

Valutazione a scala nazionale delle simulazioni di precipitazioni estreme sub-giornaliere da modello climatico a convezione permessa

*Original*

Valutazione a scala nazionale delle simulazioni di precipitazioni estreme sub-giornaliere da modello climatico a convezione permessa / Borga, Marco; Mazzoglio, Paola; Lompi, Marco; Marra, Francesco; Dallan, Eleonora; Deidda, Roberto; Claps, Pierluigi; Manfreda, Salvatore; Valerio Noto, Leonardo; Viglione, Alberto; Raffa, Mario; Marani, Marco; Caporali, Enrica. - ELETTRONICO. - (2024), pp. 1295-1298. (Intervento presentato al convegno XXXIX Convegno Nazionale di Idraulica e Costruzioni Idrauliche - IDRA2024 tenutosi a Parma (IT) nel 15-18 September 2024) [10.5281/zenodo.13584918].

*Availability:*

This version is available at: 11583/2992942 since: 2024-09-30T15:39:52Z

*Publisher:*

Università degli Studi di Parma - Dipartimento di Ingegneria e Architettura

*Published*

DOI:10.5281/zenodo.13584918

*Terms of use:*

This article is made available under terms and conditions as specified in the corresponding bibliographic description in the repository

*Publisher copyright*

(Article begins on next page)

# VALUTAZIONE A SCALA NAZIONALE DELLE SIMULAZIONI DI PRECIPITAZIONI ESTREME SUB-GIORNALIERE DA MODELLO CLIMATICO A CONVEZIONE PERMESSA

**Marco Borga<sup>1</sup>, Paola Mazzoglio<sup>2</sup>, Marco Lompi<sup>3</sup>, Francesco Marra<sup>4,5</sup>, Eleonora Dallan<sup>1</sup>, Roberto Deidda<sup>6</sup>,  
Pierluigi Claps<sup>2</sup>, Salvatore Manfreda<sup>7</sup>, Leonardo Valerio Noto<sup>8</sup>, Alberto Viglione<sup>2</sup>, Mario Raffa<sup>9</sup>, Marco Marani<sup>10</sup>  
& Enrica Caporali<sup>3</sup>**

(1) Dipartimento Territorio e Sistemi Agro-Forestali (TESAF), Università degli Studi di Padova; (2) Dipartimento di Ingegneria dell'Ambiente, del Territorio e delle Infrastrutture (DIATI), Politecnico di Torino; (3) Dipartimento di Ingegneria Civile e Ambientale (DICEA), Università degli Studi di Firenze; (4) Dipartimento di Geoscienze, Università degli Studi di Padova; (5) Institute of Atmospheric Sciences and Climate, National Research Council of Italy; (6) Dipartimento di Ingegneria Civile, Ambientale e Architettura, Università degli Studi di Cagliari; (7) Dipartimento di Ingegneria Civile, Edile e Ambientale (DICEA), Università degli Studi di Napoli Federico II; (8) Dipartimento di Ingegneria, Università degli Studi di Palermo; (9) Istituto per la Resilienza Climatica (ICR), Divisione Regional Model and geo-Hydrological Impacts (REMHI), Centro Euro-Mediterraneo sui Cambiamenti Climatici (CMCC); (10) Dipartimento di Ingegneria Civile, Edile e Ambientale (ICEA), Università degli Studi di Padova.

## ASPETTI CHIAVE:

- Le proiezioni climatiche VHR-PRO\_IT, prodotto di downscaling del modello CMCC ad una risoluzione che consente la rappresentazione della convezione, sono confrontate con le osservazioni del database I-RED.
- I confronti tra il modello climatico e le osservazioni sono fatti confrontando i massimi annuali e i tempi di ritorno delle precipitazioni estreme di durata sub-giornaliera (per le durate di 1, 3, 6, 12 e 24 ore).
- I risultati ottenuti mostrano l'influenza dell'aggregazione temporale e dell'orografia sul confronto, con risultati migliori per durate maggiori (12 e 24 ore)

## 1 INTRODUZIONE

I processi convettivi atmosferici possono dare origine ad eventi di precipitazione estrema di breve durata (tipicamente sub-oraria o sub-giornaliera). Questi fenomeni possono innescare piene improvvise, inondazioni urbane ed importanti dissesti geo-idrologici, a seguito dei quali spesso si riscontrano vittime ed importanti danni al territorio e alle infrastrutture. L'intensità di tali precipitazioni potrà subire un aumento con il cambiamento climatico in corso (Fowler et al., 2021). Poter valutare con accuratezza le caratteristiche evolutive di questi eventi di precipitazione con il cambiamento climatico rappresenta quindi un'importante sfida, con evidenti riscontri nella progettazione delle infrastrutture e nella gestione del rischio di piena.

I modelli climatici che permettono la rappresentazione esplicita della convezione (noti come CPM, acronimo di *Convection Permitting Models*) hanno caratteristiche tali da catturare processi cruciali nel sistema climatico, offrendo un'opportunità per migliorare la rappresentazione degli estremi delle precipitazioni, sia nel presente sia per i decenni a venire. Al momento, però, pochi lavori sono stati condotti al fine di valutare la possibilità di utilizzo di tali dati per lo studio delle statistiche degli estremi di precipitazione.

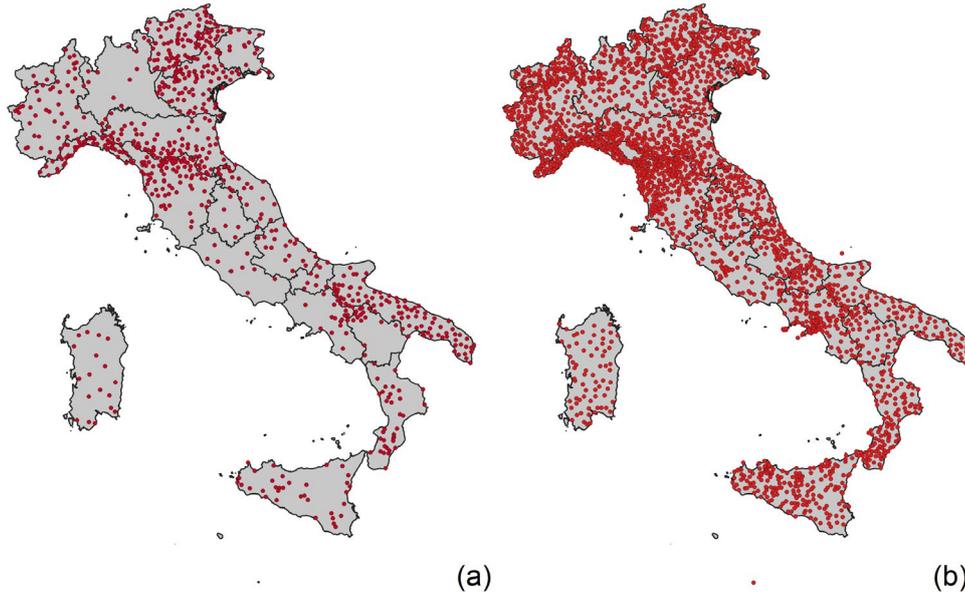
In questo lavoro, viene condotta una valutazione dell'accuratezza degli estremi delle precipitazioni sub-giornaliera ottenuti da un modello CPM di recente sviluppo, VHR-PRO\_IT (Very High-Resolution PROjections for Italy; Raffa et al., 2023), utilizzando come area di studio la penisola italiana. VHR-PRO\_IT, disponibile a risoluzione temporale oraria, è generato attraverso il downscaling dinamico a 2.2 km della proiezione climatica *Italy8km-CM* ottenuta usando il Regional Climate Model COSMO-CLM, negli scenari IPCC RCP4.5 e RCP8.5.

## 2 AREA DI STUDIO E DATI

Le statistiche di pioggia dal modello climatico a convezione permessa sono confrontate con quelle ottenute a partire da I2-RED (Improved Italian – Rainfall Extreme Dataset; Mazzoglio et al., 2020). Questo archivio include i massimi annui di precipitazione di breve durata (1, 3, 6, 12 e 24 ore) acquisiti da pluviometri presenti sul territorio italiano nel periodo 1916 - 2022.

Il confronto fra i dataset viene effettuato cercando di identificare un periodo che consenta di massimizzare

la disponibilità di informazioni. Per quanto riguarda VHR-PRO\_IT, sono stati estratti i massimi annui di precipitazione su un periodo di 30 anni, connettendo il “periodo storico” (1981-2005) con 5 anni ricavati dallo scenario RCP8.5 (2006-2010). Da I<sup>2</sup>-RED sono invece stati estratti i 742 pluviometri caratterizzati da serie storiche di lunghezza minima pari a 30 anni relative al periodo che va dal 1980 al 2022 (Figura 1a). Con tale subset risulta possibile coprire tutte le regioni italiane, anche se alcune di esse risultano scarsamente campionate a causa dell'estrema frammentazione della rete di monitoraggio italiana, che ha visto, a seguito della dismissione del Servizio Idrografico e Mareografico Nazionale (SIMN), una pesante riduzione del numero di stazioni, seguita da un ammodernamento avvenuto con tempistiche diverse a seconda della regione. Un secondo subset di dati è stato poi ricavato da I<sup>2</sup>-RED: esso è composto da 2605 stazioni con almeno 15 anni di massimi annuali nello stesso periodo (1980-2022; vedasi Figura 1b).



**Figura 1.** Disposizione spaziale dei pluviometri con rispettivamente almeno 30 (sinistra) e 15 (sinistra) anni di dati di massimi annuali nel periodo 1980 - 2022, estratti dal database I<sup>2</sup>-RED.

### 3 METODOLOGIA

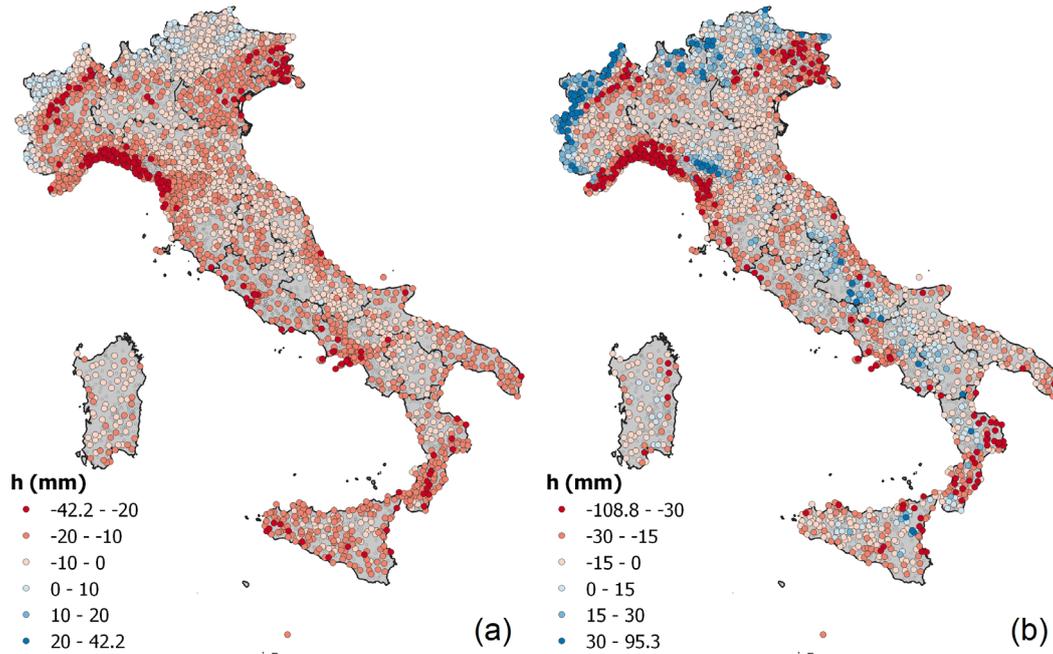
I massimi annui di precipitazione estratti dai due dataset sono stati inizialmente confrontati attraverso i percentili delle distribuzioni delle serie dei massimi annui ( $p = 0.10, 0.20, 0.50, 0.75, 0.90$ ). Per effettuare il confronto, ogni serie estratta da I<sup>2</sup>-RED è confrontata con la serie del punto griglia del dataset VHR-PRO\_IT più vicina alla posizione del pluviometro. Il confronto è stato fatto considerando sia le serie di 15 anni sia quelle di 30 anni. Quando si è operato usando le serie di 15 anni, è stato scelto di confrontare solo le mediane, lasciando il confronto di quantili più estremi per le serie più lunghe, di 30 anni. È poi stata valutata la presenza di eventuali correlazioni fra le distorsioni locali e alcune variabili geografiche (latitudine, longitudine, quota, distanza dalla costa).

L'analisi include anche confronti relativi a quantili di precipitazione associati a tempi di ritorno fino a 100 anni. Per poter disporre a tal fine di una base campionaria adeguata, è stato implementato un approccio regionale basato su stazioni con almeno 30 anni di dati. La base regionale è stata conseguita associando ad ogni stazione di confronto una regione estesa fino a includere almeno 90 anni di osservazione. In analogia con quanto fatto per le stazioni, le serie dei massimi annuali provenienti dal modello climatico sono state unite accorpando i punti griglia più vicini ad ognuna delle stazioni del database I<sup>2</sup>-RED.

La base campionaria così conseguita sui due dataset è stata utilizzata per il calcolo degli L-momenti. Noti gli L-momenti, i quantili di precipitazione sono stati stimati per entrambi i set di dati mediante una distribuzione Generalized Extreme Value (GEV).

#### 4 RISULTATI E DISCUSSIONE

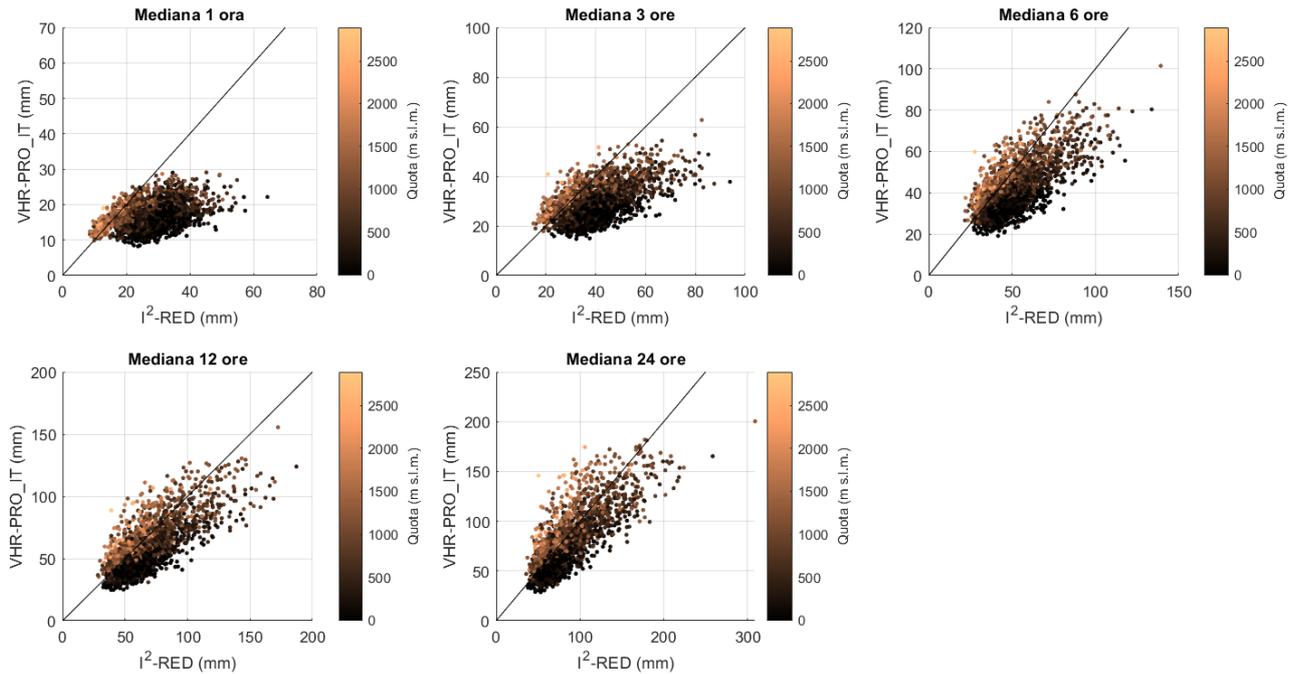
La Figura 2 riporta gli scarti dei valori medi dei massimi annuali di lunghezza almeno pari a 15 anni, ovvero dei valori degli eventi con periodo di ritorno pari a 2 anni, valutati come differenza fra VHR-PRO\_IT e I<sup>2</sup>-RED. Il confronto fra i due dataset permette di evidenziare la eccellente qualità della rappresentazione degli estremi a 24 ore, per la quale si può notare come ad una sovrastima per le quote più elevate corrisponda una sottostima per le stazioni a quota più bassa. Le performance diminuiscono con la riduzione dell'aggregazione temporale. Per la durata di 1 ora appare evidente una sottostima degli estremi a scala italiana, con l'eccezione di alcune aree montuose del Nord Italia.



**Figura 2.** Confronto tra le medie dei massimi annuali valutate nelle varie durate nel database osservato I<sup>2</sup>-RED e nei punti griglia più vicini ad ogni stazione nelle proiezioni climatiche VHR-PRO\_IT: (a) durata 1 ora; (b) durata 24 ore.

In Figura 3 il confronto fra i valori medi delle serie di almeno 15 anni di dati è invece rappresentato attraverso scatter plots, uno per ogni durata considerata: ogni punto rappresenta una stazione di misura, mentre il colore del simbolo rappresenta la quota del pluviometro.

Come si evince dalla figura, la correlazione tra le medie dei massimi annuali aumenta con la durata dell'evento considerato, ottenendo buoni risultati per durate 12 e 24 ore. È evidente anche un pattern con l'altimetria, che mostra come le proiezioni climatiche VHR-PRO\_IT abbiano un valore più vicino a quello delle stazioni a quote più elevate, con risultati simili a quelli riportati da Dallon et al., (2023). Allo stesso modo, si evidenzia come la qualità delle proiezioni climatiche nell'interpretare i massimi di precipitazione annuale sia inversamente proporzionale alla vicinanza dal mare (non mostrato qui per brevità).



**Figura 3.** Confronto tra le mediane dei massimi annuali valutate nelle varie durate nel database osservato I<sup>2</sup>-RED e nei punti griglia più vicini ad ogni stazione nelle proiezioni climatiche VHR-PRO\_IT. Ogni punto rappresenta una stazione pluviometrica, che è colorato diversamente a seconda dell’altimetria dello strumento.

## 5 RINGRAZIAMENTI

Questa ricerca è stata sviluppata nell’ambito del progetto “RETURN – multi-Risk sciEnce for resilienT comUnities undeR a changiNg climatE” e ha ricevuto fondi dal Piano Nazionale di Ripresa e Resilienza (Mission 4, Component 2, Investment 1.3 –D.D. 1243 2/8/2022, PE0000005). Ricerca finanziata inoltre da Fondazione Cassa di Risparmio di Padova e Rovigo (Excellence Grant 2021 al progetto RESILIENCE).

## RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI

- Dallan E., Marra F., Fosser G., Marani M., Formetta G., Schär C., Borga M. How well does a convection-permitting regional climate model represent the reverse orographic effect of extreme hourly precipitation? 2023, 27 (5), pp. 1133 – 1149, DOI: 10.5194/hess-27-1133-2023
- Fowler HJ et al. Towards advancing scientific knowledge of climate change impacts on short-duration rainfall extremes. Phil. Trans. R. Soc., 2021, A 379: 20190542. <https://doi.org/10.1098/rsta.2019.0542>
- Mazzoglio, P., Butera, I. & Claps, P. I<sup>2</sup>-RED: a massive update and quality control of the Italian annual extreme rainfall dataset, Water, 2020, 12, 3308.
- Raffa, M., Adinolfi, M., Reder, A., Marras, G.F., Mancini, M., Scipione, G., Santini, M. & Mercogliano, P. Very High Resolution Projections over Italy under different CMIP5 IPCC scenarios, Scientific Data, 2023, 10, 238.