



Eventi climatici estremi e realtà locali Segni e Suoni di Vaia



Consiglio Nazionale
delle Ricerche
Istituto per la BioEconomia

Cambiamenti climatici e alluvione padana

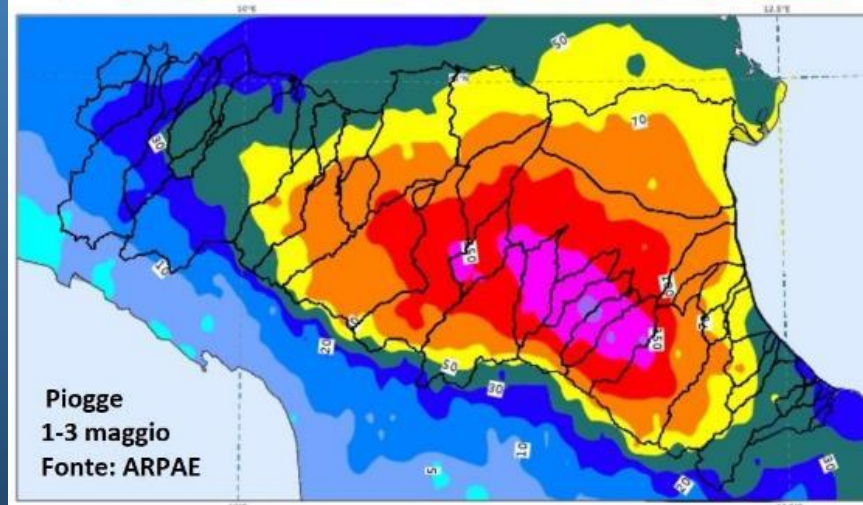
Marina Baldi
CNR-IBE
Donne & Scienza

ITTS “G. Marconi”, Forlì 12 ottobre 2023

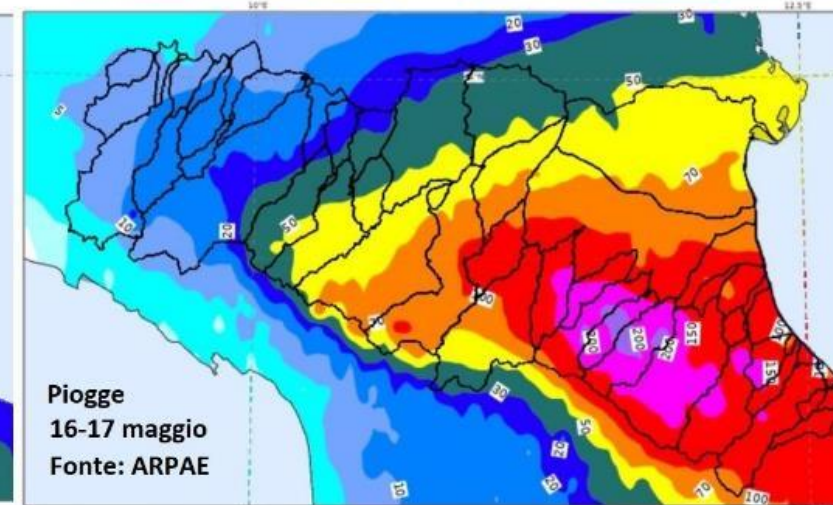
due eventi temporalmente molto ravvicinati ed entrambi di notevole intensità

gli eventi di Maggio 2023 in Emilia Romagna

pioggia cumulata [mm] in 48 ore
Cumulata dal 01-05-2023 alle ore 07 U.T.C. al 03-05-2023 alle ore 07 U.T.C.



pioggia cumulata [mm] in 48 ore
Cumulata dal 16-05-2023 alle ore 00 U.T.C. al 18-05-2023 alle ore 00 U.T.C.



La somma dei due episodi provoca localmente accumuli di pioggia di oltre 500 mm in circa 60 ore (sommate) di precipitazioni, pari a 7-8 volte il valore medio mensile (aree collinari).

Evento dell' 1-3 maggio 2023

- **"Si è trattato di uno degli eventi di pioggia intensa più importanti mai registrati per il mese di maggio. Solo nel maggio 1939 e nel maggio 1929 si ebbero accumuli di pioggia localmente maggiori, mentre nel piovosissimo maggio 2019 gli apporti furono meglio distribuiti nell'arco del mese"**.
- "In circa 36 ore sono caduti fino a 240 millimetri di pioggia (prime colline del ravennate, Casola Valsenio) e tra 150 e 200 millimetri in diverse aree collinari del ravennate del forlivese, mentre in pianura si è oscillati tra 80 e 120 millimetri con i massimi sul lughese e faentino, e i minimi verso la bassa forlivese. Meno interessati il cesenate e soprattutto il riminese. I valori accumulati sulle colline del ravennate e del forlivese occidentale sono all'incirca quelli che cadono normalmente in tutta la primavera, mentre i valori climatologici di maggio sono stati doppiati o anche triplicati".
- "Nonostante non si siano manifestati temporali, **gli enormi accumuli di pioggia sono derivati da 36 ore almeno di pioggia ininterrotta a causa della lenta evoluzione del sistema perturbato** che le ha originate, ovvero un fronte occluso nato in seno a una depressione innescatasi sul mar Tirreno che ha richiamato da sud-est aria molto umida e mite in quota sopra uno strato più fresco ma altrettanto umido nei bassi strati dovuto a correnti da nord-est - prosegue l'esperto meteo nell'analisi -. Si tratta di una classica situazione da piogge consistenti in regione, ma nel caso di martedì esse sono state particolarmente elevate sui rilievi a causa dei forti venti tra nord e nord-est che hanno favorito il fenomeno dello stau appennino, ovvero un ulteriore impulso ai moti verticali determinato dallo sbarramento orografico nei versanti esposti".

Pierluigi Randi, Forlì Today – 3 maggio 2023

Evento del 16-17 maggio 2023

- "Mai così in un secolo e soprattutto mai tre eventi estremi così vicini. La situazione è davvero preoccupante, anche per il futuro".

I primi dati riportano che in meno di due settimane in determinate aree è caduta oltre la metà della pioggia che solitamente è attesa in un anno.

- "La situazione è molto grave su tutta la Romagna e sul Bolognese. Come impatti sul territorio probabilmente è **l'effetto alluvionale più grave di almeno gli ultimi 100 anni**. Come estensione delle aree interessate e quantità di precipitazione, così come per danni su più province, è qualcosa di devastante, gravissimo".

Cosa dicono i dati? Quanta pioggia è caduta?

- "Sta ancora piovendo quindi i dati non sono definitivi ma nonostante ciò abbiamo un evento che a livello di accumulo di pioggia somiglia molto a quello dell'1-3 maggio ma con due differenze: uno che ha colpito un'area molto più estesa, due che la quantità di pioggia questa volta è condensata in meno tempo. Dalla mattinata di ieri abbiamo avuto in vaste zone, come Bologna città, oltre 100 mm di pioggia. Sull'Imolese 110, sul Faentino tra 120 e 140, uguale nella zona di Forlì. Se poi saliamo sull'Appennino abbiamo accumuli anche oltre i 200 mm, quasi un picco di 250 mm a Modigliana (Forlì-Cesena) e 228 mm a Casole Valsenio (Ravenna), entrambi paesi a quote basse, circa 200 metri. Il tutto si è verificato in poco più di 24 ore. Significa quantitativi di pioggia enormi per la nostra climatologia delle precipitazioni: è quella che cade di solito in una intera primavera".

Pierluigi Randi, La Repubblica – 17 maggio 2023

Analogie e differenze fra i due eventi

Tra l'alluvione di inizio maggio e quest'ultima si parla di precipitazioni che solitamente cadono in sette-otto mesi...

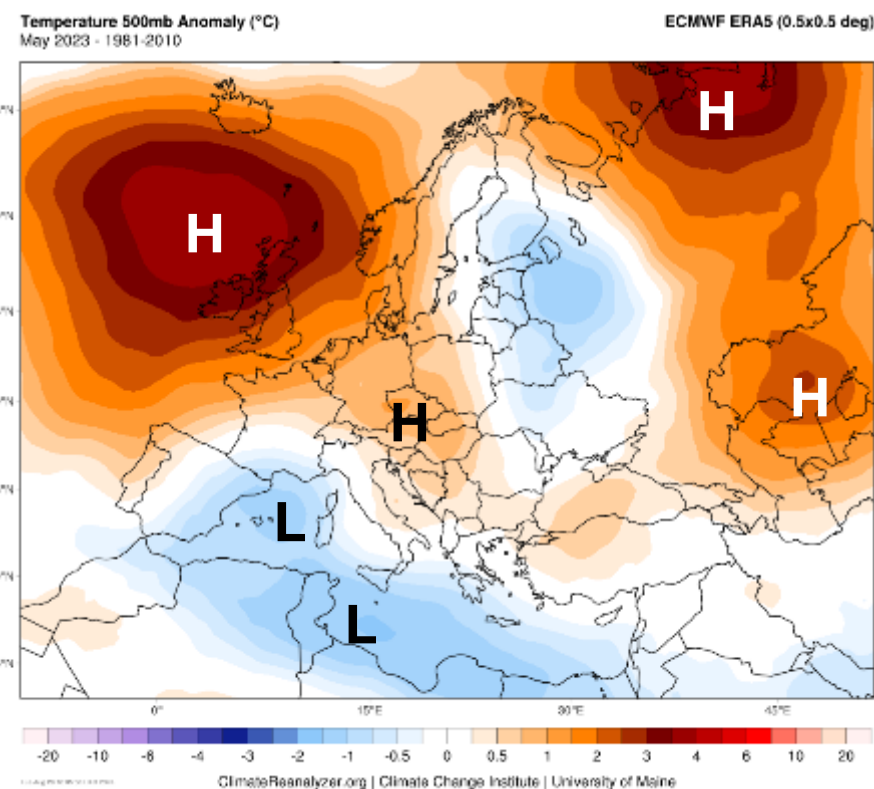
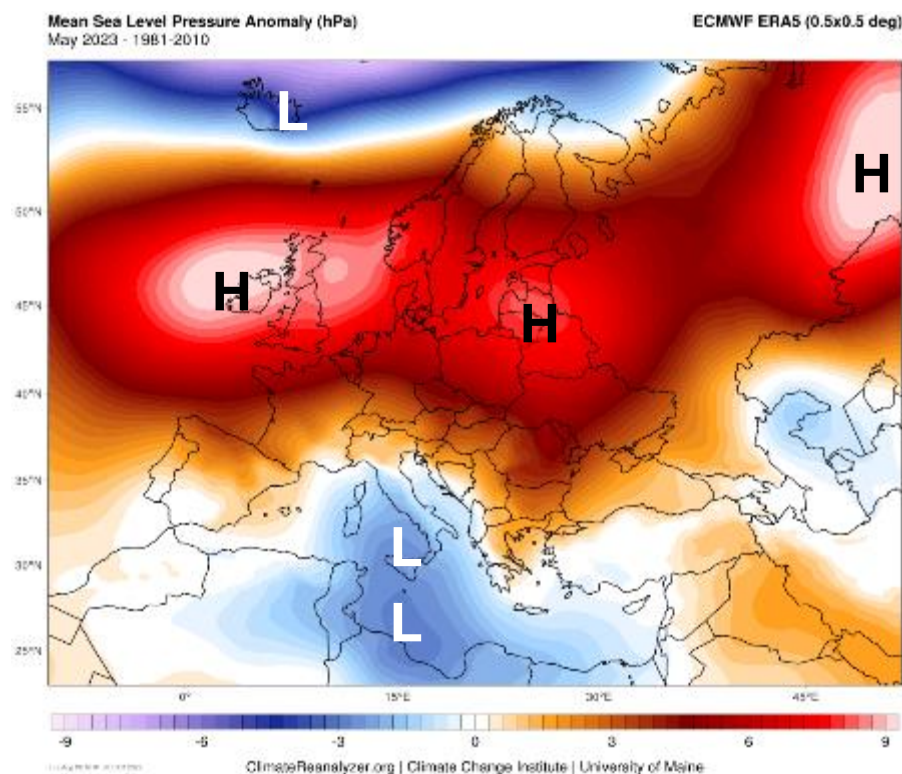
- "Sì, è impressionante. In alcune zone dell'Appennino Ravennate e Forlivese da inizio mese sono caduti tra i 400 e i 500 mm di pioggia. **Di solito in un intero anno qui la piovosità è meno di 900 mm.** Dunque si tratta di pioggia, caduta in sole due settimane, che di norma vediamo in oltre metà anno. Sono quantitativi spaventosi e purtroppo gli effetti si vedono chiaramente".

Quali analogie ci sono con l'alluvione precedente?

- "Ci sono analogie ma anche differenze. **A inizio maggio si parla di piogge battenti e continue per circa 36 ore, in questo caso invece di poco più di un giorno, con l'aggiunta di rovesci e temporali che l'altra volta non c'erano.** La scorsa volta precipitazioni costanti, qui invece torrenziali a causa di impulsi temporaleschi. L'evento attuale è stato più intenso: quasi la stessa quantità di pioggia dell'1° al 3 maggio, ma in meno tempo e più estesa come territorio colpito".

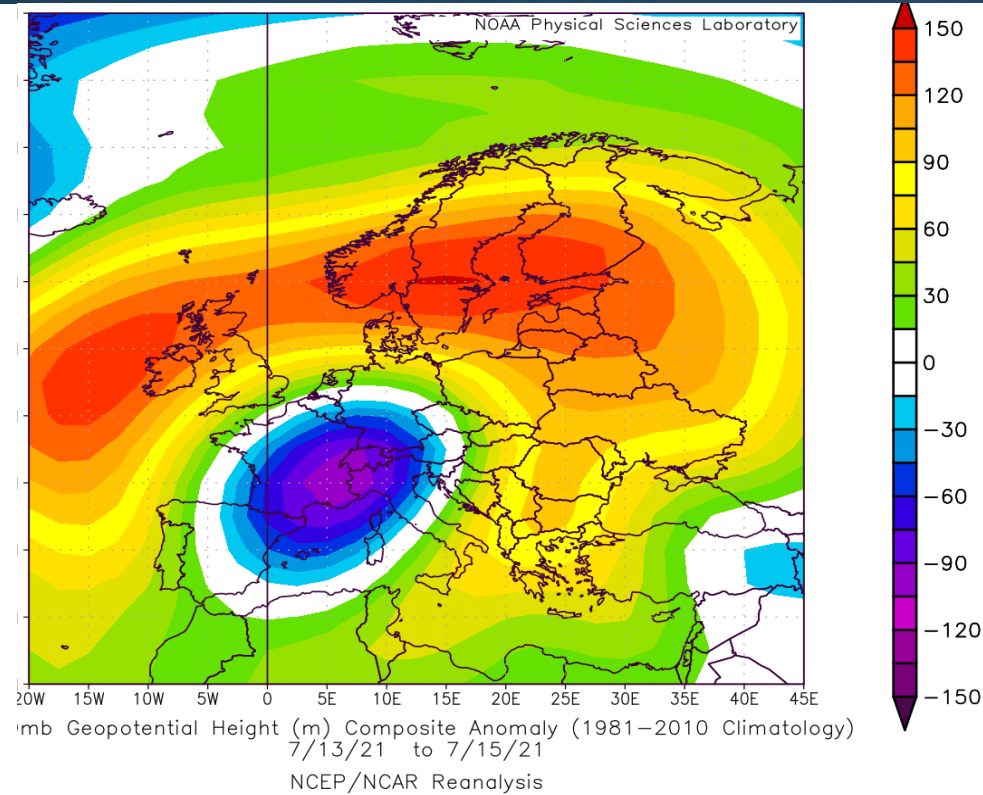
Pierluigi Randi, La Repubblica – 17 maggio 2023

Analogie e differenze fra i due eventi



I due eventi alluvionali maggio 2023 sono stati entrambi possibili grazie ad un regime di blocco meteorologico "La depressione sviluppata sul Tirreno meridionale è stata ostacolata da due alte pressioni a Ovest ed Est: così è rimasta intrappolata e si è mossa lentamente, in parte è ancora lì, sul versante emiliano-romagnolo. Il vortice sta dissipando la sua energia lentamente spostandosi poco. Diciamo che rispetto a inizio maggio è un po' più veloce, ma in egual modo si tratta di una perturbazione alimentata da un afflusso di aria estremamente umida da sud est, prelevata da Jonio e Nord Africa, una massa d'aria calda e molto umida che entra in Emilia con correnti da est".

Configurazione simile: Alluvione in Germania Luglio 2021

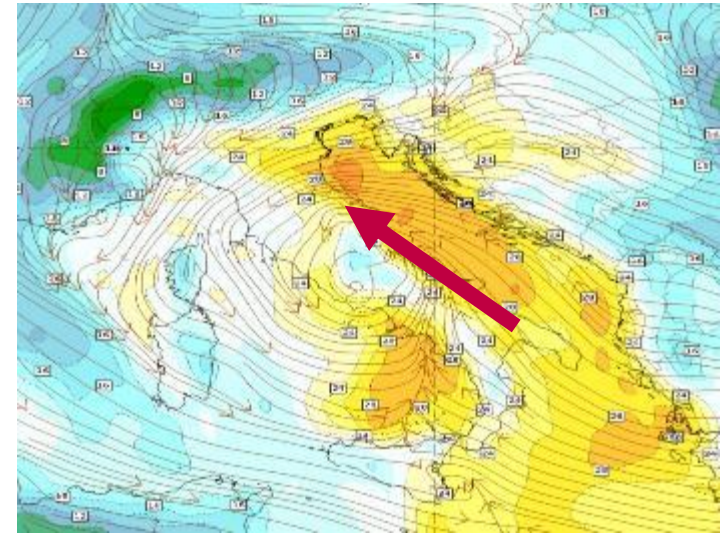


Imponente promontorio anticiclonico di blocco

Analogie e differenze fra i due eventi

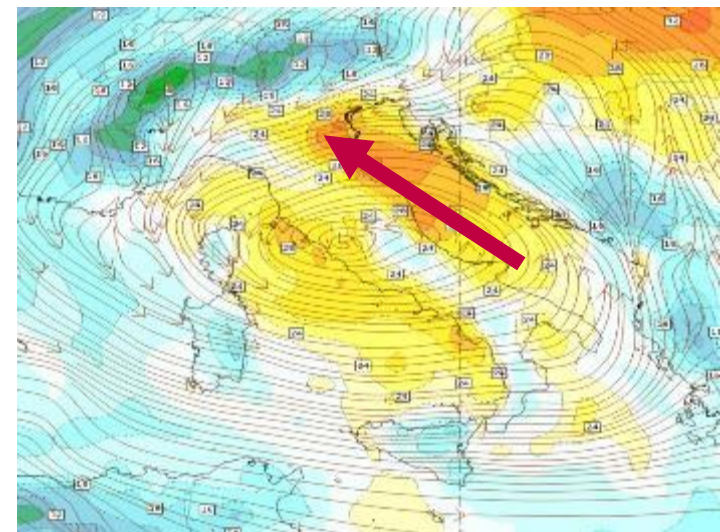
1-3 Maggio 2023

Formazione di un ciclone extra-tropicale sul Mediterraneo centrale a lenta evoluzione poiché intrappolato da due anticicloni.



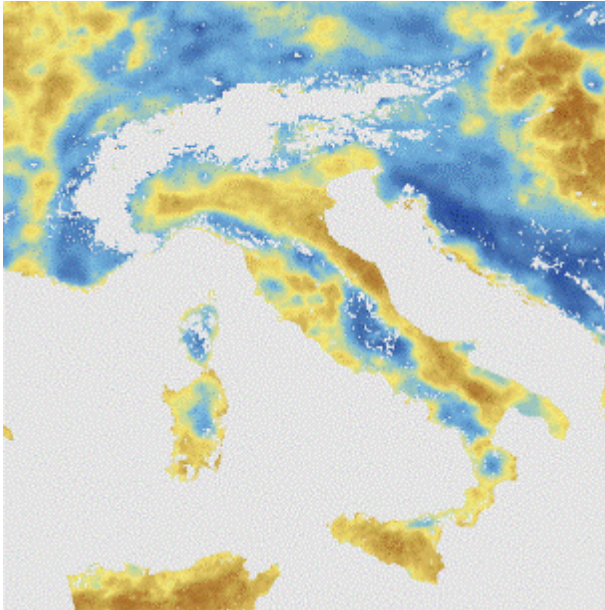
16-17 Maggio 2023

Il ciclone mediterraneo nasce sul nord Africa ma si porta ancora una volta tra centro Italia e Tirreno, presentandosi decisamente più profondo rispetto al precedente e ancora bloccato.

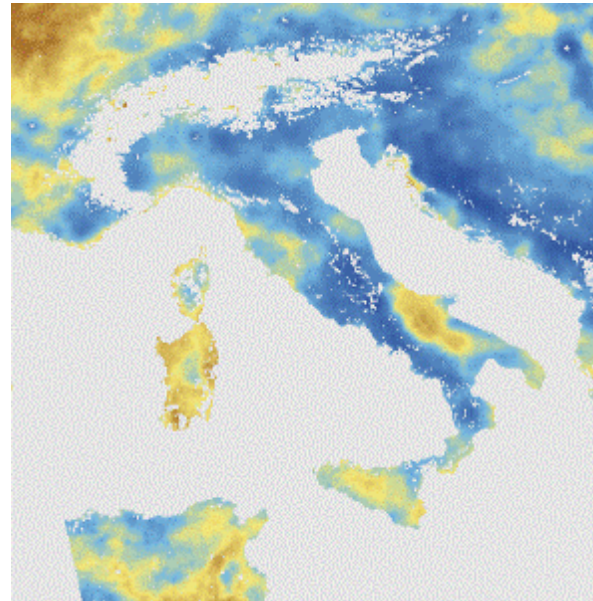


Analogie e differenze fra i due eventi

Soil Water Index – 1 maggio 2023



Soil Water Index – 18 maggio 2023



Il Soil Water Index quantifica la condizione di umidità a varie profondità nel terreno. È principalmente guidato dalle precipitazioni attraverso il processo di infiltrazione.

L'umidità del suolo è una variabile molto eterogenea e varia su piccola scala con le proprietà del suolo e i modelli di drenaggio.

Le misurazioni satellitari si integrano su aree relative su larga scala, con la presenza di vegetazione che aggiunge complessità all'interpretazione.

Tre domande (1 facile, 2 non facili):

- I due eventi possono essere considerati “estremi”?
- È aumentato il numero e la portata di questi eventi nel periodo recente?
- Il cambiamento climatico ha un ruolo su questi eventi?



Tre domande (1 facile, 2 non facili):

- I due eventi possono essere considerati “estremi”?
- È aumentato il numero e la portata di questi eventi nel periodo recente?
- Il cambiamento climatico ha un ruolo su questi eventi?



gli eventi
estremi sono
facili da
riconoscere...



....ma molto difficile da
definire



● ● ● ● Un **evento meteorologico estremo** è un evento ad **alto impatto**, la cui
occorrenza risulta **rara** nel tempo.

Un temporale è di per sé una manifestazione meteorologica intensa, ma non necessariamente estrema, così come lo sono, ad esempio, un'ondata di calore, una forte pioggia, o un'abbondante nevicata.



Per poter inquadrare un evento meteorologico è necessario fare riferimento a precise definizioni...

Eventi estremi: definizione

EVENTI INTENSI:

sono eventi che determinano perdite economiche ambientali o di vite umane; il *rischio* di queste perdite è legato non solo all'*intensità* dell'evento ma anche dalla *vulnerabilità*...

EVENTI RARI:

sono eventi che hanno una bassa probabilità di accadimento; vista la rarità possono creare problemi alla società (divenendo così INTENSI)

EVENTI ESTREMI:

sono eventi con valori *estremi* di alcune importanti parametri meteo; vengono individuati o da valori massimi di quel parametro (*unprecedented*) o al di sopra di una soglia (*rare*)

EVENTI AD ALTO IMPATTO:

possono essere sia di breve che di lunga durata (es. blocco anticiclonico); nel programma THORPEX del WMO si parla di *high impact weather* e non di *severe weather*

Un evento meteorologico estremo è tale se risulta raro in un determinato luogo o momento temporale

Ad esempio:

- 30°C sono estremi a febbraio in Italia, ma del tutto normali a luglio;
- 100 mm di pioggia in 2-3 ore sono un quantitativo usuale sulle Alpi Giulie o sulle Alpi Apuane, mentre sono estremi in città come Firenze, Padova o Verona.

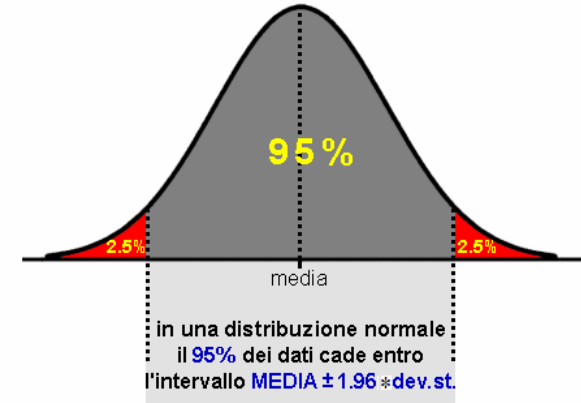
«Statisticamente un fenomeno meteorologico estremo è un evento che si colloca al di sotto o al di sopra del 10° e del 90° percentile della distribuzione»

La necessità di definire statisticamente questo tipo di eventi è fondamentale per poter avere la necessaria robustezza in termini numerici, infatti spesso la soggettività e l'approccio "a occhio" inducono a gravi errori di valutazione.

Eventi estremi: definizione

concetto statistico

EVENTI ESTREMI: sono eventi con **valori estremi** di alcuni importanti parametri meteo; vengono individuati o da **valori massimi** di quel parametro (unprecedented) o **al di sopra di una soglia** (rare)



Gli **eventi estremi** possono quindi essere individuati grazie alla **statistica**

In particolare spesso è considerato un **evento estremo** quello che ha:

- una probabilità di accadimento inferiori al 5%, (WMO 10%)
- un tempo di ritorno superiore a 20 anni
- casca al di fuori del 95 percentile della distribuzione normale

Eventi estremi: definizione

Concetto statisticamente chiaro.....

.....ma come applicarlo a «eventi» così
differenti tra loro?

	durata	estensione
ondate di calore	>3 giorni	regionale-sub continentale
siccità	> 1 mese	regionale-sub continentale
temporali, piogge estreme e tornado	10'- 2 h	1-10 km ²
piogge alluvionali	1-4 giorni	regionale-sub continentale
cicloni mediterranei	1-3 giorni	continentale

Eventi estremi: definizione

- Per eventi estremi come «siccità» «uragani» «tornado» «piogge alluvionali» e «TLC» identificare soglie e definizioni statistiche univoche e misurabili risulta più arduo
- Meno difficile, invece, quando trattiamo ondate di calore, o estremi di temperatura

Eventi estremi: definizione

L'Expert Team on Climate Change Detection and Indices (ETCCDI) del "CCL/CLIVAR Working Group on Climate Change Detection" ha definito un insieme di **27 indici**, idonei a descrivere gli estremi di temperatura divisi in 5 gruppi:

- **indici definiti da un valore di soglia fisso**
- **indici assoluti**
- **indici basati su percentili**
- **indici di durata**
- **altri indici**

Eventi estremi: definizione

- **indici definiti da un valore di soglia fisso:** il numero di giorni con gelo (FD0), il numero di giorni senza disgelo (ID0), il numero di giorni estivi (SU25) e il numero di notti tropicali (TR20), **numero di giorni con precipitazione intensa nell'anno (R10), il numero di giorni con precipitazione molto intensa (R20) e il numero di giorni superiori ad un valore nn fissato dall'operatore (Rnn)**
- **indici assoluti:** il più alto e il più basso valore registrato nel corso di un mese o di un anno (TXx, TXn, TNx, TNn, RX1day, RX5day)
- **indici basati su percentili:** sono basati sulle eccedenze rispetto alla soglia 10%: le notti fredde (TN10P), le notti calde (TN90P), i giorni freddi (TX10P) e i giorni caldi (TX90P), **precipitazione nei giorni molto piovosi (R95p) e la precipitazione nei giorni estremamente piovosi (R99p)**
- **indici di durata:** identificano periodi prolungati e intensi di caldo (WSDI) o di freddo (CSDI), periodi di giorni consecutivi di pioggia (CWD) o di siccità (CDD) e periodi miti, dai quali dipende la durata della stagione vegetativa (GSL).
- **altri indici:** non rientrano in nessuna delle categorie precedenti, ma permettono di avere un quadro completo dell'evoluzione degli estremi di temperatura e precipitazione. Questi sono l'**indice annuale di precipitazione totale (PRCPTOT)**, l'escursione termica giornaliera (DTR) e l'**indice di intensità di pioggia (SDII)**.

Le precipitazioni intense (e i loro effetti) si possono declinare in più modi, ma le tipologie più note sono due



Alluvioni lampo o *flash floods*

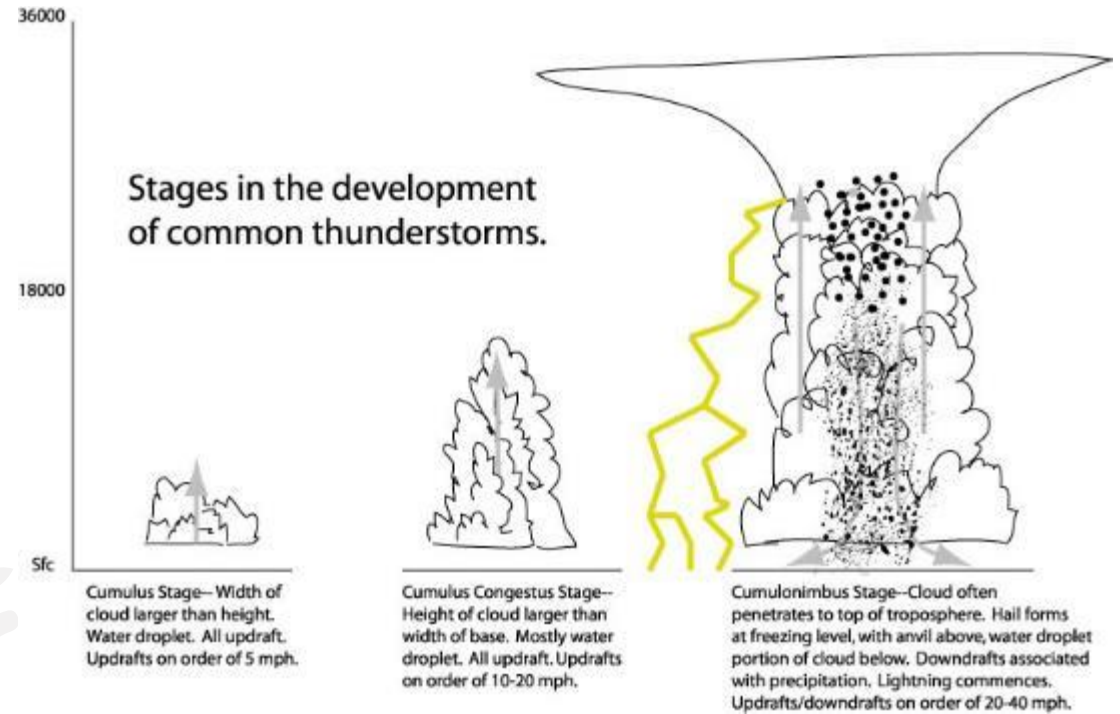
- Sono causate principalmente da sistemi temporaleschi e la loro azione è limitata sia spazialmente (aree circoscritte) che temporalmente (3-6 ore).
- I reticoli fluviali coinvolti sono generalmente quelli minori. Si caratterizzano per l'elevata intensità della precipitazione (rain rate superiore ai 40-50 mm/h), per la stazionarietà e per essere difficilmente prevedibili soprattutto per quanto riguarda l'area di insidenza.
- L'impatto delle alluvioni lampo può essere maggiore in presenza di terreni secchi e/o impermeabili.

Alluvioni a vasta scala

- A differenza dei flash flood le alluvioni a vasta scala coinvolgono i reticoli fluviali medi e grandi, **sono causate da precipitazioni di lunga durata (giorni) e di intensità generalmente moderate o a tratti forti (10-50 mm/h).**
- All'intensità delle alluvioni a vasta scala, tuttavia, possono partecipare anche precipitazioni tipiche delle alluvioni lampo. Gli effetti delle inondazioni sono tanto più catastrofici, quanto più i terreni sono saturi d'acqua (precipitazioni pregresse).

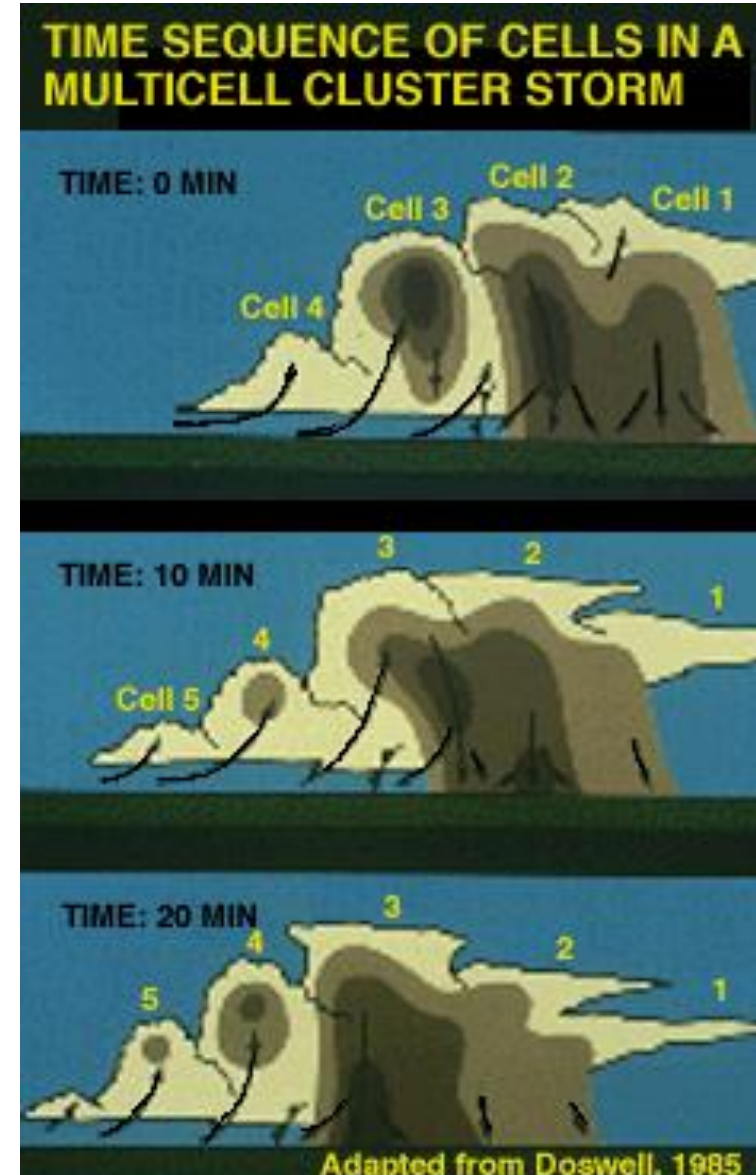
I sistemi temporaleschi: temporali a cella singola

I temporali ordinari hanno vita breve ma possono ugualmente essere accompagnati a fenomeni di “severe weather” quali grandine e colpi di vento in relazione all’energia presente e all’umidità lungo il profilo



I sistemi temporaleschi: temporali multicellulari

- Il temporale multicellulare è composto da più celle ordinarie in fasi diverse del loro ciclo di vita.
- Sebbene ciascuna cella abbia una vita media di circa 30 minuti, nel loro insieme i sistemi multicellulari possono durare per diverse ore.
- In confronto alle celle ordinarie le multicelle hanno maggiori probabilità di produrre “severe weather” attraverso vento forte, grandine e deboli tornado.



piogge estreme

- Il **tempo di ritorno** (ricorrenza) indica dopo quanti anni mediamente si ripresenta o viene superata una prefissata altezza di pioggia.
- Esso dipende dalla funzione di distribuzione e dalla stima dei relativi parametri.
- È possibile ricavare le *curve di possibilità pluviometrica* che esprimono la relazione tra le altezze massime e le durate di pioggia che si possono verificare in una determinata zona, per un assegnato valore del periodo di ritorno.

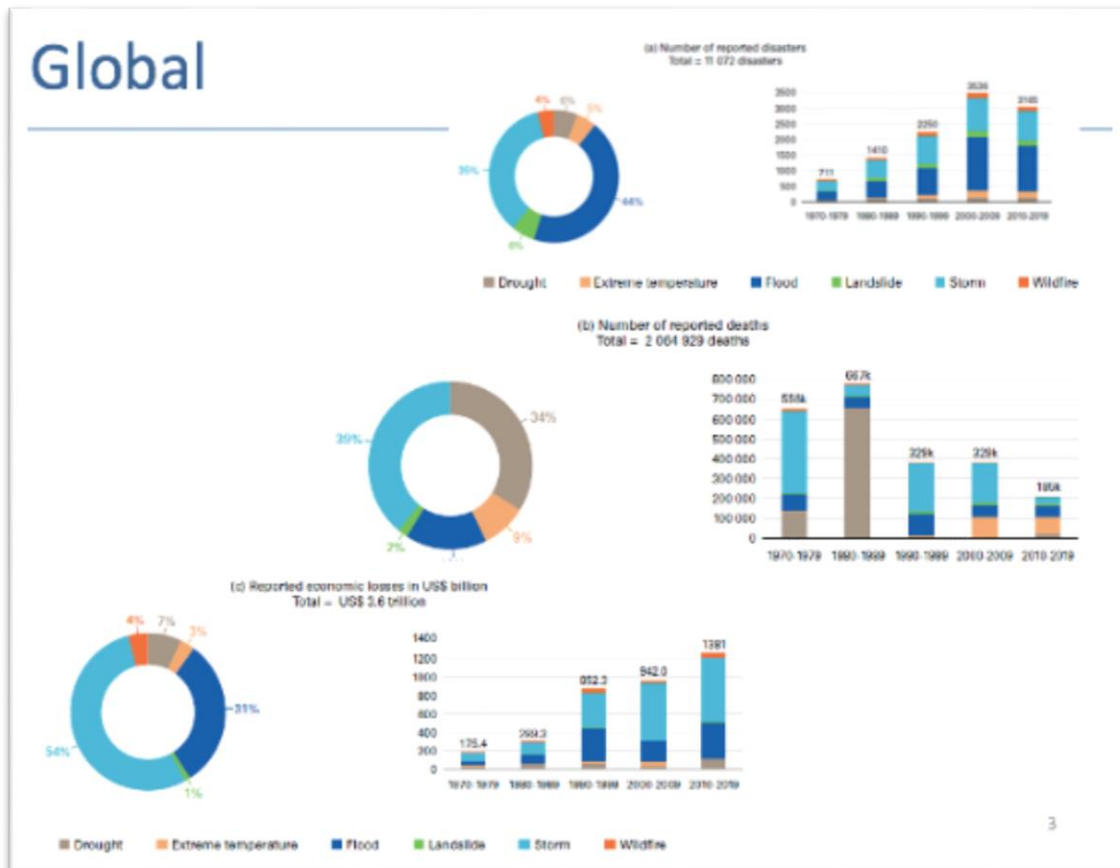


Tre domande (1 facile, 2 non facili):

- I due eventi possono essere considerati “estremi”?
- È aumentato il numero e la portata di questi eventi nel periodo recente?
- Il cambiamento climatico ha un ruolo su questi eventi?



Eventi estremi – analisi a livello globale



- Un disastro legato a un pericolo meteorologico, climatico o idrico si è verificato in media ogni giorno negli ultimi 50 anni

→ Al giorno 115 vittime e 202 milioni di dollari di perdite (WMO)

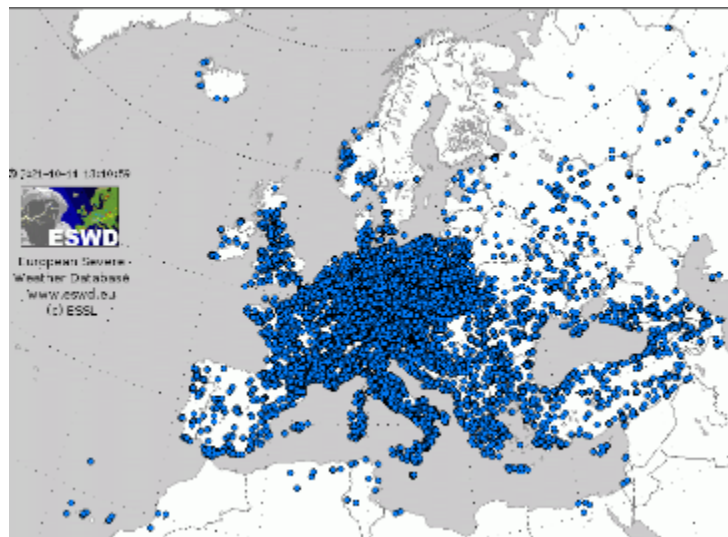
- Il numero di disastri registrati è aumentato di un fattore di cinque nel corso degli ultimi 50 anni, a seguito del cambiamento climatico, e di un clima più estremo e da una più accurata segnalazione degli eventi.

<https://public.wmo.int/en/media/press-release/weather-related-disasters-increase-over-past-50-years-causing-more-damage-fewer>

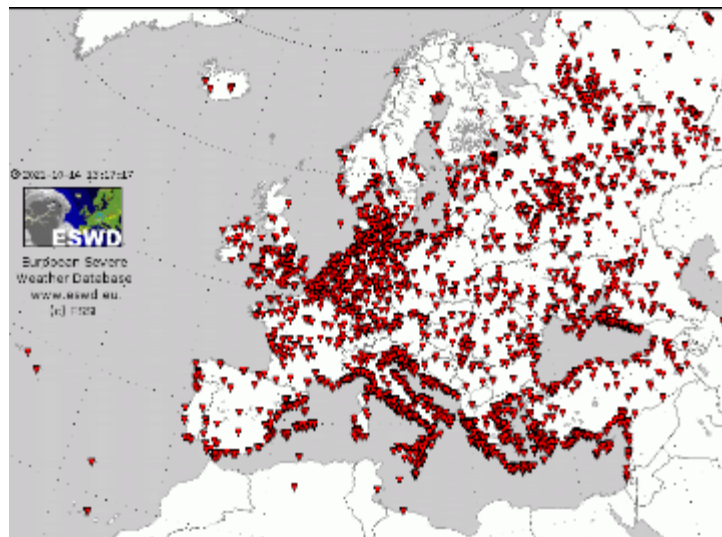
Piogge alluvionali – analisi a livello regionale

eventi estremi registrati in Europa 2016-2021

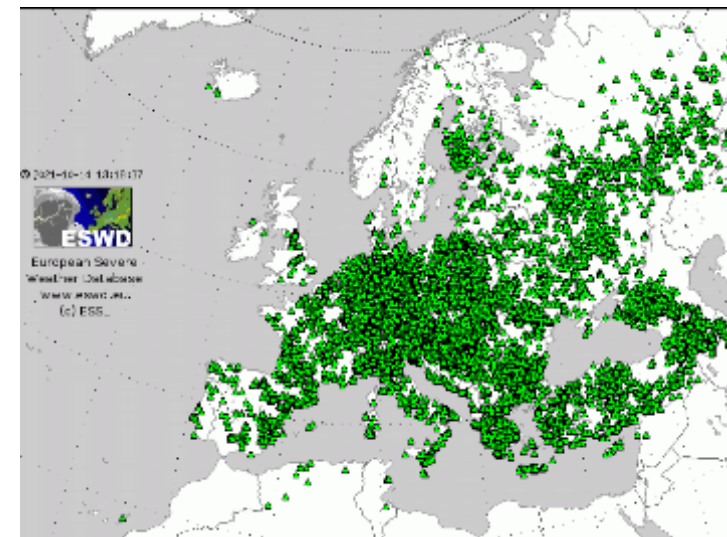
fonte European Severe Weather Database



20.000 eventi di
piogge intense

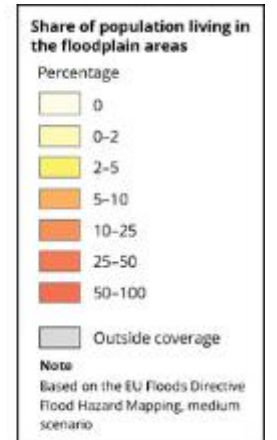
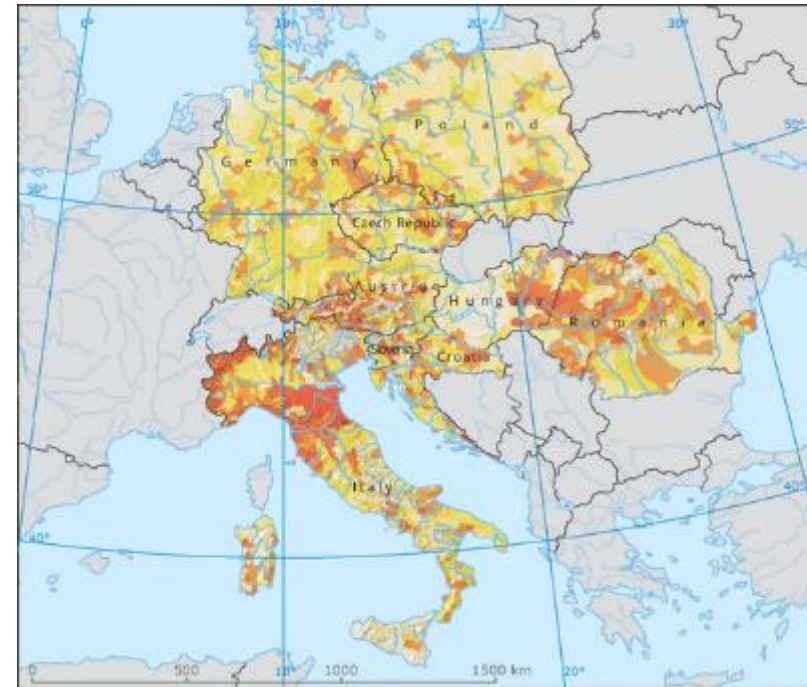
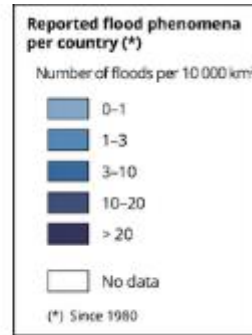
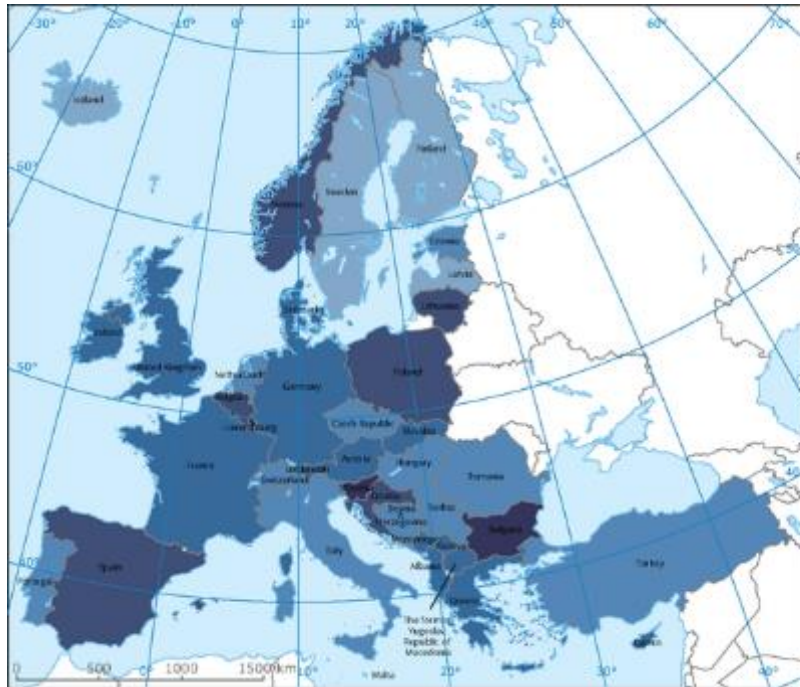


4.000 tornado

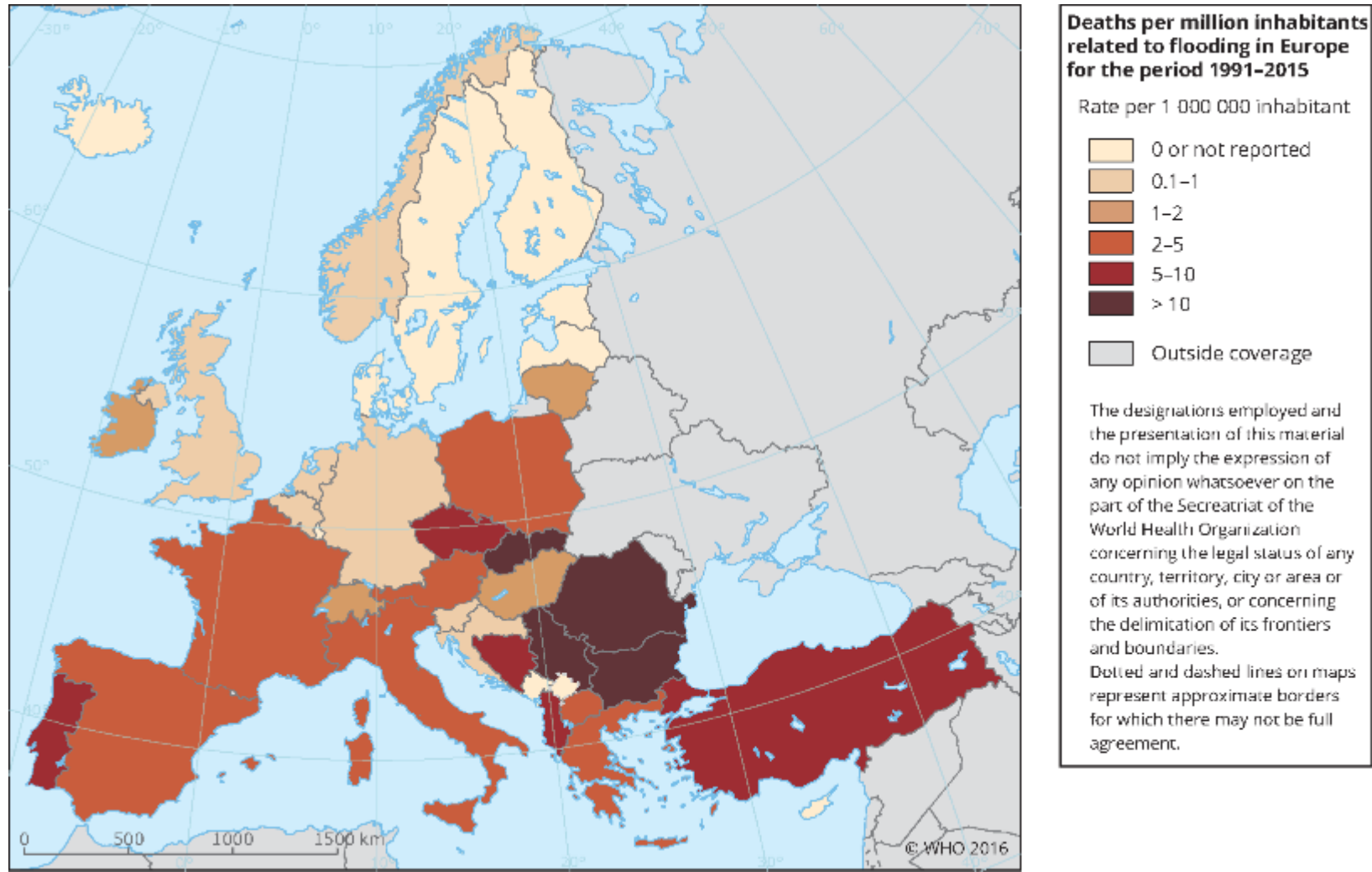


16.000 grandinate di
grosse dimensioni

Piogge alluvionali – analisi a livello regionale

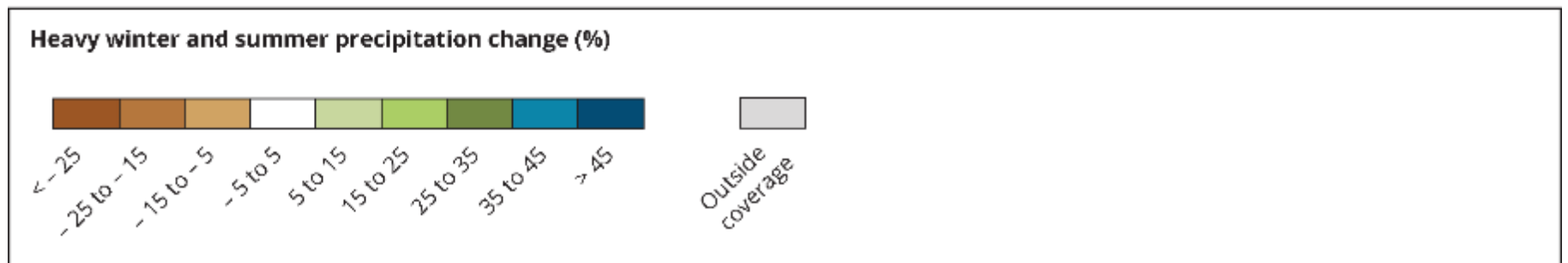
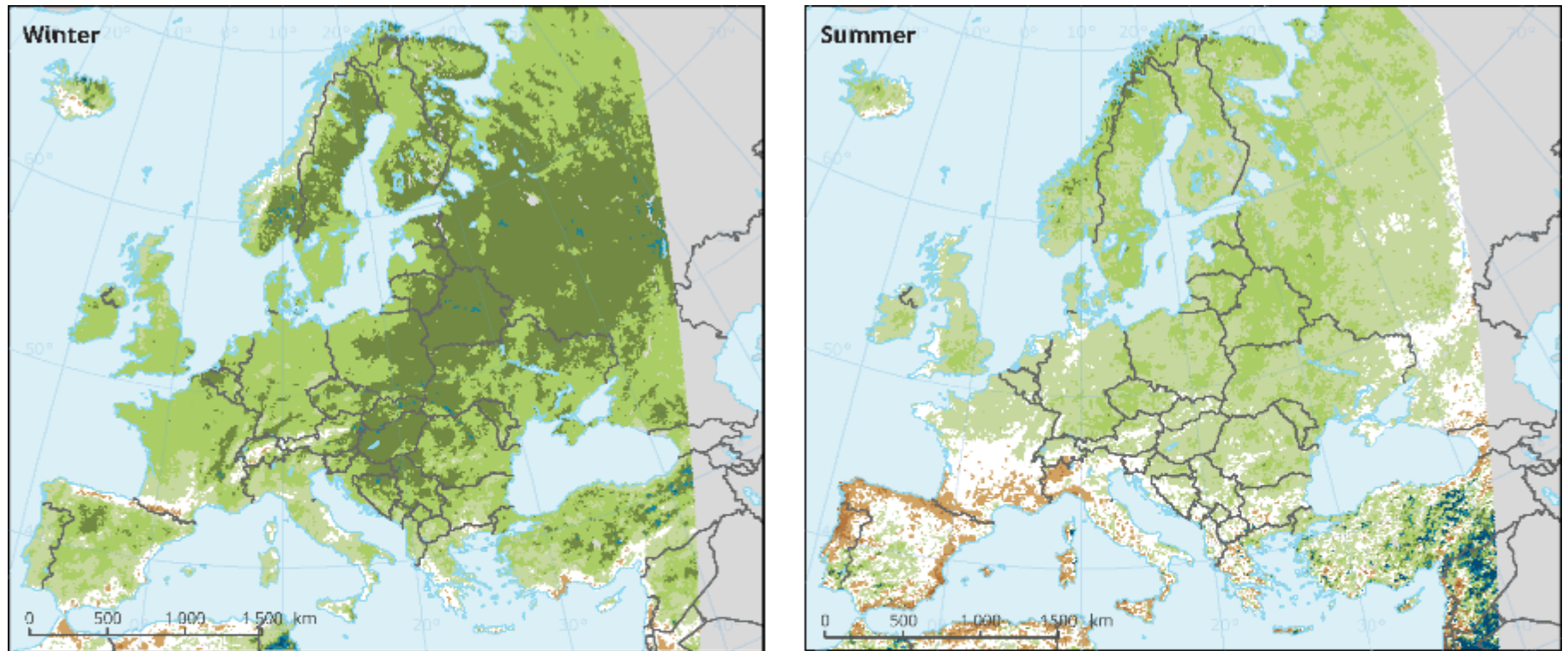


Piogge alluvionali – impatto sulla salute umana



Piogge alluvionali – analisi a livello regionale

Cambiamenti previsti nelle precipitazioni intense (in %) in inverno ed estate per il periodo 2071-2100 rispetto al periodo 1971-2000, per lo scenario RCP8.5. Risultati ottenuti facendo una media dell'insieme di diversi modelli climatici regionali (RCM) annidati in diversi modelli di circolazione generale (GCM).



Piogge alluvionali – impatto sulla salute umana

Recenti *Prog Med* 2014; 105: 48-50

Cambiamenti climatici, alluvioni e impatto sulla salute

Paola Michelozzi¹, Francesca de' Donato¹

PERCENTUALE SU TOTALE REGIONE



<https://www.deplazio.net/archivio-news/143-cambiamenti-climatici-alluvioni-ed-effetti-sulla-salute>



Tre domande (1 facile, 2 non facili):

- I due eventi possono essere considerati “estremi”?
- È aumentato il numero e la portata di questi eventi nel periodo recente?
- Il cambiamento climatico ha un ruolo su questi eventi?



**Tutti questi eventi
Meteorologici
«estremi»
sono correlati ai
cambiamenti
climatici?**

La meteorologia e la climatologia si occupano entrambe dei fenomeni che avvengono in atmosfera e delle interazioni che quest'ultima ha con il suolo e il mare. →
Dove sta la differenza?

La differenza fra meteo e clima consiste nelle scale di tempo coinvolte:


- la meteorologia lavora su scala temporali relativamente brevi (dall'ora alla stagione), per le quali studia, monitora, analizza e prevede i fenomeni che avvengono in un determinato tempo e luogo
- la climatologia lavora su intervalli temporali lunghi (~30 anni) sui quali valuta per un determinato territorio la media dell'insieme delle condizioni meteorologiche, studia i processi dinamici che le modificano e cerca di stimare l'entità di tali modifiche.

Volume 92 Number 1 July 2013

BAMS
Bulletin of the American Meteorological Society

INHERITING NATURE'S LEGACY
COPYRIGHT PROTECTING GEOPOLITICS
APPROXIMATELY 100% PHYSICAL SCIENCE

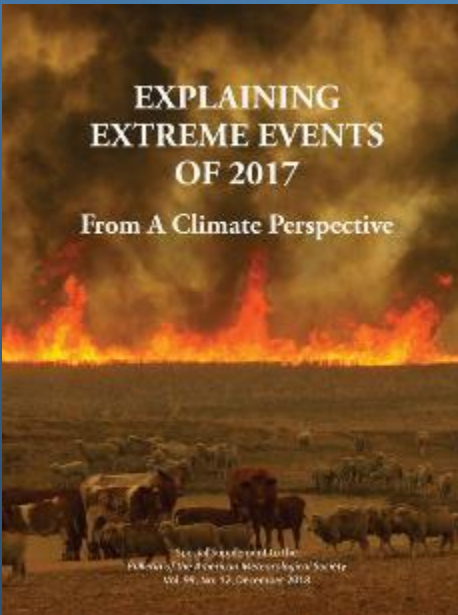
**WEATHER EXTREMES OF 2011
IN CLIMATE PERSPECTIVE**




Taking Attribution Science to the Limits

**EXPLAINING
EXTREME EVENTS
OF 2017**

From A Climate Perspective



Special Supplement to the
Bulletin of the American Meteorological Society
Vol. 98, No. 12, December 2018



**EXPLAINING
EXTREME EVENTS
OF 2013**

From A Climate Perspective

Special Supplement to the
Bulletin of the American Meteorological Society
Vol. 93, No. 9, September 2014

**EXPLAINING EXTREME
EVENTS OF 2018**

From a Climate Perspective



Special Supplement to the
Bulletin of the American Meteorological Society
Vol. 99, No. 1, January 2020

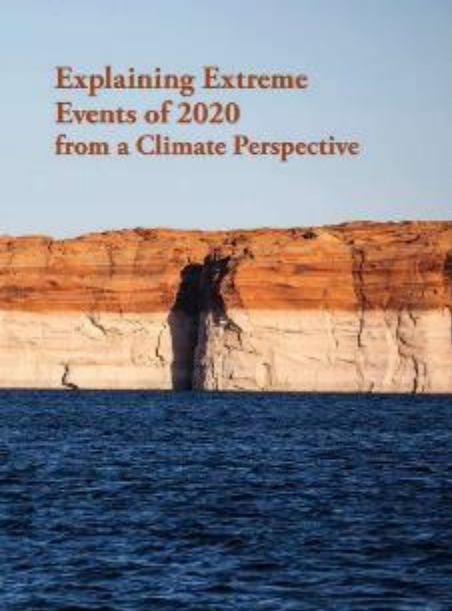
**EXPLAINING
EXTREME EVENTS
OF 2014**

From A Climate Perspective



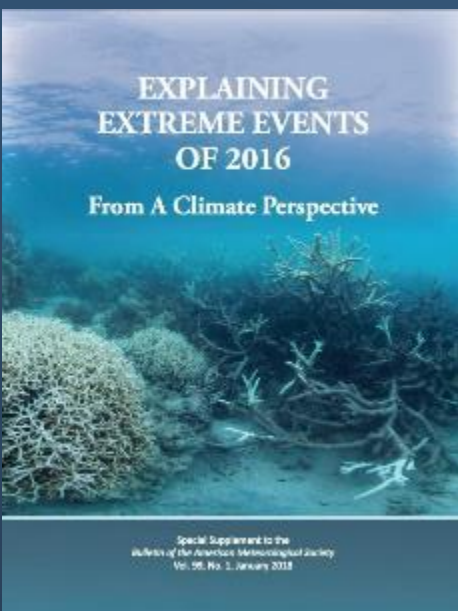
Special Supplement to the
Bulletin of the American Meteorological Society
Vol. 94, No. 12, December 2015

**Explaining Extreme
Events of 2020
from a Climate Perspective**



**EXPLAINING
EXTREME EVENTS
OF 2016**

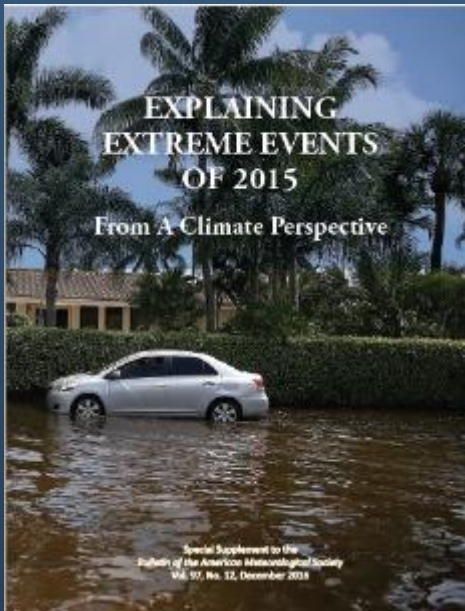
From A Climate Perspective



Special Supplement to the
Bulletin of the American Meteorological Society
Vol. 96, No. 1, January 2017

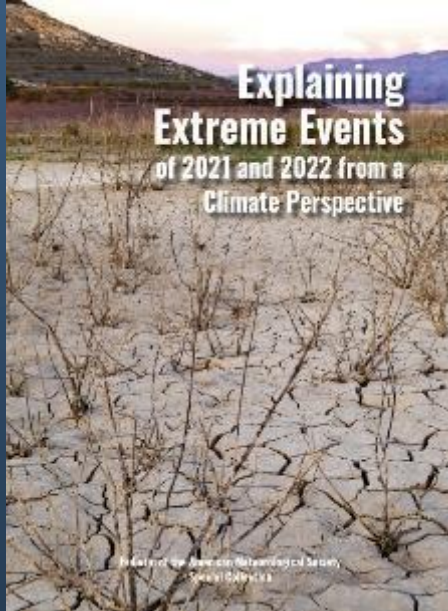
**EXPLAINING
EXTREME EVENTS
OF 2015**

From A Climate Perspective




Special Supplement to the
Bulletin of the American Meteorological Society
Vol. 97, No. 12, December 2016

**Explaining
Extreme Events
of 2021 and 2022 from a
Climate Perspective**



Special Supplement to the
Bulletin of the American Meteorological Society
Special Double Issue

**Explaining Extreme
Events of 2019 from
a Climate Perspective**



Special Supplement to the
Bulletin of the American Meteorological Society
Vol. 99, No. 7, July 2021

Nel 2018, per la seconda volta gli studiosi hanno identificato eventi meteorologici estremi che *non sarebbero potuti avvenire senza il riscaldamento climatico indotto dalle attività dall'uomo.*



Piogge intense e cambiamento climatico

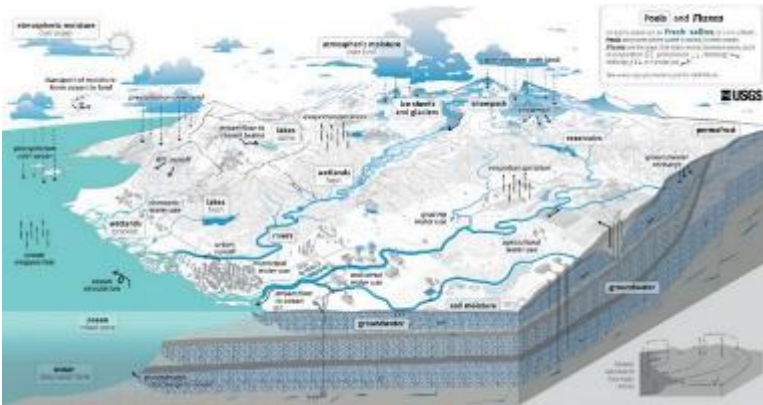
- Eventi alluvionali causati da intense precipitazioni si sono ripetuti numerose volte nella storia dell'uomo e della Terra.
- L'acqua ha modellato e continuerà a modellare il Pianeta tramite le sue manifestazioni, in particolare quelle violente e a grande scala.
- Sia la quantità di precipitazioni che la loro intensità dipendono dalla quantità di vapore acqueo disponibile in atmosfera (Troposfera), il quale a sua volta è strettamente legato alla temperatura...



UN PIANETA PIU' CALDO SIGNIFICA UN'ATMOSFERA PIU' CALDA CHE PUO' CONTENERE UNA MAGGIOR QUANTITA' DI VAPORE ACQUEO

Piogge intense e cambiamento climatico

- Il rapido **aumento delle temperature terrestri** osservato negli ultimi decenni sta **intensificando il ciclo idrologico** e con esso il numero di eventi di precipitazione intensa, o estrema.
- Recenti studi* hanno dimostrato che nei prossimi anni l'aumento dei **fenomeni di precipitazione estrema** interesserà gran parte del Pianeta.
- Nelle aree più secche (**Mediterraneo/Nord Africa**) precipitazioni in calo, ma la maggior quantità di vapore acqueo disponibile rende i fenomeni estremi più probabili rispetto ad oggi.
- Allo stato attuale e sulla base di ciò che si prevede nei prossimi decenni, possiamo ragionevolmente ipotizzare che, in area europea, le precipitazioni totali diminuiranno sul Mediterraneo ed aumenteranno sull'Europa settentrionale



Credit: USGS.gov

*<https://www.nature.com/articles/s41598-020-70816-2>

Tempo in rapido
cambiamento:

“weather
whiplash” events

Il termine “weather whiplash”
appare nel 2017 per la prima
volta nel titolo di un articolo
scientifico

- In tutto il Pianeta, si prevede che il ciclo idrologico diventerà più variabile a causa dei cambiamenti climatici. Ancor di più nelle aree definite *Hot Spot* come il Mediterraneo.
- Il colpo di frusta delle precipitazioni, compresi i bruschi cambiamenti tra estremi umidi e secchi, possono causare grandi impatti negativi sui sistemi umani e naturali.
- Entro la fine del 21° secolo si prevede che la frequenza del verificarsi del colpo di frusta delle precipitazioni globali sarà $2,56 \pm 0,16$ volte superiore rispetto al periodo 1979-2019, con transizioni sempre più rapide e intense tra i due estremi.
- Sulla regione Mediterranea si prevede un minore numero di depressioni, dunque meno pioggia in generale, ma con una maggior intensità degli eventi piovosi associati a questi sistemi nel Mediterraneo centro-occidentale, inclusa l'Italia

IPCC Assessment Report AR6

- L'influenza umana ha probabilmente aumentato la possibilità di eventi estremi a partire dagli anni '50.
- Man mano che il clima si allontana dal suo stato attuale e passato, sperimentiamo eventi estremi senza precedenti, sia per magnitudo, frequenza, tempistica o posizione.
- La frequenza di questi eventi estremi senza precedenti aumenterà con l'aumento del riscaldamento globale. Inoltre, il verificarsi combinato di molteplici estremi senza precedenti può comportare impatti grandi e senza precedenti.
- Gli eventi estremi «composti» sono la combinazione di più fattori e/o pericoli che contribuiscono al rischio. Esempi sono ondate di caldo e siccità concomitanti; una tempesta in combinazione con precipitazioni estreme e/o elevata portata di un fiume; condizioni meteorologiche date dalla combinazione di condizioni calde, secche e ventose e contemporanea presenza di incendi; eventi estremi simultanei in posizioni diverse.

FAQ 11.2: Will climate change cause unprecedented extremes?

Yes, in a changing climate, extreme events may be unprecedented when they occur with...



Larger magnitude



Increased frequency



New locations



Different timing



New combinations (compound)

Tre domande (1 facile, 2 non facili):

- I due eventi possono essere considerati “estremi”? → **SI**
- È aumentato il numero e la portata di questi eventi nel periodo recente? → **SI**
- Il cambiamento climatico ha un ruolo su questi eventi? → **SI**



Attribuzione degli eventi ai cambiamenti climatici

In che modo il cambiamento climatico ha influenzato uno specifico evento estremo?

Gli studi condotti negli ultimi anni con sofisticate simulazioni al computer hanno sviluppato una vera e propria "scienza dell'attribuzione" che collega meteo e clima per far fronte ad una necessità di una risposta rapida e di una operatività.

La scienza dell'attribuzione è pronta a uscire dal laboratorio e a entrare nel mondo quotidiano?

Protocollo per analizzare il contributo dei cambiamenti climatici agli eventi estremi

Articles / Volume 6, issue 2 / ASCMO, 6, 177–203, 2020

Search

Adv. Stat. Clim. Meteorol. Oceanogr., 6, 177–203, 2020
<https://doi.org/10.5194/ascmo-6-177-2020>
© Author(s) 2020. This work is distributed under
the Creative Commons Attribution 4.0 License.



Article

Metrics

Related articles

10 Nov 2020

A protocol for probabilistic extreme event attribution analyses

Sjoukje Philip¹, Sarah Kew¹, Geert Jan van Oldenborgh¹, Friederike Otto², Robert Vautard³, Karin van der Wiel¹, Andrew King⁴, Fraser Lott⁵, Julie Arrighi⁶, Roop Singh⁶, and Maarten van Aalst⁶

¹Royal Netherlands Meteorological Institute (KNMI), De Bilt, the Netherlands

²Environmental Change Institute, University of Oxford, Oxford, UK

³LSCE/IPSL, laboratoire CEA/CNRS/UVSQ, 91191 Gif-sur-Yvette CEDEX, France

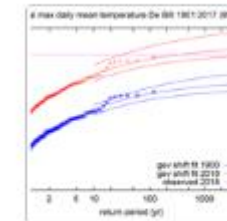
⁴ARC Centre of Excellence for Climate Extremes, School of Earth Sciences, University of Melbourne, Melbourne 3010, Australia

⁵Met Office Hadley Centre, Exeter, UK

⁶Red Cross Red Crescent Climate Centre, The Hague, the Netherlands

Correspondence: Sjoukje Philip (philip@knmi.nl) and Geert Jan van Oldenborgh (oldenborgh@knmi.nl)

Received: 10 Jul 2019 – Revised: 08 Sep 2020 – Accepted: 02 Oct 2020 – Published: 10 Nov 2020



Attribuzione degli eventi ai cambiamenti climatici



world weather attribution

Home About Analyses News Projects Resources



Home » Extreme rainfall » Heavy rainfall which led to severe flooding in Western Europe made more likely by climate change

Heavy rainfall which led to severe flooding in Western Europe made more likely by climate change

23 August, 2021


EXTREME RAINFALL EUROPE

From the 12th to the 15th of July, heavy rainfall associated with cut-off low pressure system "Bernd" led to severe flooding particularly in the German states North Rhine-Westphalia and Rhineland-Palatinate, as well as in Luxembourg, and

Full study


- Download the full study: Rapid attribution of heavy rainfall events leading to the severe flooding in Western Europe during July 2021.pdf (54 pages, 2.6 MB)

You may also be interested in...



world weather attribution

Home About Analyses News Peer reviewed research



Home » Extreme rainfall » Limited net role for climate change in heavy spring rainfall in Emilia-Romagna

Limited net role for climate change in heavy spring rainfall in Emilia-Romagna

31 May, 2023

During May 2023, the North Italian region of Emilia-Romagna, particularly the provinces of Ravenna, Bologna, Forlì, Cesena, Rimini, experienced severe

Full study

- Download the full study: Limited net role for climate change in heavy spring rainfall in Emilia-Romagna (21 pages, 991.85 kB)



Consiglio Nazionale
delle Ricerche
Istituto per la BioEconomia



Grazie per l'attenzione!

Marina Baldi
Consiglio Nazionale delle Ricerche
Istituto per la BioEconomia
CNR-IBE, Roma - I



marina.baldi@cnr.it



<https://www.cnr.it/people/marina.baldi>
<https://climateservices.it/rtc-italy>