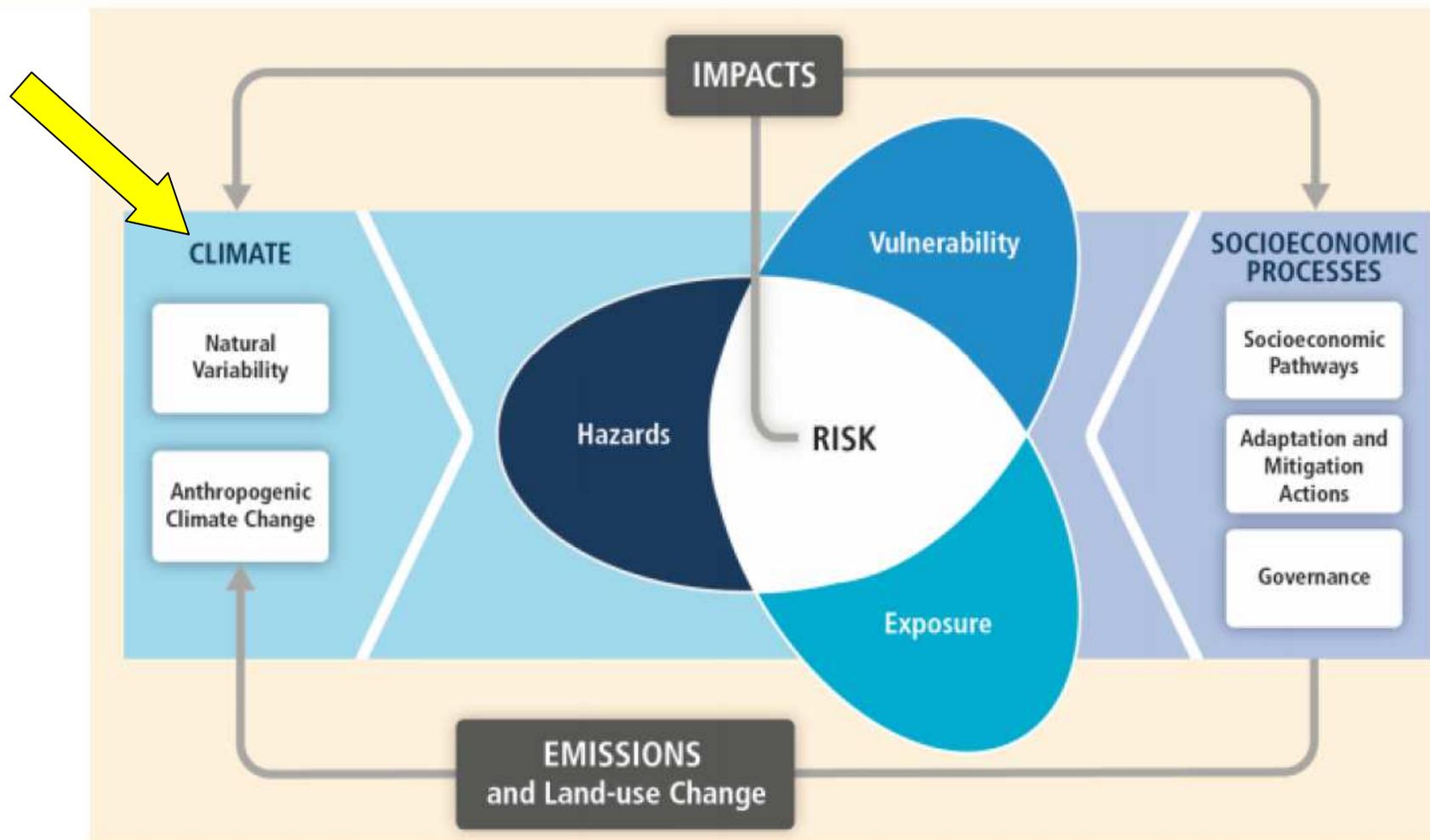


# *Eventi estremi e gestione dei rischi nel clima che cambia*



# IPCC-AR5 (2014):

Confirmed is the **focus on risk**, as support to decision-making.

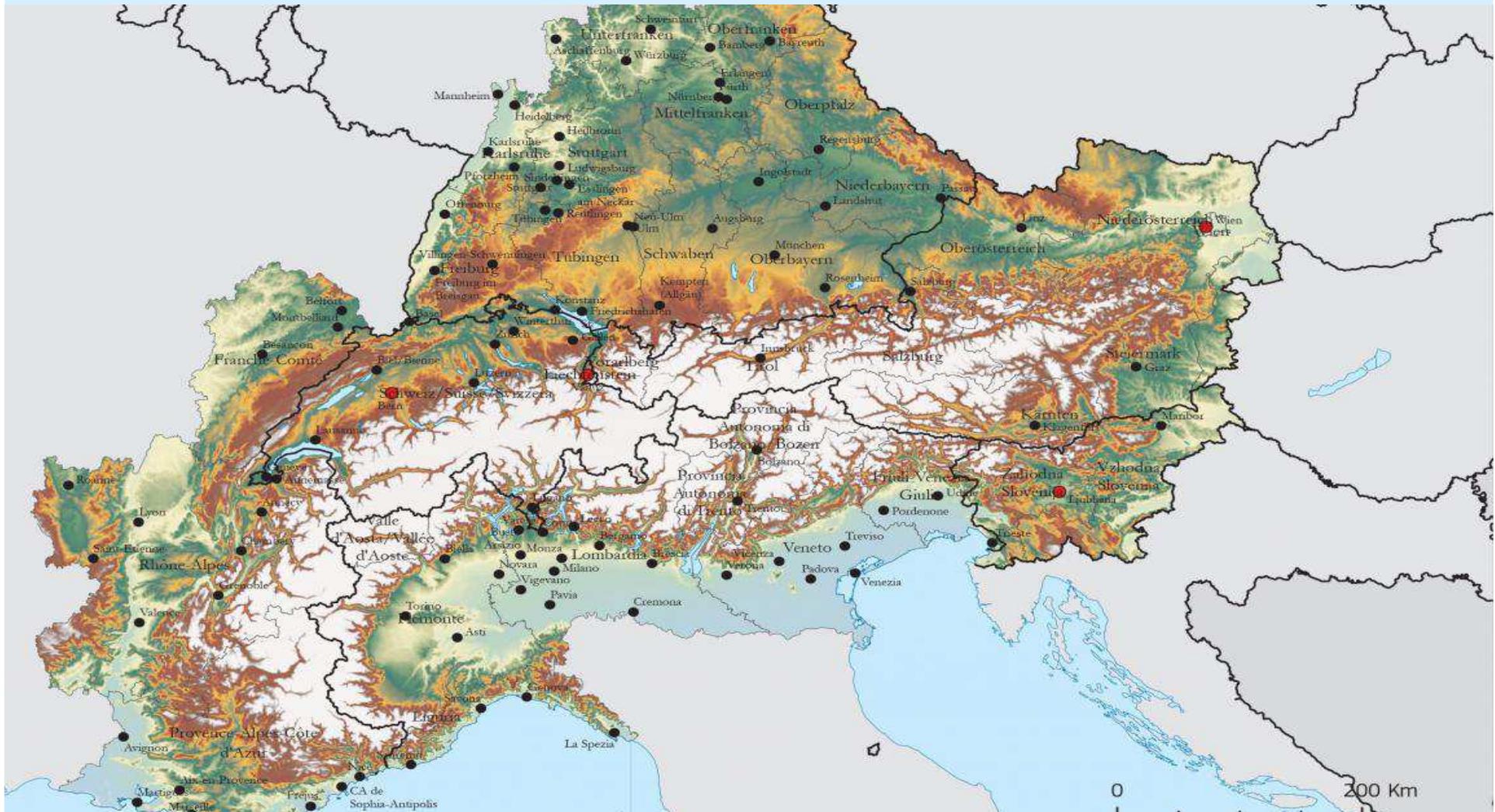


- Changes in **climate system** (left) and **socioeconomic processes** including adaptation and mitigation (right) are drivers of hazards, exposure, and vulnerability.



# EUSALP EU STRATEGY FOR THE ALPINE REGION

**Action Group 8 - *To improve risk management and to better manage climate change, including major natural risks prevention***



## Gli eventi meteo estremi in Europa

Le **ondate di calore** sono la maggiore **causa di morte**

- estate del **2003**: quasi **70.000 morti** di cui più di **20.000** solo in **Italia**.
- estate del **2010**: quasi **56.000 morti** in **Russia**.



Gli **eventi alluvionali** sono i **più costosi in termini di danni materiali**

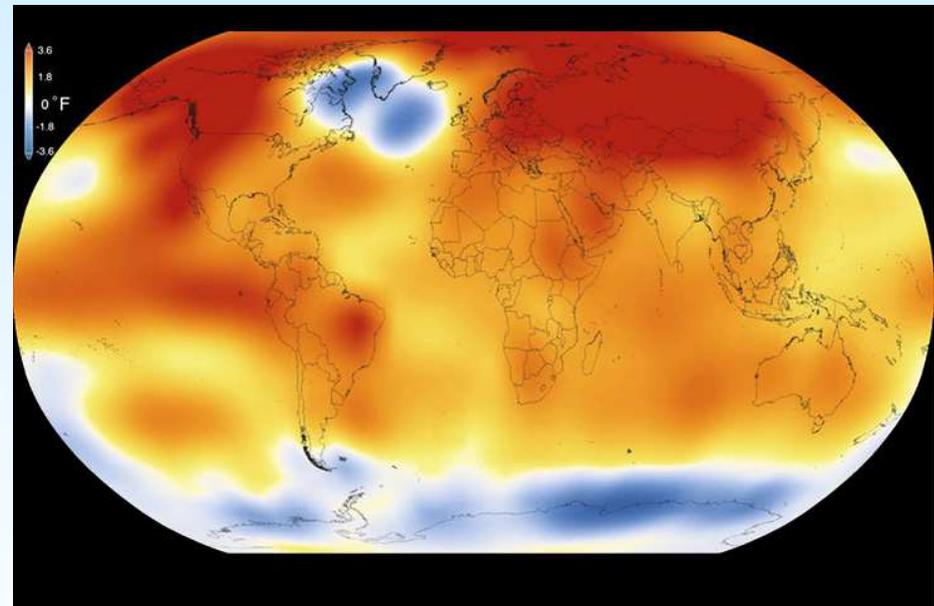
- **2002** in **Germania** (14,80 miliardi di danni)
- **1994** in **Italia** (14,4 miliardi di dollari)
- **1999** in **Francia** (11 miliardi di dollari)
- **2000** in **Italia** (10,67 miliardi di dollari).



I costi dipendono dall'**esposizione** di persone, beni, servizi, ecosistemi,...

# Cosa sta accadendo al clima di diverso rispetto al passato?

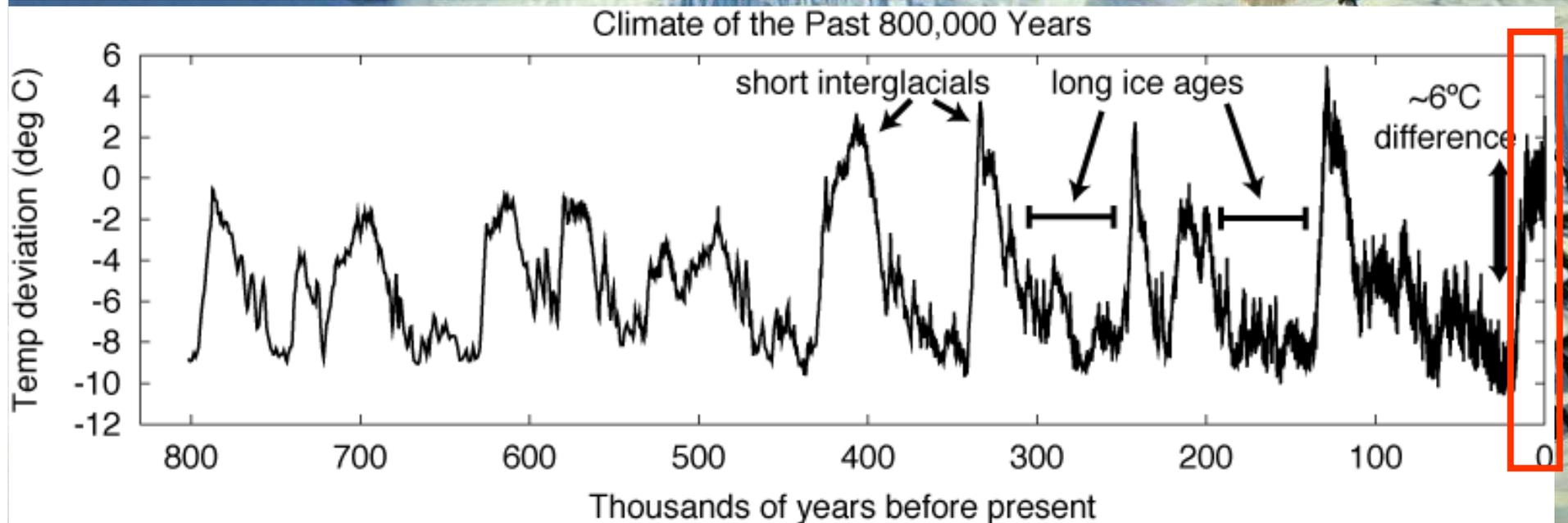
Ciò che è inedito è il **contributo dato dall'uomo** e la **velocità** con cui il clima si sta riscaldando, che non ha precedenti nella storia



## Il clima: un sistema in perenne mutamento

Negli ultimi **800.000 anni** si osserva un'oscillazione abbastanza regolare tra lunghi e rigidi periodi glaciali e **brevi e miti periodi interglaciali**, con un'alternanza intorno ai **100.000 anni (cause astronomiche)**

Circa **12.000 anni fa** siamo entrati nell'attuale fase interglaciale: **l'Olocene**



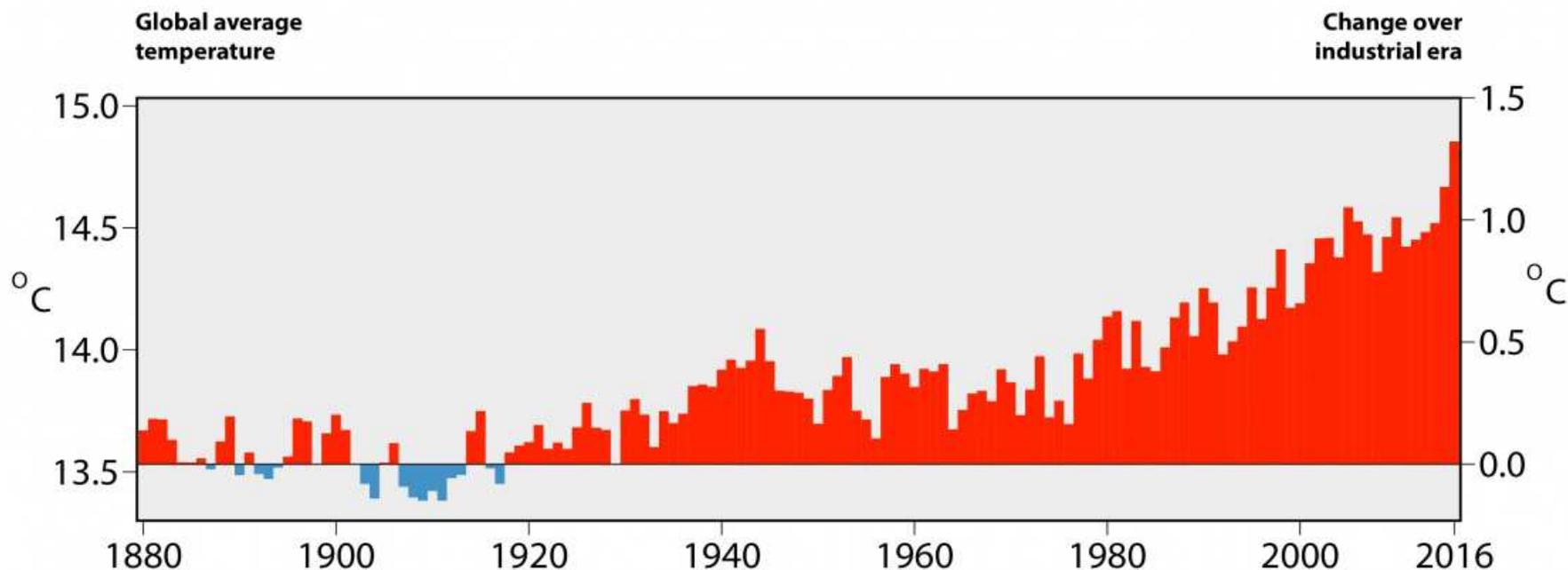
# I gas serra antropici

Le concentrazioni globali di **anidride carbonica (CO<sub>2</sub>)**, **metano (CH<sub>4</sub>)** e **ossido di azoto (N<sub>2</sub>O)** sono aumentate marcatamente a causa delle attività umane dal 1750



# ANNUAL GLOBAL SURFACE AIR TEMPERATURES FROM 1880 TO 2016

**Il 2016 è stato l'anno più caldo dal 1880**

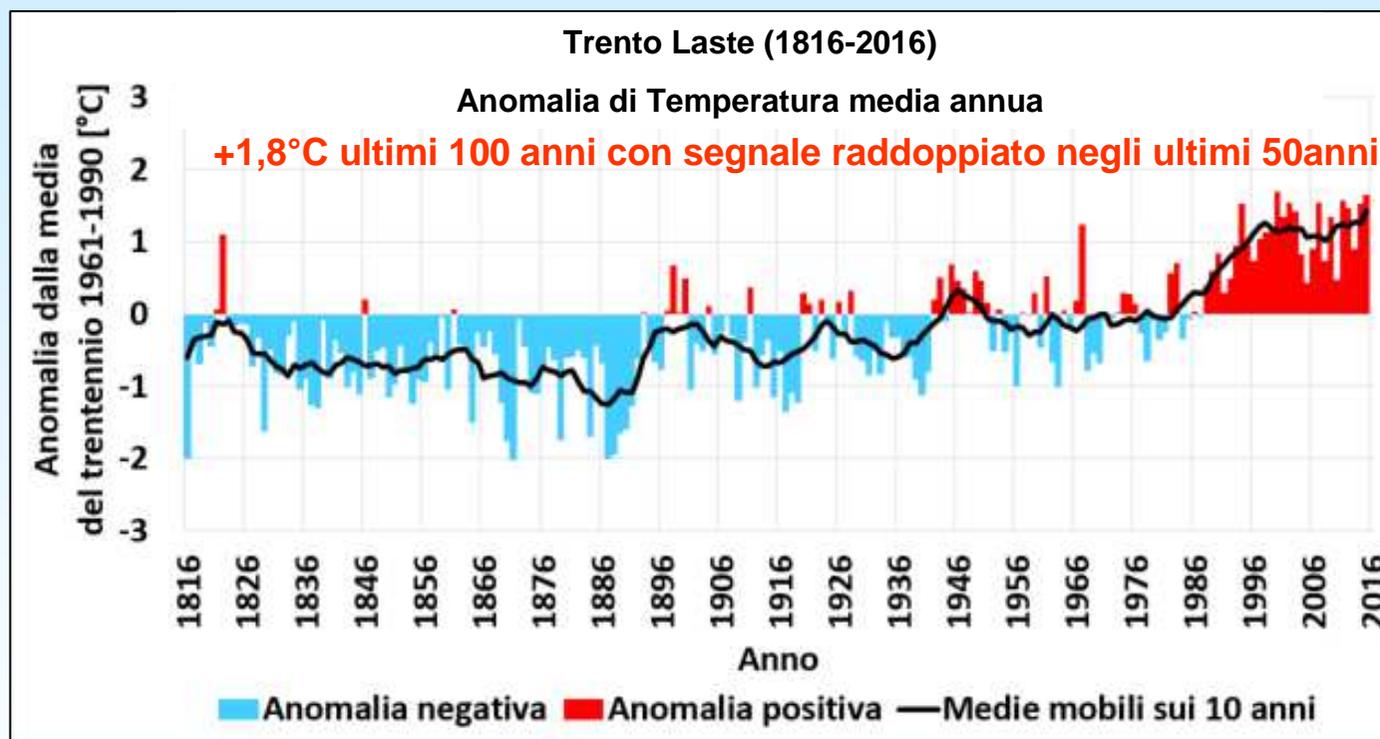


**Superata la soglia di  $+1,2^{\circ}\text{C}$  rispetto alla media del 19° secolo (1880-1899)**

Sources: Copernicus Climate Change Service, ECMWF, for data from 1979; Met Office Hadley Centre, NASA and NOAA for blended data prior to 1979.

# La tendenza del clima in Trentino

Le **temperature** in Trentino sono aumentate nell'ultimo secolo con un segnale che si è accentuato negli ultimi 30 anni risultati i più caldi dall'inizio degli anni '20.



Le **precipitazioni annuali** sono rimaste mediamente **costanti** con una tendenza ad una **maggiore variabilità interannuale** che alterna annate e stagioni più piovose ad annate e stagioni meno piovose.

# GLI EFFETTI DEL RISCALDAMENTO GLOBALE

**Il livello del mare si alza**



**I ghiacci marini e continentali si riducono**



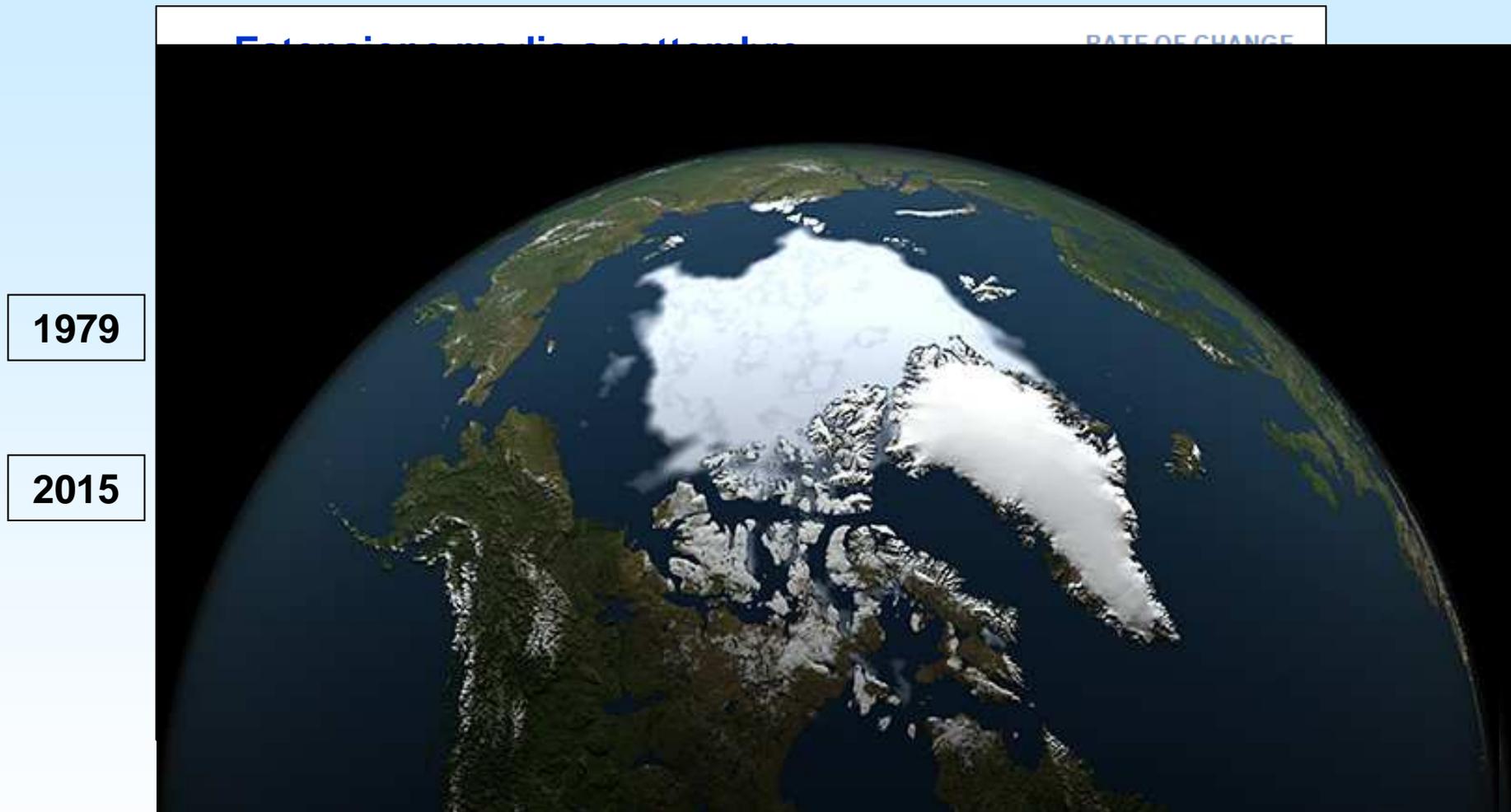
**Gli oceani si riscaldano**



**Il permafrost si degrada**



# MAR GLACIALE ARTICO



L'attuale estensione si riduce del **13.3% per decade** rispetto alla media del periodo **1981-2010**. Il grafico mostra l'estensione del ghiaccio artico dal 1979 da osservazioni satellitari.

Nel 2012 è stata rilevata l'estensione minima.

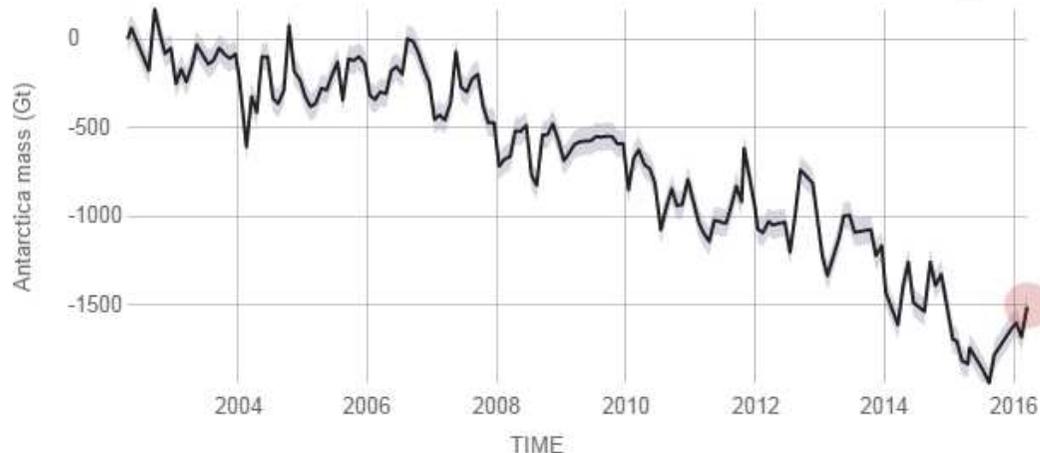
## ANTARCTICA MASS VARIATION SINCE 2002

Data source: Ice mass measurement by NASA's GRACE satellites.  
Credit: NASA

RATE OF CHANGE

↓ 118.0

Gigatonnes per year  
margin:  $\pm 79$



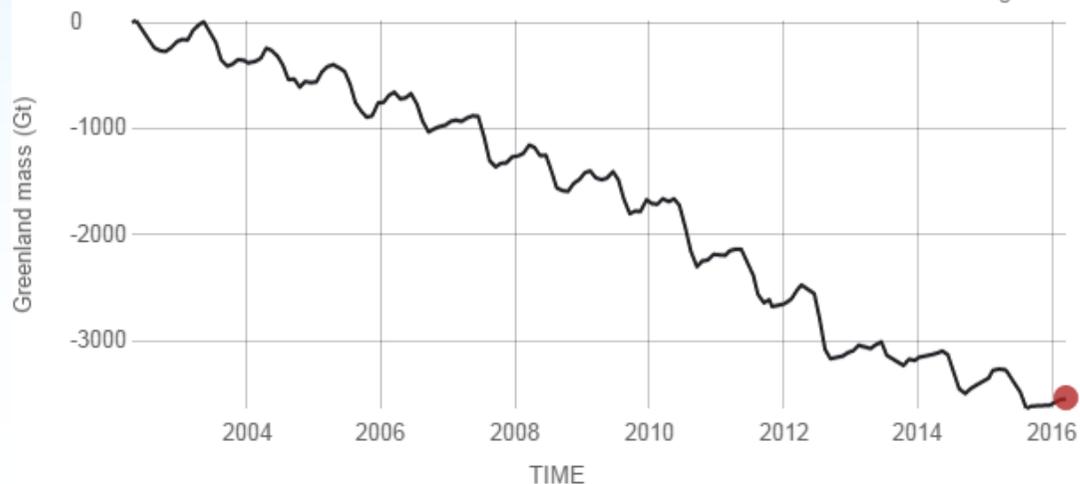
## GREENLAND MASS VARIATION SINCE 2002

Data source: Ice mass measurement by NASA's GRACE satellites.  
Credit: NASA

RATE OF CHANGE

↓ 281.0

Gigatonnes per year  
margin:  $\pm 29$



# ANTARTIDE E GROENLANDIA

I dati del satellite GRACE della NASA mostrano che i ghiacci sia in Antartico che in Groenlandia stanno perdendo massa. L'**Antartico** ha perso circa **118 miliardi** di tonnellate di ghiaccio all'anno mentre la **Groenlandia** ha perso circa **281 miliardi** di tonnellate all'anno.



# Permafrost

*Terreno perennemente ghiacciato (zone Artiche, alta montagna)*



A railroad in Alaska (left) and building (right), both buckled due to thawing permafrost.

*Image credit: (left) NASA and U.S. Geological Survey, (right) Vladimir Romanovsky, Geophysical Institute, University of Alaska Fairbanks*



Collapsed permafrost block of coastal tundra on Alaska's Arctic Coast.

*Credit: U.S. Geological Survey (February 2015)*



Permafrost lake in tundra above the Arctic Circle in Canada.

# I ghiacciai

La **superficie dei ghiacciai trentini** nel **1850** era di circa **110 km<sup>2</sup>**, nel **2015** si è ridotta a circa **32 km<sup>2</sup>**

La **quota della fronte dei ghiacciai**, mediamente localizzata nel massimo della PEG a **2540 m** di quota, si è spostata a **2775 m**

## Gruppo dell'Adamello - Ghiacciaio della Lobbia e del Mandrone



Fonte: Meteotrentino



**Ghiacciaio del Mandron – Agosto 2016**

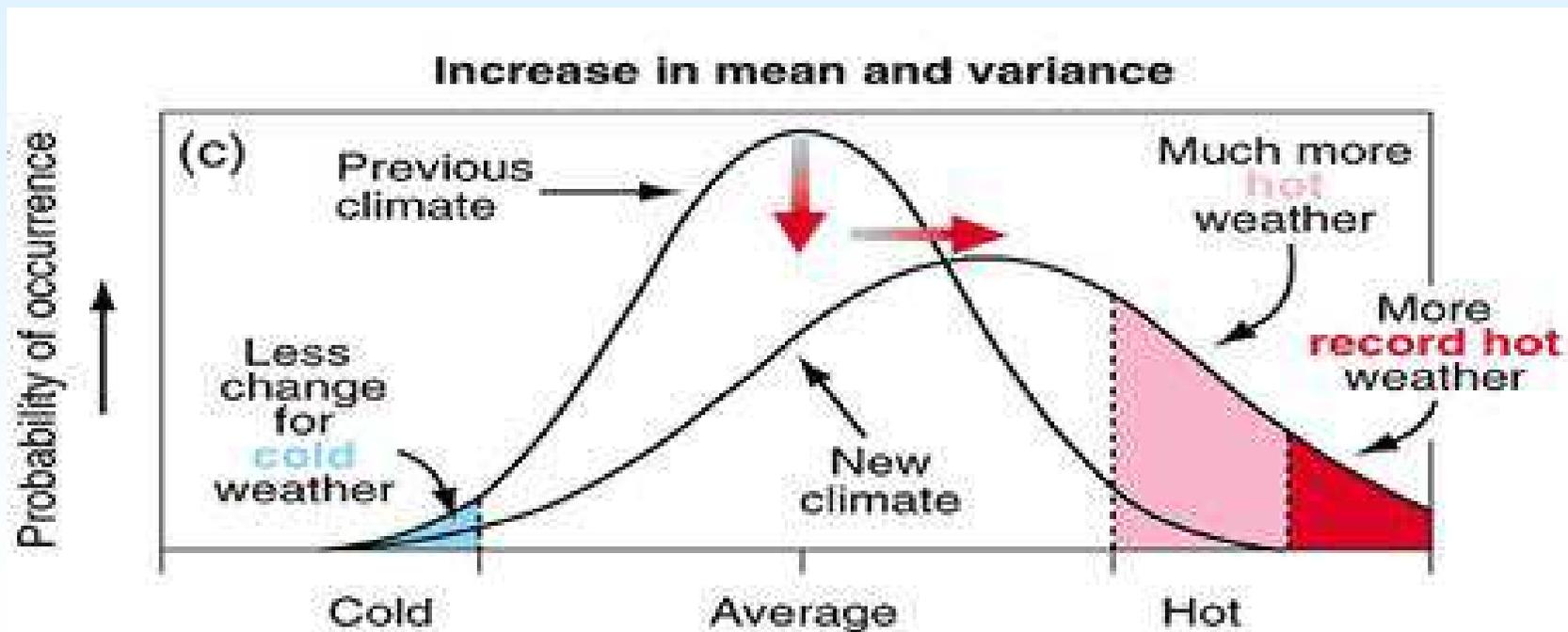
# Rifugio Caduti dell'Adamello – 3040 m (Ghiacciaio Mandron)

Perdita spessore 2003-2013  
**45 metri**



## Eventi meteorologici estremi (IPCC, 2014)

Si è in presenza di un evento meteorologico estremo in un dato luogo quando la misura di una qualche grandezza fisica (**temperatura, precipitazione, intensità vento**) risulta **al di sopra** (o **al di sotto**) di una certa **soglia** individuata vicino al valore più alto (o al più basso) tra i valori di quella variabile osservati in quel luogo fino a quel momento.



# Aumento della frequenza e della intensità di eventi estremi



## Ondata di caldo – India (21-31 maggio 2015)

Con temperature fino a circa **48°C** all'ombra.

Mai così caldo negli ultimi **20 anni**    **2200** le vittime stimate



## Alluvioni – Gran Bretagna

A fine dicembre 2015 l'evento più intenso da 70 anni con piogge da record nell'ultimo secolo



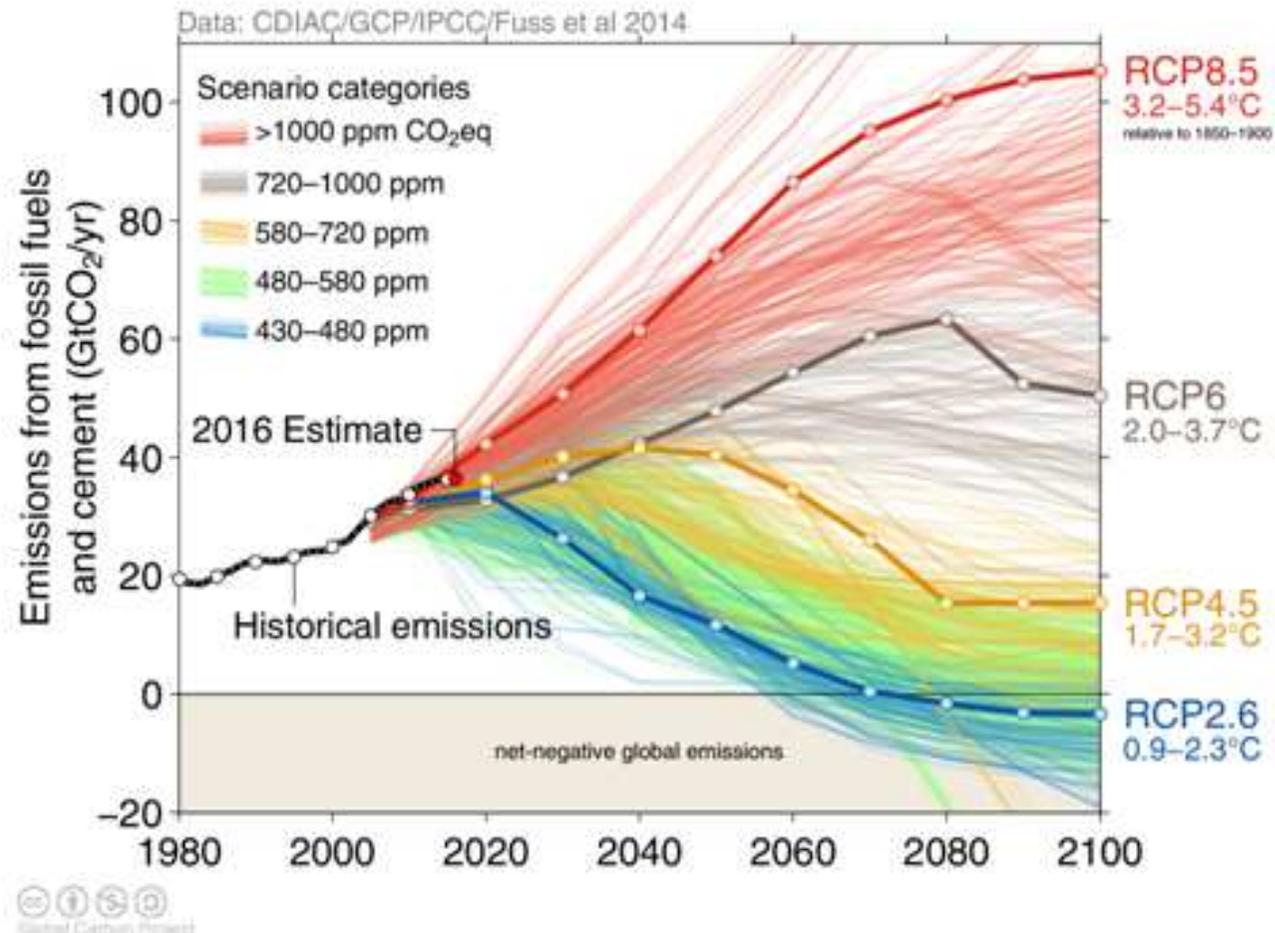
## Tornado!?!

L'8 luglio 2015 una violenta **tromba d'aria** per circa 10 minuti ha colpito una fascia di territorio tra i comuni di **Mira**, **Dolo** e **Pianiga** (**Venezia**).

Vi sono stati gravi danni materiali a case, automobili e infrastrutture nonché una vittima, 72 feriti e alcune centinaia di sfollati

## Observed emissions and emissions scenarios

The emission pledges to the Paris Agreement avoid the worst effects of climate change (4-5°C) Most studies suggest the pledges give a likely temperature increase of about 3°C in 2100



The IPCC Fifth Assessment Report assessed about 1200 scenarios with detailed climate modelling on four Representative Concentration Pathways (RCPs)

Source: [Fuss et al 2014](#); [CDIAC](#); [IIASA AR5 Scenario Database](#); [Global Carbon Budget 2016](#)

# Lo scenario climatico atteso per il Trentino



Le proiezioni climatiche sono stimate per il periodo **2041–2070** rispetto al trentennio **1981-2010** usando due scenari futuri di **concentrazione dei gas serra**:

- Scenario di **stabilizzazione delle emissioni (RCP4.5)**,
- Scenario di **aumento continuo delle emissioni (RCP8.5)**.

E' atteso un **aumento della temperatura media annuale: +2°C/+3°C**  
L'aumento è atteso in tutte le stagioni ma più marcato in **estate: circa +3/+4°C**



E' atteso un **lieve calo su scala annuale delle precipitazioni**, tuttavia con un **forte calo in estate (-25%)** e un **aumento in inverno (+4/+25%)**  
E' atteso un aumento delle precipitazioni massime giornaliere **(+10/+20%)**



Sono attese quindi **estati più calde e secche**, **inverni meno freddi ma più piovosi**.  
Tenderà anche ad aumentare **l'intensità e la frequenza di eventi estremi**.

**Segnale “robusto” sull'aumento delle temperature**

**Segnale incerto sulle precipitazioni**



# I principali impatti in atto e attesi

## Impatti su sistemi ambientali



**Ecosistemi  
terrestri e  
biodiversità**



**Acqua:  
qualità e  
quantità**



**Suolo**

## Impatti su sistemi socio-economici



**Agricoltura  
e Foreste**



**Salute umana**



**Energia**



**Turismo**



**Territorio e  
dissesto  
idrogeologico**

# Climate change, impacts and vulnerability in Europe 2016

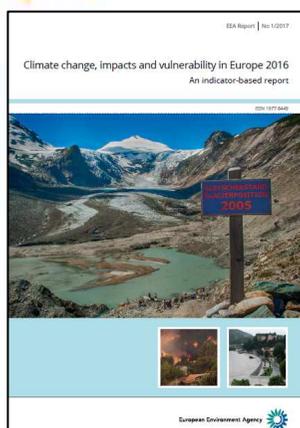


## Mediterranean region

- Large increase in heat extremes
- Decrease in precipitation and river flow
- Increasing risk of droughts
- Increasing risk of biodiversity loss
- Increasing risk of forest fires
- Increased competition between different water users
- Increasing water demand for agriculture
- Decrease in crop yields
- Increasing risks for livestock production
- Increase in mortality from heat waves
- Expansion of habitats for southern disease vectors
- Decreasing potential for energy production
- Increase in energy demand for cooling
- Decrease in summer tourism and potential increase in other seasons
- Increase in multiple climatic hazards
- Most economic sectors negatively affected
- High vulnerability to spillover effects of climate change from outside Europe

## Mountain regions

- Temperature rise larger than European average
- Decrease in glacier extent and volume
- Upward shift of plant and animal species
- High risk of species extinctions
- Increasing risk of forest pests
- Increasing risk from rock falls and landslides
- Changes in hydropower potential
- Decrease in ski tourism

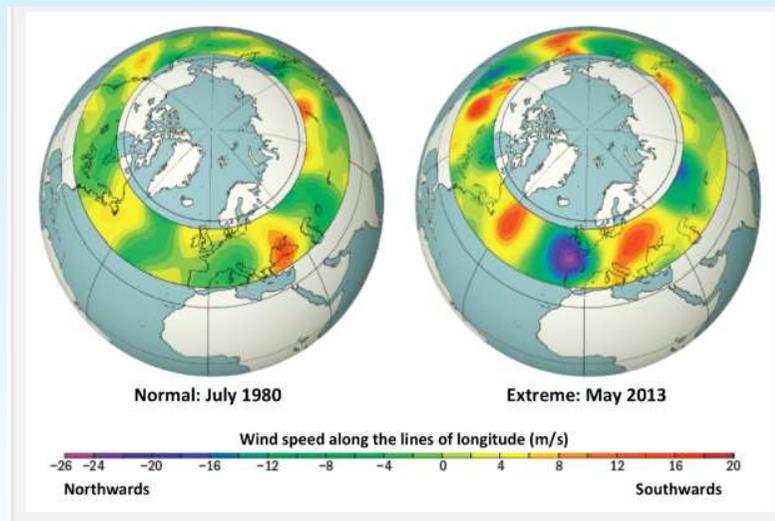


European Environment Agency



## Gli eventi estremi sono associati agli impatti del cambiamento climatico sulla circolazione generale dell'atmosfera

In pillole: si scalda troppo l'Artico....ne segue che si modifica il gradiente in latitudine della temperatura in bassa atmosfera.....ne segue che si modifica la struttura della *jet stream* in quota....ne segue che si mantengono per più tempo situazioni di blocco.....ne seguono **ondate di calore** o di **piogge intense** che si protraggono.....



### Extreme weather events linked to climate change impact on the jet stream

27 marzo 2017 – Michael Mann

On the left is an image of the global circulation pattern on a normal day. On the right is the image of the global circulation pattern when extreme weather occurs. The pattern on the right shows extreme patterns of wind speeds going north and south, while the normal pattern on the left shows moderate speed winds in both the north and south directions.

## Mediterraneo: aumento dei fattori ambientali che favoriscono la probabilità di eventi temporaleschi intensi

L'aumento della temperatura media del mar Mediterraneo, con temperature elevate che dall'estate si protraggono fino ai mesi autunnali, l'aumento della temperatura delle masse d'aria d'origine subtropicale, così come il maggior contenuto di vapor d'acqua in atmosfera sono tutti fattori che determinano una maggiore instabilità e quindi una maggiore frequenza dei sistemi temporaleschi intensi.

## Le responsabilità antropiche: il dissesto idrogeologico

I danni causati da **eventi meteorologici estremi** non sono solo colpa della **natura**, la responsabilità è troppo spesso **dell'uomo** con attività che contribuiscono in maniera determinante a sconvolgere **l'equilibrio idrogeologico del territorio**:

**abusivismo edilizio, estrazione illegale di inerti, disboscamento indiscriminato, cementificazione selvaggia, abbandono delle aree montane, agricoltura intensiva**

Così la **vulnerabilità** dei territori è aumentata ed è cresciuta la loro **esposizione al rischio**



# Clima e alluvioni: una discussione aperta ...

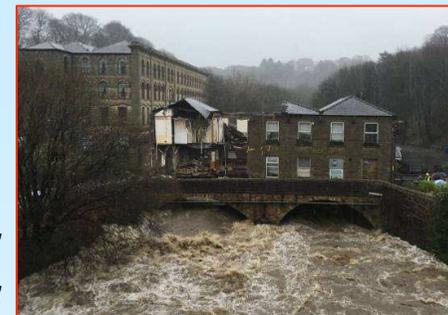
Gli effetti attesi dei **cambiamenti climatici** sul pericolo di eventi alluvionali, in particolare dovuti alla **probabile maggiore frequenza di eventi meteorologici estremi**, aprono una nuova sfida.

**Direttiva alluvioni 2007/60/CE** riconosce che: *“per quanto le alluvioni siano fenomeni naturali impossibili da prevenire, anche i cambiamenti climatici, oltre che alcune attività umane, possono contribuire ad **aumentarne la probabilità di accadimento** e ad **aggravarne gli impatti negativi**”*

I **fattori chiave (drivers)** che possono incidere sul cambiamento del rischio alluvionale non dipendono solo da **variazioni climatiche atmosferiche** ma anche dagli effetti delle **azioni antropiche sul territorio**:

- variazioni di umidità del terreno e i relativi processi di evaporazione dovuti al **cambio di uso del suolo** (agricoltura, deforestazione/afforestazione, urbanizzazione, drenaggio aree umide,...);

- **interventi strutturali lungo il corso dei fiumi** (sistemi di protezione, dighe, prelievi per uso idroelettrico,...)



# Effetti sui regimi idrologici

Effetti sulle aree montane degli scenari climatici attesi:

- accelerazione del processo di **fusione dei ghiacciai**
- riduzione del **manto nevoso e della sua durata**, specie a bassa quota
- innalzamento del limite di **fusione del permafrost**
- aumento del rischio che le **aree glaciali diventino gradualmente più instabili** e soggette a eventi quali crolli, frane e smottamenti.



## Effetti sui deflussi

In futuro si attende una generale **diminuzione degli afflussi in alveo a scala annuale**, sebbene gli effetti più evidenti sul ciclo dell'acqua si osservino a livello stagionale:

**Estate** più calde e meno piovose potrebbero favorire maggiori eventi di scarsità idrica, mentre l'aumento delle temperature comporterà la progressiva fusione dei ghiacciai e l'anticipo delle piene **primaverili** dovute alla fusione nivale.

In **inverno** invece le maggiori precipitazioni e l'innalzamento della quota delle nevicate implicheranno un aumento dei deflussi.



# Le misure di adattamento

La definizione di strategie e di misure di adattamento per le **aree montane** è cruciale per ridurre la loro **vulnerabilità** agli impatti del cambiamento climatico

1) Misure di tipo **strutturale** (*“hard” adaptation actions*):  
Misure di protezione dalle piene fluviali, le opere di rinforzo delle arginature, le azioni di controllo e di pulizia dei bacini



2) Misure di tipo **non strutturale** (*“soft” adaptation actions*).  
Sistemi di monitoraggio e di preannuncio idro-geologico per gestire il rischio residuo, che non può essere azzerato dalle azioni di tipo strutturale.



Il Trentino vanta una collaudata esperienza e quindi un buon punto di partenza:

- **Rete di monitoraggio** in tempo reale di dati meteorologici, nivologici, idrologici e geologici;
- **Sistemi da remoto** (radar meteo sul Monte Macaion) e dati satellitari
- **Sistema di previsione meteorologica, idrologica e idrogeologica**
- **Sistema di Allerta Provinciale, Piani di protezione civile e di gestione dell'emergenza**

# Siamo pronti a mitigarne gli impatti dell'aumento della frequenza di eventi intensi?

La **consapevolezza** di questi problemi è ancora poca, nonostante i progressi fatti negli ultimi dieci-quindici anni.

Si osserva una **scarsa discussione** tra i diversi portatori di interesse e i “gestori del rischio” al fine di analizzare le reali difficoltà e ipotizzare qualche soluzione.

Al contrario, si rileva troppo spesso, soprattutto poco dopo l'occorrenza di tali eventi, un automatico **scarico delle responsabilità** al fine di attribuire le colpe dei disastri ad “altri”.

Poi in genere a distanza di mesi tutto torna nel generale oblio.

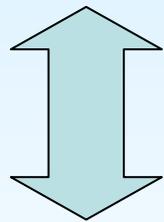
**Ma allora: cosa bisognerebbe, fare?**



# Deve crescere una nuova “*cultura del rischio*”

## Gestione del rischio idrogeologico

I piani, le misure e le politiche messi in atto per ridurre la probabilità e/o le conseguenze dei rischi o per reagire alle loro conseguenze.



**Climate Change**

## Gestione sostenibile del territorio

Salvaguardia ambientale e del patrimonio culturale, sicurezza del territorio, gestione delle risorse per le generazioni future, valorizzazione delle risorse e dei servizi ecosistemici.

# Affinare gli strumenti di previsioni meteo (eventi estremi)

Le previsioni saranno, intrinsecamente, di **tipo probabilistico** sia per quanto concerne la **localizzazione spazio-temporale** degli eventi che per la loro **intensità**.



## Informazione e comunicazione

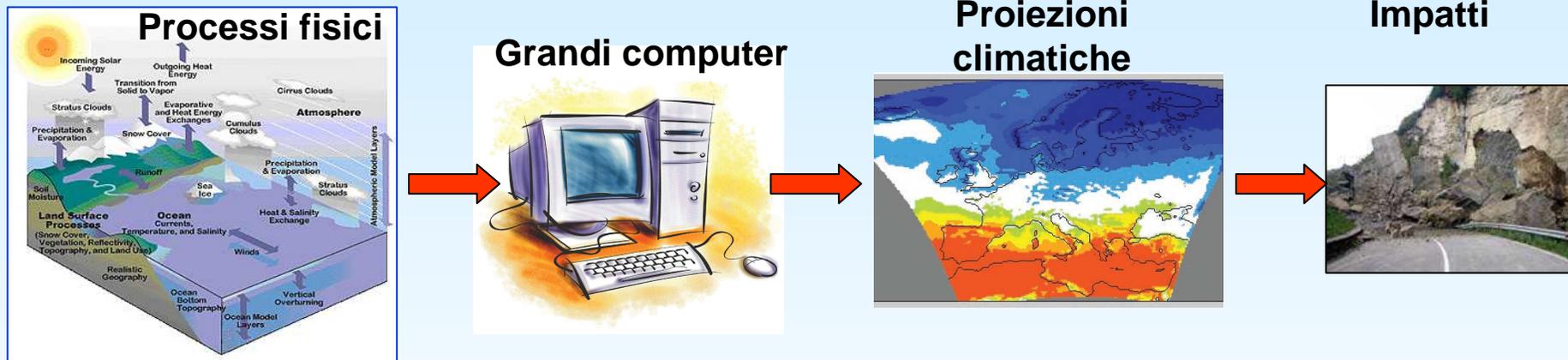
Migliorare la comunicazione verso i diversi **stakeholders** e verso la **cittadinanza**.

La comunicazione **dell'incertezza** e la **percezione del rischio**.

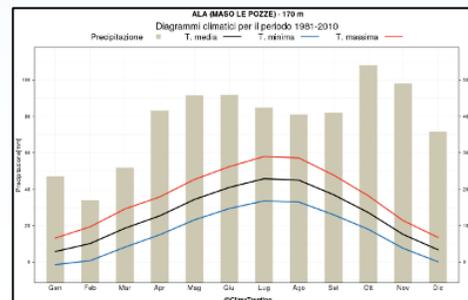


# Migliorare le conoscenze scientifiche

- 1) Affinare la conoscenza degli **scenari climatici** su base regionale ad alta risoluzione, degli **scenari idrologici futuri** e delle possibili variazioni delle **portate fluviali** al fine di valutare il **rischio delle piene**

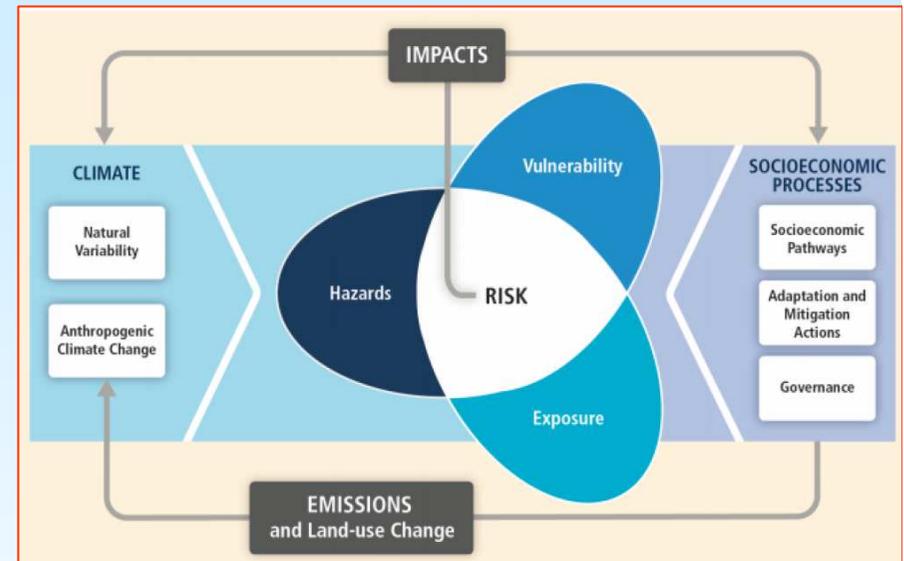


- 2) Aggiornamento delle analisi dei **trend evolutivi** delle **precipitazioni** (subgiornaliere) e delle **portate di piena**



# “Cultura del rischio”: quale sfida?

L'**incertezza** degli **scenari climatici futuri** (**precipitazioni**) suggerisce la necessità di individuare scelte di pianificazione basate sul **principio della cautela e sulla precauzione** puntando in primo luogo sulla **flessibilità delle misure**, cioè sulla loro possibilità di adattamento per mantenere efficacia in condizioni climatiche mutate.



IPCC – AR5 (2014)

*In cases in which the negative influence on human safety caused by **climate change** can be quantified, the results must implicitly be factored into **plans for defence measures**. If this is not the case, such risks must be regarded as **residual risks**, to be countered with appropriate monitoring and emergency planning.*

# Per concludere

Diversi studi suggeriscono l'adozione in futuro di un **approccio integrato** tra la **gestione del rischio di disastri** (*Disaster Risk Management*), basato su un orizzonte temporale a **corto termine**, e la necessità di **adattamento ai cambiamenti climatici**, basato su un orizzonte temporale a **lungo termine**.

Un approccio che potrebbe risultare **più efficiente** nell'uso delle **risorse finanziarie, umane e ambientali** finalizzate all'obiettivo di gestire in futuro i rischi naturali generati da eventi meteoroclimatici estremi.

