

Analisi di dati sub-giornalieri ad elevata risoluzione di precipitazione acquisiti nella provincia di Salerno durante il periodo compreso tra il 2007 ed il 2020

Armando Rocco^{1,2}

Supervisor: Vincenzo Capozzi¹

¹Università degli studi di Napoli "Parthenope", ²Università del Salento
armando.rocco@studenti.uniparthenope.it



1. INTRODUZIONE

I fenomeni di forte pioggia di breve durata, generalmente afferenti a scale temporali molto piccole (poche decine di minuti o poche ore), possono causare, anche in virtù della loro bassa predicibilità, allagamenti, frane, inondazioni improvvise e valanghe di neve. In un contesto come quello attuale, caratterizzato da una crescente pressione antropica e da cambiamenti climatici molto rilevanti, appare indispensabile intraprendere attività di ricerca volte ad approfondire le conoscenze inerenti alle dinamiche degli eventi di pioggia intensa e alla loro variabilità nel tempo.

Facendo leva sulle motivazioni appena esposte, questo lavoro si pone l'obiettivo di analizzare le misure pluviometriche sub-giornaliere acquisite con risoluzione temporale di 10 minuti da alcune centraline operative in provincia di Salerno (che a causa della sua grande variabilità geomorfologica presenta numerose zone ad elevato rischio idrogeologico), facenti capo alla rete del Centro Funzionale di Protezione Civile della Regione Campania. L'intervallo temporale oggetto di indagine, è relativamente ristretto e si estende dal 2007 al 2020. La disamina delle misure pluviometriche è stata effettuata tramite alcuni indici, introdotti dall'*Expert Team on Climate Change Detection and Indices* dal progetto *INTENSE*, concepiti per la caratterizzazione della variabilità pluviometrica giornaliera e sub-giornaliera.



Figura 1 Posizione geografica delle stazioni afferenti alla rete di monitoraggio della Protezione Civile della Regione Campania adoperate per questo studio. Credits: © Google Earth, Data Sio, NOAA, U.S. Navy, NGA, GEBCO.

2. DATA SET E METODI UTILIZZATI

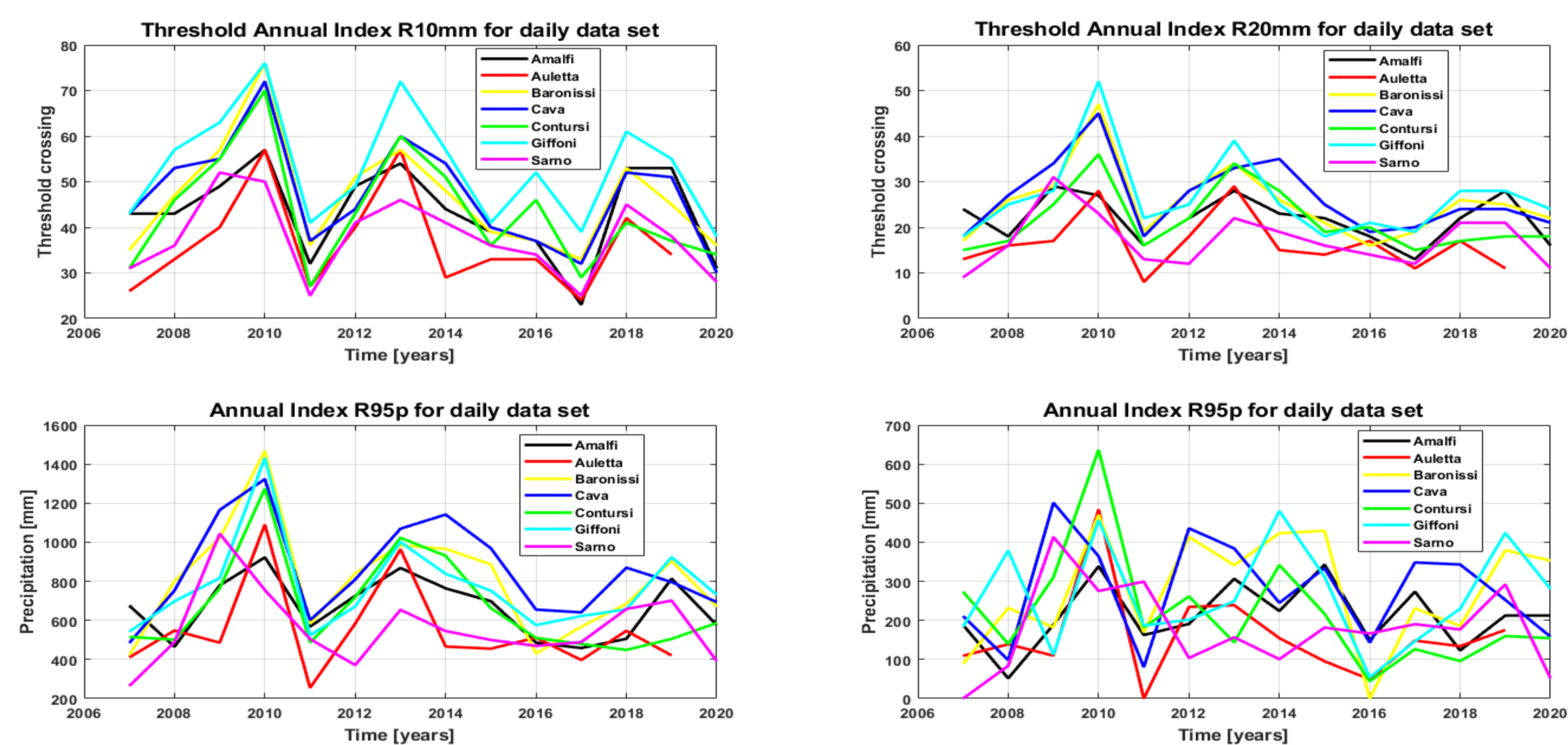
Le serie temporali dei dati di precipitazione cumulata sub-giornaliera ad altissima risoluzione temporale (10 min) sono state prelevate dalla banca dati del Centro Funzionale Multirischi della Protezione Civile della Regione Campania (<http://centrofunzionale.regione.campania.it/#/pages/sensori/sensor-utility>).

NOME STAZIONE	COMUNE	ID STAZIONE	ID STRUMENTO	QUOTA (m)	LAT	LONG	ZONA TERRITORIALE	MORFOLOGIA	
Sarno Acquedotto	Campano	Sarno	365000	38445	162	40.835	14.595	Agro-Nocerino-Sarnese	Pianura-Collinare
Baronissi	Baronissi	127370	21774	226	40.7511	14.7661	Valle dell'Irno	Vallata-Collinare	
Cava de' Tirreni	Cava de' Tirreni	126860	18917	195	40.7058	14.7022	Monti Lattari	Collinare-Montuosa	
Amalfi	Amalfi	127490	21753	99	40.6222	14.5794	Costiera Amalfitana	Costa Rocciosa	
Giffoni Valle Piana	Giffoni Valle Piana	127000	18964	980	40.7866	14.9119	Monti Picentini	Collinare-Montuosa	
Contursi Meteo	Contursi Terme	125430	17255	149	40.6758	15.2519	Alto e Medio Sele	Montuoso-Collinare	
Auletta	Auletta	113820	11267	194	40.5516	15.4280	Tanagro	Montuosa-Collinare	

Tabella 1. (di fianco a sinistra) Dati geografici, morfologici ed identificativi delle sette stazioni meteorologiche adoperate in questo studio, tutte afferenti alla rete di monitoraggio del Centro Funzionale Multirischi della Protezione Civile Regione Campania.

Durante la fase processamento ed elaborazione dei dati eseguita in *Matlab*, sono state effettuate alcune operazioni di controllo sulle serie, adottando in maniera arbitraria (ma razionale) un criterio di rimozione degli errori grossolani, secondo il quale vengono epurate dalla serie le misurazioni che ricadono al di sotto ed al di sopra di determinati valori di soglia (< 0 mm & >= 50 mm).

3. RISULTATI OTTENUTI



In figura 2 (di fianco a sinistra) possiamo osservare gli andamenti annuali degli indici R10mm (per precipitazioni intense), R20mm (per precipitazioni molto intense), R95p (per precipitazioni estreme) ed R99p (per precipitazioni particolarmente estreme) a scala giornaliera. Ciò che sembra emergere, da un'attenta ispezione manuale dei grafici, è una tendenza negativa (diminuzione) relativa agli eventi precipitativi intensi o molto intensi che si verificano nell'arco delle 24 ore per il periodo di campionamento scelto (indici R10mm e R20mm), rispetto a quelli estremi e particolarmente estremi che risultano nel complesso stazionari nella loro evoluzione temporale. In particolare modo si può osservare un comportamento ondulatorio che sembrerebbe evidenziare una interessante periodicità di circa 3-4 anni, unita ad una spiccata variabilità del regime pluviometrico tra le varie stazioni osservate.

Figura 2. Andamenti annuali degli indici giornalieri R10mm, R20mm, R95p e R99p.

Nella figura 3 (di fianco a destra) osserviamo invece le medesime evoluzioni degli indici R10mm, R20mm, R95p ed R99p, ma su una scala sub-giornaliera (ogni 3 ore). In questo caso si può notare come, aumentando la risoluzione temporale, il comportamento delle curve sembra tendere maggiormente alla stazionarietà, restando sempre marcata la periodicità degli eventi e la variabilità pluviometrica tra i siti.

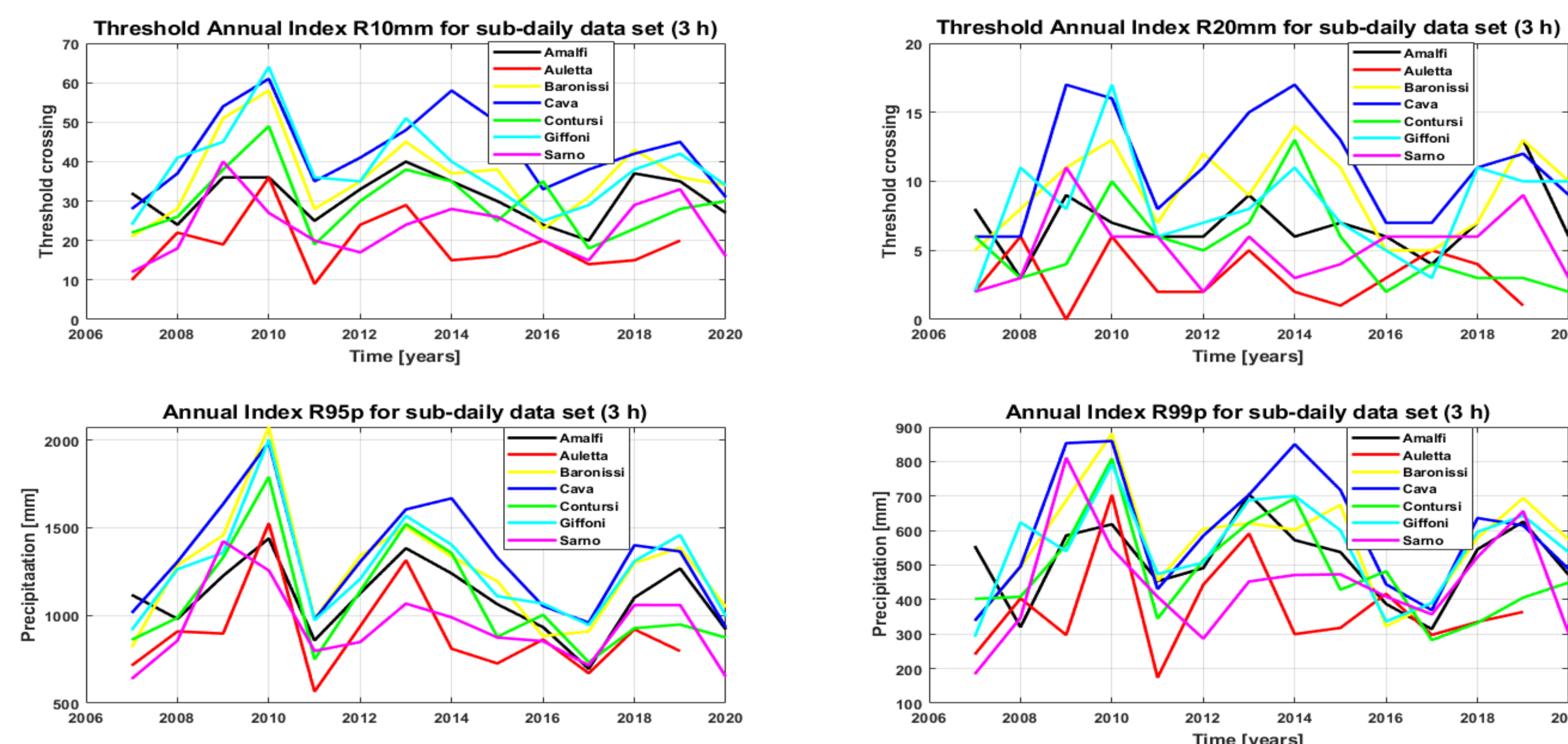


Figura 3. Andamenti annuali degli indici orari (ogni 3 ore) R10mm, R20mm, R95p e R99p.

Emergono però anche altre considerazioni piuttosto interessanti:

- Per prima cosa si può osservare come, l'orografia ed il posizionamento geografico delle stazioni influenzino le misurazioni di precipitazione (specie su scale temporali maggiori); difatti, i valori degli indici per quelle stazioni che si trovano ad altitudini maggiori (Giffoni Valle Piana posta a quasi un km di quota), o in posizioni maggiormente esposte a pattern sinottici che determinano con più frequenza eventi precipitativi sul nostro territorio (Cava de' Tirreni posta sopravvento alle correnti umide di natura atlantica), risulteranno particolarmente elevati;

- Viceversa possiamo notare come, man mano che la risoluzione temporale aumenta, i fattori orografici e geografici, pur essendo sempre determinanti, presentano un'influenza meno marcata nel computo dei valori degli indici; una plausibile spiegazione potrebbe risiedere nel fatto che, più aumentiamo la risoluzione temporale, più andiamo ad osservare eventi la cui intensità (specie se particolarmente elevata) è riconducibile ai cosiddetti rovesci (piogge molto intense della durata massima di qualche ora), la cui estrema variabilità non è ascrivibile alla sola orografia o posizionamento geografico della stazione, ma dipendente anche da altri fattori.

In figura 4 (in basso), portando la risoluzione temporale a 10 minuti, analizziamo invece lo sviluppo temporale degli indici R5mm (soglia a 5mm scelta in maniera arbitraria per precipitazioni molto intense su intervalli sub-orari), R95p ed R99p. Possiamo notare come, man mano che aumentiamo la risoluzione temporale, l'evoluzione delle curve sembra tendere sempre di più ad una stazionarietà; difatti anche da un'analisi grafica di questi estimatori si osserva il carattere oscillatorio del regime pluviometrico con un periodo tra i 3 e 4 anni.

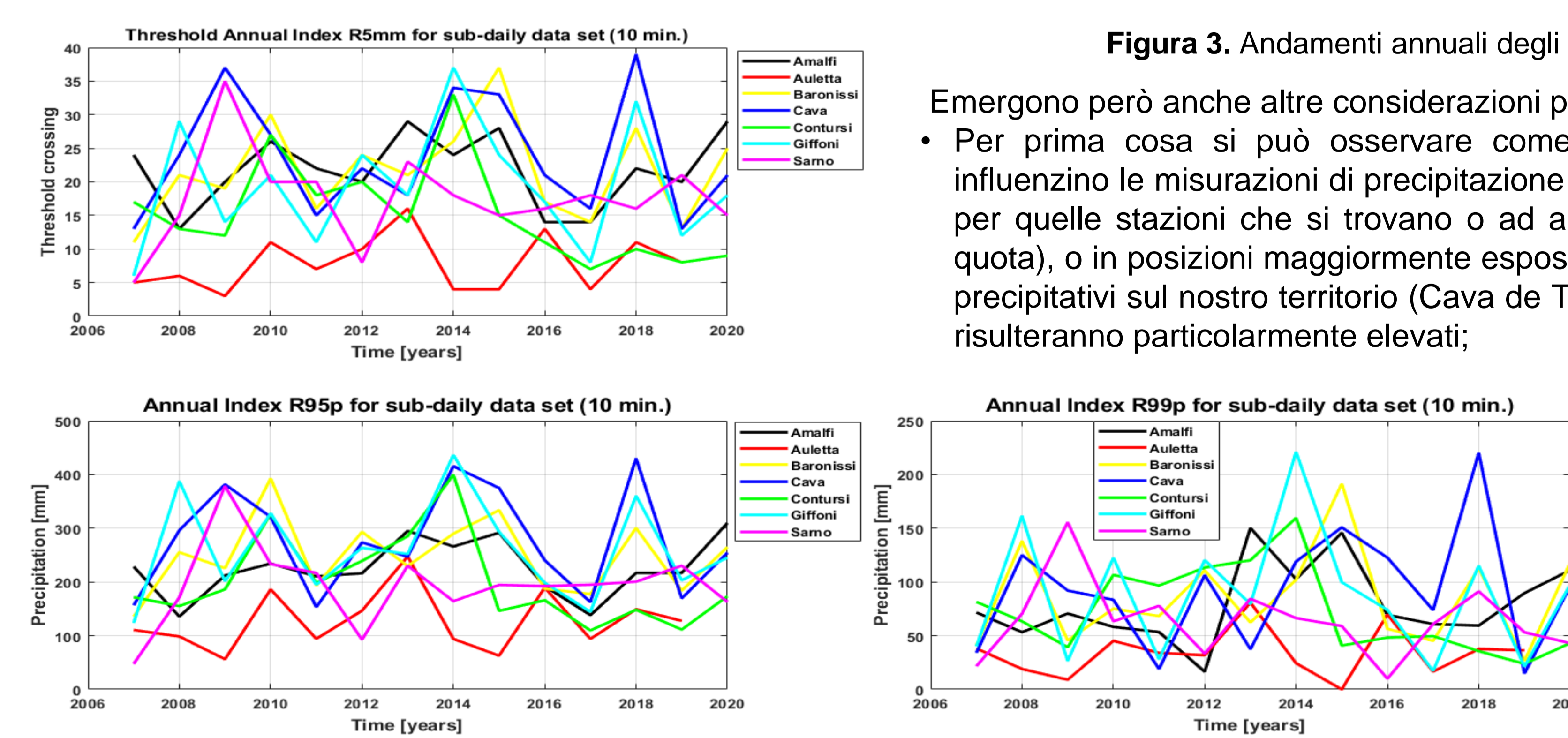


Figura 4. Andamenti annuali degli indici sub-orari (ogni 10 min.) R5mm, R95p e R99p.

- Gli output grafici relativi all'indice per gli eventi precipitativi particolarmente estremi R99p mostrano un comportamento prevalentemente oscillatorio ed una marcata stazionarietà nell'evoluzione temporale; l'esito di questa applicazione, oltre a poter dipendere dalla brevità delle serie storiche, potrebbe essere riconducibile anche al fatto che gli indici basati sui percentili sono fortemente influenzati dalla climatologia locale, amplificando notevolmente la variabilità dei risultati tra le varie stazioni.

Successivamente, sfruttando l'elevata risoluzione temporale delle serie, abbiamo eseguito delle operazioni di aggregazione dei dati, così da ottenere, per la stessa stazione, diversi dati set costituiti da serie temporali a molteplici gradi di risoluzione temporale (24, 12, 6, 3, 1 ora e 30, 20 e 10 min.). Infine sono stati calcolati una serie di indici climatici (*Expert Team on Climate Change Detection and Indices ed INTENSE Project*), elencati nella tabella 2 (di fianco a destra); in particolare modo, si è optato per una selezione degli output grafici che ne sintetizzano le principali evidenze, riportando i risultati conseguiti per i seguenti indicatori:

- Indici R10mm e R20mm per gli intervalli di aggregazione 24 h e 3 h; R5mm per la serie a 10 minuti;
- Indici R95p ed R99p per i tre intervalli di aggregazione temporale dei dati, precisando che:
 - Per i dati a 24 e 3 ore, sia il 95esimo percentile, e gli indici R95p e R99p, sono stati calcolati sulle serie storiche complete (senza alcun filtraggio relativo ai giorni o alle ore piovose con precipitazione >=1mm);
 - Per i dati a 10 minuti, sia i due percentili sia i due indici sono stati calcolati tenendo conto solo dei minuti piovosi con precipitazione >=0.5mm.

Tabella 2. Indicativo, nome, definizione matematica ed unità di misura degli indici estremi di precipitazione utilizzati nell'analisi delle serie temporali per vari intervalli di aggregazione.

ID	NOME INDICE	DEFINIZIONE	UNITA' DI MISURA
Rx1n	Massimo annuale di precipitazione giornaliera, sub-giornaliera (12, 6, 3, 1 ora) e sub-oraria (30, 20 e 10 min.)	Valore massimo annuale di precipitazione giornaliera, sub-giornaliera (12, 6, 3, 1 ora) e sub-oraria (30, 20 e 10 min.)	mm
R10mm	Numero annuale di giorni ed ore (12, 6, 3 e 1) con precipitazione intensa	Numero annuale di giorni ed ore (12, 6, 3 e 1) nell'anno con precipitazione >=10mm	numero di giorni, aggregazioni orarie (12, 6 e 3), ed ore
R20mm	Numero annuale di giorni ed ore (12, 6, 3 e 1) con precipitazione molto intensa	Numero annuale di giorni ed ore (12, 6, 3 e 1) nell'anno con precipitazione >=20mm	numero di giorni, aggregazioni orarie (12, 6 e 3), ed ore
R5mm	Numero annuale di ore (12, 6, 3 e 1) e minuti (30, 20 e 10) con soglia precipitazione stabilita in maniera arbitraria	Numero annuale di ore (12, 6, 3 e 1) e minuti (30, 20 e 10) nell'anno con precipitazione >=5mm	numero di aggregazioni orarie (12, 6 e 3), ore e minuti (30, 20 e 10)
SxII	Intensità annuale di pioggia giornaliera, oraria (12, 6, 3 e 1) e sub-oraria (30, 20 e 10 min.)	Totale annuale di precipitazione diviso per il numero di giorni, ore (12, 6, 3 e 1) e minuti (30, 20 e 10) piovosi nell'anno (definiti come giorni ed ore con precipitazione >=1 mm; minuti con prec >=0.5mm)	mm/giorno, mm/ore (12, 6, 3 e 1), mm/minuti (30, 20 e 10)
PRCPTOT	Totale annuale di precipitazione giornaliera	Totale annuale di precipitazione nei giorni piovosi (con precipitazione >=1 mm)	mm
R95p	Precipitazioni estreme nei giorni, nelle ore (12, 6, 3 e 1) e nei minuti (30, 20 e 10)	Somma nell'anno delle precipitazioni giornaliere, orarie e sub-orarie superiori al 95 percentile (per i giorni e le ore il 95 perc è determinato su tutta la serie; per 1 ora solo sulle ore piovose >=1mm; per i minuti solo su quelli piovosi >=0.5mm)	mm
R99p	Precipitazioni particolarmente estreme nei giorni, nelle ore (12, 6, 3 e 1) e nei minuti (30, 20 e 10)	Somma nell'anno delle precipitazioni giornaliere, orarie e sub-orarie superiori al 99 percentile (per i giorni e le ore il 99 perc è determinato su tutta la serie; per i minuti solo su quelli piovosi >=0.5mm)	mm

4. CONCLUSIONI

Al netto di una serie di diverse problematiche relative alla limitata estensione temporale e spaziale del data set disponibile, i risultati ottenuti in questo lavoro portano comunque ad una serie di riflessioni (che possono essere approfondite e successivamente validate in futuri progetti):

- Dall'analisi dei dati delle serie storiche a 24 e 3 ore, si osserva una tendenza alla riduzione dei fenomeni intensi di precipitazione durante l'intervallo di campionamento (2007-2020); dall'andamento della frequenza di occorrenza delle piogge intense, estreme e particolarmente estreme negli intervalli di aggregazione più piccoli mostra invece un comportamento meno dipendente dal tempo;
- A prescindere dall'intervallo di aggregazione temporale, gli indicatori esaminati mostrano un'oscillazione periodica (di circa 3-4 anni) meritevole di approfondimento nei lavori futuri tramite un'analisi di correlazione con la variabilità atmosferica di grande scala sintetizzata dalle teleconnessioni maggiormente influenti sulle vicende meteorologiche mediterranee.
- L'orografia territoriale ed il posizionamento geografico delle stazioni assumono notevole importanza nella fase di valutazione dei risultati, sia per le serie giornaliere sia per quelle sub-giornaliere.

5. PROSPETTIVE FUTURE

I risultati di questo lavoro costituiscono senz'altro un punto di partenza per studi futuri volti ad esplorare la variabilità pluviometrica a scale temporali sinora poco esplorate, come quella sub-giornaliera o sub-oraria. Al fine di conseguire risultati più robusti e significativi, è necessario innanzitutto (i) inglobare un numero più elevato di serie temporali (estendendo la ricerca di dati utili oltre i confini della Provincia di Salerno), nonché (ii) sviluppare una procedura di controllo di qualità più completa ed accurata che includa anche test di omogeneizzazione. Inoltre, i lavori futuri dovranno contemplare anche il ricorso a nuovi indicatori, che consentano di descrivere in maniera ancora più completa il regime pluviometrico alle scale temporali sub-giornaliere.

PRINCIPALI RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI

- Alexander, L., Fowler, H., Bador, M., Behrangi, A., Donat, M., Dunn, R., Funk, C., Goldie, J., Lewis, E., Rogé, M., Seneviratne, S. & Venugopal, V. (2019) *On the use of indices to study extreme precipitation on sub-daily and daily timescales*, Environ. Res. Lett. 14 (2019) 125008 <https://doi.org/10.1088/1748-9326/ab51b6>.
- Fowler, H., Lewis, L., Blenkinsop, S., Pritchard, D., Guerreiro, S., Villalobos Herrera, R. & Becker, A. (2020) *A Quality-Controlled Global Sub-daily Precipitation Dataset and Sub-daily Precipitation Indices*, EGU General Assembly 2020, Online, 4-8 May 2020, EGU2020-20501 <https://doi.org/10.5194/egusphere-egu2020-20501>, 2020.
- Maugeri, M., Brunetti, M., Garzoglio, M. & Simolo, C. (2015) *High-resolution analysis of 1 day extreme precipitation in Sicily*, Nat. Hazards Earth Syst. Sci., 15, 2347-2358, 2015 www.nat-hazards-earth-syst-sci.net/15/2347/2015/ doi:10.5194/nhess-15-2347-2015.