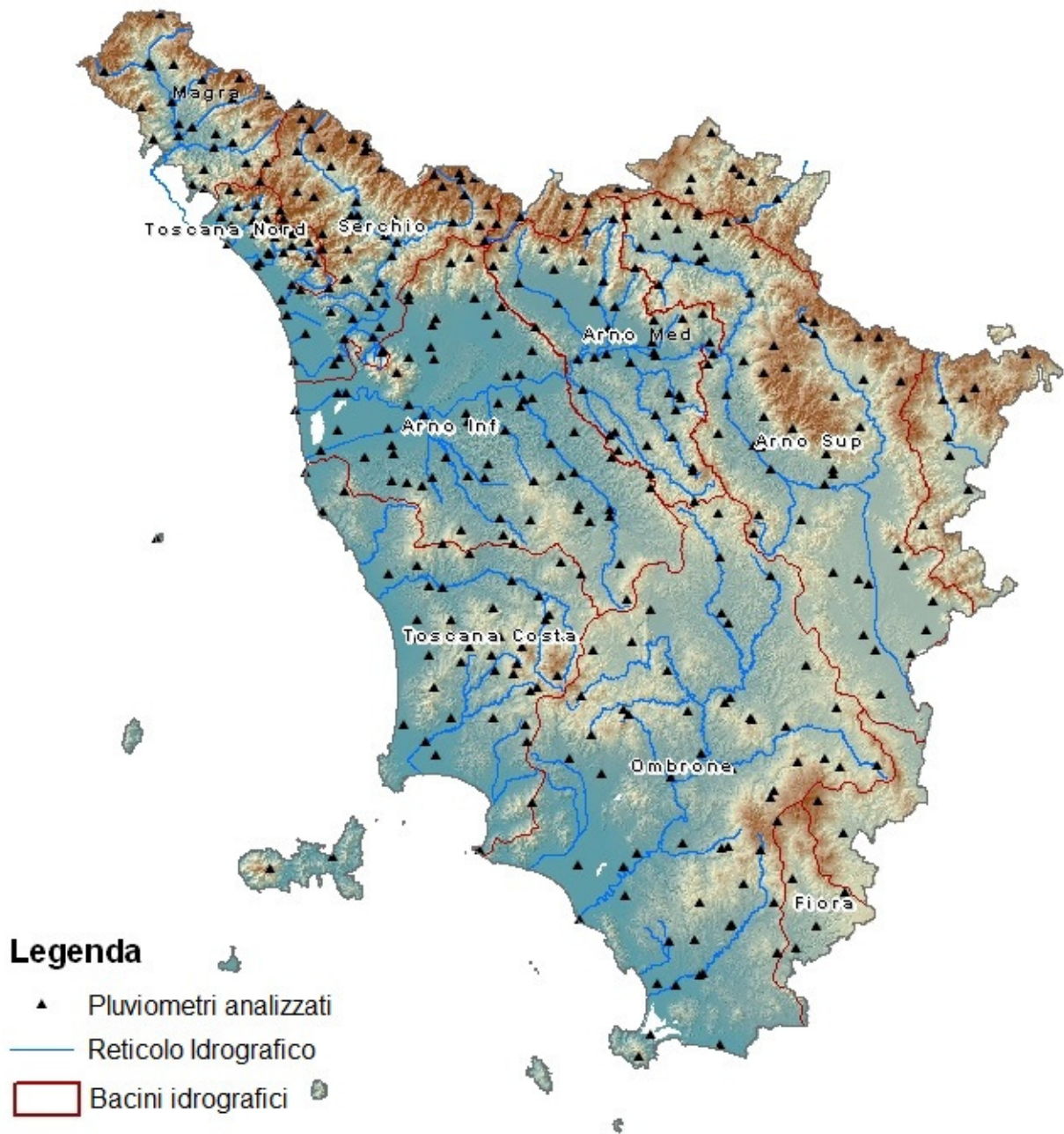




Regione Toscana

Regione Toscana - Giunta Regionale  
Direzione Difesa del Suolo e Protezione Civile  
Settore Idrologico Regionale  
Centro Funzionale della Regione Toscana

# REPORT PLUVIOMETRICO ANNO 2018





**Regione Toscana**

**Regione Toscana - Giunta Regionale**  
Direzione Difesa del Suolo e Protezione Civile  
Settore Idrologico Regionale  
Centro Funzionale della Regione Toscana

## **REPORT PLUVIOMETRICO ANNO 2018**

### **Commento generale**

#### **PREMESSA**

Al fine di valutare l'entità gli apporti pluviometrici, sono state considerate tutte le stazioni automatiche (circa 400 pluviometri) che fanno parte delle reti di monitoraggio gestite dal Servizio Idrologico Regionale (SIR). I dati registrati ed archiviati in un DB gestito dal SIR sono stati sottoposti ad un processo di pre-validazione ed interpolati, per creare un continuum territoriale, mediante algoritmi di interpolazione geostatistici (kriging ordinario). Il Kriging ordinario oltre a permettere l'interpolazione di variabili misurate in situ, consente di stimare la sua precisione in quei siti dove non sono disponibili misure dirette. Per rappresentare meglio lo stato attuale degli afflussi sono state compiute elaborazioni che hanno permesso di effettuare confronti tra le piogge cumulate (in un certo intervallo temporale) con quelle medie di analoghi periodi riferite agli anni 1988-2017 e agli anni 1971-2000.

#### **ANALISI DEI DATI DISTRIBUITI**

La mappa delle precipitazioni dell'anno 2018 rilevate dalle stazioni in telemisura ricadenti sul territorio della Regione Toscana, evidenzia apporti meteorici che variano tra i 600 ed i 1900 mm e con un valore medio di circa 1200 mm stimato sull'intero territorio regionale; i maggiori afflussi si sono registrati sul settore nord-occidentale della Regione, in particolare sulle Apuane, sul bacino idrografico del Serchio nella porzione occidentale al confine col bacino Toscana Nord. Gli afflussi pluviometrici inferiori si sono, invece, registrati nella porzione costiera centro-meridionale della regione e nell'arcipelago. In generale le precipitazioni registrate sulla regione Toscana nel corso dell'anno in esame sono da considerare superiori alla norma sia utilizzando come riferimento il trentennio precedente (1988-2017) sia - soprattutto - i trenta anni dal 1971 al 2000. In particolare, si registra un surplus medio del 30% (corrispondente a circa 250 mm di pioggia in più) rispetto al trentennio precedente, il raffronto rispetto al trentennio 1971-2000 evidenzia, invece, un surplus ancora più marcato (+50%, corrispondenti a circa 370 mm di pioggia in più). L'analisi delle figg .6, 7, 8 e 9, in cui viene effettuato il calcolo dell'indice SPI (indicatore statistico che misura il deficit o l'eccesso di precipitazione in un dato intervallo di tempo rispetto alla precipitazione normale di lungo termine) mette in luce, su base annuale, valori "vicini alla norma" sull'intero territorio della regione; le mappe relative all'indice SPI elaborato su base stagionale evidenziano, invece, situazioni variabili: valori da "moderatamente a molto umido" per la porzione centro-meridionale e "normali" per quella settentrionale durante la stagione invernale; valori da "moderatamente a estremamente umido" per la porzione centro-meridionale e "normali" per quella settentrionale durante la stagione primaverile; valori da "moderatamente a molto umido" per la porzione costiera centro-meridionale e "normali" per quella centro-settentrionale per la stagione estiva; valori nella norma per l'intero territorio regionale durante la stagione autunnale.



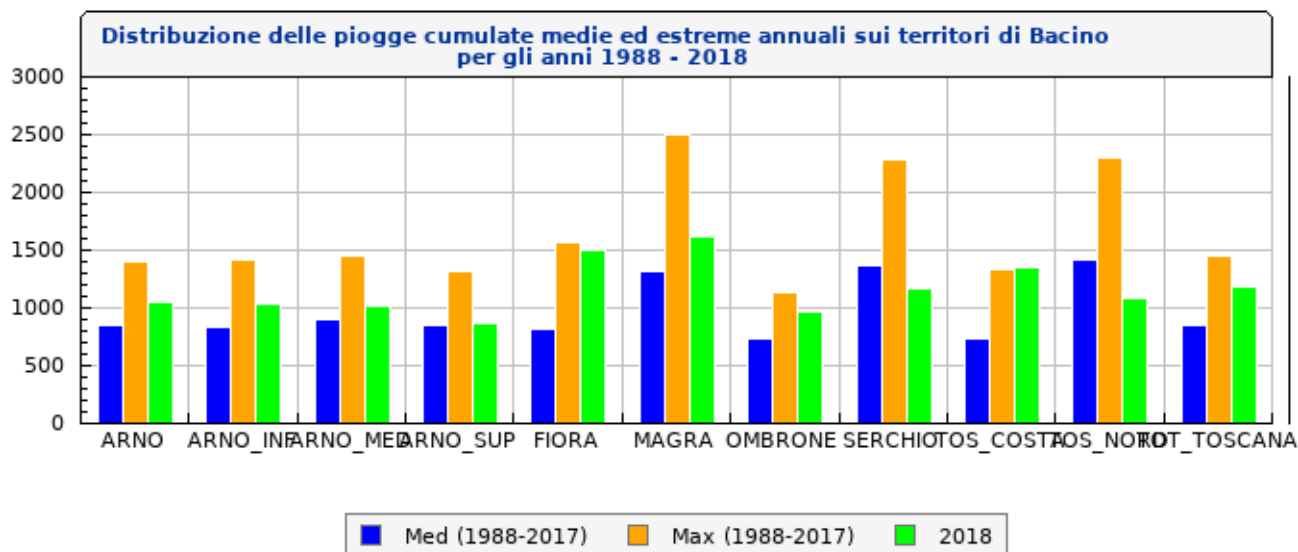
**Regione Toscana**

**Regione Toscana - Giunta Regionale**  
 Direzione Difesa del Suolo e Protezione Civile  
 Settore Idrologico Regionale  
 Centro Funzionale della Regione Toscana

Valori delle piogge cumulate annuali (mm) sui territori di bacino per gli anni 2008 - 2018

BACINI	ARNO	ARNO_INF	ARNO_MED	ARNO_SUP	FIORA	MAGRA	OMBRONE	SERCHIO	TOS_COSTA	TOS_NORD	TOT_TOSCANA
1988	572	509	629	599	510	636	572	602	526	901	342
1989	603	555	642	626	582	588	583	590	530	710	474
1990	495	486	517	494	459	599	492	617	533	820	423
1991	605	597	639	597	553	610	609	777	601	862	480
1992	482	534	549	410	468	465	392	812	406	1256	373
1993	365	402	384	326	395	332	250	516	364	853	305
1994	386	336	457	397	380	423	413	424	336	620	282
1995	412	448	506	341	497	725	426	817	454	1349	277
1996	1144	1117	1190	1127	1184	1681	1028	1797	1004	1860	1190
1997	879	756	885	996	874	1211	844	1374	728	1392	930
1998	883	789	919	941	789	1347	740	1401	663	1331	895
1999	1070	1008	1111	1089	867	1621	820	1834	826	1795	1072
2000	1105	1136	1138	1043	819	1810	847	1868	923	1822	1106
2001	940	866	1004	951	633	1461	637	1533	678	1563	905
2002	1083	1060	1109	1081	827	1500	881	1654	914	1700	1081
2003	820	778	871	812	652	1278	674	1348	664	1352	833
2004	1077	1007	1087	1138	1134	1523	880	1664	833	1626	1085
2005	1037	938	1053	1119	1023	1142	938	1277	924	1307	1040
2006	845	806	900	829	725	1254	689	1289	701	1280	847
2007	759	742	822	712	469	1051	524	1130	623	1146	720
2008	1012	981	1019	1034	1235	1838	1031	1814	1007	1754	1141
2009	978	956	1012	966	1136	2008	906	1877	900	1902	1097
2010	1396	1422	1447	1320	1361	2507	1141	2238	1338	2306	1453
2011	641	614	705	604	640	1558	605	1268	552	1286	723
2012	929	933	973	906	1066	1683	823	1548	831	1539	988
2013	1192	1138	1265	1204	1124	2200	969	2065	932	2042	1191
2014	1221	1284	1333	1119	1573	2406	1140	2287	1206	2212	1369
2015	780	736	820	778	809	1033	701	1152	756	1089	850
2016	1136	1094	1151	1164	1061	1540	922	1811	863	1691	1046
2017	753	734	873	716	409	1459	448	1423	369	1378	887
2018	1054	1027	1013	862	1497	1618	973	1159	1345	1082	1175
<b>MEDIA 1988-2017</b>	<b>853</b>	<b>825</b>	<b>900</b>	<b>848</b>	<b>808</b>	<b>1316</b>	<b>731</b>	<b>1360</b>	<b>733</b>	<b>1425</b>	<b>847</b>

Grafico relativo alla distribuzione delle piogge cumulate annuali sui territori di bacino per gli anni 2008 - 2018





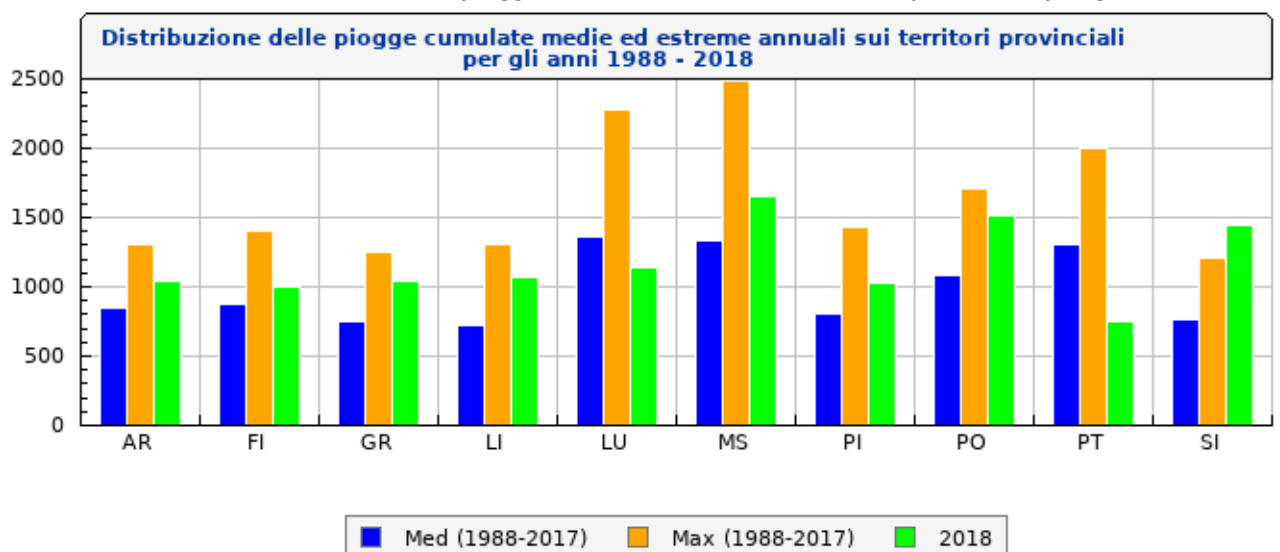
Regione Toscana

Regione Toscana - Giunta Regionale  
Direzione Difesa del Suolo e Protezione Civile  
Settore Idrologico Regionale  
Centro Funzionale della Regione Toscana

Distribuzione delle piogge cumulate annuali sui territori provinciali per gli anni 2008 - 2018

PROVINCE	AR	FI	GR	LI	LU	MS	PI	PO	PT	SI
1988	546	570	562	485	656	693	522	623	671	657
1989	720	766	716	581	699	726	653	795	796	733
1990	502	528	564	557	721	732	565	688	899	552
1991	738	715	762	694	925	749	750	970	1140	710
1992	358	468	401	404	802	538	486	691	1043	335
1993	349	350	397	452	511	413	462	598	794	242
1994	402	412	504	457	550	561	399	560	744	569
1995	239	336	403	424	698	626	375	501	805	362
1996	1102	1181	1038	966	1777	1716	1085	1371	1620	1031
1997	1001	923	841	657	1345	1229	745	1026	1216	824
1998	913	946	725	599	1367	1330	756	1114	1215	762
1999	1064	1114	821	778	1810	1630	947	1326	1613	838
2000	1005	1103	825	882	1843	1796	1087	1279	1628	909
2001	931	994	602	650	1510	1471	799	1181	1366	713
2002	1080	1068	853	900	1635	1526	1006	1315	1617	920
2003	794	862	642	614	1327	1290	726	1050	1223	715
2004	1157	1073	876	796	1636	1533	944	1280	1520	946
2005	1121	1103	944	859	1260	1163	902	1134	1235	975
2006	798	889	709	659	1260	1258	775	1102	1236	678
2007	678	794	513	634	1118	1067	716	970	1127	544
2008	1034	978	1080	1032	1783	1814	942	1233	1591	991
2009	982	955	952	924	1851	1991	912	1316	1663	885
2010	1308	1397	1165	1306	2216	2487	1432	1644	1984	1208
2011	591	669	618	519	1247	1520	555	891	1087	588
2012	912	914	858	778	1546	1667	891	1103	1357	836
2013	1217	1208	932	829	2042	2164	1065	1537	1908	1068
2014	1080	1267	1245	1182	2281	2400	1275	1710	2004	1076
2015	787	829	688	739	1149	1037	762	1031	1110	767
2016	1192	1104	859	775	1798	1547	1009	1383	1549	1056
2017	692	812	423	413	1402	1443	684	1152	1312	534
2018	1038	1003	1044	1065	1139	1653	1021	1510	756	1438
<b>MEDIA 1988-2017</b>	<b>843</b>	<b>878</b>	<b>751</b>	<b>718</b>	<b>1359</b>	<b>1337</b>	<b>808</b>	<b>1086</b>	<b>1302</b>	<b>767</b>

Grafico relativo alla distribuzione delle piogge cumulate annuali sui territori provinciali per gli anni 2008 - 2018

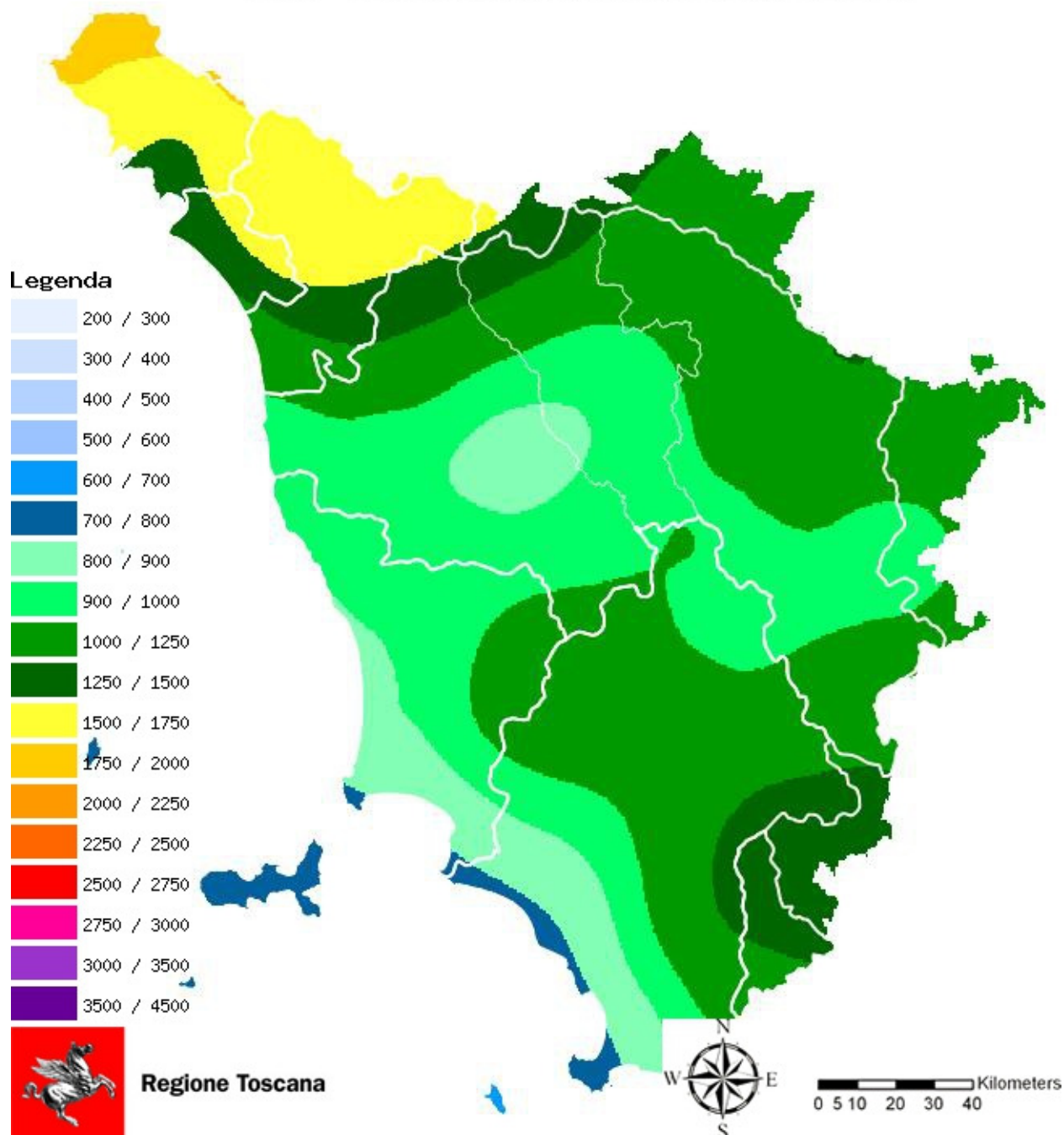




**Regione Toscana**

**Regione Toscana - Giunta Regionale**  
Direzione Difesa del Suolo e Protezione Civile  
Settore Idrologico Regionale  
Centro Funzionale della Regione Toscana

**Fig. 1 - Distribuzione delle piogge cumulate dell'anno 2018**

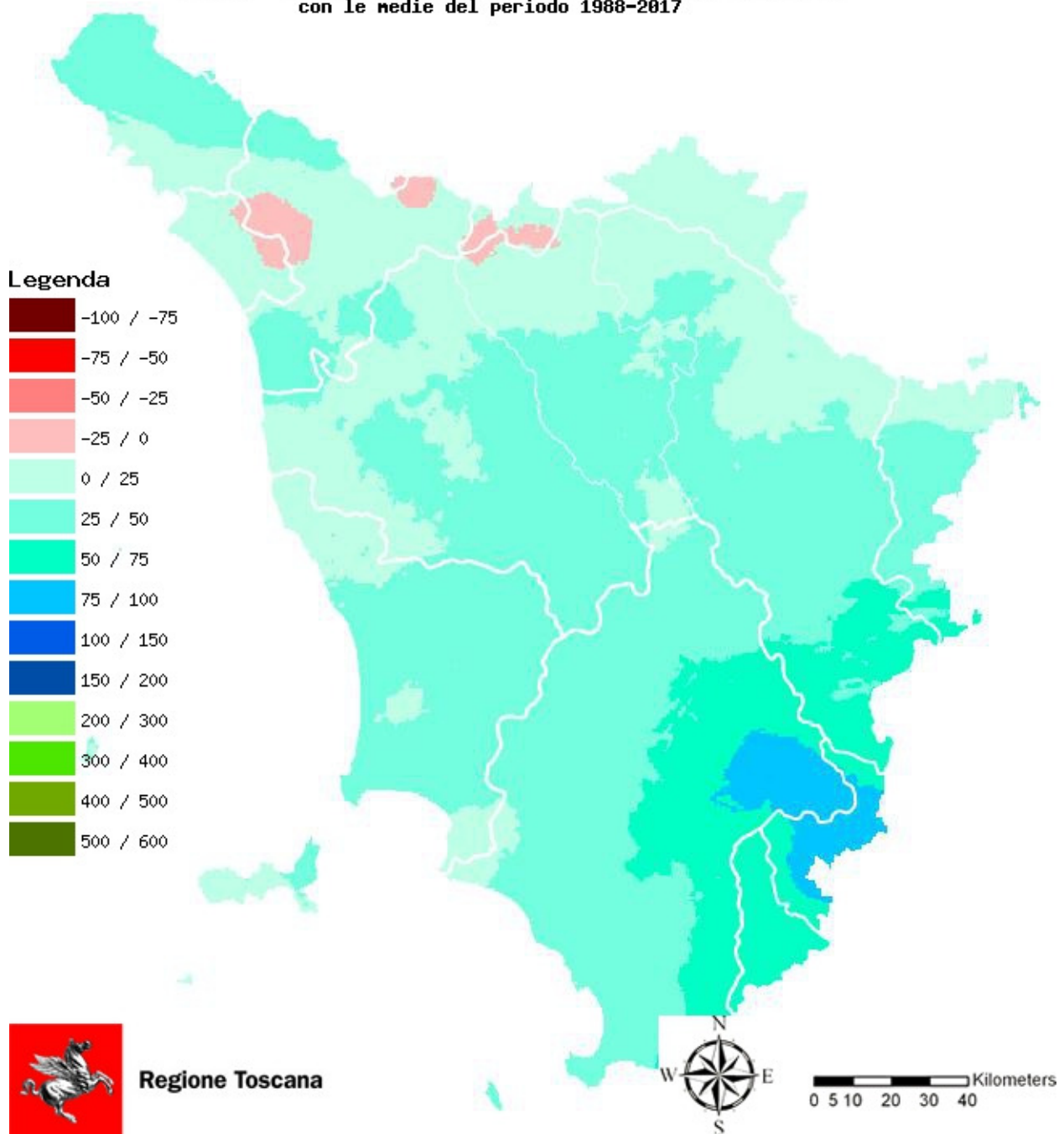




**Regione Toscana**

**Regione Toscana - Giunta Regionale**  
Direzione Difesa del Suolo e Protezione Civile  
Settore Idrologico Regionale  
Centro Funzionale della Regione Toscana

**Fig. 2 - Confronto tra le precipitazioni (%) dell'anno 2018 con le medie del periodo 1988-2017**

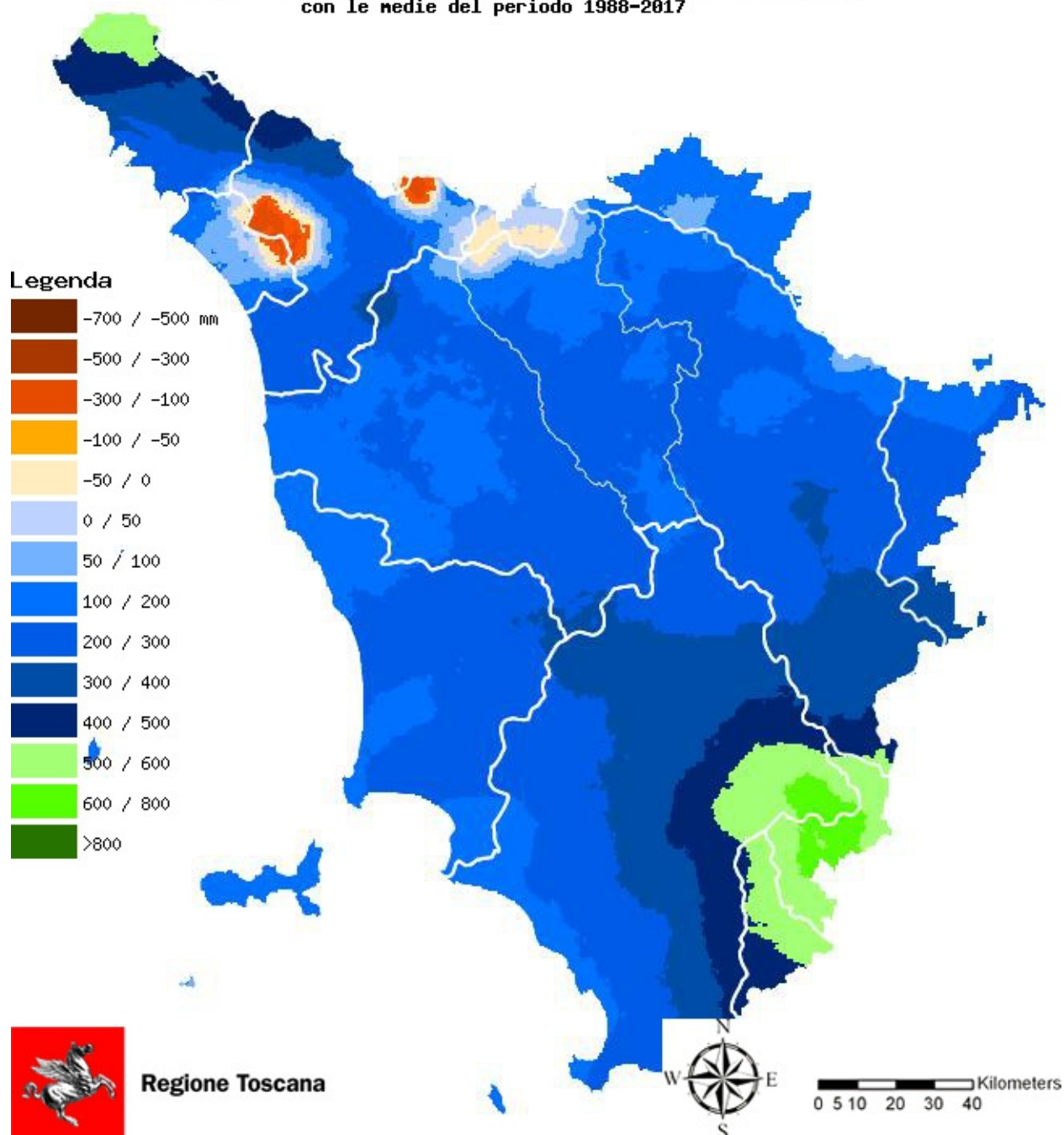




Regione Toscana

Regione Toscana - Giunta Regionale  
Direzione Difesa del Suolo e Protezione Civile  
Settore Idrologico Regionale  
Centro Funzionale della Regione Toscana

Fig. 3 - Confronto tra le precipitazioni (mm) dell'anno 2018 con le medie del periodo 1988-2017

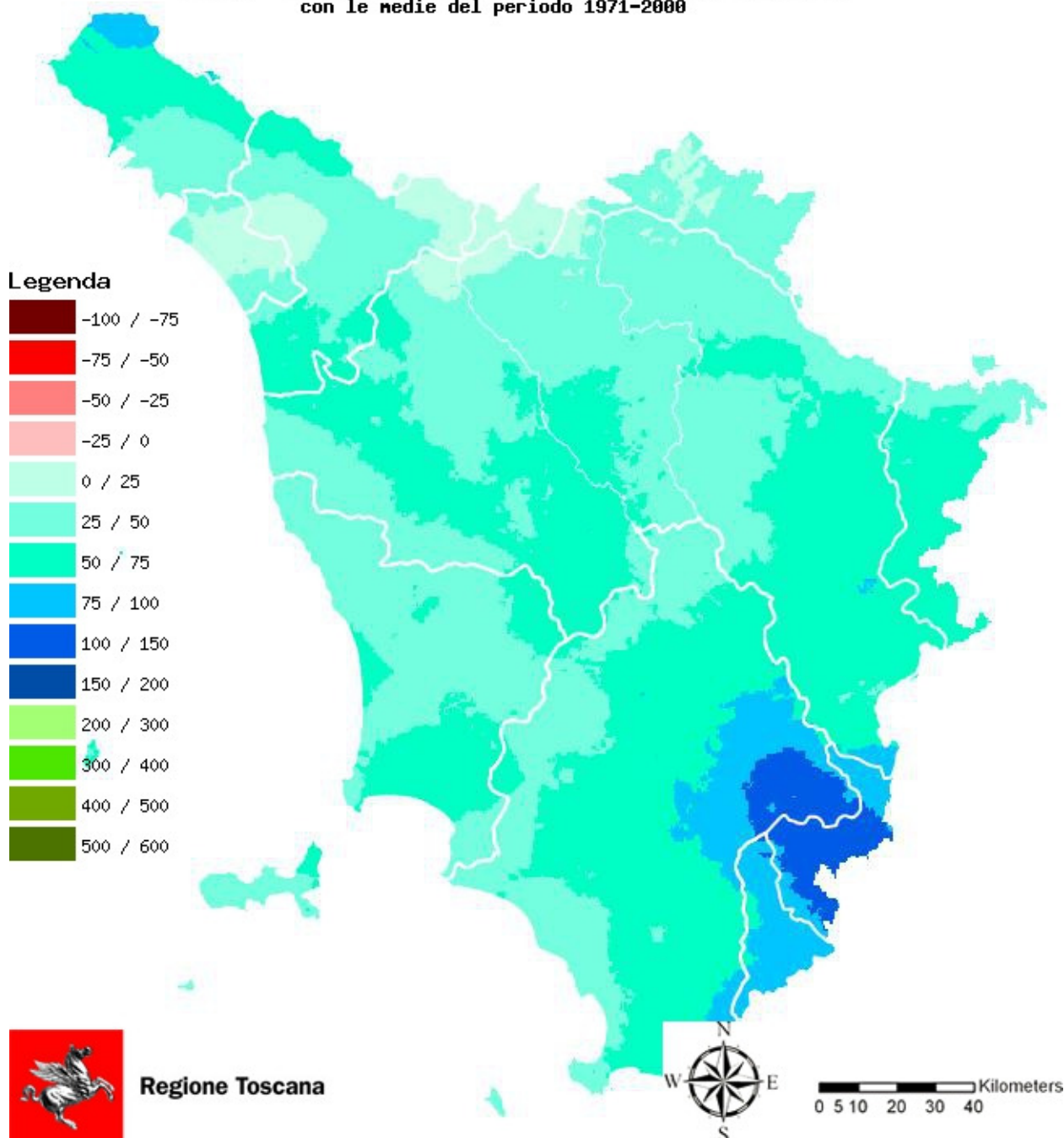




Regione Toscana

Regione Toscana - Giunta Regionale  
Direzione Difesa del Suolo e Protezione Civile  
Settore Idrologico Regionale  
Centro Funzionale della Regione Toscana

Fig. 4 - Confronto tra le precipitazioni (%) dell'anno 2018 con le medie del periodo 1971-2000



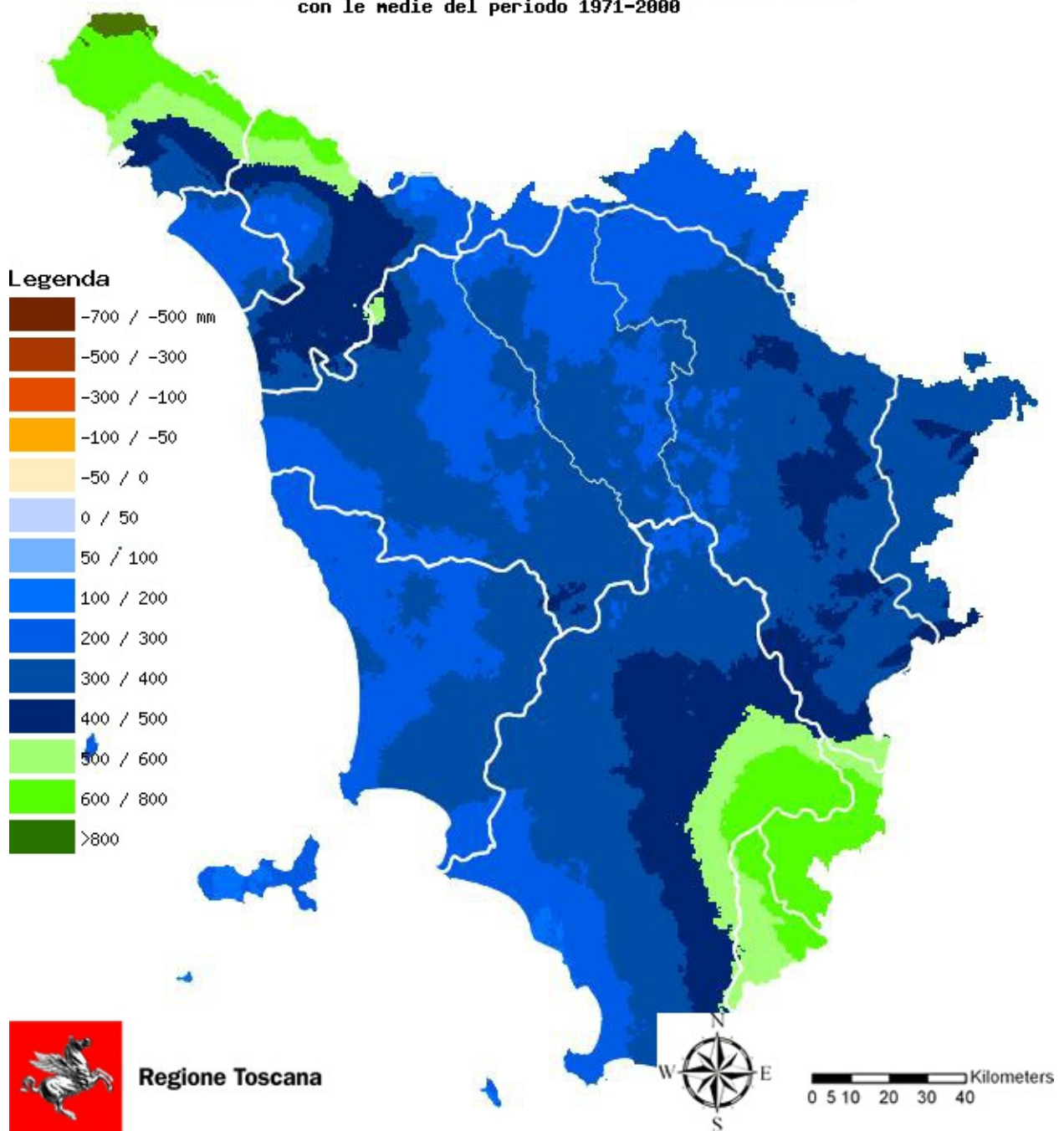




Regione Toscana

Regione Toscana - Giunta Regionale  
Direzione Difesa del Suolo e Protezione Civile  
Settore Idrologico Regionale  
Centro Funzionale della Regione Toscana

Fig. 5 - Confronto tra le precipitazioni (mm) dell'anno 2018 con le medie del periodo 1971-2000

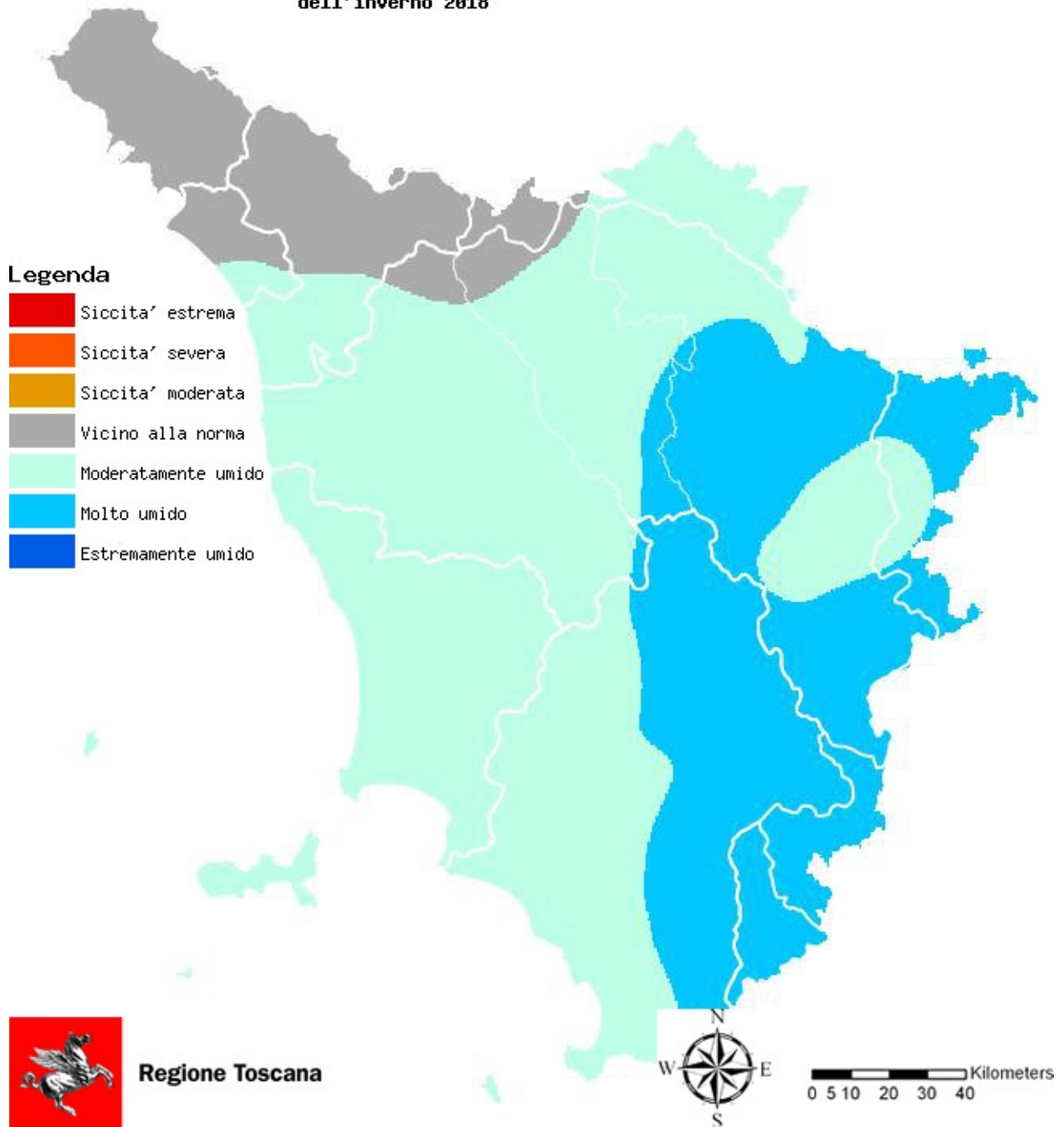




**Regione Toscana**

**Regione Toscana - Giunta Regionale**  
Direzione Difesa del Suolo e Protezione Civile  
Settore Idrologico Regionale  
Centro Funzionale della Regione Toscana

**Fig. 6 - Distribuzione dell'indice SPI (Standardized Precipitation Index) dell'inverno 2018**



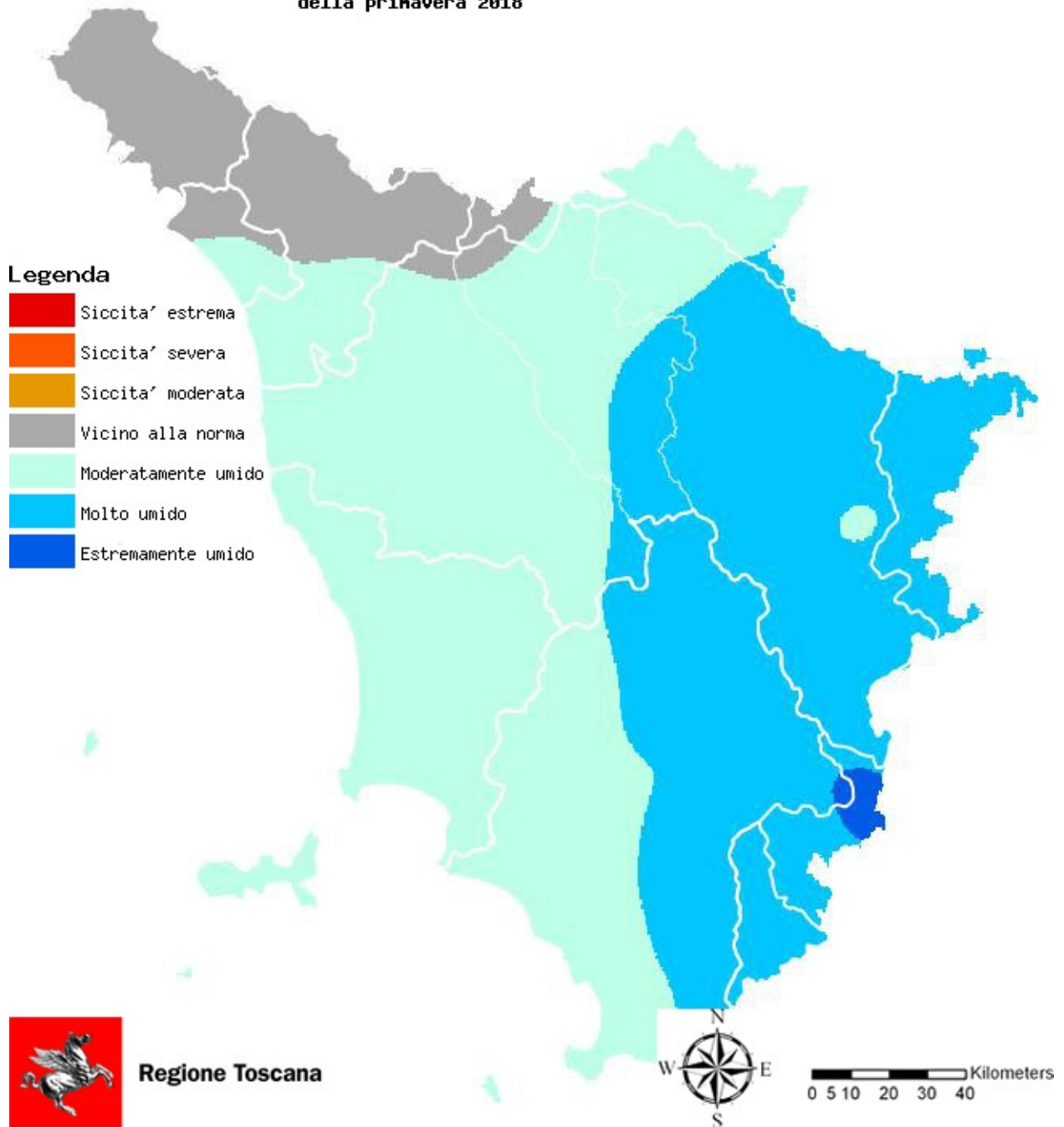
**Regione Toscana**



**Regione Toscana**

**Regione Toscana - Giunta Regionale**  
Direzione Difesa del Suolo e Protezione Civile  
Settore Idrologico Regionale  
Centro Funzionale della Regione Toscana

**Fig. 7 - Distribuzione dell'indice SPI (Standardized Precipitation Index) della primavera 2018**

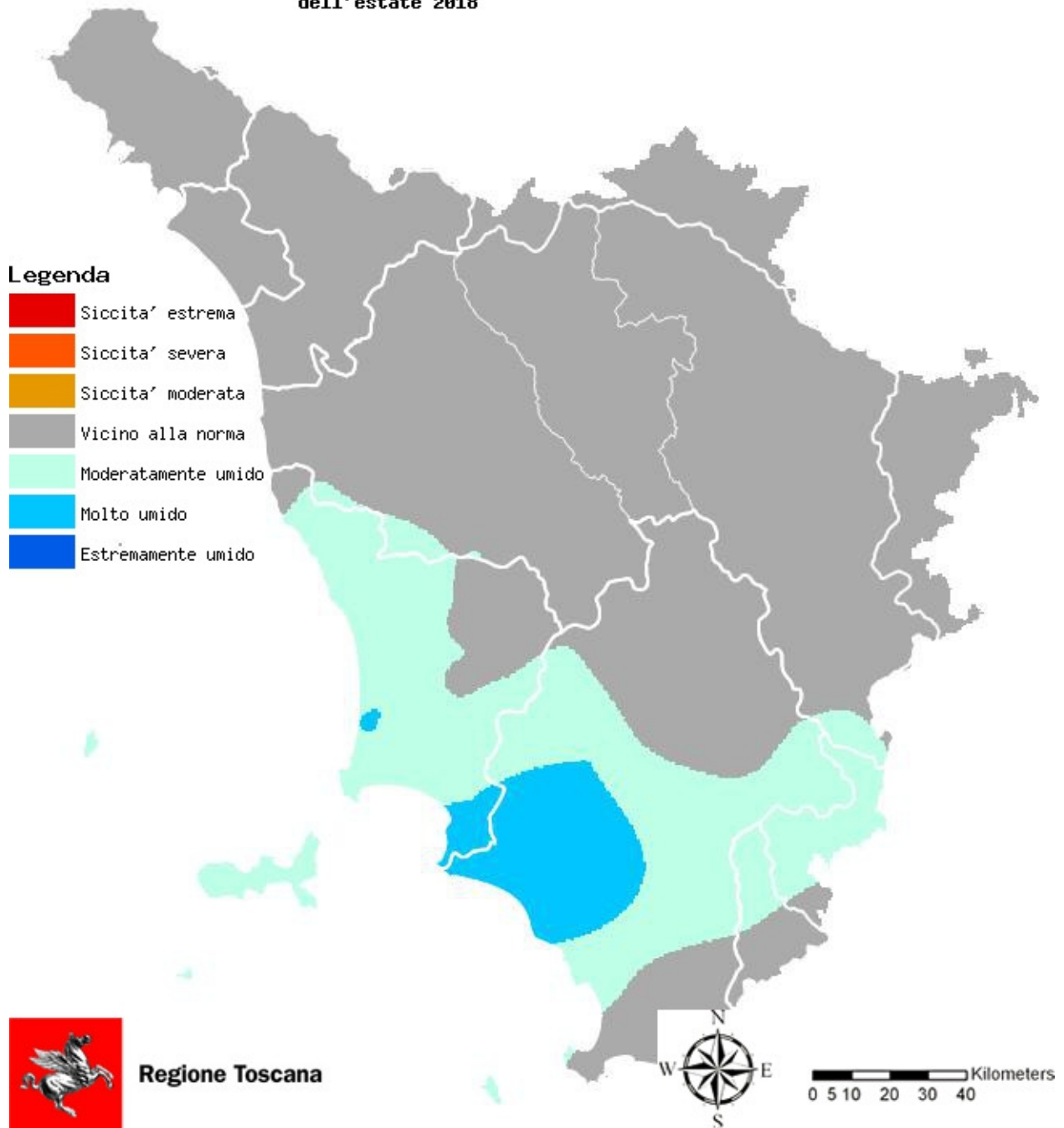




**Regione Toscana**

**Regione Toscana - Giunta Regionale**  
Direzione Difesa del Suolo e Protezione Civile  
Settore Idrologico Regionale  
Centro Funzionale della Regione Toscana

**Fig. 8 - Distribuzione dell'indice SPI (Standardized Precipitation Index) dell'estate 2018**

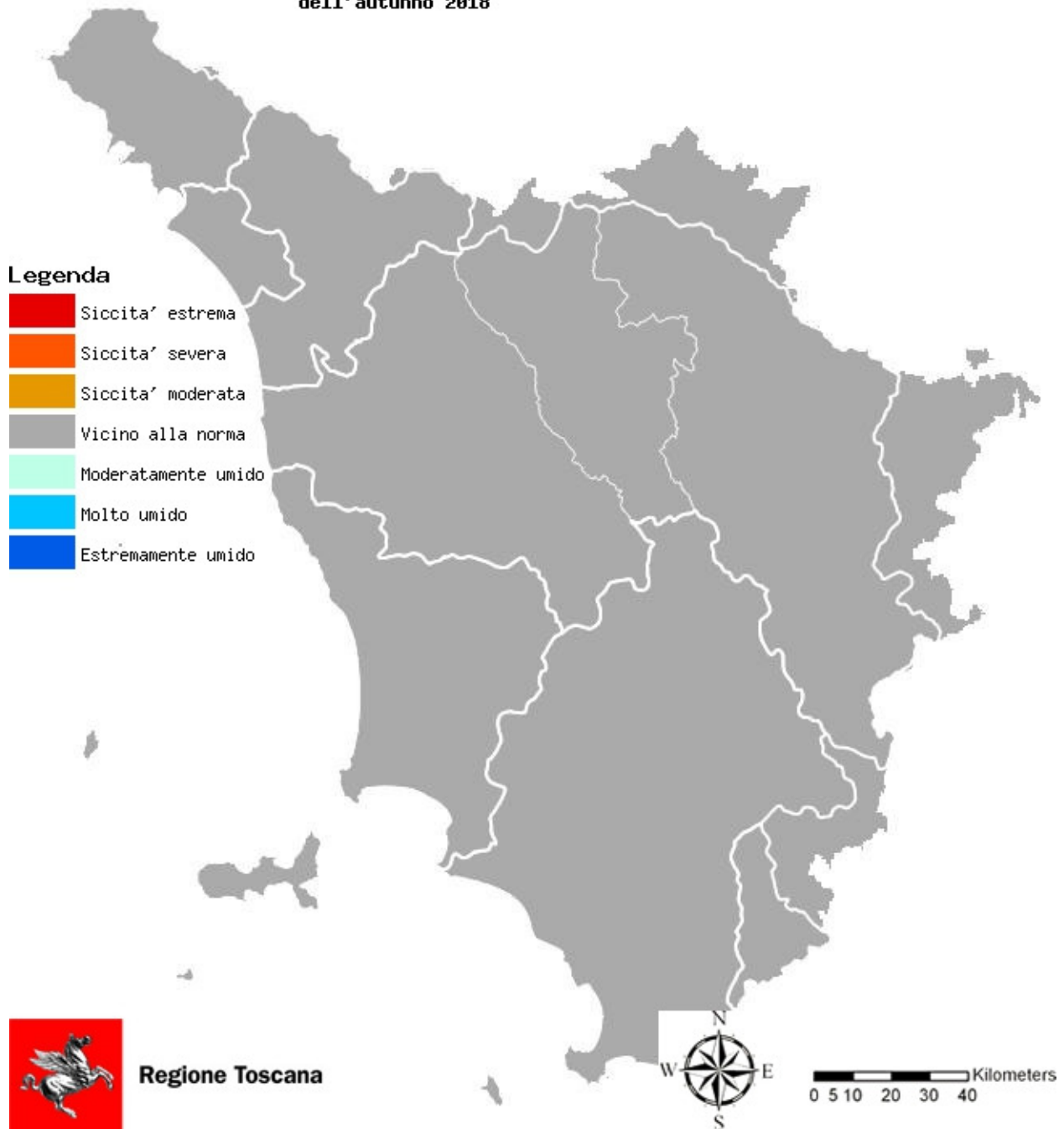




**Regione Toscana**

**Regione Toscana - Giunta Regionale**  
Direzione Difesa del Suolo e Protezione Civile  
Settore Idrologico Regionale  
Centro Funzionale della Regione Toscana

**Fig. 9 - Distribuzione dell'indice SPI (Standardized Precipitation Index) dell'autunno 2018**



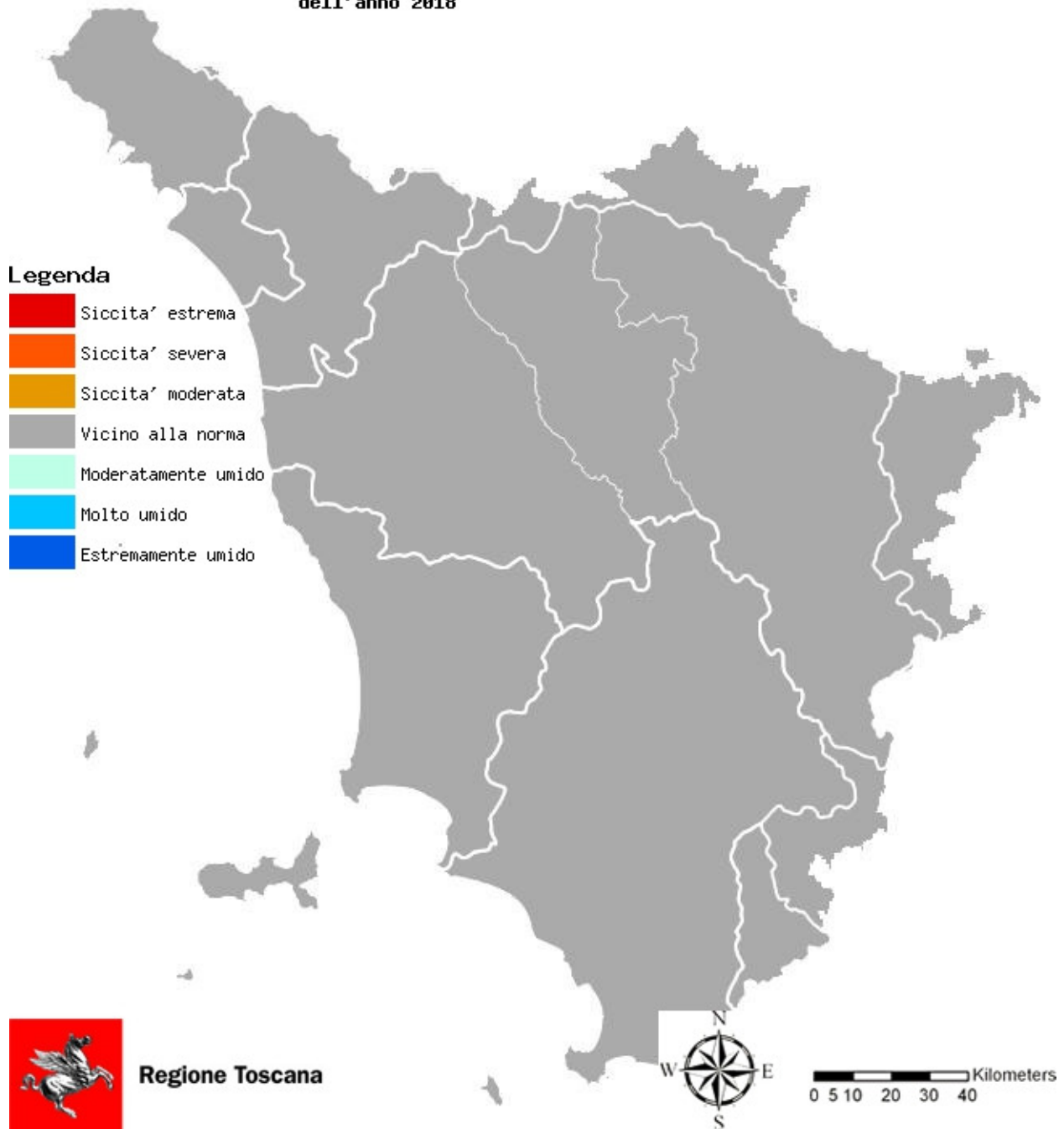
**Regione Toscana**



**Regione Toscana**

**Regione Toscana - Giunta Regionale**  
Direzione Difesa del Suolo e Protezione Civile  
Settore Idrologico Regionale  
Centro Funzionale della Regione Toscana

**Fig. 10 - Distribuzione dell'indice SPI (Standardized Precipitation Index) dell'anno 2018**



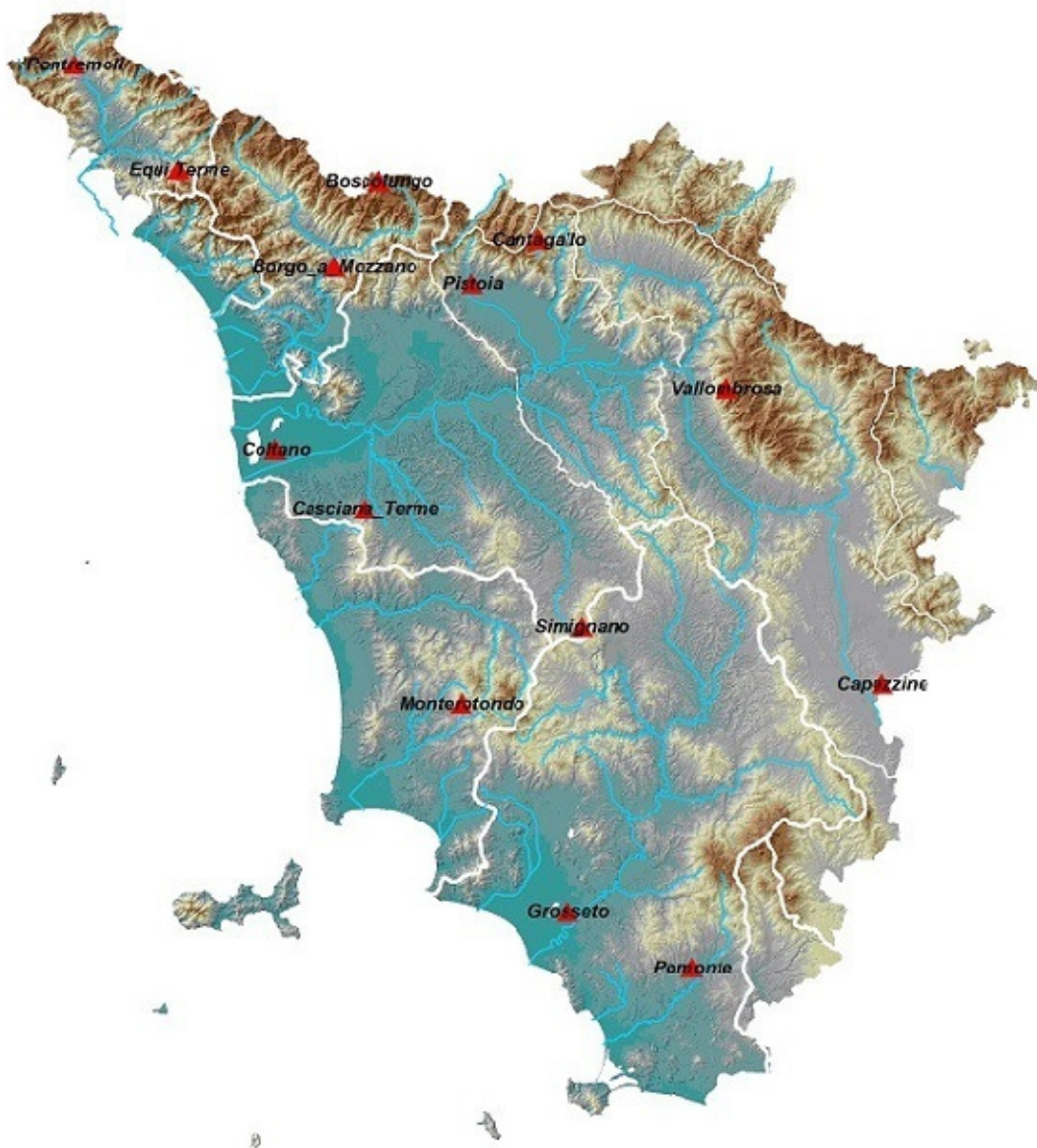
**Regione Toscana**



Regione Toscana

Regione Toscana - Giunta Regionale  
Direzione Difesa del Suolo e Protezione Civile  
Settore Idrologico Regionale  
Centro Funzionale della Regione Toscana

## ANALISI DEI TREND CLIMATICI (1916-2014)





Regione Toscana

Regione Toscana - Giunta Regionale  
Direzione Difesa del Suolo e Protezione Civile  
Settore Idrologico Regionale  
Centro Funzionale della Regione Toscana

## ELABORAZIONE DEI DATI PLUVIOMETRICI STORICI e ANALISI DEI RISULTATI

### Commento generale

#### ELABORAZIONE DEI DATI PLUVIOMETRICI STORICI

Al fine di redigere uno studio completo delle precipitazioni a scala regionale, sono state inoltre eseguite analisi basate su un periodo di oltre 100 anni di osservazioni (1916-2018) che hanno permesso di individuare trend evolutivi dell'andamento delle precipitazioni su lungo periodo; tali elaborazioni sono state successivamente rappresentate e sintetizzate su tabelle e grafici che riportano i valori massimi ed i minimi storici e indicano le variazioni rispetto alle medie calcolate sull'intero periodo. L'analisi delle precipitazioni è stata condotta su 14 stazioni distribuite in maniera omogenea sul territorio regionale; queste stazioni sono state individuate in base alla maggiore disponibilità di dati in termini di lunghezza e di consistenza della serie storica previa valutazione della possibilità di correlare i dati registrati dalla stazione meccanica con quelli della stazione automatica limitrofa (cfr. DGRT N. 857/2010) per garantire la continuità delle osservazioni pluviometriche fino ai giorni nostri. Per ciascuna delle suddette 14 stazioni sono stati considerati ed analizzati i dati di pioggia ad aggregazione giornaliera a partire dalla data di inizio delle osservazioni fino al 31/12/2018. Le analisi sono state condotte disponendo di dati relativi a tutta la "popolazione di riferimento" ("statistica descrittiva") e calcolando i vari indicatori climatici (pioggia cumulata, classi di frequenza, ecc.) come valore medio tra le 14 stazioni considerate. Al fine di valutare le possibili anomalie rispetto ai valori medi di precipitazione sono stati elaborati i cumulati annuali di pioggia, il numero dei giorni piovosi e la suddivisione in classi degli eventi di pioggia in relazione all'intensità del fenomeno. Per prima cosa, è stato esaminato l'andamento nel tempo dei contributi annui di pioggia mediante la costruzione di un istogramma che rappresenta in forma grafica il contributo di pioggia medio nel corso degli anni (fig. 1). Nel grafico di figura 1 sono riportati, oltre alle piogge cumulate medie annuali (esprese in mm), il valore medio dell'intero periodo di osservazione (linea rossa marcata), i valori della deviazione standard (linee rosse tratteggiate) e il trend (linea nera). Dall'esame dell'andamento dei dati cumulati annuali, a parte qualche annata particolarmente piovosa come quelle del 2010, 2013 e 2014 (caratterizzata da valori cumulati ben al di sopra della media storica), in generale negli ultimi decenni è possibile evidenziare una minima tendenza negativa degli apporti meteorici, con valori che si attestano al di sotto del 4-5% rispetto alla media del periodo 1916-2018, indicando quindi un andamento degli apporti pluviometrici annuali sostanzialmente costante nel tempo.

Altro aspetto di fondamentale importanza per la definizione dei caratteri pluviometrici, è quello legato all'analisi delle intensità dei diversi fenomeni piovosi, cioè di come determinate quantità cumulate di pioggia si siano ripartite all'interno di una certa finestra temporale (es. anno). Per valutare le variazioni della distribuzione delle precipitazioni nel corso degli ultimi 100 anni, queste sono state suddivise in sette classi (C1: <1 mm; C2: da 1 a 10 mm; C3: da 10,1 a 20 mm; C4: da 20,1 a 30 mm; C5: da 30,1 a 40 mm; C6: da 40,1 a 50 mm; C7: > 50 mm) in base alla loro intensità e si sono studiate le loro variazioni; in pratica, per ciascun anno, è stato contato il numero di eventi meteorici che ricadono nei vari "sotto-intervalli" (classi), focalizzando, tuttavia, l'attenzione delle analisi sulle classi che indicano le piogge intense (C7), sulle piogge "medio-alte" (C4+C5+C6), sulle piogge "medio-basse" (C2+C3) e sui giorni non piovosi (C1, ovvero giorni in cui è stata misurata un'altezza di precipitazione inferiore ad un millimetro).

#### ANALISI DEI RISULTATI

Le elaborazioni condotte sul campione di stazioni di monitoraggio pluviometrico con serie storiche dei dati estese, di seguito rappresentate in forma grafica, hanno evidenziato, come già esposto, un sostanziale apporto meteorico costante su base regionale (si veda fig. "Pioggia cumulata media annua") in termini di tendenza generale calcolata sull'intero periodo storico analizzato (1916-2018).

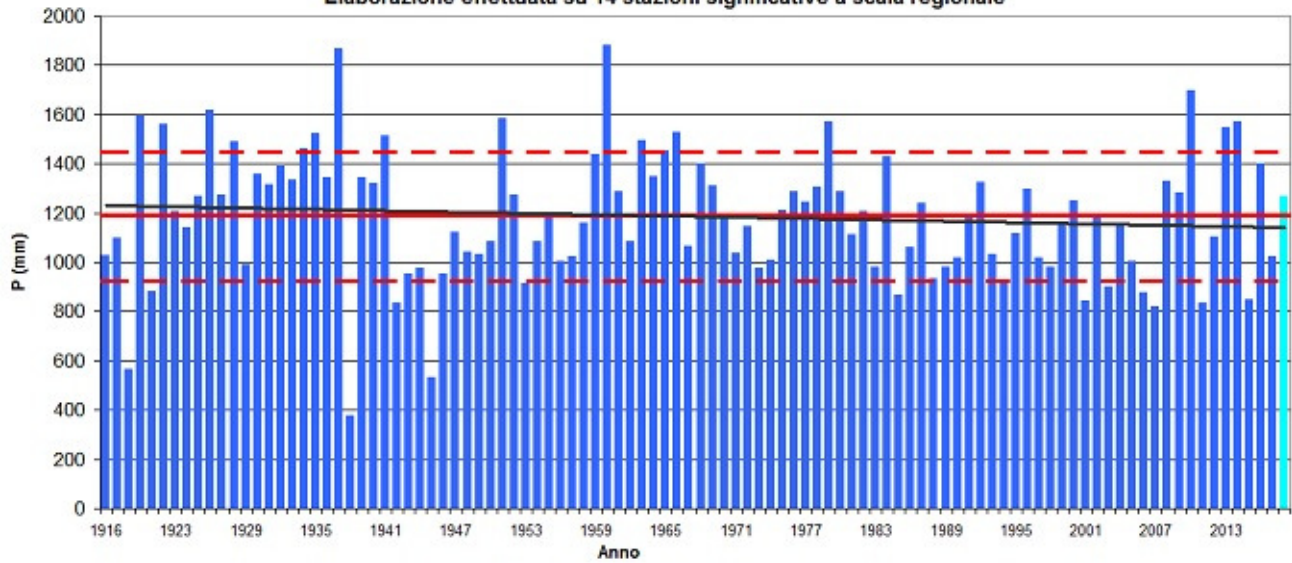
Nonostante nell'ultimo decennio appare mutato qualche aspetto nel carattere delle piogge analizzate corrispondente ad un sostanziale aumento dei giorni caratterizzati da forti intensità di pioggia ( $P \geq 50$  mm/giorno, si veda fig. "Numero dei giorni piovosi -  $P > 50$  mm/giorno") con valori che in alcuni anni si avvicinano al triplo della media e contestualmente si distingue una minima diminuzione dei giorni non piovosi (così come mostrato dalla linea di tendenza - linea verde - di figura "Numero di giorni con assenza di pioggia -  $P < 1$  mm/giorno"), l'anno 2018 è stato caratterizzato da una 'positiva' inversione di tendenza, in quanto è stato registrato un elevato numero di giorni con piogge ad intensità medio-bassa (figura "Numero di giorni piovosi -  $P = 1-20$  mm/giorno") ed un esiguo (sotto la deviazione standard) numero di giorni a pioggia intensa (figura "Numero di giorni piovosi -  $P \geq 50$  mm/giorno"); a tal riguardo, si evidenzia che la suddetta pioggia di intensità medio-bassa ( $P = 1-20$  mm/giorno) per l'anno 2018 ha raggiunto il massimo numero di giorni dell'intera serie storica; analogamente, il numero di giorni di pioggia a intensità elevata ( $P > 50$  mm/giorno) risulta tra i più bassi della serie storica considerata.

Inoltre l'anno 2018 si è contraddistinto per un alto numero complessivo dei giorni piovosi (anche in questo caso il maggiore dell'intera serie).

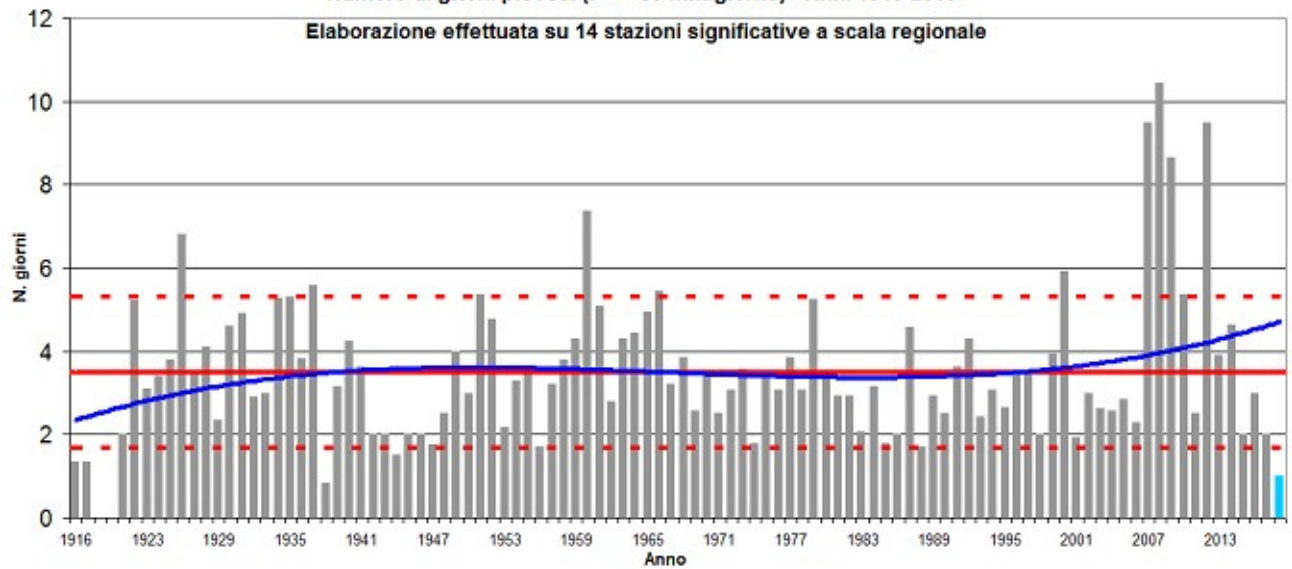




**Pioggia cumulata MEDIA annua (mm) - Anni 1916-2018**  
Elaborazione effettuata su 14 stazioni significative a scala regionale

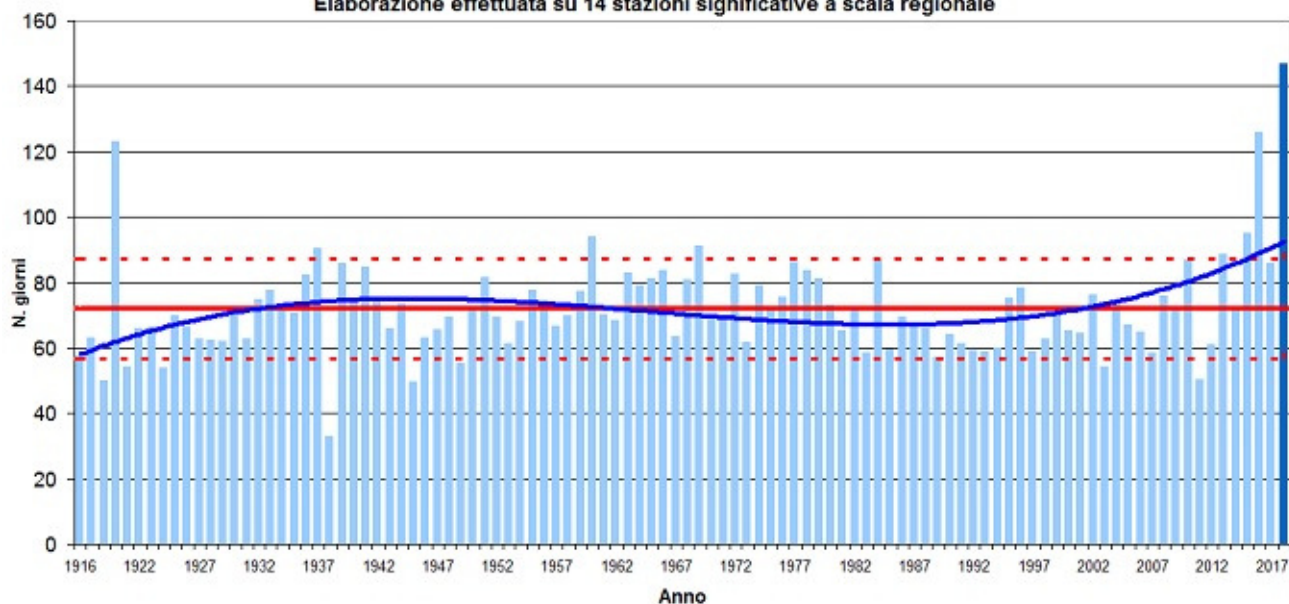


**Numero di giorni piovosi (P >= 50 mm/giorno) - Anni 1916-2018**  
Elaborazione effettuata su 14 stazioni significative a scala regionale

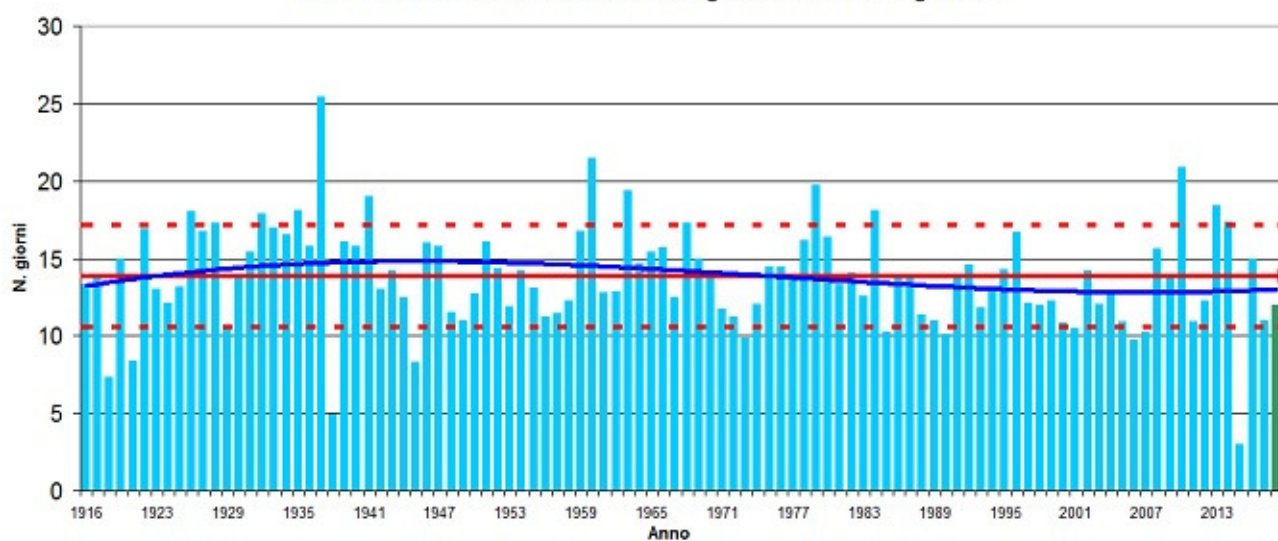




Numero di giorni piovosi (P = 1 - 20 mm/giorno) - Anni 1916-2018  
Elaborazione effettuata su 14 stazioni significative a scala regionale

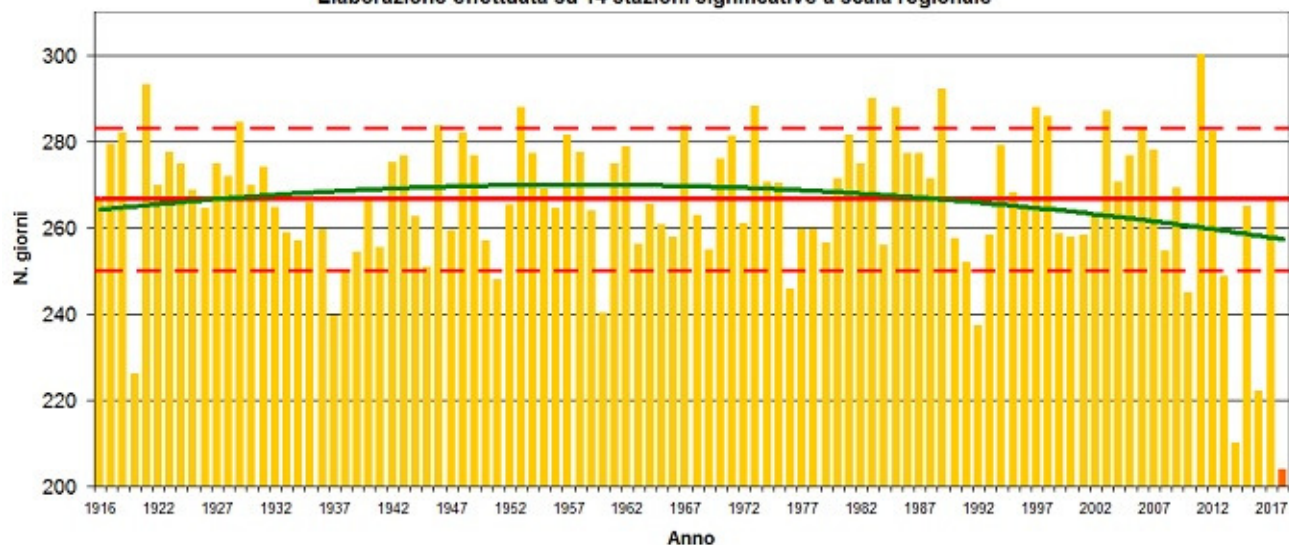


Numero di giorni piovosi (P = 20 - 50 mm/giorno) - Anni 1916-2018  
Elaborazione effettuata su 14 stazioni significative a scala regionale

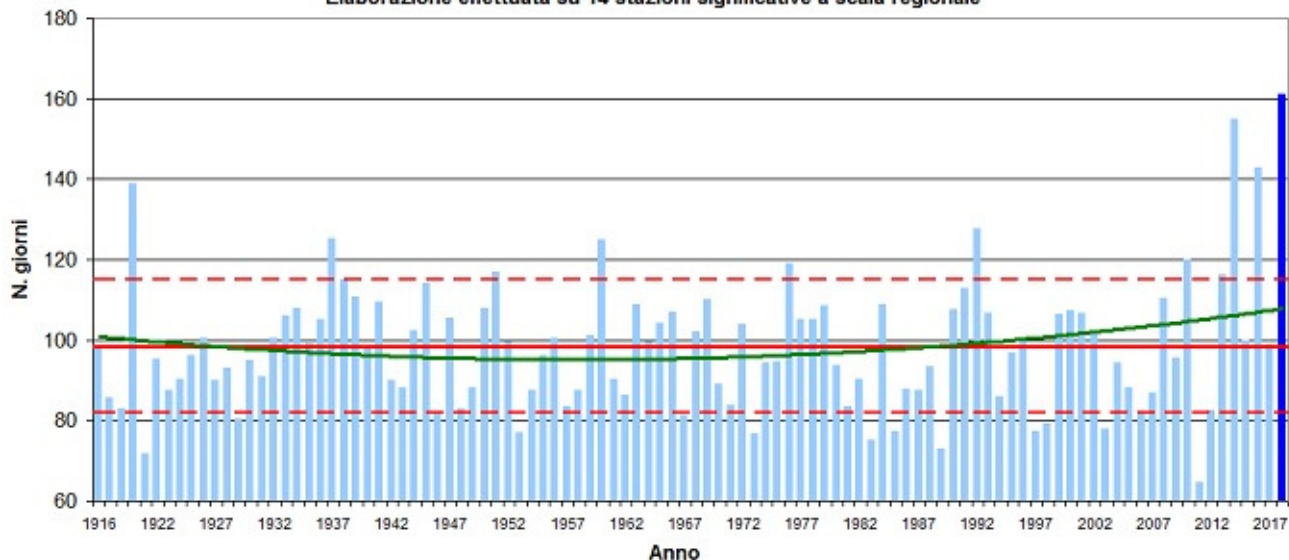




Numero di giorni con assenza di pioggia ( $P < 1$  mm/giorno) - Anni 1916-2018  
Elaborazione effettuata su 14 stazioni significative a scala regionale



Numero di giorni con pioggia ( $P \geq 1$  mm/giorno) - Anni 1916-2018  
Elaborazione effettuata su 14 stazioni significative a scala regionale





Numero di giorni con pioggia ( $P \geq 1$  mm/giorno) e senza pioggia ( $P < 1$  mm/giorno) - Anni 1916-2018  
Elaborazione effettuata su 14 stazioni significative a scala regionale

