

Cambiamento climatico e eventi estremi

Alberoni Pier Paolo
Arpae - Struttura Idro-Meteo-Clima

Cos'è il clima?

Il termine “clima” descrive le condizioni meteorologiche medie e la variabilità di grandezze come la temperatura e le precipitazioni in una determinata regione su un periodo di 30 anni.

Per clima si intende la descrizione statistica dell'insieme di tutti i processi meteorologici in un determinato luogo su un periodo di diversi decenni. Per descrivere il clima si utilizzano i valori medi e gli intervalli di variazione di grandezze come la temperatura, le precipitazioni e il soleggiamento. Spesso si includono anche informazioni sui venti e sulla loro direzione, che indicano le correnti dominanti.

Per descrivere le condizioni climatiche, l'Organizzazione meteorologica mondiale (OMM) definisce dei cosiddetti periodi normali di 30 anni. Questi servono a monitorare il cambiamento climatico e a classificare le varie condizioni climatiche regionali sulla Terra.

Il sistema climatico della Terra non comprende però solo l'atmosfera (l'aria), ma anche l'idrosfera (l'acqua), la criosfera (i ghiacci e i ghiacciai), la litosfera (il suolo), la biosfera (gli esseri viventi) e i processi tra queste sfere. Il sistema climatico cambia a seguito della propria dinamica, ma anche a causa di fattori d'influsso naturali come le eruzioni vulcaniche, le variazioni della radiazione solare come pure a causa delle attività umane.

Cosa sono i cambiamenti climatici?

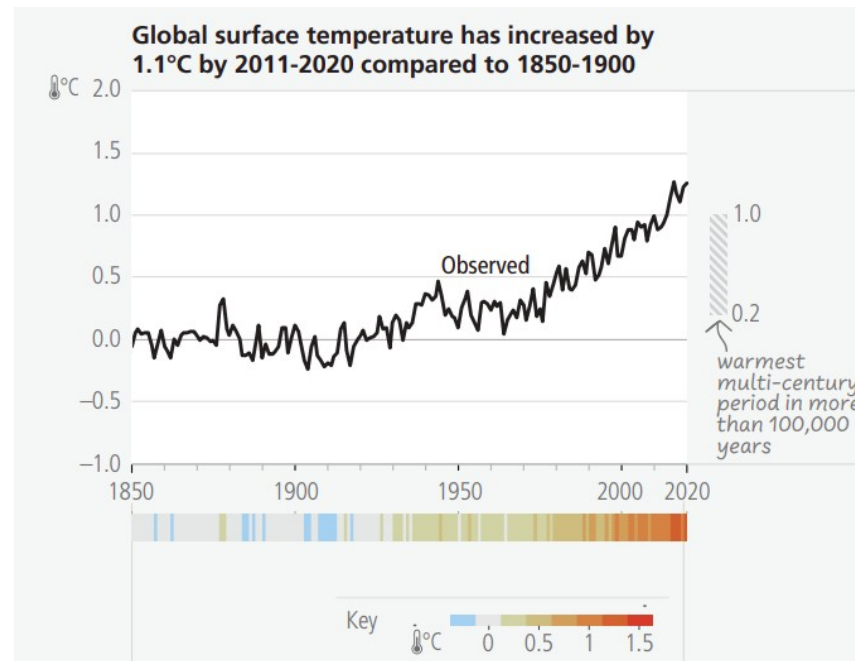
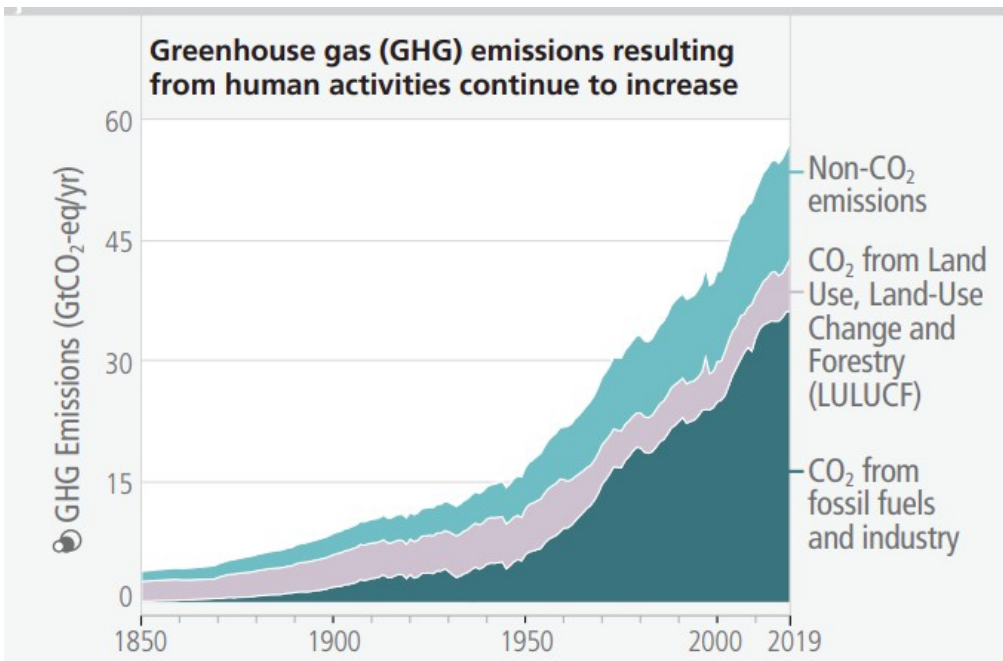
I cambiamenti climatici globali sono una realtà. L'evoluzione del clima nel 20esimo e 21esimo secolo è riconducibile principalmente alle emissioni antropogeniche di gas a effetto serra.

Il clima e il sistema climatico sono sempre cambiati. Le cause sono molteplici, poiché il sistema climatico è influenzato da molti fattori. Oltre alle emissioni antropogeniche di gas a effetto serra e di aerosol e ai cambiamenti nell'uso del suolo, vi sono anche numerosi fattori naturali: le eruzioni vulcaniche, i cambiamenti dell'attività solare e dell'orbita della Terra attorno al Sole, i cambiamenti della composizione chimica dell'atmosfera, lo sviluppo della vegetazione e molti altri. Tutti questi fattori influenzano il clima su scale temporali diverse. Mentre nella storia della Terra i processi umani stanno causando mutamenti molto rapidi, alcuni fattori naturali sono responsabili di cambiamenti del clima che richiedono molto tempo.

I cambiamenti climatici sono un fenomeno globale, ma a livello regionale e locale essi si manifestano con intensità diverse.

Queste differenze geografiche causano anche [impatti, rischi e opportunità](#) diversi su scala regionale e locale.

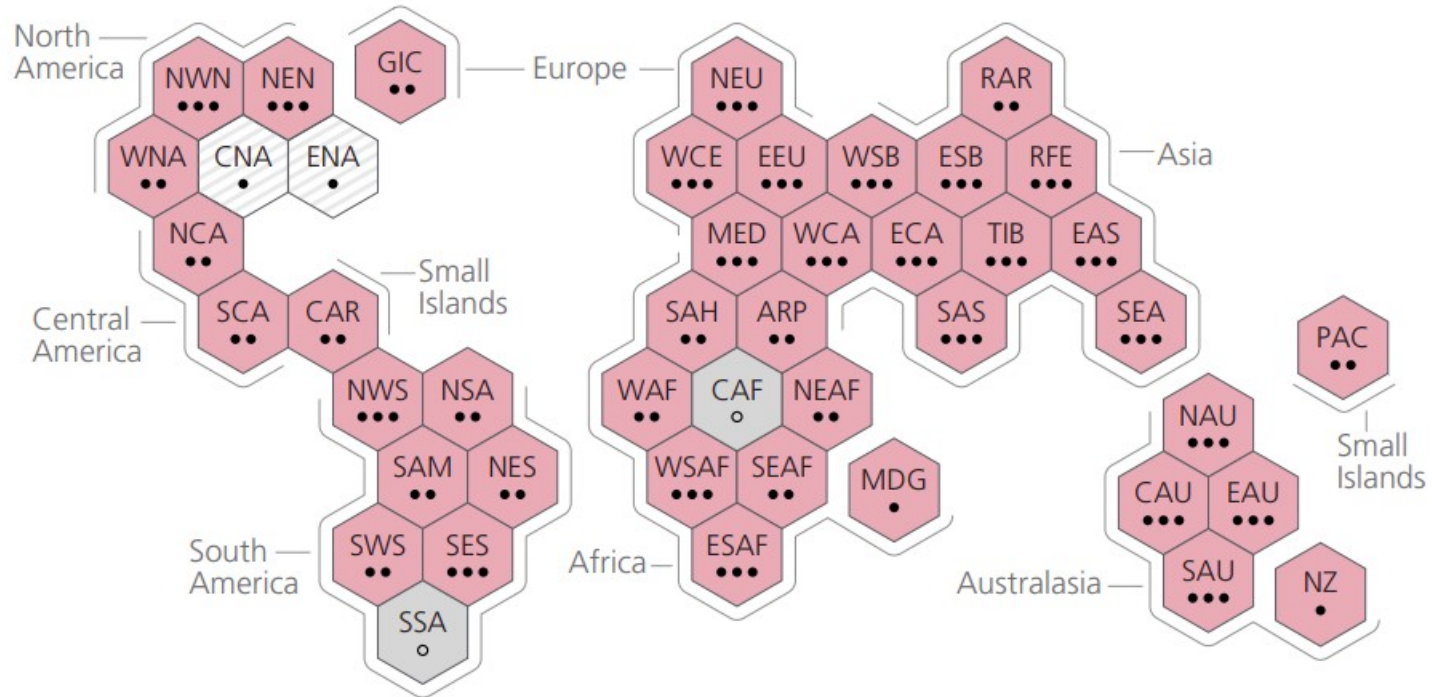
Cambiamento Climatico - Riscaldamento Globale



IPCC report 2023

Cambiamento Climatico - IMPATTI

🌡️ **Hot extremes** ← including heatwaves

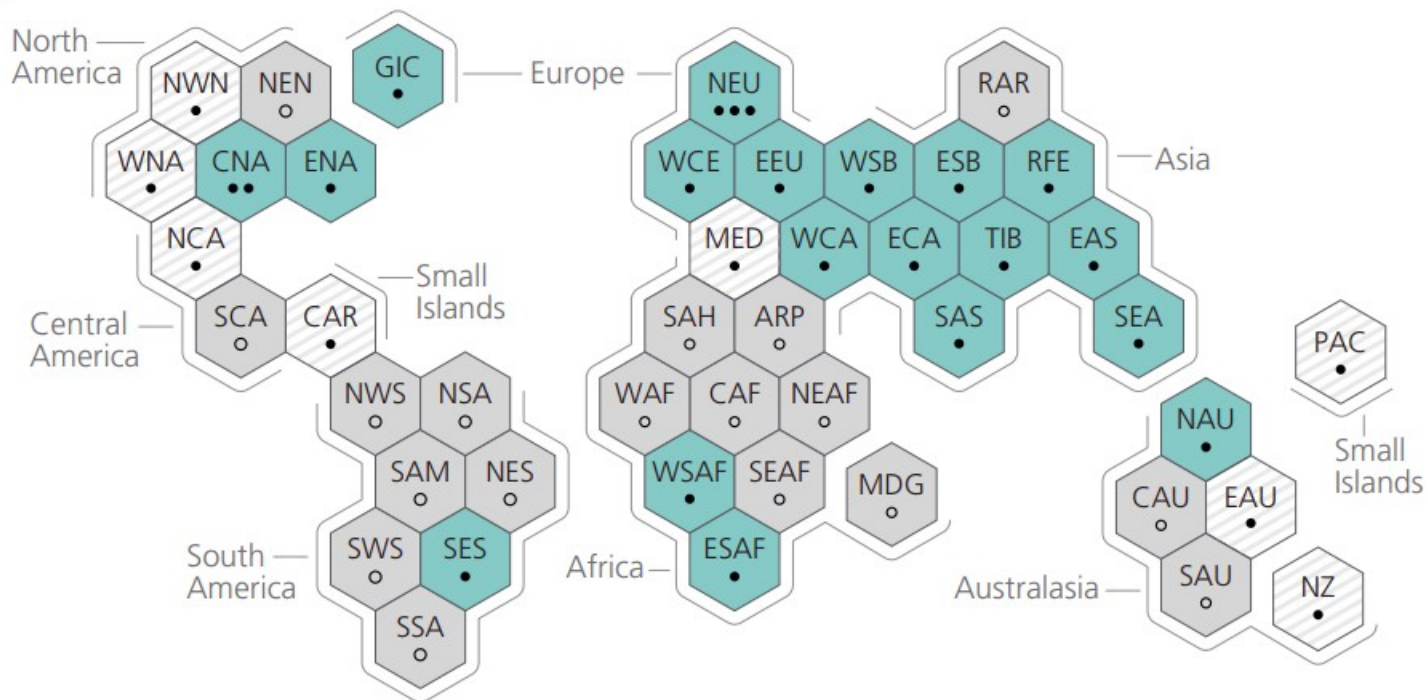


IPCC report 2023

Cambiamento Climatico - IMPATTI



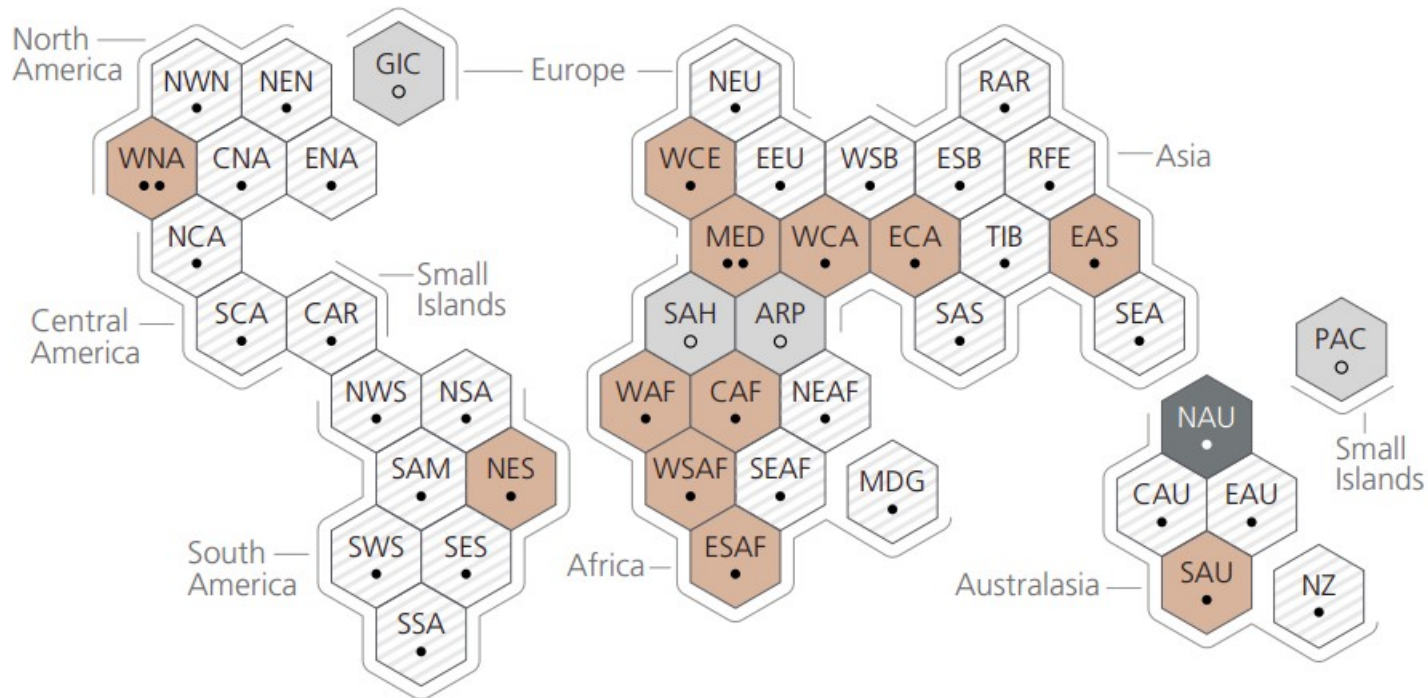
Heavy precipitation



IPCC report 2023

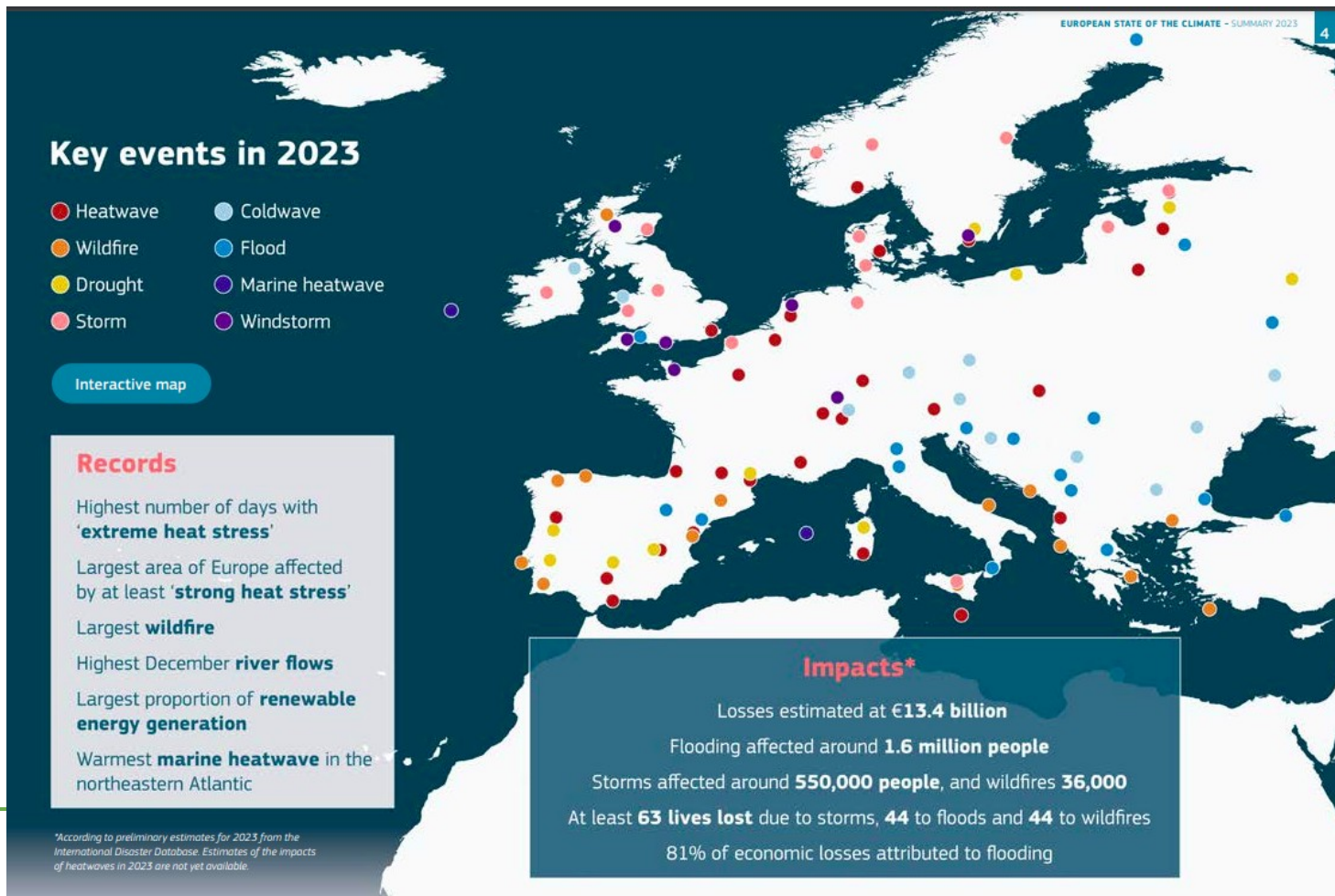
Cambiamento Climatico - IMPATTI

Agricultural and ecological drought



IPCC report 2023

Cambiamento Climatico - Europa - C3s Report 2023



Cambiamento Climatico - Europa - C3s Report 2023

EUROPEAN STATE OF THE CLIMATE - SUMMARY 2023

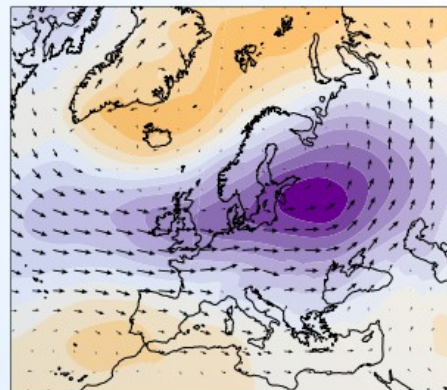
5

Berkeley Earth (1900-2023) GISTEMP (1900-2023) HadCRUT5 (1900-2023)
NOAAGlobalTemp (1900-2023) JRA-55 (1958-2023) ERA5 (1979-2023)



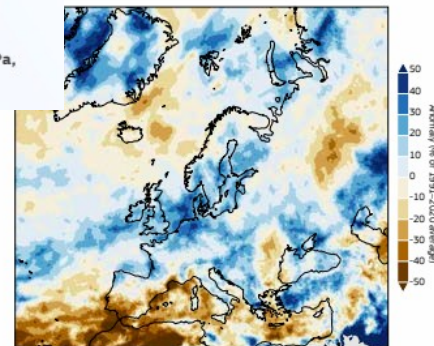
**Anomalies in annual surface air temperature (°C) for European land
(WMO RA VI Europe domain)**

Data source: HadCRUT5, NOAAGlobalTemp, GISTEMP, Berkeley Earth, JRA-55, ERA5 - Credit: WMO



**Anomalies in 850 hPa geopotential height (m) and wind vectors at 850hPa,
in October to December 2023**

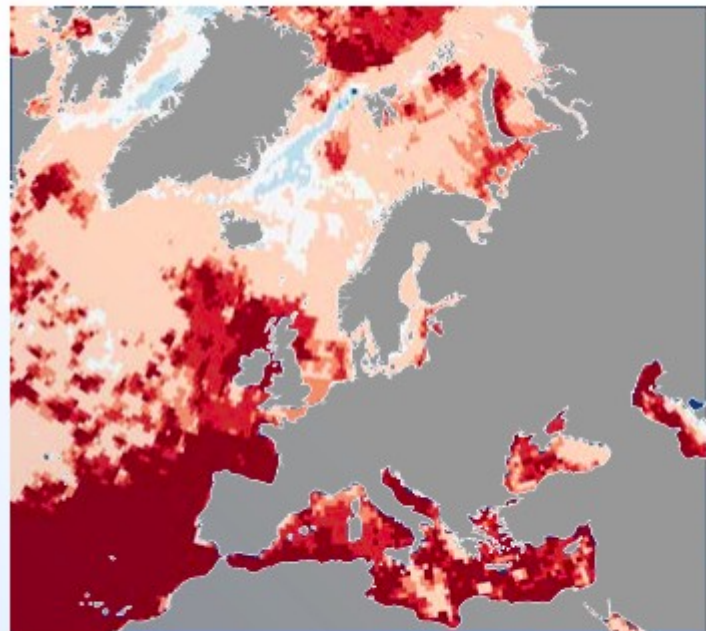
Data source: ERA5 - Credit: C3S/ECMWF



Annual precipitation anomalies (%) in 2023

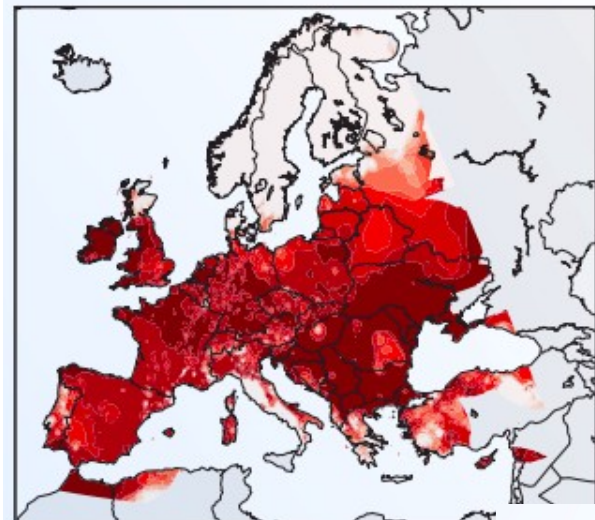
Data source: ERA5 - Credit: C3S/ECMWF

Cambiamento Climatico - Europa - C3s Report 2023



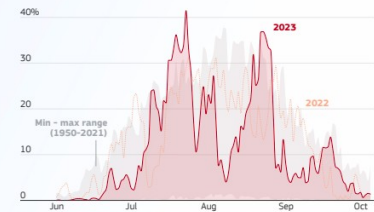
Ranking of the annual average sea surface temperatures in 2023

Data source: ESA SST CCI Analysis v3.0 • Credit: ESACCI/EOCIS/UKMCAS and C3S/ECMWF



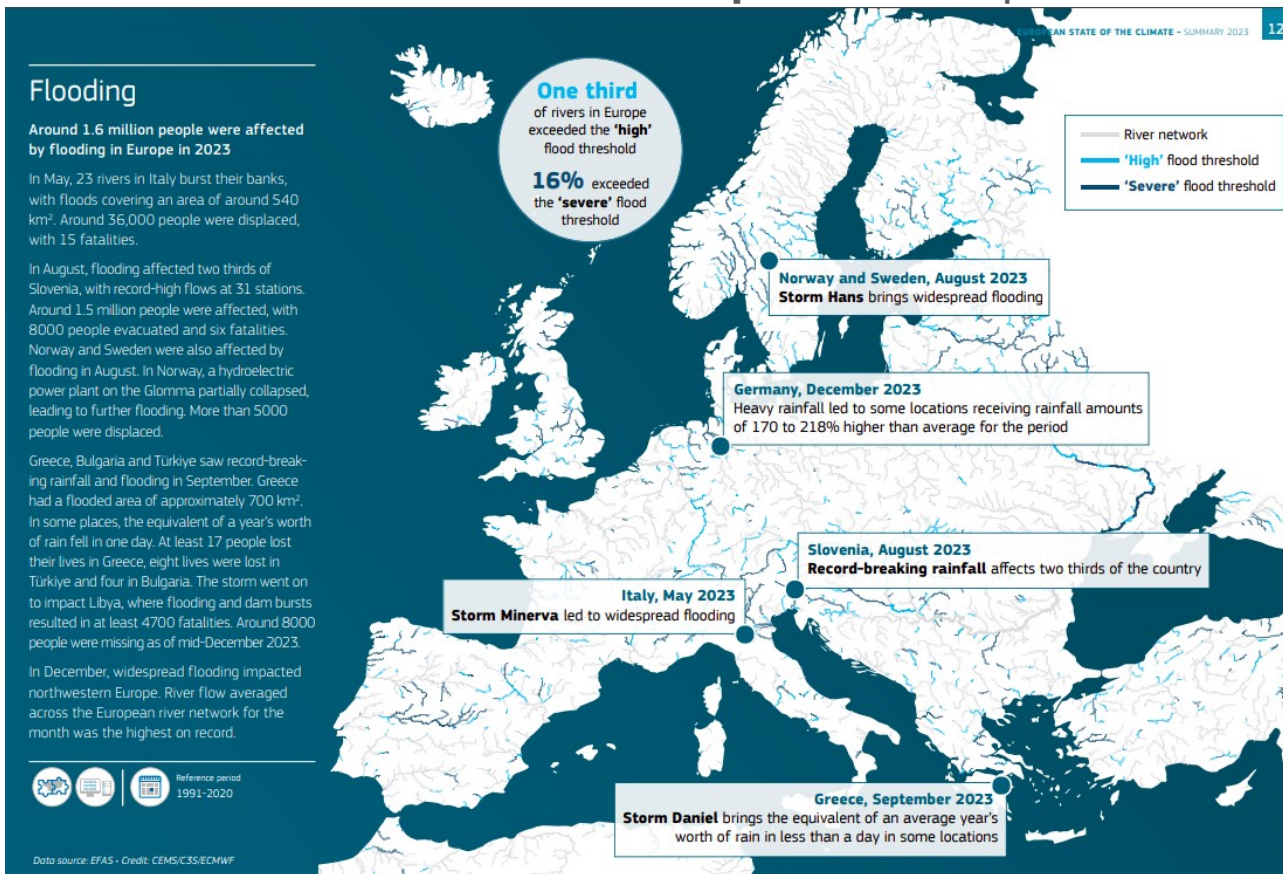
Ranking of annual average surface air temperature

Data source: E-OBS • Credit: C3S/ECMWF/KNMI

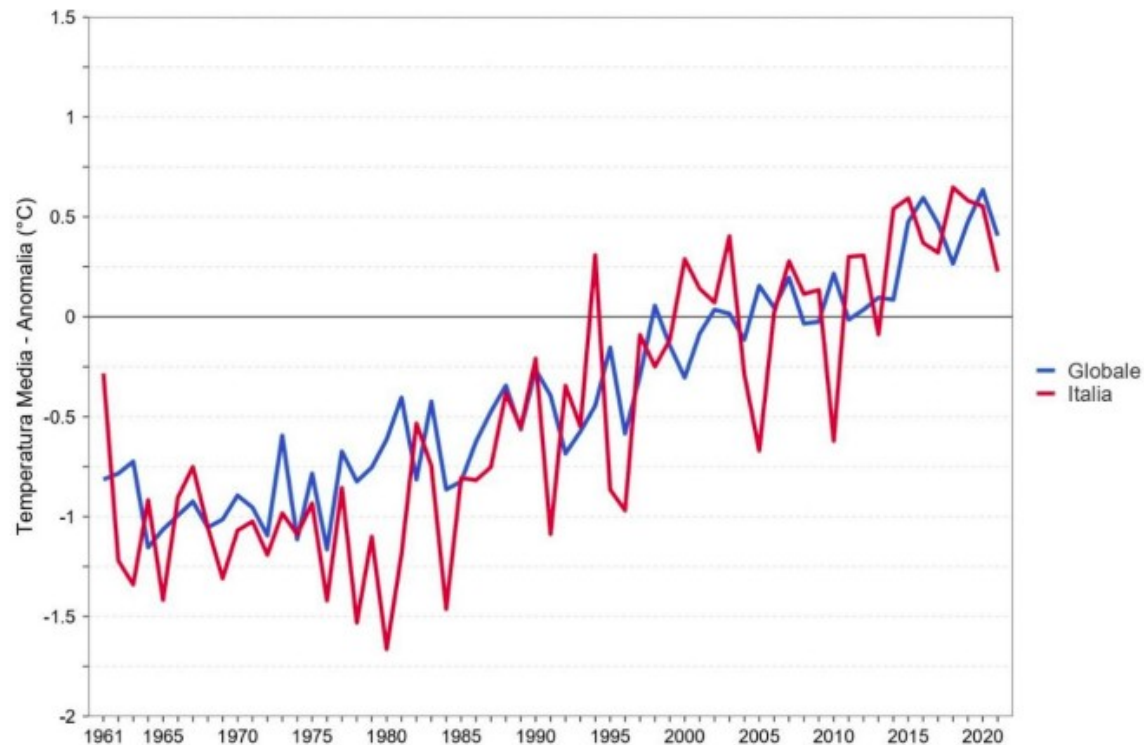


Data source: ERA5-HEAT • Credit: C3S/ECMWF

Cambiamento Climatico - Europa - C3s Report 2023



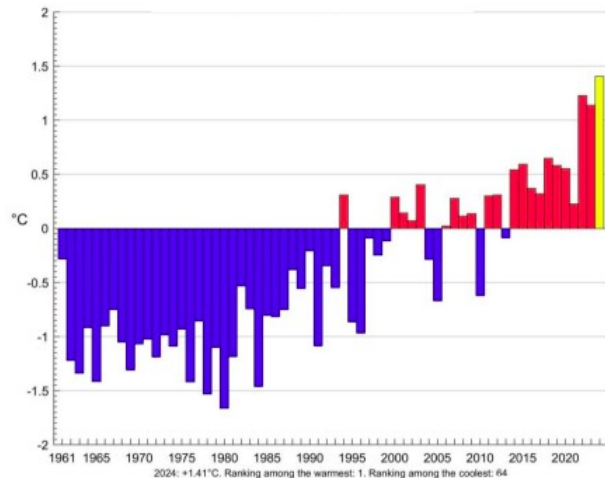
Cambiamento Climatico - Italia



Fonte: NCDC/NOAA e ISPRA. Elaborazione: ISPRA.

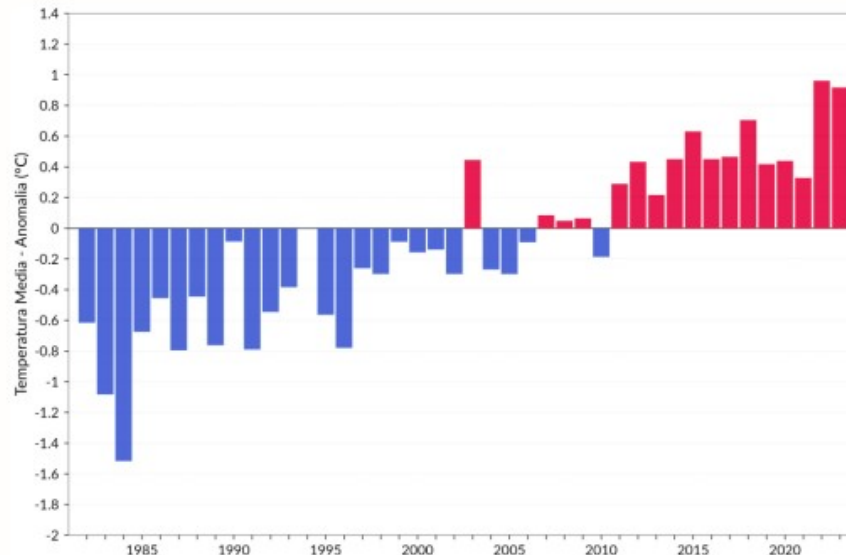
Cambiamento Climatico - Italia

Temperatura media



Serie delle anomalie medie in Italia della temperatura media rispetto al periodo di riferimento 1991-2020

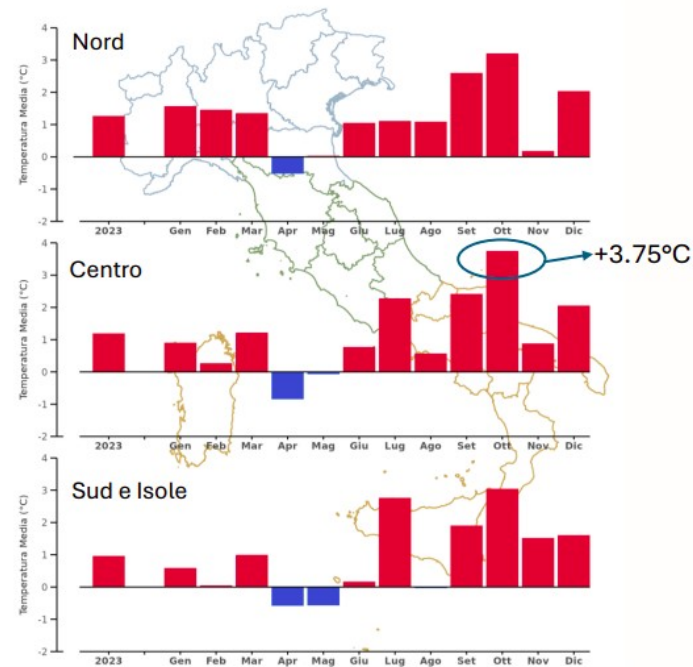
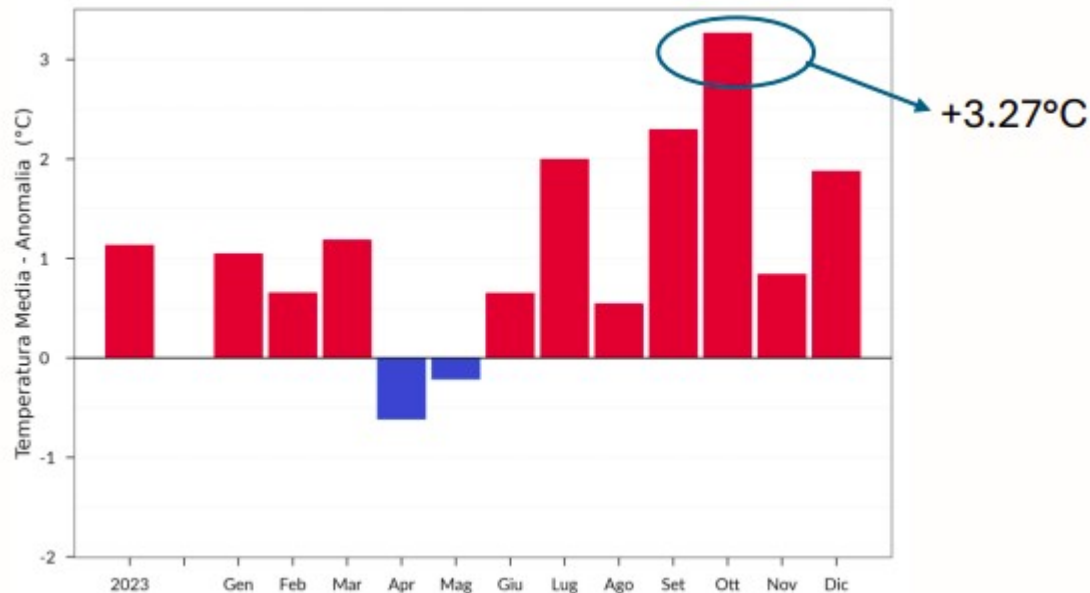
2024: stima provvisoria gennaio-giugno



Serie delle anomalie della temperatura media superficiale dei mari italiani, rispetto al valore medio 1991-2020

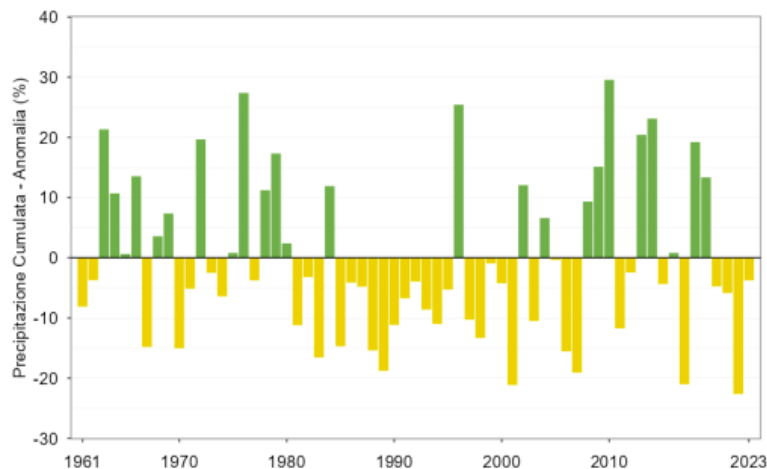
Emanuela Piervitali - ISPRA - presentazione report SNPA Clima in Italia 2023

Cambiamento Climatico - Italia

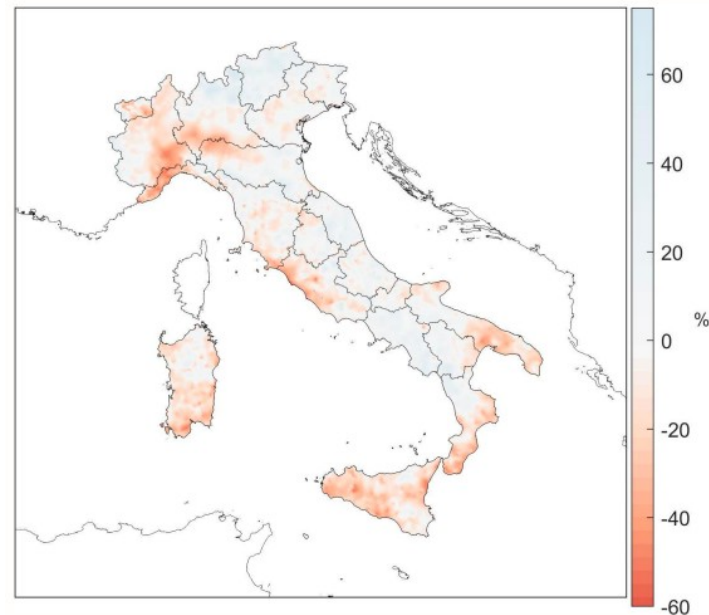


Emanuela Piervitali - ISPRA - presentazione report SNPA Clima in Italia 2023

Cambiamento Climatico - Italia



Serie delle anomalie medie in Italia, in valori percentuali, della precipitazione cumulata annuale rispetto alla media 1991-2020



Anomalia della precipitazione cumulata annuale 2023, in valori percentuali, rispetto alla media 1991-2020

Emanuela Piervitali - ISPRA - presentazione report SNPA Clima in Italia 2023

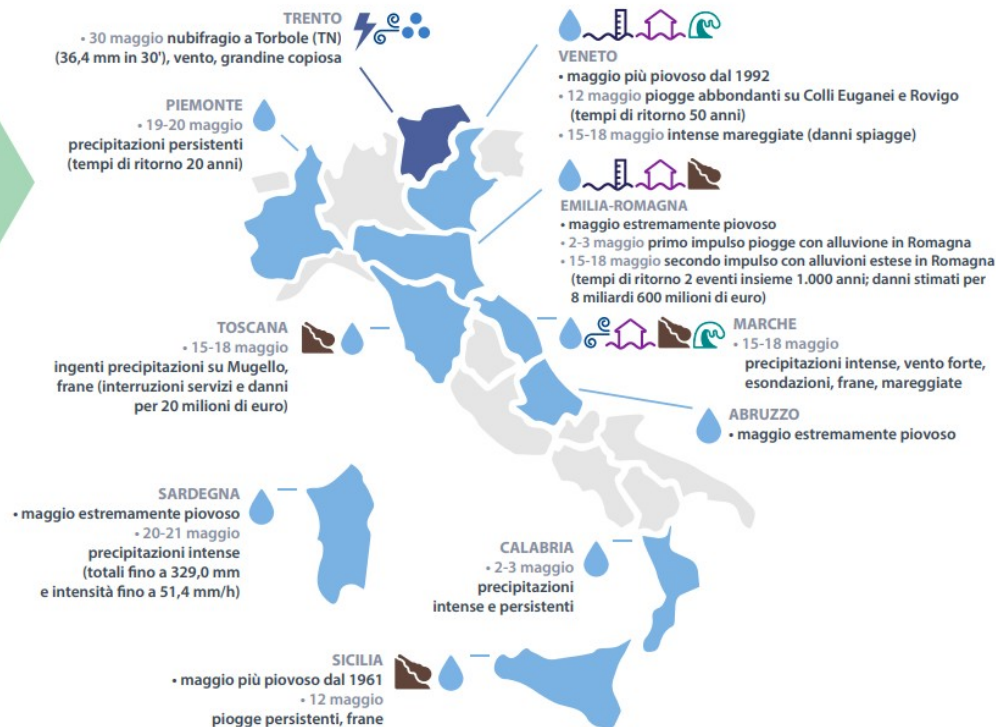
Cambiamento Climatico - Italia

PRIMAVERA maggio

Jet atlantico spostato a nord
e instabilità sul Mediterraneo

↓
Frequenti minimi depressionari
semi stazionari e centrati
sulle regioni centrali

↓
Pioggia



LEGENDA

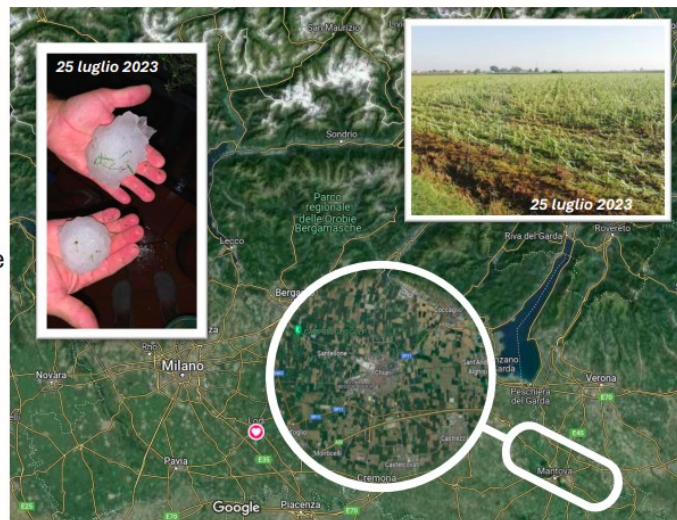
- Neve
- Valanga
- Gelata
- Grandine
- Pioggia
- Temporali
- Vento
- Tornado
- Mareggiata
- Piena
- Alluvione
- Frana
- Siccità
- Ondata di calore

Valentina Pavan - Arpae - presentazione report SNPA Clima in Italia 2023

Vento e grandine devastano la Lombardia

Nel mese di luglio il **comparto agricolo lombardo** ha subito **danni complessivi per 153 milioni di euro**.

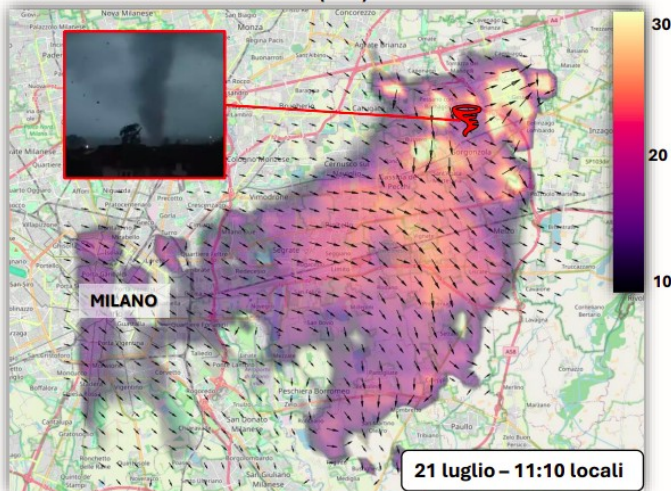
Nella sola **provincia di Brescia** sono **94 i comuni colpiti** (su 206 totali), per un totale di **oltre 400 milioni di euro di danni al patrimonio privato**.
Almeno 50 aziende agricole colpite per ogni comune interessato.



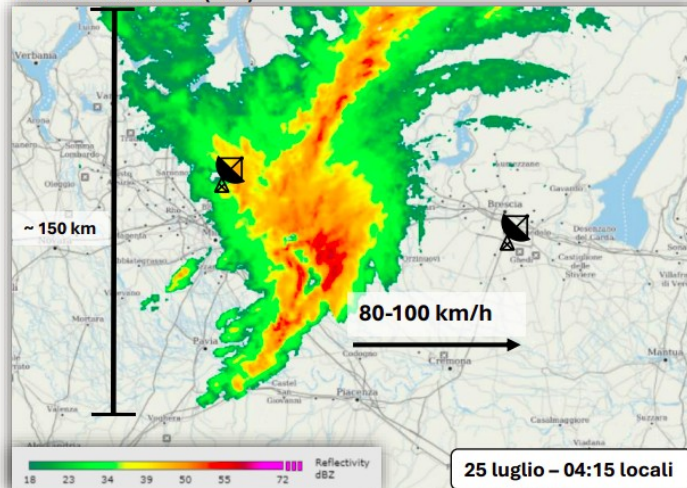
Matteo Zanetti - Arpa Lombardia - presentazione report SNPA Clima in Italia 2023

I temporali "visti" dai radar di ARPA

Vento stimato a 1 km di altezza (m/s)



Massima riflettività (dBZ)

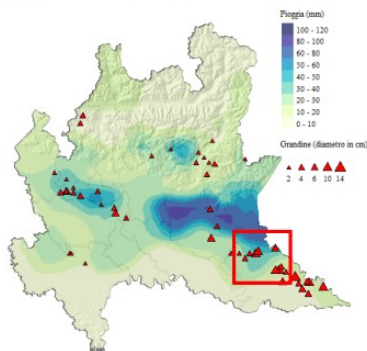


Matteo Zanetti - Arpa Lombardia - presentazione report SNPA Clima in Italia 2023

Analisi dei dati nel periodo 20-25 luglio *Grandine*

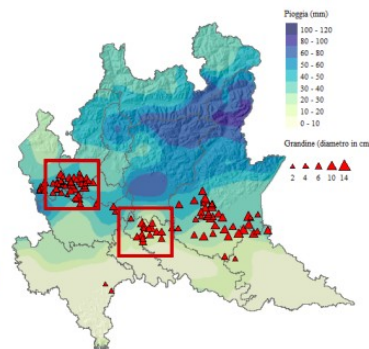
Ingenti grandinate su Brianza, cremonese, bresciano e mantovano. Diametro dei chicchi fino a 10-14 cm tra Brescia e Mantova.

Precipitazioni cumulate 20-21 luglio



Castiglione delle Stiviere (MN)
Foto: Regione Lombardia

Precipitazioni cumulate 24-25 luglio



Turate (CO)
Foto: ARPA Lombardia



Offanengo (CR)
Foto: ARPA Lombardia

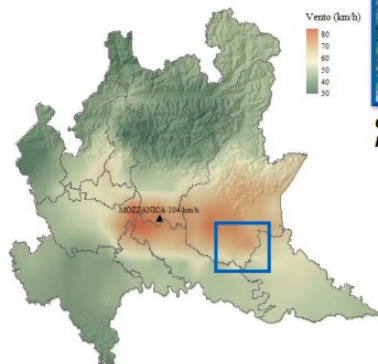
Dati ARPA Lombardia, ArcIS e ESWD (European Severe Weather Database)

Matteo Zanetti - Arpa Lombardia - presentazione report SNPA Clima in Italia 2023

Analisi dei dati nel periodo 20-25 luglio Vento

Raffiche di vento oltre i 100 km/h sono state registrate sull'alta pianura tra le province di Milano, Bergamo e Brescia.

Raffiche massime 20-21 luglio

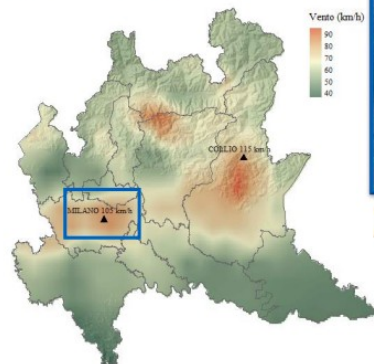


Dati ARPA Lombardia e ESWD (European Severe Weather Database)



Castenedolo, Brescia
Foto: Regione Lombardia

Raffiche massime 24-25 luglio



Via Dalmazia, Milano.
Foto: Regione Lombardia

Matteo Zanetti - Arpa Lombardia - presentazione report SNPA Clima in Italia 2023

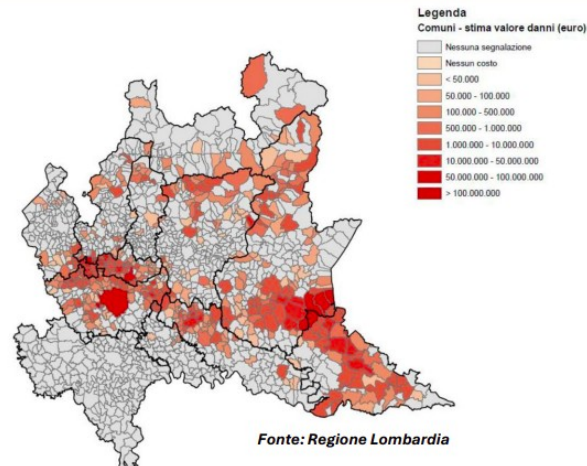
I danni sul territorio lombardo

(intero mese di luglio)

- Danni complessivi per 1,7 miliardi di euro, di cui 1,4 miliardi al comparto privato.
- 11 province e oltre 500 comuni interessati.
- Oltre 600 persone evacuate.
- Danni complessivi per 6 milioni di euro alla rete elettrica.



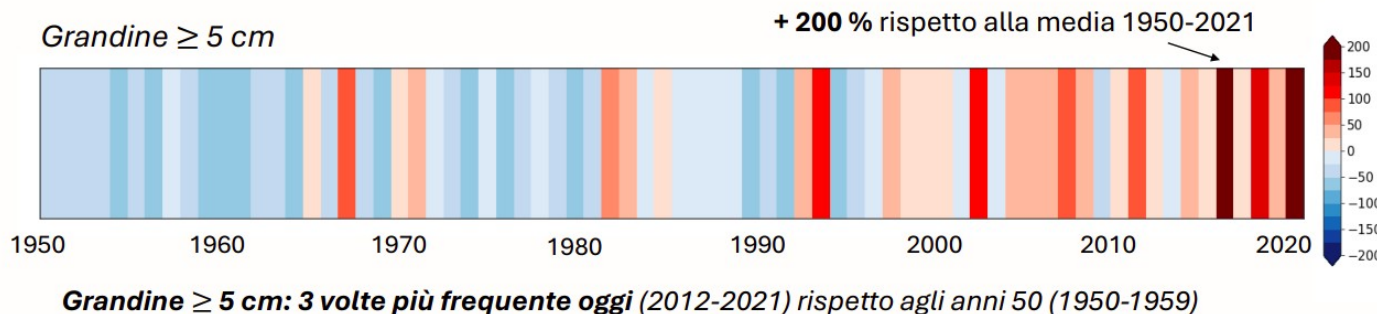
Tetti danneggiati a Misinto (MB). Foto Regione Lombardia



Matteo Zanetti - Arpa Lombardia - presentazione report SNPA Clima in Italia 2023

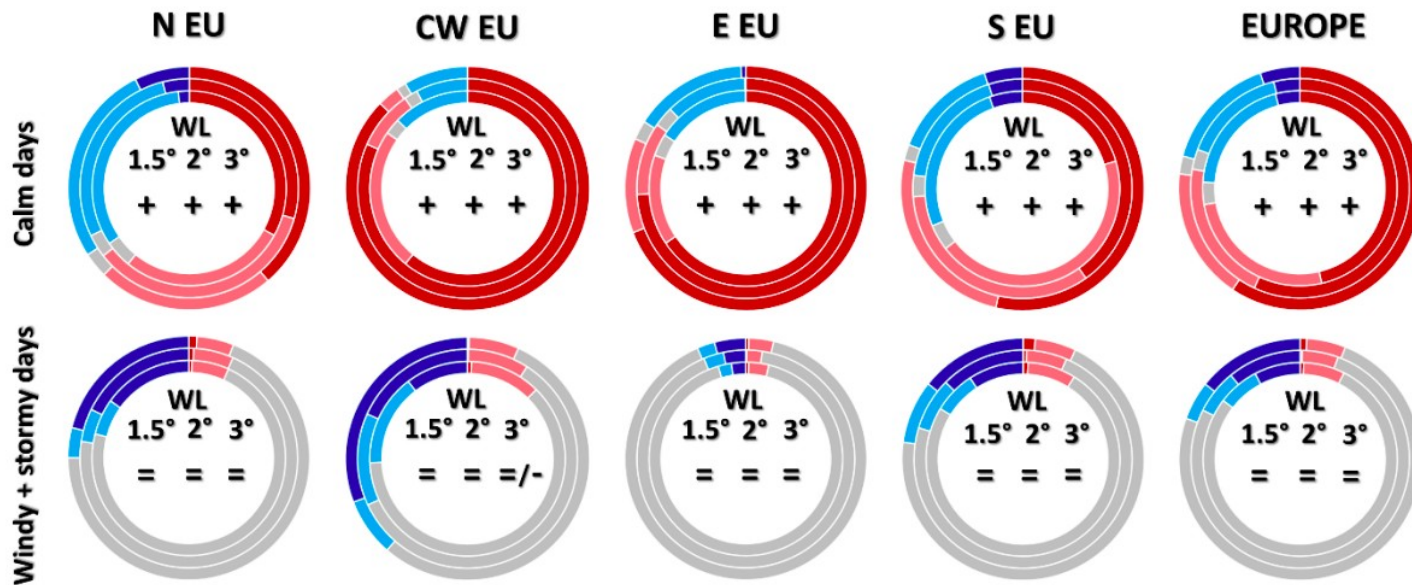
Cambiamenti climatici alla base dei temporali violenti?

- Recenti studi dell'ESSL (European Severe Storm Laboratory) hanno trovato un collegamento tra aumento delle temperature e temporali intensi.
- Dal 1950 si è rilevato un aumento del 200% di grandine di grosse dimensioni (> 5 cm).
- Un ulteriore aumento è atteso in futuro al crescere della temperatura.



Matteo Zanetti - Arpa Lombardia - presentazione report SNPA Clima in Italia 2023

Cambiamento Climatico - Cosa ci aspetta ?



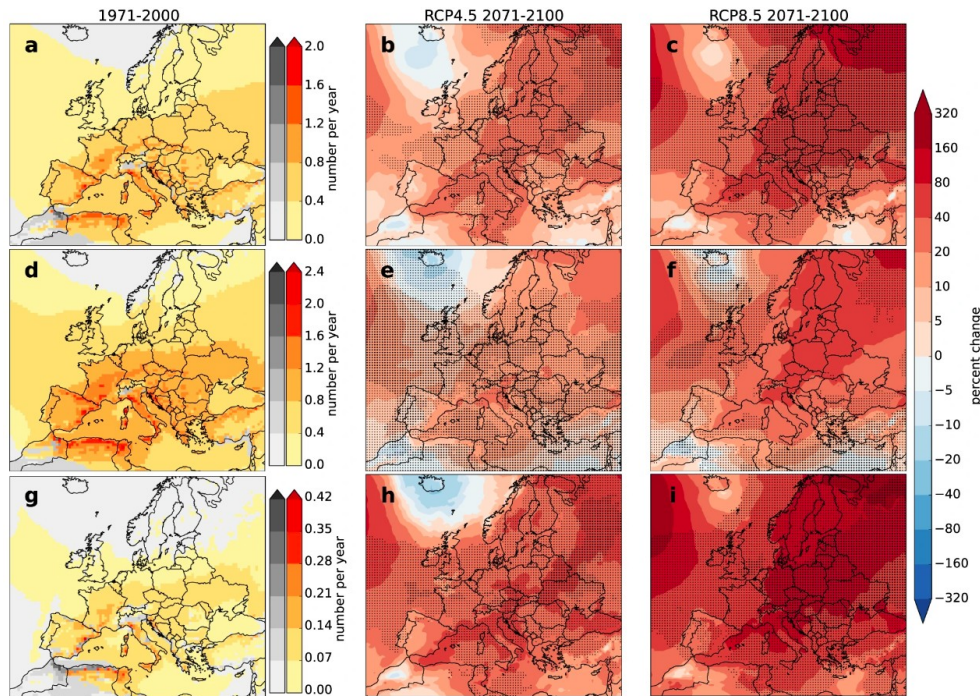
Spinoni J. et. al. JRC Global warming and windstorm impacts in the EU

Cambiamento Climatico - Cosa ci aspetta ?

Grandine > 2 cm

Raffiche > 25 m/s

Grandine > 5 cm



Studi recenti indicano che il riscaldamento globale sta amplificando la frequenza e l'intensità delle tempeste sia in Europa che negli Stati Uniti.

Il riscaldamento dell'atmosfera terrestre accelera il processo di evaporazione, portando a livelli più elevati di umidità nell'aria.

Questo maggiore contenuto di umidità fornisce alle tempeste una maggiore fonte di energia, in quanto il vapore acqueo agisce come carburante per il loro sviluppo e la loro intensificazione.

Rädler, A.T., et al. Frequency of severe thunderstorms across Europe expected to increase in the 21st century due to rising instability. npj Clim Atmos Sci

Conclusioni

Il cambiamento climatico è un dato di fatto. Non è in discussione il fatto che esista. Questo cambiamento ha un impatto diretto e indiretto sui fenomeni meteorologici che interessano e interesseranno il nostro territorio.

Di fronte all'aumento del rischio di tempeste, la migliore difesa consiste nel ridurre le emissioni di gas serra.

L'impatto di queste tempeste è particolarmente critico per le regioni con piccoli bacini idrografici, dove le forti piogge possono portare a rapide inondazioni, come si osserva nelle Alpi, negli Appennini e in altre catene montuose in Italia e in Europa.

La comprensione degli impatti delle tempeste in diversi scenari climatici richiede ricerche più approfondite e l'uso dell'intelligenza artificiale per analizzare i dati osservati e proiettare i risultati futuri. Combinando dati storici, attuali e predittivi, gli scienziati possono modellare meglio gli effetti delle tempeste, come le quantità di pioggia, le dimensioni della grandine e la probabilità di tornado.

L'aumento della frequenza e della gravità dei violenti temporali in Italia ha posto l'attenzione sulle sfide della previsione e dell'adattamento a questi eventi meteorologici estremi in un clima in riscaldamento. Sebbene la localizzazione esatta e l'intensità dei singoli temporali rimangano imprevedibili a causa della loro natura caotica e dei limiti degli attuali modelli meteorologici, studi recenti suggeriscono che la loro intensità e frequenza porteranno a eventi più distruttivi in un clima più caldo.