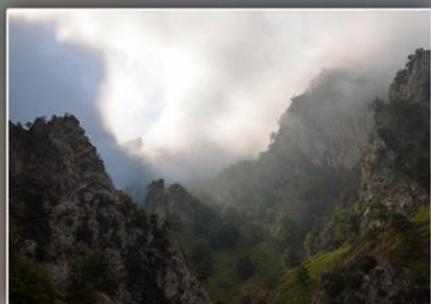


# Gli indicatori del CLIMA in Italia nel 2013

ANNO IX



# **Gli indicatori del CLIMA in Italia nel 2013**

---

**ANNO IX**

---

## **Informazioni legali**

L'istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale (ISPRA) e le persone che agiscono per conto dell'Istituto non sono responsabili per l'uso che può essere fatto delle informazioni contenute in questo rapporto.

**ISPRA** – Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale  
Via Vitaliano Brancati, 48 – 00144 Roma  
[www.isprambiente.gov.it](http://www.isprambiente.gov.it)

ISPRA, Stato dell'Ambiente 50/2014

ISBN 978-88-448-0667-5

Riproduzione autorizzata citando la fonte

## **Elaborazione grafica**

ISPRA

*Grafica di copertina:* Franco Iozzoli

*Foto di copertina:* Franco Desiato, Franco Iozzoli

## **Coordinamento editoriale:**

Daria Mazzella

**ISPRA** - Settore Editoria

Luglio 2014

---

## **Autori**

Franco Desiato, Guido Fioravanti, Piero Frascchetti, Walter Perconti, Emanuela Piervitali (ISPRA)  
Valentina Pavan (ARPA Emilia-Romagna).

## **Contributi e ringraziamenti**

La pubblicazione rientra tra le attività dell'ISPRA, nell'adempimento dei compiti che le assegna la legge istitutiva in materia di diffusione di dati e informazioni sulle condizioni oggettive e tendenziali dell'ambiente. Essa si basa in gran parte su statistiche e indicatori climatici elaborati attraverso il sistema SCIA, realizzato dall'ISPRA e alimentato grazie alla collaborazione e alle serie di dati dei seguenti organismi:

Servizio Meteorologico dell'Aeronautica Militare;

Unità di Ricerca per la Climatologia e la Meteorologia applicate all'Agricoltura (CRA-CMA);

ARPA Piemonte, Valle d'Aosta, Lombardia, Friuli Venezia Giulia, Veneto, Liguria, Emilia-Romagna, Sardegna;

Regione Campania, ARPA e Centro Funzionale di Protezione Civile;

Regione Sicilia, Servizio Informativo Agrometeorologico Siciliano (SIAS);

Regione Marche, Agenzia Servizi Settore Agroalimentare delle Marche (ASSAM).

Per gli indicatori climatici del 2013, oltre al CRA-CMA si ringraziano in particolare (tra parentesi, i referenti per il sistema SCIA):

ARPA Piemonte (Barbara Cagnazzi, Chiara De Luigi);

ARPA Valle d'Aosta (Tiziana Magri);

ARPA Lombardia (Orietta Cazzuli, Erica Brambilla);

ARPA Friuli Venezia Giulia (Andrea Cicogna);

ARPA Veneto (Francesco Rech);

ARPA Emilia-Romagna (Valentina Pavan);

ARPA Sardegna (Alessandro Delitala, Michele Fiori);

ARPA Campania (Giuseppe Onorati);

ASSAM Marche (Daniele Sparvoli).

SIAS Sicilia (Luigi Pasotti)

Altre fonti sono le banche dati accessibili online della *National Oceanic and Atmospheric Administration* (NOAA) e dei Centri Funzionali di ARPA Calabria e Meteotrentino.

Si ringraziano inoltre, per le informazioni riportate nel capitolo 2:

ARPA Sardegna e Protezione Civile Regione Sardegna;

Centro Funzionale Regione Marche;

Consorzio LaMMA e Servizio Idrologico del Centro Funzionale Regione Toscana;

Centro Funzionale Regione Umbria;

ARPA-SIMC Emilia-Romagna;

Centro Funzionale Regione Liguria e ARPAL;

ARPA Piemonte - Dipartimento Servizi Previsionali;

Centro Funzionale della Regione Autonoma Valle d'Aosta;

ARPA Lombardia - Servizio Meteorologico Regionale;

Province Autonome di Trento e di Bolzano;

ARPA Veneto - Dipartimento Regionale per la Sicurezza del Territorio;

Osservatorio Meteorologico Regionale OSMER ARPA Friuli Venezia Giulia.

---

## Indice generale

Sintesi.....	6
1. Introduzione.....	8
2. IL CLIMA NEL 2013 .....	9
2.1 Il clima 2013 a grande scala .....	9
2.2 Circolazione e fenomeni significativi sull'Italia.....	16
3. TEMPERATURA.....	29
4. TEMPERATURA SUPERFICIALE DEL MARE .....	50
5. PRECIPITAZIONE .....	53
6. UMIDITÀ RELATIVA.....	71
RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI.....	75

---

## SINTESI

Il IX rapporto della serie “Gli indicatori del clima in Italia” illustra l’andamento del clima nel corso del 2013 e aggiorna la stima delle variazioni climatiche negli ultimi decenni in Italia. Il rapporto si basa in gran parte su indicatori climatici derivati dal Sistema nazionale per la raccolta, l’elaborazione e la diffusione dei dati Climatologici di Interesse Ambientale (SCIA, [www.scia.isprambiente.it](http://www.scia.isprambiente.it)), realizzato dall’ISPRA in collaborazione e con i dati degli organismi titolari di molte delle principali reti osservative presenti sul territorio nazionale. Complessivamente, nel 2013 gli indicatori di temperatura e precipitazione sono stati derivati da circa 900 stazioni distribuite sull’intero territorio nazionale.

Lo studio della variabilità del clima presente e passato è di fondamentale importanza per valutare gli impatti e definire le strategie di adattamento ai cambiamenti climatici. Anche per questo motivo, pure questa edizione del rapporto riporta le stime delle tendenze climatiche nell’ultimo mezzo secolo, attraverso indicatori rappresentativi dell’andamento sia delle medie che degli estremi di temperatura e precipitazione.

Anche il 2013 è stato un anno più caldo della media climatologica, sia a livello globale che in Italia. A scala globale il 2013 è stato in assoluto uno degli anni più caldi dell’ultimo mezzo secolo: l’anomalia della temperatura media sulla terraferma rispetto al trentennio climatologico di riferimento 1961-1990, è stata di  $+0.88^{\circ}\text{C}$  e colloca il 2013 al 4° posto dell’intera serie dal 1961. In Italia, il 2013 è stato il 22° anno consecutivo con temperatura media più elevata della norma e, con un’anomalia media di  $+1.04^{\circ}\text{C}$ , si colloca al 10° posto nell’intera serie. Gli anni più caldi dell’ultimo mezzo secolo sono stati il 1994, il 2003 e il 2000, con anomalie della temperatura media comprese tra  $+1.35$  e  $+1.38^{\circ}\text{C}$ . Le temperature massime registrano in media un aumento leggermente superiore a quello delle temperature minime, anche se nel 2013 l’anomalia positiva della temperatura media annuale va attribuita in parte leggermente maggiore alle temperature minime rispetto alle temperature massime.

La stima aggiornata del rateo di variazione della temperatura media in Italia dal 1981 al 2013 è di  $+0.34 \pm 0.07^{\circ}\text{C} / 10$  anni, a cui corrisponde, nello stesso periodo, un aumento di  $1.09 \pm 0.22^{\circ}\text{C}$ .

Il rateo di aumento della temperatura media è più consistente in estate e in primavera e più debole in autunno e in inverno.

Tutti i mesi del 2013 sono stati più caldi della norma, ad eccezione di febbraio e, solo al Nord, di marzo e maggio. Al Nord il mese più caldo rispetto alla norma è stato dicembre, con un’anomalia media di  $+2.60^{\circ}\text{C}$ , seguito da luglio ( $+2.45^{\circ}\text{C}$ ) e agosto ( $+1.95^{\circ}\text{C}$ ), mentre a febbraio l’anomalia negativa è stata di  $-1.25^{\circ}\text{C}$ . Al Centro l’anomalia più elevata è stata registrata ad aprile ( $+2.36^{\circ}\text{C}$ ), seguita da ottobre ( $+2.35^{\circ}\text{C}$ ) e agosto ( $+2.16^{\circ}\text{C}$ ), mentre a febbraio l’anomalia negativa è stata di  $-1.21^{\circ}\text{C}$ . Al Sud e sulle Isole i mesi più caldi rispetto alla norma sono stati ottobre, aprile e agosto, con anomalie  $+2.39$ ,  $+2.12$  e  $1.60^{\circ}\text{C}$  rispettivamente, mentre a febbraio l’anomalia negativa è stata di  $-0.80^{\circ}\text{C}$ .

Gli indicatori degli estremi di temperatura sono in linea con l’anomalia termica positiva. Nel 2013 il numero medio di giorni con gelo, cioè il numero medio di giorni con temperatura minima minore o uguale a  $0^{\circ}\text{C}$ , è stato inferiore al valore normale 1961-1990 (in media, circa 10 giorni in meno nell’anno). Negli ultimi 20 anni i giorni con gelo sono stati sempre meno della norma, ad eccezione del 2005 e del 1993. Il numero medio di notti tropicali, cioè con temperatura minima maggiore di  $20^{\circ}\text{C}$ , nel 2013 è stato superiore al valore normale come sempre negli ultimi 13 anni: in media, circa 10 giorni in più nell’anno. Il numero medio di giorni estivi, cioè con temperatura massima maggiore di  $25^{\circ}\text{C}$ , è stato anch’esso superiore alla media climatologica: in media, circa 13 giorni in più nell’anno; il 2013 è il 14° anno consecutivo con valore superiore alla norma 1961-1990.

Nel 2013 la temperatura superficiale dei mari italiani, sulla base di dati elaborati dalla NOAA su grigliato regolare, si colloca al quinto posto della serie che parte dal 1961, con un’anomalia media di  $+0.61^{\circ}\text{C}$ . Negli ultimi 17 anni l’anomalia media è stata sempre positiva. Nel 2013 essa è stata positiva in tutti i mesi dell’anno tranne a marzo, con massimo a novembre ( $+1.2^{\circ}\text{C}$ ).

Le precipitazioni sono state complessivamente superiori alla media climatologica del 10% circa

---

(+14% al Nord, +9% al Centro e +7% al Sud e sulle Isole).

Le precipitazioni massime giornaliere sono state registrate in Sardegna in occasione dell'alluvione che ha colpito duramente la regione il 18 novembre 2013 e hanno toccato punte ben superiori a 300 mm. Valori superiori a 200 mm in un giorno sono stati registrati anche in diverse località del Veneto, della Liguria e del Friuli Venezia Giulia.

Nell'intervallo 1951-2013 i valori medi delle precipitazioni cumulate annuali risultano essere in leggera diminuzione ma in modo statisticamente significativo solo al Centro (rateo di variazione pari a  $-2.7 \pm 0.9\%$  /10 anni). Su base stagionale e considerando una sola serie aggregata per tutto il territorio nazionale la diminuzione risulta statisticamente significativa solo in inverno ( $-4.6 \pm 1.8\%$  /10 anni).

I valori più elevati del numero di giorni asciutti, cioè con precipitazione inferiore o uguale a 1 mm, si sono registrati a Capo Bellavista in Sardegna (323 giorni), Capo Spartivento in Calabria (317 giorni), Cozzo Spadaro e Acate in Sicilia (313 e 312 giorni, rispettivamente). Il valore più basso è stato registrato nella stazione di montagna di Crep di Pecol (BL, 1811 m s.l.m.) con 195 giorni.

Un indicatore di siccità, il numero massimo di giorni asciutti consecutivi nell'anno 2013, presenta valori distribuiti da un minimo di 6 giorni per la stazione sinottica di Aviano (Friuli Venezia Giulia) a un massimo di 125 giorni per la stazione di Scicli della rete agrometeorologica regionale della Sicilia. Altre 13 stazioni della Sicilia, tra cui quelle delle isole di Ustica e Lampedusa, registrano un valore maggiore di 100 giorni.

Complessivamente, il 2013 è stato caratterizzato da persistenti anomalie termiche positive soprattutto nella seconda parte dell'anno. Le precipitazioni sono state mediamente superiori alla norma e un contributo sostanziale ai totali pluviometrici è stato fornito da eventi meteorologici estremi. Ciò ha reso il territorio più instabile soprattutto nelle aree montane alpine e appenniniche, dove si sono attivati o riattivati dissesti e frane. L'evento più disastroso ha colpito la Sardegna nel mese di novembre, ma anche alcuni eventi che hanno interessato Toscana, Piemonte, Marche e Umbria hanno avuto conseguenze pesanti per il territorio e per le popolazioni colpite.

---

## 1. INTRODUZIONE

Per favorire l'elaborazione, la rappresentazione e la disponibilità di indicatori sul clima italiano, l'ISPRA ha realizzato e gestisce da diverso tempo il Sistema nazionale per la raccolta, l'elaborazione e la diffusione di dati Climatologici di Interesse Ambientale (SCIA) [1, 2, 3, 4]; il sistema SCIA è stato alimentato negli anni grazie alla collaborazione e con i dati del Servizio Meteorologico dell'Aeronautica Militare (AM), dell'Unità di Ricerca per la Climatologia e la Meteorologia applicate all'Agricoltura (CRA-CMA, ex UCEA), di numerose Agenzie Regionali per la Protezione dell'Ambiente (ARPA) e dei Servizi Agrometeorologici Regionali della Sicilia e delle Marche.

Attraverso l'elaborazione delle serie temporali di dati misurati da diverse reti di osservazione, il sistema SCIA rende disponibili i valori decadali, mensili e annuali e i valori climatologici normali di diverse variabili meteo-climatiche; esso consente inoltre di aggiornare periodicamente le informazioni con una procedura standardizzata. Gli indicatori sono calcolati e sottoposti a controlli di validità con metodologie omogenee e condivise con gli organismi titolari dei dati. Le informazioni prodotte da SCIA sono accessibili attraverso un sito web dedicato, all'indirizzo: [www.scia.isprambiente.it](http://www.scia.isprambiente.it). I criteri generali adottati per il calcolo e la rappresentazione degli indicatori climatici sono dettati dall'Organizzazione Meteorologica Mondiale [5], mentre per una descrizione dei controlli di validità dei dati di ingresso e degli indicatori calcolati attraverso il sistema SCIA, si rimanda a documenti specifici [6, 7].

La disponibilità degli indicatori climatici, insieme alle capacità di monitoraggio e di analisi delle agenzie ambientali, offrono l'opportunità di redigere un rapporto periodico sullo stato del clima italiano e sulle sue tendenze, in cui sono raccolti e presentati i principali elementi che hanno caratterizzato il clima in un certo anno, confrontandoli anche, laddove possibile, con i valori climatologici normali e con l'andamento negli ultimi decenni. La pubblicazione regolare di un rapporto annuale sul clima in Italia, promossa e avviata dal sistema delle agenzie ambientali nel 2006, prosegue con questo IX rapporto, che ricalca in gran parte i contenuti e le novità introdotte lo scorso anno. In particolare, sono state confermate e aggiornate le parti che riguardano la stima e la rappresentazione delle variazioni climatiche, basate sulla selezione di stazioni con serie temporali sufficientemente lunghe e omogenee. Tali indicatori rispondono anche all'esigenza crescente di aggiornare con continuità la stima delle tendenze climatiche in corso, che riveste un'importanza prioritaria per la definizione della strategia nazionale di adattamento ai cambiamenti climatici. In questa edizione sono stati inoltre riportati graficamente due indicatori di interesse per la stima del bilancio idrico: il numero di giorni asciutti, cioè con precipitazione inferiore o uguale a 1 mm e il numero massimo di giorni consecutivi con precipitazione giornaliera inferiore o uguale a 1 mm.

Il rapporto è articolato in vari capitoli. Il capitolo 2 descrive sinteticamente gli aspetti salienti del clima nel 2013, dapprima a scala globale e poi a scala sinottica, con particolare riguardo agli elementi che hanno influenzato l'andamento delle temperature e delle precipitazioni in Italia nel corso dell'anno. Vengono poi riportate le principali caratteristiche delle condizioni del tempo mese per mese, con particolare riguardo agli eventi meteorologici di rilievo, per i quali viene fornita una breve descrizione dei fenomeni e di eventuali impatti locali.

I capitoli successivi sono dedicati ciascuno ad una variabile climatica. La prima parte di ogni capitolo illustra sinteticamente gli indicatori dell'anno 2013, anche in termini di scostamenti dai valori climatologici normali; la seconda, per quanto possibile in base al popolamento delle serie storiche, riporta e aggiorna con i valori del 2013 gli indicatori attraverso i quali è possibile stimare la variabilità e le tendenze del clima nell'ultimo mezzo secolo. Per una descrizione dei criteri di selezione delle serie temporali e dei metodi e modelli statistici applicati per la stima della variabilità climatica si rimanda ai riferimenti bibliografici e in particolare ai rapporti ISPRA - serie "Stato dell'Ambiente" [8, 9].

---

## 2. IL CLIMA NEL 2013

### 2.1 IL CLIMA 2013 A GRANDE SCALA

Il 2013 è stato nuovamente un anno più caldo della media climatologica, sia a livello globale che in Italia (**figura 2.1**). L'anomalia della temperatura media globale sulla terraferma rispetto al trentennio climatologico di riferimento 1961-1990 è stata di  $+0.88^{\circ}\text{C}$  ([www.ncdc.noaa.gov/cmb-faq/anomalies.html#anomalies](http://www.ncdc.noaa.gov/cmb-faq/anomalies.html#anomalies)) e si colloca al 4° posto della serie a partire dal 1961; dal 1986 l'anomalia termica media globale è stata sempre positiva. Tutti gli anni successivi al 2000 sono tra i 14 anni più caldi di tutta la serie storica. In Italia, il valore della temperatura media nel 2013 è stato il decimo più elevato della serie dal 1961, prossimo a quello del 2008. La media annuale 2013 dell'anomalia di temperatura in Italia ( $+1.04^{\circ}\text{C}$ ) è il risultato della persistenza di anomalie termiche positive soprattutto nella seconda parte dell'anno; l'unico mese in netta controtendenza su tutto il territorio nazionale è stato quello di febbraio (**figura 3.6**). Nonostante le anomalie termiche medie siano state consistenti e positive, gli indici di estremi termici, quali il numero di notti tropicali e di giorni estivi (**figure 3.14 e 3.15**), rappresentano anomalie termiche positive ma di ampiezza non eccezionale (cap. 3). Di contro, il fatto che le ondate di gelo che hanno interessato il territorio italiano si siano in gran parte verificate nel corso del solo mese di febbraio, ha fatto sì che il numero medio di giorni con gelo sia stato ben inferiore alla media della serie di questo indice dal 1961 ad oggi (**figura 3.13**).

Il confronto tra le due serie temporali di **figura 2.1** mette in evidenza che l'anomalia annuale della temperatura in Italia è caratterizzata da una variabilità interannuale maggiore di quella a scala globale; in entrambi i casi, però, la crescita dei valori è stata molto intensa tra 1980 e il 2000, per poi mantenersi su valori alti ma stabili negli ultimi quindici anni. Questo risultato, che rappresenterebbe un rallentamento del riscaldamento termico globale, è stato variamente interpretato. In particolare, alcuni climatologi lo associano alla fase negativa della *Pacific Decadal Oscillation* (PDO), caratterizzata da diffuse anomalie negative della temperatura superficiale dell'oceano Pacifico lungo la costa occidentale degli Stati Uniti e anomalie positive del Pacifico nord-occidentale [10].

L'anomalia media 2013 della temperatura globale superficiale degli oceani rappresenta l'ottavo valore più alto della serie, simile a quello rilevato nel 2006, ed il più alto dal 2010 quando per l'ultima volta è stata osservata un'anomalia di tipo El Niño nel Pacifico equatoriale. Nel 2013 le condizioni della temperatura superficiale del Pacifico equatoriale sono state classificate come neutrali rispetto al verificarsi di anomalie di tipo ENSO (El Niño Southern Oscillation). Ciò ha portato al prevalere di anomalie termiche negative su gran parte dell'Oceano Pacifico equatoriale centro-orientale. Nel Pacifico extratropicale hanno prevalso anomalie negative nelle aree orientali, e positive, anche intense, nelle regioni centrali; un segnale che può essere associato alla fase negativa della PDO.

Per quanto riguarda la temperatura media dei mari italiani, le anomalie termiche positive (**figura 4.4**) hanno raggiunto il 5° valore più alto dal 1961.

In merito alle precipitazioni, a livello globale i valori medi del 2013 sono stati vicini alla norma 1961-1990, come già successo l'anno scorso, ma ciò è il risultato della compensazione di numerose anomalie locali, anche estreme, di entrambi i segni.

Nella **figura 2.2** è riportata una sintesi dei principali eventi che hanno caratterizzato il clima a scala globale nel corso del 2013.

In generale, gran parte delle aree continentali hanno presentato valori positivi di anomalia termica annuale, con punte nell'Europa nord-orientale, nell'Asia centrale, nell'Australia centro-occidentale e in parte dell'Africa. Le uniche aree continentali che hanno presentato anomalie termiche annuali negative rispetto alla media dello scorso secolo sono le regioni centrali degli Stati Uniti e parte dell'Europa centro-occidentale.

In particolare, durante la primavera la presenza di un'intensa anomalia dell'Oscillazione Artica ha determinato temperature più fredde della norma in gran parte dell'Europa, nel Sud-Est degli Stati Uniti, nella Russia nord-occidentale e in Giappone, mentre temperature superiori alla norma sono state osservate in gran parte dell'Artico, nella costa occidentale della Groenlandia, nella parte centro-settentrionale dell'Africa, nel Mediterraneo orientale, nella Russia meridionale e in gran parte della Cina.

---

L'estate ha portato temperature particolarmente alte sia in Europa che in Asia e tale anomalia si è protratta in autunno in Europa e in Russia.

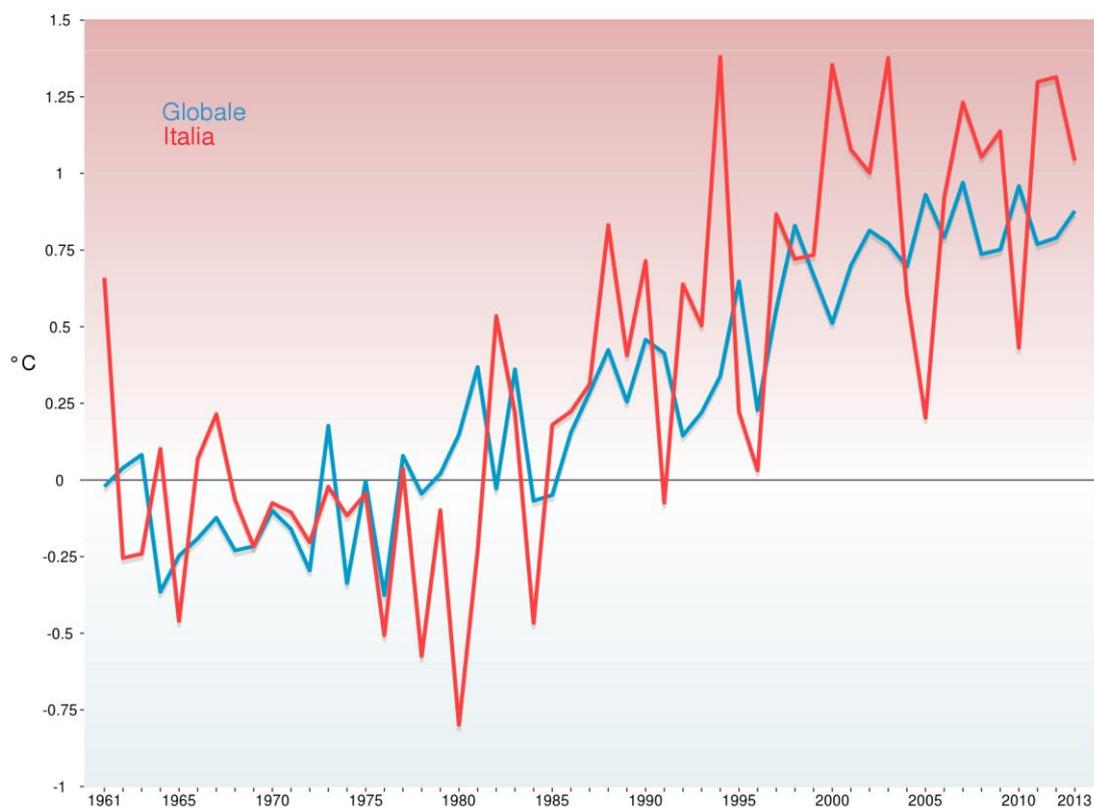
Per quanto riguarda le precipitazioni, valori annuali che indicano estrema piovosità sono stati rilevati nel nord-est degli Stati Uniti e nel Canada orientale, nelle regioni centrali della Russia e in parte dell'India, mentre condizioni di eccezionale scarsità di precipitazioni si sono verificate sulle coste occidentali del Canada. Nel corso dell'anno, in diverse regioni si sono alternate condizioni di siccità estrema ad eventi con precipitazioni eccezionali, che hanno causato gravi danni economici e un costo pesante in termini di vite umane.

In Brasile la siccità già osservata nel 2012 si è protratta nel 2013, ed è stata probabilmente la più intensa della regione negli ultimi cinquant'anni. Condizioni siccitose analoghe si sono verificate in Nuova Zelanda, nell'Africa Meridionale ed in Cina.

In diverse aree del globo eventi con precipitazioni particolarmente intense hanno provocato conseguenze molto gravi per la popolazione. Ciò è toccato ad alcuni paesi dell'Africa e all'Europa centrale, dove nei bacini del Danubio e dell'Elba si sono verificate le alluvioni più intense almeno dal 1950. Il monzone indiano è iniziato con anticipo e ha causato alluvioni e devastazione dei territori al confine tra Nepal e India; migliaia di persone hanno perso la vita a seguito di questo evento. Anche il monzone del nord-est asiatico ha registrato fasi di grande intensità determinando alluvioni in Cina e in Russia.

Un evento piuttosto particolare si è verificato in Messico, dove due cicloni tropicali provenienti dai due oceani hanno colpito il territorio quasi simultaneamente, provocando allagamenti e forti disagi.

La mappa dell'anomalia media annuale del geopotenziale a 500 hPa (**figura 2.3**) mostra che nel 2013 sull'Europa meridionale e sul Mediterraneo occidentale hanno prevalso valori inferiori alla media 1981-2010, con minimi centrati sulle coste francesi del Mediterraneo, mentre valori superiori alla media sono stati registrati nell'Europa nord-orientale con massimi su Lettonia, Lituania e Bielorussia. Questa configurazione è consistente con valori di piovosità generalmente superiori alla media di lungo periodo su gran parte dell'Europa.



**Figura 2.1:** Serie delle anomalie di temperatura media globale sulla terraferma e in Italia, rispetto ai valori climatologici normali 1961-1990. Fonti: NCDC/NOAA e ISPRA. Elaborazione: ISPRA.

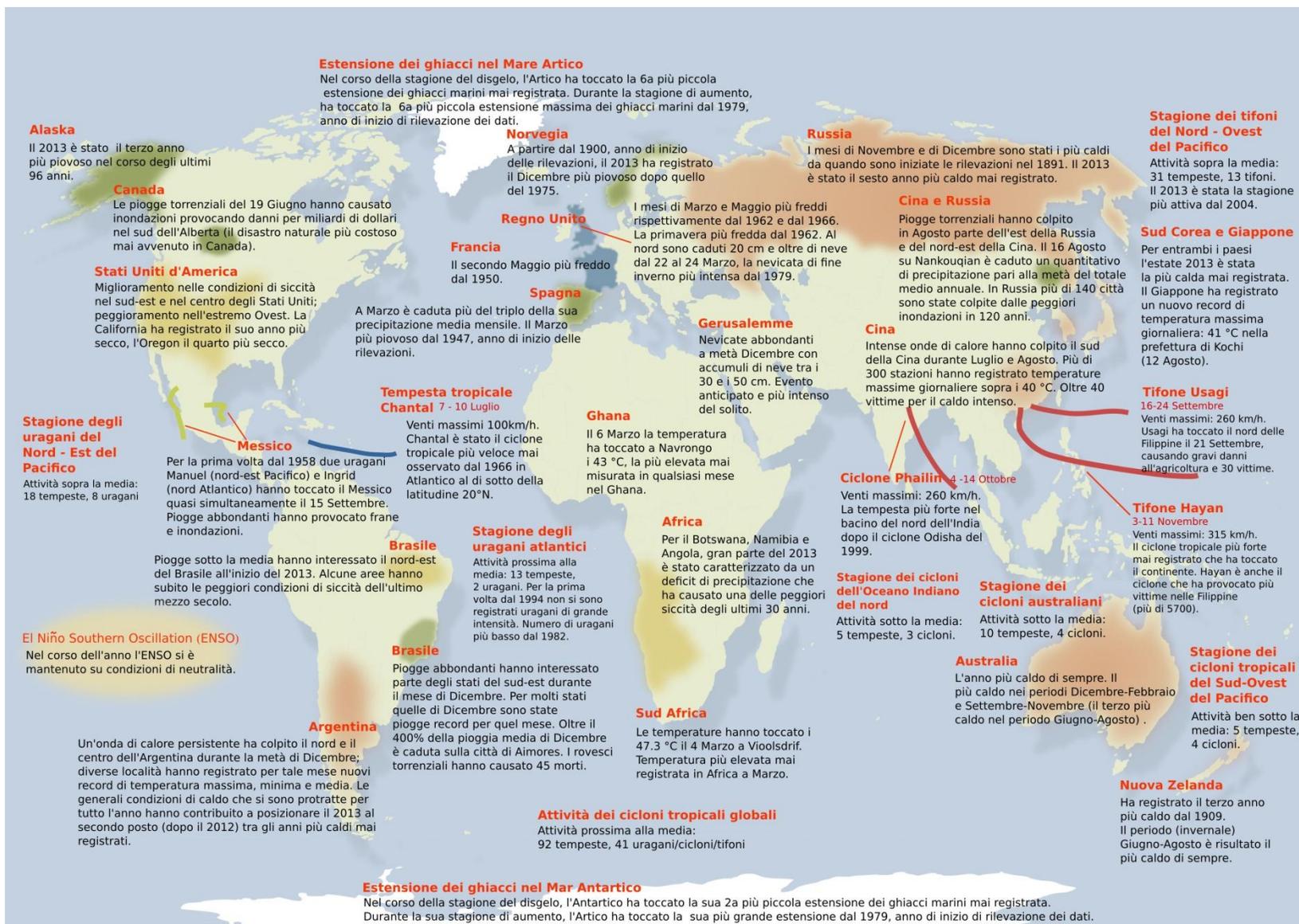
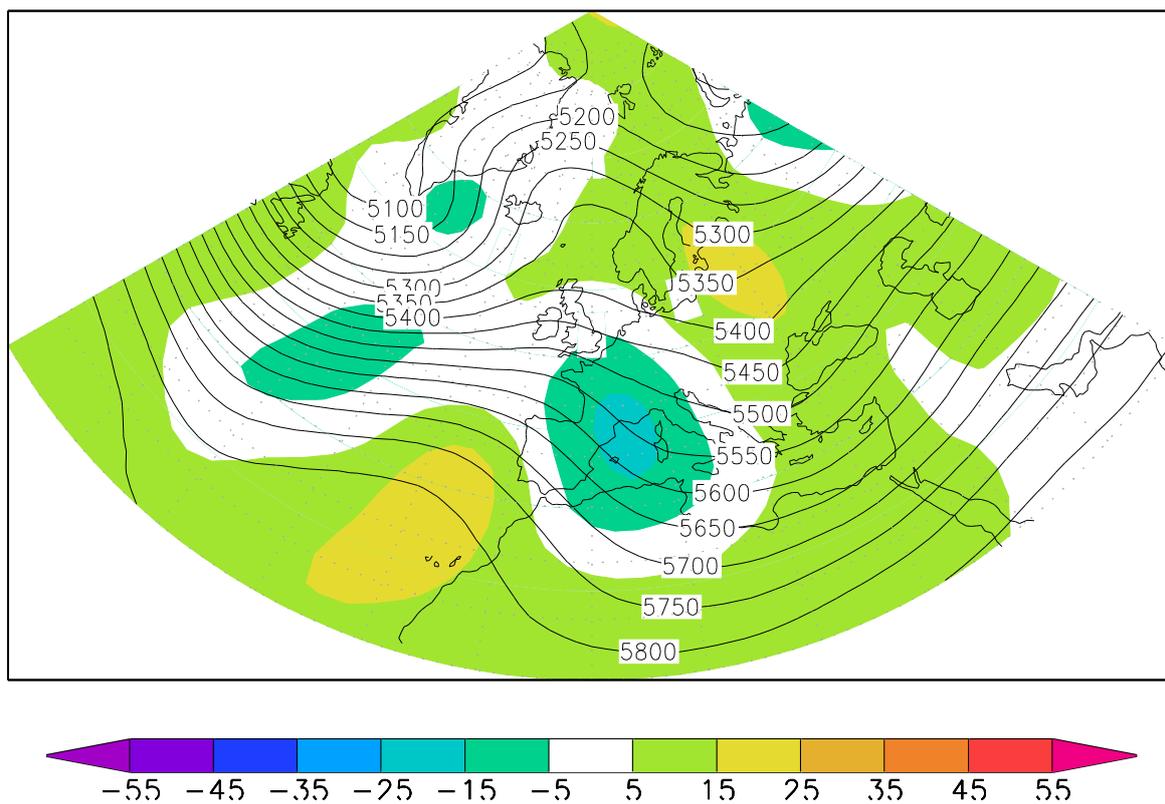
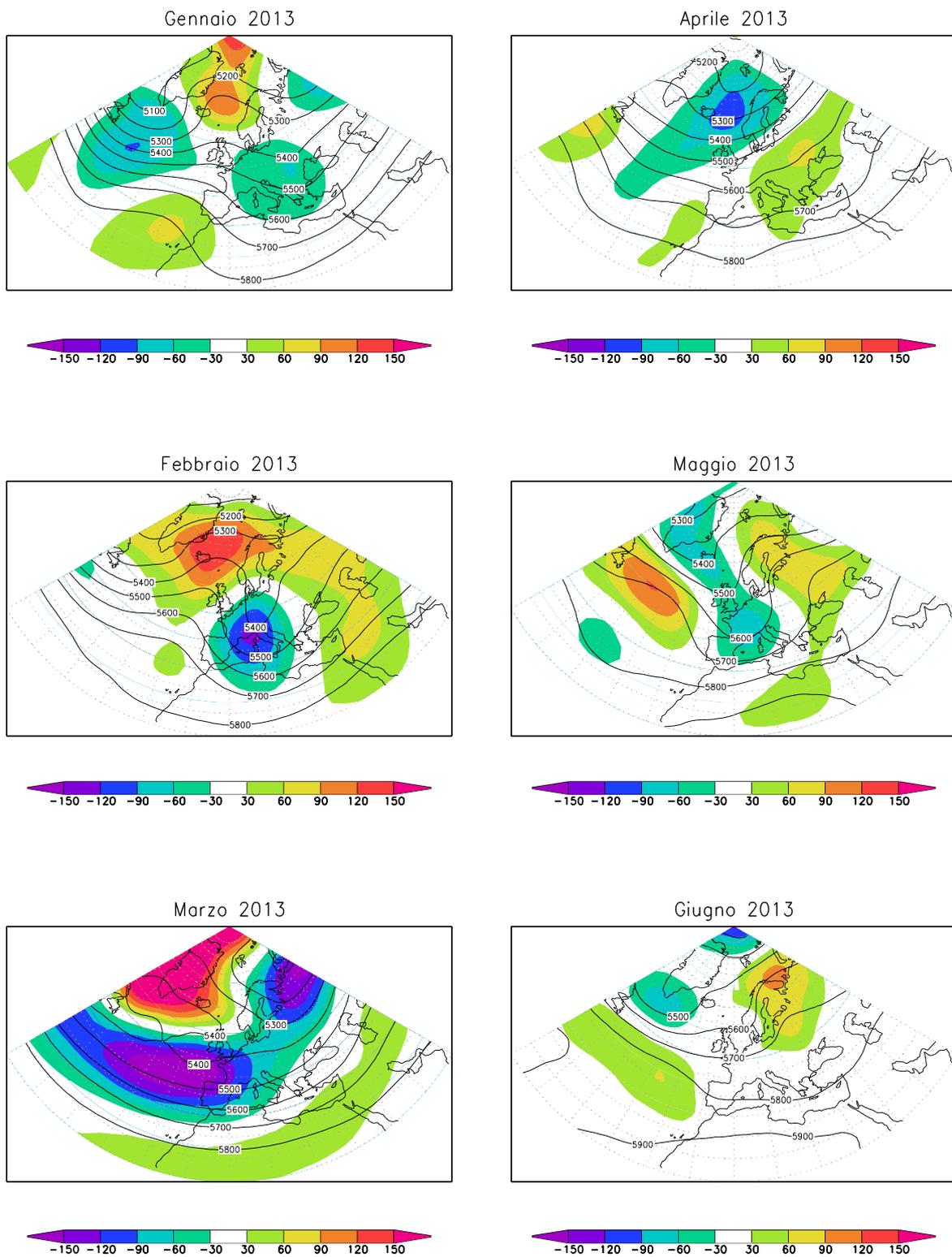


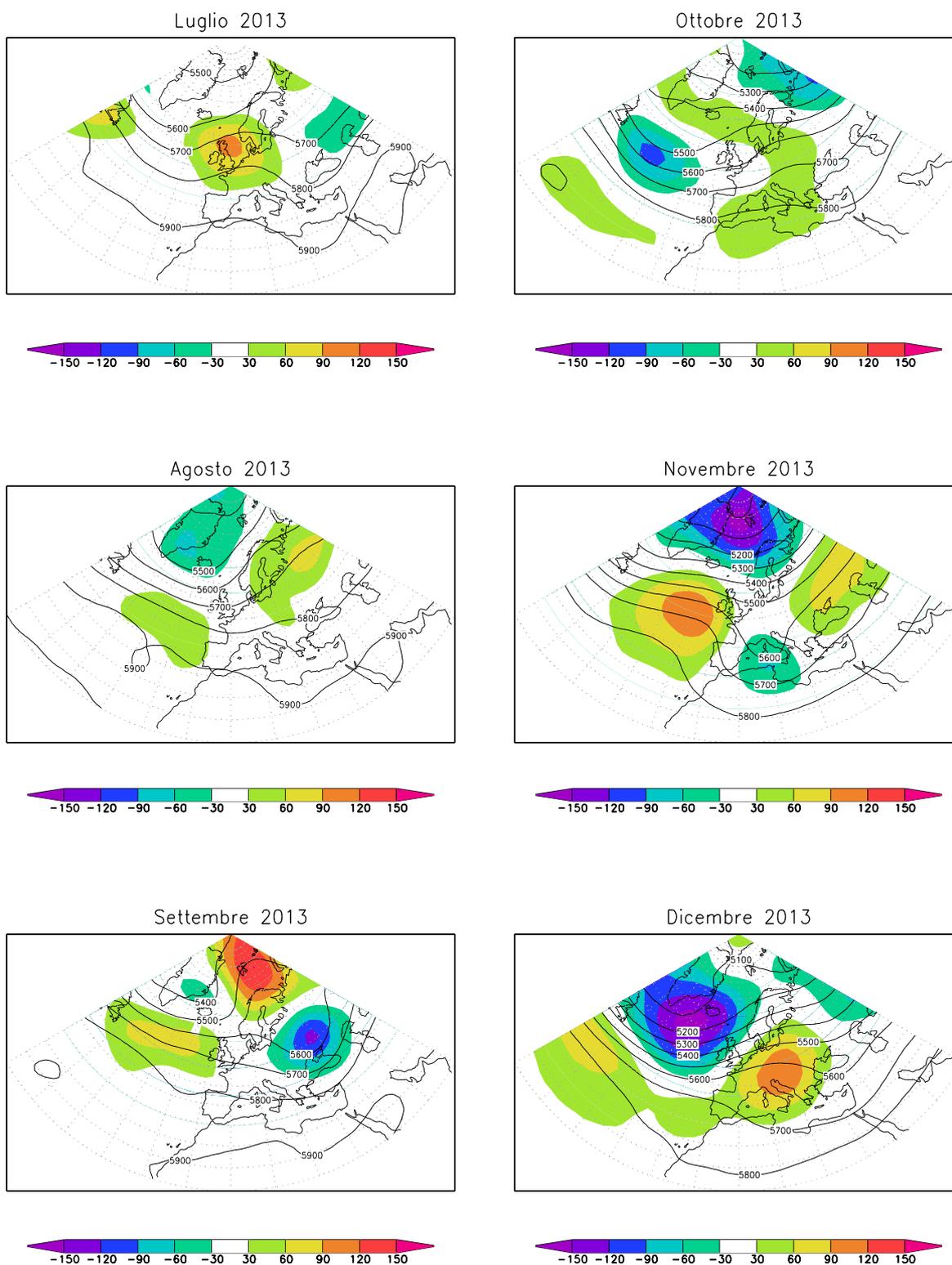
Figura 2.2: Sintesi delle principali anomalie climatiche globali verificatesi nel corso del 2013. Fonte: NOAA. Elaborazione: ISPRA.



**Figura 2.3:** *Mapa del geopotenziale medio annuale 2013. L'intervallo tra le isolinee è 50 mgp. Le aree colorate rappresentano l'anomalia 2013 rispetto al valore normale 1981-2010. Fonte: NCEP/NCAR.*



**Figura 2.4a:** Mappa del geopotenziale medio mensile (da gennaio a giugno) a 500hPa. L'intervallo fra le isolinee è 100 mgs. Le aree colorate rappresentano l'anomalia 2013 rispetto al valore normale 1981-2010. Fonte: NCEP/NCAR.



**Figura 2.4b:** Mappa del geopotenziale medio mensile (da luglio a dicembre) a 500hPa. L'intervallo fra le isolinee è 100 mgp. Le aree colorate rappresentano l'anomalia 2013 rispetto al valore normale 1981-2010. Fonte: NCEP/NCAR.

---

## 2.2 Circolazione e fenomeni significativi sull'Italia

### Inverno

Nella la prima metà del mese di **gennaio** sulle regioni italiane il flusso a grande scala è stato caratterizzato dalla permanenza di un'area di alta pressione che ha portato temperature relativamente miti su gran parte delle regioni. Successivamente, un regime perturbato associato a flussi da nord-ovest (**figura 2.4**), ha portato piogge frequenti e temperature più tipicamente invernali. Le precipitazioni sono state confrontabili con le medie climatologiche, mentre le temperature si sono mantenute tra 1 e 2°C sopra la media.

Nei primi giorni del mese di gennaio sono state rilevate temperature particolarmente miti in Lombardia. Qui, tra il 5 e il 6, un intenso foehn alpino ha portato le temperature massime oltre i 20°C con massimi di 22.6°C a Valmadrera (LC) e 22.4°C a Busto Arsizio (VA). Negli stessi giorni in Veneto, sono stati registrati forti venti in montagna e foehn nelle valli, mentre le pianure sono rimaste al riparo del vento con qualche nebbia e clima più fresco. In Friuli Venezia Giulia a Tolmezzo il 5 gennaio è stata registrata una temperatura massima di 19.2°C, che rappresenta il record per questo mese, con zero termico oltre i 2000 m.

L'evento meteorologico più rilevante del mese si è verificato tra il 18 e il 24 gennaio quando piogge intense su Campania, Calabria ed Abruzzo hanno causato un notevole aumento dei livelli idrometrici e frane.

Il mese di **febbraio** è stato caratterizzato dal persistere di una saccatura fredda sull'Europa centrale con massimo sul Golfo Ligure, mentre l'Islanda e la penisola scandinava hanno registrato anomalie termiche positive. In Italia hanno prevalso flussi da nord e le temperature si sono abbassate ovunque, rimanendo circa 1°C sotto la media climatologica del periodo 1961-1990. Un evento meteorologico di rilievo è stato l'allagamento del centro di Catania il 21 febbraio, a seguito di un violento nubifragio (67 mm in un'ora, 70 mm in 90 minuti); non riuscendo a defluire attraverso la rete fognaria, l'acqua piovana è diventata un fiume in piena nel centro storico, provocando danni e allagamenti.

### Primavera

Il mese di **marzo** è stato caratterizzato da intensi flussi da ovest, dovuti ad un netto spostamento a sud dalle correnti atlantiche, che hanno portato sull'Europa temperature ancora invernali e piogge persistenti. Sull'Italia sono stati registrati ingenti quantitativi di precipitazione, con anomalie medie positive tra il 50% al Sud e il 100% al Nord. Al Nord le anomalie termiche hanno mantenuto in media un segno negativo, mentre al Centro, al Sud e sulle Isole sono state positive, sebbene di intensità non molto elevate, per il prevalere di condizioni meteorologiche più asciutte e miti.

In Toscana il mese di marzo è stato il più piovoso degli ultimi 30 anni, con cumulate mensili medie pari al triplo del valore climatologico del periodo 1971-2000. In particolare, nelle aree centro-settentrionali della regione, tra il 5 e il 19 marzo è piovuto mediamente il 200% in più rispetto alla media nello stesso periodo negli anni 1983-2012, con massimi a Pistoia e a Lucca rispettivamente di 454.8 e 439.5 mm. Questi valori sono il risultato del susseguirsi di vari eventi di notevole intensità associati a fenomeni convettivi che hanno colpito gran parte delle coste tirreniche di Liguria, Toscana e Lazio.

Anche in Liguria le precipitazioni sono state molto intense, specialmente sulla Riviera di Levante, con cumulate mensili eccezionali che hanno raggiunto il massimo di 498 mm a Levanto, provocando smottamenti e frane. Le basse temperature hanno portato la neve a basse quote, fino a 300 m.

In Valle d'Aosta tra il 16 e il 19 marzo la neve è stata abbondante (**figura 2.5**), con 85 cm di neve fresca a Plan Praz (2044 m s.l.m.) e 62 cm a Morgex (938 m s.l.m.).

In Emilia-Romagna e nelle Marche le piogge sono state molto abbondanti e hanno raggiunto valori che in qualche caso rappresentano record storici. Di particolare rilievo il valore di 245 mm per la cumulata di marzo a Fonte Avellana (PU), pari al 40% in più rispetto alla corrispondente media climatologica. Le piogge di marzo hanno anticipato una stagione autunnale e invernale caratterizzata da piogge molto abbondanti, determinando frane diffuse su tutto il territorio. Anche sulle Alpi le precipitazioni sono state abbondanti sia a valle che in quota. A Bolzano si è registrato un valore di

---

precipitazione cumulata mensile di 95.3 mm, pari a quasi il triplo della corrispondente media climatologica 1981-2010. Sulle Dolomiti di Bolzano la quantità di neve ha raggiunto valori record per fine marzo; ad esempio, a Ciampinoi/Val Gardena (2150 m s.l.m.) il giorno 31 marzo sono stati misurati quasi 200 cm. Sulle Alpi Venete l'evento del 18 marzo ha portato piogge abbondanti in pianura e copiose nevicata in montagna, soprattutto oltre gli 800-1000 m con apporti di 40-60 cm, localmente fino a 70-75 cm: si tratta della seconda più importante nevicata dell'inverno, dopo quella dell'11 febbraio.

Nel Triestino il 25 marzo la bora forte (fino a 130 km/h) ha portato un intenso e tardivo gelicidio.

In **aprile**, dopo una prima decade con condizioni simili a quelle di marzo, con basse temperature e alta piovosità, si è instaurato nella seconda decade un regime più primaverile. L'asse delle correnti atlantiche si è spostato a nord e nonostante il flusso sulle nostre regioni sia rimasto in prevalenza proveniente da ovest, l'intensità si è molto ridotta e le temperature sono diventate più miti.

In Veneto il 15 aprile le temperature sono aumentate di 10°C, raggiungendo i 28°C in pianura e i 22°C a 1000-1200 m di quota, con zero termico oltre i 3500 metri. In Toscana si sono raggiunti i 28.2°C a Firenze e i 27.2°C ad Arezzo ed in alcune località si sono superati i record di temperatura massima per la seconda decade di aprile. Pioggia e maltempo sono tornati nell'ultima decade del mese, anche con eventi molto significativi in Lombardia, Piemonte, Valle d'Aosta ed Emilia-Romagna.

Tra il 27 aprile e il 1° maggio il Piemonte settentrionale è stato colpito da un evento di precipitazione di grande intensità con picchi di cumulata totale di 410.4 mm a Larecchio (Montecrestese, VB) e di 408.0 mm a Traversella (TO). I maggiori quantitativi di pioggia sono stati registrati il 27 aprile nelle province di Verbania e Biella, con un massimo di 212.6 mm in 24 ore al pluviometro di Traversella (TO), che rappresenta il nuovo record del mese per questa stazione storica. Si segnala inoltre il valore estremamente elevato del pluviometro di Andrate Pinalba (TO) che ha registrato 100 mm di pioggia in un'ora (tempo di ritorno stimato maggiore di 50 anni). Questo evento ha contribuito a rendere in Piemonte questo mese il quinto più piovoso dall'inizio delle misurazioni e in ben 10 stazioni sono state rilevate cumulate giornaliere record per il mese.

Negli stessi giorni piogge intense sono state registrate anche in Valle d'Aosta, con massimi di 177.8 mm in 24 ore a Lillianes e 191.6 mm in 24 ore a Gressoney-Saint-Jean (Lago di Loo); in Lombardia, dove rovesci e temporali hanno portato ad accumuli complessivi tra 120 e 180 mm sulla fascia prealpina e massimi di oltre 200 mm sulle Orobie; e in Veneto, con massimi di precipitazione di 84.8 mm a Turcati (Recoaro Terme, VI).

In Emilia-Romagna tra il 20 e il 22 aprile violenti temporali hanno colpito con massima intensità la pianura parmense: i totali di evento hanno raggiunto 165.0 mm a Colorno (PR) e 163.2 mm a Gainago (PR), dove le massime intensità sono state 107.2 mm in 3 ore, 120.8 mm in 6 ore, 137.8 mm in 12 ore e 149.6 mm in 24 ore, con tempi di ritorno stimati maggiori di 100 anni. Negli stessi giorni una violenta grandinata si è verificata a Casalecchio (**figura 2.6**). In Emilia-Romagna aprile è risultato il quarto mese consecutivo con precipitazioni superiori alla norma.

Nella prima decade di **maggio** il tempo è stato instabile, con caldo umido. Gli eventi più significativi sono stati rilevati in Friuli Venezia Giulia, dove nei giorni più caldi le temperature hanno sfiorato i 30°C in pianura, con minime molto alte per il periodo (15°C), e in Emilia-Romagna, dove il 3 maggio la pianura tra Bologna e Modena è stata colpita da una intensa grandinata associata ad una tromba d'aria, con gravi danni alle proprietà.

A partire dalla seconda decade, maggio è stato invece caratterizzato dalla persistenza sulle regioni italiane di flussi atmosferici da nord, che hanno portato le anomalie termiche delle regioni settentrionali su valori lievemente negativi. Le piogge hanno continuato ad interessare sia il Nord che il Centro con totali areali pari anche al doppio della media di riferimento. Tra il 16 e il 17 è piovuto molto soprattutto in Friuli Venezia Giulia (a Piancavallo sono stati misurati 322 mm di pioggia in due giorni) e in Veneto, soprattutto su alcuni settori prealpini (massimo valore pari a 235 mm a Valpore Valle di Seren, BL). In seguito a queste piogge, sono esondati torrenti e fiumi, tra cui alcuni affluenti dell'Adige, provocando una vittima a Lavagno (VR); il Bacchiglione e il Brenta sono andati in piena e la linea ferroviaria Trento-Bassano del Grappa è stata interrotta a causa di una frana.

Tra il 16 e il 22 maggio è piovuto molto anche in Lombardia, dove si sono registrati accumuli di oltre 200 mm sulle zone Prealpine, con 220 mm a Moggio (CO), 210 mm a Barni (CO) e 203 mm a Valbondione (BG) e fino a 120 mm in pianura: 145 mm a Trezzo d'Adda (MI), 123 mm a Cavenago d'Adda (LO) e 99 mm ad Arconate (MI). Qui le piogge intense hanno avuto ripercussioni sulla viabilità locale, causando l'interruzione della linea ferroviaria Lecco-Bergamo e uno smottamento che ha interessato tre palazzine a Monte Marenzio (BG). Il lago di Garda ha raggiunto il massimo storico,

---

mentre in provincia di Milano è esondato l'Adda.

In Valle d'Aosta sono state registrate nevicate di tutto rilievo con 135 cm a Dondena (2181 m s.l.m.) e 90 cm a Weissmatten (2038 m s.l.m.), mentre a valle le piogge sono state persistenti e hanno provocato numerosi dissesti. In totale nel mese di aprile ad Aosta-Saint Christophe si sono registrati 190.2 mm di pioggia: il valore massimo registrato per questo mese dal 1891.

A fine maggio una saccatura nord atlantica ha riportato il maltempo sulle regioni del Centro-Nord con un'ondata di freddo che in Toscana ha determinato anomalie termiche negative dell'ordine di 2.5 deviazioni standard rispetto alla media climatologica 1981-2010.

In Veneto la neve è caduta fino ad 800 m di quota e con spessori fino a 20 cm sui 1200-1400 m e fino a 60 cm a 2200-2400 m (**figura 2.7**). In Piemonte maggio 2013 è stato il quinto più freddo da inizio misurazioni, con una temperatura media mensile di 9.6°C: sono stati rilevati valori record minimi per il mese in ben 17 stazioni, tra cui la stazione di pianura Roccaforte di Mondovì (CN), che il 26 maggio ha registrato una temperatura minima di 1.5°C.

In sintesi la primavera 2013 è stata generalmente fresca, caratterizzata da precipitazioni abbondanti e talvolta eccezionali. In Trentino essa è stata la più piovosa dal 1921 (inizio misurazioni), in Veneto è stata tra le più fresche e piovose degli ultimi 37 anni, in Piemonte è stata la seconda più piovosa degli ultimi 56 anni. La pioggia eccessiva e l'elevata umidità del terreno hanno causato problemi per il regolare inizio delle coltivazioni.

## Estate

L'estate è stata in generale abbastanza calda e secca, soprattutto al Nord, dove localmente si sono registrate anomalie termiche eccezionali, mentre al Sud e sulle Isole il tempo è stato mediamente più perturbato.

Il mese di **giugno** è stato circa 1°C più caldo della media 1961-1990 al Nord e vicino alla media climatologica al Centro-Sud. Le piogge sono state inferiori alla media del mese, con scarti fino a -40% al Nord, al Sud e sulle Isole, e -20% circa al Centro.

L'estate è iniziata con un certo ritardo a causa della persistenza di condizioni primaverili nella prima decade di giugno, con diversi episodi di maltempo, temporali anche intensi e grandine al Nord. L'innervamento alpino è rimasto ancora molto esteso e in Valle d'Aosta presso i Colli del Piccolo e del Gran San Bernardo ad inizio giugno la neve era ancora alta (**figura 2.8**).

A partire dalla seconda decade di giugno, le temperature sono aumentate grazie all'estensione fino alle nostre regioni di un'alta pressione atlantica, che ha portato all'innalzamento dello zero termico al Nord da 2800 a 4000 m di quota in 48 ore. L'apice del caldo si è verificato tra il 15 e il 20 del mese. Nella pianura piemontese, a Carmagnola (TO) il 18 giugno il termometro ha toccato 36.2°C superando il record di temperatura massima per il mese di giugno. Temperature massime comprese tra 35 e 37°C sono state registrate in diverse località della Lombardia, del Veneto, del Trentino Alto Adige e del Friuli Venezia Giulia; 10°C sono stati registrati sulla Marmolada a 3256 m di quota.

Questa prima ondata di calore estiva è terminata bruscamente tra il 20 e il 21 giugno con i fenomeni temporaleschi associati al passaggio di un fronte freddo, che in Alto Adige hanno scaricato chicchi di grandine di diametro fino a 7 cm. Tra il 23 e il 24 un fronte più intenso ha portato piogge e maltempo su molte regioni, con nevicate in Veneto e in Alto Adige fino a 1300 m di quota. Il 24 Giugno un violento temporale ha investito Rimini, provocando una vittima. Le intensità registrate sono state 53.8 mm in 15 minuti, 92.6 mm in 30 minuti e 123.6 mm in un'ora, con tempi di ritorno stimati maggiori di 100 anni. Lo stesso giorno, a Termoli (CB), una tromba d'aria si è abbattuta sulla zona industriale e sul litorale, causando danni ad edifici e strutture.

A **luglio** sull'Europa ha prevalso una circolazione di tipo anticiclonico centrata sulle isole britanniche, come mostrato dalla mappa di anomalia del geopotenziale a 500 hPa in **figura 2.4**. Questa circolazione ha favorito correnti settentrionali verso il Mediterraneo centrale, che hanno portato allo sviluppo di temporali con cadenza quotidiana su diverse regioni della penisola.

Le temperature sono state ben superiori alla media 1961-1990 nelle regioni settentrionali, con scarti di circa +2.5°C e più contenute al Centro e al Sud. A Nord, in particolare in Piemonte e Friuli Venezia Giulia, le temperature si sono mantenute sempre al di sopra dei valori medi climatologici, rendendo questo mese uno dei più caldi degli ultimi 50 anni. Le precipitazioni sono state nettamente superiori alla media al Sud e sulle Isole (+70%), superiori alla media al Centro (+30% circa) e inferiori alla media al Nord (-30% circa).

---

Forti temporali hanno colpito il Veneto, il Friuli Venezia Giulia, il Piemonte e l'Emilia-Romagna tra l'11 e il 13 luglio, con grandinate e venti particolarmente intensi (95 km/h a Ferrara); un intenso temporale che ha interessato alcune vallate dell'Alto Adige il 22 luglio (ad Ora 38 mm in un'ora), con associate forti raffiche di vento (100.8 km/h a Salorno), ha determinato un forte calo delle temperature (ad Ora da 29.0°C a 17.0°C) e causato danni ingenti all'agricoltura.

Negli ultimi giorni del mese una saccatura atlantica ha spinto aria di origine africana verso la nostra penisola, determinando un'intensa anomalia positiva di temperatura. L'ondata di calore ha raggiunto il suo apice tra il 27 e il 28 luglio. In Sardegna numerose stazioni hanno rilevato temperature superiori a 40°C, con punte massime di 42.7°C a Ottana (NU) e di 41.0°C a Oristano. Caldo intenso con temperature tra 37 e 39°C in pianura anche in Veneto, Friuli Venezia Giulia, Lombardia, Emilia-Romagna e Piemonte.

Con il persistere delle temperature elevate sono tornati gli incendi boschivi; tra i più estesi, quello in Val Raccolana in Friuli Venezia Giulia. In questo contesto le acque del Mediterraneo occidentale hanno mostrato un riscaldamento superficiale con anomalie positive comprese tra +1.0 e +1.5°C sul Mar Ligure e un massimo di +2.5°C sul Golfo del Leone.

Ad **agosto** le temperature sono state ampiamente superiori alla media. Le piogge sono state leggermente inferiori alla media al Centro-Nord e nettamente superiori alla media al Sud. Il mese è iniziato con tempo stabile e aria calda su tutte le regioni, in virtù di una vasta area di alta pressione centrata sull'Europa occidentale. Nel radiosondaggio di Udine del 1° agosto alle 00 UTC, lo zero termico era a 4918 m di quota. Questa ondata di calore ha portato le temperature massime a oltre 39°C nei dintorni di Bologna, a 37.8°C a Mantova e a 38.2°C a Novara. In Veneto sono stati superati alcuni record di caldo nella fascia altimetrica 800-2200 m (35.0°C a Santo Stefano, 895 m s.l.m. e 33.0°C a Falcade, 1145 m s.l.m.). In Liguria la temperatura massima, 38.9°C, è stata toccata il 1° agosto a Castelnuovo Magra (SP, 96 m s.l.m.).

Dopo la prima decade ha prevalso un regime più instabile, con passaggi successivi di fronti che hanno mitigato le temperature e favorito fenomeni convettivi che hanno interessato gran parte della penisola.

Tra il 13 e il 14 agosto un fronte atlantico ha portato su Veneto ed Emilia-Romagna un abbassamento delle temperature, piogge e temporali intensi con venti forti (70km/h nel Ferrarese). Sulla costa del Friuli Venezia Giulia ha soffiato la bora con raffiche superiori ai 100 km/h e la temperatura del mare è scesa a poco più di 18°C.

Il 21 agosto a Pisticci (MT) piogge abbondanti e persistenti hanno provocato una vittima, travolta da un'ondata di acqua e fango. Tra il 24 e il 26 agosto temporali con grandine e forti raffiche di vento hanno interessato il Piemonte e la Liguria, con un massimo orario di precipitazione di 36.6 mm a Torino e 143 mm in 24 ore a Cembrano (SP, 410 m s.l.m.).

## **Autunno**

Anche nel mese di **settembre** l'Italia è rimasta ai margini delle anomalie climatiche che hanno interessato l'Europa. Il tratto più rilevante è stato l'intenso anticiclone del Mare di Barents, che ha portato temperature eccezionalmente miti sulla penisola scandinava e su gran parte dell'Europa centro-occidentale (**figura 2.4**).

Dopo alcuni giorni di instabilità, nella prima decade si è instaurata una circolazione anticiclonica che ha portato onde di calore su diverse regioni italiane. In Toscana le temperature hanno superato la media climatica 1981-2010 di 3.3 deviazioni standard, con massime di 35.4°C a Firenze e 33.8°C a Grosseto, mentre nelle altre regioni le temperature si sono mantenute generalmente tra 30 e 32°C. A partire dall'8 settembre è iniziata una fase perturbata che si è intensificata nell'ultima decade del mese.

In Sicilia il 21 settembre un violento temporale ha colpito la zona circostante Acireale; alcune macchine sono state travolte dal torrente in piena e un giovane ha perso la vita. Il 29 settembre un fronte freddo ha attraversato le regioni del Nord, portando precipitazioni estese, localmente anche intense. Un sistema temporalesco autorigenerante si è sviluppato sulla Toscana, con precipitazioni cumulate su 24 ore fino a 140 mm sul Monte Amiata e circa 100 mm nelle province di Pisa, Lucca, Massa-Carrara, Pistoia, Firenze, Siena ed Arezzo. A causa della forte intensità delle precipitazioni (fino a 30-40 mm/h) si sono verificati numerosi allagamenti stradali e conseguenti disagi alla viabilità. In Veneto, a Fossalta di Portogruaro (VE) si sono registrate cumulate di 200 mm in 48 ore, che hanno causato estesi allagamenti nel territorio comunale; in provincia di Udine temporali stazionari hanno riversato sul territorio ingenti quantitativi di pioggia, con picchi di intensità fino a 100 mm in poche

---

ore.

Ad **ottobre** il flusso atmosferico sull'Italia è stato prevalentemente dai settori occidentali o sud-occidentali. Le temperature sono rimaste miti per gran parte del mese e sono aumentate negli ultimi giorni per l'instaurarsi di una circolazione più stabile, che ha determinato anomalie positive di circa 2.5°C al Centro-Sud e più contenute al Nord. Le precipitazioni sono state più copiose al Centro-Nord, dove hanno di poco superato le medie climatologiche, e più scarse al Sud, con deficit medi dell'ordine di -40%.

Il primo impulso perturbato del mese è stato associato ad un sistema depressionario sul Mediterraneo. Il 5 ottobre forti piogge sono cadute su gran parte della Toscana, con picchi tra le province di Grosseto, Siena, Pisa e Livorno, fino a circa 200 mm a Braccagni (GR), dove si è registrato un valore particolarmente elevato dell'intensità di precipitazione su 3 ore con un tempo di ritorno stimato superiore a 500 anni: il forte temporale ha causato l'esondazione del torrente Fratello, che ha provocato due vittime nei pressi di Massa Marittima (GR), oltre a smottamenti ed allagamenti di strade ed abitazioni che hanno richiesto numerosi interventi dei vigili del fuoco. Tra il 7 e l'8 ottobre il maltempo ha colpito Puglia e Basilicata, con piogge di intensità eccezionale. I valori massimi sono stati registrati a Bernalda (MT) (189 mm in 12 ore, 178 mm in 6 ore, 143 mm in 3 ore e 97 mm in un'ora, con tempi di ritorno superiori a 500 anni) e a Ginosa (TA) (144 mm in 12 ore, 135 mm in 6 ore, 119 mm in 3 ore e 77 mm in un'ora, con tempi di ritorno oltre i 100 anni per le intensità in un'ora e 12 ore, e superiori ai 200 anni per le intensità a 3 e 6 ore). Le piogge hanno causato allagamenti diffusi a Ginosa e il crollo di un ponte sulla strada statale, che ha causato una vittima e tre dispersi.

Tra il 10 ed il 12 ottobre un'intensa irruzione di aria fredda ha portato in Alto Adige temporali e forti raffiche di vento (a Vipiteno 94 km/h, a Merano 84 km/h, a Glorenza 80 km/h), con limite della neve in abbassamento ad iniziare da ovest, fino a 600-1000 m. La Val Senales è rimasta isolata per ore a causa dei numerosi alberi caduti per la neve e le linee telefoniche interrotte. Le precipitazioni ed il vento hanno provocato anche molti danni alle colture, in particolare ad Allitz e Corces in Val Venosta.

Il 20 ottobre 2013 un'ampia saccatura centrata sull'Atlantico settentrionale ha indotto sul Mediterraneo occidentale un intenso flusso sud-occidentale e ha portato sulla penisola abbondanti precipitazioni che localmente hanno assunto carattere di rovescio. Temporali intensi hanno interessato Liguria, Toscana e Appennino Emiliano-Romagnolo, causando allagamenti e frane in numerose località.

In Liguria le intensità massime di precipitazione hanno raggiunto 163 mm in 2 ore a Borzone in alta val Fontanabuona (GE) e hanno provocato un repentino aumento idrometrico di 3 metri del fiume Entella in località Carasco (GE), che ha causato il crollo di un ponte. Sull'Appennino tosco-emiliano i valori di pioggia cumulata hanno superato 200 mm in 48 ore in molte stazioni e hanno raggiunto il massimo di 234.6 mm a Santa Maria di Taro (Tornolo, PR). I valori massimi di precipitazione cumulata su 6 ore sono stati registrati a Frassineto (PR, 122.2 mm) e Farfanaro (PR, 117.6 mm) e corrispondono a tempi di ritorno stimati di oltre 150 anni. L'evento è stato più intenso in Toscana: le precipitazioni totali hanno toccato i massimi nelle province di Siena e Lucca (354 mm a Barga e 319 mm a Galliciano); le intensità di precipitazione più elevate sono state registrate a Barga (70 mm in un'ora, tempo di ritorno stimato 120 anni; 164 mm in 3 ore e 255 mm in 6 ore, tempi di ritorno stimati superiori ai 500 anni) e a S. Lorenzo a Merse (SI, 70 mm in un'ora, tempo di ritorno stimato 270 anni, 116 mm in 3 ore e 150 mm in 6 ore, tempi di ritorno superiori a 500 anni).

Nel giorni successivi un nuovo fronte ha interessato l'Italia centro-settentrionale riversando ancora piogge diffuse sulla Toscana, localmente intense, con cumulate massime di evento in 24-30 ore tra 80 e 100 mm nelle province di Siena, Firenze, Arezzo e a ridosso dell'Appennino Pistoiese. Dall'analisi dei tempi di ritorno, in generale non emergono valori estremi come nel caso dell'evento temporalesco del 20-21 ottobre, ma sono tuttavia rilevanti le intensità di precipitazione a Certaldo e a Gambassi Terme (FI, 48 mm in un'ora, tempo di ritorno stimato di 58 anni) e a Volterra (PI, 106.0 mm in 3 ore, tempo di ritorno stimato 120 anni). Le piogge, combinate agli elevati livelli di saturazione del terreno e alla situazione critica pregressa su molti bacini idrografici principali e secondari, hanno provocato danni ingenti a seguito del rigurgito del reticolo secondario su gran parte delle province della Toscana, con piene importanti e tracimazioni dei fiumi.

Anche sull'Appennino occidentale dell'Emilia-Romagna le piogge sono state intense con massime cumulate di evento fino a 176.6 mm a Lagdei (PR, 1252 m s.l.m.) e 200 mm a Bosco di Corniglio (PR, 902 m s.l.m.), causando diffusi fenomeni di ruscellamento superficiale, smottamenti ed allagamenti in zone urbane.

L'ultima decade di ottobre ha visto alcuni giorni di bel tempo che hanno portato le temperature in

---

Toscana di nuovo oltre i 20°C, con massime di 26.0°C a Pisa e di 24.6°C a Grosseto.

**Novembre** è stato un mese dai contrasti accentuati grazie a una dinamica atmosferica piuttosto vivace, che ha portato sul territorio italiano sia nevicate precoci sia intense correnti di scirocco, con effetti drammatici sulla Sardegna.

La mappa di anomalia media mensile del geopotenziale mostra la prevalenza di correnti medie da nord-ovest che hanno portato frequenti intrusioni fredde e un intenso vortice polare anomalo, centrato tra l'Atlantico nord-occidentale e l'America settentrionale, che ha poi caratterizzato le anomalie di circolazione e climatiche osservate durante tutto l'inverno.

Il primo fronte, che ha investito le nostre regioni nord-orientali tra il 4 e il 5 di novembre, ha scaricato su Trieste 100 mm di pioggia provocando alcuni allagamenti. Le temperature sono state comunque relativamente alte e in Piemonte si è registrato addirittura il record storico mensile a Marozzo (CN), dove il termometro è salito a 24.7°C.

A partire dal giorno 10 un intenso fronte freddo ha investito l'alto Adriatico e il Friuli Venezia Giulia, con bora fino a 130 km/h. Il vento ha provocato mareggiate diffuse sulle riviere marchigiana e romagnola, dove sono state misurate onde di altezze medie superiori ai 3 m per più di 24 ore, con un'ampiezza massima di 3.75 m, causando allagamenti, danneggiando le dune di sabbia ed erodendo la costa. Ad alcuni chilometri dalla costa marchigiana le onde hanno raggiunto un'altezza media di 4-5 m ed un'altezza massima di 7-8 m.

La bassa pressione ha provocato una sensibile diminuzione delle temperature e portato piogge estese, persistenti e localmente intense in Emilia-Romagna, Marche ed Umbria. Nelle Marche le cumulate sull'evento hanno raggiunto i valori massimi di 499 mm a Pintura di Bolognola (MC, 1360 m s.l.m.), 490.4 mm a Fiastra Trebbio (MC, 174 m s.l.m.) e 427 mm ad Acquasanta Terme (AP, 290 m s.l.m.); circa un terzo dei pluviometri della rete di monitoraggio regionale ha rilevato più di 200 mm di pioggia totale sull'evento. In Umbria i totali sull'evento hanno raggiunto 439.2 mm in 72 ore a Castelluccio di Norcia e 329 mm a Gualdo Tadino, con tempi di ritorno stimati di circa 200 anni. La persistenza delle precipitazioni ha determinato condizioni critiche su gran parte della regione con esondazioni, allagamenti, interruzioni della viabilità, frane e smottamenti; diverse località sono state preventivamente evacuate e i danni economici sono stati ingenti.

Il 18 novembre sulla Sardegna è transitato un fronte freddo associato ad un ciclone extratropicale che da alcuni giorni stazionava sul Mediterraneo occidentale. La Sardegna orientale e meridionale è stata interessata da attività convettiva molto intensa. Sono stati registrati fino a 469.6 mm di pioggia cumulata sull'evento presso la stazione di Monte Nuovo S. Giovanni (Orgosolo, NU), bacino del Cedrino e del Posada, con intensità massime fino a 99 mm/h a Orgosolo e 83 mm/h a Oliena (NU). Valori estremi sono stati misurati anche nei bacini del Flumedosa, dell'Olbia-Arzachena e del Medio Campidano (**figura 2.9**). Il centro abitato di Olbia è stato in buona parte sommerso dalla piena dei torrenti che attraversano la città e sono stati colpiti anche numerosi centri minori, come Arzachena (OT), Oliena (NU), Dorgali (NU), Torpè (NU), Galtelli (NU) e Uras (OR). L'alluvione ha provocato 17 vittime e un disperso e l'allagamento di centinaia di edifici pubblici ed abitazioni; ha distrutto centinaia di automezzi, provocato il crollo di ponti e l'interruzione di strade e ferrovie (**figura 2.10**). I danni complessivi stimati sono di circa 650 milioni di euro.

Tale evento è stato secondo solo a quello che si verificò tra il 14 e il 19 ottobre 1951, determinato da una configurazione analoga del flusso atmosferico ma con carattere di maggiore stazionarietà rispetto al 2013. Anche in quel caso le zone più colpite furono i rilievi orientali della Sardegna, che ricevettero tra 400 e 500 mm di pioggia in 24 ore per due-tre giorni, per totali di evento anche superiori ai 1000 mm.

Tra il 25 e il 27 novembre un fronte freddo in arrivo da nord-est ha ricoperto di neve le aree interne delle Marche, con accumuli fino a 104 cm sui Monti Sibillini a Pintura di Bolognola (MC, 1360 m s.l.m.) e 70 cm a Monte Catria (MC, 1450 m s.l.m.). Il 2 dicembre le temperature sono aumentate e nelle Marche si sono registrate nuove precipitazioni che hanno insistito sulle zone già colpite dalle nevicate dei giorni precedenti. Sebbene i valori cumulati non siano stati eccezionali, l'azione combinata delle nuove precipitazioni con lo scioglimento del manto nevoso ha creato sui bacini delle aree interessate fenomeni di piena importanti e dissesti diffusi sul territorio, favoriti anche dalle condizioni di saturazione del suolo. Al Sud in questi giorni il maltempo ha colpito Puglia, Basilicata, Calabria, Molise e Abruzzo. Le piogge più intense sono state registrate in Basilicata, dove i massimi di cumulata sulle 24 ore hanno raggiunto i 142.4 mm, con un tempo di ritorno superiore a 100 anni. Le piogge hanno causato l'esondazione dei fiumi Bradano, Agri, e Sinni, con conseguente interruzione della viabilità ordinaria e del traffico ferroviario.

---

## Dicembre

Nel mese di **dicembre** una vasta area di alta pressione ha determinato condizioni di stabilità nel corso delle prime due decadi. Nella mappa dell'anomalia del geopotenziale a 500 hPa di questo mese si riscontra uno spostamento verso nord dell'asse delle correnti atlantiche (**figura 2.4**). Le anomalie termiche sono state ovunque positive, molto pronunciate al Nord, dove si è registrato il valore massimo di anomalia della temperatura media mensile dell'anno: +2.7°C. In particolare, a Bologna l'anomalia termica è stata pari a 2.8 deviazioni standard rispetto ai valori del periodo 1961-1990. In Piemonte le temperature massime del dicembre 2013 sono state le più elevate degli ultimi 56 anni; tuttavia poche stazioni storiche hanno registrato valori record, poiché nel mese di dicembre i picchi termici sono generalmente determinati da episodi di foehn, mentre nel 2013 l'anomalia termica positiva è stata determinata dalla presenza di strutture anticicloniche persistenti.

Tra il 24 e il 26 dicembre una profonda depressione proveniente dalla Gran Bretagna ha portato freddo e maltempo su gran parte delle regioni settentrionali. In Valle d'Aosta si è verificata un'intensa nevicata con 117 cm di neve fresca a Weissmatten (2038 m s.l.m.) e 60 cm a Dondena (2181 m s.l.m.). In Piemonte le precipitazioni cumulate medie sulla regione sono state di circa 100 mm in 3 giorni, con i massimi sui bacini dell'Orba e del Bormida (affluenti del Tanaro) e su quello del Ticino svizzero. I massimi di evento registrati presso le stazioni di monitoraggio sono stati di 438.4 mm a Pianpaludo (SV) e di 333.4 mm a Sassello (SV) nei bacini meridionali e di 311.0 mm a Pallanza (VB) e 297.4 mm a Cigogna (VB) nei bacini settentrionali. In molte stazioni le precipitazioni giornaliere hanno rappresentato valori record per il mese di dicembre dall'inizio delle misurazioni. I quantitativi complessivi di neve fresca registrati a 2000 m di quota sono stati di 130-180 cm su Alpi Pennine e Lepontine, dove le nevicata si sono estese al di sopra dei 900-1100 m di quota.

In Lombardia le precipitazioni tra il 25 e il 26 dicembre sono state abbondanti, con accumuli superiori a 200 mm sulla fascia prealpina occidentale: 330 mm a Cuveglio (VA), 262 mm a Laveno (VA), 217 mm a Moggio (LC), 207 mm a Barni (CO). Qui la neve è caduta oltre i 1700-1900 m con accumuli di 60-80 cm e picchi locali anche di 90 cm sulle Alpi Orobie.

Anche la Liguria in questi giorni è stata interessata da precipitazioni persistenti e diffuse, che hanno causato smottamenti e piene di molti corsi d'acqua; le cumulate hanno raggiunto valori compresi tra 250 e 350 mm, con massimi di quasi 300 mm in 24 ore a Isoverde (GE) e 220 mm sulla Statale di Né presso Chiavari (GE). A seguito delle precipitazioni l'Entella è esondato nei pressi della foce, interrompendo la strada provinciale 12 e la statale Aurelia.



**Figura 2.5:** *Nevicata del 16-19 marzo ad Aosta (in alto) e a Morgex (al centro ed in basso). Fonte: Regione Valle d'Aosta.*



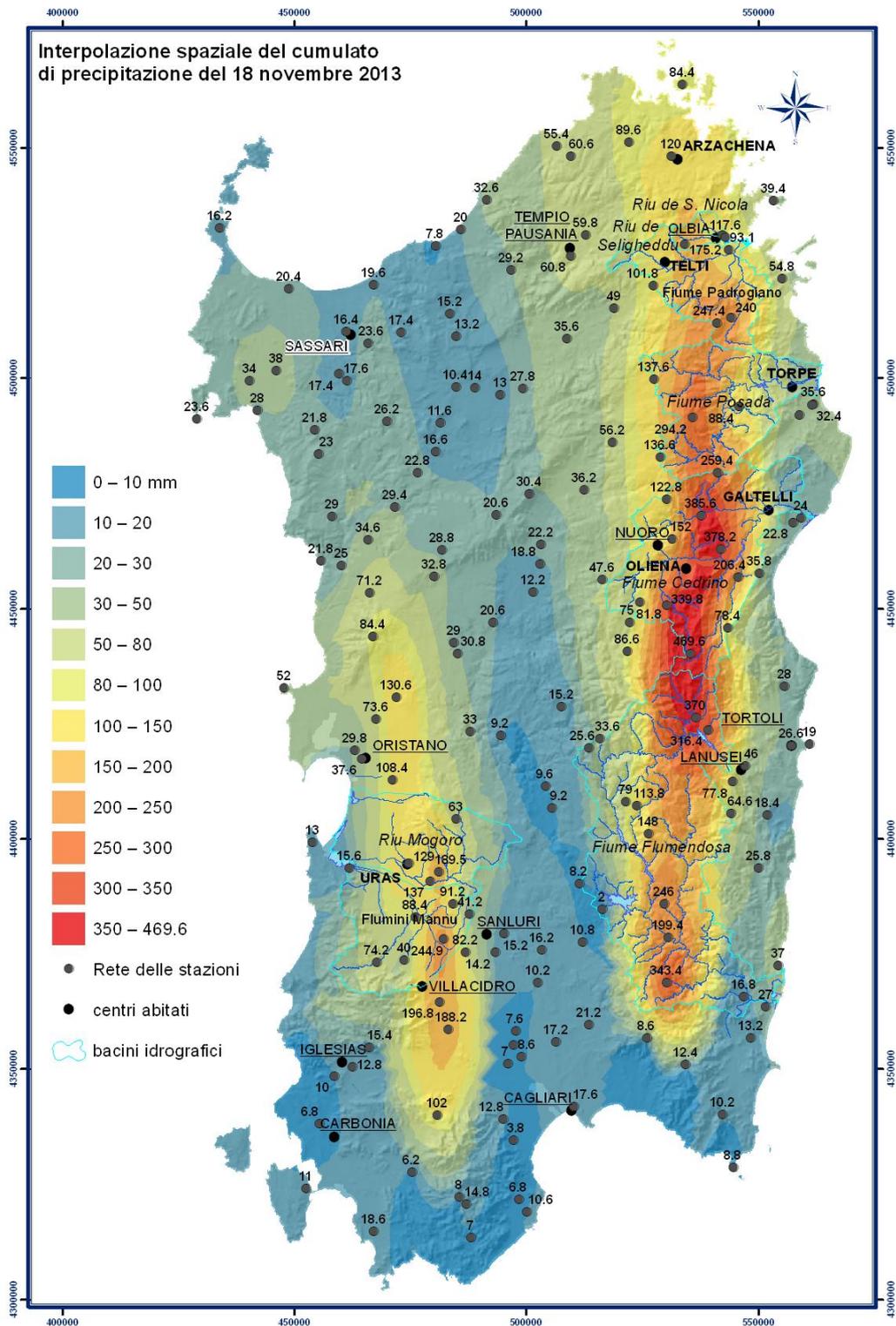
**Figura 2.6:** *Grandinata a Casalecchio di Reno (BO) il 22 aprile 2013. Fonte: ARPA-SIMC Emilia-Romagna.*



**Figura 2.7:** *Neve rimanente ad Arabba al mattino del 26 maggio 2013. Fonte: ARPA Veneto.*



**Figura 2.8:** *Innevamento in Valle d'Aosta a inizio estate presso il Colle del Piccolo San Bernardo (in alto, 11 giugno) e presso il Colle del Gran San Bernardo (in basso, 16 giugno). Fonte: Regione Valle d'Aosta.*



**Figura 2.9:** *Mapa interpolata della precipitazione cumulata nell'evento del 18 novembre in Sardegna. Fonte: ARPA Sardegna.*



**Figura 2.10:** Alcune conseguenze dell'alluvione del 18 novembre in Sardegna. Fonte: Protezione Civile Regione Sardegna.

---

## 3. TEMPERATURA

### Anno 2013

Nelle **figure 3.1-3.5** sono rappresentati i valori annuali di temperatura media, temperatura minima (media annuale), temperatura massima (media annuale), temperatura minima assoluta e temperatura massima assoluta, calcolati sulle serie di dati disponibili per il 2013. Le stazioni di misura sono rappresentate da simboli diversi a seconda della rete di appartenenza.

Le temperature medie sono comprese tra il valore più basso di  $-5.6^{\circ}\text{C}$  registrato a Pian Rosà (AO, 3488 m s.l.m.) e il valore più alto registrato a Lampedusa ( $20.1^{\circ}\text{C}$  sulla stazione della rete mareografica;  $19.7^{\circ}\text{C}$  sulla stazione della rete sinottica).

I valori medi di temperatura minima giornaliera sono compresi tra  $-8.3^{\circ}\text{C}$  di Pian Rosà e  $18.1^{\circ}\text{C}$  di Lampedusa (rete mareografica;  $17.9^{\circ}\text{C}$  sulla stazione della rete sinottica). I valori medi di temperatura massima giornaliera sono compresi tra  $-3.0^{\circ}\text{C}$  di Pian Rosà e  $25.1^{\circ}\text{C}$  di Paternò (CT, 100 m s.l.m., rete regionale).

Le temperature minime assolute sono comprese tra  $-24.0^{\circ}\text{C}$  di Pian Rosà, seguita da  $-23.5^{\circ}\text{C}$  di Livigno Passo Foscagno (SO, 2250 m s.l.m., rete regionale) e  $7.5^{\circ}\text{C}$  di Lampedusa. Le temperature massime assolute sono comprese tra  $10.4^{\circ}\text{C}$  di Pian Rosà, seguita da  $20.6^{\circ}\text{C}$  di Lago Agnel (TO, 2304 m s.l.m., rete regionale) e  $46.6^{\circ}\text{C}$  di Aliano (MT, 250 m s.l.m., rete RAN), seguito da  $43.6^{\circ}\text{C}$  di Palmas Arborea (OR, rete regionale).

L'andamento della temperatura in Italia nel corso del 2013 è illustrato dalla **figura 3.6**. I valori di anomalia rappresentano le differenze tra le temperatura medie del 2013 e quelle normali riferite al periodo climatologico 1961-1990.

Il 2013 è stato un anno più caldo rispetto alla media climatologica 1961-1990. L'anomalia della temperatura media annuale è stata in media di  $+1.03^{\circ}\text{C}$  al Nord,  $+1.06$  al Centro e  $+1.00^{\circ}\text{C}$  al Sud e sulle Isole. Tutti i mesi del 2013 sono stati più caldi della norma, ad eccezione di febbraio e, solo al Nord, di marzo e maggio. Al Nord il mese più caldo rispetto alla norma è stato dicembre, con un'anomalia media di  $+2.60^{\circ}\text{C}$ , seguito da luglio ( $+2.45^{\circ}\text{C}$ ) e agosto ( $+1.96^{\circ}\text{C}$ ), mentre a febbraio l'anomalia negativa è stata di  $-1.26^{\circ}\text{C}$ . Al Centro l'anomalia più elevata è stata registrata ad aprile ( $+2.36^{\circ}\text{C}$ ), seguita da ottobre ( $+2.35^{\circ}\text{C}$ ) e agosto ( $+2.16^{\circ}\text{C}$ ), mentre a febbraio l'anomalia negativa è stata di  $-1.21^{\circ}\text{C}$ . Al Sud e sulle Isole i mesi più caldi rispetto alla norma sono stati ottobre, aprile e agosto, con anomalie  $+2.39$ ,  $+2.12$  e  $1.60^{\circ}\text{C}$  rispettivamente, mentre a febbraio l'anomalia negativa è stata di  $-0.80^{\circ}\text{C}$ .

Le anomalie della temperatura media nel 2013 sono illustrate anche dalle mappe nella **figura 3.7** (anomalia annuale) e nelle **figure 3.8a e 3.8b** (anomalie mensili). Le mappe sono state realizzate rappresentando sempre con gli stessi colori valori uguali di anomalia, in modo da renderne più facile e immediato il confronto.

La **figura 3.9** mette a confronto le anomalie della temperatura minima e della temperatura massima. Nel 2013 gli scostamenti dalla norma 1961-1990 della temperatura minima sono stati, in media, leggermente superiori a quelli della temperatura massima.

### Variazioni e tendenze

La variabilità della temperatura in Italia è illustrata dalla serie di anomalie annuali di temperatura media, minima e massima a partire dal 1961 (**figure 3.10 - 3.12**). I valori di anomalia sono stati ottenuti elaborando i dati di un gruppo di stazioni distribuite in modo abbastanza uniforme sul territorio nazionale e selezionate in base a criteri di completezza e omogeneità delle serie [8, 9].

Il valore dell'anomalia media annuale del 2013 ( $+1.04^{\circ}\text{C}$ ) rappresenta il 22° valore annuale positivo consecutivo e si colloca al 10° posto nell'intera serie dal 1961 al 2013. Gli anni più caldi dell'ultimo mezzo secolo sono stati il 1994, il 2003 e il 2000, con anomalie della temperatura media comprese tra  $+1.35$  e  $+1.38^{\circ}\text{C}$ . L'aumento della temperatura media annuale non si può attribuire in modo uniforme alle quattro stagioni. Come risulta dal confronto delle serie di anomalia nelle **figure 3.11a e 3.11b**, nel 2013 le stagioni più calde rispetto alla norma sono state l'estate e l'autunno, mentre in inverno (per il quale la temperatura media stagionale viene determinata aggregando i mesi di gennaio e febbraio del

---

2013 con il mese di dicembre del 2012) i valori di temperatura sono stati in media molto vicini ai valori normali 1961-1990. Inoltre, nel 2013 l'anomalia positiva della temperatura media annuale va attribuita in parte leggermente maggiore alle temperature minime rispetto alle temperature massime (**figura 3.12**).

Nella tabella 1 vengono riassunti i trend di temperatura calcolati con un modello di regressione lineare, a partire dal 1981; all'inizio degli anni '80 viene infatti identificato un cambiamento del trend di temperatura in Italia e ha inizio il periodo caratterizzato da un riscaldamento più netto nell'ultimo secolo [11]. Il rateo di variazione della temperatura media in Italia dal 1981 al 2013 risulta essere di  $+0.34 \pm 0.07^{\circ}\text{C} / 10$  anni, quello della temperatura minima di  $+0.31 \pm 0.06^{\circ}\text{C} / 10$  anni, quello della temperatura massima di  $+0.37 \pm 0.08^{\circ}\text{C} / 10$  anni. Su base stagionale, i trend della temperatura media sono più forti in estate e in primavera ( $+0.49 \pm 0.13^{\circ}\text{C} / 10$  anni), mentre in autunno e in inverno sono ugualmente positivi ma non statisticamente significativi.

## Estremi

Per l'analisi degli estremi di temperatura (**figure 3.13-3.20**), sono stati presi in considerazione alcuni indici definiti dal *CCL/CLIVAR Working Group on Climate Change Detection* [12, 13]. I criteri di selezione delle serie di dati italiani utili e i metodi di calcolo degli indici, che riprendono quelli di valutazioni analoghe a scala globale o continentale [14,15], sono descritti in dettaglio in [9]. Anche questi indici sono stati calcolati per gruppi di stazioni distribuite in modo abbastanza uniforme sul territorio nazionale e che soddisfano requisiti di completezza e omogeneità delle serie temporali.

Nel 2013 il numero medio di giorni con gelo, cioè il numero medio di giorni con temperatura minima minore o uguale a  $0^{\circ}\text{C}$ , è stato inferiore al valore normale 1961-1990: in media, circa 10 giorni in meno nell'anno. Negli ultimi 20 anni i giorni con gelo sono stati sempre meno della norma, ad eccezione del 2005 e del 1993 (**figura 3.13**). Il numero medio di notti tropicali, cioè con temperatura minima maggiore di  $20^{\circ}\text{C}$ , nel 2013 è stato superiore al valore normale come sempre negli ultimi 13 anni: in media, circa 12 giorni in più nell'anno (**figura 3.14**). Il numero medio di giorni estivi, cioè con temperatura massima maggiore di  $25^{\circ}\text{C}$ , è stato anch'esso superiore alla media climatologica: in media, circa 13 giorni in più nell'anno; il 2013 è il 14° anno consecutivo con valore superiore alla norma 1961-1990 (**figura 3.15**).

L'indice rappresentativo delle onde di calore è il *Warm Spell Duration Index* (WSDI). Ai fini del calcolo di questo indice, un'onda di calore è un evento della durata di almeno 6 giorni consecutivi nei quali la temperatura massima è superiore al 90° percentile della distribuzione delle temperature massime giornaliere nello stesso periodo dell'anno sul trentennio climatologico. Il WSDI conta il numero dei giorni caratterizzati da un'onda di calore, così definita, in un anno. Come sempre negli ultimi 30 anni, nel 2013 il WSDI è stato superiore alla media 1961-1990 e si colloca al 9° posto della serie dal 1961 (**figura 3.16**).

Altri indici di estremi di temperatura che si basano sul confronto con la distribuzione statistica dei valori normali sono le notti fredde (TN10p), cioè la percentuale di giorni in un anno con temperatura minima inferiore al 10° percentile del corrispondente valore medio climatologico, i giorni freddi (TX10p), cioè la percentuale di giorni con temperatura massima inferiore al 10° percentile, le notti calde (TN90p), cioè la percentuale di giorni con temperatura minima superiore al 90° percentile e i giorni caldi (TX90p), cioè la percentuale di giorni con temperatura massima superiore al 90° percentile. Come illustrato dalle **figure 3.17-3.20** negli ultimi 50 anni le notti e i giorni freddi mostrano una chiara tendenza a diminuire mentre i giorni e le notti calde mostrano una chiara tendenza ad aumentare; il 2013 ha fatto registrare il valore più basso di notti fredde (TN10p) dell'intera serie. Notti calde (TN90p) e giorni caldi (TX90p) sono stati superiori alla media climatologica come sempre accaduto negli ultimi 30 anni, pur non collocandosi ai primi posti dell'intera serie.

---

INDICATORE	TREND (°C/10 anni)
Temperatura media	+0.34 ± 0.07
Temperatura minima	+0.31 ± 0.06
Temperatura massima	+0.37 ± 0.08
Temperatura media inverno	(+0.19 ± 0.16)
Temperatura media primavera	+0.49 ± 0.13
Temperatura media estate	+0.49 ± 0.13
Temperatura media autunno	(+0.20 ± 0.12)

*Tabella 1: Trend stimati (e relative deviazioni standard) della temperatura in Italia dal 1981 al 2013. Tra parentesi i trend statisticamente non significativi.*

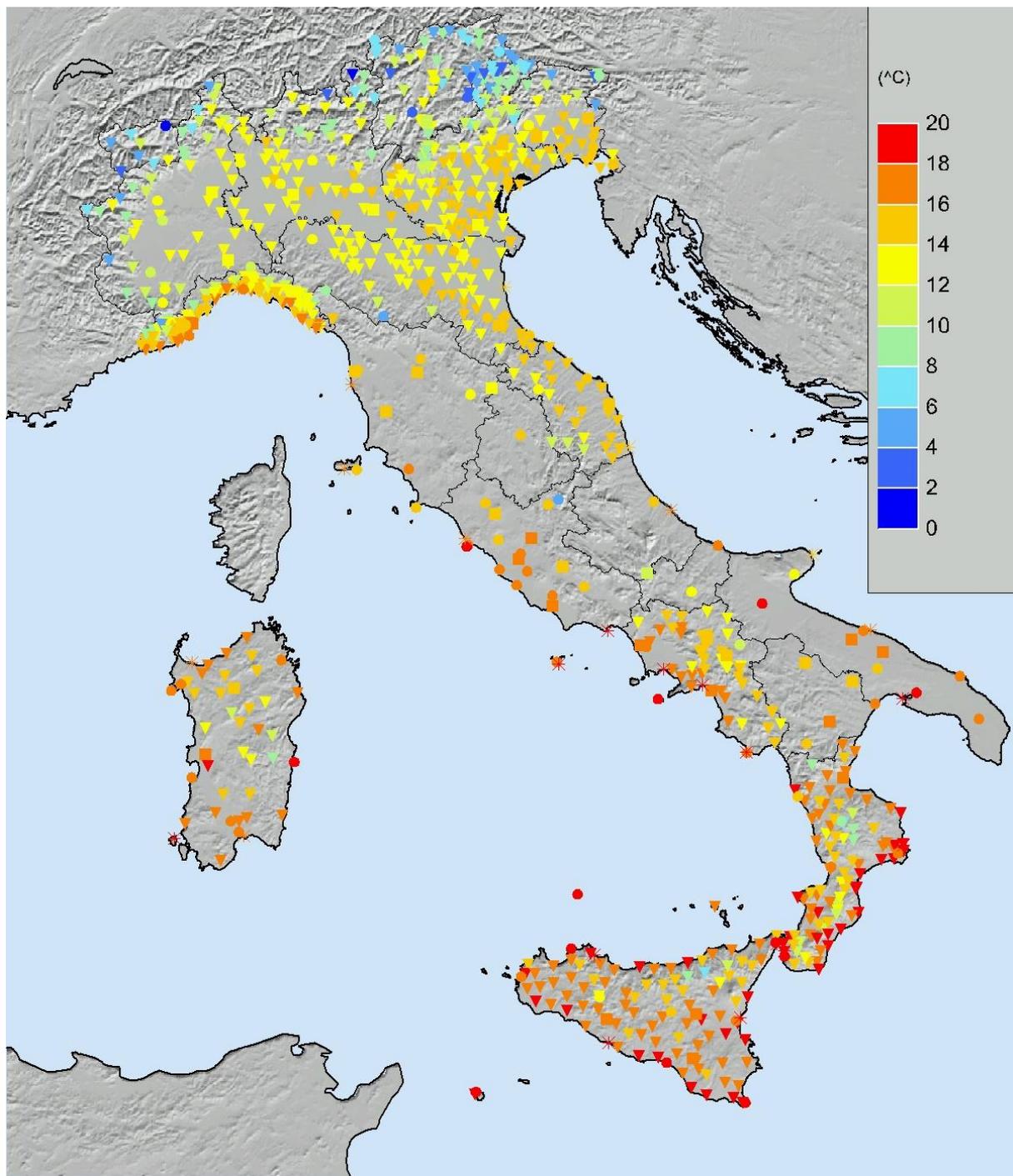


Figura 3.1: *Temperatura media 2013.*

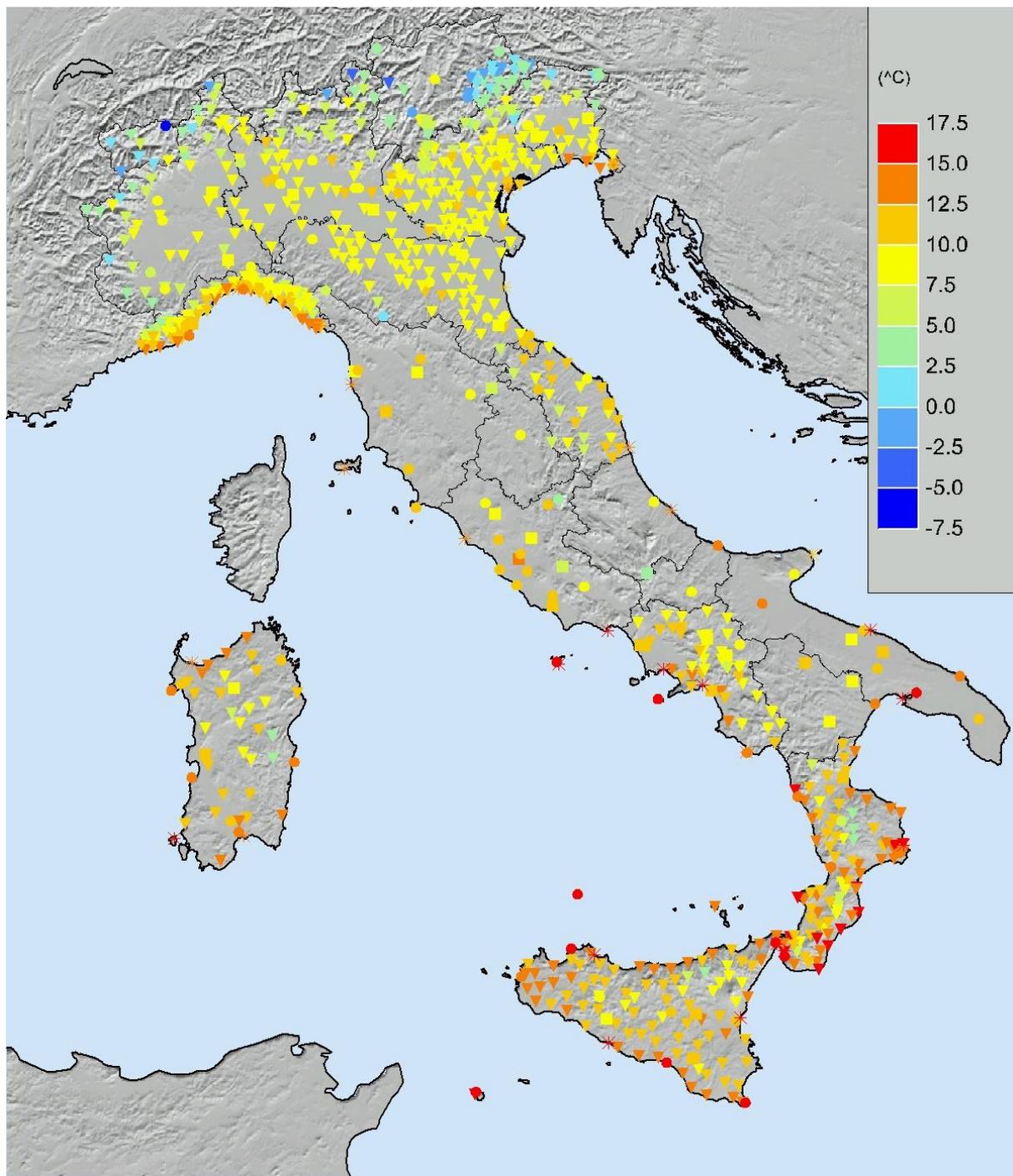
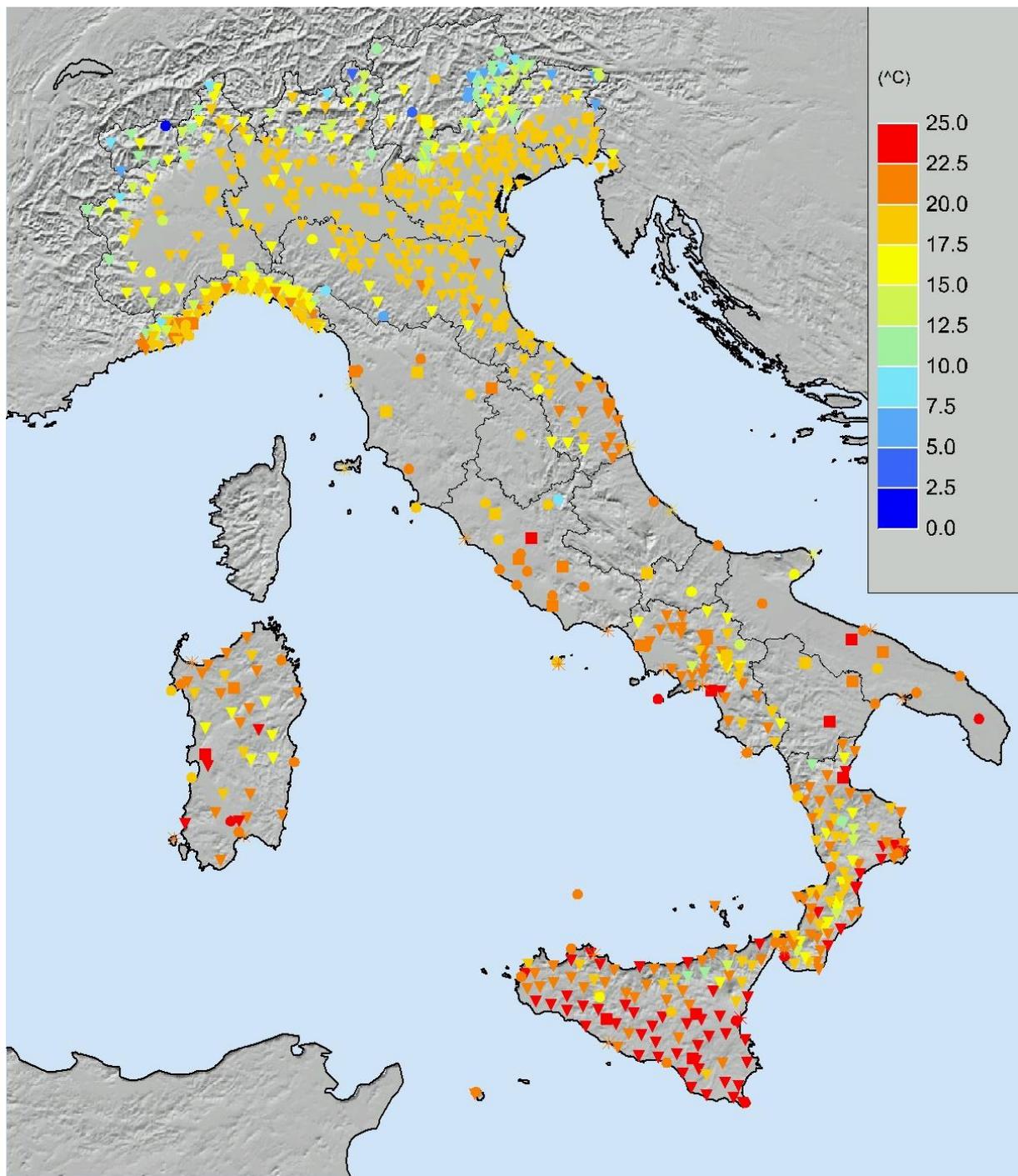
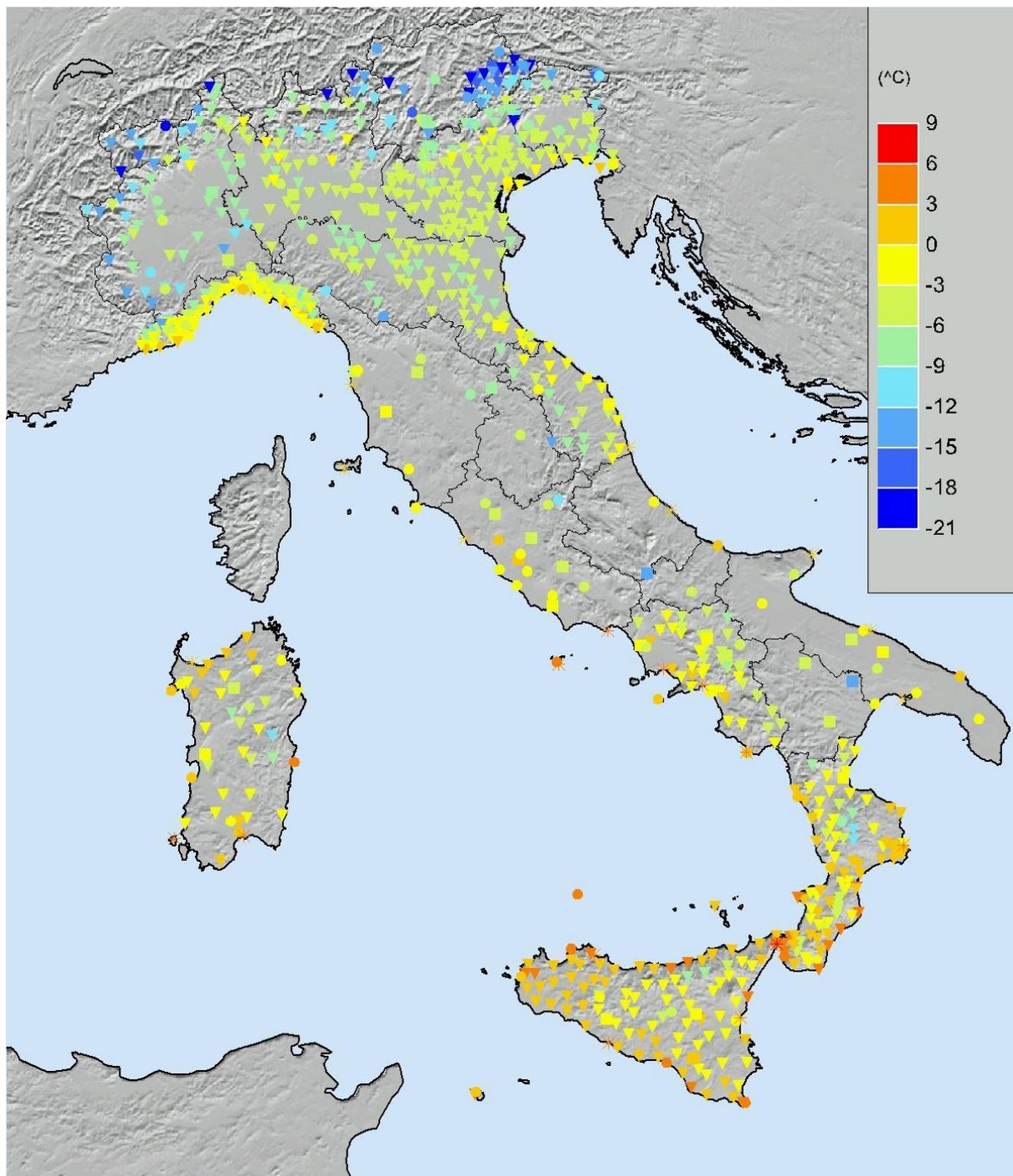


Figura 3.2: Media della temperatura minima 2013.



**Figura 3.3:** *Media della temperatura massima 2013.*



**Figura 3.4:** *Temperatura minima assoluta 2013.*

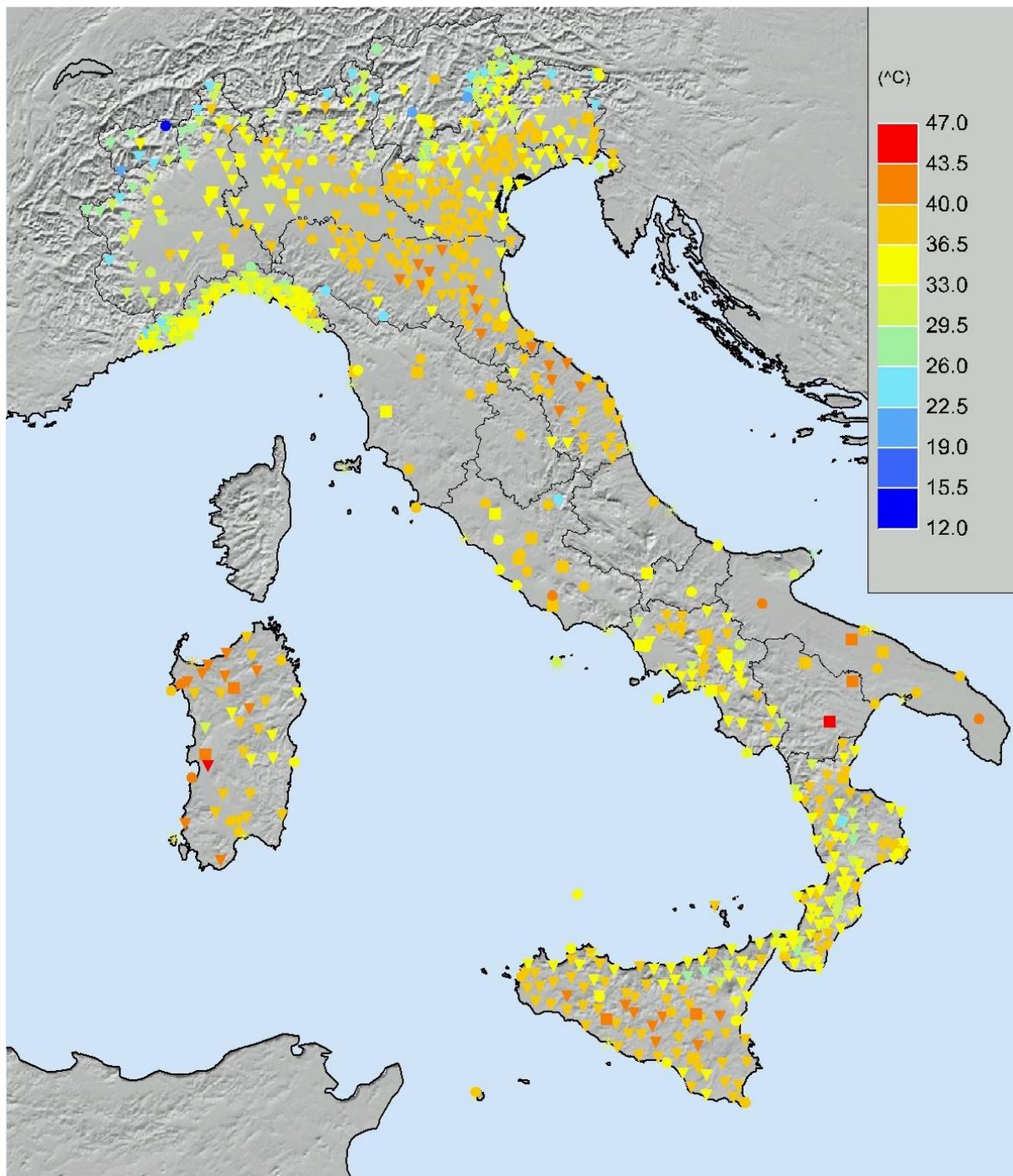
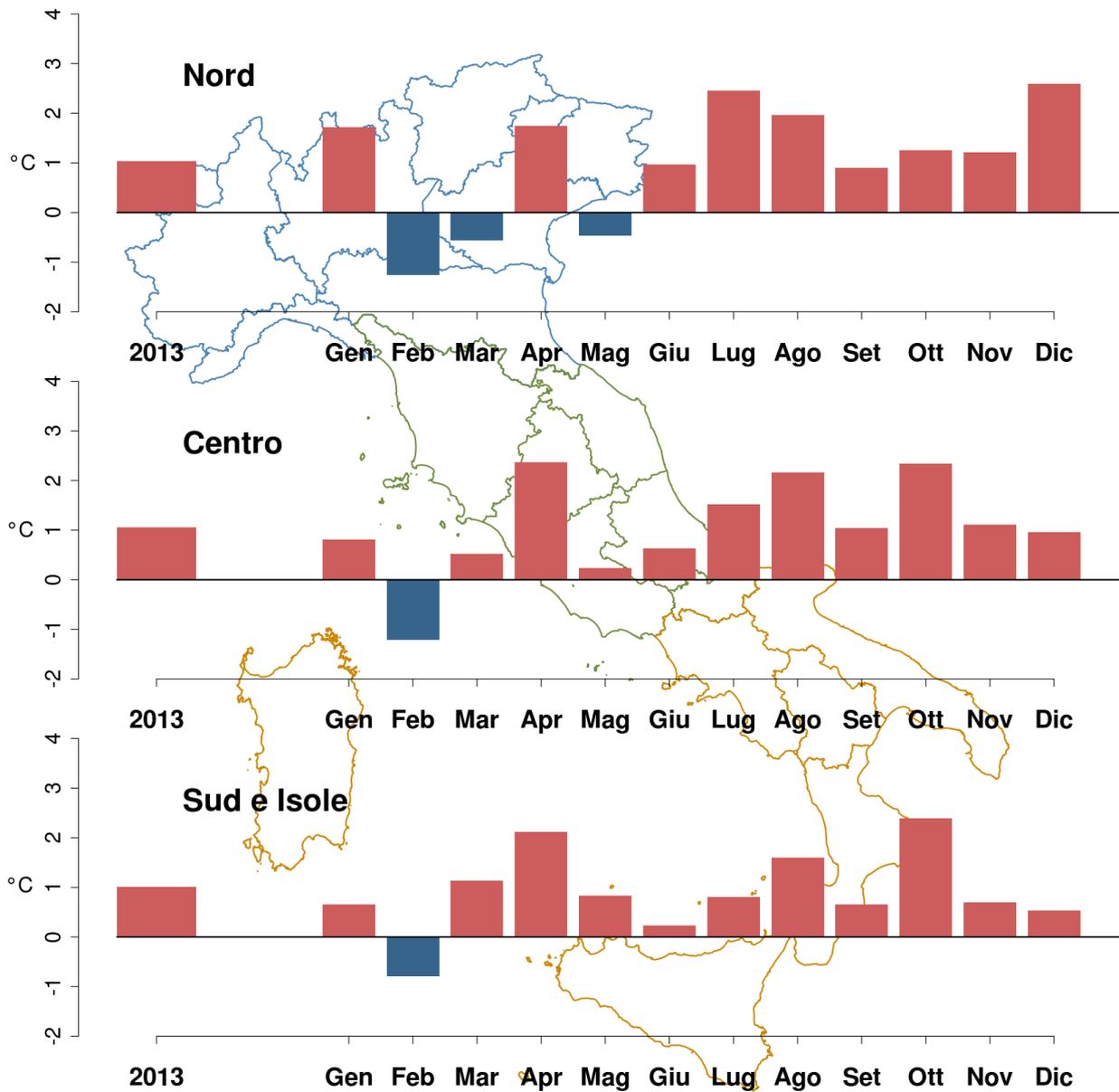
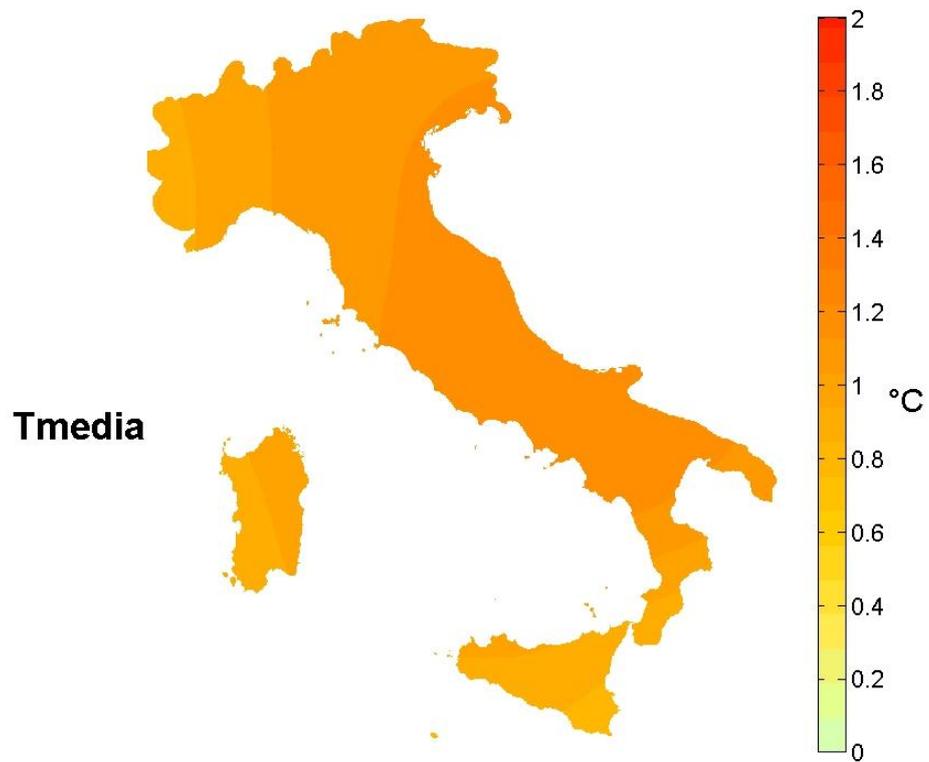


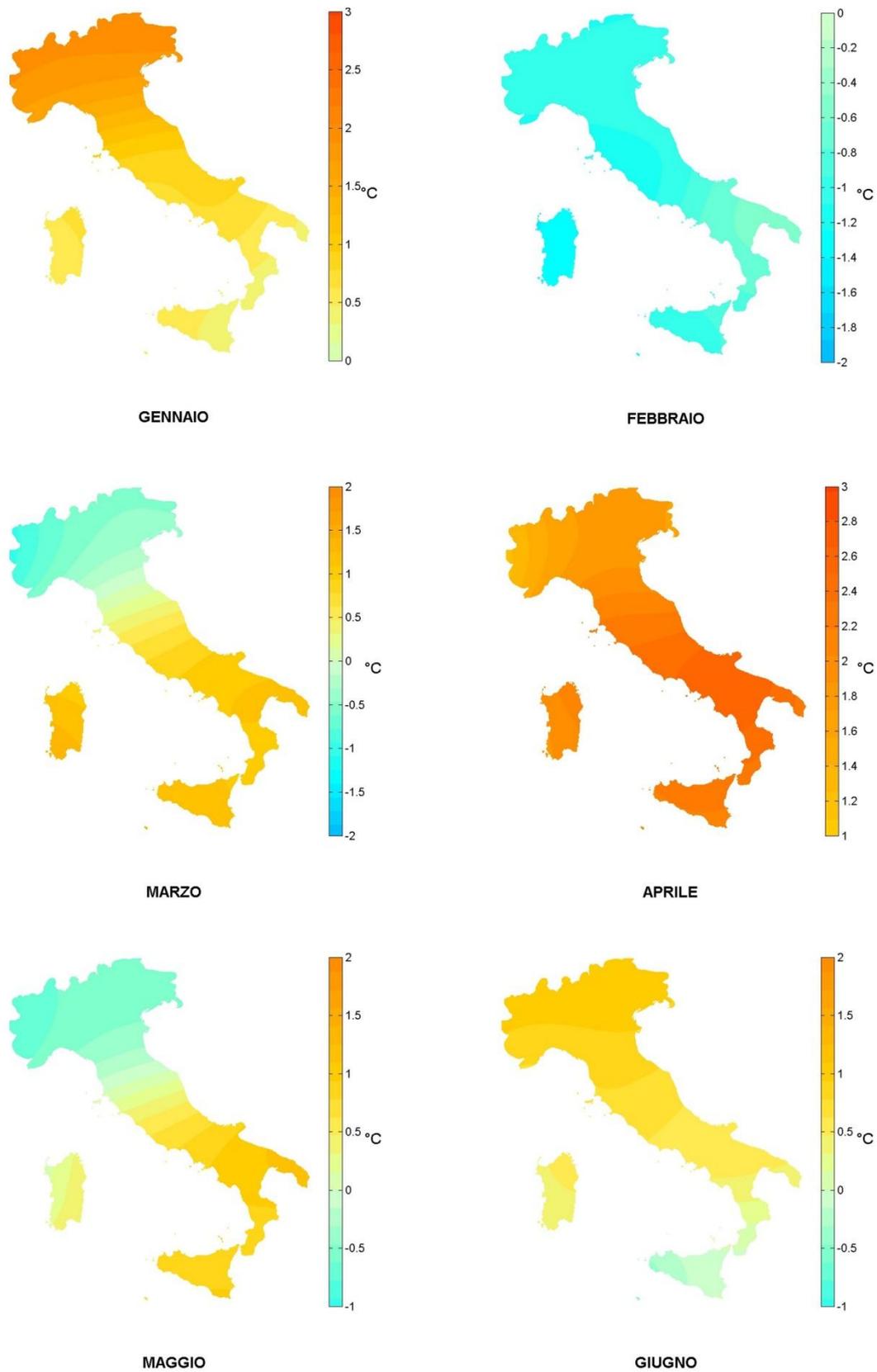
Figura 3.5: Temperatura massima assoluta 2013.



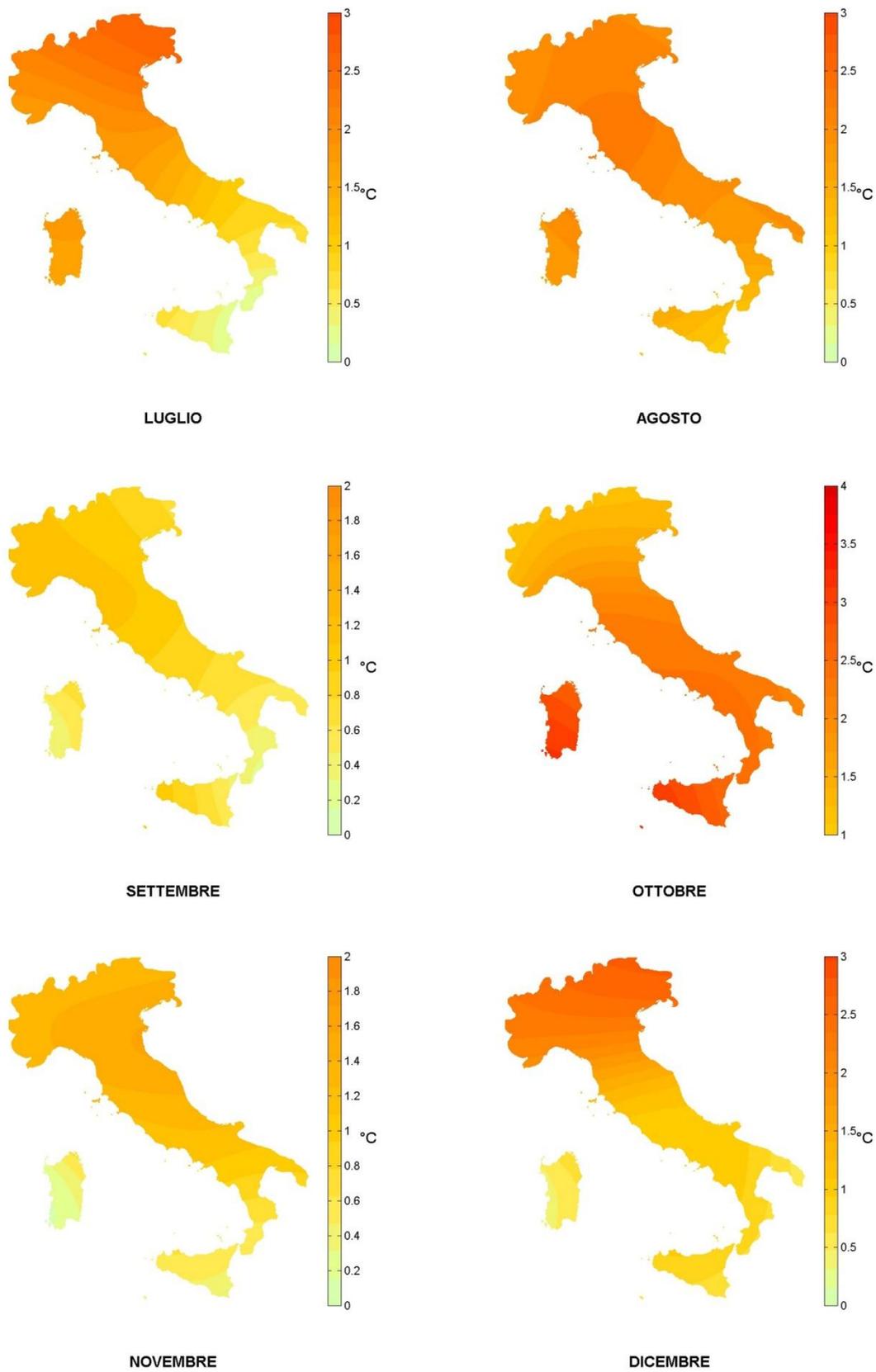
**Figura 3.6:** Anomalia media 2013 (annuale e mensile) della temperatura media rispetto al valore normale 1961-1990.



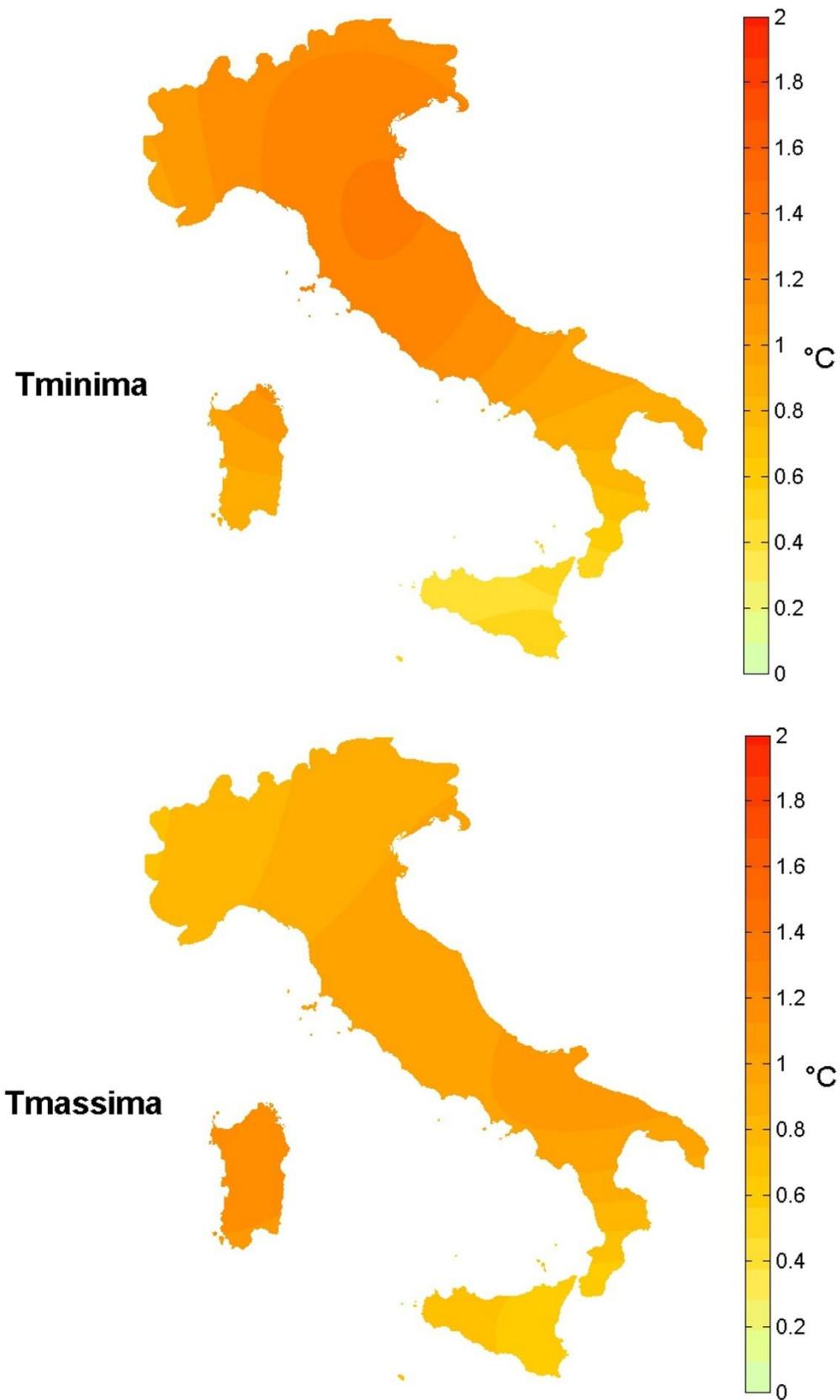
**Figura 3.7:** *Anomalia della temperatura media annuale 2013 rispetto al valore normale 1961-1990.*



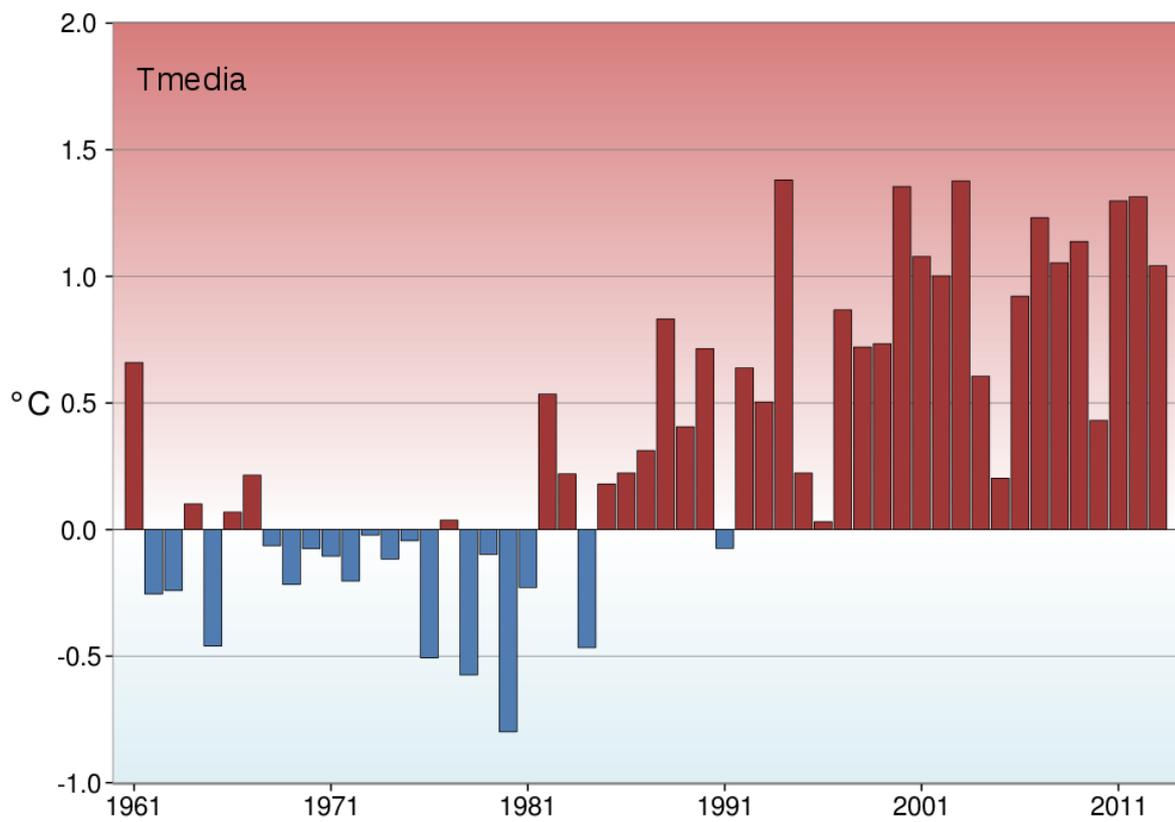
**Figura 3.8a:** Anomalie della temperatura media mensile 2013 rispetto ai valori normali 1961-1990 (gennaio-giugno). Stessi colori rappresentano stessi valori di anomalia in tutte le mappe.



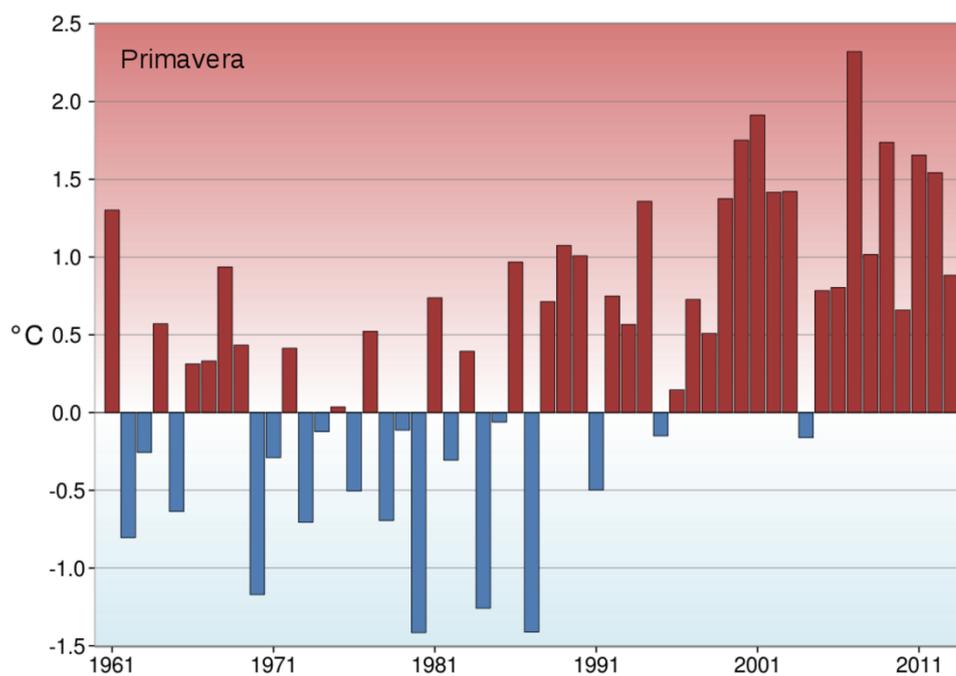
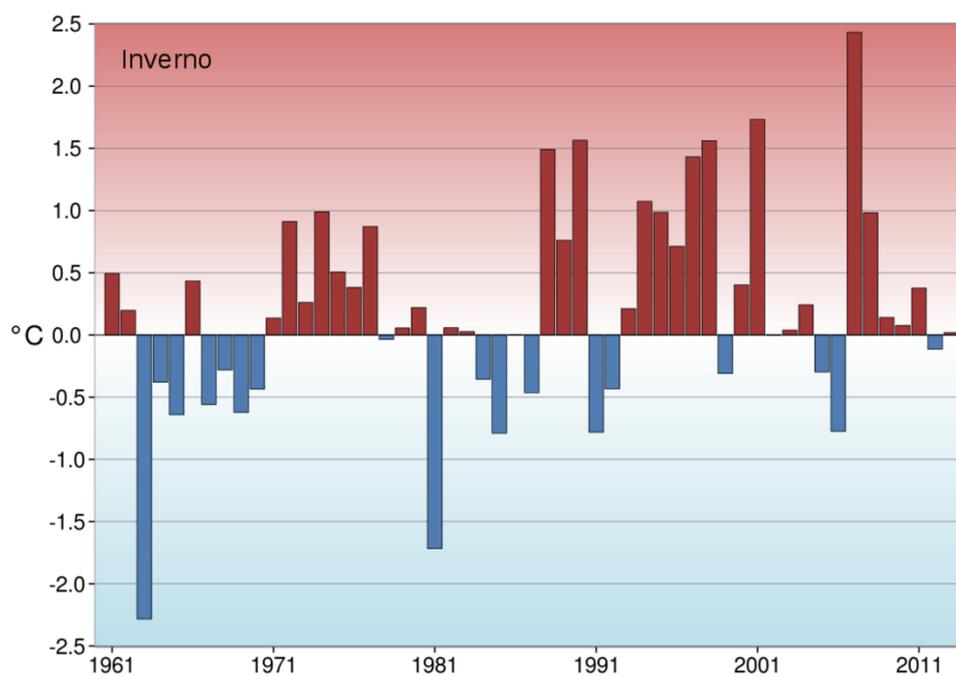
**Figura 3.8b:** Anomalie della temperatura media mensile 2013 rispetto ai valori normali 1961-1990 (luglio-dicembre). Stessi colori rappresentano stessi valori di anomalia in tutte le mappe.



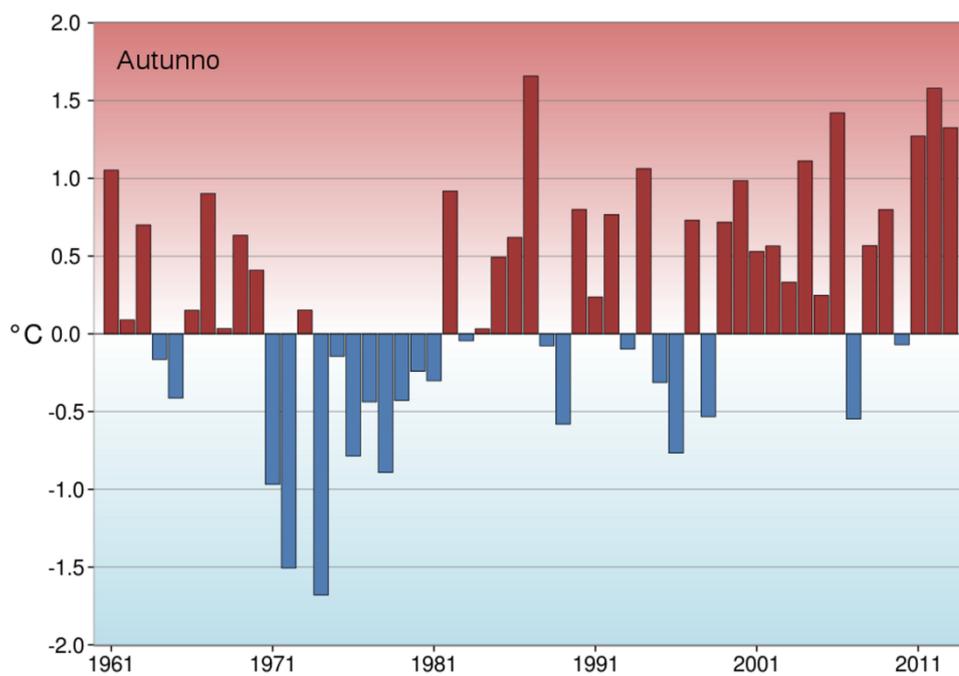
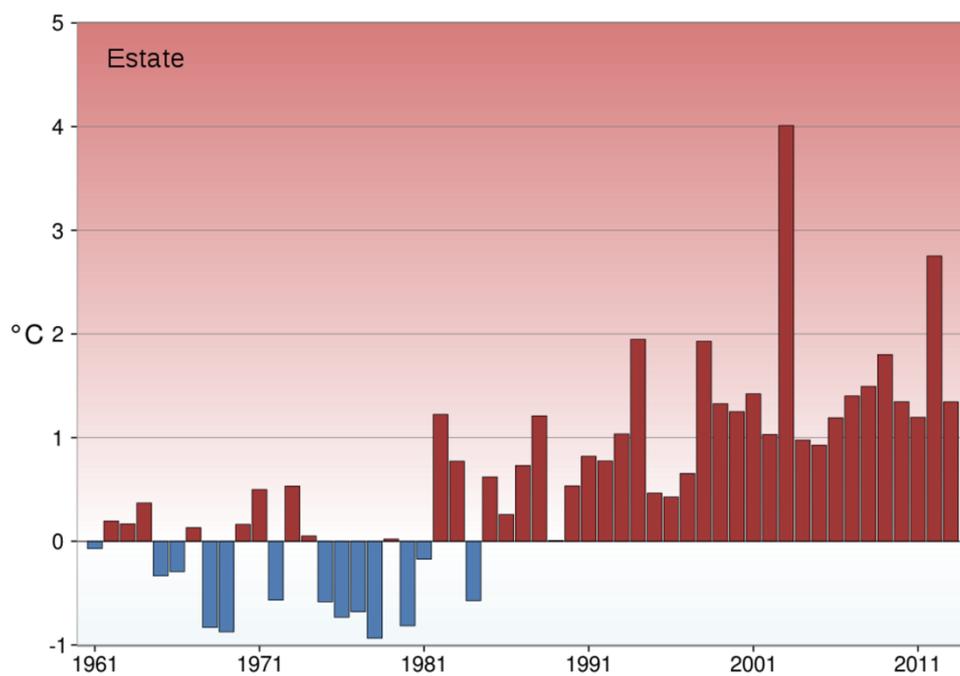
**Figura 3.9:** Anomalie della temperatura minima e massima annuali 2013 rispetto al valore normale 1961-1990.



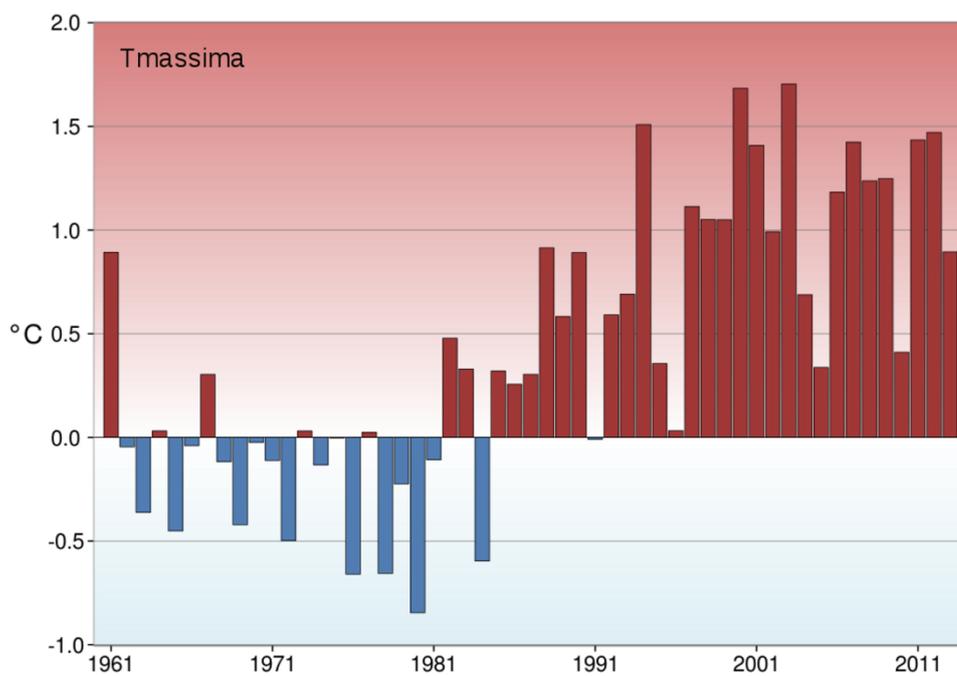
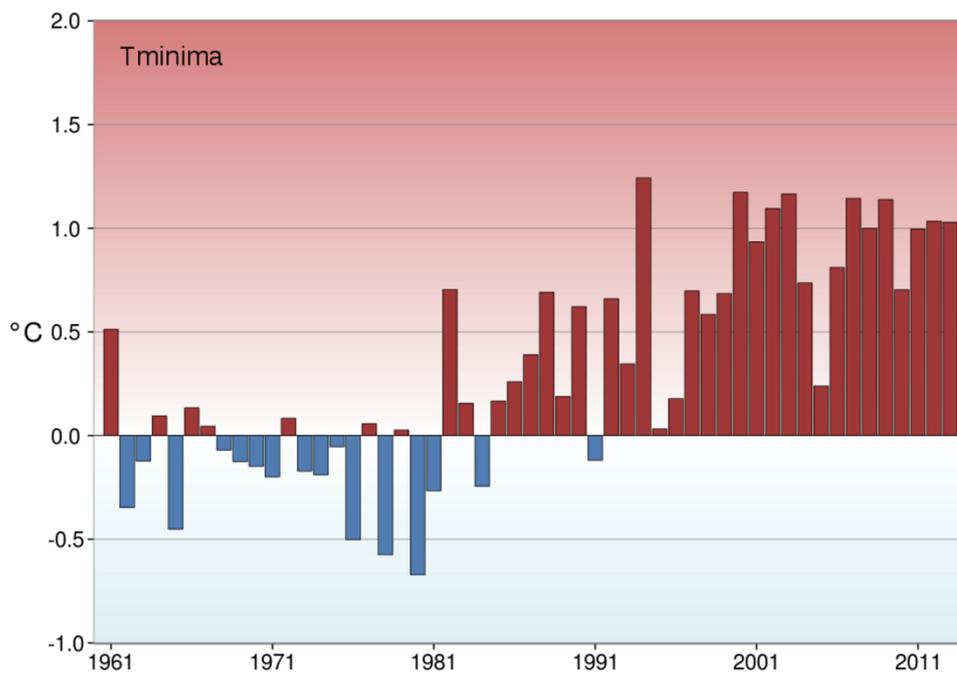
**Figura 3.10:** Serie delle anomalie medie in Italia della temperatura media rispetto al valore normale 1961-1990.



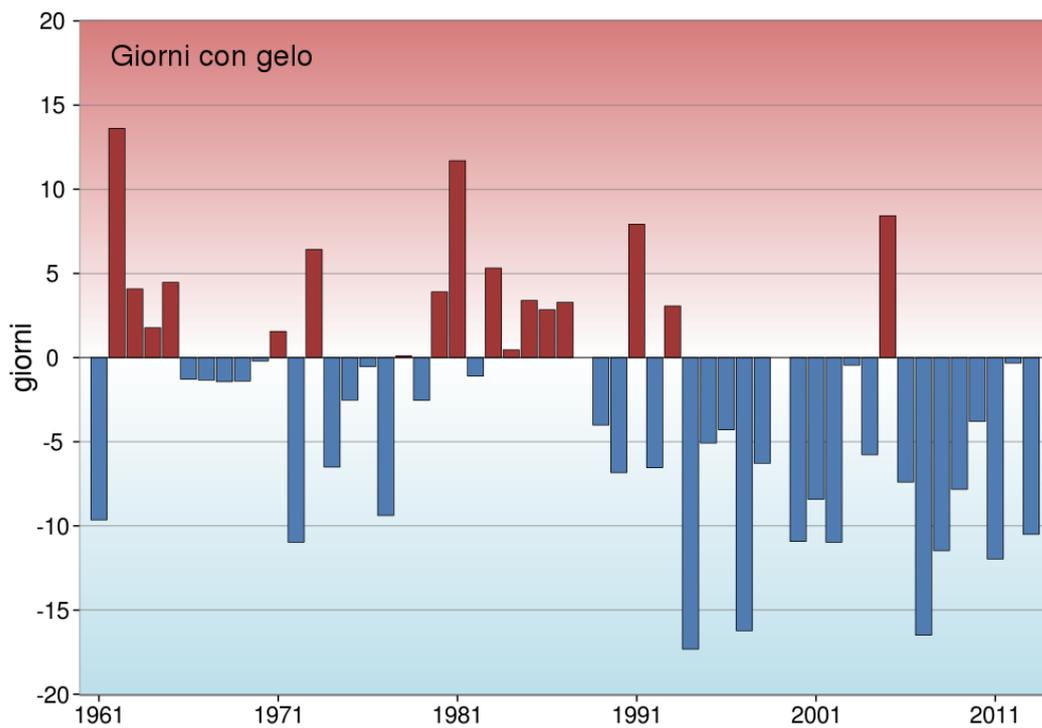
**Figura 3.11a:** Serie delle anomalie medie stagionali della temperatura media in Italia rispetto al valore normale 1961-1990 (inverno e primavera).



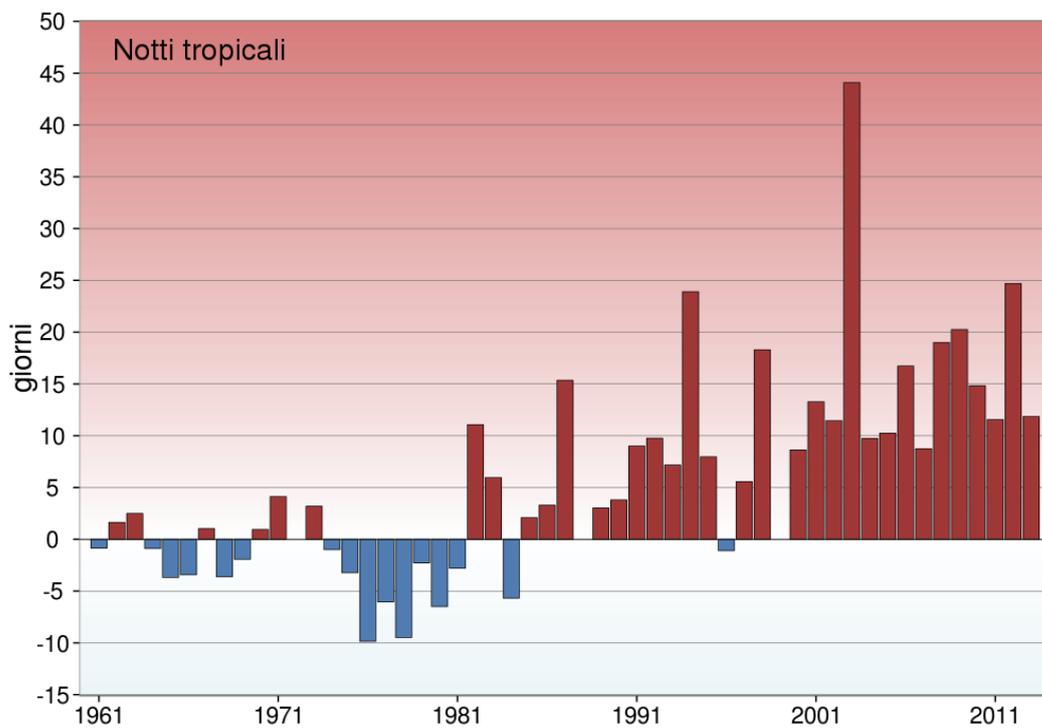
**Figura 3.11b:** Serie delle anomalie medie stagionali della temperatura media in Italia rispetto al valore normale 1961-1990 (estate e autunno).



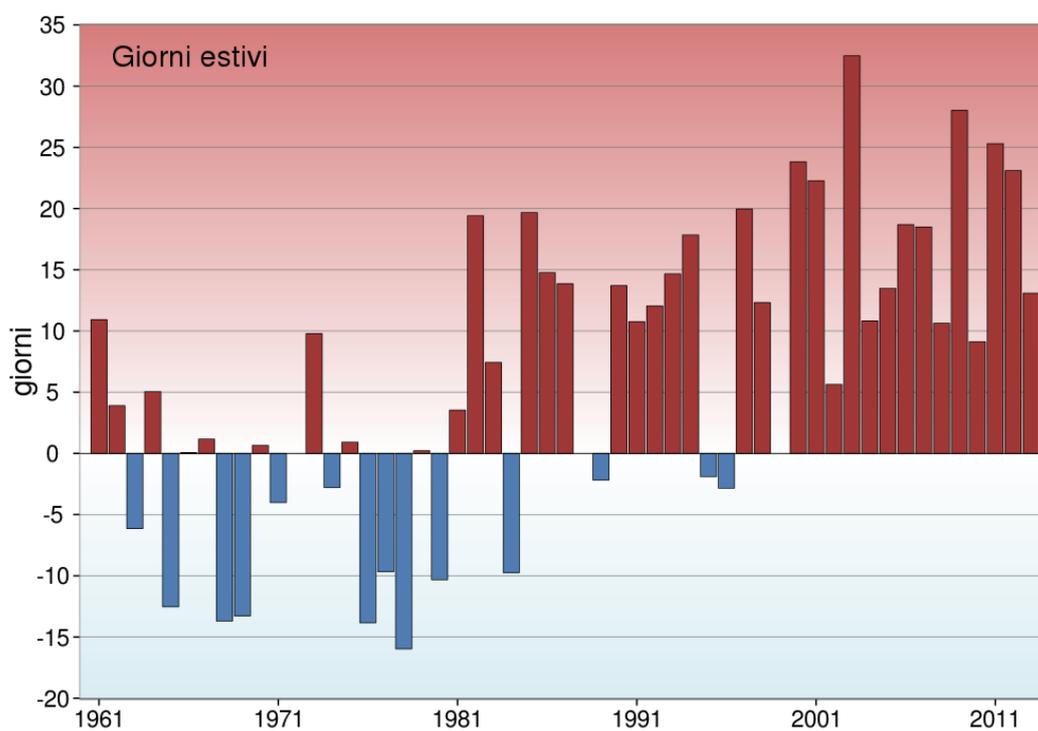
**Figura 3.12:** Serie delle anomalie medie annuali della temperatura minima e massima in Italia rispetto al valore normale 1961-1990.



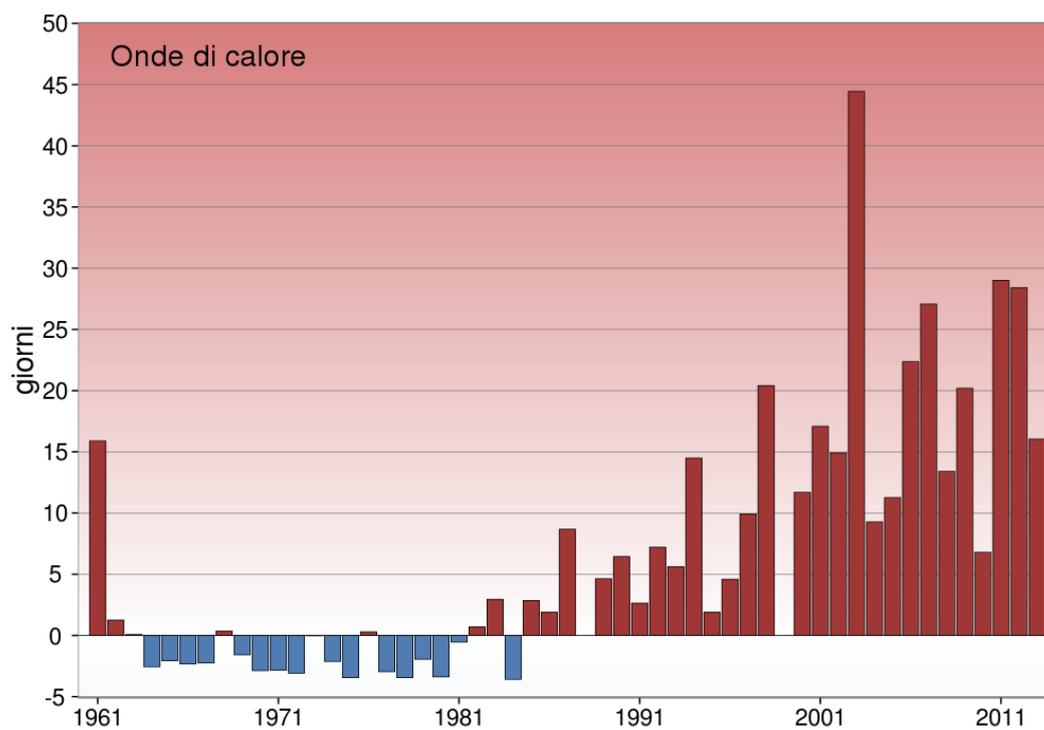
**Figura 3.13:** Serie delle anomalie medie annuali del numero di giorni con gelo in Italia rispetto al valore normale 1961-1990.



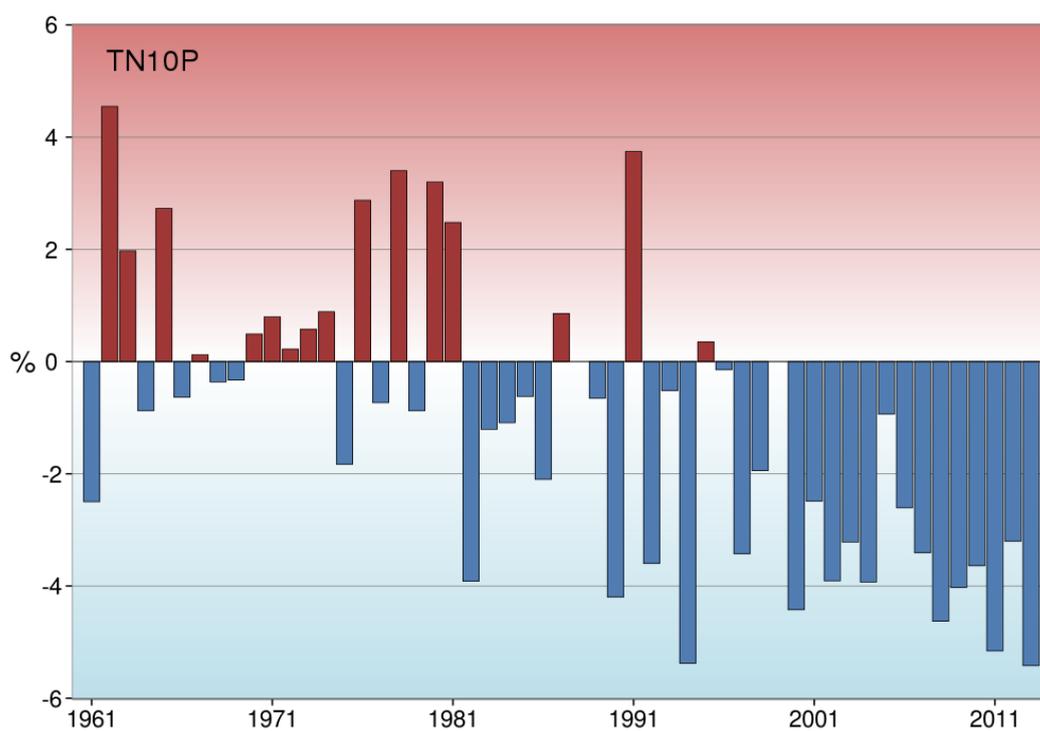
**Figura 3.14:** Serie delle anomalie medie annuali del numero di notti tropicali in Italia rispetto al valore normale 1961-1990.



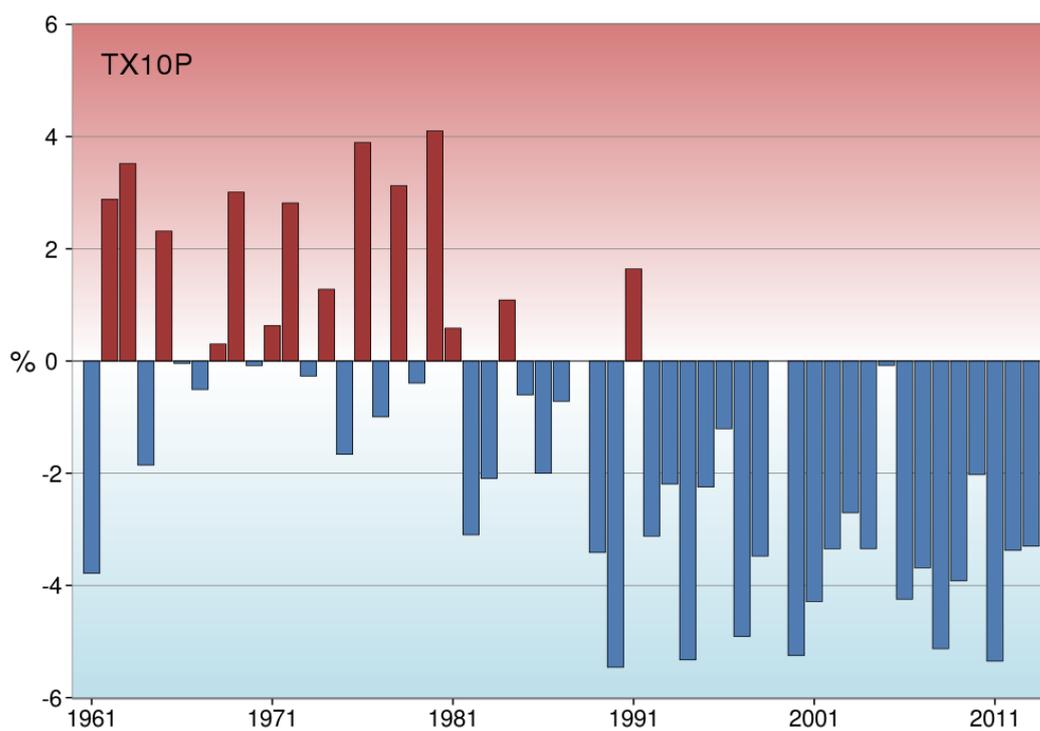
**Figura 3.15:** Serie delle anomalie medie annuali del numero di giorni estivi in Italia rispetto al valore normale 1961-1990.



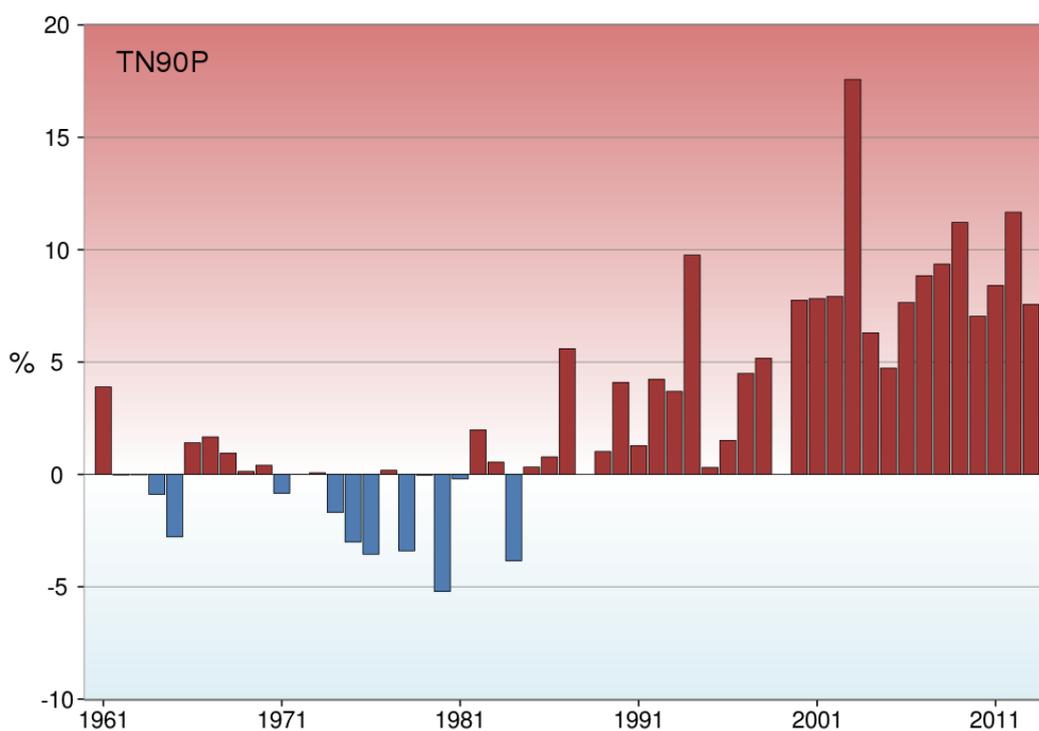
**Figura 3.16:** Serie delle anomalie medie annuali del numero di giorni con onde di calore (WSDI) in Italia rispetto al valore normale 1961-1990.



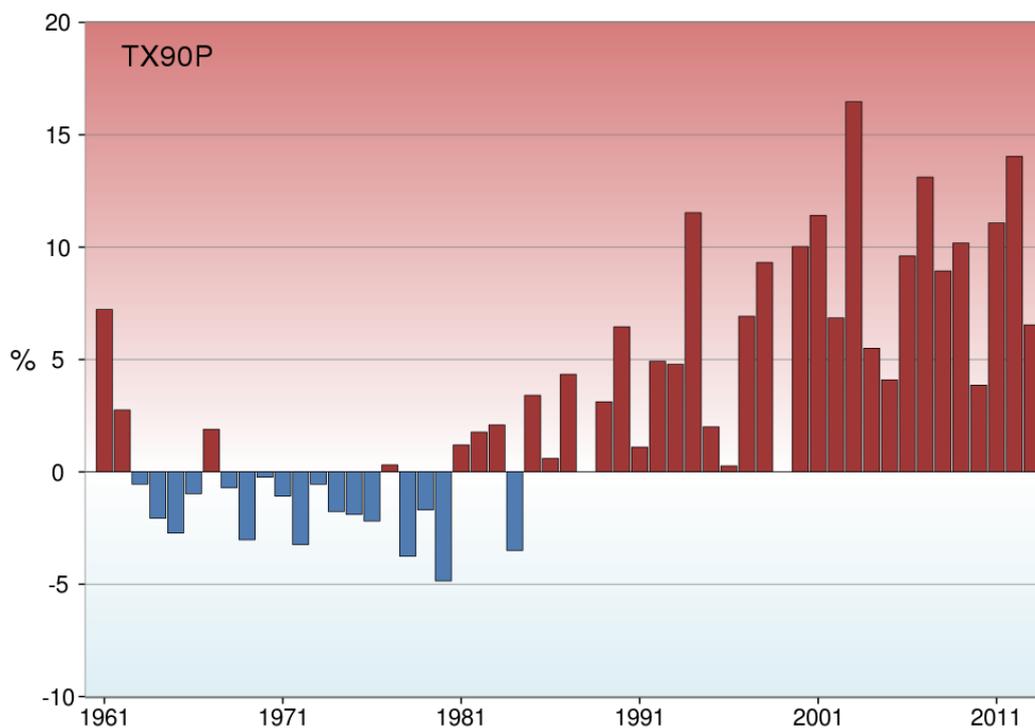
**Figura 3.17:** Serie delle anomalie medie annuali del numero di notti fredde in Italia (TN10p, espresso in % di giorni/anno) rispetto al valore normale 1961-1990.



**Figura 3.18:** Serie delle anomalie medie annuali del numero di giorni freddi in Italia (TX10p, espresso in % di giorni/anno) rispetto al valore normale 1961-1990.



**Figura 3.19:** Serie delle anomalie medie annuali del numero di notti calde in Italia (TN90p, espresso in % di giorni/anno) rispetto al valore normale 1961-1990.

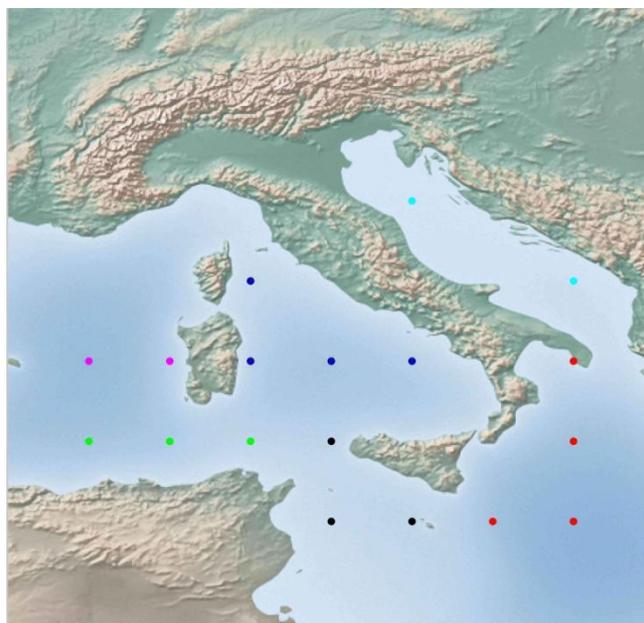


**Figura 3.20:** Serie delle anomalie medie annuali del numero di giorni caldi in Italia (TX90p, espresso in % di giorni/anno) rispetto al valore normale 1961-1990.

---

## 4. TEMPERATURA SUPERFICIALE DEL MARE

Gli indicatori 2013 della temperatura superficiale dei mari italiani sono stati calcolati a partire dai dati elaborati dalla *National Oceanic and Atmospheric Administration* (NOAA). Questi dati rappresentano le stime dei valori medi mensili su un grigliato regolare alla risoluzione spaziale di  $2^\circ \times 2^\circ$ , ottenute dal lavoro di ricostruzione spaziale stabile della temperatura superficiale del mare a scala globale [16,17]. Le stime sono basate sull'integrazione di misure da satellite e di dati dell'*International Comprehensive Ocean-Atmosphere Data Set SST* (ICOADS, <http://icoads.noaa.gov/>), che si riferiscono a misure effettuate da navi, boe ed altri tipi di piattaforma. Sono stati selezionati dal grigliato regolare sei gruppi di punti, ciascun gruppo rappresentativo di uno dei mari italiani (**figura 4.1**):

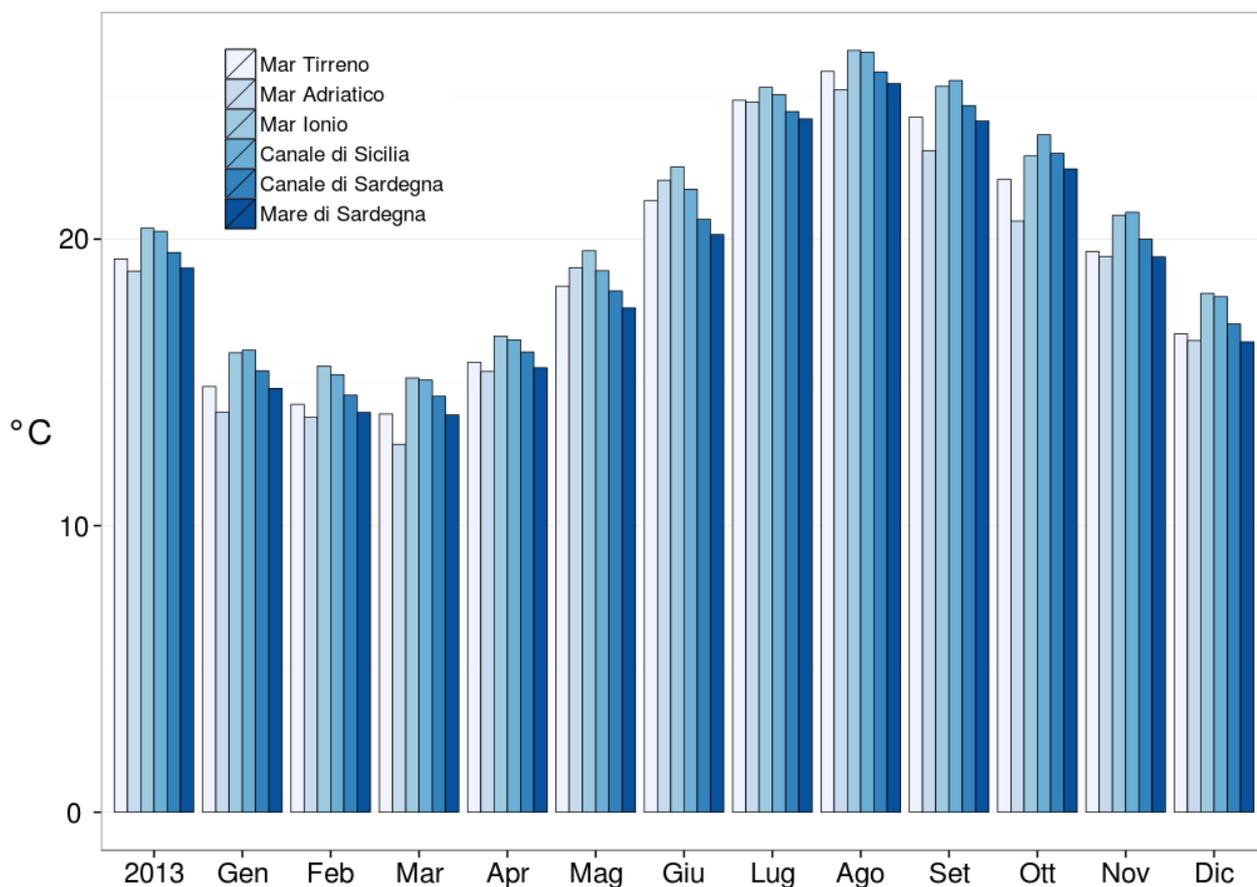


**Figura 4.1:** Tirreno: punti blu scuro; Adriatico: punti blu chiaro; Ionio: punti rossi; Canale di Sicilia: punti neri; Canale di Sardegna: punti verdi; Mare di Sardegna: punti viola.

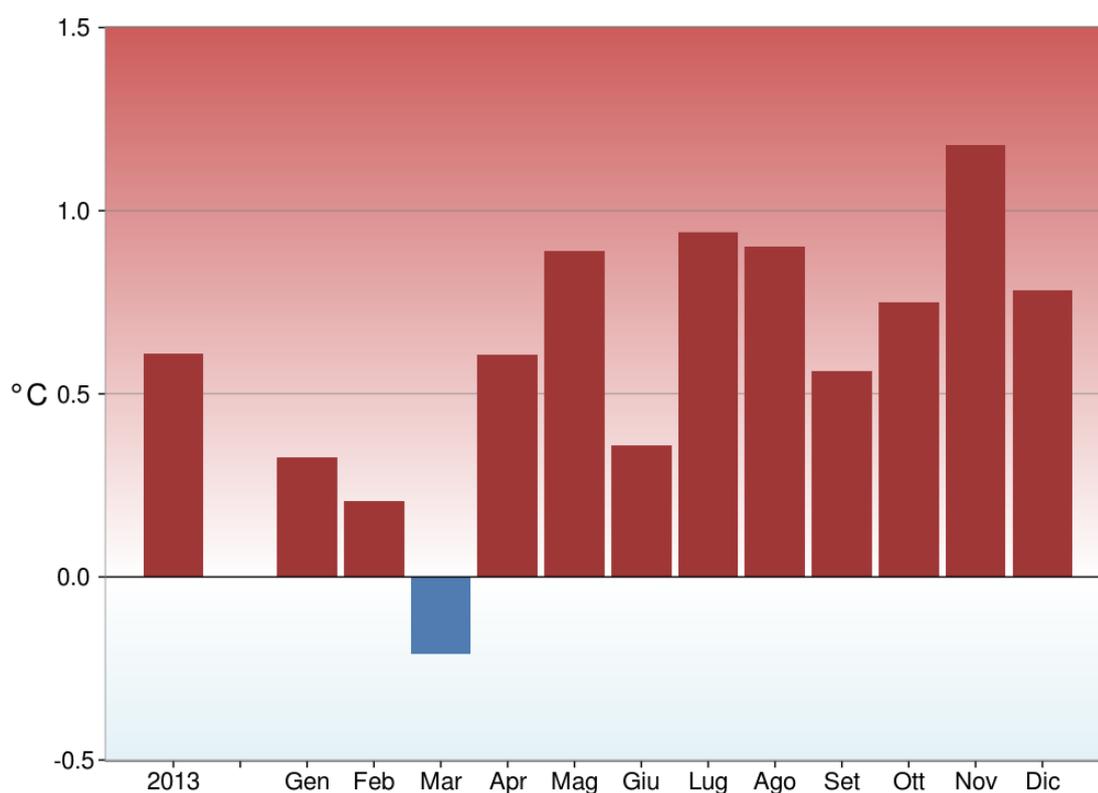
I valori medi annui della temperatura media superficiale dei mari italiani nel 2013, così ottenuti, sono compresi tra  $18.9^\circ\text{C}$  (Adriatico) e  $20.4^\circ\text{C}$  (Ionio) (**figura 4.2**).

Per tutti i mari i valori mensili più bassi si registrano nel mese di marzo e i valori massimi nel mese di agosto. Il valore minimo è stato registrato nel mar Adriatico ( $12.8^\circ\text{C}$ ), quello massimo nello Ionio ( $26.6^\circ\text{C}$ ). Analogamente alla temperatura dell'aria, la temperatura superficiale dei mari italiani nel 2013 (**figura 4.3**) è stata superiore alla media climatologica 1961-1990. L'anomalia media è stata positiva in tutti i mesi dell'anno tranne a marzo, con massimo a novembre ( $+1.2^\circ\text{C}$ ).

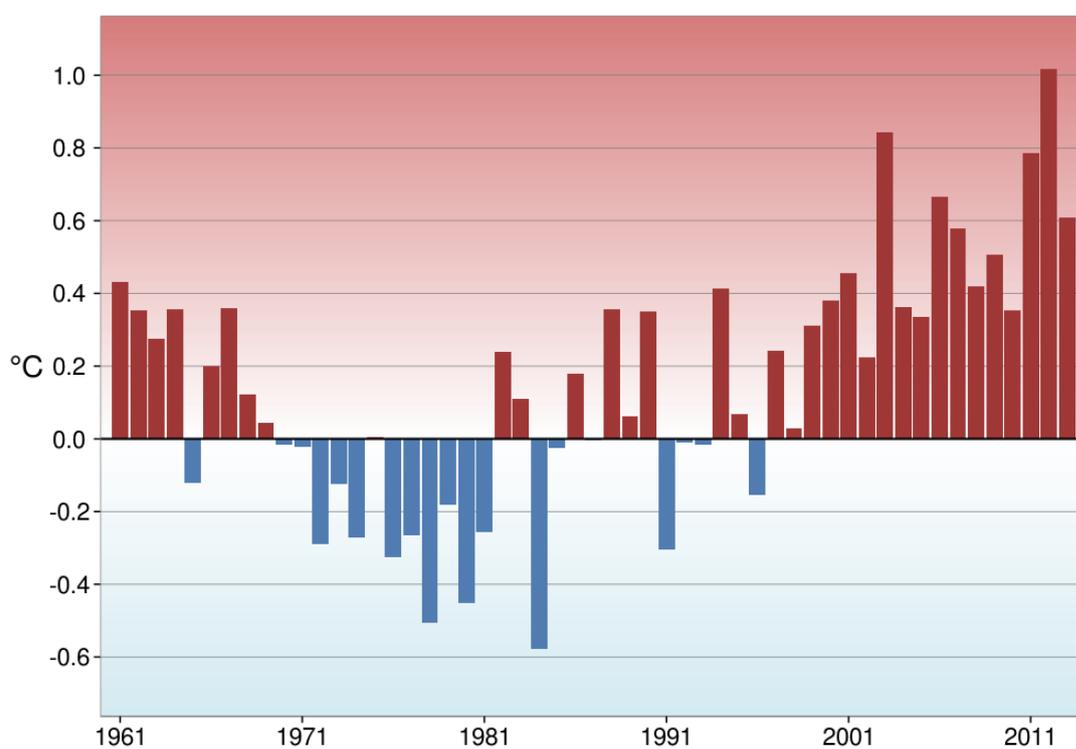
Esaminando la serie delle anomalie medie annuali rispetto al trentennio climatologico di riferimento 1961-1990, il 2013, con un'anomalia media di  $+0.61^\circ\text{C}$ , si colloca al 5° posto dell'intera serie. Negli ultimi 17 anni l'anomalia media è stata sempre positiva (**figura 4.4**).



**Figura 4.2:** Temperatura media superficiale del mare 2013 in Italia (annuale e mensile). Elaborazione ISPRA su dati NOAA.



**Figura 4.3:** Anomalia media 2013 (annuale e mensile) della temperatura media superficiale dei mari italiani rispetto al valore normale 1961-1990. Elaborazione ISPRA su dati NOAA.



**Figura 4.4:** Serie delle anomalie medie annuali della temperatura media superficiale dei mari italiani, rispetto al valore normale 1961-1990. Elaborazione ISPRA su dati NOAA.

---

## 5. PRECIPITAZIONE

### Anno 2013

Nella **figura 5.1** sono rappresentate le precipitazioni cumulate annuali calcolate sulle serie di dati disponibili per il 2013. Le stazioni di misura sono rappresentate da simboli diversi a seconda della rete di appartenenza.

I valori di precipitazione cumulata più elevati del 2013 sono stati registrati da due stazioni della rete regionale del Friuli Venezia Giulia: 3661 mm a Musi (UD, 620 m s.l.m.), 3231 mm a Chievolis (PN, 350 m s.l.m.).

L'andamento delle precipitazioni in Italia nel corso del 2013 è illustrato dal grafico di **figura 5.2** e dalle mappe delle **figure 5.3–5.5**. Le precipitazioni cumulate annuali del 2013 in Italia sono state complessivamente superiori alla media climatologica del 10% circa. Il valore medio di anomalia annuale non presenta forti differenze tra diverse aree del territorio italiano.

Al Nord il clima è stato più secco della norma nei mesi estivi (da giugno a settembre) e a febbraio, mentre la primavera è stata decisamente più piovosa della norma. Al Centro i mesi relativamente più piovosi della norma sono stati novembre, maggio e da gennaio a marzo; al Sud e sulle Isole luglio e agosto, novembre e marzo.

Le **figure 5.3 e 5.4** mostrano la distribuzione spaziale della anomalia di precipitazione cumulata annuale del 2013, espressa rispettivamente come differenza percentuale e come differenza in mm di precipitazione rispetto al valore climatologico 1951-1980: nel caso delle precipitazioni è stato scelto questo trentennio di riferimento in considerazione della migliore copertura spaziale delle stazioni con dati utili. Le mappe delle **figure 5.5a e 5.5b** rendono un'idea dell'andamento delle precipitazioni sul territorio nazionale mese per mese. La realizzazione delle mappe comporta uno *smoothing* dei valori di anomalia, per cui le anomalie positive o negative di singole stazioni possono superare significativamente gli estremi della scala riportata sulla destra di ogni mappa. Inoltre, per quanto riguarda la Sardegna le mappe sono rappresentative solo di un numero limitato di stazioni costiere, in quanto il sistema SCIA non dispone, ad oggi, di valori normali mensili ad alta risoluzione spaziale per questa regione. Come per le temperature, i colori rappresentano gli stessi valori di anomalia su tutte le figure, in modo da renderne più facile e immediato il confronto.

### Variazioni e tendenze

La variabilità delle precipitazioni in Italia è illustrata dalla serie di anomalie di precipitazione cumulata annuale nel periodo 1951-2013, rispetto al valore climatologico 1951-1980 (**figura 5.6**). In considerazione sia della notevole variabilità spaziale e temporale delle precipitazioni che della disomogenità dei dati disponibili, le tre serie (Nord, Centro, Sud e Isole) sono state calcolate aggregando spazialmente i dati con il metodo dei poligoni di Thiessen (o tassellatura di Voronoi) [18]. I criteri di selezione delle serie e il procedimento adottato per il calcolo delle anomalie annuali nelle tre macro-aree è descritto in [8].

In media, nel 2013 le precipitazioni sono state superiori alla norma del 14% circa al Nord, del 9% circa al Centro e del 7% circa al Sud e sulle Isole. A partire dal 1980, le precipitazioni sono state superiori alla norma 1951-1980 solo per altri 5 anni al Sud, 6 anni al Centro e 8 anni al Nord.

Nella tabella 2 vengono riassunti i trend della precipitazione cumulata, calcolati con un modello di regressione lineare. Le stime sono sostanzialmente confermate anche applicando un modello non parametrico (stimatore di Theil-Sen e test di Mann-Kendall, [19]).

Nell'intervallo 1951-2013 i valori medi delle precipitazioni cumulate annuali risultano essere in leggera diminuzione ma in modo statisticamente significativo solo al Centro (rateo di variazione pari a  $-2.7 \pm 0.9\%$  /10 anni). Su base stagionale e considerando una sola serie aggregata per tutto il territorio nazionale (**figura 5.7**) la diminuzione risulta statisticamente significativa solo in inverno ( $-4.6 \pm 1.8\%$  /10 anni). Per l'inverno, la precipitazione cumulata stagionale di un certo anno viene determinata aggregando i mesi di gennaio e febbraio di quell'anno con il mese di dicembre dell'anno precedente.

PRECIPITAZIONE CUMULATA TREND (%/10 anni)	
ANNUALE	
<b>Nord</b>	(-1.3 ± 1.1)
<b>Centro</b>	-2.7 ± 0.9
<b>Sud e Isole</b>	(-1,9 ± 1.0)
STAGIONALE (Italia)	
<b>Inverno</b>	-4.6 ± 1.8
<b>Primavera</b>	(-0,7 ± 1.4)
<b>Estate</b>	(-1.2 ± 2.0)
<b>Autunno</b>	(-0.7 ± 1.6)

**Tabella 2:** Trend stimati (e relative deviazioni standard) delle precipitazioni cumulate dal 1951 al 2013. Tra parentesi i trend statisticamente non significativi.

### Frequenza, intensità, estremi

Nella **figura 5.8** sono rappresentate le precipitazioni massime giornaliere registrate nel 2013. Per massima giornaliera si intende qui il valore massimo delle precipitazioni cumulate su intervalli fissi dalle ore 0 alle ore 24 e non quello su tutti gli intervalli di 24 ore a orario mobile.

I valori più elevati sono stati registrati da due stazioni della rete regionale della Sardegna, durante l'alluvione che ha colpito la regione il 18 novembre 2013: Dorgali Filitta (NU, 86 m s.l.m.) con 385.6 mm; Villanova Strisaili (NU, 813 m s.l.m.) con 316.4 mm. Segue la stazione di Sella di Gouta (IM, 1200 m s.l.m.) della rete regionale della Liguria che ha registrato 295.2 mm il giorno di Natale. Precipitazioni giornaliere superiori a 200 mm sono state registrate nel corso del 2013 anche in diverse località del Veneto, della Liguria e del Friuli Venezia Giulia.

Le precipitazioni massime giornaliere di circa 60 stazioni con i necessari requisiti di continuità e completezza delle serie e distribuite in modo abbastanza uniforme sul territorio nazionale, sono state elaborate e aggregate spazialmente per ricavare 3 serie di anomalie annuali rappresentative dell'andamento di questo indicatore in Italia negli ultimi 50 anni (**figura 5.9**). Dall'analisi di queste serie non emergono segnali evidenti di variazioni; dalla serie relativa all'Italia meridionale si può tuttavia rilevare che anche il 2013, come gli ultimi 10 anni, presenta un aumento delle precipitazioni massime giornaliere rispetto ai valori normali di riferimento.

Nella **figura 5.13** sono rappresentati i valori del numero di giorni asciutti, cioè con precipitazione inferiore o uguale a 1 mm. I valori più elevati si registrano a Capo Bellavista in Sardegna (323 giorni), Capo Spartivento in Calabria (317 giorni), Cozzo Spadaro e Acate in Sicilia (313 e 312 giorni, rispettivamente). Il valore più basso si registra dalla stazione di montagna di Crep di Pecol (BL, 1811 m s.l.m.) con 195 giorni, seguito da Scurtabò (SP, 685 m s.l.m.) con 209 giorni.

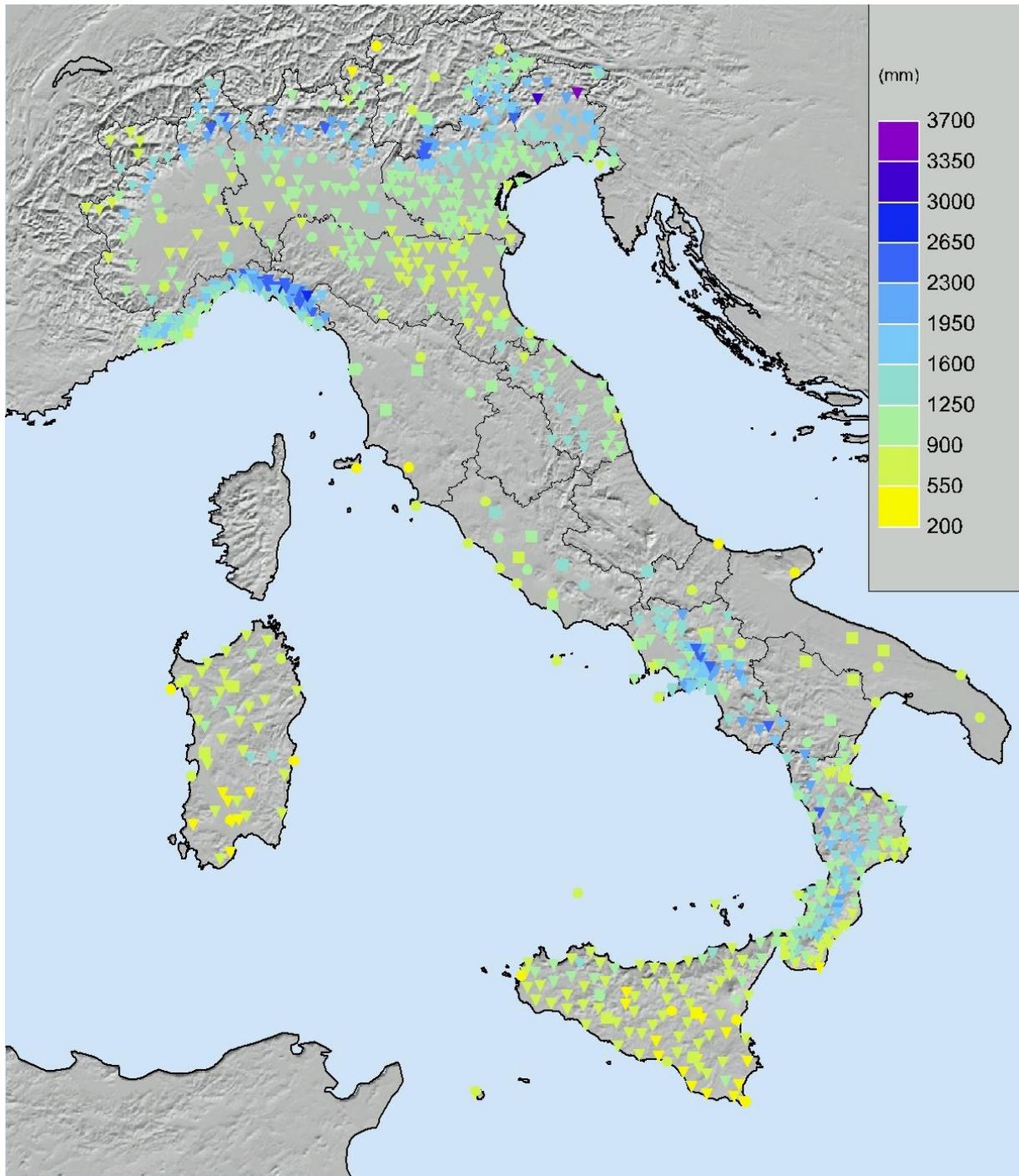
Nella **figura 5.14** sono rappresentati i valori di un indicatore di siccità, il *Consecutive Dry Days index*, (CDD) che rappresenta il numero massimo di giorni consecutivi nell'anno 2013 con precipitazione giornaliera inferiore o uguale a 1 mm. I valori sono distribuiti da un minimo di 6 giorni per la stazione sinottica di Aviano (Friuli Venezia Giulia) a un massimo di 125 giorni per la stazione di Scicli della rete agrometeorologica regionale della Sicilia. Altre 13 stazioni della Sicilia, tra cui quelle delle isole di Ustica e Lampedusa, registrano un valore del CDD maggiore di 100 giorni.

Per valutare l'andamento della frequenza, dell'intensità e dei valori estremi di precipitazione, sono stati presi in considerazione anche alcuni indici definiti dal *CCL/CLIVAR Working Group on Climate Change Detection* [12]. Vengono presentate le serie temporali degli indici per l'Italia settentrionale, centrale e meridionale, ottenuti aggregando i dati di un certo numero di stazioni appartenenti a ciascuna macro-area. I criteri di selezione delle serie utili e i metodi di calcolo degli indici, che riprendono quelli di valutazioni analoghe a scala globale o continentale [14,15] sono descritti in [9].

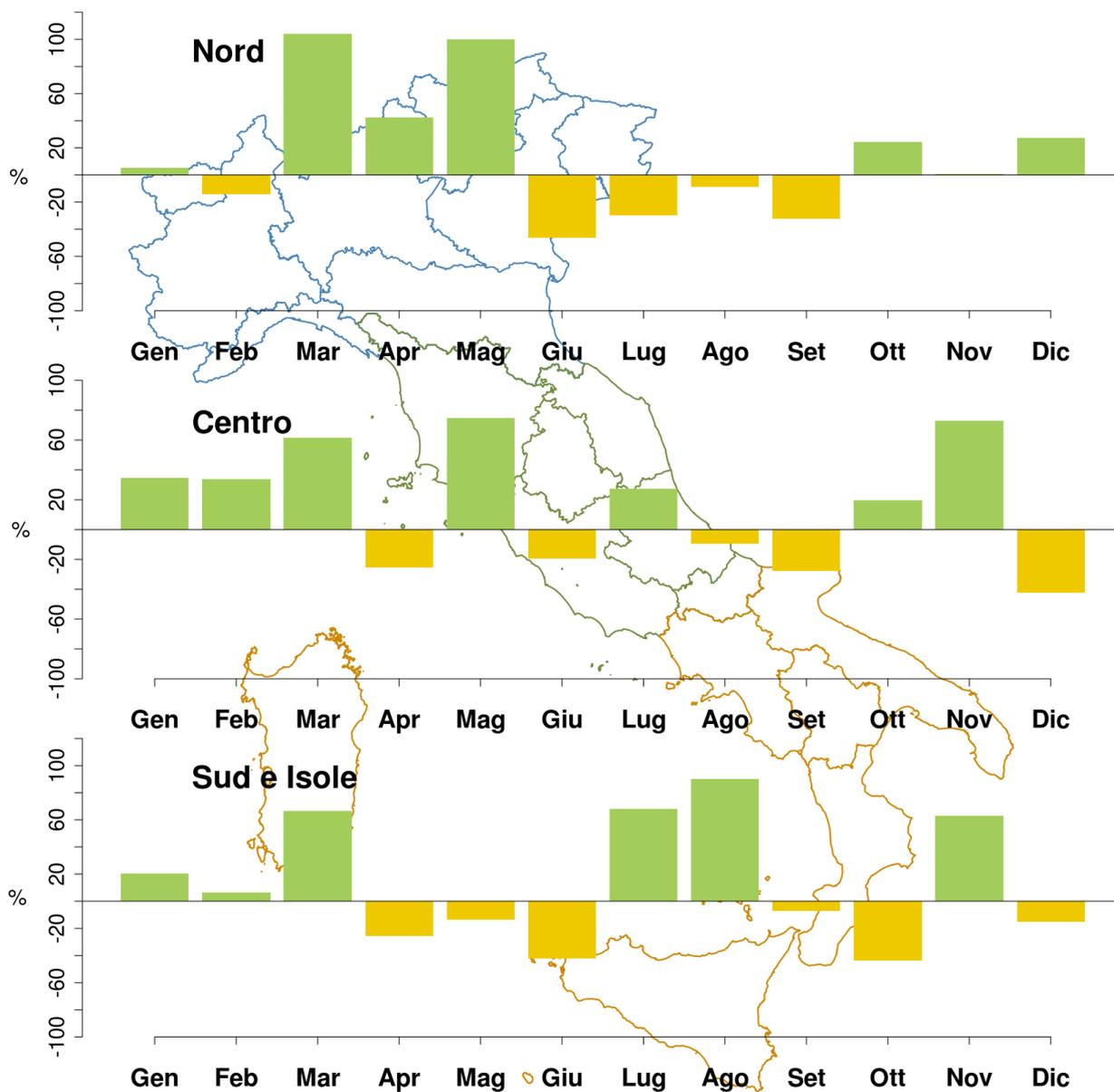
L'indice R10 rappresenta il numero di giorni nell'anno con precipitazione  $\geq 10$  mm (**figura 5.10**). L'indice R95p rappresenta la somma nell'anno delle precipitazioni giornaliere superiori al 95° percentile della distribuzione delle precipitazioni giornaliere nei giorni piovosi nel periodo climatologico 1961-1990 (**figura 5.11**). L'intensità di pioggia giornaliera (SDII, *Simple Daily Intensity*

---

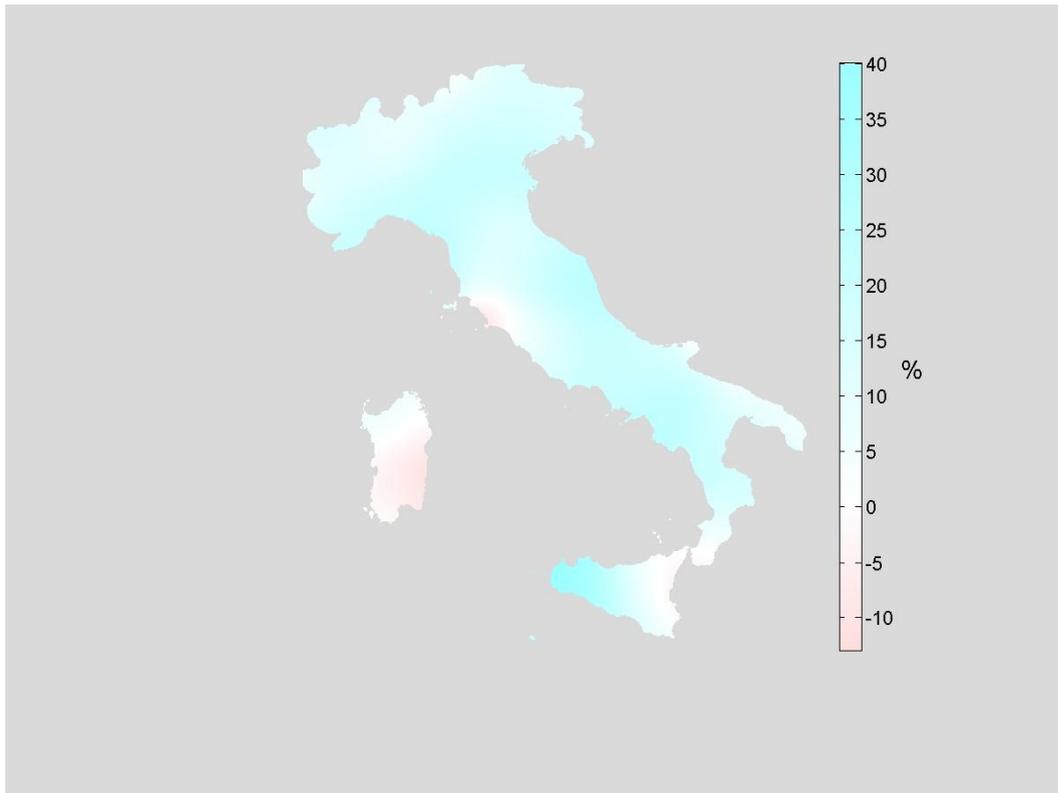
*Index*) rappresenta la precipitazione cumulata annuale divisa per il numero di giorni piovosi nell'anno, considerando piovosi i giorni con precipitazione  $\geq 1$  mm (**figura 5.12**). Quasi tutte le serie temporali di questi indici, sottoposte ad analisi delle tendenze con modelli di regressione lineari o non parametrici [19], non mostrano trend statisticamente significativi dal 1961 al 2013. Fanno eccezione: l'R10 al Centro, con un debole trend in diminuzione di -1.1 giorni/10 anni; l'R95p in aumento al Sud e sulle Isole (+12.3 mm/10 anni) e, più debolmente, al Nord (+4.5 mm/100 anni); l'SDII con un debole aumento al Nord (+2.0 mm/10 anni) e al Sud e Isole (+2.3 mm/100 anni). Complessivamente, dall'analisi delle serie temporali di questi indici non emergono segnali netti di variazioni significative della frequenza e della intensità delle precipitazioni nell'ultimo mezzo secolo. Va però tenuto presente che questo risultato è stato ottenuto su un insieme limitato di stazioni di misura per le quali è stato possibile determinare con sufficiente accuratezza e completezza le serie degli indici. Inoltre, per valutare in modo più approfondito l'esistenza di trend degli eventi di precipitazione intensa, sarebbe necessario elaborare lunghe serie osservative con frequenza oraria.



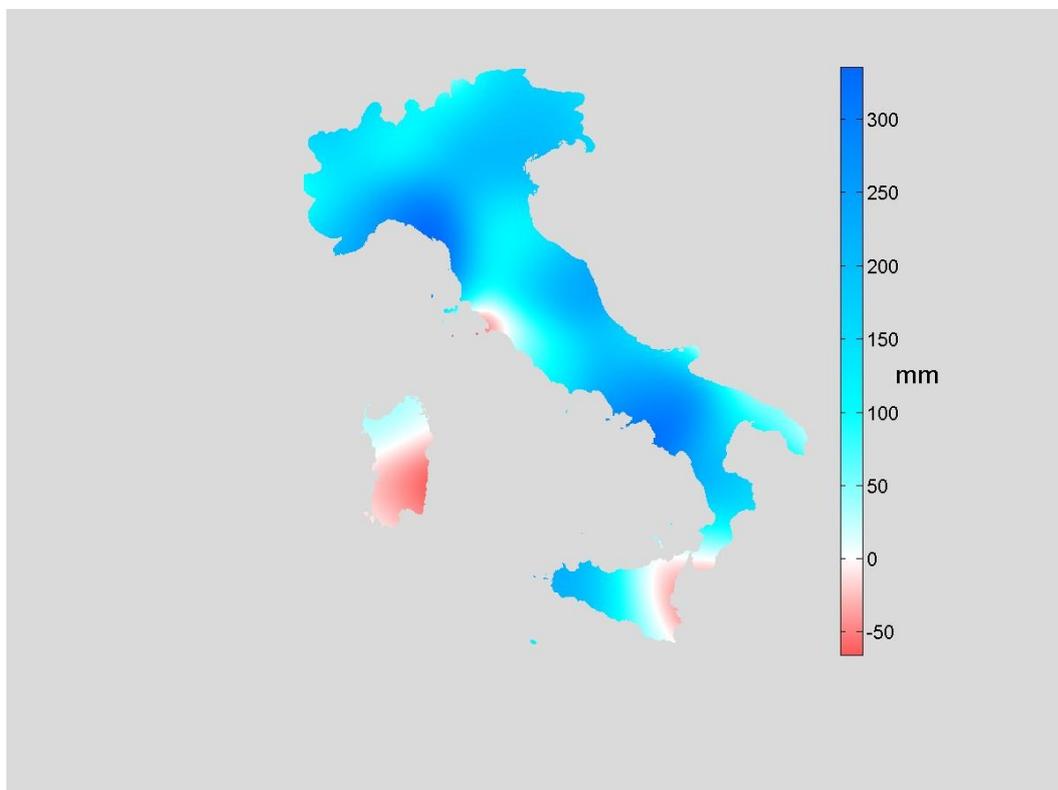
**Figura 5.1:** *Precipitazione cumulata 2013.*



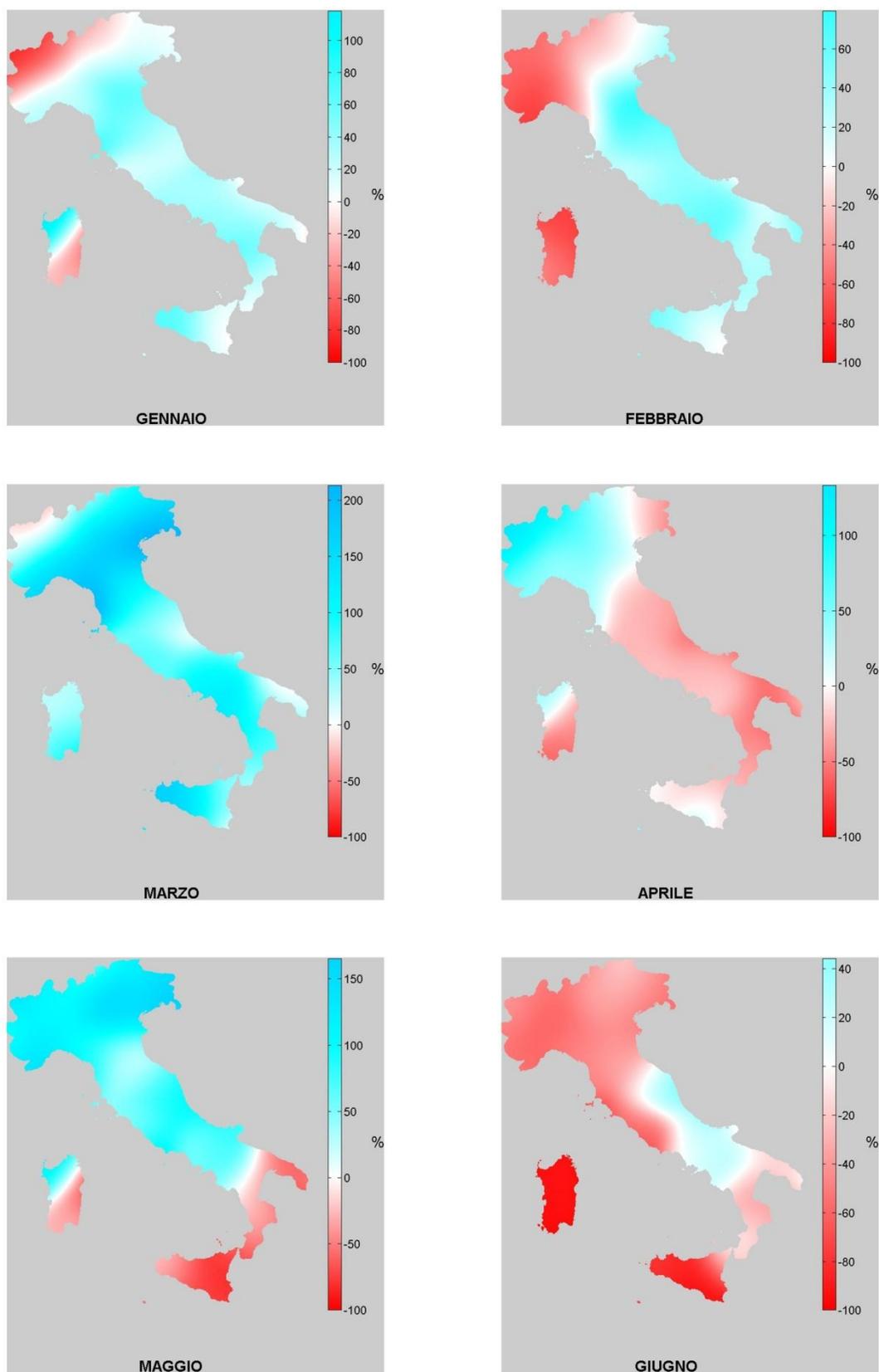
**Figura 5.2:** Anomalia media mensile 2013, espressa in valori percentuali, della precipitazione cumulata rispetto al valore normale 1951-1980.



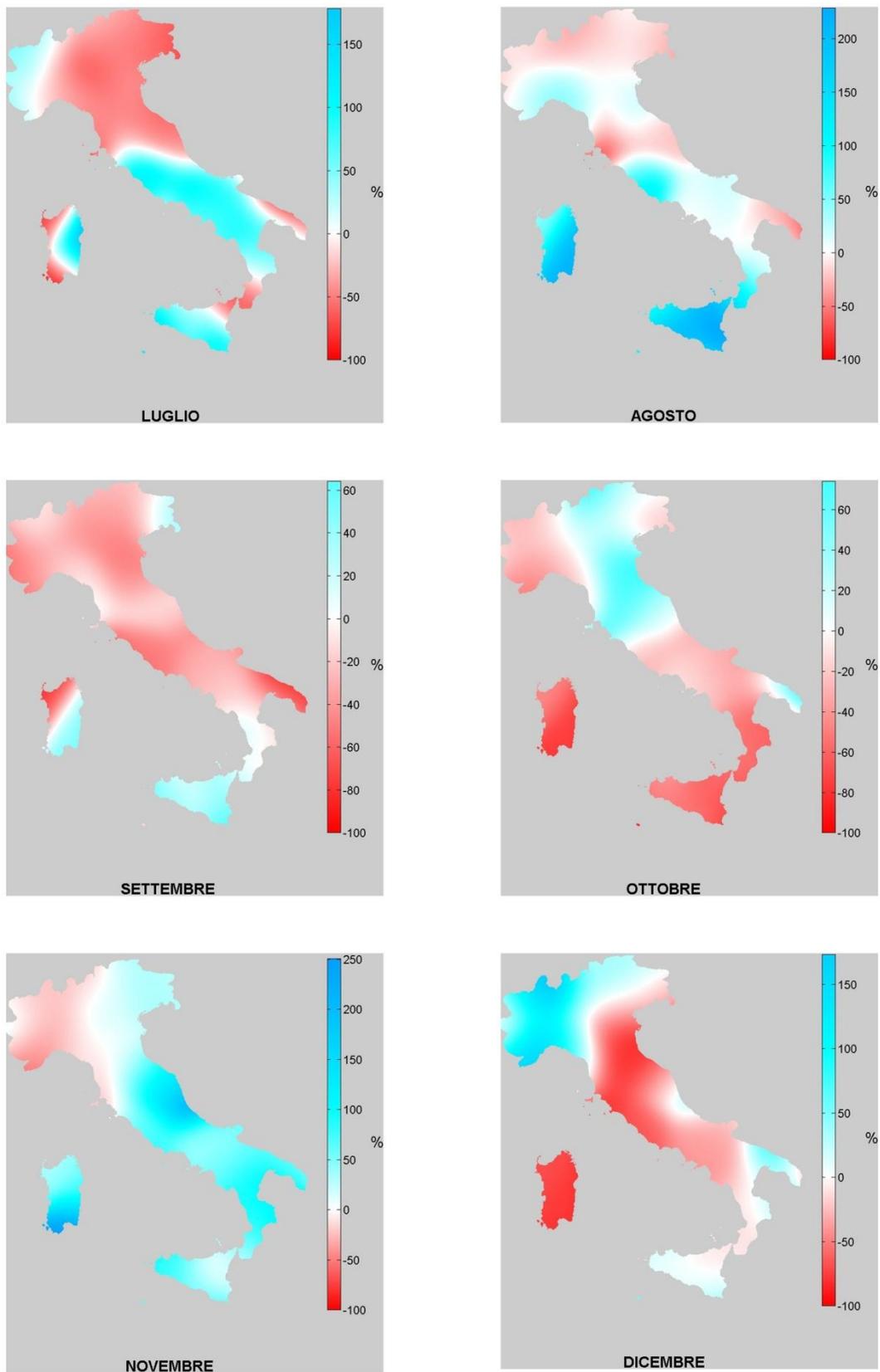
**Figura 5.3:** Anomalia della precipitazione cumulata annuale 2013, espressa in valori percentuali, rispetto al valore normale 1951-1980.



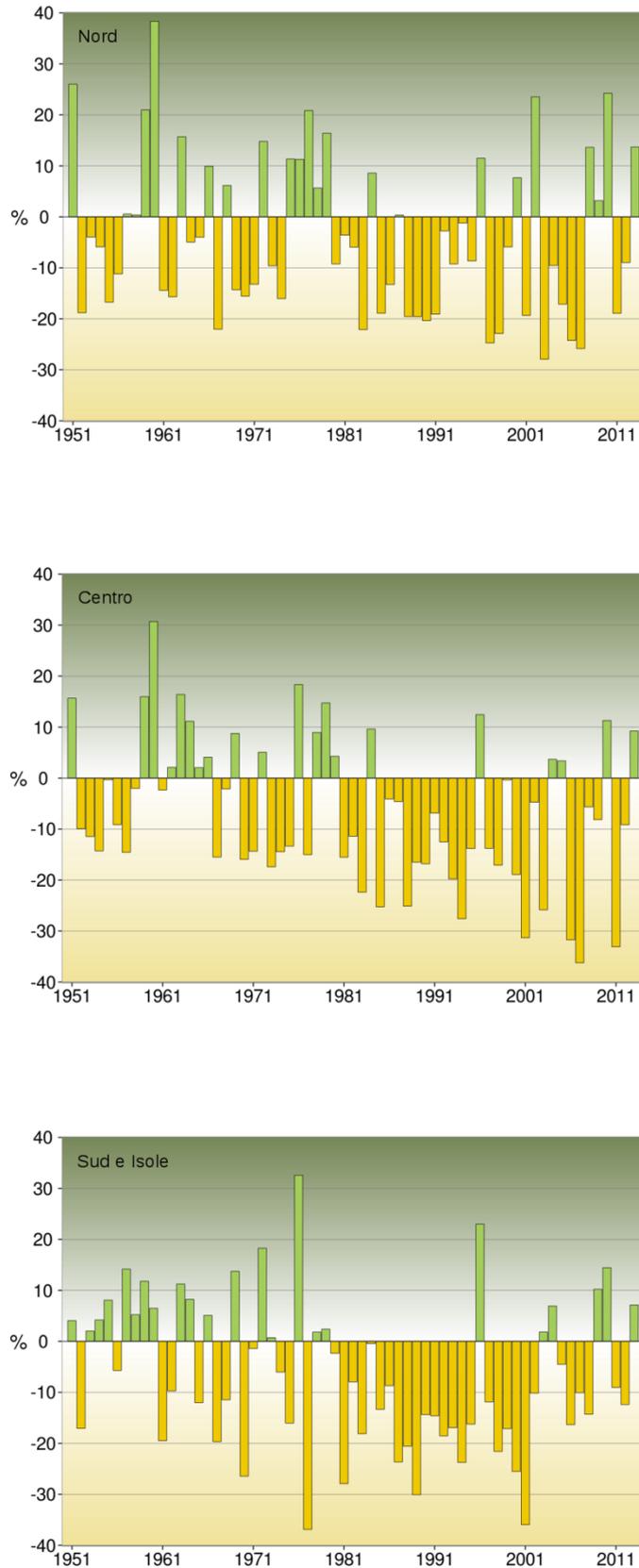
**Figura 5.4:** Anomalia della precipitazione cumulata annuale 2013, espressa in mm, rispetto al valore normale 1951-1980.



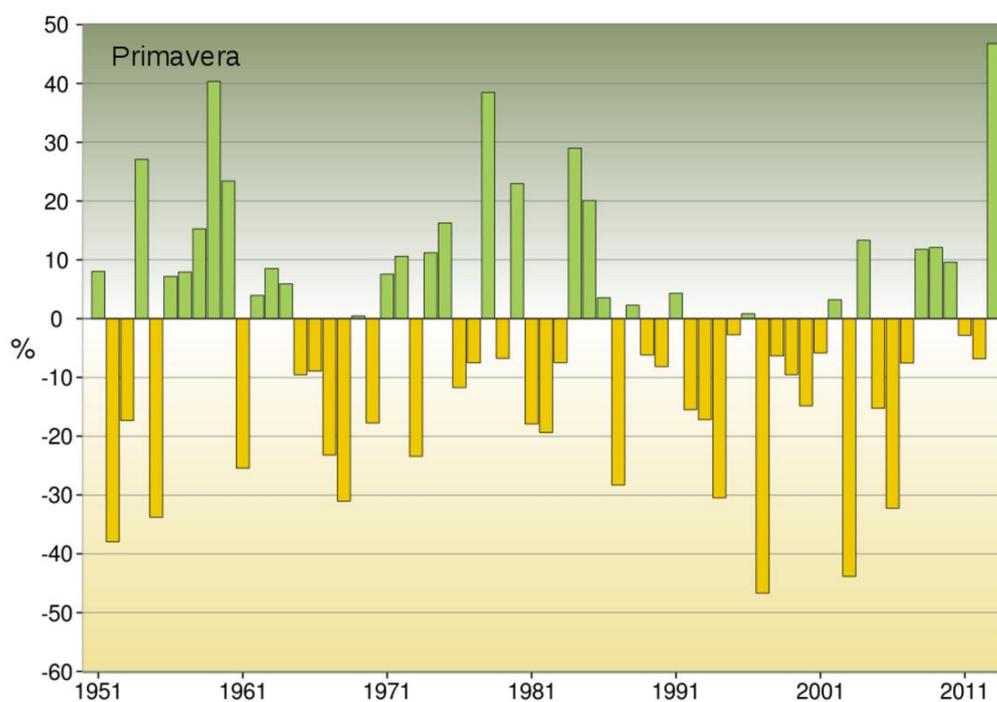
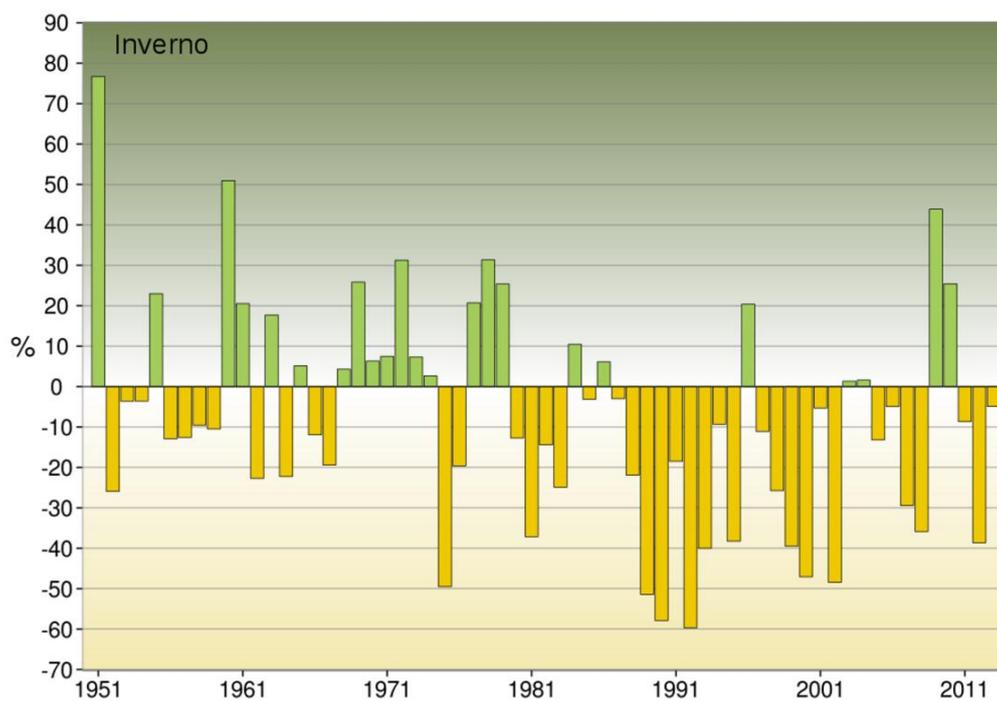
**Figura 5.5a:** Anomalie della precipitazione cumulata mensile (gennaio-giugno) 2013, espresse in %, rispetto al valore normale 1951-1980. Stessi colori rappresentano stessi valori di anomalia in tutte le mappe.



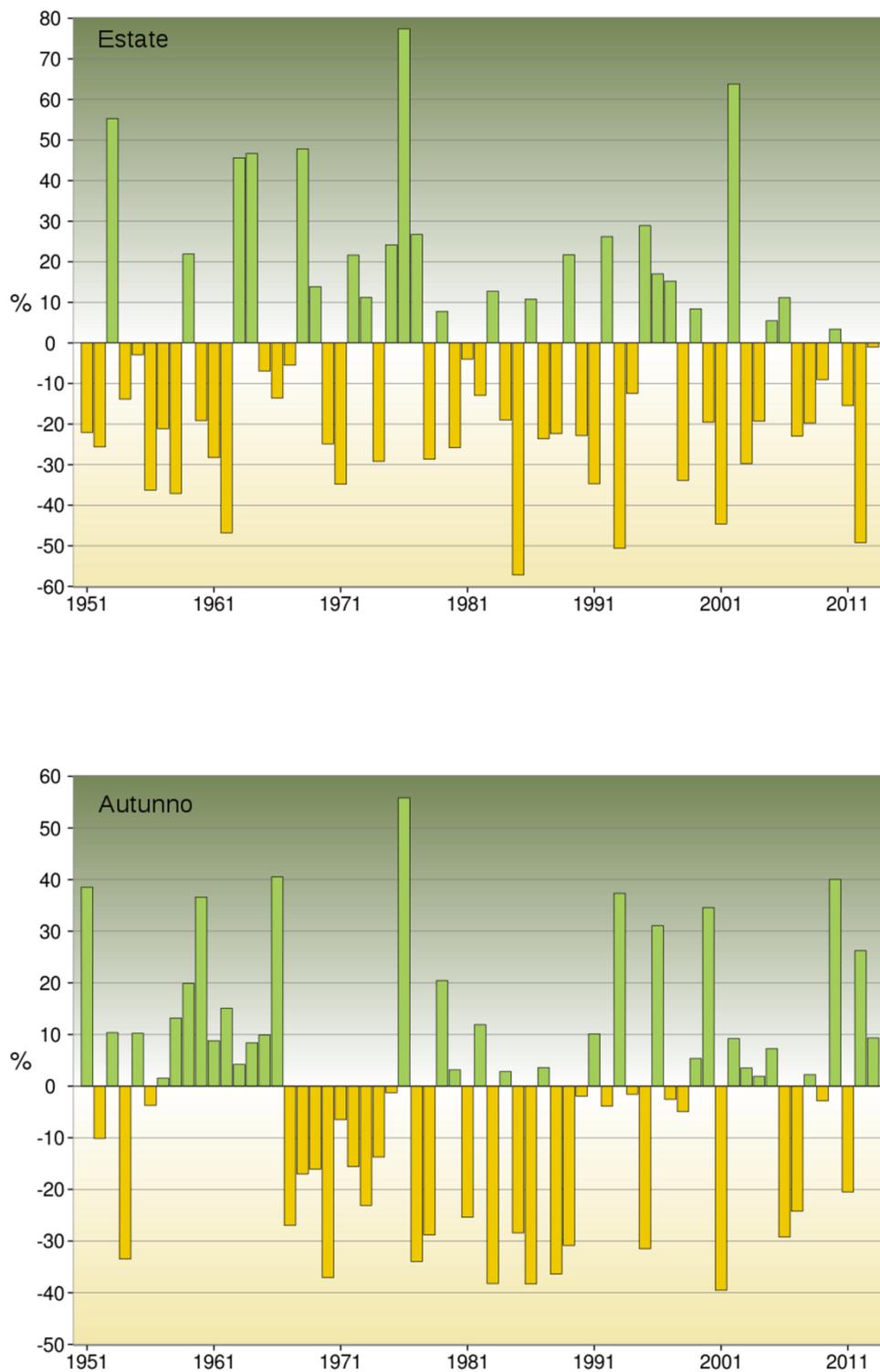
**Figura 5.5b:** Anomalie della precipitazione cumulata mensile (luglio-dicembre) 2013, espresse in %, rispetto al valore normale 1951-1980. Stessi colori rappresentano stessi valori di anomalia in tutte le mappe.



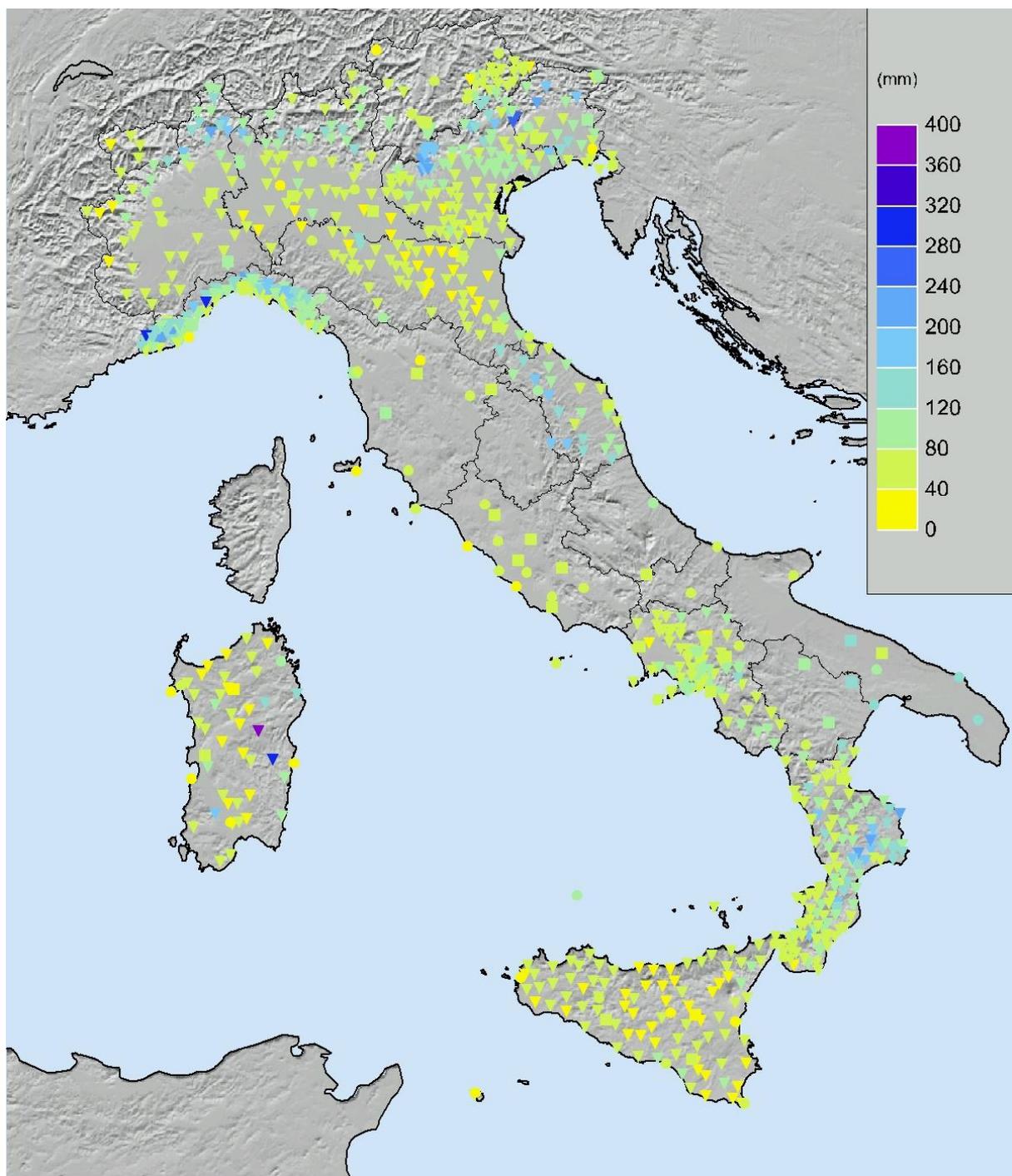
**Figura 5.6:** Serie delle anomalie medie al Nord, Centro, Sud e Isole, espresse in %, della precipitazione cumulata annuale rispetto al valore normale 1951-1980.



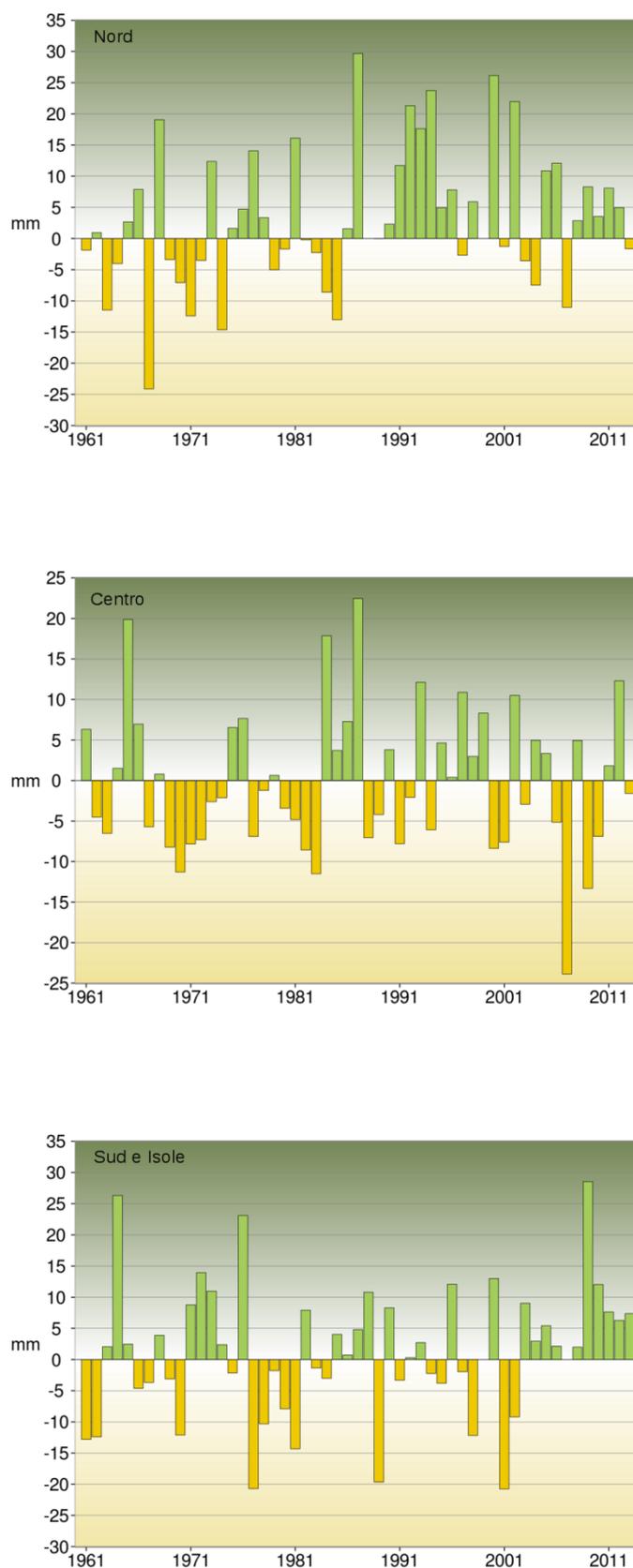
**Figura 5.7a:** Serie delle anomalie medie, espresse in %, delle precipitazioni cumulate stagionali in Italia rispetto al valore normale 1951-1980 (inverno e primavera).



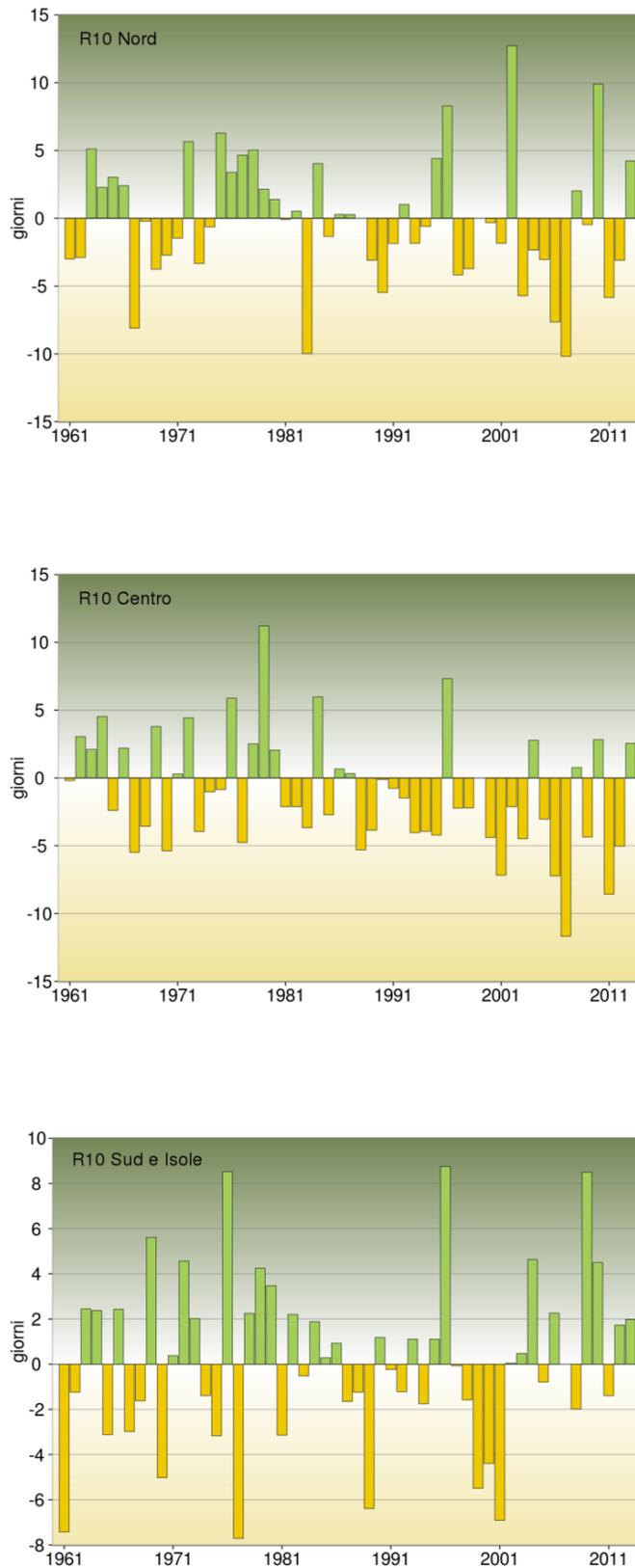
**Figura 5.7b:** Serie delle anomalie medie, espresse in %, delle precipitazioni cumulate stagionali in Italia rispetto al valore normale 1951-1980 (estate e autunno).



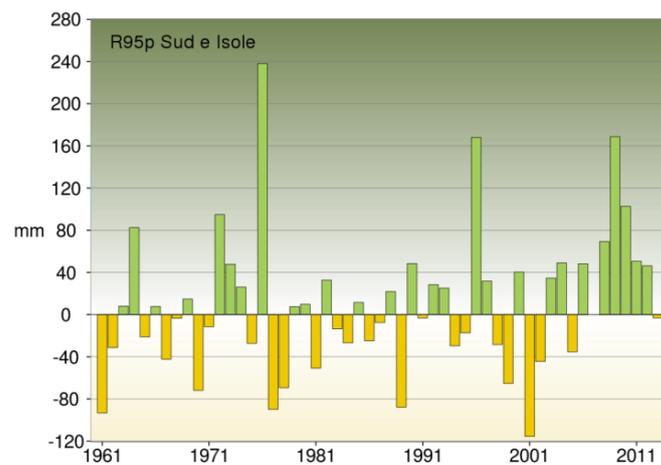
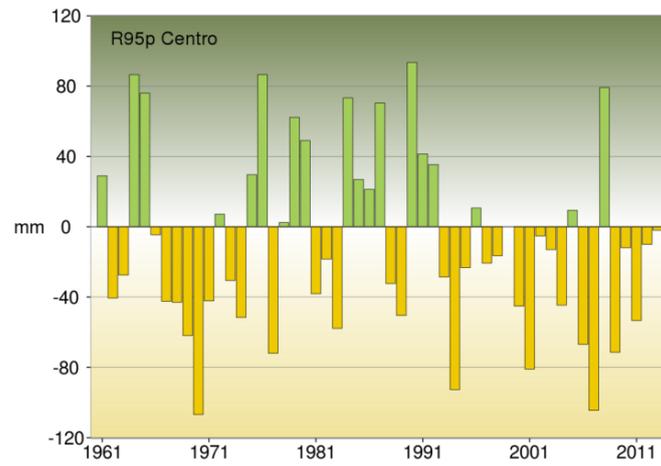
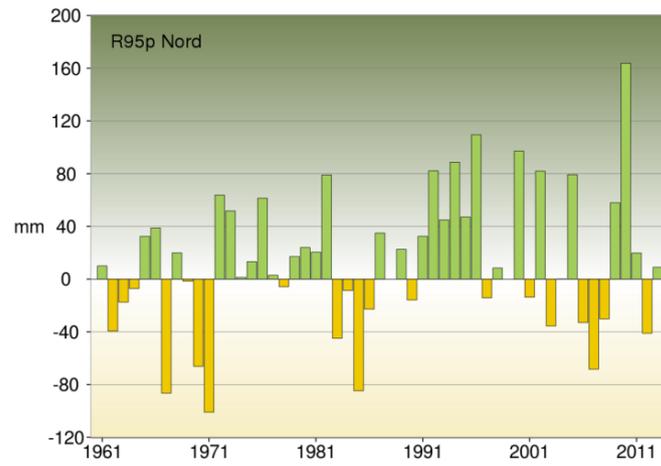
**Figura 5.8:** *Precipitazione massima giornaliera 2013.*



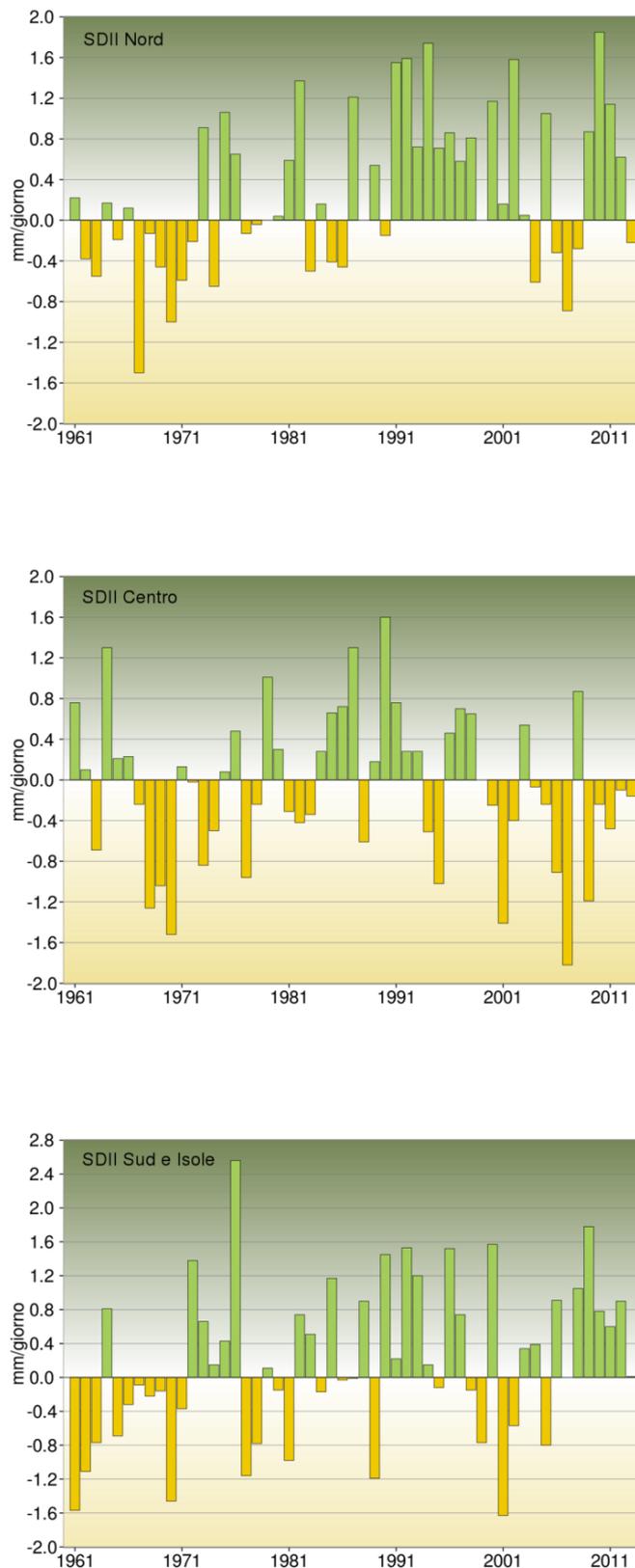
**Figura 5.9:** Serie delle anomalie medie al Nord, Centro, Sud e Isole, delle precipitazioni massime giornaliere rispetto al valore normale 1961-1990.



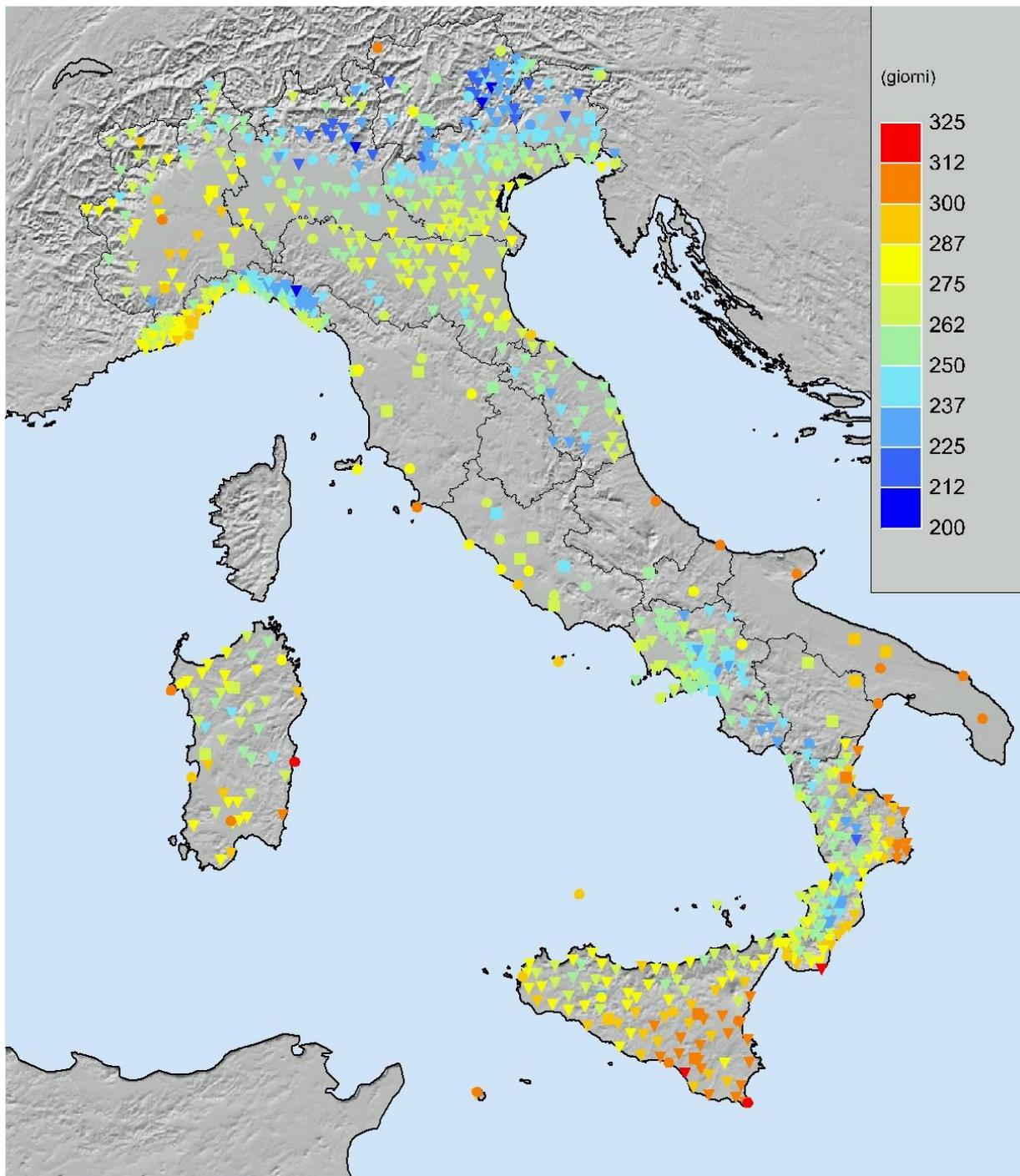
**Figura 5.10:** Serie delle anomalie medie al Nord, Centro, Sud e Isole, del numero di giorni nell'anno con precipitazione superiore od uguale a 10 mm (R10).



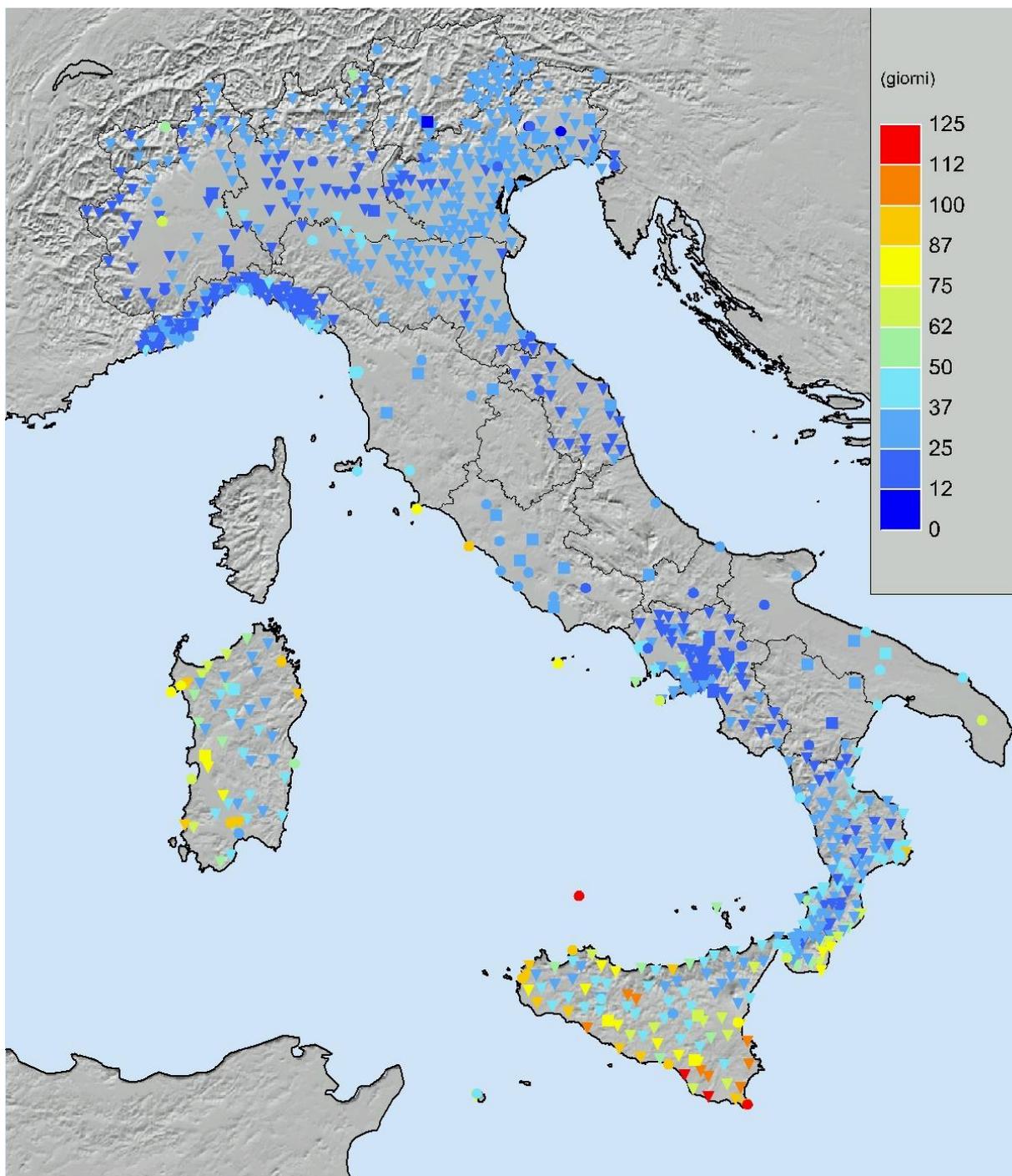
**Figura 5.11:** Serie delle anomalie medie al Nord, Centro, Sud e Isole, delle precipitazioni nei giorni molto piovosi (R95p).



**Figura 5.12:** Serie delle anomalie medie al Nord, Centro, Sud e Isole, dell'intensità di pioggia giornaliera (SDII).



**Figura 5.13:** *Giorni asciutti nel 2013.*



**Figura 5.14:** *Indice di siccità (Consecutive Dry Days index - CDD) nel 2013.*

---

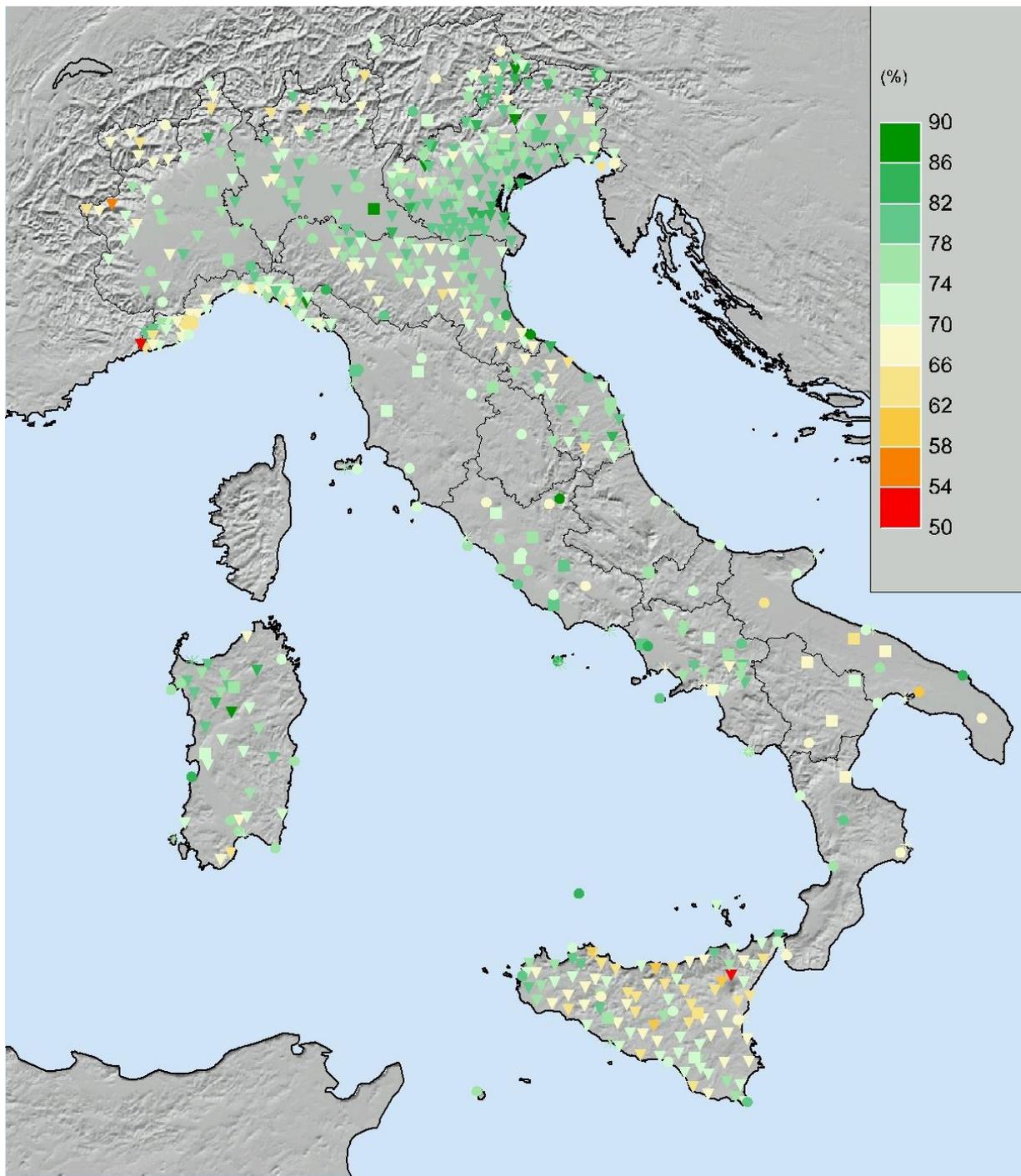
## 6. UMIDITÀ RELATIVA

I valori di umidità relativa media annuale del 2013 sono compresi tra 52% e 89% circa (**figura 6.1**).

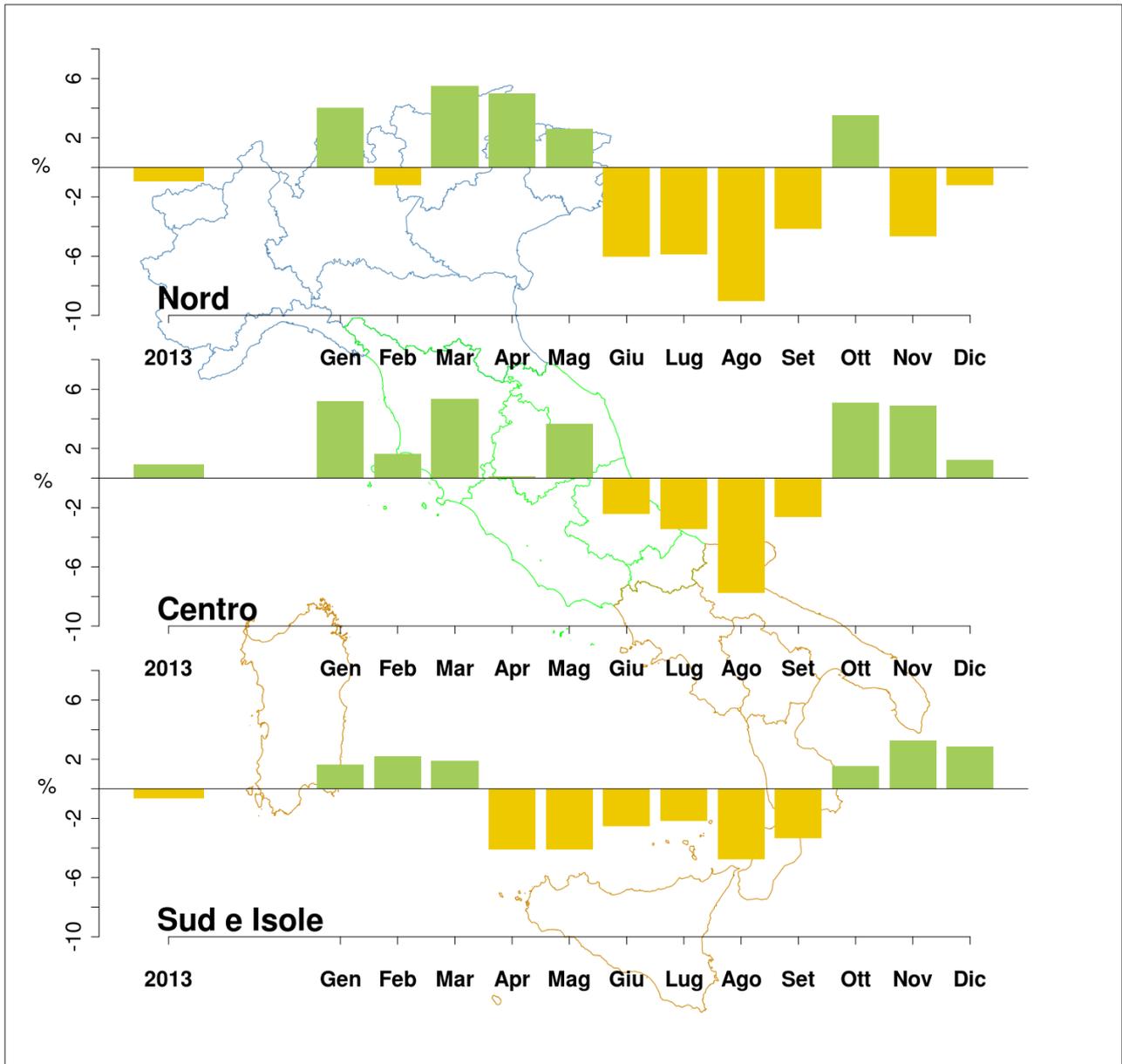
Nel 2013 l'umidità relativa in Italia (**figura 6.2**) è stata complessivamente molto vicina alla media climatologica 1961-1990; al Nord ed al Sud e sulle Isole è stata leggermente inferiore alla norma, con un'anomalia media annuale di circa -1%; al Centro è stata leggermente superiore alla norma, con un'anomalia media annuale di circa +1%.

Al Nord sono state registrate l'anomalia media mensile più bassa (agosto, -9% circa), e la più alta (marzo, +6% circa).

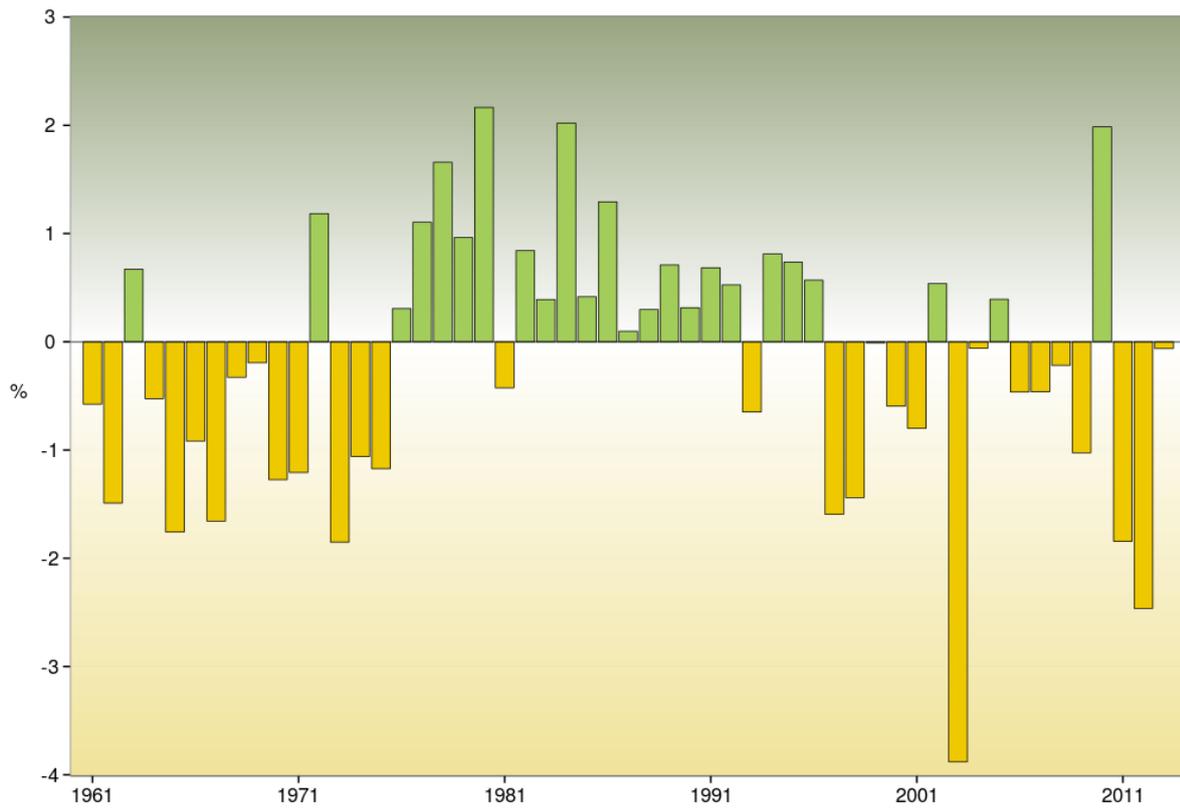
Nella **figura 6.3** è rappresentata la serie annuale dell'anomalia media di umidità relativa in Italia, ottenuta elaborando i dati di 35 stazioni che soddisfano a requisiti di completezza e continuità delle serie nel periodo 1961-2013. Nel 2013 il valore medio è stato praticamente uguale al valore climatologico (anomalia media pari a -0.06%).



**Figura 6.1:** *Umidità relativa media 2013.*



**Figura 6.2:** *Anomalia media 2013 (annuale e mensile) dell'umidità relativa media rispetto al valore normale 1961–1990.*



**Figura 6.3:** Serie delle anomalie medie annuali in Italia dell'umidità relativa media rispetto al valore normale 1961–1990.

---

## RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI

[1]

Desiato F., Lena F. e Toreti A., 2006, Un sistema per tutti – climatologia: i dati italiani. Sapere, Anno 72, n. 2, 62-69.

[2]

Desiato F., Lena F. e Toreti A., 2007, SCIA: a system for a better knowledge of the Italian climate, Bollettino di Geofisica Teorica ed Applicata, Vol. 48, n. 3, 351-358.

[3]

Desiato F., 2007, SCIA, un sistema nazionale unico per i dati climatologici, ARPA Rivista, N. 1, gennaio-febbraio 2007.

[4]

Desiato F., Fioravanti G., Frascchetti P., Perconti W. e Toreti A., 2011, Climate indicators for Italy: calculation and dissemination, Adv. Sci. Res., 6, 147-150.

[5]

WMO (World Meteorological Organization), 2011, Guide to Climatological Practices, WMO-No.100, ISBN 978-92-63-10100-6, Ginevra.

[6]

Baffo F., Suatoni B. e Desiato F., 2005, Indicatori climatici: i controlli di validità e la ricerca dei valori errati, Bollettino Geofisico, Anno XXVIII, N. 1-2.

[7]

Baffo F., Desiato F., Lena F., Suatoni B., Toreti A., Bider M., Cacciamani C. e Tinarelli G., 2005, SCIA - Criteri di calcolo degli indicatori meteo climatici, [www.scia.sinanet.apat.it](http://www.scia.sinanet.apat.it) - Documentazione.

[8]

Desiato F., Fioravanti G., Frascchetti P., Perconti W. e Piervitali E., 2012, Elaborazione delle serie temporali per la stima delle tendenze climatiche, Rapporto ISPRA / Stato dell'Ambiente 32/2012.

[9]

Desiato F., Fioravanti G., Piervitali E., 2013, Variazioni e tendenze degli estremi di temperatura in Italia, Rapporto ISPRA / Stato dell'Ambiente 37/2013.

[10]

Goddard L., 2014: Heat hide and seek. Nature Climate Change, 4, 158-161.

[11]

Toreti A., Desiato F., 2007: Temperature trend over Italy from 1961 to 2004. Theor. Appl. Climatol., 91, 51-58.

[12]

Peterson T.C., Folland C., Gruza G., Hogg W., Mokssit A. e Plummer N., 2001, Report on the activities of the Working Group on Climate Change Detection and Related Rapporteurs 1998-2001. World Meteorological Organization, Rep. WCDMP-47, WMO-TD 1071, Geneva, Switzerland, 143 pp.

[13]

Toreti A. e Desiato F., 2008, Changes in temperature extremes over Italy in the last 44 years, International J. Climatology, 28, 733-745.

---

[14]

Alexander L. V., Zhang X., Peterson T. C., Caesar J., Gleason B., Klein Tank A.M.G., Haylock M., Collins D., Trewin B., Rahimzadeh F., Tagipour A., Rupa Kumar K., Revadekar J., Griffiths G., Vincent L., Stephenson D.B., Burn J., Aguilar E., Brunet M., Taylor M., New M., Zhai P., Rusticucci M., Vazquez-Aguirre J.L., 2006, Global observed changes in daily climate extremes of temperature and precipitation, *J. Geophys. Res.*, 111, D05109, doi:10.1029/2005JD006290.

[15]

Klein Tank A. M. G. e Können G. P., 2003, Trends in Indices of Daily Temperature and Precipitation Extremes in Europe, 1946–99, *J.Climatology*, 16, 3665-3680.

[16]

Smith, T. M. e Reynolds R. W., 2003, Extended Reconstruction of Global Sea Surface Temperatures Based on COADS Data (1854-1997), *Journal of Climate*, 16, 1495-1510.

[17]

Smith, T. M. e Reynolds R. W., 2004, Improved Extended Reconstruction of SST (1854-1997). *Journal of Climate*, 17, 2466-2477.

[18]

Li J. e Heap A.D., 2008, A review of spatial interpolation methods for environmental scientists, *Geoscience Australia, Record 2008/23*, 137 pp.

[19]

Sen P. K., 1968: Estimates of the regression coefficient based on Kendall's tau, *Journal of American Statistical Association*, 63, 1379–1389.