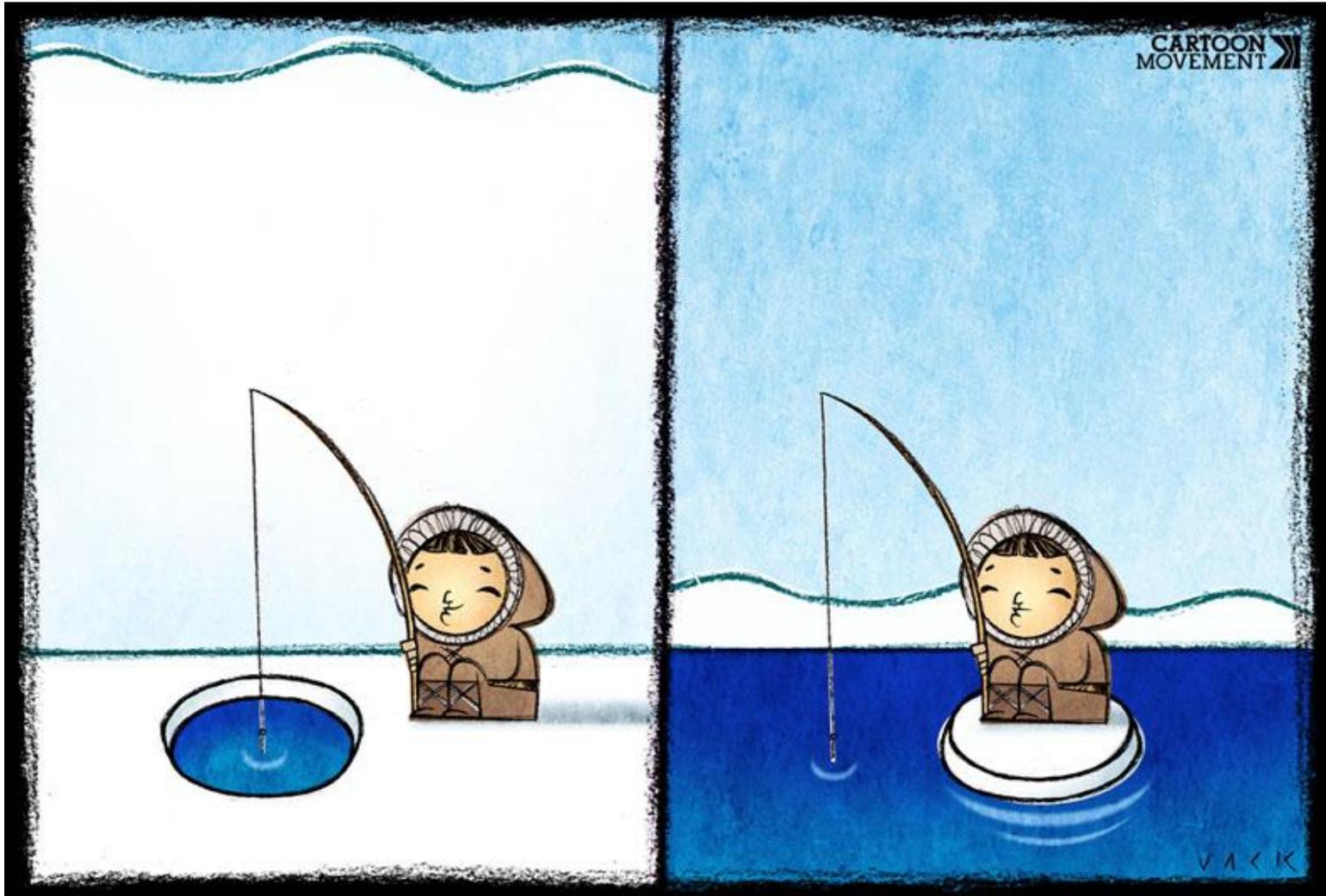


# CLIMA E CAMBIAMENTI CLIMATICI



[stefano.materia@cmcc.it](mailto:stefano.materia@cmcc.it)

Le parole **clima** e **meteo** sono sempre più spesso sulle prime pagine dei giornali italiani e internazionali. Ma vogliono dire la stessa cosa?



LE LINEE GUIDA SULLA DISCLOSURE

## Finanza e industria chiedono trasparenza sul rischio clima

—di Sissi Bellomo 30 giugno 2017



I rischi del cambiamento climatico non interessano più alla Casa Bianca, ma il mondo dell'economia e della finanza non ha nessuna intenzione di chiudere gli occhi. Oltre cento società (anche americane), con una capitalizzazione di 3.500 miliardi di dollari, hanno dato il loro appoggio ad includere nei bilanci una valutazione dei potenziali impatti delle trasformazioni del clima e delle misure per contenere i gas serra sulle loro attività, nonché le

## il Giornale.it **cronache** Meteo, in arrivo brusco calo delle temperature

La massa d'aria più fresca già presente al Nord si riverserà fino verso le nostre estreme regioni meridionali provocando un brusco calo delle temperature

Luca Romano - Dom, 02/07/2017 - 16:10

commenta G+1 0 Mi piace 121

Si è giunti al termine dell'intensa ondata di caldo che ha portato le temperature anche di 10 gradi oltre le medie al Sud e in Sicilia.



MEDIASET Lunedì 03 Luglio

Tgcom24 | Mondo

29 GIUGNO 2017 10:29

## Clima, Angela Merkel: "Europa determinata sull'accordo di Parigi"



"Da quando gli Usa hanno deciso di lasciare l'accordo sul clima, noi europei siamo più determinati che mai a fare dell'accordo di Parigi un successo". Lo ha detto Angela Merkel al Bundestag. "Dall'uscita di Washington non possiamo aspettarci colloqui facili, il dissenso è aperto. Sono determinata a portare avanti i lavori per adempiere all'accordo di Parigi", ha aggiunto il cancelliere.

# theguardian

port football opinion culture business lifestyle fashion environment tech travel all sections

it > climate change wildlife energy pollution

## Europe's extreme June heat clearly linked to climate change, research shows



# CLIMA e METEO



Climate is what you expect,  
weather is what you get.

Robert A. Heinlein

quotefancy

## CLIMA e METEO

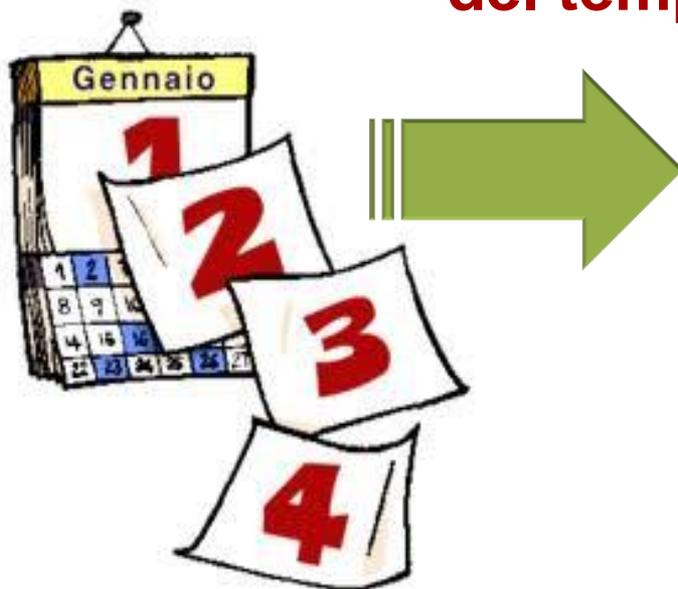
Se ho un carattere solare e allegro, può succedere che un giorno sia triste e depresso. Se questo succede una volta ogni tanto, non significa che il mio carattere sia cambiato.

Così succede a **tempo** e **clima**. L'estate, da noi, è **d'abitudine** la stagione delle giornate caldissime, senza nuvole, delle serate in maglietta. Eppure ogni anno capitano, durante l'estate, giornate piovose e fredde.

**Il clima estivo è caldo e secco, anche se a volte il tempo può essere piovoso**



**Il clima è l'abitudine del tempo**



# Meteo o Clima?

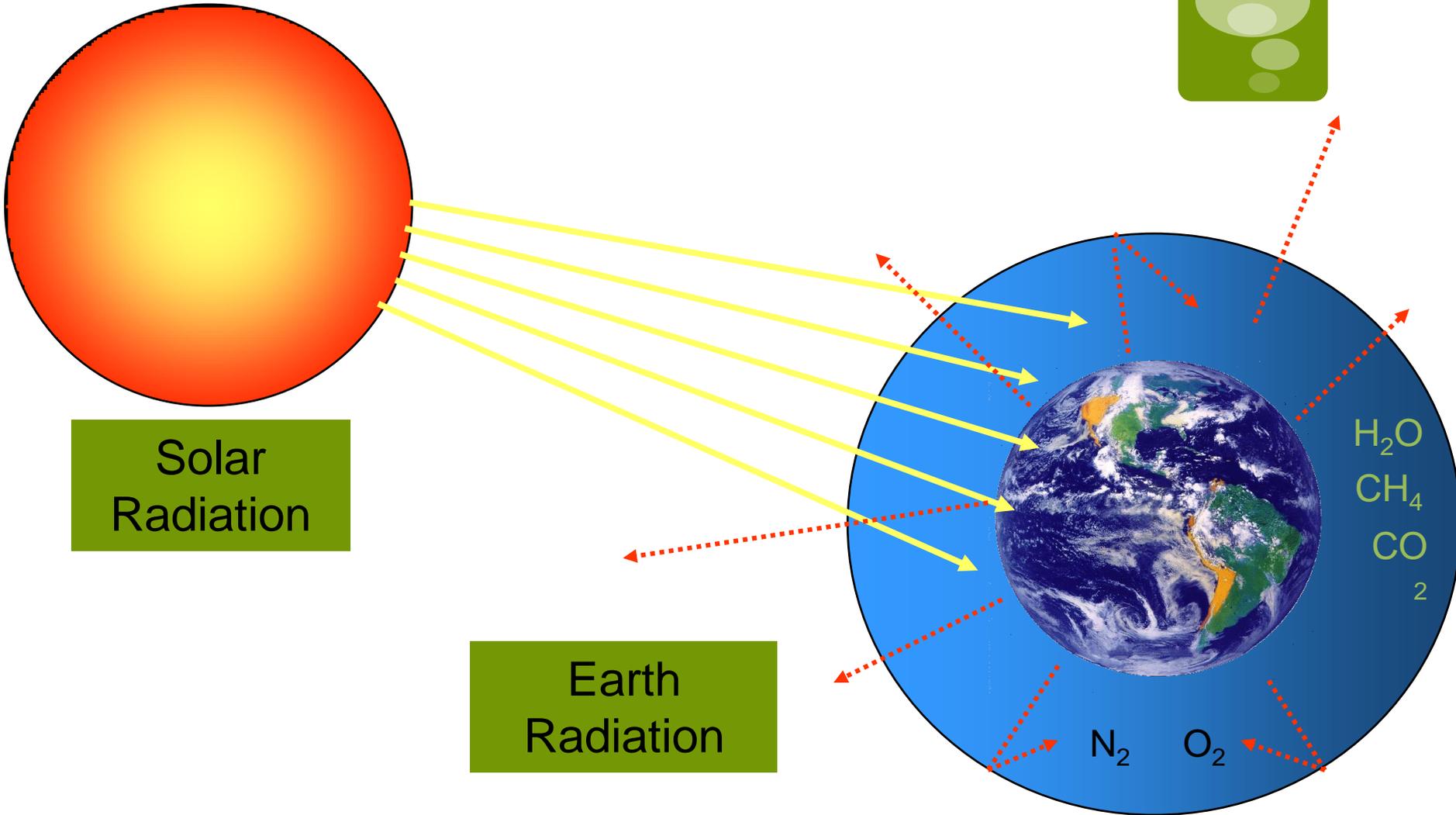
Il **TEMPO METEOROLOGICO** è lo stato dell'atmosfera in un dato momento e in un certo luogo. “Come sarà il tempo domani a Bologna?”

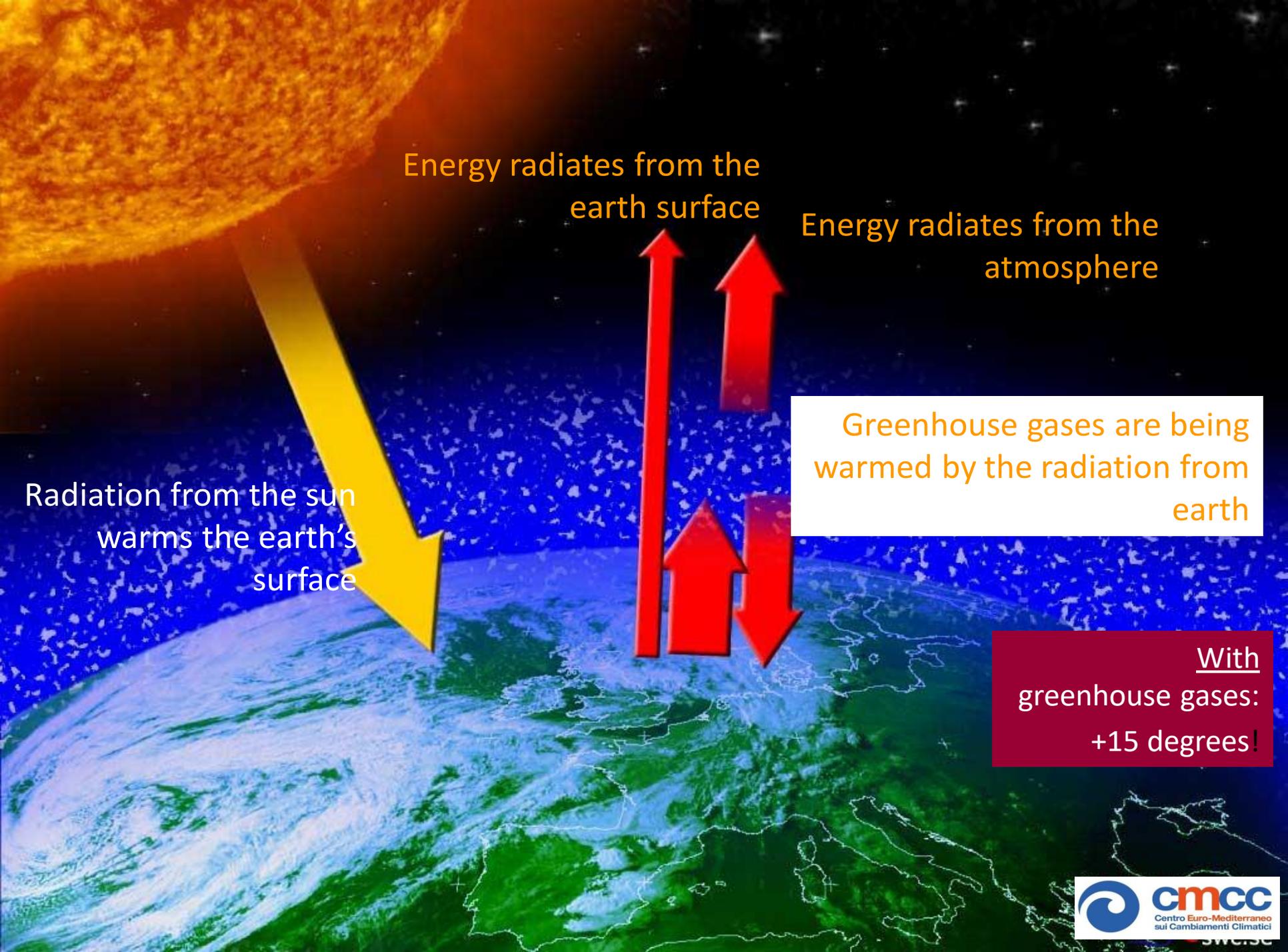


Il **CLIMA** rappresenta la condizione “media” di una certa regione (temperatura, precipitazioni, umidità, vento, etc.). “Com'è il clima di Bologna in autunno?”



# L'importanza dell'atmosfera





Energy radiates from the earth surface

Energy radiates from the atmosphere

Radiation from the sun warms the earth's surface

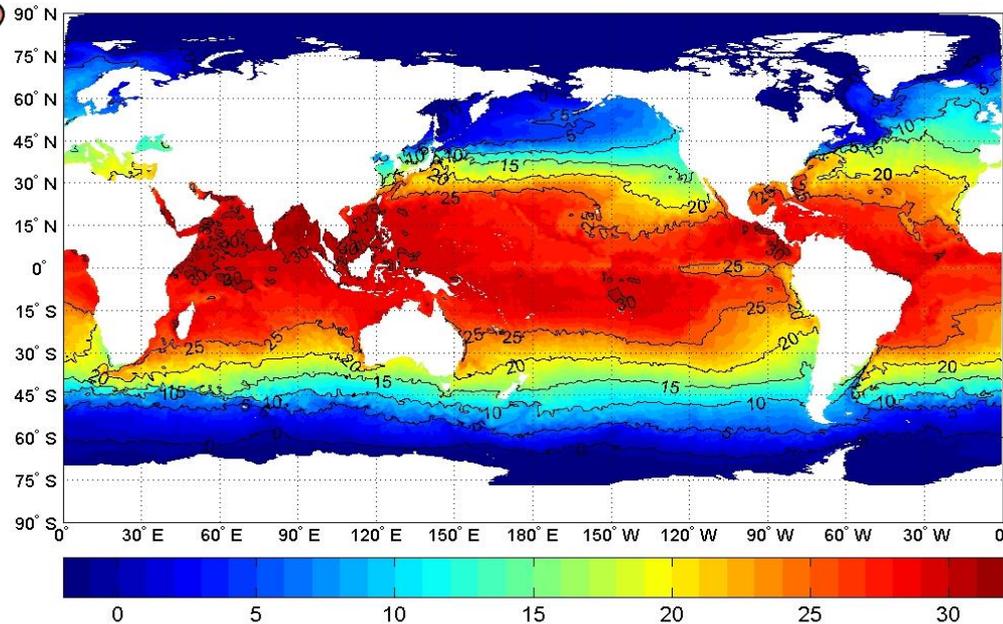
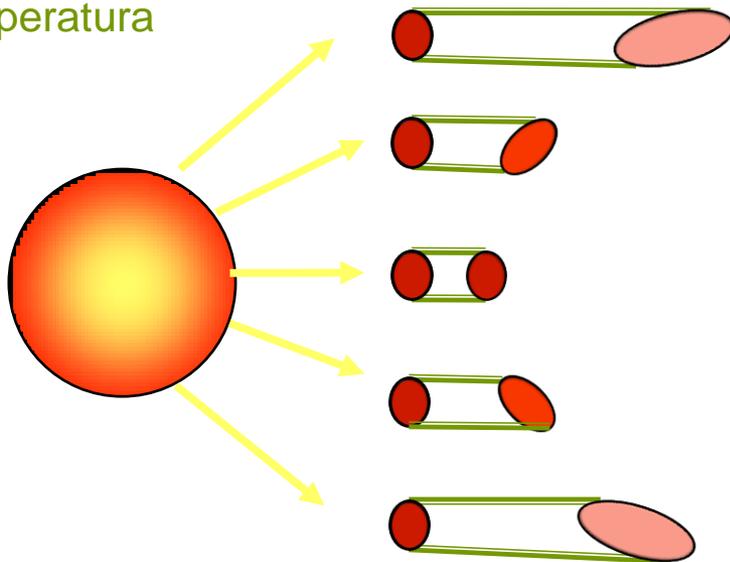
Greenhouse gases are being warmed by the radiation from earth

With  
greenhouse gases:  
+15 degrees!

# Come il sole riscalda il pianeta terra

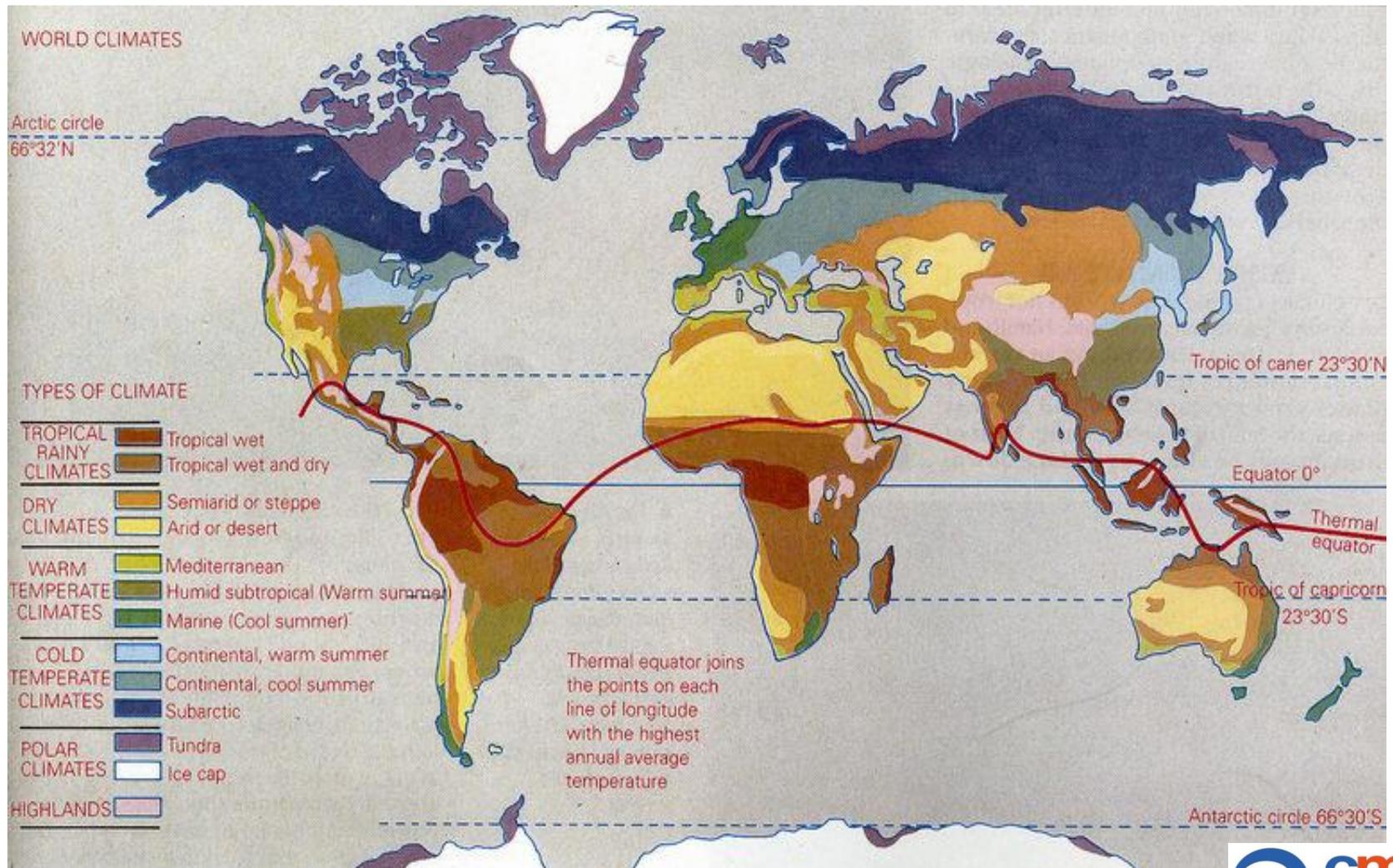


Le temperature medie degli oceani riflettono bene l'angolatura della radiazione solare. Più diretta è la radiazione, maggiore è il flusso radiante incidente, e quindi la temperatura





# I diversi tipi di clima non dipendono esclusivamente dalla latitudine

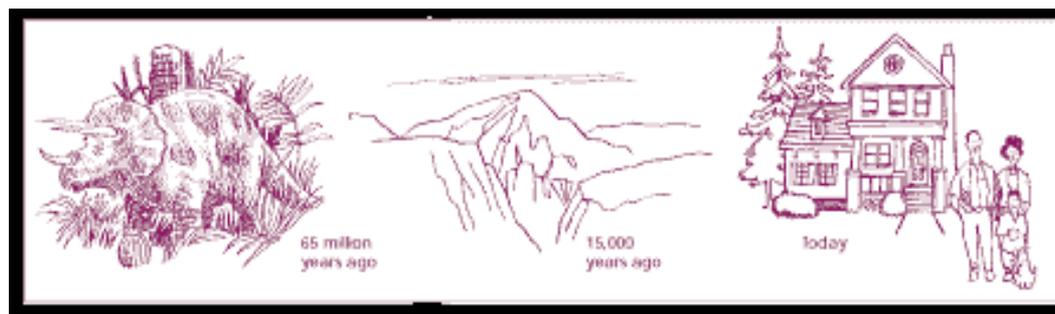


# I CAMBIAMENTI CLIMATICI

**CAMBIAMENTO CLIMATICO** si riferisce quindi ad una variazione significativa sia dello “**stato medio**” che della “**variabilità**” del clima **che persista** per un tempo sufficientemente “lungo” (almeno 30 anni).

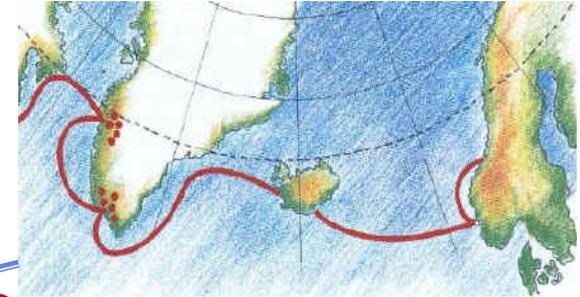


Il clima della Terra è sempre cambiato, in genere su scale temporali molto lunghe, dalle centinaia alle migliaia di anni, ma ci sono anche prove di cambiamenti più improvvisi.



# Cambiamenti climatici degli ultimi 2000 anni

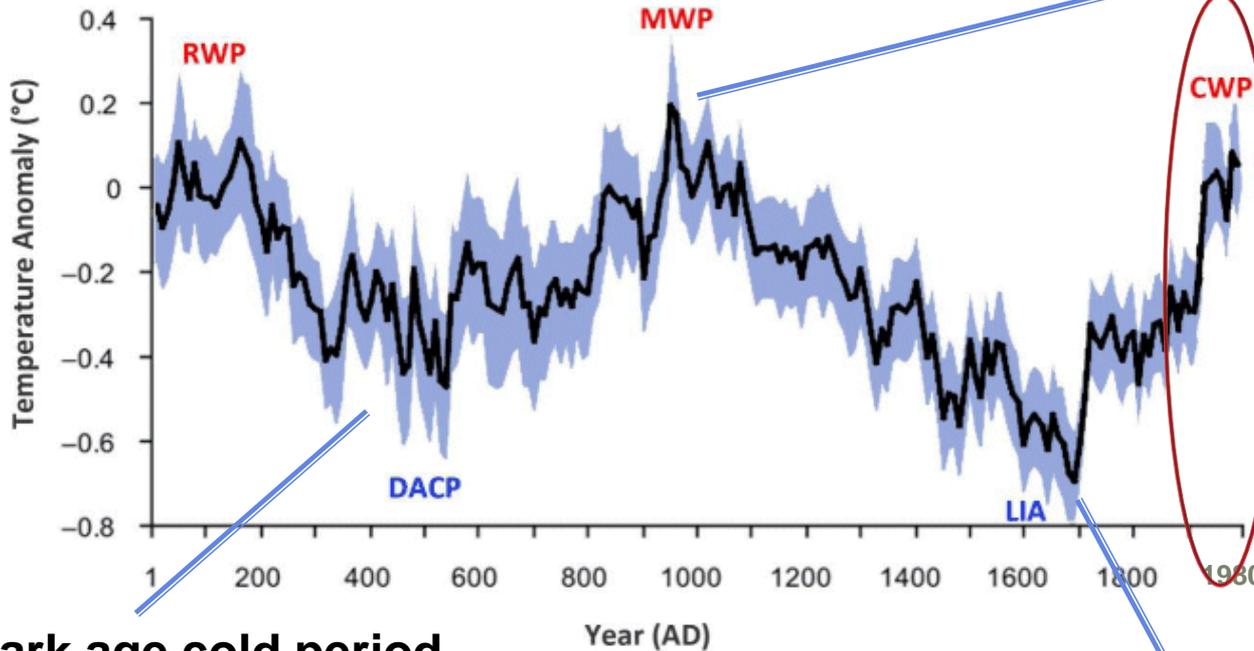
## Optimum medievale



I Vichinghi riescono a esplorare tutto l'Atlantico Settentrionale

Attuale riscaldamento che succede dopo il 1980?

Extra-Tropical Northern Hemisphere (30-90°N) Decadal Mean Temperature  
Adapted from Ljungqvist, 2010



## Dark age cold period



Una serie di disastrose eruzioni vulcaniche determina in pochi anni un sostanziale calo delle temperature

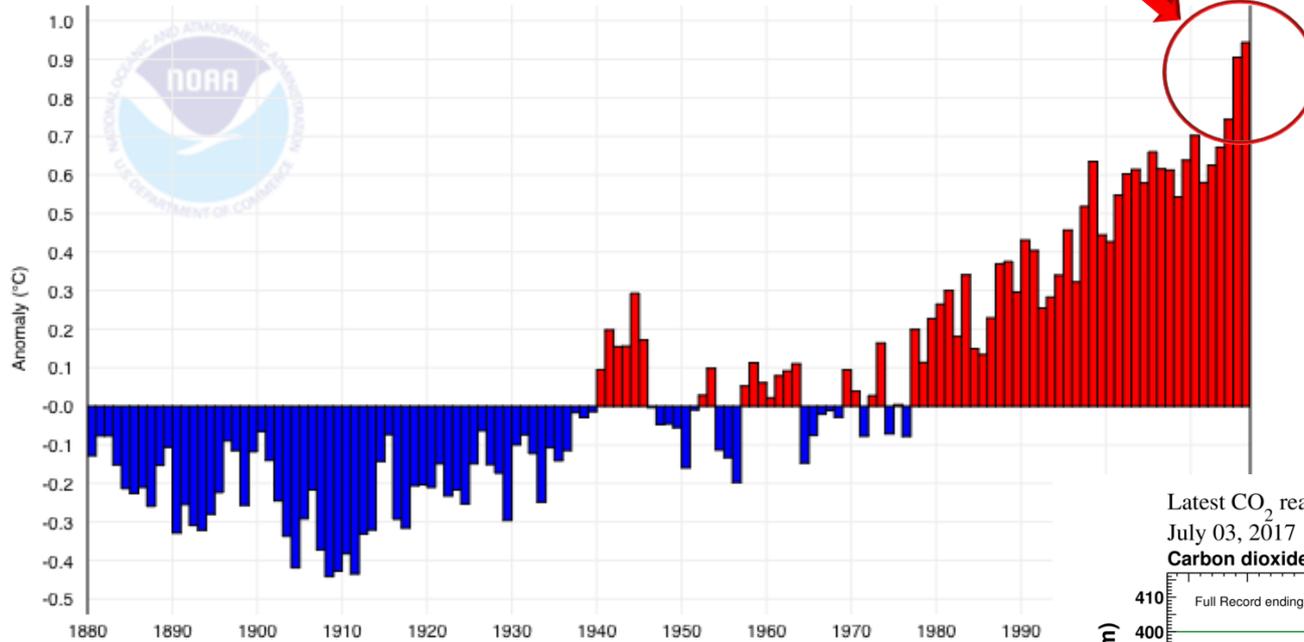
I ghiacciai si espandono, canali e fiumi europei ghiacciano ogni anno, le estati sono spesso gelide e piovose

## Piccola età glaciale



# Cambiamenti climatici degli ultimi 150 anni

voi siete qui



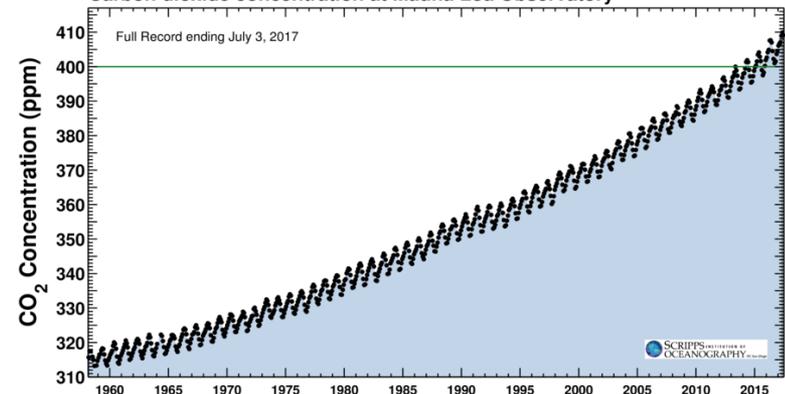
**Differenza di temperatura  
(1991-2010) – (1880-1899)**

**+0,79 ± 0,19°C**

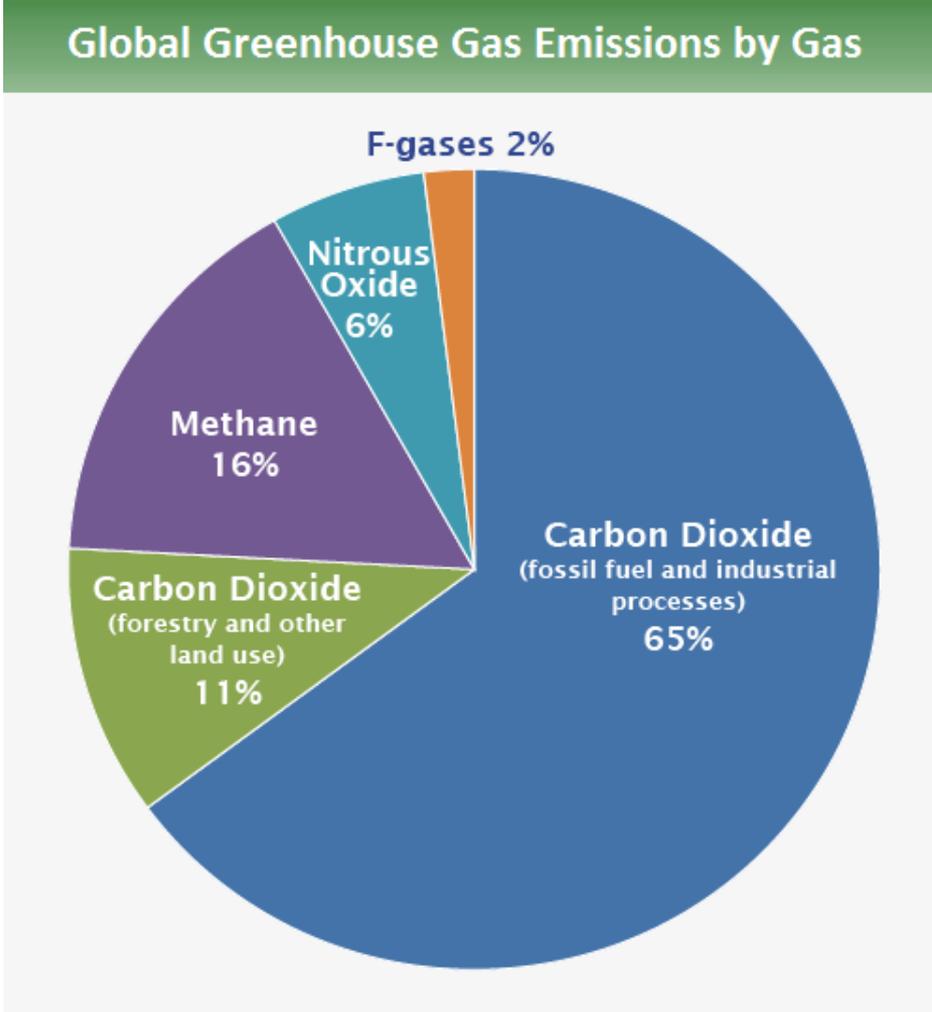
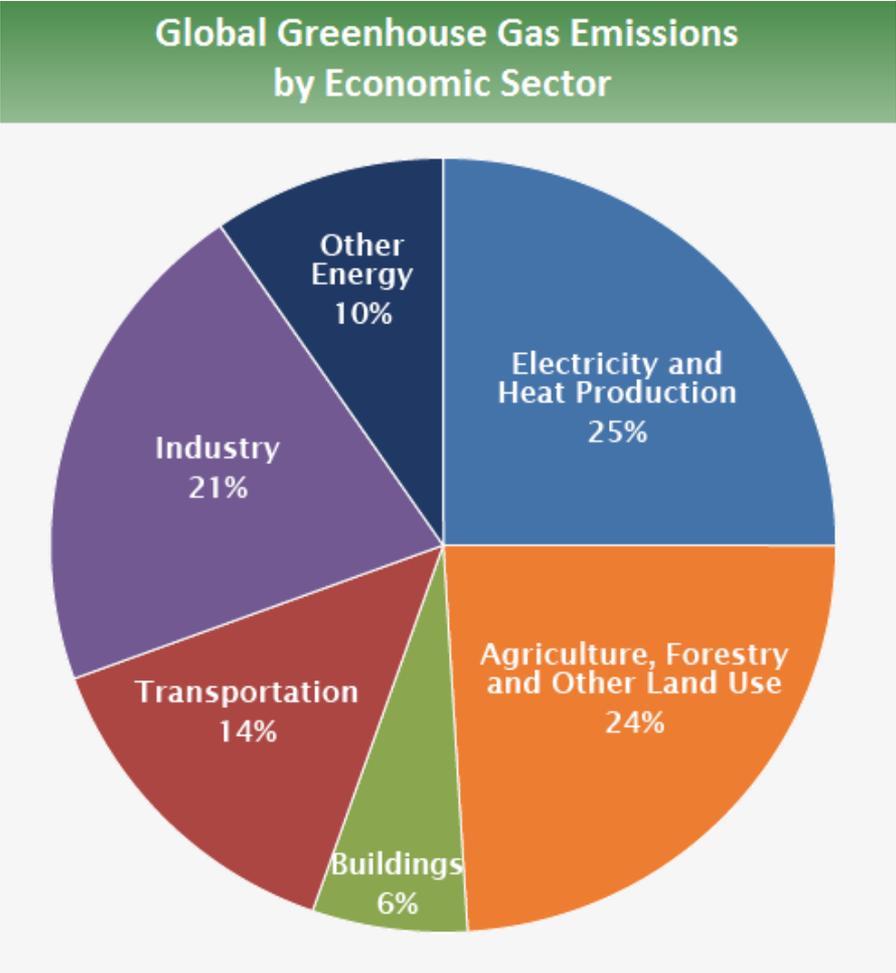
Latest CO<sub>2</sub> reading  
July 03, 2017

**409.64 ppm**

Carbon dioxide concentration at Mauna Loa Observatory



# Come si genera il cambiamento climatico? Da dove derivano i gas serra?



# Siamo sicuri che stiamo misurando bene la temperatura?



Prendiamo indicatori diversi per monitorare lo stato del clima, che non siano i termometri: i GHIACCIAI

**Muir and Riggs Glaciers**

**Ghiacciaio della Vedretta di Vallelunga**



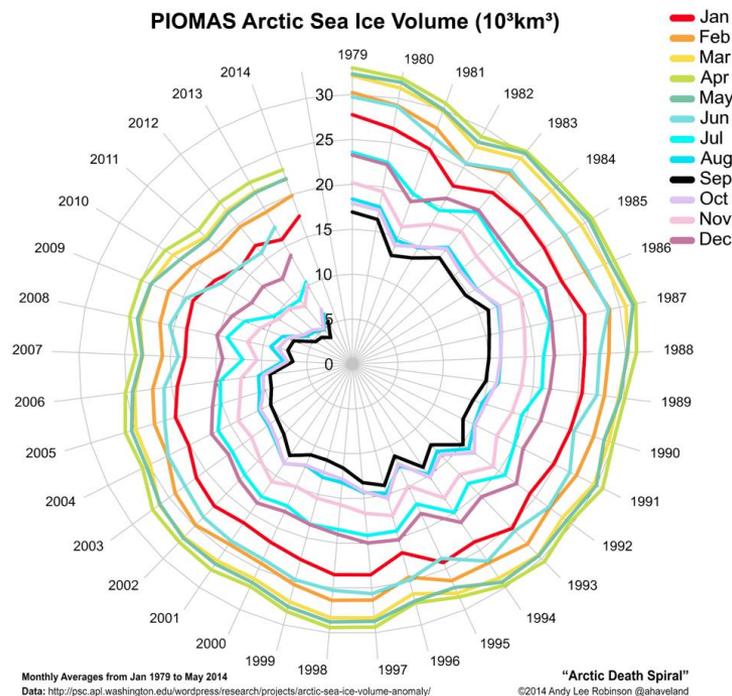
**Ghiacciaio Monclair (Gran Paradiso)**



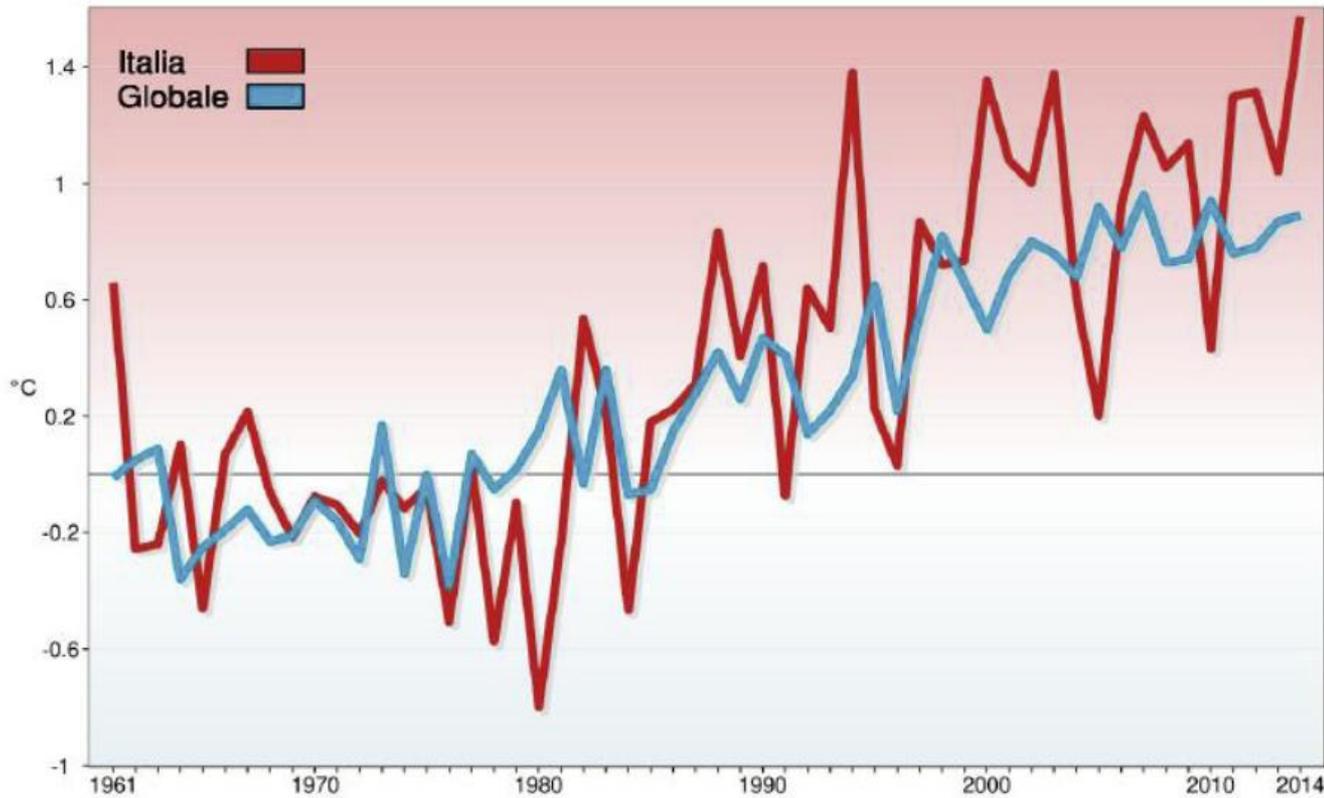
# Ma no, quelle foto sono ritoccate, guardiamo come si comportano i ghiacci artici



In trent'anni abbiamo perso  
d'estate quasi la metà della  
superficie ghiacciata circa i 2/3 del  
volume



# Anche in Italia il clima è cambiato ?



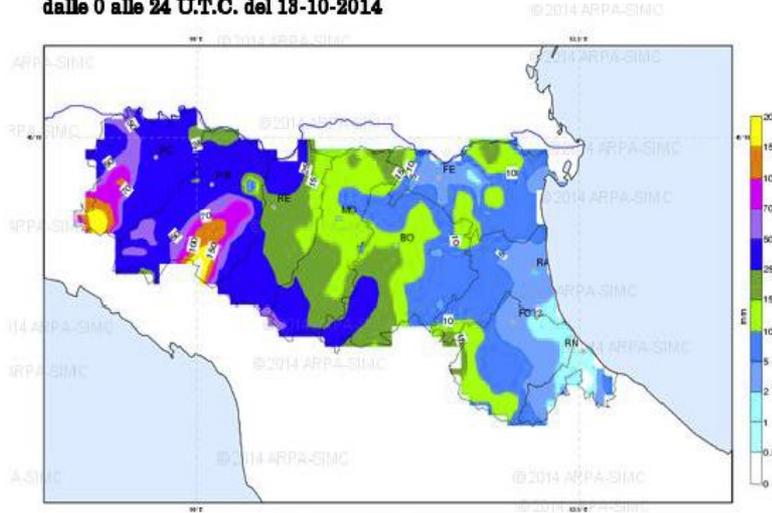
Secondo diversi studi, i cambiamenti climatici in aree di transizione come il Mediterraneo potrebbero essere più intensi che in altre zone del globo.

**Figura 2.1:** Serie delle anomalie di temperatura media globale sulla terraferma e in Italia, rispetto ai valori climatologici normali 1961-1990. Fonti: NCDC/NOAA e ISPRA. Elaborazione: ISPRA.



## Eventi estremi

poggia osservata cumulata in 24 ore (mm)  
dalle 0 alle 24 U.T.C. del 18-10-2014



Molti studi evidenziano la possibilità, nel prossimo futuro, di una maggiore frequenza di cosiddetti **eventi estremi**, ovvero episodi meteorologici così anomali che in passato si sono verificati molto raramente.

La maggiore disponibilità di calore nei bassi strati dell'atmosfera potrebbe generare le condizioni ideali per l'innescio di celle temporalesche molto ampie e strutturate, in grado di scaricare enormi quantità di pioggia in pochissimo tempo.



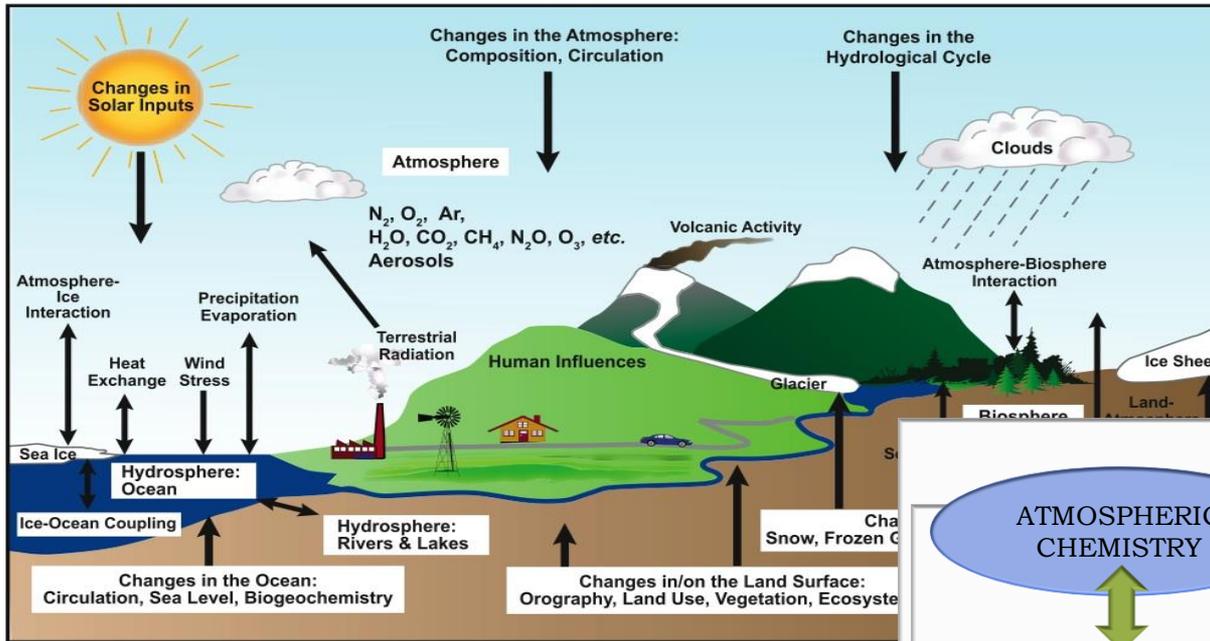
Alluvione di Parma, 13-10-2014

3 maggio 2013: la pianura bolognese e modenese è spazzata da un tornado cat. F3, venti stimati a 300 km/h



Attenzione! Non necessariamente questi episodi sono legati al climate change, quel che è certo è che temperature più alte incrementano la probabilità di eventi più frequenti ed intensi.

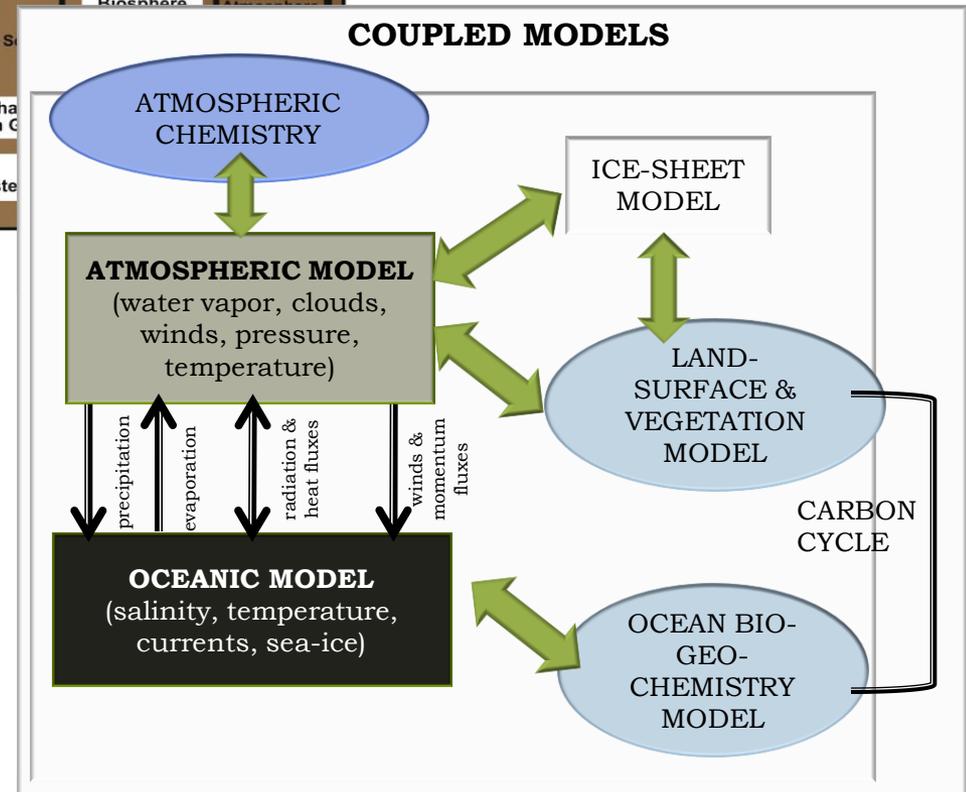
# Modelli per la simulazione e la previsione del clima



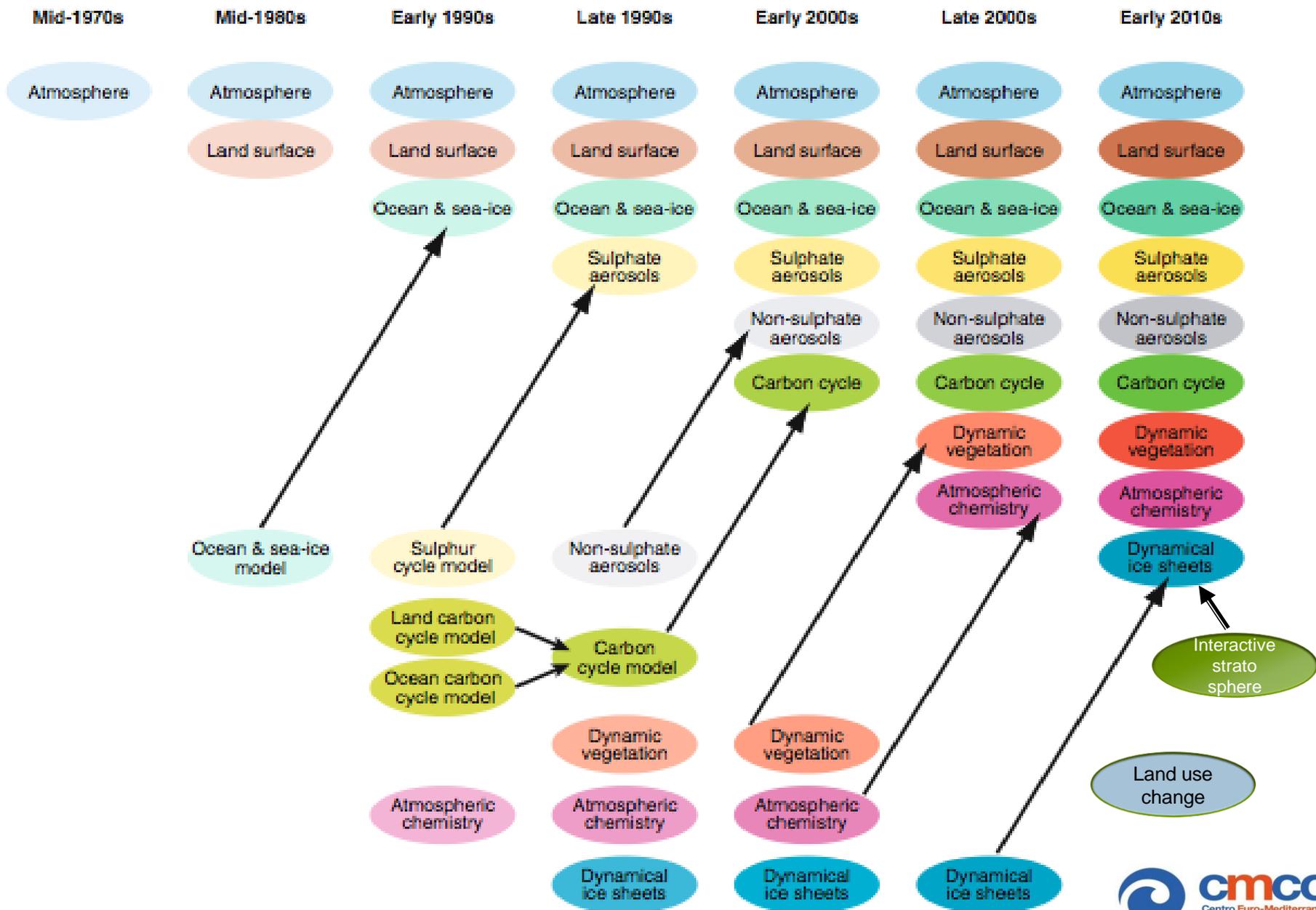
FAQ 1.2, Figure 1. Schematic view of the components of the climate system, their processes and interactions.

Per previsioni di breve/medio periodo (giorni/mesi) dobbiamo anche conoscere anche lo **stato iniziale dell'atmosfera e dell'oceano**, che viene dalle osservazioni:

- stazioni meteo
- satelliti
- boe marine
- palloni sonda

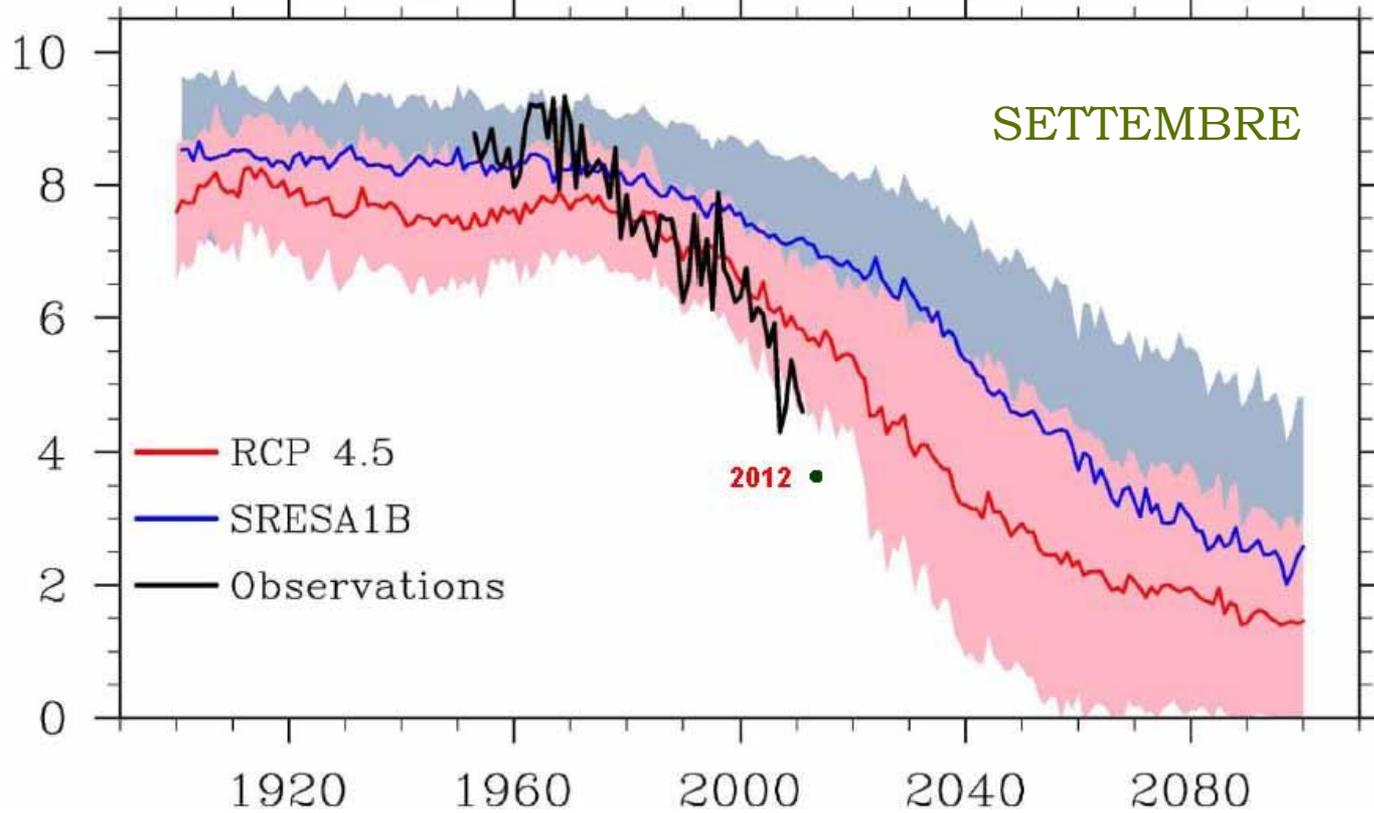


# Com'è aumentata negli anni la complessità dei modelli



# Non solo si è sciolto molto ghiaccio, ma probabilmente continuerà a sciogliersene

Superficie di ghiaccio marino: osservazione e due diversi **scenari** futuri per la superficie di ghiaccio marino

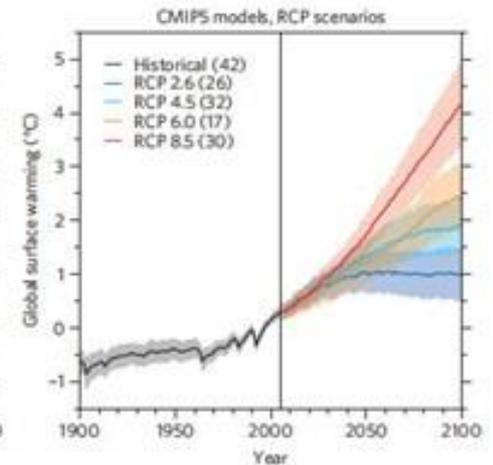
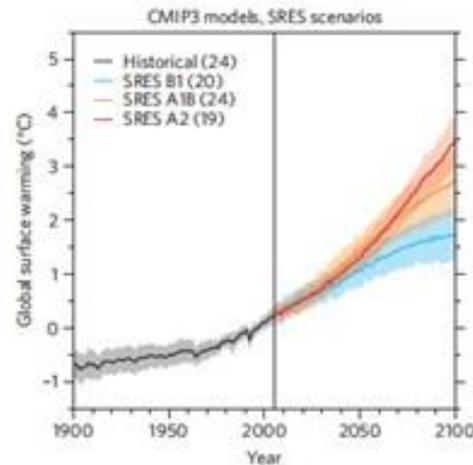
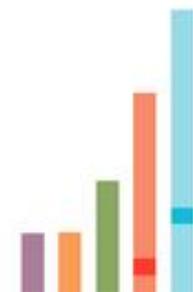
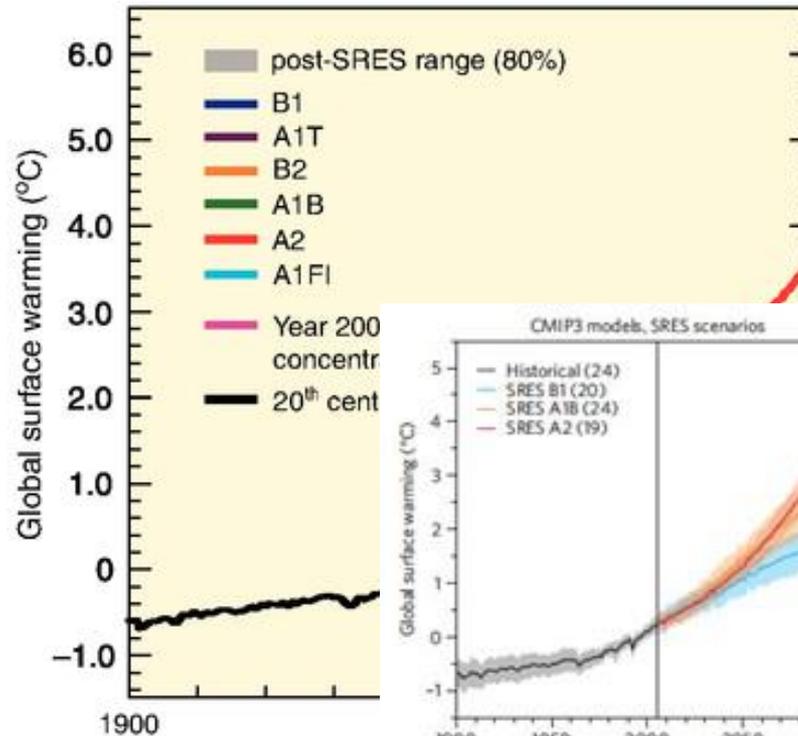
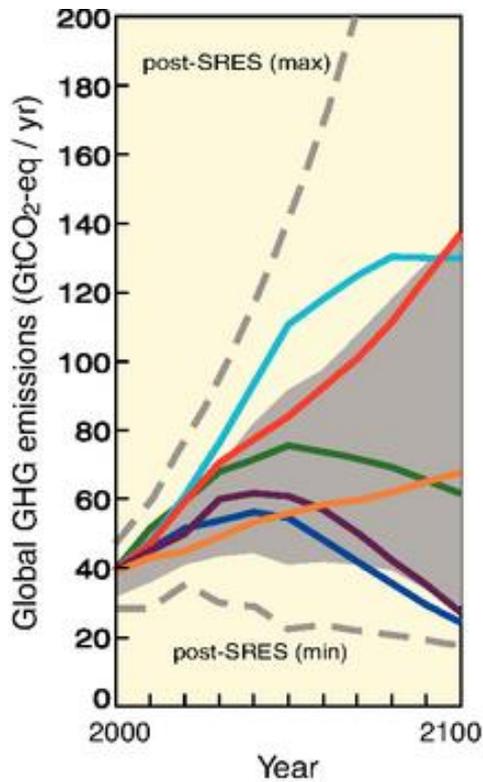


From Stroeve et al.  
(GRL, 2012)

Le osservazioni ci dicono che lo scioglimento del ghiaccio artico è molto più rapido di quanto prevedano anche i modelli più recenti, e probabilmente entro metà secolo avremo un Artico libero da ghiacci durante l'estate.

# Scenari

Gli **Scenari** sono una selezione di simulazioni forzate con diverse concentrazioni di gas serra, basate sulla nostra previsione della crescita socio-economica. Ad esempio, uno scenario che prevede per il futuro la massiccia transizione da energia tradizionale a rinnovabile sarà una simulazione in cui le emissioni di CO<sub>2</sub> e altri gas serra diminuiscono

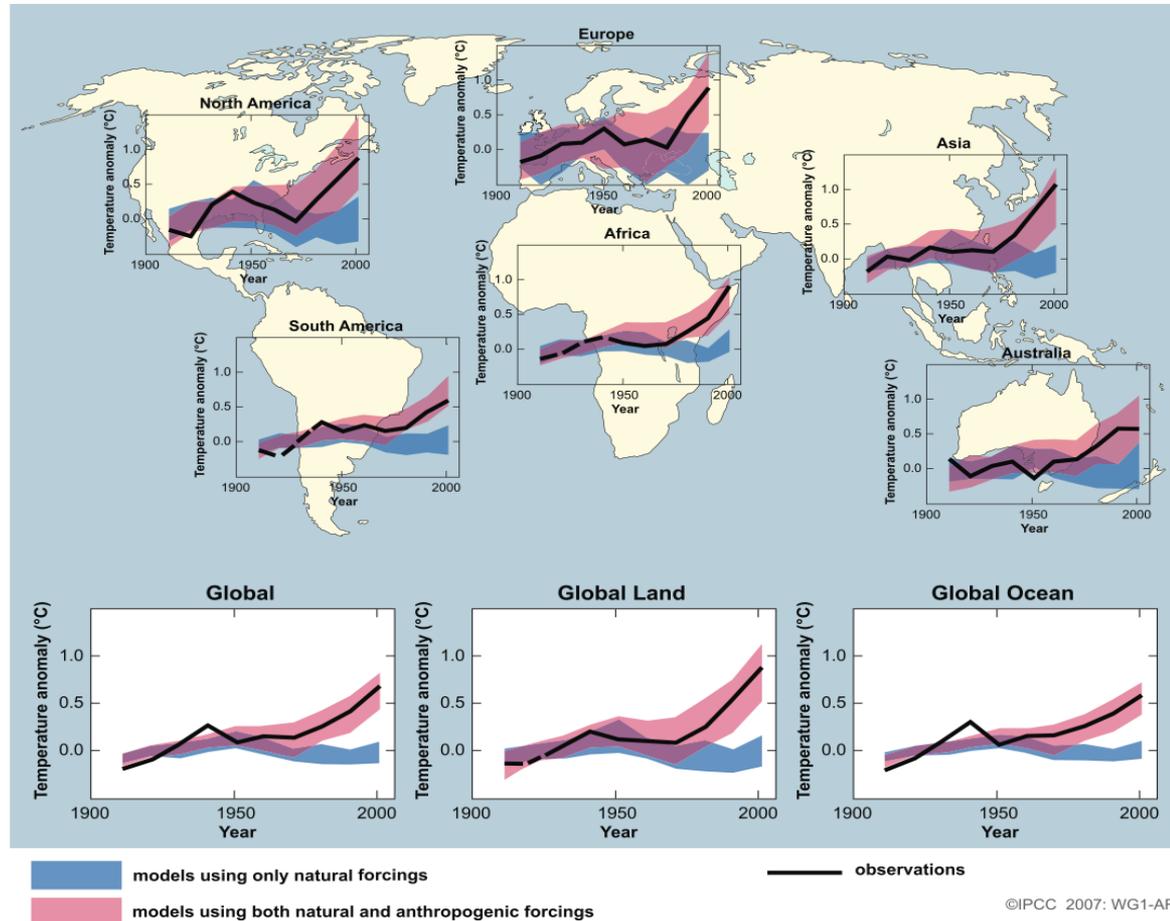


# Possiamo credere ai modelli che prevedono questi aumenti delle temperature?



Le **linee nere** rappresentano il cambiamento di temperatura osservato, rispetto alla media di inizio età industriale (fine '800).

Le bande colorate dipingono il cambiamento simulato da diversi modelli: le **bande blu** sono simulazioni che **non considerano** l'immissione di gas serra da parte degli esseri umani, le **bande rosse** sono simulazioni che **contengono l'informazione che deriva dai gas serra**.



Si nota come le due bande siano praticamente identiche fino al 1950, dopodiché prendono direzioni opposte. Le osservazioni seguono perfettamente la linea rossa

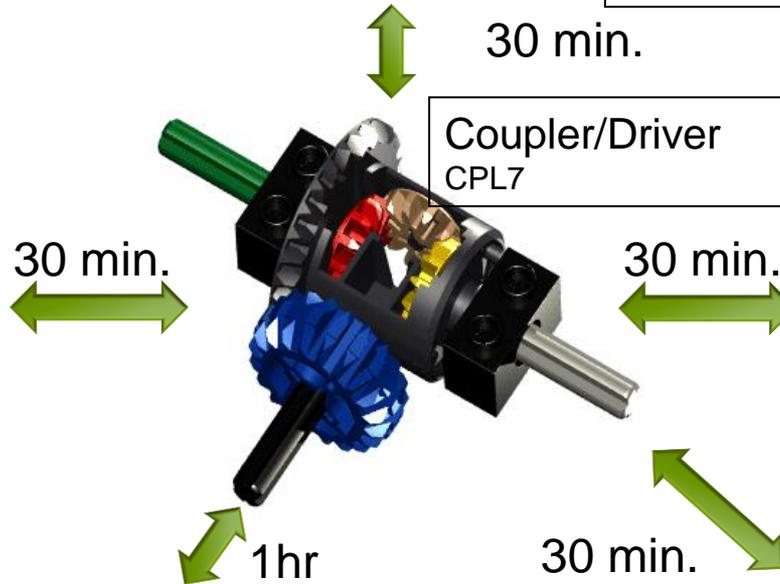
# Il nuovo modello del clima globale del



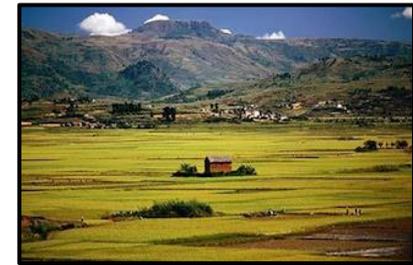
Atmosphere  
Community  
Atmosphere Model  
CAM5.3 30 vert. lev.



River routing  
River Transport Model  
RTM 0.5 deg res



Coupler/Driver  
CPL7



Land / Vegetation  
Community Land Model  
CLM4.5

Ocean  
NEMO 3.4  
~50 vert. lev.



Sea Ice  
Community Ice Code  
CICE4

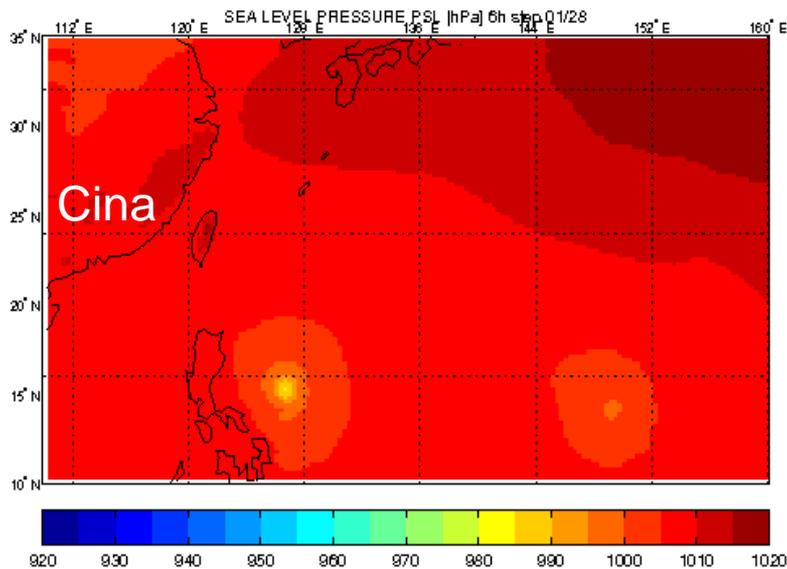


# Risultati dal modello accoppiato: un caso studio

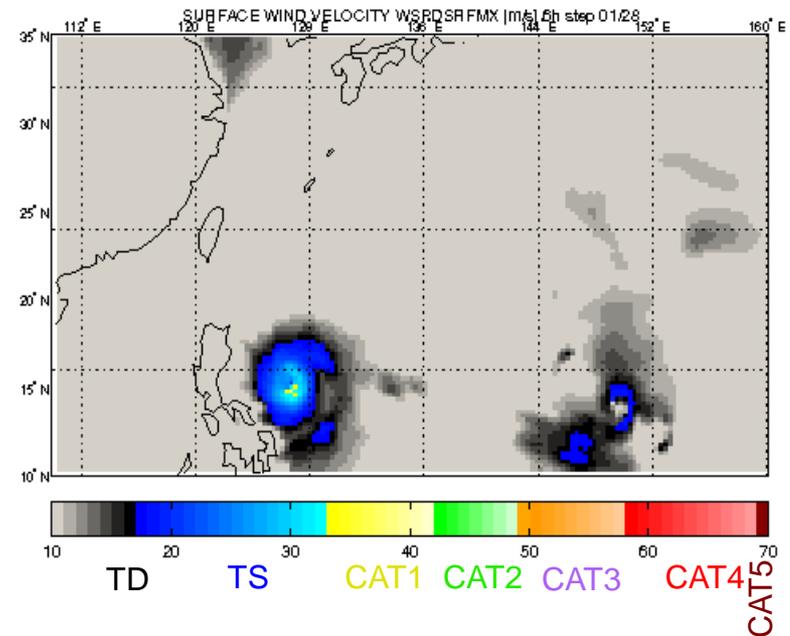
Due tifoni gemelli simulati con il modello ad alta risoluzione: oceano e atmosfera si scambiano informazioni ogni ora



SLP [hPa]



10m wind [m/s]



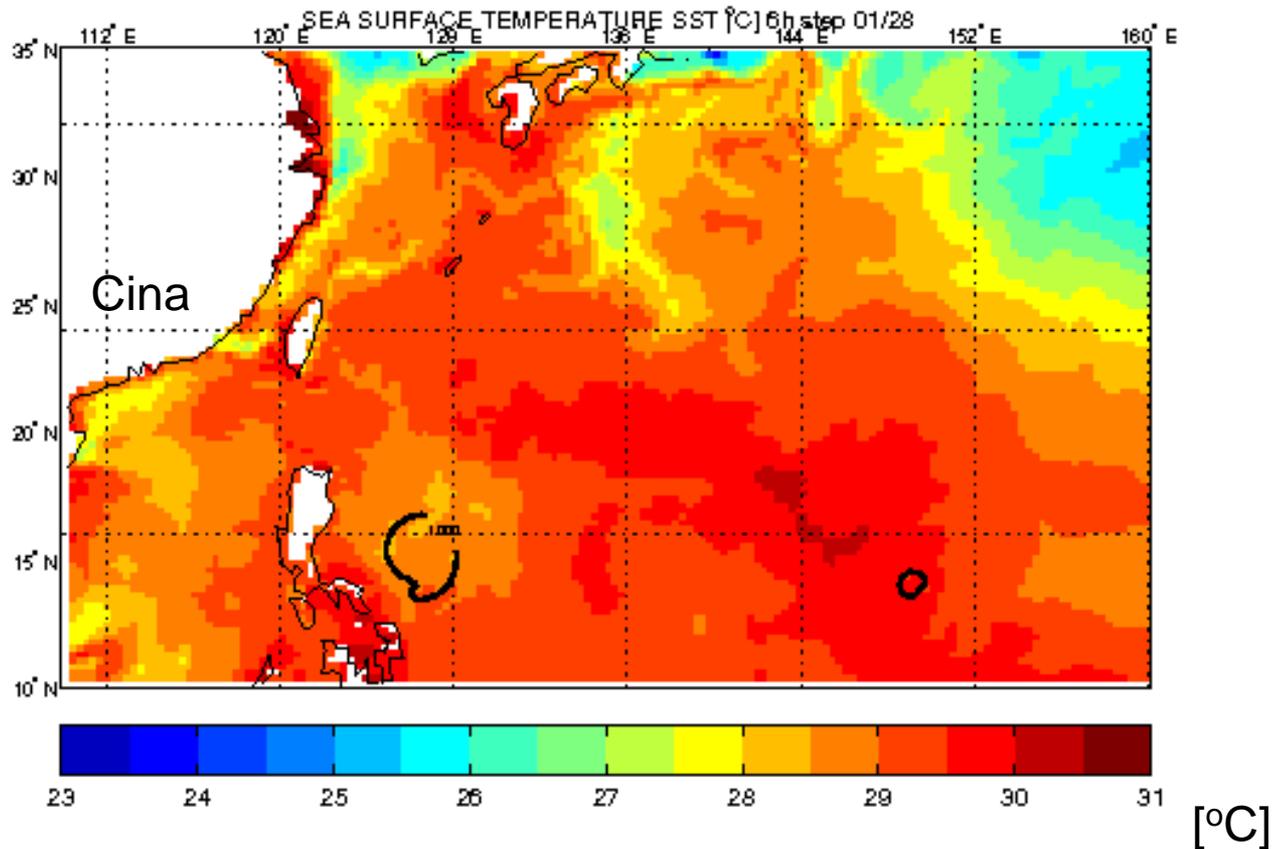
[image frames every 6 hours covering one week]

# Risultati dal modello accoppiato: un caso studio

Due tifoni gemelli simulati con il modello ad alta risoluzione



SST [patterns] e SLP [contours]



[image frames every 6 hours covering one week]

## Applicazioni dei modelli climatici: agricoltura

### Land suitability (vocazionalità territoriale)

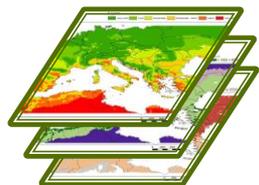


Ogni specie vegetale e più nel dettaglio ogni varietà ha climi e suoli ottimali in cui può svilupparsi e crescere al meglio. Ad esempio, climi aridi e assolati come quello di buona parte della Sardegna sono eccellenti per vini corposi come il Cannonau, mentre le notti fresche e i lunghi inverni sono fondamentali per le uve Nebbiolo del Piemonte.

# Land suitability per il Cannonau

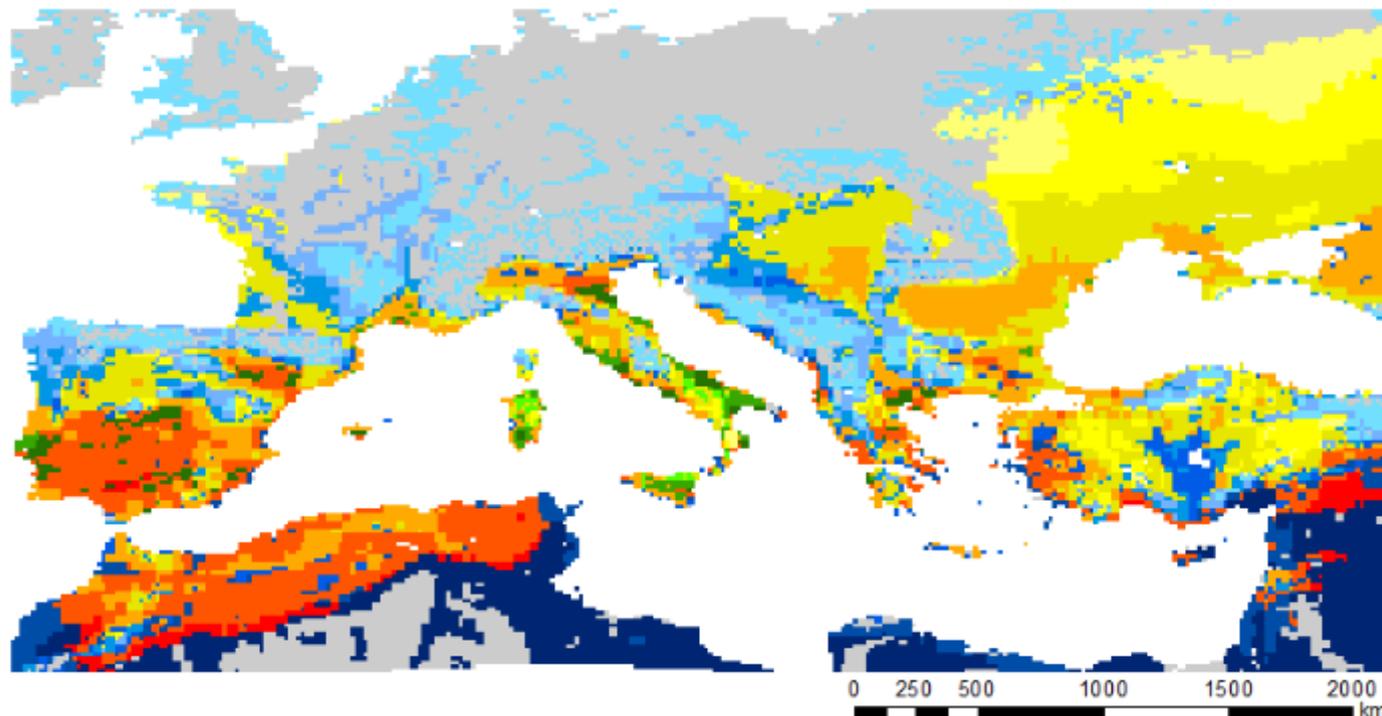


Baseline (1976-2005)



## Legend

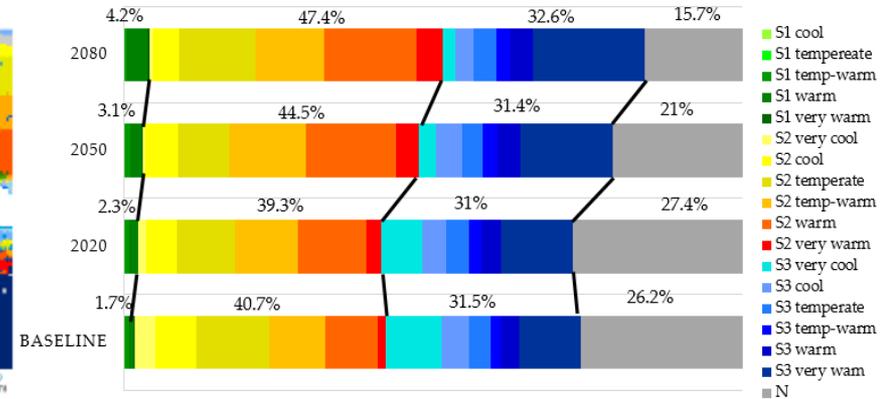
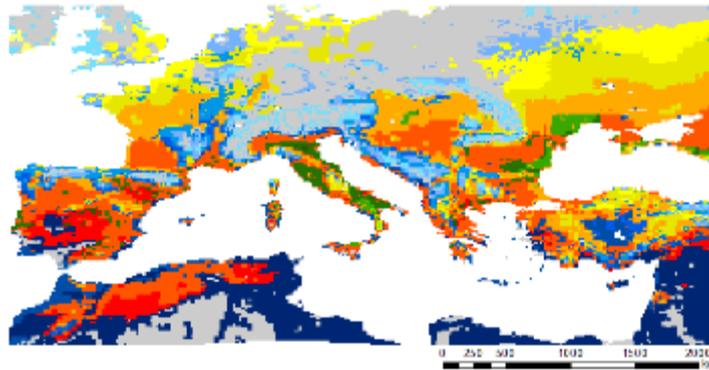
-  S1 cool
-  S1 temperate
-  S1 temp-warm
-  S1 warm
-  S1 very warm
-  S2 very cool
-  S2 cool
-  S2 temperate
-  S2 temp-warm
-  S2 warm
-  S2 very warm
-  S3 very cool
-  S3 cool
-  S3 temperate
-  S3 temp-warm
-  S3 warm
-  S3 very warm
-  N



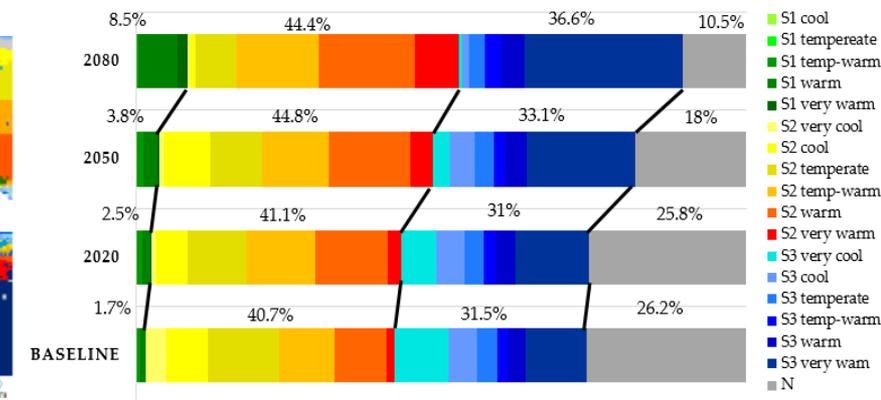
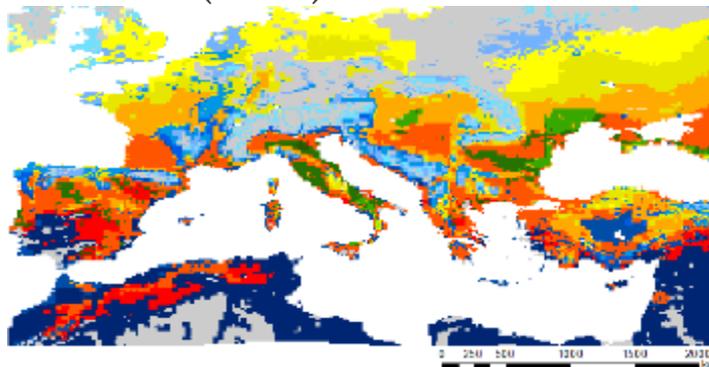
# Land suitability per il Cannonau



RCP 4.5 (2050)

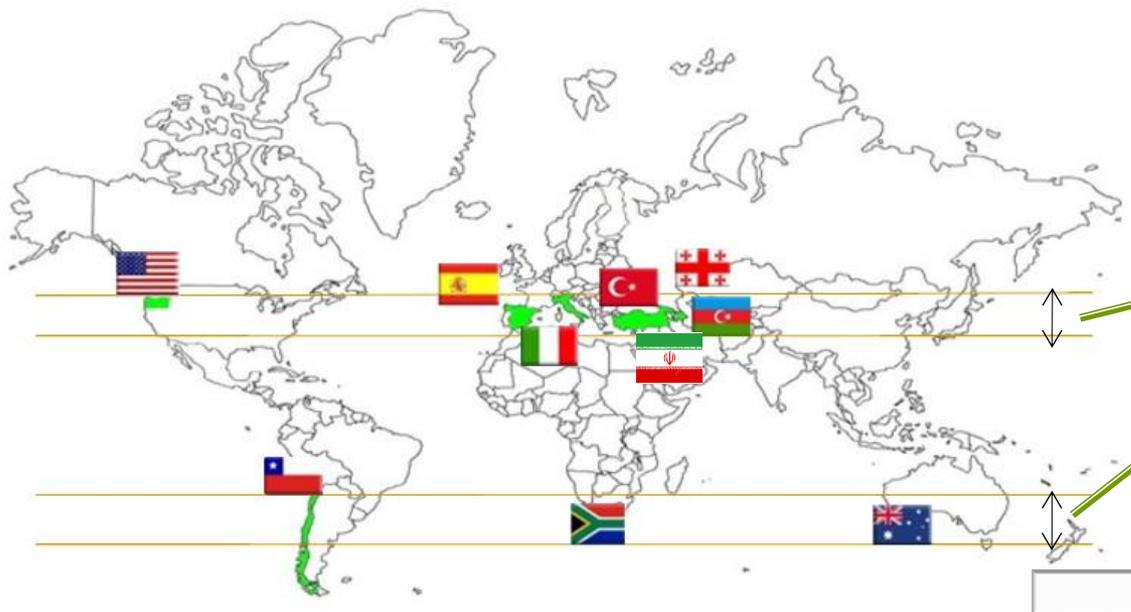


RCP 8.5 (2050)



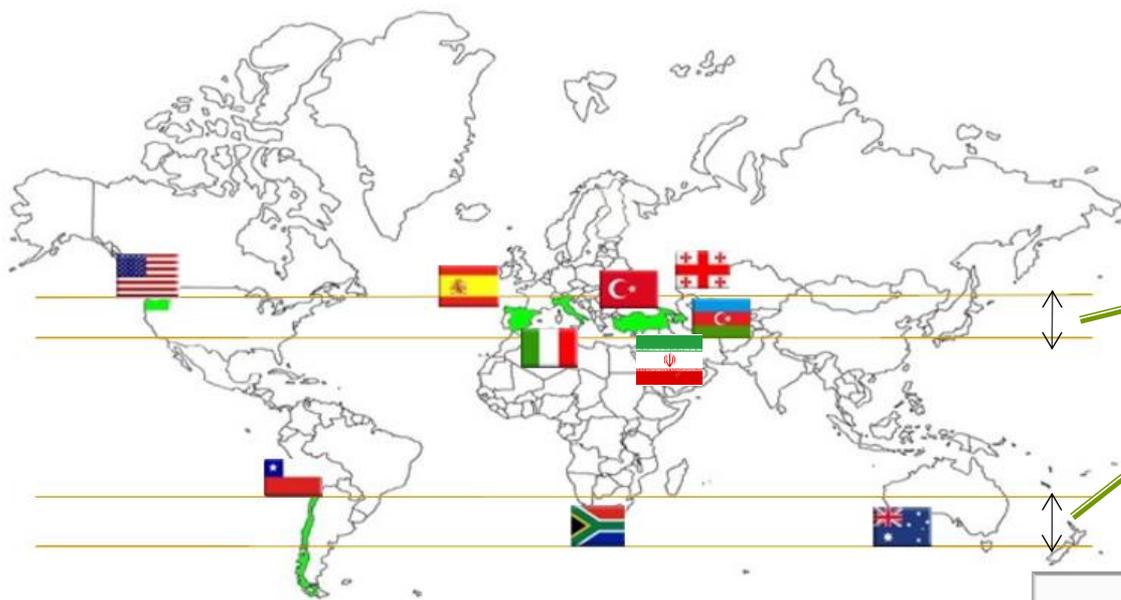
Studi come questo permettono una migliore **pianificazione** nelle scelte agricole per il prossimo e il più lontano futuro. E' possibile che tra 30 anni la Sardegna non sia più vocata alla coltivazione dell'uva Cannonau

# Maggiori produttori mondiali di nocciole

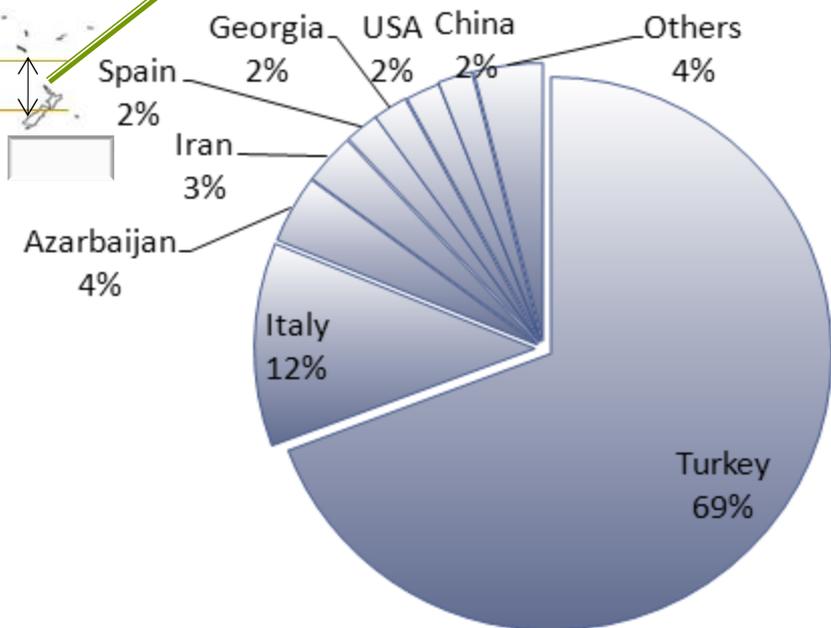


Cinture climatiche adatte alla coltivazione delle nocciole si trovano nelle zone di transizione tra climi temperati e tropicali, e in particolare in regioni dal clima Mediterraneo

# Maggiori produttori mondiali di nocciole



Cinture climatiche adatte alla coltivazione delle nocciole si trovano nelle zone di transizione tra climi temperati e tropicali, e in particolari in regioni dal clima Mediterraneo



# La produzione di nocciole può essere fortemente influenzata dalla variabilità stagionale

Nelle aree costiere della Turchia settentrionale si trovano le condizioni ecologiche necessarie per un'efficiente coltivazione delle nocciole.



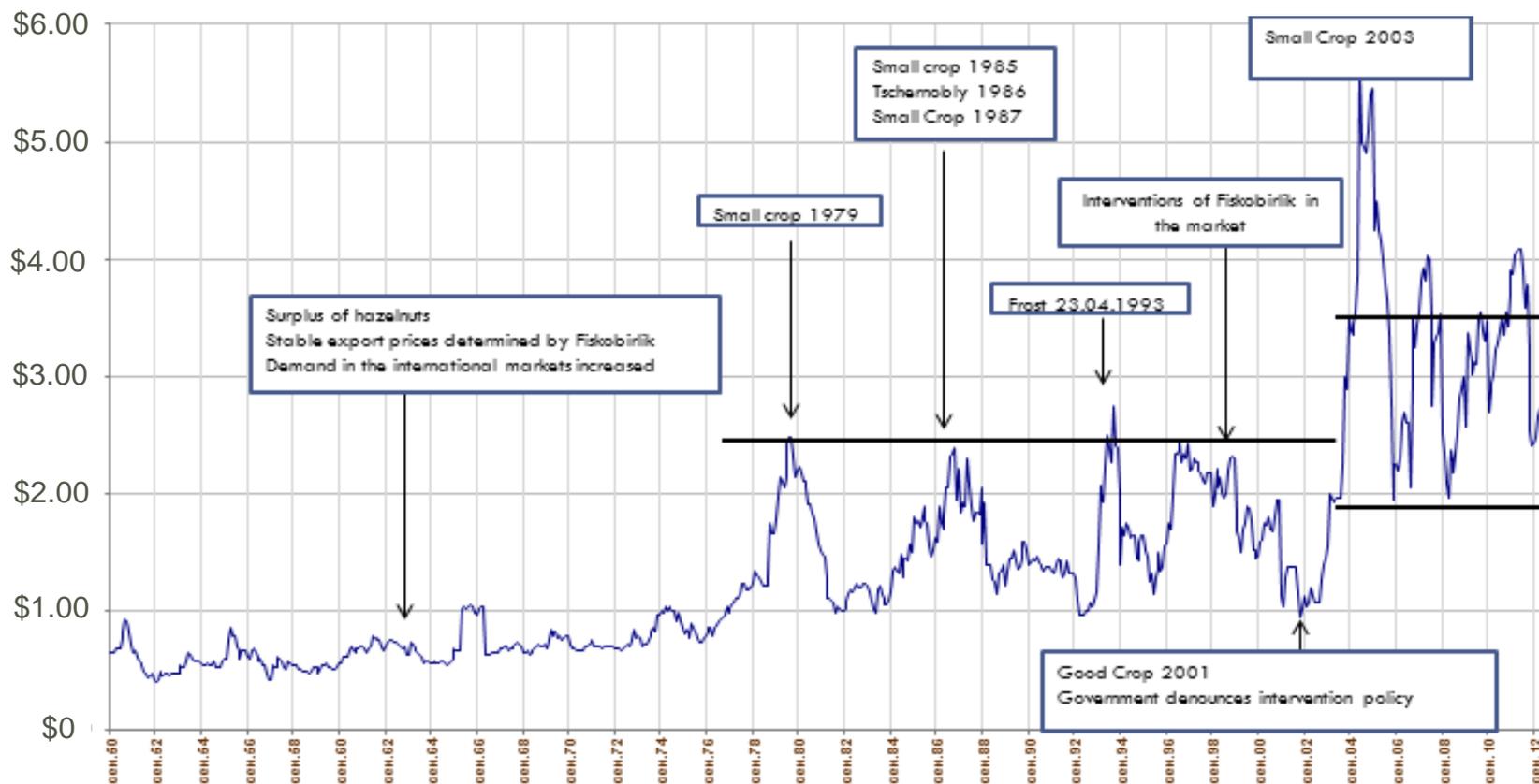
In quest'area si coltivano si coltiva il 70% delle nocciole al mondo, così le associazioni dei produttori hanno enorme capacità contrattuale.



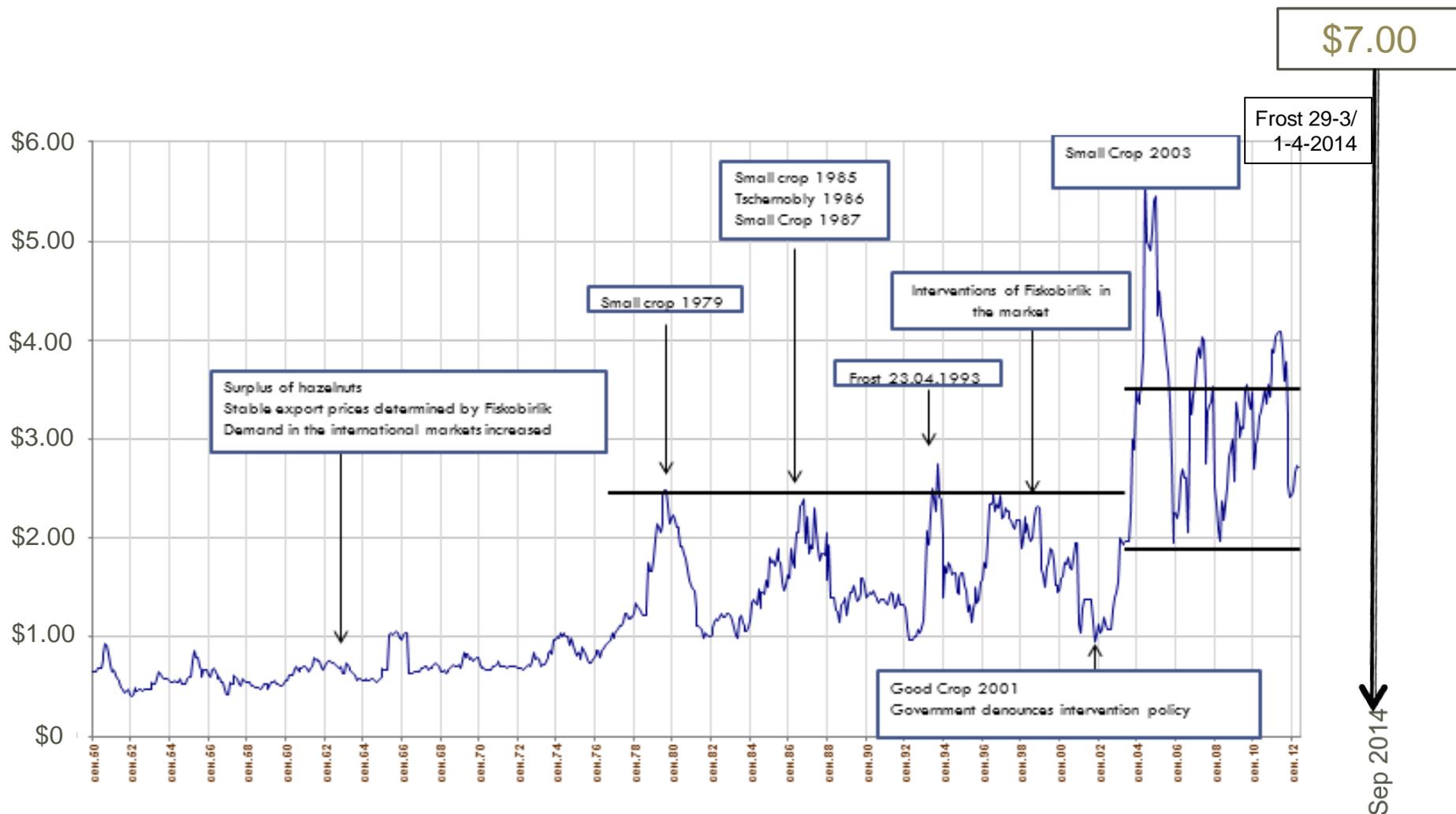
In particolari condizioni climatiche, la produzione si può ridurre molto, così che il prezzo della nocciola cresce bruscamente, con grandi perdite per gli acquirenti. Le **gelate primaverili** e le **siccità estive** sono i principali fattori climatici che influenzano fortemente la produzione.

Le gelate primaverili sono particolarmente dannose, poiché colpiscono i fiori mentre stanno per sbocciare, inibendo la fruttificazione (a causa di una gelata tardiva a fine marzo 2014, circa il 60% del raccolto è andato perduto).

# La variabilità del clima si riflette sul prezzo



# La variabilità del clima si riflette sul prezzo



# Tale variabilità sui prezzi impone due strategie

1. La ricerca di nuovi territori adatti alla coltivazione del nocciolo, per diversificare il rischio sulla fornitura.



Le nuove aree devono soddisfare i bisogni del nocciolo sia nel presente sia nel futuro (studio di land suitability).



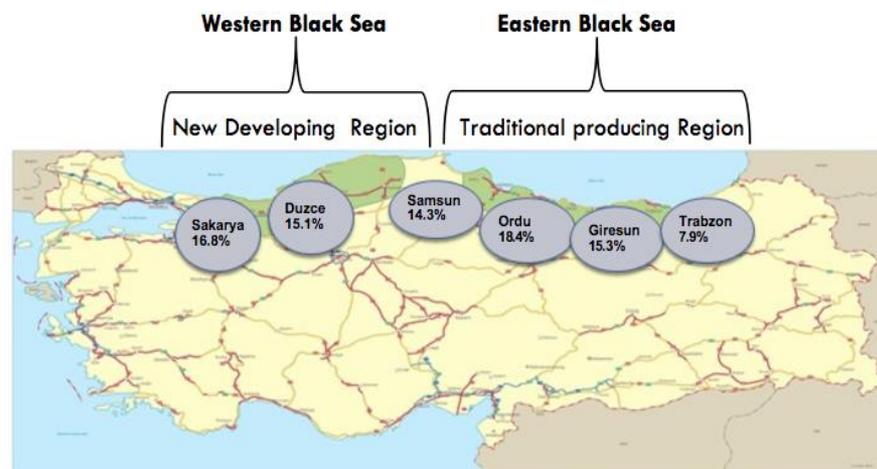
# Tale variabilità sui prezzi impone due strategie

1. La ricerca di nuovi territori adatti alla coltivazione del nocciolo, per diversificare il rischio sulla fornitura.



Le nuove aree devono soddisfare i bisogni del nocciolo sia nel presente sia nel futuro (studio di land suitability).

2. Esplorare l'opportunità di prevedere questi eventi estremi attraverso previsioni stagionali sull'area di interesse.

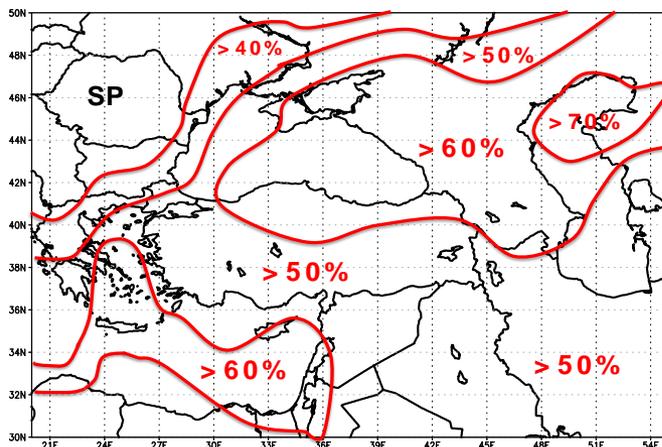


# Previsione per il trimestre Feb-Mar-Apr



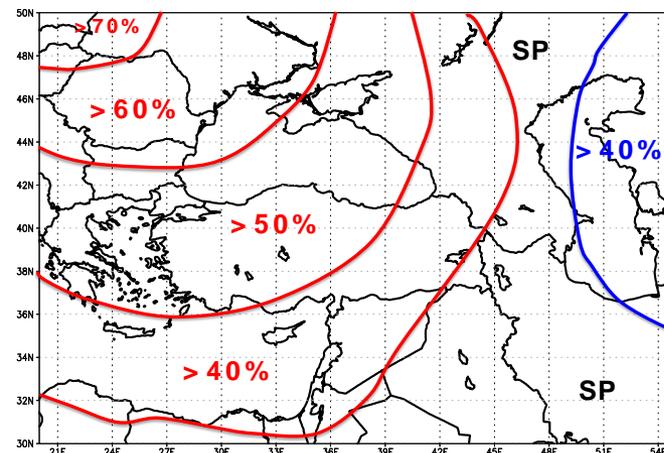
## Anomalie di temperatura

previsione del 1 gennaio



Probabilità di T più basse della media  
Probabilità di T più basse della media  
SP = probabilità simili di T più basse o più alte della media, o T in media

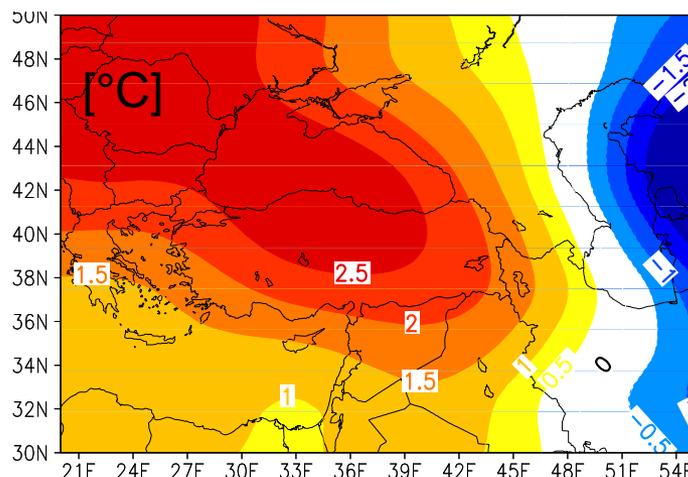
previsione del 1 febbraio



Probabilità di T più basse della media  
Probabilità di T più basse della media  
SP = probabilità simili di T più basse o più alte della media, o T in media

PREDICTED  
ANOMALIES

le previsioni stagionali forniscono un'informazione di tipo **probabilistico** spalmata su un intervallo di tempo di due-tre mesi (impossibile dire oggi che tempo farà il 4 ottobre, ma è possibile dare una linea di tendenza per l'autunno)



**Avvicinandosi al target la previsione migliora, ma non è utile per prevedere l'evento gelata tardiva. Per questo tipo di eventi bisogna ricorrere alla scala sub-stagionale, tra meteo e clima**

## Dati climatici



Copernicus

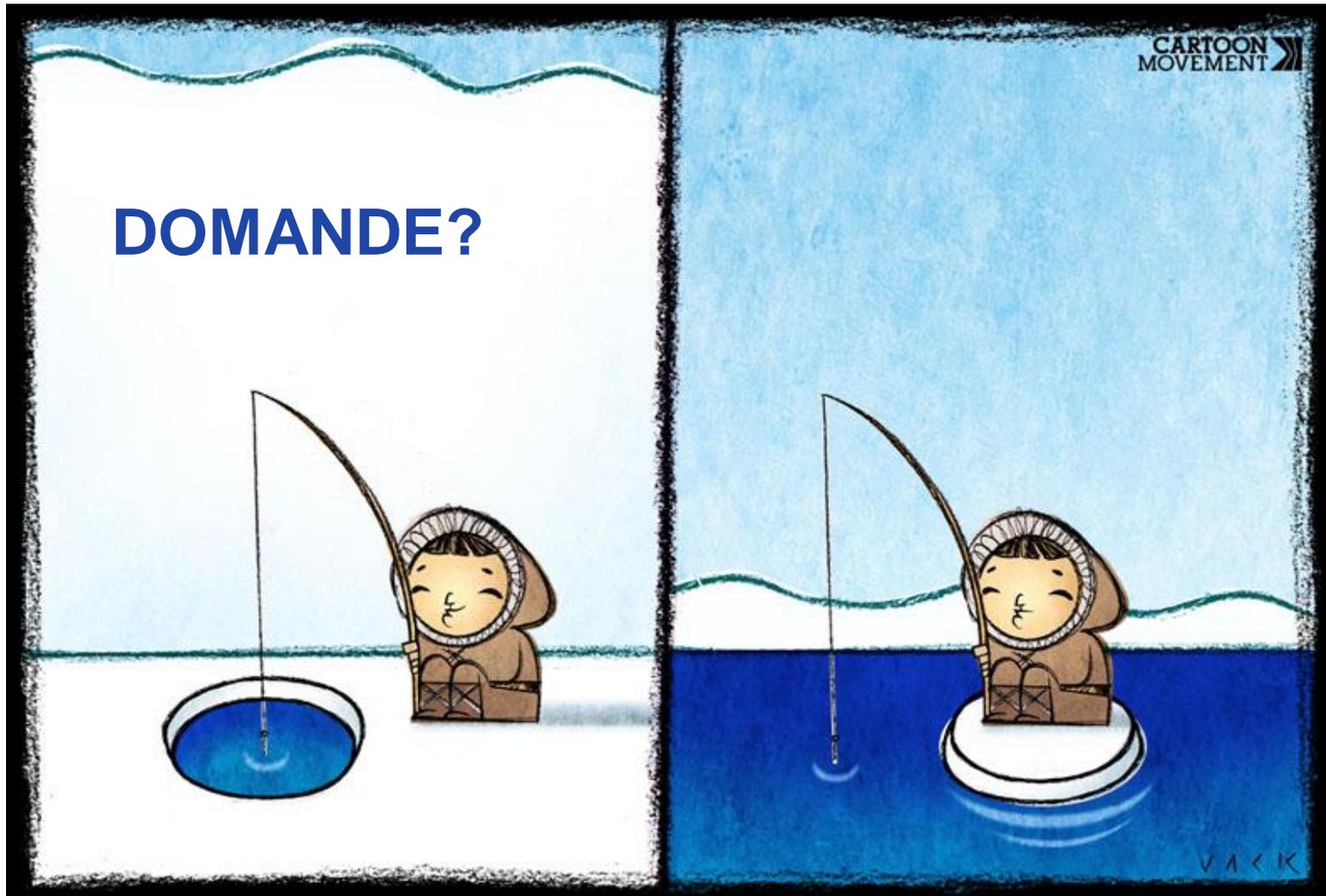
<http://www.copernicus.eu/>

<https://www.youtube.com/watch?v=MGJss4IDaBo>

<https://www.esrl.noaa.gov/psd/cgi-bin/data/composites/printpage.pl>

<https://earth.nullschool.net/>

# CLIMA E CAMBIAMENTI CLIMATICI



[stefano.materia@cmcc.it](mailto:stefano.materia@cmcc.it)