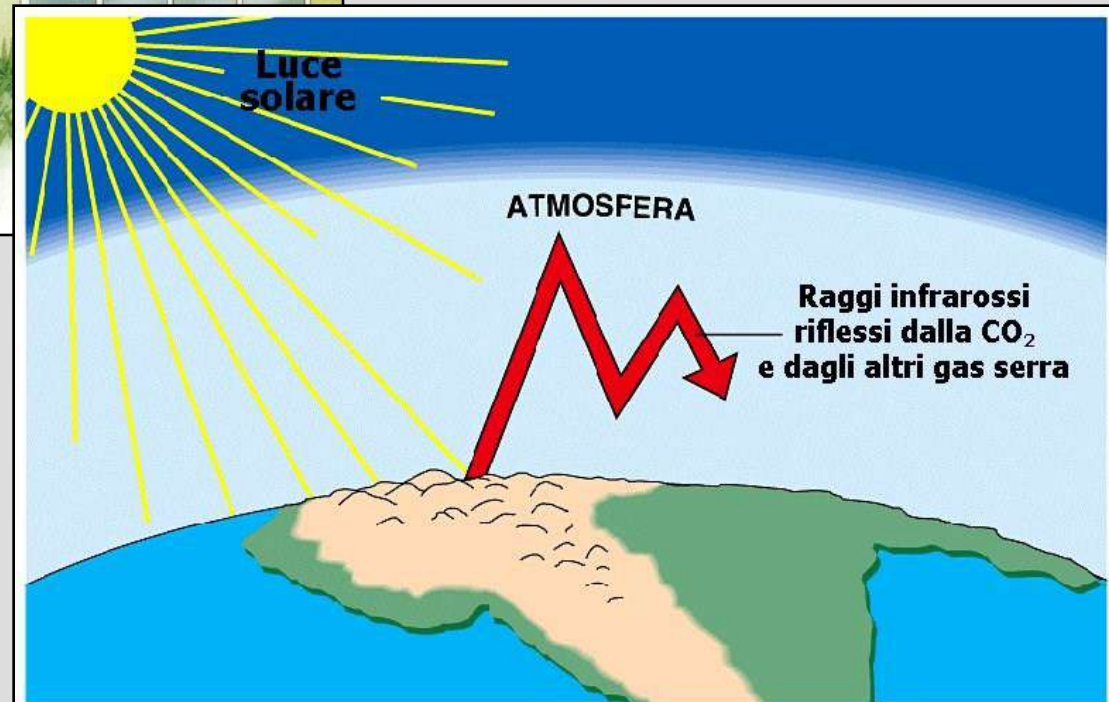
- le **SOSTANZE** *si muovono* da un **SERBATOIO** all'altro con una data **VELOCITÀ** (espressa in tonnellate/anno).
- le **SOSTANZE** *stazionano* in un **SERBATOIO** per un certo periodo di tempo prima di essere rimobilizzate, tale tempo (espresso in ore/giorni/mesi/anni) è detto **TEMPO DI RESIDENZA**. Per esempio, l'acqua nell'atmosfera ha un tempo di residenza medio di circa 11 giorni mentre la CO<sub>2</sub> che varia da 4 a 200 anni.
- le **SOSTANZE** *si rinnovano* in un **SERBATOIO** in un certo periodo di tempo mantenendo pressoché costante (in equilibrio dinamico) la quantità totale contenuta. Tale tempo (espresso in anni) è detto **TEMPO DI RINNOVAMENTO** (due scale temporali: biologiche e geologiche). Per es. l'acqua dell'oceano viene completamente rinnovata in media ogni 3200 anni.

# L'EFFETTO SERRA NATURALE



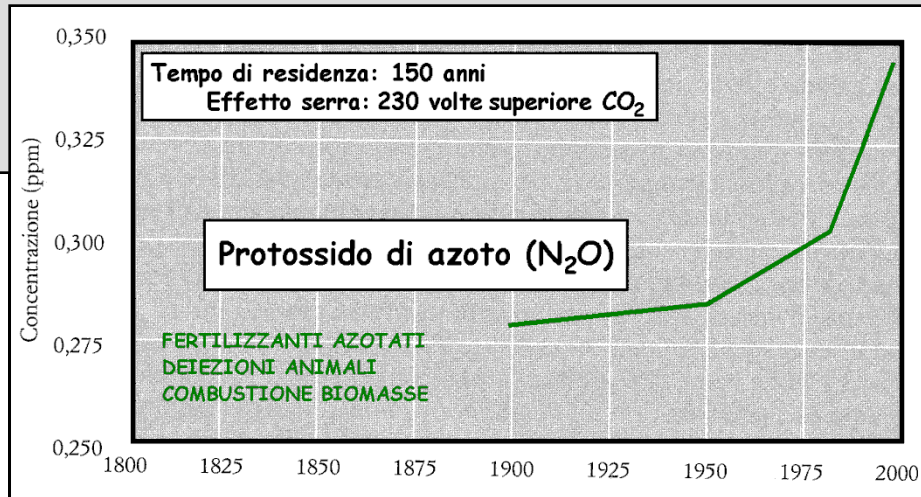
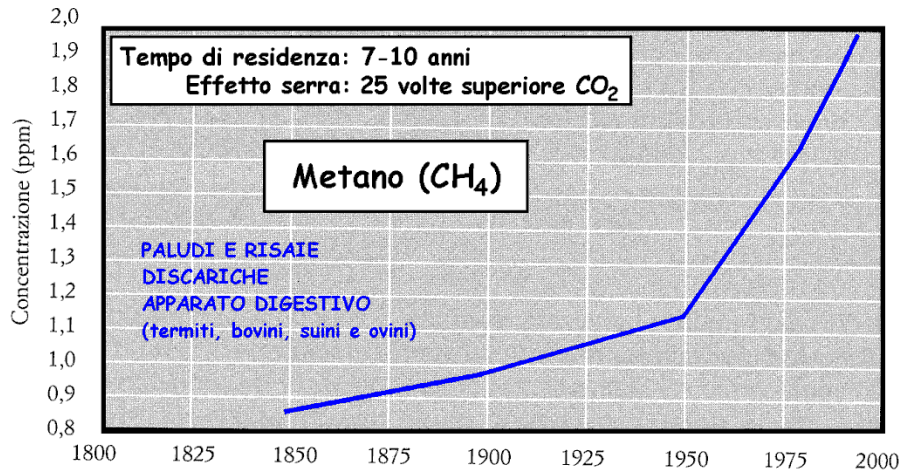
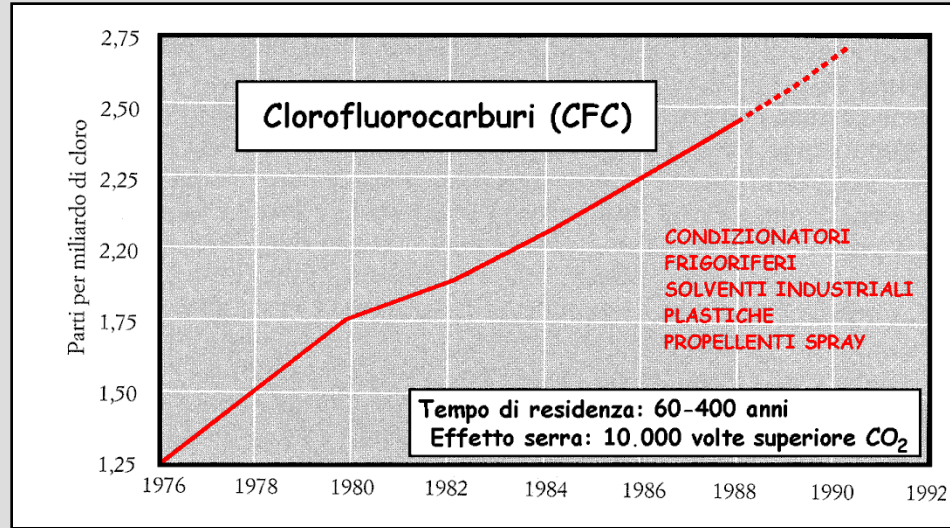
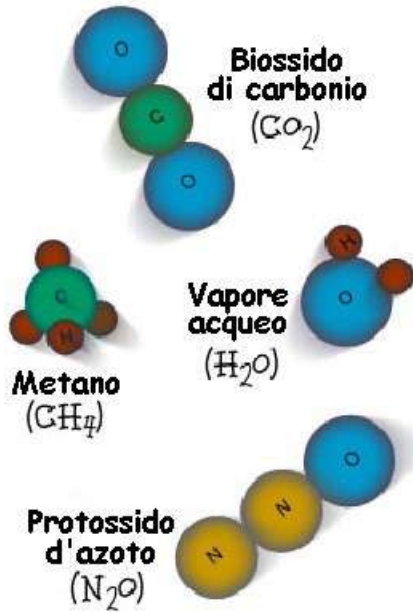
La **LUCE** passa attraverso il vetro della serra, viene assorbita dalle piante e dal suolo, il **CALORE** disperso si irradia sulle onde lunghe dell'**INFRAROSSO**. La radiazione a queste lunghezze d'onda viene assorbita e riflessa dai vetri e non fuoriesce dalla serra.

Allo stesso modo i **GAS SERRA** lasciano passare la **LUCE** che giunge sulla superficie terrestre e viene assorbita dalle piante, dal suolo, dall'acqua, ecc. I gas serra (con tre o più atomi) entrano in **RISONANZA** con le radiazioni infrarosse, assorbendo **CALORE** e riflettendolo al suolo.



# NON SOLO CO<sub>2</sub>...

## GAS SERRA



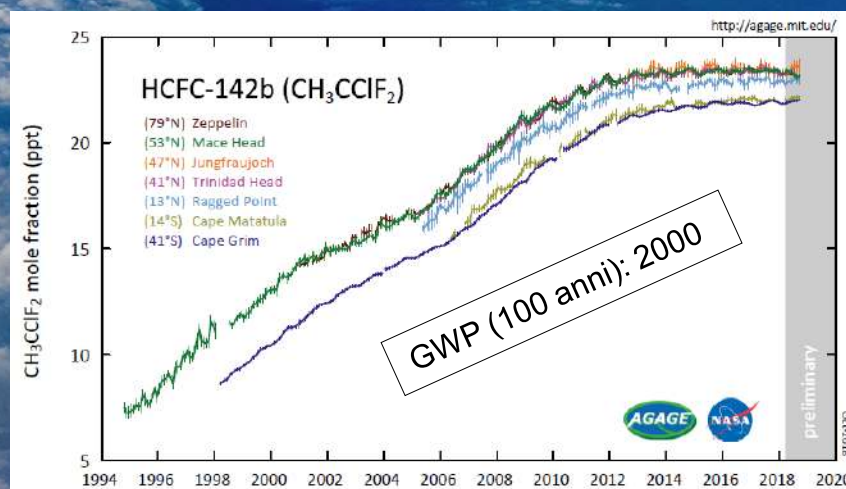


# CONCENTRAZIONI E *GLOBAL WARMING POTENZIAL* (GWP) DEI PRINCIPALI GAS SERRA

GAS	Tempo residenza atmosferico	Concentrazione	GWP (100 anni)
CO <sub>2</sub>	5-200 anni	415 ppm	1
CH <sub>4</sub>	8-12 anni	1870 ppb	28
N <sub>2</sub> O	114-120 anni	270 ppb	265
CFC-13	640 anni	2,7 ppt	13.900
SF <sub>6</sub>	> 50.000 anni	7,28 ppt	23.000

Fonte: IPCC Report (2019).

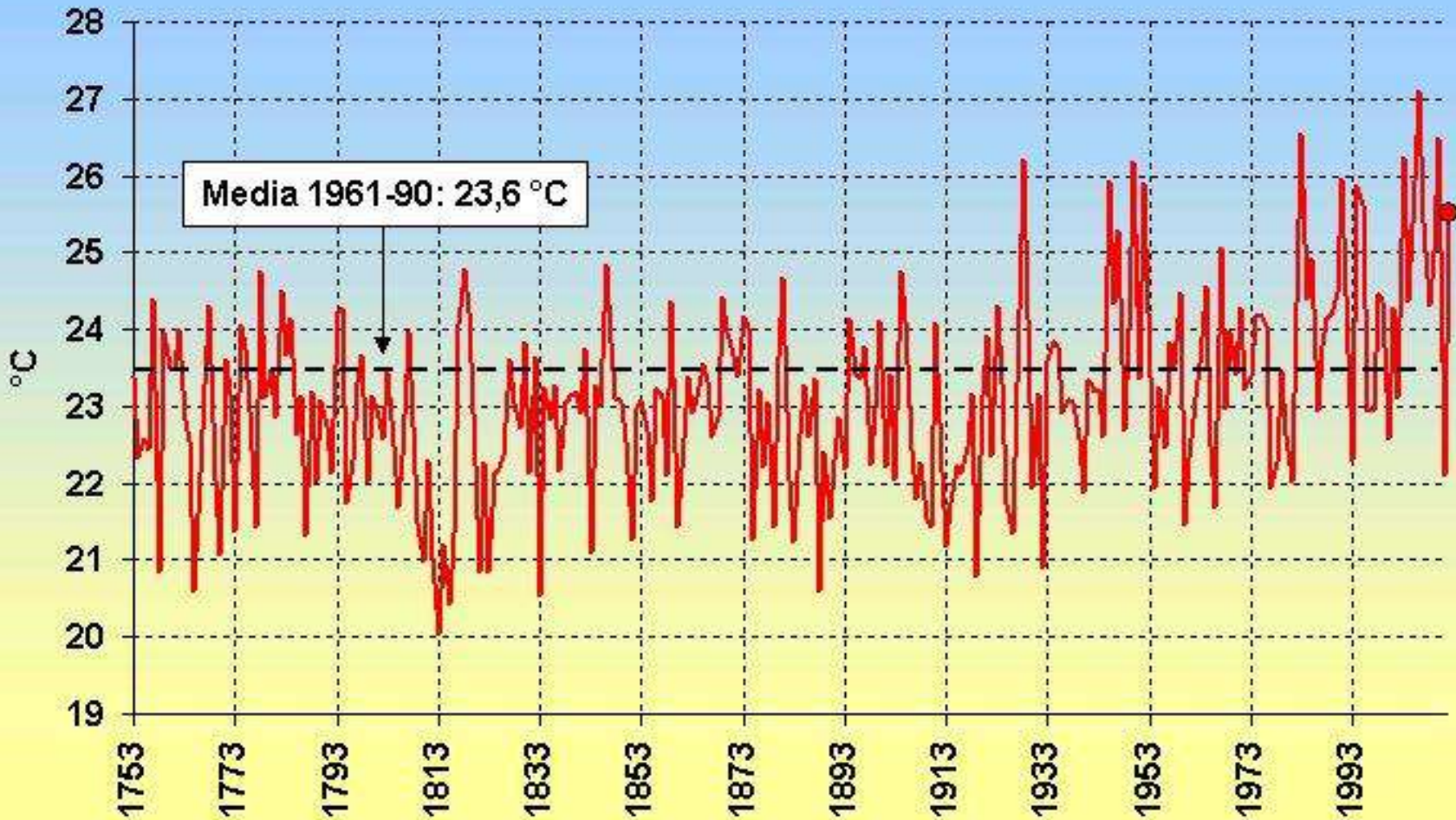
**Non tutti gas serra si comportano nello stesso modo: occorre tenere conto del **TEMPO DI RESIDENZA MEDIO** in atmosfera e del **POTENZIALE DI RISCALDAMENTO (GWP)** di ogni singolo gas. Gli effetti sul breve, medio e lungo periodo sono molto diversi.**



# L'AUMENTO DELL'EFFETTO SERRA ANTROPICO: I DATI...

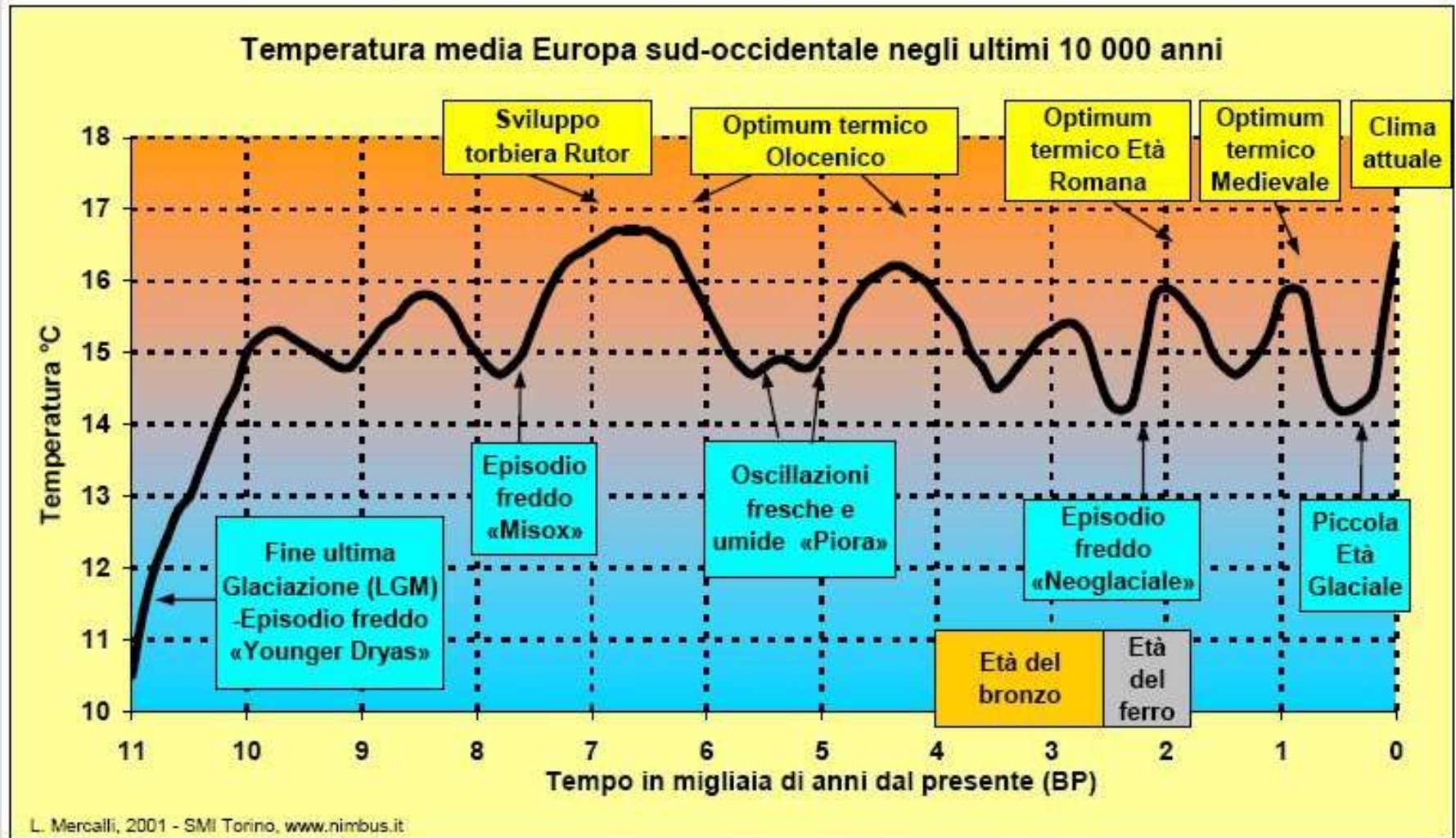
## GLI ULTIMI 260 ANNI A TORINO

Torino - Temperature medie di luglio (°C) dal 1753 al 2012



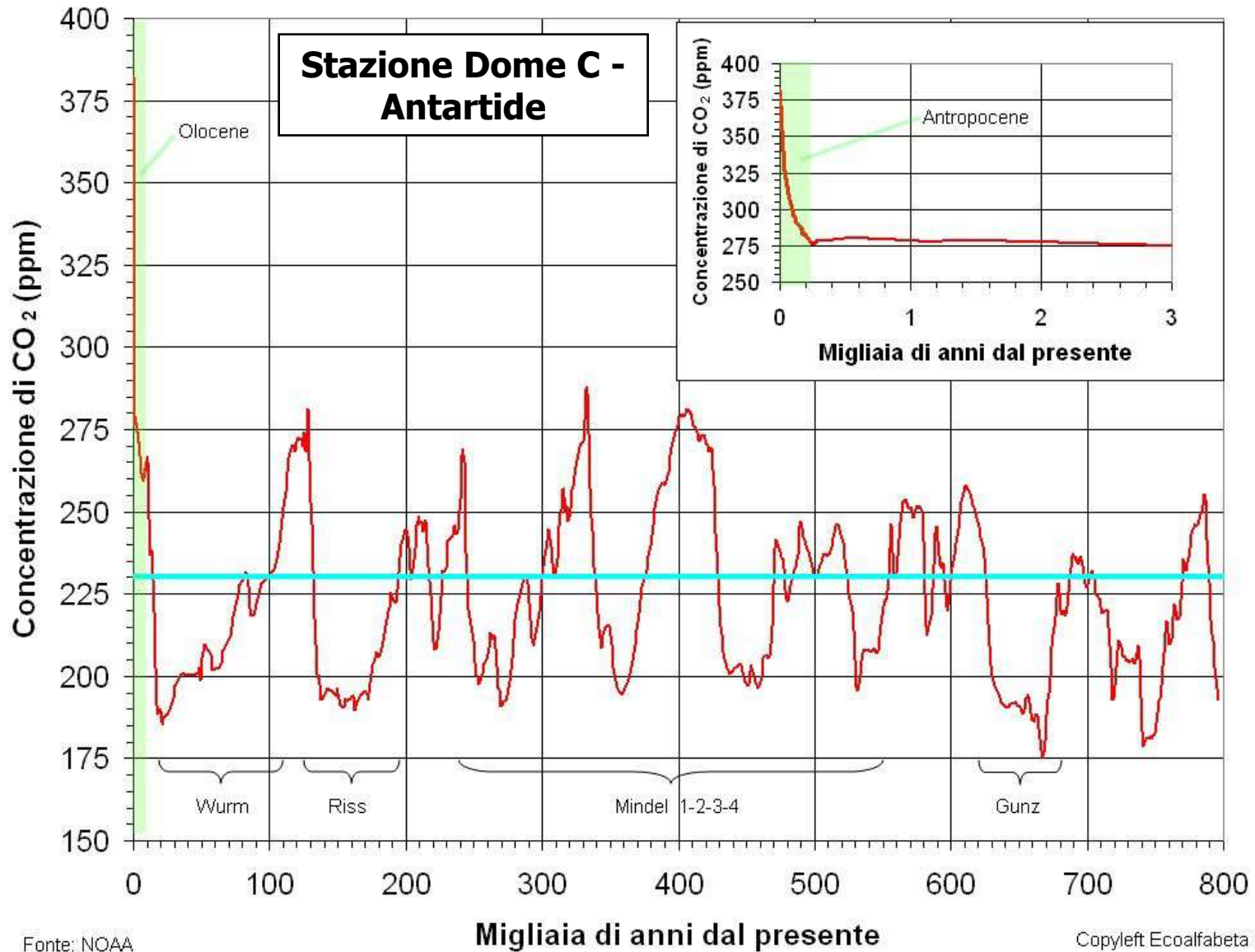
# L'AUMENTO DELL'EFFETTO SERRA ANTROPICO: I DATI...

## GLI ULTIMI 11.000 ANNI

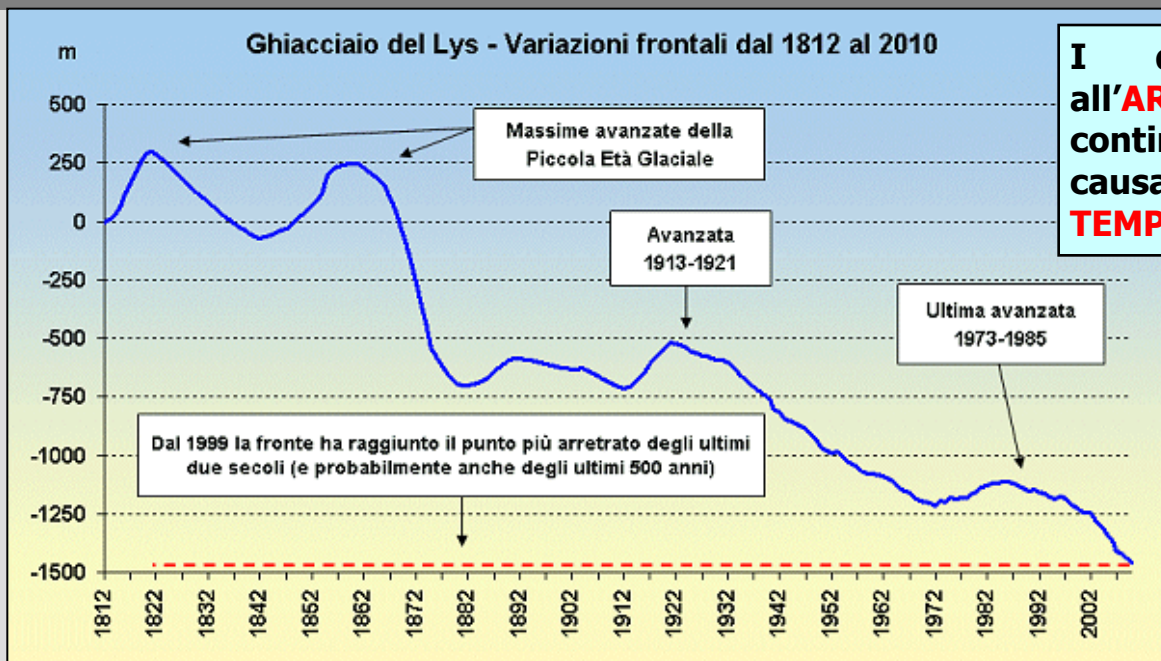


# L'AUMENTO DELL'EFFETTO SERRA ANTROPICO: I DATI...

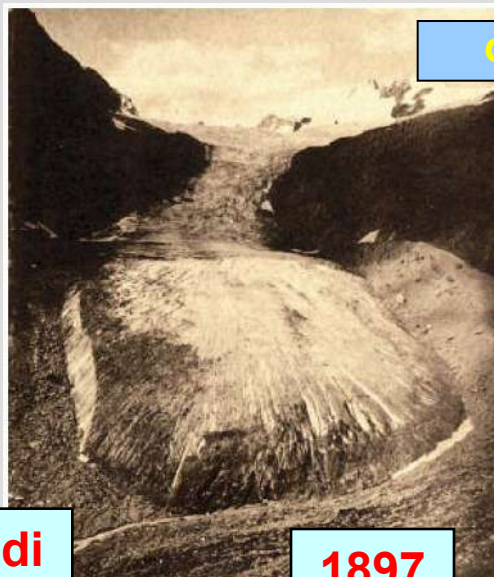
## La CO<sub>2</sub> in atmosfera negli ultimi 800.000 anni



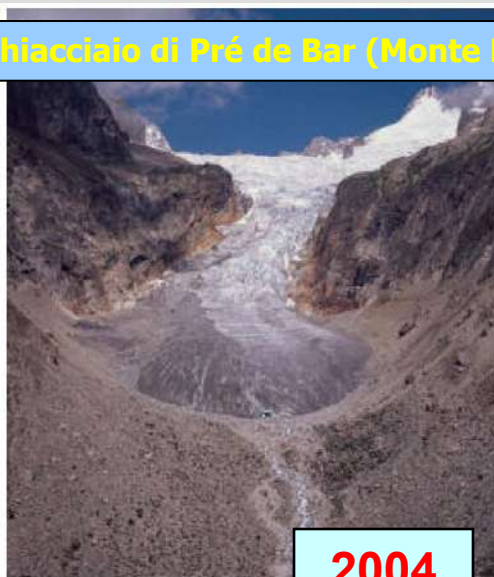
# UN EFFETTO EVIDENTE: L'ARRETRAMENTO GLACIALE



I dati mostrano una tendenza all'**ARRETRAMENTO (FUSIONE)** pressoché continua nel corso degli ultimi 200 anni, causata da un **AUMENTO DELLE TEMPERATURE MEDIE**.



1897



2004



2012

Arretramento di circa 750 m

Ghiacciaio di Prè de Bar (Monte Bianco)

# UN CAMBIO DI SCALA TEMPORALE PREOCCUPANTE

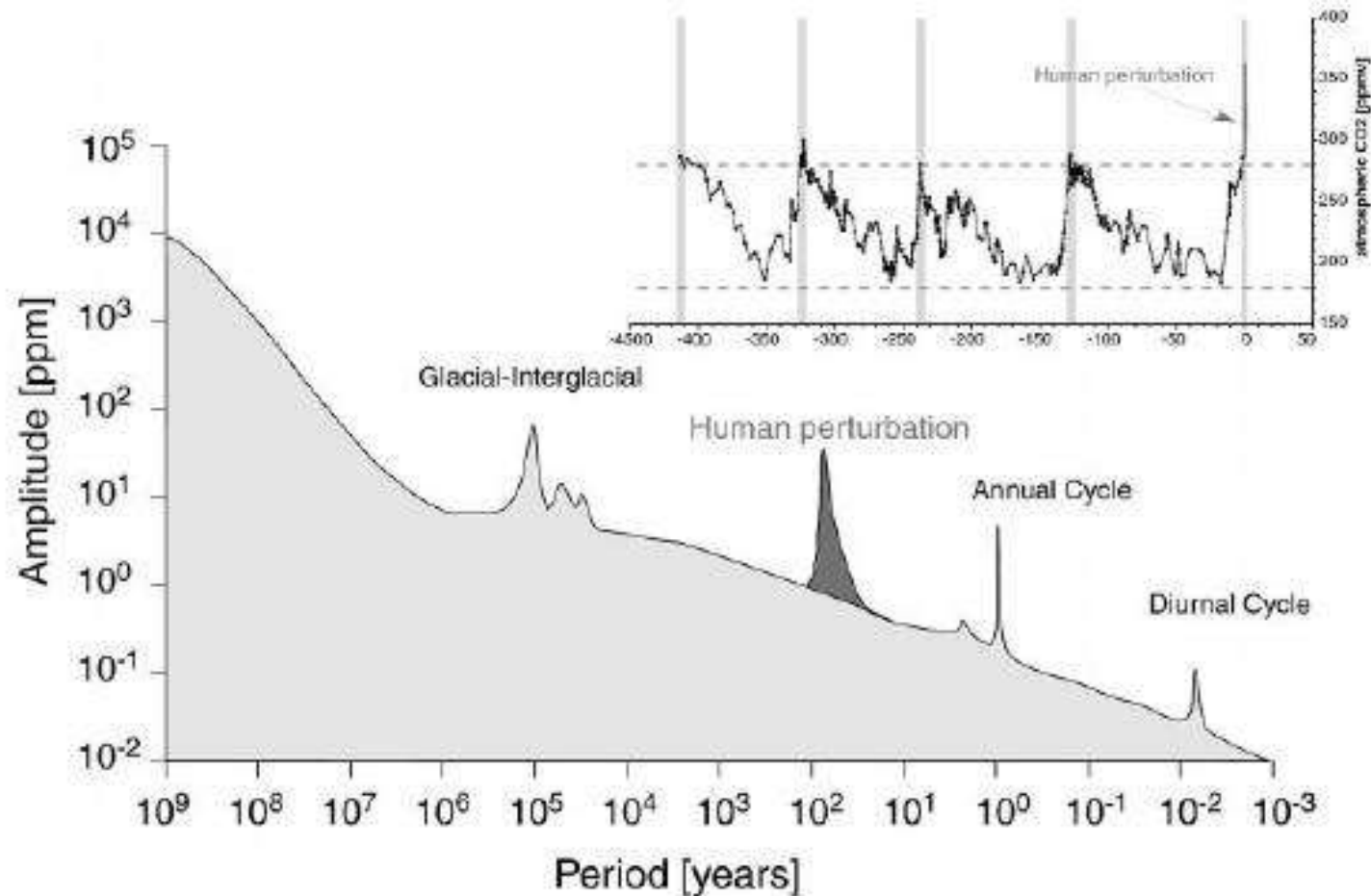
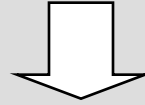


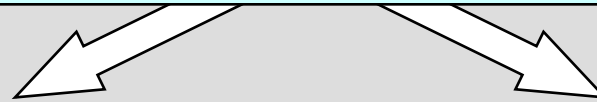
Fig. 2. Schematic variance spectrum for CO<sub>2</sub> over the course of Earth's history. Note the impact of human perturbations on the decade-to-century scale. (Inset) Changes in atmospheric CO<sub>2</sub> over the past 420,000 years as recorded in the Vostok ice, showing that both the rapid rate of change and the increase in CO<sub>2</sub> concentration since the Industrial Revolution are unprecedented in recent geological history.

# EFFETTI GLOBALI ED EFFETTI LOCALI

L'aumento della **CONCENTRAZIONE** dei **GAS SERRA** ha provocato un **AUMENTO DELLA TEMPERATURA MEDIA MONDIALE** di **0,7 - 1 °C...**



Ciò comporta un **AUMENTO dello STATO ENERGETICO** del sistema atmosfera con delle ripercussioni sugli **EFFETTI CLIMATICI** regionali e globali.



**Aumento della  
SICCITÀ**

**Aumento dell' INTENSITÀ dei  
FENOMENI ATMOSFERICI**

- Riduzione dei suoli coltivabili
- Aumento dell'evaporazione al suolo  
(*retroazione positiva*)
- Desertificazione
- Aumento di incendi  
(*retroazione positiva*)
- Arretramento dei ghiacciai e fusione delle calotte
- Aumento del livello marino → Allagamenti costieri
- Riscaldamento degli oceani → Distruzione delle barriere coralline  
→ Riduzione delle correnti marine

- Aumento delle precipitazioni intense  
→ Alluvioni gravi
- Aumento delle aree tropicali allagate  
→ Diffusione della malaria
- Intensificazione di tempeste e cicloni tropicali
- Aumento di investimenti per prevenzione
- Aumento dei costi assicurativi e dei risarcimenti danni
- Elevata erosione  
→ Asportazione di suolo

**Gli EFFETTI CLIMATICI a scala regionale NON SONO IN CONTRADDIZIONE tra loro**

# LE EVIDENZE ATTUALI DEI CAMBIAMENTI CLIMATICI



**Danni provocati dall'Uragano Dorian (Bahamas - 2019)**



Polar bear forages on dry ground, Barrow AK. © 2002 Braasch

**Orso polare sul fango (fusione della calotta artica – Barrow Alaska)**



GREAT BARRIER REEF  
BLEACHED CORAL © GBRMPA

**Distruzione della barriera corallina (innalzamento termico)**



Bangladesh

© 2005 Gary Braasch

**Erosione costiera a causa delle mareggiate (Bangladesh)**



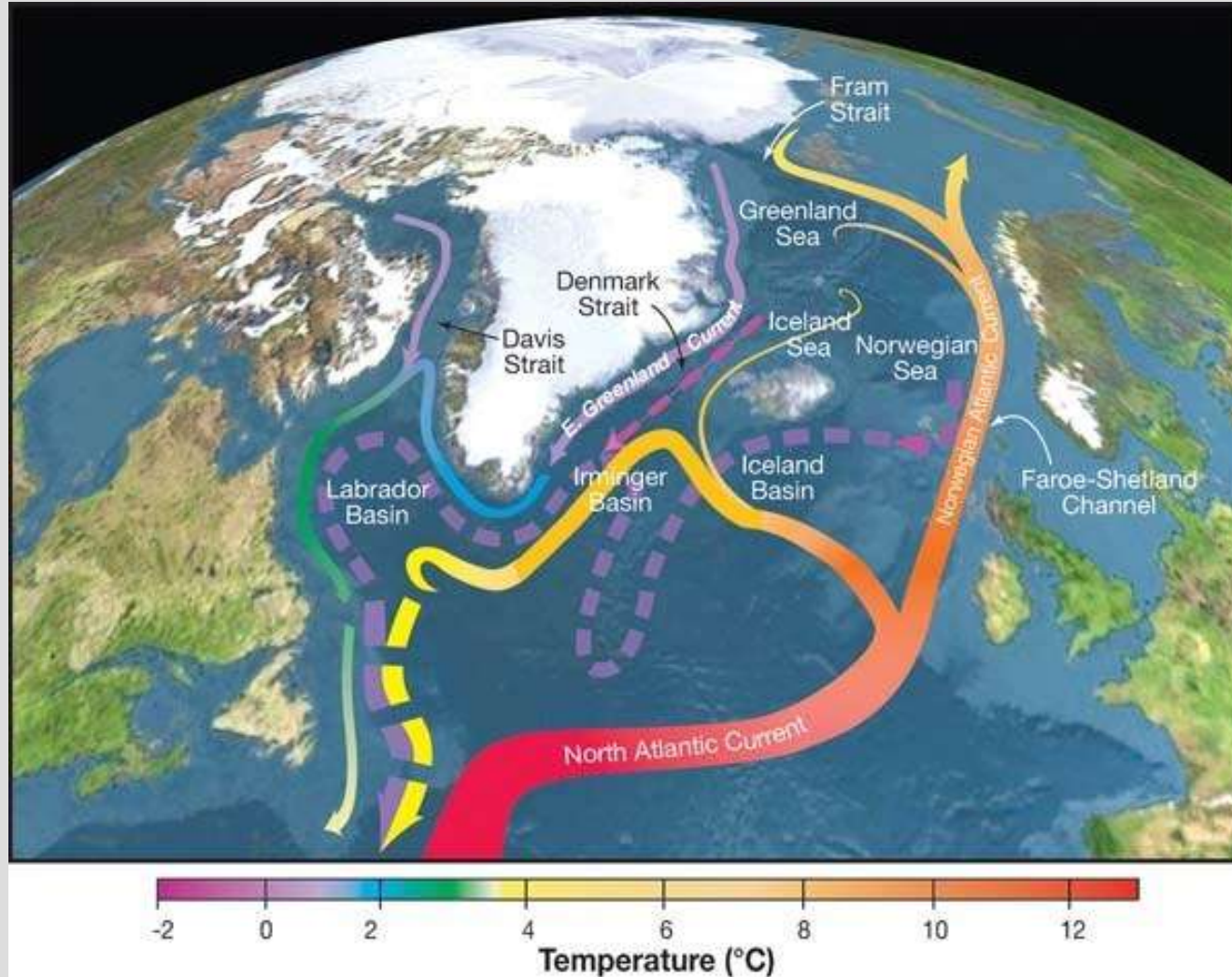
TUVALUAN KIDS HANG OUT AS EXTRA HIGH TIDE FLOODS NEIGHBORHOOD.  
© 2005 GARY BRAASCH, WORLD VIEW OF GLOBAL WARMING

**Innalzamento del livello marino (Arcipelago Tuvalu, Oceano Pacifico)**

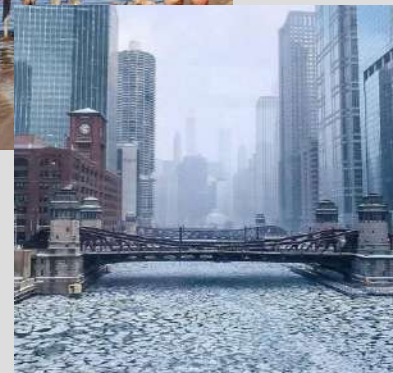


# EFFETTI SINERGICI IN UN SISTEMA COMPLESSO

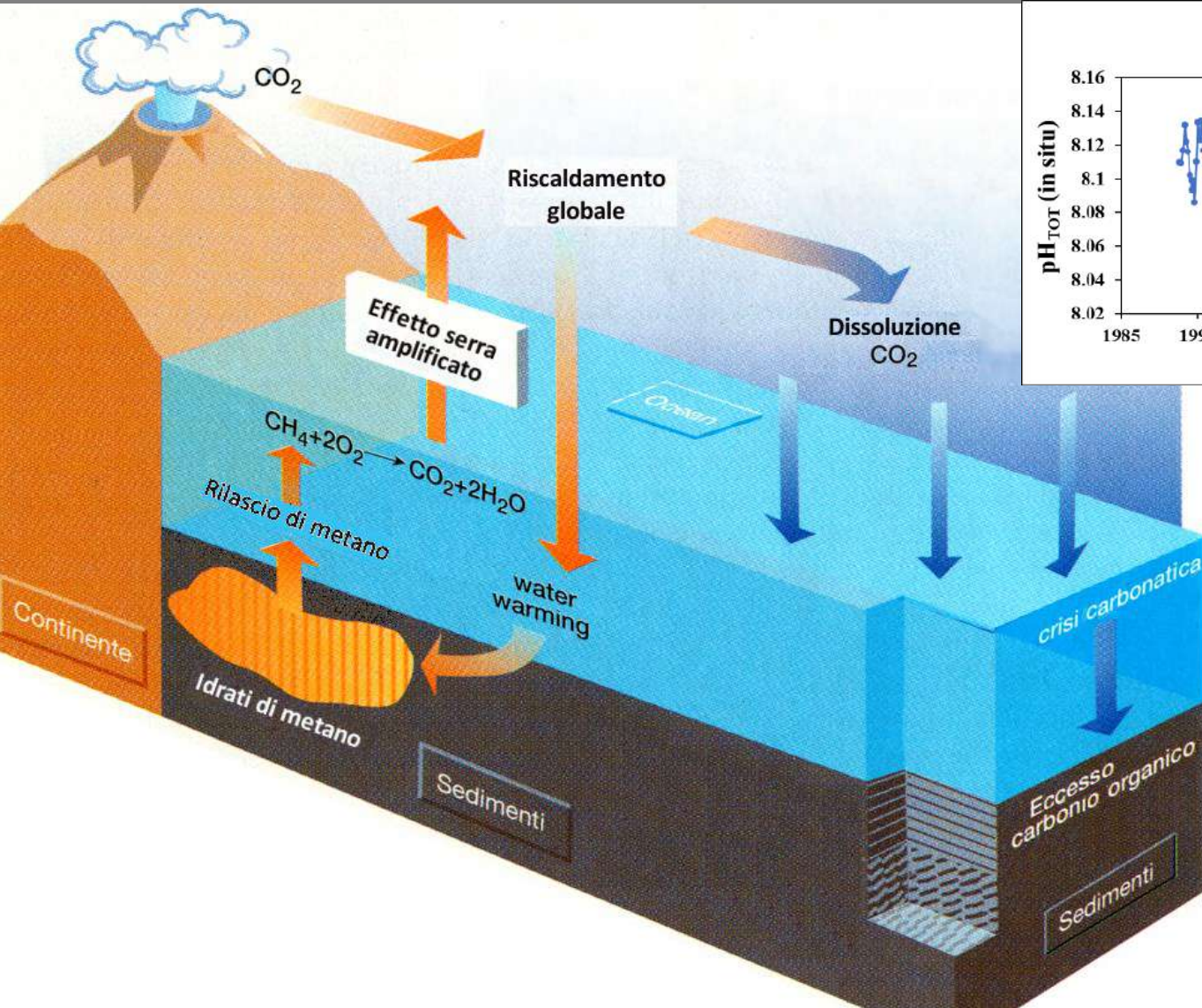
L'aumento della **FUSIONE** di masse glaciali continentali e di pack artico sta provocando un maggiore **AFFLUSSO DI ACQUE DOLCI E FREDE** nell'Atlantico innescando una **VARIAZIONE NELLA CIRCOLAZIONE** (AMOC *Atlantic meridional overturning circulation*) della Corrente del Golfo.



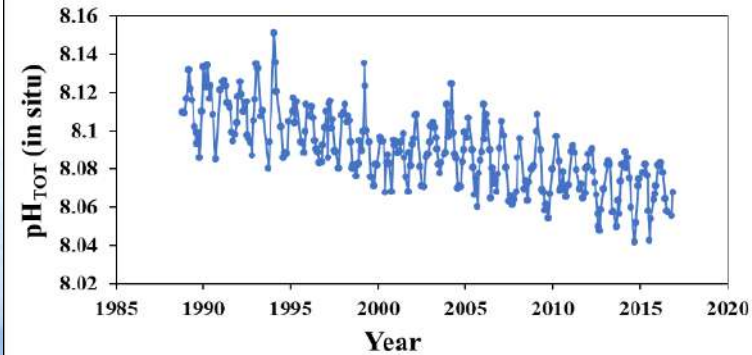
Ciò comporta **EFFETTI CLIMATICI ESTREMI** che **NON SONO IN CONTRADDIZIONE** tra loro: permanenza di **ANTICICLONI ESTIVI CALDI** sul Nord Europa e **INVERNI RIGIDI** sulle coste del Nord America



# EFFETTI SINERGICI IN UN SISTEMA COMPLESSO



Hawaii Ocean Time-series



Fonte: WMO (2019).



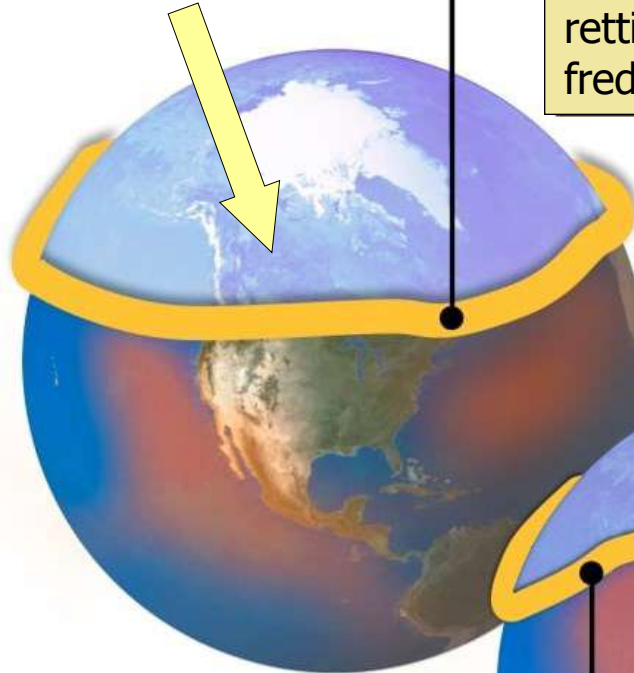
La dissociazione degli **IDRATI DI METANO** sui fondali marini indotta dall'**ACIDIFICAZIONE DELLE ACQUE OCEANICHE** ad opera della CO<sub>2</sub>, **AMPLIFICA ULTERIORMENTE** l'effetto serra (retroazione positiva).

# LA VARIAZIONE DELLE CORRENTI A GETTO

L'interazione tra i sistemi **ATMOSFERA** e **OCEANO** fa sì che le **CELLE DI HADLEY** modifichino i loro flussi e che, di conseguenza, le **CORRENTI A GETTO** siano più instabili.

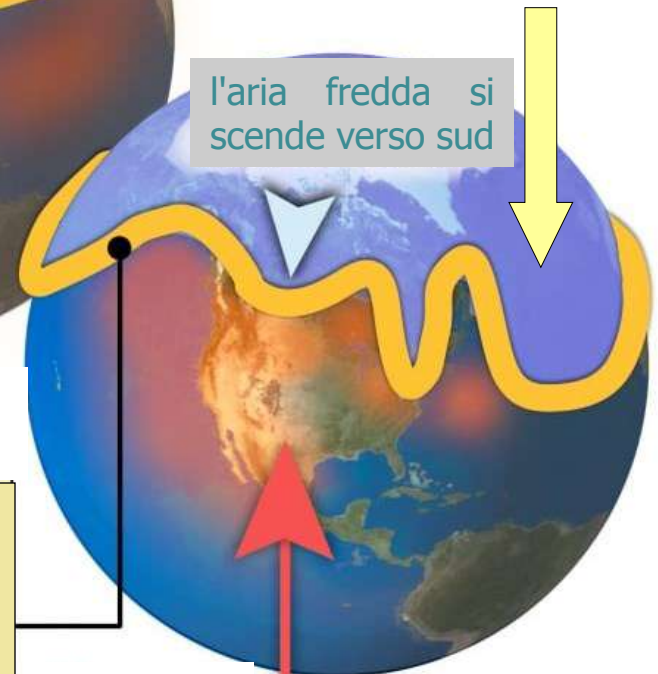
Gli effetti di tali perturbazioni generano **SACCHE DI ARIA FREDDA** che scendono dall'emisfero boreale verso i tropici e **SACCHE DI ARIA CALDA** che salgono verso nord.

Corrente a getto stabile



Una corrente a getto stabile ha un percorso più rettilineo e mantiene il freddo verso i poli.

Corrente a getto instabile



l'aria fredda si scende verso sud

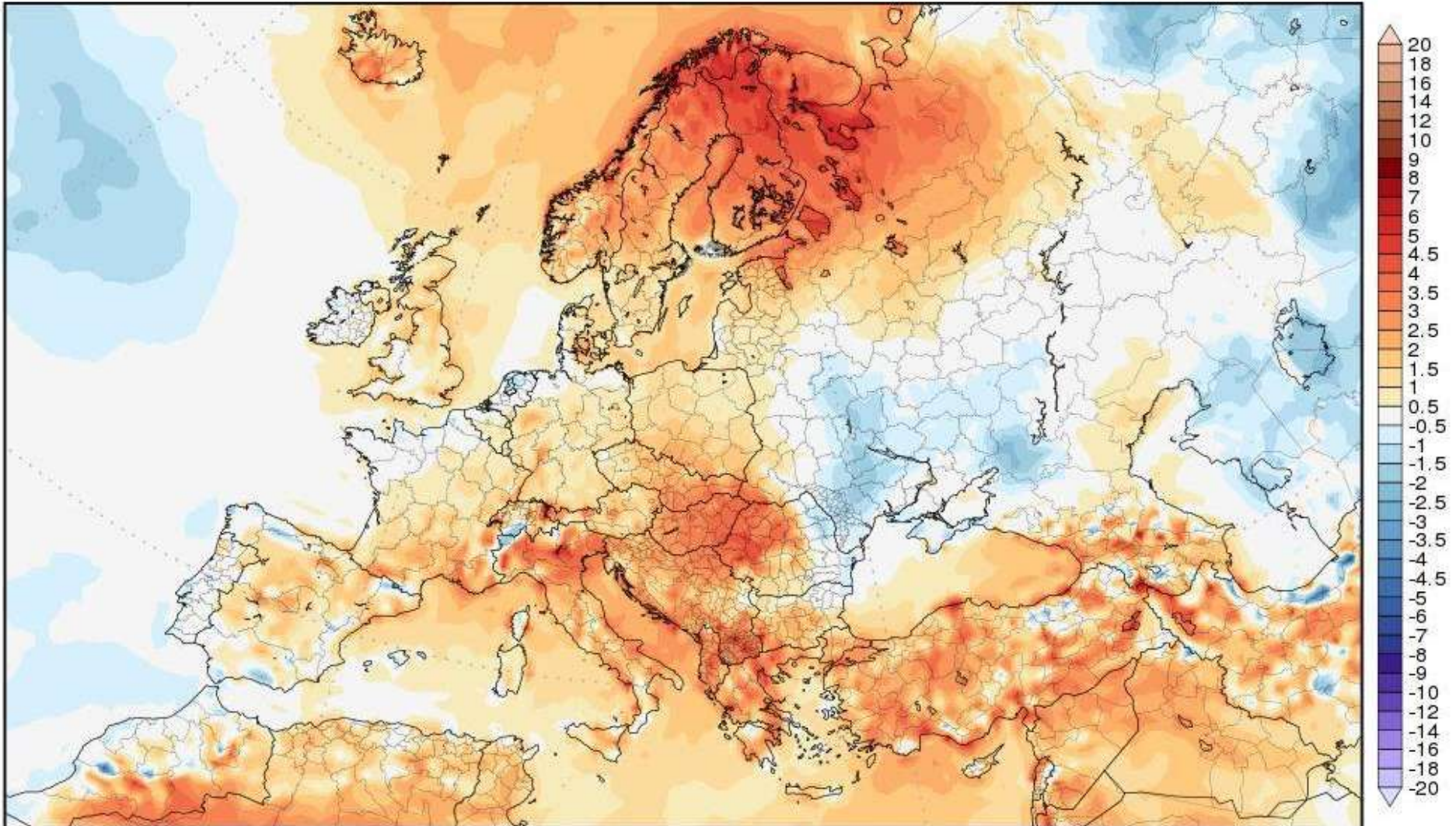
l'aria calda si sposta verso nord

Una corrente a getto più instabile ha un percorso più ondulato e provoca un estremizzazione degli eventi atmosferici a sud e a nord.

# ANOMALIE TERMICHE DI NOVEMBRE 2018

NCEP GFS forecast vs CFSR reanalysis @0.5deg  
Run: 30 Nov 2018 18z

Monthly mean Nov 2018  
Complete



Anomaly D: 0.932K

F: 1.102K

UK: 1.098K

E: 0.908K

# LA VARIAZIONE DELL'ALBEDO

## Albedo di varie superfici:

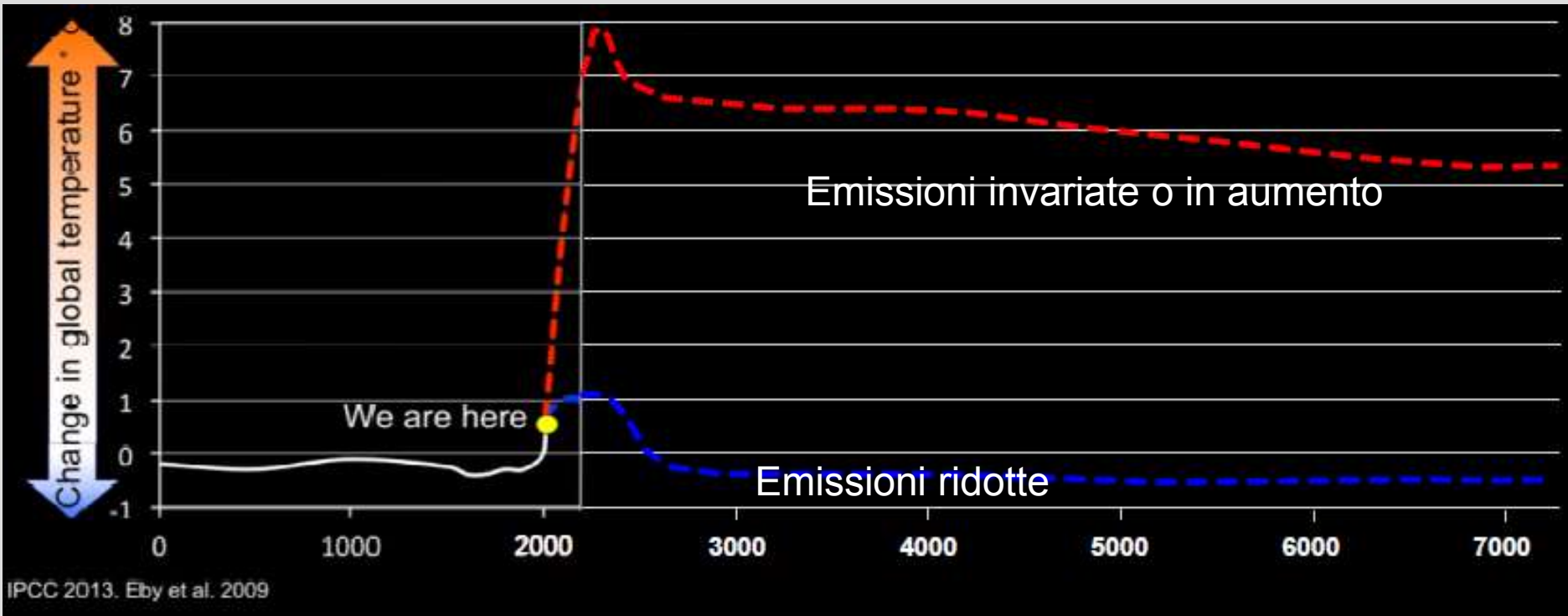
- NEVE: 0,9 ÷ 0,8
- GHIACCIO : 0,7 ÷ 0,5
- PRATO: 0,25
- SUOLO SCURO: 0,2 ÷ 0,1
- FORESTA: 0,1
- ASFALTO: 0,1 ÷ 0,05
- ACQUA: 0,06

1: riflessione totale

0: assorbimento totale

L'**ALBEDO** indica il potere riflettente di una superficie. La modificazione dell'albedo influisce sulla **QUANTITÀ DI CALORE ASSORBITA DAL SUOLO**. Tali variazioni dipendono dalle **CARATTERISTICHE DEL SUOLO** e dall'**USO** che se ne fa.

# UN ALTRO PROBLEMA: LO SFASAMENTO TEMPORALE



La **DURATA DEL CAMBIAMENTO** è maggiore del suo **TEMPO DI INNESCO** (poche decine di anni *versus* migliaia). In altre parole, il riscaldamento avviene velocemente mentre il raffreddamento, come meccanismo di retroazione negativa indotto dal sistema, agisce in tempi dell'ordine delle migliaia di anni.

# LE "BIG FIVE" E LA SESTA ESTINZIONE DI MASSA



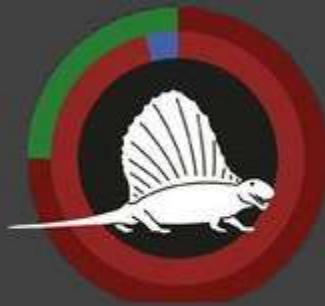
I estinzione:

Ordoviciano-Siluriano  
(450-440 milioni di anni fa)



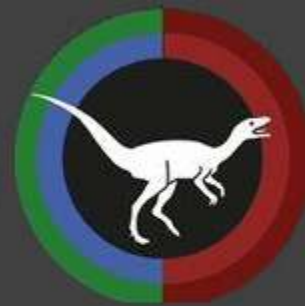
II estinzione:

Devoniano superiore  
(375-360 milioni di anni fa)



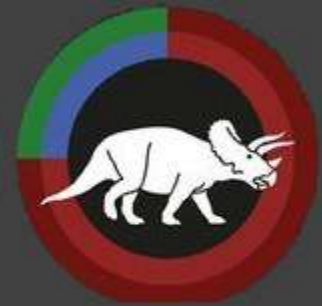
III estinzione:

Permiano-Triassico  
(251 milioni di anni fa)



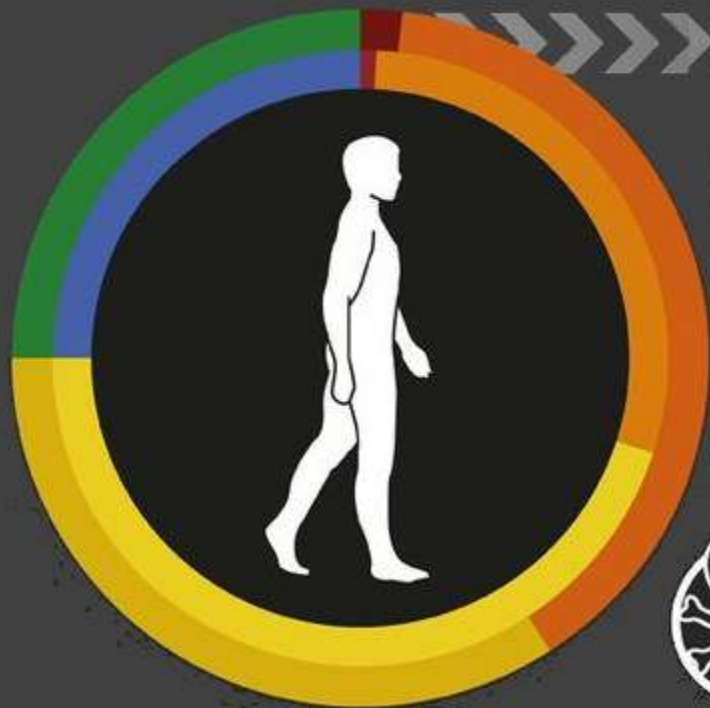
IV estinzione:

Triassico- Giurassico  
(205 milioni di anni fa)



V estinzione:

Cretaceo-Paleogene  
(65 milioni di anni fa)



VI estinzione: sta avvenendo ad opera *dell'Homo sapiens*



Gli ecosistemi  
sono fragili



Gli ecosistemi  
hanno valore



Noi dipendiamo  
dagli ecosistemi

- Specie marine che sopravvivono o che non sono immediatamente minacciate di estinzione
- Specie terrestri che sopravvivono o che non sono immediatamente minacciate di estinzione
- Specie che si estinguono subito
- Specie minacciate di estinzione
- Specie che si estingueranno nei prossimi 100-500 anni

# I PUNTI DI NON RITORNO (*Tipping points*)

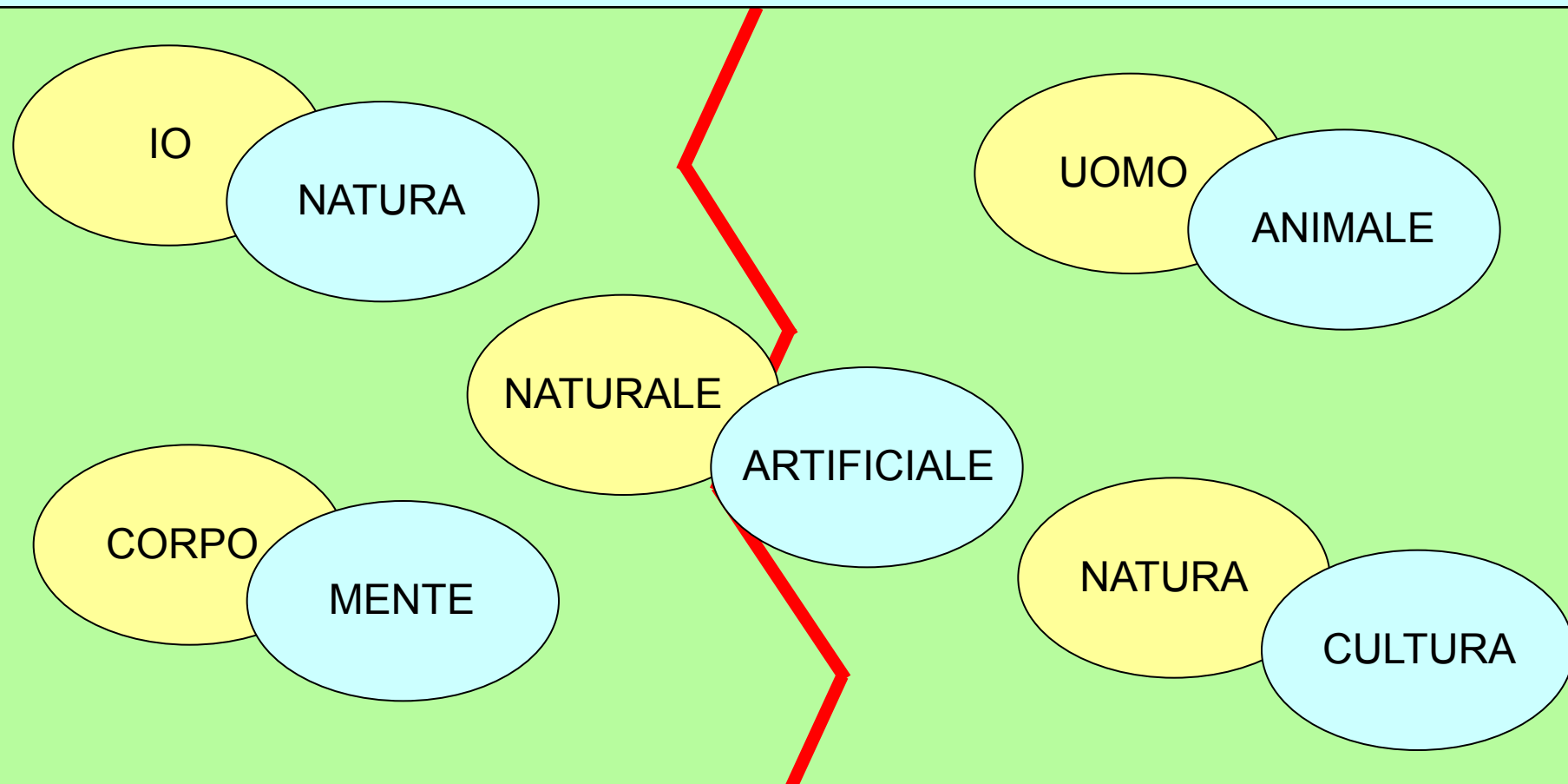
In questi ultimi anni sono state raccolte molte prove sull'esistenza di **PUNTI DI NON RITORNO** e degli **EFFETTI DOMINO** esistenti.





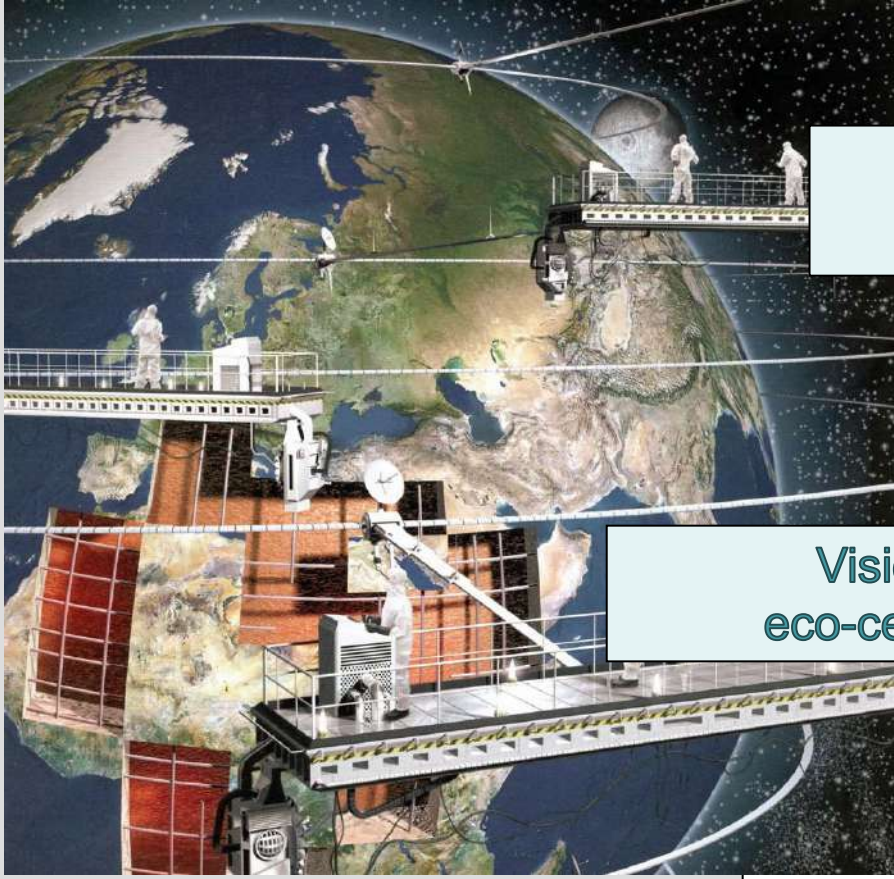
# ALLORA CHE FARE? ... COME CAMBIARE ATTEGGIAMENTO?

I problemi del nostro tempo e della nostra società nascono *in primis* da **CONTRAPPOSTI DUALISMI CULTURALI** e da eccessive **SEMPLIFICAZIONI**:



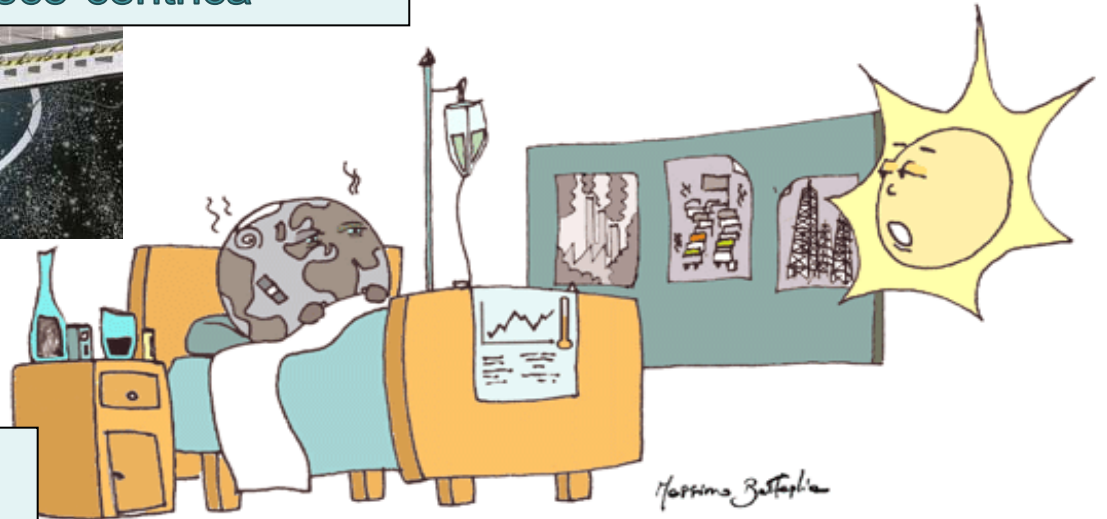
Occorre cambiare l'approccio didattico alle scienze, evitando rigide separazioni tra discipline. E' necessario ripartire da riflessioni filosofiche, etiche e scientifiche, ripensando alla nostra posizione nel mondo. E ciò va fatto, lavorando principalmente sui fattori emotivi che possono spingerci ad un cambiamento.

# LA RELAZIONE UOMO-NATURA: UN *CONTINUUM* FRA DUE ESTREMI ...



**Visione  
antropocentrica**

**Visione  
eco-centrica**



**Visione  
geocentrica**

- Le radiografie parlano chiaro: è un brutto caso da Homo sapiens....Coraggio passerà presto! -

# I LIMITI DELLA DIDATTICA TRADIZIONALE

**Scarsa  
motivazione  
all'apprendimento**

**Mancanza  
di una visione  
sistemica e  
temporale**

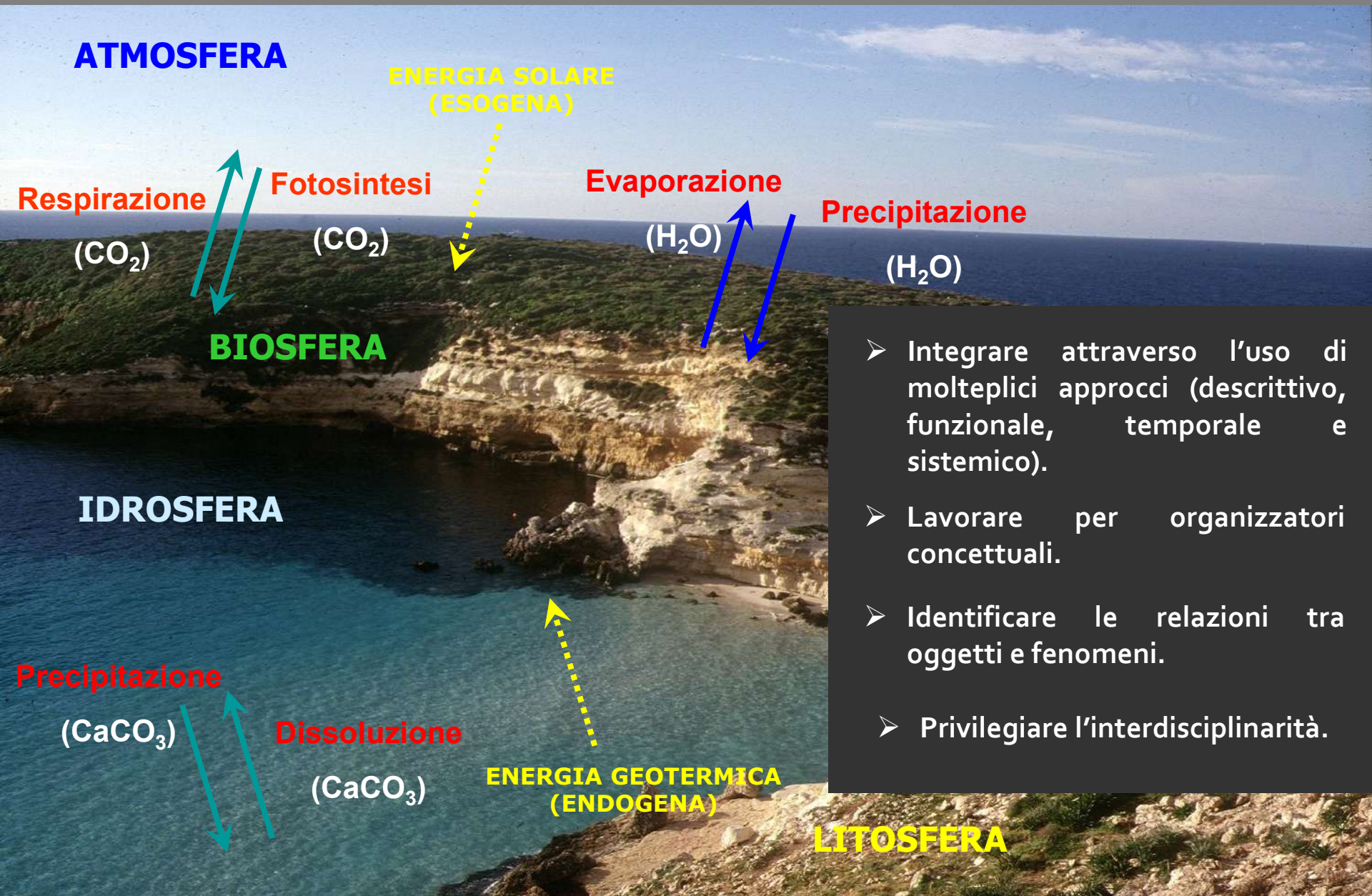
**Eccessivo  
nozionismo  
disciplinare**

**Scarsa  
attinenza con  
il quotidiano**

**Distacco  
dai contesti  
naturali**

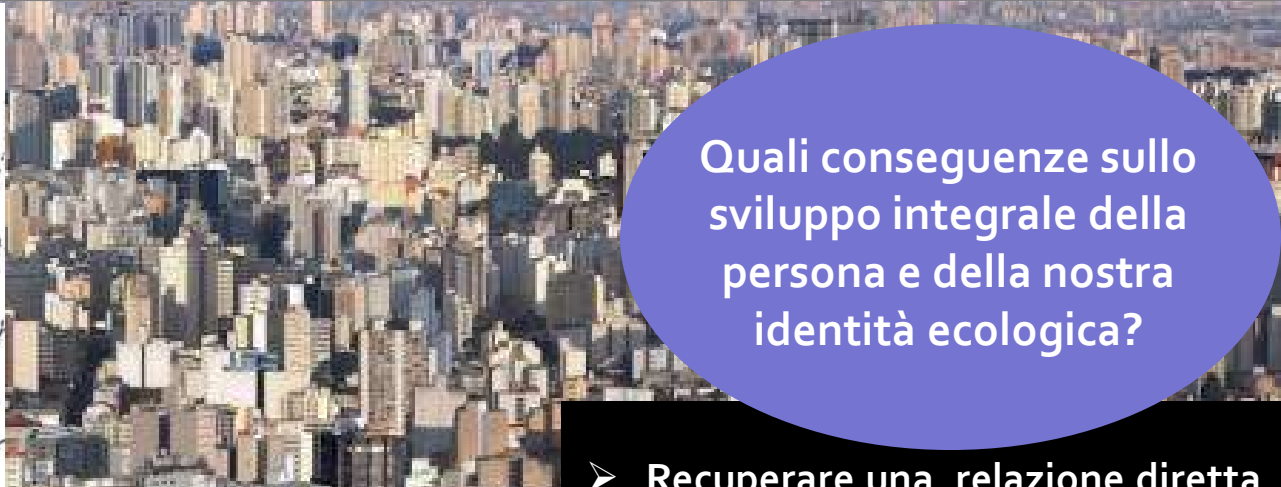
**Teoria  
*versus*  
Pratica**

# ECCESSIVO NOZIONISMO E MANCANZA DI RELAZIONI E DIVISIONE SISTEMICA

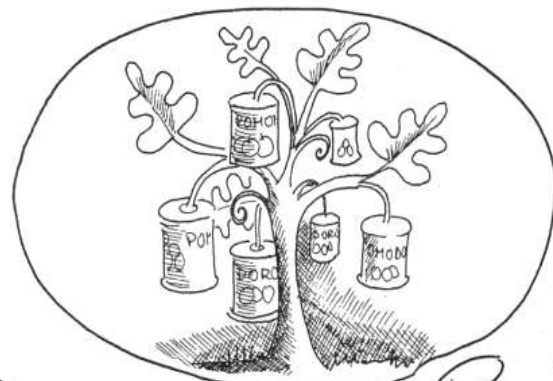


- Integrare attraverso l'uso di molteplici approcci (descrittivo, funzionale, temporale e sistemico).
- Lavorare per organizzatori concettuali.
- Identificare le relazioni tra oggetti e fenomeni.
- Privilegiare l'interdisciplinarietà.

# SCARSA ATTINENZA CON IL QUOTIDIANO E DISTACCO DAI CONTESTI NATURALI



Quali conseguenze sullo sviluppo integrale della persona e della nostra identità ecologica?

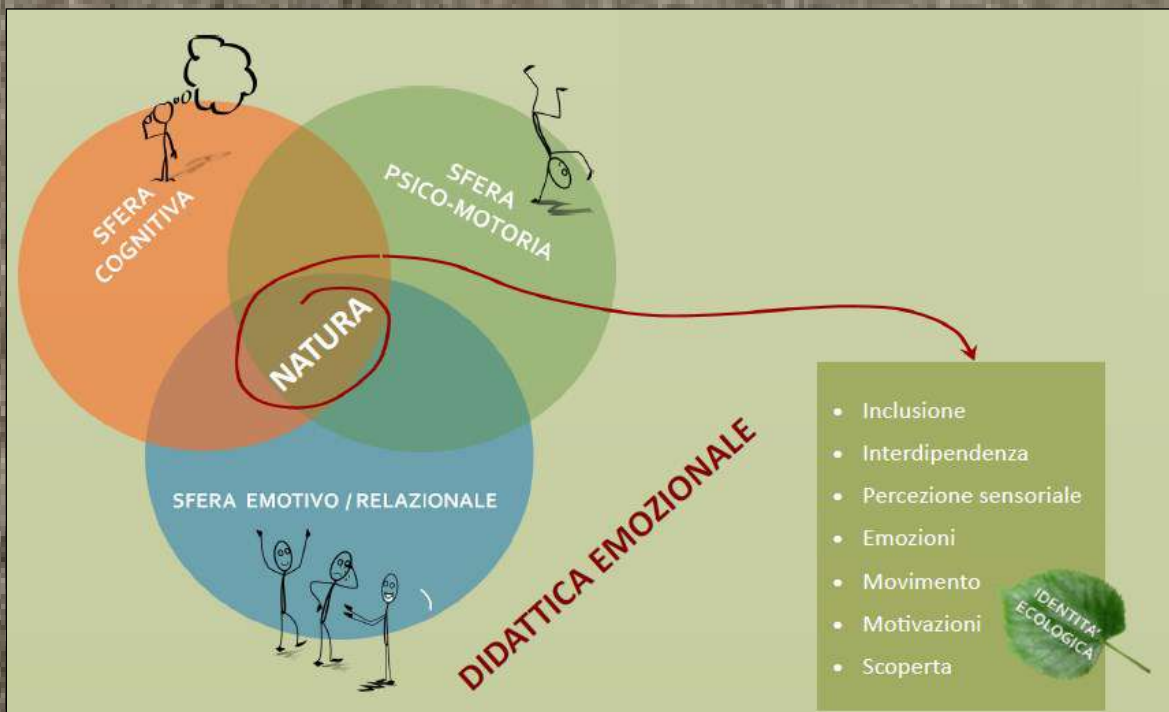


OGGI LA MAESTRA CI HA SPIEGATO CHE I POMODORI DEL SUPERMERCATO CRESCONO SU UNA PIANTA...



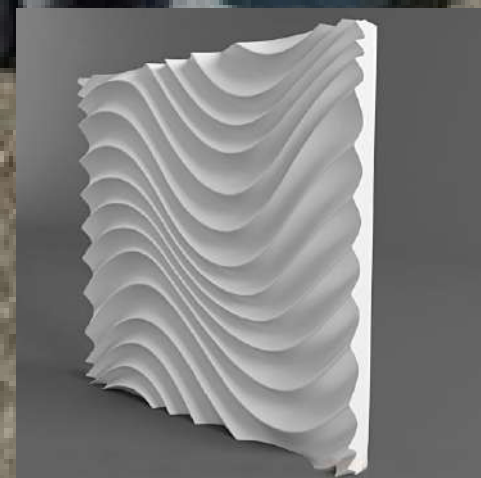
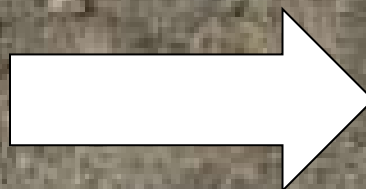
- Recuperare una relazione diretta con la natura.
- Conoscere il territorio attraverso esperienze dirette e vicine al quotidiano.
- Percorrere i territori attraverso la camminata come atto educativo.
- Ricollegare i prodotti utilizzati con le risorse naturali di provenienza.
- Sviluppare autonomia e educare al rischio

# GENERARE MOTIVAZIONE ALL'APPRENDIMENTO



- Realizzare una didattica emozionale
- Coinvolgere in modo attivo lo studente attraverso l'uso di tutti i sensi percettivi
- Transdisciplinarietà: Arte/Estetica/Ecologia

L'APPROCCIO ESTETICO (da αἰσθητικός *aisthetikós*) implica il coinvolgimento di tutti i sensi tesi alla percezione



# TEORIA *VERSUS* PRATICA



- *Pratica versus* Teoria (Rousseau, Pestalozzi, Frobel, Montessori, Dewey, Ingold, ...).
- Educare all'attenzione (Masschelein).
- Organizzare escursioni/esperienze motivazionali ad inizio anno.

## ... PRIMA L'ESPERIENZA

- ✓ Scoperta diretta e manipolazione
- ✓ Mettersi in gioco in prima persona
- ✓ Esperienza / riflessione / formalizzazione
- ✓ Dimensione di gruppo

# FAVORIRE APPROCCI TEMPORALI

La Terra prima di noi



- Riflettere sui tempi dei processi, mettendoli a confronto.
- Immaginare scenari del passato e del futuro, a breve (tempi biologici) e lungo termine (tempi geologici)

La Terra con noi

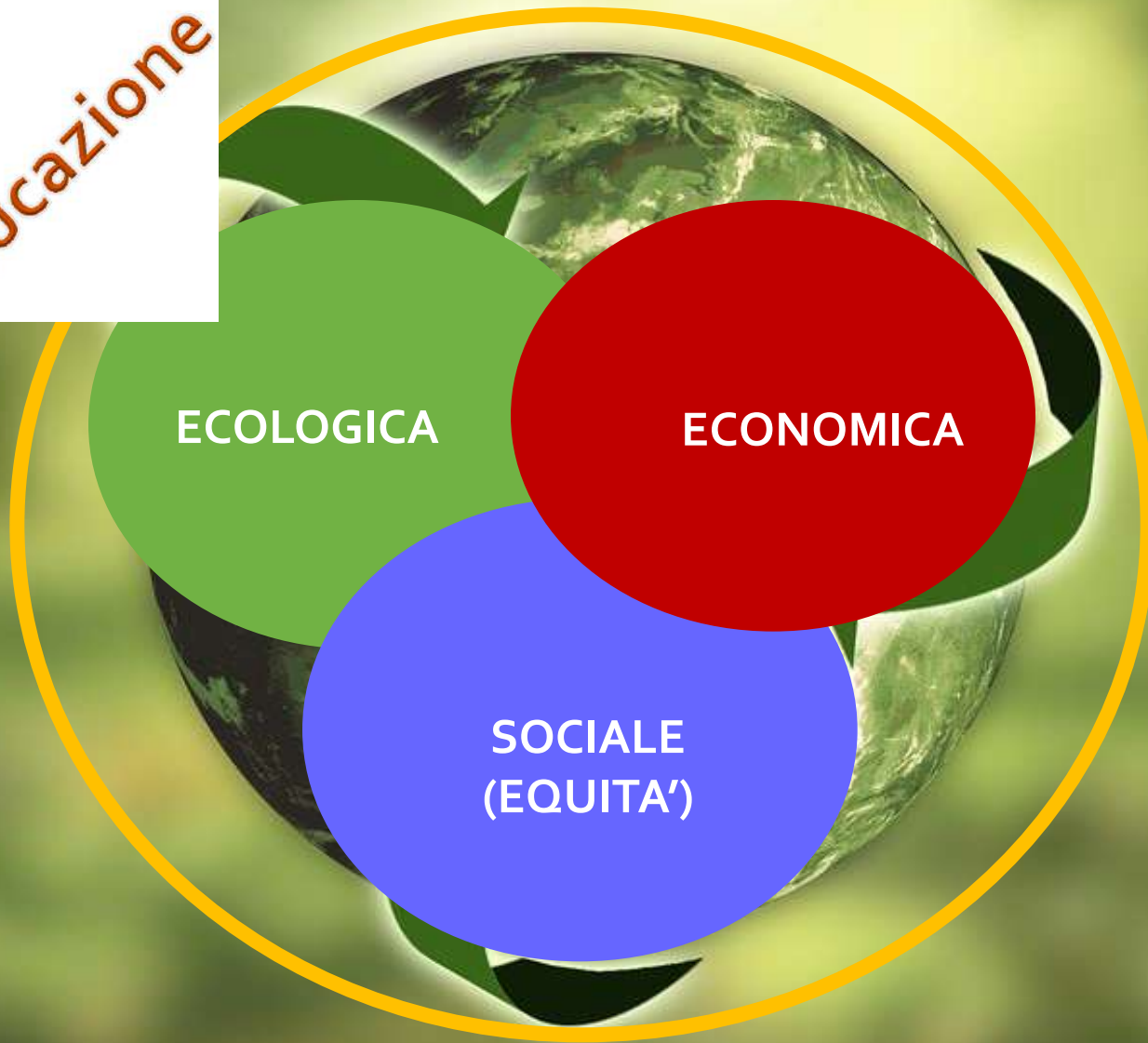


La Terra senza di noi



# IL CONCETTO INTEGRATO DI SOSTENIBILITÀ

Educazione

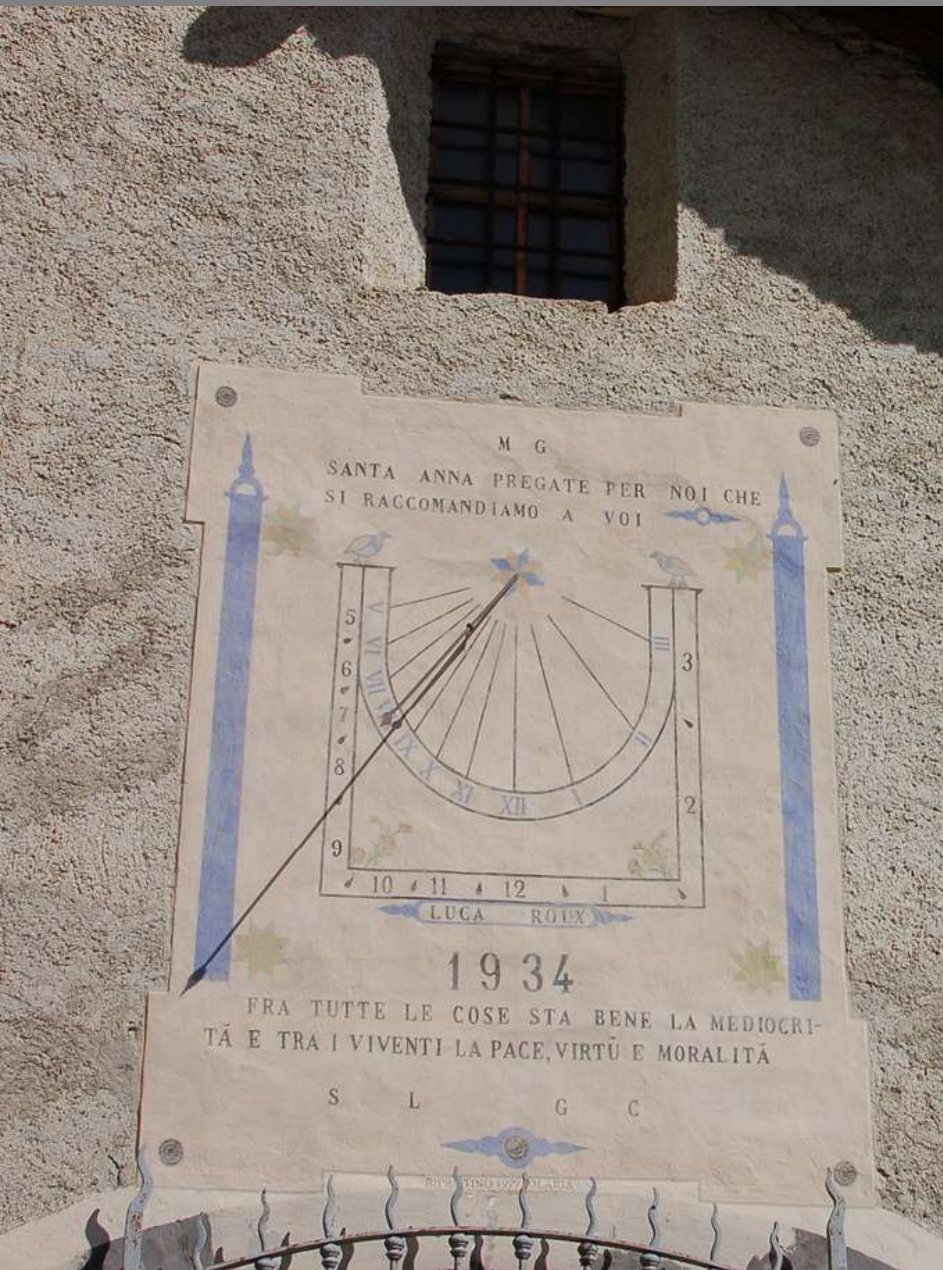


# La Natura come contesto educativo



# Il vivere insieme l'ambiente

la variabile Tempo



la condivisione



Il superamento dei limiti



# L'abitare il luogo naturale

La costruzione di un "rifugio"



Il Mimetismo come strategia



# La rappresentazione in natura

## Il gioco di ruolo



## La rappresentazione condivisa



# La redazione di haiku in ambienti naturali

# La lettura degli haiku



la ricerca e la fotografia



la fotografia verbale risultante

Una perla d'argento  
scorre lenta  
su una sottile linea di  
verde vita



# I gesti significativi e i pensieri non funzionali



La realizzazione di  
un pensiero  
non funzionale  
(Pietroiusti C., 1997)



Un altro gesto significativo



Un gesto significativo



# La Raccolta come atto Estetico



*Un mondo senza Oggetti, ma fatto di COSE*  
(Tim Ingold)





# La Raccolta come atto estetico



Accostamenti (2019)



Bruco (2014)



Insieme (2018)



Assemblaggi (2018)



Un percorso di crescita (2015)

La linea del tempo (2017)



# La forma come proprietà emergente



Escursione in cava (Cava di gesso – Moncuoco - TO)



Escursione all'affioramento di gesso - *Spiaggia dei cristalli di Pollanzo (CN)*



Le forme raccontano storie di processi avvenuti nel tempo  
(*Spiaggia dei cristalli di Pollenzo (CN)*)



Le forme raccontano storie di processi avvenuti nel tempo  
(*Spiaggia dei cristalli di Pollenzo (CN)*)



Campionamento e frantumazione del gesso





La raccolta dell'argilla nella cava di Cambiano (TO)



La polverizzazione del gesso cotto in forno con un ciottolo raccolto sul greto del Po





La lavorazione del blocco di argilla presso il laboratorio MunLab di Cambiano (TO)



La realizzazione dello stampo negativo di argilla in cui colare il gesso liquido





Il disarmo dello stampo per liberare la scultura in gesso



Alcune sculture realizzate sul tema *"Il paesaggio minerale"*



# Arte/Scienza

La campitura delle varietà  
colorimetriche dell'argilla



Pannello della geodiversità



# Arte/Scienza

La realizzazione delle singole parti



Il golem d'argilla (2013)



# Arte/Scienza

La realizzazione di un *Hiraku Dorodango* \*



Fase di arrotondamento



Fase di lucidatura



Manufatto finito (2019)

\* Forma d'arte di origine giapponese, che letteralmente significa *palla di fango lucidata*.

# La camminata come pratica educativa



*L'atto del camminare immerge in una forma attiva di meditazione che sollecita la partecipazione di tutti i sensi, si cammina per il piacere del tempo che passa, per scoprire luoghi e volti sconosciuti. Camminare è un modo tranquillo per reinventare il tempo e lo spazio.*  
*(David Le Breton)*

# Il Walking Pianalto (2017) - Progetto artistico



# Il *Walking Pianalto mini* (2019) - Scuola Primaria "Gaidano" di Poirino (TO)





***ORA... A VOI LA PALLA!***

***. E GRAZIE PER L'ATTENZIONE !***