



REGIONE AUTÒNOMA DE SARDIGNA

REGIONE AUTONOMA DELLA SARDEGNA

AGENZIA REGIONALE PRO S'AMPARU DE S'AMBIENTE DE SARDIGNA
AGENZIA REGIONALE PER LA PROTEZIONE DELL'AMBIENTE DELLA SARDEGNA

ARPAS

Dipartimento Meteorologico
Servizio Meteorologico, Agrometeorologico ed Ecosistemi

RELAZIONE TECNICA

Climatologia della Sardegna per il trentennio 1981-2010

Dicembre 2020

A cura di

Michele Fiori (ARPAS - Dipartimento Meteorologico)

Guido Fioravanti (ISPRA - Settore Climatologia Operativa)

Hanno collaborato

Alessandro Delitala, Giuliano Fois, Piero Cau, Luigi di Carlo, Giovanna Mannu, Ilaria Peana, Andrea Motroni e Alessandro Serra del Dipartimento Meteorologico di ARPAS

ARPAS – Dipartimento Meteorologico

Viale Porto Torres 119, 07100 Sassari

tel. +39 079 258600, fax +39 079 262681

dipartimento.imc@arpa.sardegna.it dipartimento.imc@pec.arpa.sardegna.it



Sommario

1. Introduzione	4
2. Definizione del database delle serie giornaliere	5
3. Controlli di qualità sulle serie giornaliere di precipitazione e temperatura	8
4. Analisi di omogeneità per le singole serie	16
4.1. Omogeneità delle serie di precipitazione	17
4.2. Omogeneità delle serie di temperatura.....	22
5. Calcolo delle normali climatiche	23
6. Estremi climatici	41
7. Conclusioni	44

1. INTRODUZIONE

Il presente lavoro, svolto in collaborazione tra il Dipartimento Meteorologico di ARPAS e il Settore di Climatologia Operativa di ISPRA, descrive le attività realizzate per l'aggiornamento della climatologia della Sardegna per il trentennio 1981-2010, per mezzo di procedure di controllo e di elaborazione delle serie di dati storici di temperatura e precipitazione. È stato eseguito dapprima un approfondito controllo di qualità e un'accurata analisi dell'omogeneità delle serie (in particolare per le temperature), che hanno consentito di perfezionare la base dei dati di partenza e massimizzare il numero di stazioni disponibili; per le serie storiche selezionate sono stati calcolati i valori climatologici mensili e annuali sia per le temperature che per le precipitazioni, seguendo le linee guida stabilite dall'Organizzazione Meteorologica Mondiale (WMO), nonché gli indici estremi da questi derivati (ETCCDI).

Il lavoro è stato svolto in collaborazione tra il Dipartimento Meteorologico e il Settore Clima e Meteorologia applicata di ISPRA e si è articolato nelle seguenti fasi:

- controlli di qualità sulle serie giornaliere di precipitazione e temperatura,
- analisi di omogeneità per le singole serie,
- calcolo delle normali climatiche e realizzazione di un set di tabelle, grafici e mappe.

Di seguito è riportata una descrizione di maggior dettaglio dell'attività svolta nell'ambito delle singole fasi.

I risultati finali relativi ai normali climatici possono essere visualizzati in forma grafica consultando l'applicazione Webgis del sito ARPAS.

2. DEFINIZIONE DEL DATABASE DELLE SERIE GIORNALIERE

Inizialmente sono state importate tutte le tabelle del database in dotazione al Servizio Idrografico (Zeus database) all'interno del database Climatologico (Oracle database) del Dipartimento Meteorologico, omogeneizzando i dati rispetto alle grandezze ed equiparando i codici delle stazioni al fine di ottenere un database unico che integrasse tutte le stazioni di diversa provenienza (es. Università, Idrografico, Aeronautica, ecc.), operando nel contempo una prima verifica e selezione dei dati corretti.

È stata effettuata, inoltre, la consultazione dell'anagrafica degli osservatori degli ultimi decenni, sui libri storici del Servizio Idrografico, allo scopo di individuare variazioni intervenute nella localizzazione delle stazioni e per meglio interpretare situazioni di disomogeneità riscontrate nelle serie di dati. Si è inoltre verificata l'esatta ubicazione dei singoli punti stazione e sono state aggiornate le relative informazioni geografiche, anche sulla base delle schede riportate in "Monografia delle Stazioni Idrotermopluviometriche Tradizionali".

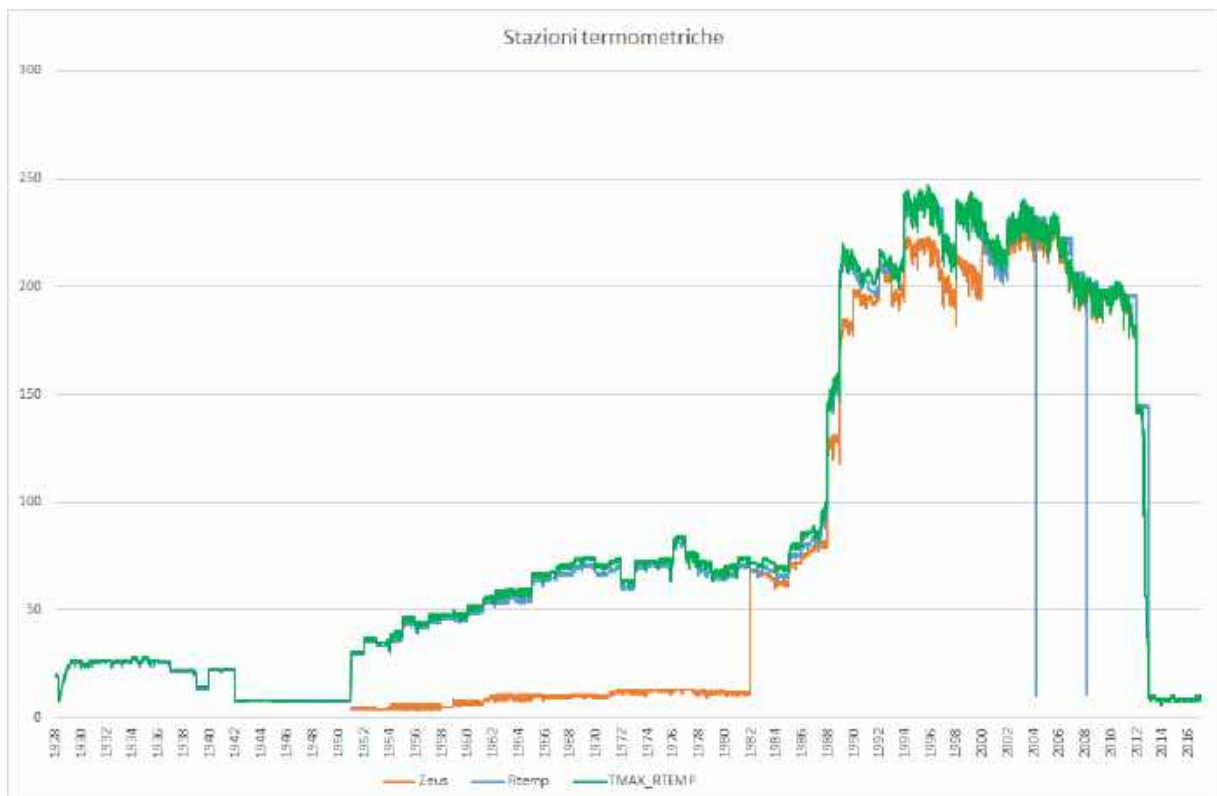
In questa fase per ciascuna stazione si è operato un confronto sui singoli dati giornalieri a partire dal 1922 per le grandezze pioggia, temperatura minima (T_{min}) e massima giornaliera (T_{max}), analizzando e valutando di volta in volta le differenze riscontrate tra i due database. Questa fase, piuttosto complessa, ha richiesto tempi relativamente lunghi, in particolare per le precipitazioni, e ha permesso inoltre di ricostruire le serie continue di dati precedentemente attribuiti a stazioni diverse, o al contrario "spezzare" alcune serie erroneamente attribuite ad una stessa stazione. In questa fase è stata utile la consultazione dell'analisi storica degli osservatori relativi alle singole stazioni, di cui si è detto in precedenza.

Al termine di questa fase si sono ottenute le tabelle di sintesi per le grandezze climatiche in esame nelle quali sono confluite le serie integrate e corrette provenienti dai due database. Nelle **Figure 1 e 2** è riportato il numero di stazioni presenti nei due database di origine, nei singoli anni per le piogge e le temperature, nonché la consistenza nel database finale al termine del processo di integrazione (linea verde).

Figura 1. Numero di stazioni con misure di precipitazione presenti nei database originali e in quello finale di sintesi (linea verde).

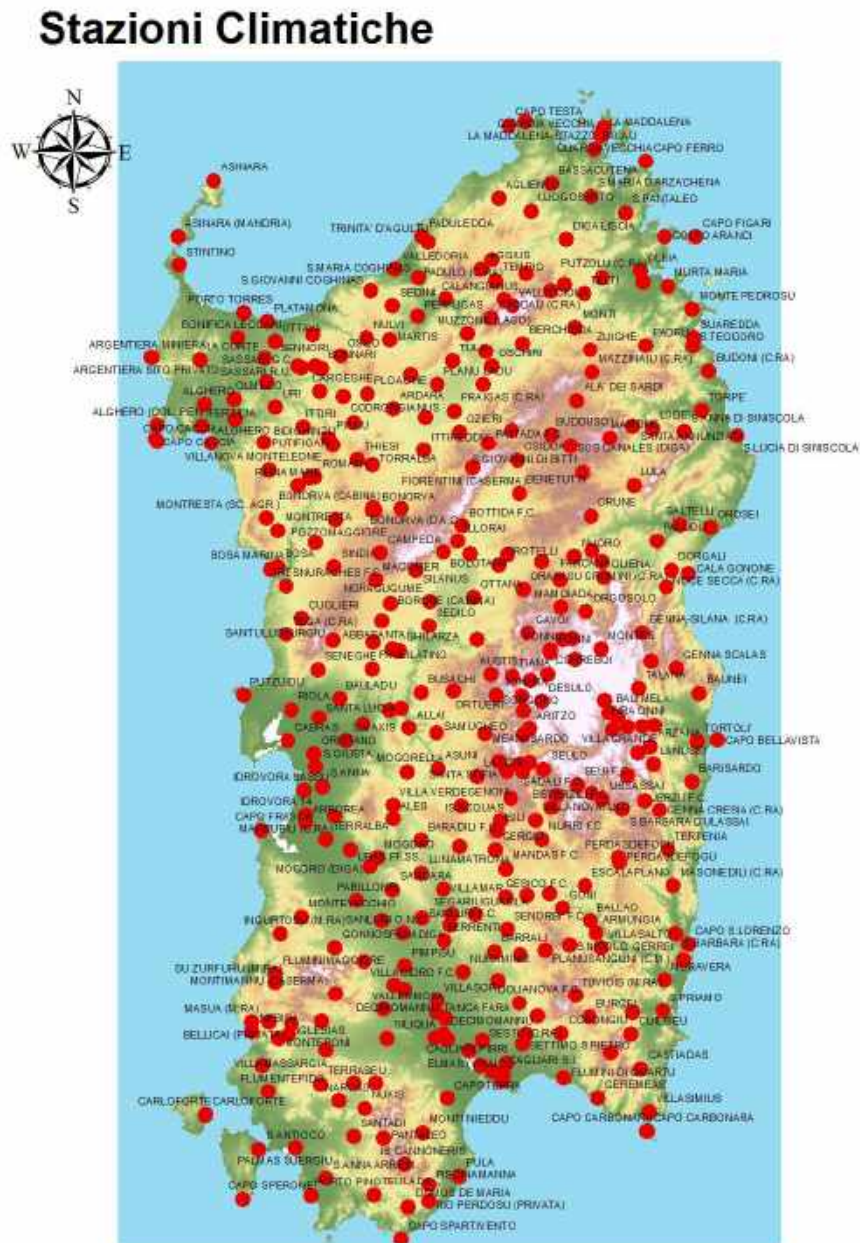


Figura 2. Numero di stazioni con misure di temperatura presenti nei database originali e in quello finale di sintesi (linea verde).



Questa attività ha permesso di selezionare circa 370 stazioni dotate di pluviometro per il periodo 1922 – 2016 (**Figura 3**). In un numero inferiore di stazioni (circa 290) è presente anche il termometro.

Figura 3. Ubicazione delle stazioni considerate nell'analisi climatologica.



3. CONTROLLI DI QUALITÀ SULLE SERIE GIORNALIERE DI PRECIPITAZIONE E TEMPERATURA

Sull'intero database realizzato nella fase precedente sono stati eseguiti i controlli di qualità, utilizzando delle procedure sviluppate da ISPRA in ambiente R (R Core Team, 2020)¹. Queste prevedono una sequenza di controlli, mutuati da quelli applicati al dataset globale di osservazioni meteorologiche giornaliere (Global Historical Climatological Network – GHCN; Durre et al., 2010²) del National Climatic Data Center (NCDC) della NOAA, opportunamente modificati tenendo conto di alcune caratteristiche peculiari del clima italiano (Fioravanti et al., 2019; Fioravanti et al., 2016)³.

Ciascun controllo contrassegna con un *flag* di dato errato i valori che non superano il test prestabilito e li esclude da tutti i controlli successivi. La sequenza dei test è stata stabilita in modo da individuare il maggior numero di errori e ridurre al minimo il rischio di eliminare dati validi (falsi positivi). Dopo le procedure automatiche si è operata una valutazione manuale dei dati sospetti evidenziati allo scopo di valutare di volta in volta le azioni da intraprendere e salvaguardare gli eventuali falsi positivi.

L'insieme dei controlli si può dividere in quattro categorie generali e viene eseguito secondo l'ordine seguente:

- test di integrità di base,
- test per l'identificazione dei valori anomali,
- test di consistenza interna e temporale,
- test di consistenza spaziale.

Per l'**integrità di base** delle serie storiche si è analizzata la presenza di valori ripetuti, mesi o anni duplicati, le lunghe serie di valori sospetti uguali a zero e valori impossibili.

Nel caso delle temperature vengono ricercate sequenze di 10 o più valori identici saltando gli eventuali dati mancanti. Nel caso delle serie di precipitazione il controllo ha evidenziato le sequenze di 180 o più valori nulli consecutivi. I risultati sono stati esaminati per ciascuna stazione individuata, invalidando le serie verosimilmente errate e conservando quelle meno dubbie, ritenute compatibili attraverso un confronto tra stazioni prossime.

Il test successivo identifica le duplicazioni di sequenze di dati giornalieri in diversi periodi di tempo, in particolare: due anni diversi che hanno esattamente gli stessi dati oppure due mesi diversi (nello stesso anno o in anni diversi) che hanno esattamente gli stessi dati. Il test si applica sia alla temperatura (minima e massima), che alla precipitazione. In quest'ultimo caso, per evitare di contrassegnare erroneamente come duplicati due periodi asciutti, si richiede la presenza di almeno cinque valori non nulli. Questo test ha permesso di evidenziare mesi duplicati sia nello stesso anno ma anche su anni molto distanti, causati da errori nella fase di inserimento dei dati nei database di origine. Si è apportata la necessaria correzione

¹ R Core Team (2020). R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. <https://www.R-project.org/>.

² Durre I., Menne M.J., Gleason B.E., Houston T.G. and Vose R.S., 2010. Comprehensive automated quality assurance of daily surface observations, J. Appl. Meteor. Climat., 8, 1615–1633.

³ Fioravanti G., Piervitali E., Desiato F., 2019. A new homogenized daily data set for temperature variability assessment in Italy. International Journal of Climatology, <https://doi.org/10.1002/joc.6177>.

Fioravanti G., Fraschetti P., Perconti W., Piervitali E., Desiato F., 2016. Controlli di qualità delle serie di temperatura e precipitazione. Rapporto ISPRA 66/2016.

(invalidando i dati errati) attraverso una verifica con gli Annali idrologici corrispondenti, oppure, in caso di dati erronei anche in questi ultimi, attraverso un raffronto con le stazioni vicine.

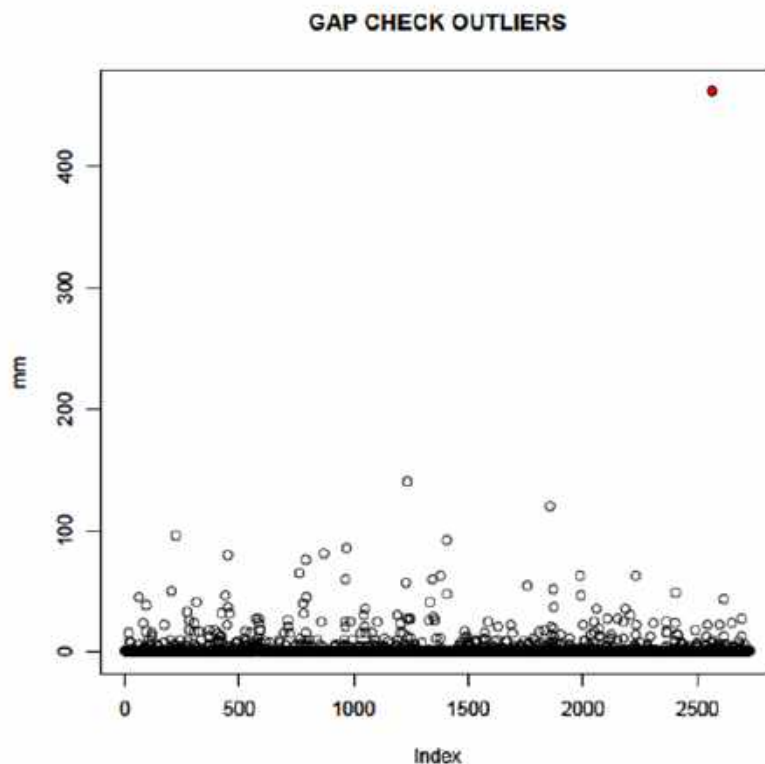
L'ultimo controllo individua i valori di temperatura e precipitazione impossibili: temperatura massima superiore a 50 °C o inferiore a -30 °C, temperatura minima superiore a 40 °C o inferiore a -40 °C, precipitazione cumulata superiore a 800 mm o con valore negativo. Queste soglie sono state fissate in base ai valori massimi e minimi assoluti di temperatura e precipitazione massima giornaliera presenti nel dataset delle osservazioni giornaliere italiane, validati manualmente anche tramite il confronto con i valori registrati nelle stazioni limitrofe. Nel nostro caso sono stati individuati solo 3 valori impossibili, riguardanti la temperatura minima.

Per identificare i **valori anomali** (*outliers*) sono stati utilizzati due metodi diversi: un test che individua un eventuale salto nella serie di dati (*gap check*) e un controllo climatologico.

Il *gap check*, che si applica sia alle serie di temperatura sia a quelle di precipitazione, analizza i valori che si trovano nelle code della corrispondente distribuzione. Per ciascun mese, il *gap check* esamina la distribuzione di frequenza dei dati su tutti gli anni disponibili e individua i valori alle code della distribuzione che risultano eccessivamente distanti e quindi separati in maniera poco realistica dal resto della distribuzione. L'algoritmo prima di tutto ordina tutti i valori dal più piccolo al più grande e calcola le differenze tra ogni coppia di valori consecutivi. Se un valore è separato dal valore precedente di una quantità superiore alla soglia fissata (*gap*) allora tutti gli elementi successivi vengono contrassegnati come errati.

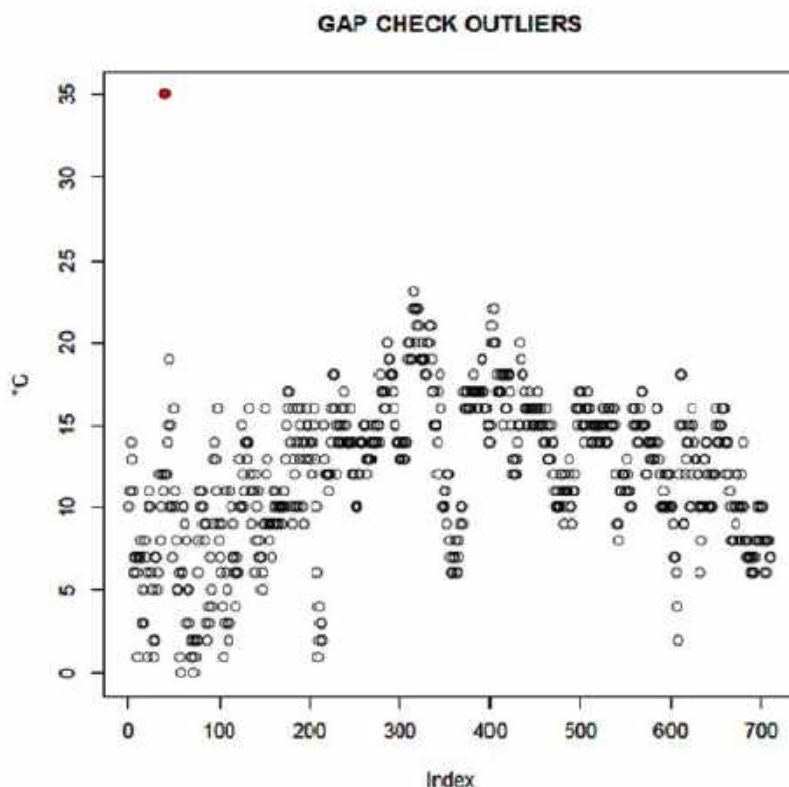
Per la precipitazione il massimo *gap* consentito è stato fissato a 300 mm. La **Figura 4** mostra l'applicazione del test ad una serie di precipitazione e l'individuazione di un *outlier*, in questo caso un falso positivo (Stazione di Capoterra 22-10-2008 461.4 mm).

Figura 4. *Outlier* di precipitazione evidenziato col Gap Check test - Stazione di Capoterra 22-10-2008, 461.4 mm.



Per la temperatura il test analizza separatamente le due metà della distribuzione: dalla mediana verso i valori superiori e dalla mediana verso i valori inferiori. In questo caso la differenza massima fra due valori consecutivi è fissata a 10 °C. Nella **figura 5** è raffigurato a titolo esemplificativo l'esito del *gap check* per la temperatura massima della stazione Taroni (C.ra) ubicata nel comune di Telti.

Figura 5. *Outlier* di temperatura massima evidenziato col Gap Check test - Stazione Taroni (C.ra) 11-12-1989, 35 °C.



Il controllo climatologico si basa invece sul confronto di ogni valore della serie da testare con alcuni parametri ricavati dall'intera serie, per lo stesso periodo dell'anno: test *z-score* per la temperatura e test basato sui percentili per la precipitazione. Il test *z-score*, la tecnica più comune per identificare i valori anomali nei dati meteo-climatici consiste nel normalizzare i dati (utilizzando la media e la deviazione standard relativa ad uno specifico intervallo di tempo) e individuare i valori il cui *z-score* (valore normalizzato) eccede una soglia prefissata. Questa metodologia può essere applicata solo a serie sufficientemente lunghe, perché nel caso di distribuzioni anche leggermente asimmetriche potrebbe determinare un numero eccessivo di falsi positivi (*overflagging*). Il test è stato applicato solo alla temperatura massima e minima, per le quali è generalmente plausibile un'approssimazione mediante la distribuzione normale.

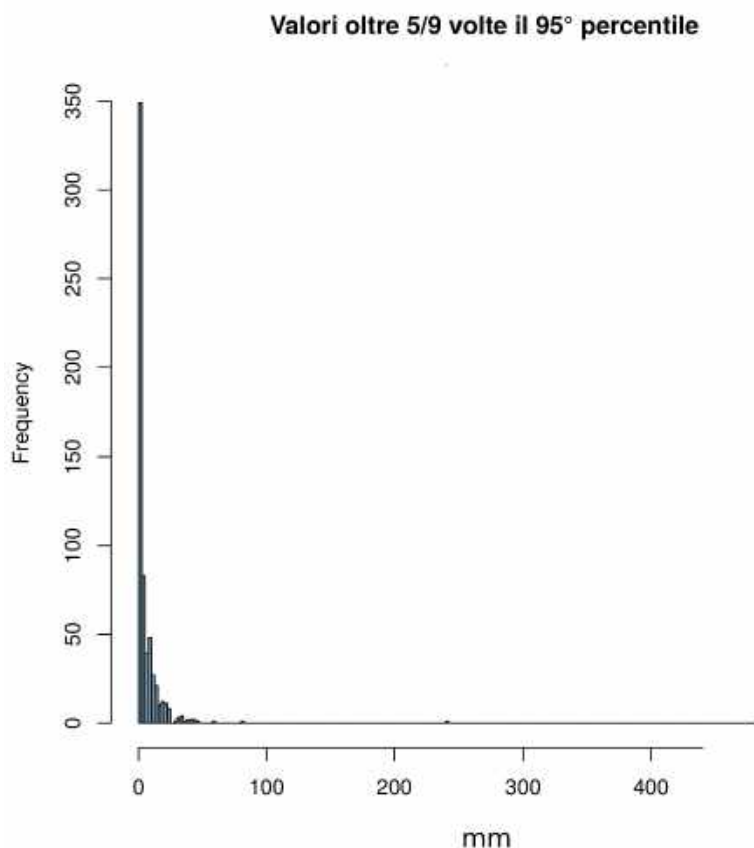
Per la temperatura massima e minima la media (*biweight mean*) e la deviazione standard (Lanzante, 1996) richiesti per il test *z-score* sono calcolati su tutti i dati che cadono all'interno di una finestra di 15 giorni centrata sul giorno in esame, su tutto il periodo disponibile. Affinché il controllo sia valido si richiede un totale di almeno 100 valori. Un valore di temperatura viene invalidato se supera di 6 deviazioni standard la media di lungo periodo. Il valore di questa soglia è stato scelto abbastanza alto allo scopo di individuare il maggior numero possibile di errori e nel contempo limitare il rischio di falsi positivi.

Alle serie di precipitazione è stato applicato un test basato sui percentili. Per ogni giorno dell'anno viene definita una finestra di 29 giorni centrata sul giorno in esame e viene calcolato il 95° percentile della distribuzione di tutti i valori diversi da zero che cadono all'interno della finestra, su tutto il periodo disponibile (si richiede la presenza di almeno 20 valori).

Nel caso della precipitazione la finestra è più ampia rispetto a quella definita per la temperatura (15 giorni), perché vengono presi in considerazione solo i valori di precipitazione non nulli. Il test identifica i valori di

precipitazione che eccedono un multiplo prefissato del 95° percentile. Il multiplo dipende dalla temperatura: se la temperatura media giornaliera, $(T_{min} + T_{max})/2$, è maggiore o uguale a zero o non è disponibile, allora il multiplo viene fissato uguale a 9 volte il 95° percentile, se invece la temperatura media è inferiore allo zero, il multiplo viene fissato uguale a 5. In **Figura 6** è mostrato un esempio di applicazione di questo test per la stazione di Sos Canales (Diga).

Figura 6. Outlier di precipitazione evidenziato col controllo climatologico - Stazione Sos Canales (Diga), 241.2 mm del 01-11-2013.



I test di **consistenza interna e temporale** si riferiscono alle serie di temperatura massima e minima e controllano sia le violazioni fisiche fra due o più parametri sia le variazioni eccessivamente ampie del valore di una variabile con quello del giorno precedente e successivo.

Il primo test identifica i valori di temperatura (massima o minima) che sono almeno 18 °C più alti o più bassi del valore registrato nel giorno precedente o successivo (**Figura 7**). Il secondo test individua e contrassegna come dati errati i valori di temperatura massima e minima che verificano la condizione $T_{max} < T_{min}$ (**Figura 8**).

Il terzo e ultimo test (*lagged range test*) individua le variazioni eccessive e repentine nelle serie di temperatura tramite il confronto tra temperatura massima e minima nel giorno in esame, nel giorno precedente e in quello successivo. Se applicato alla serie di temperatura massima, il test calcola la differenza tra la temperatura massima in un giorno $T_{max}(0)$ e la più alta temperatura minima fra quelle riportate nel giorno precedente, $T_{min}(-1)$, lo stesso giorno, $T_{min}(0)$ e il successivo, $T_{min}(1)$. Se la

differenza supera i 35 °C vengono contrassegnati come dati errati il valore di temperatura massima Tmax(0) e i tre valori di temperatura minima considerati.

Figura 7. Valore anomalo nelle temperature massime per la stazione di Nuraminis, 12-07-1998.

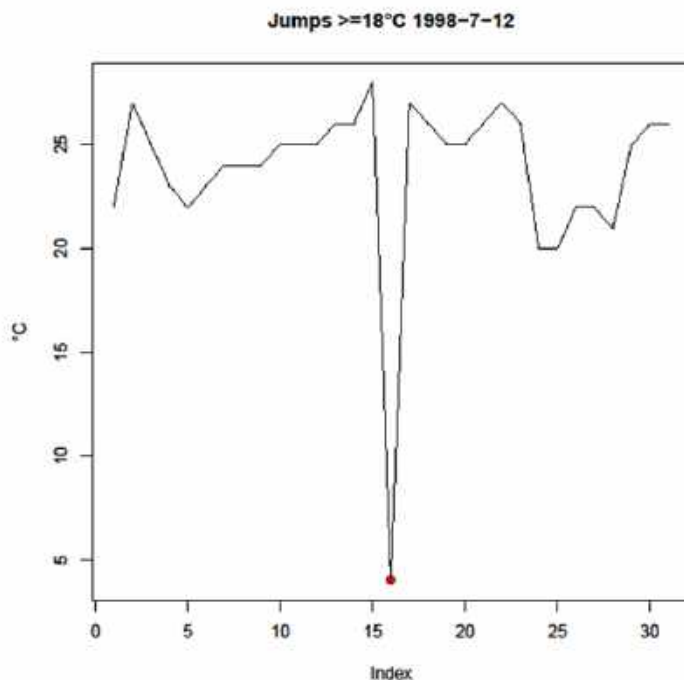
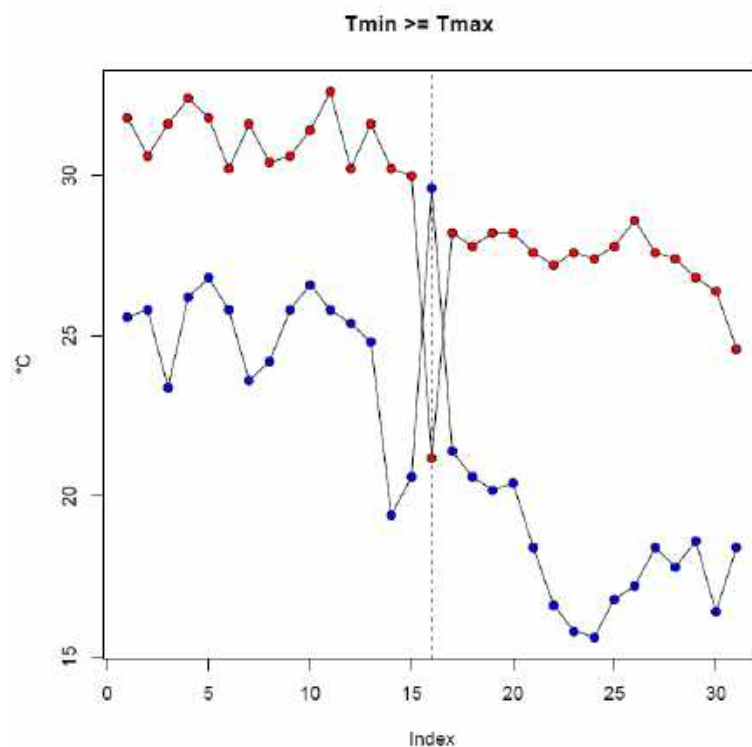


Figura 8. Temperatura minima superiore alla massima - Stazione di Corongiu, 10-09-1989.



I test di **consistenza spaziale**, hanno l'obiettivo di identificare i valori anomali non individuati dai precedenti test, tramite il confronto tra il valore registrato nella stazione target e le osservazioni rilevate nelle stazioni limitrofe. Questo approccio utilizza generalmente tecniche statistiche (quali la regressione) per stimare la variabile climatica nella stazione target, utilizzando i valori osservati nelle stazioni limitrofe e individuare poi le osservazioni che si discostano eccessivamente da questa stima.

Un'alternativa è rappresentata dal *corroboration* test, che si basa sul confronto a due a due tra il valore osservato nella stazione target e quello delle stazioni limitrofe, contrassegnando come dato anomalo il valore target se non viene confermato (corroborato) da tutte le osservazioni delle stazioni vicine.

Le serie di temperatura massima e minima sono state sottoposte sia al test di regressione spaziale sia al *corroboration* test. I controlli spaziali non sono stati applicati alle serie di precipitazione.

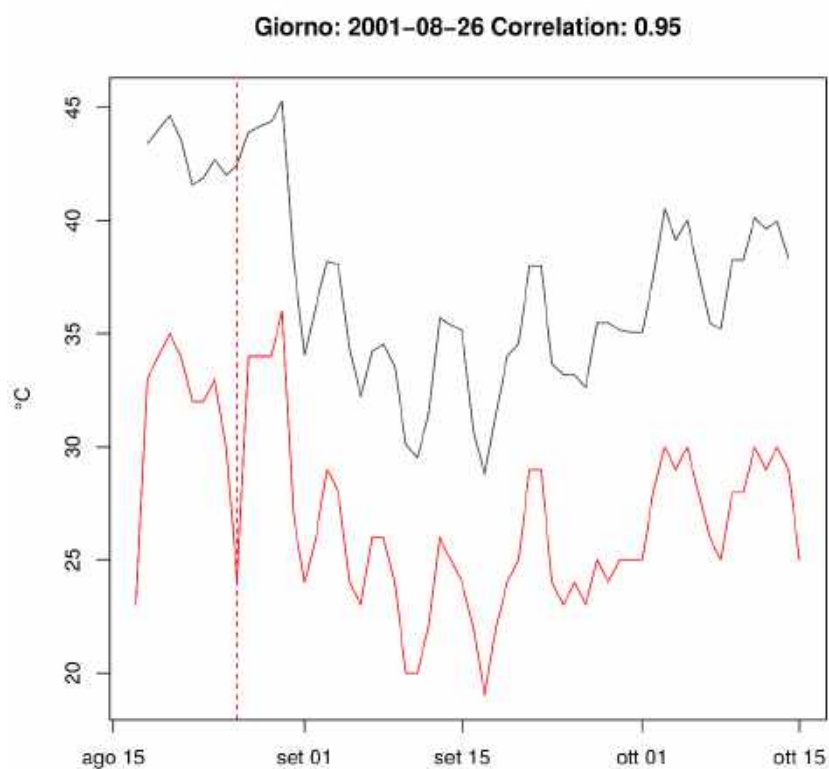
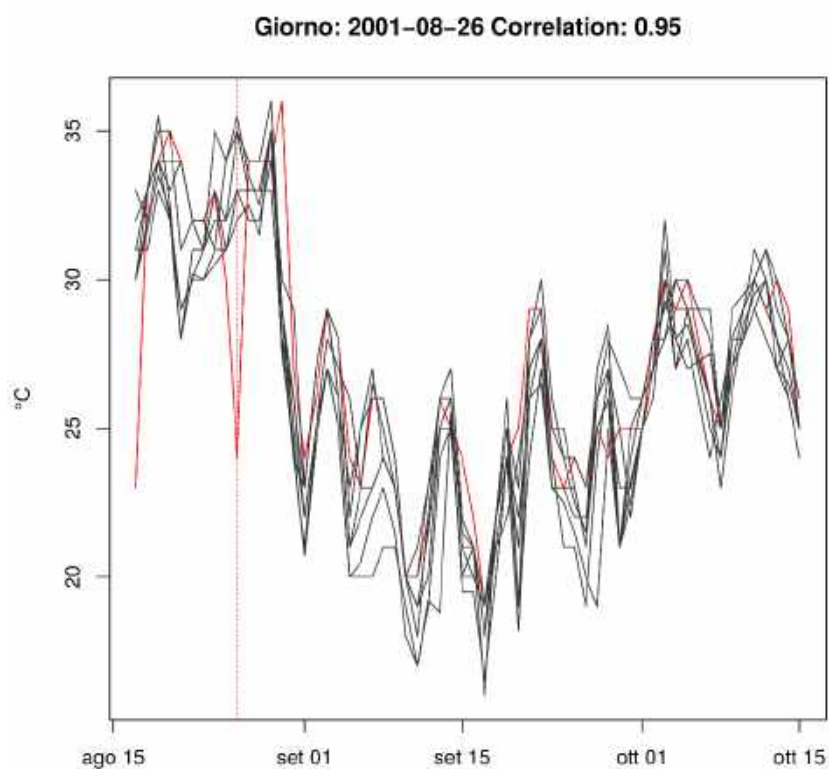
Il **test di regressione** identifica per ogni mese di ciascun anno un modello di regressione tra la serie di temperatura (minima o massima) nella stazione target e una corrispondente serie di temperatura, stimata a partire dalle serie delle stazioni limitrofe opportunamente selezionate.

Le stazioni limitrofe (da un minimo di tre a un massimo di sette) vengono individuate in base alla loro completezza, alla distanza dalla stazione target (massimo 35 Km) e ad un indice di *agreement*, che valuta l'accordo tra le osservazioni di ogni stazione con quelle della stazione target.

Per ogni giorno dell'anno, il valore di temperatura nella stazione target viene stimato come media dei valori osservati nelle stazioni limitrofe, nella finestra di tre giorni centrata sul giorno in esame, pesati con i coefficienti di regressione lineare semplice (rispetto alla serie target) e l'indice di *agreement*. I dati così stimati (variabile indipendente) vengono utilizzati per costruire un modello di regressione rispetto alla serie target (variabile dipendente). I residui della serie target rispetto al modello di regressione vengono quindi utilizzati per identificare eventuali dati anomali. Il valore osservato nella stazione target viene contrassegnato come dato anomalo se sia il residuo, sia il residuo standardizzato eccedono determinate soglie (rispettivamente 8 °C per il residuo e 4 per il residuo standardizzato). Il test è stato applicato solo nei casi in cui il coefficiente di correlazione tra la serie osservata e la serie stimata è maggiore o uguale a 0.8.

Un esempio di dato anomalo individuato dal test di regressione spaziale, relativo alla stazione di Thiesi, è mostrato nelle **Figure 9a-b**.

Figura 9a-b. Analisi di consistenza spaziale per Temperatura massima della stazione di Thiesi, 26-08-2001.



Il *corroboration* test verifica se il valore da testare cade significativamente fuori dall'intervallo dei valori registrati nelle stazioni vicine.

Le stazioni limitrofe (da un minimo di tre a un massimo di sette) in questo caso sono selezionate solo in base alla loro maggiore vicinanza alla stazione target e alla disponibilità di dati; si ammette una distanza massima dalla stazione target di 20 Km e una differenza massima di quota di 100 m. Ogni osservazione della stazione target viene confrontata con le osservazioni delle stazioni limitrofe all'interno di una finestra di tre giorni centrata sul giorno in esame.

Il *corroboration* test e il controllo di regressione spaziale per la temperatura si completano a vicenda in quanto il primo può essere applicato in giorni e luoghi in cui il controllo di regressione spaziale non può essere utilizzato, per esempio per mancanza di serie sufficientemente complete per il calcolo della regressione, oppure nei casi in cui si ottiene una correlazione troppo bassa fra la serie osservata della stazione target e quella stimata. D'altra parte il test di regressione spaziale, quando applicabile, riesce a rilevare inconsistenze spaziali di ampiezza minore rispetto a quelle che riesce ad individuare il *corroboration* test.

4. ANALISI DI OMOGENEITÀ PER LE SINGOLE SERIE

Al termine dei controlli di qualità, prima di procedere al calcolo degli indicatori climatici si è effettuata l'analisi di omogeneità delle serie di dati all'interno del trentennio climatico 1981-2010. Si definisce "omogenea" una serie temporale in cui la variabilità del segnale dipende esclusivamente da fattori climatici (Aguilar et al., 2003)⁴. Tuttavia non è insolito che fattori esterni, anche di natura antropica, possano alterare il segnale di una serie, con evidenti ripercussioni sulla stima dei trend. Le cause più frequenti di disomogeneità artificiali (*breakpoint*) nelle serie temporali sono lo spostamento della stazione di misura, la sostituzione della strumentazione, cambiamenti nell'esposizione dello strumento, adozione di nuove procedure di elaborazione dei dati. Le informazioni che documentano la storia delle stazioni di rilevamento (metadati) costituiscono un importante supporto per lo studio dell'omogeneità di una serie.

Sono state proposte varie tecniche statistiche per valutare l'omogeneità delle serie mensili e annuali (Domonkos and Coll, 2017; Guijarro, 2017; Aguilar et al., 2003)⁵, con particolare riguardo alle serie di temperatura. Nonostante l'ampia letteratura prodotta, nessuna delle metodologie finora proposte si è imposta come la migliore in assoluto. Alcune tecniche di analisi sono comunque ben consolidate e riconosciute dalla comunità scientifica come "standard" (Reeves et al., 2007).

Il problema dell'omogeneizzazione si complica ulteriormente quando si passa dalla scala annuale e mensile a quella giornaliera. Infatti, l'elevata variabilità che caratterizza le serie dei dati giornalieri può produrre nella serie discontinuità climatiche difficilmente distinguibili da discontinuità artificiali. In mancanza di una metodologia condivisa per l'identificazione e, soprattutto, per la correzione delle disomogeneità su scala giornaliera, il World Meteorological Organization (WMO) (Klein Tank et al., 2009) suggerisce di

⁴ Aguilar E., Auer I., Brunet M., Peterson T. C., Wieringa J., 2003: "Guidelines on climate metadata and homogenisation". World Meteorological Organization, WMO-TD No. 1186, WCDMP No. 53, Geneva, Switzerland, 55 pp.

⁵ Guijarro, J.A. (2017) Daily series homogenization and gridding with Climatol v.3. In: Ninth Seminar for Homogenization and Quality Control in Climatological Databases and Fourth Conference on Spatial Interpolation Techniques in Climatology and Meteorology, Budapest, Hungary, 3–7 April, 2017. Geneva: WMO, WCDMP- No. 85.

Domonkos, P. and Coll, J. (2017a) Homogenisation of temperature and precipitation time series with ACMANT3: method description and efficiency tests. International Journal of Climatology, 37, 1910–1921. <https://doi.org/10.1002/joc.4822>.

escludere dall'analisi climatologica le serie che presentano evidenti discontinuità artificiali o, in alternativa, di considerarne solo la parte omogenea.

I test statistici permettono di individuare l'istante temporale in cui potrebbe esistere una discontinuità nel segnale climatico della serie oggetto di analisi (serie candidata).

I test di omogeneità possono essere distinti in: metodi assoluti (Wijngaard et al., 2003)⁶ e metodi relativi (Dunn et al., 2014)⁷. I primi valutano l'autoconsistenza di ciascuna serie di dati (senza il supporto di serie di riferimento esterne), mentre i secondi valutano la consistenza del segnale climatico della serie candidata utilizzando una o più stazioni limitrofe di "riferimento". Solitamente i parametri impiegati per la ricerca delle stazioni di riferimento sono la distanza dalla stazione candidata, la differenza di quota e il coefficiente di correlazione fra le serie di valori medi annuali o stagionali, o cumulate annuali o stagionali.

4.1 Omogeneità delle serie di precipitazione

Sulla base del lavoro Wijngaard et al. (2003), l'omogeneità delle serie di precipitazione giornaliera è stata valutata mediante l'utilizzo di test assoluti di omogeneità applicati alle serie annuali del numero di giorni con pioggia (*wet days*). I test applicati sono:

- lo standard normal homogeneity test (SNHT) per un singolo *breakpoint* (Alexandersson, 1986);
- il Buishand range test (Buishand, 1982);
- il test di Pettitt (Pettitt, 1979) ;
- il test di rapporto di Von Neumann (Von Neumann, 1941).

L'uso congiunto dei 4 test consente di classificare ciascuna serie come:

useful — serie disomogenea per uno o nessun test.

doubtful — serie disomogenea per due test.

suspect — serie disomogenea per tre o quattro test.

Va osservato che per le serie di precipitazione non è stata operata alcuna correzione delle disomogeneità a livello giornaliero. L'uso dei quattro test assoluti ha invece come obiettivo quello di identificare un sottoinsieme di serie potenzialmente omogenee a livello annuale per le serie dei giorni piovosi (e quindi prive di grosse disomogeneità a livello di serie giornaliere di precipitazione).

Le serie di precipitazione su cui applicare il test di omogeneità (che rispettano i criteri di completezza per il calcolo del valore climatologico 1981-2010 del WMO) sono 181. Di queste serie 160 sono state classificate come *useful*, 8 come *doubtful* e 13 come *suspect*.

Nelle **Figure 10-12** sono riportati a titolo di esempio i risultati relativi alle stazioni di Villasor (*useful*), Orgosolo (*doubtful*) e Ittiri (*suspect*), mentre nella **Figura 13** è rappresentata la distribuzione delle stazioni nelle tre classi.

⁶ Wijngaard A. M., Klein Tank G., Konnen G. P., 2003: "Homogeneity of 20th century European daily temperature and precipitation series". Int. J. Climatol. 23, 679–692.

⁷ Dunn R. J. H., Willett K. M., Morice C. P., Parker D. E. 2014. Pairwise homogeneity assessment of HadISD. Clim. Past, 10, 1501–1522, 2014

Figura 10. Risultati dell'analisi di omogeneità per la stazione di Villasor nel trentennio 1981-2010 (*useful*).

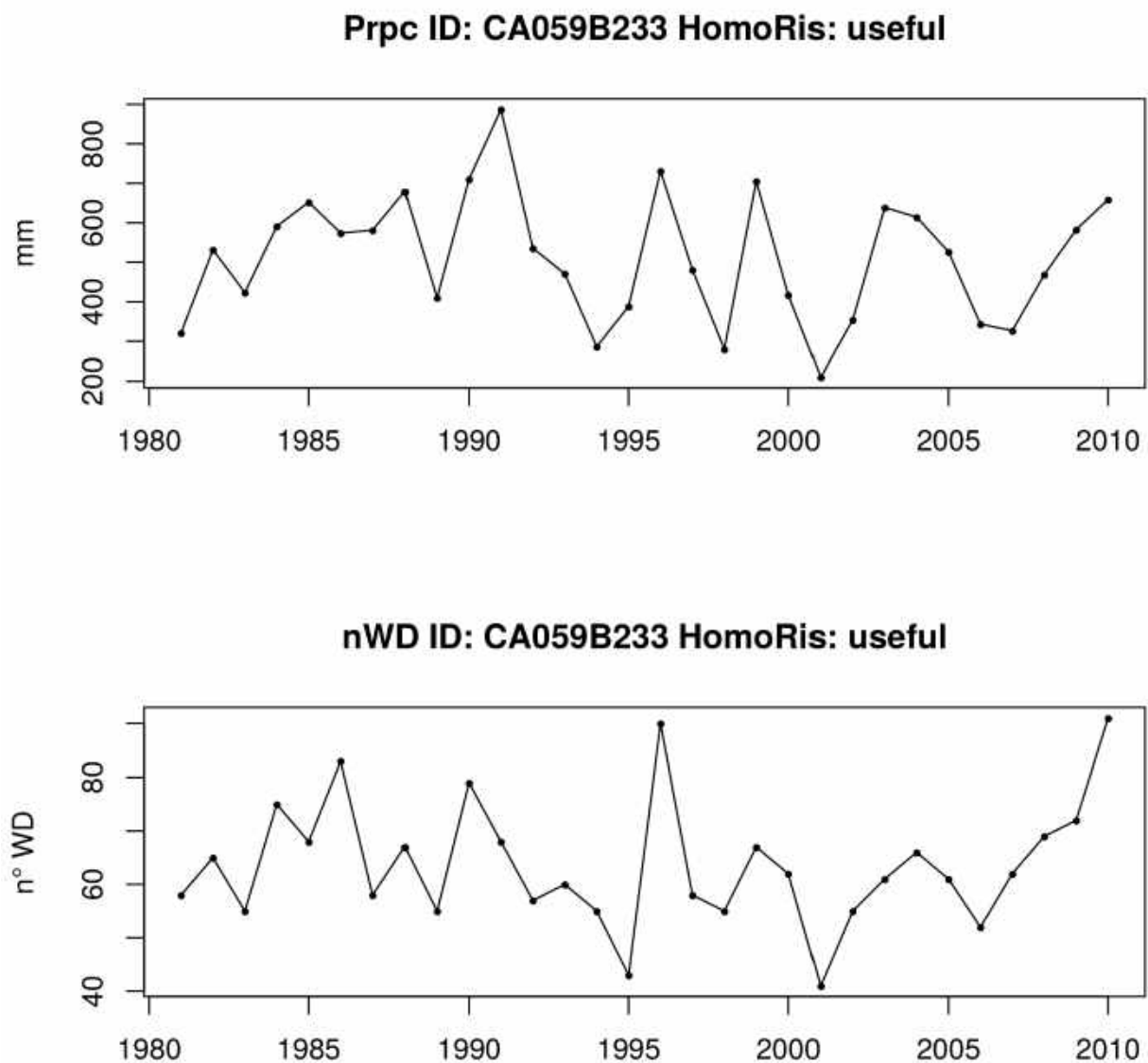


Figura 11. Risultati dell'analisi di omogeneità per la stazione di Orgosolo nel trentennio 1981-2010 (*dubtful*).

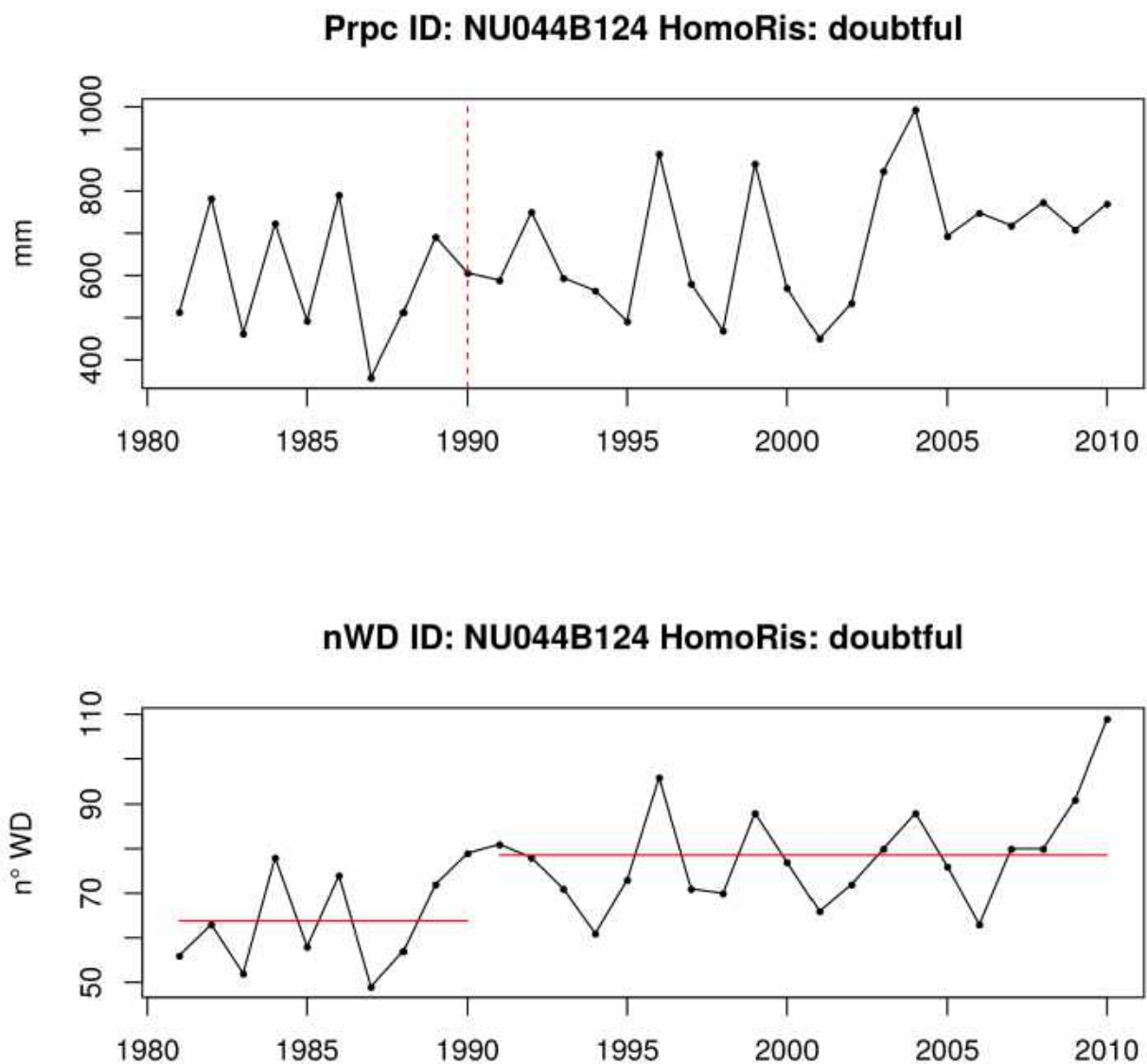


Figura 12. Risultati dell'analisi di omogeneità per la stazione di Ittiri nel trentennio 1981-2010 (*suspect*).

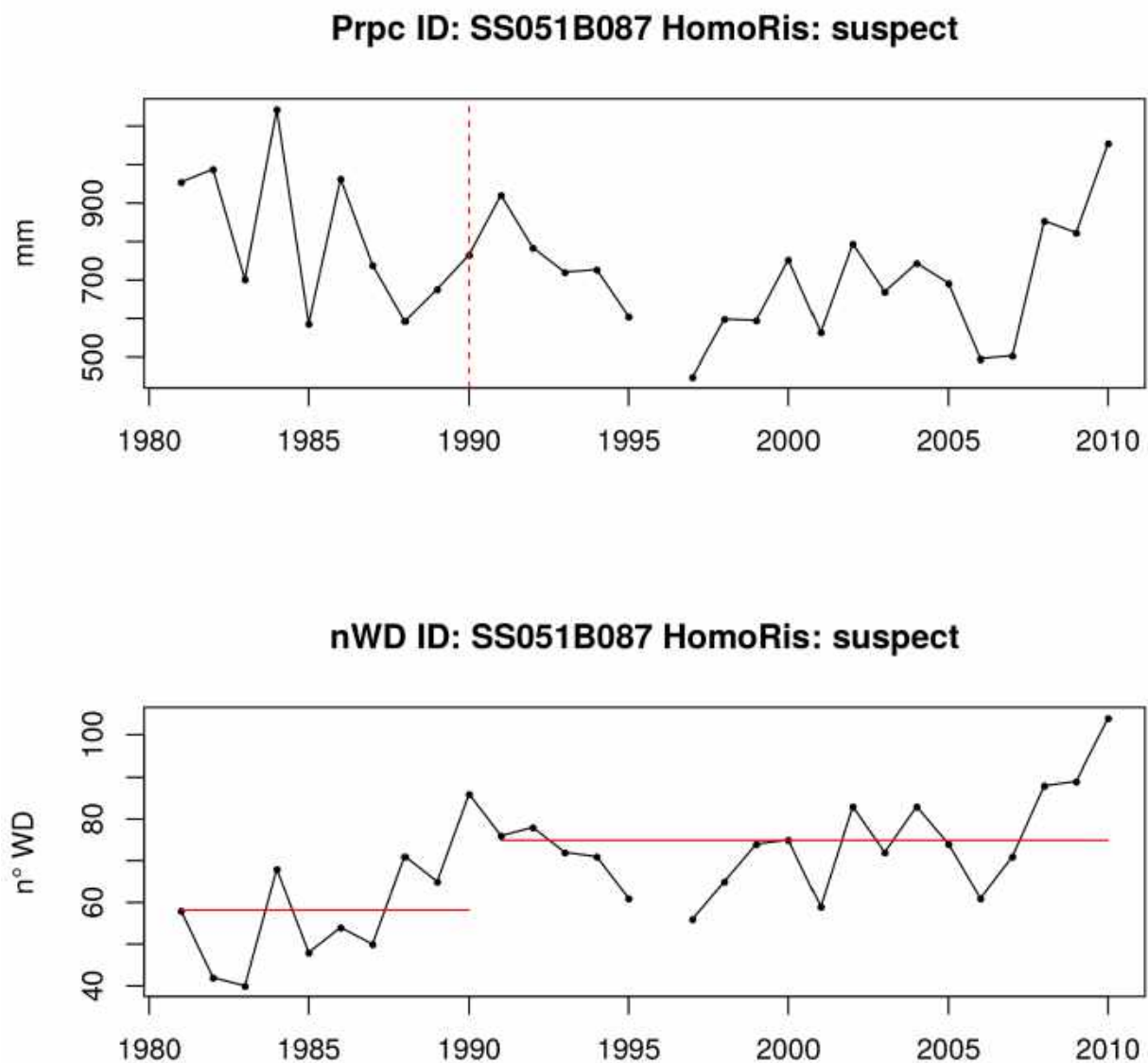
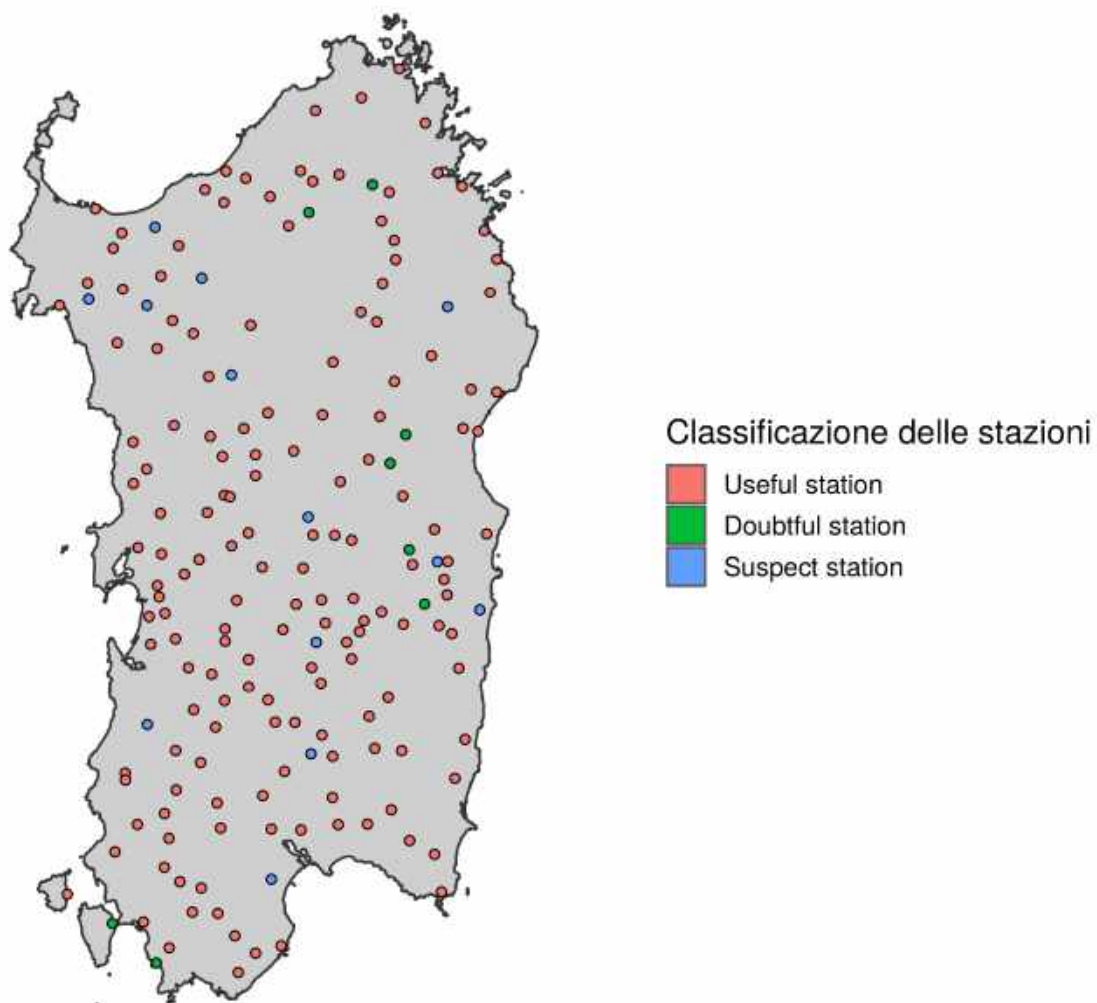


Figura 13. Distribuzione spaziale delle stazioni ricadenti nelle tre classi *useful*, *dubtful* e *suspect*.



4.2 Omogeneità delle serie di temperatura

Per la temperatura si è analizzata l'omogeneità delle serie e laddove possibile si è condotta una omogeneizzazione.

L'omogeneizzazione delle serie di temperatura consiste sostanzialmente nell'individuazione dei *breakpoint* e nella correzione della serie. Poiché gli effetti tipici dei *breakpoint* riguardano principalmente il valore medio della serie (Wang, 2003), gli approcci presi in esame assumono che in corrispondenza di un *breakpoint* non vi siano cambiamenti nel trend della serie.

L'analisi di omogeneità e di omogeneizzazione dei valori giornalieri di temperatura è stata condotta mediante il pacchetto *Climatol* di R, per la cui descrizione si rimanda a Guijarro (2019) e Fioravanti (2019). *Climatol* individua i potenziali *breakpoint* nella serie candidata utilizzando più stazioni di riferimento relativamente vicine, rappresentative della regione climatica a cui appartiene la serie candidata. Le stazioni sono state selezionate tenendo conto della distanza (non superiore ai 200 km), della differenza di quota (non oltre i 400 m) e del grado di correlazione con la serie candidata (coefficiente di correlazione non inferiore a +0.6).

Al termine di questa fase si è individuato un set complessivo di stazioni potenziali, su cui sono successivamente stati verificati i requisiti di completezza delle serie necessari al calcolo delle normali climatologiche e degli indicatori di estremi climatici.

5. CALCOLO DELLE NORMALI CLIMATICHE

Il WMO definisce come “normali climatici standard” le medie di una variabile climatica calcolate per i seguenti periodi consecutivi di 30 anni: dal 1 gennaio 1901 al 31 dicembre 1930, dal 1 gennaio 1931 al 31 dicembre 1960, dal 1 gennaio 1961 al 31 dicembre 1990 e così via (WMO, 2012). I normali climatici standard restano validi a livello internazionale fino alla fine del successivo periodo standard.

Il WMO suggerisce di calcolare i valori normali relativi all'ultimo trentennio disponibile e di aggiornarli alla fine di ogni decennio. Per gli anni in corso il 1981-2010 rappresenta il periodo base fino al 2021, quando il 1991-2020 sarà il nuovo periodo di riferimento. Per quanto riguarda la temperatura, che ha avuto un trend positivo negli ultimi decenni, i valori normali calcolati sul trentennio più recente descrivono più fedelmente il clima attuale e rappresentano una base migliore per valutare il clima atteso nei prossimi anni.

Il WMO ha stabilito la procedura di calcolo dei normali, che prevede diversi requisiti di completezza e continuità delle serie (WMO, 2017)⁸ ed è riassunta in quanto segue.

Per i parametri rappresentati dalla somma, come la precipitazione cumulata, un cumulado mensile è considerato valido solo se sono presenti i dati di tutti i giorni.

Per i parametri climatici rappresentati dal valore medio, come la temperatura, inizialmente si è adottato il criterio di considerare valido un mese se mancano non più di 5 giorni in totale e non più di 3 giorni consecutivi, come riportato in *Calculation of Monthly and Annual 30-year Standard Normals* (WMO, 1989). Tuttavia, sulla base delle raccomandazioni riportate nelle linee guida WMO del 2017 e di lavori specifici (CI Anderson, WA Gough, 2018)⁹, relativi alla possibilità di ampliare il numero di giorni mancanti, si è optato per considerare una soglia di dati mancanti più ampia, pari a 10 giorni mancanti, dei quali non più di 4 consecutivi. Quest'ultimo vincolo tiene conto: 1) dell'alto grado di autocorrelazione esistente tra i dati giornalieri di temperatura; 2) del maggior impatto che osservazioni mancanti consecutive hanno sul calcolo dei valori normali rispetto all'impatto dovuto a uno stesso numero di osservazioni mancanti sparse in modo casuale all'interno del periodo.

Per poter calcolare il normale mensile, come media dei valori nei diversi anni, sia di temperatura che di precipitazione, è richiesto l'80% dei valori della serie del trentennio (almeno 24 anni di dati), prescindendo dalla distribuzione degli dati mancanti all'interno del periodo. Il volume del WMO ribadisce che il criterio della continuità dei valori mancanti a livello annuale non influisce granché sul valore climatologico annuale, in quanto i valori mensili da un anno all'altro sono scarsamente autocorrelati.

La sezione “*Use of shorter averaging periods*” del WMO *Guidelines on the Calculation of Climate Normals* (2017) discute la possibilità di calcolare dei valori di riferimento per periodi inferiori al trentennio. Questi valori sebbene non debbano essere intesi come valori climatologi standard, possono comunque essere utili agli utilizzatori finali. Ad esempio il servizio “Environment and Climate Change Canada” (ECCC) mette a disposizione dei propri utenti anche valori normali costruiti su 15 anni di dati¹⁰. Analogamente negli USA la NOAA, accanto ai normali standard per il trentennio 1981-2010, pubblica valori medi indicati come “*quasi-normals*” per stazioni dotate di serie brevi.

⁸ WMO, 2017 Guidelines on the Calculation of Climate Normals, (WMO-No. 1203).

⁹ CI Anderson, WA Gough - Accounting for missing data in monthly temperature series: Testing rule-of-thumb omission of months with missing values - International Journal of Climatology, 2018

¹⁰ https://climate.weather.gc.ca/doc/Canadian_Climate_Normals_1981_2010_Calculation_Information.pdf

Nel presente lavoro sono stati calcolati valori climatologici standard di temperatura e precipitazione (80% degli anni disponibili), assieme a valori climatologici non standard. Le stazioni per cui è stato possibile calcolare i valori climatologici standard sono indicate con la lettera A, mentre le stazioni che forniscono valori climatologici non standard sono contrassegnati con la lettera B (valori climatologici costruiti su almeno 20 anni di dati disponibili) e con la lettera C (valori climatologici costruiti su almeno 15 anni di dati disponibili).

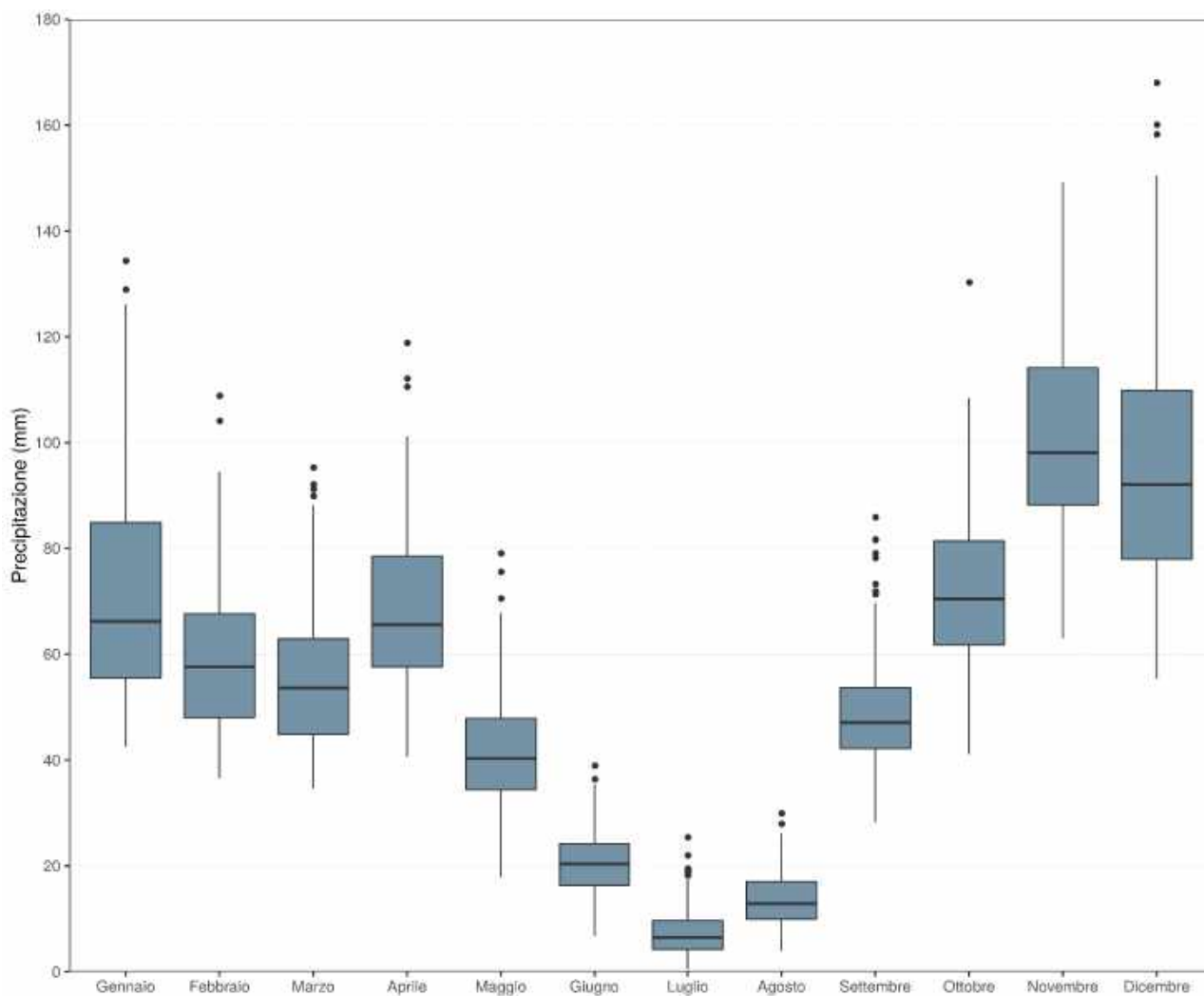
Per le precipitazioni tutte le 169 stazioni considerate rientrano nella classe A, mentre per le temperature sono così ripartite:

Classe	Numero di stazioni		Descrizione
	Tmin	Tmax	
A	50	45	Almeno 24 anni disponibili
B	70	68	Almeno 20 anni disponibili
C	22	22	Almeno 15 anni disponibili

Il calcolo dei valori normali annuali si basa sulla media (per la temperatura) o sulla somma (per la precipitazione) dei corrispondenti 12 valori normali mensili. Nel caso in cui manchi uno dei valori normali mensili il valore normale annuale non viene calcolato. Di seguito sono riportati, in forma grafica e tabellare, i valori climatici trentennali calcolati per le precipitazioni e le temperature minime e massime, per le stazioni selezionate secondo le diverse procedure di controllo precedentemente descritte.

Nella **Figura 14** sono raffigurate, in forma di *boxplot*, le distribuzioni dei cumulati climatologici mensili di precipitazione per le stazioni selezionate (*useful* e *dubtful*).

Figura 14. Distribuzione dei cumulati climatologici mensili di precipitazione per il trentennio 1981-2010 in forma di *boxplot*



Nella **Figure 15** e **16** è rappresentata la distribuzione sulla mappa dei cumulati climatologici di precipitazione per i singoli mensili per l'intero anno.

Figura 15. Cumulati climatologici mensili di precipitazione per il trentennio 1981-2010.

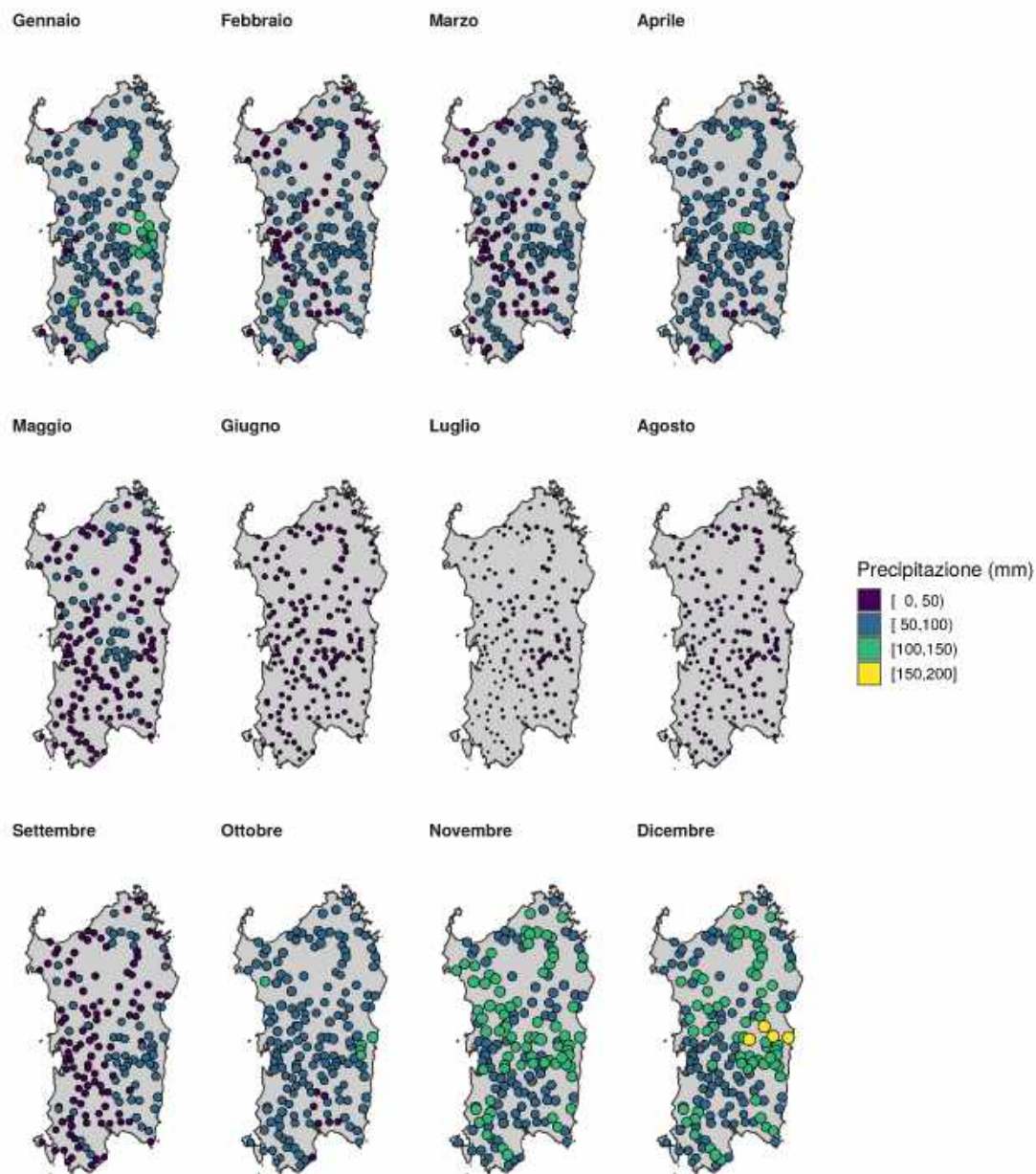
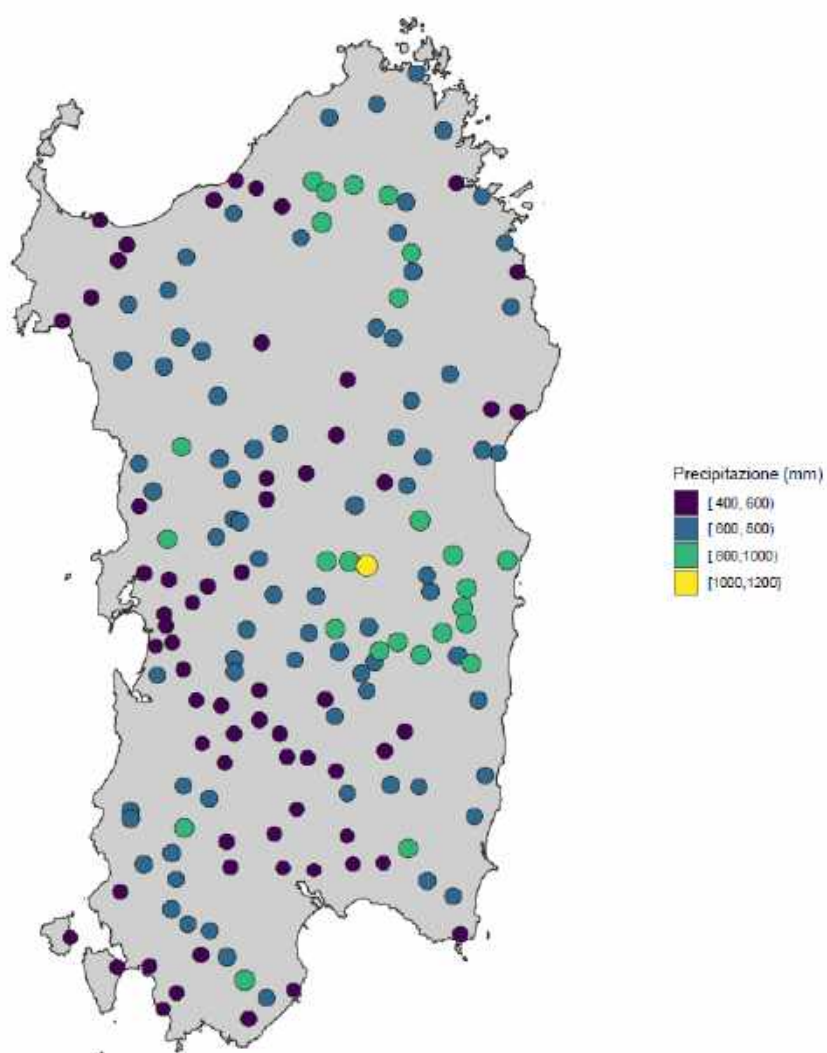


Figura 16. Cumulati climatologici annuali di precipitazione per il trentennio 1981-2010.



Nelle tabelle seguenti sono riportati i cumulati climatologici mensili e annuali delle precipitazioni per le stazioni selezionate **Tabella 1a-c**.

Tabella 1a – Valori climatologici mensili e annuali 1981-2010 delle precipitazioni.

Stazione	gennaio	febbraio	marzo	aprile	maggio	giugno	luglio	agosto	settembre	ottobre	novembre	dicembre	ANNO
ABBASANTA	74.2	68.1	55.6	76.6	46.7	25.9	9.7	11.8	50.2	75.6	115.5	98.8	708.6
AGGIUS	92.8	70.6	75.9	85.6	64.9	26.1	8.7	23.2	59.9	91.4	137.4	135.8	872.1
AGLIENTU	73.1	52.0	62.7	84.9	55.2	23.7	6.6	16.1	58.3	85.9	113.8	104.3	736.7
ALA' DEI SARDI	100.1	71.4	80.1	80.3	49.7	32.9	12.5	21.9	46.9	71.1	114.2	131.4	812.5
ALES	75.1	65.8	55.5	75.5	47.9	23.8	4.1	12.9	40.8	78.0	102.5	96.2	678.2
ARBOREA	65.3	52.6	46.5	63.9	34.4	15.5	2.2	6.2	45.1	82.6	105.5	85.1	604.9
ARZANA	97.4	88.7	92.2	72.0	36.0	21.1	8.6	18.5	86.0	103.1	137.6	135.3	896.6
BACU ABIS (FLUMENT.)	56.0	58.3	40.9	56.0	31.8	16.7	1.1	7.2	37.0	68.2	92.6	82.2	548.1
BANCALI (MACCIADOSA)	47.8	43.5	43.7	54.0	39.7	18.5	5.9	13.8	42.6	83.3	93.6	81.2	567.6
BARADILI F.C.	59.3	50.2	46.2	62.1	36.9	21.4	5.4	9.8	41.2	65.3	82.1	75.3	555.1
BASSACUTENA	59.6	50.8	53.9	63.7	47.9	20.7	6.5	16.3	47.9	81.8	94.5	92.1	635.5
BAU MELA	102.4	61.1	54.4	51.1	33.8	18.1	13.7	15.4	33.9	70.7	84.7	122.2	661.4
BAU MUGGERIS	99.0	68.1	53.9	64.6	44.0	19.0	17.1	25.2	62.0	77.3	101.5	132.0	763.7
BAUNEI	90.4	74.8	72.7	71.9	29.3	15.7	6.3	20.3	81.8	130.4	146.9	160.2	900.9
BENETUTTI	53.4	45.0	40.1	62.7	46.9	23.7	11.9	17.1	43.1	62.1	86.9	76.4	569.2
BIDIGHINZU	71.8	61.6	59.9	79.4	55.9	27.3	4.3	12.9	45.5	97.7	120.4	106.9	743.5
BOLOTANA	73.3	51.1	49.3	74.0	35.7	24.5	8.7	9.7	28.3	54.4	108.2	104.8	622.1
BONORVA	75.5	62.5	60.4	78.1	58.2	31.5	10.3	13.5	48.1	88.2	123.9	102.3	752.5
BORORE (CABINA)	66.6	58.5	49.5	73.9	44.4	23.7	5.7	12.6	41.0	69.1	105.5	90.9	641.6
BUDDUSO'	86.6	54.8	59.8	71.0	48.7	35.1	17.4	19.7	45.8	54.6	103.9	107.1	704.6
BUDONI (C.RA)	50.3	41.0	47.7	52.8	37.1	16.3	4.7	12.9	39.0	77.5	100.6	81.0	560.9
BURCEI	106.8	85.8	79.3	78.7	51.9	18.9	15.3	16.7	69.6	77.5	113.4	126.1	840.1
BUSACHI	63.7	57.6	52.7	69.9	47.6	23.7	6.9	9.7	49.2	76.7	101.6	87.2	646.5
CADDAU (C.RA)	95.6	72.7	90.0	101.1	67.8	29.1	8.6	30.0	58.5	93.3	130.0	127.9	904.8
CALA GONONE	57.8	45.5	43.4	43.9	31.6	13.7	9.1	18.4	57.6	84.1	97.4	99.7	602.3
CALANGIANUS	99.2	65.7	73.2	89.8	51.9	31.0	12.6	20.0	58.6	79.9	131.9	138.5	852.4
CAMPUOMU (CASERMA)	91.5	66.5	58.4	59.3	39.4	13.4	8.1	12.8	53.7	67.8	101.4	101.3	673.6
CARGEGHE	60.2	48.4	47.9	59.7	39.8	22.2	6.3	13.5	41.7	76.3	100.0	89.2	605.1
CARLOFORTE	49.8	47.0	37.5	52.2	24.9	11.7	1.2	10.4	38.6	59.8	81.0	72.4	486.5
CASTIADAS	66.5	61.2	59.3	69.9	34.2	10.9	5.2	10.4	57.3	70.8	93.9	101.4	640.9
COGHINAS (C.RA)	50.1	45.7	50.7	58.2	46.0	21.4	3.7	16.2	41.0	61.8	92.1	84.2	571.0
COL.PENALE SARCIDANO	74.9	70.5	63.2	89.0	60.7	32.2	11.2	17.2	55.3	77.7	110.6	106.5	768.8
CORONGIU	50.5	47.6	43.8	45.4	26.8	11.7	6.4	7.6	40.4	41.1	65.4	76.2	463.0
CUGLIERI	79.4	64.5	63.1	74.8	53.2	24.5	6.0	12.1	48.9	92.6	138.6	107.9	765.7
DECIMOMANNU (VIVAIO)	42.7	48.1	34.7	46.3	22.3	12.5	3.8	6.4	41.4	55.1	95.9	61.0	470.3
DESULO	134.5	94.5	88.2	119.0	79.2	35.4	13.5	23.6	60.7	89.0	149.2	168.1	1054.9
DOLIANOVA F.C.	43.6	41.0	43.0	47.8	31.4	11.5	6.7	8.1	43.7	50.5	67.5	63.7	458.7
DOMUS DE MARIA	70.5	61.4	56.0	60.6	29.2	9.3	3.7	10.0	42.7	61.1	79.9	83.0	567.5
DORGALI	79.4	63.0	65.6	65.8	35.3	20.3	7.3	13.9	57.8	79.3	115.8	131.7	735.3
ESCALAPLANO	60.3	54.6	45.4	59.3	39.4	17.3	13.3	19.5	52.2	50.8	83.4	78.6	574.1
ESTERZILI F.C.	81.2	65.0	56.0	78.9	58.3	25.2	17.3	18.7	55.8	67.2	96.5	90.2	710.2
FERTILIA	54.6	43.1	41.3	52.7	41.3	19.8	5.1	7.6	38.9	74.7	108.6	75.7	563.4
FLUMINIMAGGIORE	88.6	70.2	58.0	79.8	40.7	22.0	2.2	8.5	49.2	83.1	121.7	108.6	732.7
GAIRO TASQUISARA	126.1	75.6	64.9	87.2	44.1	18.0	18.3	20.2	67.8	84.3	126.0	131.6	864.0
GALTELLI'	61.1	50.3	53.1	47.3	30.5	13.9	8.9	9.6	43.4	62.3	99.8	96.2	576.4
GAVOI	86.8	56.6	58.8	83.5	59.8	28.6	19.3	20.8	52.1	77.2	111.7	116.7	771.8
GENNA CRESIA (C.RA)	93.8	79.4	76.0	69.2	33.8	17.1	12.6	11.0	79.2	96.9	142.7	124.5	836.2
GENONI	67.3	58.6	53.3	73.2	50.8	21.8	4.0	12.1	42.4	64.5	101.7	83.6	633.3
GERGEI	63.2	51.7	47.9	64.4	41.8	27.3	8.8	12.3	48.6	59.4	88.9	80.9	595.1
GHILARZA	66.5	65.5	55.6	80.2	46.9	21.8	12.6	12.5	47.7	89.0	117.2	105.5	721.2
GONI	61.5	58.1	48.7	68.3	38.2	16.9	11.2	16.6	49.5	57.5	84.9	86.9	598.3
GONNOSFANADIGA	78.2	68.0	62.4	71.4	37.7	20.5	2.7	9.9	46.3	68.1	105.3	97.8	668.3
GUASILA	49.3	47.6	46.7	57.6	36.4	20.4	6.1	11.6	42.3	47.0	78.0	70.2	513.2
IDROVORA SASSU	46.6	40.4	35.3	49.9	27.7	11.2	2.0	3.9	35.0	61.7	85.4	63.7	462.7
IGLESIAS	80.4	71.8	56.7	73.6	35.2	19.8	1.6	7.5	49.3	78.2	111.5	102.2	687.7
IS CANNONERIS	122.6	109.0	95.4	110.7	49.6	21.6	4.5	17.0	61.8	96.7	133.9	146.8	969.5

Tabella 1b – Valori climatologici mensili e annuali 1981-2010 delle precipitazioni.

Stazione	gennaio	febbraio	marzo	aprile	maggio	giugno	luglio	agosto	settembre	ottobre	novembre	dicembre	ANNO
ITTIREDDU	57.3	45.1	48.6	63.9	48.0	20.0	11.8	17.5	46.9	75.9	84.8	74.9	594.8
JERZU F.C.	90.7	77.7	73.4	73.0	32.4	13.7	9.0	20.3	71.8	68.1	130.2	120.1	780.3
LACONI	65.7	59.4	56.1	78.5	55.4	24.4	10.2	13.1	50.9	68.3	97.2	84.4	663.7
LANUSEI	103.0	84.1	83.7	85.7	39.2	20.3	9.4	20.2	81.7	101.8	144.2	138.2	911.5
LULA	88.4	60.8	61.0	64.1	35.8	24.5	12.6	17.5	44.4	66.1	96.8	109.0	680.9
LUNAMATRONA	60.9	56.3	53.9	68.7	43.2	22.4	4.8	11.0	43.1	59.9	89.3	82.6	596.1
MACOMER	80.6	69.5	62.9	83.1	56.5	27.1	6.7	15.7	47.1	75.2	117.1	110.4	751.8
MAMOIADA	58.0	47.8	43.2	65.3	38.2	20.5	9.6	15.1	39.9	61.1	84.1	90.1	573.0
MANDAS F.C.	64.7	57.6	52.9	73.7	44.7	22.9	7.3	11.8	50.4	61.4	91.6	88.4	627.4
MARRUBIU (C.RA)	54.5	45.4	40.1	55.1	28.9	15.9	2.1	4.9	38.5	71.3	83.8	71.4	511.8
MAZZINAIU (C.RA)	91.6	63.1	73.9	81.6	45.6	25.2	9.3	20.7	47.3	75.5	104.9	123.4	762.1
MEANASARDO	70.5	62.0	58.4	85.2	59.1	28.4	9.2	14.4	44.0	75.3	105.7	96.3	708.4
MOGORELLA	69.7	61.2	55.4	79.9	48.4	26.4	5.2	11.6	47.6	76.7	105.0	92.2	679.4
MOGORO	55.4	50.7	48.4	59.3	39.3	16.9	2.5	7.2	42.7	62.5	93.8	76.9	555.6
MONTES	129.1	92.6	82.3	92.3	51.8	22.8	14.4	19.9	59.0	82.4	127.7	158.4	932.6
MONTI	78.6	48.7	66.5	71.9	39.6	21.2	6.3	18.5	50.6	68.2	99.4	107.4	677.0
MONTIMANNU (CASERMA)	109.4	104.2	77.5	93.8	42.7	22.0	5.4	10.9	51.4	84.0	131.8	140.3	873.2
MURAVERA	57.5	53.7	52.4	59.3	26.2	9.6	7.3	12.1	66.6	82.4	110.6	88.5	626.0
MURTA MARIA	56.7	46.6	62.0	52.7	40.3	18.1	7.8	17.1	49.0	69.8	99.5	89.8	609.5
MUZZONE (LAGO)	58.2	47.3	56.7	64.3	45.5	22.8	4.5	17.9	44.6	64.2	91.7	86.6	604.1
NARCAO	69.2	67.5	52.6	59.6	31.5	15.2	2.8	11.9	43.0	67.8	93.7	90.3	605.1
NORAGUGUME	55.7	45.1	36.7	59.7	40.2	23.4	11.5	13.3	36.7	51.9	81.6	70.6	526.3
NUORO	73.9	56.5	52.3	65.8	40.7	20.4	9.5	20.6	47.0	61.0	75.7	91.2	614.6
NURAGHE PRANU ANTONI	54.9	49.6	46.6	66.7	39.2	20.3	4.5	8.2	45.3	67.4	91.4	79.6	573.7
NURAMINIS	47.8	49.0	42.9	52.6	32.7	15.0	2.8	9.7	44.6	46.2	86.4	69.6	499.3
NURRI F.C.	67.6	60.5	50.0	72.4	53.1	21.7	12.9	15.1	51.5	63.6	83.7	88.9	640.9
NUXIS	69.1	62.5	50.1	60.3	34.7	17.0	2.8	11.3	51.3	65.8	93.5	95.2	613.7
OLBIA	55.9	38.5	51.2	49.7	35.2	16.7	6.3	13.9	35.1	57.2	82.7	77.0	519.5
OLIENA	88.8	59.2	53.4	59.4	35.0	20.3	8.4	11.2	49.6	69.0	78.4	108.1	640.8
OLMEDO	52.7	47.8	48.9	54.0	41.6	18.0	3.8	10.4	46.1	86.6	101.6	78.1	589.4
ORGOSOLO	81.6	59.2	54.8	79.5	42.0	19.3	12.3	12.4	41.7	61.9	86.3	100.4	651.3
ORISTANO	51.6	48.1	39.3	56.2	32.3	14.1	2.6	6.5	33.5	62.6	91.1	70.0	507.8
OROSEI	51.7	45.0	41.6	44.6	31.7	16.3	6.5	10.9	45.8	77.5	99.7	87.5	558.8
ORUNE	89.0	53.3	51.7	74.9	42.2	20.3	11.9	14.1	33.9	53.4	90.4	101.1	636.2
OSILO	62.4	53.8	50.6	62.8	47.5	24.3	4.5	11.9	47.9	85.7	101.9	96.3	649.7
OTTANA	53.1	47.4	42.6	58.7	42.6	24.2	18.9	11.8	45.6	61.9	82.4	69.0	558.2
OTTAVA	51.1	41.9	44.6	51.0	38.4	18.7	6.5	11.5	41.8	85.7	92.2	76.0	559.3
PABILLONIS	52.5	42.4	43.7	49.8	29.4	13.0	2.2	7.6	41.0	54.2	71.8	66.7	474.3
PALAU	61.1	45.3	63.9	58.0	42.2	22.9	5.6	16.5	49.5	76.8	99.1	89.9	630.8
PALMAS SUERGIU	49.8	52.6	43.1	55.2	27.0	10.9	1.0	5.6	42.2	62.7	84.1	74.8	509.3
PANTALEO	92.8	82.0	63.9	71.6	44.0	21.3	5.0	18.0	58.0	82.9	107.8	112.0	759.4
PAULILATINO	66.0	60.0	51.8	72.3	42.4	27.2	6.9	10.4	42.9	76.1	114.1	101.5	671.7
PISCINAMANNA	80.2	74.7	63.2	87.8	35.8	13.6	6.0	13.0	47.4	62.9	91.1	106.3	681.9
PORTO PINO	48.9	47.3	41.4	40.6	17.8	6.7	0.5	8.2	36.5	51.6	63.0	55.4	417.8
PORTO TORRES	44.5	37.3	41.8	47.6	33.3	13.6	3.3	9.8	42.6	82.9	89.4	65.9	511.9
PULA	56.7	52.6	39.1	49.2	23.5	9.5	3.5	8.2	34.3	47.8	63.8	78.4	466.7
RIOLA	55.1	49.8	46.4	57.9	35.9	17.1	2.6	8.2	40.4	71.5	96.7	78.4	560.1
ROMANA	72.8	56.9	56.3	81.1	43.1	27.0	7.7	12.5	46.5	86.5	128.6	99.6	718.7
S.ANDREA FRIUS	53.9	58.9	53.1	73.6	43.7	18.1	8.3	13.4	53.7	59.9	88.5	87.6	612.6
S.ANNA	45.6	47.9	39.1	56.6	38.1	16.1	2.8	7.7	40.6	69.7	87.8	70.1	522.2
S.ANNA ARRESI	50.7	54.6	47.5	47.8	26.8	10.6	1.0	10.5	43.9	58.7	78.6	72.3	502.9
S.ANTIOCO	56.2	57.1	42.2	53.3	28.6	12.1	0.6	7.4	41.9	60.3	83.5	73.9	517.1
S.BARBARA (C.RA)	59.1	54.5	50.8	59.2	25.3	11.6	7.5	10.7	78.3	85.8	99.2	96.6	638.5
S.GAVINO MONREALE	52.0	44.1	41.0	53.1	31.4	13.1	2.0	7.9	44.6	52.6	77.9	67.1	486.9
S.GIOVANNI COGHINAS	60.4	43.8	47.3	55.4	42.9	24.3	4.2	12.0	47.8	74.1	98.9	87.1	598.2
S.GIOVANNI DI DOMUSNOVAS	89.9	84.4	66.5	77.5	39.6	19.1	3.2	10.5	48.6	73.0	117.8	115.3	745.1

Tabella 1c – Valori climatologici mensili e annuali 1981-2010 delle precipitazioni.

Stazione	gennaio	febbraio	marzo	aprile	maggio	giugno	luglio	agosto	settembre	ottobre	novembre	dicembre	ANNO
S.GIUSTA	52.9	46.8	37.7	54.8	34.5	13.5	1.5	5.5	39.6	71.8	95.3	74.6	528.4
S.MARIA COGHINAS	46.2	39.6	42.8	51.3	38.6	17.0	6.2	16.5	41.9	67.6	84.2	78.3	530.2
S.NICOLO' GERREI	82.3	74.3	68.9	78.0	44.5	19.2	10.8	16.7	63.3	67.5	95.7	119.0	740.2
S.PANTALEO	76.9	59.8	67.7	68.8	52.8	24.9	5.9	21.5	52.4	76.8	119.2	103.1	729.9
SA PIRA (CASERMA)	45.2	45.0	40.0	50.9	28.6	11.4	6.8	9.0	41.5	45.7	66.0	62.9	452.9
SA TEULA CENTRALE	103.2	83.1	82.5	75.1	34.3	20.3	12.0	18.2	72.0	108.4	138.1	146.4	893.7
SADALI F.C.	95.9	80.0	67.4	86.6	62.9	31.4	18.9	20.2	56.5	72.3	115.0	120.2	827.3
SAMUGHEO	66.4	60.9	55.8	80.1	51.7	24.8	7.6	14.2	45.1	71.4	104.0	92.0	674.0
SANTA LUCIA	50.4	47.2	40.1	54.5	36.1	16.6	3.9	7.9	38.9	69.5	97.5	74.1	536.7
SANTA SOFIA	86.8	78.6	71.2	94.7	64.1	36.5	12.1	14.0	55.6	81.3	122.8	120.0	837.7
SANTA VITTORIA	50.8	44.8	42.4	58.5	34.4	18.0	4.7	7.2	40.5	69.2	96.0	74.9	541.4
SANTADI	64.0	63.3	56.0	59.8	33.7	14.7	2.0	16.5	43.1	63.3	83.8	88.5	588.6
SARDARA	56.2	50.5	50.7	62.0	38.1	20.2	2.8	6.8	47.1	59.4	80.9	74.7	549.5
SEDILO	58.3	45.0	44.9	65.4	41.1	23.6	7.7	13.7	42.8	65.1	91.0	78.6	577.2
SEDINI	63.6	50.4	54.1	68.0	42.0	22.0	4.9	16.1	47.2	71.5	96.1	95.1	631.0
SEGARIU	53.6	50.9	44.6	59.7	35.1	21.0	5.7	11.3	38.7	52.8	88.3	73.8	535.5
SENEGHE	89.2	74.3	66.7	84.8	57.6	21.9	5.3	7.7	58.6	81.2	140.6	128.9	816.8
SENBORBI F.C.	49.2	49.0	41.8	63.7	38.1	14.5	7.0	13.3	52.1	47.7	74.4	74.1	525.0
SESTU (C.RA)	42.5	38.8	34.6	42.5	25.7	10.2	1.3	7.0	33.6	44.1	67.2	56.5	404.1
SEUI F.C.	100.7	78.0	64.7	86.1	59.0	32.1	25.5	28.1	60.3	69.3	108.4	122.4	834.7
SEULO	83.8	73.6	62.0	77.7	54.5	29.7	22.1	20.0	51.0	65.4	96.0	105.2	741.1
SIG.MARTA (C.RA)	61.2	47.6	43.6	61.4	50.3	22.6	15.3	16.8	39.7	60.1	86.8	75.3	580.7
SILANUS	87.9	72.4	65.7	94.9	52.2	25.9	12.4	18.8	43.4	75.8	124.3	109.7	783.4
SILQUA	57.7	54.4	38.1	58.9	27.9	18.8	5.2	7.7	43.0	57.8	93.2	77.2	539.9
SIMAXIS	49.0	43.1	37.6	55.5	32.6	15.1	2.8	6.9	39.3	60.8	85.8	70.4	499.0
SINDIA	77.4	64.8	66.4	88.4	58.0	26.9	8.3	15.0	63.9	96.4	142.4	110.6	818.6
SORGONO	93.6	74.7	71.0	100.2	70.7	32.2	11.8	13.5	55.3	87.0	128.6	124.9	863.6
SOS CANALES (DIGA)	84.7	63.0	62.3	70.8	47.8	24.3	14.5	20.6	38.6	60.0	92.7	107.7	687.1
SU ZURFURU (M.RA)	85.5	75.4	62.7	79.9	43.6	19.7	2.4	8.1	53.0	88.2	122.2	115.5	756.3
SUAREDDA	57.8	47.1	56.7	57.5	40.7	21.0	5.6	11.1	53.4	76.3	96.4	87.5	611.3
TALANA	115.0	92.3	76.0	97.5	44.1	17.8	12.8	18.0	73.4	97.1	127.1	150.5	921.7
TARONI (C.RA)	99.5	72.0	91.3	84.7	50.8	31.5	11.6	22.7	59.5	77.1	114.3	137.0	852.3
TEGA (C.RA)	48.9	43.0	42.5	54.6	35.2	18.2	2.7	7.5	42.2	68.0	93.3	77.7	533.8
TELTU	84.2	54.1	75.9	71.5	43.9	20.9	8.3	15.1	56.5	71.0	100.0	115.0	716.3
TEMPIO	96.5	74.3	77.1	83.6	61.0	27.7	9.6	26.1	62.2	88.7	135.2	140.0	882.1
TERRASEU	76.5	76.3	59.4	76.0	35.8	20.3	2.7	10.9	48.0	70.2	108.1	105.4	689.6
TERTENIA	87.5	65.9	66.1	58.6	26.7	12.3	8.6	10.6	71.5	86.1	111.7	113.8	719.5
THIESI	72.1	66.2	60.3	87.3	50.1	26.2	6.7	17.0	50.9	94.8	114.0	110.8	756.4
TONARA	101.2	79.6	77.1	112.2	75.7	39.1	12.9	20.3	56.9	86.3	136.6	144.6	942.6
TORPE'	64.2	52.0	61.1	59.6	35.8	18.7	5.5	15.3	53.7	76.1	114.3	100.4	656.7
TRESNURAGHES F.C.	62.8	51.5	52.6	63.2	44.1	21.6	6.8	13.8	43.2	89.8	122.7	94.9	667.0
URAS FF.SS.	54.4	43.8	42.2	55.3	32.1	15.8	2.0	5.9	40.6	58.6	93.5	73.4	517.6
URI	55.6	48.3	47.2	61.6	42.0	22.8	5.8	15.4	53.6	93.4	109.4	83.9	638.9
USSASSAI	112.9	86.9	77.4	91.4	49.1	24.2	19.6	22.7	65.3	72.3	115.6	135.6	873.1
VALLEDORIA	46.4	36.6	42.2	54.3	36.7	18.8	6.9	11.6	41.0	68.7	88.1	71.7	523.0
VALLERMOSA	63.8	62.1	48.7	55.3	29.2	13.8	4.2	12.1	41.2	54.4	88.9	82.0	555.8
VILLA VERDE	79.5	69.6	62.3	78.2	47.6	22.3	4.9	14.0	46.6	78.8	108.5	108.4	720.7
VILLACIDRO F.C.	69.1	69.2	61.4	73.3	35.4	18.4	5.4	9.7	44.7	60.7	98.5	98.0	643.9
VILLAMAR	56.7	52.7	49.5	59.5	37.5	23.5	5.2	11.8	43.0	57.2	83.5	73.4	553.4
VILLAMASSARGIA	66.9	62.5	51.6	69.4	35.2	16.4	1.6	7.2	48.7	66.7	94.1	91.3	611.7
VILLANOVA MONTELEONE	76.8	66.9	62.8	82.8	55.6	24.0	6.0	12.5	50.8	103.2	140.8	115.5	797.7
VILLANOVA TULO	75.9	62.8	58.6	78.1	54.7	26.9	13.5	17.1	55.0	63.5	97.7	101.5	705.3
VILLASALTO	59.6	60.3	48.0	58.3	33.7	14.4	9.4	17.4	58.6	64.3	90.6	88.7	603.2
VILLASIMUS	60.7	50.5	44.8	60.5	28.0	9.1	4.8	11.0	42.6	57.5	77.7	88.7	535.9
VILLASOR	50.5	55.4	40.4	54.0	29.7	15.1	4.4	9.9	40.7	56.9	87.0	68.7	512.6
ZUIGHE	95.9	59.8	73.3	83.7	45.5	25.5	7.7	17.4	49.6	82.3	118.0	143.1	802.1

Nelle **Figure 18** e **19** sono riportati i *boxplot* relativi alla distribuzione dei valori climatologici mensili per le temperature minime e per le temperature massime delle serie selezionate, prima e dopo la omogeneizzazione.

Figura 18 – Boxplot per i valori climatologici mensili di temperatura minima, pre e post omogeneizzazione.

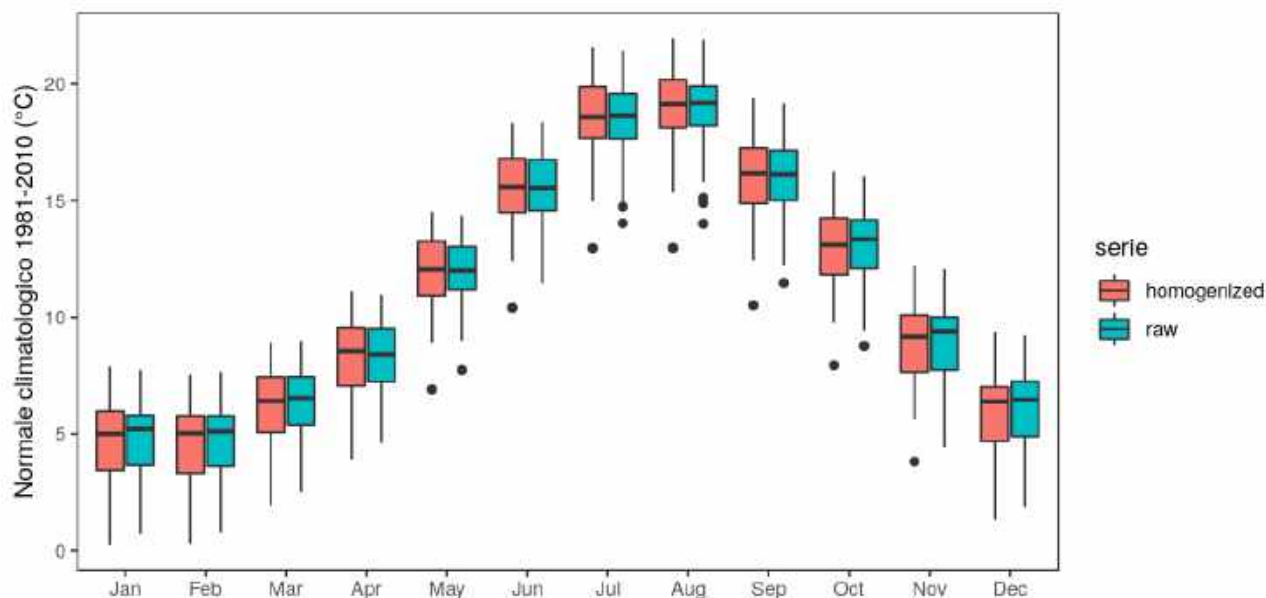
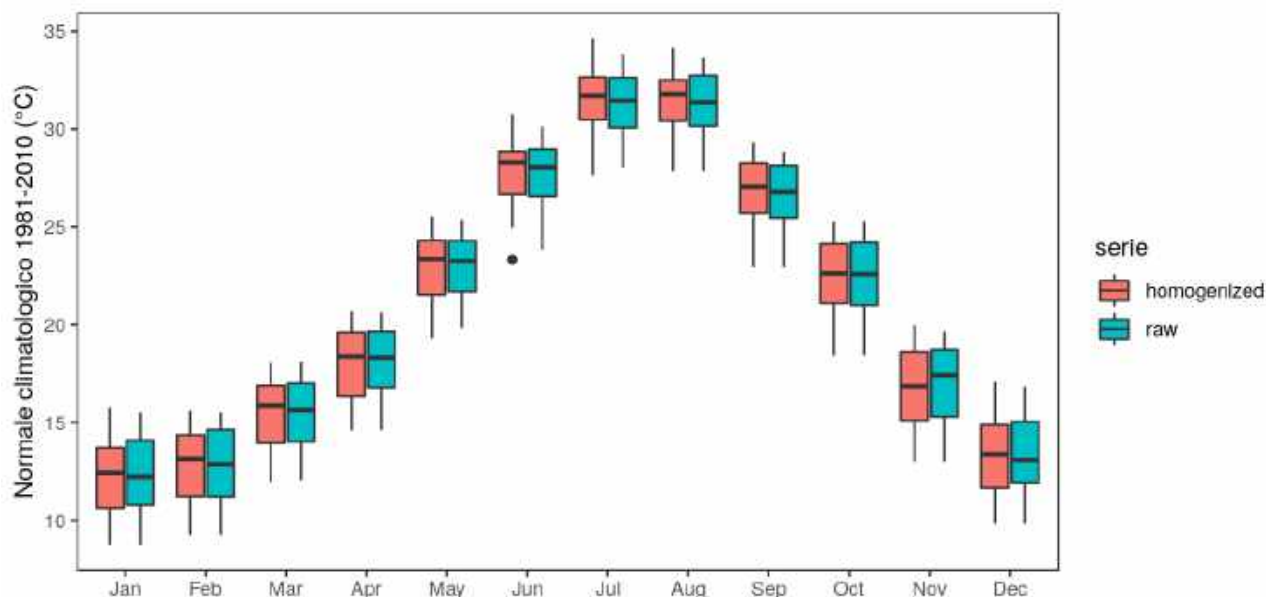


Figura 19 – Boxplot per i valori climatologici mensili di temperatura massima, pre e post omogeneizzazione.



Di seguito, nelle **Figure 20 - 23** è rappresentata la distribuzione sulla mappa dei valori climatologici mensili e annuali per le temperature minime e massime relative alle stazioni selezionate.

Figura 20. Valori climatologici mensili di temperatura minima per il trentennio 1981-2010.

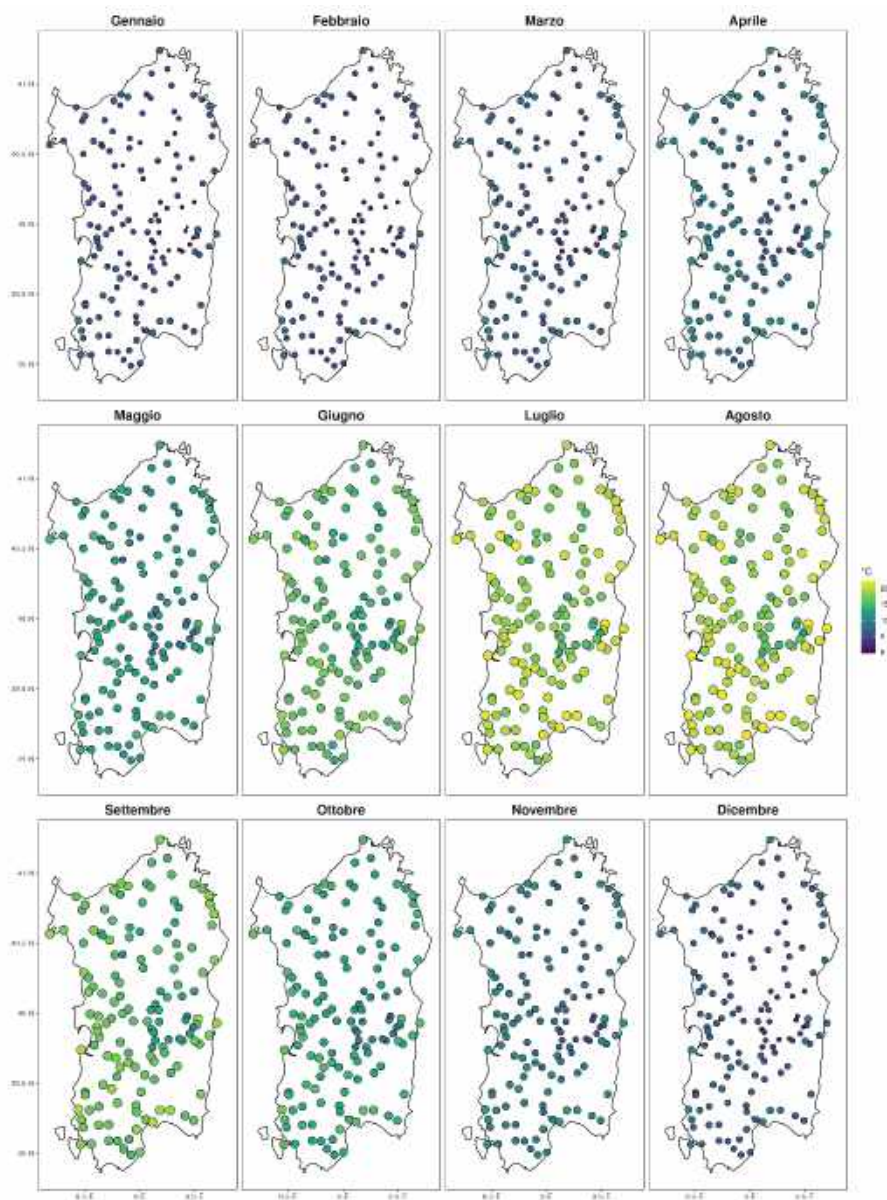


Figura 21. Valori climatologici annuali di temperatura minima per il trentennio 1981-2010.

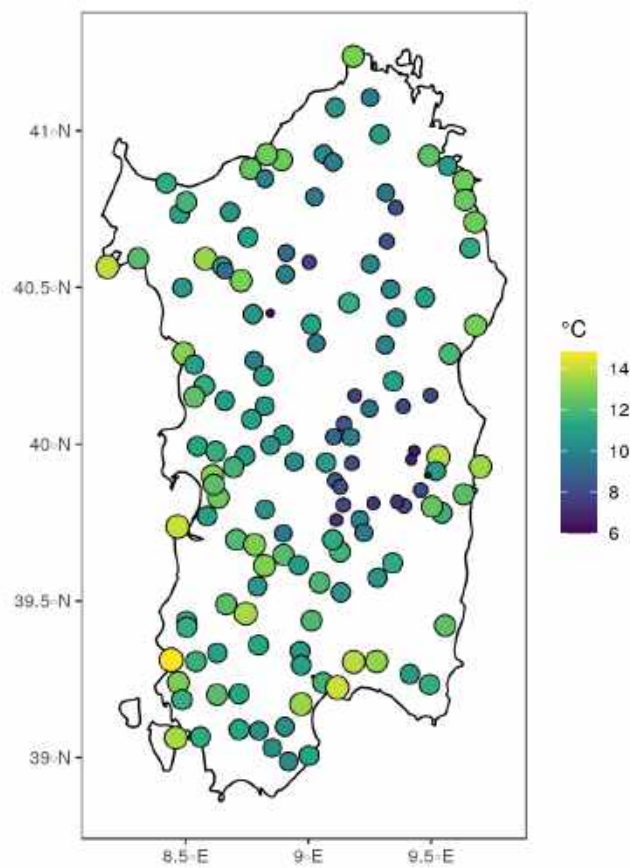


Figura 22. Valori climatologici mensili di temperatura massima per il trentennio 1981-2010.

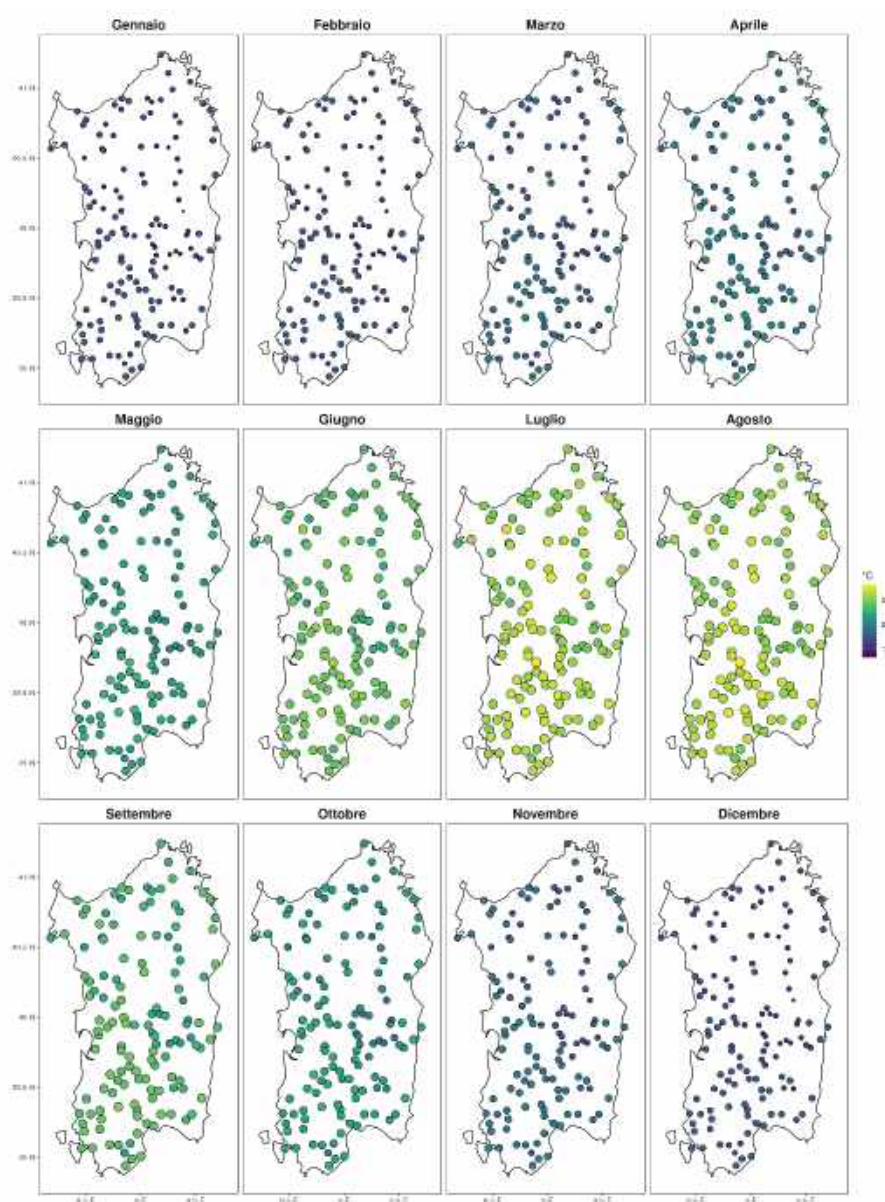
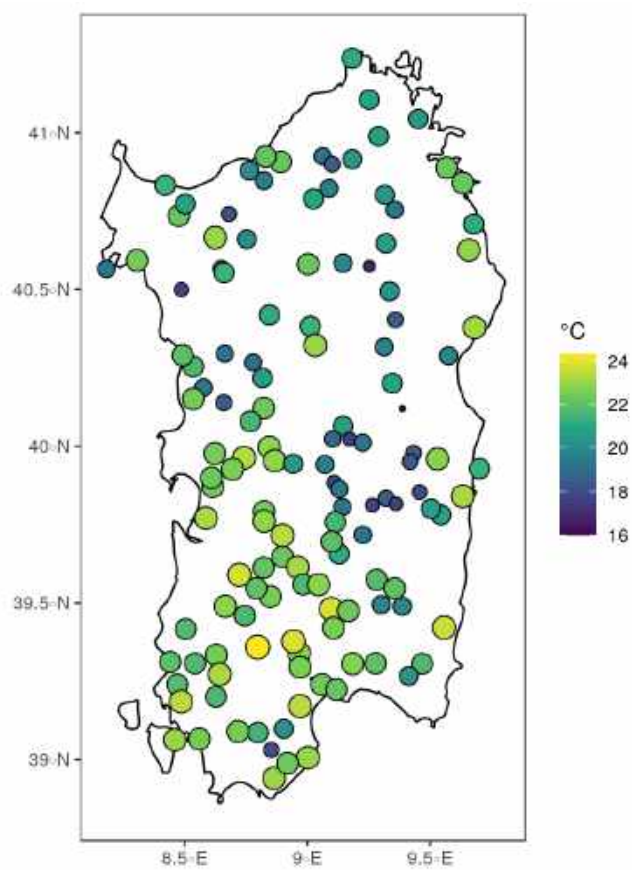


Figura 23. Valori climatologici mensili di temperatura massima per il trentennio 1981-2010



Nelle **Tabelle 2a-b** sono riportati i valori climatologici mensili e annuali per il trentennio 1981-2010, relativi rispettivamente alle temperature minime e massime, per le stazioni selezionate.

Tabella 2a – Valori climatologici mensili e annuali 1981-2010 delle temperature minime.

Stazione	Classe	gennaio	febbraio	marzo	aprile	maggio	giugno	luglio	agosto	settembre	ottobre	novembre	dicembre	ANNO
ABBASANTA	B	3.8	4.0	5.9	7.7	11.8	15.5	18.2	18.9	15.3	12.5	8.2	5.1	10.6
AGGIUS	B	3.8	3.7	5.4	7.2	11.5	15.0	17.9	18.6	14.7	11.7	7.8	5.0	10.2
AGLIENTU	C	4.8	4.5	6.1	7.1	11.4	14.8	17.5	18.7	15.3	12.5	8.5	5.7	10.6
ALA' DEI SARDI	A	1.3	1.6	3.4	5.4	9.4	13.3	16.1	16.5	13.3	10.3	5.8	3.1	8.3
ARQUERI (C.RA)	B	1.0	1.0	2.7	4.2	8.6	12.2	15.4	15.8	11.9	9.2	5.0	2.3	7.4
ARZANA	A	4.3	3.9	6.2	8.0	11.8	15.6	19.4	19.6	15.8	12.4	8.6	5.7	10.9
BACU ABIS (FLUMENT.)	C	7.0	6.7	8.9	10.3	13.9	17.3	20.1	20.6	17.6	14.8	11.2	7.9	13.0
BANCALI (MACCIADOSA)	C	5.1	5.4	7.0	8.4	11.8	15.1	17.4	18.2	15.4	13.1	9.4	6.8	11.1
BARADILI F.C.	C	3.0	2.8	4.6	6.9	10.3	13.9	16.8	17.3	14.6	11.6	7.4	4.4	9.5
BARISARDO	B	5.3	5.6	7.2	8.9	13.0	16.9	20.3	21.0	17.5	14.0	9.9	6.9	12.2
BASSACUTENA	B	3.7	3.3	5.1	7.2	10.3	13.9	17.2	17.7	14.3	11.4	7.6	5.2	9.7
BAU MANDARA	C	-0.4	0.1	1.9	4.0	8.5	11.5	14.4	14.4	11.1	8.4	4.7	1.3	6.7
BAU MUGGERIS	B	0.5	0.6	2.2	4.3	8.1	11.3	14.0	14.1	11.0	8.3	4.7	1.9	6.7
BENETUTTI	B	4.7	4.6	6.8	8.5	13.2	17.0	20.2	20.0	15.8	12.7	8.6	5.6	11.5
BIDIGHINZU	A	3.0	3.1	5.0	7.0	10.6	13.4	15.8	16.1	13.3	10.7	7.1	4.4	9.1
BONORVA	B	4.2	4.1	5.8	7.8	11.8	15.5	18.5	19.0	15.2	12.1	8.2	5.2	10.6
BORORE (CABINA)	B	4.5	4.3	6.3	8.2	12.2	15.7	19.0	19.7	15.8	12.7	8.3	5.4	11.0
BOSA MARINA	B	6.2	6.4	8.2	10.6	14.4	18.0	20.7	21.3	18.5	15.2	11.1	7.8	13.2
BOTTIDA F.C.	B	5.0	4.9	6.7	8.3	12.4	15.6	18.3	18.7	15.3	12.7	8.6	6.0	11.0
BUDDUSO'	B	3.2	3.3	5.4	7.2	11.6	15.3	18.2	18.2	14.4	11.5	7.4	4.3	10.0
BUDONI (C.RA)	A	6.4	6.2	7.9	9.8	13.3	17.4	20.4	20.9	18.2	14.8	10.8	7.9	12.8
BUSACHI	A	5.0	5.0	6.8	8.8	11.7	14.5	17.3	17.5	15.2	12.9	9.1	6.2	10.8
CAGLIARI ELMAS	A	5.0	5.2	6.9	9.1	12.6	16.4	19.2	19.7	17.1	13.9	9.5	6.4	11.7
CAGLIARI S.I.	C	7.9	7.9	9.1	11.1	14.7	18.1	21.3	21.7	19.4	16.3	12.2	9.1	14.1
CAMPUOMU (CASERMA)	A	4.7	4.5	6.2	8.0	11.6	15.3	18.5	18.8	15.5	12.8	9.1	6.3	10.9
CAPO BELLAVISTA	A	7.5	7.4	8.7	10.6	13.9	17.7	20.8	21.3	18.5	15.4	11.5	8.8	13.5
CAPO CACCIA	B	8.1	8.1	9.2	10.8	14.5	17.8	20.8	21.6	18.8	16.1	12.2	9.1	13.9
CAPO FRASCA	A	7.9	7.5	8.9	11.1	14.5	18.3	21.3	22.0	19.4	16.2	12.2	9.4	14.1
CAPOTERRA	B	6.7	6.6	8.4	10.4	14.4	18.4	21.2	21.9	18.6	15.3	11.0	7.8	13.4
CASTIADAS	A	5.6	5.3	6.7	8.6	11.7	15.3	18.5	19.2	16.7	13.8	9.8	7.0	11.5
CHILIVANI (CABINA)	C	3.3	3.3	4.6	6.9	10.0	13.4	15.8	16.2	13.5	10.5	7.0	5.0	9.1
COL. PENALE SARCIDANO	A	1.2	1.3	2.9	5.1	8.9	12.4	15.7	16.1	13.0	10.0	5.6	2.7	7.9
CORONGIU	A	6.7	6.5	8.0	10.1	14.0	18.2	21.5	21.8	18.6	15.4	11.3	7.8	13.3
COSSATZU (C.RA)	C	1.9	1.7	3.0	4.8	9.1	12.3	15.9	16.6	12.5	9.5	5.6	2.9	8.0
CUGLIERI	A	5.4	5.2	6.9	8.9	12.4	15.6	18.8	19.1	16.1	13.5	9.5	6.8	11.5
DECIMOMANNU	B	4.0	4.3	5.8	7.9	11.6	15.5	18.6	19.2	16.7	13.2	8.8	5.7	10.9
DECIMOMANNU (VIVAIO)	A	3.9	4.2	6.3	8.0	11.8	15.5	19.5	19.6	16.3	12.8	8.6	5.6	11.0
DIGA LISCIA	B	4.6	4.3	6.3	8.3	11.8	15.2	18.1	18.3	15.3	12.7	9.0	6.3	10.9
DORGALI	B	5.0	4.6	6.7	8.5	13.3	17.5	21.1	20.9	16.8	13.5	9.3	6.2	11.9
ESCALAPLANO	B	4.4	4.8	6.4	8.6	12.7	16.4	20.2	20.0	16.5	13.1	8.7	5.4	11.4
FERTILIA	A	5.3	5.4	7.1	9.5	13.2	16.8	19.8	20.1	17.3	14.4	10.1	6.9	12.2
FLUMENTEPIDO	B	5.0	4.9	6.2	8.5	12.4	16.0	19.0	19.6	16.7	13.7	9.5	6.4	11.5
FLUMINIMAGGIORE	A	5.5	5.4	7.1	9.3	12.9	16.0	18.3	18.7	16.5	13.7	9.8	6.8	11.7
FONNI	A	2.0	2.2	4.2	6.2	10.9	14.5	18.3	18.7	14.3	10.9	6.3	3.2	9.3
GAIRO TASQUISARA	B	1.2	1.5	3.5	5.1	9.2	12.8	15.8	16.1	12.3	9.4	5.9	2.7	8.0
GAVOI	C	1.3	1.5	3.7	5.5	9.2	11.8	13.7	14.5	12.2	9.5	5.6	2.9	7.6
GENNA CRESIA (C.RA)	B	5.4	5.4	6.8	8.5	12.2	16.1	19.3	20.0	16.2	13.1	9.1	6.6	11.6
GENNA-SILANA (C.RA)	B	0.8	0.6	2.9	4.7	9.4	13.1	17.0	16.8	12.6	9.5	4.8	2.1	7.9
GERGEI	B	5.4	5.1	6.6	8.1	12.1	15.6	18.8	19.5	16.4	13.5	9.2	6.5	11.4
GONI	B	4.0	4.5	6.3	7.8	11.4	14.9	18.1	18.4	15.2	12.3	8.4	5.6	10.6
GONNOSFANADIGA	A	6.0	5.8	7.3	9.3	12.9	16.5	19.9	20.1	17.2	14.3	10.1	7.2	12.2
GUASILIA	B	5.6	5.6	7.1	9.0	12.9	16.5	19.3	19.9	17.0	14.1	9.6	6.8	11.9
IDROVORA 14	B	4.3	4.4	6.3	8.6	12.4	15.9	18.2	18.2	15.8	13.2	9.1	5.7	11.0
IGLESIAS	A	5.4	5.4	7.0	8.9	12.4	15.9	18.6	19.2	16.6	13.6	9.6	6.7	11.6
IS ACQUAS	C	2.2	2.4	3.2	4.2	8.1	10.6	13.3	13.7	11.4	8.7	5.4	3.0	7.2
IS CANNONERIS	A	3.4	3.2	4.9	6.9	11.2	15.4	19.1	19.2	15.3	12.2	7.9	4.7	10.3
ITTIREDDU	C	3.9	4.2	5.6	7.3	10.2	14.0	17.1	17.6	14.7	11.4	7.6	5.0	9.9
ITTIRI	B	6.5	6.5	8.5	10.2	15.0	18.7	21.5	21.8	18.0	15.4	10.7	7.5	13.4
JERZU F.C.	A	5.9	5.7	7.6	9.5	13.3	17.3	21.0	20.9	17.1	14.1	9.9	7.0	12.5
LULA	B	3.7	3.5	5.7	8.0	12.6	16.8	20.2	20.4	16.1	12.6	7.9	4.6	11.0
LUNAMATRONA	B	4.6	4.7	6.8	8.9	13.2	17.6	20.8	21.4	17.7	14.2	9.3	5.9	12.1
MACOMER	A	3.6	3.5	5.1	7.0	10.9	14.3	17.4	17.9	14.5	11.8	7.6	4.7	9.9
MANDAS F.C.	A	4.8	4.8	6.4	8.5	12.6	16.8	20.1	20.6	17.0	13.6	9.1	6.0	11.7
MEANASARDO	A	4.7	4.4	6.1	7.9	11.9	15.3	18.6	18.7	15.5	12.6	8.7	5.8	10.8
MOGORO	B	6.4	6.5	8.4	10.2	14.1	17.9	20.5	21.0	17.8	15.0	10.7	7.6	13.0
MONTEDROSU	B	6.7	6.6	7.8	9.5	13.3	17.3	20.5	21.3	18.0	14.5	10.7	7.8	12.8
MONTES	B	0.8	0.5	3.0	4.6	9.6	13.3	16.4	16.6	12.6	9.8	5.2	1.9	7.9
MONTI	A	3.5	3.1	4.9	6.9	10.3	13.8	17.1	17.3	14.5	11.6	7.4	4.6	9.6
MONTI NIEDDU	B	4.9	5.1	6.4	8.1	11.4	13.9	16.5	16.8	14.6	12.5	8.9	6.2	10.4
MURAVERA	A	6.1	6.0	7.5	9.5	12.9	16.8	19.9	20.2	17.3	14.2	10.1	7.4	12.3
MURTA MARIA	B	4.4	4.3	5.7	7.6	11.3	15.6	18.7	19.3	15.9	12.3	8.4	5.9	10.8

Tabella 2b – Valori climatologici mensili e annuali 1981-2010 delle temperature minime.

Stazione	Classe	gennaio	febbraio	marzo	aprile	maggio	giugno	luglio	agosto	settembre	ottobre	novembre	dicembre	ANNO
MUZZONE (LAGO)	A	3.4	3.4	5.0	7.4	10.8	14.1	16.9	17.4	14.4	11.7	7.7	4.9	9.7
NEBIDA	B	9.1	9.1	10.3	11.8	15.2	18.6	21.1	21.9	19.6	17.1	13.1	10.0	14.8
NUORO	B	3.4	3.3	4.9	6.8	10.8	14.8	18.2	18.7	15.3	12.0	7.4	4.5	10.0
NURAGHE PRANU ANTONI	A	3.0	3.8	5.7	8.1	12.2	15.6	18.2	18.6	15.7	12.7	8.2	4.8	10.5
NURAMINIS	C	5.2	5.2	7.1	9.3	13.1	17.4	20.2	20.4	16.8	13.9	9.6	6.2	12.0
NURRI F.C.	A	2.2	2.4	4.5	6.6	10.9	15.1	18.5	18.5	15.0	11.7	7.2	3.9	9.7
OLBIA	A	5.7	5.7	7.8	9.6	13.3	16.9	20.2	20.3	17.4	14.3	9.8	6.9	12.3
ORGOSOLO	B	4.6	4.6	6.2	8.0	12.3	16.1	19.2	19.5	15.3	12.4	8.4	5.5	11.0
ORISTANO	B	6.3	6.6	8.4	10.7	14.4	17.7	20.6	21.6	18.2	15.3	10.9	7.3	13.2
OROSEI	A	6.4	5.8	7.9	10.3	13.8	17.9	20.8	21.0	18.1	14.5	10.3	7.8	12.9
ORTUABIS F.C.	B	2.3	2.1	4.0	5.7	9.5	13.1	16.0	16.8	13.0	10.0	6.2	3.5	8.5
ORUNE	A	3.9	3.8	5.7	7.1	11.2	14.7	17.6	18.5	15.0	12.0	7.8	4.7	10.2
OSILO	B	4.7	4.3	6.0	7.7	12.0	15.4	18.3	18.9	15.4	12.2	8.2	5.4	10.7
OTTAVA	A	6.3	5.8	6.9	9.0	12.4	15.6	18.3	18.9	16.6	14.0	10.1	7.5	11.8
OZIERI	B	1.5	1.5	3.3	5.3	8.6	12.1	15.4	15.9	12.8	9.7	5.6	2.4	7.8
PALMAS SUERGIU	A	5.2	5.1	6.5	8.9	12.2	15.8	18.7	19.1	16.5	13.3	9.5	6.5	11.4
PANTALEO	B	3.3	3.2	5.6	7.7	12.0	15.4	17.9	18.4	15.6	13.0	8.5	4.9	10.4
PAULIATINO	B	4.6	4.4	6.2	8.2	12.2	15.7	18.7	19.5	16.1	12.9	8.9	5.7	11.1
PIANU	C	5.1	5.1	6.5	7.4	11.7	15.0	17.9	19.1	15.7	12.7	8.7	5.8	10.9
PISCINAMANNA	A	4.8	4.7	5.9	7.8	10.6	13.6	16.3	17.0	15.0	12.4	9.0	6.3	10.3
PLOAGHE	B	4.3	4.4	6.3	8.0	12.3	16.0	19.1	19.5	15.7	12.5	8.4	5.5	11.0
PORTO TORRES	B	5.1	5.0	6.7	8.4	12.0	16.0	18.7	19.5	16.5	13.2	9.5	6.7	11.4
PULA	B	4.7	4.3	6.0	8.0	11.8	15.6	18.7	19.5	16.8	13.6	9.1	5.7	11.2
RIFORNITORE TIRSO	A	2.3	2.8	4.7	6.9	11.0	14.4	17.6	18.0	14.8	12.1	7.2	4.2	9.6
RIOLA	B	4.5	4.4	6.2	8.4	12.2	15.8	19.0	18.7	16.2	13.7	9.4	6.1	11.2
ROSAS (M.RA)	B	4.9	4.7	6.3	8.1	12.1	15.9	19.0	19.6	16.4	13.4	8.9	6.0	11.3
S.ANNA	A	6.0	6.2	7.9	10.0	13.9	17.2	20.3	21.0	17.7	14.8	10.5	6.9	12.7
S.ANTIOCO	C	7.4	7.1	8.9	10.7	14.7	18.2	20.9	21.3	18.3	15.5	11.6	8.4	13.6
S.GAVINO MONREALE	B	3.8	4.2	5.8	7.7	11.5	15.3	18.4	19.2	15.9	12.8	8.5	5.2	10.7
S.GIOVANNI COGHINAS	A	6.7	6.3	7.9	9.7	13.3	16.7	19.7	19.9	17.2	14.2	10.4	7.7	12.5
S.GIOVANNI DI BITTI	C	3.3	3.0	5.1	7.1	11.6	15.5	18.3	18.8	14.9	11.8	7.4	4.4	10.1
S.GIOVANNI DI DOMUSNOVAS	B	4.9	5.2	6.6	8.5	11.8	14.9	17.6	18.0	15.9	13.1	9.1	6.3	11.0
S.GIUSTA	A	5.5	5.6	7.3	9.6	13.3	16.9	19.7	19.8	17.3	14.3	10.1	7.0	12.2
S.LUCIA DI BONORVA	A	0.2	0.3	1.9	3.9	6.9	10.4	13.0	13.0	10.5	7.9	3.8	1.3	6.1
S.MARIA COGHINAS	B	6.8	6.3	7.6	9.7	13.3	16.8	19.7	20.6	17.8	14.9	11.1	7.8	12.7
S.TERESA DI GALLURA	C	7.3	7.0	8.5	10.4	13.7	17.3	19.7	20.1	17.7	15.0	11.1	8.6	13.0
SA PIRA (CASERMA)	A	7.5	7.3	8.9	10.8	14.4	18.2	21.3	21.8	18.8	15.8	11.6	8.7	13.8
SA TEULA CENTRALE	B	7.4	7.2	8.8	10.7	14.7	18.6	21.8	22.3	18.7	15.4	11.3	8.3	13.8
SADALI F.C.	B	0.5	0.9	2.8	5.0	9.1	12.2	14.9	14.6	11.7	9.1	5.0	2.2	7.3
SAMUGHEO	B	3.6	3.4	5.2	7.3	11.4	15.3	18.4	18.9	15.4	12.2	8.0	4.9	10.3
SANTA LUCIA	A	5.2	5.1	6.4	8.6	12.6	15.9	18.5	18.8	16.5	13.8	9.6	6.7	11.5
SANTA SOFIA	A	1.4	1.3	3.3	5.4	9.5	12.5	15.5	15.5	12.7	9.8	5.9	2.7	8.0
SANTA VITTORIA	B	4.4	4.2	5.9	8.3	12.3	15.6	18.1	18.6	15.9	13.1	8.8	5.8	10.9
SANTADI	C	5.1	4.9	6.5	8.5	12.5	15.7	18.3	18.8	16.1	13.3	9.4	6.3	11.3
SANTULUSSURGIU	A	5.4	5.2	6.2	7.8	10.5	13.7	18.0	19.4	15.8	12.6	9.2	6.5	10.9
SARDARA	B	7.0	6.6	8.2	10.1	13.9	17.5	20.4	21.0	18.2	15.1	10.9	8.0	13.1
SEDINI	B	3.9	3.7	5.1	7.0	10.5	13.8	16.6	17.2	14.3	11.9	8.1	5.4	9.8
SENOBBI F.C.	B	4.6	4.5	5.8	7.6	11.3	14.5	17.4	18.1	15.6	12.8	8.8	5.7	10.6
SICCA D'ERBA	C	0.0	0.0	1.6	3.5	7.1	10.7	13.0	13.2	10.2	7.7	4.0	1.1	6.0
SIMAXIS	B	5.1	5.0	6.7	9.0	13.0	16.4	19.2	19.5	16.8	13.9	9.6	6.6	11.7
SORGONO	B	2.8	2.7	4.4	6.3	10.1	13.1	15.9	16.4	13.3	10.6	6.7	3.9	8.8
SU ZURFURU (M.RA)	B	5.5	5.2	6.8	8.8	12.2	15.4	18.1	18.9	16.4	13.6	9.7	6.8	11.5
SUAERDA	A	6.0	6.2	8.0	10.0	13.6	17.3	20.2	20.3	17.8	14.3	10.3	7.6	12.6
TEGA (C.RA)	B	6.3	6.2	7.4	9.4	12.8	16.2	18.8	19.7	17.3	14.6	10.6	7.8	12.3
TEMPIO	A	3.4	3.3	5.1	6.9	11.1	14.6	18.0	18.2	14.7	11.8	7.4	4.7	9.9
TERRASEU	B	6.1	5.9	7.6	9.3	13.1	16.7	19.6	20.2	17.1	14.1	10.1	7.0	12.2
THIESI	C	5.3	5.7	8.4	9.9	15.0	19.4	22.2	21.6	17.4	14.5	9.7	6.7	13.0
TIANA	C	2.1	1.9	3.9	5.6	9.5	13.0	15.8	16.5	12.8	10.4	6.1	3.0	8.4
TONARA	C	3.5	3.4	5.3	6.8	11.3	14.6	17.4	17.8	14.0	11.4	7.3	4.4	9.8
TORPE'	B	5.0	4.8	6.6	8.6	12.3	16.2	19.0	19.4	16.4	13.1	9.0	6.3	11.4
TRESNURAGHES F.C.	C	4.7	4.7	6.5	8.1	11.8	15.0	17.9	18.9	16.0	13.1	9.0	6.1	11.0
URAS FF.SS.	B	5.0	5.6	7.4	9.5	13.5	17.1	19.9	20.3	17.4	14.1	9.8	6.1	12.1
USSASSAI	B	0.9	0.9	3.1	5.1	9.5	13.4	16.9	17.0	12.7	9.7	5.4	2.3	8.1
VALLEDORIA	B	6.6	6.5	7.9	10.0	13.8	16.9	19.9	20.4	17.6	14.7	10.8	7.8	12.7
VALLERMOSA	B	4.5	4.5	6.3	8.4	12.3	16.2	18.7	19.4	16.9	13.9	9.1	5.9	11.3
VILLA VERDE	B	3.5	3.8	5.9	8.2	11.7	15.1	18.2	18.8	15.6	12.3	7.9	4.9	10.5
VILLACIDRO F.C.	A	6.7	6.8	8.5	10.6	14.3	18.3	21.6	21.8	18.9	15.5	11.4	8.2	13.6
VILLAMAR	B	4.0	4.1	5.8	7.7	11.6	15.4	18.5	19.4	16.7	13.3	8.6	5.7	10.9
VILLANOVA MONTELEONE	A	4.3	4.1	5.7	7.8	11.9	15.5	18.6	18.7	15.3	12.4	8.3	5.4	10.7
VILLANOVA TULO	A	2.9	2.9	5.2	7.3	11.3	14.9	17.9	18.1	14.8	11.6	7.4	4.2	9.9
ZUGHE	A	2.2	2.2	3.5	5.5	9.3	12.4	15.0	15.4	12.4	9.8	5.9	3.5	8.1

Tabella 3a – Valori climatologici mensili e annuali 1981-2010 delle temperature massime.

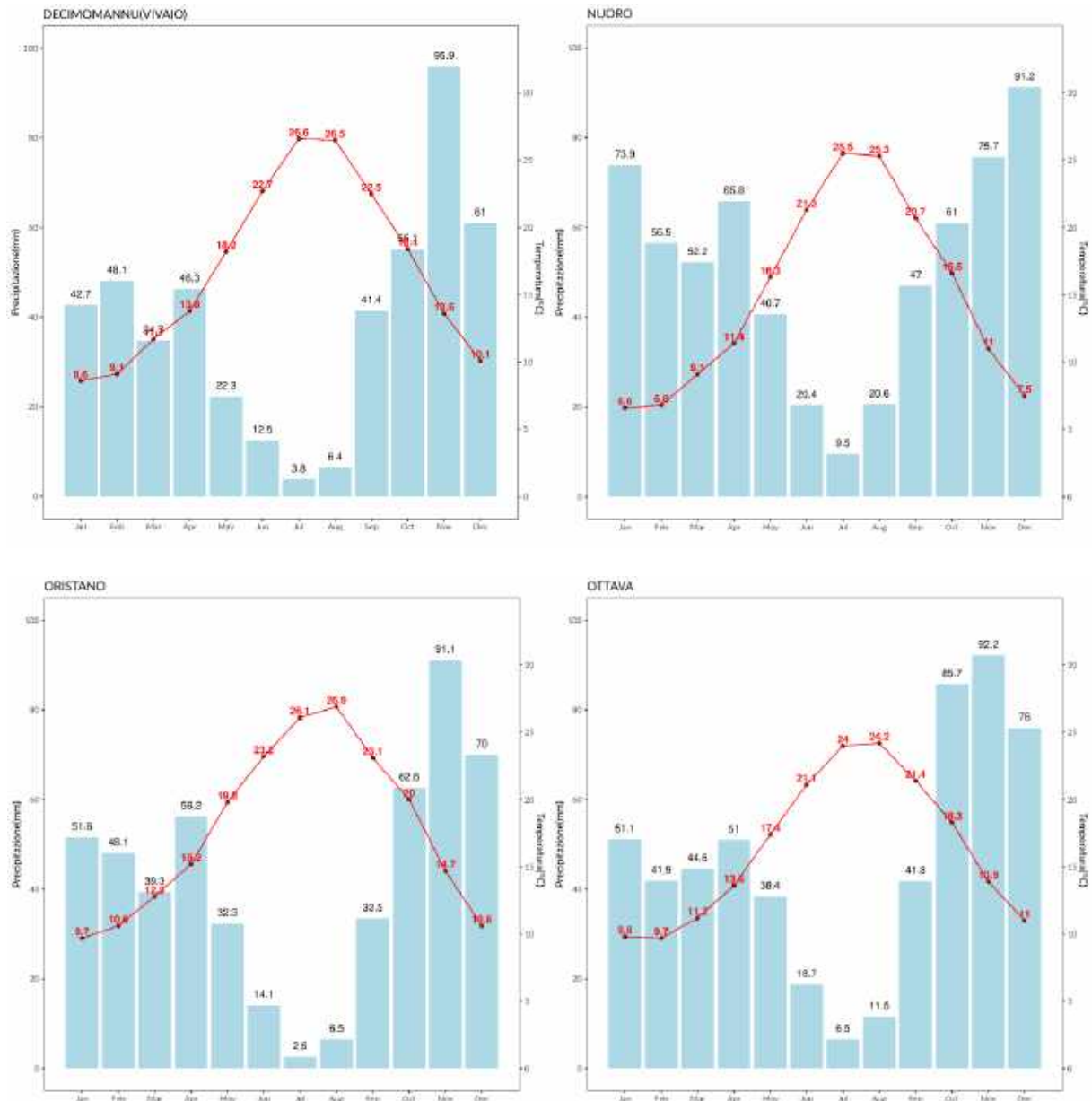
Stazione	Classe	gennaio	febbraio	marzo	aprile	maggio	giugno	luglio	agosto	settembre	ottobre	novembre	dicembre	ANNO
ABBASANTA	B	12.5	13.5	16.6	19.2	25.2	30.0	34.1	34.4	28.5	23.9	17.0	12.9	22.3
AGGIUS	B	10.0	10.7	13.7	16.0	21.8	26.2	30.0	30.4	24.6	20.4	14.3	10.6	19.1
ALA' DEI SARDI	A	10.6	11.8	15.0	17.5	23.4	28.5	32.7	32.6	26.7	21.7	15.1	11.7	20.6
ALES	A	13.6	14.9	17.6	20.0	25.2	30.3	33.9	33.4	28.2	23.8	19.0	15.0	22.9
ALLAI	C	13.5	14.8	17.5	20.4	25.1	30.1	33.8	34.1	29.4	24.0	18.1	14.0	22.9
ARQUERI (C.RA)	B	8.1	9.0	12.3	14.3	20.0	25.2	29.3	29.3	22.9	18.7	12.3	8.9	17.5
BACU ABIS (FLUMENT.)	C	13.9	14.1	17.0	19.0	23.8	27.9	30.7	31.1	27.5	23.7	18.5	14.6	21.8
BALLAO	C	14.4	13.9	16.6	19.0	24.0	28.9	31.9	31.9	26.7	23.2	18.3	15.5	22.0
BANCALI (MACCIADOSA)	C	14.0	14.5	17.2	19.1	24.1	28.7	31.8	32.3	27.3	23.7	18.5	14.9	22.2
BARADILI F.C.	C	13.2	14.1	17.1	19.9	26.2	31.7	35.9	36.4	29.9	24.8	17.9	13.4	23.4
BARISARDO	B	15.0	16.2	18.6	20.7	24.7	28.9	32.2	32.5	28.5	24.7	20.0	16.1	23.2
BARRALI	C	14.8	16.0	18.9	21.0	26.3	31.3	34.6	34.8	29.1	25.0	18.9	15.4	23.8
BASSACUTENA	B	13.2	13.7	15.8	17.9	22.8	27.2	30.2	30.3	25.7	22.1	17.0	13.7	20.8
BAU MANDARA	B	9.5	10.2	12.9	15.2	20.9	25.9	29.9	29.2	23.7	19.6	13.7	9.8	18.4
BAU MUGGERIS	B	9.9	10.3	13.1	15.2	20.4	25.1	29.1	29.1	23.7	19.8	14.0	10.4	18.3
BIDIGHINZU	A	12.4	13.0	15.9	18.3	23.7	28.7	32.5	31.8	26.9	22.2	16.8	13.4	21.3
BORORE (CABINA)	B	11.5	12.2	15.1	17.3	23.1	28.1	31.7	31.8	26.3	21.8	16.1	12.4	20.6
BOSA MARINA	B	14.6	14.6	17.2	19.3	23.5	27.4	30.4	30.3	27.3	23.6	19.0	15.4	21.9
BOTTIDA F.C.	B	11.4	12.4	15.8	18.2	24.1	29.1	33.5	33.2	27.4	22.7	16.1	12.1	21.3
BUDDUSO'	B	7.5	8.4	11.5	13.4	19.7	24.4	28.1	27.9	22.4	18.2	12.0	8.2	16.8
BUDONI (C.RA)	A	13.3	13.9	16.0	18.5	22.8	27.0	30.3	30.4	26.8	22.8	17.6	14.4	21.1
CADDAU (C.RA)	B	10.5	10.6	13.8	16.3	21.7	26.8	31.3	32.2	25.6	20.8	15.0	11.1	19.6
CAGLIARI ELMAS	A	14.2	14.8	17.0	19.6	24.0	28.5	31.9	32.1	28.3	24.1	18.8	15.5	22.4
CAGLIARI S.I.	C	14.6	15.0	16.8	18.9	23.2	27.4	30.9	31.1	27.9	24.1	19.4	16.1	22.1
CALANGIANUS	B	11.2	11.8	14.8	17.1	23.1	27.6	31.9	32.4	25.4	21.0	15.3	11.8	20.3
CAMPUOMU (CASERMA)	A	11.3	11.5	14.5	17.3	22.1	27.3	31.3	31.0	25.9	21.6	16.0	13.1	20.2
CAPO BELLAVISTA	A	13.8	14.2	16.1	18.5	22.2	26.9	30.3	30.8	27.2	23.0	17.9	14.9	21.3
CAPO CACCIA	B	12.5	12.7	14.3	16.3	20.8	24.0	27.0	27.7	24.4	21.2	16.7	13.5	19.3
CAPOTERRA	B	14.8	15.6	18.4	20.5	25.5	30.3	33.7	33.9	29.0	24.6	19.3	15.6	23.4
CARGECHIE	B	13.5	14.4	17.8	19.8	25.6	30.8	34.3	34.1	28.5	24.6	18.7	14.2	23.0
COL.PENALE SARCIDANO	A	9.7	10.1	13.1	15.8	21.1	26.9	31.4	30.8	25.6	20.6	14.6	10.5	19.2
CORONGIU	A	13.7	13.6	16.4	19.3	23.6	28.8	32.2	32.1	27.7	23.4	18.3	14.6	22.0
CUGLIERI	A	10.8	11.3	14.0	16.8	21.7	25.8	29.5	29.4	25.1	21.0	15.3	12.0	19.4
CULISEU	B	13.2	13.6	16.1	18.4	23.9	29.0	32.5	32.4	27.2	23.0	17.5	14.2	21.7
DECIMOMANNU	A	14.6	15.4	17.6	20.3	24.6	28.9	32.3	32.5	28.5	24.2	19.0	15.7	22.8
DECIMOMANNU (VIVAIO)	A	13.2	14.0	17.0	19.6	24.7	29.9	33.8	33.4	28.8	24.1	18.5	14.6	22.6
DESULO	A	10.0	10.8	14.0	16.0	21.4	26.4	30.6	30.2	25.5	20.6	14.1	10.8	19.2
DIGA LISCIA	B	11.7	12.1	14.7	17.6	22.8	27.8	32.1	31.7	27.0	21.9	16.3	12.7	20.7
DOMUS DE MARIA	B	14.7	15.3	17.7	19.8	24.4	29.5	32.9	33.2	28.3	24.9	19.2	15.6	23.0
DONORI (S. MICHELE)	C	14.4	15.0	17.4	19.8	24.2	28.9	32.1	32.2	27.8	23.8	18.8	15.4	22.5
DORGALI	B	11.2	11.8	14.6	16.3	22.1	26.8	30.5	29.9	24.9	21.2	15.9	11.9	19.8
FERTILIA	A	14.1	14.9	17.2	19.8	24.7	28.4	31.7	32.0	28.2	24.3	18.6	15.1	22.4
FLUMENTEPIDO	B	15.1	15.4	17.8	20.1	25.4	30.0	33.5	33.7	29.1	25.1	19.4	16.0	23.4
GAIRO TASQUISARA	B	9.3	9.9	12.9	14.4	19.9	25.3	29.0	29.0	23.1	18.9	13.1	9.9	17.9
GENNA CRESIA (C.RA)	C	12.0	12.8	15.6	17.7	23.0	28.1	31.2	31.3	25.8	22.4	16.7	12.9	20.8
GERGEI	B	12.5	13.2	16.3	18.6	24.4	29.8	33.4	33.5	28.0	23.3	16.7	13.2	21.9
GONI	B	12.0	13.2	16.4	18.5	23.9	29.2	33.6	34.1	27.8	23.1	17.1	13.0	21.8
GONNOSFANADIGA	A	13.4	14.2	17.1	20.0	25.5	30.1	33.9	33.9	28.9	24.4	18.3	14.3	22.8
GUASILIA	B	14.3	15.0	17.6	19.8	25.1	29.9	33.3	33.4	28.5	24.3	18.1	14.8	22.8
IDROVORA 14	B	15.0	15.6	18.1	20.4	25.4	29.5	31.9	32.6	28.8	25.3	19.8	15.8	23.2
IGLESIAS	A	13.2	13.5	16.1	18.4	23.7	28.4	32.1	32.5	27.7	23.3	17.4	13.9	21.7
IS ACQUAS	C	12.5	12.7	15.1	16.9	23.3	28.4	33.0	33.5	28.5	23.7	17.1	12.9	21.5
IS CANNONERIS	A	9.1	9.4	11.9	14.6	20.2	25.5	29.6	29.3	23.8	19.2	13.5	10.2	18.0
JERZU F.C.	A	12.1	12.4	15.4	18.0	22.5	27.4	31.4	30.9	25.9	22.1	16.7	12.8	20.6
LUNAMATRONA	B	13.5	14.3	17.1	19.5	24.8	29.3	32.4	32.7	27.8	23.4	17.5	14.0	22.2
MACOMER	A	9.7	10.5	13.4	16.3	21.5	26.4	30.4	30.0	24.9	20.3	14.2	10.6	19.0
MANDAS F.C.	A	12.2	13.1	15.7	18.0	23.0	28.2	31.7	31.6	27.0	22.5	16.8	13.2	21.1
MEANASARDO	A	10.7	11.1	13.8	16.2	21.5	26.6	31.0	30.8	25.7	21.1	15.1	11.6	19.6
MONTA PEDROSU	B	14.2	15.0	17.2	19.5	23.9	28.6	31.6	31.9	27.6	23.3	18.7	15.3	22.2
MONTES	B	6.4	7.0	10.6	12.7	18.9	23.7	27.5	27.6	21.7	17.4	11.1	6.9	16.0
MONTI	A	11.3	11.9	14.5	17.3	22.5	27.4	31.7	31.3	26.6	21.9	15.7	12.2	20.4
MONTI NIEDDU	B	11.8	12.6	15.3	17.0	22.2	26.5	30.3	30.4	25.3	21.9	16.1	12.5	20.2
MURAVERA	A	14.8	15.4	18.0	20.7	25.4	30.8	34.2	33.9	29.3	25.1	19.4	15.8	23.6
MURTA MARIA	B	14.0	14.8	17.3	19.4	23.9	29.2	32.2	32.3	27.8	23.3	18.4	15.0	22.3
MUZZONE (LAGO)	A	12.0	12.9	15.6	18.4	23.6	27.6	31.1	31.2	26.4	22.4	16.5	12.7	20.9
NEBIDA	B	13.4	13.9	16.9	19.3	24.3	28.5	31.9	32.2	27.6	23.5	17.6	13.9	21.9
NUORO	B	9.7	10.2	13.2	15.9	21.7	27.8	32.9	32.0	26.1	21.2	14.6	10.4	19.6
NURAGHE PRANU ANTONI	A	13.0	13.9	16.9	19.9	25.5	30.5	34.7	34.2	29.1	24.6	18.2	14.0	22.9

Tabella 3b – Valori climatologici mensili e annuali 1981-2010 delle temperature massime.

Stazione	Classe	gennaio	febbraio	marzo	aprile	maggio	giugno	luglio	agosto	settembre	ottobre	novembre	dicembre	ANNO
NURRI F.C.	A	9.9	10.7	13.6	16.4	21.5	27.1	31.2	30.9	25.5	20.5	14.3	10.6	19.3
ORGOSOLO	B	10.6	11.5	15.0	17.3	23.7	29.4	33.8	33.5	26.7	21.8	15.1	10.8	20.8
ORISTANO	B	13.1	14.6	17.3	19.8	25.2	28.8	31.7	32.2	27.9	24.6	18.5	13.8	22.3
OROSEI	A	15.8	15.6	18.1	20.4	24.3	28.9	32.1	32.0	28.9	24.7	20.0	17.1	23.1
ORTUABIS F.C.	B	8.6	9.4	12.5	14.3	20.0	25.1	29.5	29.9	23.9	19.4	13.2	9.0	17.9
ORUNE	A	9.6	10.0	12.9	15.5	20.5	25.2	28.7	28.9	24.5	20.2	14.6	10.2	18.4
OSILO	B	9.5	9.7	13.0	15.4	21.0	24.7	28.3	28.4	23.8	19.6	13.8	10.0	18.1
OTTAVA	A	13.4	13.5	15.5	18.1	22.5	26.6	29.6	29.6	26.3	22.6	17.7	14.4	20.8
OZIERI	A	12.4	13.2	16.3	19.1	24.6	30.3	34.0	34.0	28.6	23.8	16.8	13.0	22.2
PABILLONIS	B	14.8	15.6	18.2	20.8	26.1	30.3	33.7	34.6	29.5	25.4	19.3	15.6	23.7
PALMAS SUERGIU	A	14.3	14.8	17.0	19.9	24.3	28.6	32.0	32.3	28.2	24.6	18.9	15.2	22.5
PANTALEO	B	11.9	12.5	15.4	17.9	23.7	29.2	33.1	33.2	27.3	22.8	16.6	12.9	21.4
PATTADA (DIGA LERNO)	C	9.8	10.0	13.6	16.0	22.2	27.7	31.9	31.9	26.0	21.8	15.4	11.0	19.8
PAULILATINO	B	12.4	13.2	16.0	18.5	24.4	28.9	32.6	32.6	27.2	22.7	16.5	12.8	21.5
PIANU	C	10.6	11.0	13.6	14.7	21.2	26.2	28.9	29.2	24.8	20.3	14.4	10.8	18.8
PISCINAMANNA	A	14.3	14.6	16.8	18.8	23.3	28.5	32.8	32.4	27.6	23.5	18.8	15.5	22.3
PLOAGHE	B	10.7	11.5	14.9	17.3	23.2	27.7	31.3	31.1	25.9	21.2	14.9	11.4	20.1
PORTO TORRES	B	13.6	14.0	16.2	18.5	23.1	27.2	30.3	30.8	26.8	22.8	17.7	14.2	21.3
PULA	B	14.9	15.5	18.1	19.9	24.2	29.3	33.0	32.9	28.7	24.4	19.2	15.6	23.0
RIFORNITORE TIRSO	B	12.7	13.9	17.1	19.9	25.7	30.9	35.4	35.5	29.7	24.6	17.6	13.5	23.0
S.ANDREA FRIUS	C	12.7	14.0	16.3	19.0	24.2	29.5	32.5	32.8	28.3	24.7	18.7	15.1	22.3
S.ANTIOCO	C	15.1	15.9	18.3	20.3	24.8	29.1	31.9	32.3	28.2	24.7	19.5	16.0	23.0
S.GAVINO MONREALE	B	13.6	14.3	17.0	19.1	24.2	28.7	31.9	32.4	27.7	23.6	17.5	14.0	22.0
S.GIOVANNI COGHINAS	A	11.9	12.4	14.7	17.5	22.3	26.5	29.8	29.6	25.8	21.9	16.2	12.9	20.1
S.GIOVANNI DI BITTI	C	10.4	11.2	14.5	18.0	24.1	29.2	32.6	31.8	25.2	21.0	14.4	10.7	20.3
S.GIOVANNI DI DOMUSNOVAS	B	13.8	14.4	17.1	19.2	24.6	29.8	33.4	33.6	28.1	23.7	18.0	14.3	22.5
S.GIUSTA	A	14.3	14.8	17.0	19.8	24.2	28.3	31.5	31.8	28.3	24.6	18.9	15.2	22.4
S.LUCIA DI BONORVA	A	11.2	11.8	14.9	18.0	23.5	29.0	33.7	32.9	27.4	22.3	15.9	12.1	21.1
S.MARIA COGHINAS	B	14.3	14.8	17.2	19.7	24.4	28.4	31.4	32.0	27.6	23.8	18.4	14.8	22.2
S.NICOLÒ GERREI	B	10.1	11.1	14.2	16.7	22.3	27.6	31.3	31.4	25.3	20.8	14.5	10.5	19.7
S.PANTALEO	C	12.1	12.6	15.3	17.7	22.5	27.1	30.8	30.8	25.5	22.1	16.7	13.0	20.5
S.TERESA DI GALLURA	C	13.4	13.6	15.7	18.3	22.5	26.8	30.7	30.9	26.4	22.7	17.9	14.3	21.1
SA PIRA (CASERMA)	A	13.7	14.4	16.8	19.5	24.7	29.8	33.3	33.3	28.8	24.4	18.5	15.1	22.7
SA TEULA CENTRALE	A	14.5	15.3	17.8	20.2	24.8	29.3	32.8	32.8	28.2	24.1	18.8	14.9	22.8
SADALI F.C.	B	8.5	9.3	12.2	14.3	20.1	25.2	28.9	28.9	23.4	19.0	12.9	9.0	17.6
SAMUGHEO	B	10.9	11.5	14.6	17.3	23.4	28.6	32.3	31.9	26.0	21.4	15.3	11.6	20.4
SANLURI O.N.C.	A	13.4	14.0	16.6	19.7	24.1	29.4	32.8	32.8	28.2	25.2	19.1	14.5	22.5
SANTA LUCIA	A	14.2	14.6	16.9	19.6	24.6	28.6	31.9	31.8	28.4	24.7	18.8	15.1	22.4
SANTA SOFIA	A	9.6	10.2	13.1	15.5	21.1	26.8	31.7	31.0	25.7	20.7	14.3	10.6	19.2
SANTA VITTORIA	B	13.9	14.7	17.5	20.2	26.5	31.0	34.1	34.2	29.4	24.7	18.4	14.6	23.3
SANTADI	C	13.9	14.7	17.6	19.7	24.8	29.5	32.7	32.8	27.7	23.4	18.0	15.0	22.5
SANTULUSSURGIU	A	10.3	10.4	12.2	14.7	19.3	23.3	27.6	28.8	24.6	21.2	16.7	12.4	18.5
SARDARA	B	14.0	14.6	17.0	19.3	24.2	28.3	31.3	31.9	27.6	23.6	18.4	14.7	22.1
SEDINI	B	11.5	12.1	14.8	17.0	22.0	26.0	28.8	28.9	24.7	21.1	15.4	12.0	19.5
SEGARIU	C	12.7	13.5	16.4	18.7	24.4	29.3	32.4	32.7	27.7	23.2	16.9	13.2	21.7
SEUI F.C.	B	9.1	9.6	12.9	15.2	21.3	26.5	30.7	30.7	24.9	20.1	13.4	9.4	18.6
SIMAXIS	B	14.4	14.9	17.3	19.6	24.9	28.8	31.8	32.4	28.3	24.5	18.8	15.1	22.6
SINDIA	C	9.6	10.0	13.7	16.1	22.0	26.9	30.1	30.1	24.8	20.6	15.1	10.6	19.1
SORGONO	B	10.0	10.3	13.4	15.6	21.3	26.0	30.2	30.1	24.4	20.2	13.9	10.4	18.8
SU ZURFURU (M.RA)	B	13.6	14.0	16.7	18.5	23.7	28.1	31.2	31.7	27.3	23.4	17.7	14.2	21.7
TEGA (C.RA)	B	14.5	14.7	17.2	19.4	24.5	28.4	31.7	32.0	28.1	24.3	18.7	15.0	22.4
TEMPIO	A	9.0	9.7	12.6	15.6	21.2	25.9	30.0	29.7	24.6	20.1	13.7	10.1	18.5
TERRASEU	B	13.0	13.4	16.2	18.3	23.7	28.6	32.3	32.5	27.3	23.1	17.2	13.3	21.6
TIANA	C	11.3	12.3	15.6	17.4	23.5	28.3	32.6	32.4	26.5	22.0	15.3	11.7	20.7
TONARA	B	8.4	9.1	12.5	14.4	20.3	24.9	28.7	28.7	23.1	18.6	12.2	8.6	17.5
TORPE'	B	14.7	15.3	18.0	20.3	25.1	29.5	32.7	32.9	28.1	24.1	18.6	15.2	22.9
TRESNURAGHES F.C.	C	13.0	13.8	16.9	18.7	23.8	28.0	31.2	31.9	27.5	23.5	17.3	13.4	21.6
VALLEDORIA	B	14.4	15.2	17.7	19.9	24.4	27.7	30.5	30.9	27.5	23.9	18.4	15.1	22.1
VALLERMOSA	B	15.4	16.4	19.2	21.3	26.4	31.5	34.9	35.3	30.1	25.5	19.6	16.0	24.3
VILLA VERDE	B	13.4	14.2	17.2	19.4	25.1	29.6	33.2	33.4	28.0	23.8	17.6	13.9	22.4
VILLACIDRO F.C.	A	12.6	13.2	15.9	18.9	23.7	28.5	32.3	32.4	27.5	22.7	17.3	13.9	21.6
VILLAMAR	B	13.7	14.5	17.8	20.1	25.8	30.6	34.2	34.2	29.1	24.5	18.0	14.3	23.1
VILLAMASSARGIA	B	15.3	15.7	18.0	20.0	25.4	30.0	33.1	33.1	28.4	24.5	19.0	15.7	23.2
VILLANOVA MONTELEONE	A	8.7	9.3	12.1	15.4	20.8	25.0	28.4	27.9	22.9	18.4	13.0	9.8	17.6
VILLASALTO	B	9.5	10.6	14.6	17.2	23.1	28.5	32.1	32.2	25.8	20.4	13.8	9.9	19.8
VILLASOR	B	15.6	16.4	19.2	21.2	25.9	30.5	33.8	34.3	29.4	24.9	19.2	15.6	23.8
ZUIGHE	A	10.5	11.2	13.7	16.2	21.5	26.7	30.5	30.4	24.9	20.4	14.6	11.1	19.3

Nella **Figura 24** sono riportati a titolo esemplificativo i climogrammi per quattro stazioni rappresentative, che combinano per ciascun mese le precipitazioni e le temperature medie, ottenute come media tra le temperature massime e minime.

Figura 24. Climogrammi per le stazioni di Decimomannu (vivaio), Nuoro, Oristano e Ottava.



6. ESTREMI CLIMATICI

L'Expert Team on Climate Change Detection and Indices (ETCCDI) del "CCL/CLIVAR Working Group on Climate Change Detection" ha definito un insieme di 27 indici, idonei a descrivere gli estremi di temperatura e precipitazione in termini di frequenza, intensità e durata (Peterson et al., 2001, Toreti e Desiato, 2008), con l'obiettivo di definire una metodologia comune per la valutazione delle variazioni degli estremi climatici e di rendere confrontabili i risultati ottenuti in diverse parti del mondo.

Per il calcolo degli indici estremi è stato utilizzato il pacchetto R *climindex.pcic* (<https://cran.r-project.org/package=climindex.pcic>), basato sull'elaborazione di dati giornalieri di temperatura massima, temperatura minima e precipitazione.

Nelle **Tabelle 4 e 5** sono riportati gli indici raccomandati dall'ETCCDI: 16 si riferiscono alla temperatura, 11 alla precipitazione. Gli indici si possono dividere in diverse categorie (Alexander et al., 2006; Klein Tank et al., 2009).

Indici definiti da un valore di soglia fisso

Rientrano in questa categoria i seguenti indici annuali di temperatura: il numero di giorni con gelo (FD0), il numero di giorni senza disgelo (ID0), il numero di giorni estivi (SU25) e il numero di notti tropicali (TR20). Per la precipitazione gli indici definiti da un valore di soglia fisso sono: il numero di giorni con precipitazione intensa nell'anno (R10), il numero di giorni con precipitazione molto intensa (R20) e il numero di giorni superiori ad un valore nn fissato dall'operatore (Rnn). Gli indici assoluti sono di particolare rilievo poiché una loro variazione può avere un impatto significativo sulla società e sull'ambiente naturale.

Indici assoluti

Gli indici assoluti rappresentano il più alto e il più basso valore registrato nel corso di un mese o di un anno. Per la temperatura sono indici assoluti il valore massimo delle temperature massime giornaliere (TXx), il valore minimo delle temperature massime giornaliere (TXn), il valore massimo delle temperature minime giornaliere (TNx) e il valore minimo delle temperature minime giornaliere (TNn); per la precipitazione, il valore massimo di precipitazione giornaliera (RX1day) e il valore massimo di precipitazione cumulata su 5 giorni (RX5day).

Indici basati sui percentili

Gli indici basati sui percentili conteggiano le eccedenze rispetto a valori soglia definiti in termini di frequenza, calcolati sulla distribuzione degli eventi nel periodo climatologico di riferimento. Tra questi gli indici di precipitazione basati sui percentili sono la precipitazione nei giorni molto piovosi (R95p) e la precipitazione nei giorni estremamente piovosi (R99p), che rappresentano la somma nell'anno delle precipitazioni giornaliere superiori rispettivamente al valore soglia del 95o e del 99o percentile.

Indici di durata

Gli indici di durata identificano periodi prolungati in cui permangono determinate condizioni climatiche. Ad esempio, gli indici CWD e CCD individuano rispettivamente il più lungo periodo di giorni di pioggia o di giorni di siccità nel corso dell'anno.

Altri indici

Alcuni indici non rientrano in nessuna delle categorie precedenti, ma permettono di avere un quadro completo dell'evoluzione degli estremi di temperatura e precipitazione. Tra questi l'escursione termica giornaliera (DTR) e l'indice di intensità di pioggia (SDII).

Tabella 4 – Indici estremi di precipitazione definiti dall'ETCCDI.

ID	Nome dell'indice	Definizione	Unità di misura
FD0	Giorni con gelo	Numero di giorni nell'anno con temperatura minima < 0 °C	Giorni
SU25	Giorni estivi	Numero di giorni nell'anno con temperatura massima > 25 °C	Giorni
ID0	Giorni senza disgelo	Numero di giorni nell'anno con temperatura massima < 0 °C	Giorni
TR20	Notti tropicali	Numero di giorni nell'anno con temperatura minima > 20 °C	Giorni
GSL	Durata della stagione vegetativa	Numero di giorni nell'anno (dal 1 Gennaio al 31 Dicembre nell'emisfero Nord, dal 1 Luglio al 30 Giugno nell'emisfero Sud) compresi fra il primo periodo di almeno 6 giorni con temperatura media > 5 °C e il primo periodo di almeno 6 giorni dopo il 1 Luglio (1 Gennaio nell'emisfero Sud) con temperatura media < 5 °C	Giorni
TXx	Massimo delle temperature massime	Valore massimo mensile delle temperature massime giornaliere	°C
TNx	Massimo delle temperature minime	Valore massimo mensile delle temperature minime giornaliere	°C
TXn	Minimo delle temperature massime	Valore minimo mensile delle temperature massime giornaliere	°C
TNn	Minimo delle temperature minime	Valore minimo mensile delle temperature minime giornaliere	°C
TN10p	Notti fredde	Percentuale di giorni in cui la temperatura minima giornaliera è inferiore al 10o percentile	%
TX10p	Giorni freddi	Percentuale di giorni in cui la temperatura massima giornaliera è inferiore al 10o percentile	%
TN90p	Notti calde	Percentuale di giorni in cui la temperatura minima giornaliera è superiore al 90o percentile	%
TX90p	Giorni caldi	Percentuale di giorni in cui la temperatura massima giornaliera è superiore al 90o percentile	%
WSDI	Indice di durata dei periodi di caldo	Numero di giorni nell'anno in cui la temperatura massima è superiore al 90o percentile per almeno 6 giorni consecutivi	Giorni
CSDI	Indice di durata dei periodi di freddo	Numero di giorni nell'anno in cui la temperatura minima è inferiore al 10o percentile per almeno 6 giorni consecutivi	Giorni
DTR	Escursione termica giornaliera	Differenza media mensile fra temperatura massima e temperatura minima giornaliera	°C

Tabella 5 – Indici estremi di precipitazione definiti dall'ETCCDI.

ID	Nome dell'indice	Definizione	Unità di misura
RX1day	Massima precipitazione in 1-giorno	Valore massimo mensile di precipitazione in 1 giorno	mm
Rx5day	Massima precipitazione in 5-giorni	Valore massimo mensile di precipitazione in 5 giorni consecutivi	mm
SDII	Intensità di pioggia giornaliera	Totale annuale di precipitazione diviso per il numero di giorni piovosi nell'anno (definiti come giorni con precipitazione ≥ 1 mm)	mm/giorno
R10	Numero di giorni con precipitazione intensa	Numero di giorni nell'anno con precipitazione ≥ 10 mm	Giorni
R20	Numero di giorni con precipitazione molto intensa	Numero di giorni nell'anno con precipitazione ≥ 20 mm	Giorni
Rnn	Numero di giorni con precipitazione superiore a nn mm	Numero di giorni nell'anno con precipitazione $\geq$ nn mm, dove nn viene definito dall'operatore	Giorni
CDD	Giorni consecutivi senza pioggia	Numero massimo di giorni consecutivi con precipitazione giornaliera < 1 mm	Giorni
CWD	Giorni piovosi consecutivi	Numero massimo di giorni consecutivi con precipitazione giornaliera ≥ 1 mm	Giorni
R95p	Precipitazione nei giorni molto piovosi	Somma nell'anno delle precipitazioni giornaliere superiori al 95o percentile	mm
R99p	Precipitazione nei giorni estremamente piovosi	Somma nell'anno delle precipitazioni giornaliere superiori al 99o percentile	mm
PRCPTOT	Totale annuale di precipitazione	Totale annuale di precipitazione nei giorni piovosi (con precipitazione ≥ 1 mm)	mm

In considerazione dei dati disponibili nel trentennio in esame, delle caratteristiche climatiche della Sardegna, e dell'obiettivo di elaborare i valori medi climatici per il trentennio 1981-2020, tra i sopraelencati indici proposti dall'ETCCDI sono stati elaborati 7 indici di temperatura e 9 indici di precipitazione che descrivono eventi estremi moderati, con un tempo di ritorno generalmente inferiore a un anno. In questo lavoro, inoltre, sono stati analizzati gli indici estremi calcolati su base annuale e non su base mensile.

Per il calcolo degli indici estremi sono stati applicati criteri di completezza molto stringenti sulle serie giornaliere di temperatura e precipitazione. Per tale ragione, ad esempio, gli indici di temperatura FD0, TR20 e SU25 sono stati elaborati per un numero di stazioni inferiore rispetto all'insieme selezionato per il calcolo dei valori climatologici di temperatura massima e minima.

Dal calcolo degli estremi sono inoltre state scartate le serie in cui un evento estremo rappresenta un evento molto raro (ovvero le serie in cui un indice assume quasi sempre valore nullo nel corso degli anni).

Nella **Tabella 6** è riportato l'elenco degli indici elaborati per la Sardegna e il corrispondente numero di stazioni su cui sono stati applicati.

Tabella 4 – Indici elaborati per la Sardegna e relativo numero di stazioni considerate.

Nome dell'indice	Numero di stazioni
Giorni con gelo (FD0)	98
Giorni estivi (SU25)	89
Notti tropicali (TR20)	103
Massimo delle temperature massime (TXx)	89
Massimo delle temperature minime (TNx)	104
Minimo delle temperature massime (TXn)	89
Minimo delle temperature minime (TNn)	104
Massima precipitazione in 1-giorno (RX1day)	169
Massima precipitazione in 5-giorni (Rx5day)	169
Intensità di pioggia giornaliera (SDII)	169
Numero di giorni con precipitazione intensa (R10)	169
Numero di giorni con precipitazione molto intensa (R20)	169
Giorni consecutivi senza pioggia (CDD)	169
Giorni piovosi consecutivi (CWD)	169
Precipitazione nei giorni molto piovosi (R95p)	169
Precipitazione nei giorni estremamente piovosi (R99p)	112

7. CONCLUSIONI

L'analisi ed elaborazione delle serie storiche di precipitazione e temperatura, provenienti dalle stazioni meteorologiche distribuite sul territorio regionale, ha permesso di determinare i valori normali climatici per il trentennio 1981-2010, relativi ad una selezione di stazioni che hanno mostrato idonee caratteristiche di completezza e omogeneità, qui presentati in forma grafica e tabellare. È stata condotta un'analisi approfondita delle serie storiche a disposizione e una valutazione dei criteri di calcolo sulla base della letteratura recente, che hanno permesso di massimizzare il numero di stazioni climatiche su cui sono stati determinati i valori climatologici per il trentennio oggetto di studio.

Sono state inoltre calcolate le medie climatiche per 16 indici di estremi climatici, per le temperature e precipitazioni, selezionati tra quelli raccomandati dall'Expert Team on Climate Change Detection and Indices (ETCCDI).

Il risultati dell'analisi, riferiti a ciascuna stazione climatica, possono essere consultati anche attraverso una applicazione [Webgis](#) dedicata, in cui sono organizzati in mappe interattive tematiche.

Tale lavoro, impostato seguendo tutte le linee guida stabilite dall'Organizzazione Meteorologica Mondiale e tutti gli standard internazionali, è stato svolto in collaborazione con l'ISPRA e ha consentito di migliorare significativamente la qualità dei dati climatologici a disposizione dell'ARPAS.