



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI  
DI MILANO  
DIPARTIMENTO DI SCIENZE  
DELLA TERRA "ARDITO DESIO"



**Aperitivi scientifici coi piedi per Terra!**

**Non è un paese per ghiacciai. La  
montagna che cambia sotto i nostri  
occhi.**



**Roberto  
Azzoni**

Il killer implacabile (Javier Barden): inesorabile, avanza senza fermarsi

Il fuggitivo (Josh Brolin): prova a scappare, è intelligente, le prova tutte. Sa che sta perdendo ma continua a correre

Lo Sceriffo «disorientato» (Tommy Lee Jones): osserva la realtà, ma non la riconosce più - «Non è più il paese che conoscevo»





Il killer implacabile: **Il cambiamento climatico**, non contratta, avanza inesorabile, non ascolta suppliche, implacabile

Il fuggitivo: **il ghiacciaio**, scappa verso quote più alte, resiste come può coprendosi di detrito, ma non riesce a fuggire

Lo Sceriffo «disorientato»: **noi!**, osserviamo la realtà e non la riconosciamo, vorremmo sistemare l'ordine, ma concretamente non facciamo molto



# Restando seri

## Cosa sta succedendo alle nostre montagne?

Il cambiamento climatico di origine antropica sta portando a un cambiamento totale dell'alta montagna. Non un semplice ritiro dei ghiacciai ma cambiamenti profondi e estremamente rapidi.





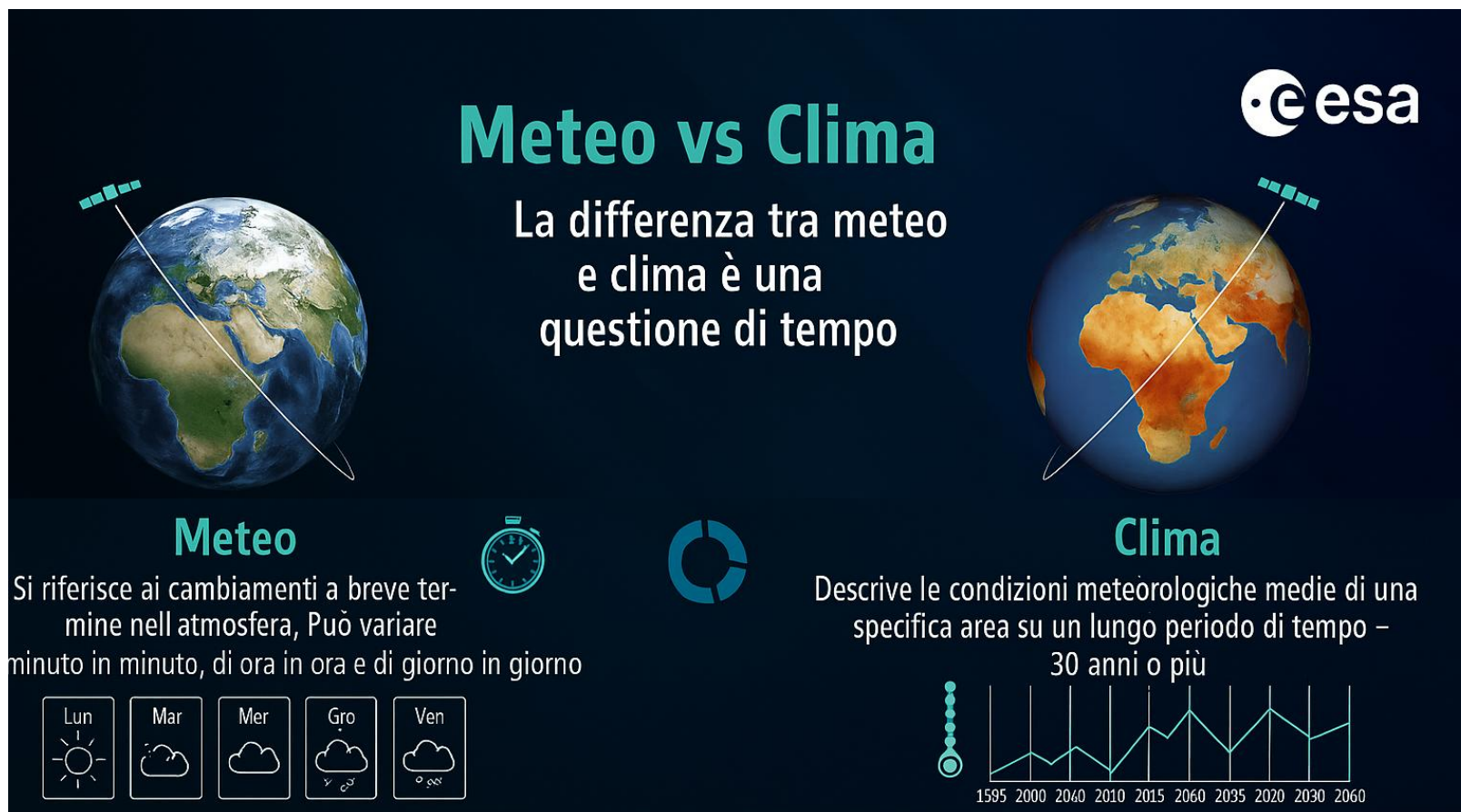
# Restando seri

## Cosa sta succedendo alle nostre montagne?

Il cambiamento climatico di origine antropica sta portando a un cambiamento totale dell'alta montagna. Non un semplice ritiro dei ghiacciai ma cambiamenti profondi e estremamente rapidi.



# Capire «il cattivo» della storia: il clima







# Capire «il cattivo» della storia: il clima

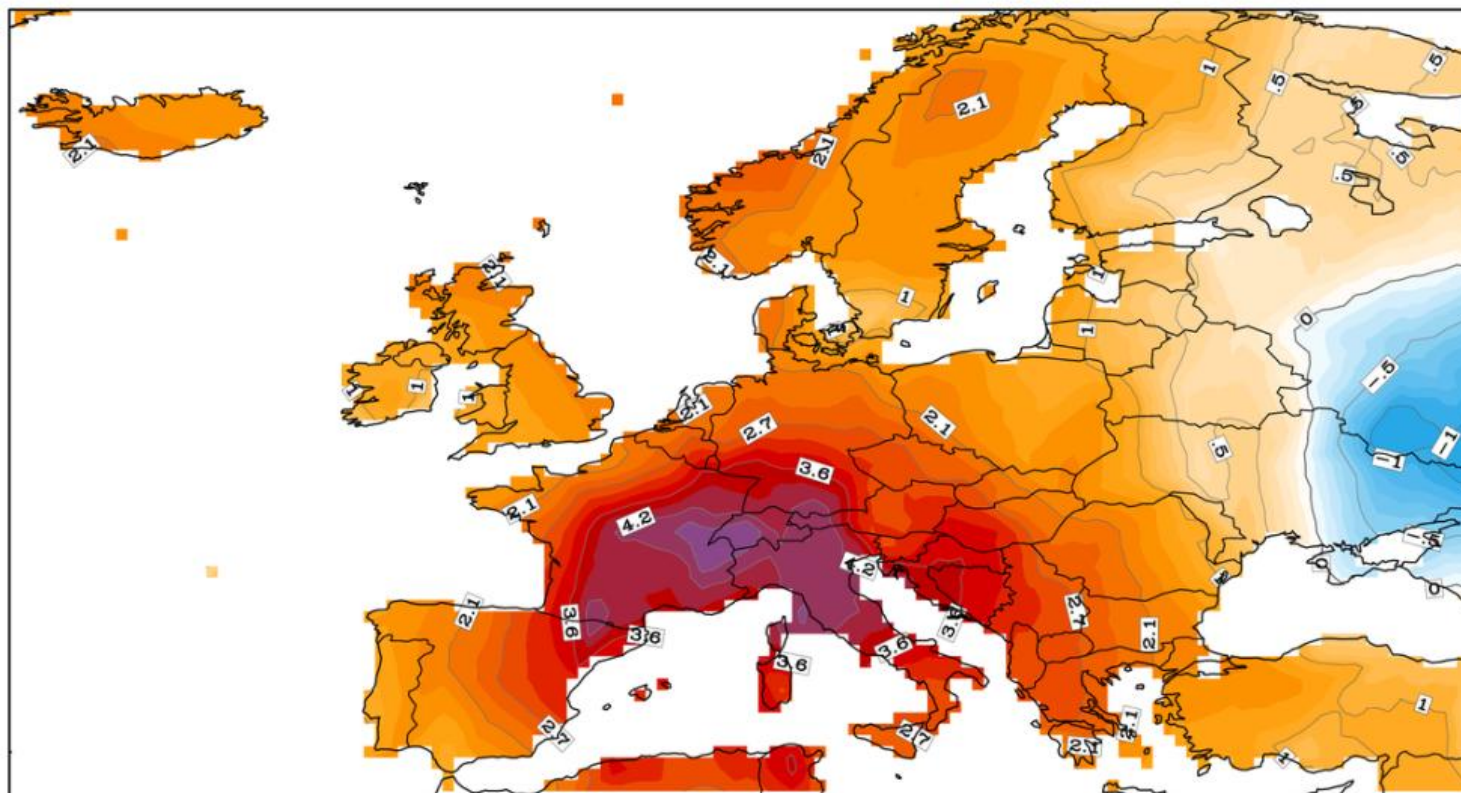


98.2 % della  
produzione scientifica  
mondiale è concorde  
sul **cambiamento  
climatico di origine  
antropica**



# Capire «il cattivo» della storia: il clima

2003 Summer temperature anomaly



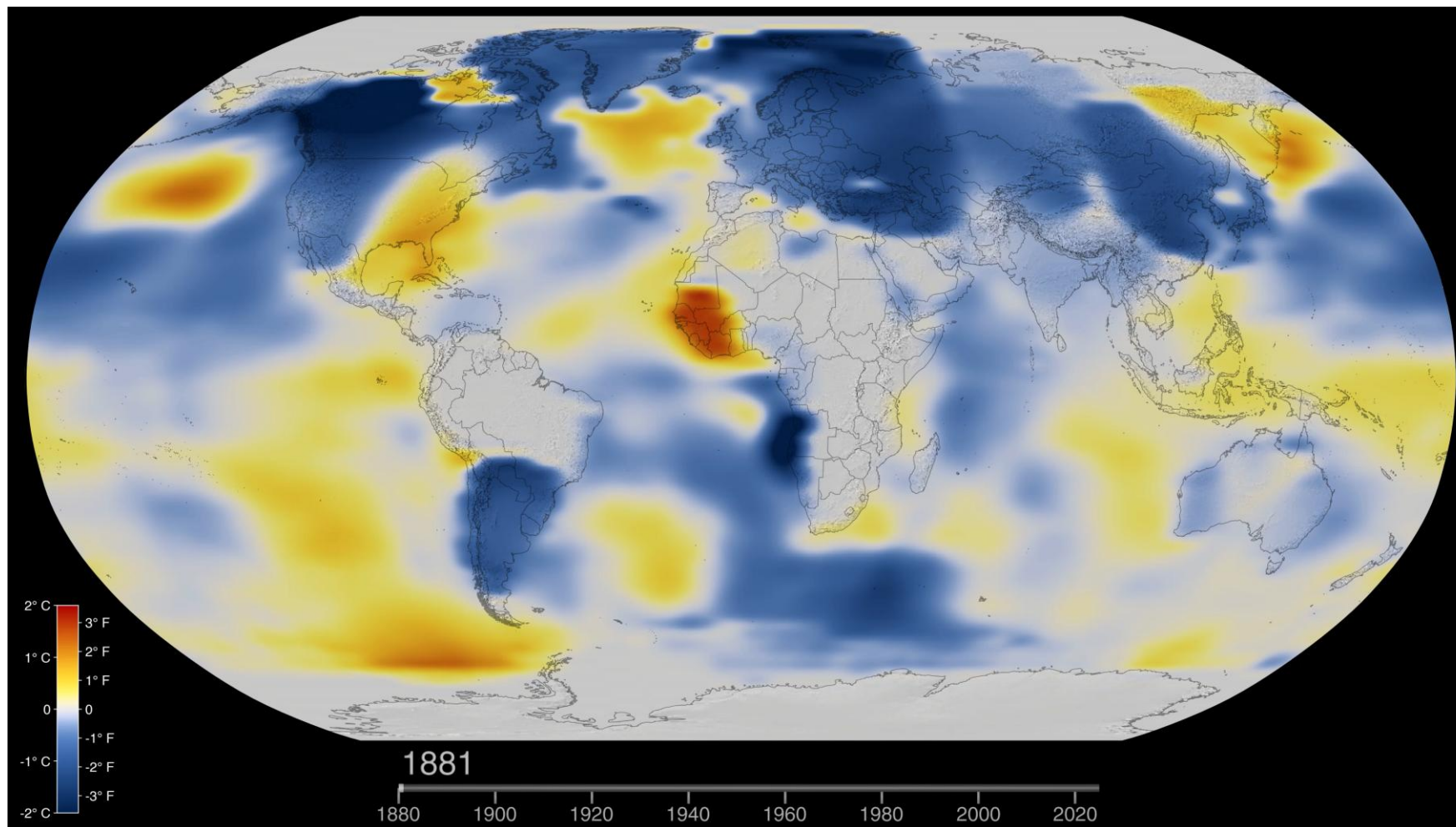
11 agosto 2003

Milano : +40.4°C

Firenze : +41.4°C

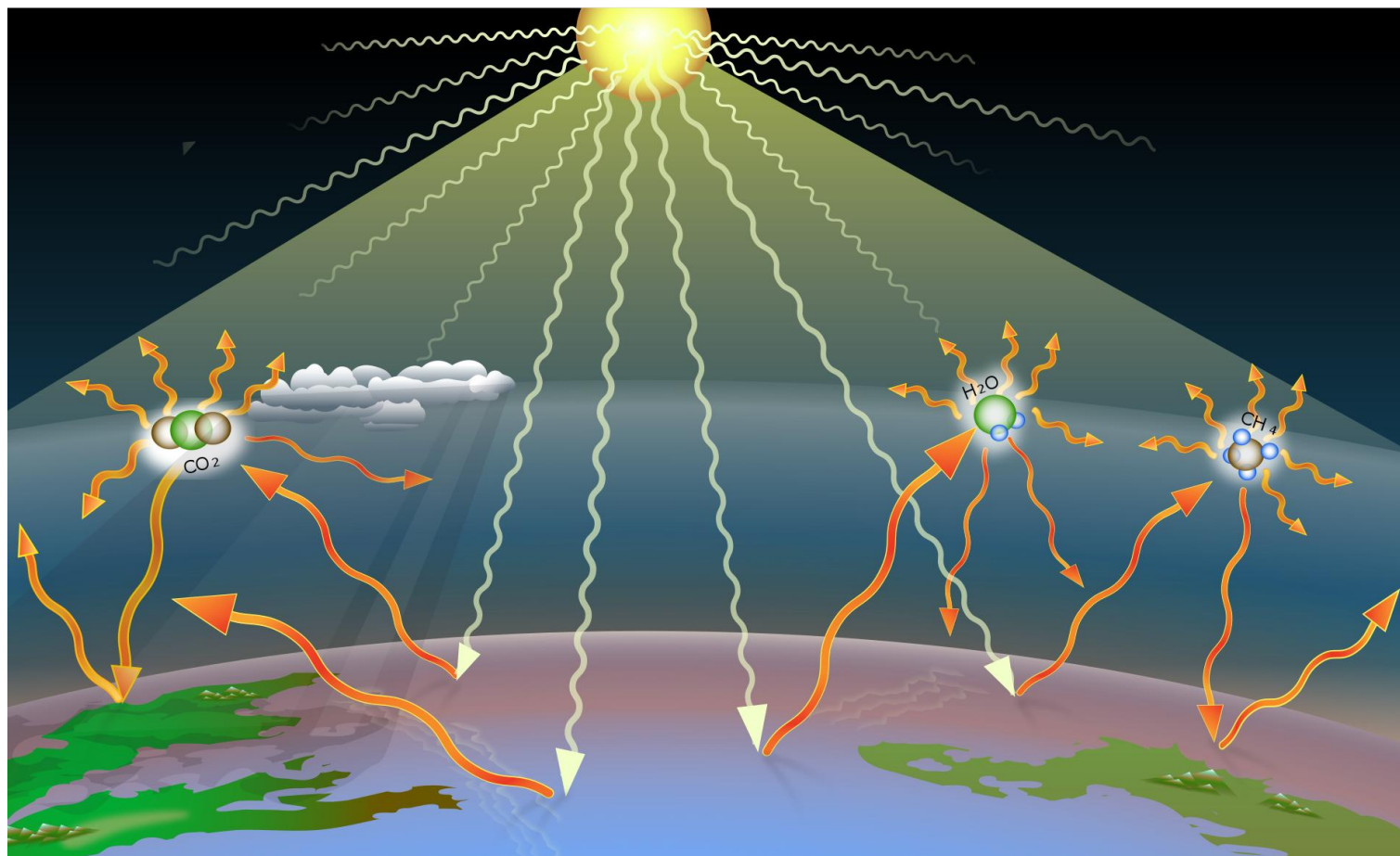
Almeno 4000 morti in Italia

# Capire «il cattivo» della storia: il clima





# Capire «il cattivo» della storia: il clima



AUMENTO EFFETTO SERRA

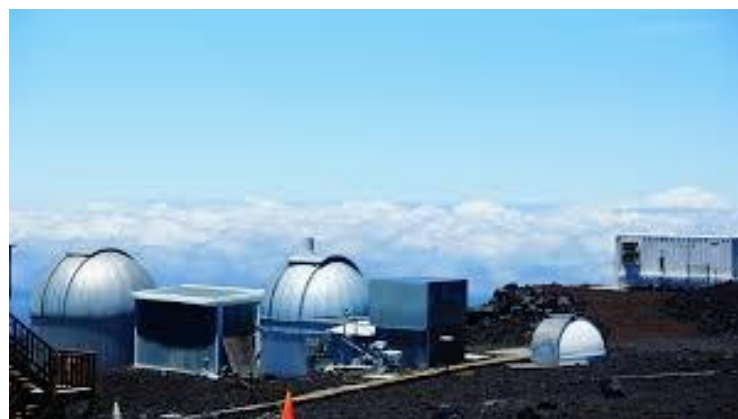
Senza effetto serra:  
Temperatura media globale  
di  $-18^{\circ}\text{C}$

Troppo Effetto serra:  
Venere,  $460^{\circ}\text{C}$  (96% di  $\text{CO}_2$ )

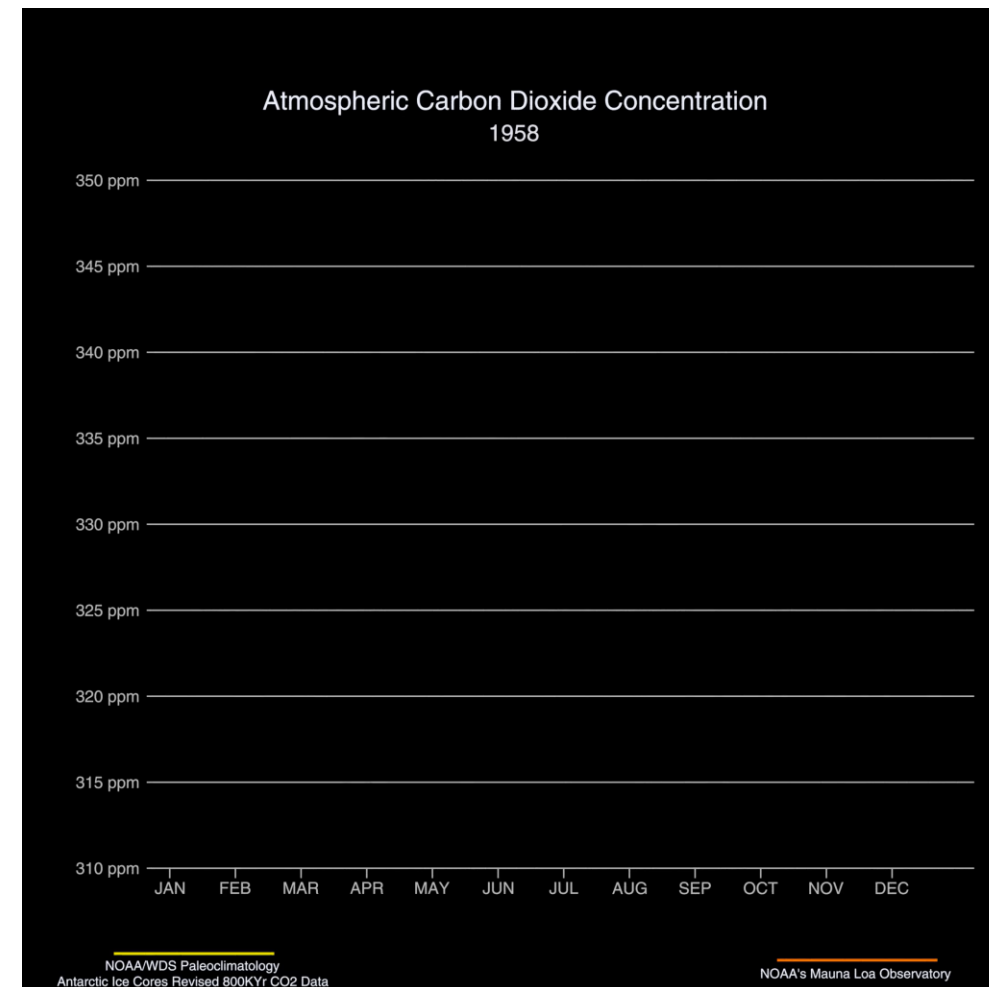
# Capire «il cattivo» della storia: il clima



Charles David Keeling



Osservatorio  
Mauna Loa (HI)



**Non è un paese per ghiacciai. La montagna che cambia sotto i nostri occhi.**

**Roberto Sergio Azzoni**



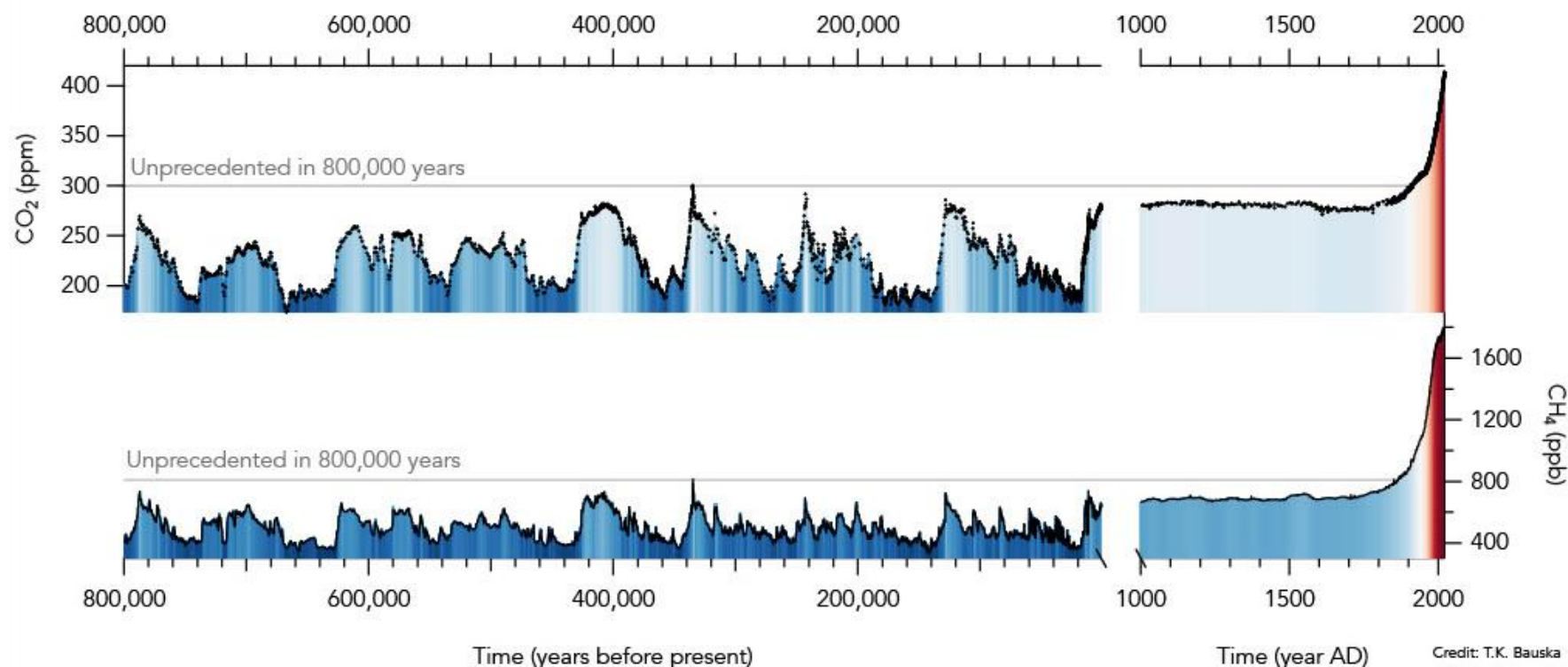
# Capire «il cattivo» della storia: il clima



# Capire «il cattivo» della storia: il clima

## Progetto EPICA (European Project for Ice Coring in Antarctica)

3270 metri di carota,  
Atmosfera di 800.000  
anni

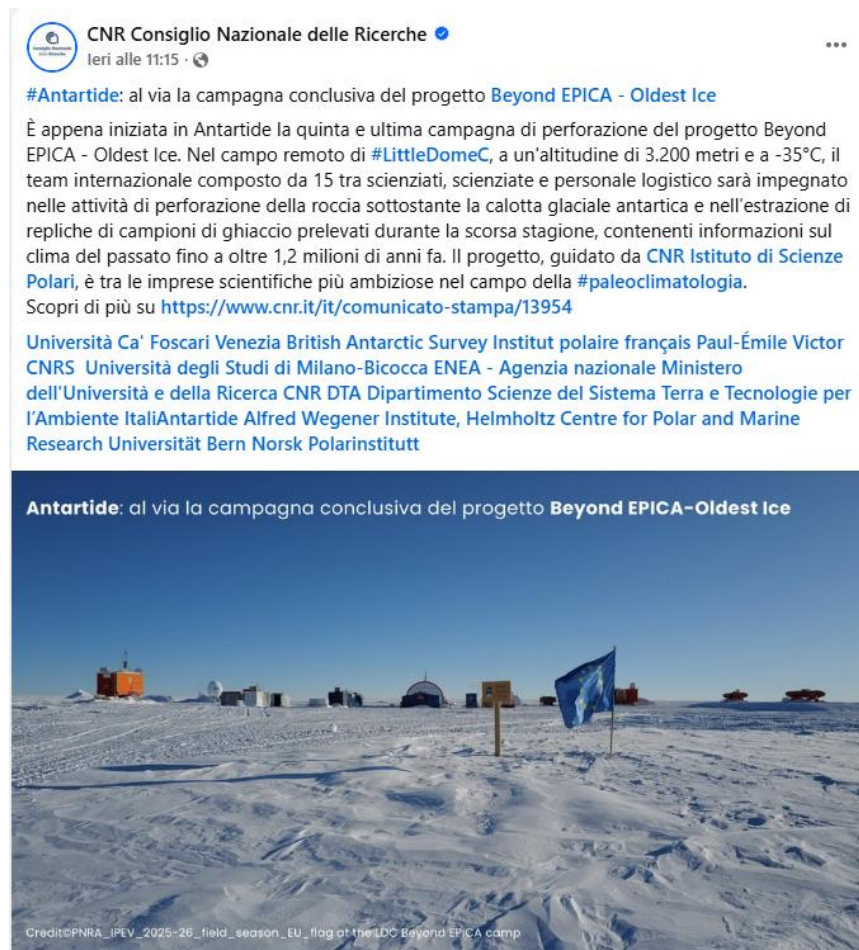




# Capire «il cattivo» della storia: il clima

## Progetto beyond EPICA

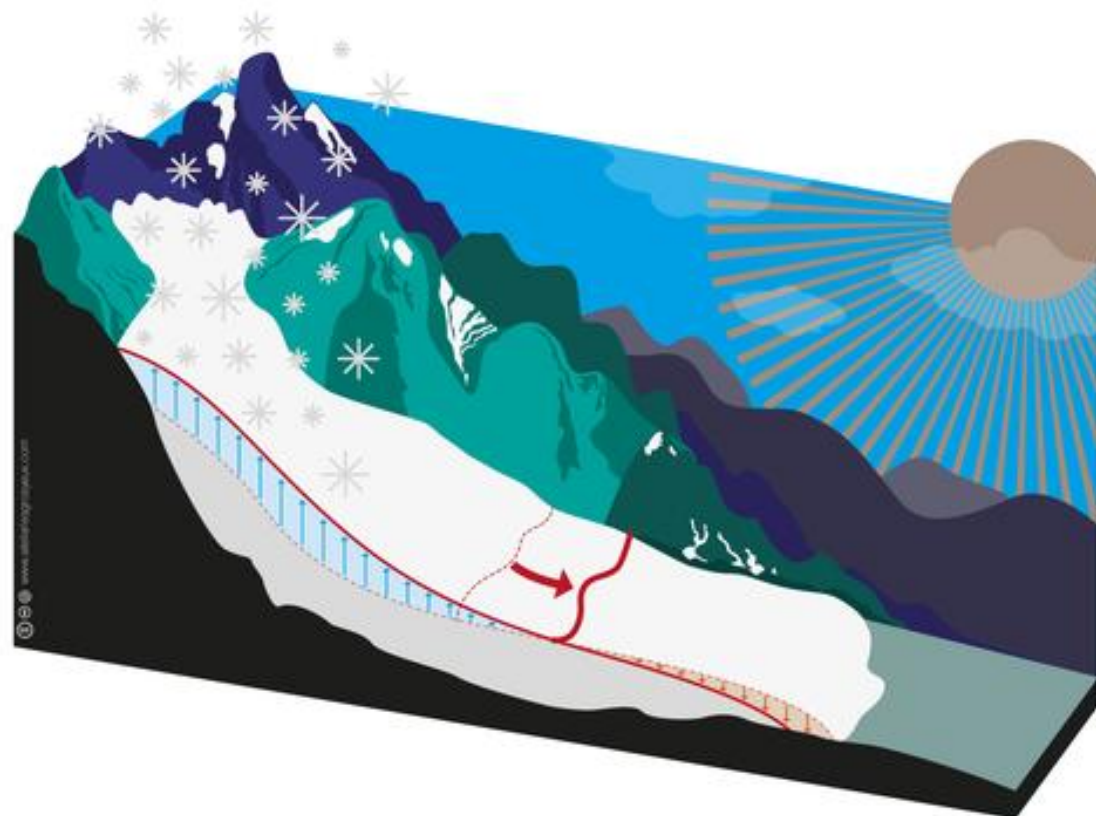
A gennaio 2025, 2800  
metri di carota:  
1,2  
milioni di anni



# Capire «fuggitivo» della storia: il ghiacciaio

## Ghiacciai e bilanci di massa

- Il bilancio di massa è la differenza tra accumulo e ablazione (quanto il ghiacciaio guadagna meno quanto perde).
- Se l'accumulo (neve, valanghe, rigelo) è maggiore dell'ablazione: **Il ghiacciaio guadagna massa e può avanzare.**

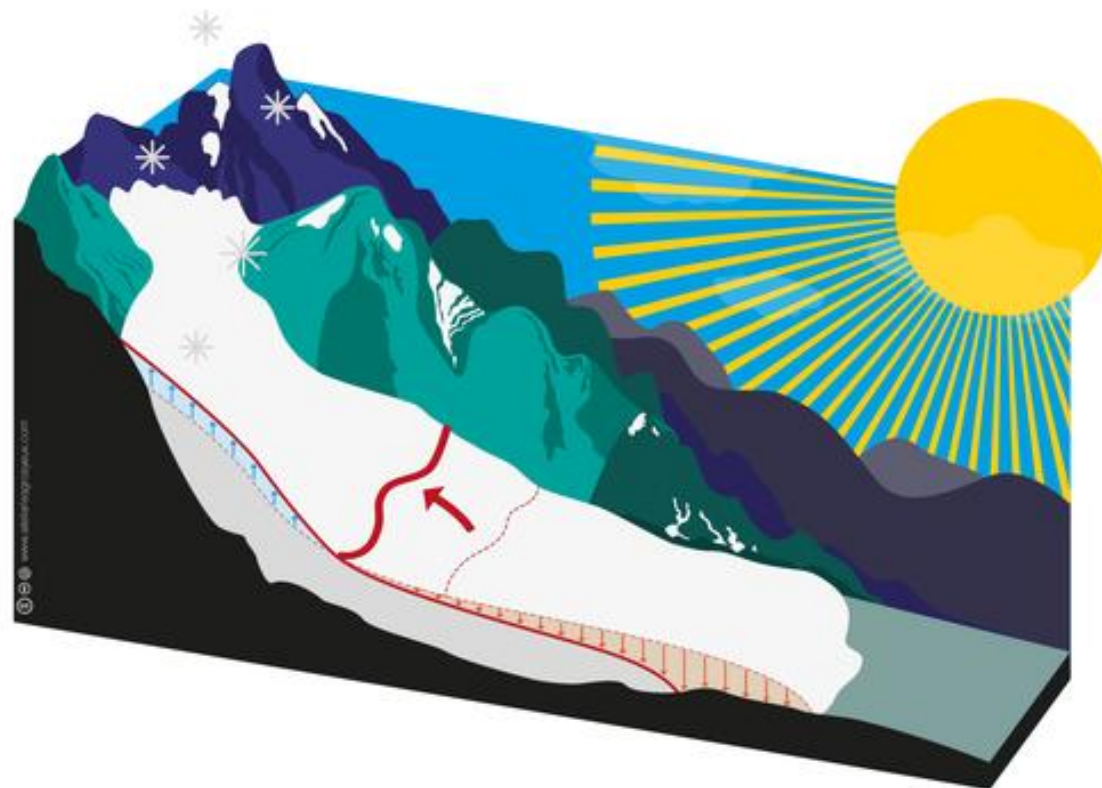




# Capire «fuggitivo» della storia: il ghiacciaio

## Ghiacciai e bilanci di massa

- Se l'ablazione (fusione, sublimazione) è maggiore dell'accumulo: **Il ghiacciaio perde massa e arretra – DISEQUILIBRIO CLIMATICO**

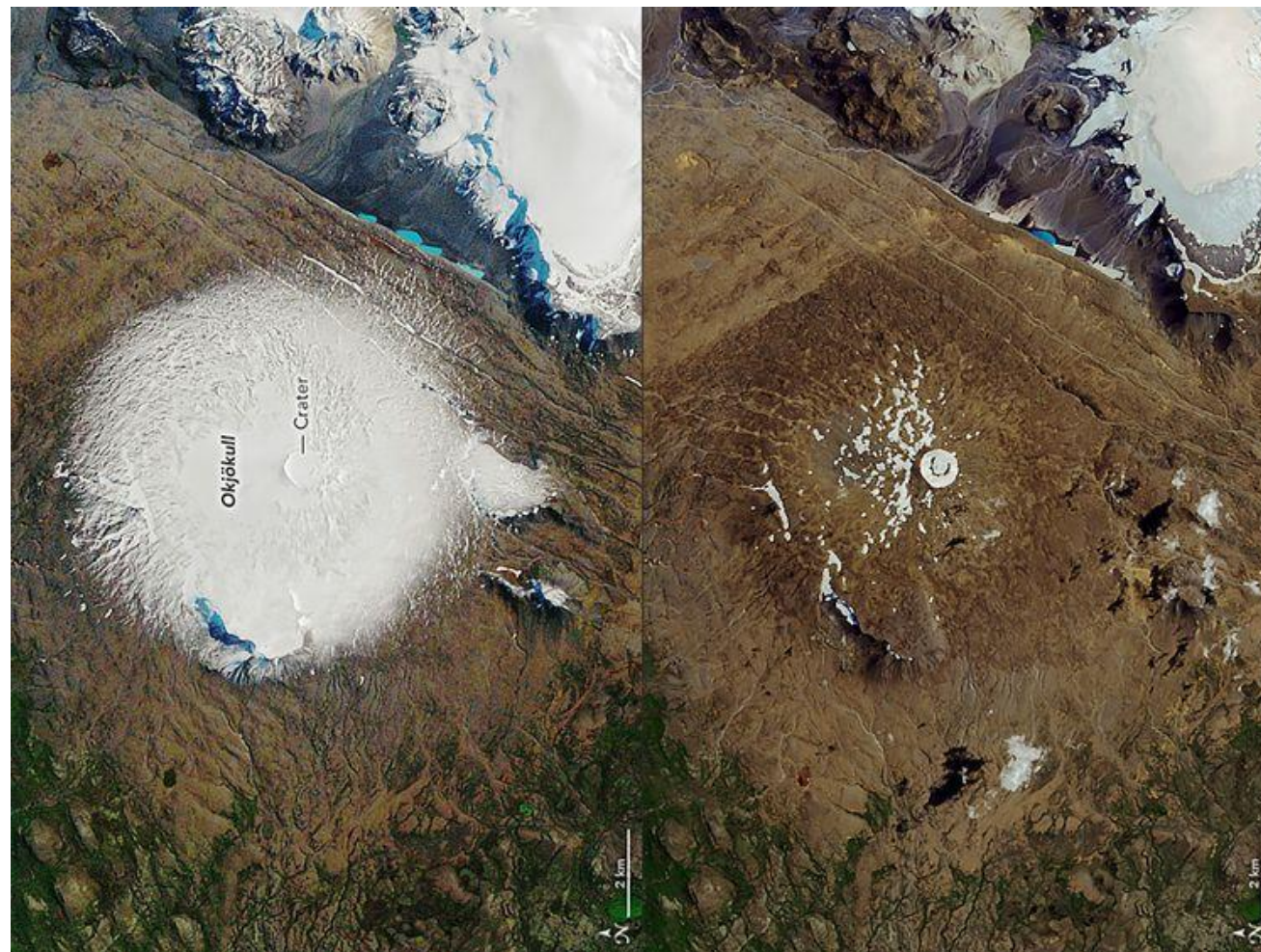


# Capire «fuggitivo» della storia: il ghiacciaio





# Capire «fuggitivo» della storia: il ghiacciaio



**Non è un paese per ghiacciai. La montagna che cambia sotto i nostri occhi.**

**Roberto Sergio Azzoni**



# Capire «fuggitivo» della storia: il ghiacciaio



**LAST CHANCE  
TOURISM**



**Non è un paese per ghiacciai. La montagna che cambia sotto i nostri occhi.**

**Roberto Sergio Azzoni**

# Capire «fuggitivo» della storia: il ghiacciaio



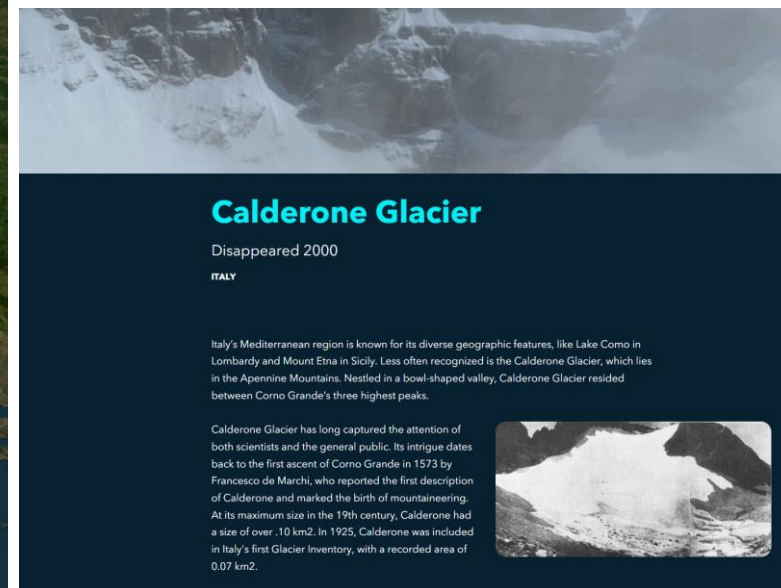
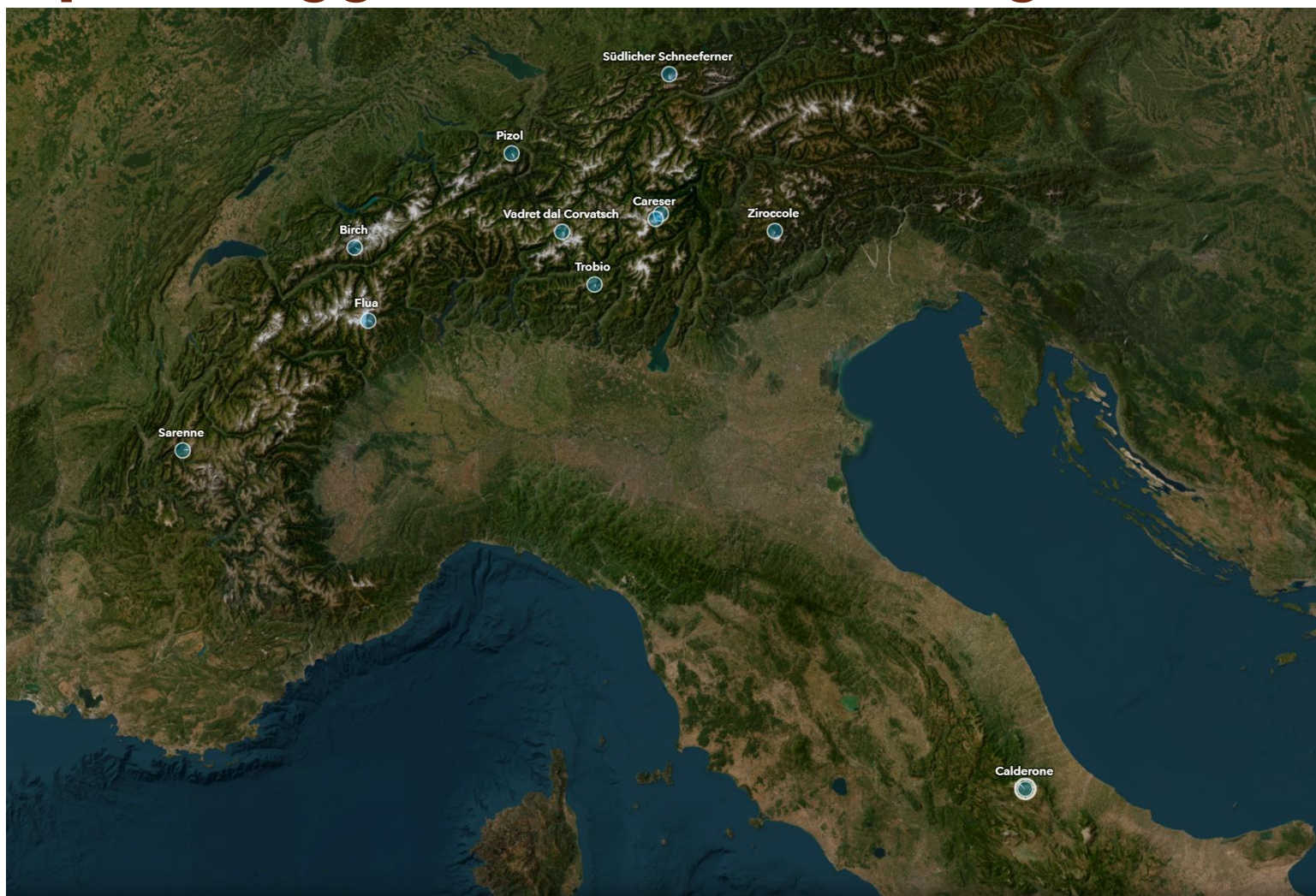
## GLOBAL GLACIER CASUALTY LIST

Since the year 2000, global warming has led to the disappearance of thousands of glaciers across the world. At first, many of these glaciers were small. But now we are seeing larger glaciers melting, many with vital cultural, economic and environmental importance to human communities. The Global Glacier Casualty List exists to remember their names and tell their stories.

BEGIN EXPLORING



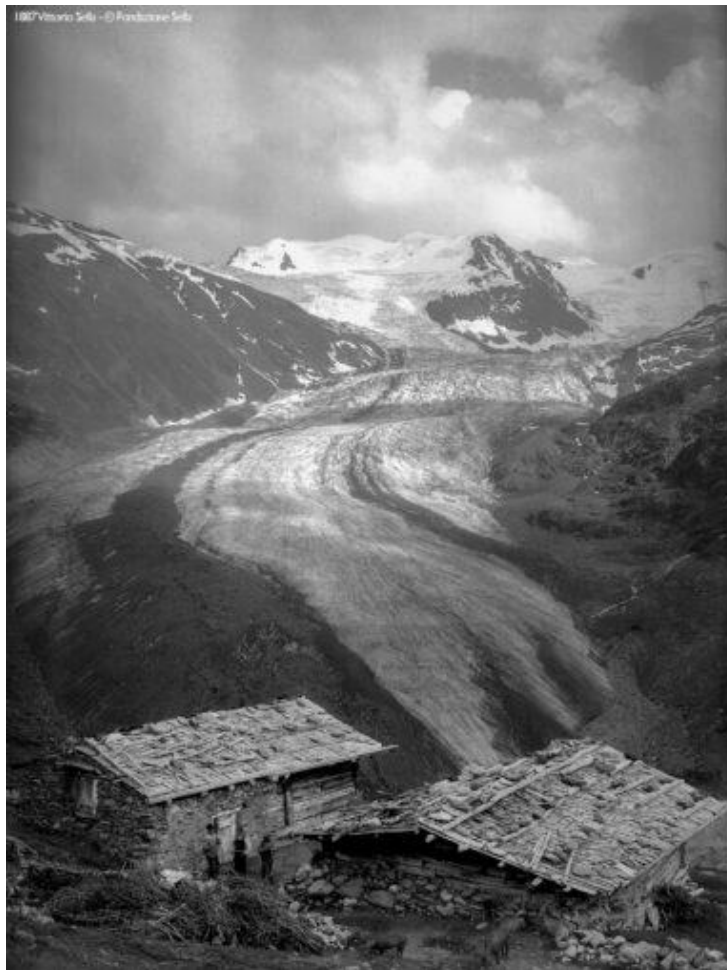
# Capire «fuggitivo» della storia: il ghiacciaio





# Capire «fuggitivo» della storia: il ghiacciaio

**Ghiacciaio  
dei Forni  
(1897)**



**Non è un paese per ghiacciai. La montagna che cambia sotto i nostri occhi.**

**Roberto Sergio Azzoni**

# Capire «fuggitivo» della storia: il ghiacciaio

Ghiacciaio  
dei Forni  
(1897)

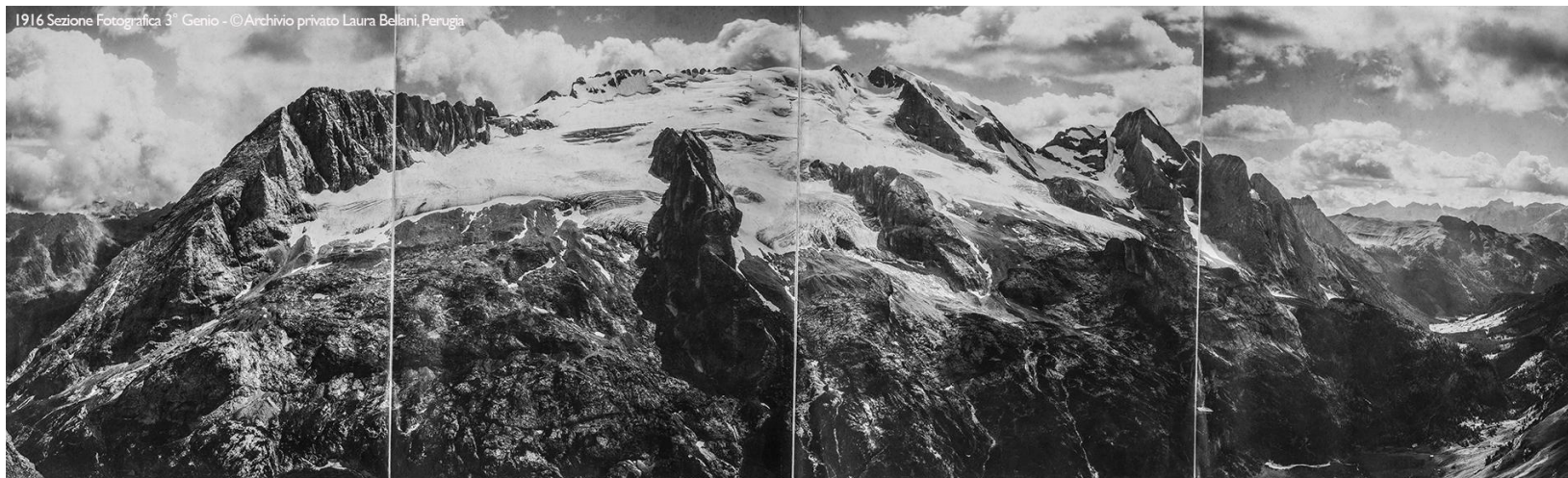


Ghiacciaio  
dei Forni  
(2020)



# Capire «fuggitivo» della storia: il ghiacciaio

**Ghiacciaio  
della  
Marmolada  
(1916)**





# Capire «fuggitivo» della storia: il ghiacciaio

Ghiacciaio  
della  
Marmolada  
(1916)



Ghiacciaio  
della  
Marmolada  
(2020)



**Non è un paese per ghiacciai. La montagna che cambia sotto i nostri occhi.**

**Roberto Sergio Azzoni**

# Capire «fuggitivo» della storia: il ghiacciaio



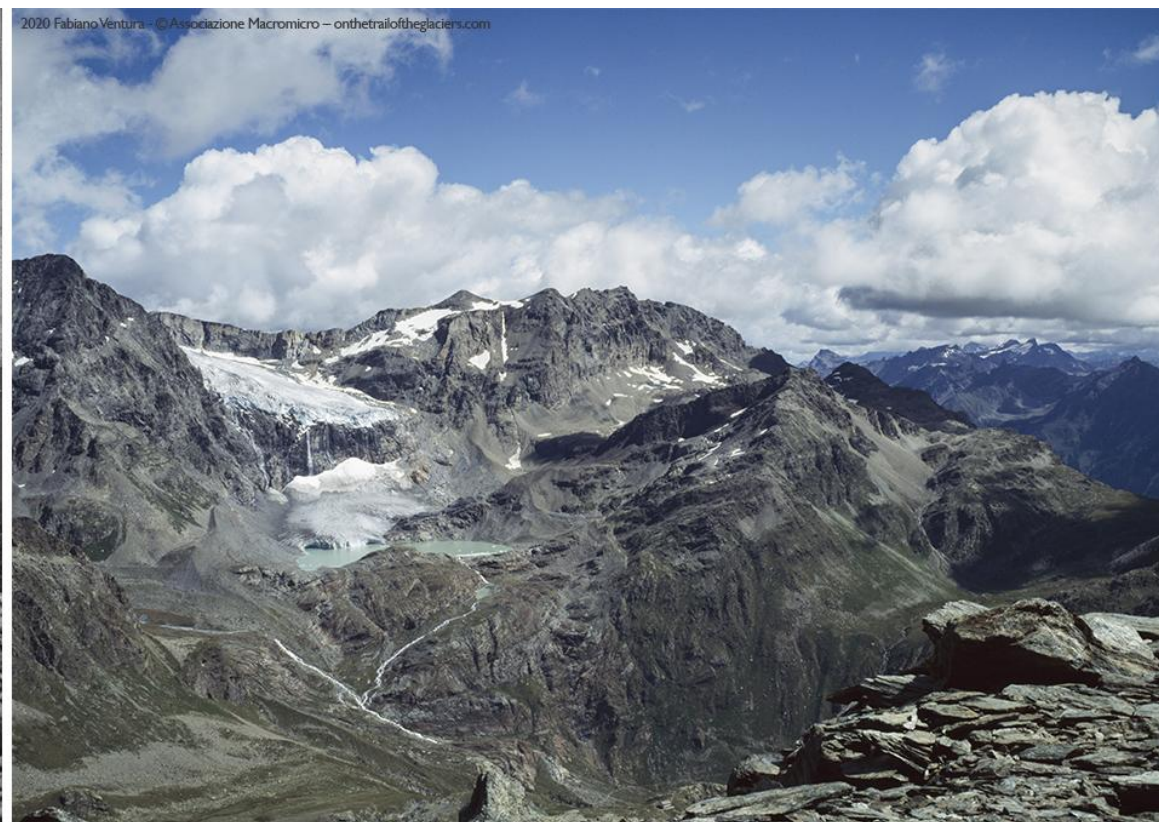
**Ghiacciaio di Fellaria (1903)**



# Capire «fuggitivo» della storia: il ghiacciaio



**Ghiacciaio di Fellaria (1903)**



**Ghiacciaio di Fellaria (2020)**



# Capire «fuggitivo» della storia: il ghiacciaio

## Lo stato dei ghiacciai Europei (catasto, Paul et al., 2020)

4395 ghiacciai

1805.9 km<sup>2</sup>

892.1 km<sup>2</sup> (49.4 %) in Svizzera

361.5 km<sup>2</sup> (20 %) in Austria

**325.3 km<sup>2</sup> (18 %) in Italia**

227.1 km<sup>2</sup> (12.6 %) in Francia

-1.3%/anno



**Non è un paese per ghiacciai. La montagna che cambia sotto i nostri occhi.**

**Roberto Sergio Azzoni**

# Capire «fuggitivo» della storia: il ghiacciaio



**369 km<sup>2</sup>**



**157 km<sup>2</sup>**



# Capire «fuggitivo» della storia: il ghiacciaio



**369 km<sup>2</sup>**

**Superficie attuale dei ghiacciai italiani**

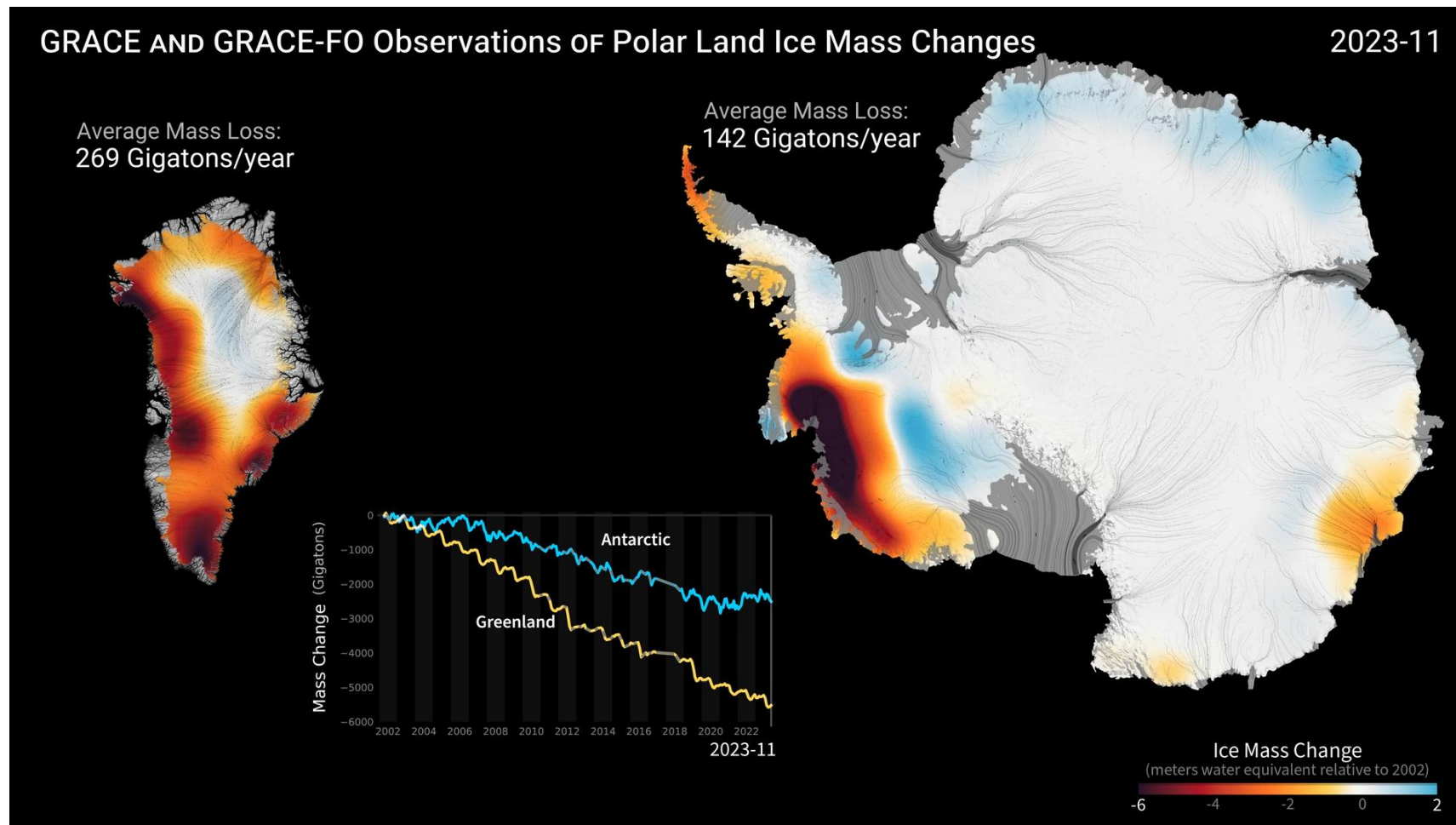


**157 km<sup>2</sup>**

**Superficie persa dai ghiacciai italiani negli ultimi 60 anni**



# Capire «fuggitivo» della storia: il ghiacciaio



# Capire «fuggitivo» della storia: il ghiacciaio

-269.000.000.000.000 kg/anno

-142.000.000.000.000 kg/anno

411 Gt

# Capire «fuggitivo» della storia: il ghiacciaio

-269.000.000.000.000 kg/anno

-142.000.000.000.000 kg/anno

411 Gt



Il peso di 274 miliardi di auto  
(sono «solo» 1.45 miliardi quelle circolanti)



# Capire «fuggitivo» della storia: il ghiacciaio

-269.000.000.000.000 kg/anno

-142.000.000.000.000 kg/anno

411 Gt



Il peso di 68 miliardi di elefanti  
(sono solo 450.000 quelli viventi)

# Capire «fuggitivo» della storia: il ghiacciaio

-269.000.000.000.000 kg/anno

-142.000.000.000.000 kg/anno

411 Gt



14 anni di consumo idrico in Italia



# Capire «fuggitivo» della storia: il ghiacciaio

## Ghiacciai che cambiano pelle – Il darkening dei ghiacciai

Perdita di spessore instabilizza i versanti

+

Impatto atropico (Pm10, Pm 2.25)

Darkening della superficie glaciale

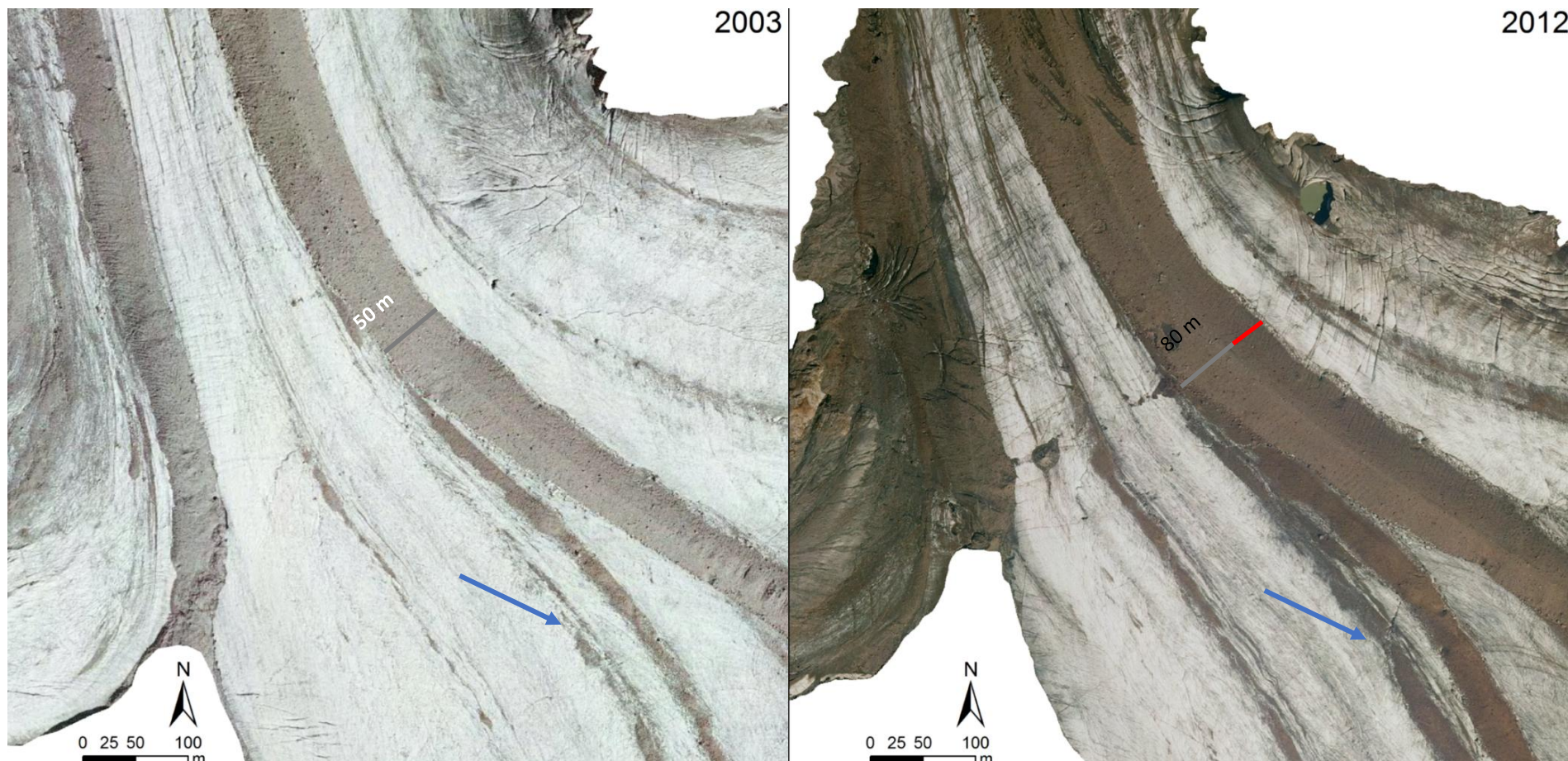


**Non è un paese per ghiacciai. La montagna che cambia sotto i nostri occhi.**

**Roberto Sergio Azzoni**

# Capire «fuggitivo» della storia: il ghiacciaio

## Ghiacciai che cambiano pelle – Il darkening dei ghiacciai



**Non è un paese per ghiacciai. La montagna che cambia sotto i nostri occhi.**

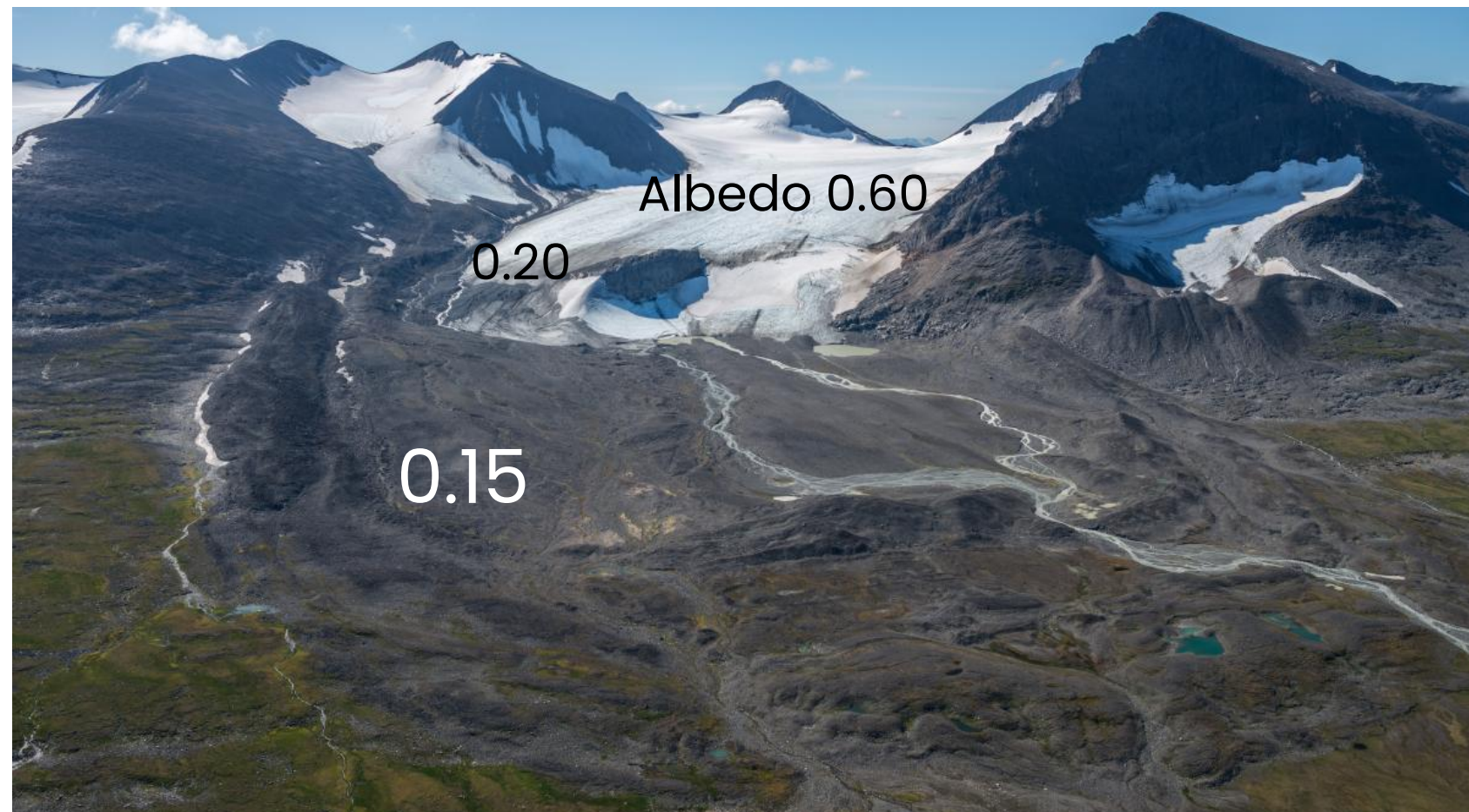
**Roberto Sergio Azzoni**



# Capire «fuggitivo» della storia: il ghiacciaio

## Ghiacciai che cambiano pelle – Il darkening dei ghiacciai

Albedo = capacità di un corpo di riflettere l'energia solare ad onda corta



**Non è un paese per ghiacciai. La montagna che cambia sotto i nostri occhi.**

**Roberto Sergio Azzoni**

# Capire «fuggitivo» della storia: il ghiacciaio

## Ghiacciai che prendono vita

*«Chino, anzi carpone sul ghiaccio, andavo attentamente spiandone le sinuosità, rivoltando ad uno ad uno i sassi che vi si erano più o meno affondati per effetto del sole cocente che li riscaldava. “Che fai tu lì?” mi gridarono. “Cerco le pulci”. Risero di questa mia uscita, come d’un lazzo senza senso. Ma io “ecco, ecco!” soggiunsi tosto. E giù tutti chini a guardare». Su una piccola pozza d’acqua galleggiavano migliaia di puntini neri, come una nube. E accostando un dito immediatamente la nube si dissolse in un fuggi fuggi lasciando tutti stupiti. Erano minuscole creature viventi di quel mondo di gelo apparentemente senza vita.»*

Antonio Stoppani, Il Bel Paese

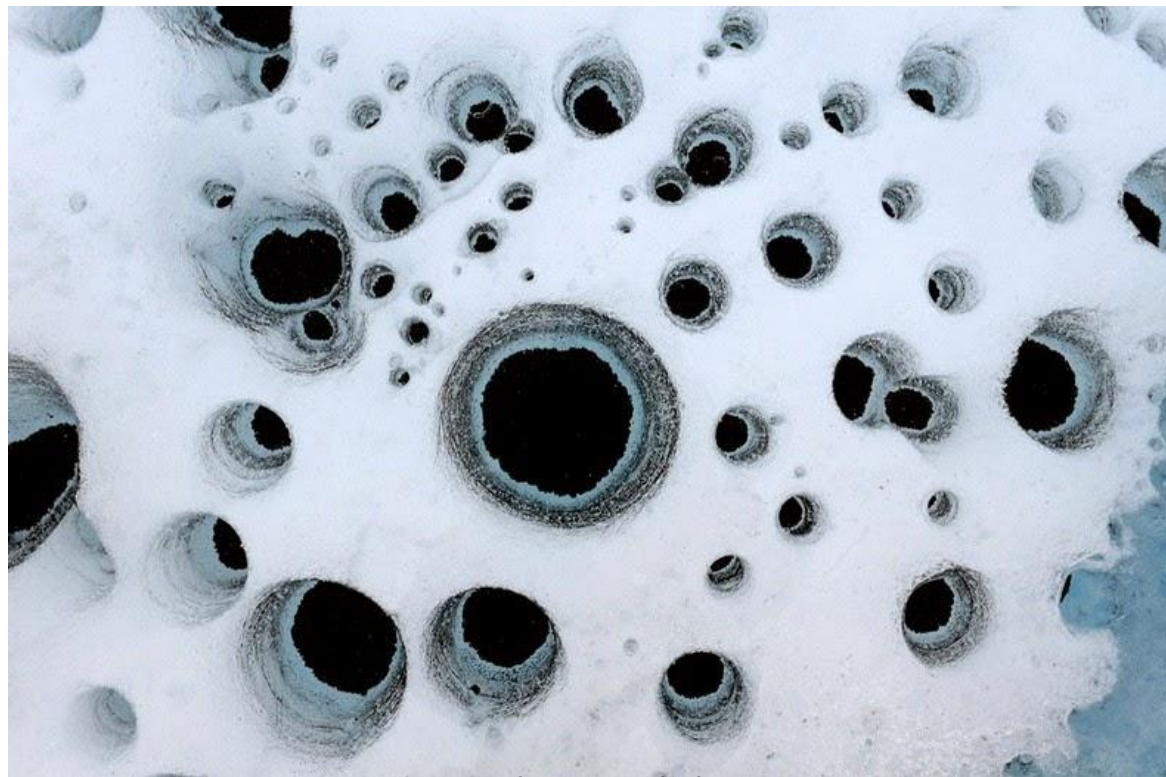


*Desoria glacialis (Isotoma saltans)*



# Capire «fuggitivo» della storia: il ghiacciaio

Ghiacciai che prendono vita



Crioconiti

DETRITO  
+  
ACQUA DI FUSIONE  
+  
CALDO  
=  
SVILUPPO COMUNITA'  
BIOLOGICHE SOPRAGLACIALI

# Capire «fuggitivo» della storia: il ghiacciaio

Ghiacciai che prendono vita



**Non è un paese per ghiacciai. La montagna che cambia sotto i nostri occhi.**

**Roberto Sergio Azzoni**

# Capire «fuggitivo» della storia: il ghiacciaio

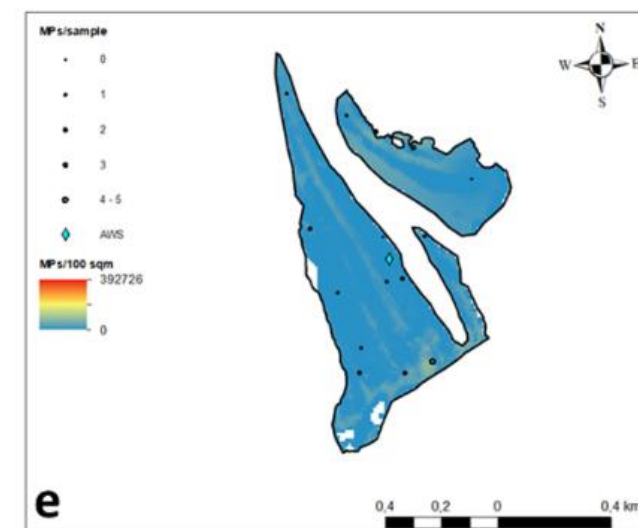
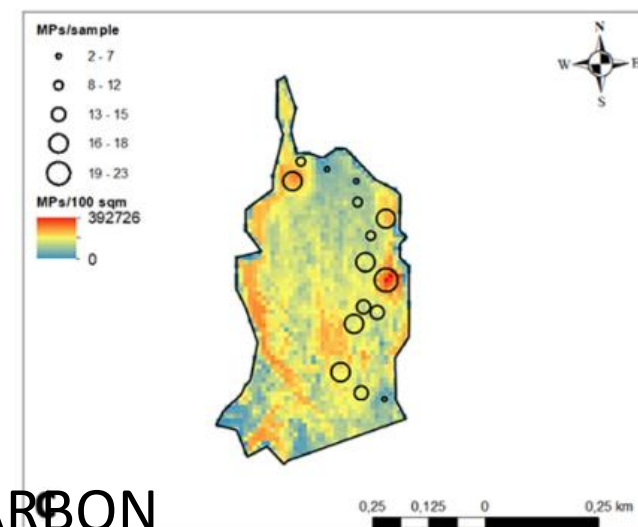
Ghiacciai «antropizzati» PESTICIDI



RADIONUCLIDI

BLACK CARBON

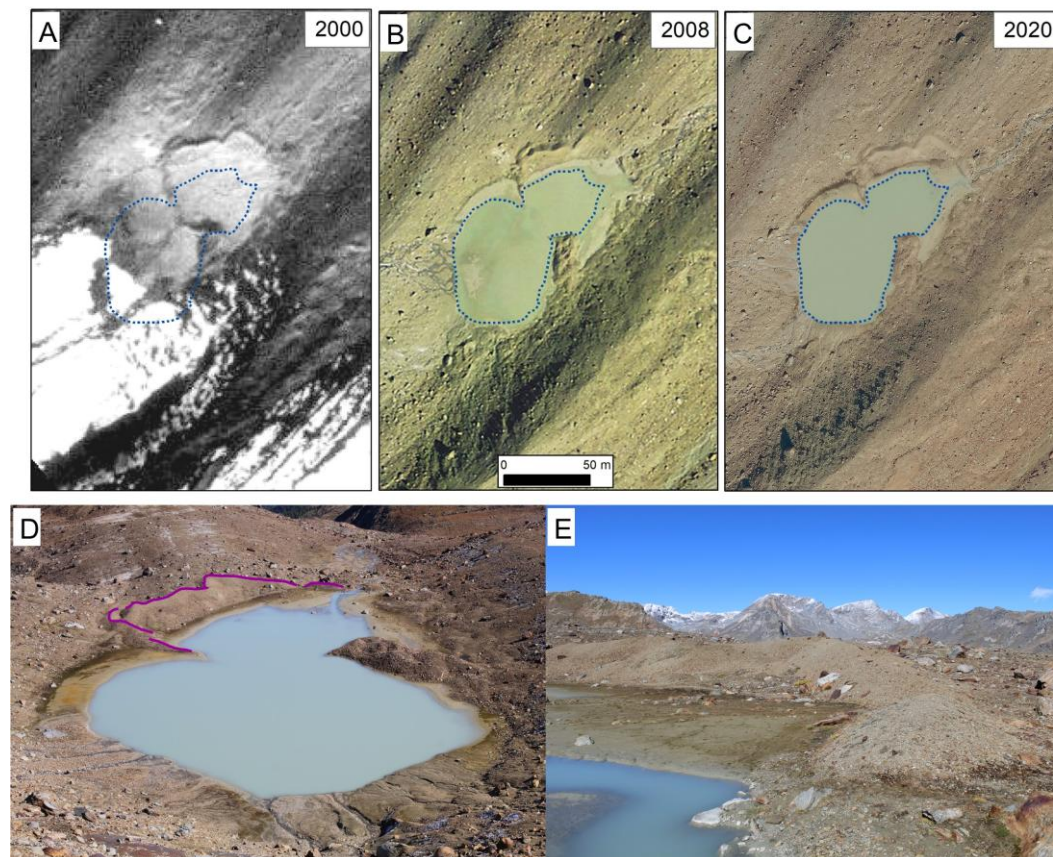
PARTICELLE E FIBRE DI MICROPLASTICA  
ORIGINE LOCALE E EXTRA LOCALE





# Capire «fuggitivo» della storia: il ghiacciaio

## Cambia l'area proglaciale

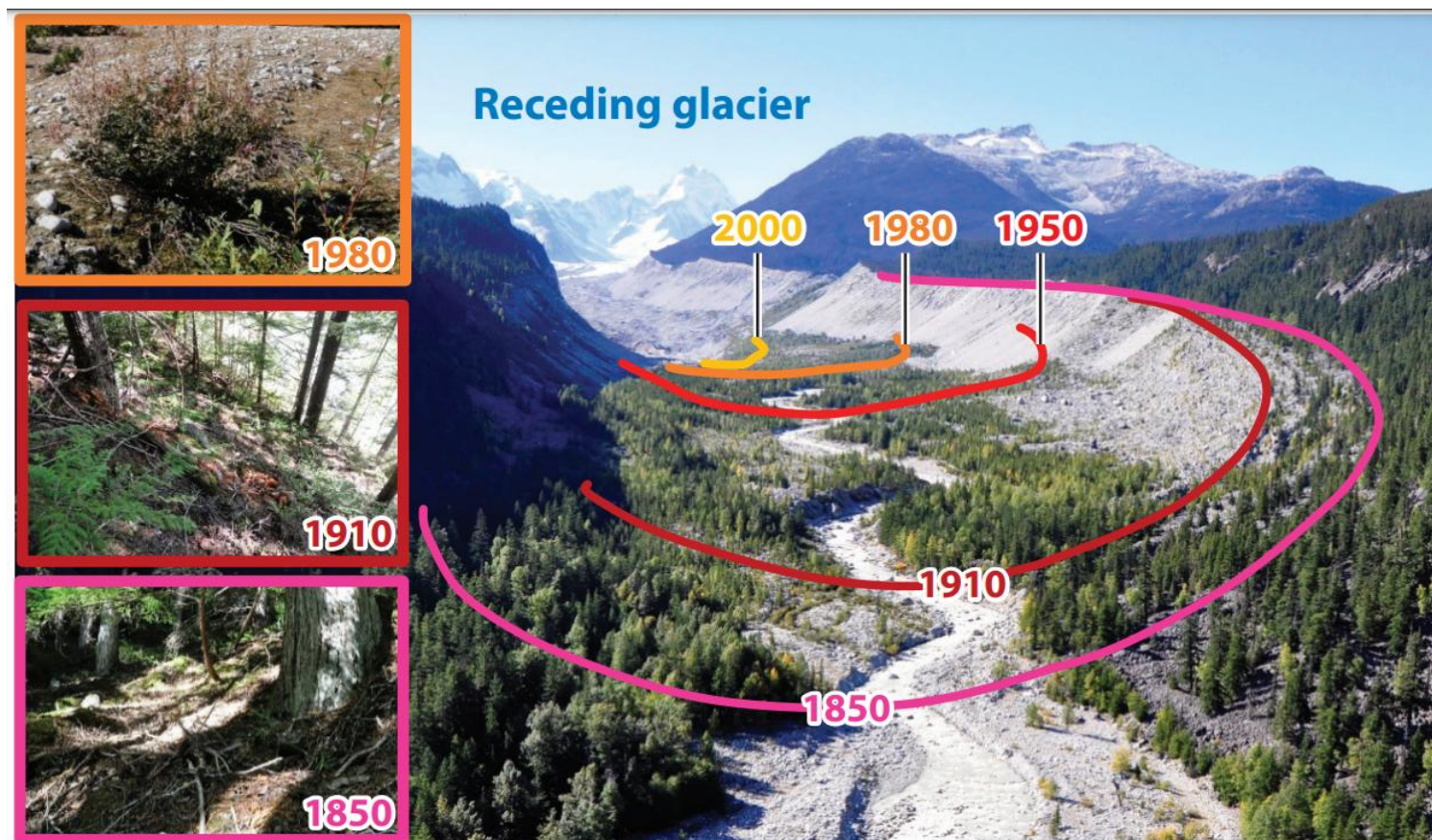


Aumento del  
numero e della  
superficie dei  
laghi in area  
proglaciale

Rischio?

# Capire «fuggitivo» della storia: il ghiacciaio

Cambia l'area proglaciale



Non e un paese per ghiacciai. La montagna che cambia sotto i nostri occhi.

Roberto Sergio Azzoni



# E noi che parte abbiamo?

## Cambia l'area proglaciale

- Come lo sceriffo Bell, anche noi ci troviamo davanti a un cambiamento che corre più veloce della nostra capacità di comprenderlo.
- I ghiacciai non ci “parlano”: gridano un messaggio molto chiaro sul clima che cambia.
- Non possiamo fermare il clima come non si ferma Chigurh...ma possiamo decidere come rispondergli: Consapevolezza, iniziando a difenderci dalle bufale

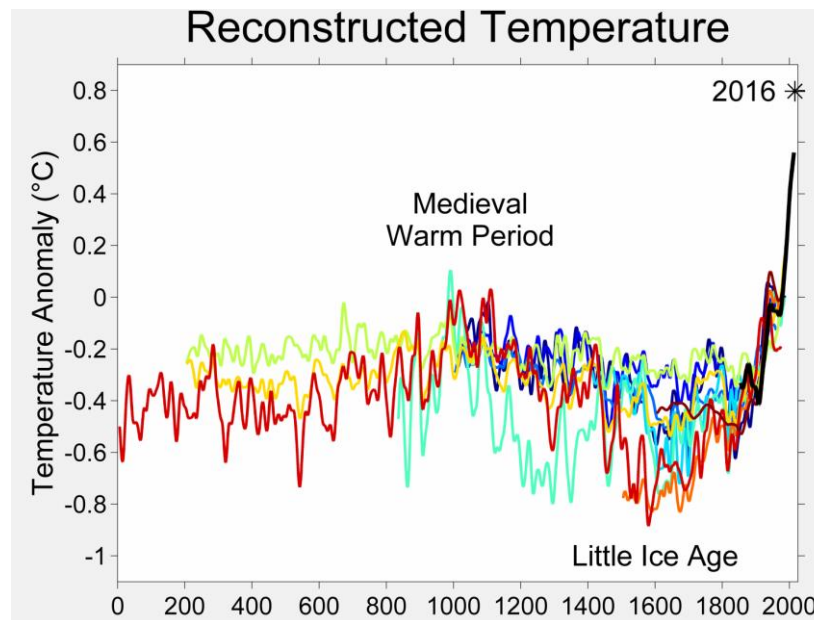
# E noi che parte abbiamo? Consapevolezza!

- Il clima non è la meteo è la meteo non è il clima
- « se il prossimo dicembre, nevicherà nel vostro giardino e voi uscendo sentirete freddo, no il cambiamento climatico non si è fermato. E' inverno, siamo nel Nord Italia e le caviglie scoperte fanno patire il freddo»



# E noi che parte abbiamo? Consapevolezza!

- Al tempo dei Romani faceva più caldo. Il gladiatore combatteva in sandali



# E noi che parte abbiamo? Consapevolezza!

4. Nel passato in Gran Bretagna si produceva vino perché il clima lo permetteva.

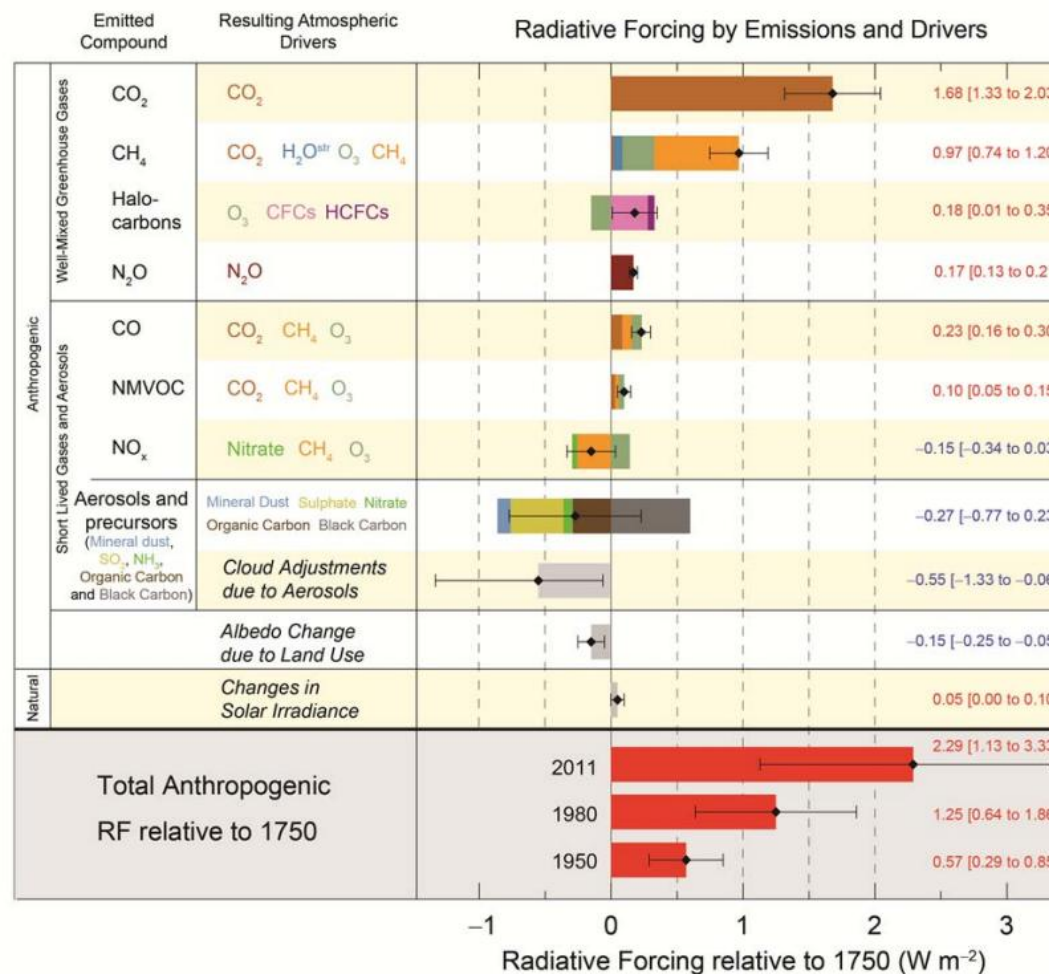
«Se entri in un pub inglese e chiedi del vino, il cambiamento climatico non è il tuo principale problema»





# E noi che parte abbiamo? Consapevolezza!

4. Ma è tutta colpa del Sole!



# E noi che parte abbiamo? Consapevolezza!



*«Non preoccupatevi,  
lasciate fare alla  
Provvidenza»*

Sull'attuale regresso dei  
ghiacciai sulle Alpi  
Accademia dei Lincei, 1881

# E noi che parte abbiamo? Consapevolezza!



**Non è un paese per ghiacciai. La montagna che cambia sotto i nostri occhi.**

**Roberto Sergio Azzoni**