AGENZIA REGIONALE PER LA PROTEZIONE DELL'AMBIENTE DELLA SARDEGNA

ARPAS

Dipartimento Specialistico Regionale IdroMeteClimatico

Servizio Idrometeoclimatico

Analisi agrometeorologica e climatologica della Sardegna

Analisi delle condizioni meteorologiche e conseguenze sul territorio regionale nel periodo ottobre 2011 - settembre 2012

Gennaio 2013

INDICE

1. INTRODUZIONE 4

2. ANALISI DELLE PRECIPITAZIONI 5

2.1. Andamento complessivo dell'annata 5

2.2. Precipitazioni mensili e stagionali 9

2.3. Precipitazioni giornaliere 20

3. ANALISI DELLE TEMPERATURE 24

3.1. Temperature medie annuali 24

3.2. Temperature medie dei singoli mesi 32

3.3. Indicatori di condizioni termiche particolari 27

3.3.1 Giorni di gelo 27

3.3.2 Notti tropicali 27

3.3.3 Giornate estive 32

3.3.4 Temperature critiche e permanenza delle temperature orarie 35

3.4. Le basse temperature e le nevicate del febbraio 2012 38

3.4.1. La situazione a scala sinottica 38

3.4.2. Le temperature 39

3.4.3. Le precipitazioni 42

3.4.4. Gli impatti sul comparto agricolo 43

4. ELABORAZIONI AGROMETEOROLOGICHE SPECIFICHE 45

4.1. Evapotraspirazione e bilancio idro-meteorologico 45

4.2. Indice di precipitazione standardizzata – SPI 49

4.3. Bilancio idrico dei suoli 56

4.4. Sommatorie termiche 59

4.5. Fabbisogno di freddo 66

4.6. Wind chill index (WCI) 68

4.7. Temperature humidity index (THI) 69

La presente analisi si basa principalmente sui dati della rete meteorologica dell'ARPAS.

Alcune parti dell'Analisi utilizzano anche i dati provenienti dalle seguenti reti:

- *Sistema Globale delle Comunicazioni* (Servizio Meteorologico dell'Aeronautica Militare e Ente Nazionale Assistenza al Volo);
- Agenzia Regionale per il Distretto Idrografico della Sardegna (rete dell'ex-Servizio Idrografico);
- C.R.A. - Unità di Ricerca per la Climatologia e la Meteorologia applicate all'Agricoltura (rete dell'ex-UCEA);
- AGRIS Sardegna - Agenzia regionale per la ricerca in agricoltura;
- Comune di Orgosolo;
- Università di Sassari (Dipartimento di Scienze Agronomiche e Genetica Vegetale Agraria);
- Provincia del Medio Campidano (rete dell'ex-Comunità Montana del Monte Linas);
- *Centro Nazionale per la Ricerca in Atmosfera* degli USA (NCAR).

A cura di
Michele Fiori
Alessandro Delitala

Hanno collaborato
Giuliano Fois, Simona Canu, Andrea Motroni, Ilaria Peana, Paolo Capece, Paolo Boi, Giuseppe Bianco

Realizzazione grafica
Salvatorina Sechi

Si ringraziano tutti i colleghi del Dipartimento Specialistico Regionale Idrometeoclimatico che a vario titolo hanno contribuito alla realizzazione del presente rapporto. Si ringrazia inoltre il Sig. Paolo Calaresu per la foto riportata nella figura 45.

ARPAS – Dipartimento Specialistico Regionale Idrometeoclimatico
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

1. INTRODUZIONE

La presente analisi esamina l'andamento dell'annata ottobre 2011 – settembre 2012[1] dal punto di vista climatologico e biometeorologico.

Dall'esame delle principali grandezze climatologiche si rileva che si è trattata di un'annata poco piovosa e più calda della media, in accordo con le osservazioni secolari del riscaldamento globale. L'acquisizione di un nuovo insieme di osservazioni meteorologiche ha messo in condizioni di estendere il suddetto monitoraggio alle ultime decadi del XIX secolo, permettendo di rilevare che il 2011-2012 è stato il secondo anno più caldo da almeno 130 anni, secondo solo al 2008-2009.

Le precipitazioni dell'annata sono state generalmente di modesta entità, ma solo nel Nord dell'Isola il deficit di precipitazione è stato realmente critico.

Nonostante le temperature dei 12 mesi siano state mediamente sopra la media e le piogge modeste, le temperature di febbraio 2012 sono state eccezionalmente basse e accompagnate da abbondanti nevicate. La neve ha interessato anche le località costiere del Nord Sardegna e le temperature sono scese ai valori più bassi mai registrati in Sardegna, tra cui -17.0 ℃ a Gavoi e -15.5 ℃ a Illorai – Foresta Burgos.

Le temperature molto basse e le gelate intense e persistenti di febbraio hanno causato il rallentamento del ciclo vegetativo delle colture foraggere, in particolare gli erbai di graminacee e leguminose. La coltre nevosa, soprattutto nelle aree di alta collina e di montagna, se da un lato ha costituito uno strato coibentante limitando i danni da freddo, dall'altro ha determinato un grosso ostacolo per lo sfruttamento delle colture foraggere e dei prati-pascoli da parte del bestiame. Le alte temperature del periodo estivo e in particolare del mese di agosto hanno incrementato i tassi evapotraspirativi delle colture, determinando la necessità di eseguire interventi irrigui con turni più ravvicinati allo scopo di limitare gli effetti negativi di prolungati stress idrici e termici. Per quanto riguarda le conseguenze del regime pluviometrico sulla disponibilità idrica nei suoli, si possono evidenziare le condizioni sfavorevoli del mese di ottobre a cui ha fatto seguito un periodo caratterizzato da un buon contenuto idrico dei suoli fino al mese di marzo, quando si è registrato invece un sensibile calo, più marcato per la Gallura. Le abbondanti precipitazioni del trimestre aprile-giugno, soprattutto nella parte centro-occidentale, hanno garantito una buona disponibilità idrica nei terreni e favorito il deflusso superficiale alimentando i corsi d'acqua. La ripresa delle piogge nei primi giorni di settembre ha incrementato sensibilmente il contenuto idrico dei suoli nelle aree settentrionali e in particolare nella Gallura.

Per un'analisi più dettagliata delle condizioni registrate nei diversi mesi si rimanda alla consultazione dei riepiloghi mensili climatologici ed agrometeorologici, pubblicati sul sito del Dipartimento Idrometeoclimatico dell'ARPA Sardegna all'indirizzo

http://www.sar.sardegna.it/pubblicazioni/riepiloghimensili/mensili.asp

[1] Come ogni anno la relazione si basa sul cosiddetto *anno idrologico* (ottobre-settembre) invece che sull'anno di calendario (gennaio-dicembre), perché quest'ultimo divide in due parti la stagione autunno-vernina, impedendo una completa analisi degli aspetti idrologici e agrometeorologici.

2. ANALISI DELLE PRECIPITAZIONI

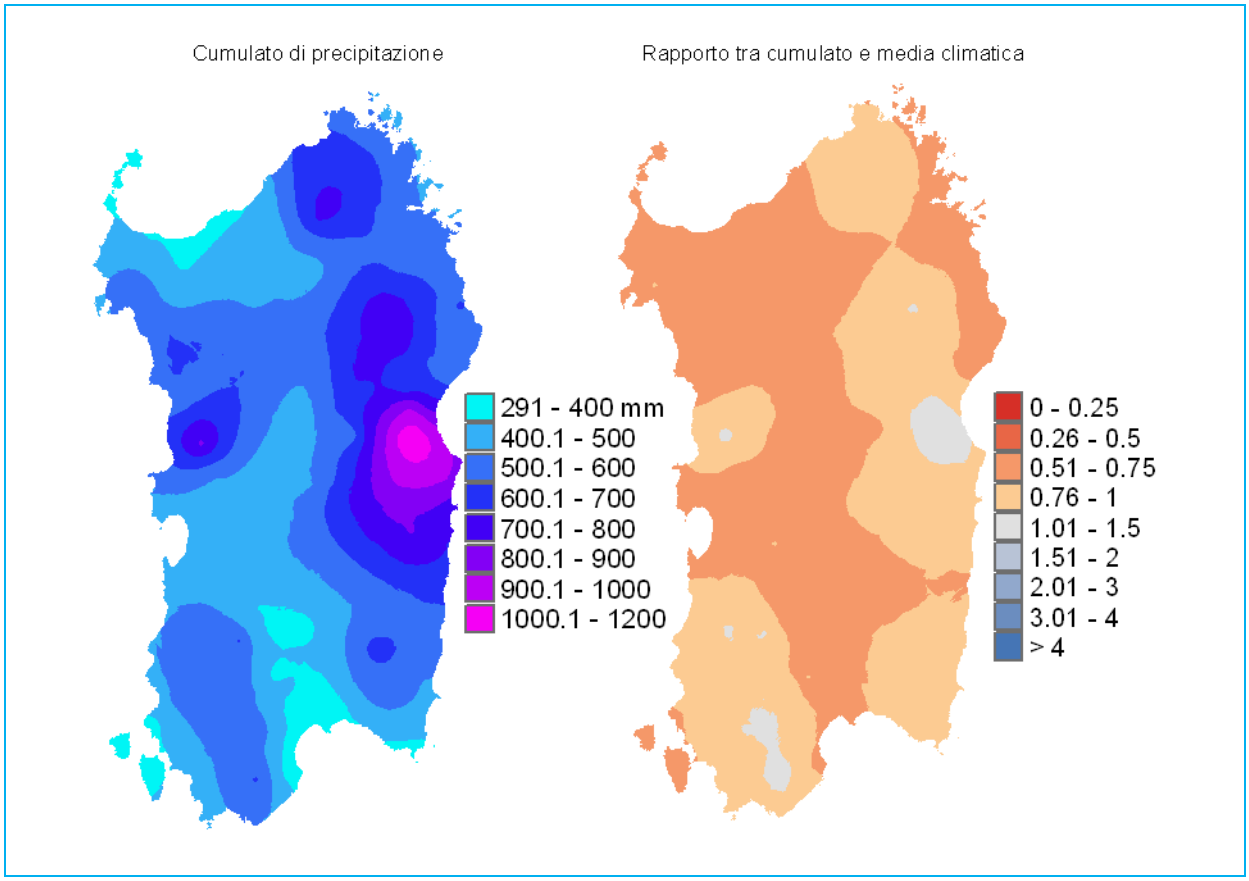
2.1. Andamento complessivo dell'annata

Il cumulato complessivo delle precipitazioni dell'annata ottobre 2011-settembre 2012 sulla Sardegna e il confronto con la climatologia è riportato nella figura 1.

Come si può osservare le precipitazioni dell'annata sono state generalmente di modesta entità. I cumulati più bassi, compresi tra 300 e 400 mm, si registrano nel Basso Campidano e nella fascia costiera che s'affaccia sul Golfo di Cagliari. Valori compresi tra 400 e 600 mm (cioè di poco superiori, ma pur sempre modesti) si registrano sul resto del Campidano, sul Sulcis-Iglesiente e sulle aree collinare circostanti; cumulati di precipitazione della stessa entità si hanno anche sulla parte centrale della Sardegna e su Nurra e Anglona. Nel complesso, le piogge di tutte queste zone risultano inferiori alla media climatologica anche in maniera consistente, come ad esempio nella fascia centrale della Sardegna o nel Sulcis.

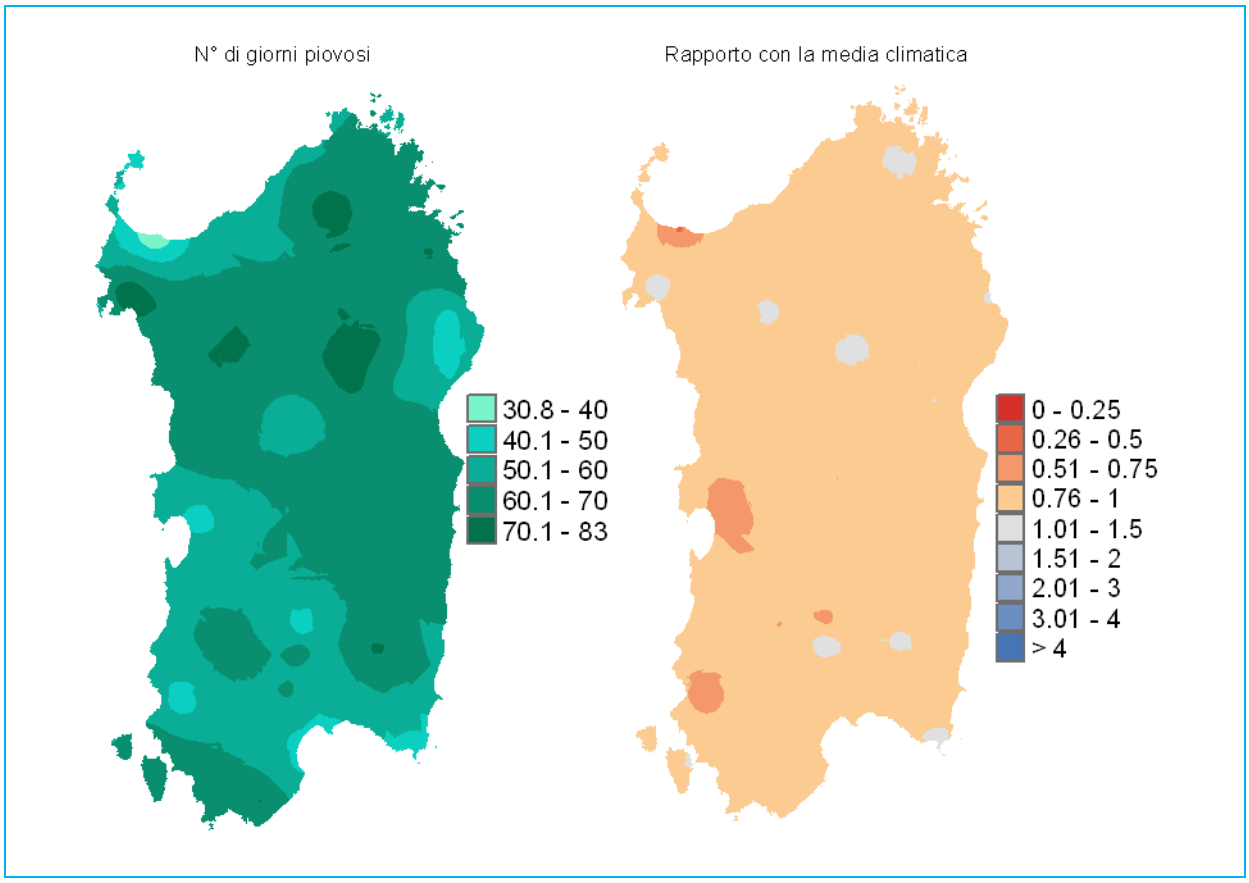
Sulla Sardegna orientale e su Montiferru, Planargia, Marghine e Logudoro i cumulati di precipitazione dell'annata sono invece superiori ai 600 mm/anno, con valori che arrivano quasi a 1000 mm sul Gennargentu. A differenza del resto dell'Isola questi valori sono in linea o superiori alla media climatologica 1961-1990, in particolare per quel che riguarda la Gallura e l'Ogliastra.

Figura 1: Cumulato di precipitazione in Sardegna da ottobre 2011 a settembre 2012 e rapporto tra il cumulato e la media climatologica.



Come riportato nella figura 2 le piogge si sono distribuite su un numero di giorni piovosi che va dai 50 agli 80; le piogge più frequenti si sono avute sulla Sardegna orientale, in particolare l'Alta Gallura e il Nuorese (oltre i 70 giorni piovosi). Ovunque è piovuto meno spesso rispetto alla media, in particolare per quel che riguarda la Sardegna sud-occidentale.

Figura 2: Numero di giorni piovosi da ottobre 2011 a settembre 2012 e rapporto tra il cumulato e la media climatologica.



Se si concentra l'attenzione sul periodo ottobre-aprile (**figura 3**), cioè sulla *stagione piovosa* del clima della Sardegna, si osservano quasi ovunque cumulati inferiori a 500 mm, con punte inferiori intorno a circa 300 mm sul Basso Campidano e lungo il Golfo di Cagliari. Fanno eccezione le Barbagie e sull'Ogliastra, le cui precipitazioni hanno superato i 600 m. Su queste ultime le precipitazioni di ottobre-aprile risultando in linea con la media climatologica o superiori; sul resto dell'Isola il confronto con la climatologia indica valori intorno all'80% della media climatologica.

È interessante infine rilevare che, per effetto delle piogge alluvionali di inizio settembre 2012, le precipitazioni della Gallura risultano in linea con la climatologia annuale, ma risultano deficitarie per la *stagione piovosa*.

La **figura 4** riporta la variabilità delle precipitazioni della Sardegna dal 1870 al 2012, al fine di evidenziare eventuali trend di lungo periodo. Il grafico si avvale di un insieme di misure storiche relative all'ultima parte del XIX secolo e alla prima parte del XX che sono state recentemente acquisite dalla banca-dati agrometeoclimatica dell'ARPAS e che hanno permesso di estendere indietro di quasi 60 anni il monitoraggio del clima della Sardegna[2].

Come si può osservare, nei decenni tra il 1870 e il 1980 le precipitazioni della Sardegna hanno avuto una marcata variabilità temporale tra un anno e l'altro, ma priva di trend. Nell'ultimo ventennio del XX secolo, invece, le piogge mostrano un lungo periodo di deficit che si è definitivamente chiuso, lasciando il posto a una variabilità ancora una volta *normale* che ha caratterizzato l'inizio del XXI secolo.

[2] L'attività si svolge nell'ambito del Progetto RESMAR, parzialmente finanziato dal Programma Operativo Italia-Francia *Marittimo* dell'Unione Europea.

La **figura 5** mostra, invece, la variabilità secolare del numero di giorni piovosi. Per questa seconda grandezza si è preferito non avvalersi dei dati precedenti il 1930.

Dalle due figure si può evincere che il 2011-2012 è stata un'annata di piogge modeste, analoga ad altre situazioni verificatesi nel decennio appena trascorso, ma meno critica rispetto al biennio 2006-2008.

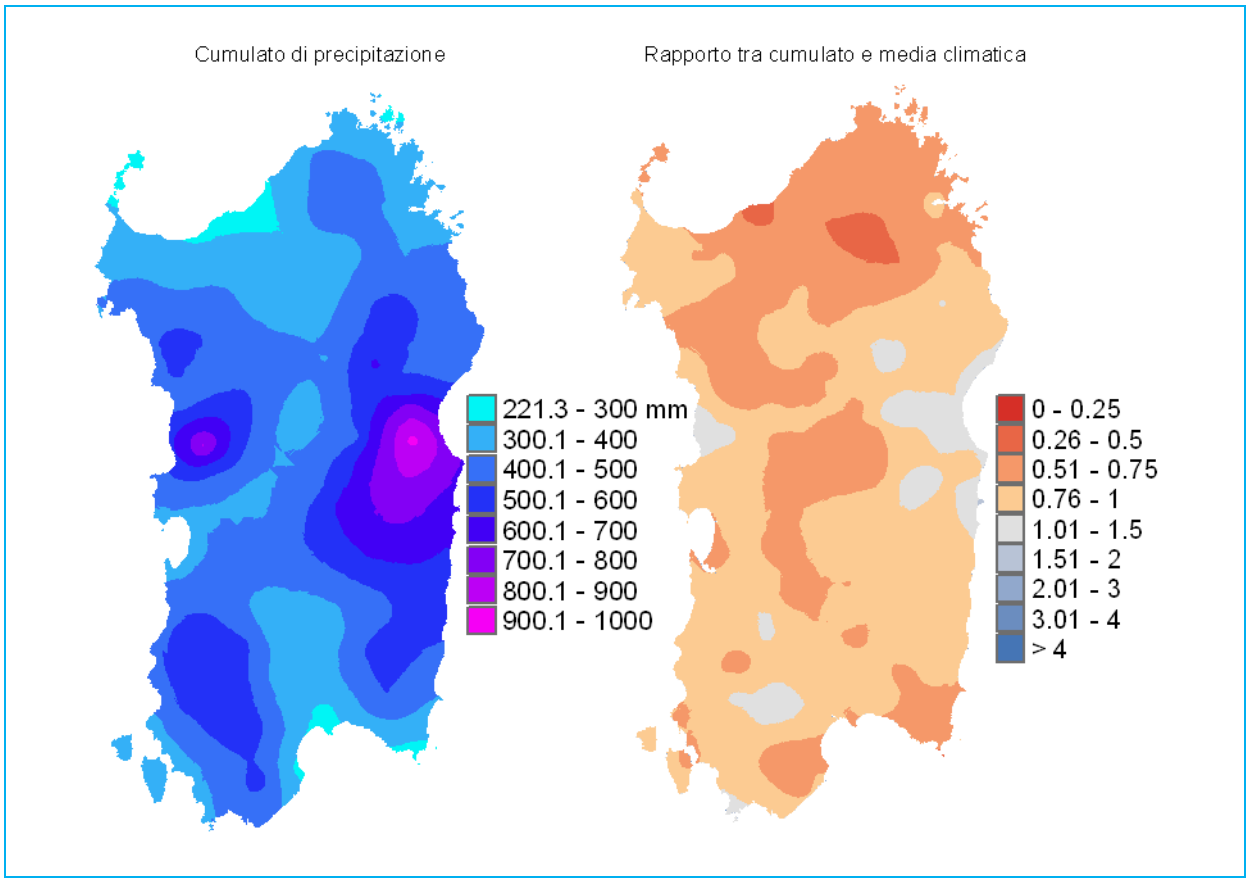
La neve ha interessato solo i mesi di dicembre, gennaio e febbraio. Tuttavia, mentre nei primi due è caduta in maniera sporadica, a febbraio 2012 la neve è stata eccezionalmente abbondante, arrivando a cadere anche su località costiere come Stintino e Alghero che vengono interessate da questo fenomeno solo una volta ogni qualche decennio.

La **figura 6** mostra il numero di giorni con copertura nevosa tra novembre e marzo. La **figura 7** concentra l'attenzione sulle eccezionali nevicate di febbraio[3].

Come si può osservare, la neve è stata presente almeno per un giorno in tutto il centro-Nord della Sardegna, incluse le zone costiere. Il manto nevoso del periodo, però, è risultato persistente nelle solo zone di montagna, in particolare il massiccio del Gennargentu, la catena del Marghine-Goceano, il Monte Limbara e, in misura minore, il Monte Linas. Su tutte queste zone, la neve ha interessato un numero di giorni compreso tra i 5 e i 20 (in misura crescente con la quota), quasi tutti nel mese di febbraio.

Un discorso a sé stante va fatto per le cime del Gennargentu, sulle quali la neve è rimasta tra i 20 e i 40 giorni, interessando dunque anche il bimestre dicembre-gennaio.

Figura 3: Cumulato di precipitazione in Sardegna da ottobre 2011 ad aprile 2012 e rapporto tra il cumulato e la media climatologica.



[3] Le nevicate di febbraio 2012 saranno descritte in maggiore dettaglio nel capitolo 3.4.3.å

Figura 4: Cumulato di precipitazione in Sardegna nel periodo ottobre-settembre, dal 1870 al 2012.

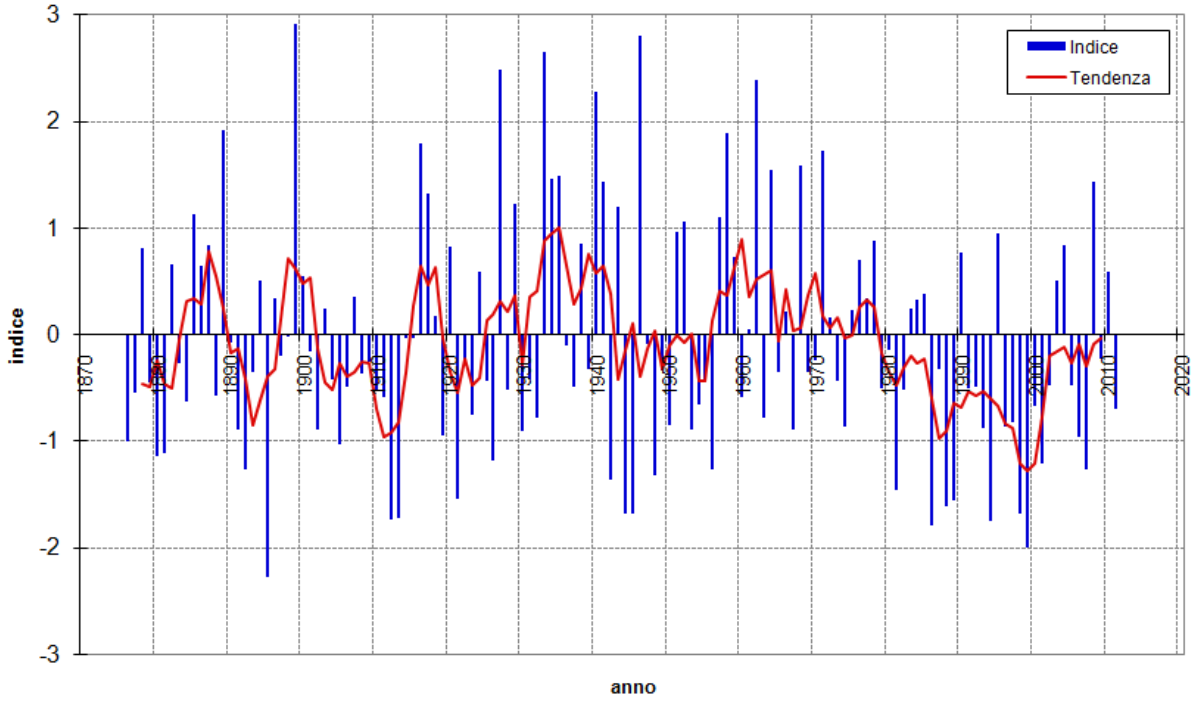


Figura 5: Numero di giorni piovosi in Sardegna nel periodo ottobre-settembre, dal 1930 al 2012.

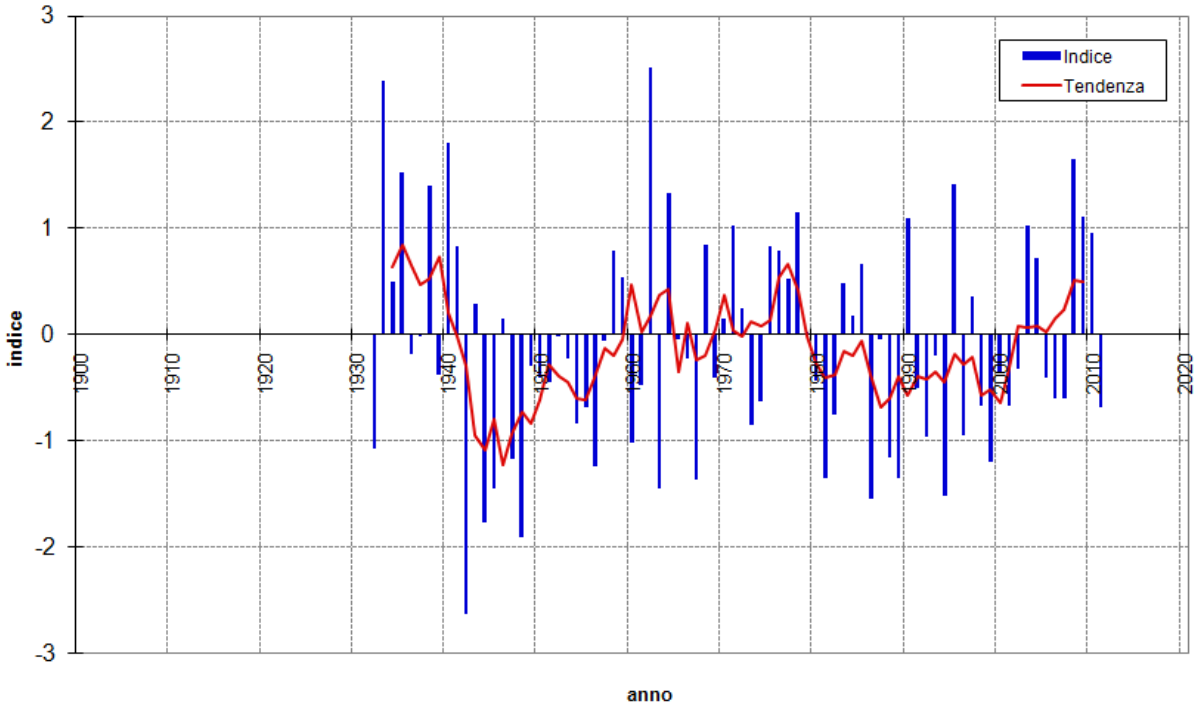


Figura 6: Numero di giorni con copertura nevosa sulla base delle informazioni estratte dalle immagini del satellite MSG: quadrimestre dicembre-marzo. Si osservi che in alcune zone costiere del centro-Sud della Sardegna sono presenti dei falsi valori superiori a 1.

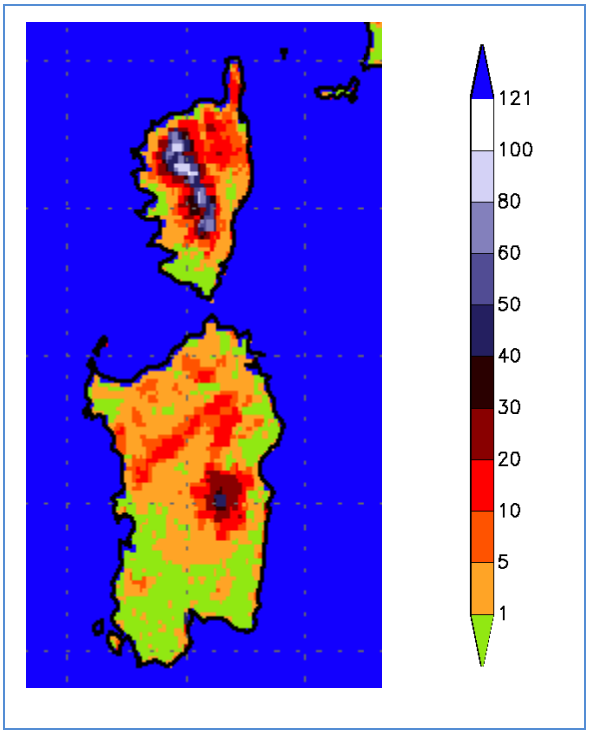
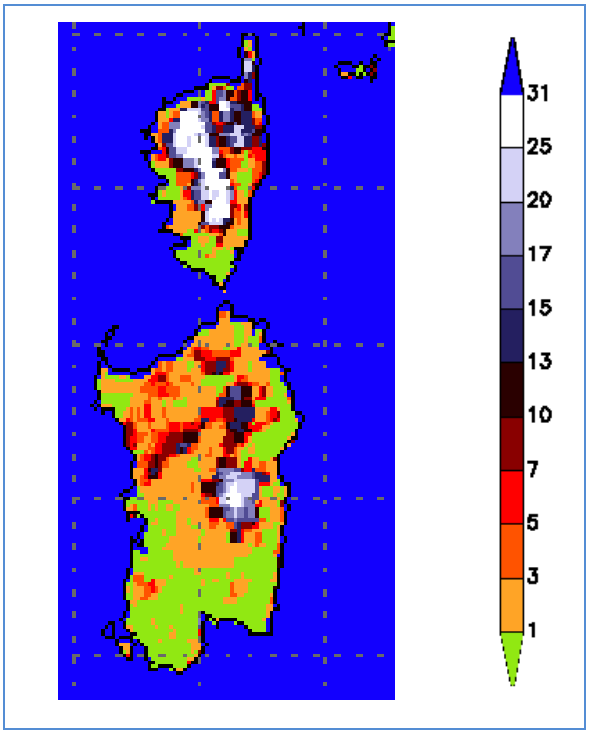


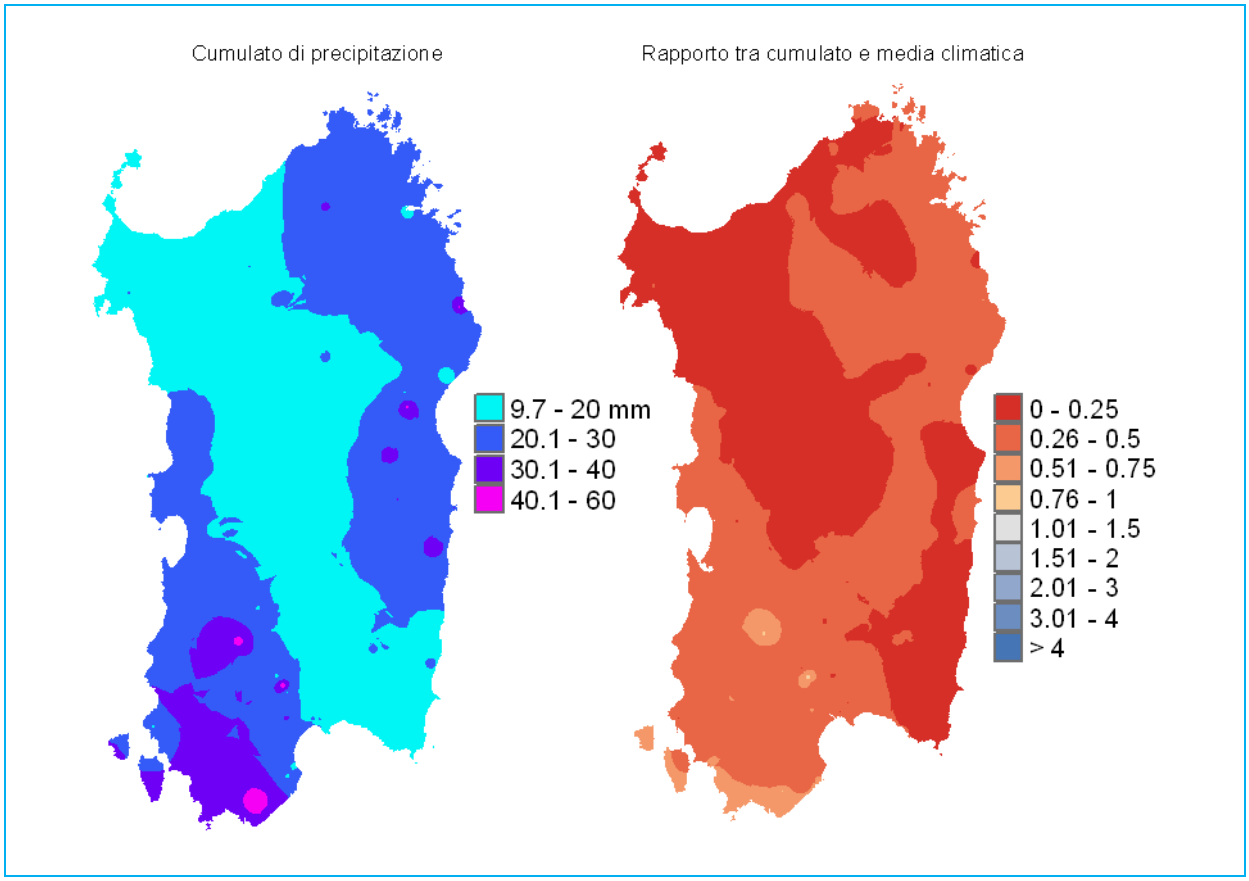
Figura 7: Numero di giorni con copertura nevosa sulla base delle informazioni estratte dalle immagini del satellite MSG: solo mese di febbraio. Si osservi che in alcune zone costiere del centro-Sud della Sardegna sono presenti dei falsi valori superiori a 1.



2.2. Precipitazioni mensili e stagionali

Ottobre 2011 (figura 8) risulta decisamente secco. I cumulati mensili su quasi tutta l'isola spaziano dai 10 ai 40 mm; su qualche stazione del Nord-Ovest, del Basso Campidano e della piana di Ottana sono scesi sotto i 10 mm. Se confrontati con la media climatologica, i cumulati di ottobre corrispondono al 20%-40% di essa. Anche il numero di giorni piovosi è stato basso, compreso quasi ovunque tra 2 e 5, tranne sulla costa Sud-Orientale e sul Sulcis-Iglesiente dove raggiungono i 6-7.

Figura 8: Precipitazioni del mese di ottobre 2011.



La piogge di **novembre** (figura 9) risultano molto abbondanti, ma poco frequenti. I cumulati di precipitazione mostrano valori tra i 90 mm e i 130 mm sulla provincia di Sassari e in tutta la parte centrale dell'Isola; crescono sino a 170-200 mm in Gallura e nella parte sudoccidentale della Sardegna; superano i 200 mm, con punte di oltre 400 mm, su Baronia, Ogliastra, Barbagia di Belvì, Barbagia di Seùlo e Gerrei.

Nella parte centrale e nord-occidentale della Sardegna si tratta di valori in linea con la climatologia o superiori ad essa sino a +60%. Sulla Sardegna orientale e meridionale, invece, i cumulati risultano tra le due e le cinque volte la media climatologica di novembre.

Le piogge si sono distribuite su 7-8 giorni in quasi tutta la Sardegna; tale valore risulta di poco inferiore alla media climatologica. Fanno eccezione la parte orientale e meridionale dell'Isola, sulle quali è piovuto tra i 10 e i 14 giorni, cioè in linea o al di sopra della media stagionale.

A **dicembre** (figura 10) il cumulato mensile spazia dai 20-30 mm della costa orientale ai 130-140 mm circa della Barbagia, del Montiferru e del Sassarese; sul resto dell'Isola i valori sono compresi tra 50 e 90 mm. Da un confronto coi cumulati climatologici, i valori risultano sotto media quasi ovunque; in particolare la costa orientale che non raggiunge il 40% della media. Fanno eccezione il Montiferru, il Sassarese (con punte di 1.6 volte la media) e la Barbagia (valori intorno alla media).

Il giorni piovosi, invece, vanno da un minimo di 5 nella costa orientale e di 8 nel Campidano, a 12-14 in tutto il centro e Nord Sardegna e nell'Iglesiente. Essi corrispondono a 0.6-0.8 volte la media sulla costa orientale e a circa 1.5 volte la media su molte zone del centro e Nord Sardegna.

Il trimestre ottobre-dicembre nel suo complesso è risultato in linea con la media climatologica e, pertanto, il suo valore è di scarso interesse rispetto all'andamento di lungo periodo mostrato in figura 11.

Figura 9: Precipitazioni del mese di novembre 2011.

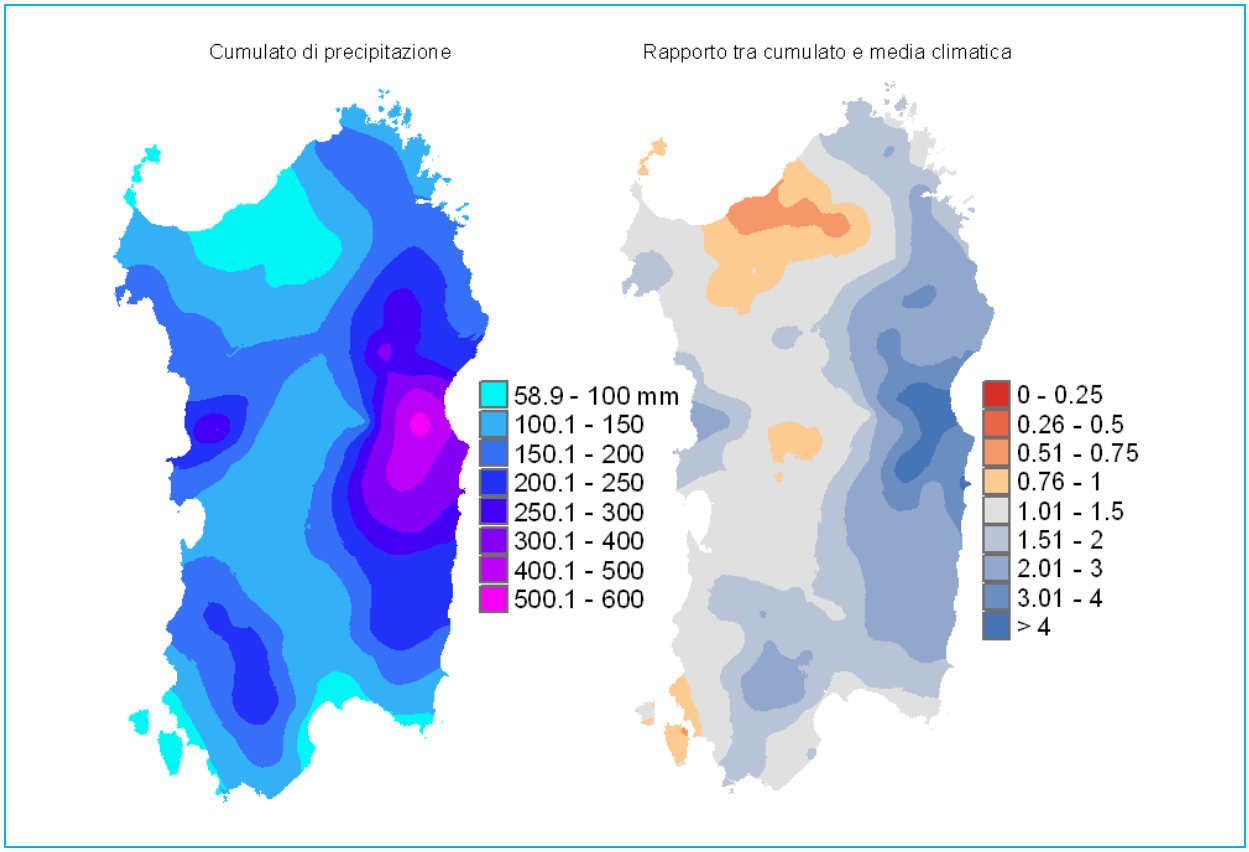


Figura 10: Precipitazioni del mese di dicembre 2011.

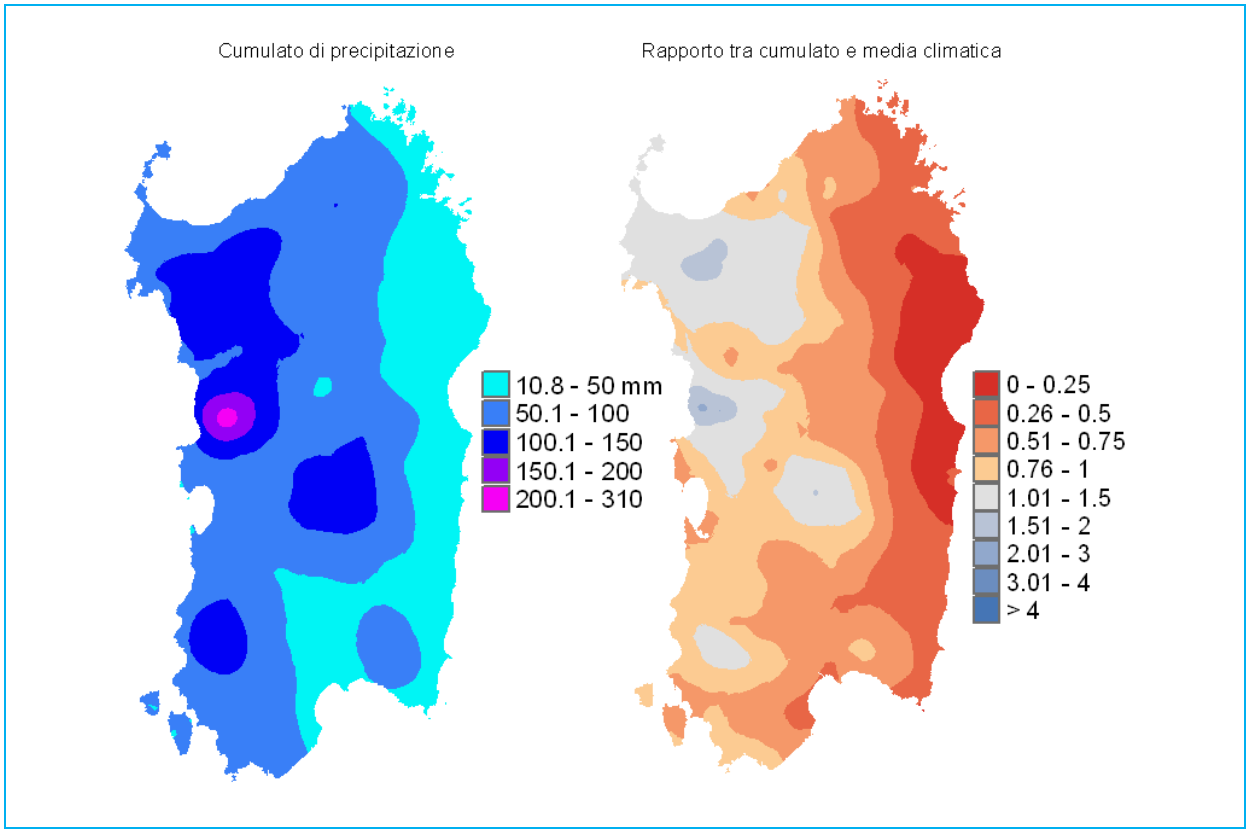
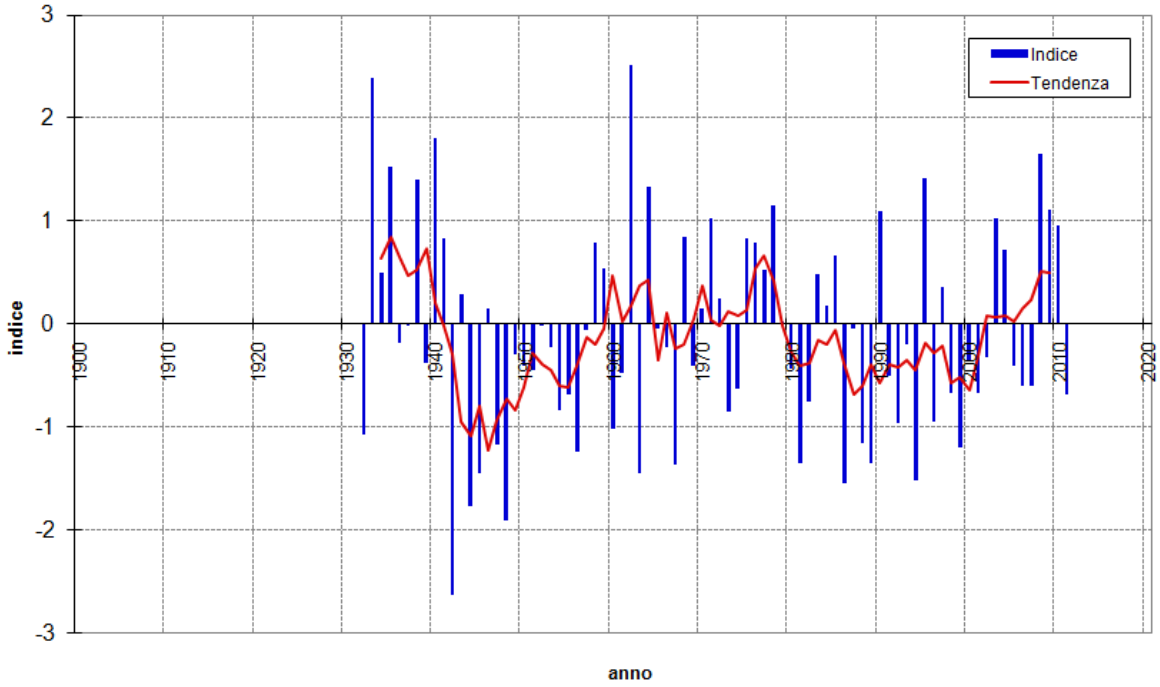


Figura 11: Cumulato di precipitazione in Sardegna nel periodo ottobre-dicembre, dal 1930 al 2011.



Le piogge di **gennaio** 2012 (figura 12) sono state modeste e hanno interessato prevalentemente la costa orientale. I cumulati del mese vanno dai 20-30 mm della parte centrale e sud-orientale della Sardegna, agli oltre 50 mm di Ogliastra e Baronia. Nella metà occidentale dell'Isola si tratta di valori pari a meno della metà della media climatologica; sulla parte orientale, invece, i cumulati vanno oltre il 60% della media, arrivando al 100% in due sole stazioni meteorologiche.

Le piogge si sono distribuite su un numero di giorni compresi tra 4 e 7. Anche in questo caso si tratta di valori inferiori alla media del mese.

Le precipitazioni di **febbraio** (figura 13) sono state caratterizzate da abbondanti nevicate che hanno interessato l'intera Isola. Considerato, dunque, che la strumentazione non è adatta a misurare in maniera precisa questo fenomeno, i cumulati di precipitazione del mese sono da considerarsi sottostimati per le aree poste al di sopra dei 600-800 metri, cioè dove le nevicate sono state più abbondanti.

Fatto salvo quanto citato in premessa, emerge comunque che il cumulato mensile è stato sotto media su tutta l'isola, fatta eccezione per la costa sud-orientale dove sono stati superati i 100 mm corrispondenti a circa 1.3 volte il valore climatologico. Sul resto della Sardegna, invece, i cumulati risultano tra 40 e 80 mm, corrispondenti a circa il 60%-80% della media climatologica.

Le precipitazioni cumulate sul mese di **marzo** (figura 14) hanno superato i 10 mm sulla parte occidentale della Sardegna, con valori superiori a 20 mm sul Medio e Alto Campidano e sull'Iglesiente. Sulla Sardegna centro-orientale e sulla costa settentrionale dell'Isola, invece, le precipitazioni sono state inferiori ai 10 mm o addirittura assenti. Sulla parte occidentale dell'Isola si tratta di valori pari a circa il 20% della media mensile; altrove il confronto tra i cumulati di marzo e la media climatologica si situa tra 0 e 20%.

Le piogge si sono distribuite tra 1 e 3 giorni; quasi ovunque si è trattato di un numero di giorni tra il 20% e il 40% della media climatologica.

Il confronto con la variabilità secolare (figura 15) mostra che il trimestre gennaio-marzo è stato molto secco, anche tenendo conto della sottostima delle precipitazioni dovuta alla neve di febbraio.

Figura 12: Precipitazioni del mese di gennaio 2012.

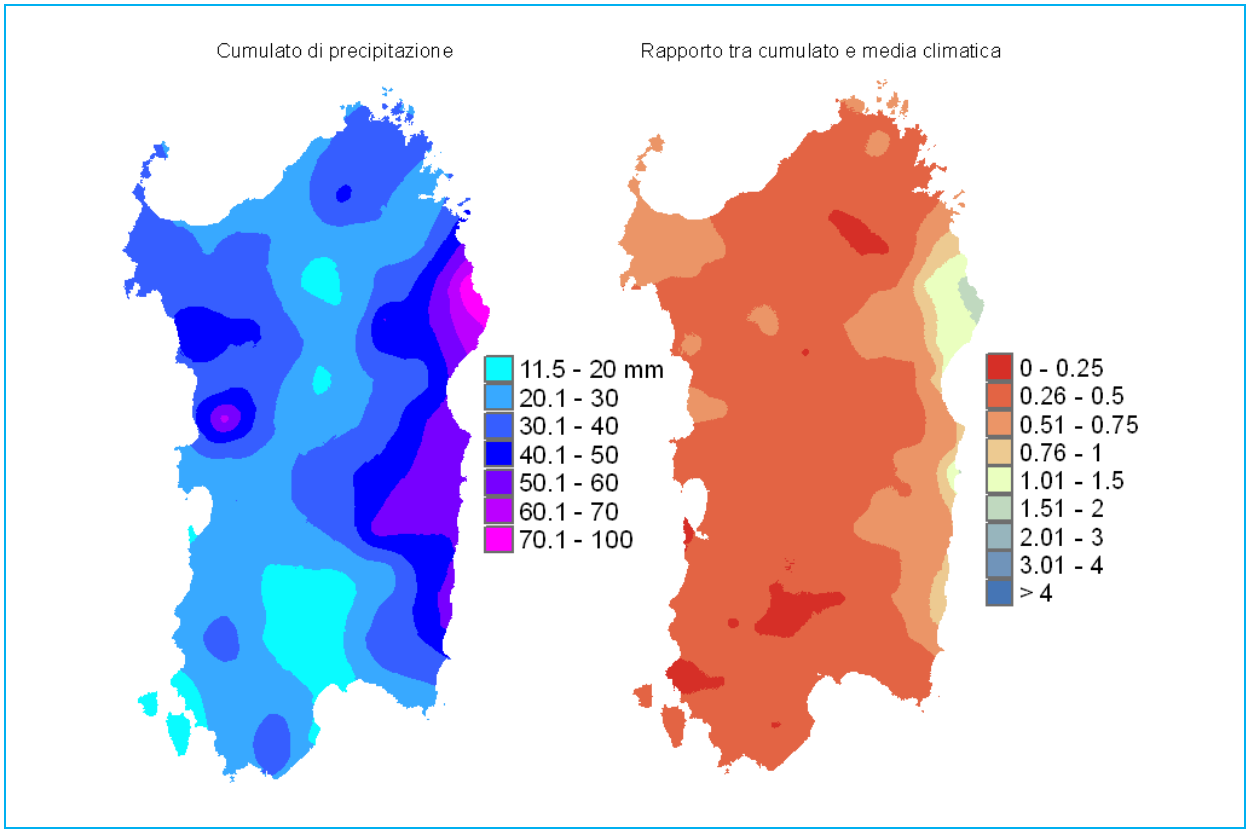


Figura 13: Precipitazioni del mese di febbraio 2012.

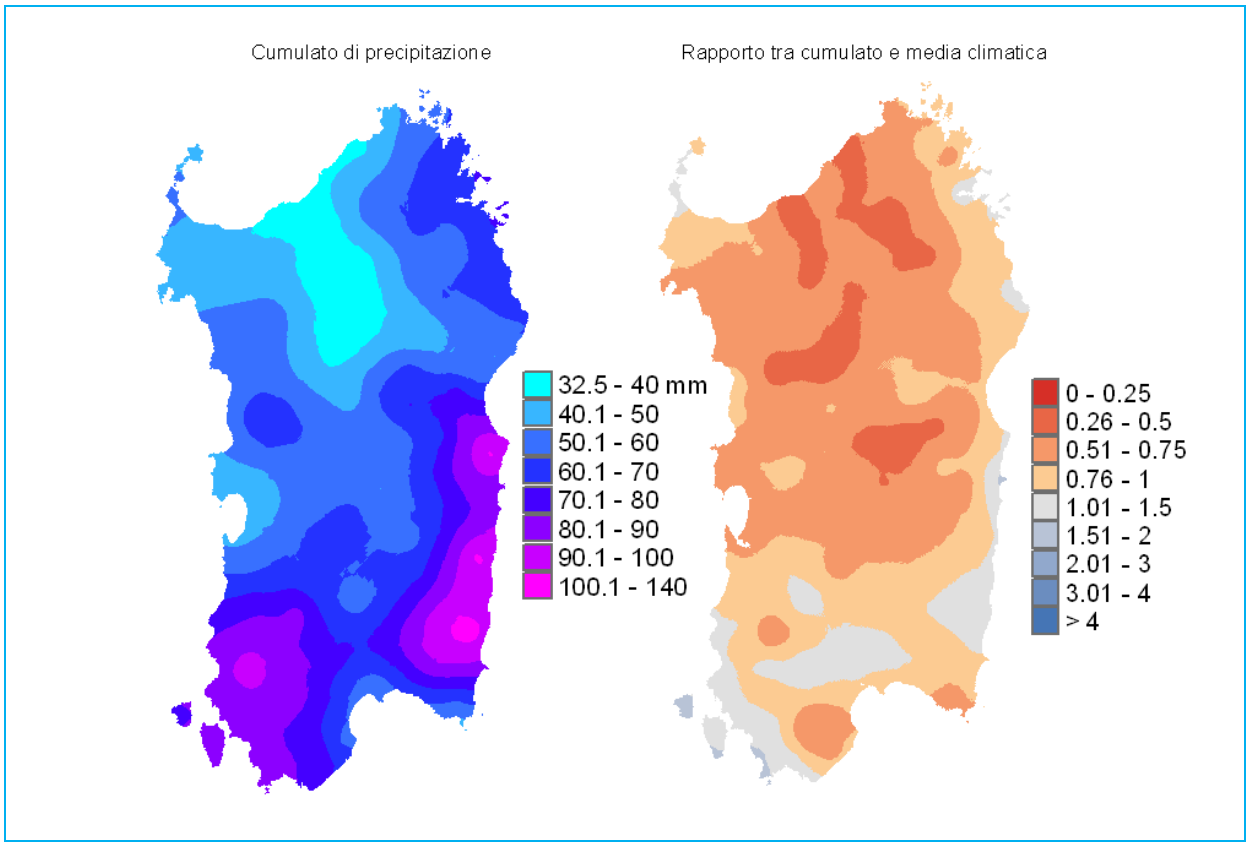


Figura 14: Precipitazioni del mese di marzo 2012.

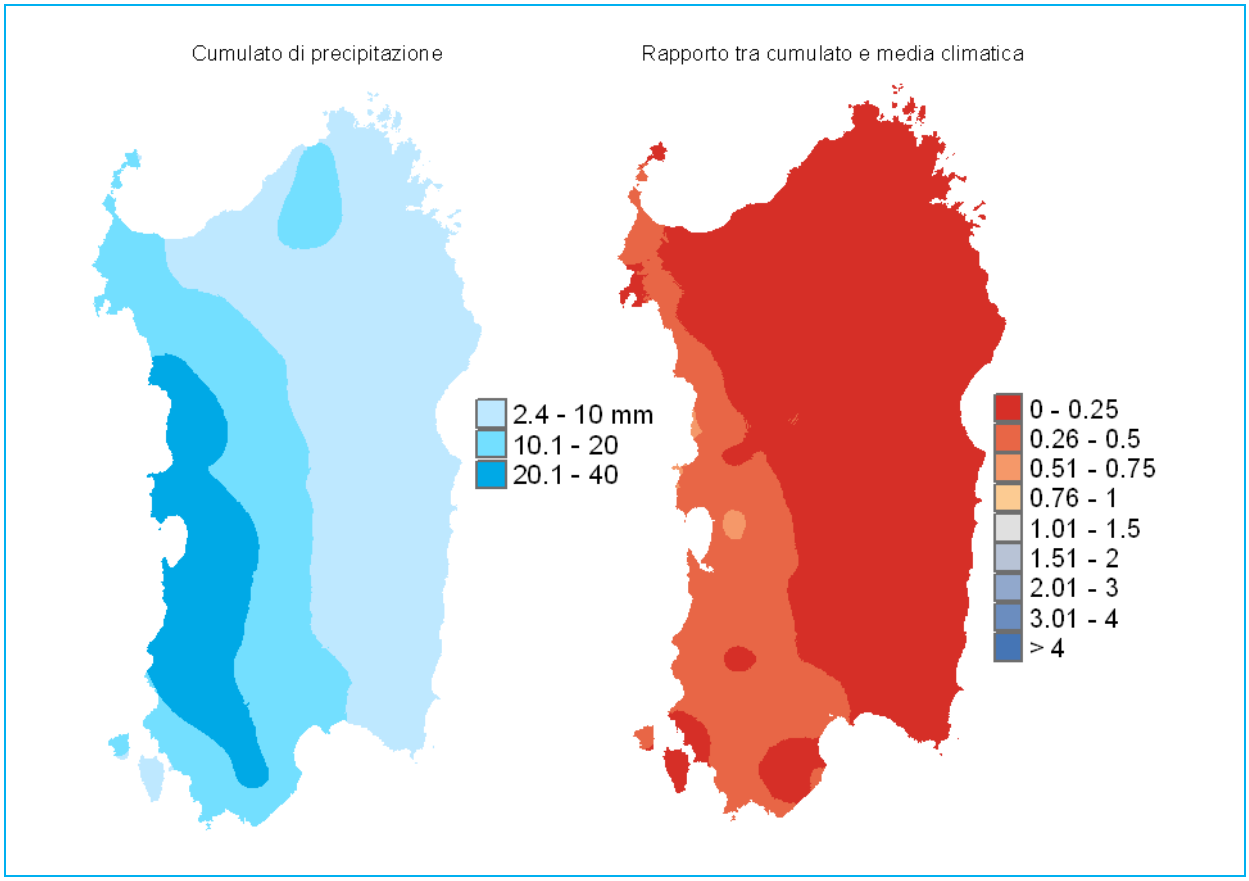
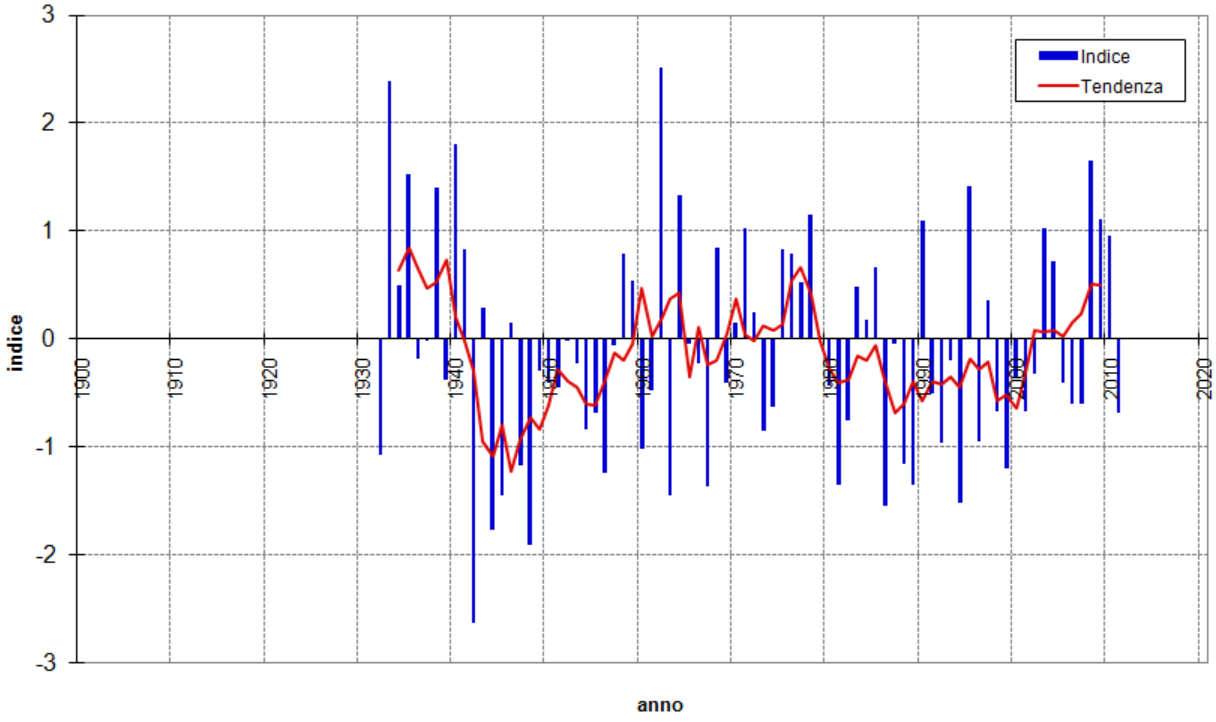


Figura 15: Cumulato di precipitazione in Sardegna nel periodo gennaio-marzo dal 1930 al 2012.



Il mese di **aprile** (figura 16) risulta piovoso su quasi tutta la Sardegna. I cumulati mensili più alti sono stati registrati in Ogliastra, grazie all'evento intenso del giorno 13; su questa area essi hanno superato

i 140 mm, corrispondenti a 2.2 volte la media climatologica. Sul resto dell'Isola i cumulati spaziavano da poco meno di 40 mm delle coste settentrionali, corrispondenti circa alla media climatica, ai 110 mm del centro Sardegna, corrispondenti a 1.9 volte la media.

Il numero di giorni piovosi va dagli 8 di Campidano e Trexenta, in linea con il clima, ai 14 del Goceano e Montacuto, equivalenti a 2 volte la media climatica.

Il confronto delle precipitazioni di aprile 2012 coll'andamento del secolo (figura 17) mostra che si è trattato di valori superiori alla media.

Le precipitazioni di **maggio** (figura 18) mostrano notevoli differenze tra le zone costiere orientali e meridionali e il resto dell'Isola: sulle prime le piogge non hanno superato i 50 mm; altrove si sono avute piogge decisamente più elevate, con cumulati superiori ai 170 mm su Planargia, Marghine e Logudoro. Nelle due zone costiere le piogge del mese risultano in linea con la climatologia; i cumulati mensili del resto dell'Isola sono risultati sopra media, sino a 4 volte il riferimento climatologico.

Il numero dei giorni piovosi di maggio mostra un andamento del tutto opposto: nelle provincie di Sassari e Oristano le piogge si sono concentrate su 5-6 giorni; nel Gennargentu e in provincia di Cagliari le giornate interessate da questo tipo di fenomeno sono state tra 7 e 10. Il confronto col clima mostra che si tratta di valori in linea con la media su tutto il Nord Sardegna, mentre altrove i valori arrivano sino al doppio della climatologia.

Il mese di **giugno** (figura 19) è stato decisamente secco su tutta la Sardegna. L'80% delle stazioni infatti ha registrato cumulati mensili sotto la soglia di 1 mm, mentre le restanti hanno riportato cumulati mensili per lo più di 1 o 2 mm.

Le precipitazioni di **luglio** (figura 20) si sono concentrate nei giorni 22 e 23, per effetto dell'unica pioggia intensa dell'intero mese che ha investito le zone collinari e montane della Sardegna orientale, oltre alla Nurra.

I cumulati mensili di precipitazione, dunque, risultano prossimi a 0mm sulla metà occidentale dell'Isola e superiori a 10 mm (con massimi sino ad oltre 30 mm) sulla meta orientale. Il numero di giorni piovosi è pari a 1-2 nelle aree interessate dall'evento dei giorni 22-23 e 0-1 altrove.

Figura 16: Precipitazioni del mese di aprile 2012.

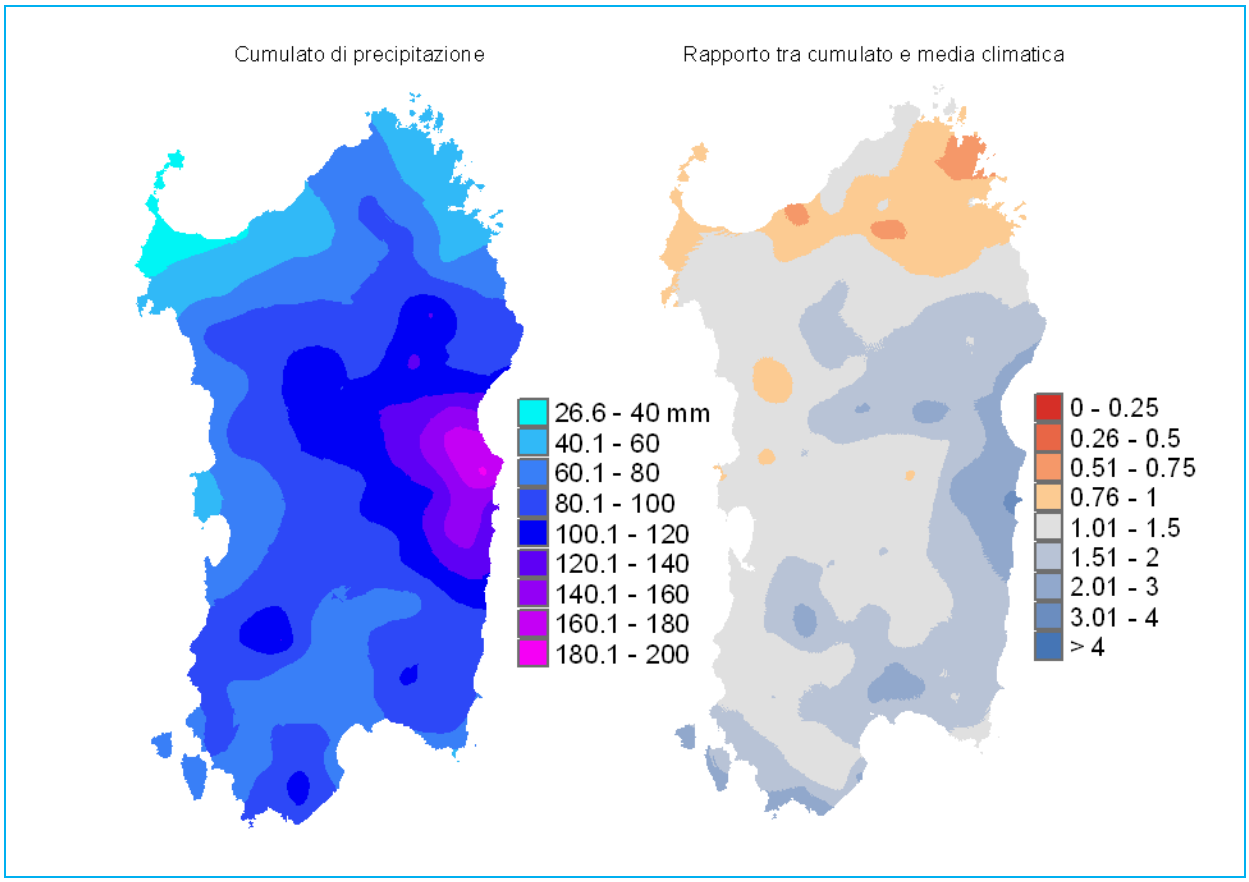


Figura 17: Cumulato di precipitazione in Sardegna nel mese di aprile dal 1930 al 2012.

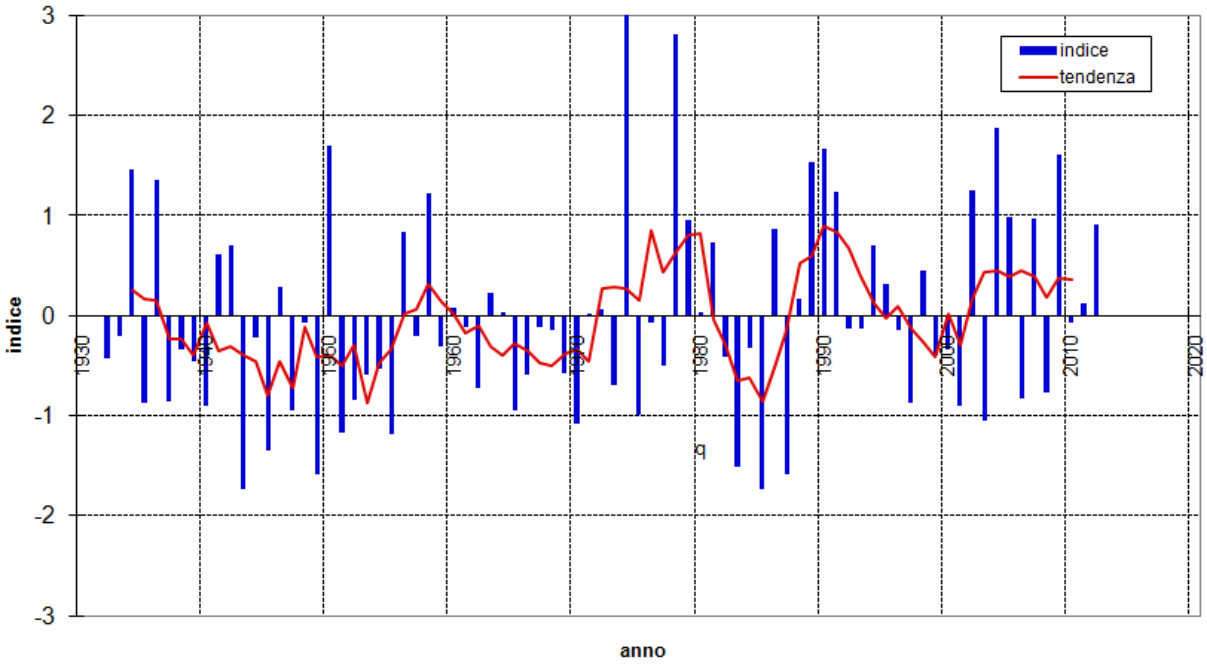


Figura 18: Precipitazioni del mese di maggio 2012.

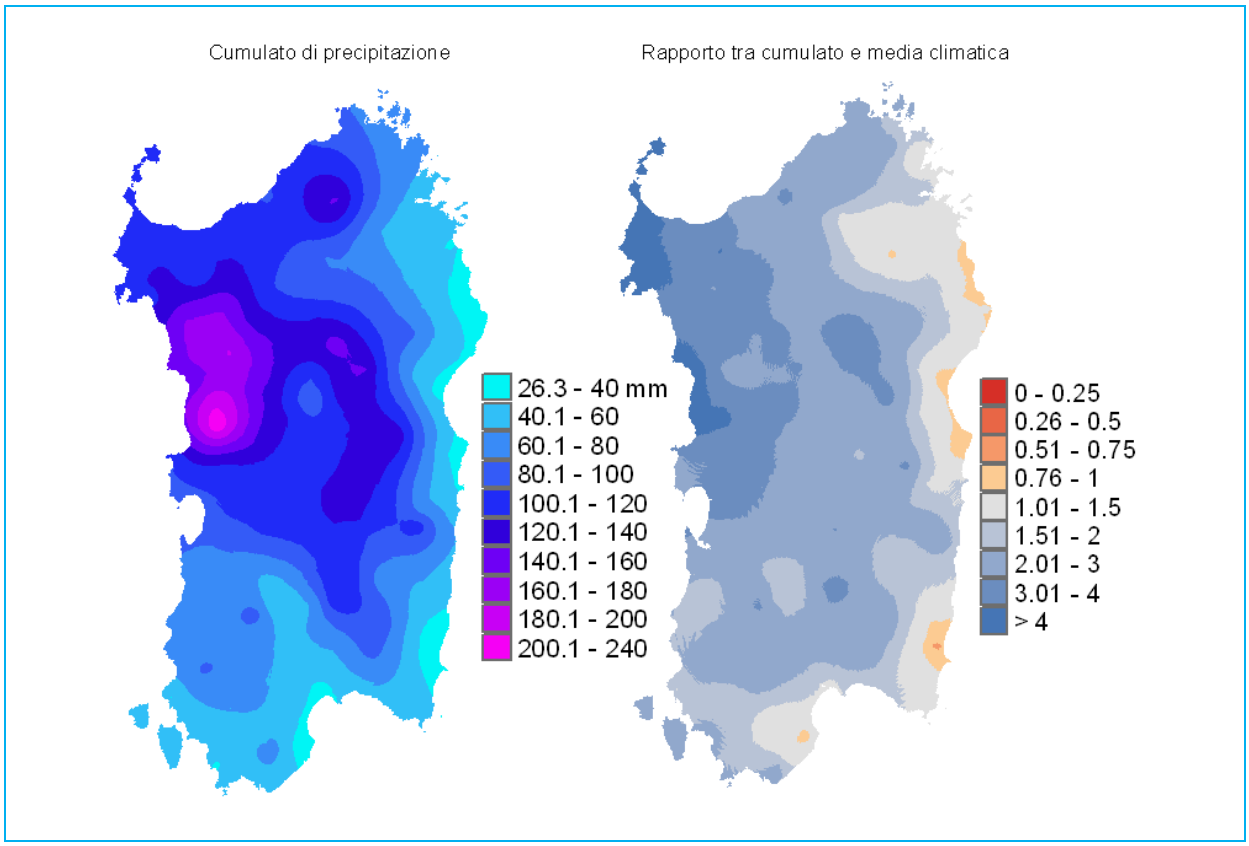


Figura 19: Precipitazioni del mese di giugno 2012.

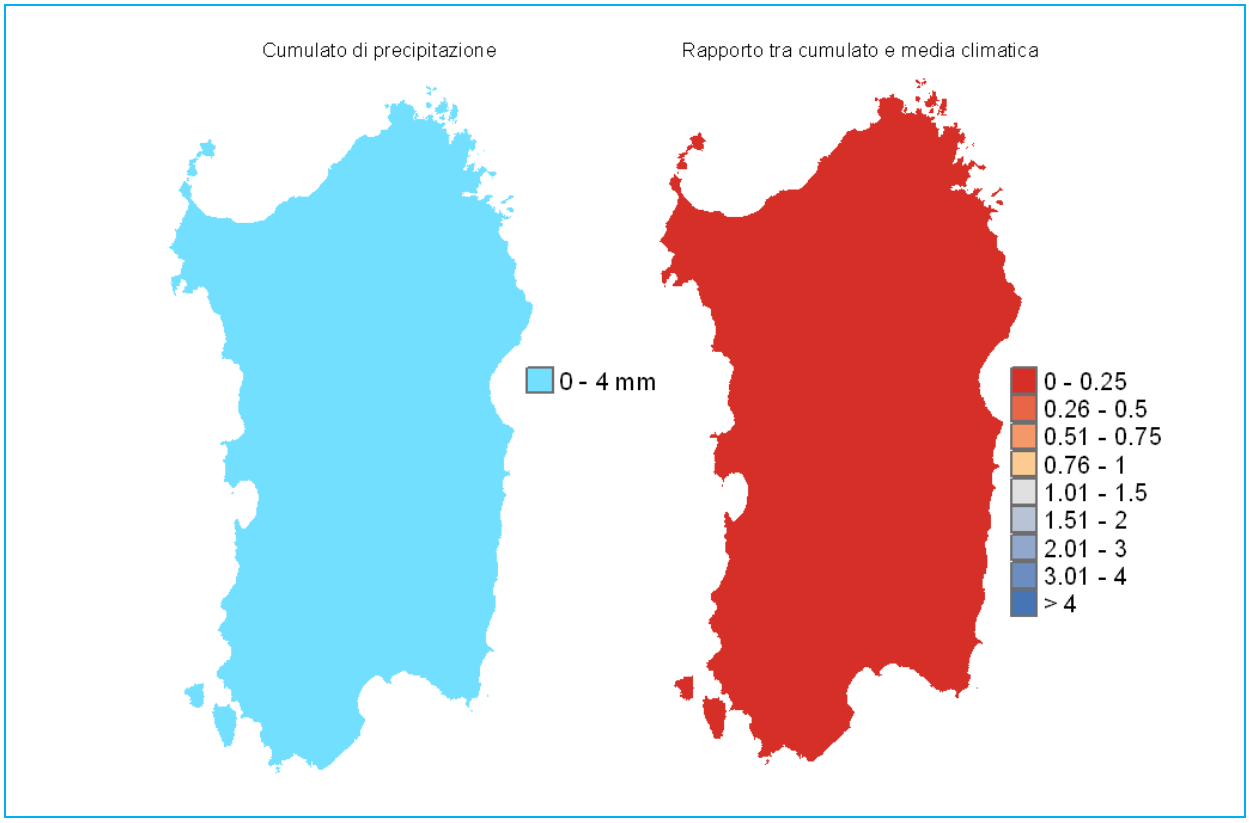
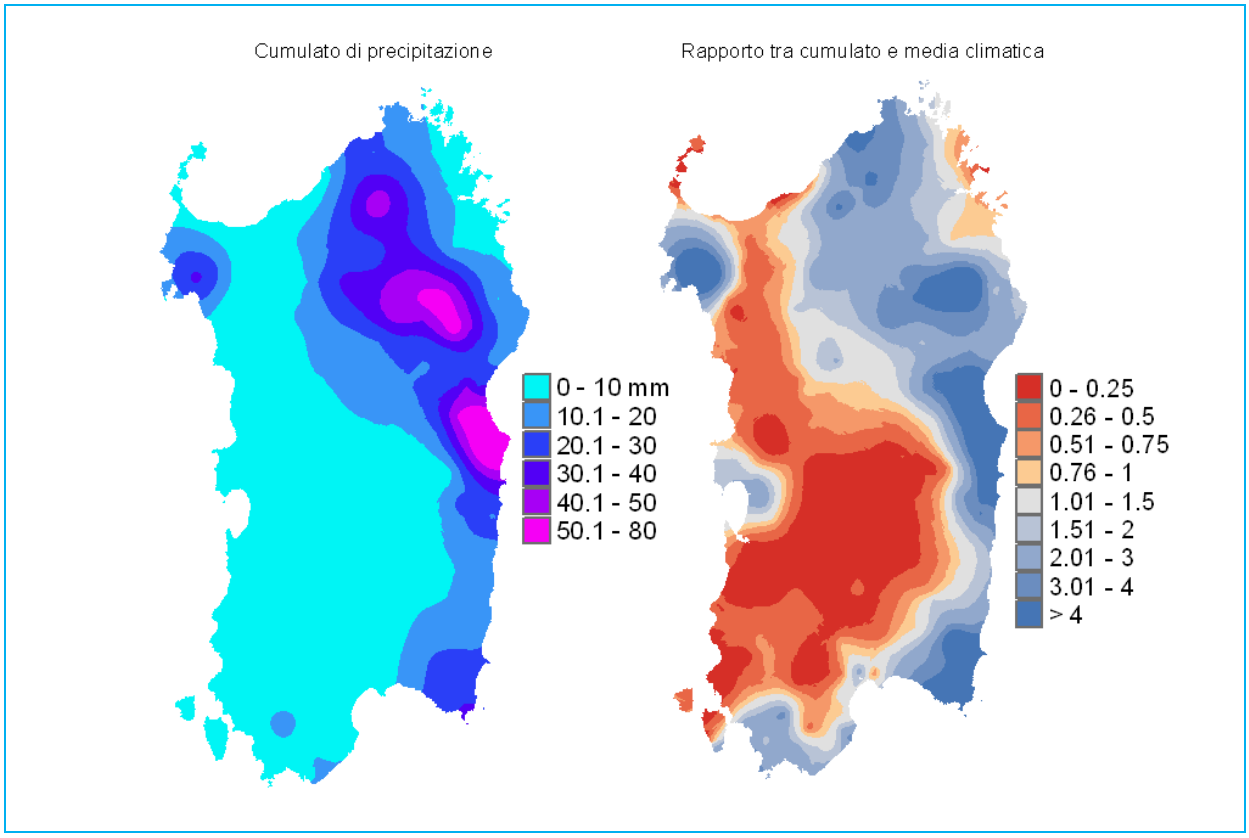


Figura 20: Precipitazioni del mese di luglio 2012.



Ad agosto su tutta l'Isola le precipitazioni sono state assenti o quasi (**figura 21**). Qualche isolato debole rovescio si è verificato a fine mese, ma non è stato intercettato dalla rete pluviometrica e non può essere quindi quantificato.

Nel bilancio delle piogge di **settembre** (**figura 22**) pesa in maniera preponderante l'evento alluvionale occorso i giorni tra il 2 e il 5 e che ha investito il Nord-Est della Sardegna. I cumulati mensili, dunque, sono compresi tra i 10 e i 40 mm nelle province centro-meridionali dell'Isola e risultano tra i 40 e i 90 mm in Provincia di Sassari; sulla provincia di Tempio-Olbia, infine, essi mostrano un gradiente crescente dai circa 50 mm agli oltre 200 mm. Tali cumulati sono inferiori alla media climatologica sulle province centro-meridionali, mentre sono superiori sino a sei volte sulle altre due province.

Le piogge hanno interessato tra i 3 e gli 8 giorni del mese di settembre.

Nel complesso il periodo maggio-settembre è stato superiore alla media climatologica, in maniera analoga ad altri anni passati (**figura 23**).

Figura 21: Precipitazioni del mese di agosto 2012.

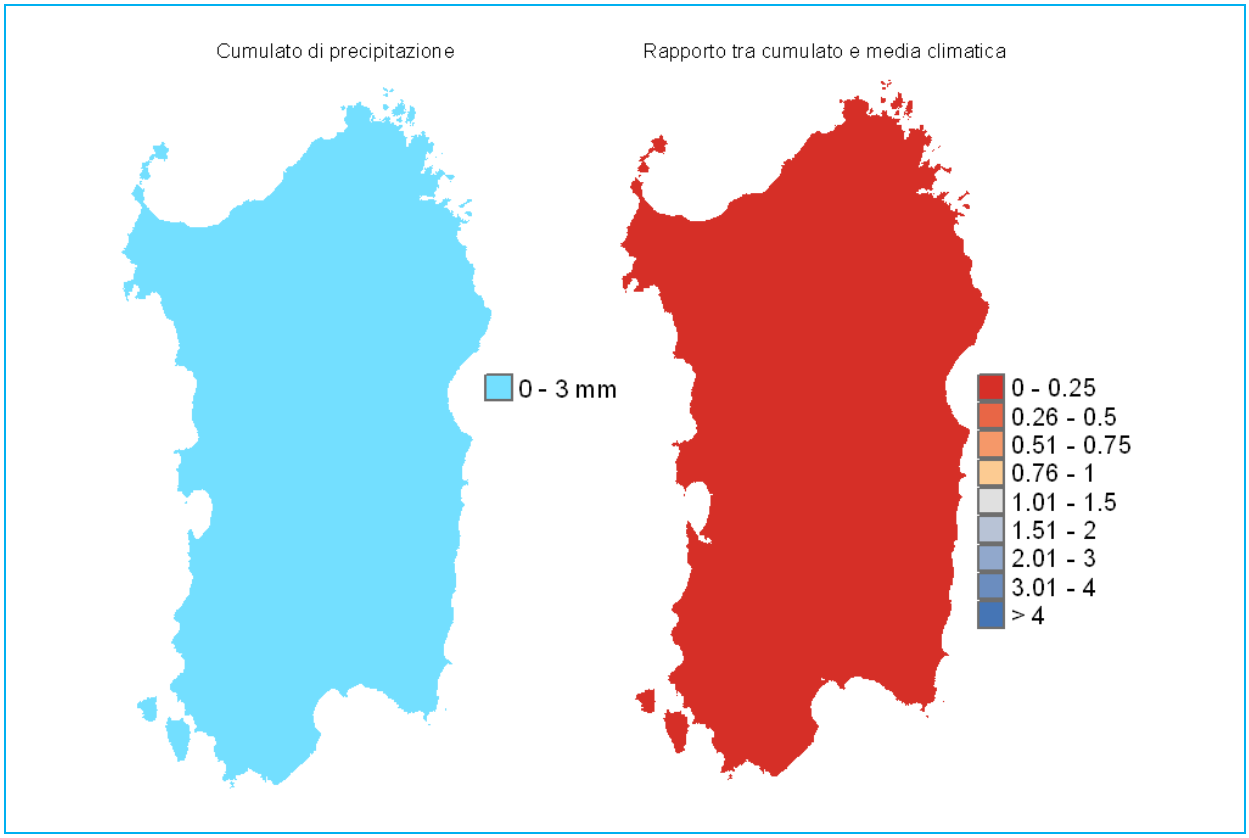


Figura 22: Precipitazioni del mese di settembre 2012.

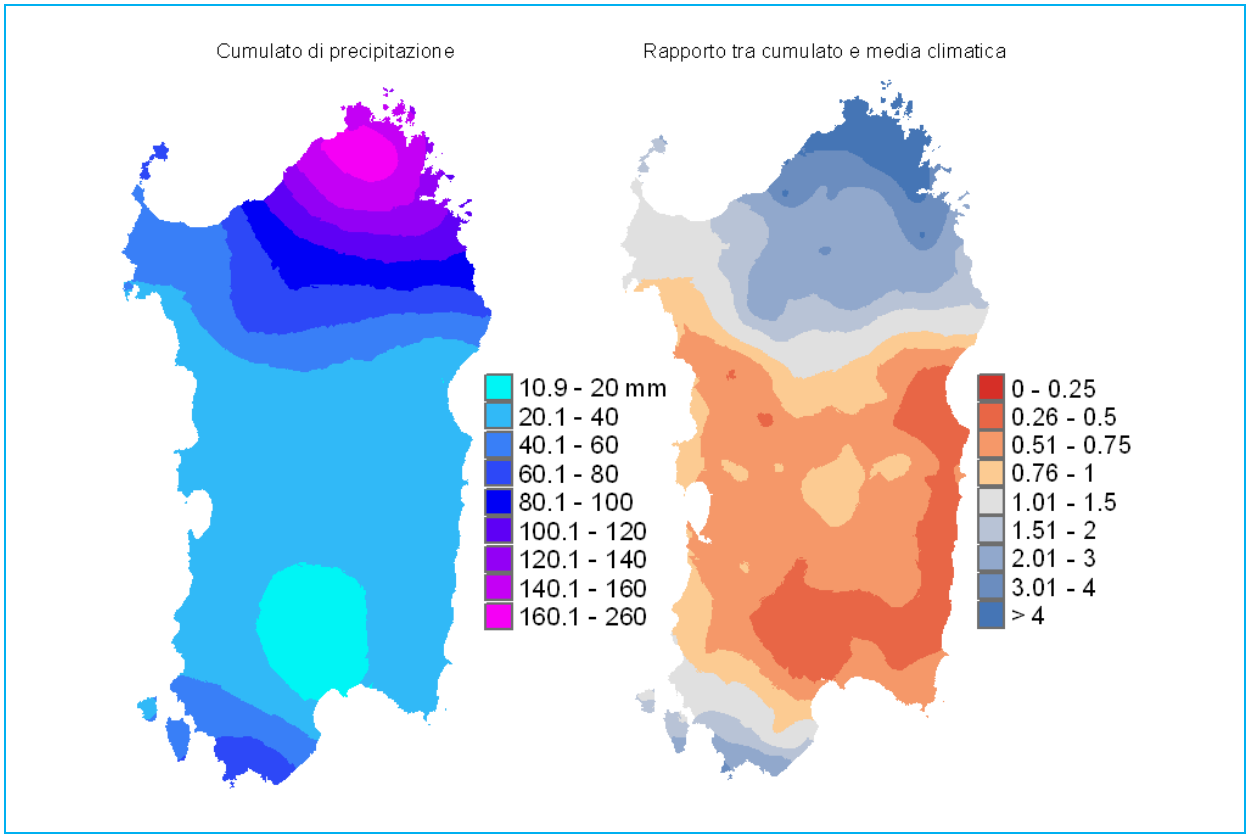
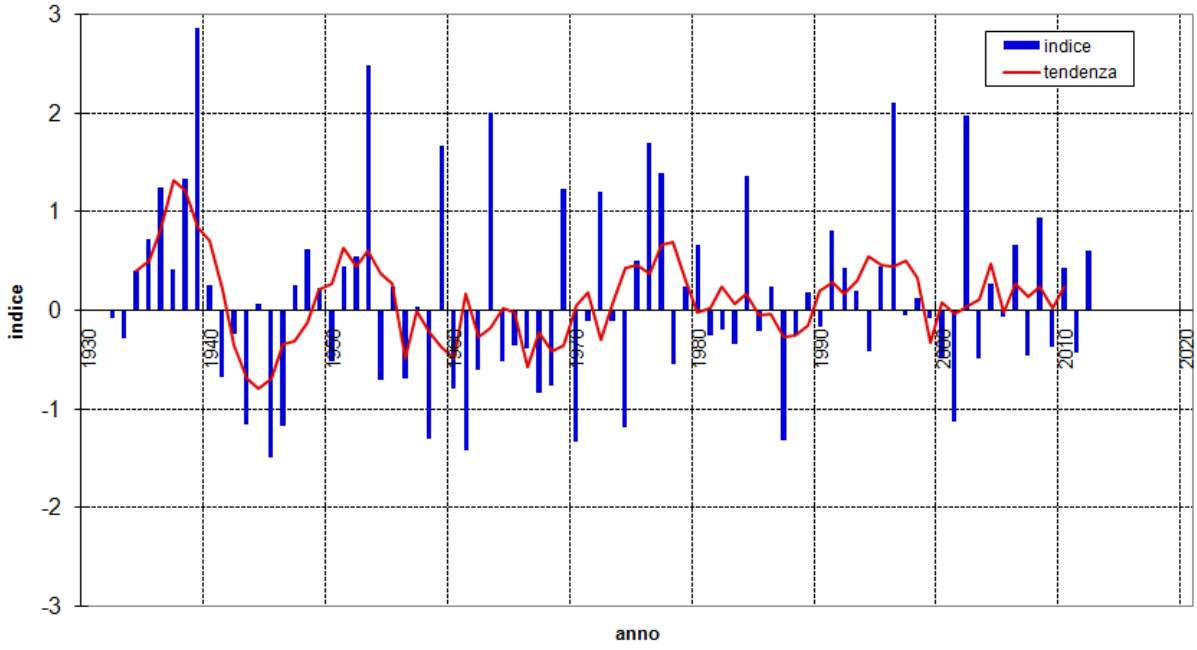


Figura 23: Cumulato di precipitazione in Sardegna nel periodo maggio-settembre dal 1930 al 2012.



2.3. Precipitazioni giornaliere

L'analisi delle piogge giornaliere e della loro successione nell'arco dei mesi considerati consente di evidenziare sia il contributo dei singoli eventi piovosi sul bilancio annuale delle precipitazioni, sia la durata dei periodi secchi caratterizzati da assenza di piogge. Considerando infatti la natura intrinseca delle precipitazioni delle nostre latitudini, spesso singoli eventi molto intensi sono in grado di pesare in maniera significativa anche sul bilancio annuale. Inoltre, a parità di cumulati mensili e stagionali, l'entità e la frequenza degli eventi giornalieri può produrre conseguenze differenti nelle diverse componenti del sistema idrologico di un territorio (deflussi superficiali, percolazione nelle falde, contenuto idrico dei suoli, ecc …).

L'analisi delle piogge giornaliere del periodo ottobre 2011 – settembre 2012 è effettuata per mezzo di grafici relativi a 6 stazioni rappresentative (**figure 24-29**), che riportano oltre ai singoli valori giornalieri, l'accumulo progressivo delle precipitazioni confrontato con il cumulato medio, calcolato sul trentennio di riferimento 1961-90, e con i percentili 5°, 20°, 80° e 95° della medesima serie storica. Tale rappresentazione permette di evidenziare la distribuzione dei diversi eventi piovosi e l'anomalia rispetto alle condizioni climatiche.

Dai grafici si evidenzia come in generale, nel trimestre autunnale, l'accumulo progressivo delle piogge (linea blu) sia prossimo a quello medio climatico (linea verde), tranne che per la stazione di Sadali che presenta un accumulo di precipitazioni superiore alla media e per la stazione di Luras che mostra un accumulo inferiore.

Nel primo trimestre 2012 la curva del cumulato di pioggia rimane intorno alla media per Decimomannu (Basso Campidano), Oliena (Barbagia di Ollolai) e Sadali (Barbagia di Seulo). Su Olmedo (Nurra) e Palmas Arborea (Alto Campidano), invece, le piogge del trimestre portano l'accumulo verso un leggero deficit idrico. La stazione di Luras (Gallura), infine, mostra una situazione di reale criticità, poiché la linea del cumulato raggiunge valori corrispondenti al 5°percentile alla fine del trimestre.

Nel secondo trimestre 2012 gli accumuli progressivi di pioggia mostrano, in generale, un recupero fino a riportarsi in prossimità della media climatica o al di sopra, come nel caso di Olmedo e Decimomannu. Solo la stazione di Luras continua a mostrare un deficit pluviometrico significativo. Nel terzo trimestre 2012 le curve dei cumulati si sono mantenute in generale sui livelli raggiunti nel mese di giugno. Le stazioni del Nord Sardegna, Olmedo e soprattutto Luras, hanno mostrato in questo periodo incrementi sensibili. In particolare il grafico della stazione di Luras mostra chiaramente l'effetto delle piogge del 3-4 settembre che hanno compensato una situazione che fino a fine agosto era rimasta di deficit idrico.

Dunque in quattro delle sei stazioni campione, Olmedo (**figura 24**), Sadali (**figura 27**), Palmas Arborea (**figura 28**) e Decimomannu (**figura 29**), le precipitazioni sono rimaste in sostanziale accordo con la climatologia per quasi tutto l'anno.

Nelle altre due stazioni, Oliena (**figura 26**) e Luras (**figura 25**), l'accumulo progressivo delle precipitazioni è stato deficitario. A Oliena questo si è manifestato a partire da gennaio, mentre a Luras il deficit pluviometrico si è protratto per l'intero anno, risultando particolarmente critico tra marzo e aprile.

Figura 24: Piogge giornaliere e cumulate - Stazione di Olmedo.

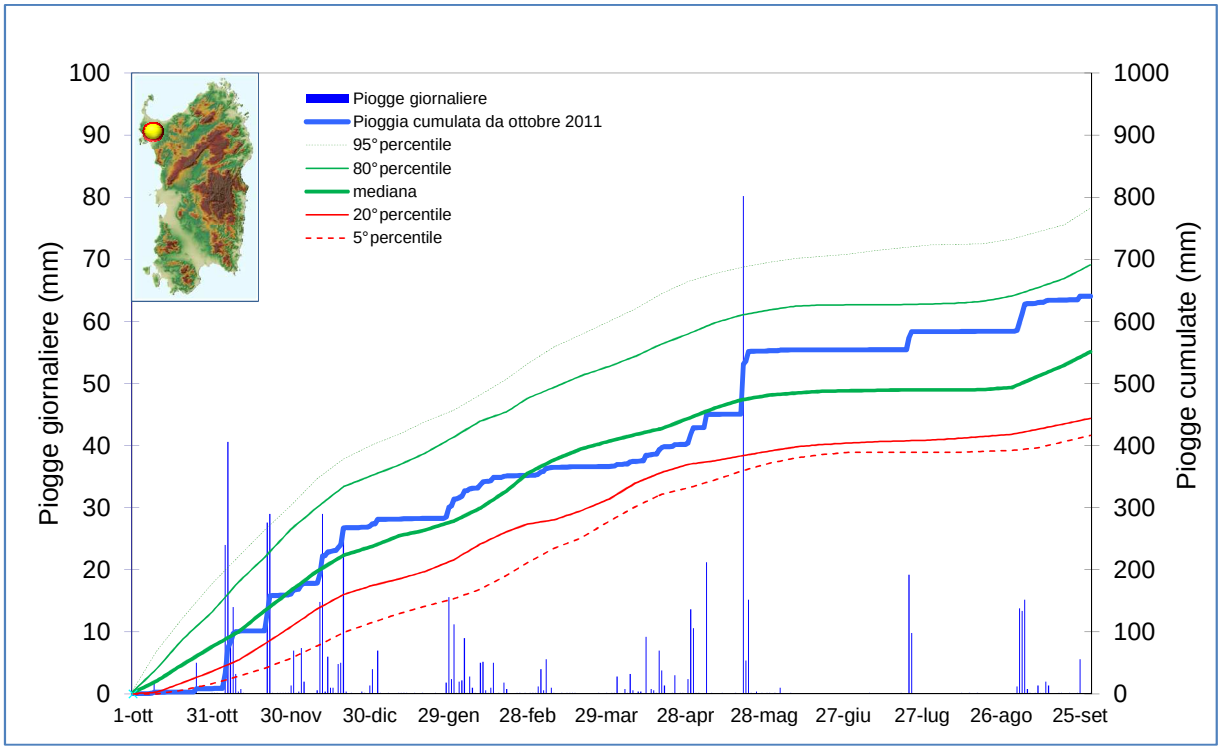


Figura 25: Piogge giornaliere e cumulate - Stazione di Luras.

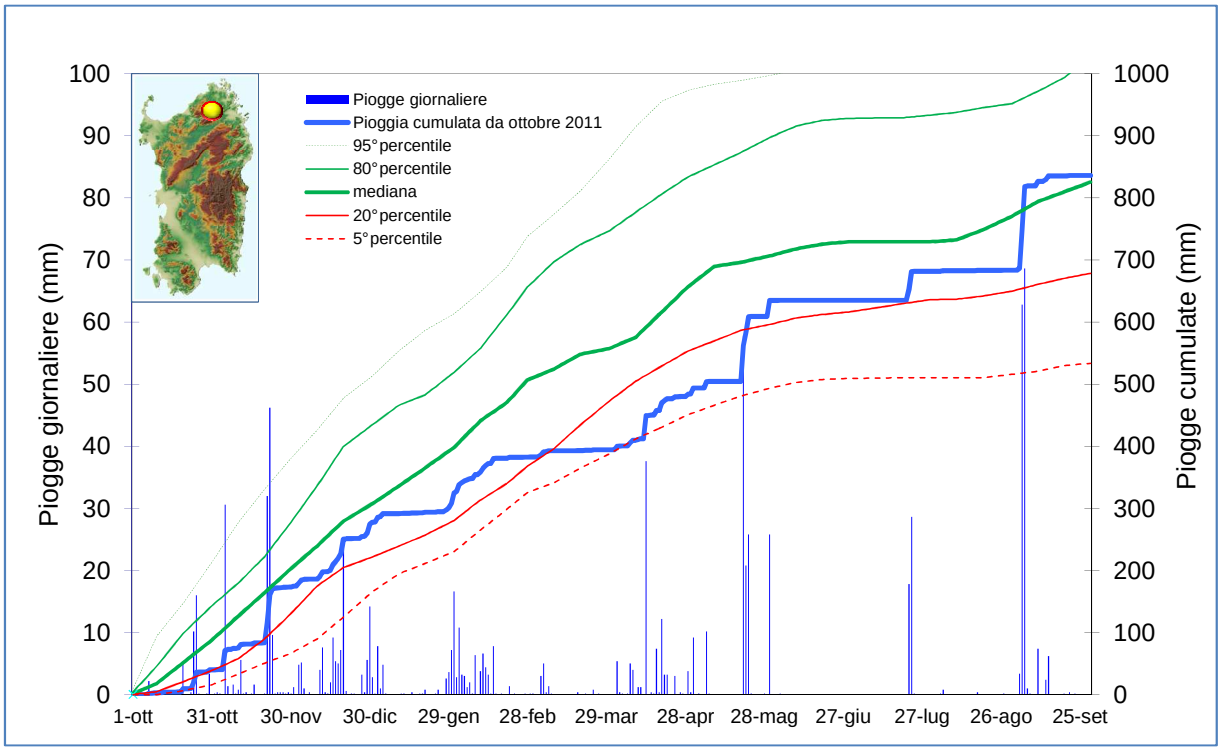


Figura 26: Piogge giornaliere e cumulate - Stazione di Oliena.

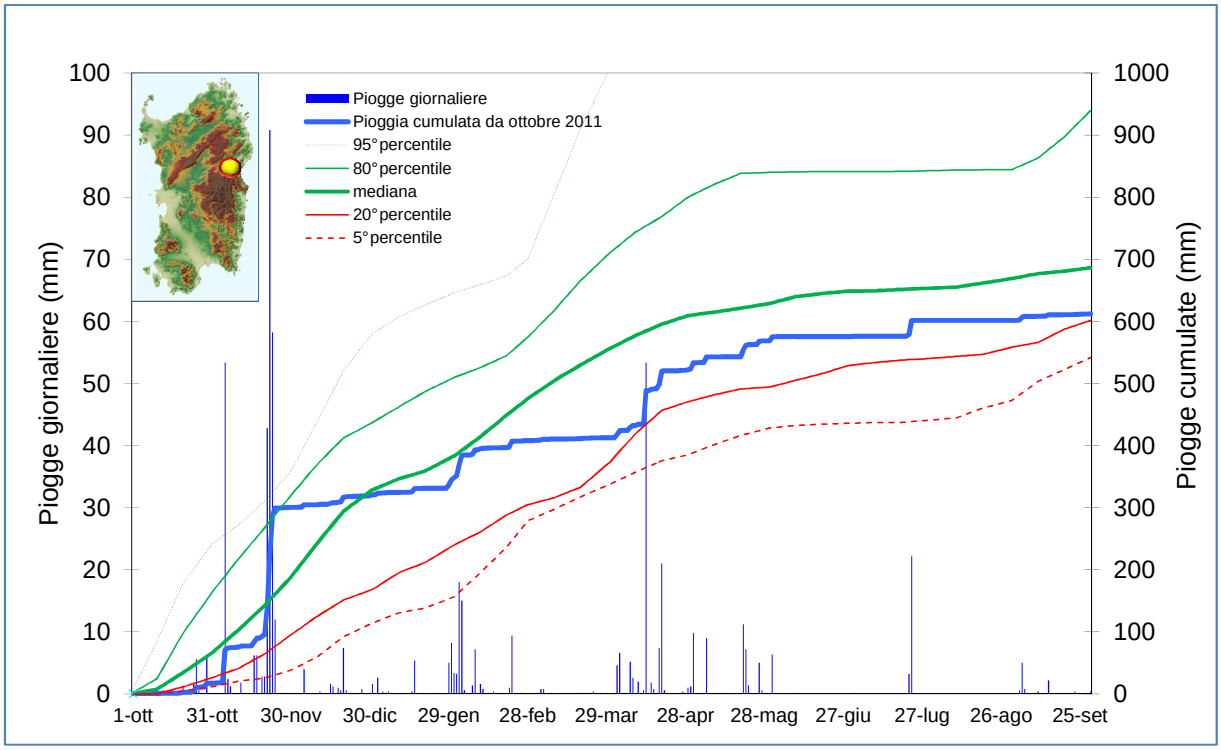


Figura 27: Piogge giornaliere e cumulate - Stazione di Palmas Arborea.

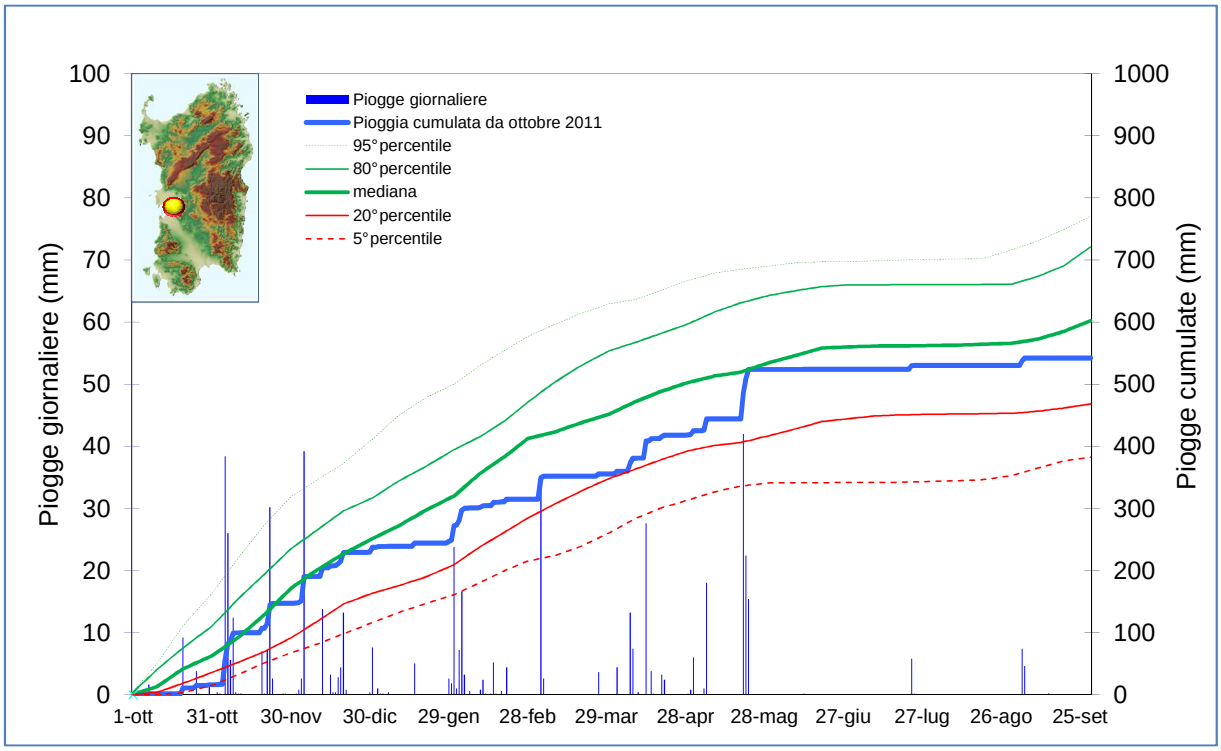


Figura 28: Piogge giornaliere e cumulate - Stazione di Sadali.

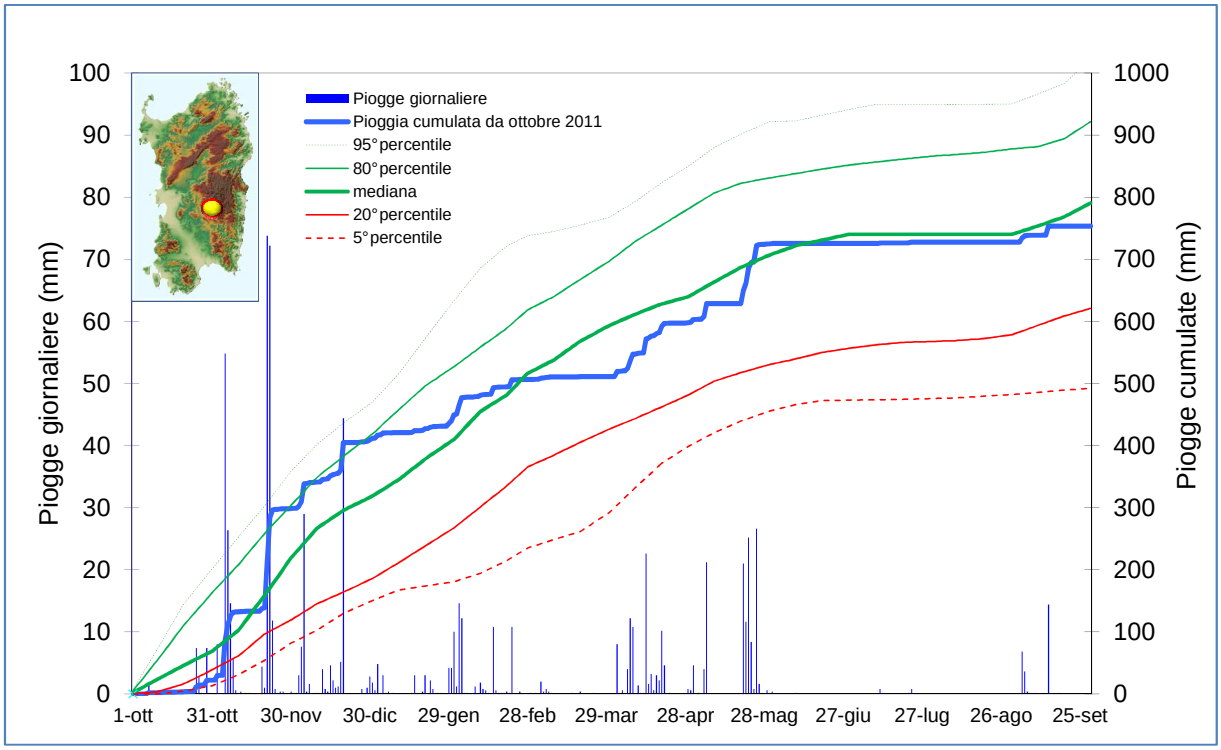
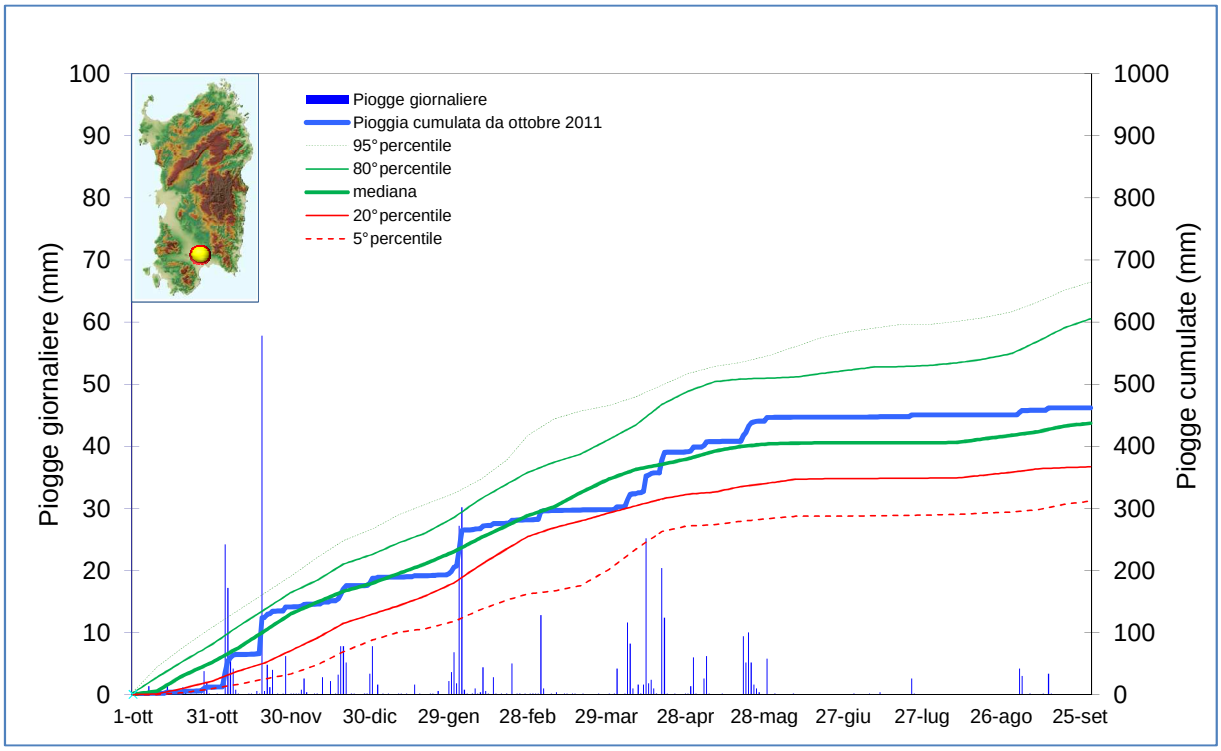


Figura. 29: Piogge giornaliere e cumulate - Stazione di Decimomannu.

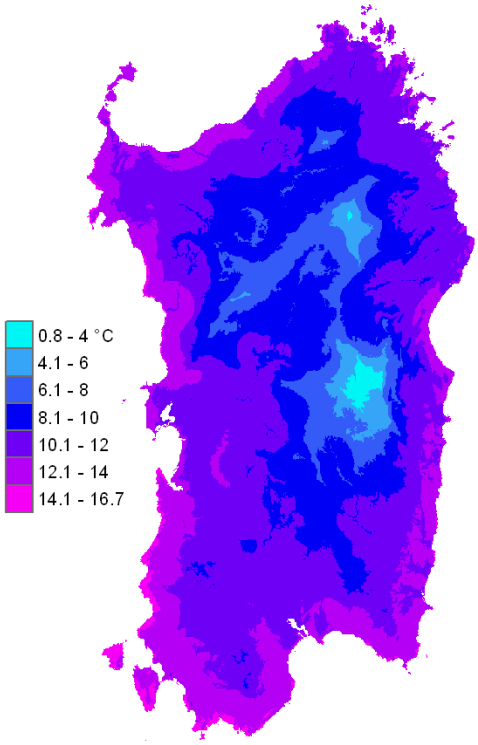


3. ANALISI DELLE TEMPERATURE

3.1. Temperature medie annuali

La media delle temperature minime da ottobre 2011 a settembre 2012 (figura 30a) mostra l'effetto combinato della quota e della distanza dal mare.

Figura 30a: Media annuale delle temperature minime.



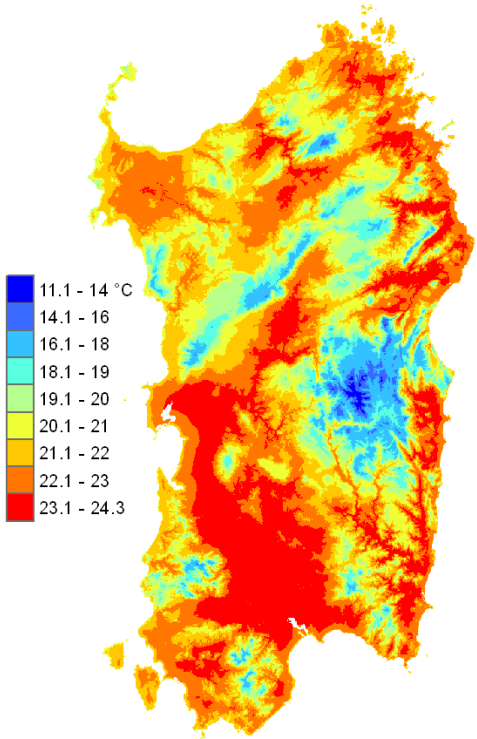
I valori più bassi, infatti, si registrano sulle cime del Gennargentu, le cui temperature minime sono di 1-2 ℃. Le temperature minime, poi, mostrano un andamento crescente al diminuire della quota, pur mantenendosi al di sotto dei 10 ℃ nelle zone collinari e pedemontane.

Nelle zone pianeggianti o poco distanti al mare, le medie delle temperature minime hanno superato i 10 ℃, sino ai 15-16 ℃ della fasce costiere della Sardegna.

Le medie delle temperature massime di ottobre-settembre (figura 30b) risentono anch'esse degli effetti della quota e della distanza dal mare. Ma mentre l'effetto della quota si fa sentire in maniera analoga alle minime, cioè con temperature massime crescenti al diminuire della quota, l'effetto della distanza dal mare è opposto, cioè le temperature sono crescenti allontanandosi dal mare.

Le temperature massime più basse, dunque, sono quelle delle zone di montagna, che hanno fatto registrare minime comprese tra 11 ℃, sulle cime del Gennargentu, sino a 18 ℃, nelle zone montane meno elevate.

Figura 30b: Media annuale delle temperature massime.



L'effetto della distanza dal mare, invece, si osserva nelle zone poco elevate. Sulle coste, infatti, si hanno temperature massime tra i 20 ℃ e i 22 ℃; nel Campidano e nella Piana di Ottana, invece, le medie delle massime di ottobre-settembre superano i 23 ℃.

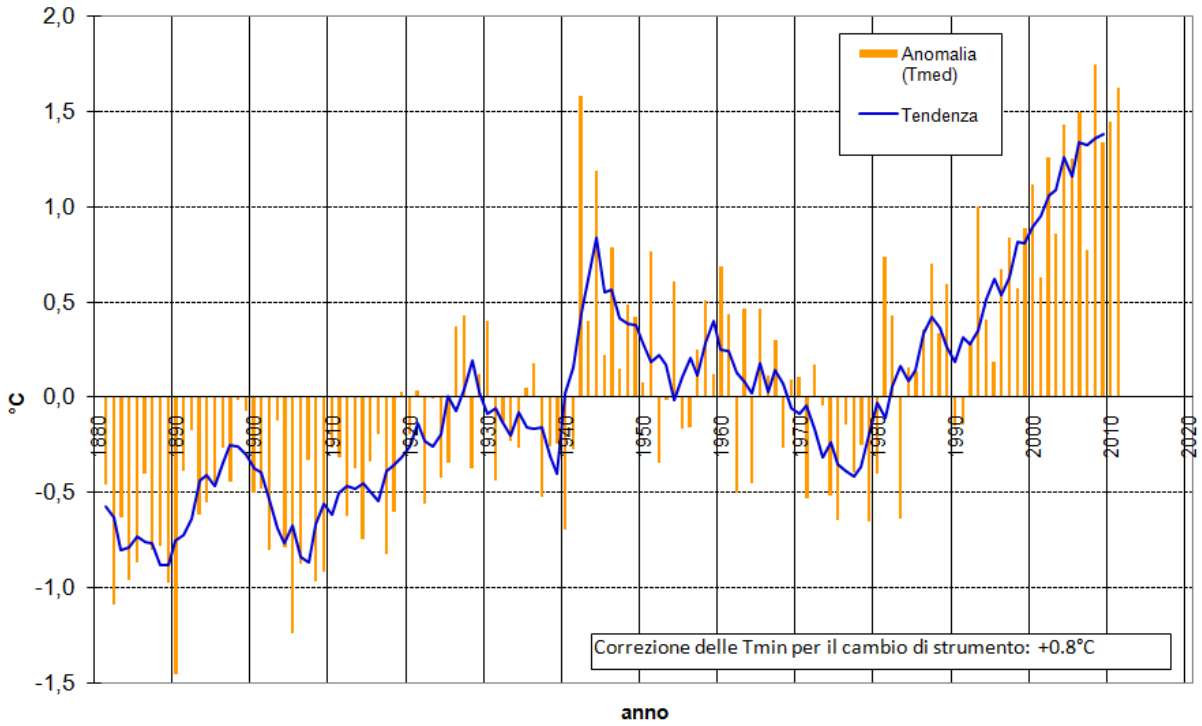
Di particolare interesse è anche l'analisi dell'andamento secolare, riportato nella figura 31 che, a partire dalla presente relazione, si arricchisce estendendosi indietro sino al 1880, grazie ai nuovi dati descritti nel capitolo 2.1.

L'anomalia della temperatura media rispetto alla *normale climatologica 1961-1990*[4] mostra i segni del *riscaldamento globale*. Si può infatti osservare che le temperature medie dell'Isola hanno subito un primo innalzamento tra il 1910 e il 1930 e un secondo innalzamento, più marcato, a partire dal 1980.

[4] Secondo l'Organizzazione Meteorologica Mondiale il riferimento climatologico primario tuttora in vigore è il trentennio 1961-1990.

Il secondo trend crescente è tuttora in corso e ha portato le temperature della Sardegna sino a circa +1.4 ℃ al di sopra della climatologia 1961-1990. Le temperature medie di ottobre 2011-settembre 2012 risultano particolarmente elevate, tanto da essere le seconde più alte di sempre, dopo quelle del 2008-2009, nonostante le temperature eccezionalmente basse del mese di febbraio.

Figura 31: Anomalia della temperatura in Sardegna dal 1880 al 2012. Nei valori successivi al 2002 è applicato un correttivo per tenere conto della diversa risposta alle temperature minime e massime tra i termometri meccanici (*bimetallici*), prevalenti sino a quell'anno, e quelli elettronici (*a termocoppia*), utilizzati successivamente.



3.2. Temperature medie dei singoli mesi

La media mensile delle temperature massime di **ottobre 2011** spaziava dai 16 ℃ della sommità del Gennargentu ai 24 ℃ delle pianure dell'interno. Confrontando questi valori con quelli medi climatologici si osserva un'anomalia positiva di circa 1 ℃ su quasi tutta l'isola. La media mensile delle temperature minime spazia dai 4 ℃ della cima del Gennargentu ai 15 ℃ delle zone costiere meridionali. Questi valori invece sono inferiori alla media climatica di circa 1 ℃. Tali anomalie (positiva per le temperature massime e negativa per le minime) riflettono le prevalenti condizioni anticicloniche del mese che hanno determinato scarsa nuvolosità, favorendo le alte temperature diurne e il forte raffreddamento radiativo notturno.

Le medie delle temperature minime di **novembre** vanno dai 4-6 ℃ delle zone di montagna sino ai 14 ℃ della costa sudoccidentale. Le medie delle massime vanno dai 12-14 ℃ delle Barbagie agli oltre 20 ℃ del Campidano. Si tratta di valori eccezionalmente elevati per il mese di novembre: le anomalie medie, infatti, stanno intorno ai +1/+2 ℃ in ambedue le temperature.

La media mensile delle temperature massime di **dicembre** spazia dai 5 ℃ della sommità del Gennargentu ai 16 ℃ del Medio Campidano e delle zone costiere meridionali. Il confronto con la media climatologica indica che si tratta di valori al di sopra di essa di circa 1 ℃. La media mensile delle temperature minime spaziava da 1 ℃ della sommità del Gennargentu a 8 ℃ delle zone costiere. Anche in questo caso si tratta di valori lievemente sopra la media climatologica, con anomalie di circa 1 ℃.

La media delle temperature minime di **gennaio 2012** va dagli 0 ℃ delle zone di montagna agli 8 ℃ delle zone costiere. La media delle massime, invece, è compresa tra i circa 6 ℃ del Gennargentu e gli oltre 14 ℃ del Campidano e delle zone costiere dell'Isola. In ambo i valori si tratta di anomalie di +1

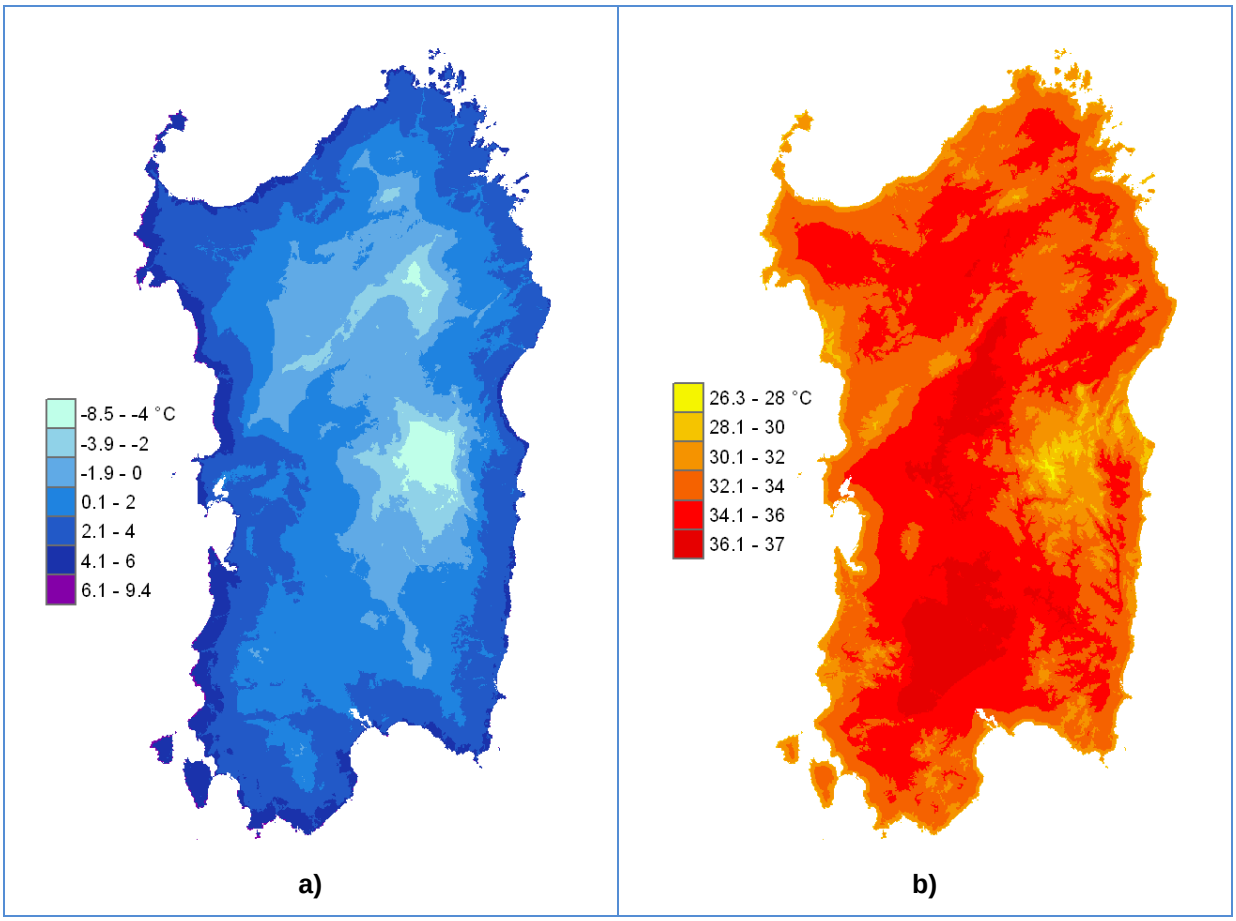
℃ rispetto alla media del 1995-2006.

A **febbraio** la mappa delle medie mensili delle temperature minime (figura 32a) mostra valori che vanno dai -7 ℃ del Gennargentu ai +4 ℃ delle zone costiere, con un'anomalia di circa -3 ℃ rispetto alla media. La media mensile delle temperature massime mostra valori che spaziano dai +2 ℃ del Gennargentu ai +12 ℃ del Campidano e delle coste meridionali, con un'anomalia compresa tra -2 e -3 ℃.

Tra il 23 e il 29, le temperature massime hanno superato i 20 ℃, su almeno una stazione. Questo periodo di anomalie positive delle temperature massime ha solo parzialmente compensato i valori estremamente bassi della prima decade del mese.

Le temperature minime di **marzo** vanno dai circa 0 ℃ delle cime del Gennargentu e della catena del Marghine-Goceano sino agli 8 ℃ delle coste della Sardegna. Le massime vanno dai 12 ℃ del Gennargentu ai 18 ℃ del Campidano, della Nurra e di altre pianure minori dell'entroterra. Le minime risultano in linea con le medie stagionali, mentre le massime le superano di 2 ℃.

Figura 32: Media delle temperature minime del mese più freddo (febbraio 2012) (a) e delle temperature massime del mese più caldo (agosto 2012) (b).



La media mensile delle temperature massime di **aprile** risulta compresa tra i 12 ℃ della cima del Gennargentu ed i 20 ℃ del Campidano. La media mensile delle temperature minime è compresa tra i 2 ℃ della sommità del Gennargentu ed i 10 ℃ delle zone costiere. Sia le massime che le minime sono molto prossime alla media climatologica, con anomalie comprese tra 0 e 1 ℃.

Le temperature massime di **maggio** vanno dai 18-20 ℃ delle zone di montagna sino ai 24-25 ℃ del Campidano e di altre realtà dell'entroterra come la piana di Ozieri e la parte medio-alta della valle del Tirso. Le minime del mese sono comprese tra i 4 ℃ del Gennargentu e i 12 ℃ delle coste. Si tratta di valori nel complesso in linea o di poco inferiori alle medie di maggio.

A **giugno** la media mensile delle temperature massime spaziava dai 22 °C della cima del Gennargentu ai 33°C di alcune pianure dell'interno come il Medio Campidano, la Piana di Ottana e la Valle del Coghinas; il confronto con le medie climatologiche indica che si tratta di circa 2 °C al di sopra di esse. La media mensile delle temperature minime va dagli 8 °C della sommità del Gennargentu ai 18 °C delle zone costiere meridionali; questi valori sono lievemente sopra la media climatologica, con anomalie di circa +1 °C.

Le medie delle temperature massime di **luglio** vanno dai circa 28 °C delle coste e delle zone di montagna sino ai 34 °C del Medio Campidano e della Valle del Tirso. Si tratta di valori superiori alle medie stagionali di +1/+2 °C, con anomalie più elevate nella parte interna dell'Isola.

Le minime del mese mostrano un andamento decrescente dalle coste (19/20 °C) al Gennargentu (10 °C) e un andamento crescente da Nord a Sud, ben evidenziato dai 2 °C di differenza tra la costa settentrionale e quella meridionale della Sardegna.

Agosto è stato decisamente caldo. La media mensile delle temperature massime (**figura 32b**) va dai 28 °C della cima del Gennargentu ai 37 °C del Medio Campidano e della piana di Ottana. Questi valori corrispondono ad anomalie di +3 o +4 °C. Per trovare anomalie, sulle medie mensili, superiori a queste bisogna tornare all'agosto del 2003, quando furono di +5 °C circa. La media mensile delle temperature minime va dai 14 °C della sommità del Gennargentu ai 22 °C delle coste meridionali. Questi valori sono sopra media di 1 o 2 °C. Il numero di giorni nei quali le temperature superavano i 40 °C su almeno una stazione sono stati 25, a conferma della persistenza delle temperature elevate. Il giorno che ha registrato il valore più alto è stato il 5: Ottana 45.3 °C, Benetutti 41.1 °C, Orani 41 °C erano i valori più alti, inoltre il 65% delle stazioni registrava valori sopra 35 °C.

Le temperature minime di **settembre** vanno dagli 8 °C delle zone di montagna ai 16 °C delle fasce costiere. Le massime del mese vanno dai 22-24 °C del Gennargentu ai 28 °C delle zone pianeggianti.

Le massime risultano superiori alla media climatologica di più di 1 °C nella parte interna dell'Isola e di meno di 1 °C lungo le coste, mentre le minime risultano sostanzialmente in linea col clima.

3.3. Indicatori di condizioni termiche particolari

L'analisi delle temperature estreme è effettuata attraverso l'elaborazione di indici proposti dal "*CCL/CLIVAR Working Group on Climate Change Detection*", basati sui valori minimi e massimi giornalieri, in particolare "giorni di gelo", "notti tropicali" e "giorni estivi". Attraverso i dati a scala oraria si è inoltre compiuta una valutazione di maggior dettaglio basata sulla permanenza delle temperature orarie rispetto ad alcune soglie critiche, evidenziando i periodi con le maggiori anomalie.

3.3.1 Giorni di gelo

L'indice considera il numero di giorni in cui la temperatura minima è pari o inferiore a 0 °C e fornisce informazioni sulle condizioni di rischio meteorologico dovute a basse temperature, indipendentemente dai valori estremi. Nel corso dei mesi autunno-primaverili la maggior parte delle stazioni ha registrato giorni di gelo, comprese quelle a bassa quota e costiere **(figura 33)**. I mesi col maggior numero di giorni di gelo sono stati dicembre e febbraio. Le stazioni che hanno totalizzato il maggior numero di giorni di gelo sono Villanova Strisaili e Gavoi, con 113 e 92 giorni rispettivamente. Rispetto alla precedente annata in generale si registrano incrementi.

Nelle **figure 34** e **35**, inoltre, è riportato l'andamento del numero di giorni di gelo registrati nelle diverse annate a partire da quella 1995-96 per due stazioni rappresentative del Nord e del Sud dell'Isola, rispettivamente Olmedo e Dolianova. Per entrambe le stazioni si può evidenziare una marcata variabilità interannuale.

3.3.2 Notti tropicali

Il numero di notti tropicali rappresenta un indicatore che esprime la frequenza delle nottate afose nel corso della stagione calda, vale a dire quelle in cui le temperature minime non calano sotto i 20 °C. L'analisi dei dati giornalieri evidenzia che la quasi totalità delle stazioni ha registrato tali condizioni nei mesi estivi (**figura 36**). Rispetto ai valori dei due anni precedenti si registrano incrementi significativi.

Nelle **figure 37** e **38** è raffigurato l'andamento nelle due stazioni rappresentative di Olmedo e Dolianova, per l'intera serie di valori a partire dall'annata 1995-96.

Figura 33: Numero di giorni di gelo (Tmin <=0 °C) r egistrati nell'annata 2011-2012.

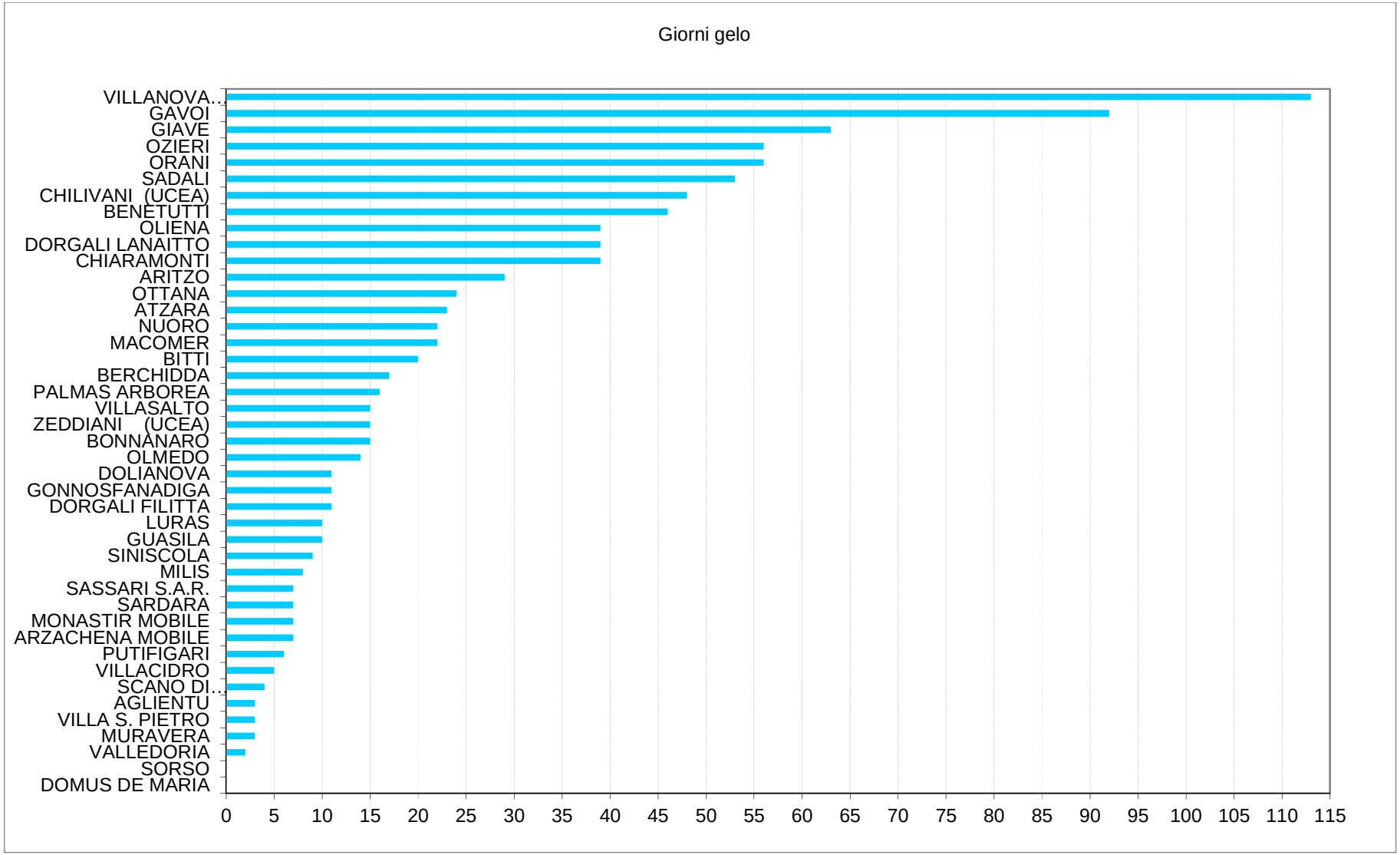


Figura 34: Numero di giorni di gelo registrati nella stazione di Olmedo nelle annate recenti a partire da quella 1995-96.

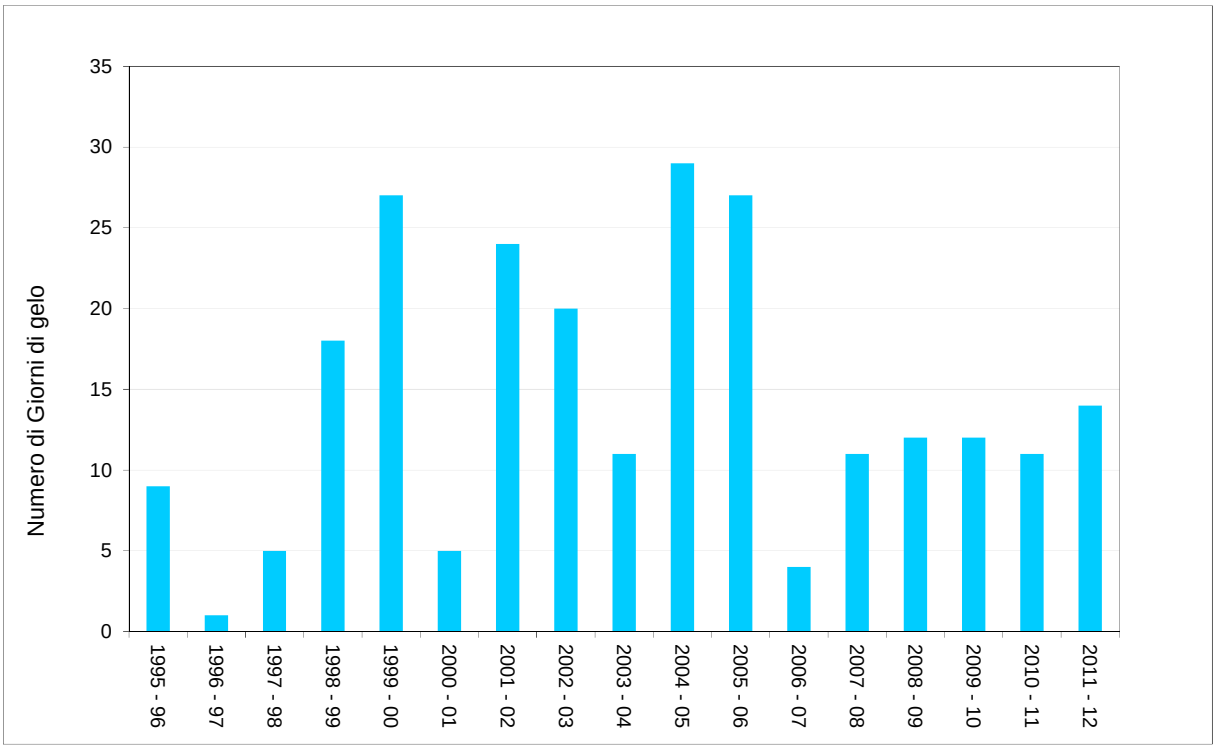


Figura 35: Numero di giorni di gelo registrati nella stazione di Dolianova nelle annate recenti a partire da quella 1995-96.

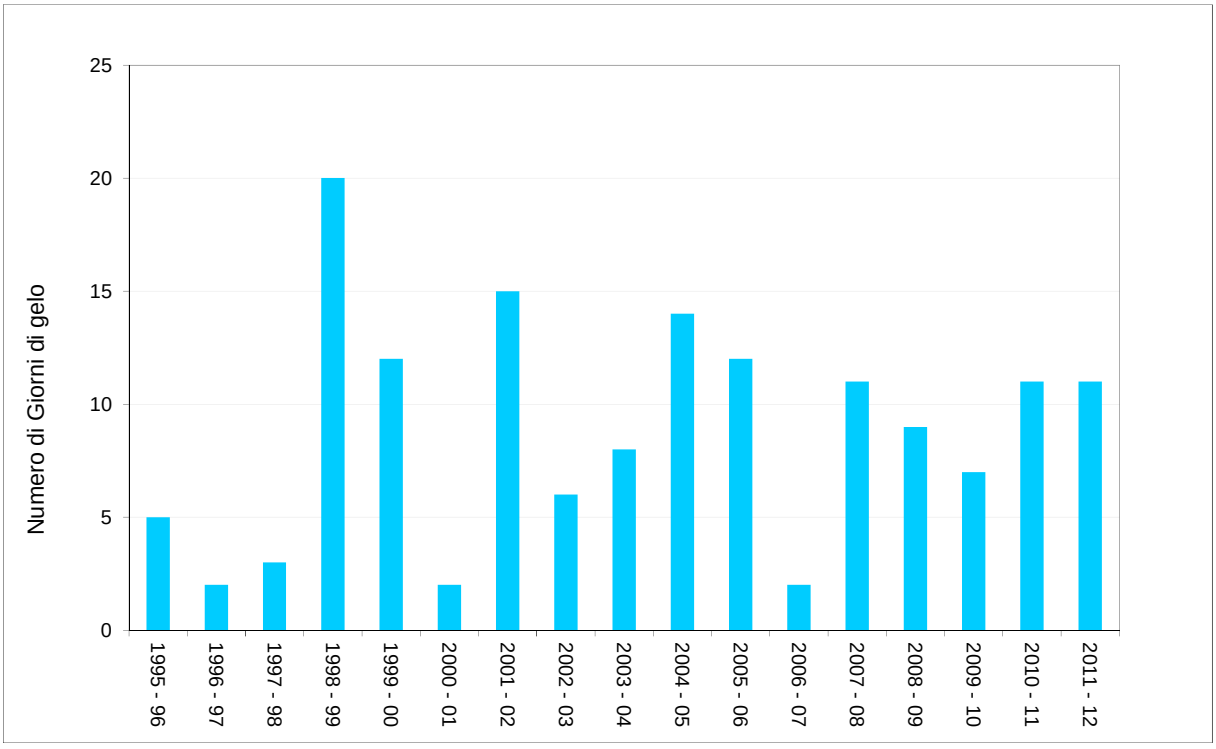


Figura 36: Numero di notti tropicali (Tmin >=20 °C) registrati nell'estate 2012.

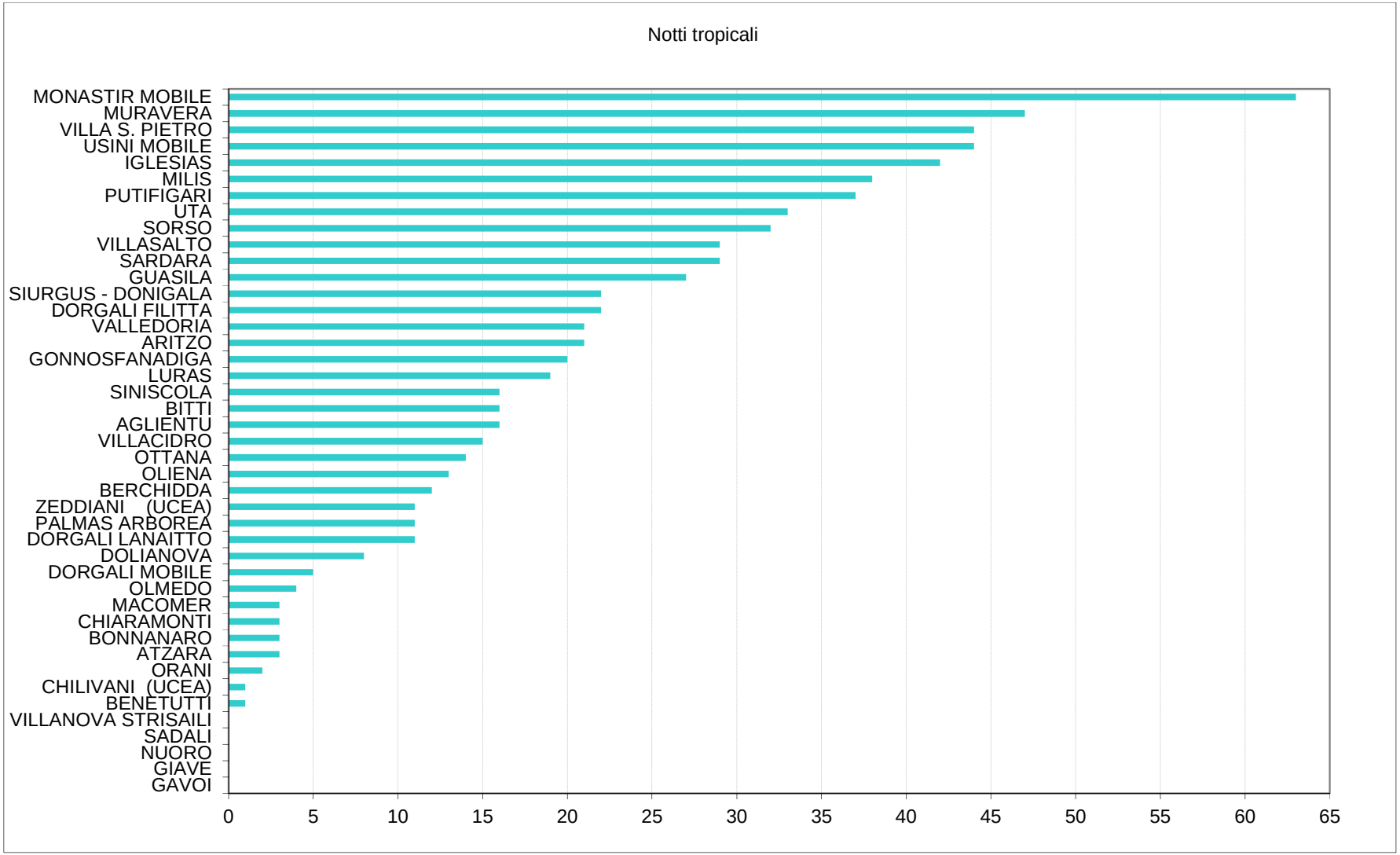


Figura 37: Numero di notti tropicali registrati nella stazione di Olmedo nelle annate recenti a partire da quella 1995-96.

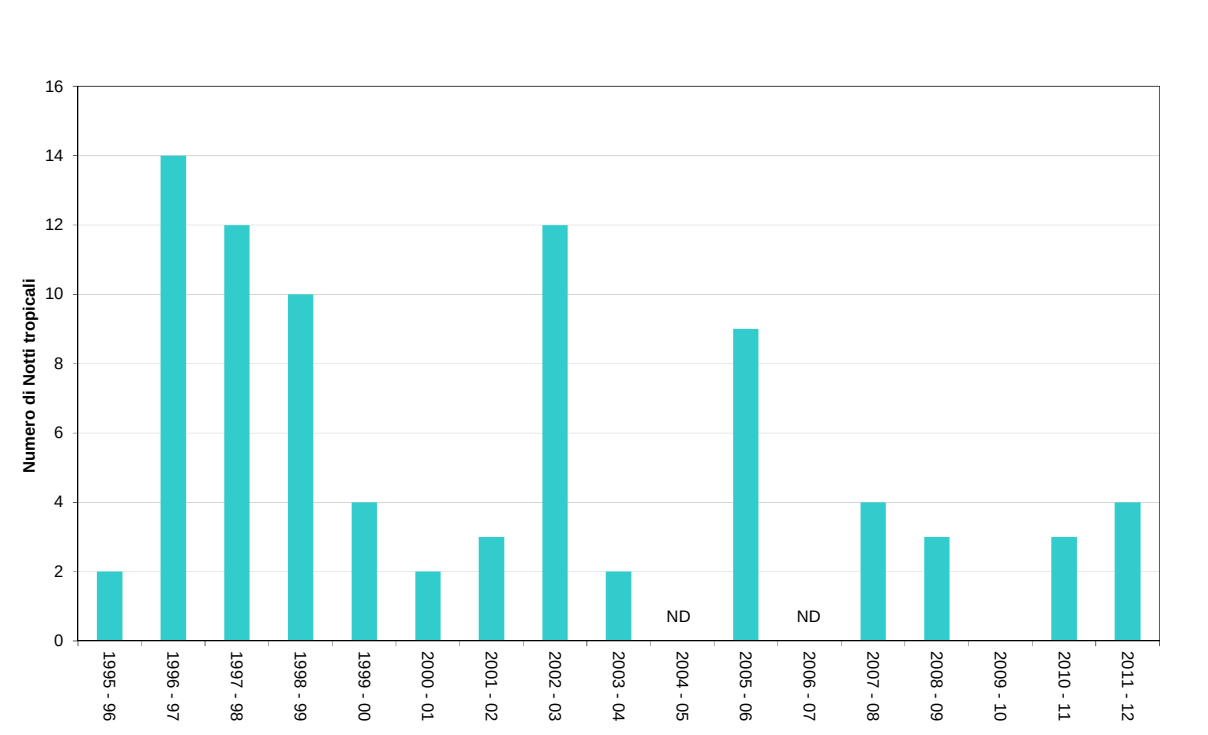
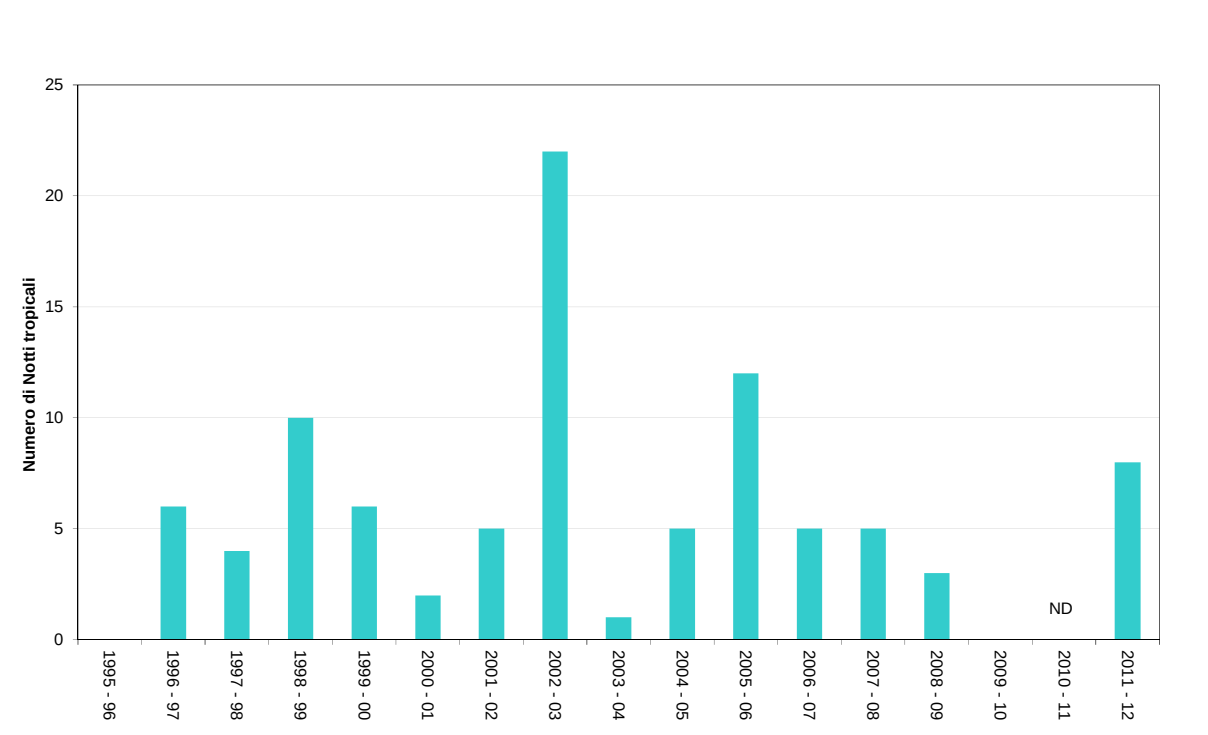


Figura 38: Numero di notti tropicali registrati nella stazione di Dolianova nelle annate recenti a partire da quella 1995-96.



3.3.3 Giornate estive

Tale indice quantifica il numero complessivo dei giorni in cui la temperatura massima supera i 25 °C; tuttavia tale soglia termica è poco significativa per le condizioni climatiche dell'Isola, perciò si è ritenuto opportuno utilizzare la soglia di 30 °C sia per l'annata in esame sia per l'analisi dell'andamento di lungo periodo. Il grafico riportato nella **figura 39** evidenzia come per la maggior parte delle stazioni ARPAS si siano totalizzate da circa 50 a 110 giornate estive; spiccano i valori delle stazioni di Ottana, Monastir mobile e Dorgali Lanaitto, prossimi o superiori a 110. In generale, i valori risultano sensibilmente superiori rispetto a quelli del 2010 e del 2011. Nelle **figure 40** e **41** sono riportati i valori dell'indicatore per l'intera serie pluriennale per le due stazioni di Olmedo e Dolianova.

La **figura 42** riporta l'andamento delle giornate estive in Sardegna dal 1930 al 2012[5]. Come per la media annuale, il 2012 è stato il secondo di sempre per frequenza di giornate estive, di pochissimo inferiore al 2009.

[5] Ogni valore riportato sul grafico è riferito al periodo aprile-ottobre. L'ultimo valore del grafico, dunque, è riferito al periodo aprile-ottobre 2011.

Figura 39: Numero di giornate estive (Tmax >= 30 ℃) registrati nell'anno 2012.

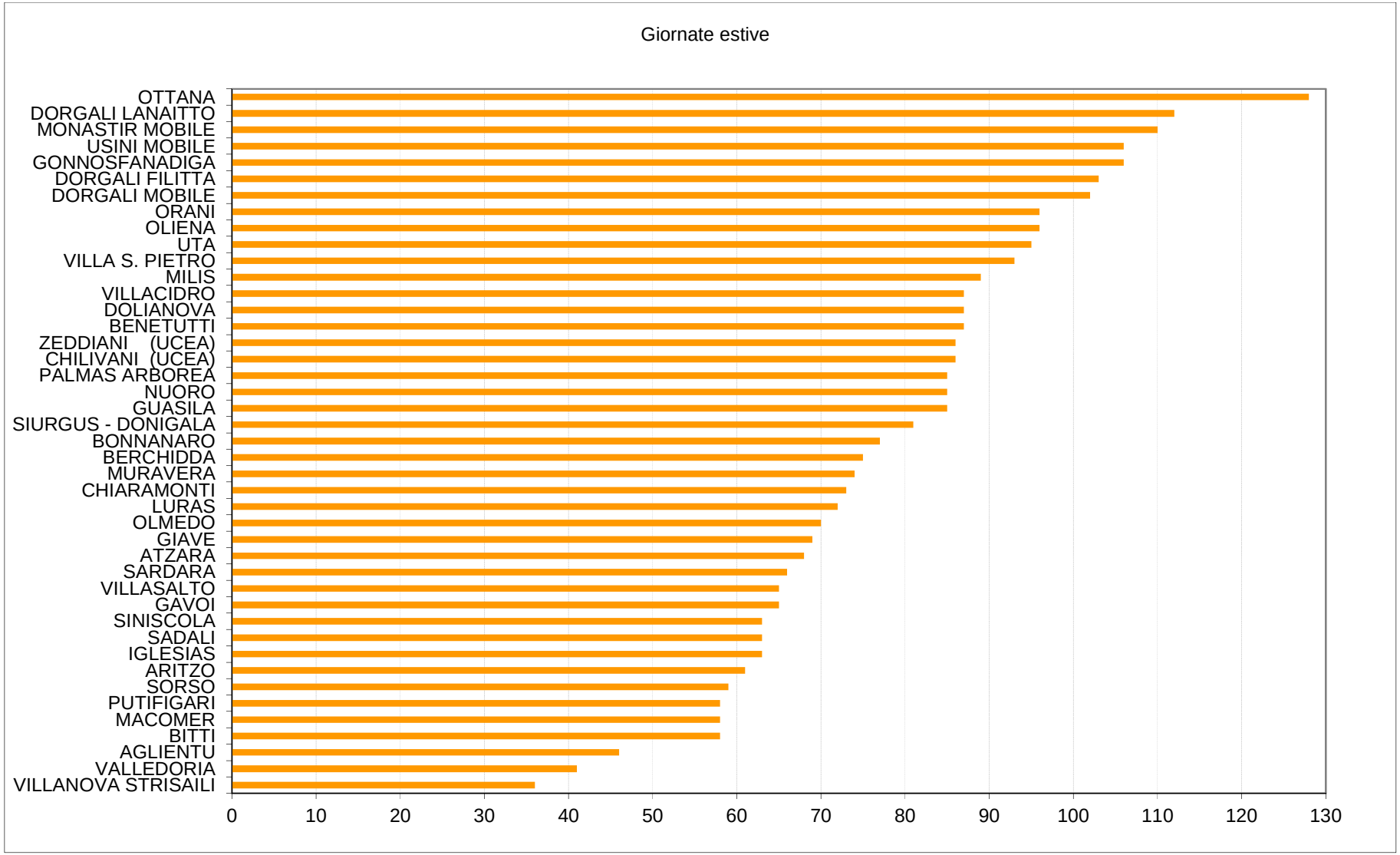


Figura 40: Numero di *giornate estive* registrate nella stazione di Olmedo nelle annate recenti a partire da quella 1995-96.

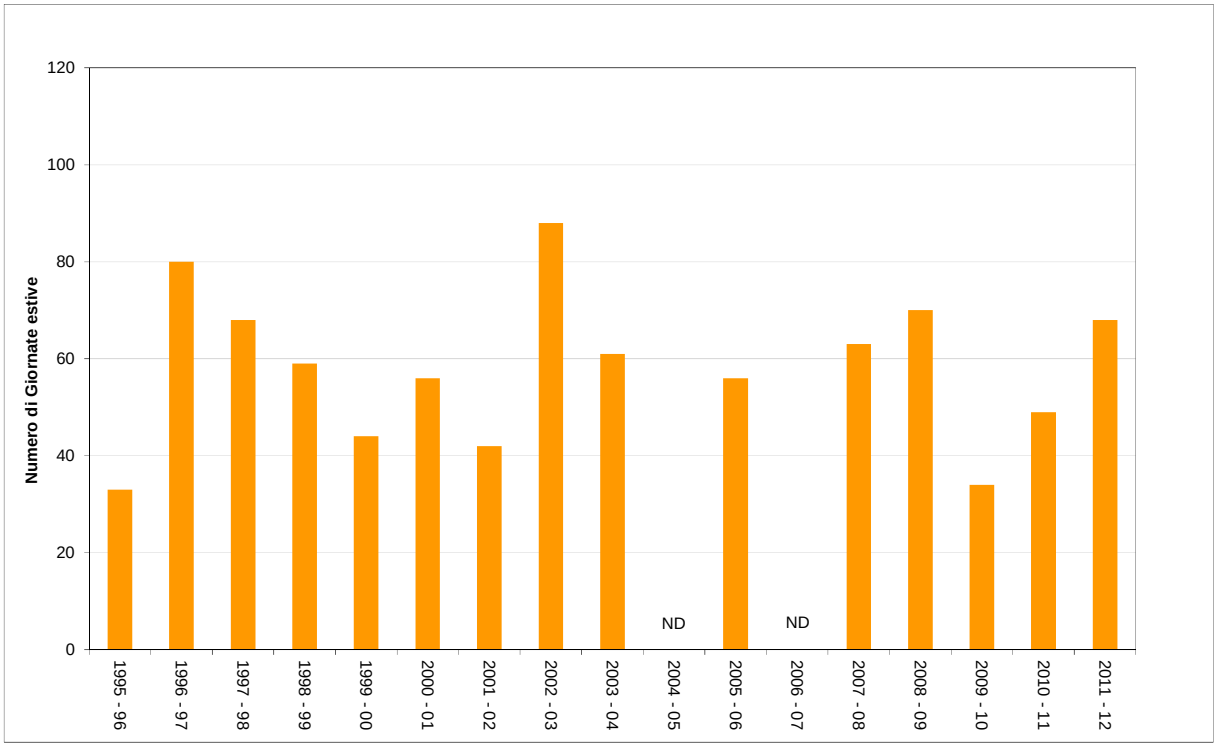


Figura 41: Numero di *giornate estive* registrate nella stazione di Dolianova nelle annate recenti a partire da quella 1995-96.

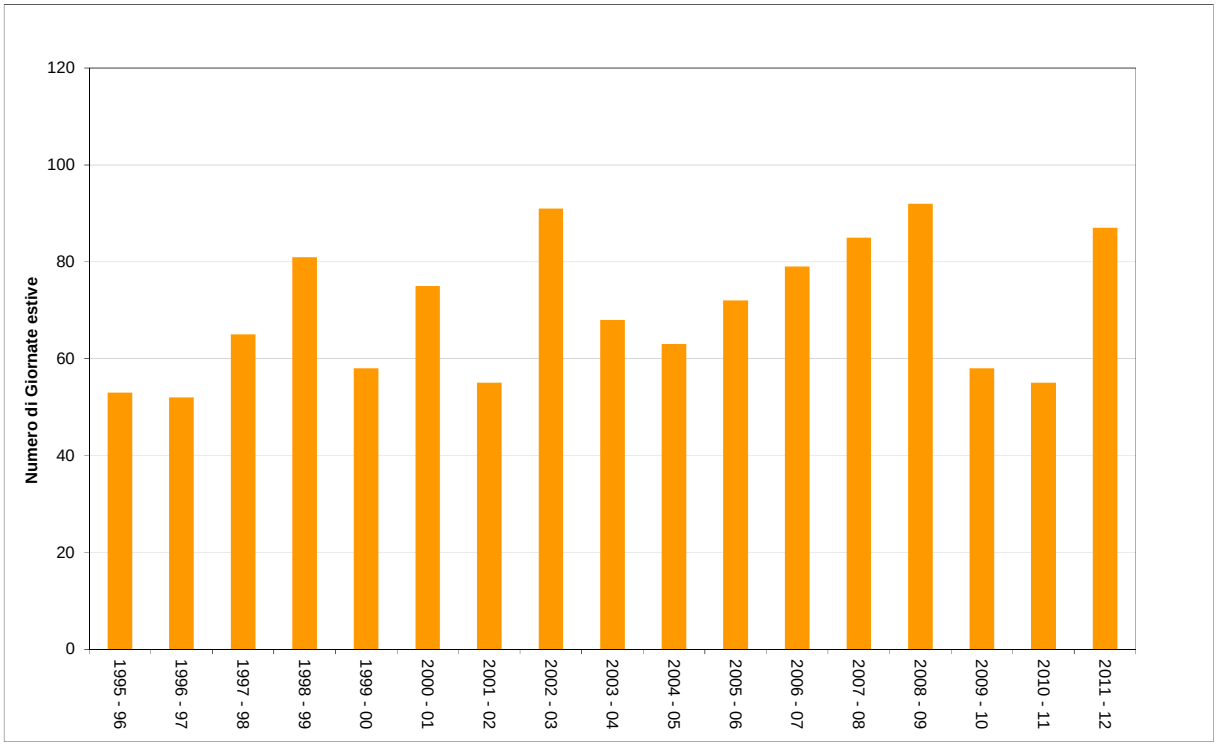
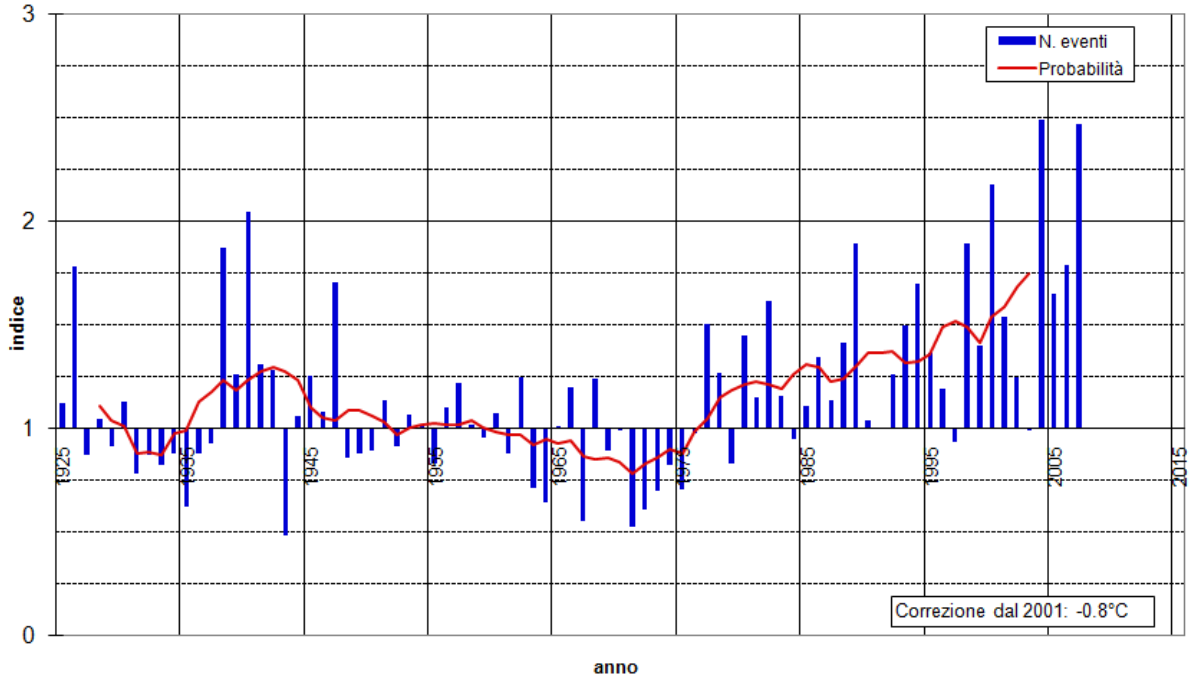


Figura 42: Percentuale del numero di *giornate estive* (rispetto alla media 1961-1990) con temperatura massima >= 30 °C da aprile a ottobre 2012 tra il 1930 e il 2012. Il valore 1 indica i valori nella media del periodo 1961-1990.



3.3.4 Temperature critiche e permanenza delle temperature orarie

Il regime termico è stato analizzato anche attraverso la permanenza delle temperature orarie rispetto ad alcune soglie critiche. La durata dell'esposizione a condizioni termiche critiche rappresenta infatti un'importante causa di stress sugli organismi animali e vegetali.

L'analisi della stagione invernale mette in evidenza come nei mesi di febbraio vi sia stata in generale una persistenza di condizioni potenzialmente critiche sensibilmente superiore alla norma.

I valori riportati nella **tabella 1** sintetizzano le condizioni di freddo intenso che hanno caratterizzato il mese di febbraio: oltre ai valori minimi assoluti è riportato il numero complessivo di ore in cui le temperature sono rimaste sotto le soglie critiche di 0, -3 e -5 °C, unitamente al massimo cumulato giornaliero (indicato tra parentesi tonde).

Come si può osservare, oltre a raggiungere i valori giornalieri minimi eccezionali vi è stata in generale una elevata persistenza di condizioni potenzialmente critiche fino a superare i valori estremi registrati nella serie storica recente nella maggior parte delle stazioni esaminate (riportati tra parentesi quadre).

Di rilievo la permanenza delle temperature sotto -5 °C per 13-14 ore consecutive nelle stazioni di Villanova Strisaili e Gavoi; nel Sud possiamo evidenziare le circa 50-60 ore complessive con temperature negative nelle stazioni di Sardara, Guasila e Dolianova.

Nel periodo caldo (da giugno a settembre) le temperature massime giornaliere hanno raggiunto e superato i 40 °C. In particolare per il mese di agosto è da rimarcare la persistenza di temperature elevate nel corso del mese, espresso dal cumulato di ore con valori superiori a 30, 35 e 40 °C. La **tabella 2** riporta i picchi mensili delle temperature massime registrati dalle stazioni della rete ARPAS e la persistenza dei valori orari.

Per le soglie considerate, in generale si osserva una permanenza dei valori termici orari sensibilmente superiore a quella tipica del mese. Di rilievo, in particolare, le 82 ore complessive sopra i 40 °C (di cui 7 nella stessa giornata) registrate nella stazione di Ottana nell'arco del mese.

Tabella 1: Valori estremi di temperatura minima e permanenza dei valori orari sotto le soglie di 0, -3 e -5 °C, mese di febbraio 2012.

Stazioni	T minime (°C)	N° ore mensili e massimi giornalieri			Valori "normali" ed estremi del periodo 1995-2007		
		0 °C	-3 °C	-5 °C	0 °C	-3 °C	-5 °C
GAVOI	-17,0	312 (24)	148 (16)	91 (14)	-	-	-
ILLORAI	-15,5	333 (24)	125 (22)	62 (13)	55 [6 - 199]	3 [0 - 100]	0 [0 - 38]
VILLANOVA STRISAILI	-14,6	343 (24)	169 (15)	98 (13)	158 [57 - 204]	71 [13 - 93]	18 [0 - 49]
SADALI	-9,1	240 (24)	79 (14)	29 (9)	35 [4 - 160]	1 [0 - 36]	0 [0 - 12]
MACOMER	-9,0	192 (24)	64 (13)	20 (5)	10 [0 - 140]	0 [0 - 42]	0 [0 - 14]
CHIARAMONTI	-8,9	117 (16)	25 (8)	2 (2)	10 [0 - 89]	0 [0 - 37]	0 [0 - 22]
GIAVE	-7,8	171 (24)	40 (12)	12 (7)	40 [13 - 131]	7 [0 - 59]	0 [0 - 39]
ARITZO	-7,1	276 (24)	102 (17)	30 (10)	-	-	-
ORANI	-6,9	124 (13)	22 (8)	5 (4)	40 [12 - 73]	0.5 [0 - 22]	0 [0 - 3]
OZIERI	-6,5	151 (15)	31 (9)	8 (4)	38 [4 - 93]	0 [0 - 36]	0 [0 - 13]
ATZARA	-6,4	124 (17)	20 (8)	2 (2)	1.5 [0 - 90]	0 [0 - 10]	0 [0]
BENETUTTI	-6,4	115 (15)	19 (7)	4 (3)	25 [8 - 86]	0 [0 - 22]	0 [0 - 8]
BITTI	-6,2	256 (24)	92 (18)	9 (4)	25.5 [0 - 172]	0 [0 - 36]	0 [0 - 4]
DORGALI LANAITTO	-6,2	125 (15)	30 (10)	9 (5)	-	-	-
BERCHIDDA	-6,0	105 (16)	9 (5)	1 (1)	3.5 [0 - 42]	0 [0 - 1]	0 [0]
OLIENA	-5,7	86 (13)	26 (9)	3 (2)	31 [7 - 89]	0 [0 - 15]	0 [0 - 1]
DORGALI MOBILE	-5,4	87 (14)	27 (8)	2 (2)	-	-	-
BONNANARO	-5,1	105 (17)	16 (7)	0 (0)	1 [0 - 64]	0 [0 - 17]	0 [0 - 1]
NUORO	-4,6	100 (14)	12 (4)	0 (0)	7 [0 - 128]	0 [0 - 35]	0 [0 - 6]
OTTANA	-4,5	53 (11)	6 (4)	0 (0)	16.5 [0 - 71]	0 [0 - 12]	0 [0]
UTA	-4,2	82 (10)	3 (2)	0 (0)	-	-	-
OLMEDO	-4,0	43 (10)	3 (2)	0 (0)	1 [0 - 52]	0 [0 - 2]	0 [0]
PALMAS ARBOREA	-3,9	48 (9)	3 (3)	0 (0)	-	-	-
LURAS	-3,6	82 (16)	1 (1)	0 (0)	0 [0 - 75]	0 [0]	0 [0]
DOLIANOVA	-3,4	60 (12)	0 (0)	0 (0)	0 [0 - 29]	0 [0]	0 [0]
GUASILA	-3,4	64 (13)	1 (1)	0 (0)	0 [0 - 50]	0 [0 - 3]	0 [0]
SARDARA	-3,3	51 (11)	0 (0)	0 (0)	0 [0 - 13]	0 [0]	0 [0]
DORGALI FILITTA	-3,2	49 (11)	1 (1)	0 (0)	-	-	-
SINISCOLA	-2,9	32 (11)	0 (0)	0 (0)	0 [0 - 3]	0 [0]	0 [0]
VILLASALTO	-2,9	91 (16)	0 (0)	0 (0)	0 [0 - 76]	0 [0 - 2]	0 [0]
GONNOSFANADIGA	-2,7	43 (8)	0 (0)	0 (0)	-	-	-
MONASTIR MOBILE	-2,1	9 (5)	0 (0)	0 (0)	-	-	-
PUTIFIGARI	-1,6	24 (15)	0 (0)	0 (0)	0 [0 - 48]	0 [0]	0 [0]
MILIS	-1,5	11 (5)	0 (0)	0 (0)	0 [0 - 14]	0 [0]	0 [0]
MURAVERA	-1,5	3 (2)	0 (0)	0 (0)	0 [0]	0 [0]	0 [0]
SASSARI S.A.R.	-1,5	26 (8)	0 (0)	0 (0)	0 [0 - 13]	0 [0]	0 [0]
VILLA S. PIETRO	-1,5	4 (3)	0 (0)	0 (0)	0 [0]	0 [0]	0 [0]
ARZACHENA MOBILE	-1,4	29 (9)	0 (0)	0 (0)	-	-	-
USINI MOBILE	-0,6	4 (4)	0 (0)	0 (0)	-	-	-
IGLESIAS	-0,5	2 (2)	0 (0)	0 (0)	0 [0 - 16]	0 [0]	0 [0]
AGLIENTU	-0,4	1 (1)	0 (0)	0 (0)	0 [0]	0 [0]	0 [0]
VALLEDORIA	-0,4	1 (1)	0 (0)	0 (0)	0 [0 - 18]	0 [0]	0 [0]
DOMUS DE MARIA	1,0	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 [0]	0 [0]	0 [0]
SORSO	1,0	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 [0 - 4]	0 [0]	0 [0]

Tabella 2: Valori estremi di temperatura massima e permanenza dei valori orari sopra le soglie di 30, 35 e 40 °C, mese di agosto 2012.

Stazioni	T massime (°C)	N° ore mensili e massimi giornalieri			Valori "normali" ed estremi del periodo 1995-2007		
		30 °C	35 °C	40 °C	30 °C	35 °C	40 °C
OTTANA	45,3	347 (14)	240 (10)	82 (7)	204 [117 - 312]	63 [18 - 158]	1 [0 - 24]
MONASTIR MOBILE	43,4	293 (12)	49 (8)	4 (4)	-	-	-
GONNOSFANADIGA	42,2	293 (12)	148 (9)	1 (1)	-	-	-
UTA	41,8	279 (11)	56 (7)	3 (3)	-	-	-
USINI MOBILE	41,3	300 (12)	152 (9)	2 (2)	-	-	-
BENETUTTI	41,1	268 (11)	102 (7)	0 (0)	155.5 [66 - 276]	39.5 [3 - 113]	0 [0 - 35]
ORANI	41,0	275 (12)	126 (7)	1 (1)	164 [86 - 290]	38 [5 - 137]	0 [0 - 12]
DOLIANOVA	40,8	252 (11)	26 (6)	1 (1)	127 [47 - 272]	10 [0 - 56]	0 [0]
VILLA S. PIETRO	40,8	233 (11)	21 (5)	0 (0)	114 [44 - 312]	7.5 [0 - 59]	0 [0]
MILIS	40,5	266 (11)	88 (8)	0 (0)	152 [52 - 332]	18 [0 - 138]	0 [0 - 12]
DORGALI LANAITTO	40,1	307 (13)	159 (9)	0 (0)	-	-	-
CHIARAMONTI	39,7	223 (11)	30 (5)	0 (0)	63.5 [25 - 259]	2.5 [0 - 49]	0 [0]
BONNANARO	39,6	224 (10)	55 (5)	0 (0)	103 [27 - 257]	16.5 [0 - 80]	0 [0 - 5]
DORGALI MOBILE	39,5	304 (13)	113 (8)	0 (0)	-	-	-
GUASILA	39,4	236 (11)	46 (7)	0 (0)	101.5 [30 - 264]	6.5 [0 - 85]	0 [0 - 29]
BERCHIDDA	39,2	229 (10)	53 (5)	0 (0)	88 [52 - 189]	7 [0 - 65]	0 [0 - 15]
SIURGUS-DONIGALA	39,2	227 (11)	30 (7)	0 (0)	106 [32 - 246]	6 [0 - 73]	0 [0]
PALMAS ARBOREA	39,1	250 (11)	54 (8)	0 (0)	-	-	-
DORGALI FILITTA	38,9	303 (12)	92 (9)	0 (0)	-	-	-
IGLESIAS	38,9	174 (9)	17 (6)	0 (0)	75 [11 - 232]	5.5 [0 - 48]	0 [0 - 3]
VILLACIDRO	38,9	229 (10)	31 (7)	0 (0)	112.5 [42 - 283]	6 [0 - 103]	0 [0 - 5]
VILLASALTO	38,9	209 (11)	4 (4)	0 (0)	74 [11 - 219]	2 [0 - 44]	0 [0]
LURAS	38,8	255 (12)	60 (7)	0 (0)	71.5 [11 - 217]	1 [0 - 29]	0 [0]
OLIENA	38,7	256 (12)	50 (7)	0 (0)	149.5 [74 - 292]	22.5 [0 - 111]	0 [0 - 5]
NUORO	38,4	240 (11)	47 (5)	0 (0)	56.5 [16 - 216]	0.5 [0 - 18]	0 [0]
GIAVE	38,0	210 (10)	19 (4)	0 (0)	73 [24 - 241]	4 [0 - 56]	0 [0]
SARDARA	37,5	179 (9)	16 (4)	0 (0)	108 [35 - 263]	7 [0 - 83]	0 [0 - 5]
ATZARA	37,4	202 (10)	13 (4)	0 (0)	60.5 [23 - 233]	3 [0 - 41]	0 [0]
MACOMER	37,2	159 (10)	2 (2)	0 (0)	53 [10 - 176]	1 [0 - 16]	0 [0]
OLMEDO	37,1	182 (10)	14 (4)	0 (0)	73 [10 - 271]	0 [0 - 65]	0 [0]
SASSARI S.A.R.	36,6	119 (11)	1 (1)	0 (0)	41 [6 - 200]	0 [0 - 20]	0 [0 - 2]
ARITZO	36,5	158 (10)	2 (1)	0 (0)	-	-	-
SADALI	36,4	165 (10)	0 (0)	0 (0)	61 [13 - 180]	0.5 [0 - 34]	0 [0]
SINISCOLA	36,4	147 (10)	3 (3)	0 (0)	80 [22 - 255]	1 [0 - 20]	0 [0 - 2]
GAVOI	36,3	196 (10)	1 (1)	0 (0)	-	-	-
SORSO	36,3	124 (9)	3 (2)	0 (0)	31.5 [15 - 52]	0.5 [0 - 5]	0 [0]
VALLEDORIA	35,8	87 (10)	0 (0)	0 (0)	15 [4 - 129]	0 [0 - 5]	0 [0]
PUTIFIGARI	35,6	146 (9)	0 (0)	0 (0)	59 [3 - 220]	2 [0 - 40]	0 [0]
VILLANOVA STRISAILI	35,6	34 (7)	0 (0)	0 (0)	43 [1 - 85]	0 [0 - 15]	0 [0]
BITTI	35,5	117 (8)	0 (0)	0 (0)	53 [4 - 133]	0 [0 - 28]	0 [0]
AGLIENTU	35,4	103 (9)	0 (0)	0 (0)	49 [5 - 282]	0 [0 - 16]	0 [0]
MURAVERA	35,2	144 (10)	0 (0)	0 (0)	69 [13 - 278]	4 [0 - 17]	0 [0 - 4]

3.4 Le basse temperature e le nevicate del febbraio 2012

3.4.1 La situazione a scala sinottica

Dal 31 gennaio e per tutta la prima metà di febbraio gran parte dell'Europa (inclusa l'Italia) è stata interessata da flussi di aria fredda, indotti da una serie di perturbazioni, che hanno portato nevicate a basse quote su molte regioni mediterranee, inclusa la parte più settentrionale dell'Algeria.

La situazione a scala sinottica è stata caratterizzata dal congiungimento dell'anticiclone termico siberiano e di quello del Nord Atlantico. Al suolo sul Mediterraneo, invece, per l'intero periodo persisteva una struttura ciclonica con minimi barici prevalentemente sul Tirreno o sullo Ionio; al livello di 500 hPa inizialmente era presente una saccatura dalla Scandinavia al Nord Africa, successivamente evolutasi in una struttura chiusa con minimo sul Mediterraneo occidentale. Le perturbazioni erano alimentate da avvezione di vorticità ciclonica a 500 hPa dalle regioni polari e da flussi freddi nei bassi strati atmosferici dalla Russia artica.

Tra i giorni 1 e 5 a 500 hPa era presente un minimo principale intorno ai paesi Baltici e una saccatura che si allungava sino al Mediterraneo ed il nord Africa, mentre sull'Atlantico un marcato promontorio raggiungeva le regioni polari; questo creava flussi in quota dalle regioni artiche verso Sud che trasportavano vorticità ciclonica.

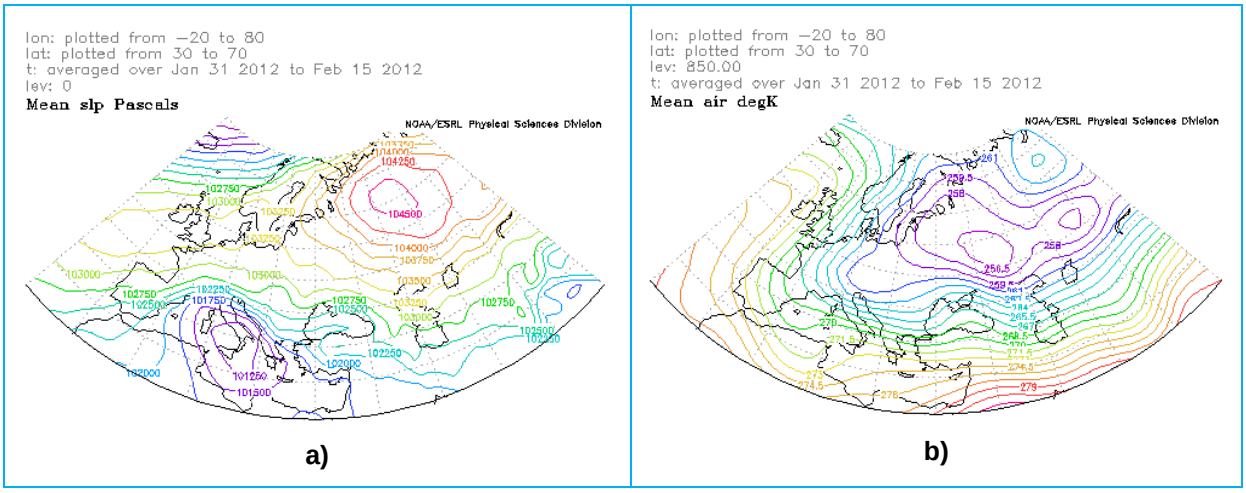
Dal giorno 6 la saccatura a 500 hPa sul Mediterraneo evolveva in un minimo chiuso isolato; ma sulle regioni artiche della Finlandia persisteva un picco di vorticità ciclonica che iniziava a dirigersi verso Sud. Esso raggiungeva l'Italia il giorno 10 e dava luogo ad una nuova intensificazione dei fenomeni.

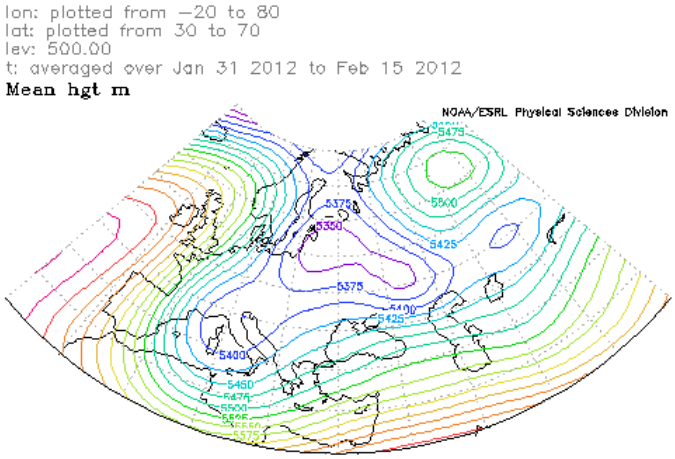
Solo dal 15 febbraio, le perturbazioni lasciavano il Mediterraneo occidentale, permettendo il ritorno dell'alta pressione dall'Atlantico.

La **figura 43** mostra la media dal 31/1/2012 al 15/2/2012 della pressione a livello del mare, dell'altezza di geopotenziale al livello di 500 hPa e della temperatura al livello di 850 hPa. Le prime due figure, in particolare quella relativa alla pressione al livello del mare (**figura 43a-**), mostrano chiaramente l'anticiclone siberiano esteso a gran parte dell'Europa continentale e la persistenza di una saccatura al suolo sul Mediterraneo centrale.

La **figura 43c** permette di osservare l'intrusione di aria fredda dalla Siberia che, per effetto della configurazione barica, confluisce su Italia, Francia, Spagna e Algeria. Si osservi, in particolare, l'isoterma dei 270 K (-3 °C) che attraversa la Sard egna ad una quota di circa 1500 m.

Figura 43. Situazione a scala sinottica-planetaria sull'area Euro-atlantica dal 31/1 al 15/2/2012: a) media della pressione riportata a livello del mare; b) media dell'altezza di geopotenziale alla quota di 500 hPa; c) media della temperatura alla quota di 850 hPa.





c)

3.4.2 Le temperature

La **tabella 3** mostra la media delle temperature minime, medie e massime delle singole stazioni della rete ARPAS del mese di febbraio e il confronto con la temperatura media del 1995-2006. Come si può osservare le temperature minime assolute di febbraio di quasi tutta la Sardegna sono state inferiori a 0 ℃, incluse molte località di pianura o costiere. S olo l'estremo Sud (vedasi ad esempio Domus de Maria e Villa San Pietro) ha avuto minime assolute superiori a 0 ℃, seppur di poco (1.0 ℃).

Per contro, nelle località di collina e di montagna le temperature minime sono state eccezionalmente basse. Su circa metà dell'Isola si è avuta almeno una temperatura minima inferiore a -5℃ e in molte stazioni meteorologiche si è avuta la temperatura più bassa mai registrata in assoluto. Di particolare interesse i -17.0 ℃ di Gavoi e i -15.5 ℃ di Illor ai che sono in assoluto le due temperature più basse mai registrate in Sardegna[6].

Il confronto col dato storico mostra che sia le temperature medie sia le minime sono inferiori alla media 1995-2006. Le anomalie delle minime, in particolare, vanno da circa -5 ℃ sino a quasi -13 ℃, a conferma dell'eccezionalità dell'evento.

La **tabella 4** confronta le temperature minime, medie e massime delle tre decadi di febbraio. Come si può vedere le prime due decadi sono state decisamente più fredde della terza. In molte località si sono avute minime assolute inferiori a 0 ℃ in ambe due le decadi fredde, con valori estremi più bassi nella seconda decade tra i quali anche le due temperature record citate sopra. È interessante notare, inoltre, che in qualche località di montagna le temperature medie delle prime due decadi, e non solo le minime, sono state inferiori a 0 ℃.

Nella terza decade, quando cioè il flusso di aria fredda siberiana era cessato, le temperature sono cresciute in maniera consistente, portandosi su valori medi quasi ovunque superiori ai +5 ℃.

[6] Le temperature minime assolute del febbraio del 1956 scesero sino a -11℃. Occorre tuttavia segnalare che esse furono registrate con termometri meccanici, dunque meno sensibili ai valori estremi.

Tabella 3. Temperature minime, medie e massime del mese di febbraio 2012, confronti con la media 1995-2006 e anomalie rispetto alla media su un insieme di stazioni. In grigio sono evidenziate le temperature minime inferiori a -5 °C; in ocra le temperature minime superiori a 0 °C; in rosso le temperature me die superiori a +5 °C.

Stazione meteorologica	Temperatura mimina [°C]			Temperatura media [°C]			Temperatura massima [°C]			N. dati validi
	Valore	Media 1995-2006	Anomalia rispetto alla media	Valore	Media 1995-2006	Anomalia rispetto alla media	Valore	Media 1995-2006	Anomalia rispetto alla media	
AGLIENTU	-0,4	6,1	-6,5	6,6	9,2	-2,6	14,6	12,5	2,1	27
ARITZO	-7,1	-	-	1,6	-	-	15,1	-	-	29
ARZACHENA	-1,4	3,4	-4,8	6,3	9,4	-3,1	18,1	14,4	3,7	29
ATZARA	-6,4	2,3	-8,7	3,6	6,7	-3,1	14,4	11,0	3,4	27
BARISARDO	-4,3	-	-	6,9	-	-	17,8	-	-	28
BENETUTTI	-6,4	1,9	-8,3	4,3	7,4	-3,1	17,2	13,1	4,2	29
BERCHIDDA	-6,0	4,0	-10,0	4,5	8,1	-3,6	18,1	13,0	5,1	29
BITTI	-6,2	1,9	-8,1	1,9	5,1	-3,2	14,5	8,4	6,1	29
BONNANARO	-5,1	3,4	-8,5	4,3	7,7	-3,4	17,5	12,1	5,4	29
CHIARAMONTI	-8,9	2,8	-11,7	4,1	7,3	-3,2	16,3	11,7	4,6	29
DOLIANOVA	-3,4	4,1	-7,5	6,1	9,0	-2,9	17,6	14,1	3,5	29
DOMUS DE MARIA	1,0	7,0	-6,0	7,8	10,1	-2,3	17,6	13,9	3,7	29
DORGALI FILITTA	-3,2	-	-	7,1	-	-	22,2	-	-	29
DORGALI	-6,2	-	-	5,2	-	-	22,0	-	-	29
DORGALI MOBILE	-5,4	-	-	5,4	-	-	21,4	-	-	29
GAVOI	-17,0	-	-	0,5	-	-	17,4	-	-	29
GIAVE	-7,8	0,9	-8,7	3,2	6,4	-3,2	15,4	11,3	4,1	29
GONNOSFANADIG	-2,7	-	-	6,4	-	-	18,6	-	-	28
GUASILA	-3,4	4,4	-7,8	5,3	8,1	-2,8	15,8	12,4	3,4	29
IGLESIAS	-0,5	6,0	-6,5	6,4	8,8	-2,4	16,4	12,4	4,0	29
ILLORAI	-15,5	0,3	-15,8	0,6	4,4	-3,8	13,3	8,1	5,2	29
LURAS	-3,6	3,8	-7,4	5,0	7,2	-2,2	18,9	10,6	8,3	29
MACOMER	-9,0	1,9	-10,9	2,5	5,8	-3,3	13,8	9,6	4,2	29
MILIS	-1,5	5,6	-7,1	7,1	9,8	-2,7	17,0	14,2	2,8	29
MONASTIR MOBILE	-2,1	-	-	7,8	-	-	20,5	-	-	29
MURAVERA	-1,5	6,6	-8,1	7,8	10,7	-2,9	17,0	14,9	2,1	29
NUORO	-4,6	2,8	-7,4	4,2	6,9	-2,7	16,0	11,2	4,8	29
OLIENA	-5,7	3,2	-8,9	5,4	8,9	-3,5	20,1	14,2	5,9	29
OLMEDO	-4,0	3,9	-7,9	5,8	9,2	-3,4	16,4	13,9	2,5	29
ORANI	-6,9	2,1	-9,0	4,5	8,0	-3,5	17,6	13,9	3,7	29
OTTANA	-4,5	-	-	6,7	-	-	20,7	-	-	29
OZIERI	-6,5	1,7	-8,2	3,8	7,3	-3,5	17,5	12,8	4,7	29
PALMAS ARBOREA	-3,9	-	-	7,0	-	-	18,9	-	-	29
PUTIFIGARI	-1,6	5,1	-6,7	5,3	7,8	-2,5	14,9	11,1	3,8	29
SADALI	-9,1	0,4	-9,5	1,9	5,1	-3,2	14,3	9,2	5,1	29
SARDARA	-3,3	6,2	-9,5	5,6	9,5	-3,9	15,0	13,2	1,8	29
SASSARI S.A.R.	-1,5	5,6	-7,1	5,8	9,1	-3,3	15,4	12,9	2,5	28
SINISCOLA	-2,9	5,6	-8,5	7,0	10,4	-3,4	17,3	14,8	2,5	29
SORSO	1,0	7,1	-6,1	8,0	10,2	-2,2	17,5	13,9	3,6	29
USINI MOBILE	-0,6	-	-	7,4	-	-	19,2	-	-	29
UTA	-4,2	-	-	5,7	-	-	18,7	-	-	29
VALLEDORIA	-0,4	5,0	-5,4	7,2	9,6	-2,4	17,5	14,0	3,5	27
VILLA S. PIETRO	-1,5	6,1	-7,6	7,9	10,7	-2,8	18,0	15,2	2,8	28
VILLACIDRO	-3,4	4,8	-8,2	6,3	9,2	-2,9	16,8	13,6	3,2	22
VILLANOVA	-14,6	-1,9	-12,7	0,3	3,9	-3,6	15,3	9,4	5,9	29
VILLASALTO	-2,9	3,5	-6,4	4,4	7,1	-2,7	16,8	10,8	6,0	29

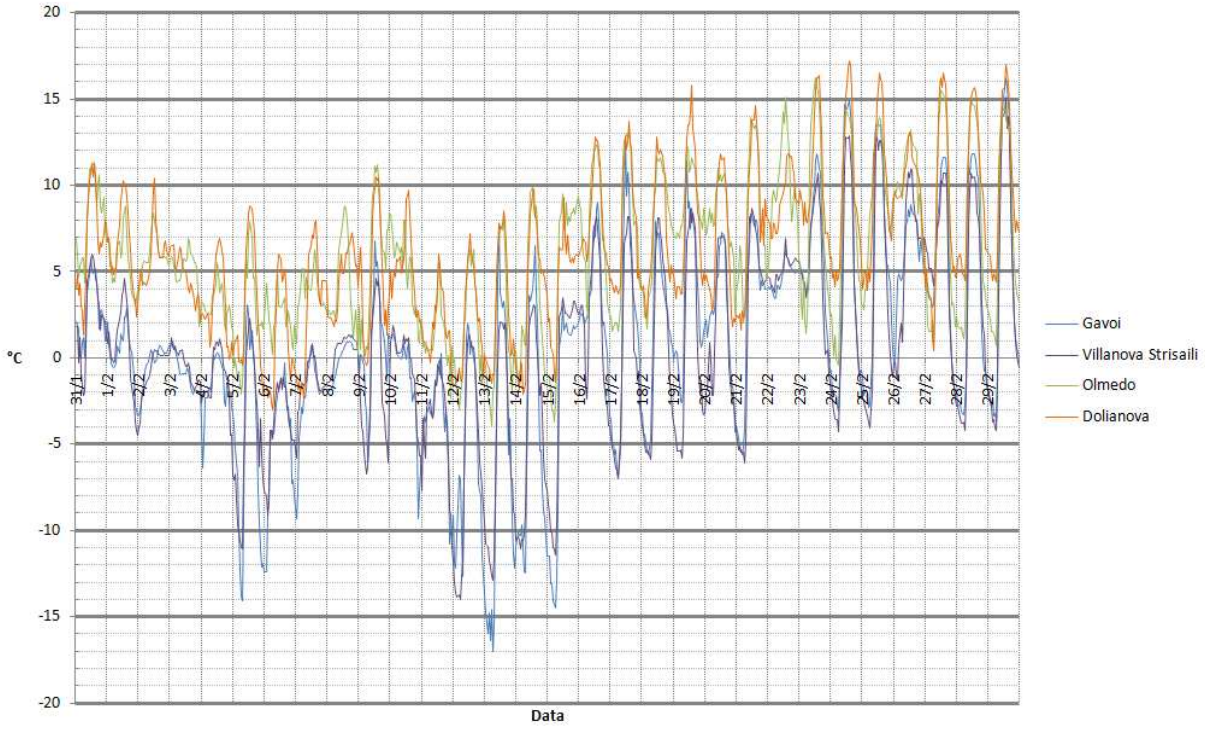
Tabella 4. Temperature minime, medie e massime del mese delle tre decadi di febbraio 2012, su un insieme di stazioni. In grigio sono evidenziate le temperature minime inferiori a -5 °C; in ocra le temperature minime superiori a 0 °C; in verse le temperature medie inferiori a 0 °C; in rosso le temperature medie superiori a +5 °C.

Stazione meteorologica	I decade				II decade				III decade			
	Temperatura minima [°C]	Temperatura media [°C]	Temperatura massima [°C]	Numero di dati validi	Temperatura minima [°C]	Temperatura media [°C]	Temperatura massima [°C]	Numero di dati validi	Temperatura minima [°C]	Temperatura media [°C]	Temperatura massima [°C]	Numero di dati validi
AGLIENTU	0,2	4,3	10,1	9	-0,4	6,0	13,9	10	5,3	10,0	14,6	8
ARITZO	-5,8	-1,0	7,1	10	-7,1	0,3	9,2	10	-3,0	6,1	15,1	9
ARZACHENA MOBILE	-0,9	3,9	12,2	10	-1,4	5,5	17,5	10	2,1	9,8	18,1	9
ATZARA	-4,8	1,2	8,5	10	-6,4	3,0	11,2	8	-2,1	6,8	14,4	9
BARISARDO	-3,7	4,6	12,4	9	-4,3	6,4	17,3	10	0,4	9,9	17,8	9
BENETUTTI	-3,9	2,4	9,6	10	-6,4	3,3	13,2	10	-1,8	7,6	17,2	9
BERCHIDDA	-3,1	1,9	9,9	10	-6,0	3,8	14,5	10	0,0	8,4	18,1	9
BITTI	-6,2	-1,2	4,1	10	-6,2	1,0	9,4	10	1,4	6,3	14,5	9
BONNANARO	-4,0	1,7	9,8	10	-5,1	3,5	13,2	10	0,3	8,1	17,5	9
CHIARAMONTI	-5,8	2,1	9,0	10	-8,9	3,3	13,2	10	-2,4	7,1	16,3	9
DOLIANOVA	-3,4	4,1	11,5	10	-2,6	5,1	15,8	10	0,4	9,4	17,6	9
DOMUS DE MARIA	1,0	5,8	12,6	10	1,1	7,0	16,0	10	4,0	10,9	17,6	9
DORGALI FILITTA	-1,1	4,8	13,0	10	-3,2	6,2	18,2	10	1,3	10,7	22,2	9
DORGALI LANAITTO	-2,5	4,2	13,1	10	-6,2	3,9	17,6	10	-1,4	7,9	22,0	9
DORGALI MOBILE	-3,0	4,0	12,1	10	-5,4	4,2	16,1	10	-1,0	8,3	21,4	9
GAVOI	-14,2	-1,5	9,4	10	-17,0	-1,3	13,2	10	-6,1	4,8	17,4	9
GHILARZA	-3,0	2,7	10,1	9	-	-	-	-	0,8	8,7	16,3	7
GIAVE	-7,8	0,9	8,4	10	-7,7	2,5	11,5	10	-3,7	6,5	15,4	9
GONNOSFANADIGA	-2,0	4,6	12,2	9	-2,7	5,5	16,7	10	-0,8	9,3	18,6	9
GUASILA	-2,5	3,3	10,2	10	-3,4	4,4	13,3	10	1,2	8,5	15,8	9
IGLESIAS	0,3	4,2	10,3	10	-0,5	5,6	12,8	10	2,9	9,7	16,4	9
ILLORAI	-14,2	-1,8	3,9	10	-15,5	-0,7	7,2	10	-3,6	4,7	13,3	9
LURAS	-1,9	1,9	11,1	10	-3,6	4,4	16,6	10	3,3	9,1	18,9	9
MACOMER	-7,2	-0,1	6,5	10	-9,0	1,6	10,5	10	0,2	6,5	13,8	9
MILIS	-0,9	5,2	11,5	10	-1,5	6,4	14,2	10	2,2	10,2	17,0	9
MONASTIR MOBILE	-0,6	6,0	13,8	10	-2,1	6,8	16,8	10	1,9	11,0	20,5	9
MURAVERA	0,5	5,7	11,7	10	-1,5	7,0	15,8	10	3,3	10,9	17,0	9
NUORO	-3,8	1,8	8,5	10	-4,6	3,3	12,5	10	0,9	7,8	16,0	9
OLIENA	-3,1	3,7	11,5	10	-5,7	4,5	15,7	10	-1,1	8,5	20,1	9
OLMEDO	-2,4	4,3	11,2	10	-4,0	5,2	13,3	10	-0,6	8,3	16,4	9
ORANI	-4,4	2,9	11,3	10	-6,9	3,4	14,6	10	-2,8	7,5	17,6	9
OROSEI	-4,3	3,0	14,2	9	-	-	-	-	-	-	-	-
OTTANA	-2,1	5,1	14,8	10	-4,5	5,5	17,5	10	-1,6	9,9	20,7	9
OZIERI	-3,0	2,1	9,9	10	-6,5	2,7	13,6	10	-2,7	6,8	17,5	9
PALMAS ARBOREA	-3,2	5,2	13,1	10	-3,9	6,2	16,1	10	-0,3	9,8	18,9	9
PUTIFIGARI	-0,5	2,6	9,0	10	-1,6	4,8	11,8	10	2,5	9,0	14,9	9
SADALI	-6,6	-0,1	7,5	10	-9,1	0,4	9,9	10	-5,3	5,9	14,3	9
SARDARA	-1,8	3,4	9,6	10	-3,3	4,7	12,6	10	2,1	8,9	15,0	9
SASSARI S.A.R.	-1,2	3,8	9,7	10	-1,5	5,3	13,8	10	2,5	9,1	15,4	8
SCANO DI MONTIFERRO	-	-	-	-	-	-	-	-	0,8	7,0	14,5	9
SINISCOLA	-1,4	5,2	11,3	10	-2,9	6,2	15,6	10	1,0	9,8	17,3	9
SORSO	1,6	5,7	11,3	10	1,0	7,5	15,1	10	4,9	11,1	17,5	9
USINI MOBILE	0,0	5,0	13,2	10	-0,6	6,7	16,0	10	3,7	11,0	19,2	9
UTA	-3,7	4,4	11,7	10	-4,2	4,6	14,9	10	-2,8	8,5	18,7	9
VALLEDORIA	0,4	5,7	11,5	10	-0,4	6,4	14,9	9	3,1	9,9	17,5	8
VILLA S. PIETRO	0,0	6,3	13,0	9	-1,5	7,0	15,3	10	2,6	10,6	18,0	9
VILLACIDRO	-0,3	5,4	11,4	8	-3,4	5,4	14,4	9	-	-	-	-
VILLANOVA STRISAILI	-11,4	-1,3	5,1	10	-14,6	-1,7	9,1	10	-6,2	4,2	15,3	9
VILLASALTO	-2,9	1,9	7,9	10	-2,9	3,4	11,4	10	-0,4	8,2	16,8	9

La **figura 44** mostra l'evoluzione delle temperature del periodo in esame in quattro località campione, due di montagna e due di pianura. Si può osservare distintamente la differenza tra il periodo 31/1-

15/2, caratterizzato da temperature molto basse, e il periodo 16/2-29/2, le cui temperature sono tornate sui valori tipici di febbraio.

Figura 44. Andamento delle temperature dal 31/1 al 29/2/2012 in quattro località campione: Gavoi, Villanova Strisaili, Dolianova e Olmedo.



Si noti, infine, che tra il 6 e l'8 febbraio le temperature di Gavoi e Villanova Strisaili, oltre ad altre località di montagna non mostrate nel grafico, sono state costantemente inferiori a 0 °C, anche nelle ore centrali della giornata.

3.4.3 Le precipitazioni

In Sardegna la situazione meteorologica descritta nel capitolo 3.4.3 ha dato luogo a nevicate oltre i 500 m nei giorni 1, 2, 3, a nevicate sopra i 300 m il giorno 6 e a nevicate ancora una volta al di sopra dei 500 m i giorni 8 e 10. Il giorno 11 la precipitazione nevosa sul Nord Sardegna ha aggiunto il livello del mare, arrivando ad interessare località come Alghero e Stintino (**figura 45**). Il giorno 12, infine, si sono avute le ultime isolate nevicate sopra i 500 m.

Complessivamente il numero di giorni di febbraio con presenza di manto nevoso su Sardegna e Corsica (**figura 7**) mostra un evidente andamento crescente da 1 (nelle zone pianeggianti e sulle coste) sino a 13-15 giorni sul Limbara e sulla Catena del Marghine-Goceano, dove la neve è rimasta per l'intera durata dell'eccezionale ondata di freddo. Sui Monti del Gennargentu (e sulle montagne della Corsica) il manto è stato presente tra i 25 e i 29 giorni, cioè è rimasto anche nella seconda metà del mese, nonostante le temperature più miti e l'assenza di precipitazioni.

Le condizioni meteorologiche di febbraio, dunque, si sono contraddistinte per le basse temperature, per le estese nevicate e per il permanere della neve sul terreno. Infatti, anche nel febbraio del 1999 e del 2010 la neve raggiunse località sul mare come Alghero o Porto Torres, ma le precipitazioni durarono solo qualche giorno. Per trovare un evento nevoso più lungo di questo in Sardegna, bisogna tornare indietro al febbraio del 1956, quando ci furono precipitazioni nevose per l'intero mese febbraio.

Figura 45. Neve sulla spiaggia del Lido di Alghero.

(per gentile concessione del Sig. Paolo Calaresu)

3.4.4 Gli impatti sul comparto agricolo

Le osservazioni riportate nel paragrafo 3.4.2 sono anche in accordo con quanto descritto nel capitolo 3.3.1 e 3.3.4, cioè con la statistica delle ore di gelo del mese di febbraio e con la statistica dei giorni di gelo dell'annata.

In particolare le temperature molto basse e le gelate intense e persistenti di febbraio hanno causato il rallentamento del ciclo vegetativo delle colture foraggere, in particolare gli erbai di graminacee e leguminose. Nella seconda metà del mese di febbraio l'attenuazione dei fenomeni di freddo intenso ha consentito una ripresa dell'attività vegetativa che alla fine del mese si presentava regolare. La coltre nevosa, soprattutto nelle aree di alta collina e di montagna, se da un lato ha costituito uno strato coibentante limitando i danni da freddo, dall'altro ha determinato un grosso ostacolo per lo sfruttamento delle colture foraggere e dei prati-pascoli da parte del bestiame. Tale situazione, notevolmente aggravata dalla scarsa produzione di foraggi durante il periodo autunnale a causa della siccità di tale periodo, ha portato a carenze anche ingenti per il bestiame al pascolo, con la conseguente stabulazione e somministrazione di concentrati per compensare la scarsa alimentazione. Anche per le colture ortive le condizioni termiche critiche della prima quindicina del mese hanno determinato danni ingenti: in particolare sul carciofo con distruzione totale dell'apparato vegetativo e compromettendo le produzioni del periodo. Il brusco abbassamento termico registrato nelle prime due decadi del mese ha generato inoltre un rallentamento fenologico.

4. ELABORAZIONI AGROMETEOROLOGICHE SPECIFICHE

4.1. Evapotraspirazione e bilancio idro-meteorologico

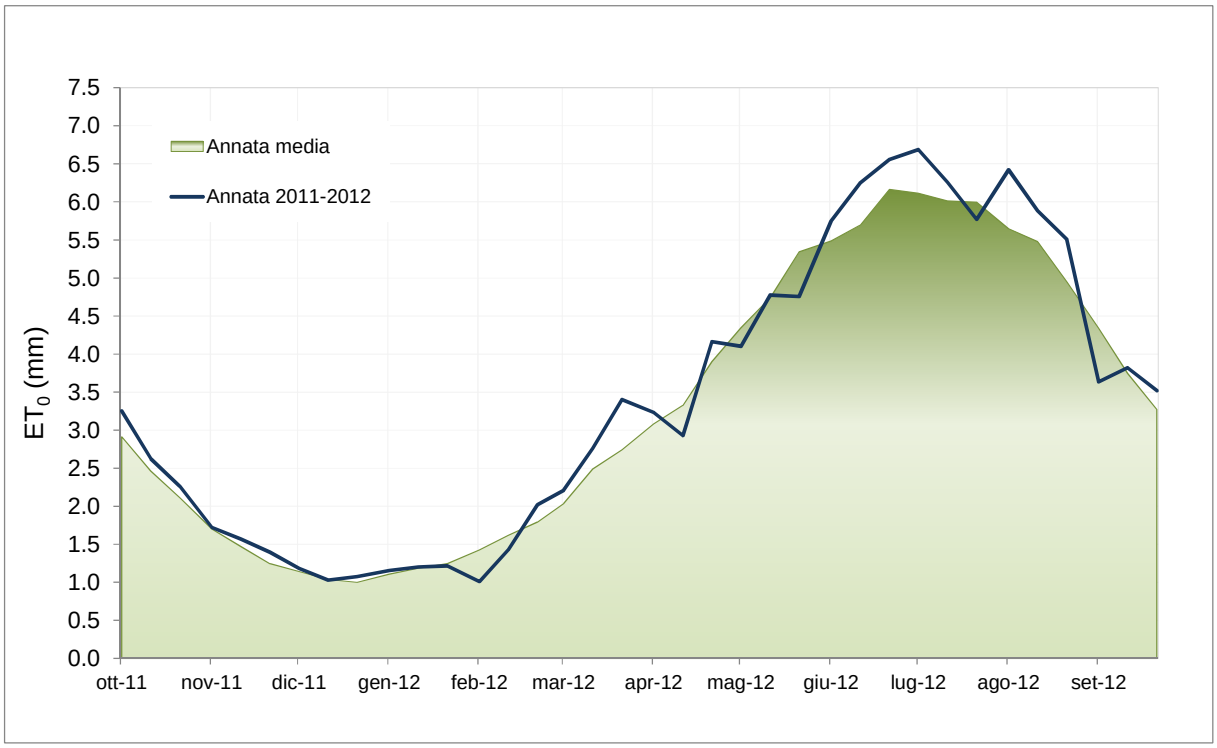
Il bilancio idro-meteorologico rappresenta la differenza tra gli apporti piovosi e le perdite evapotraspirative e consente di esprimere l'apporto meteorologico netto ed evidenziare le differenti condizioni di disponibilità idrica nei diversi ambiti territoriali e nei diversi anni.

Per le perdite evapotraspirative si è considerata l'evapotraspirazione di riferimento[7] (ET_0), calcolata applicando il metodo di Hargreaves-Samani[8] ai dati medi mensili di temperatura minima, massima e media.

L'evapotraspirazione mensile ha raggiunto i valori minimi in dicembre e febbraio e i massimi nel mese di luglio e agosto quando si sono raggiunti cumulati mensili pari a 200-210 mm.

Nei grafici riportati nelle figure 46-50 sono rappresentati i valori medi decadali per alcune stazioni rappresentative, raffrontati con i corrispondenti dati medi riferiti alla serie storica recente (dal 1995). Come si può evidenziare nel mese di marzo e nel trimestre giugno-agosto i valori sono stati significativamente più elevati.

Figura 46: Evapotraspirazione media decadale – stazione di Olmedo.



[7]L'evapotraspirazione di riferimento rappresenta la quantità d'acqua dispersa nell'atmosfera, attraverso i processi di evaporazione del suolo e traspirazione delle piante, da un prato di ampia estensione, i cui processi di crescita e produzione non sono limitati dalla disponibilità idrica o da altri fattori di stress. È generalmente accettato che la coltura di riferimento sia una specie autunno-vernina, del tipo C-3, con caratteristiche geometriche ed ecofisiologiche simili al loietto (*Lolium perenne* L.) o alla festuca (*Festuca arundinacea*Schrab, 'Alta').

[8]Il metodo di Hargreaves-Samani si basa sulla temperatura media, sull'escursione termica (differenza tra la temperatura massima e quella minima) e sulla radiazione solare extraterrestre, vale a dire quella che giunge su una ipotetica superficie posta al di fuori dell'atmosfera e che varia in funzione della latitudine e del giorno dell'anno.

Figura 47: Evapotraspirazione media decadale – Stazione di Siniscola.

Figura 48: Evapotraspirazione media decadale – Stazione di Milis.

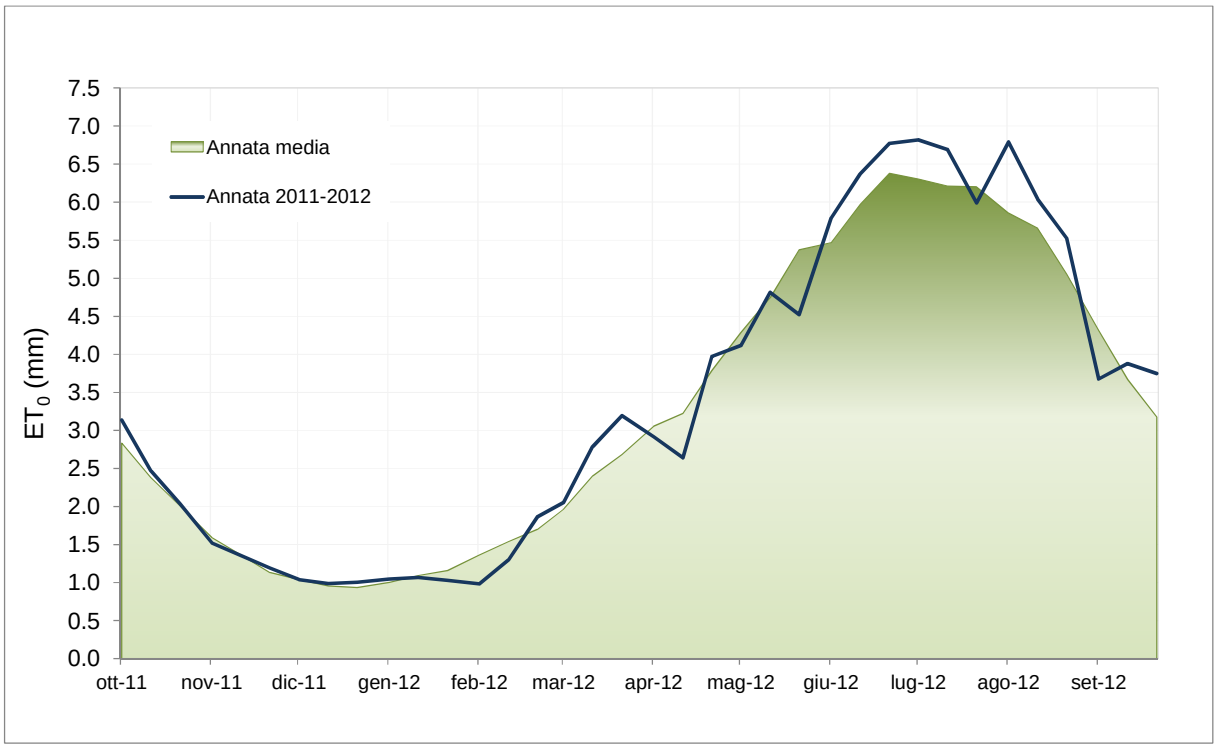


Figura 49: Evapotraspirazione media decadale – Stazione di Atzara.

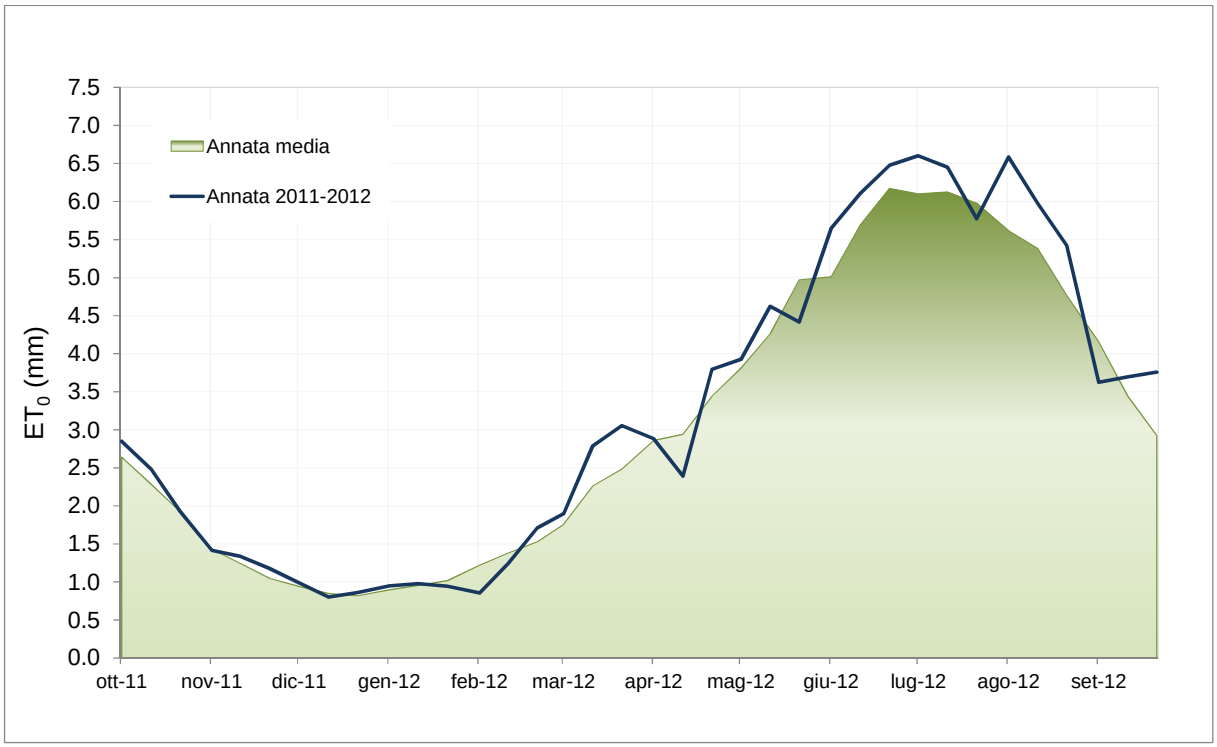
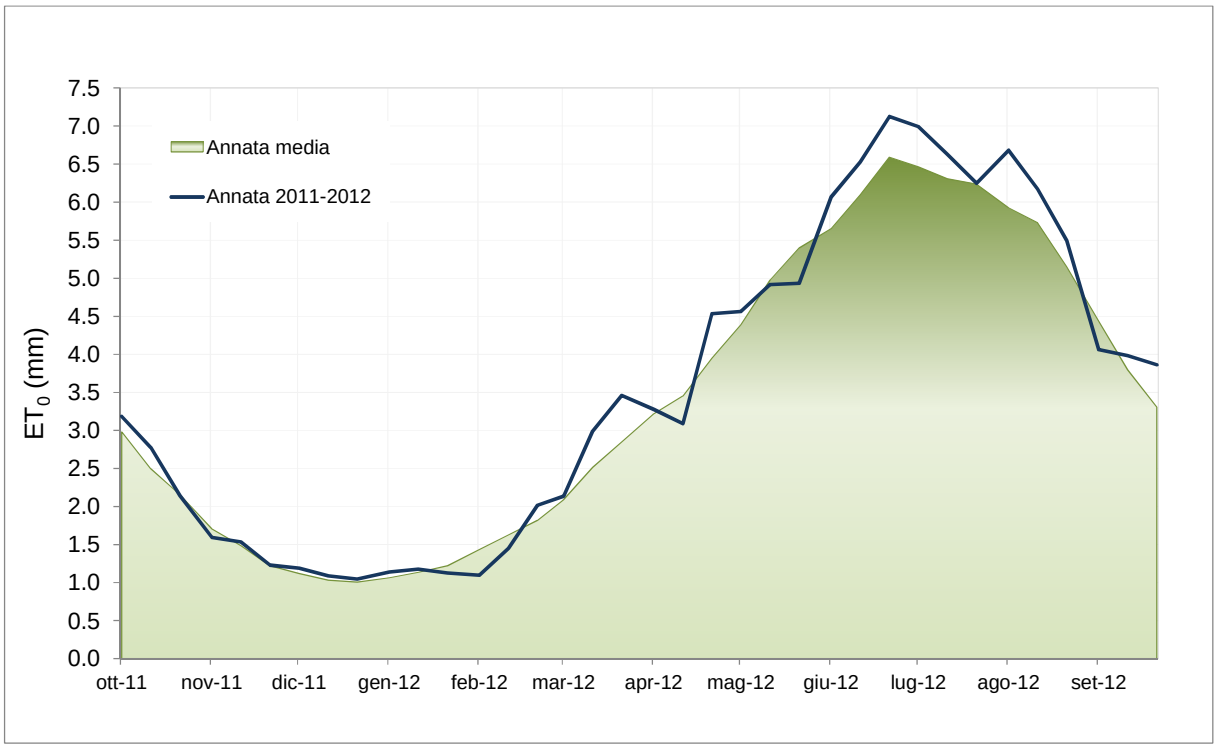


Figura 50: Evapotraspirazione media decadale – Stazione di Dolianova.



Per quanto riguarda le elaborazioni del bilancio idro-meteorologico sono riportate di seguito, nelle **figure 51** e **52**, le mappe mensili raggruppate per semestri. Si possono osservare condizioni di surplus idrico diffuso nel quadrimestre novembre-febbraio, successivamente nei mesi di aprile e

maggio e settembre sebbene in maniera localizzata. Da evidenziare le condizioni di deficit dei mesi di ottobre e marzo.

Figura 51: Mappe mensili di bilancio idro-meteorologico del semestre ottobre 2011-marzo 2012.

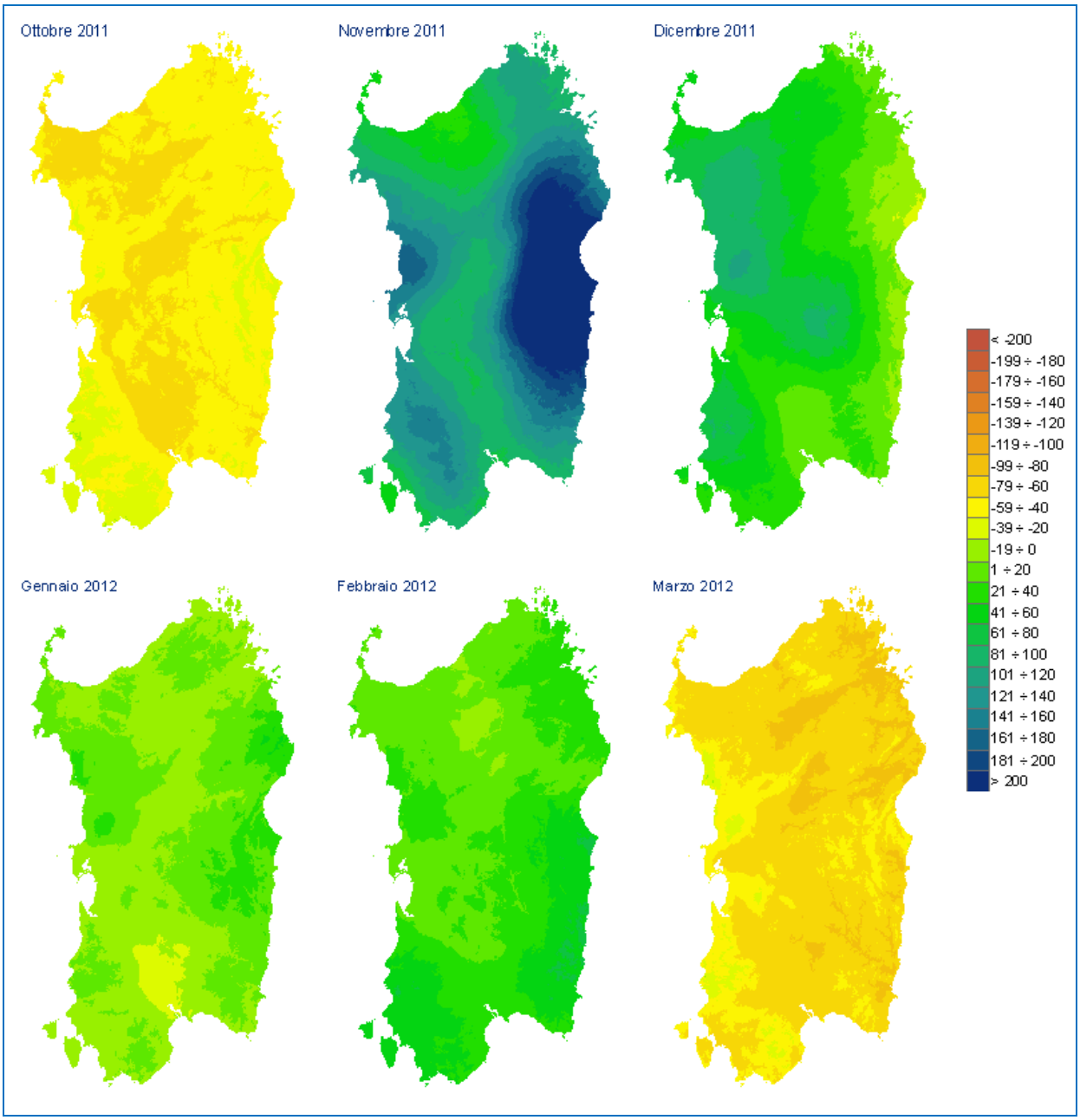
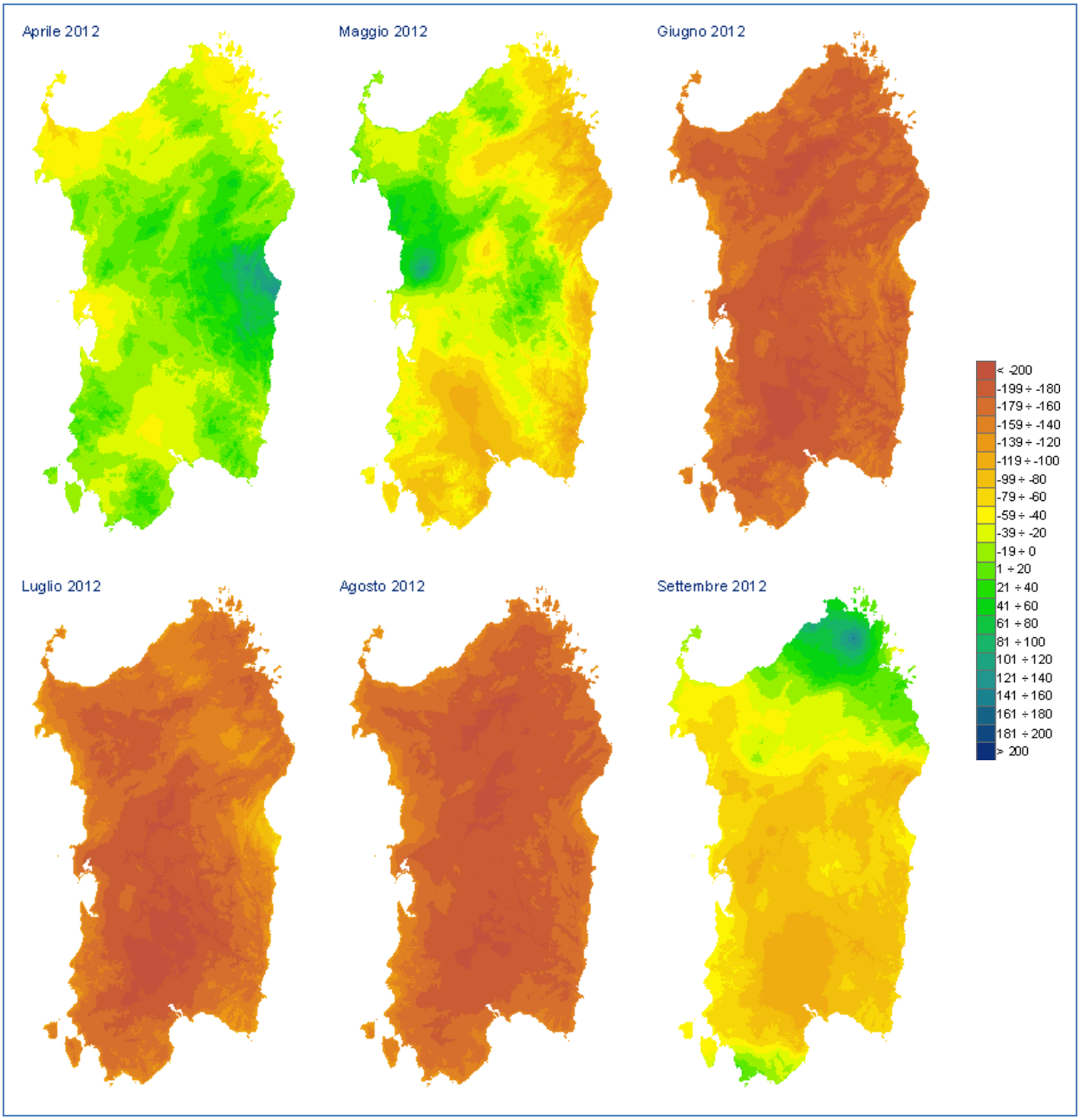


Figura 52: Mappe mensili di bilancio idro-meteorologico del semestre aprile - settembre 2012.



4.2. Indice di precipitazione standardizzata - SPI

Per l'analisi delle condizioni di siccità e degli impatti sulle diverse componenti del sistema idrologico (suolo, corsi d'acqua, falde, ecc..) è stato calcolato l'indice di precipitazione standardizzata (*Standardized Precipitation Index*, SPI) a scala trimestrale e semestrale. L'indice è calcolato considerando la deviazione della pioggia totale misurata in un dato periodo rispetto al corrispondente valore medio climatico, e dividendo tale scarto per la deviazione standard della medesima serie storica di riferimento. L'indice SPI rappresenta perciò il numero di deviazioni standard dalla media e consente di evidenziare sia periodi umidi che siccitosi.

L'analisi su periodi di diversa durata si basa sul presupposto che le componenti del sistema idrologico rispondono in maniera differente alla durata di un deficit di precipitazione: ad esempio il contenuto idrico del suolo risente dei deficit di breve durata (1-3 mesi), mentre deficit pluviometrici che si

prolungano per svariati mesi (6, 12 e oltre) possono avere conseguenze sui deflussi superficiali, sulle falde sotterranee e sulle risorse idriche invasate nei laghi e nei serbatoi artificiali.

I valori dell'indice possono essere interpretati secondo la tabella seguente:

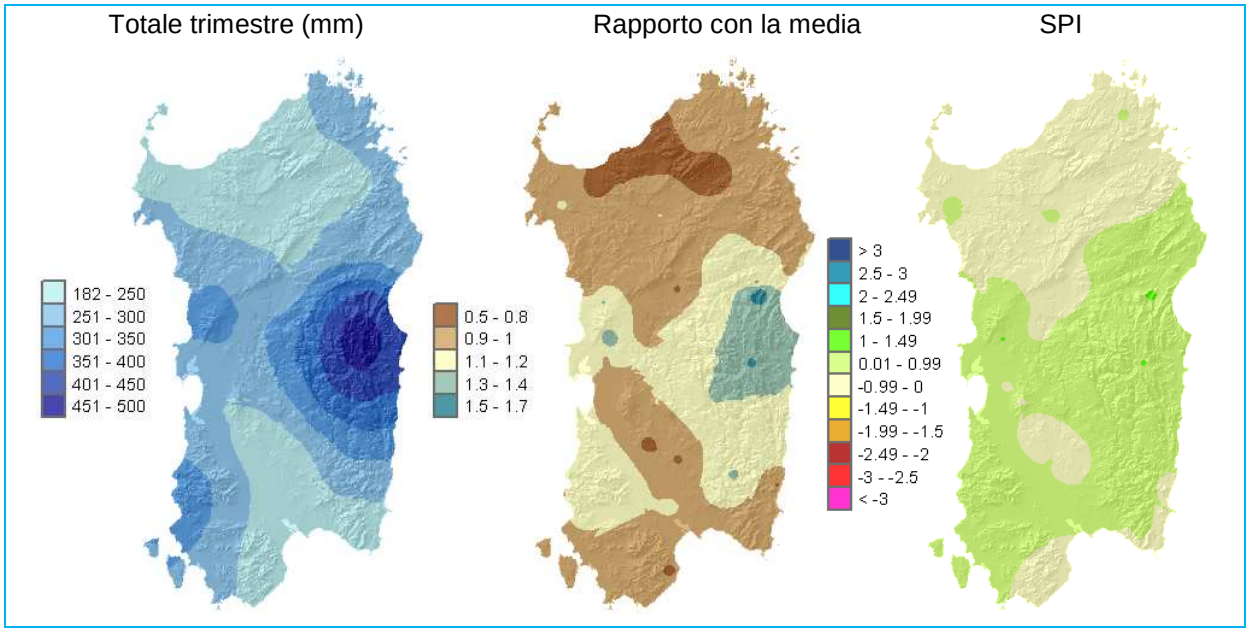
Classe	Valori di SPI
Estremamente umido > 2	> 3.0
	da 2.5 a 3.0
	da 2.0 a 2.49
Molto umido	da 1.5 a 1.99
Moderatamente umido	da 1.0 a 1.49
Vicino alla media	da 0.01 a 0.99
	da -0.99 a 0
Moderatamente siccitoso	da -1.49 a -1.0
Molto siccitoso	da -1.99 a -1.5
Estremamente siccitoso < 2	da -2.49 a -2.0
	da -3.0 a -2.5
	< -3.0

Le precipitazioni del trimestre autunnale del 2011 (figura 53) si sono concentrate sul massiccio del Gennargentu, dove hanno raggiunto dei cumulati trimestrali compresi tra 300 mm e 500 mm, mentre sul resto dell'Isola i cumulati sono stati più modesti.

In generale le precipitazioni hanno avuto una variabilità del ±20% rispetto alla media climatologica, ad eccezione del Gennargentu le cui piogge risultano sensibilmente superiori alla media e del Nord Sardegna (Anglona e Gallura) che ha avuto piogge inferiori all'80% della media.

L'indice SPI presenta valori compresi tra -1 e poco sopra +1, corrispondenti perciò alla classe *Vicino al normale*.

Figura 53: Precipitazioni e anomalie del trimestre ottobre-dicembre 2011.

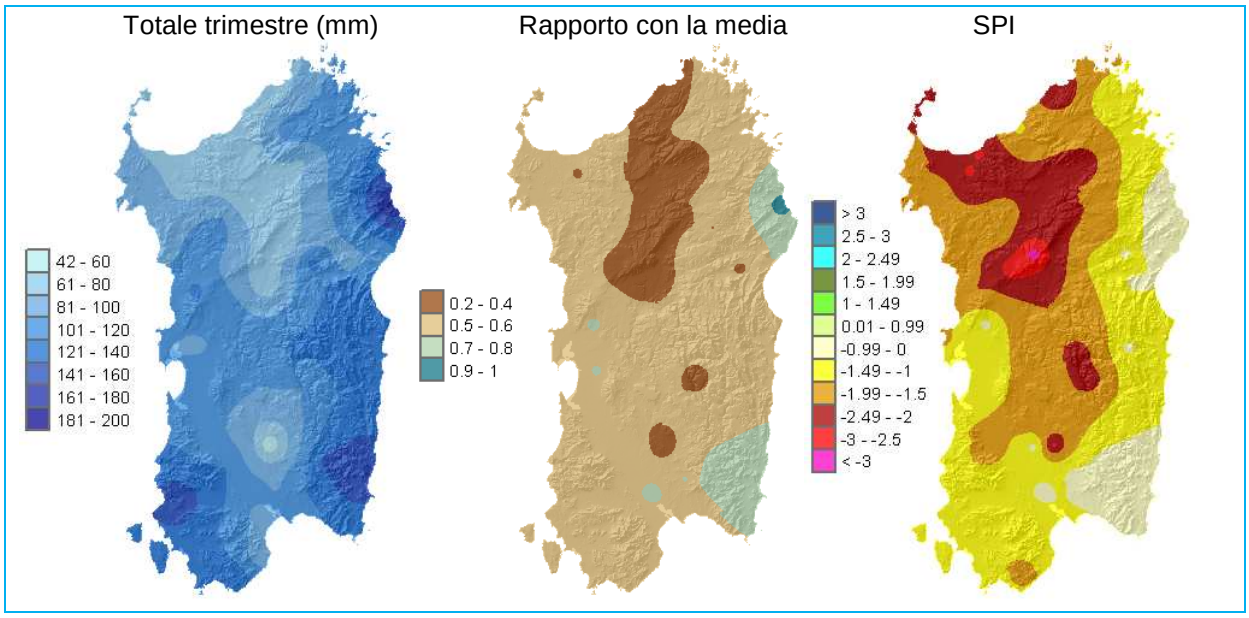


Le precipitazioni del primo trimestre 2012 sono state caratterizzate dalle abbondanti nevicate del mese di febbraio e dalle modeste piogge di gennaio e marzo. La figura 53 mostra il cumulato dei tre mesi[9], accompagnato dai tre indicatori climatologici. Si vede che i cumulati sono inferiori a 100 mm su buona parte del settore settentrionale e su parte del Campidano, mentre superano a 150 mm sulla Sardegna orientale.Si tratta di valori un po' ovunque inferiori alla media climatologica, in particolare su Goceano, Montacuto, Anglona e Gallura.

[9]La presenza di abbondanti nevicate porta ad una sottostima dell'altezza di precipitazione. Nelle zone dove le nevicate sono state più abbondanti, dunque, i cumulati reali di gennaio-marzo sono da ritenersi in qualche modo superiori a quelli riportati in figura.

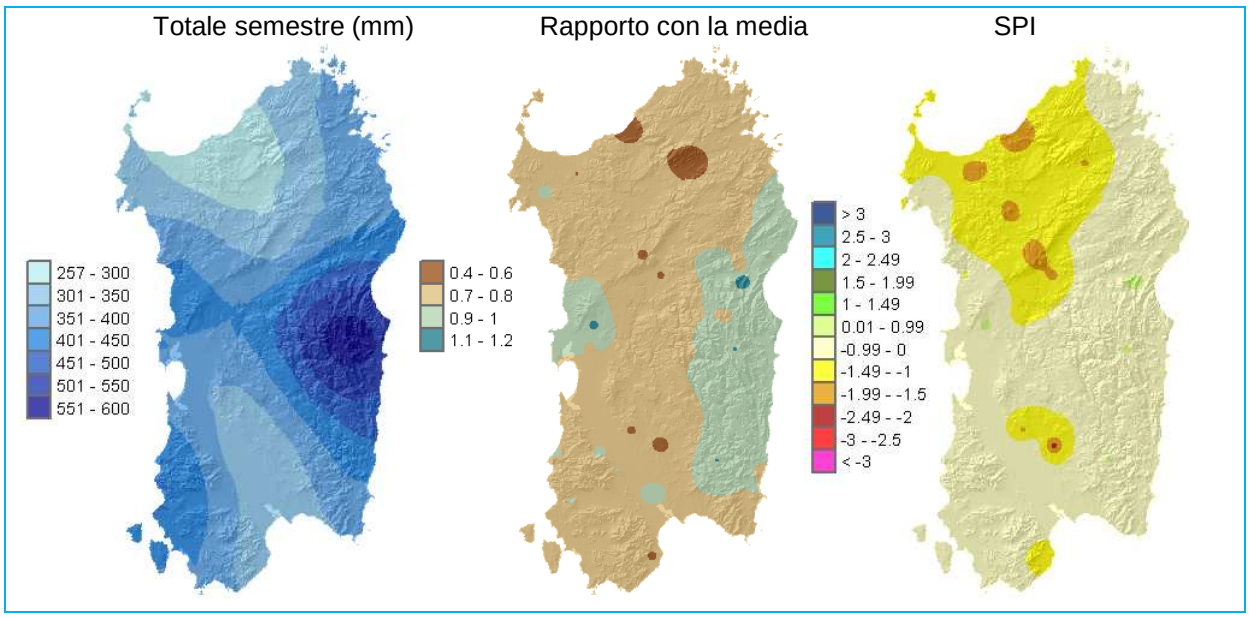
L'indice SPI nella maggior parte del territorio varia tra la classe *Moderatamente siccitoso* (da -1 a -1.5) e *Molto siccitoso* (da -1.5 a -2); particolarmente critiche le condizioni del settore centro-settentrionale dove l'indice presenta valori inferiori a -2 fino a circa -3, corrispondenti alla classe *Estremamente siccitoso*. Tali condizioni stanno ad indicare una riduzione di disponibilità idrica nei suoli e una riduzione delle portate dei corsi d'acqua rispetto ai livelli normali del periodo.

Figura 53: Precipitazioni e anomalie del gennaio - marzo 2012.



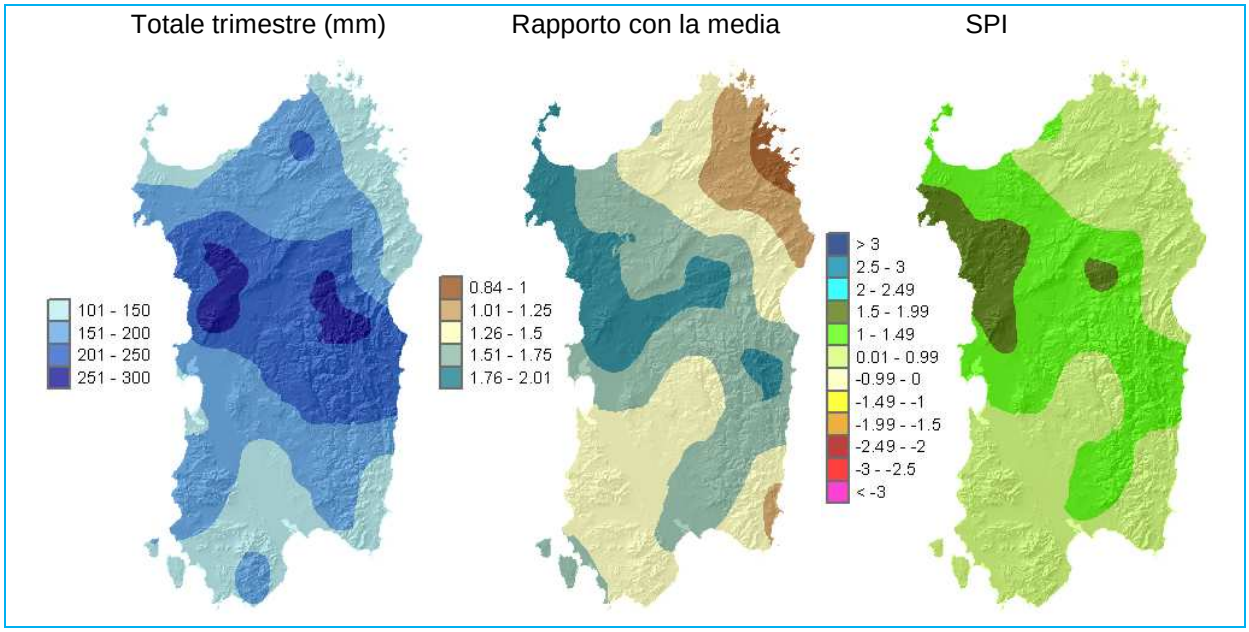
Nel complesso il semestre ottobre-marzo (**figura 54**) è risultato piovoso a ridosso del Gennargentu (Barbagie e Ogliastra) e più asciutto altrove. Il deficit di precipitazione del semestre risente particolarmente dell'anomalia registrata tra gennaio e marzo, in particolare nel bacino del Coghinas (Anglona e Gallura occidentale). Tale condizione è evidenziata dall'indice SPI semestrale, che nella maggior parte del territorio si colloca nella classe *Vicino al normale* (da 0 a -1), nel settentrione e nel Medio Campidano registra una condizione corrispondente alla classe *Moderatamente siccitoso* (da -1 a -1.5) e localmente *Molto siccitoso* (da -1.5 a -2).

Figura 54: Precipitazioni e anomalie del semestre ottobre 2011 - marzo 2012.



Le precipitazioni del trimestre aprile-giugno sono state molto abbondanti. I cumulati (figura 55) vanno dai 100-150 mm del Campidano, del Sulcis e di molte zone costiere, sino ai 250-300 mm del Gennargentu e del Marghine. Si tratta di precipitazioni superiori alla media, anche in maniera significativa. L'indice SPI, infatti, nella maggior parte del territorio isolano presenta valori compresi tra 0 e +1 (*Vicino al normale*), e tra +1 e +1.5 (*Moderatamente umido*), mentre nel versante Nord-occidentale si raggiungono valori compresi tra +1.5 e +2 corrispondenti alla classe *Molto umido*.

Figura 55: Precipitazioni e anomalie del trimestre aprile - giugno 2012.



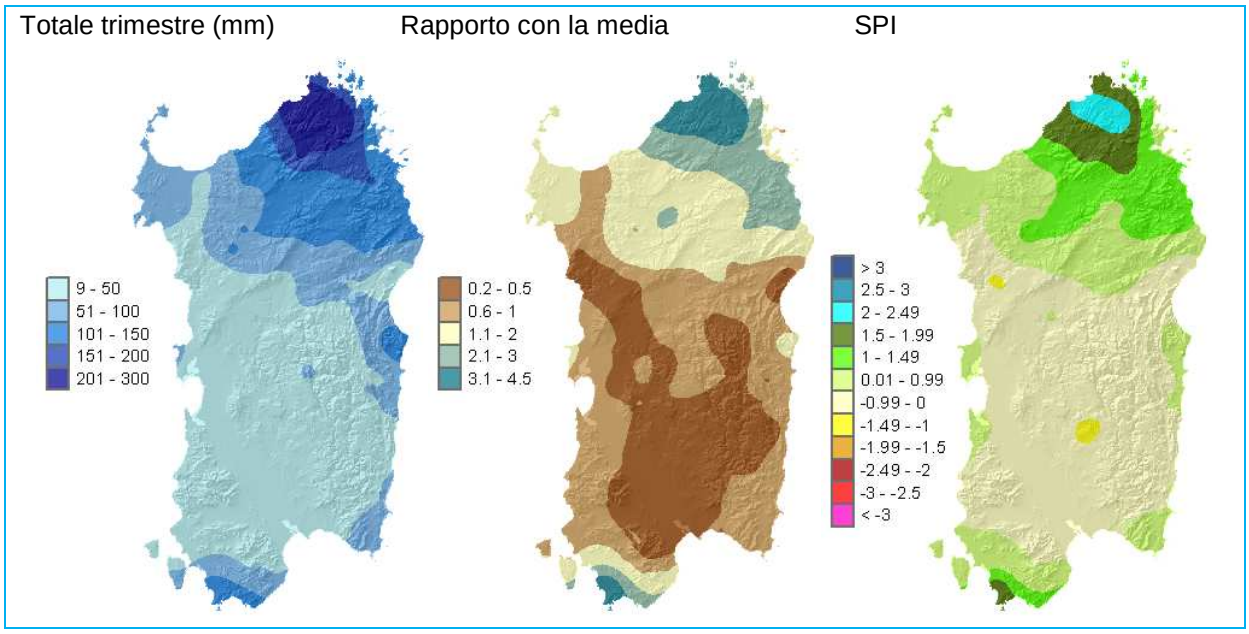
L'abbondanza delle piogge cadute nella parte centro-occidentale ha favorito il deflusso superficiale ed alimentato i corsi d'acqua: a titolo di esempio nella figura 56 è riportata una foto relativa al Rio Baddu Cabriolu, corso d'acqua intermittente che scorre sull'altopiano di Campeda ed è affluente del Fiume Temo, in cui l'acqua ha ripreso a scorrere nell'alveo che si presentava praticamente asciutto al termine del mese di marzo, e permarrà fino alla prima decade di luglio.

Figura 56: Rio Baddu Cabriolu (Temo) 22 aprile 2012.

Le precipitazioni del trimestre estivo (figura 57) risultano nulle o decisamente modeste quasi ovunque, tranne sulla Gallura e sulle aree limitrofe dove hanno superato i 150 mm. Si tratta, tuttavia,

di valori determinati dall'unico evento piovoso importante dell'intero trimestre: le eccezionali piogge che hanno investito il Nord-Est della Sardegna nei primi giorni di settembre[10]. Nella maggior parte del territorio isolano l'indice SPI presenta valori compresi tra -1 e +1 (*Vicino al normale*), in alcune aree circoscritte scende alla classe *Moderatamente siccitoso* (-1 -1.5), mentre sia nel settore settentrionale che nel Sulcis si osservano le classi *Moderatamente umido* (tra +1 e +1.5) e *Molto umido* (tra +1.5 e +2). Nell'alta Gallura si raggiunge la classe *Estremamente umido* (indice maggiore di +2).

Figura 57: Precipitazioni e anomalie del trimestre luglio - settembre 2012.



Nel complesso il semestre aprile-settembre (**figura 58**) è risultato piuttosto piovoso, in particolare sul centro-Nord, con piogge entro ±20% rispetto alla media nel centro-Sud dell'Isola e valori oltre il 50% della media sul centro-Nord. Occorre tuttavia rimarcare che sul bilancio delle precipitazioni di Anglona e Gallura hanno pesato le eccezionali piogge di inizio settembre che hanno compensato una situazione altrimenti piuttosto critica. L'indice SPI riferito al semestre presenta nella parte settentrionale dell'Isola generalmente valori superiori a +1 fino ad oltre +2 corrispondenti alle classi *Moderatamente umido, Molto umido* ed *Estremamente umido* nell'alta Gallura. In generale nella restante parte del territorio regionale le condizioni corrispondono alla classe *Vicino alla media*.

Oltre alla rappresentazione dei trimestri e semestri in cui è stata suddivisa l'annata, è riportato anche l'andamento mensile dei valori di SPI con finestre temporali di 3, 6 e 12 mesi, calcolati per le stazioni di Olmedo, Luras, Sadali, Palmas Arborea e Decimomannu, rappresentative di diversi areali della Sardegna (**figura 59**). Si possono evidenziare i valori minimi raggiunti in ottobre e marzo per l'anomalia sui tre mesi e sei mesi e la relativa stabilità dei valori annuali in corrispondenza della classe *Vicino alla media* (tra -1 e +1).

[10] Il confronto con il clima, anche se riportato in figura, ha poco senso considerato che i mesi di luglio e agosto sono sempre caratterizzati da piogge nulle o di scarsa entità.

Figura 58: Precipitazioni e anomalie del semestre aprile - settembre 2012.

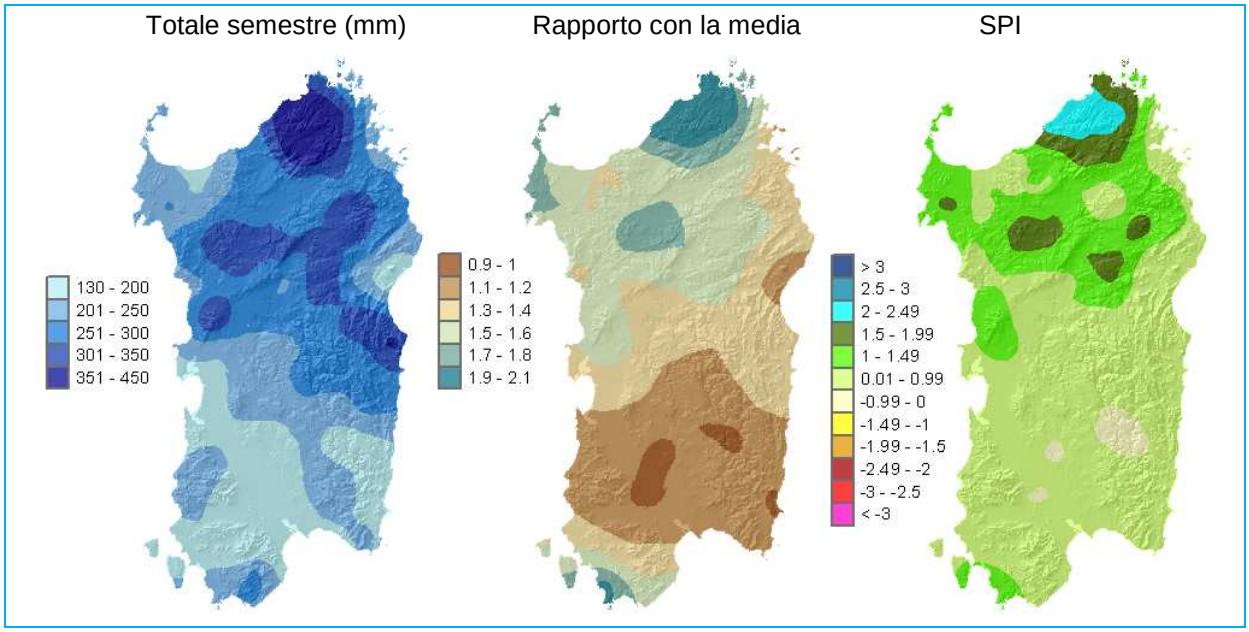
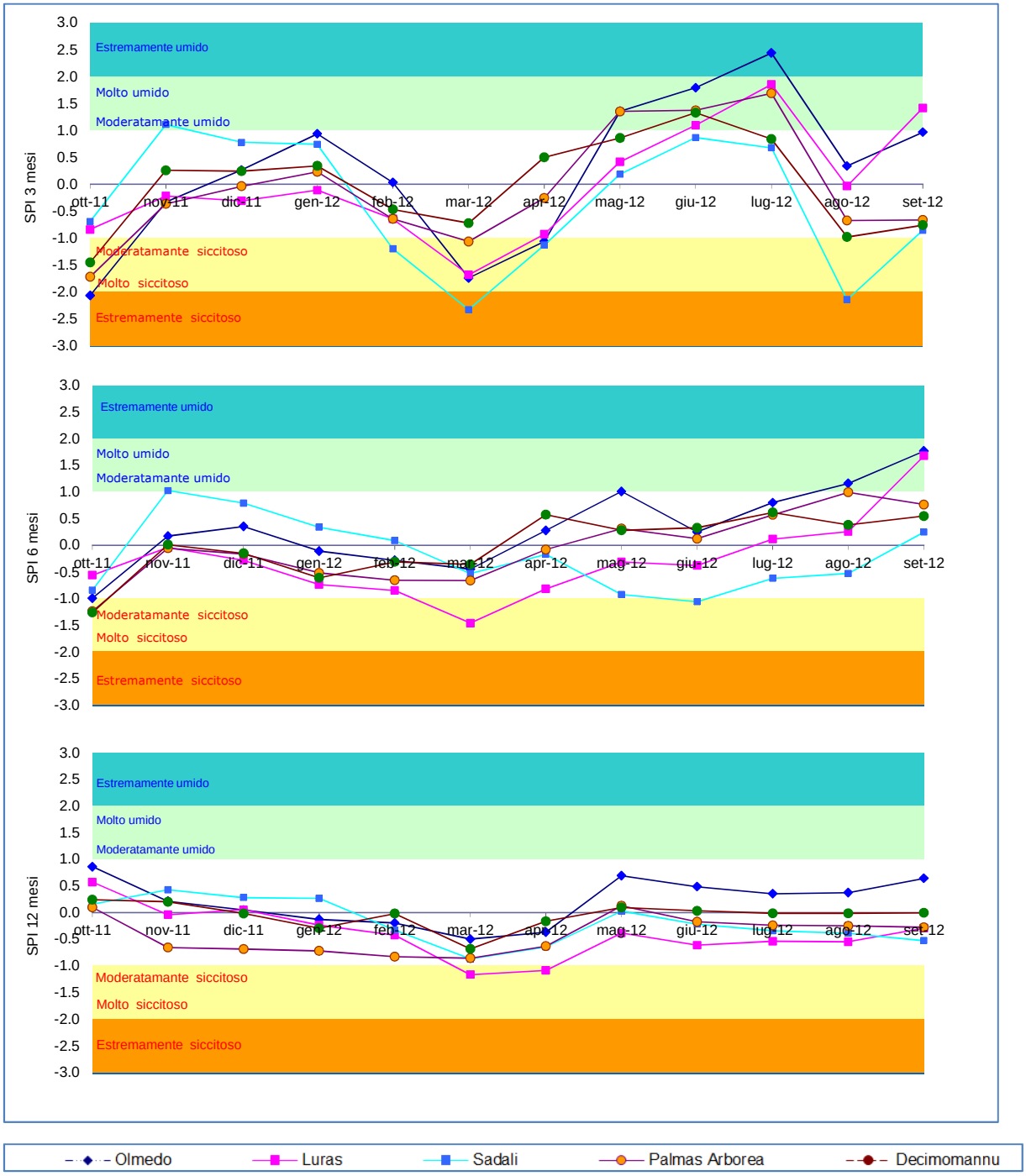


Figura 59: Andamento mensile dell'indice SPI calcolato con finestre temporali di 3, 6 e 12 mesi per alcune stazioni rappresentative.



4.3. Bilancio idrico dei suoli

Attraverso l'elaborazione di un bilancio idrico semplificato[11] a scala giornaliera si sono stimate le condizioni di umidità dei suoli nell'arco dei 12 mesi per 4 stazioni rappresentative di diversi areali della Sardegna (Olmedo, Luras, Oliena e Decimomannu).

L'elaborazione del bilancio idrico giornaliero consente di evidenziare meglio la presenza di eventuali condizioni di deficit idrico nei suoli all'interno dei singoli periodi, perché tiene conto sia della distribuzione delle piogge nell'arco di ciascun mese sia del numero e della consistenza dei singoli eventi piovosi.

Nei grafici riportati nelle **figure 60-63** l'umidità media mensile ottenuta dalle elaborazioni giornaliere ed espressa in termini di percentuale dell'acqua disponibile, è confrontata con la corrispondente distribuzione statistica calcolata sugli anni precedenti (dal 1995 al 2011) rappresentate in forma di box-plot, in cui la "scatola" è delimitata dai percentili 20° e 80° e i "baffi" rappresentano i valori estremi della serie pluriennale. Tale forma di rappresentazione consente di evidenziare le anomalie nell'arco dell'intero periodo considerato.

Analizzando i grafici si può osservare un diverso comportamento per le località esaminate, che riflette sia la quantità complessiva della piogge e la frequenza degli eventi giornalieri, sia l'andamento dell'evapotraspirazione.

Si può notare per tutti e 4 gli areali una prima condizione sfavorevole nel mese di ottobre a causa degli scarsi apporti di pioggia.

Osservazioni di campo effettuate in quel periodo hanno evidenziato per le specie a ciclo autunno-primaverile un ritardo del risveglio delle specie poliennali in riposo vegetativo durante l'estate ed una stentata germinazione di quelle annuali appena seminate. Inoltre si è dovuto posticipare l'ingresso in campo per le lavorazioni dei terreni e le semine delle specie foraggere a ciclo autunno-primaverile. Nelle aree che hanno potuto beneficiare di una discreta disponibilità idrica per effetto delle precipitazioni di inizio e fine settembre si è osservata invece una ripresa dell'attività vegetativa, sia negli erbai, che nei prati e nei pascoli e si è iniziato ad eseguire le semine. A causa delle scarse precipitazioni di ottobre, tuttavia, gli accrescimenti sono risultati piuttosto stentati, In alcuni casi può anche essersi verificato il fenomeno della falsa partenza con l'emergenza delle piantine per le piogge di fine settembre e la moria delle stesse nel periodo successivo per effetto della limitata disponibilità idrica dei terreni.

Nel complesso questa situazione ha comportato ritardi nelle operazioni di semina, fallanze e una ridotta produzione di foraggio verde altamente digeribile, disponibile per il pascolamento del bestiame e la conseguente necessità di ricorrere alle scorte con ulteriori incrementi dei costi aziendali.

Successivamente si è avuto in generale un buon contenuto idrico dei suoli fino al mese di febbraio; nel Nuorese (stazione di Oliena) la ridotta piovosità ha mantenuto il livello di umidità su valori inferiori rispetto agli anni recenti.

Nel mese di marzo si è registrato invece un vistoso calo, più sensibile per la Gallura (stazione di Luras).

Nelle aree cerealicole la riserva idrica dei terreni, soprattutto di quelli argillosi, ha consentito di sopportare il periodo siccitoso di marzo senza particolari problemi anche grazie alla crescita di apparati radicali vigorosi. In condizioni marginali, con terreni poco profondi, e laddove le semine sono state tardive, gli effetti della siccità sono stati più marcati (ad es. Trexenta e Marmilla): le colture hanno sofferto maggiormente la siccità e vi è stato un netto rallentamento dell'attività vegetativa, soprattutto nel frumento.

[11] Si è utilizzata la metodologia FAO che considera gli apporti di pioggia e le perdite per evapotraspirazione effettiva, quest'ultima stimata a partire dall'evapotraspirazione di riferimento (metodo di Hargreaves) e dell'umidità del suolo. Per semplicità si è considerato un suolo con caratteristiche standard, cioè con una capacità di acqua disponibile (differenza tra capacità di campo e punto di appassimento) pari a 150 mm/m e una profondità utile di 50 cm. Nelle simulazioni il contenuto idrico del suolo varia tra il punto di appassimento e la capacità idrica di campo (0-100% rispettivamente).

Le foraggere localizzate in pianura, in particolare gli erbai di loglio e di trifoglio, hanno presentato un ritardo nei ricacci di circa tre settimane a causa della siccità, e pertanto sono stati pascolati con un leggero ritardo rispetto agli anni precedenti. Nella aree collinari, i pascoli hanno sofferto maggiormente a causa dell'effetto combinato del freddo del mese di febbraio e della siccità di marzo, che ha portato a produzioni stentate.

La distribuzione e la consistenza degli apporti piovosi di aprile hanno riportato la disponibilità idrica nella media o al di sopra dei livelli tipici del periodo per il Campidano e il Nuorese, mentre al Nord gli apporti più modesti hanno mantenuto il contenuto idrico dei suoli relativamente basso (le stime indicano valori inferiori al 25° percentile della s erie 1995-2011).

Le colture del periodo, dopo la sofferenza per le condizioni siccitose che hanno caratterizzato il mese precedente, hanno tratto beneficio dalle precipitazioni del mese di aprile, e i volumi di adacquamento, nel caso delle coltivazioni in irriguo, sono stati ridotti grazie alla buona disponibilità idrica dei terreni.

In maggio e giugno i livelli di umidità si sono ridotti sensibilmente per l'elevato tasso evapotraspirativo, mantenendosi però al di sopra della media nella generalità dei casi, in virtù degli apporti piovosi di maggio, abbondanti soprattutto nel settore Nord-occidentale. Nel bimestre luglio-agosto i valori di umidità dei suoli sono stati generalmente bassi, a causa del tipico squilibrio tra apporti piovosi e perdite evapotraspirative che caratterizza il clima della Sardegna.

Per le colture del periodo estivo, mais e riso ad esempio, si è irrigato con volumi maggiori e turni frequenti a causa dell'elevato tasso evapotraspirativo dovuto alle temperature elevate e dell'assenza di precipitazioni.

Nel mese di settembre le piogge dei primi giorni hanno incrementato sensibilmente il contenuto idrico dei suoli nelle aree settentrionali e in particolare nella Gallura. Nelle restanti aree con apporti idrici più contenuti si registra la permanenza di una condizione di bassa disponibilità idrica nello strato di suolo esplorato dalle radici.

Figura 60: Stima dell'acqua disponibile nei suoli - Stazione di Olmedo.

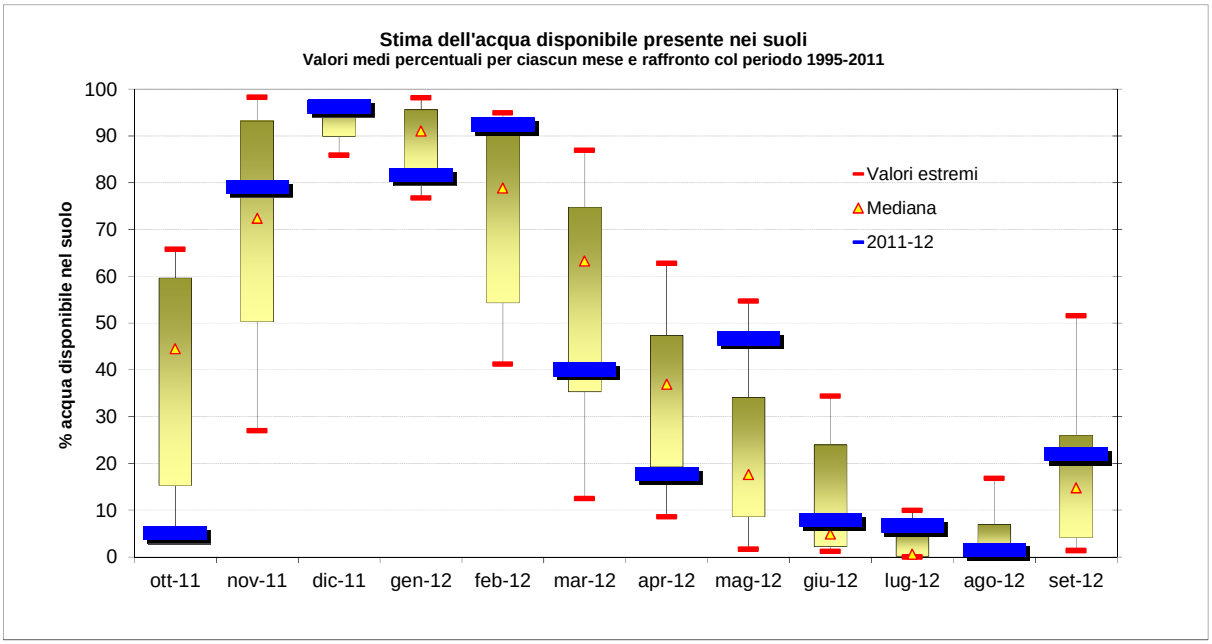


Figura 61: Stima dell'acqua disponibile nei suoli - Stazione di Luras.

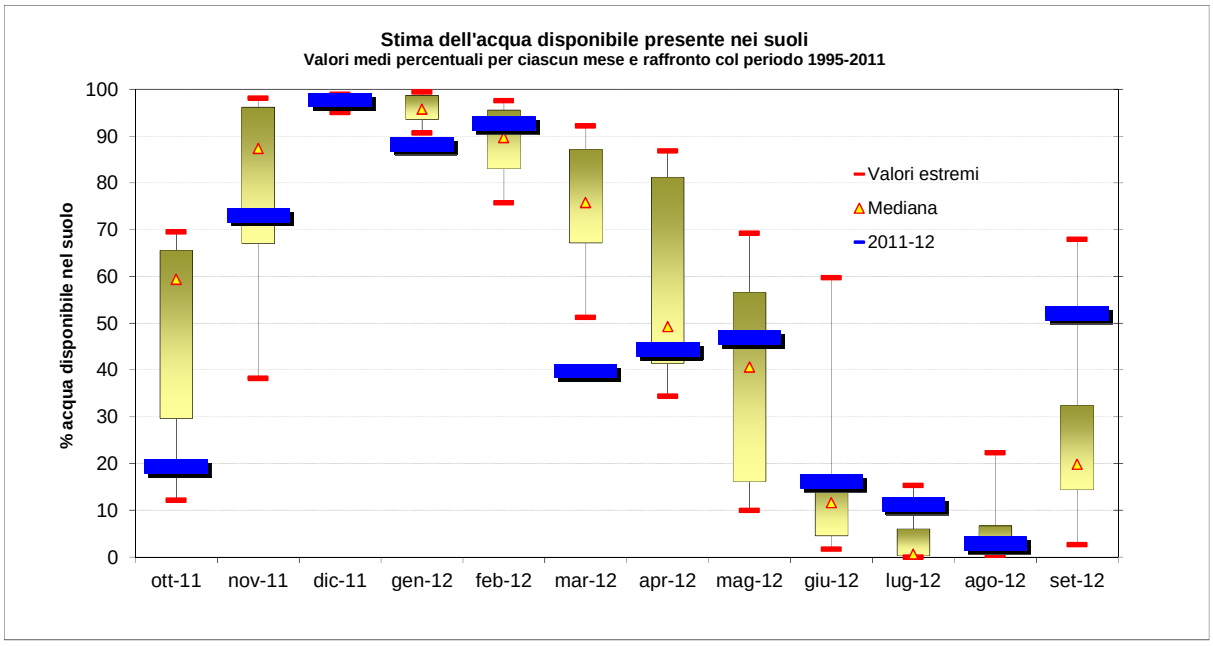


Figura 62: Stima dell'acqua disponibile nei suoli - Stazione di Oliena.

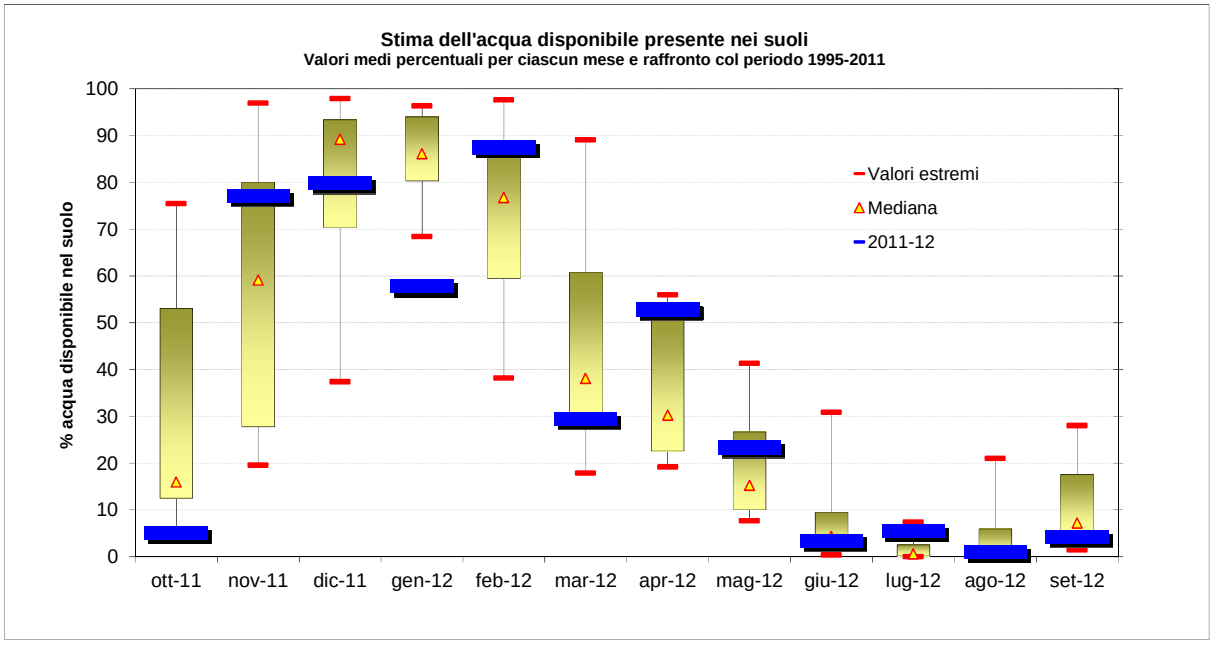
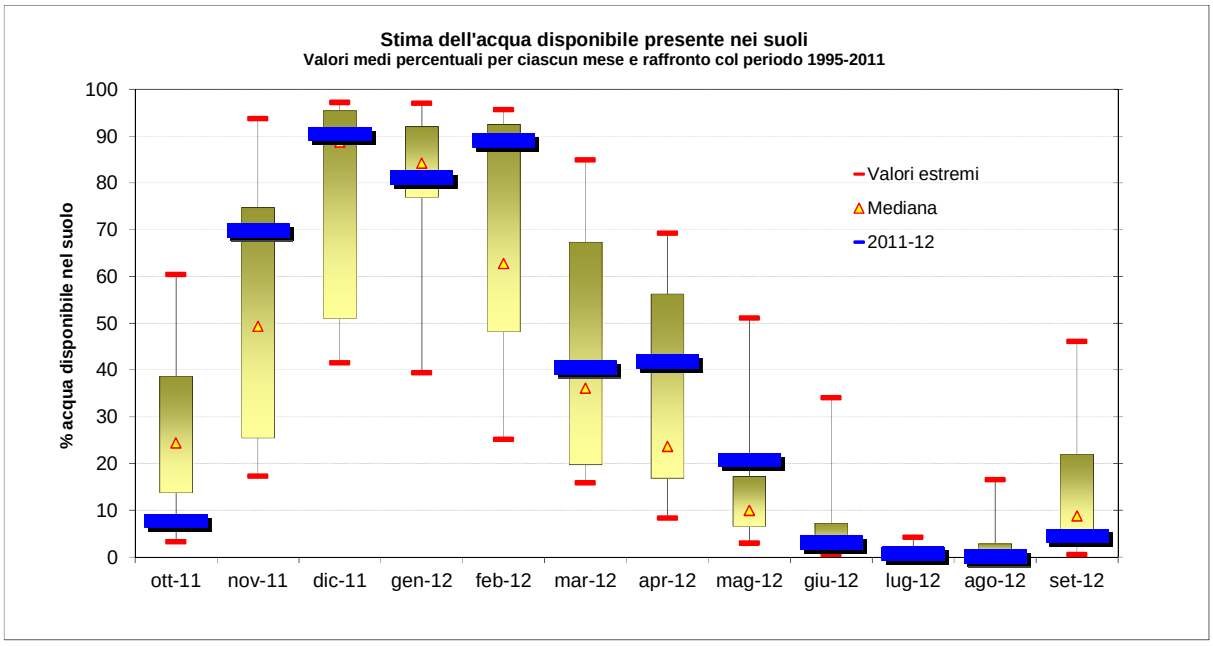


Figura 63: Stima dell'acqua disponibile nei suoli - Stazione di Decimomannu.



4.4. Sommatorie termiche

Le sommatorie termiche costituiscono degli importanti indicatori agrometeorologici che permettono di spiegare il comportamento fenologico delle colture in relazione all'andamento termico di un determinato periodo. Rappresentano, infatti, l'accumulo di unità termiche sopra una predefinita soglia di temperatura che è necessario per consentire lo sviluppo degli organismi vegetali e che è variabile in relazione alla specie, alla cultivar e alla fase fenologica. Si esprimono in gradi giorno o Growing Degree Days (GDD).

Le sommatorie termiche calcolate per l'intera annata hanno presentato valori superiori alla media climatica di riferimento (trentennio 1961-90) in quasi tutto il territorio regionale, sia per la soglia 0 °C sia per quelle di 10 °C (**figure 64** e **65**). Le sommatorie termiche in base 0 °C hanno variato da minimi di 2600 GDD a massimi di circa 6650 GDD, mentre quelle in base 10 °C da circa 450 a oltre 3030 GDD.

Se si analizzano le sommatorie del semestre ottobre 2011-marzo 2012 (**figure 66** e **67**) si osserva per quelle in base 0 °C un sensibile incremento rispetto all'annata precedente, mentre rispetto alla climatologia si registrano prevalentemente scarti negativi, soprattutto nel settore Nord-orientale. Le sommatorie in base 10 °C risultano invece generalmente superiori per entrambe le soglie. Nel dettaglio, le sommatorie hanno assunto valori compresi tra circa 400 e 2500 GDD in base 0 °C e 0 e 740 GDD in base 10 °C.

Nel semestre aprile-settembre si sono totalizzati valori relativamente elevati in virtù delle alte temperature che hanno caratterizzato lungamente la stagione estiva. I valori del periodo sono superiori rispetto allo stesso periodo del 2011 e soprattutto rispetto alla media climatica (**figure 68** e **69**), evidenziando in questo caso anomalie positive che hanno superato i 200 GDD su ampie zone dell'Isola. Nel dettaglio, le sommatorie sono comprese tra circa 2200 e 4200 GDD per la soglia di 0 °C e tra 450 e 2350 GDD per quella dei 10 °C.

Figura 64: Sommatorie termiche in base 0 °C calcolat e per il periodo ottobre 2011- settembre 2012 e raffronto con i valori del 2011 e i valori medi trentennali.

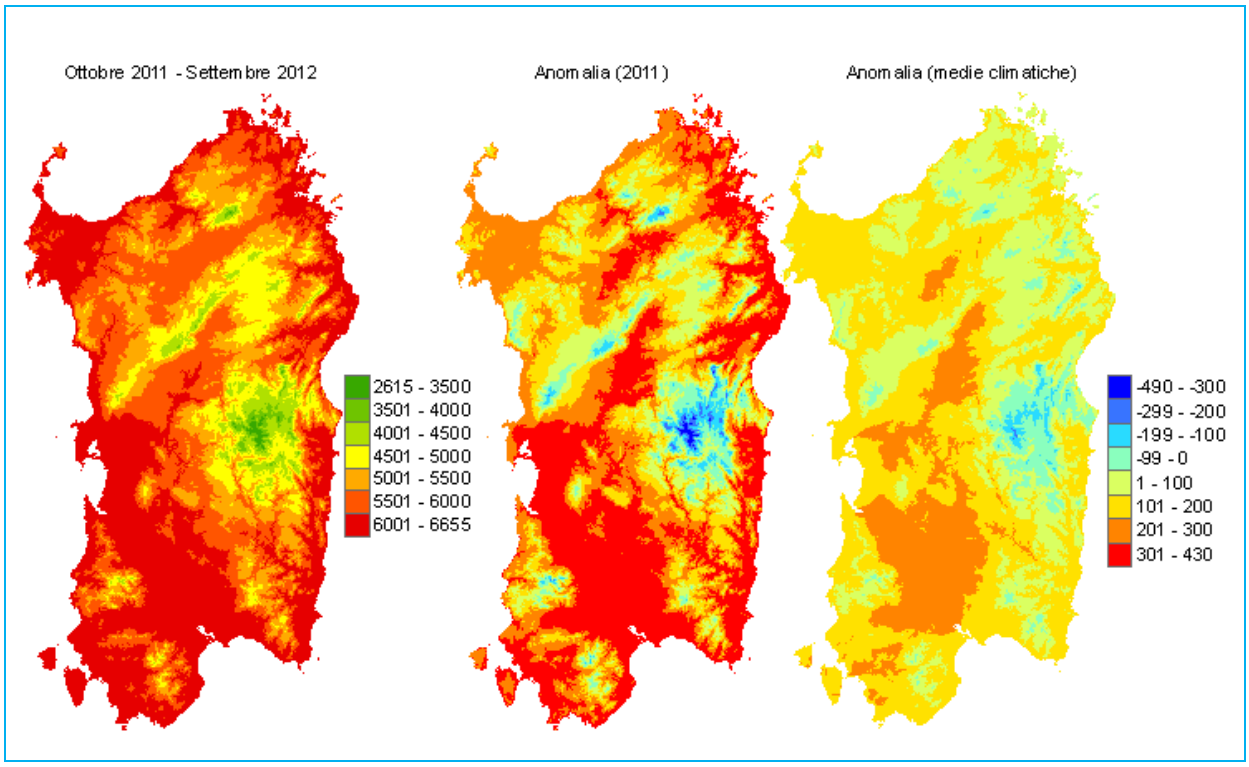


Figura 65: Sommatorie termiche in base 10 °C calcola te per il periodo ottobre 2011- settembre 2012 e raffronto con i valori del 2011 e i valori medi trentennali.

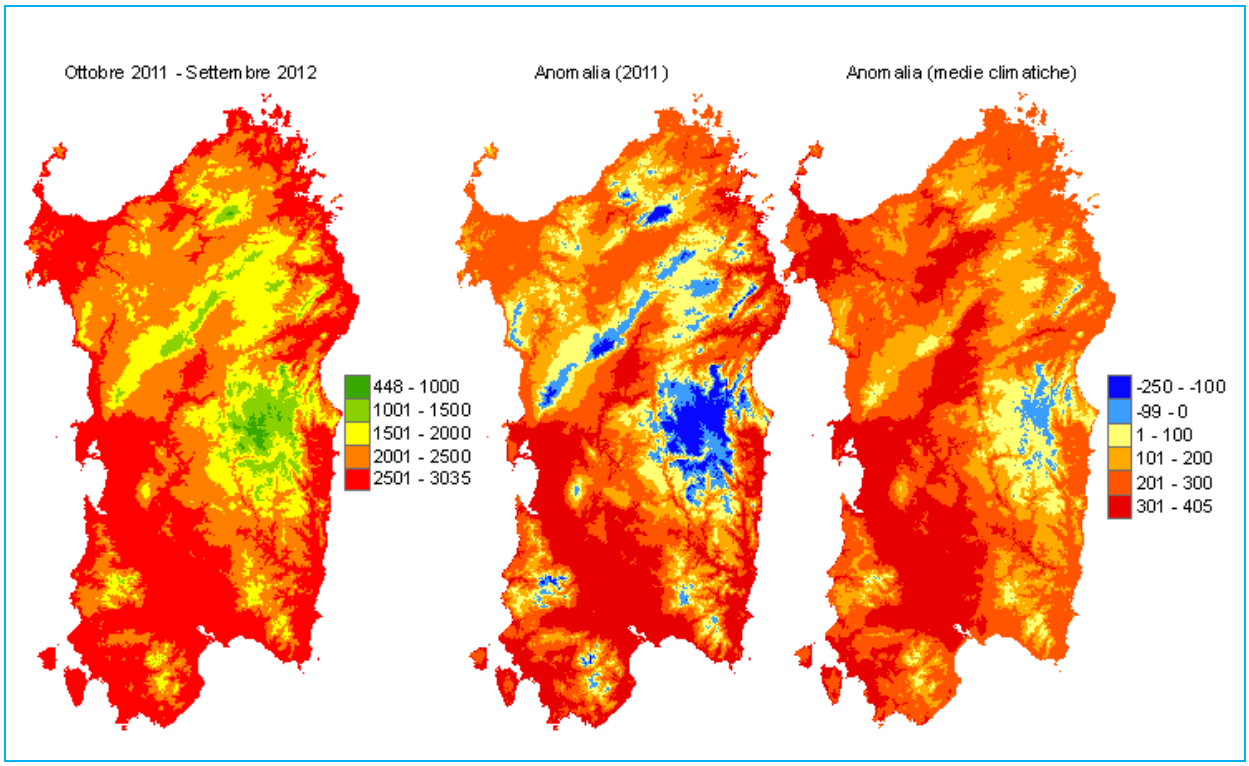


Figura 66: Sommatorie termiche in base 0 °C calcolat e per il periodo ottobre 2011 – marzo 2012 e raffronto con i valori del 2011 e i valori medi trentennali.

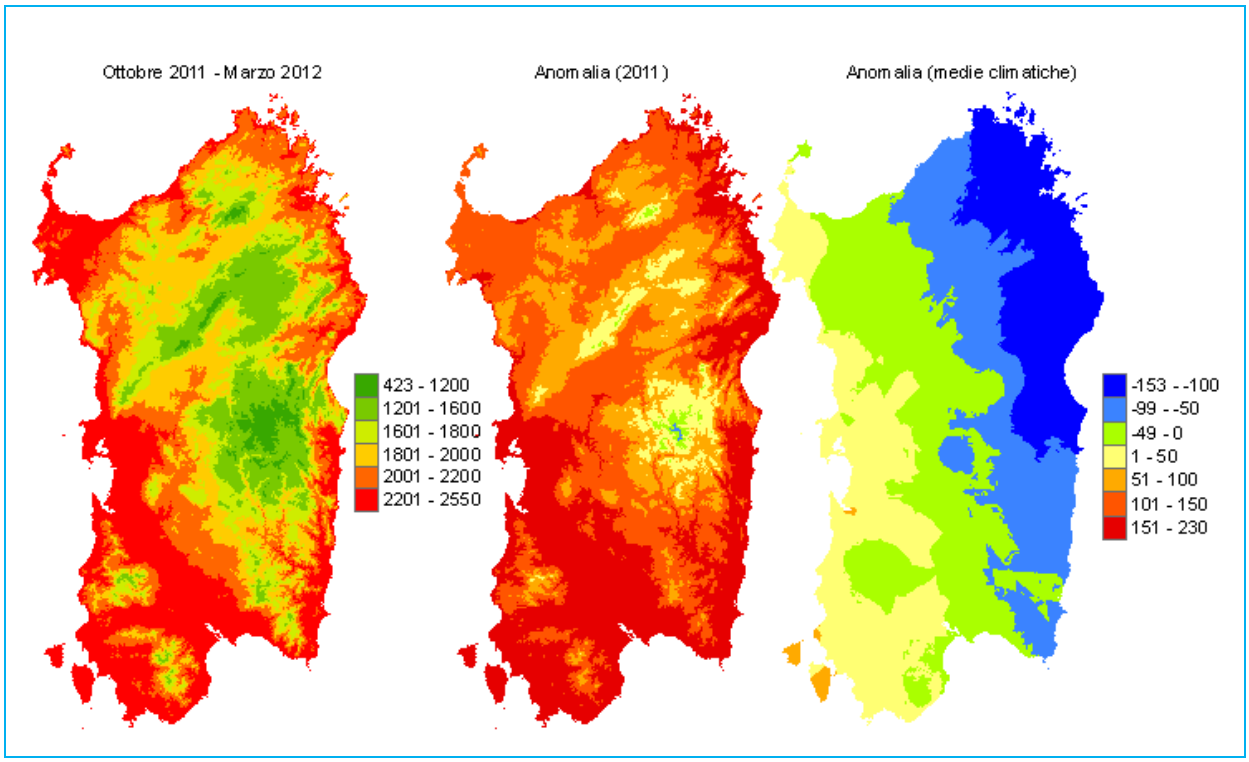


Figura 67: Sommatorie termiche in base 10 °C calcola te per il periodo ottobre 2011 – marzo 2012 e raffronto con i valori del 2011 e i valori medi trentennali.

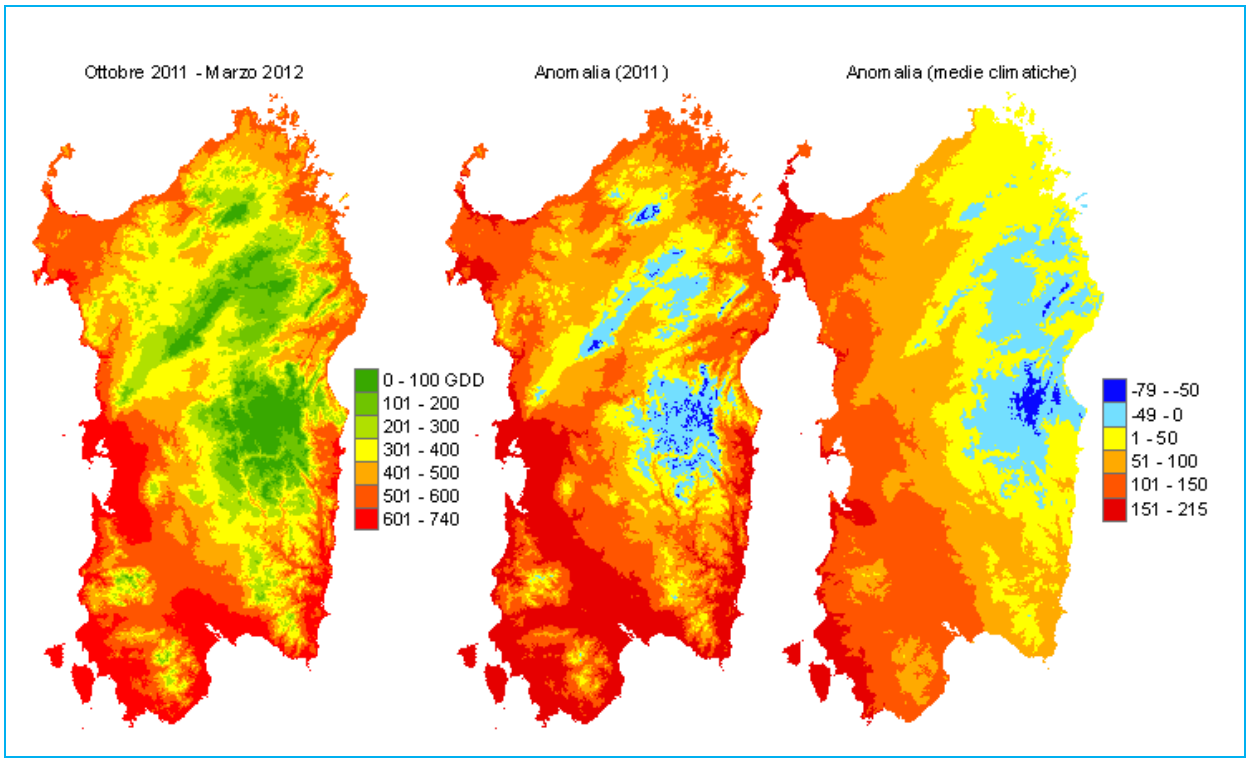


Figura 68: Sommatorie termiche in base 0 °C calcolate per il periodo aprile - settembre 2012 e raffronto con i valori del 2011 e i valori medi trentennali.

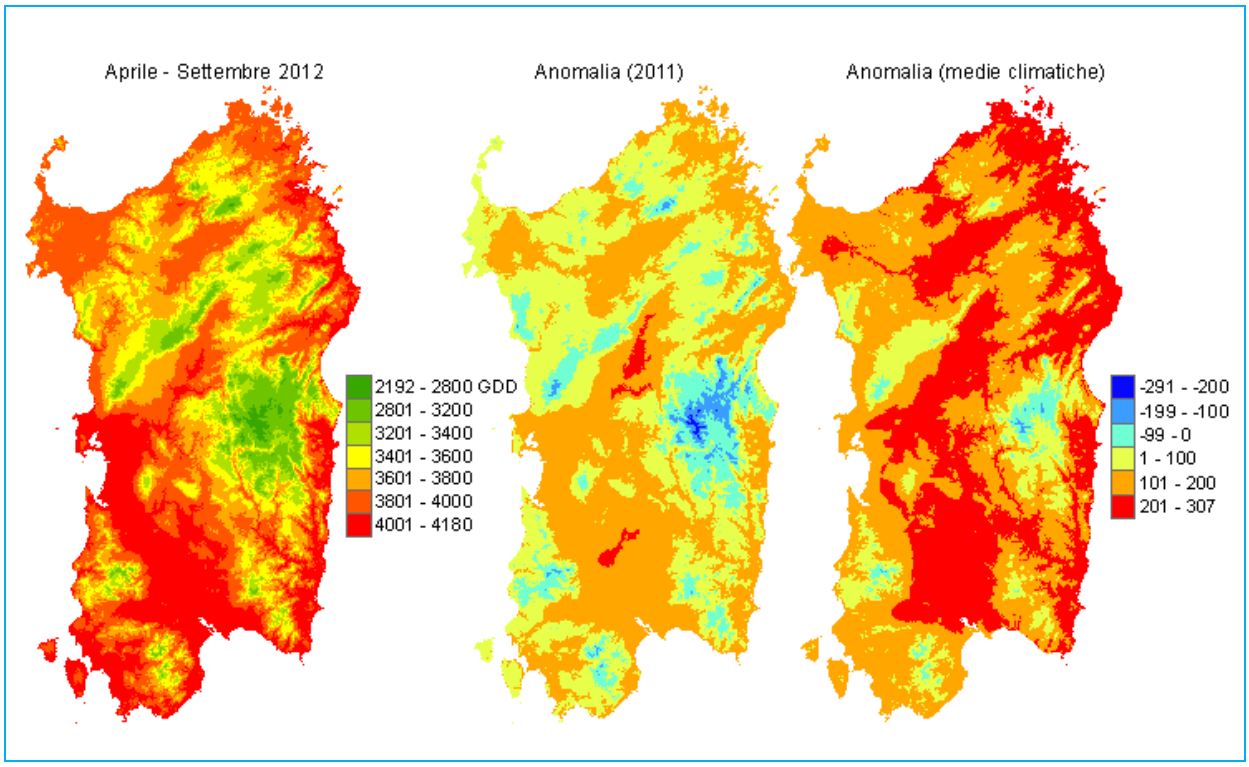
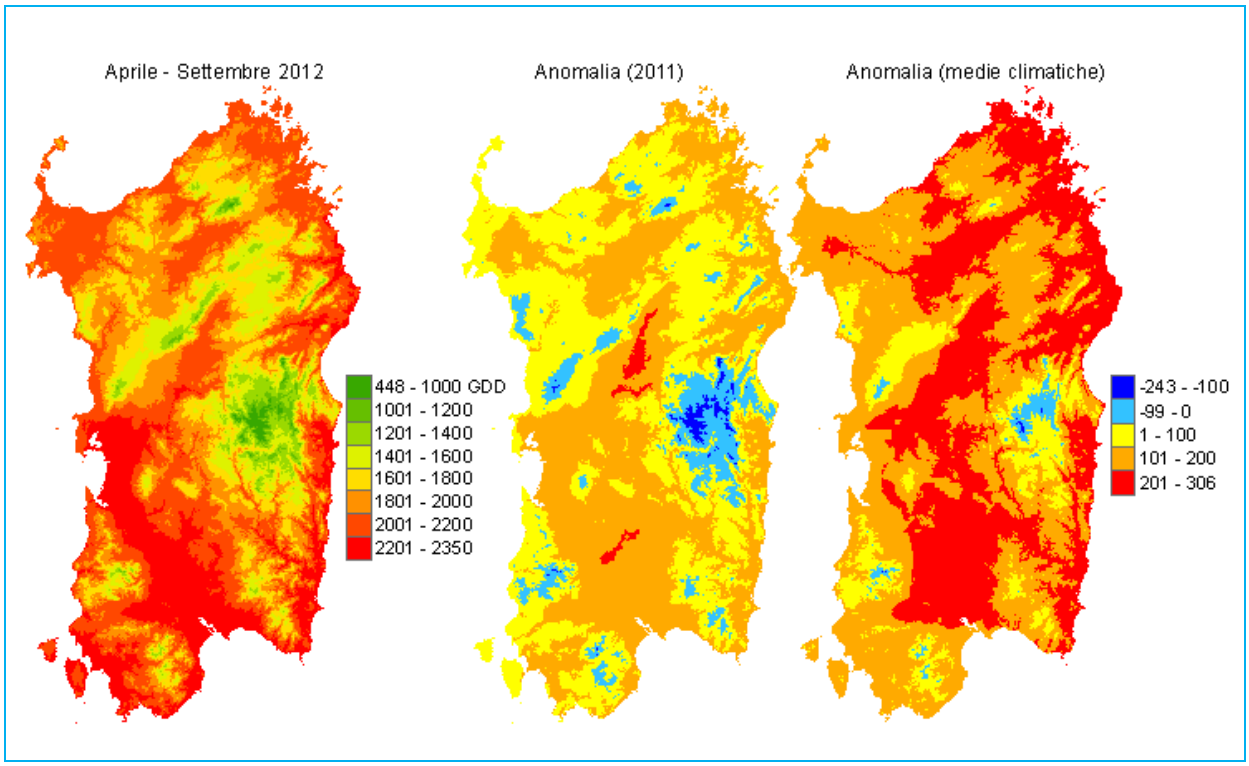


Figura 69: Sommatorie termiche in base 10 °C calcolate per il periodo aprile - settembre 2012 e raffronto con i valori del 2011 e i valori medi trentennali.



Un'analisi di maggiore dettaglio permette di evidenziare l'andamento giornaliero nel corso dell'intera annata, per tre stazioni rappresentative (Olmedo, Milis e Dolianova). Tale andamento è espresso in termini di anomalia rispetto al corrispondente accumulo tipico, rappresentato dai valori mediani calcolati per gli anni precedenti 1995-2011. Dai grafici riportati nelle **figure 70** e 71 è possibile osservare non solo l'andamento delle anomalie nel corso dei mesi ma anche l'eventuale diverso comportamento delle stazioni monitorate. In particolare, si evidenzia come nel primo trimestre sia per le sommatorie in base 0 °C che per quelle in base 1 0 °C siano state registrate anomalie positive con uno scarto dal valore mediano di riferimento sempre più elevato evidenziabile in tutte e tre le stazioni osservate.

Osservazioni di campo hanno evidenziato un visibile anticipo fenologico su molte specie vegetali anche d'interesse allergologico, come per le *Cupressaceae* e, ad esempio, il *Cupressus sempervirens L.*, attribuibile alla maggiore disponibilità termica. In alcuni vigneti localizzati in aree costiere, si sono osservati episodi di risveglio vegetativo e situazioni di germogliamento evidenti, imputabili alle temperature miti registrate nel corso del periodo autunnale.

In seguito, fino al mese di marzo per effetto delle basse temperature del periodo si sono avuti accumuli inferiori alla norma e l'avvicinamento della curva dei cumulati verso i valori medi in particolare per le stazioni di Olmedo e Dolianova. Da marzo a giugno si è assistito a una lenta crescita (ad eccezione della stazione di Olmedo), mentre nei mesi estivi grazie alle temperature particolarmente elevate di luglio e agosto, si è verificato un maggior accumulo della norma su tutte le località monitorate e le curve si discostano sensibilmente dai valori medi.

Figura 70: Anomalia dell'accumulo termico giornaliero in base 0 °C rispetto ai valori mediani del periodo 1995-2011.

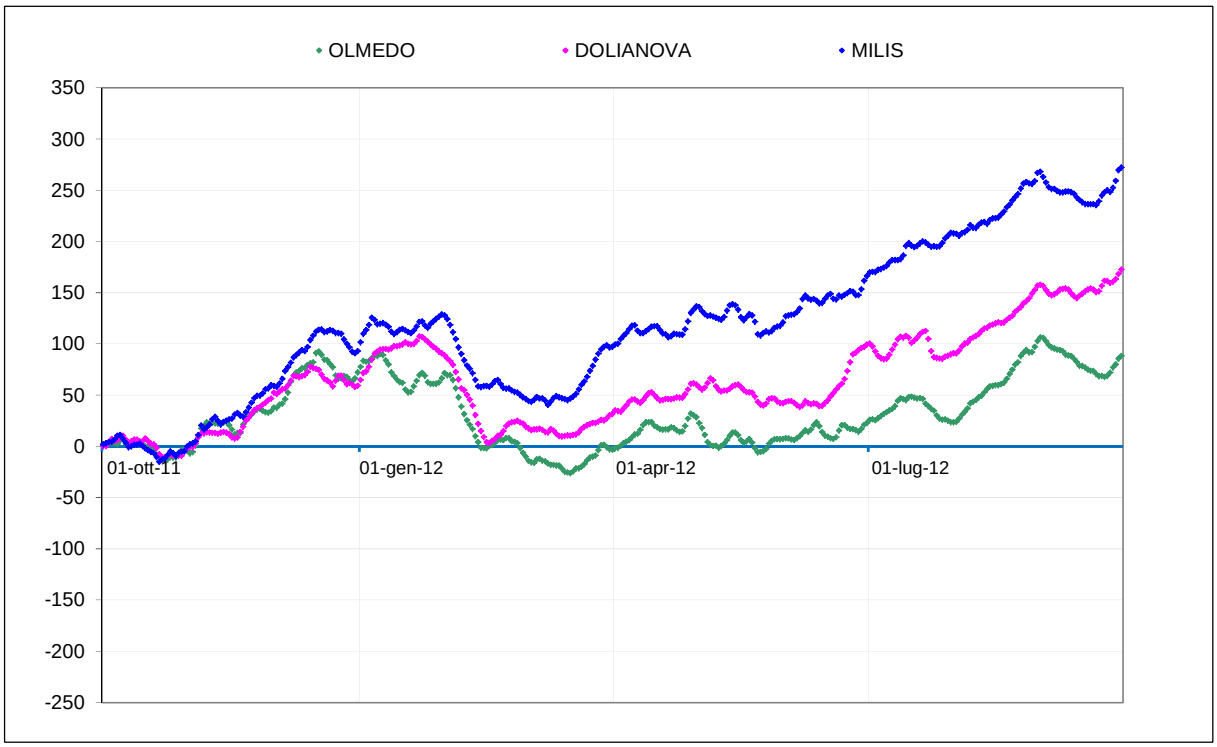
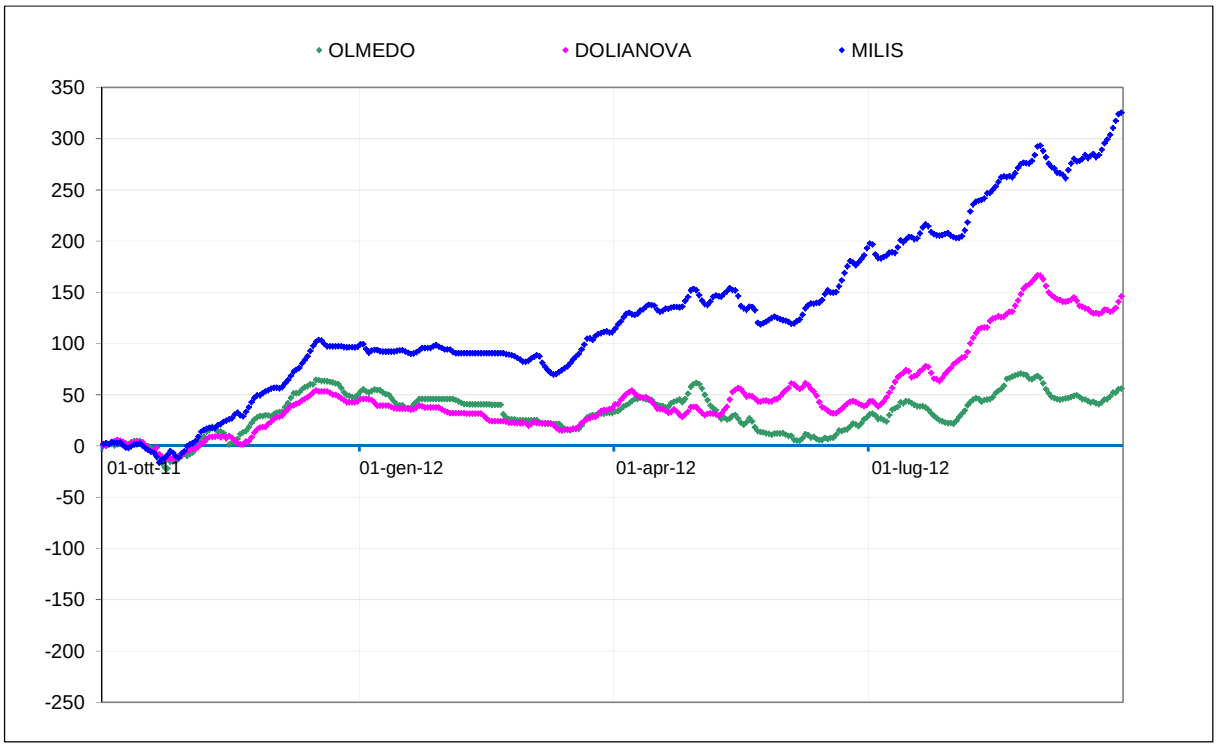


Figura 71: Anomalia dell'accumulo termico giornaliero in base 10 ℃ rispetto ai valori mediani del periodo 1995-2011.



Infine, nelle figure 72-74 sono riportati gli accumuli termici in base 0 e 10 ℃ calcolati per l'intera annata e il confronto con lo stesso periodo relativo agli ultimi 16 anni rispettivamente per le stazioni di Olmedo, Milis e Dolianova.

Figura 72: Andamento delle sommatorie termiche in base 0 e 10 ℃ calcolate per il periodo ottobre - settembre nelle annate dal 1995 al 2012 – Stazione di Olmedo.

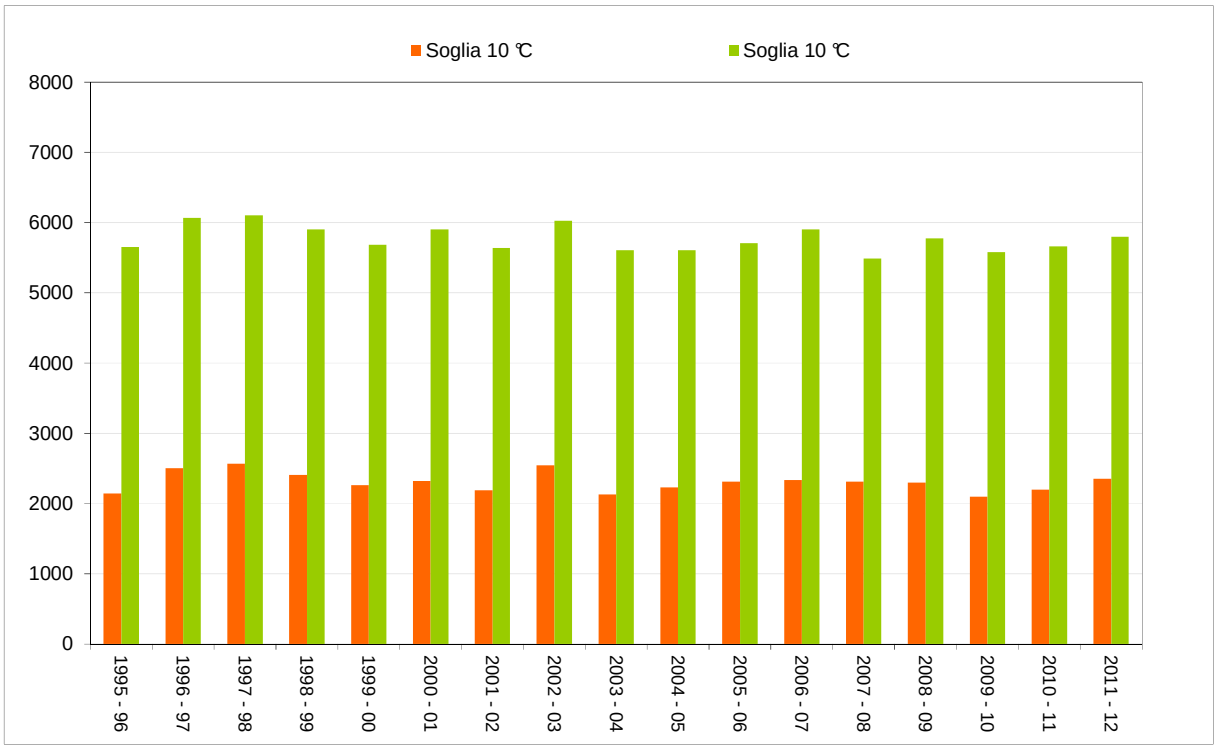


Figura 73: Andamento delle sommatorie termiche in base 0 e 10 ℃ calcolate per il periodo ottobre - settembre nelle annate dal 1995 al 2012 – Stazione di Milis.

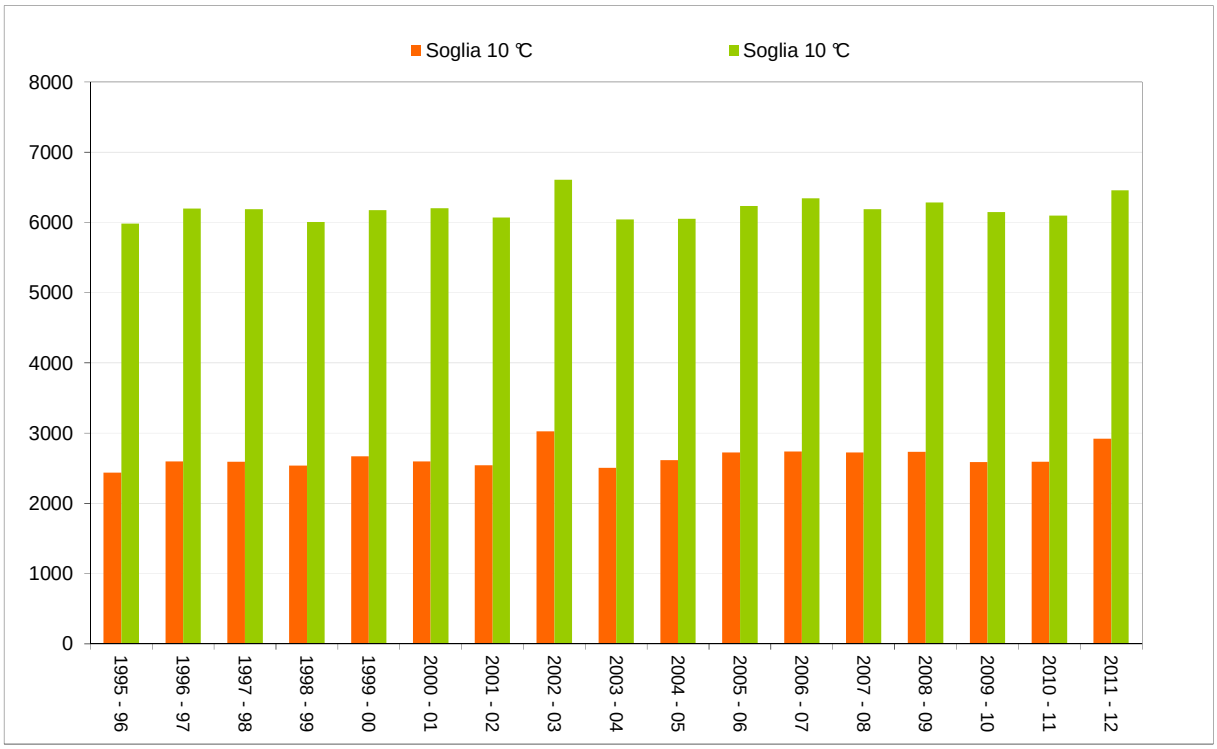
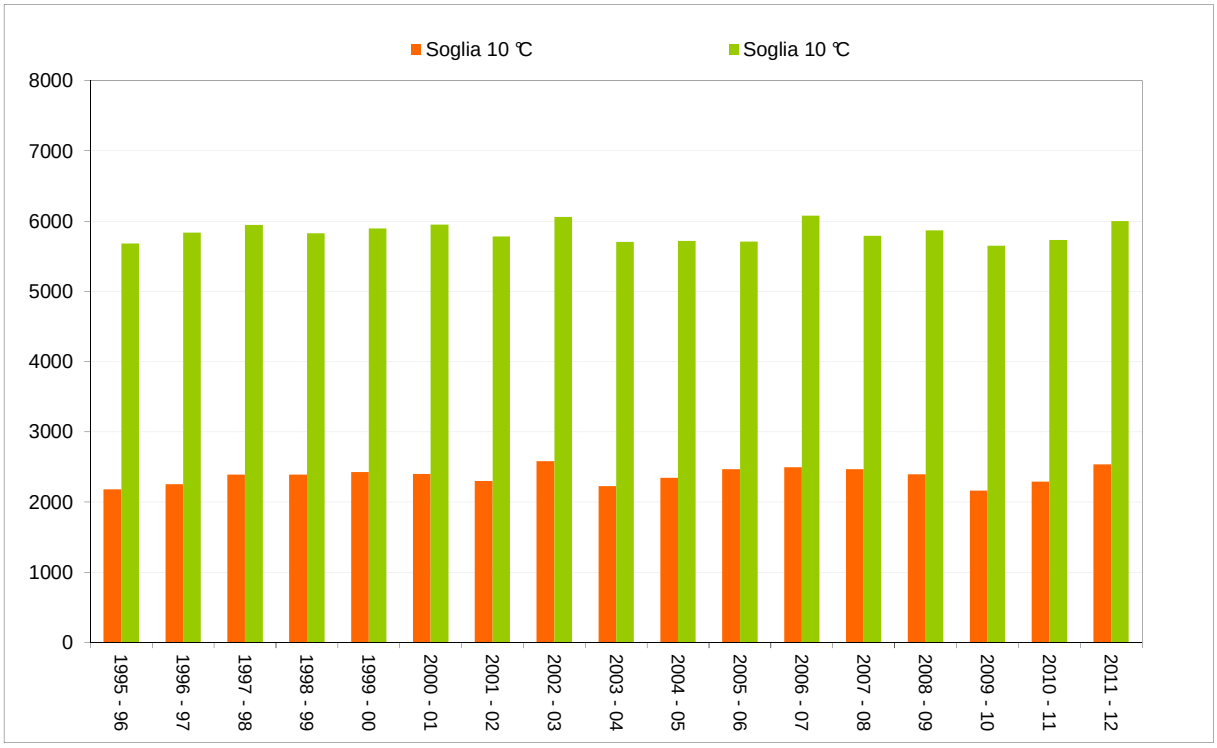


Figura 74: Andamento delle sommatorie termiche in base 0 e 10 ℃ calcolate per il periodo ottobre - settembre nelle annate dal 1995 al 2012 – Stazione di Dolianova.



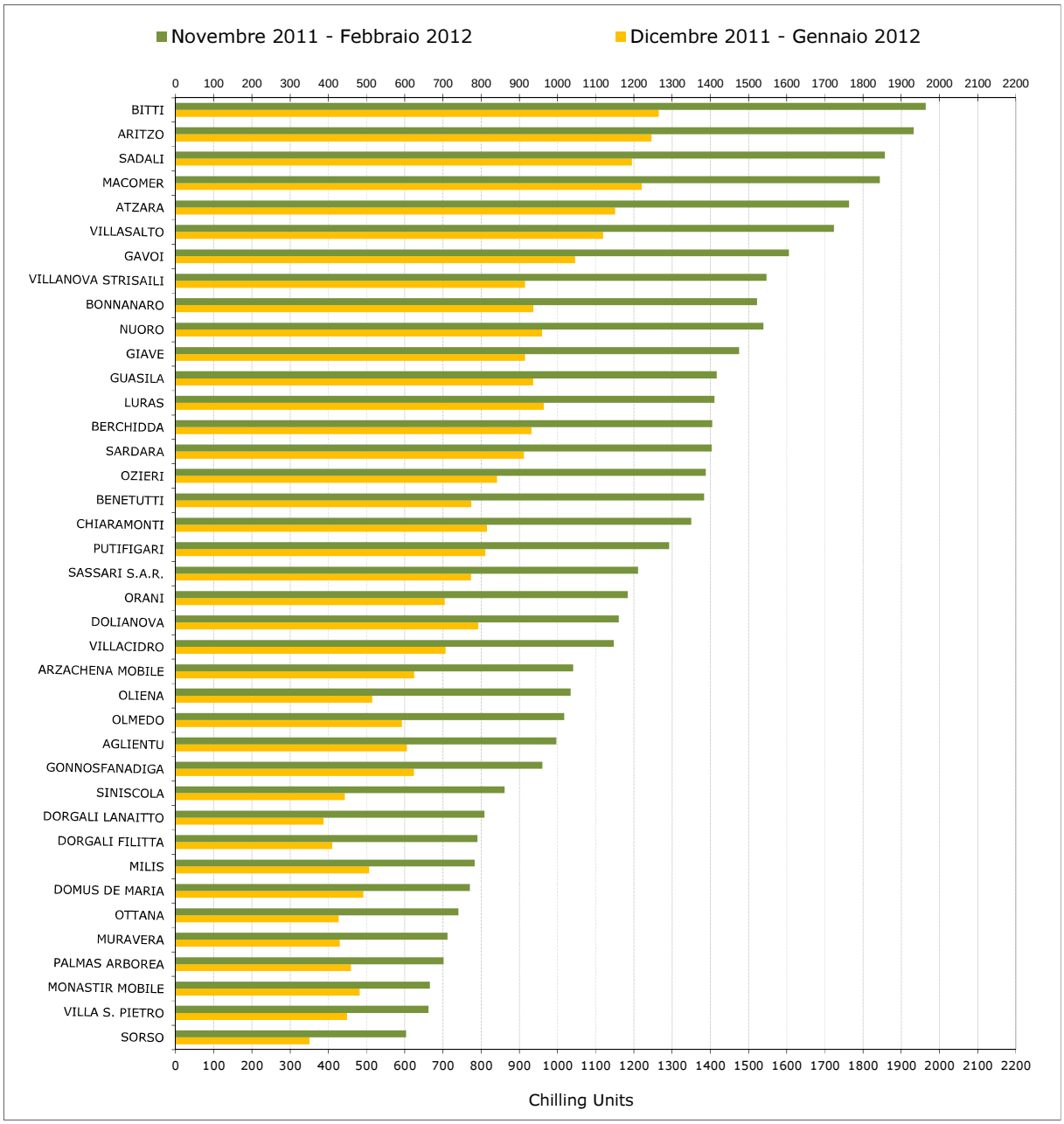
4.5. Fabbisogno di freddo

Il fabbisogno di freddo esprime l'esigenza di molte specie arboree caducifoglie di temperature moderatamente basse (circa 6 °C) per superare il pe riodo di dormienza delle gemme.

Per quantificare la disponibilità di freddo nel periodo novembre-febbraio si è utilizzato il metodo Utah basato sull'accumulo di "unità di freddo" (chilling units). Nel grafico riportato nella **figura 75** sono rappresentati gli accumuli complessivi del quadrimestre novembre-febbraio e quelli del bimestre centrale dicembre-gennaio.

In generale i valori del quadrimestre sono relativamente modesti se confrontati con le medie calcolate sugli ultimi 16 anni per le medesime stazioni.

Figura 75: Valori di *chilling units* calcolati per i periodi novembre 2011 - febbraio 2012 e dicembre 2011-gennaio2012.



Analogamente all'analisi delle somme termiche si è voluto evidenziare l'andamento negli anni del fabbisogno di freddo per tre stazioni rappresentative, attraverso grafici in cui sono raffigurati i valori calcolati per l'intero quadrimestre e per il bimestre centrale (figure 76-78).

Figura 76: Andamento dei valori di *chilling units* calcolati per il bimestre dicembre-gennaio e per il quadrimestre novembre-febbraio nei diversi anni 1995-2012 - Stazione di Olmedo.

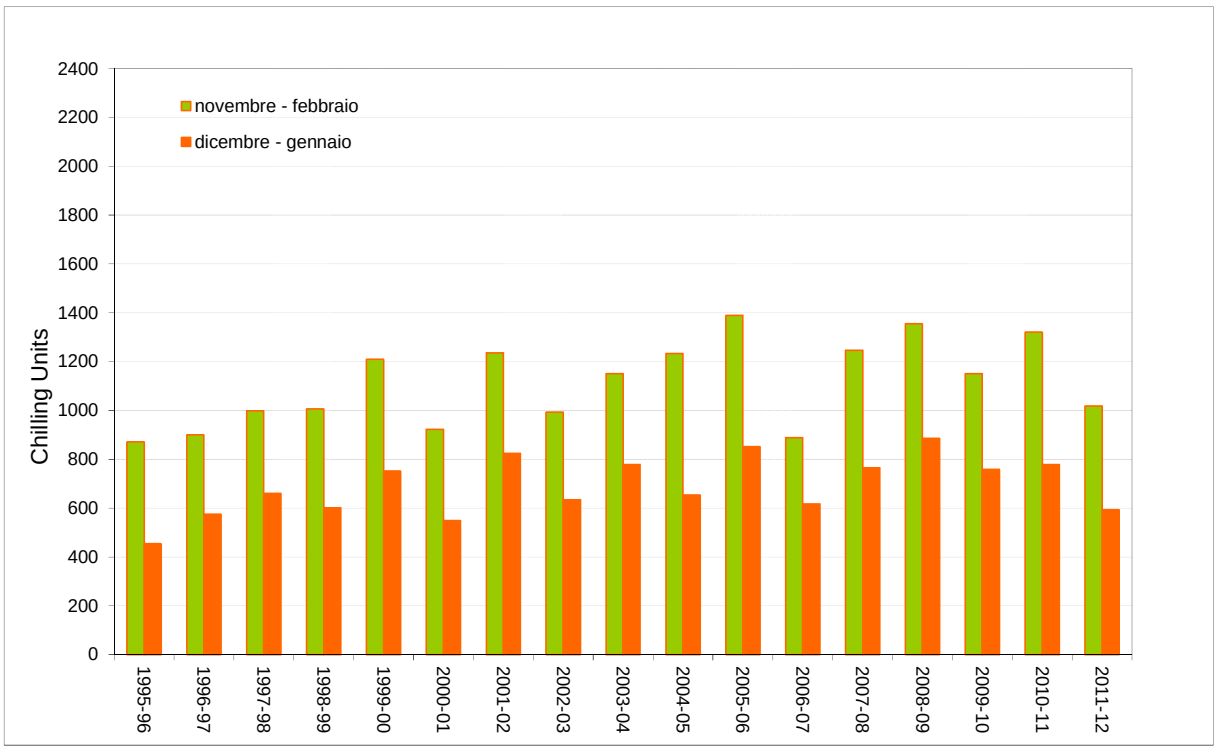


Figura 77: Andamento dei valori di *chilling units* calcolati per il bimestre dicembre-gennaio e per il quadrimestre novembre-febbraio nei diversi anni 1995-2012 - Stazione di Atzara.

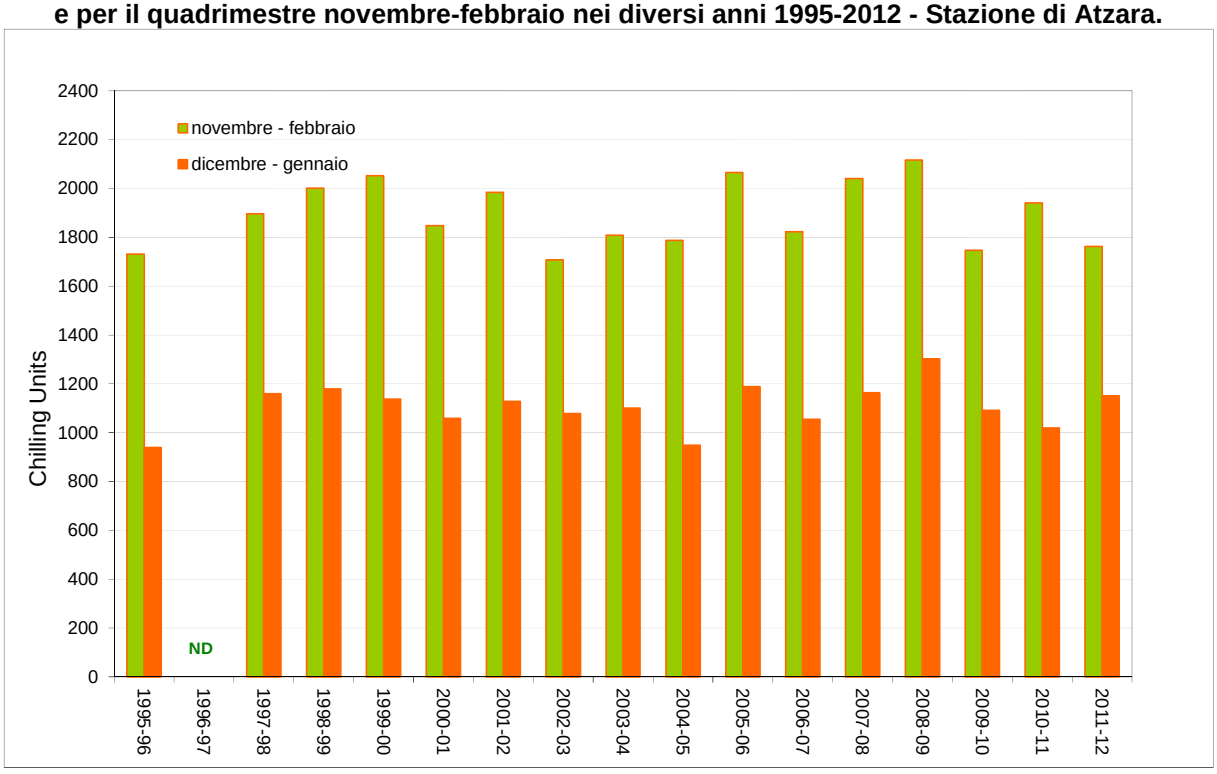
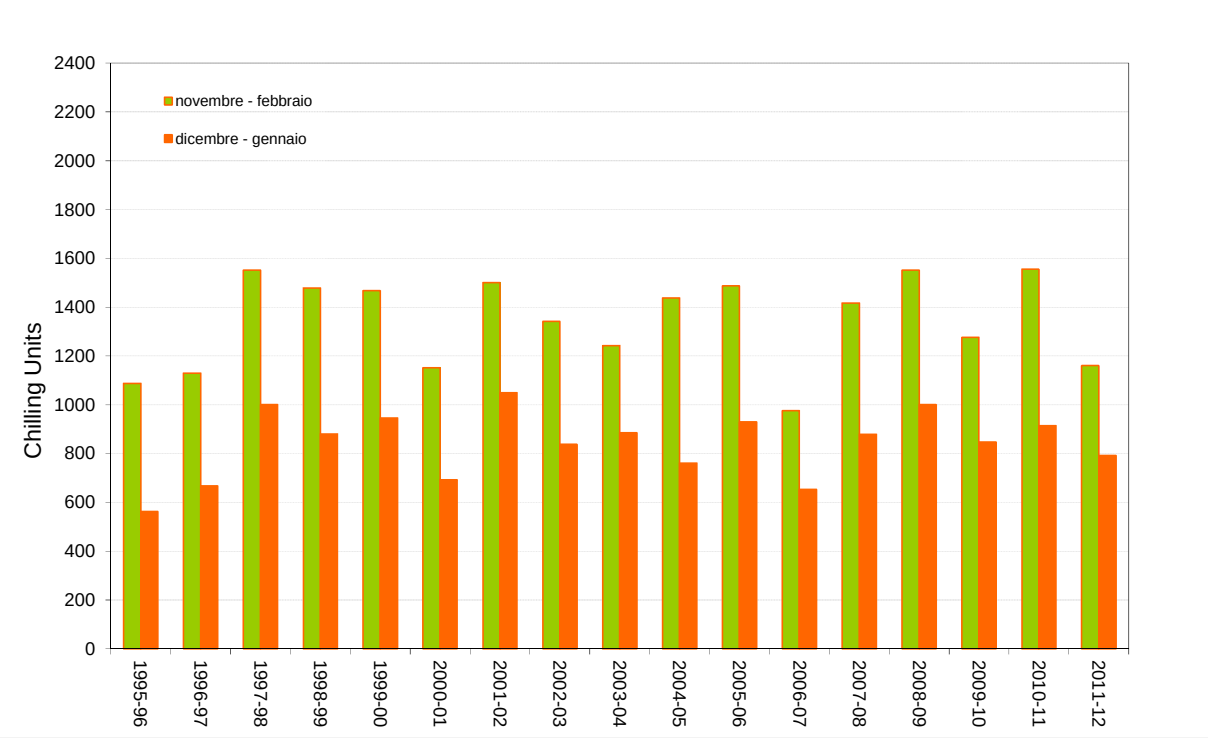


Figura 78: Andamento dei valori di *chilling units* calcolati per il bimestre dicembre-gennaio e per il quadrimestre novembre-febbraio nei diversi anni 1995-2012-Stazione di Decimomannu.



4.6. Wind Chill Index

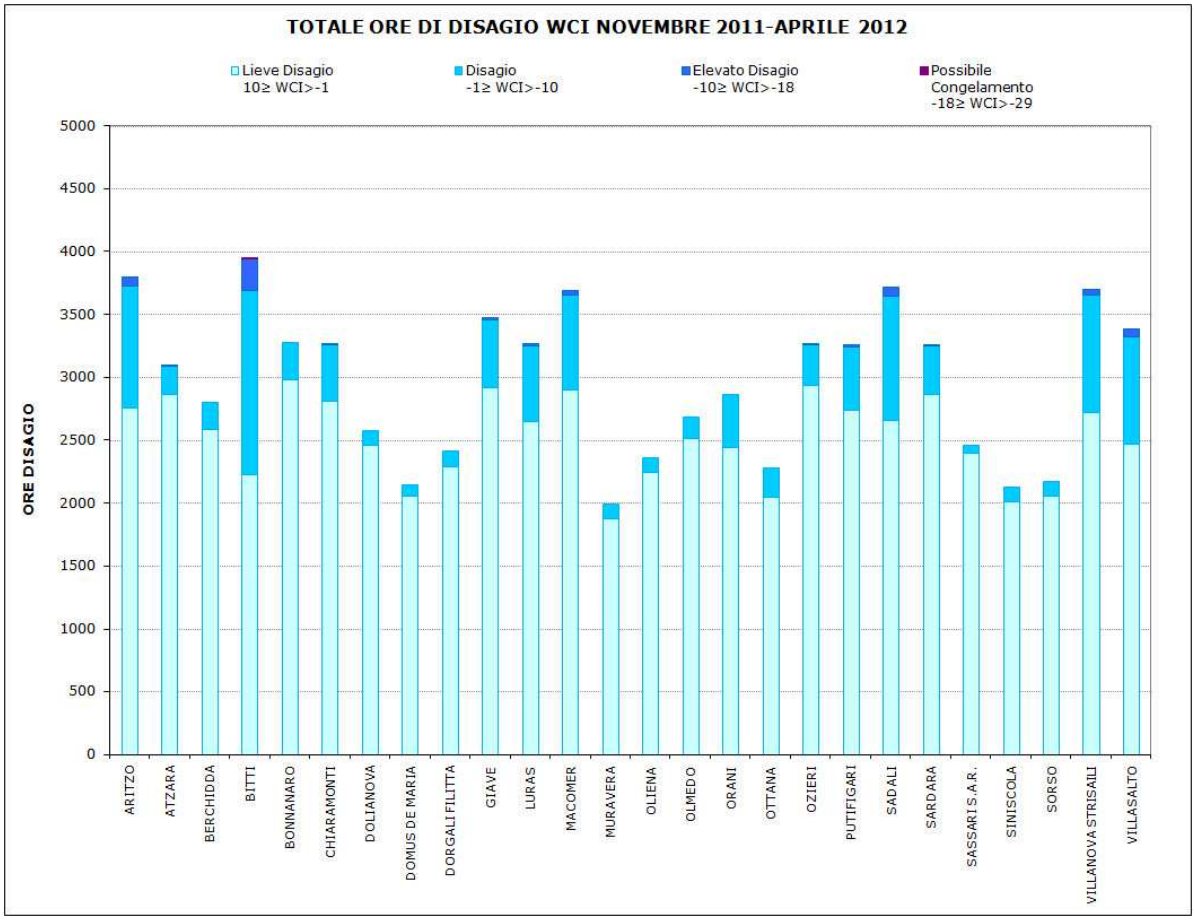
Il Wind Chill Index (WCI) o indice di freddo consente di valutare lo stato di disagio fisiologico avvertito dal bestiame di interesse zootecnico esposto a condizioni esterne di bassa temperatura e ventosità. In base ai valori di WCI si possono distinguere 7 classi di disagio, tanto più critiche quanto più basso è il valore dell'indice, secondo la seguente tabella

Valori indice	Classe di disagio
WCI>10	Nessun disagio
10≥WCI>-1	Lieve disagio
-1≥WCI>-10	Disagio
-10≥WCI>-18	Elevato disagio
-18≥WCI>-29	Possibile congelamento in seguito ad esposizione prolungata
-29≥WCI>-50	Congelamento in seguito ad esposizione prolungata
WCI≥-50	Rapido congelamento in seguito a breve esposizione

In termini generali i valori di WCI medio calcolati per i singoli mesi da novembre 2011 ad aprile 2012 sono stati meno critici o sostanzialmente in linea rispetto al dato medio (1995-2007) su quasi tutto il territorio regionale. Anche nel mese di febbraio, nonostante le temperature siano state particolarmente basse, la modesta presenza di vento nel periodo più freddo ha contenuto i valori dell'indice. In particolare l'elaborazione dei dati orari registrati in febbraio ha fatto rilevare come oltre la metà delle stazioni abbia presentato condizioni corrispondenti alla classe di *Disagio* per un numero di ore mensili compreso tra 200 e 350. Tra queste alcune stazioni hanno anche fatto riscontrare tra 50 e 150 ore circa di *Elevato Disagio* e alcune ore di *Possibile Congelamento* (es. Bitti e Gavoi).

Nelle **figura 79** è rappresentato graficamente il numero di ore complessivo con WCI nelle diverse categorie di disagio calcolato per il periodo novembre 2011 - aprile 2012. Si può osservare come le stazioni di Bitti, Sadali, Aritzo, Villanova Strisaili, Villasalto e Macomer abbiano presentato le condizioni potenzialmente più critiche per il bestiame considerando l'elevata permanenza dell'indice nelle classi di maggiore disagio comprese alcune ore registrate nella classe di *Possibile congelamento* (Stazione di Bitti).

Figura 79: Numero di ore mensili con WCI nelle diverse classi di disagio per il periodo novembre 2011-aprile 2012.



4.7 Temperature Humidity Index (THI)

Il Temperature Humidity Index (THI) o indice di caldo permette di stimare le condizioni di stress per il bestiame causate da alte temperature ed elevati valori di umidità dell'aria. La classificazione prevede diverse condizioni di stress per il bestiame, tanto maggiori quanto più elevato è il valore dell'indice, secondo la seguente tabella:

Valori indice	Classe di disagio
THI<65	Nessun disagio
65≤THI<68	Possibile disagio
68≤THI<72	Lieve disagio
72≤THI<75	Disagio
75≤THI<79	Allerta
79≤THI<84	Pericolo
THI≥84	Emergenza

In termini generali, durante il periodo caldo l'indice il THI medio mensile è risultato generalmente superiore alla media di riferimento, particolarmente in agosto a causa della persistenza di elevate temperature nel corso del mese.

Meritano di essere evidenziate nel periodo considerato le condizioni registrate in luglio nelle stazioni di Dorgali Lanaitto, Dorgali Filitta, Oliena e Muravera,dove si sono totalizzate tra 100 e 200 ore nella classe di *Pericolo*; le due stazioni del Dorgalese hanno inoltre raggiunto 40-50 ore corrispondenti alla classe di *Emergenza*. In agosto nelle stazioni di Dorgali Lanaitto, Dorgali Filitta, ed in misura minore in quelle di Sardara e Sorso si sono avute condizioni corrispondenti alla classe *Emergenza*. Circa il 60% delle stazioni ha totalizzato un numero pari o superiore a 50 ore (fino a massimi di circa 200 ore nel Dorgalese) nella classe di *Pericolo*. Anche le stazioni poste a maggior quota hanno raggiunto condizioni disagevoli, corrispondenti alla classe di *Allerta*.

Nella **figura 80** è riportata la permanenza totale dell'indice THI nelle diverse classi di disagio calcolate per l'intero periodo maggio-settembre 2012. La maggior parte delle stazioni considerate ha raggiunto un numero complessivo di ore nella classe di *Allerta* compreso tra 450 e 600 nell'arco dei cinque mesi. Le stazioni che hanno presentato maggiori condizioni di stress sono state Dorgali Lanaitto, Dorgali Filitta, Sardara e Sorso, che hanno anche registrato condizioni corrispondenti alla classe di *Emergenza*.

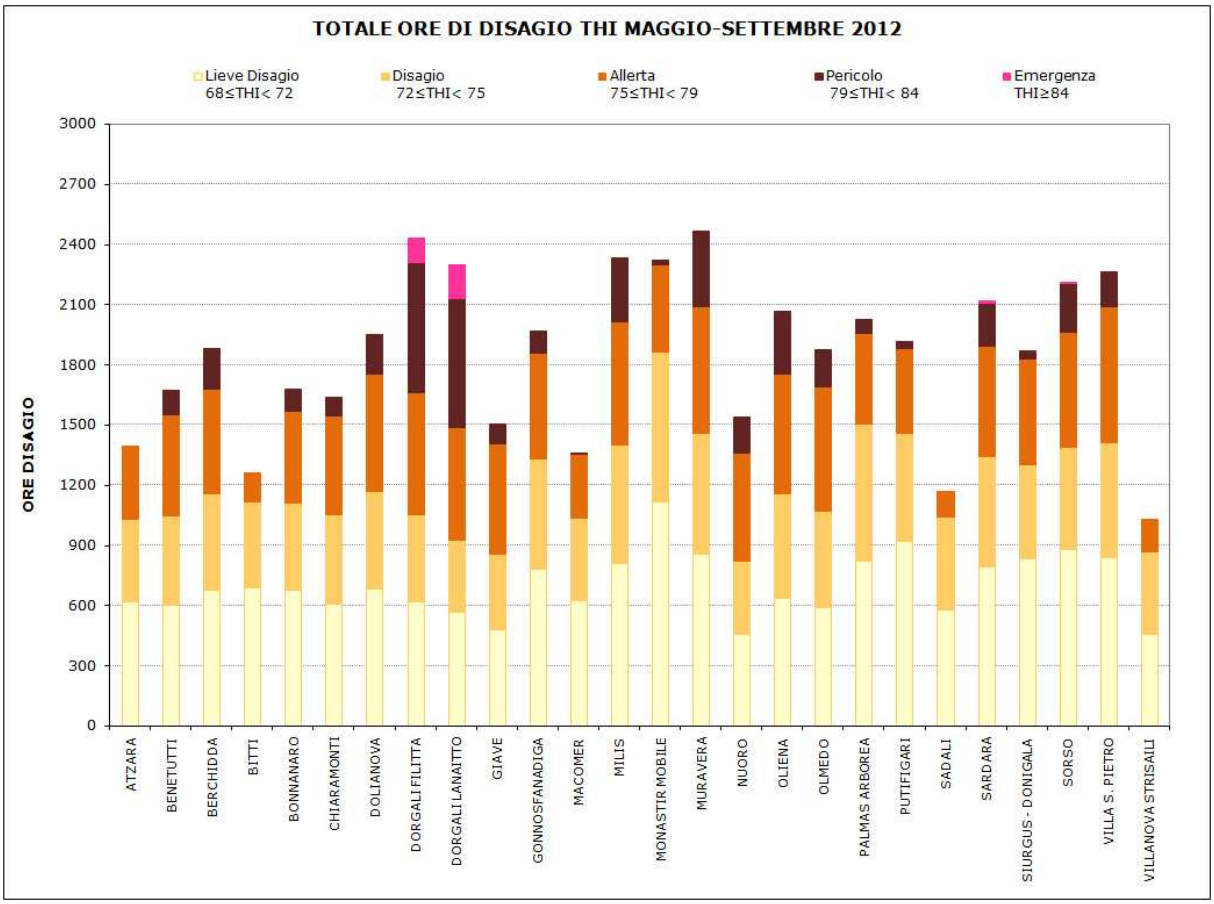



Figura 80: Numero di ore mensili con THI nelle diverse classi di disagio per il periodo maggio-settembre 2012.