

REGIONE  
ABRUZZO



**SERVIZIO SUPPORTO SPECIALISTICO ALL'AGRICOLTURA**  
*Ufficio direttiva nitrati e qualità dei suoli e servizi agrometeo*  
*(Cepagatti - Vasto)*

# **ANALISI DEGLI EVENTI ESTREMI DI TEMPERATURA E DI PRECIPITAZIONE NELLA REGIONE ABRUZZO**



## Introduzione

In questi ultimi anni si rileva una maggiore attenzione da parte della comunità scientifica nei riguardi degli eventi estremi di temperatura e precipitazione a causa dell'impatto negativo che essi esercitano sull'ambiente e sulle attività umane.

A livello internazionale si è ravvisata la necessità di uniformare le informazioni sugli eventi estremi climatici e, a tale scopo, è stata operata una selezione di indici da parte del *Working Group on Climate Change Detection* (WMO - Commission for Climatology) e del *Research Programme on Climate Variability and Predictability* (CLIVAR: Peterson *et al.*, 2009). Le attività avviate dai suddetti organismi sono proseguite ad opera del *CCI/CLIVAR/JCOMM Expert Team (ET) on Climate Change Detection and Indices* (ETCCDI). La descrizione puntuale degli indici CLIVAR è contenuta in una pubblicazione del WMO (Klein Tank A.M.G *et al.*, 2009).

Il presente lavoro analizza gli eventi estremi di temperatura e precipitazione in diverse località della regione Abruzzo uniformemente distribuite sul territorio.

Gli scopi dell'indagine sono i seguenti:

- Verifica dei trend nell'arco temporale compreso tra il 1974 e il 2023
- Analisi della distribuzione dei trend sul territorio

## Materiali e Metodi

Lo studio climatico sugli eventi estremi di temperatura e precipitazione, è stato effettuato prendendo in esame 33 località della regione Abruzzo, per le quali erano disponibili serie continue di dati termo-pluviometrici giornalieri nell'arco temporale 1974-2023. Esse, uniformemente distribuite sul territorio, sono indicate nella Figura 1.

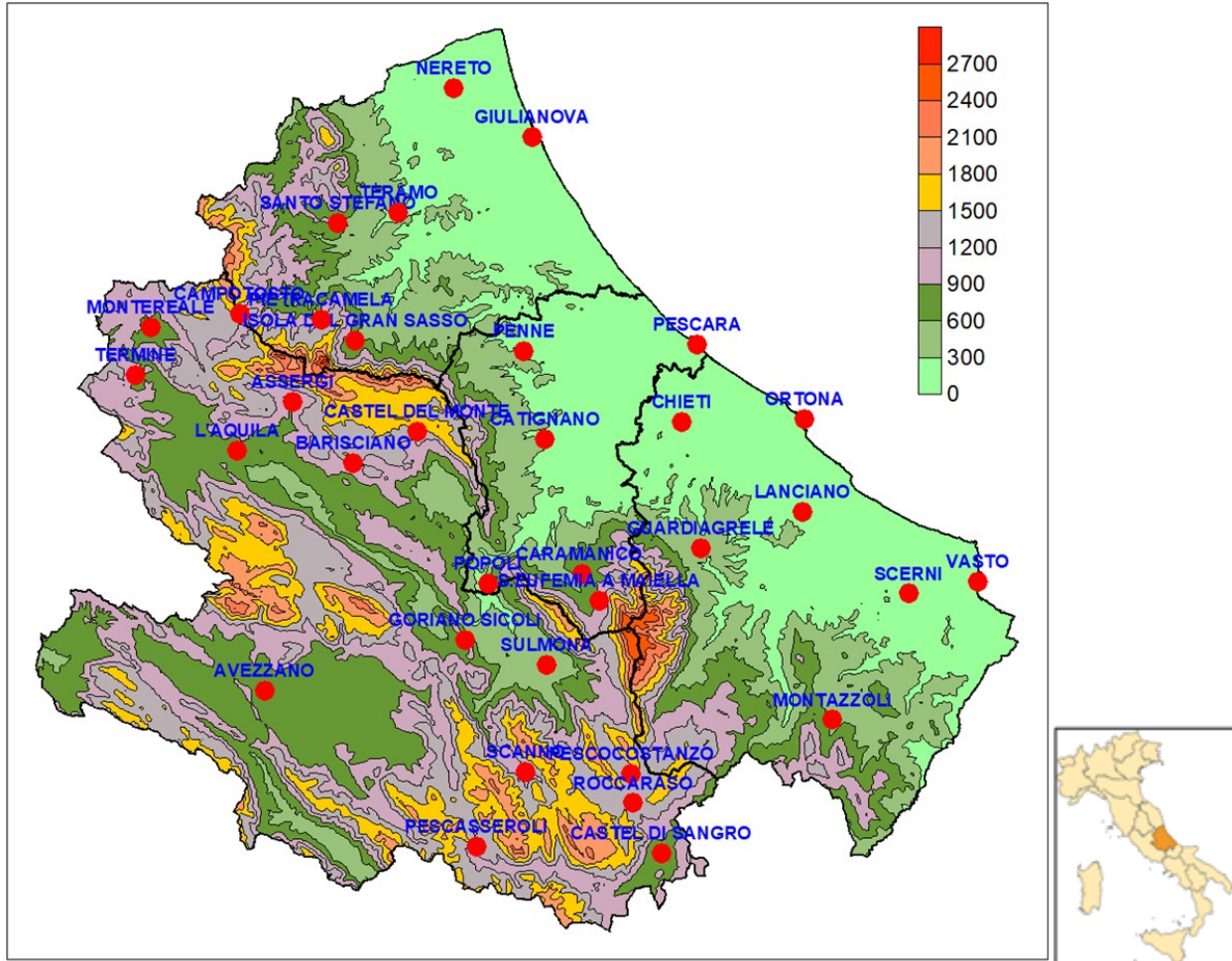


Fig. 1 - Distribuzione territoriale delle stazioni

I dati meteorologici sono stati raccolti dall'Ufficio idrologia, idrografico e mareografico dell'Agenzia Regionale di Protezione Civile dell'Abruzzo e successivamente validati dal CETEMPS dell'Università degli Studi dell'Aquila, secondo la metodologia illustrata in Curci *et al.*, 2021

Il calcolo degli indici CLIVAR ([www.clivar.org](http://www.clivar.org)) è stato effettuato con il software statistico R (R Developing Core Team, 2011), utilizzando la libreria "RCLimDex". Essi sono riportati nelle tabelle 1 e 2

L'analisi dei trend degli indici CLIVAR è stata effettuata con il test non parametrico di Mann-Kendall.(Mann 1945; Kendall 1975).

Nel presente studio sono stati considerati significativi i  $p\text{-value} < \alpha$  (con  $\alpha < 0,05$ ).

Il test di Mann- Kendall consente di individuare l'esistenza di un trend monotono, ma non permette la sua misurazione; per questo motivo è stato impiegato lo stimatore non parametrico Theil-Sen (Theil., 1950; Sen., 1968), per valutare la pendenza ( $\beta$ ) della retta interpolante i dati.

La libreria Zyp, contenuta nel software statistico R, è stata impiegata sia per il calcolo dello stimatore non parametrico Theil-Sen, che per l'applicazione del test di Mann-kendall.

<b>INDICI DI TEMPERATURA</b>			
<b>ID</b>	<b>NOME DELL'INDICE</b>	<b>DEFINIZIONE</b>	<b>UNITA' DI MISURA</b>
TXX	MASSIMO DELLE TEMPERATURE MASSIME	Valore massimo mensile delle temperature massime giornaliere	°C
TXX	MINIMO DELLE TEMPERATURE MINIME	Valore minimo mensile delle temperature minime giornaliere	°C
TMAXMED		Media delle temperature massime annuali	°C
TMINMED		Media delle temperature minime annuali	°C
TXN	MINIMO DELLE TEMPERATURE MASSIME	Valore minimo mensile delle temperature massime giornaliere	°C
TNX	MASSIMO DELLE TEMPERATURE MINIME	Valore massimo mensile delle temperature minime giornaliere	°C
DTR	ESCURSIONE TERMICA GIORNALIERA	Differenza media mensile tra temperatura massima e minima giornaliera	°C
TN90P	NOTTI CALDE	Percentuale di giorni in cui la temperatura minima giornaliera è superiore al 90° percentile della statistica delle minime giornaliere ricavata tramite una finestra mobile di 5 giorni sul periodo climatologico di base (1979-2008)	%
TX90P	GIORNI CALDI	Percentuale di giorni con temperatura massima giornaliera è superiore al 90°percentile della statistica delle massime giornaliere ricavata tramite una finestra mobile di 5 giorni sul periodo climatologico di base (1979-2008)	%
SU25	GIORNI ESTIVI	Numero di giorni in un anno con temperatura massima superiore a 25°C	N
TR20	NOTTI TROPICALI	Numero di giorni in un anno con temperatura minima superiore a 20°C	N
WSDI	DURATA ONDATE DI CALORE	Somma del numero di giorni con temperatura massima superiore al 90° percentile della statistica delle massime giornaliere sul periodo climatologico di base (1978-2008), per almeno 6 giorni consecutivi.	N

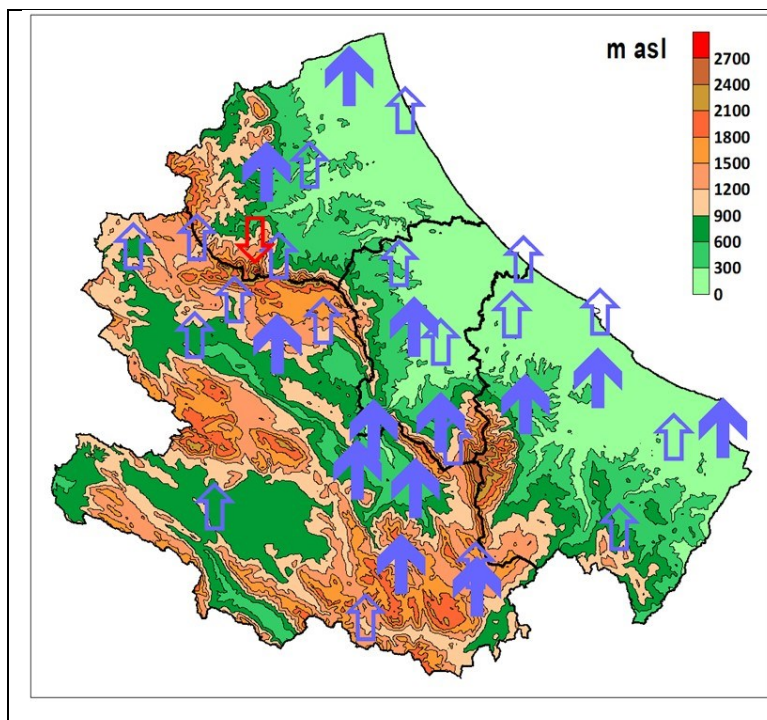
FDO	GIORNI DI GELO	Numero di giorni in un anno con temperatura minima inferiore a 0°C	N
TX10P	GIORNI FREDDI	Percentuale di giorni con temperatura massima giornaliera inferiore al 10° percentile della statistica delle massime giornaliere sul periodo climatologico di base. (1978-2008)	%
TN10P	NOTTI FREDDE	Percentuale di giorni in cui la temperatura minima giornaliera è inferiore al 10° percentile della statistica delle minime giornaliere sul periodo climatologico di base. (1978-2008)	%
CSDI	DURATA ONDATA DI FREDDO	Numero di giorni con temperatura minima inferiore al 10° percentile della statistica delle minime giornaliere sul periodo climatologico di base(1978-2008), per almeno 5 giorni consecutivi. (1978-2008)	N

Tab. 1 Indici CLIVAR di Temperatura

<b>INDICI DI PRECIPITAZIONE</b>			
<b>ID</b>	<b>NOME DELL'INDICE</b>	<b>DEFINIZIONE</b>	<b>UNITA' DI MISURA</b>
PRTOT	TOTALE ANNUO DI PRECIPITAZIONE	Totale annuale di precipitazione nei giorni piovosi (con precipitazione $\geq 1$ mm)	mm
CWD	GIORNI PIOVOSI CONSECUTIVI	Numero massimo di giorni consecutivi con precipitazione giornaliera $\geq 1$ mm	N
SDII	INTENSITA' DI PIOGGIA	Precipitazione annuale/numero di giorni piovosi (giorni con precipitazione non inferiore a 1 mm)	
R10	NUMERO DI GIORNI CON PRECIPITAZIONE INTENSA	Numero di giorni con precipitazione giornaliera $\geq 10$ mm	N
R20	NUMERO DI GIORNI CON PRECIPITAZIONE MOLTO INTENSA	Numero di giorni con precipitazione giornaliera $\geq 20$ mm	N
RX1DAY	MASSIMA PRECIPITAZIONE IN UN GIORNO	Valore massimo mensile di precipitazione in 1 giorno	mm
RX5DAY	MASSIMA PRECIPITAZIONE IN 5 GIORNI CONSECUTIVI	Valore massimo mensile di precipitazione in 5 giorni consecutivi	mm
R95P	PRECIPITAZIONE NEI GIORNI MOLTO PIOVOSI	Somma nell'anno delle precipitazioni giornaliere superiori al 95° percentile della statistica delle precipitazioni giornaliere sul periodo climatologico di base (1978 - 2008)	mm
R99P	PRECIPITAZIONE NEI GIORNI ESTREMAMENTE PIOVOSI	Somma nell'anno delle precipitazioni giornaliere superiori al 99° percentile della statistica delle precipitazioni giornaliere sul periodo climatologico di base (1978 - 2008)	mm

Tab. 2 Indici CLIVAR di precipitazione

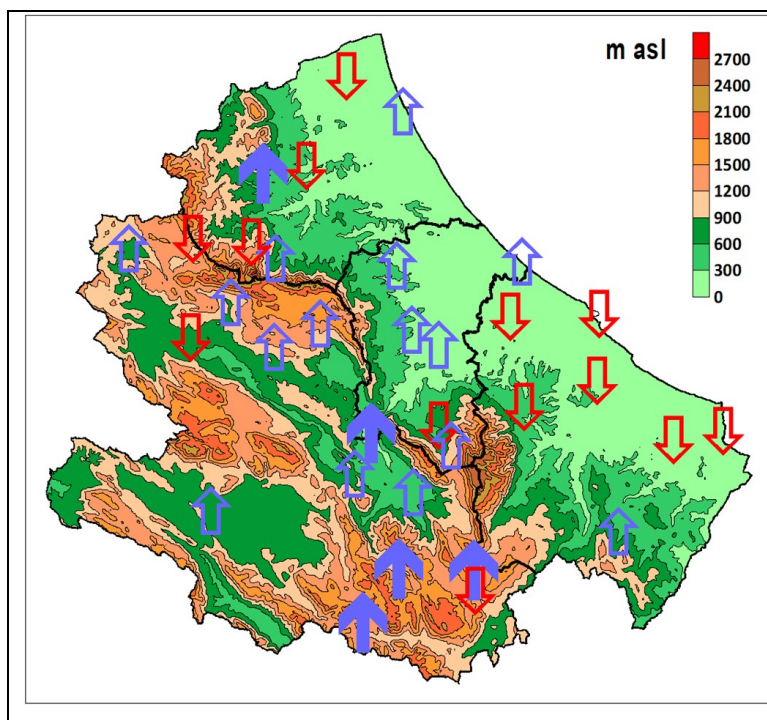
## Risultati e discussione



### TXX. MASSIMO DELLE TEMPERATURE MASSIME

Si rileva un aumento significativo del valore massimo delle temperature massime soprattutto nelle aree interne

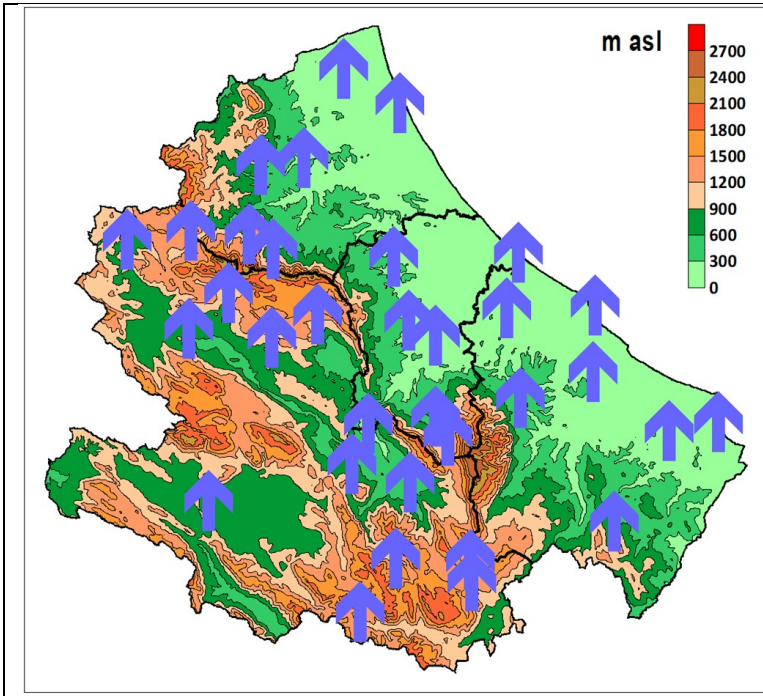
*Le frecce in basso indicano trend decrescenti mentre quelle in alto denotano trend crescenti. Le frecce piene indicano trend significativi con  $p$ -value  $< 0,05$*



### TNN. MINIMO DELLE TEMPERATURE MINIME

Si rileva un aumento significativo in alcune aree interne di questo parametro. Nelle altre zone del territorio non si registrano tendenze rilevanti con lo stesso numero di casi positivi e negativi

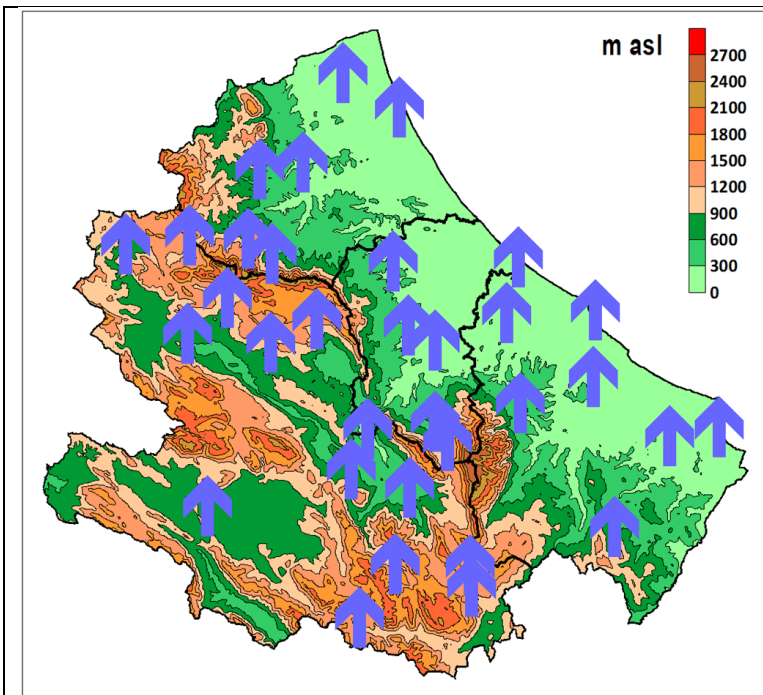
*Le frecce in basso indicano trend decrescenti mentre quelle in alto denotano trend crescenti. Le frecce piene indicano trend significativi con  $p$ -value  $< 0,05$*



**TMAXMED. MEDIA DELLE TEMPERATURE MASSIME ANNUALI**

Si rileva un aumento significativo della media delle temperature massime annuali

*Le frecce in basso indicano trend decrescenti mentre quelle in alto denotano trend crescenti. Le frecce piene indicano trend significativi con p-value <0,05*

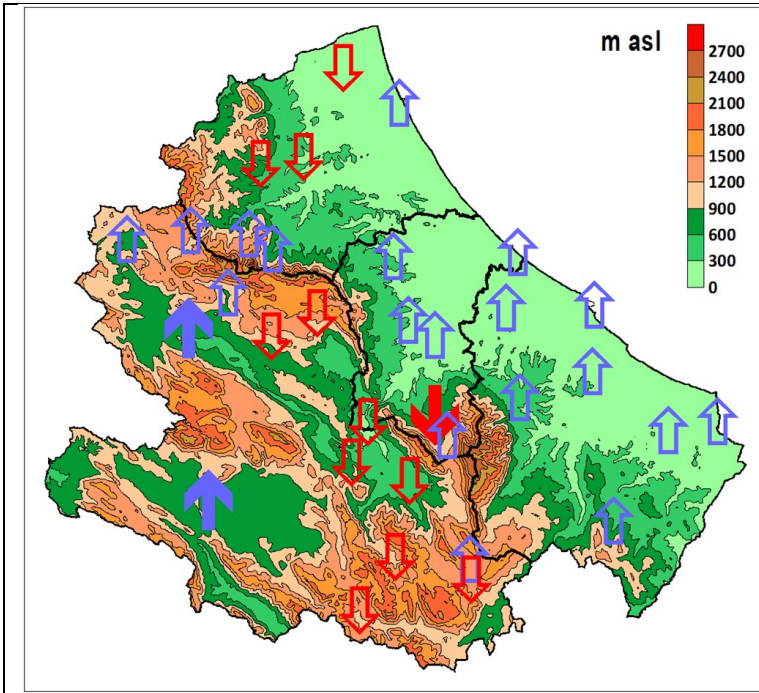


**TMINMED. MEDIA DELLE TEMPERATURE MINIME ANNUALI**

Si rileva un aumento significativo della media delle temperature minime annuali

*Le frecce in basso indicano trend decrescenti mentre quelle in alto denotano trend crescenti. Le frecce piene indicano trend significativi con p-value <0,05*

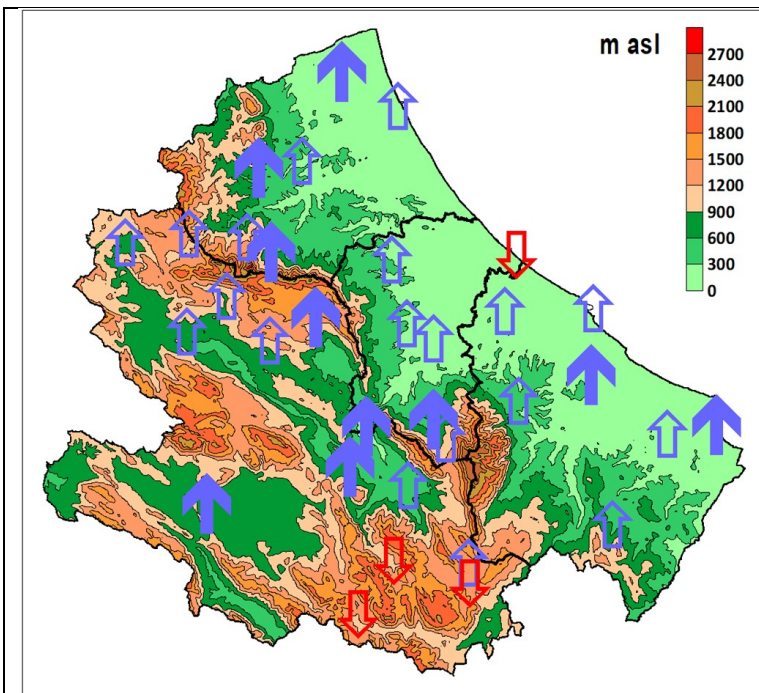




### TNX. MINIMO DELLE TEMPERATURE MASSIME

Per questo parametro si evidenzia in generale un aumento non significativo nell'area orientale fino ai rilievi appenninici mentre all'interno si rileva un calo sempre non significativo. Solo in due località si rileva un incremento significativo

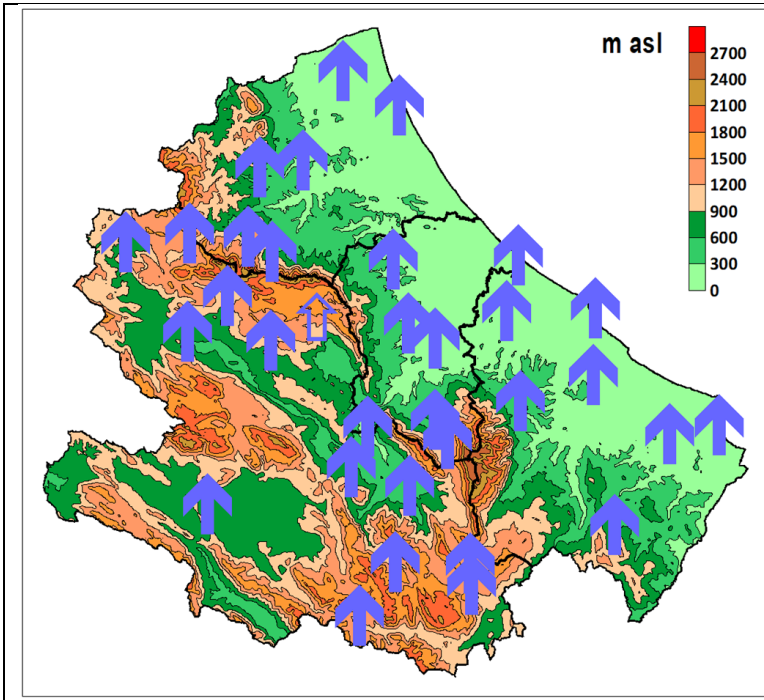
*Le frecce in basso indicano trend decrescenti mentre quelle in alto denotano trend crescenti. Le frecce piene indicano trend significativi con  $p$ -value  $< 0,05$*



### TNX. MASSIMO DELLE TEMPERATURE MINIME

Si rileva un aumento significativo di questo parametro in 10 località prevalentemente nelle aree interne

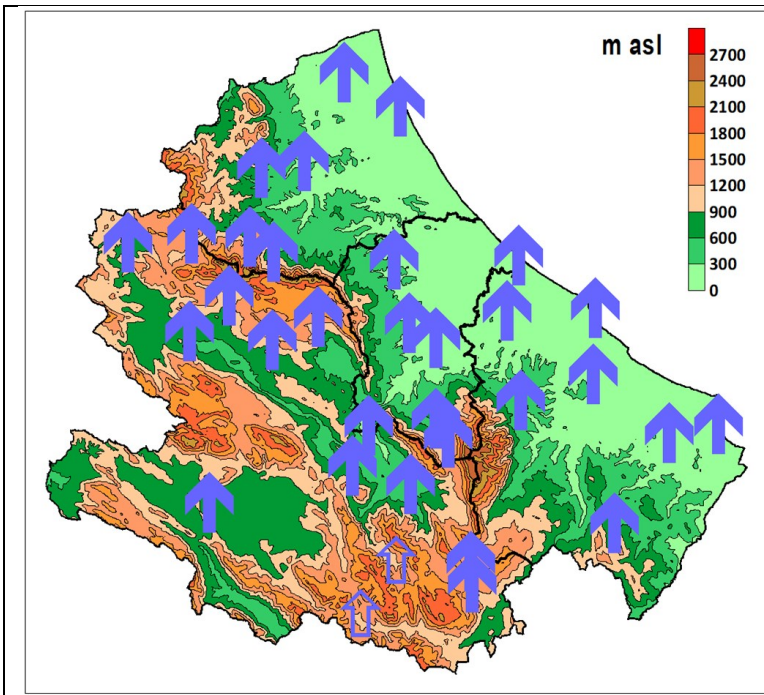
*Le frecce in basso indicano trend decrescenti mentre quelle in alto denotano trend crescenti. Le frecce piene indicano trend significativi con  $p$ -value  $< 0,05$*



**DTR. ESCURSIONE TERMICA GIORNALIERA**

Aumentano significativamente le escursioni termiche giornaliere.

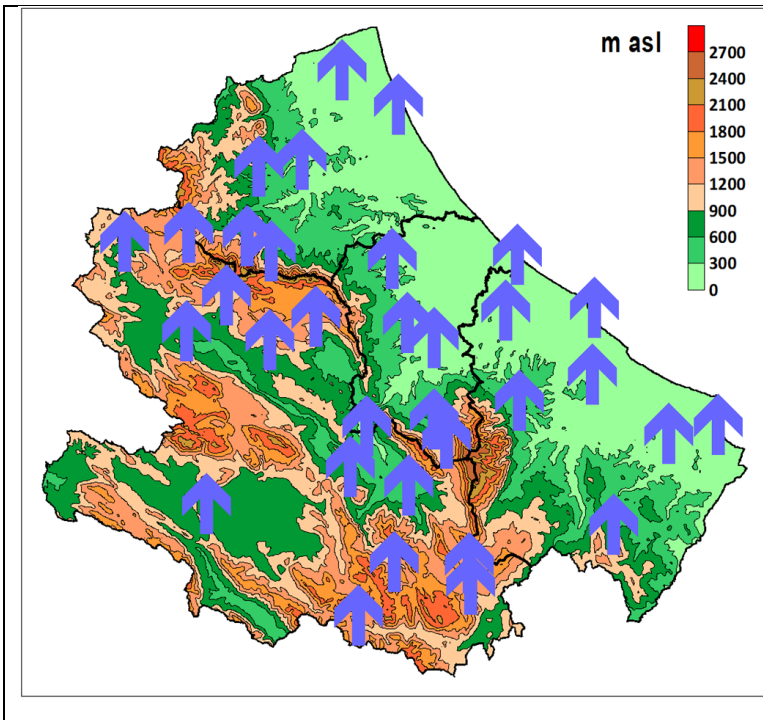
*Le frecce in basso indicano trend decrescenti mentre quelle in alto denotano trend crescenti. Le frecce piene indicano trend significativi con p-value <0,05*



**TN90P. NOTTI CALDE**

Si registra l'aumento significativo delle notti calde.

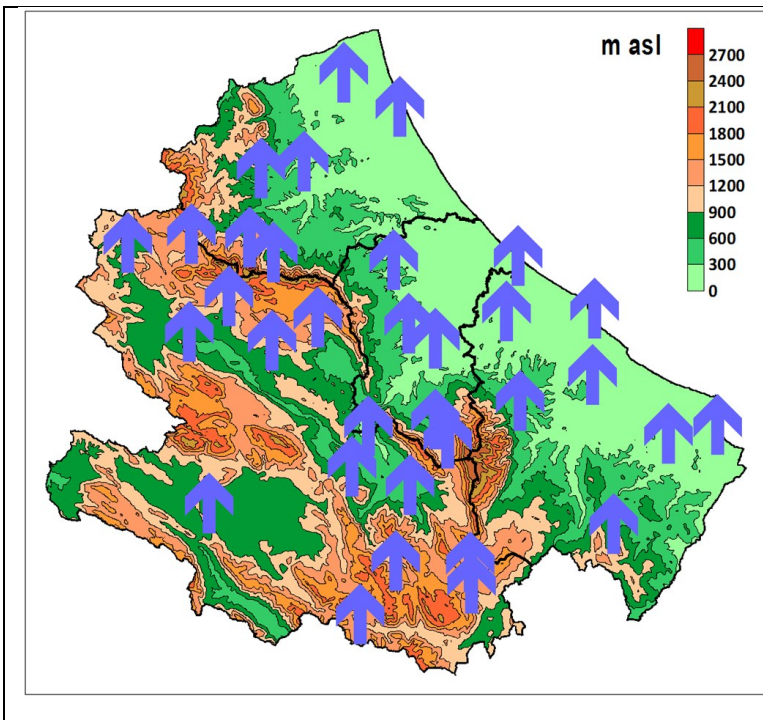
*Le frecce in basso indicano trend decrescenti mentre quelle in alto denotano trend crescenti. Le frecce piene indicano trend significativi con p-value <0,05*



### TX90P. GIORNI CALDI

Si rileva l'aumento significativo dei giorni caldi.

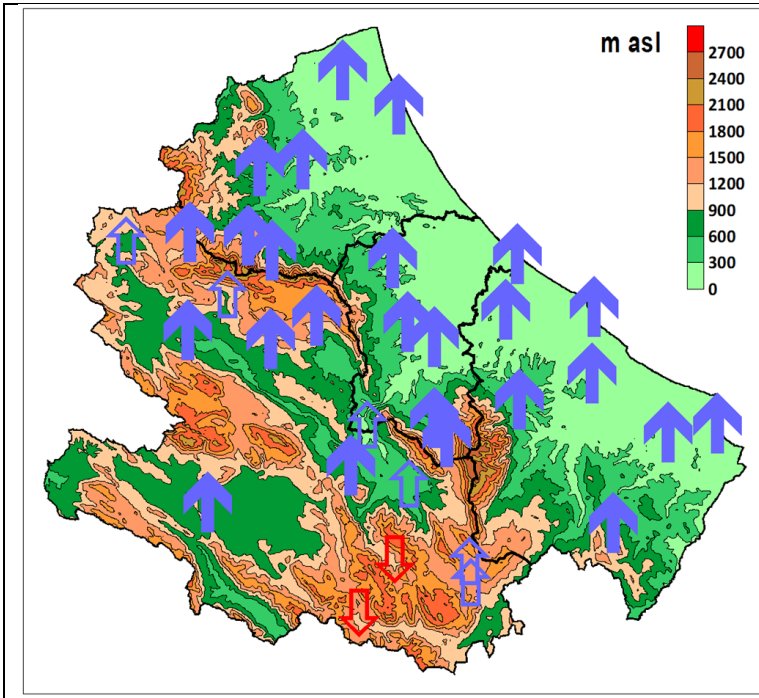
*Le frecce in basso indicano trend decrescenti mentre quelle in alto denotano trend crescenti. Le frecce piene indicano trend significativi con p-value <0,05*



### SU25. GIORNI ESTIVI

Si rileva l'aumento significativo del numero di giorni con temperature massime superiori a 25°C

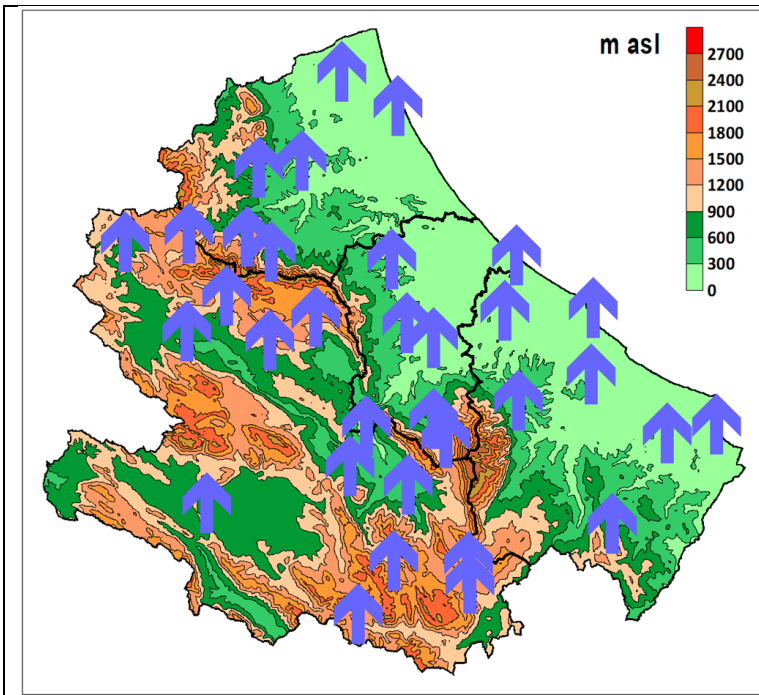
*Le frecce in basso indicano trend decrescenti mentre quelle in alto denotano trend crescenti. Le frecce piene indicano trend significativi con p-value <0,05*



### TR20. NOTTI TROPICALI

Si registra l'aumento rilevante nella quasi totalità del territorio del numero di giorni con temperature minime superiori a 20°C

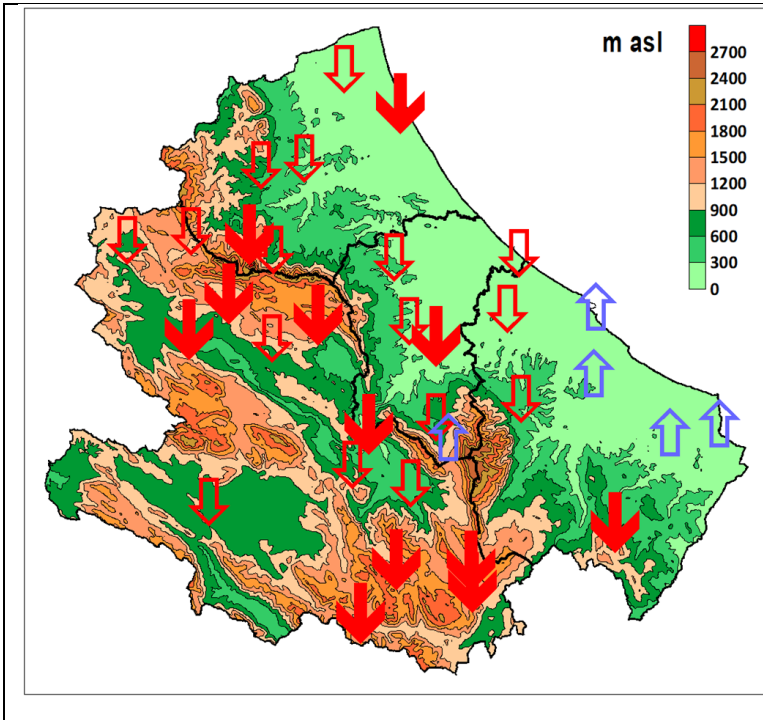
Le frecce in basso indicano trend decrescenti mentre quelle in alto denotano trend crescenti. Le frecce piene indicano trend significativi con p-value <0,05



### WSDI - DURATA ONDATE DI CALORE

In tutto il territorio regionale si registra l'aumento della durata delle ondate di calore.

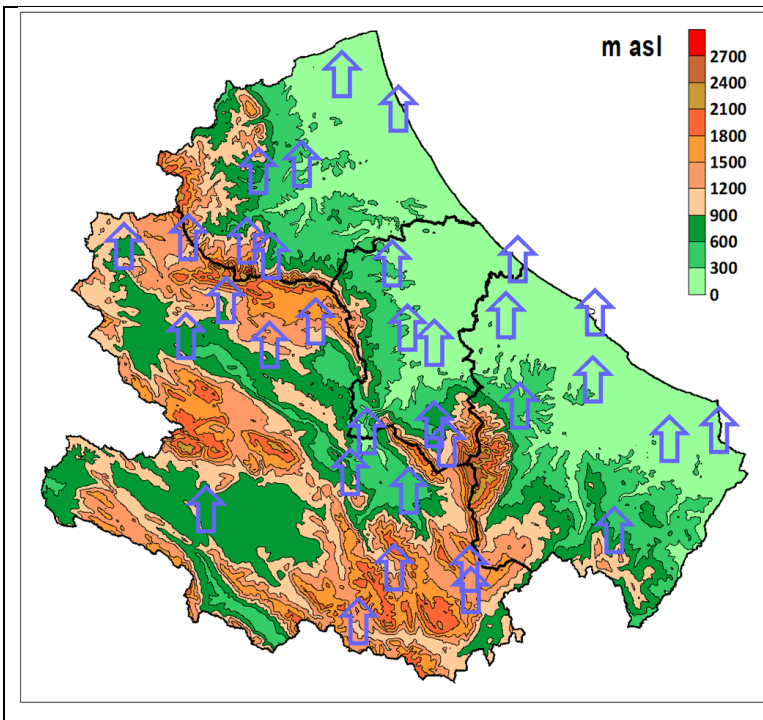
Le frecce in basso indicano trend decrescenti mentre quelle in alto denotano trend crescenti. Le frecce piene indicano trend significativi con p-value <0,05



### FDO – GIORNI DI GELO

Tranne poche eccezioni cala il numero di giorni con temperatura minima al di sotto di °C.

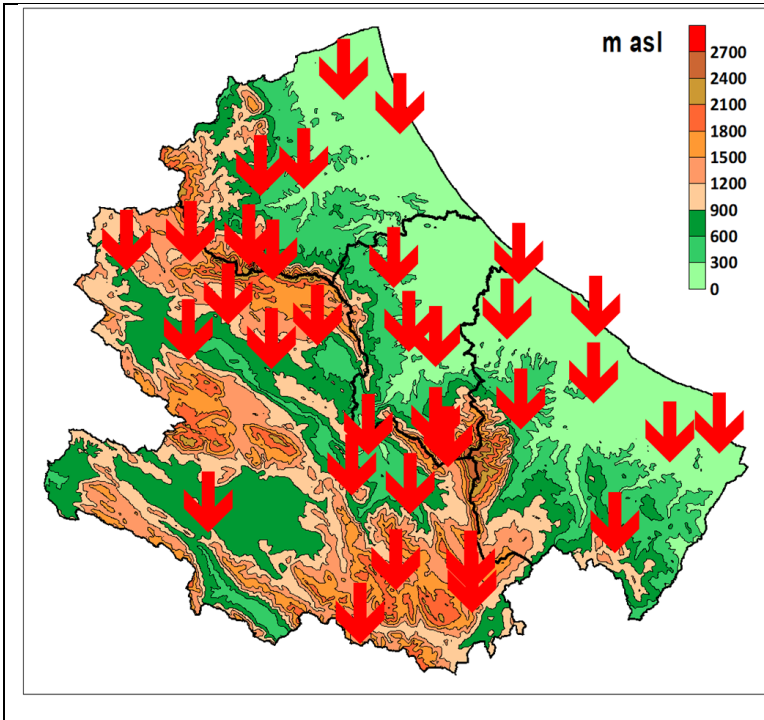
*Le frecce in basso indicano trend decrescenti mentre quelle in alto denotano trend crescenti. Le frecce piene indicano trend significativi con p-value <0,05*



### TX10P – GIORNI FREDDI

Si rileva l'aumento non significativo dei giorni freddi

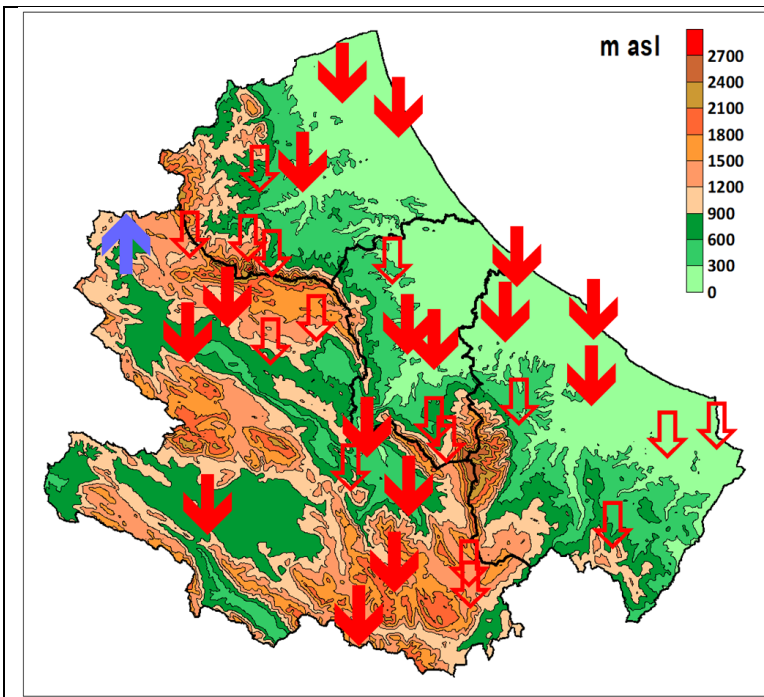
*Le frecce in basso indicano trend decrescenti mentre quelle in alto denotano trend crescenti. Le frecce piene indicano trend significativi con p-value <0,05*



### TN10P – NOTTI FREDE

Le notti fredde diminuiscono in maniera significativa

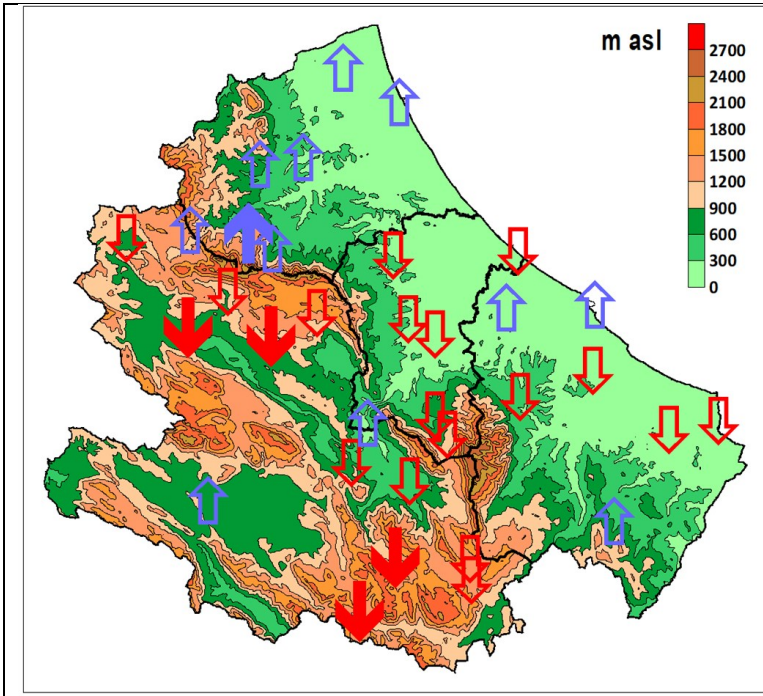
*Le frecce in basso indicano trend decrescenti mentre quelle in alto denotano trend crescenti. Le frecce piene indicano trend significativi con p-value <0,05*



### CSDI – DURATA ONDATE DI FREDDO

In generale si rileva un calo della durata delle ondate di freddo, significativo in 15 località.

*Le frecce in basso indicano trend decrescenti mentre quelle in alto denotano trend crescenti. Le frecce piene indicano trend significativi con p-value <0,05*

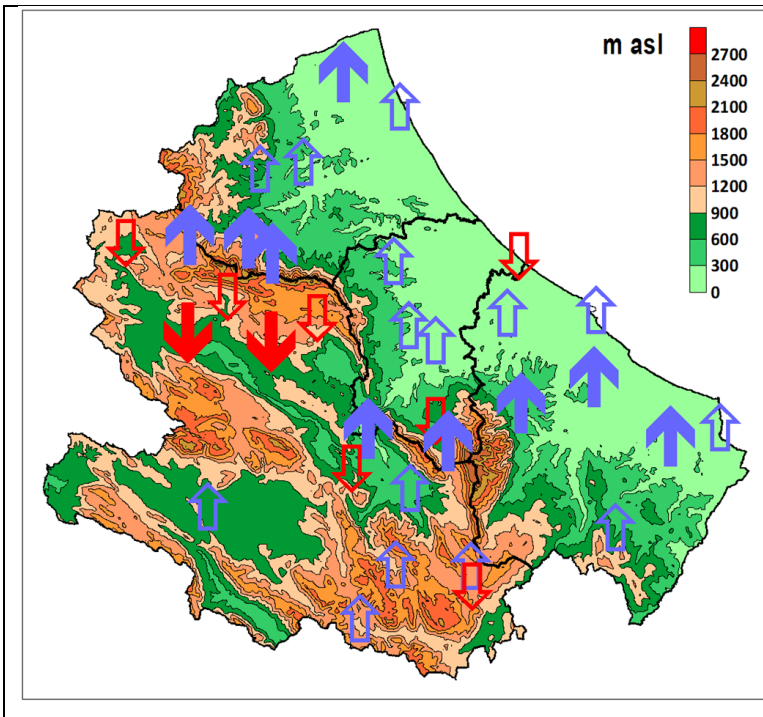


**PRTOT – TOTALE ANNUO DI PRECIPITAZIONE**

L'esame dei dati non consente di delineare andamenti generalizzati.

I trend significativi riguardano 4 località per quanto riguarda il calo e una per l'aumento.

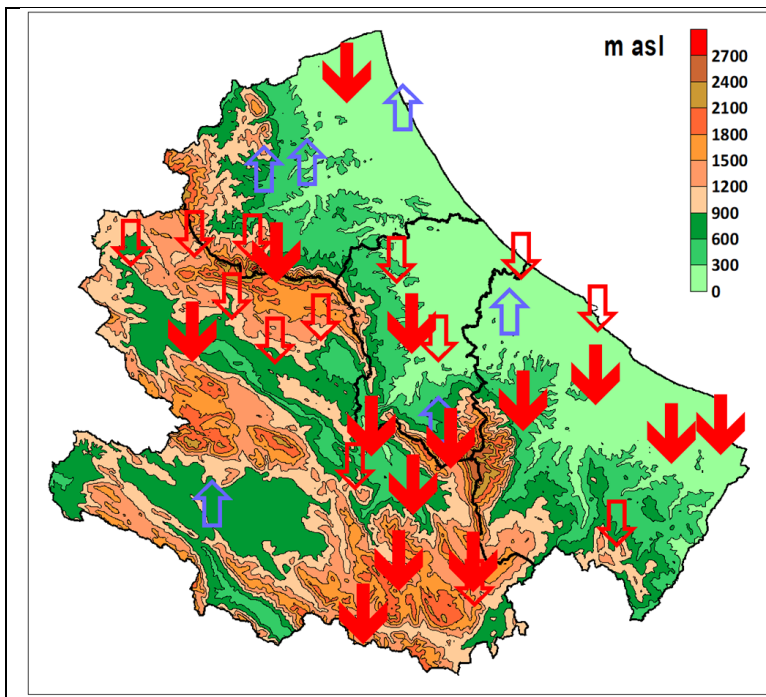
*Le frecce in basso indicano trend decrescenti mentre quelle in alto denotano trend crescenti. Le frecce piene indicano trend significativi con p-value <0,05*



**CWD – GIORNI PIOVOSI CONSECUTIVI**

Il numero di giorni piovosi consecutivi tende ad aumentare significativamente in 9 località, mentre solo in due di esse cala in modo importante.

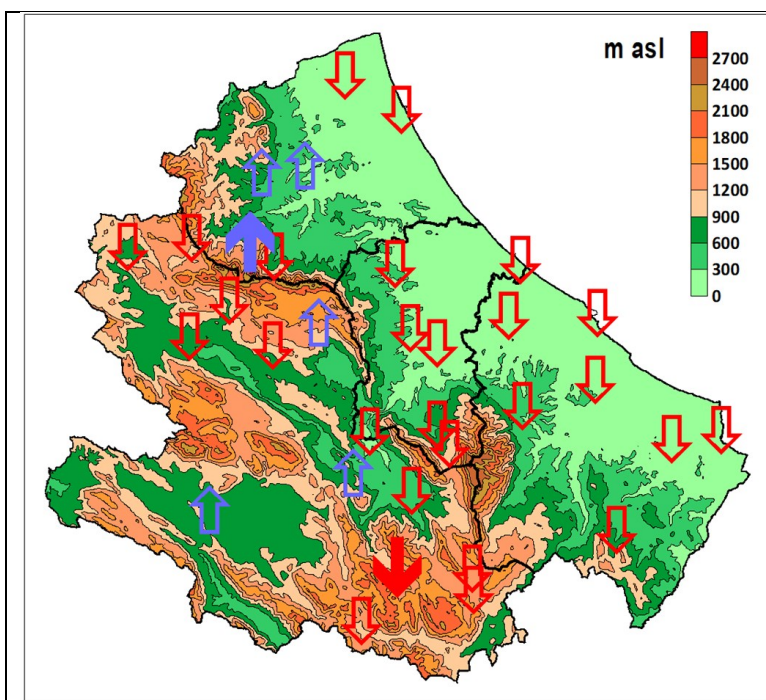
*Le frecce in basso indicano trend decrescenti mentre quelle in alto denotano trend crescenti. Le frecce piene indicano trend significativi con p-value <0,05*



### SDII – INTENSITA' DI PIOGGIA

L'intensità di pioggia cala in modo significativo in 14 località.

*Le frecce in basso indicano trend decrescenti mentre quelle in alto denotano trend crescenti. Le frecce piene indicano trend significativi con  $p$ -value  $< 0,05$*

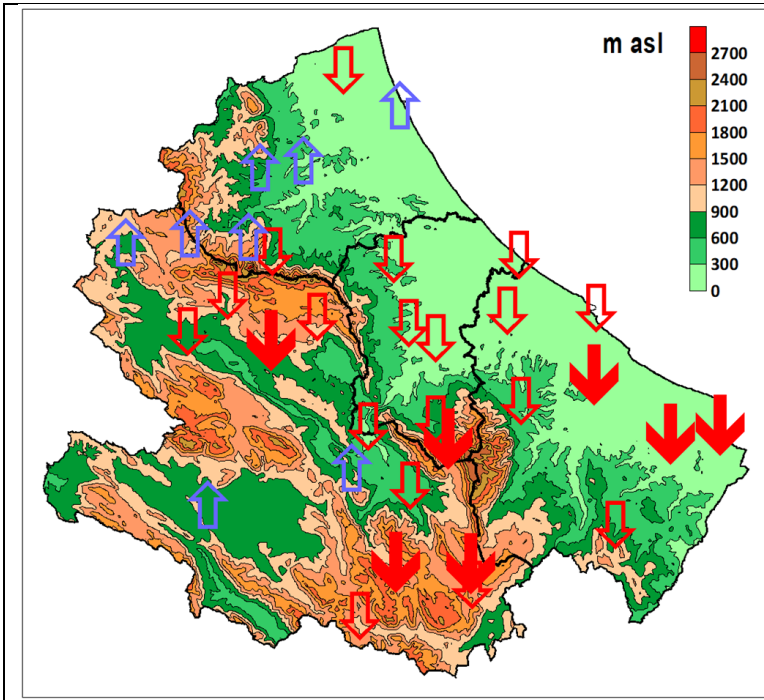


### R10 – NUMERO DI GIORNI CON PRECIPITAZIONE INTENSA

In generale si registra un calo di questo parametro anche se in modo non significativo.

*Le frecce in basso indicano trend decrescenti mentre quelle in alto denotano trend crescenti. Le frecce piene indicano trend significativi con  $p$ -value  $< 0,05$*

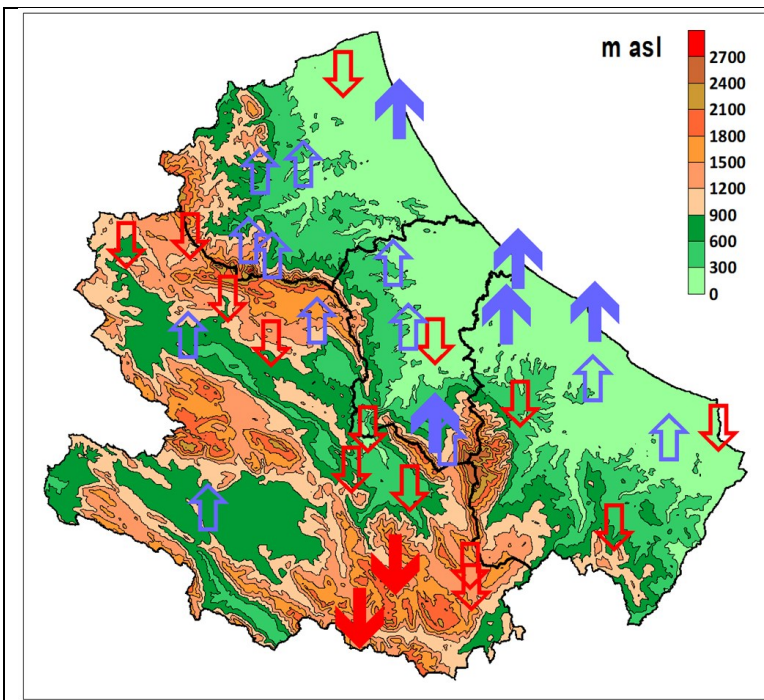




**R20 – NUMERO DI GIORNI CON  
PRECIPITAZIONE MOLTO INTENSA**

Il numero di giorni con precipitazione molto intensa cala un po' dovunque anche se solo in 7 stazioni in modo significativo

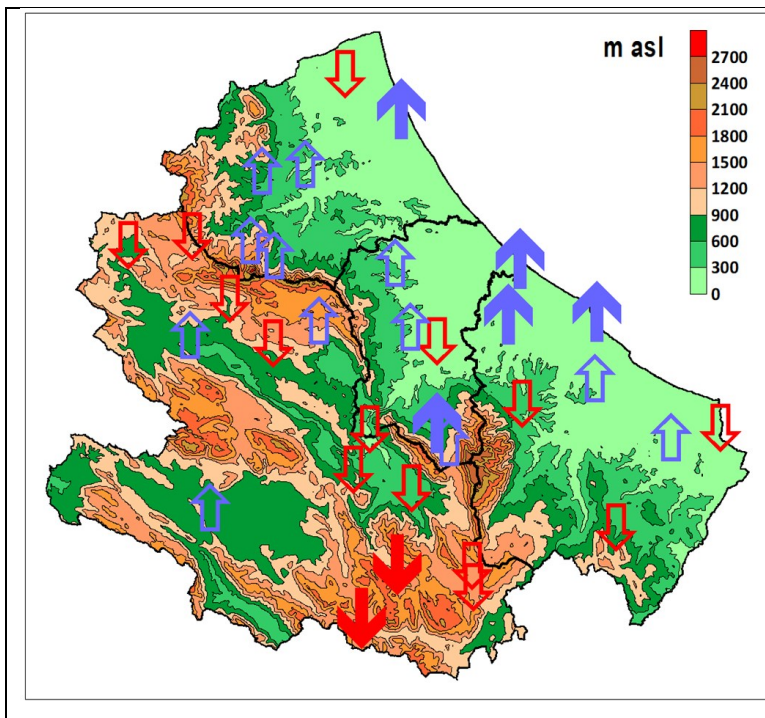
*Le frecce in basso indicano trend decrescenti mentre quelle in alto denotano trend crescenti. Le frecce piene indicano trend significativi con p-value <0,05*



**RX1DAY – MASSIMA  
PRECIPITAZIONE IN UN GIORNO**

La massima precipitazione giornaliera aumenta in modo significativo in 4 località della fascia collinare litoranea e in una all'interno. Solo in due località cala significativamente.

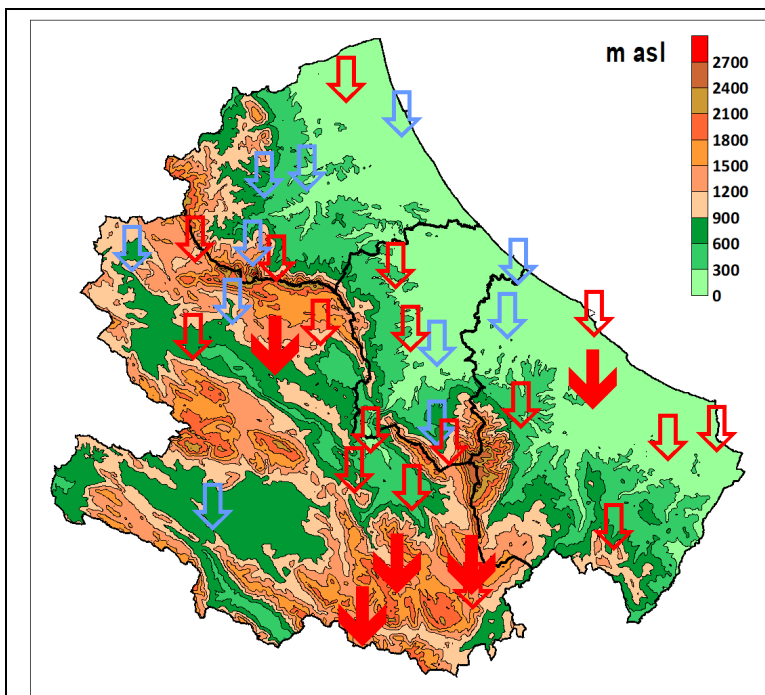
*Le frecce in basso indicano trend decrescenti mentre quelle in alto denotano trend crescenti. Le frecce piene indicano trend significativi con p-value <0,05*



**RX5DAY – MASSIMA PRECIPITAZIONE IN 5 GIORNI CONSECUTIVI**

L'andamento di questo parametro rispecchia quello descritto per l'indice **RX1DAY**

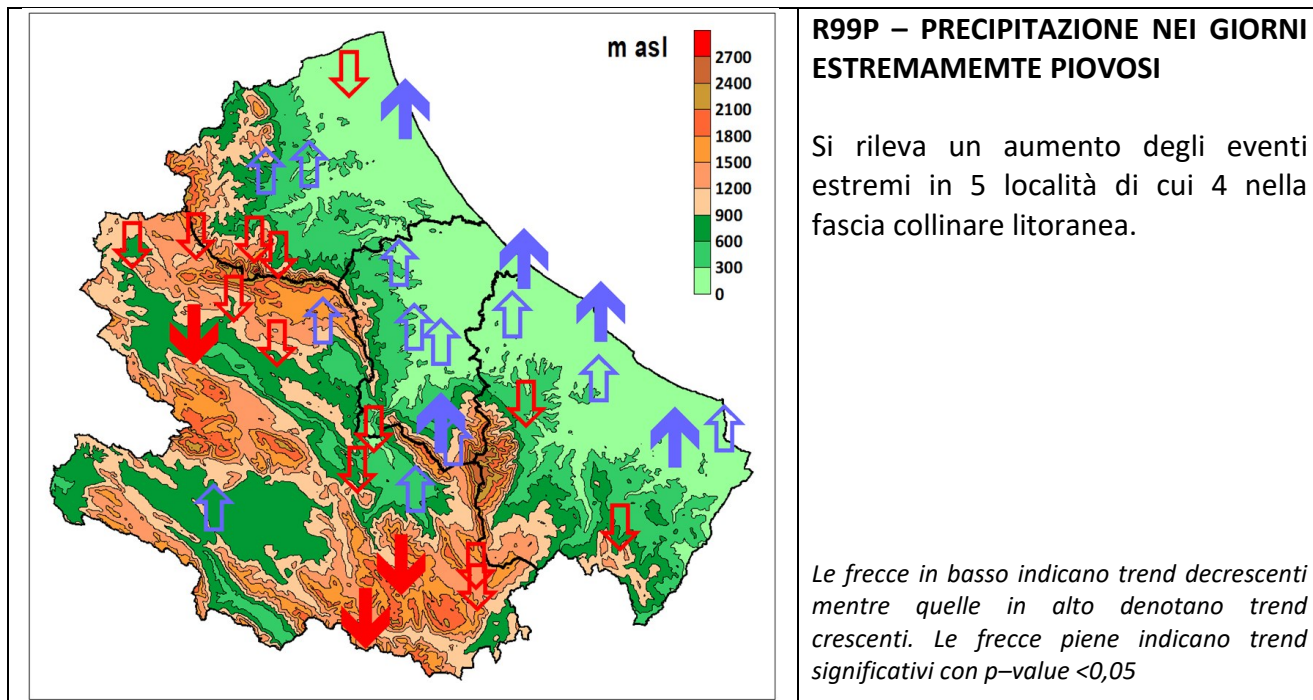
*Le frecce in basso indicano trend decrescenti mentre quelle in alto denotano trend crescenti. Le frecce piene indicano trend significativi con  $p\text{-value} < 0,05$*



**R95P – PRECIPITAZIONE NEI GIORNI MOLTO PIOVOSI**

La precipitazione dei giorni molto piovosi si caratterizza per l'estrema variabilità. In 5 località si evidenzia un calo significativo

*Le frecce in basso indicano trend decrescenti mentre quelle in alto denotano trend crescenti. Le frecce piene indicano trend significativi con  $p\text{-value} < 0,05$*



## Conclusioni

Lo studio ha messo in risalto un deciso aumento degli eventi estremi di temperatura associati a un incremento delle escursioni termiche.

Aumentano in particolare le notti tropicali, i giorni caldi, i giorni estivi, le notti tropicali e le ondate di calore mentre diminuiscono le durate delle ondate di freddo.

Per quanto riguarda le precipitazioni non si evidenziano tendenze significative generalizzate su tutto il territorio regionale

## Bibliografia

Mann H B., 1945. *Nonparametric tests against trend*. *Econometrica*. 13, pp. 245–259.

Theil H., 1950. *A rank-invariant method for linear and polynomial regression analysis, I,II,III*. *Nederlanndse Akademie wetwnschappen*. 53, pp 386-392, 521-525, 1397-1412.

SenP.K. 1968. *Estimates of the regression coefficient based Kendall's tau*. *Journal of the American Statistical Association*. 63, 1379-1389.

Kendall M.G., 1975. *Rank Correlation Measures*. Charles Griffin, London.

Peterson T.C., Manton M.J., 2008. Monitoring changes in climate extremes. A Tale on International Collaboration. *Bulletin of the American Meteorological Society*, 9, 1266–1271.

Klein Tank A.M.G., Zwiers F.W., Zhang X., 2009. Guidelines on Analysis of extremes in a changing climate in support of informed decisions for adaptation. World Meteorological Organization Climate Data and Monitoring WCDMP-No. 72

Curci G., Guijarro J. A., Di Antonio L., Di Bacco M. Di Lena B., Scorzini A. R. (2021), Building a local climate reference dataset: application to the Abruzzo region (Central Italy), 1930-2019, *Int. J. Clim.*, first published online 06 March 2021, <https://doi.org/10.1002/joc.7081>