



REGIONE AUTÒNOMA DE SARDIGNA

REGIONE AUTONOMA DELLA SARDEGNA

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

ARPAS

Dipartimento Meteoclimatico  
Servizio Meteorologico, Agrometeorologico ed Ecosistemi

## **Analisi agrometeorologica e climatologica della Sardegna**

Analisi delle condizioni meteorologiche e conseguenze sul territorio regionale  
nel periodo ottobre 2016 - settembre 2017

## INDICE

INTRODUZIONE.....	4
1. LE PRECIPITAZIONI DELL'ANNATA.....	5
1.1. Andamento complessivo dell'annata.....	5
1.2. Andamento della stagione piovosa.....	8
1.3. Analisi della neve.....	9
2. LE PRECIPITAZIONI SUI GRUPPI DI MESI.....	11
2.1. Il trimestre ottobre-dicembre.....	11
2.2. Il quadrimestre gennaio-aprile.....	12
2.3. Il quinquemestre maggio-settembre.....	14
3. LE PRECIPITAZIONI GIORNALIERE.....	16
4. TEMPERATURE ANNUALI.....	22
4.1. Temperature medie dei singoli mesi.....	24
4.2. Indicatori di condizioni termiche particolari.....	26
4.2.1. Giorni di gelo.....	26
4.2.2. Notti tropicali.....	27
4.2.3. Giornate estive.....	28
5. ELABORAZIONI AGROMETEOROLOGICHE SPECIFICHE.....	30
4.1 Evapotraspirazione e bilancio idroclimatico.....	30
4.2 Indice di precipitazione standardizzata – SPI.....	31
4.3 Sommatorie termiche.....	39
4.4 Fabbisogno di freddo.....	43
4.5 Wind Chill Index (WCI).....	44
4.6 Temperature Humidity Index (THI).....	47
4.7 Heat Waves – Onde di calore.....	50
6. CONSIDERAZIONI AGROMETEOROLOGICHE.....	53
7. FENOLOGIA.....	61
8. INDICE DI VEGETAZIONE DA SATELLITE (NDVI).....	64
9. BIOMETEOROLOGIA - Heat Index.....	67
10. AEROBIOLOGIA.....	74

La presente analisi si basa principalmente sui dati delle reti meteorologiche dell'ARPAS.

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

- *Sistema Globale di Osservazioni e Monitoraggio (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);*
- *ISPRA – Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale;*
- *ECMWF – Centro Europeo per le Previsioni Meteorologiche a Medio Termine.*

L'analisi agrometeorologica è stata realizzata anche grazie alle informazioni fornite dalle Agenzie regionali AGRIS e LAORE.

#### **A cura di**

Michele Fiori  
Alessandro Delitala  
Ilaria Peana

#### **Hanno collaborato**

Giuliano Fois, Simona Canu, Paolo Capece, Giovanna Mannu, Paolo Boi, Giuseppe Bianco

#### **Realizzazione grafica**

Salvatorina Sechi

Si ringraziano tutti i colleghi del Dipartimento Meteoclimatico che a vario titolo hanno contribuito alla realizzazione del presente rapporto.

ARPAS – Dipartimento Meteoclimatico  
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



## INTRODUZIONE

L'annata 2016-2017 è stata la più calda di sempre (rispetto alle serie storiche disponibili per la Sardegna): le temperature massime dell'annata risultano di circa +2.3 °C superiori alla media 1971-2000. Il valore si inserisce in un evidente trend crescente delle temperature massime tale per cui il 2016-2017 risulta essere il più caldo in assoluto, il 2015-2016 il secondo più caldo, il 2014-2015 il terzo più caldo e il 2013-2014 il quinto più caldo di sempre.

Il periodo è stato caratterizzato da sommatorie termiche ben al di sopra della media di riferimento 1995-2014, a causa delle alte temperature che hanno contraddistinto l'autunno 2016 e il periodo primaverile-estivo 2017. Anche gli indicatori di disagio riflettono le condizioni termiche dell'annata: i valori di WCI del quadrimestre dicembre 2016 – marzo 2017 sono stati meno critici rispetto al dato medio 1995-2014, ad eccezione del mese di gennaio che è stato decisamente freddo; i valori di THI e HI del periodo giugno-settembre sono stati superiori alla media pluriennale su tutto il territorio regionale, ad eccezione del mese di settembre.

Hanno contribuito all'anomalia termica le numerose e prolungate onde di calore del bimestre luglio-agosto che sono state rilevate da numerose stazioni. Tra luglio e agosto 2017, infatti, si sono verificate sei onde di calore di intensità variabile da lieve ad alta.

Per quel che riguarda le precipitazioni, il 2016-2017 è stato particolarmente avaro di piogge: le precipitazioni del periodo ottobre-settembre non risultavano così poco frequenti sin dagli anni '40 del secolo scorso e i cumulati sono stati i più bassi dal 1999-2000.

L'intera annata può essere divisa in due periodi nettamente distinte: un primo semestre caratterizzato da precipitazioni ben distribuite temporalmente, ma con cumulati di entità molto diversa tra i diversi territori della Sardegna e un secondo semestre quasi completamente privo di piogge.

Nel primo semestre gli apporti piovosi sono stati decisamente deficitari sulla Sardegna occidentale, mentre sulla Sardegna orientale i cumulati sono risultati in linea con la climatologia o anche superiori, ma i valori sono stati condizionati da due singoli eventi piovosi caratterizzati da cumulati particolarmente elevati: l'evento del 19-21/12/2016 e quello del 21-22/01/2017. Se non si tenesse conto di quei due eventi, anche i totali registrati nella Sardegna orientale risulterebbero fortemente deficitari.

A partire dalla prima decade di febbraio, la scarsità di apporti piovosi che ha interessato l'intera Isola ha determinato una sensibile riduzione dell'umidità dei suoli e condizioni di intenso stress idrico alla vegetazione spontanea e alle coltivazioni. A partire dalla primavera le condizioni di siccità agricola hanno interessato anche il versante orientale che nel periodo invernale aveva ricevuto i maggiori apporti idrici.

Il lungo periodo siccitoso ha notevolmente condizionato gli accrescimenti delle specie foraggere, con conseguente scarsa produzione di foraggio per il pascolamento e per la fienagione. Anche i valori dell'indice di vegetazione, sotto media, riflettono le condizioni di stress idrico legate all'andamento siccitoso che ha caratterizzato l'annata 2016-17. La diffusione dei pollini è stata superiore nella stazione di monitoraggio di Sassari rispetto al periodo 2015-2016, mentre le concentrazioni della spora fungina *Alternaria* sono state inferiori per effetto della siccità estiva.

Gli scarsi apporti idrici hanno determinato sui corsi d'acqua e sugli invasi del sistema idrico multisettoriale della Sardegna un forte deficit, in particolare per quelli del settore occidentale, con percentuali di riempimento comprese nel mese di settembre tra 10% e 20% circa e con conseguenti limitazioni nella disponibilità di acque per l'uso irriguo e restrizioni dell'erogazione per gli usi civili.

## 1. LE PRECIPITAZIONI DELL'ANNATA

### 1.1. Andamento complessivo dell'annata

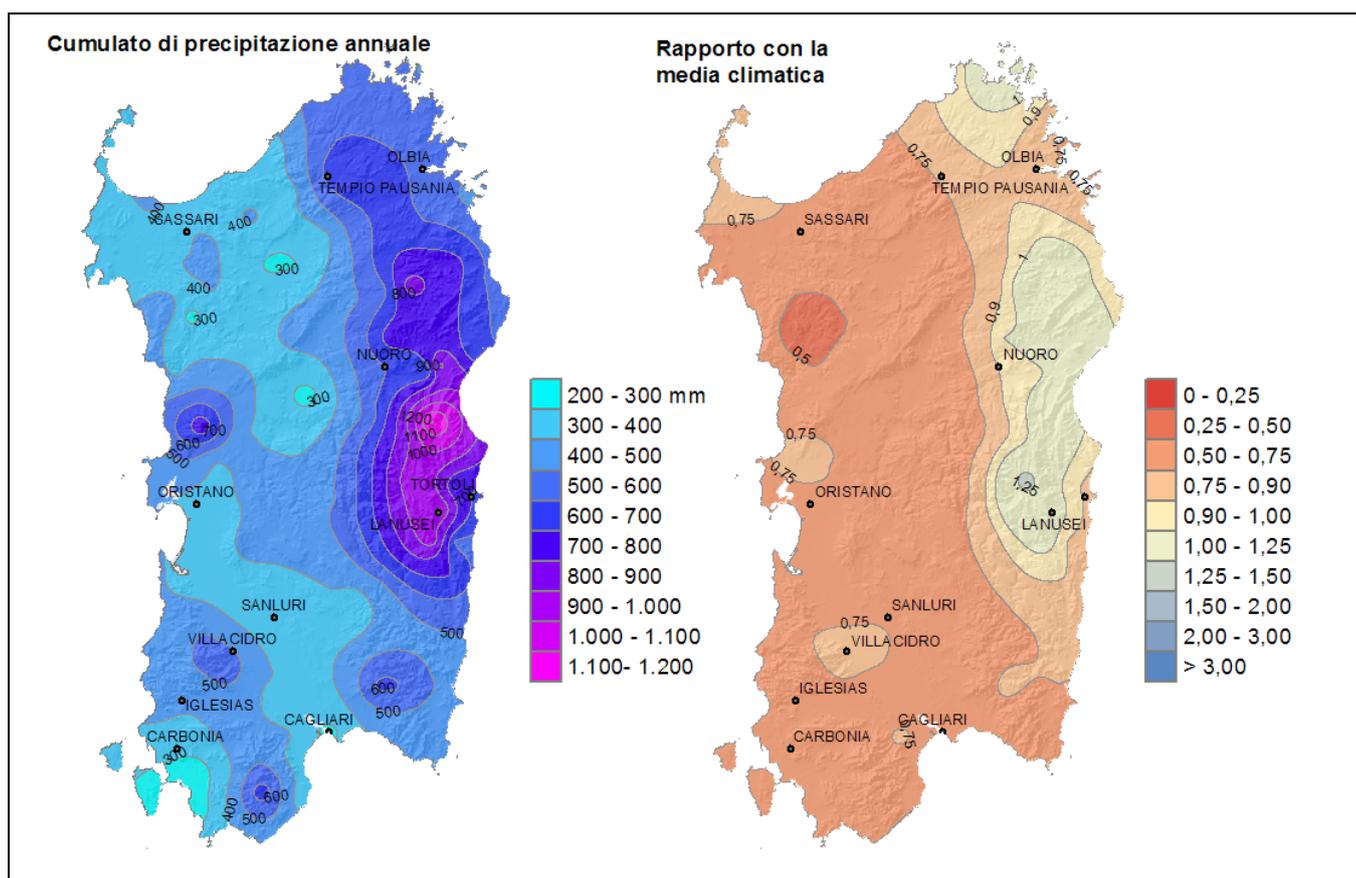
L'annata che va da ottobre 2016 a settembre 2017 è stata caratterizzata da precipitazioni appartenenti al regime orientale: questo ha portato piogge relativamente abbondanti e frequenti sulla Sardegna orientale e fortemente deficitarie sulla parte centro-occidentale dell'Isola.

Come si può vedere nella **figura 1a**, sulla Sardegna centro-occidentale e meridionale, i cumulati dei dodici mesi vanno dai 300mm ai 500mm con valori più elevati registrati dalle stazioni poste sulle cime delle montagne. Sulla Sardegna centrale e Nord-orientale, invece, i cumulati sono stati superiori a 500mm e sono arrivati a superare i 1000mm tra Ogliastra e Baronia.

Sulla Sardegna meridionale e centro-occidentale la **figura 1b** mostra che si è trattato di cumulati di precipitazione fortemente deficitari, in quanto compresi tra il 50% e il 75% della media climatologica 1971-2000.

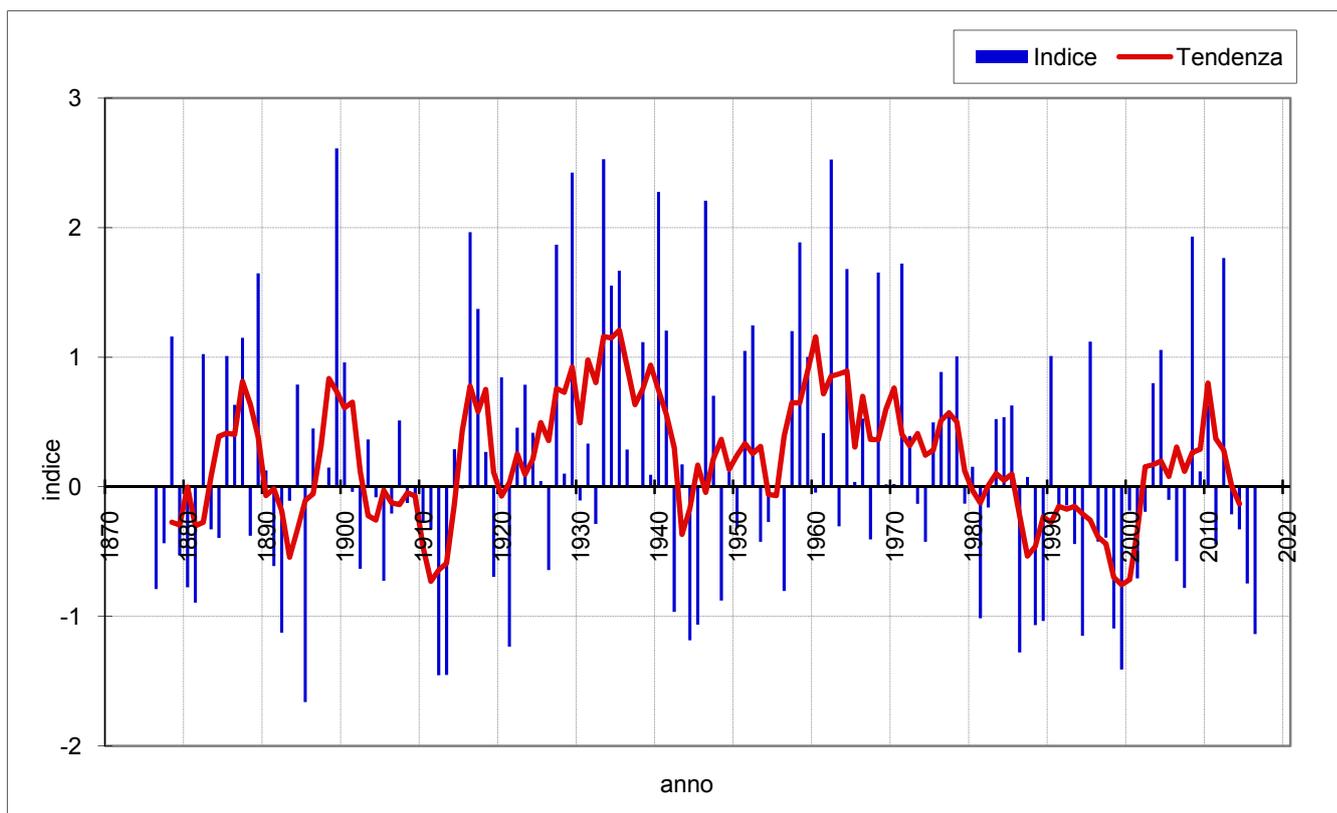
Sulla Sardegna orientale, invece, i cumulati annuali si sono posizionati entro  $\pm 25\%$  dalla media climatologica, per cui si possono definire in linea con la media.

**Figura 1: Cumulato di precipitazione in Sardegna da ottobre 2016 a settembre 2017 (a) e rapporto tra il cumulato e la media climatologica (b).**



Il confronto secolare dei cumulati di precipitazione (**figura 2**) mostra che il cumulato di precipitazione complessivo dei dodici mesi ottobre 2016-settembre 2017 è paragonabile a quello di altre annate eccezionalmente secche come il 1999-2000 oppure il 1986-1987. Nel complesso, dunque, si è trattato di una delle annate più secche di sempre, anche se non della più secca in assoluto.

**Figura 2: Andamento ultrasecolare del cumulato di precipitazione in Sardegna nel periodo ottobre-settembre.**



Occorre tuttavia precisare che il bilancio annuale delle piogge 2016-2017 è stato condizionato dalle eccezionali piogge del 19-21 dicembre 2016 che hanno investito proprio la Sardegna orientale con cumulati sino a 340mm/3giorni sul Bacino del Cedrino (figura 3) e, in misura minore, dalle piogge del 21-22 gennaio 2017. Se, infatti, si sottraessero le piogge di quei due eventi dal cumulado annuale, si avrebbero delle precipitazioni deficitarie anche sulla Sardegna orientale e un bilancio complessivo delle piogge ancora più modeste, probabilmente il peggiore da quando sono iniziati i rilevamenti pluviometrici sulla Sardegna.

Come si vede dalla **figura 4** su quasi tutta la Sardegna il numero di giorni di pioggia del periodo 2016-2017 risulta compreso tra 40 e 50, con valori più bassi sulle pianure e, in generale, sulla metà occidentale della Sardegna. Solo sulle zone montuose della Sardegna orientale i giorni di pioggia sono stati più di 50, arrivando sino a 60 nel versante Sud del Gennargentu.

Si tratta di valori molto bassi. Il confronto con la media mostra che le piogge hanno avuto una frequenza compresa tra il 50% e il 75% della media 1971-2000 su quasi tutta l'Isola; fa eccezione la Sardegna orientale le cui piogge hanno superato di poco il 75% della media, pur mantenendosi inferiori al 90% del valore medio climatologico anche su quelle zone.

Figura 3: Cumulato di precipitazione in Sardegna dal 19 al 21/12/2016.

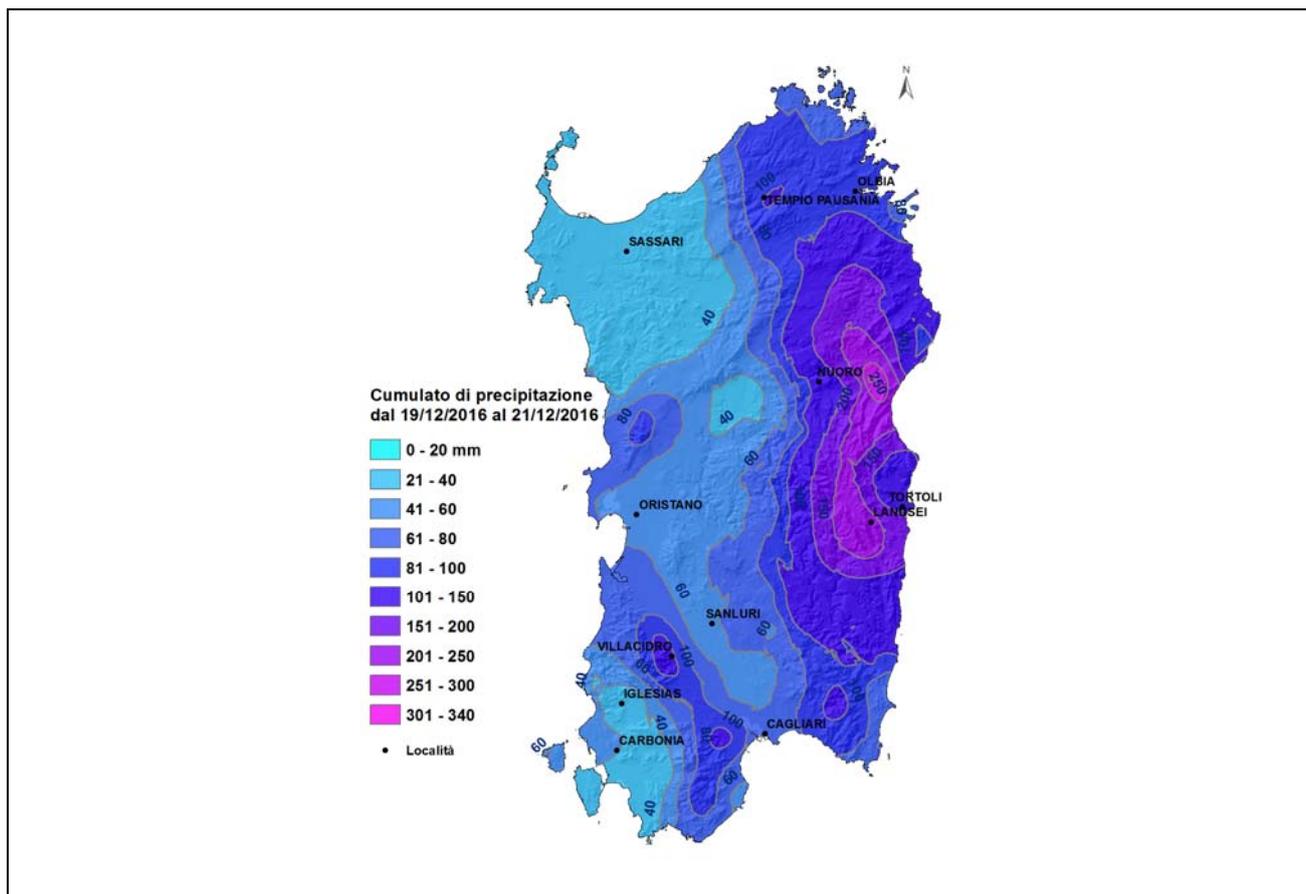
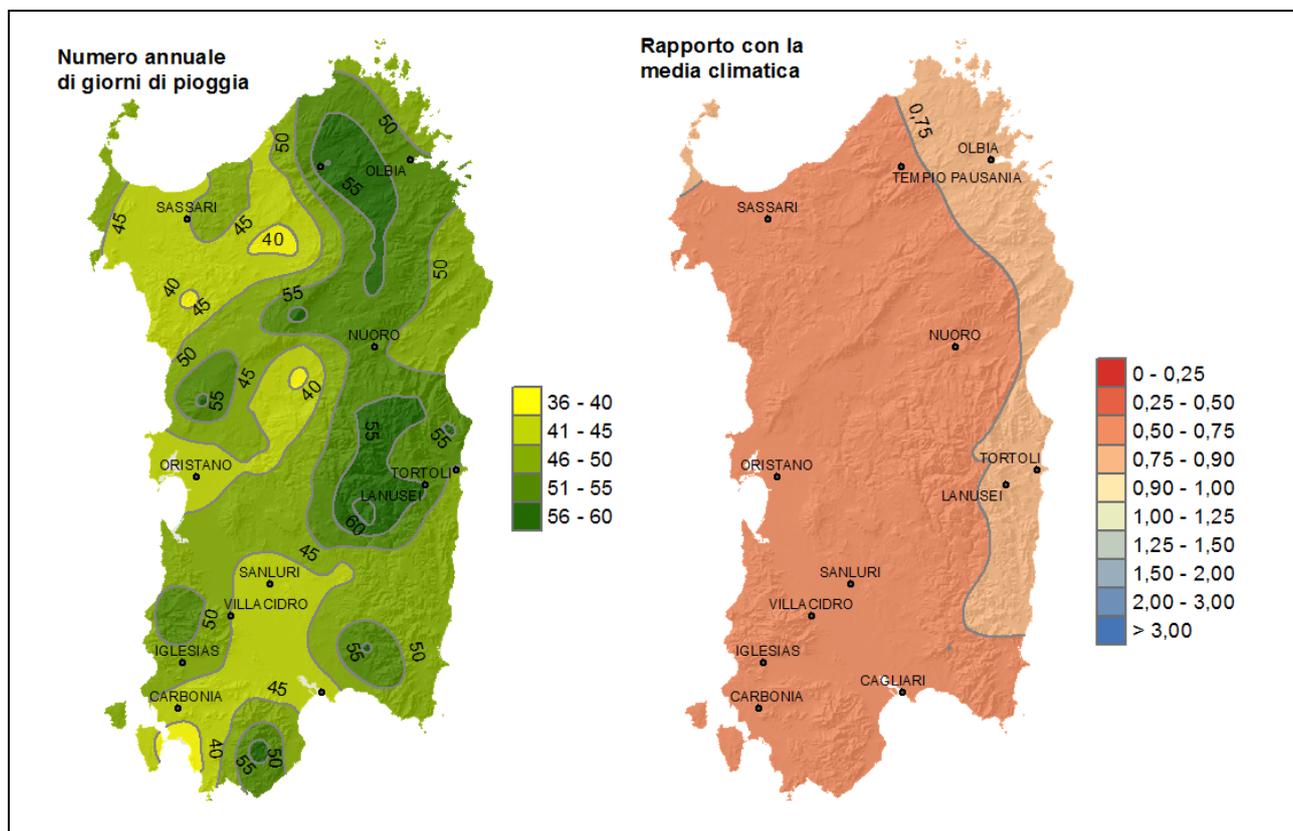
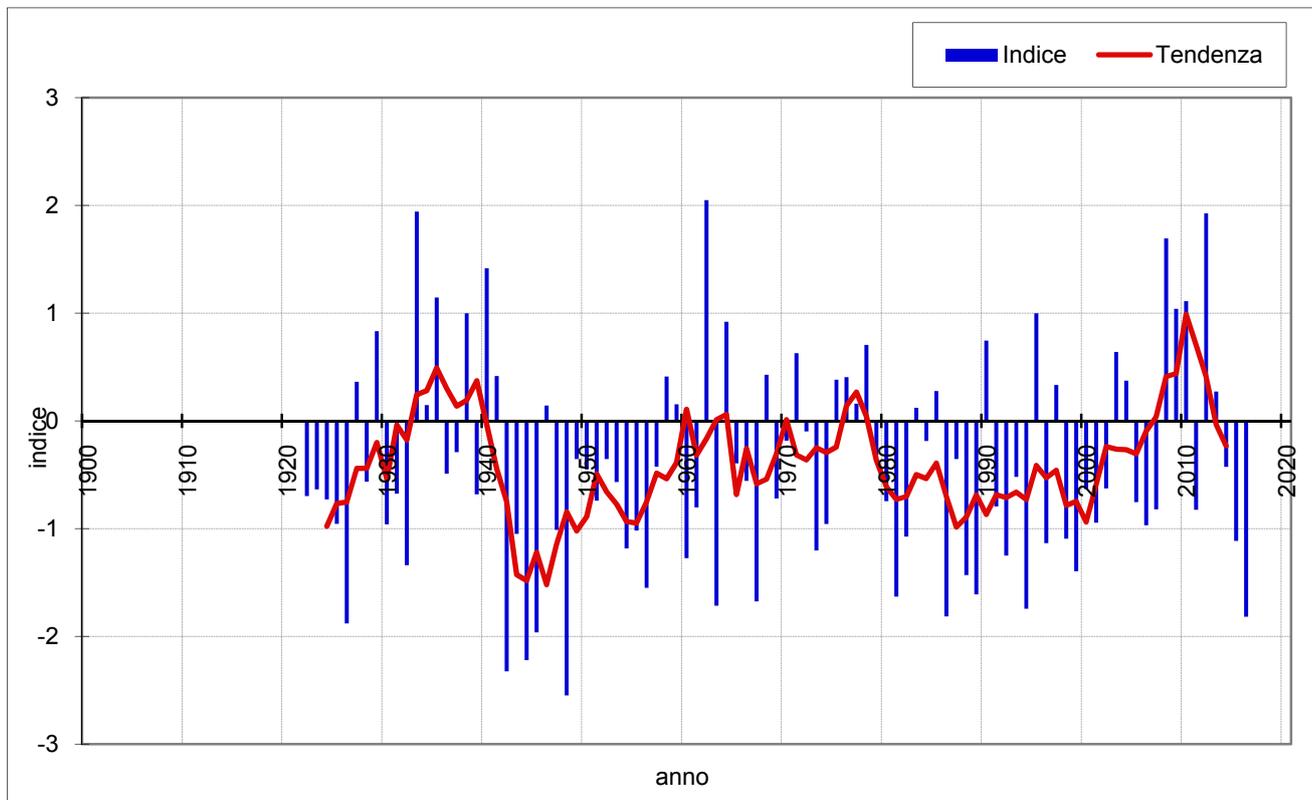


Figura 4: Numero di giorni piovosi da ottobre 2016 a settembre 2017 (a) e rapporto tra il cumulato e la media climatologica (b).



Il confronto secolare del numero di giorni piovosi (**figura 5**) mostra che il 2016-2017 è stato quello con le piogge meno frequenti sin dal 1948<sup>1</sup>. Questa differenza tra il confronto secolare del cumulato di precipitazione e quello del numero dei giorni piovosi è in accordo con quanto scritto sopra sull'impatto dell'evento del 19-21 dicembre 2016 sul bilancio delle precipitazioni.

**Figura 5: Andamento secolare del numero di giorni piovosi in Sardegna nel periodo ottobre-settembre.**



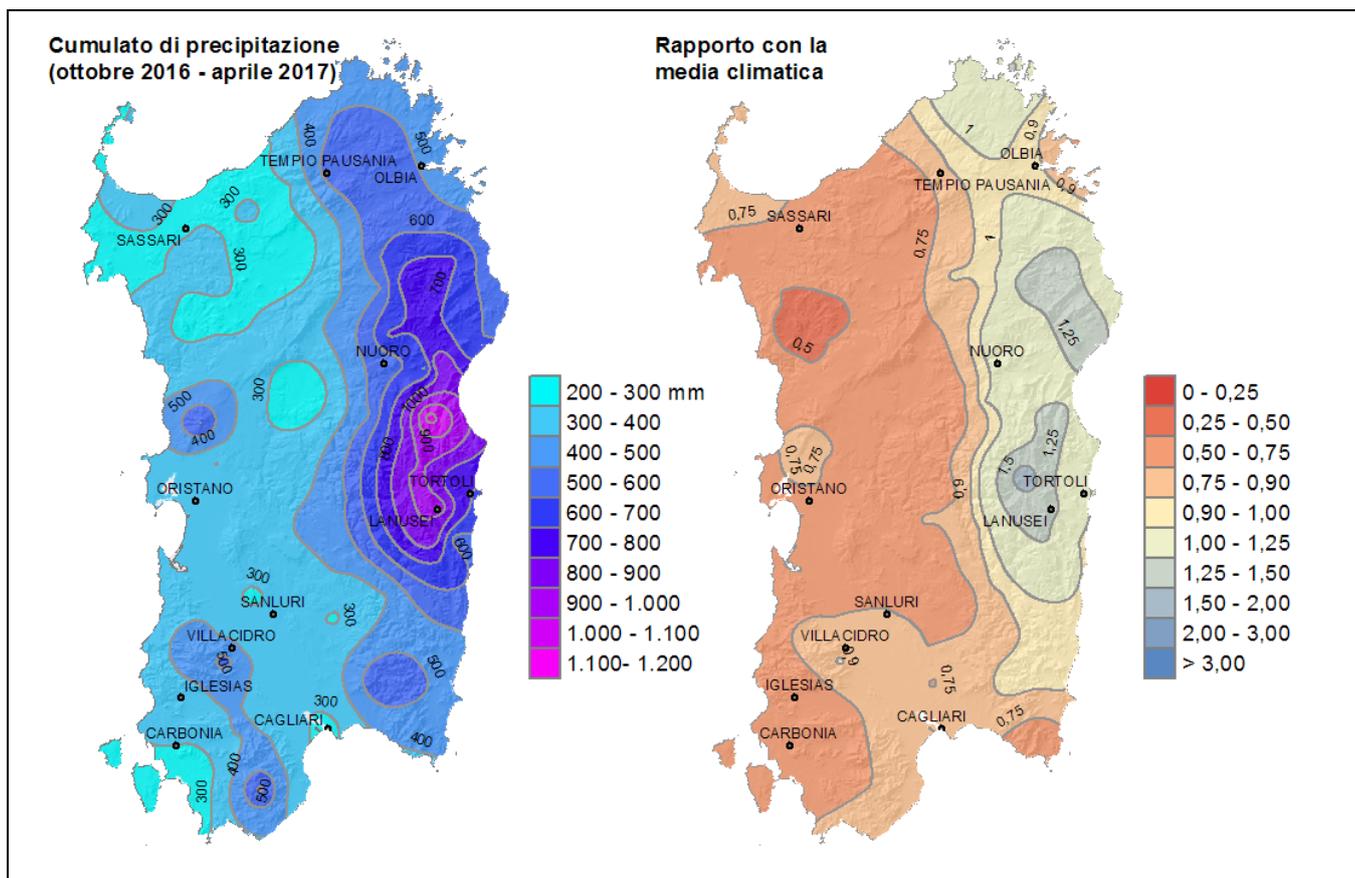
## 1.2. Andamento della stagione piovosa

I cumulati di precipitazione dei sette mesi corrispondenti alla stagione piovosa (**figura 6a**) sono quasi identici a quelli dell'annata intera, con valori compresi tra i 300mm e i 500mm sulla Sardegna meridionale e centro-occidentale e superiori ai 500mm sulla Sardegna centro-occidentale, con punte oltre i 1000mm.

Il confronto con la climatologia 1971-2000 (**figura 6b**) mostra che sulla Sardegna occidentale le piogge di ottobre-aprile non hanno raggiunto il 75% della media di riferimento; sulla Sardegna orientale e sull'area vasta di Cagliari, invece, le piogge di ottobre-aprile stanno entro  $\pm 25\%$  della media; su parte di Ogliastra e Baronia, infine, le piogge della stagione hanno superato la media.

<sup>1</sup> I valori tra il 1942 e il 1950 sono da considerare meno affidabili rispetto al resto della serie.

**Figura 6: Cumulato di precipitazione in Sardegna da ottobre 2016 ad aprile 2017 (a) e rapporto tra il cumulato e la media climatologica (b).**



### 1.3. Analisi della neve

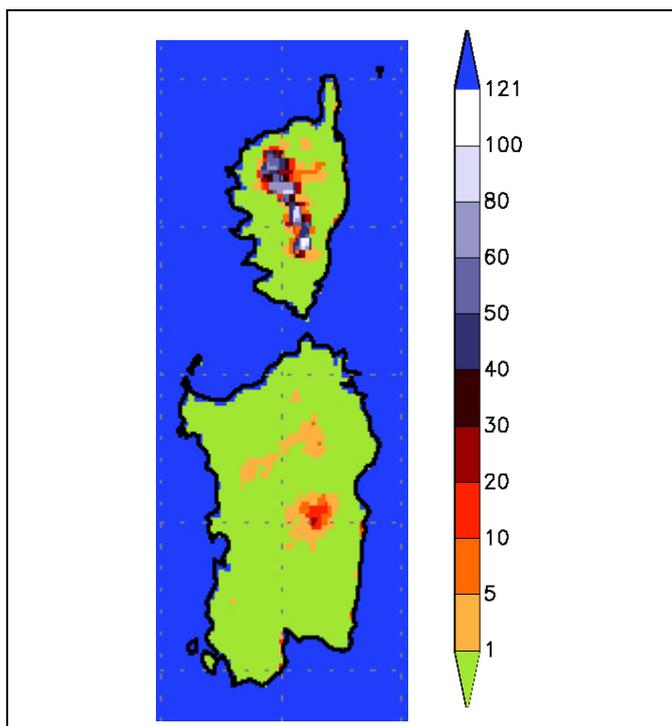
Nei mesi invernali dell'annata 2016-2017, la neve è stata un fenomeno occasionale, anche nelle zone di montagna. La **figura 7** mostra che i giorni con copertura nevosa sono stati tra 1 e 5 sulla catena montuosa del Marghine-Goceano, sul Limbara, sulla cima del Linas e sulle pendici del Gennargentu. Riguardo alla parte medio-alta Gennargentu, il numero dei giorni con neve sul terreno risulta compreso tra 5 e 10 o tra 10 e 20, con un massimo numero di giorni tra 30 e 40 sulle cime più elevate.

La **figura 8** mostra l'andamento del massimo numero di giorni con copertura nevosa degli ultimi dieci anni. Per ogni annata a partire dalla annata 2007-2008 (indicata con l'anno iniziale come nel resto dell'analisi) il valore del grafico indica il valore del pixel col massimo numero di giorni nevosi nell'analogo della **figura 7**. Il valore nel grafico non indica il numero esatto di giorni, ma il numero medio della classe nella scala di figura 7: ad esempio, 35 indica la classe 30-40, mentre 70 indica la classe 60-80. In ogni annata tale valore si riscontra tipicamente sulle cime del Gennargentu, cioè su quella parte della Sardegna caratterizzata da un vero e proprio clima montano.

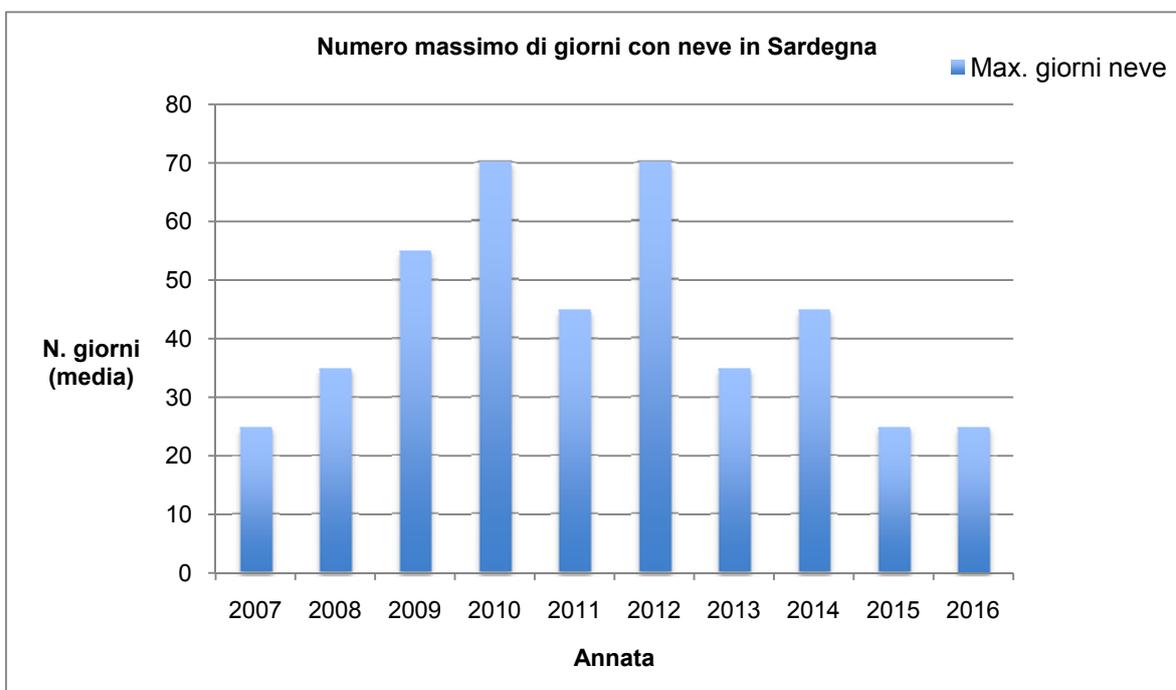
Per ogni annata il pixel (o l'insieme di pixel) col massimo di copertura nevosa si trova sempre sulle cime del Gennargentu, cioè in quella zona della Sardegna posta a quote più elevate e caratterizzata da un clima montano. Il valore del 2016, dunque, indica che tra dicembre 2016 e marzo 2017 la neve ha coperto le cime del Gennargentu tra 20 e 30 giorni.

Il 2016-2017, dunque, è stata l'annata meno nevosa assieme al 2007-2008 e al 2015-2016. Nelle altre annate le cime del Gennargentu sono state coperte da neve per periodi più lunghi sino ad arrivare a 60-80 giorni nel 2010-2011 e nel 2012-2013.

**Figura 7: Numero di giorni con copertura nevosa sulla base delle informazioni estratte dalle immagini del satellite MSG: quadrimestre dicembre-marzo.**



**Figura 8: Numero massimo di giorni con copertura nevosa sulla Sardegna in base alle informazioni di figura 7 (o dell'analogia figura delle relazioni precedenti). Ogni valore rappresenta la media di una classe della scala di figura 7: ad esempio, 35 indica la classe 30-40, mentre 70 indica la classe 60-80.**



## 2. LE PRECIPITAZIONI SU GRUPPI DI MESI

### 2.1. Il trimestre ottobre-dicembre

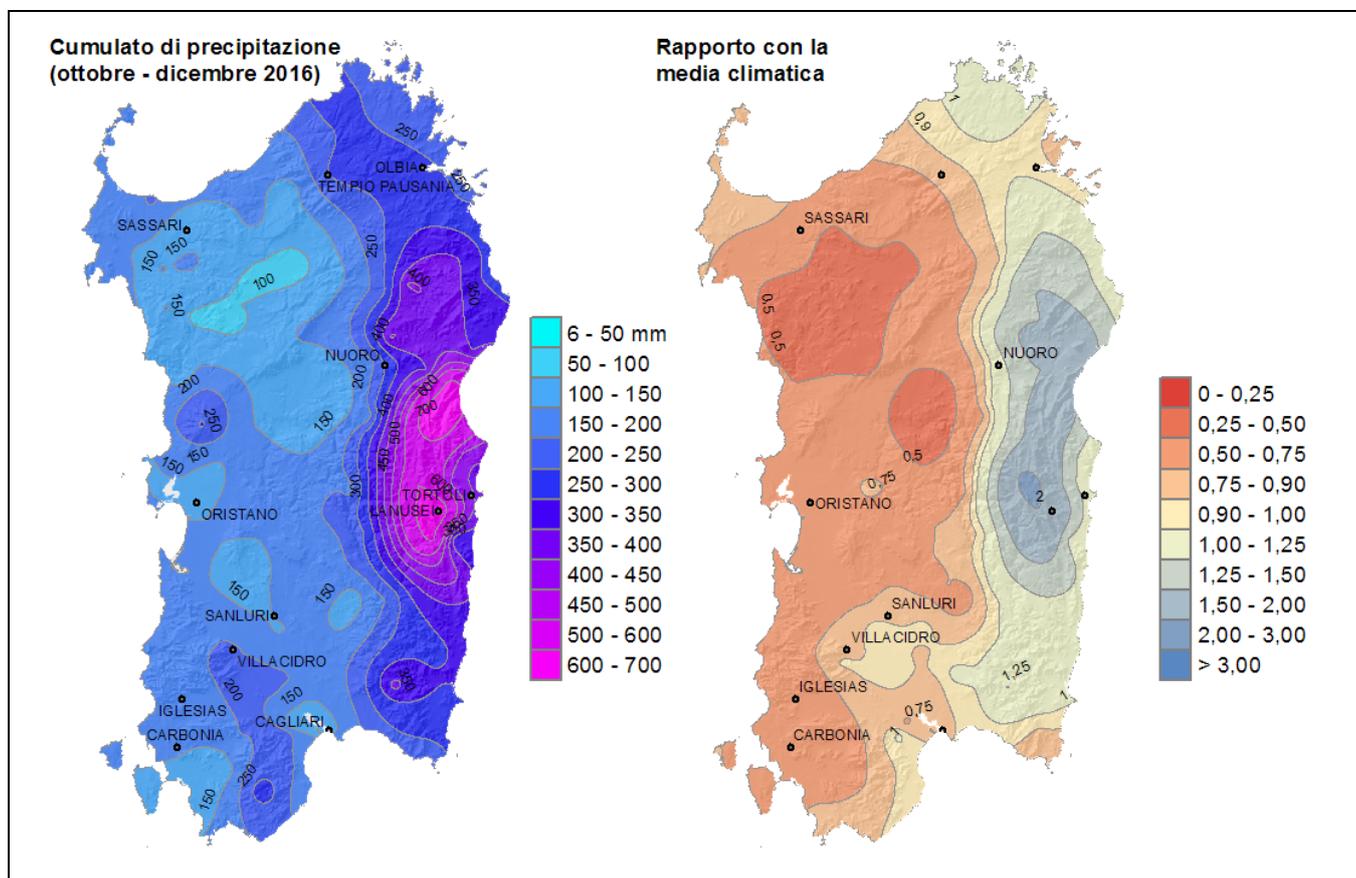
In Sardegna l'ultimo trimestre (ottobre-dicembre) è normalmente il periodo più piovoso dell'anno. Nel 2016 questo trimestre è stato caratterizzato da piogge molto modeste, ad eccezione di quelle registrate nell'evento del 19-21 dicembre mostrate in figura 3.

Dalla **figura 9a**, infatti, si può osservare che sulla Sardegna centrale e occidentale sono caduti tra i 100 mm e i 300 mm nell'intero trimestre. Sulla parte orientale dell'Isola i cumulati trimestrali risultano superiori ai 300 mm, con valori sino 600 mm su parte di Ogliastra e Baronia.

Come si vede dalla **figura 9b** sulla parte centrale e Nord-occidentale della Sardegna i cumulati trimestrali risultano eccezionalmente scarsi: il confronto con il clima, infatti, mostra che si tratta di cumulati tra il 25% e il 50% della media climatologica. Su quella parte dell'Isola, dunque, è piovuto la metà o anche meno rispetto a quanto accade normalmente.

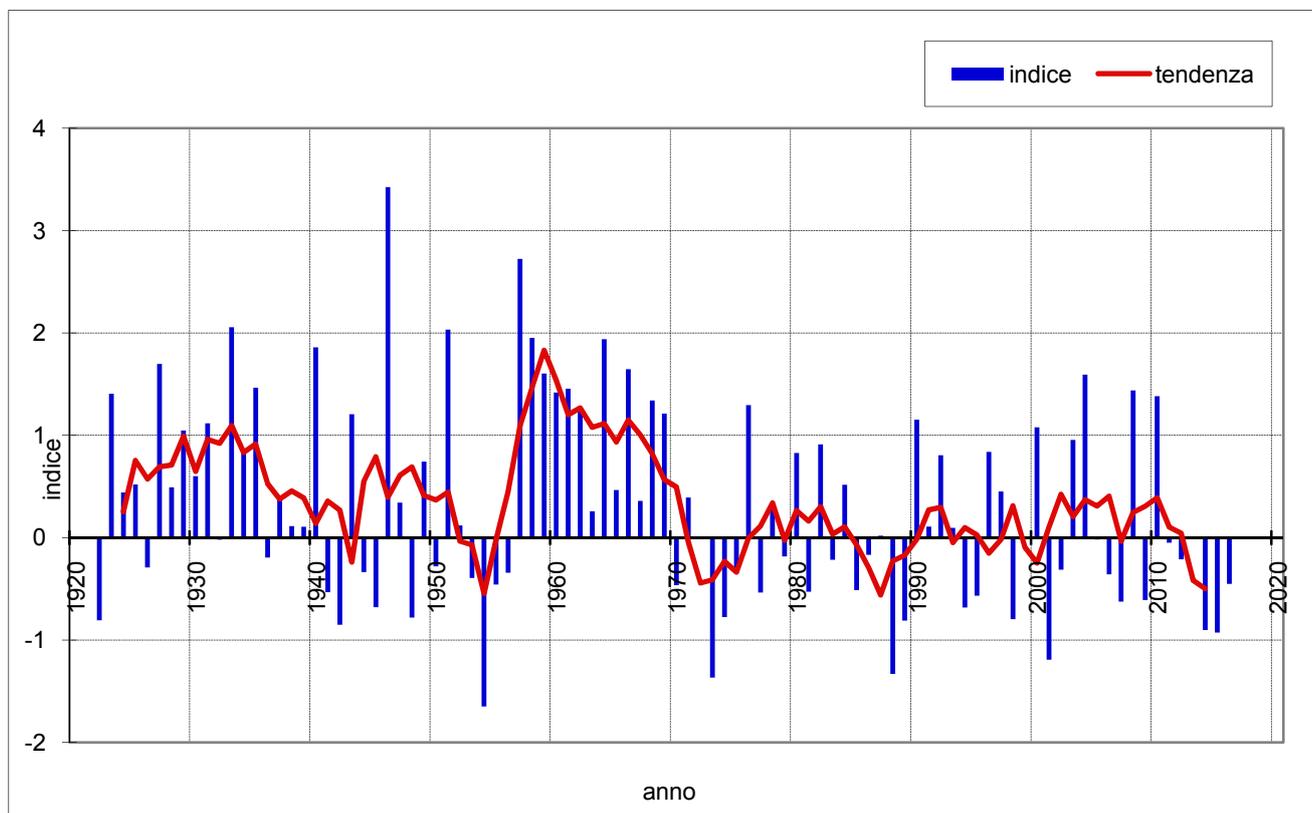
Sulla parte Sud-orientale e Nord-orientale della Sardegna, il rapporto tra cumulati e media climatologica risulta compreso tra il 50% e il 100% della media. Anche in questo caso, dunque, si tratta di valori inferiori alla media, ma in maniera meno marcata. Solo nella zona maggiormente interessata dall'evento del 19-21 dicembre i cumulati trimestrali risultano superiori alla media, arrivando sino al doppio della climatologia su alcune parti di Ogliastra e Baronia. È ragionevole pensare che senza quel particolare evento anche il bilancio delle piogge di quelle zone sarebbe risultato deficitario.

**Figura 9: Cumulato di precipitazione in Sardegna da ottobre 2016 a dicembre 2016 (a) e rapporto tra il cumulato e la media climatologica (b).**



La **figura 10** confronta il trimestre del 2016 con quello degli anni precedenti. L'andamento di medio periodo mette in evidenza che dal 2011 al 2013 il trimestre ottobre-dicembre ha avuto piogge in linea con la media e dal 2014 al 2016 ha avuto piogge deficitarie con cumulati di precipitazione che sia nel 2014 sia nel 2015 risultano ancora più bassi. La Sardegna, dunque, sembra essere entrata in una fase climatica caratterizzata da piogge deficitarie nel trimestre ottobre-dicembre.

**Figura 10: Andamento secolare del cumulato di precipitazione in Sardegna nel periodo ottobre-dicembre.**



## 2.2. Il quadrimestre gennaio-aprile

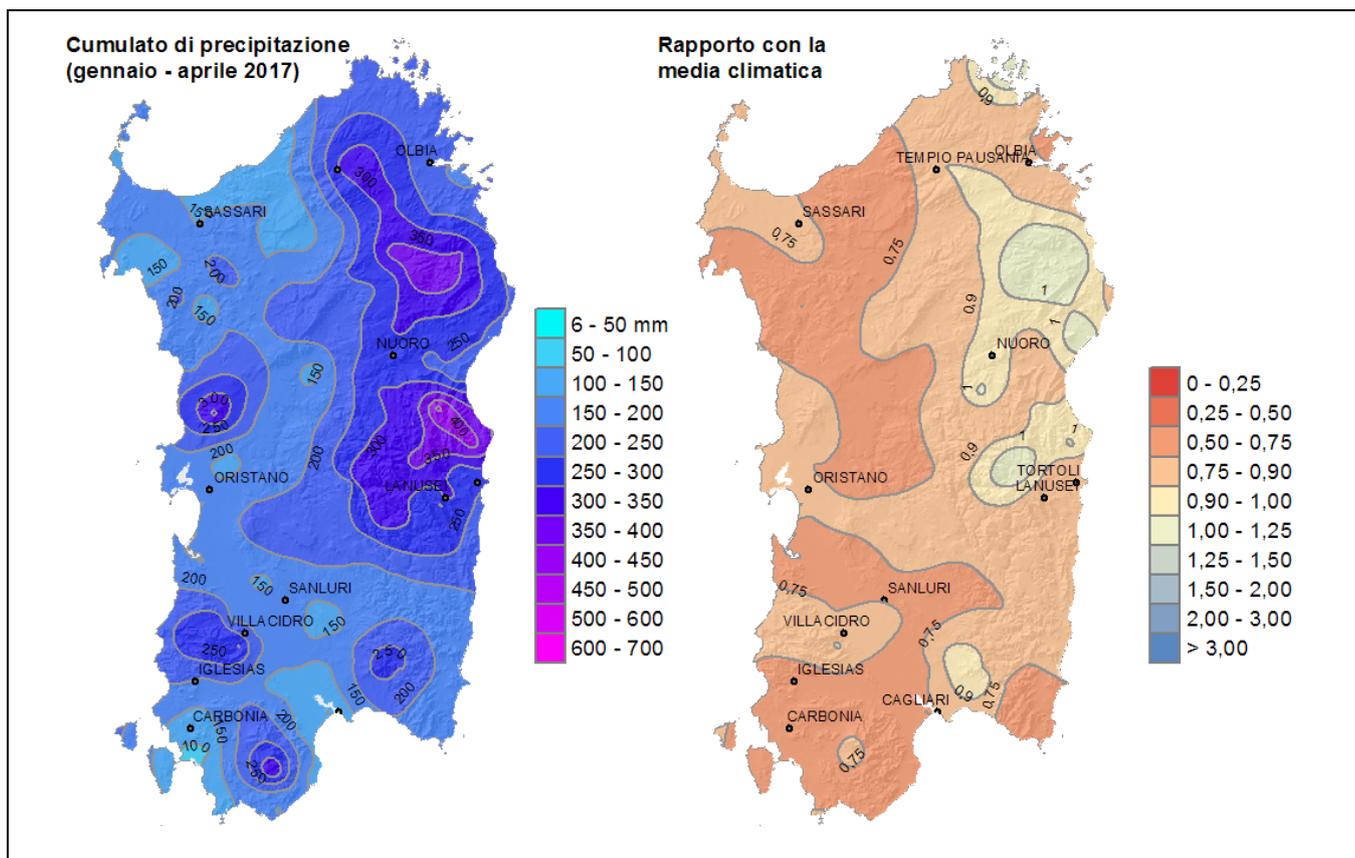
Le precipitazioni del primo quadrimestre del 2017 (figura 11a) mostrano un andamento che cresce da Ovest a Est e che cresce dalla pianura alle aree di montagna.

Da gennaio ad aprile, sulle pianure (Campidano, Nurra e pianure minori) nonché sui bacini del Tirso e del Coghinias è piovuto tra i 100 mm e i 200 mm. Sulle aree collinari dell'Isola, sul Linas, sul Limbara e sulle montagne minori della Sardegna occidentale i cumulati dei quattro mesi sono stati compresi tra i 200 mm e i 350 mm. Sulle restanti aree montane i cumulati hanno superato i 350 mm con punte sino a 450 mm.

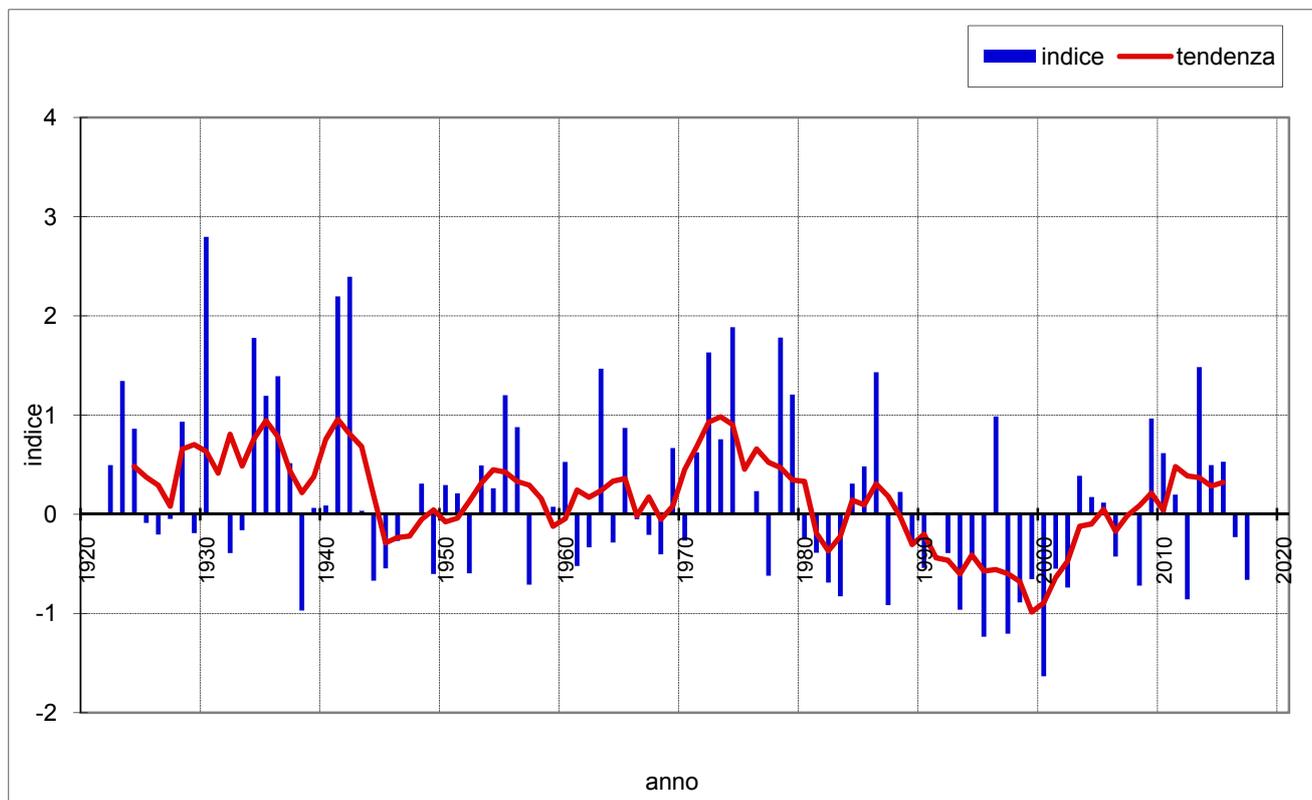
Come si vede dalla **figura 11b** sulla Sardegna occidentale i cumulati del quadrimestre stanno generalmente tra il 50% e il 75% della media climatologica. Sulla parte orientale dell'Isola i cumulati risultano compresi tra il 75% e il 100% della media, dunque quasi in linea con la climatologia.

La **figura 12** mostra l'andamento secolare delle piogge del periodo gennaio-aprile. Sia nel 2016 che nel 2017 questo quadrimestre ha avuto piogge deficitarie, mentre negli anni sino al 2015 le piogge erano state in prevalenza superiori alla media, talvolta anche in maniera consistente. Il quadrimestre gennaio-aprile 2017 è stato perciò deficitario, ma all'interno di un decennio con piogge consistenti.

**Figura 11: Cumulato di precipitazione in Sardegna da gennaio 2017 ad aprile 2017 (a) e rapporto tra il cumulato e la media climatica (b).**



**Figura 12: Andamento secolare del cumulato di precipitazione in Sardegna nel periodo gennaio-aprile.**

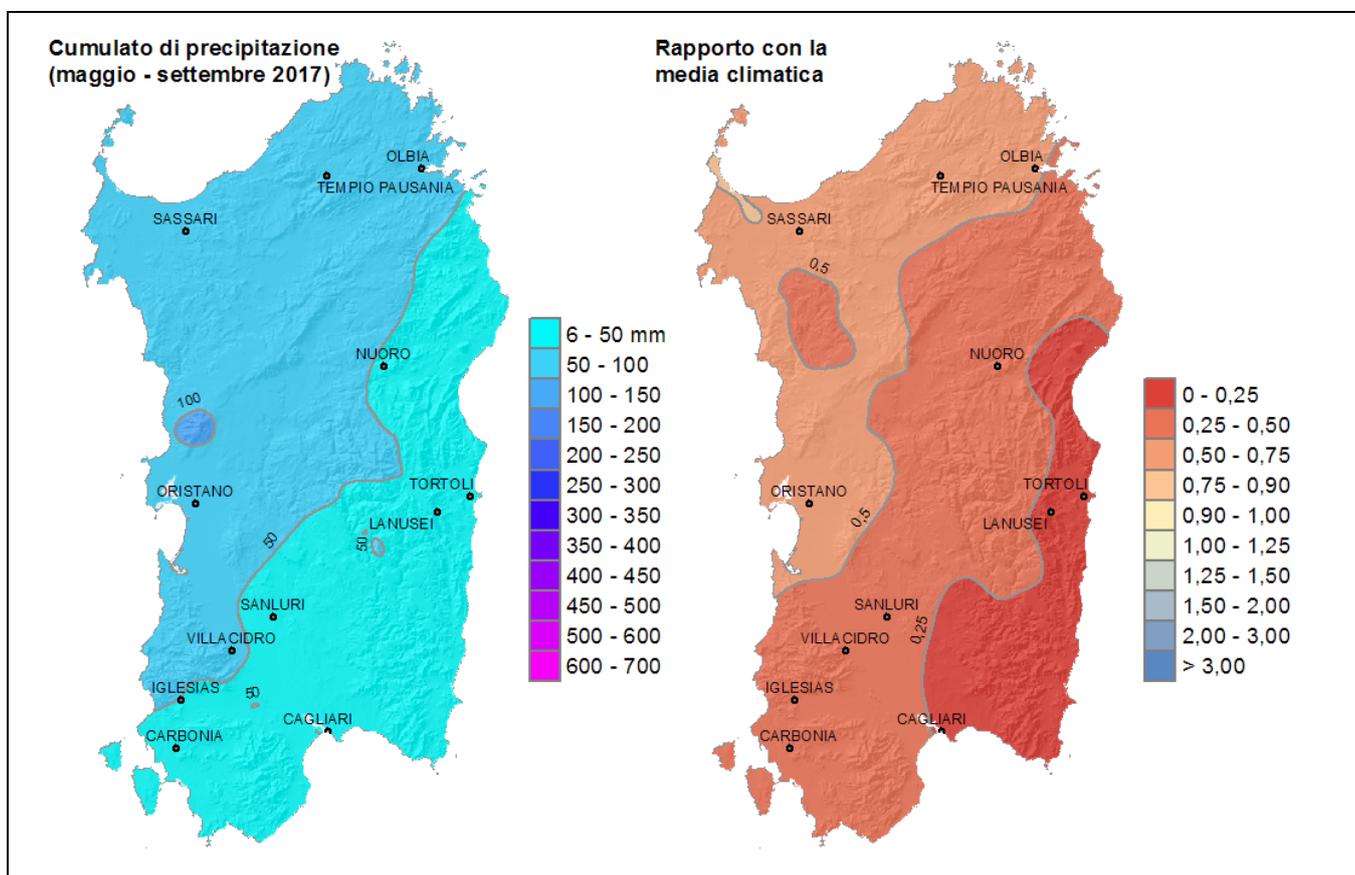


### 2.3. Il quinquemestre maggio-settembre

Le precipitazioni da maggio a settembre 2017 (**figura 13a**) mostrano un evidente andamento decrescente da Nord-Ovest a Sud-Est. Sulla costa settentrionale, sul Sassarese sulla parte Nord della provincia di Oristano le precipitazioni del quinquemestre sono state comprese tra 80 mm e 100 mm. Sul resto delle province di Sassari e Oristano le piogge cumulate risultano tra i 60 mm e gli 80 mm. Sul resto dell'Isola, infine, le piogge cumulate da maggio a settembre decrescono secondo lo stesso andamento spaziale, sino a meno di 20 mm sull'estremità Sud-orientale.

Anche il confronto con la climatologia mostra un analogo andamento decrescente da Nord-Ovest a Sud-Est (**figura 13b**). Sulle province di Sassari e Oristano i cumulati dei cinque mesi risultano tra il 50% e il 75% della media trentennale. Sul resto dell'Isola le piogge sono state al di sotto della metà della media climatologica, risultando addirittura inferiori al 25% della media sulla Sardegna Sud-orientale.

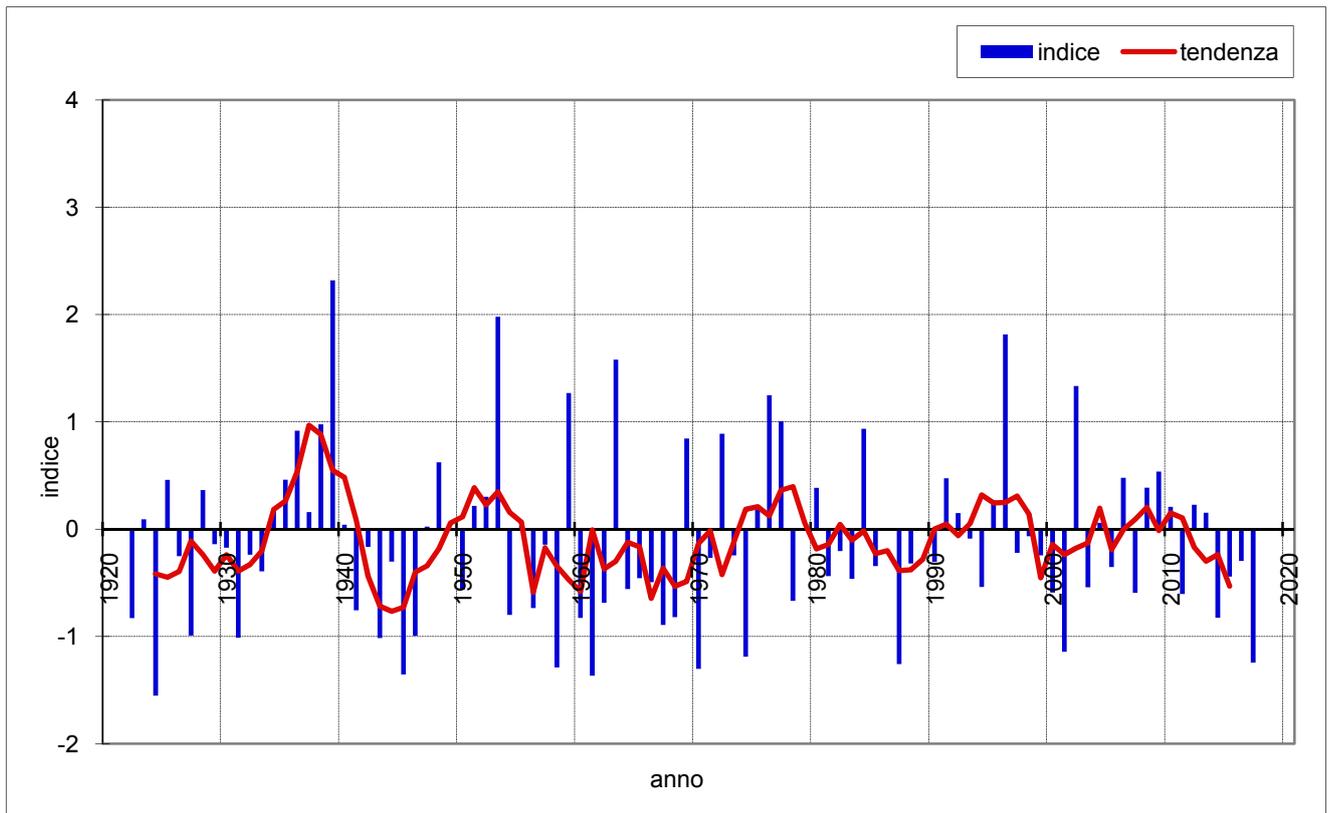
**Figura 13: Cumulato di precipitazione in Sardegna da maggio 2017 a settembre 2017 (a) e rapporto tra il cumulato e la media climatologica (b).**



La **figura 14** permette di analizzare l'andamento secolare delle piogge del periodo maggio-settembre. Come si vede, il 2017 è stato particolarmente secco; analoghe situazioni di deficit pluviometrico si ebbero nel 2001, nel 1987 e in qualche altro anno isolato dei decenni precedenti.

È importante segnalare, infine, che a partire dal 2011 tutti i periodi maggio-settembre hanno avuto piogge nella media oppure sotto la media. Anche per quel che riguarda il periodo centrale dell'anno, dunque, la Sardegna sta attraversando una fase di scarsa piovosità.

Figura 14: Andamento secolare del cumulato di precipitazione in Sardegna nel periodo maggio-settembre.



### 3. LE PRECIPITAZIONI GIORNALIERE

L'evoluzione delle precipitazioni sulle diverse aree nei 365 giorni dell'annata può essere apprezzata nelle **figure 15-24** che mostrano graficamente i singoli eventi piovosi e l'accumulo progressivo delle precipitazioni da ottobre 2016 a settembre 2017, su 10 stazioni campione appartenenti a diverse aree della Sardegna. I cumulati dell'annata sono messi a confronto con i corrispondenti valori dell'annata precedente e con i percentili della statistica dei cumulati calcolati sulla serie storica del trentennio di riferimento 1971-2000.

I grafici permettono di dividere l'annata 2016-2017 in due periodi nettamente distinti: un primo semestre caratterizzato da precipitazioni ben distribuite temporalmente, ma con cumulati di entità molto diversa tra i diversi territori della Sardegna e un secondo semestre quasi completamente privo di piogge.

Da ottobre 2016 a marzo 2017 le piogge sono distribuite abbastanza uniformemente sui 6 mesi con un accumulo progressivo che appare in prevalenza deficitario. Questo è particolarmente evidente in stazioni quali Olmedo, Torralba oppure Oristano (**figura 17, 18 e 20**), i cui accumuli giornalieri di precipitazione sono stati intorno al 5° percentile oppure intorno al 25°.

Sulle stazioni della Sardegna orientale, come ad esempio Tempio (**figura 15**) oppure Lanusei (**figura 21**), gli accumuli giornalieri da ottobre a marzo risultano all'apparenza in linea con la mediana se non anche superiori. In realtà quegli accumuli di precipitazione sono condizionati dai due episodi di pioggia con cumulati elevati citati in precedenza: l'evento del 19-21/12/2016 e quello del 21-22/1/2017. Se non si tenesse conto di quei due eventi, infatti, anche gli accumuli progressivi di pioggia della Sardegna orientale risulterebbero fortemente deficitari.

L'accumulo di pioggia sulle stazioni campione del secondo semestre (da aprile a settembre) risulta invece quasi nullo. Se si esaminano di diversi grafici, infatti, si rileva un andamento quasi piatto che porta l'andamento complessivo delle piogge giornaliere verso i percentili più bassi.

Sulle stazioni della Sardegna occidentale e meridionale, come Olmedo (**figura 17**), Torralba (**figura 18**) e Iglesias (**figura 23**), l'accumulo dei dodici mesi risulta essere il più basso di sempre, nonostante la serie storica di riferimento includa anche gli anni '90 che furono molto siccitosi.

Come si vede dai grafici di Tempio (**figura 15**), di Escalaplano (**figura 22**) e di altre stazioni, sul Nord-Est dell'Isola o sulla Sardegna sudorientale, l'effetto dell'assenza di pioggia del secondo semestre ha spostato verso valori bassi gli accumuli giornalieri che nel primo semestre erano stati in linea col clima. Questo ha fatto sì che gli accumuli complessivi dell'annata risultino intorno al 25° percentile.

Solo nelle poche stazioni fortemente interessate dai due eventi di dicembre o gennaio, come ad esempio Lanusei (**figura 21**), gli accumuli complessivi di precipitazione sui 365 giorni risultano superiori alla media con valori che raggiungono il 75° percentile.

Figura 15: Precipitazioni giornaliere e cumulate nella stagione piovosa - Stazione di Tempo.

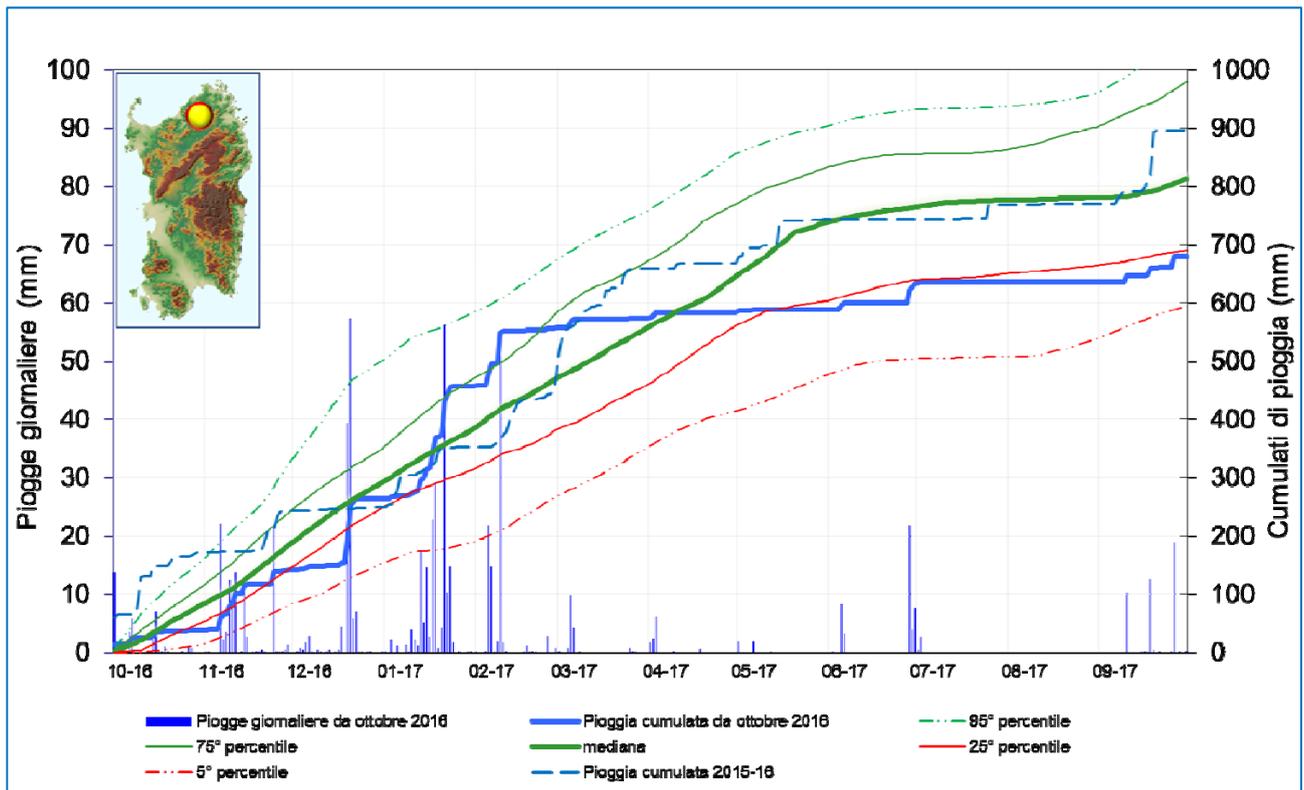


Figura 16: Precipitazioni giornaliere e cumulate nella stagione piovosa - Stazione di Alà dei Sardi.

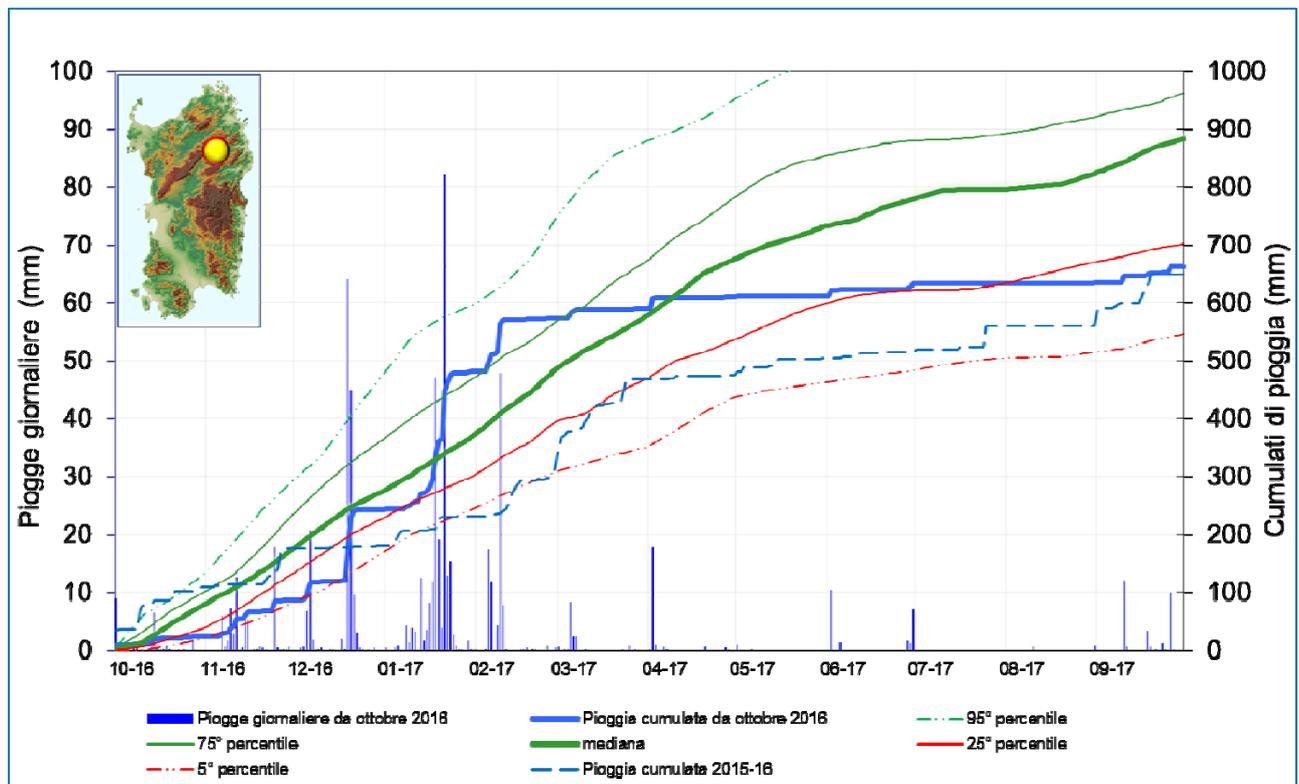


Figura 17: Precipitazioni giornaliere e cumulate nella stagione piovosa - Stazione di Olmedo.

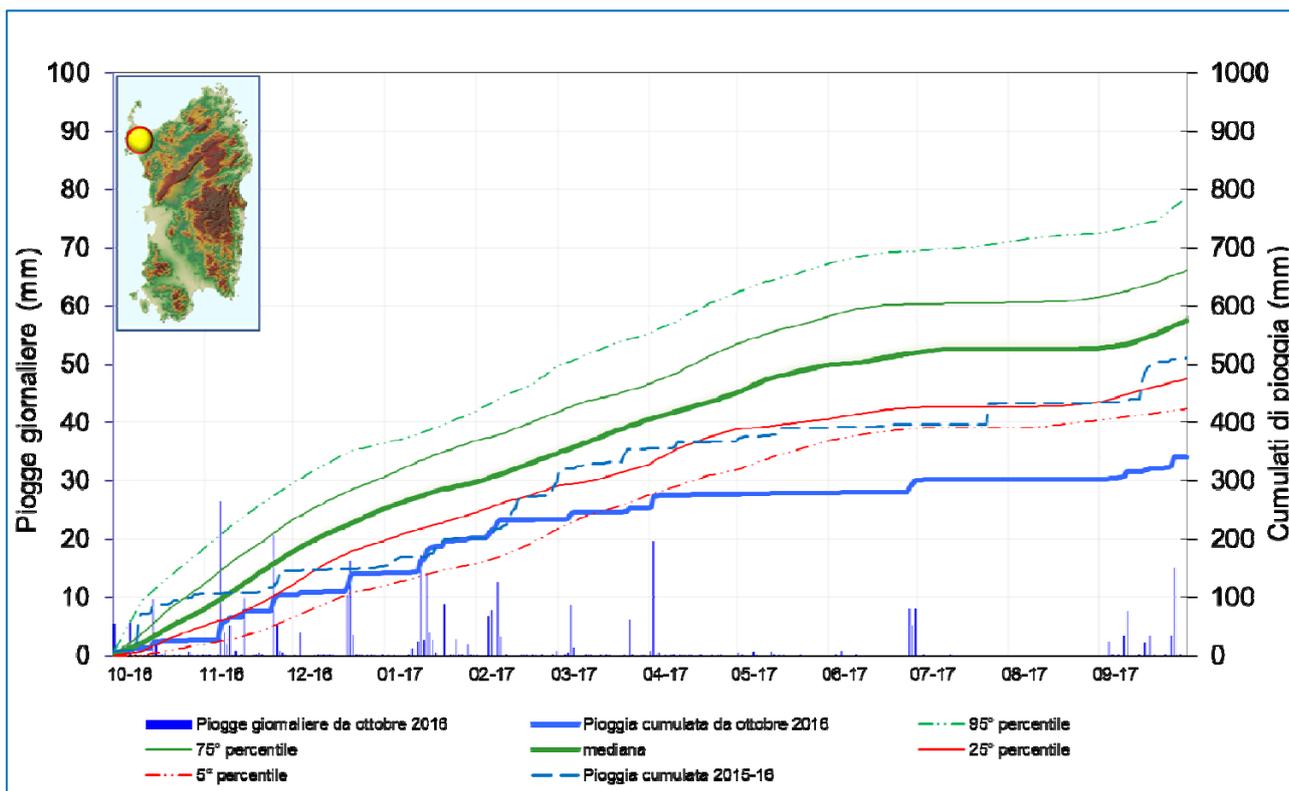


Figura 18: Precipitazioni giornaliere e cumulate nella stagione piovosa - Stazione di Torralba.

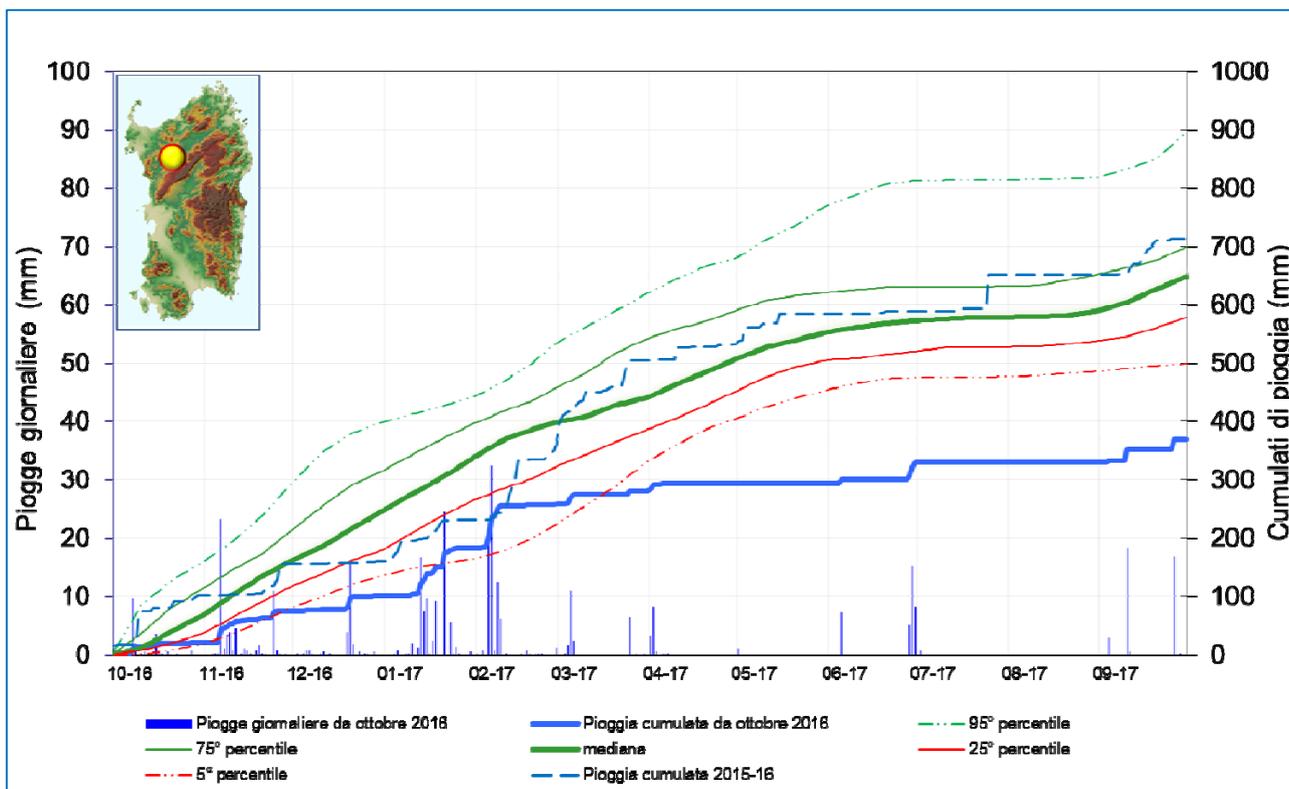


Figura 19: Precipitazioni giornaliere e cumulate nella stagione piovosa - Stazione di Fonni.

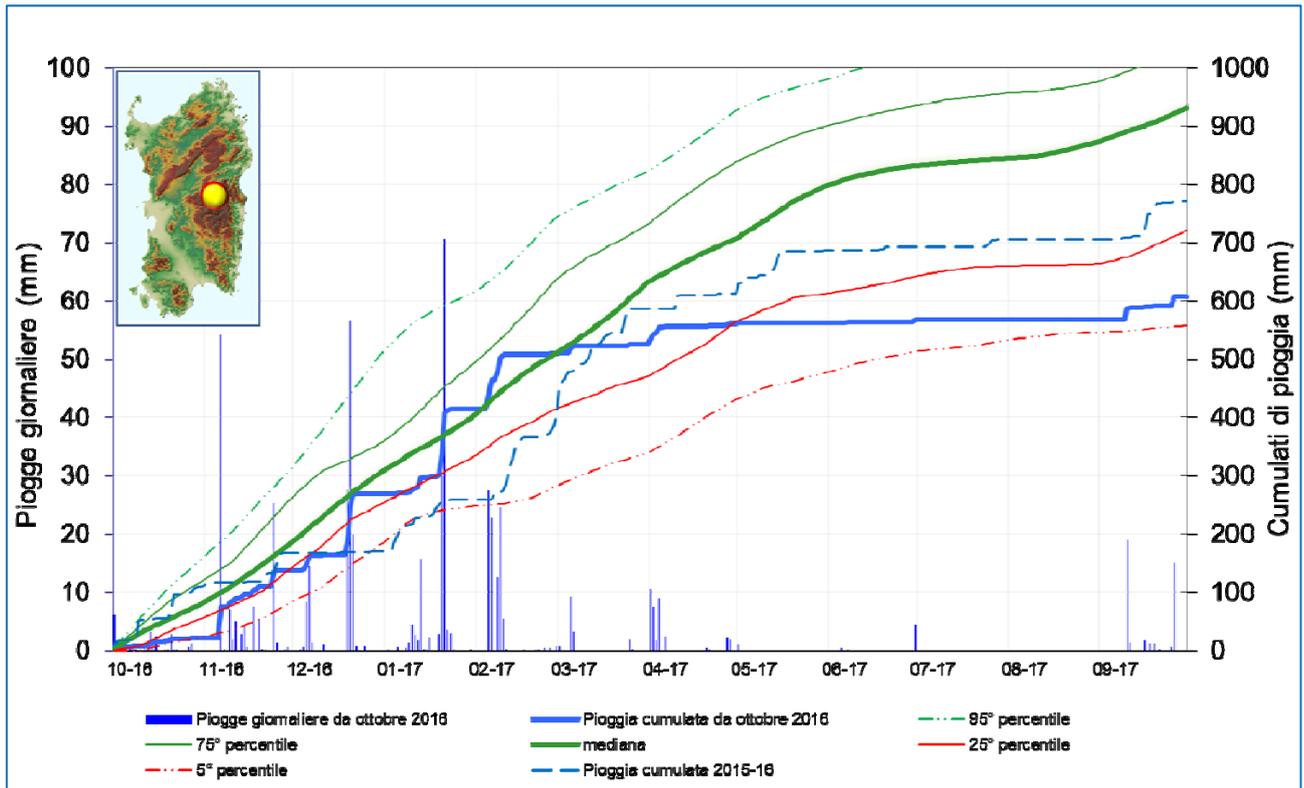
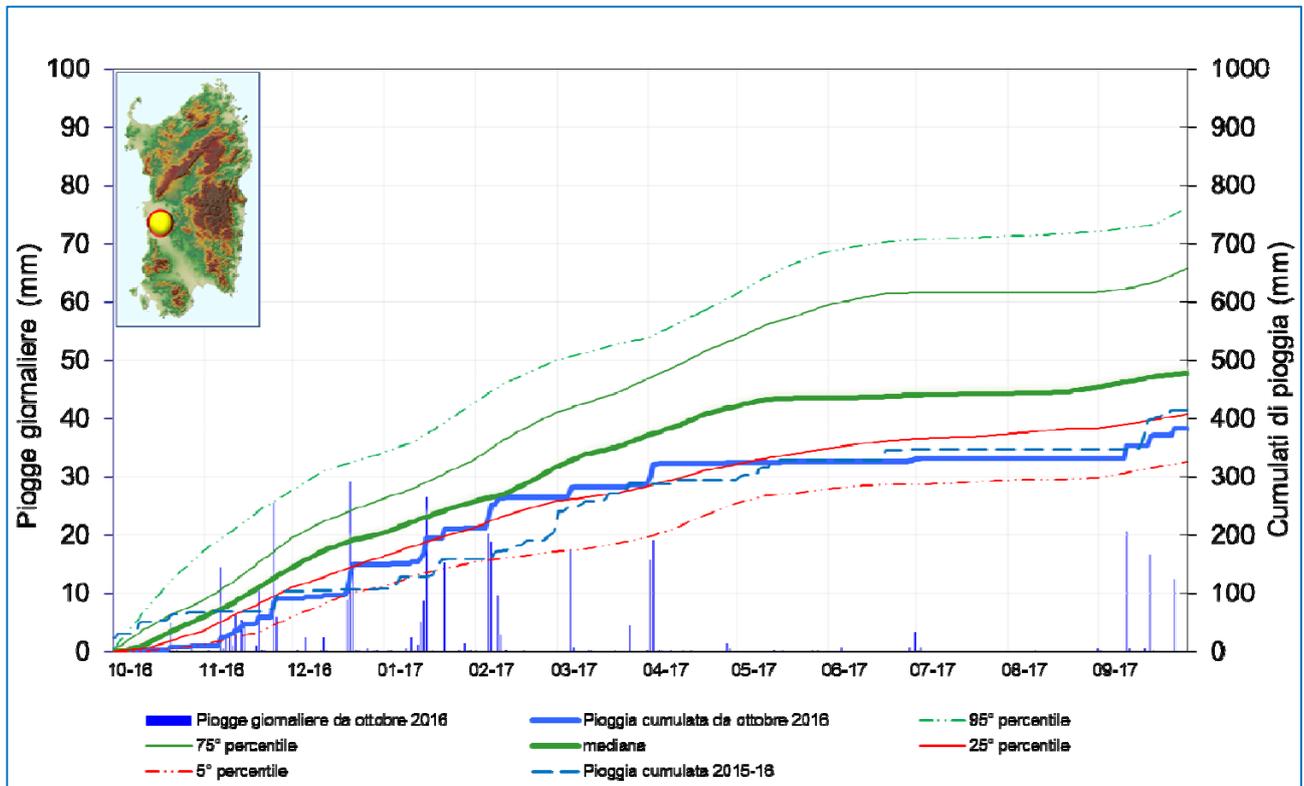
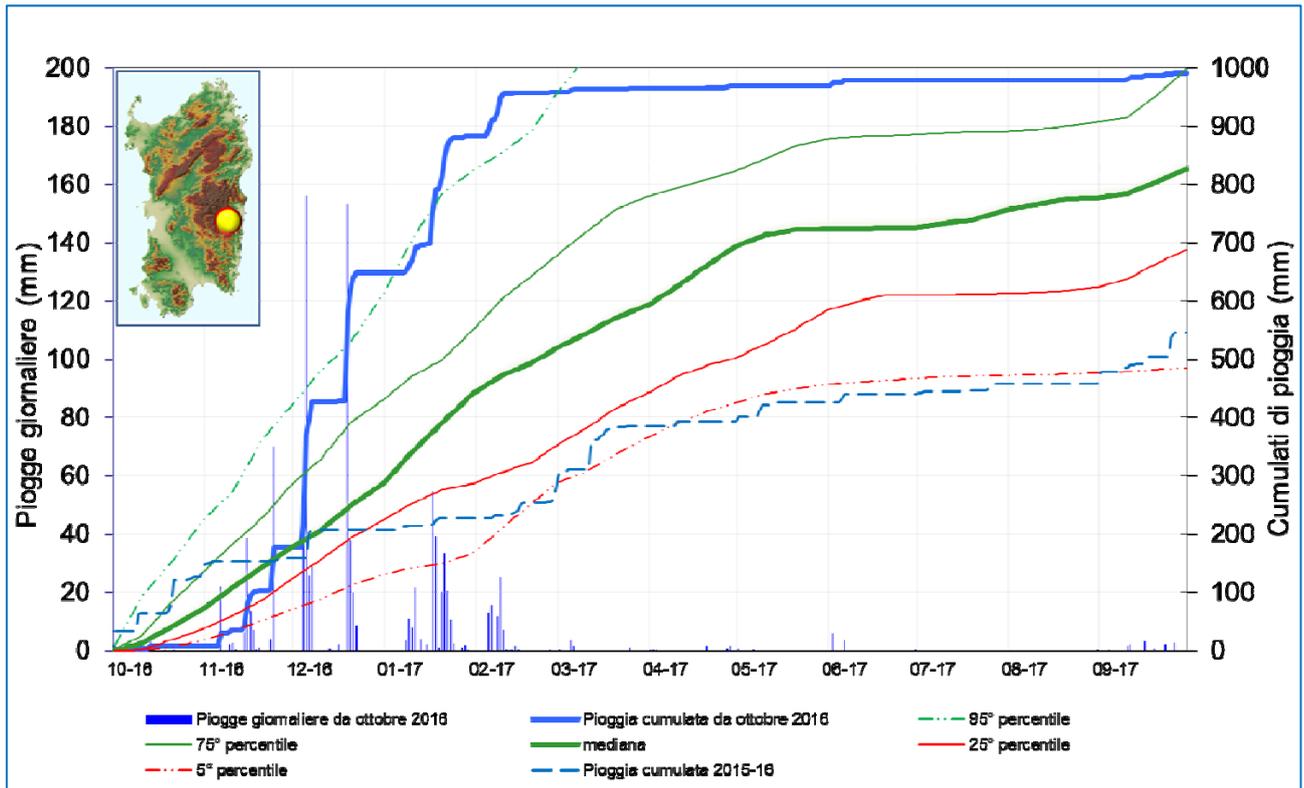


Figura 20: Precipitazioni giornaliere e cumulate nella stagione piovosa - Stazione di Oristano.



**Figura 21: Precipitazioni giornaliere e cumulate nella stagione piovosa - Stazione di Lanusei.**



**Figura 22: Precipitazioni giornaliere e cumulate nella stagione piovosa - Stazione di Escalaplano.**

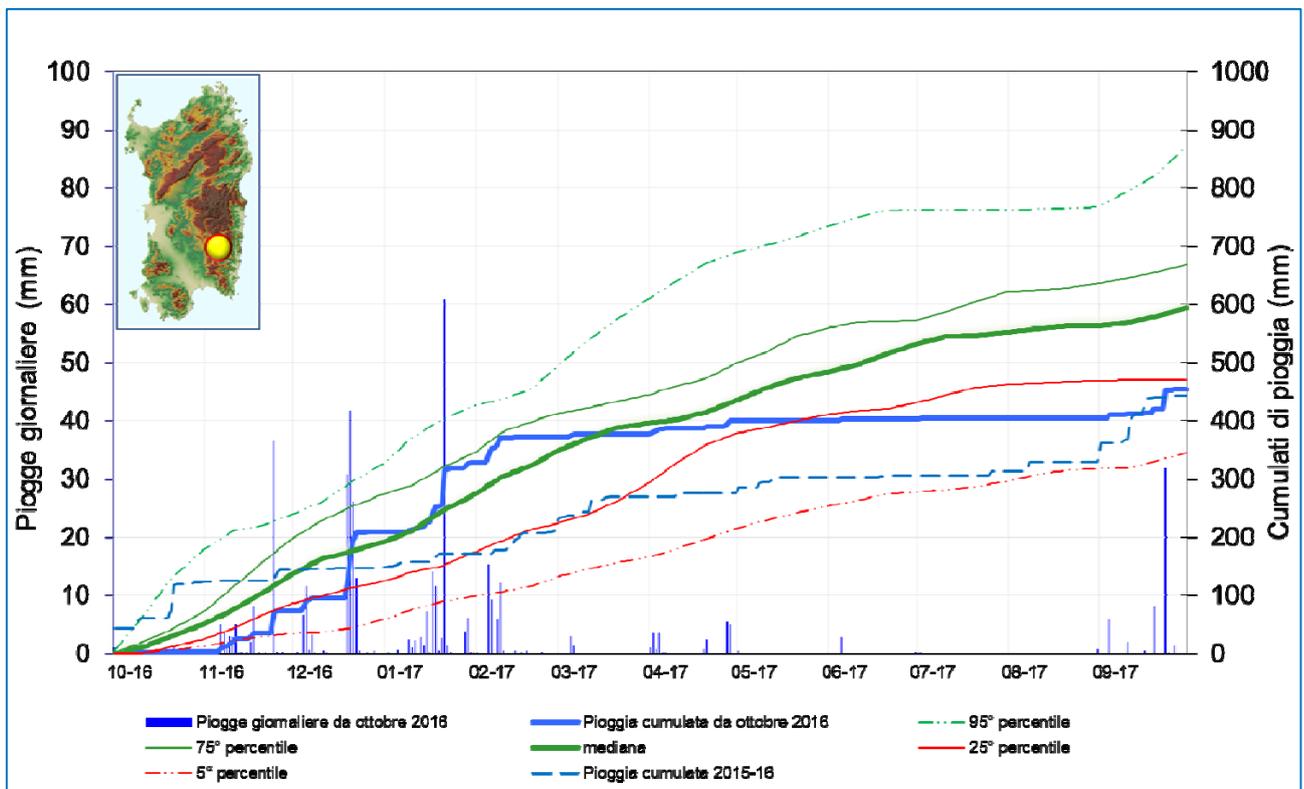


Figura 23: Precipitazioni giornaliere e cumulate nella stagione piovosa - Stazione di Iglesias.

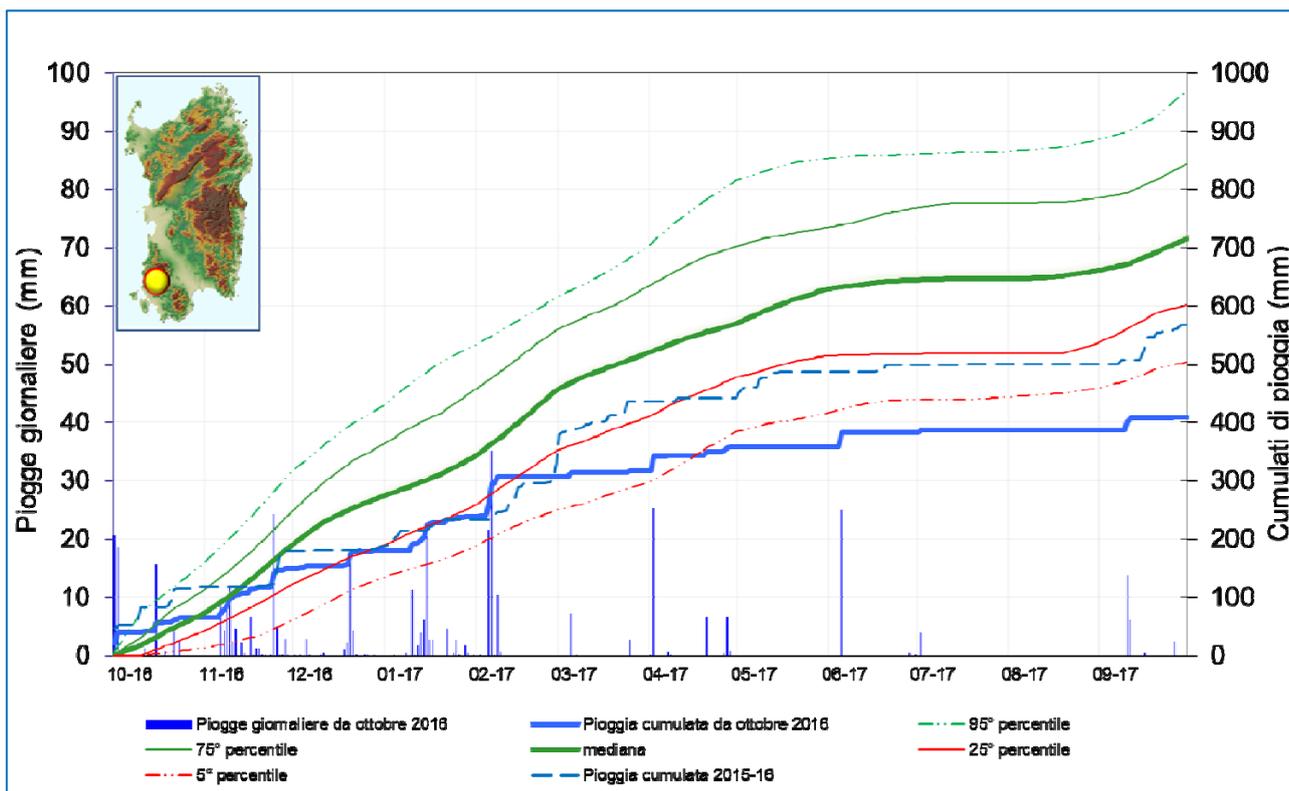
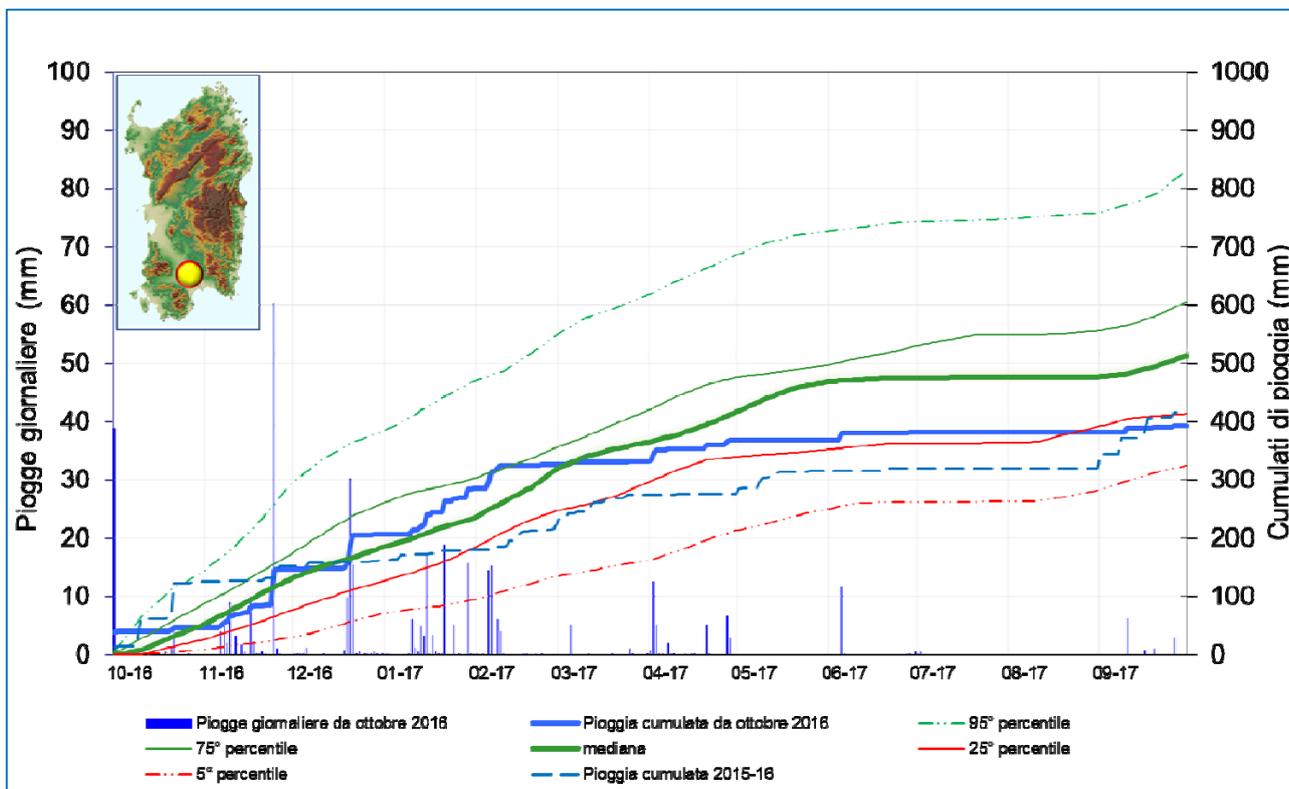


Figura 24: Precipitazioni giornaliere e cumulate nella stagione piovosa - Stazione di Villasor.



## 4. TEMPERATURE ANNUALI

Nell'annata 2016-2017 l'analisi della distribuzione spaziale delle temperature presenta alcune specifiche difficoltà, dovute al fatto che la rete meteorologica di ARPAS è in fase di dismissione e le stazioni stanno venendo sostituite da quelle della *Rete Unica Regionale di Monitoraggio Ambientale*. Questo ha creato due ordini di problemi: 1) numerose stazioni sono state smontate e sostituite con delle nuove nel corso dei dodici mesi, andando a creare dei buchi nelle misure; 2) la parte residuale delle stazioni di vecchia tecnologia, pur avendo serie di misure complete, risente di una progressiva obsolescenza.

La maggioranza delle analisi svolte sulle temperature risente di questa criticità, in particolare quelle che hanno portato all'elaborazione delle **figure 25, 26, 28, 29, 30, 31, 32, 34**. Restano invece escluse da questo problema le analisi che si basano sulle sole stazioni della rete internazionale dell'Organizzazione Mondiale della Meteorologia, cioè quelle rappresentate nelle **figure 27, 33 e 35**.

Tenuto conto delle problematiche appena indicate, la **figura 25** mostra la distribuzione spaziale delle medie della temperatura massima. Come si può osservare circa la metà del territorio regionale si trova nella fascia più alta delle temperature (22-25°C): si tratta infatti delle due pianure principali, di tutte le zone costiere, delle aree collinari basse e di quelle vaste zone interne che costituiscono la parte medio-bassa dei bacini del Tirso, del Coghinas e del Cedrino. Sul resto dell'Isola, invece, le temperature massime mostrano un andamento decrescente con la quota che va dai circa 20°C delle zone collinari intermedie medie sino ai circa 14°C delle cime del Gennargentu.

La **figura 25**, inoltre, mostrache su oltre metà dell'Isola le anomalie di temperature massime sono comprese tra circa +0.5°C e +1.0°C sopra la media 1995-2014: si tratta delle zone costiere, di molte delle zone interne a ridosso delle zone costiere e di tutta la parte meridionale dell'Isola. Nelle aree interne della Sardegna centro-settentrionale le anomalie di temperatura massima sono state superiori, assestandosi tra +1.0°C e +1.5°C.

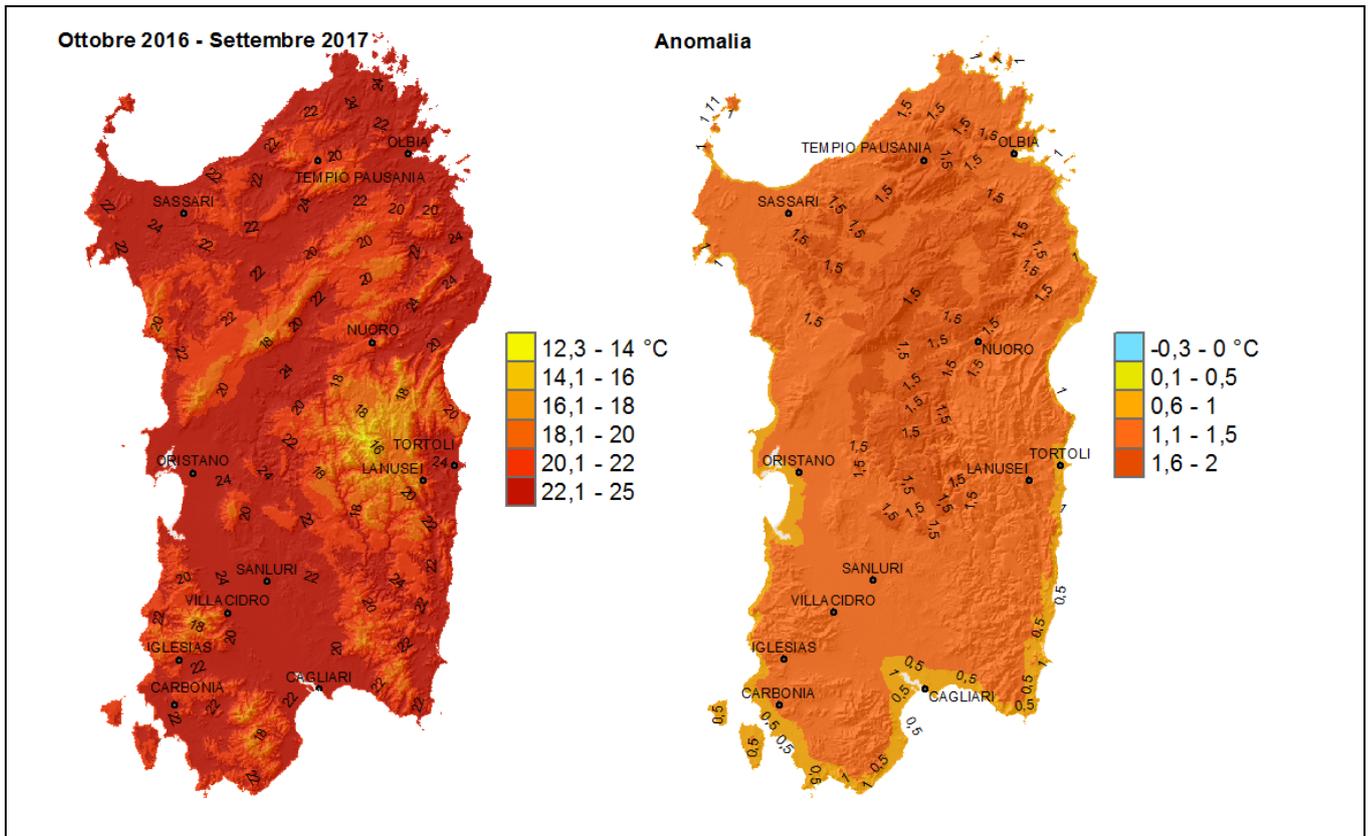
La media delle temperature minime (**figura 26**) mostra in maniera netta l'effetto della quota e della distanza dal mare: lungo le coste dell'Isola la media delle temperature minime si attesta intorno ai 14 °C; allontanandosi dal mare le temperature minime diminuiscono sino a stare sui 10 °C al confine delle zone collinari; all'interno dell'Isola, infine, le temperature minime diminuiscono col crescere della quota, sino a raggiungere circa 2 °C sulle cime del Gennargentu.

Si tratta di valori generalmente in linea con la media 1995-2014: le anomalie di temperature minima, infatti, stanno entro  $\pm 0.5$  °C, con un lieve andamento crescente da Sud-Ovest a Nord-Est.

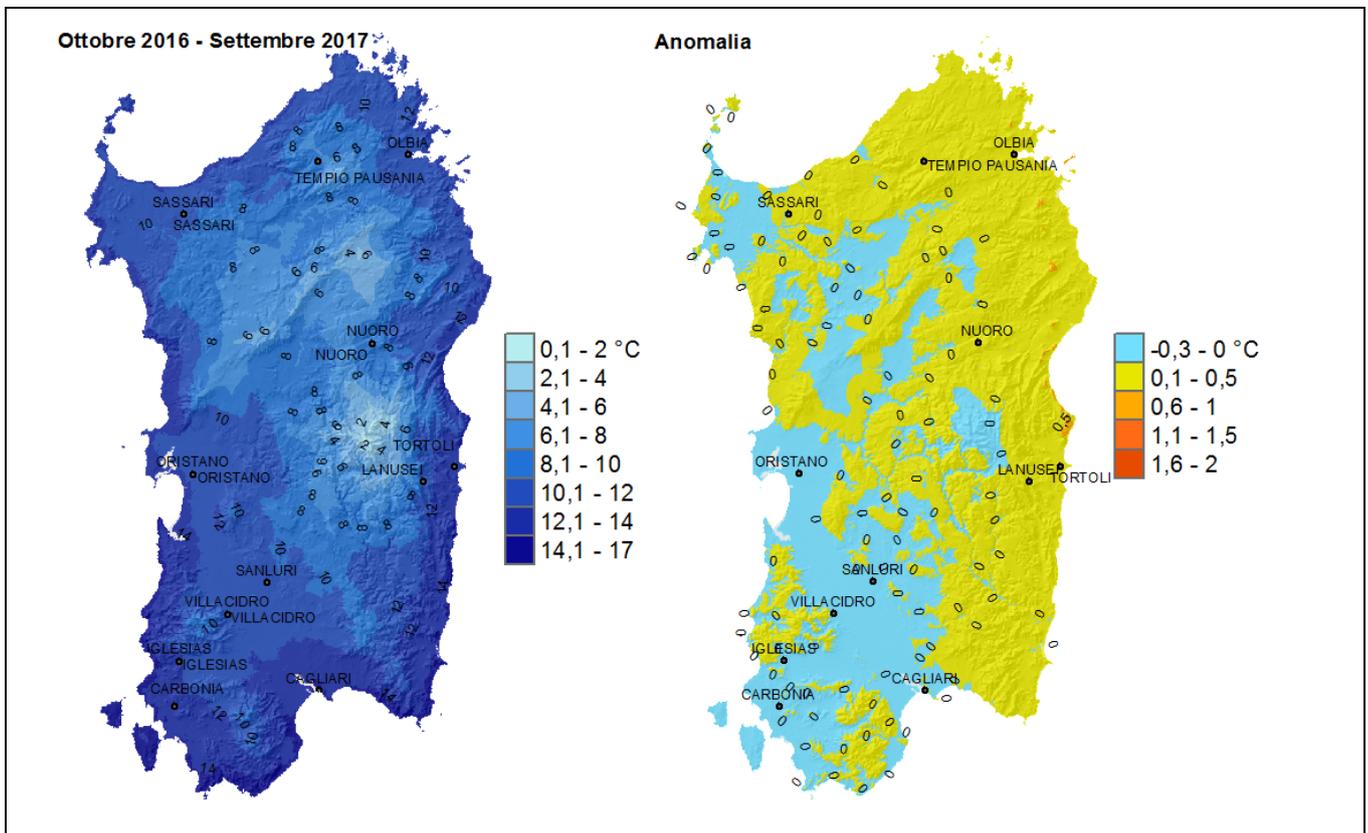
La **figura 27** mostra l'andamento ultra-secolare delle temperature massime. Come si può osservare le temperature massime del 2016-2017, con un'anomalia di +2.34 °C rispetto alla media 1971-2000, sono state eccezionalmente elevate e risultano le più alte di sempre.

L'anomalia delle massime 2016-2017 fa parte di un andamento annuale crescente talmente netto che l'annata 2015-2016 (con un'anomalia di +1.74 °C) risulta essere la seconda più alta di sempre, quella 2014-2015 (anomalia +1.50 °C) risulta essere la terza più calda di sempre e quella 2013-2014 (+1.25 °C) risulta essere la quinta più calda di sempre, con il 2002-2003 (+1.32 °C) che si posiziona al quarto posto.

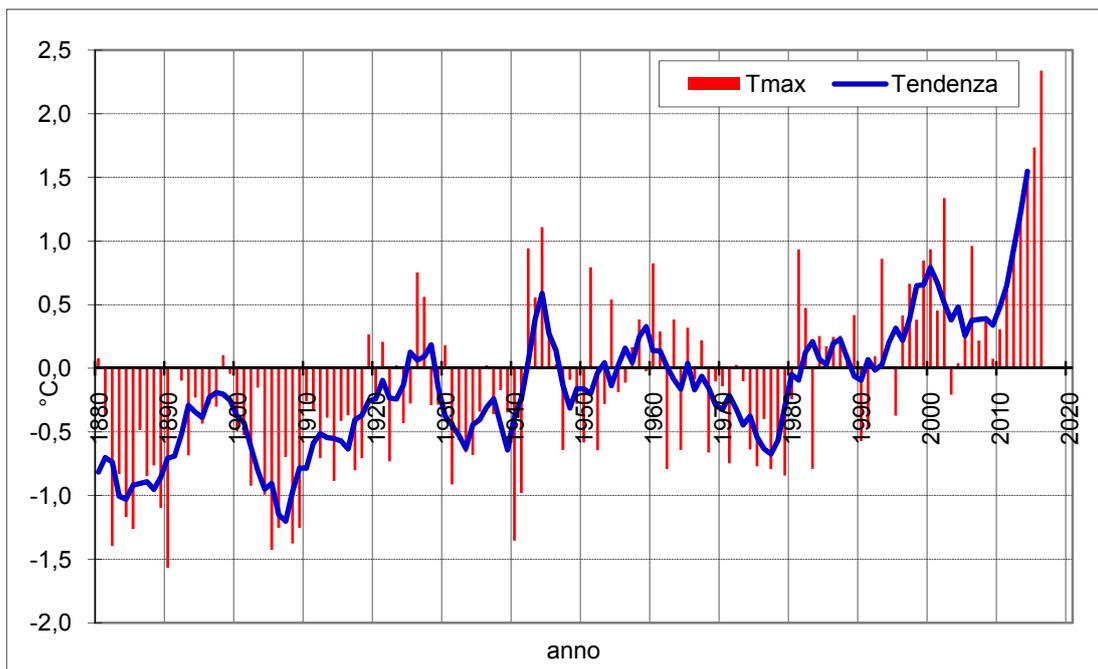
**Figura 25: Media annuale delle temperature massime 2016-2017 e anomalia rispetto alla media 1995-2014.**



**Figura 26: Media annuale delle temperature minime 2016-2017 ed anomalia rispetto alla media 1995-2014.**



**Figura 27: anomalia delle temperature massime della Sardegna dal 1880 ad oggi rispetto alla climatologia 1971-2000.**



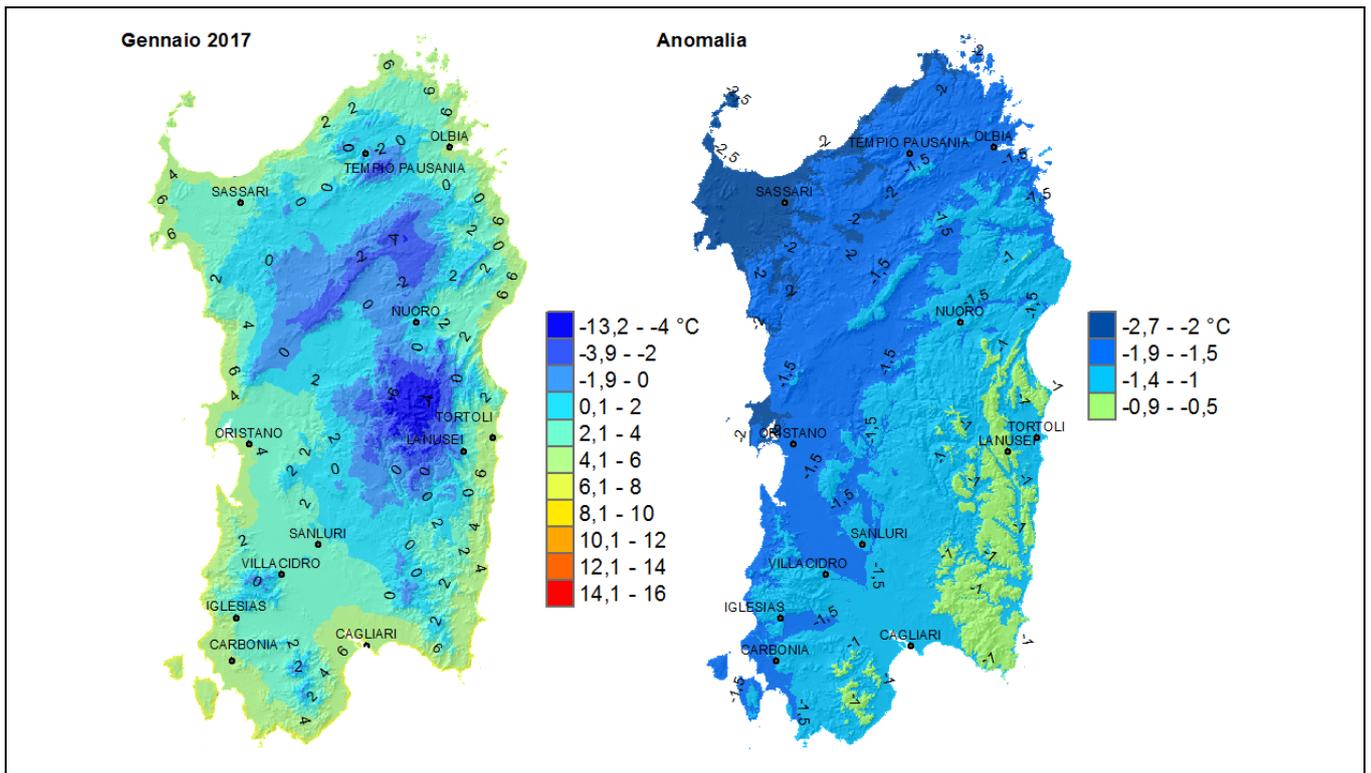
#### 4.1. Temperature medie dei singoli mesi

Dei dodici mesi compresi tra ottobre 2016 e settembre 2017, nessuno può essere definito particolarmente freddo. Tra i mesi invernali dell'annata, le temperature medie più basse le ha fatte registrare gennaio le cui temperature variano da circa 6°C delle zone costiere, sino a -6°C delle cime del Gennargentu. La **figura 28**, però, permette di rilevare che, pur trattandosi del mese più freddo in termini assoluti, lesue temperature risultano superiori alla media 1995-2014 con un'ampia finestra compresa tra +0.5°C +2.7°C.

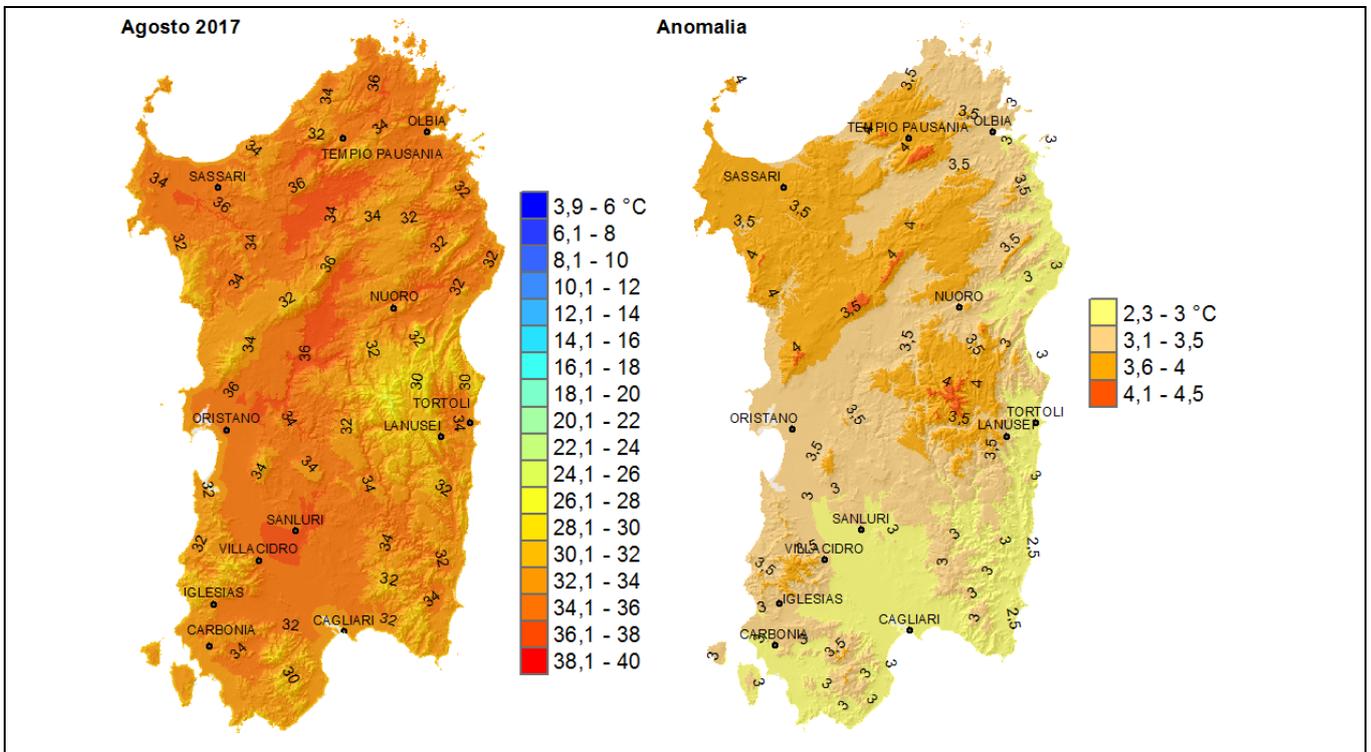
Per quel che riguarda, invece, i mesi più caldi, si può osservare che tutti i mesi estivi da maggio ad agosto hanno avuto massime molto elevate.

Tra questi il mese più caldo in assoluto è stato agosto. Dall'esame della **figura 29** si può osservare che le medie delle temperature massime del mese sono state quasi ovunque superiori a 30 °C, con valori crescenti sino a 36 °C nel Goceano e nel Montacuto. Le anomalie rispetto al clima 1995-2014 mettono in evidenza che si è trattato di un mese eccezionalmente caldo con anomalie sino a +4 °C nelle zone di montagna sulle quali si è risentito in maniera particolare delle altissime temperature dell'estate 2017.

**Figura 28: Media delle minime del mese più freddo (gennaio 2017).**



**Figura 29: Media delle massime del mese più caldo in assoluto (agosto 2017).**



## 4.2. 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, i *giorni con gelo*, le *notti tropicali* e le *giornate estive*<sup>2</sup>.

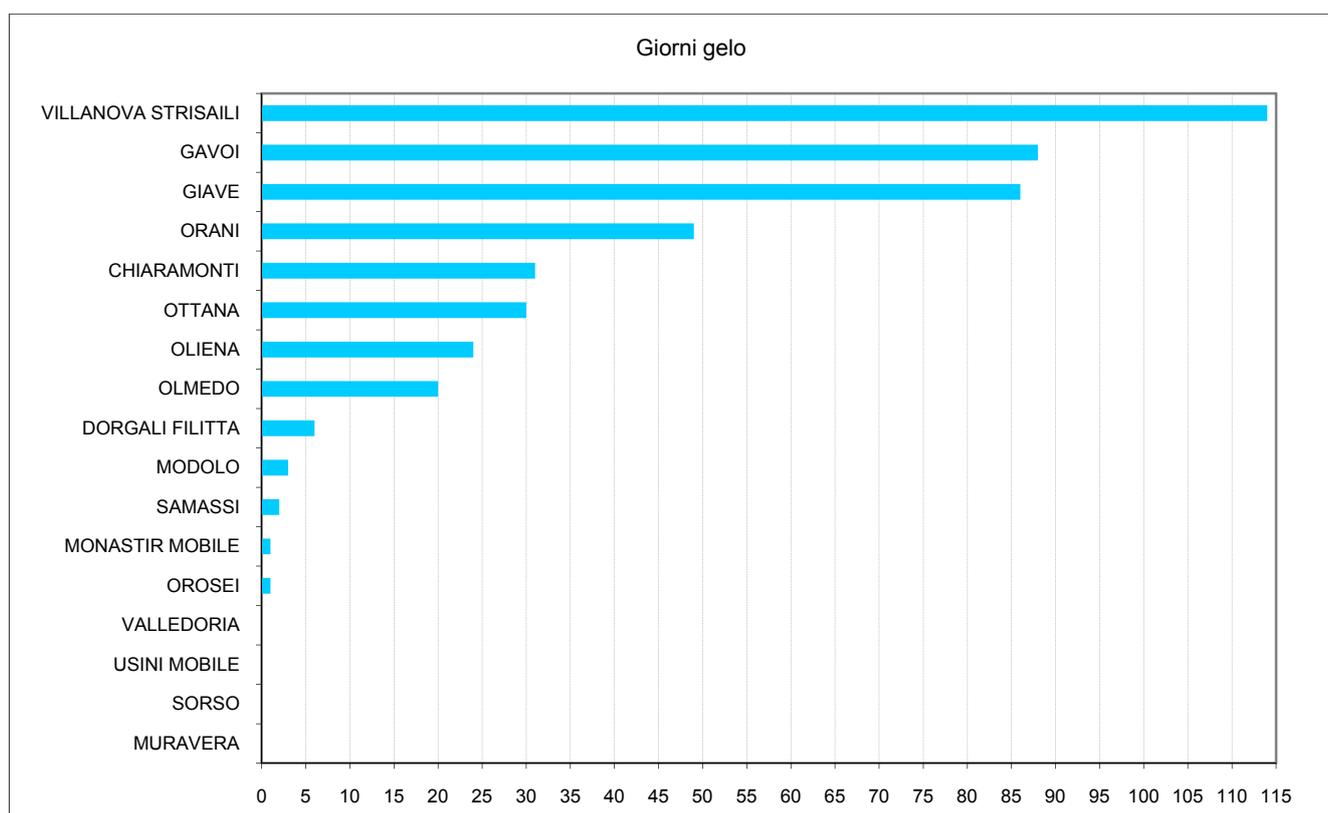
Anche nell'esame degli indicatori di condizioni particolari si deve porre attenzione alle difficoltà descritte all'inizio del Capitolo 4. Questo è particolarmente evidente nelle **figure 30, 31, 32 e 34**.

### 4.2.1 Giorni con gelo

Come era già accaduto nell'annata precedente, il numero di *giorni con gelo* del 2016-2017 è legato al gran numero di gelate di tipo radiativo, cioè dovute al cielo sereno, alla bassa umidità e all'assenza di vento. Questo tipo di fenomeni è solitamente locale e, dunque, produce gelate intense ma localizzate.

La **figura 30** mostra un numero elevato di giorni con gelo nelle località tipicamente interessate dalle gelate radiative, come Villanova Strisaili, Gavoi, Giave ed Orani. Nelle stazioni meno esposte a questo tipo di fenomeni, le gelate sono state meno frequenti.

**Figura 30: Numero di giorni con gelo ( $T_{min} \leq 0^{\circ}C$ ) registrati nell'annata 2016-2017.**

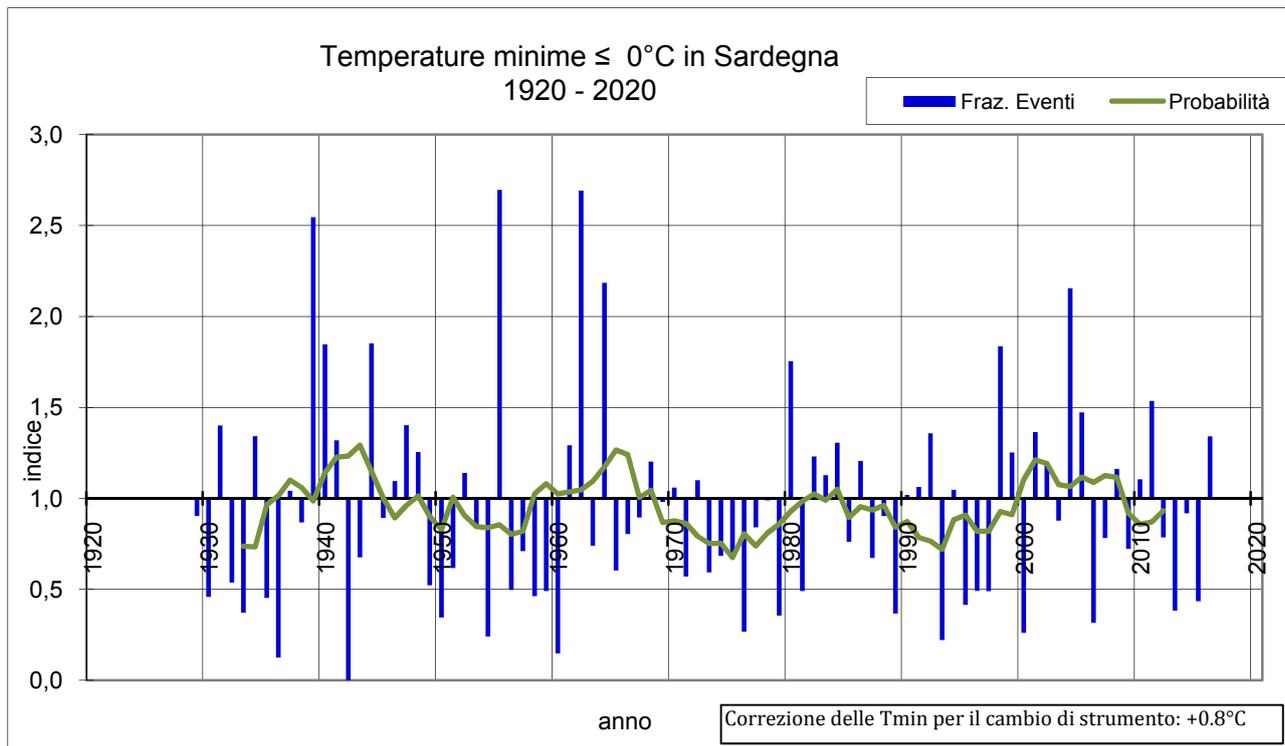


La **figura 31** mostra l'andamento secolare dei giorni di gelo. Si può osservare che il numero di giorni con gelo del 2016-2017 è stato superiore alla media, seppure in maniera non molto marcata.

L'andamento secolare dei giorni con gelo in Sardegna continua a non mostrare dei trend particolari, ma è caratterizzato da un'alternanza di annate con più gelate della media e annate con gelate poco frequenti, come era stato il 2015-2014.

<sup>2</sup> Le *giornate estive* sono definite *convenzionalmente* come le giornate con temperature massime  $> 25^{\circ}C$ ; tuttavia nella presente analisi la soglia è stata elevata a  $30^{\circ}C$  per rendere questo indicatore più coerente col clima della Sardegna.

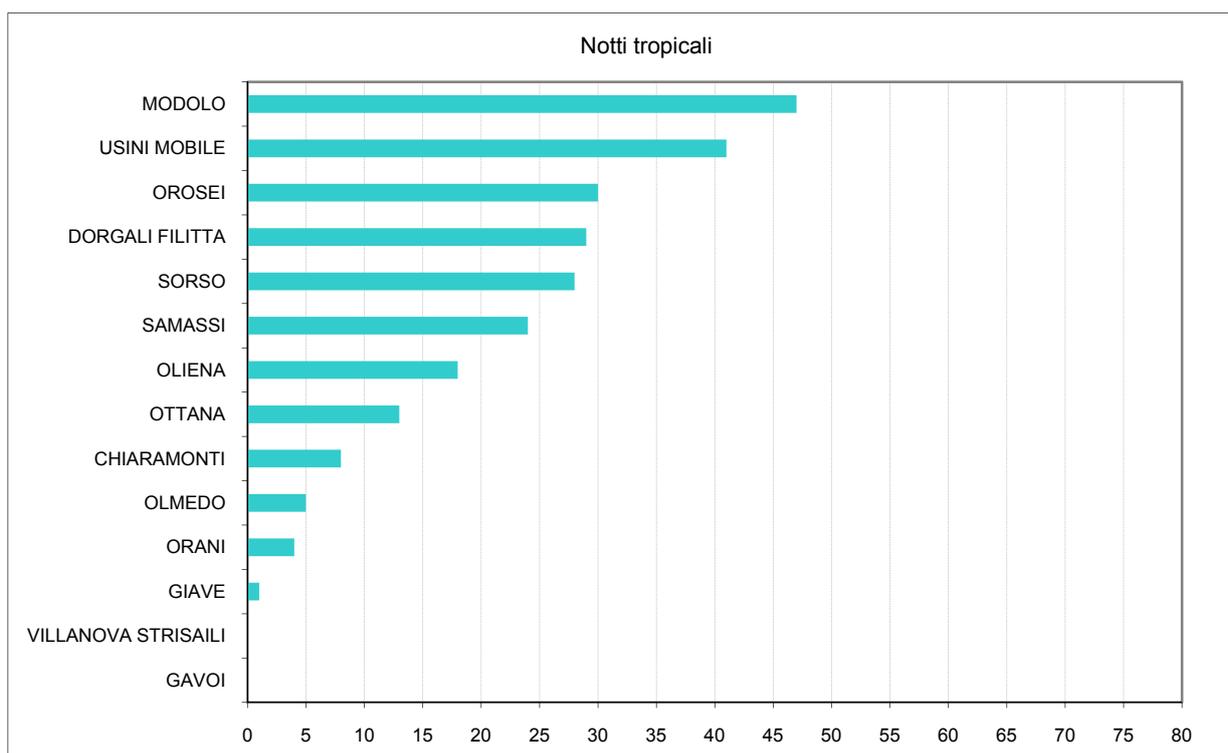
**Figura 31: Andamento secolare della frazione del numero di giorni con gelo (numero di giorni con temperatura minima  $\leq 0^{\circ}\text{C}$  da novembre ad aprile rispetto alla media 1995-2014). Il valore 1 indica i valori nella media del periodo 1995-2014.**



#### 4.2.2 Notti tropicali

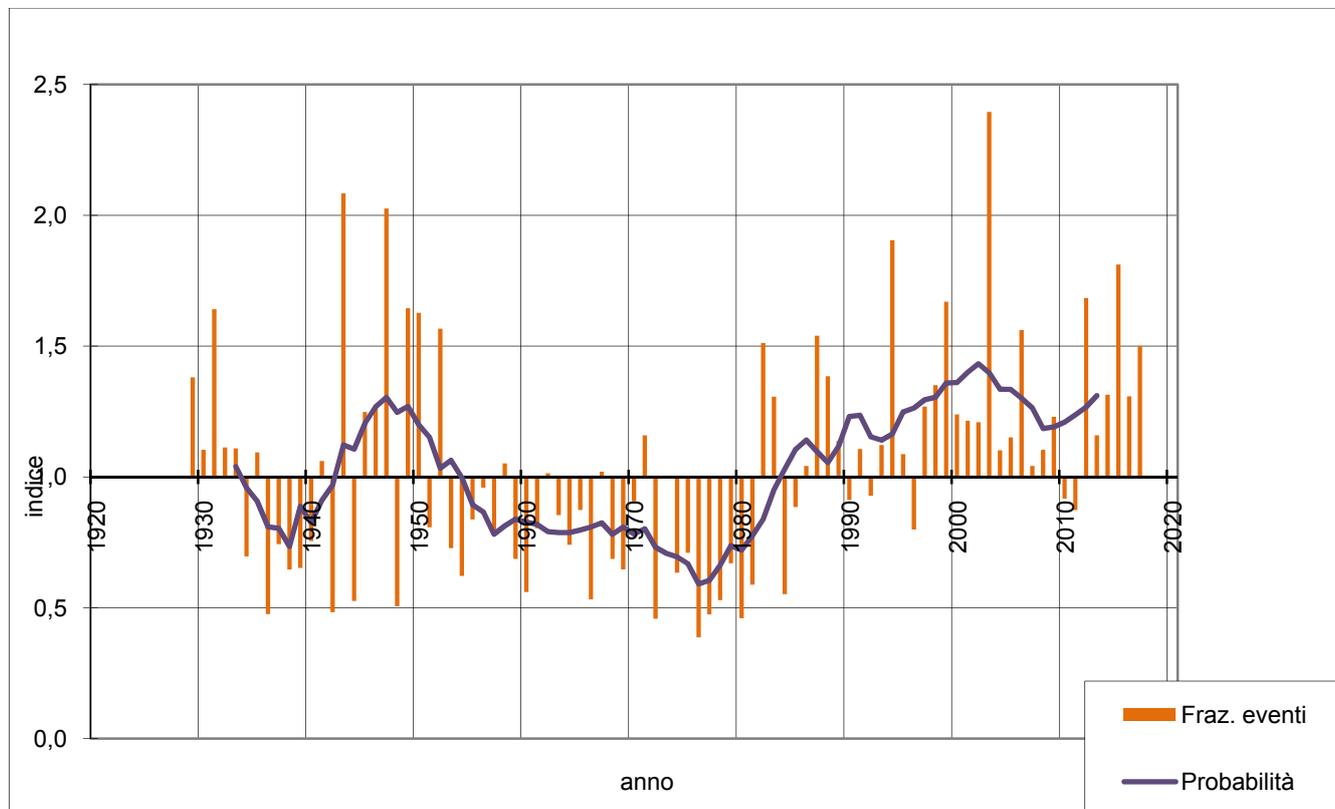
Nell'annata 2016-2017 le *notti tropicali* (figura 32) sono state poco frequenti. Le stazioni che hanno avuto il numero più alto di temperature minime superiori a  $20^{\circ}\text{C}$  sono state Modolo e Usini, entrambe localizzate nella Sardegna occidentale. In molte altre parti dell'Isola, invece, le notti tropicali sono state poche o assenti.

**Figura 32: Numero di notti tropicali ( $T_{\text{min}} > 20^{\circ}\text{C}$ ) registrati nel periodo aprile-settembre 2017.**



Rispetto all'andamento secolare (**figura 33**), si può osservare che sebbene le notti tropicali del 2017 siano state superiori del 50% rispetto alla media climatologica 1971-2000, questo valore risulta inferiore a quelli rilevato in anni precedenti.

**Figura 33: Andamento secolare della frazione del numero di notti tropicali (giorni con temperatura minima > 20 °C da aprile a ottobre rispetto alla media 1971-2000). Il valore 1 indica i valori nella media del periodo 1971-2000.**



### 4.2.3 Giornate estive

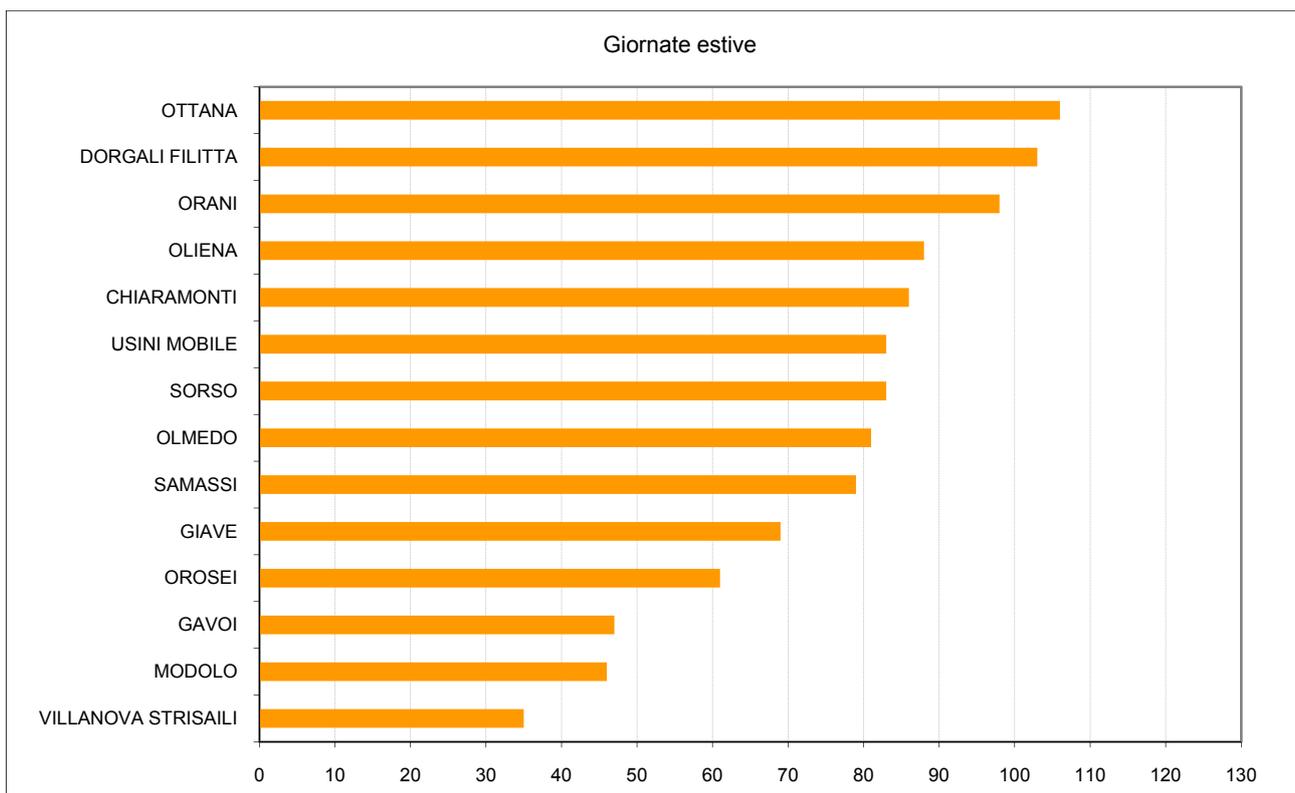
Le *giornate estive*, intese in questo caso come le giornate nelle quali la temperatura massima è stata superiore a 30 °C<sup>3</sup>, sono state molto numerose arrivando a superare le 100 a Ottana e le 80 in molte località dell'interno (**figura 34**).

Anche le zone di montagna sono state interessate da un numero elevato di giornate estive. Come si può osservare, infatti, le due stazioni montane di Villanova Strisaili e Gavoi hanno avuto rispettivamente 35 e 47 giornate con temperature massime superiori a 30°C.

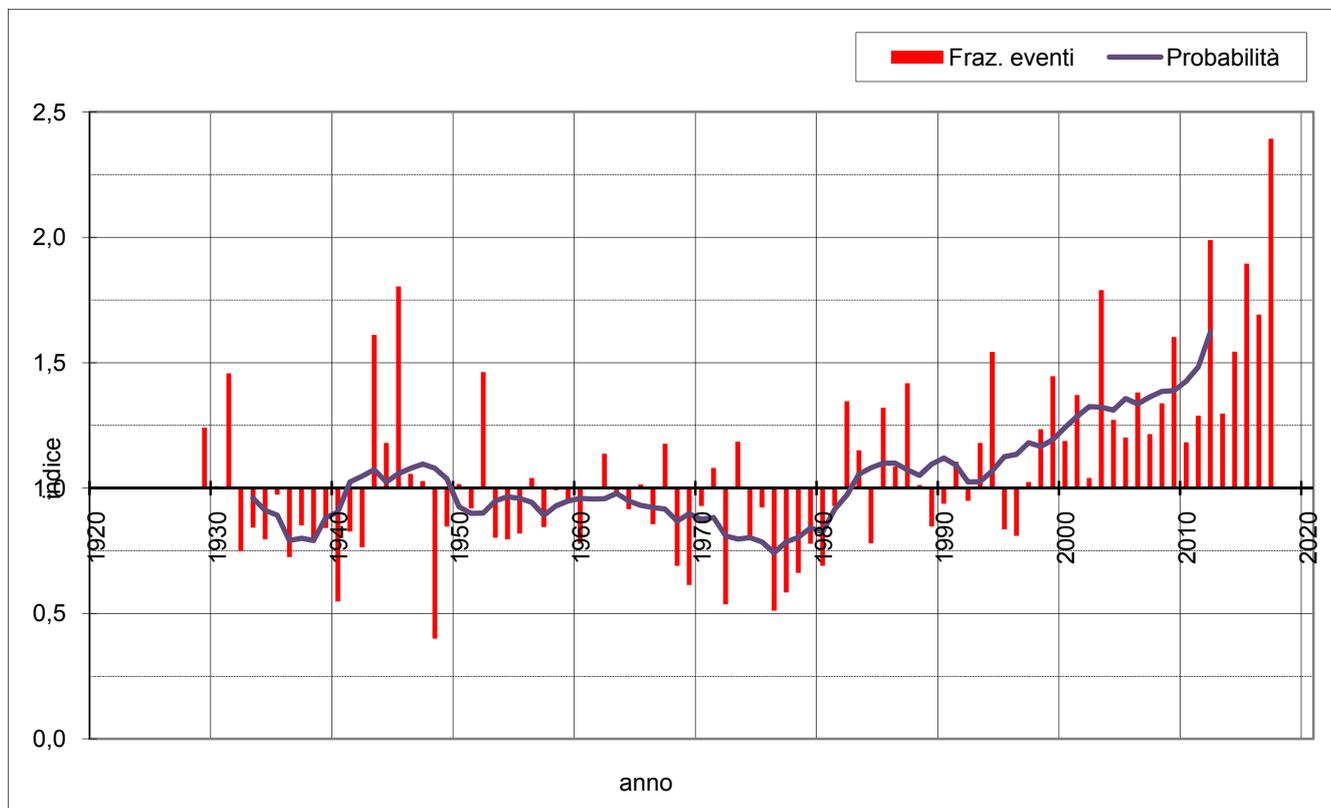
Come già rilevato nelle medie delle temperature massime, anche le giornate estive del 2017 sono state eccezionalmente numerose. La **figura 35** mostra un'incidenza di giornate estive di quasi 2.4 volte l'incidenza media del trentennio 1971-2000. Si tratta del valore più alto di sempre e di molto superiore a tutti gli anni precedenti.

<sup>3</sup> Le *giornate estive* sono definite *convenzionalmente* come le giornate con temperature massime > 25 °C; tuttavia nella presente analisi la soglia è stata elevata a 30 °C per rendere questo indicatore più coerente col clima della Sardegna.

**Figura 34: Numero di giornate estive (Tmax > 30°C) registrati nell'anno 2017.**



**Figura 35: Andamento secolare della frazione del numero di *giornate estive* (numero di giornate con temperatura massima > 30°C da aprile a ottobre rispetto alla media 1971-2000). Il valore 1 indica i valori nella media del periodo 1971-2000.**



## 5. ELABORAZIONI AGROMETEOROLOGICHE SPECIFICHE

### 5.1. Evapotraspirazione e bilancio idroclimatico

L'evapotraspirazione di riferimento ( $ET_0$ ) è stata calcolata applicando il metodo di Hargreaves-Samani ai dati medi mensili di temperatura minima, massima e media.

L'evapotraspirazione totale mensile ha assunto nel corso dell'annata valori minimi pari a circa 20÷40 mm nei mesi di dicembre e gennaio, mentre ha raggiunto i massimi nei mesi di luglio e agosto (superiori alle corrispondenti medie climatiche) quando si sono superati 210 mm in alcune aree dell'interno.

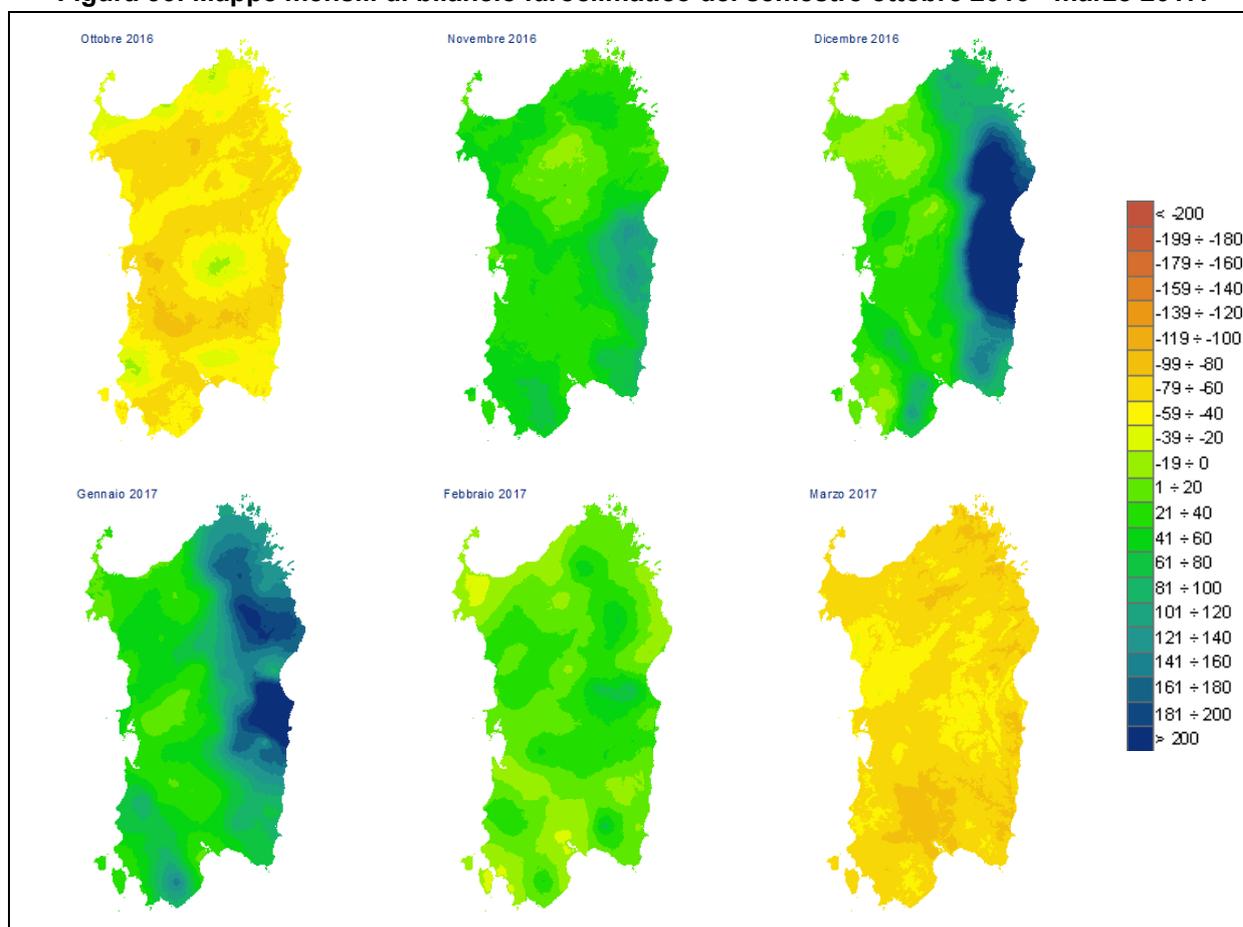
In generale nei mesi di ottobre, dicembre e successivamente da febbraio fino ad agosto, i valori sono stati più alti della media, mentre nei restanti mesi sono stati in linea con i corrispondenti valori climatici.

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

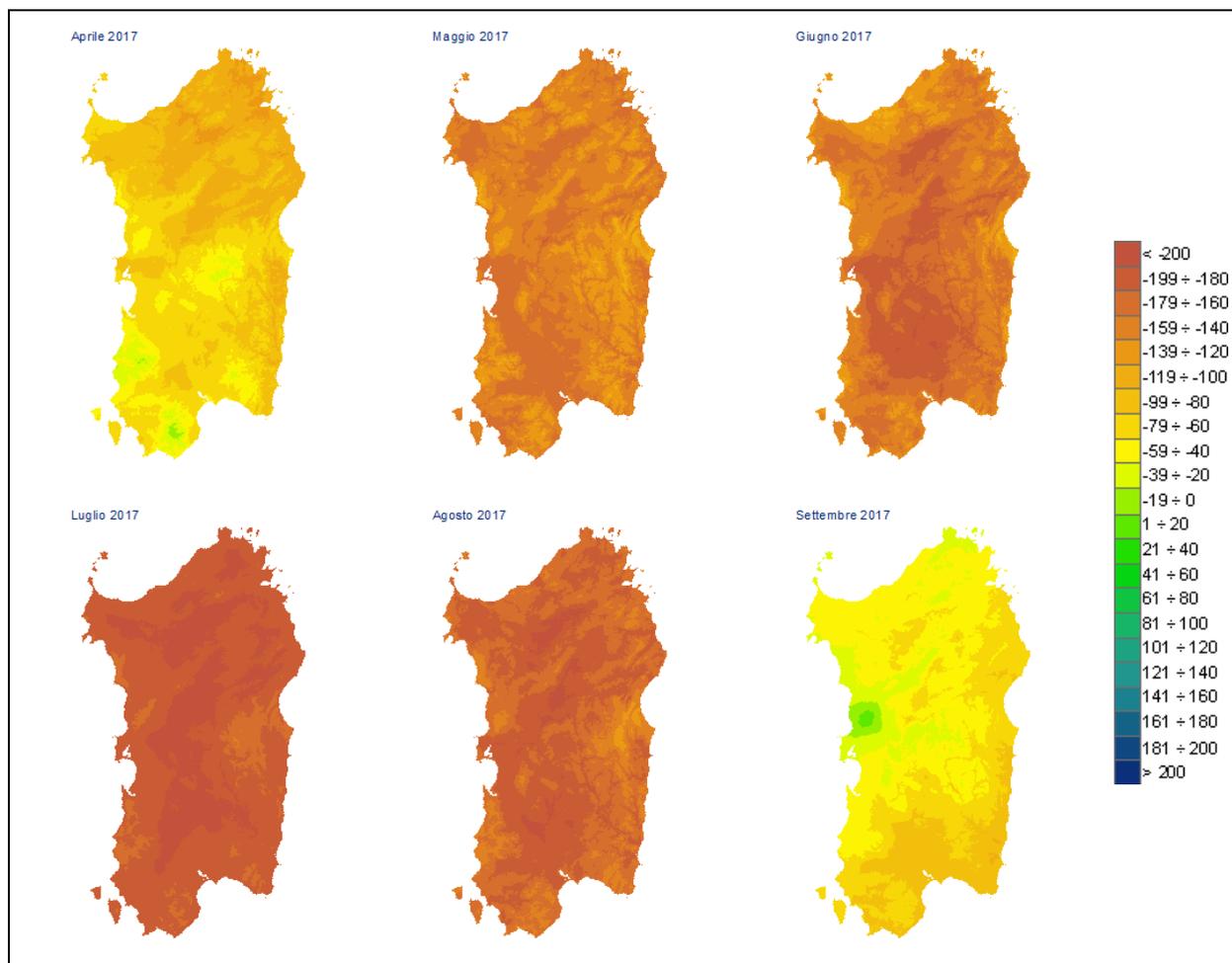
Le elaborazioni del bilancio idroclimatico sono riportate in forma di mappe mensili, raggruppate per semestri nelle **figure 36 e 37**. Si possono osservare condizioni estese di deficit idrico nel mese di ottobre e poi condizioni diffuse di surplus nel quadrimestre seguente. Dal mese di marzo fino a settembre sull'Isola hanno prevalso le condizioni di deficit.

Rispetto alla media climatica 1971-2000 si sono osservate anomalie negative in ottobre, e su buona parte dell'isola a novembre, mentre successivamente si sono registrate anomalie positive su ampie porzioni del territorio regionale nel bimestre dicembre-gennaio. Dal mese di febbraio le anomalie climatiche sono state nuovamente negative fino al mese di agosto, mentre in settembre il bilancio idroclimatico è stato nuovamente superiore alla media soprattutto nella parte occidentale.

**Figura 36: Mappe mensili di bilancio idroclimatico del semestre ottobre 2016 - marzo 2017.**



**Figura 37: Mappe mensili di bilancio idroclimatico del semestre aprile - settembre 2017.**



## 5.2. 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*) su scala temporale di 3, 6 e 12 mesi.

Lo SPI considera lo scostamento della pioggia di un dato periodo dal valore medio climatico, rispetto alla deviazione standard della serie storica di riferimento (trentennio 1971-2000). L'indice pertanto evidenzia quanto le condizioni osservate si discostano dalla norma (SPI = 0) e attribuisce all'anomalia una severità negativa (siccità estrema, severa, moderata) o positiva (piovosità moderata, severa, estrema), strettamente legata alla probabilità di accadimento. Si consideri che circa il 15% dei dati di una serie storica teorica si colloca al di sotto

di -1, circa il 6.7% sta al di sotto di -1.5, mentre solo il 2.3% si colloca al di sotto di -2.

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
	da -2.49 a -2.0
Estremamente siccitoso < -2	da -3.0 a -2.5
	< -3.0

Nella tabella sono riportate le classi di siccità o surplus corrispondenti a diversi intervalli di valori dell'indice SPI.

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.

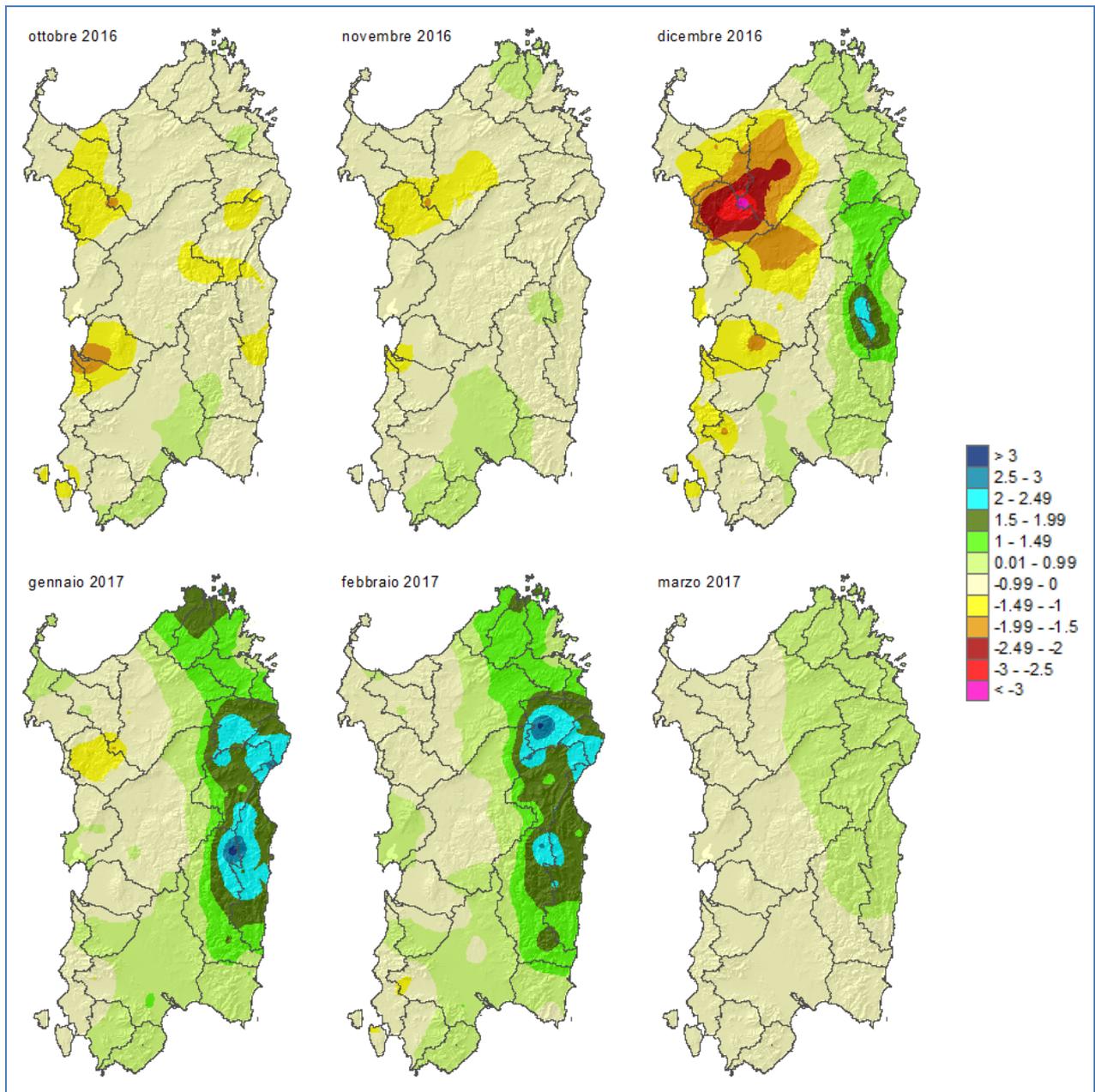
Per quanto riguarda l'analisi trimestrale, relativa al contenuto idrico dei suoli (**figure 38 e 39**), si osserva all'inizio del periodo un calo dei valori che divengono negativi e raggiungono nel mese di dicembre valori corrispondenti alla classe *Estremamente siccitoso* nella parte Nord-occidentale, a causa degli scarsi apporti piovosi che hanno contraddistinto l'inizio dell'autunno e la prosecuzione del deficit pluviometrico nella parte occidentale anche nel mese di dicembre. Le piogge abbondanti di gennaio hanno incrementato lo SPI trimestrale che ha assunto valori positivi su buona parte dell'Isola fino a raggiungere condizioni di *Estremamente umido* nella parte orientale. Tale condizione si è protratta anche nel trimestre comprendente il mese di febbraio.

Successivamente, data la scarsità di piogge registrata dalla prima decade di febbraio, si è verificato un nuovo calo che ha portato l'indice SPI ad assumere nel trimestre febbraio-aprile valori negativi ovunque, con le classi *Moderatamente siccitoso* e *Molto siccitoso* (quest'ultimo in particolare nel Nord dell'Isola).

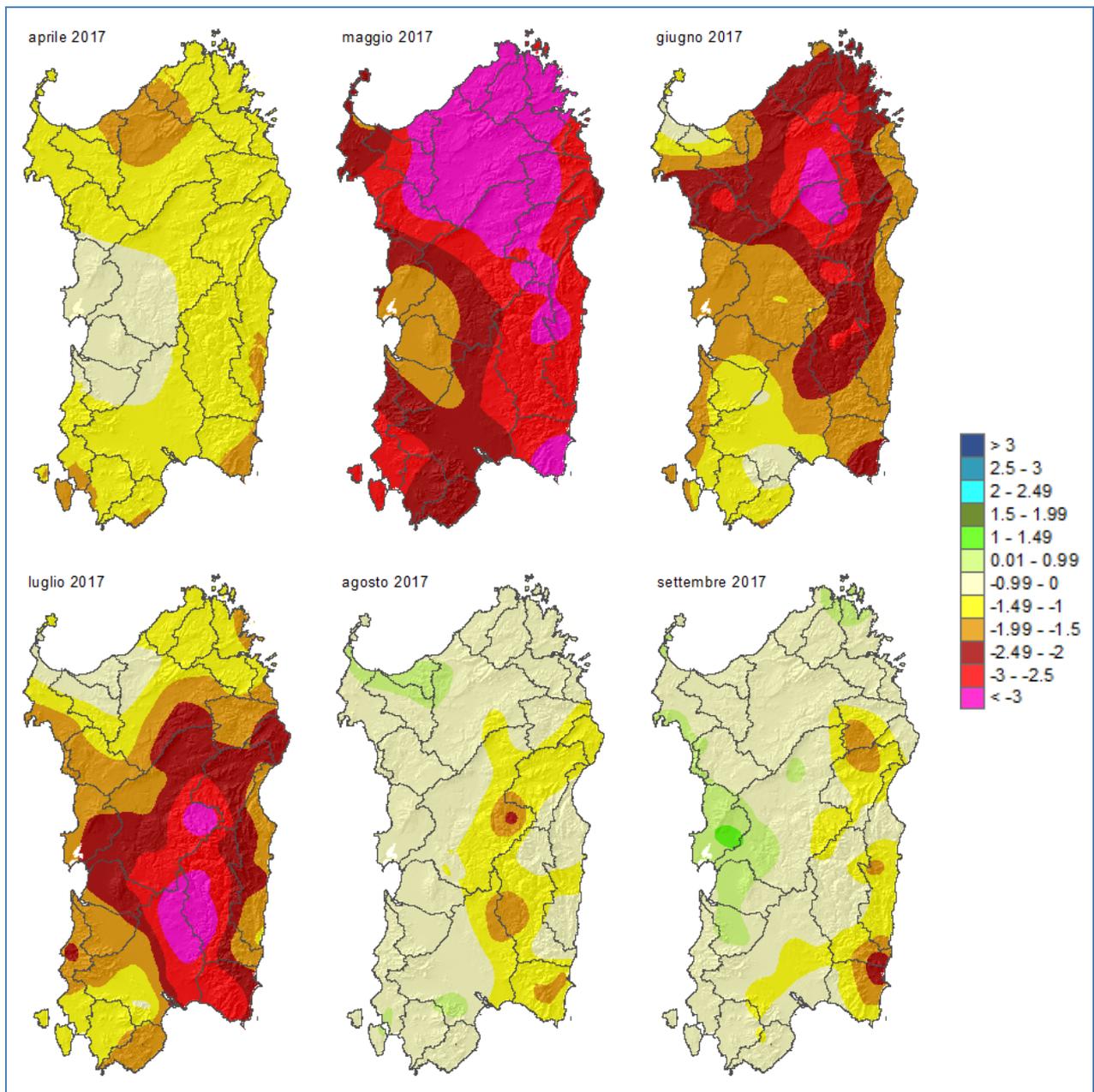
Il protrarsi della scarsità di piogge nei due mesi seguenti ha determinato un aggravamento delle condizioni di disponibilità idrica dei suoli, con valori dell'indice SPI inferiori a 2 (*Estremamente siccitoso*), condizioni eccezionali che hanno una probabilità di verificarsi inferiore al 2.3% degli anni (0.6% nel caso di SPI a -2.5). Nel mese di luglio le condizioni più critiche hanno interessato prevalentemente il centro-Sud. Il bimestre successivo ha registrato un incremento generalizzato dei valori dell'indice e condizioni di siccità meno intense localizzate in aree più circoscritte.

Dalla prima decade di febbraio, la scarsità di apporti piovosi che ha interessato l'intera Isola ha determinato una sensibile riduzione dell'umidità dei suoli e condizioni di intenso stress idrico alla vegetazione spontanea e alle coltivazioni (**Figure 40 a-c**). Come si evidenzia dalle mappe, a partire dalla primavera le condizioni di siccità agricola hanno interessato anche il versante orientale che nel periodo invernale aveva ricevuto i maggiori apporti idrici.

**Figura 38: Mappe dell'indice SPI da ottobre 2015 a marzo 2016, calcolato con finestre temporali di 3 mesi.**



**Figura 39: Mappe dell'indice SPI da aprile a settembre 2016, calcolato con finestre temporali di 3 mesi.**



**Figura 40a-c: Siccità nei campi alla fine di giugno.**

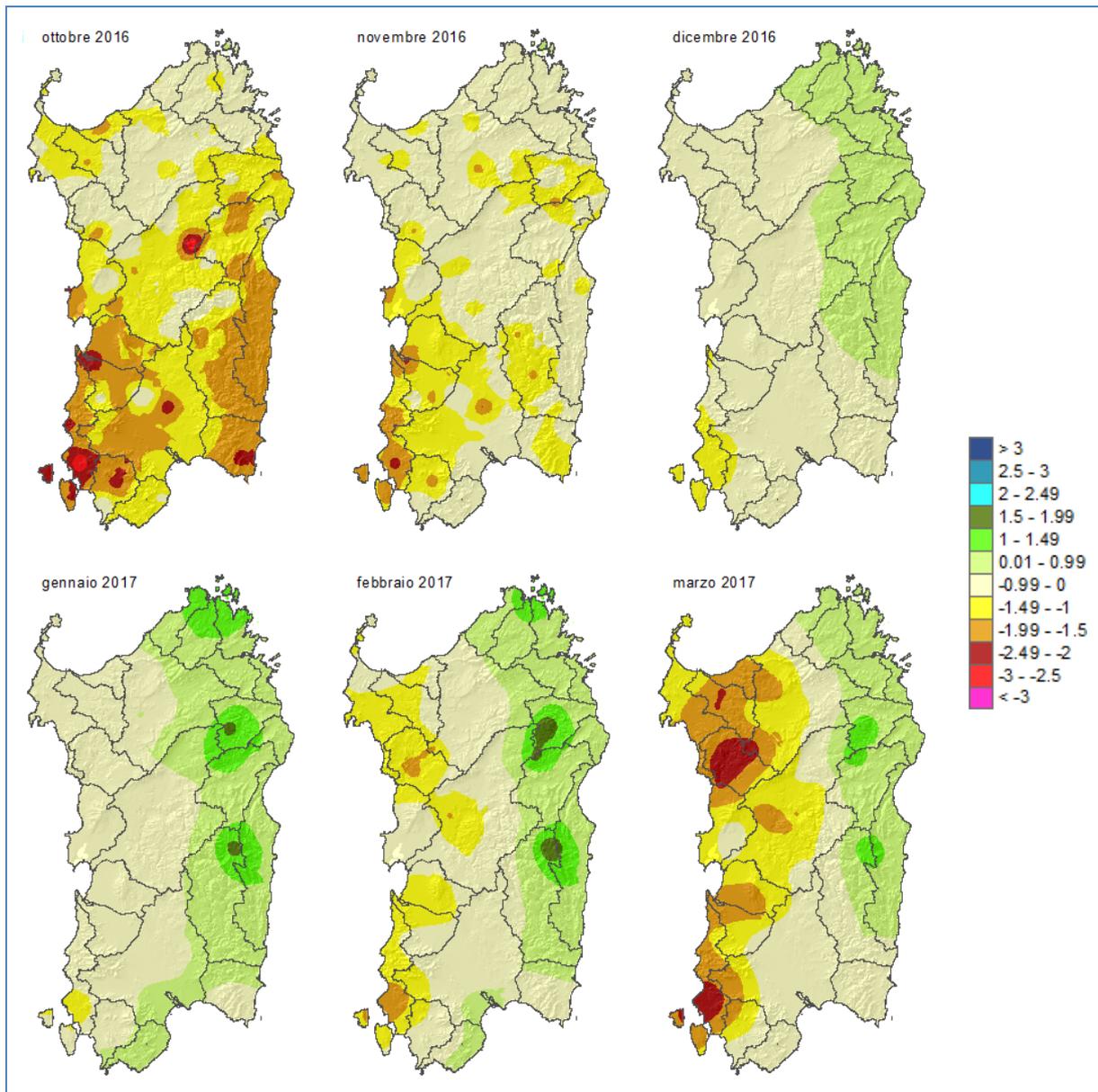


L'analisi dell'SPI calcolato sui cumulati di pioggia registrati su periodi di 12 mesi, riflette condizioni siccitose riferite ai bacini idrici di piccole-medie dimensioni, alle falde e alle portate fluviali. Le mappe riportate nella **figura 41 e 42** mostrano condizioni siccitose in autunno, localmente anche intense, poi un incremento dei valori in dicembre e gennaio, quindi condizioni nuovamente anomale sulla parte occidentale nei mesi successivi con valori dell'indice SPI corrispondenti alle classi da *Moderatamente siccitoso* ad *Estremamente siccitoso*.

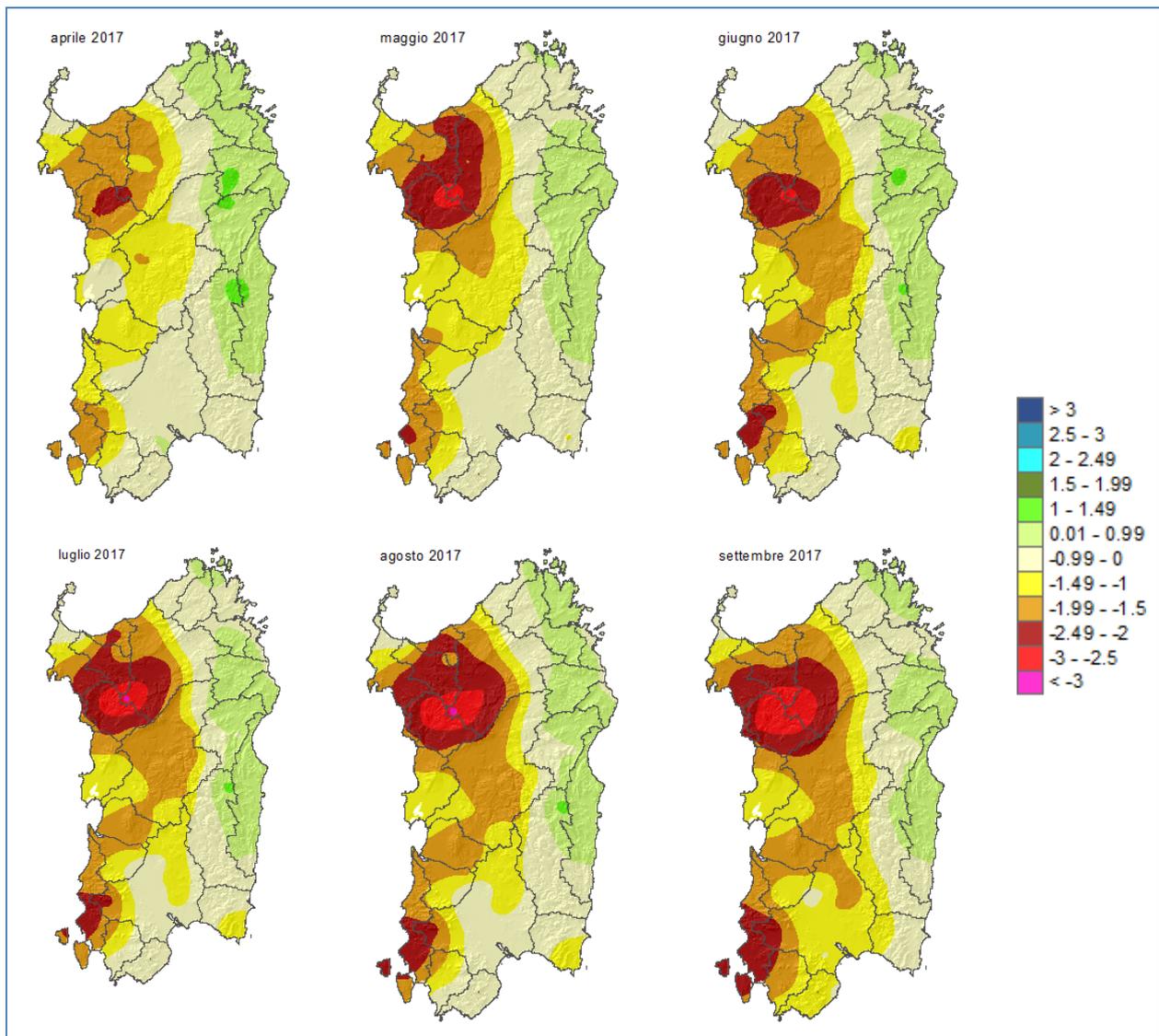
Le condizioni descritte hanno determinato sui corsi d'acqua e sugli invasi del sistema idrico multisettoriale della Sardegna un forte deficit per quelli del settore occidentale, con percentuali di riempimento comprese nel mese di settembre tra 10% e 20% circa (**figura 43**) e con conseguenti limitazioni nella disponibilità di acque per l'uso irriguo (ad esempio nel comprensorio della Nurra) e restrizioni dell'erogazione per gli usi civili.

Nella **figura 44** sono riportati graficamente i valori mensili di SPI riferiti a finestre temporali di 3, 6, 12 e 24 mesi, calcolati per le stazioni di Olmedo, Tempio, Sadali, Oristano e Villasor, rappresentative di diversi areali della Sardegna.

**Figura 41: Mappe dell'indice SPI da ottobre 2016 a marzo 2017, calcolato con finestre temporali di 12 mesi.**



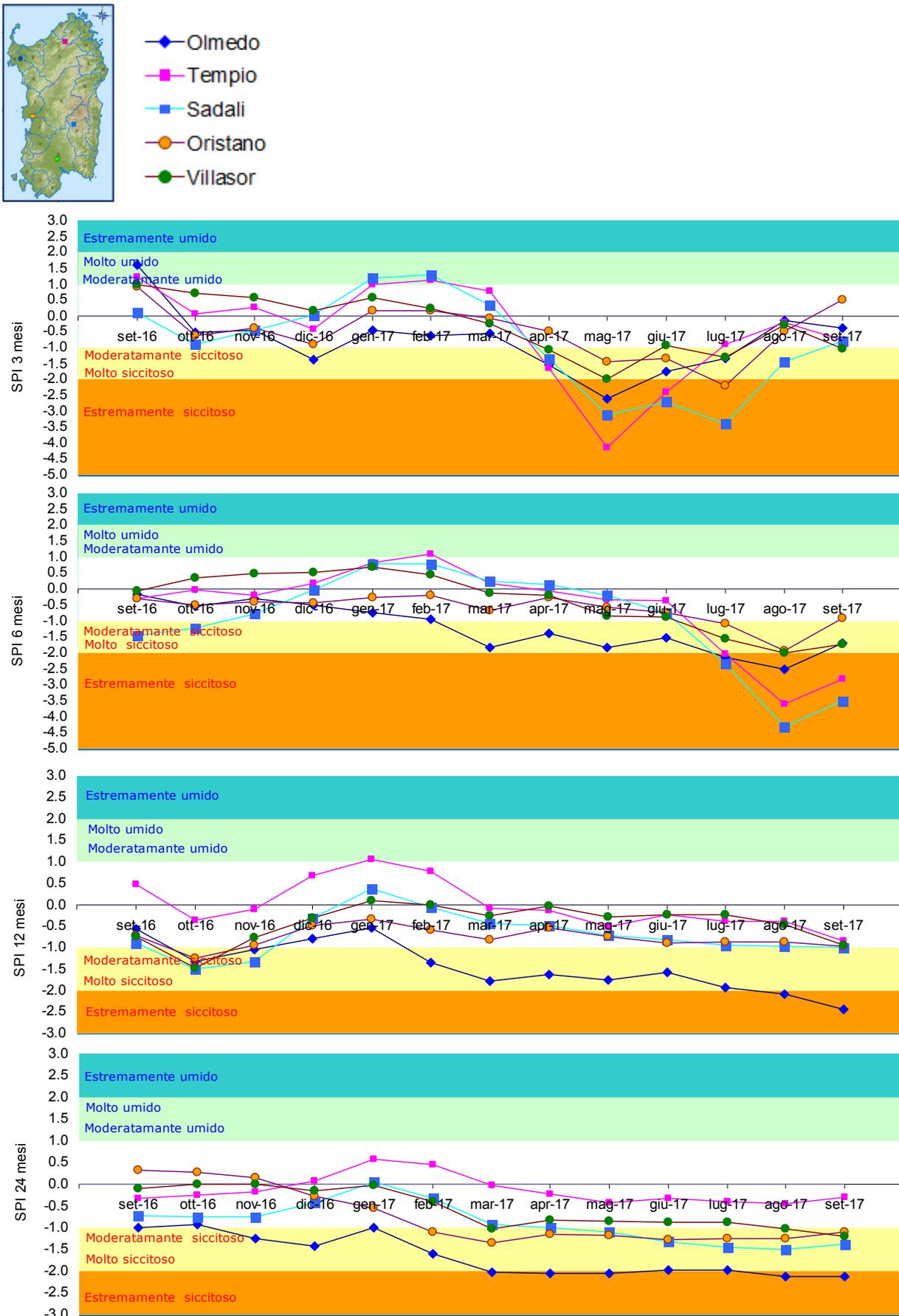
**Figura 42: Mappe dell'indice SPI da aprile a settembre 2017, calcolato con finestre temporali di 12 mesi.**



**Figura 43: Bacino del Cuga nella Sardegna Nord-occidentale.**



**Figura 44: Andamento mensile dell'indice SPI calcolato con finestre temporali di 3, 6, 12 e 24 mesi per alcune stazioni rappresentative.**



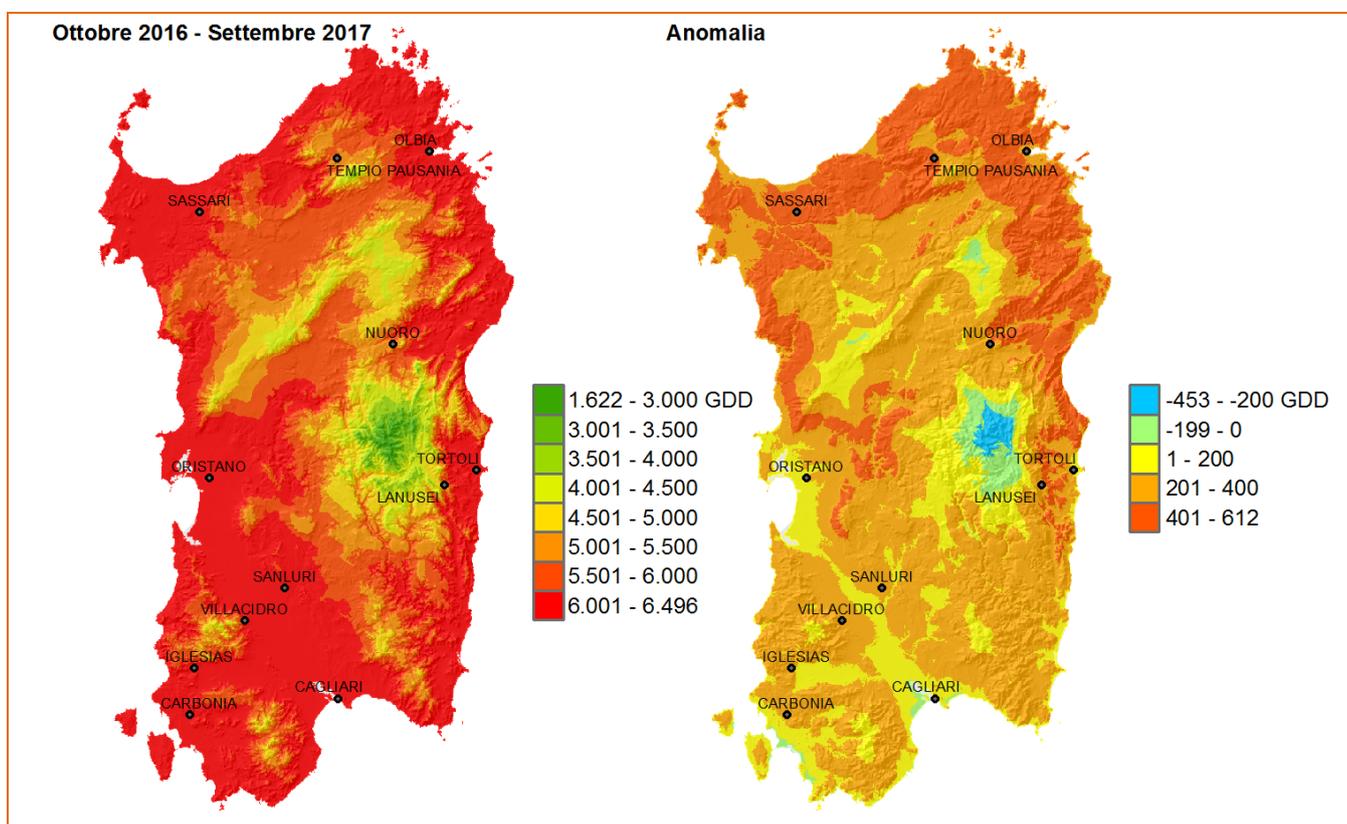
### 5.3. Sommatorie termiche

Le sommatorie termiche sono importanti indicatori agrometeorologici che consentono di spiegare il comportamento fenologico delle colture in relazione all'andamento termico che caratterizza un determinato periodo. Rappresentano, infatti, l'accumulo di unità termiche sopra una predefinita soglia di temperatura che è necessaria 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).

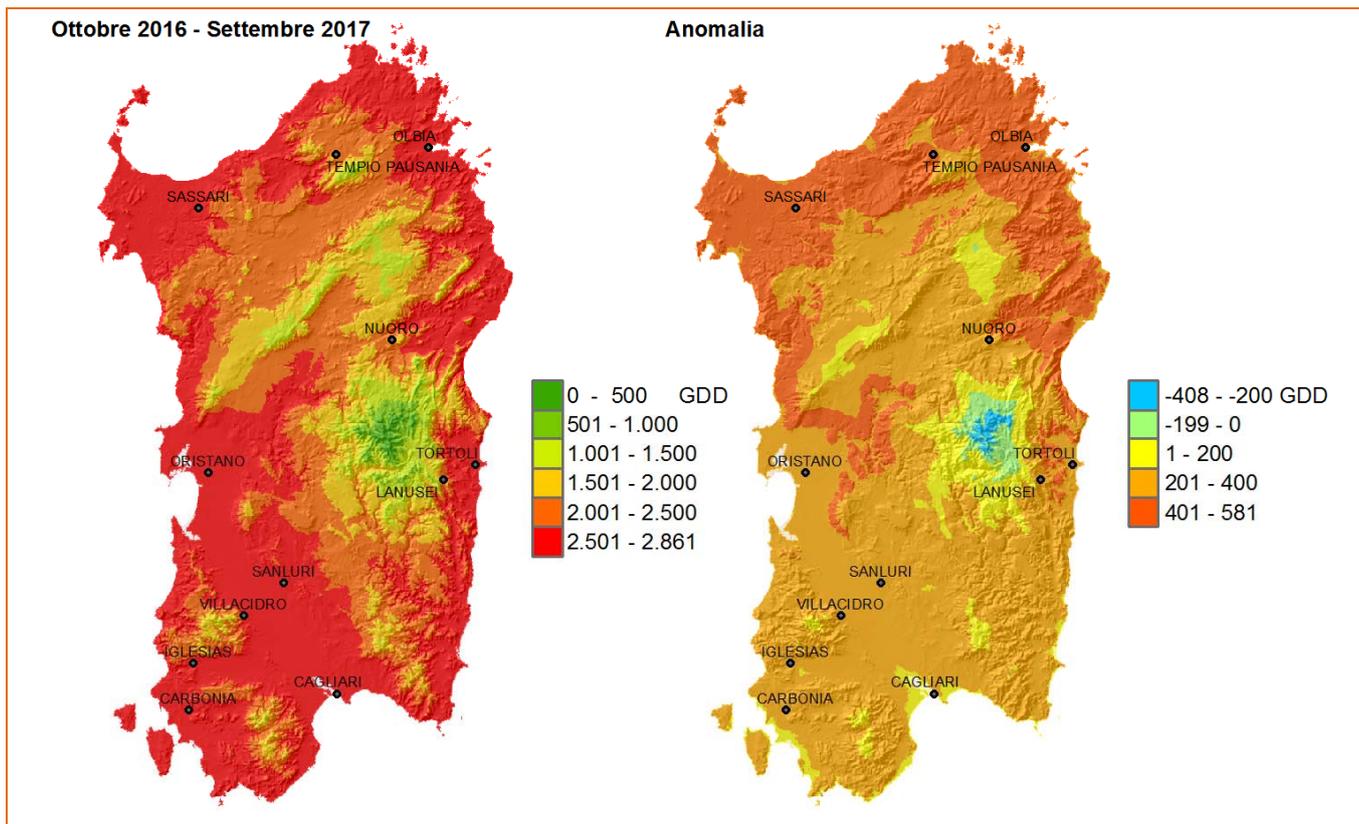
Il periodo ottobre 2016 – settembre 2017 è stato caratterizzato da sommatorie termiche ben al di sopra della media di riferimento 1995-2014 su quasi tutto il territorio regionale, a causa delle alte temperature che hanno contraddistinto l'autunno 2016 e il periodo primaverile-estivo 2017 (**figure 45 e 46**). Le anomalie sono risultate comprese per la maggior parte tra i 200 e i 400 GDD con punte fino a 400-600 GDD nei territori costieri settentrionali e nei litorali nord-orientali e nord-occidentali. Le uniche aree con valori sotto media sono risultate quelle del Massiccio del Gennargentu. Nel complesso, le sommatorie termiche in base 0 °C hanno variato tra 1600 e 6500 GDD, mentre quelle in base 10 °C tra 0 e 2850 GDD con i valori più alti distribuiti lungo le coste e nella pianura del Campidano.

Se si analizzano separatamente i due semestri ottobre 2016 – marzo 2017 e aprile – settembre 2017 viene comunque confermato per entrambi i periodi il netto anticipo termico osservato per l'intera annata. Nel primo semestre, infatti, sono state registrate anomalie positive comprese tra 100 e 250 GDD su gran parte del territorio dell'Isola (**figure 47 e 48**). L'unica eccezione ha riguardato alcune limitate aree localizzate ad alta quota dove sono stati registrati valori complessivamente sotto media. Nel dettaglio, le sommatorie hanno variato tra 0 e 2850 GDD in base 0 °C e tra 0 e 950 GDD in base 10 °C, con i valori più alti localizzati lungo le coste. Anche il semestre successivo ha evidenziato sommatorie sopra la media con anomalie che hanno superato in diverse località i 400 GDD (**figure 49 e 50**). In termini generali, le sommatorie in base 0 °C hanno variato tra 1900 e 4300 GDD, mentre quelle in base 10 °C tra 150 e 2400 GDD.

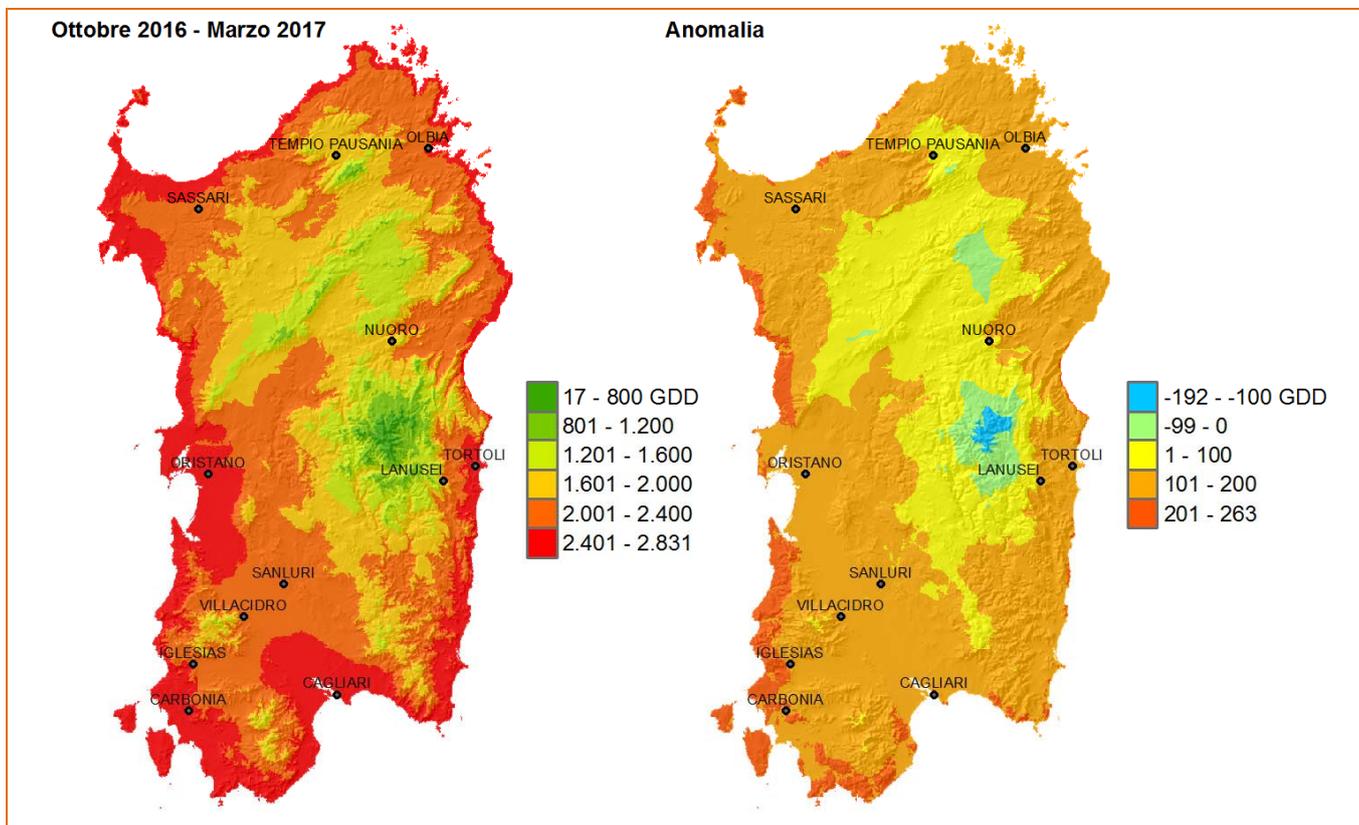
**Figura 45: Sommatorie termiche in base 0 °C calcolate per il periodo ottobre 2016- settembre 2017 e raffronto con i valori medi del periodo 1995-2014.**



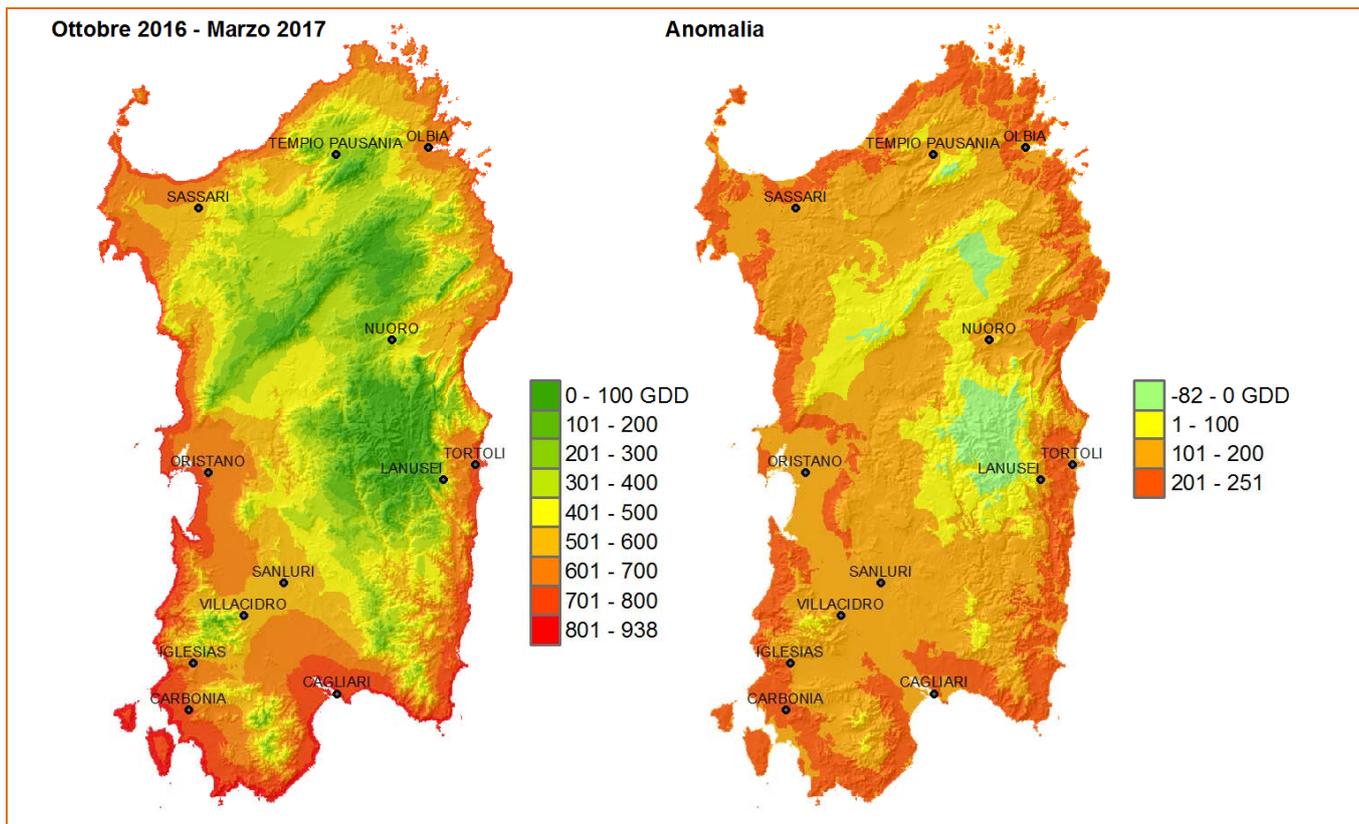
**Figura 46: Sommatorie termiche in base 10 °C calcolate per il periodo ottobre 2016 - settembre 2017 e raffronto con i valori medi del periodo 1995-2014.**



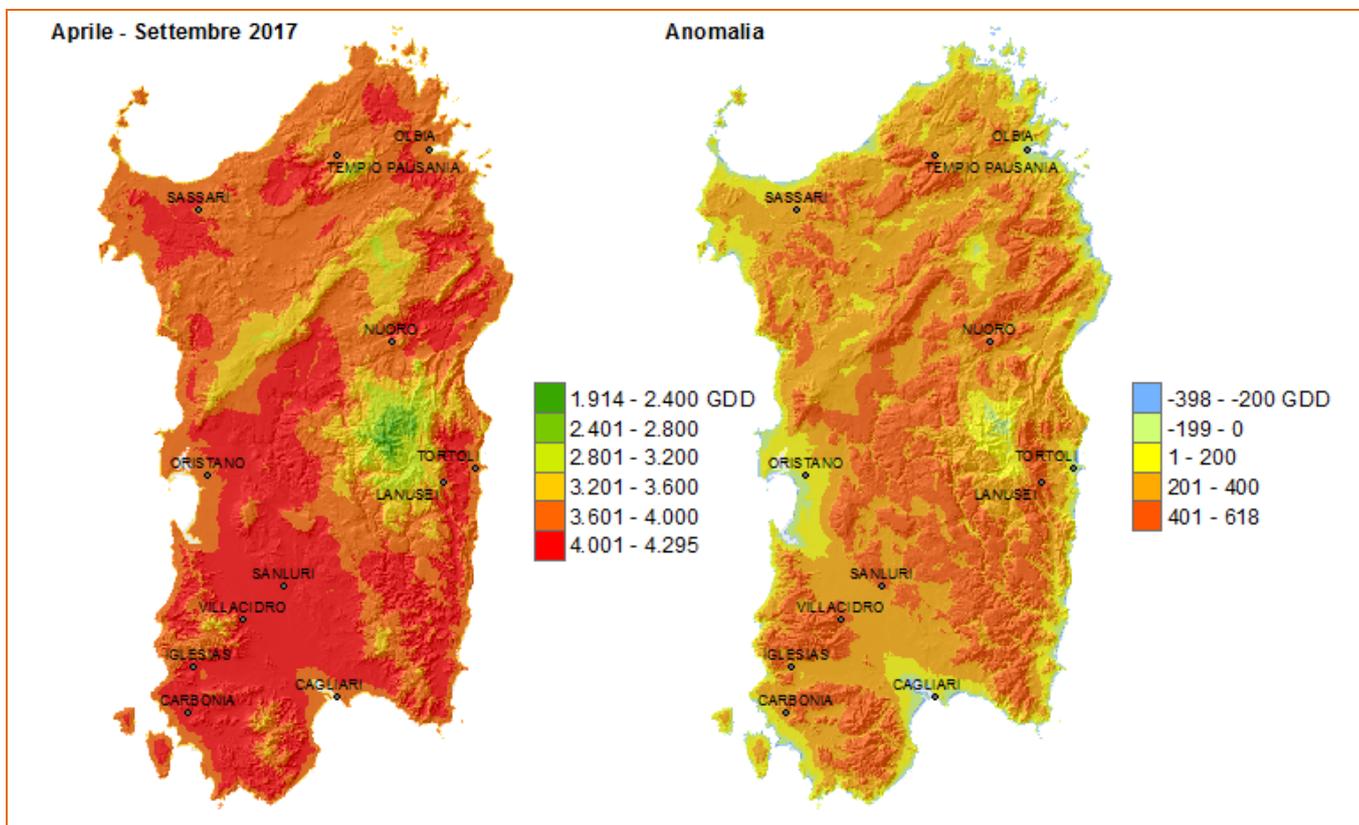
**Figura 47: Sommatorie termiche in base 0 °C calcolate per il periodo ottobre 2016 - marzo 2017 e raffronto con i valori medi del periodo 1995-2014.**



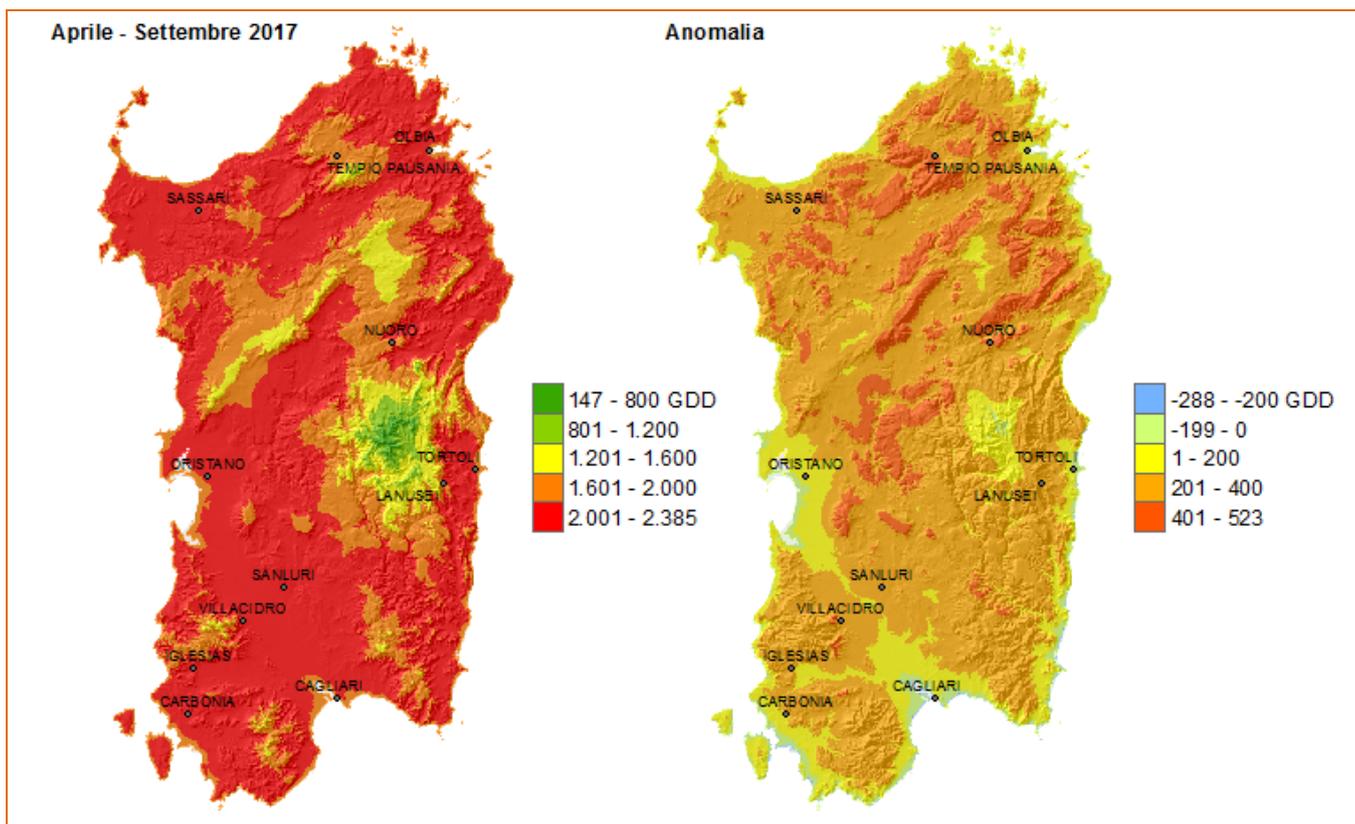
**Figura 48: Sommatorie termiche in base 10 °C calcolate per il periodo ottobre 2015 – marzo 2016 e raffronto con i valori medi del periodo 1995-2014.**



**Figura 49: Sommatorie termiche in base 0 °C calcolate per il periodo aprile - settembre 2017 e raffronto con i valori medi del periodo 1995-2014.**

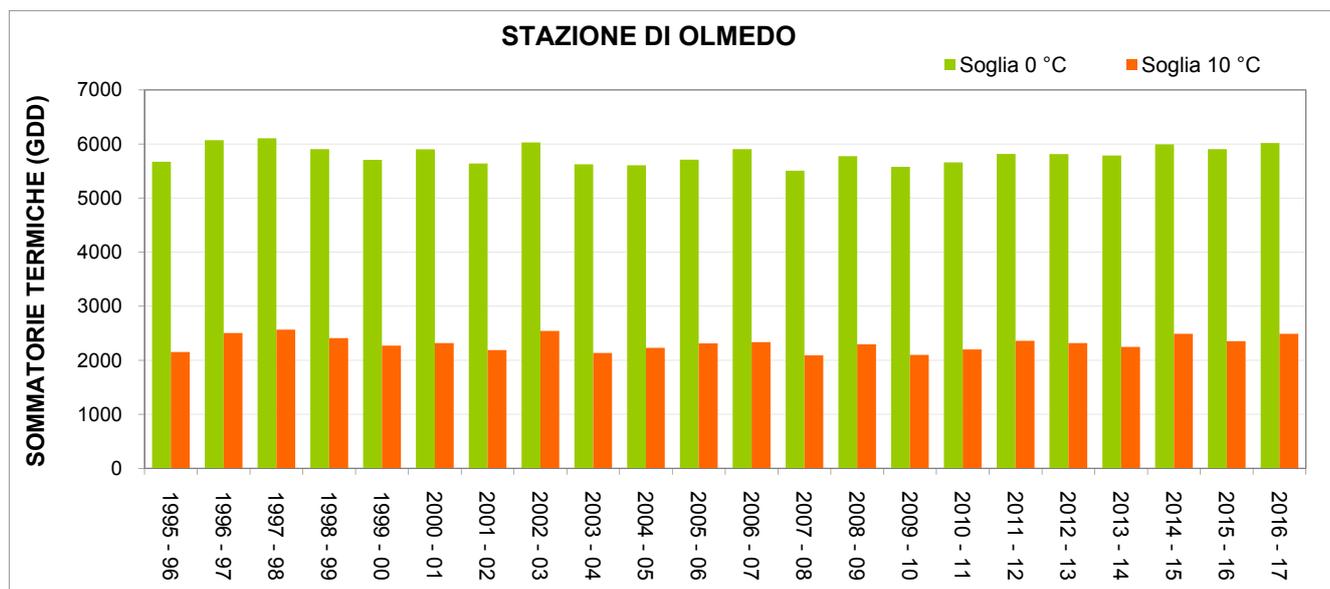


**Figura 50: Sommatorie termiche in base 10 °C calcolate per il periodo aprile - settembre 2017 e raffronto con i valori medi del periodo 1995-2014.**

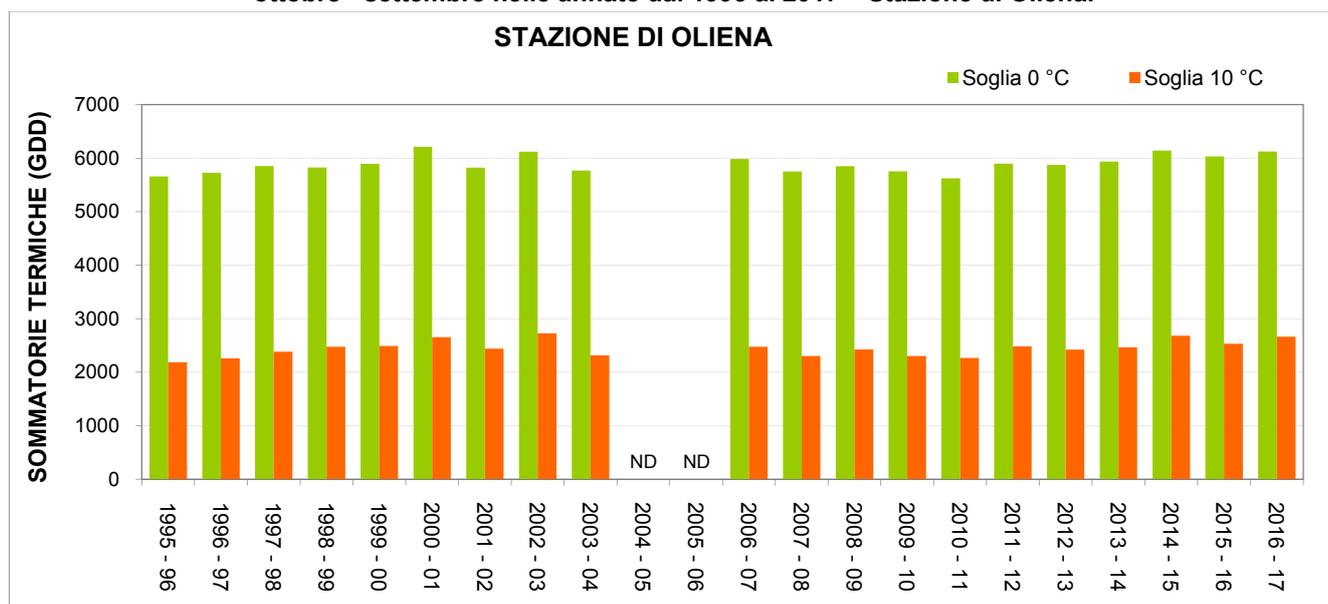


Nelle figure 51-53 è inoltre riportato l'accumulo termico in base 0 °C e 10 °C calcolato per il periodo ottobre 2016 - settembre 2017 e il confronto con lo stesso periodo relativo agli ultimi 21 anni per tre stazioni rappresentative (Olmedo, Oliena e Samassi). Tali grafici dimostrano come il periodo in esame sia stato particolarmente caldo e molto simile ad annate anch'esse anomale come il 2002-2003 e il 2014-2015.

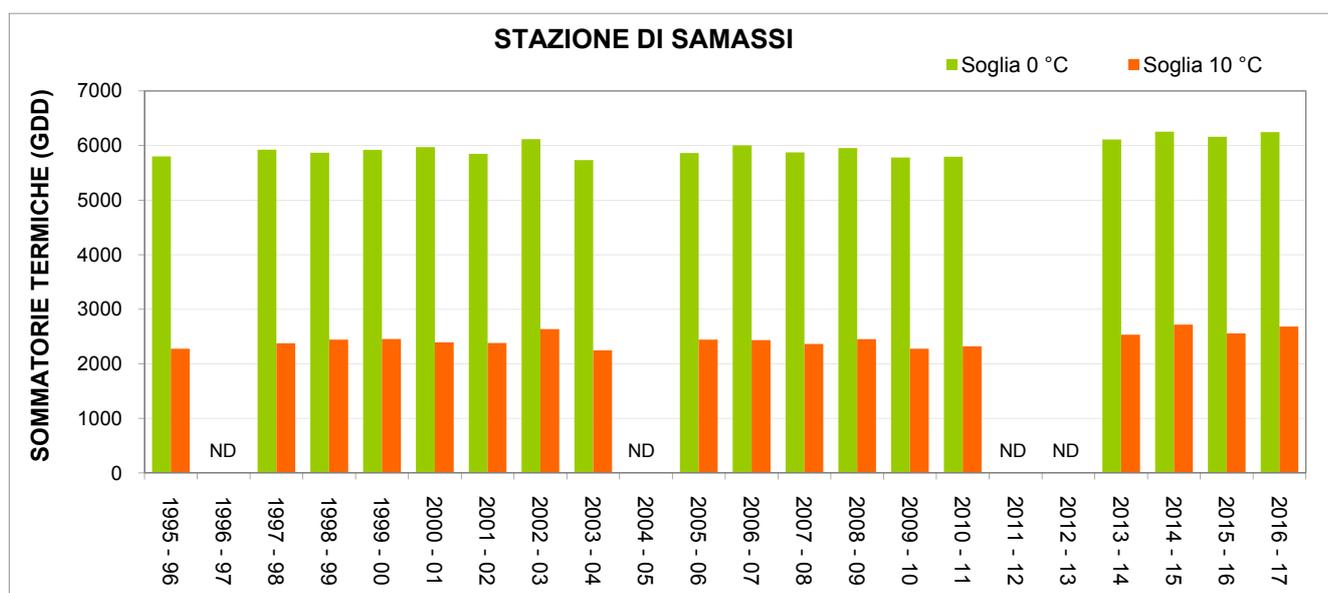
**Figura 51: Andamento delle sommatorie termiche in base 0 e 10 °C calcolate per il periodo ottobre - settembre nelle annate dal 1995 al 2017 – Stazione di Olmedo.**



**Figura 52: Andamento delle sommatorie termiche in base 0 e 10 °C calcolate per il periodo ottobre - settembre nelle annate dal 1995 al 2017 – Stazione di Oliena.**



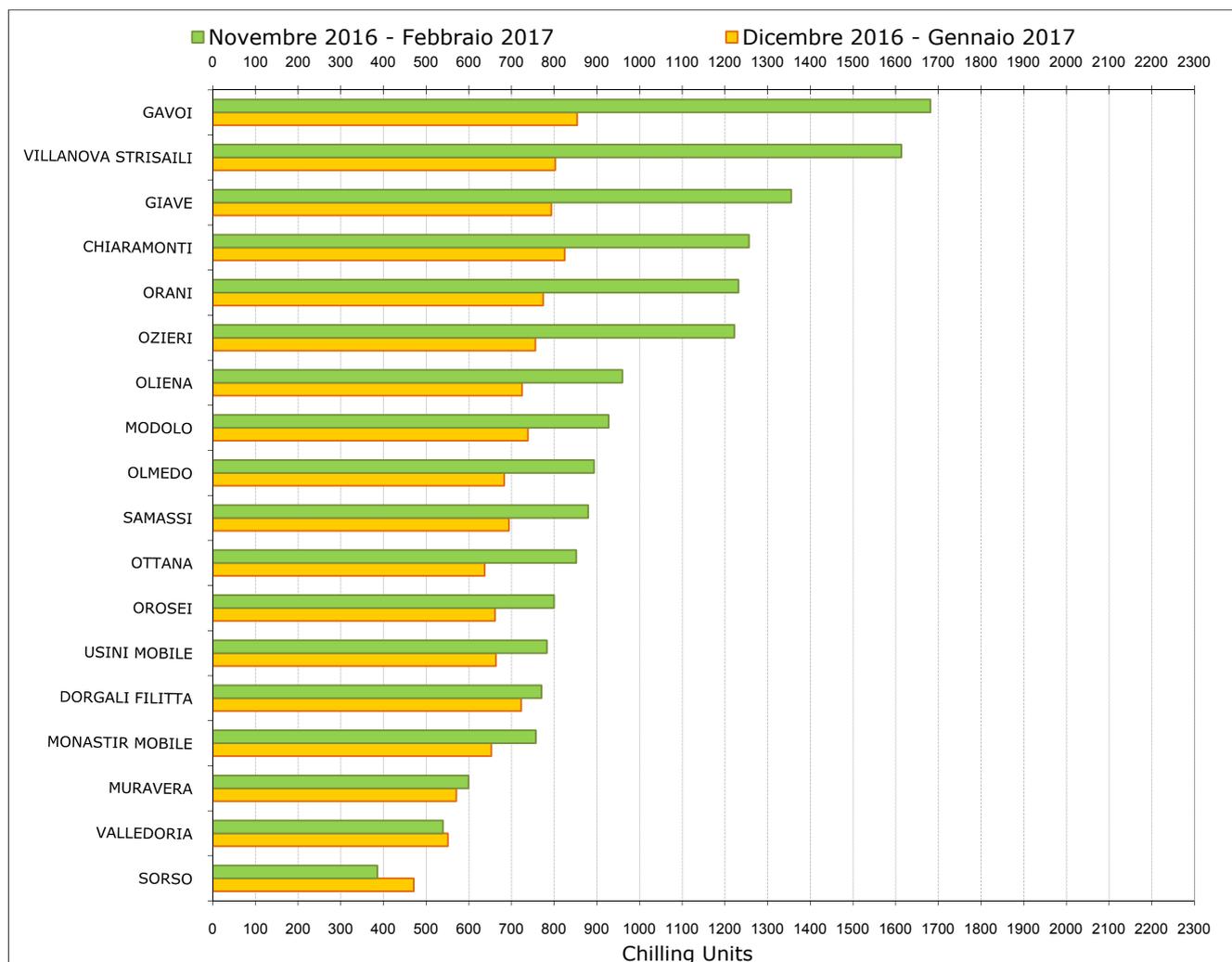
**Figura 53: Andamento delle sommatorie termiche in base 0 e 10 °C calcolate per il periodo ottobre - settembre nelle annate dal 1995 al 2017 – Stazione di Samassi.**



#### 5.4. 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 periodo 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 54** sono rappresentati gli accumuli complessivi del quadrimestre novembre-febbraio e quelli del bimestre centrale dicembre-gennaio. In generale i valori del quadrimestre risultano nella maggior parte dei casi prossimi o inferiori rispetto all'annata precedente.

**Figura 54: Valori di *chilling units* calcolati per i periodi novembre 2016 - febbraio 2017 e dicembre 2016-gennaio2017.**



### 5.5. Wind Chill Index(WCI)<sup>1</sup>

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

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

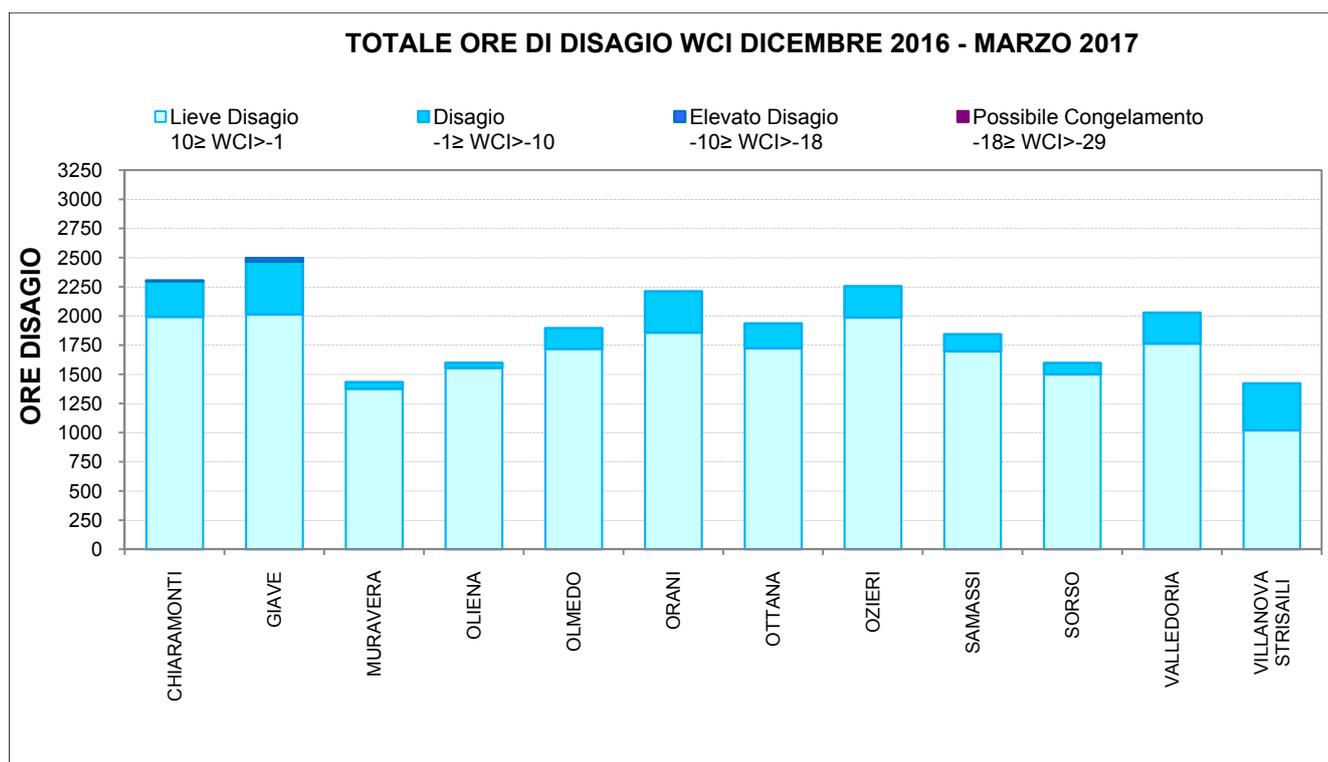
In termini generali, i valori di WCI del quadrimestre dicembre 2016 – marzo 2017 sono stati meno critici rispetto al dato medio 1995-2014, fatta eccezione per il mese di marzo, in cui la media delle minime è stata

particolarmente critica nelle aree interne, e soprattutto per il mese di gennaio che quest'anno è stato decisamente freddo. Se si considera per l'intero periodo il numero di ore complessive con WCI nei diversi livelli di disagio (**figura 55**) è possibile osservare come la situazione più critica abbia riguardato le stazioni di Chiaramonti, Giave e Ozieri con oltre 2250 ore di disagio suddivise tra i livelli di *Lieve Disagio*, *Disagio* e ed *Elevato Disagio*.

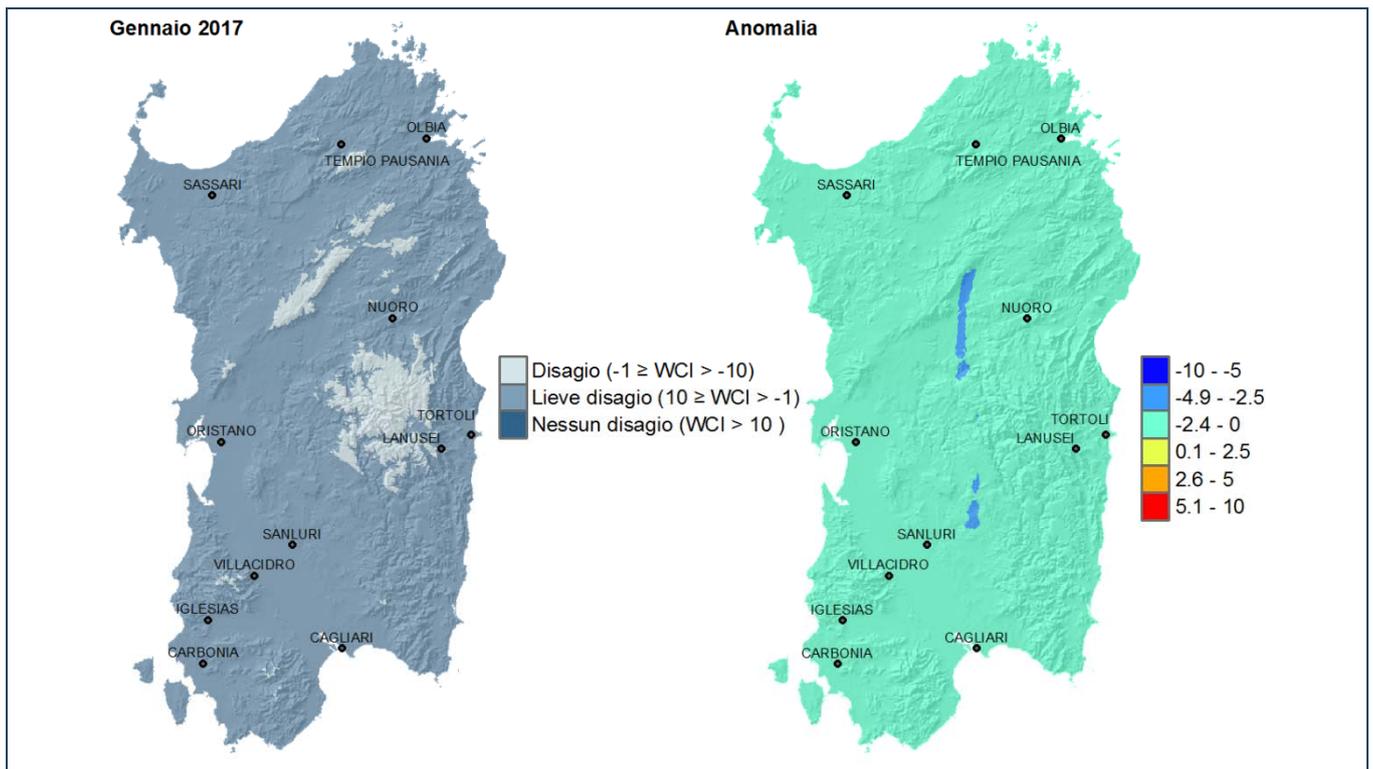
Come accennato in precedenza, il mese di **gennaio 2017** è stato il più freddo tra quelli analizzati e di fatto i valori di WCI medio e della media delle minime sono stati decisamente inferiori alla media 1995-2014 su tutto il territorio regionale (**figure 56 e 57**). Nel dettaglio del mese, il WCI medio è risultato in prevalenza nell'intervallo di *Lieve Disagio*, evidenziando valori più critici nell'intervallo di *Disagio* nelle aree di montagna. La media del WCI minimo ha variato tra l'intervallo di *Lieve Disagio* delle aree costiere e nella pianura del Campidano e quello di *Disagio* esteso sul restante territorio regionale. Il minimo assoluto è stato registrato a Giave (-14.4) seguito da Chiaramonti (-13.2) con entrambi i valori nella classe di *Elevato Disagio*, seguito dai valori progressivamente crescenti delle altre stazioni, corrispondenti alla classe di *Disagio* (**figura 58**).

<sup>1</sup> Il numero esiguo di stazioni disponibili per l'analisi è legato alla realizzazione della nuova Rete di Monitoraggio Regionale e alle conseguente dismissione delle vecchie stazioni.

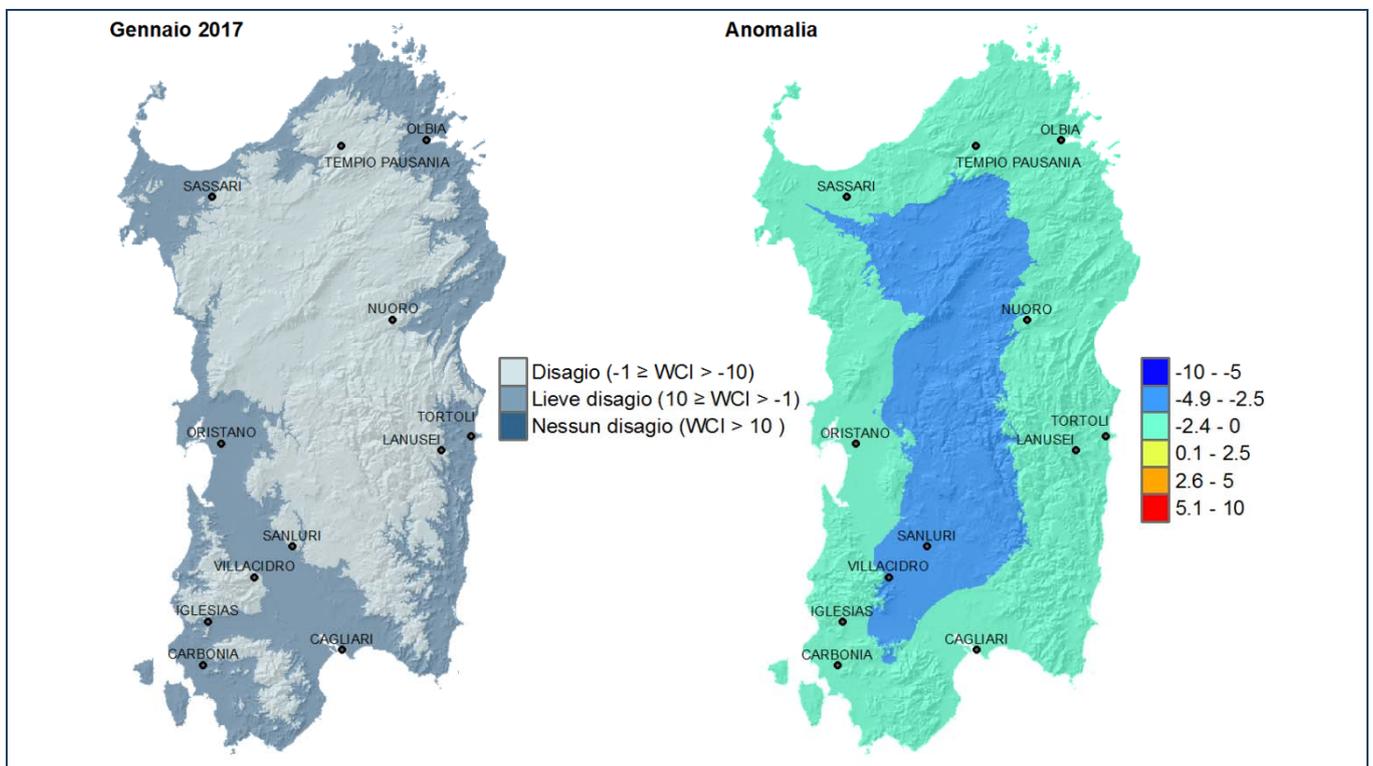
**Figura 55: Numero di ore mensili con WCI nelle diverse classi di disagio per il periodo dicembre 2016-marzo 2017.**



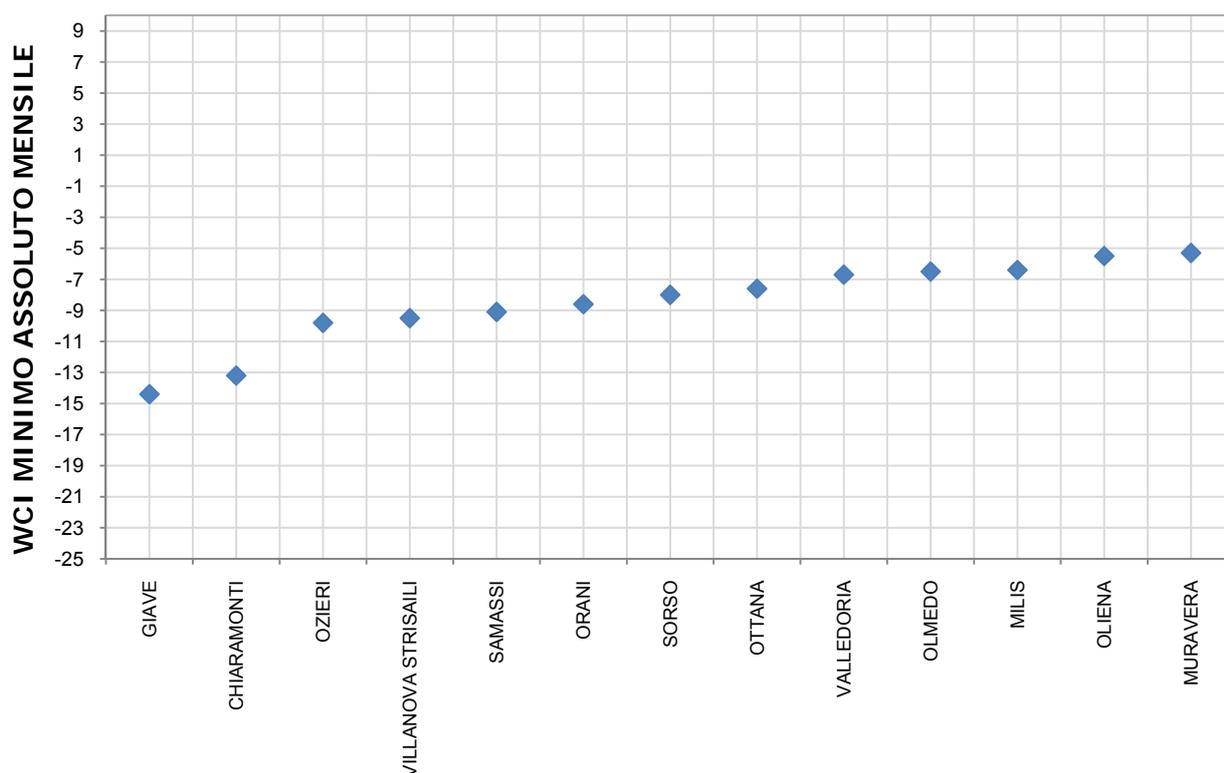
**Figura 56: WCI medio per il mese di gennaio 2017 e raffronto con il periodo 1995-2014.**



**Figura 57: WCI - Media dei valori minimi per il mese di gennaio 2017 e raffronto con il periodo 1995-2014.**



**Figura 58: Valori minimi di WCI per il mese di gennaio 2017.**



### 5.6. 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

Il periodo giugno-settembre 2017 ha fatto rilevare valori di THI superiori alla media pluriennale (1995-2014) su tutto il territorio regionale, ad eccezione dell'unico mese di settembre che, invece, ha presentato valori sotto media. Se, per il quadrimestre in esame, si analizza il numero ore complessive con THI nelle diverse classi di disagio, è possibile osservare come la situazione potenzialmente più critica per il bestiame sia stata registrata nelle stazioni di Dorgali Filitta, Jerzu, Masainas, Orosei, Ottana e Usini mobile con oltre 2000 ore suddivise tra i diversi livelli di stress (**figura 59**). Tra tutti i mesi analizzati quello più stressante è stato **agosto 2017** che ha evidenziato valori di THI medio e di media della massime, superiori alla media in tutto il territorio isolano (**figure 60 e 61**). Il THI medio ha variato tra i livelli di *Nessun Disagio* e *Disagio*, mentre la media delle massime ha raggiunto il livello di *Pericolo* nelle zone costiere e nel Campidano. Il valore di THI massimo registrato ha riguardato la stazione di Sardara (86, classe *Emergenza*) seguito da Dorgali Filitta e Usini mobile con valori di poco inferiori (**figura 62**). Le altre stazioni hanno, invece, mostrato massimi con valori progressivamente decrescenti compresi per la maggior parte nella categoria di *Pericolo*.

Figura 59: Numero di ore mensili con THI nelle diverse classi di disagio per il periodo giugno-settembre 2017.

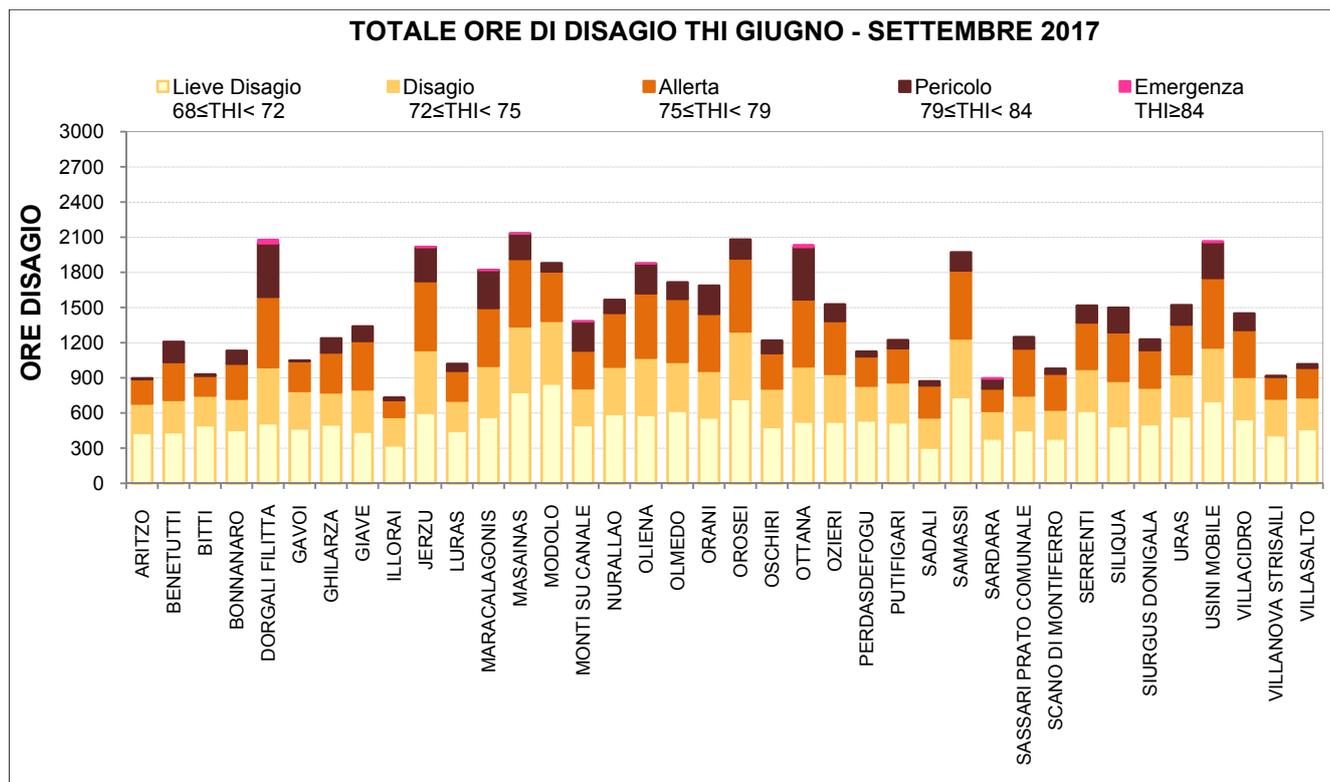


Figura 60: THI medio per il mese di agosto 2017 e raffronto con il periodo 1995-2014.

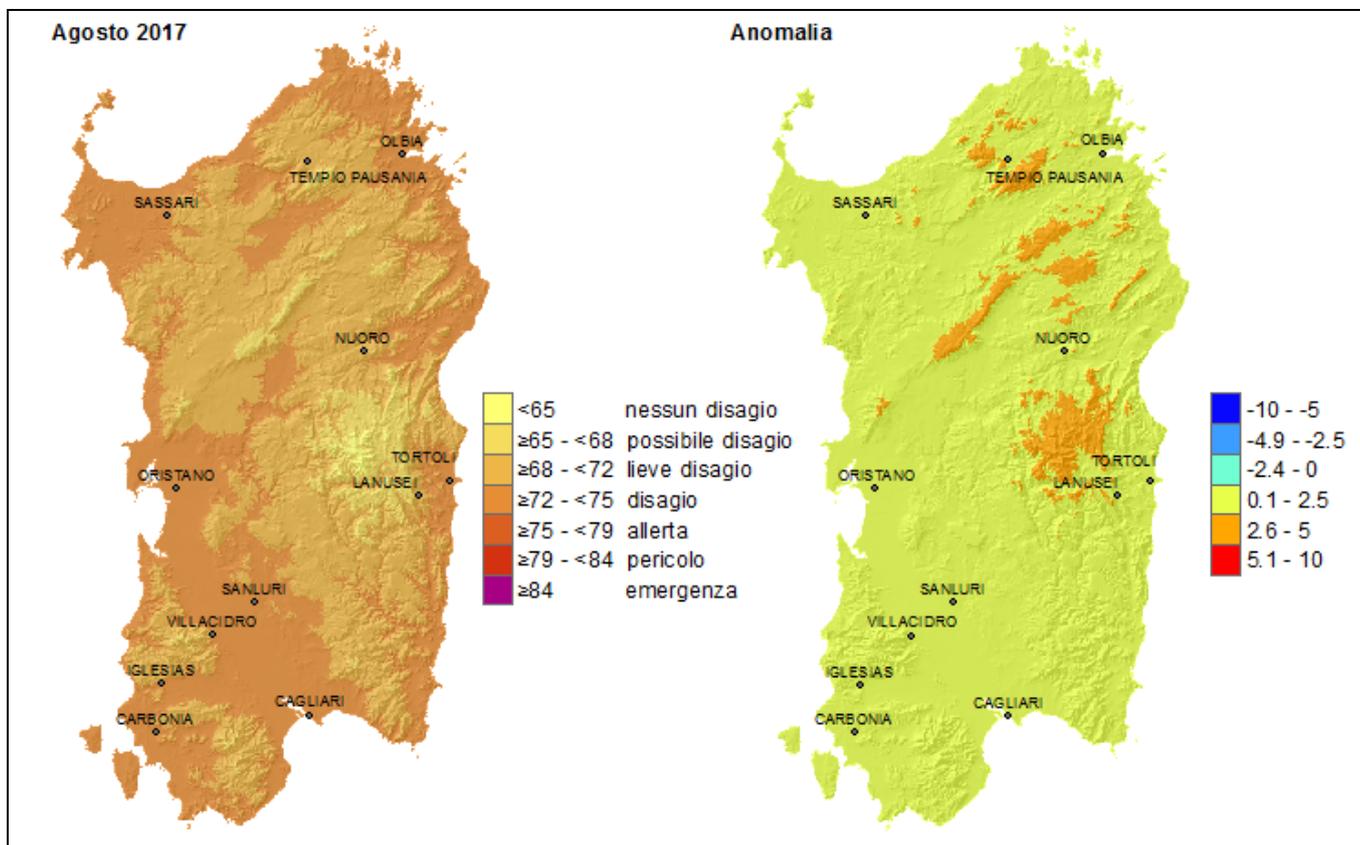


Figura 61: THI - Media dei valori massimi per il mese di agosto 2017 e raffronto con il periodo 1995-2014.

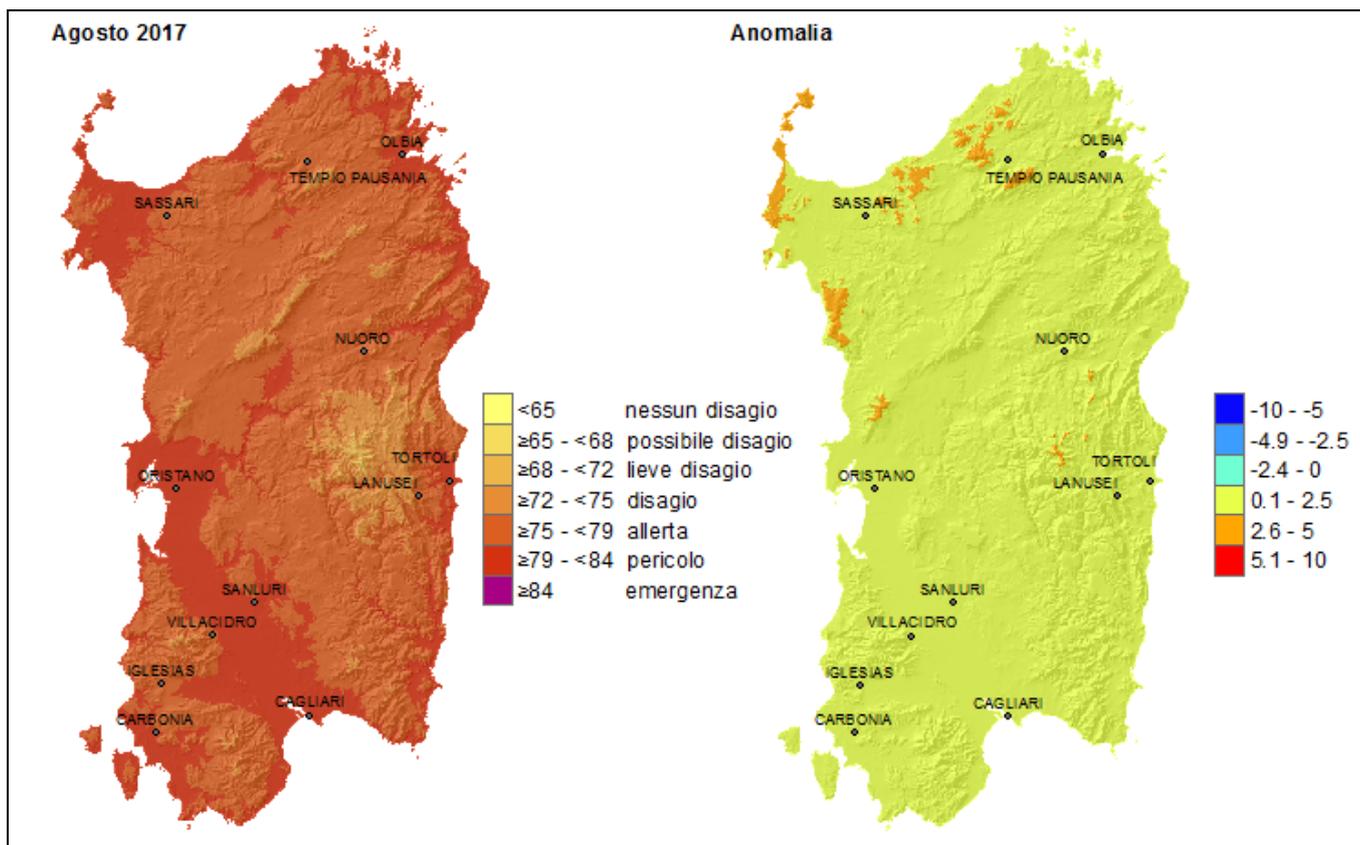
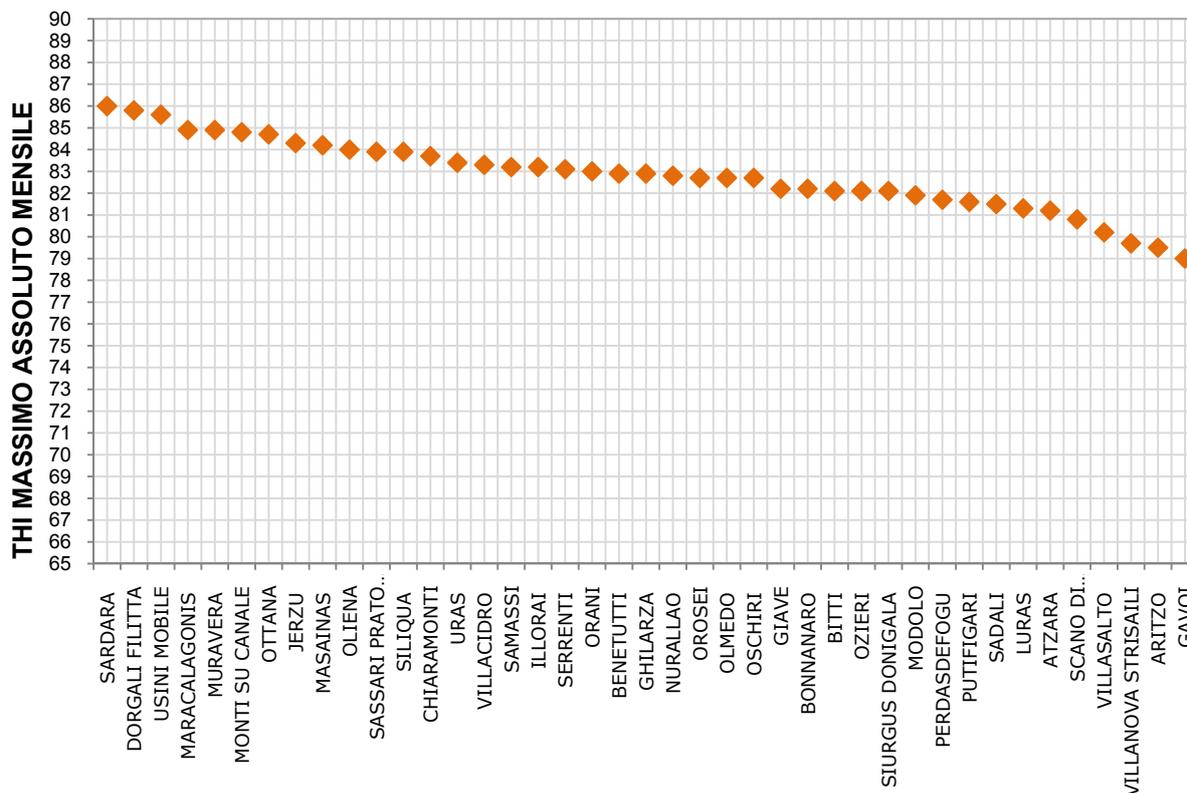


Figura 62: Valori massimi di THI per il mese di agosto 2017.



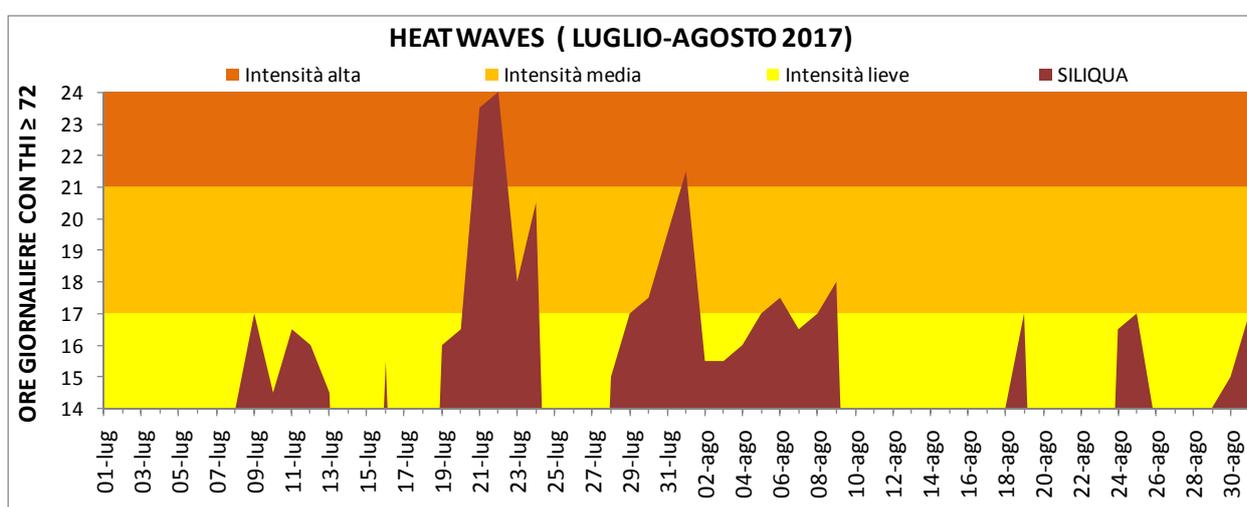
### 5.7. HeatWaves – Onde di calore

Elaborando i dati orari di THI è possibile derivare un altro indicatore di interesse zootecnico, l'onda di calore o *Heat Waves* (HW), che permette di stimare la situazione di prolungato disagio a cui è soggetto il bestiame esposto a condizioni meteorologiche particolarmente calde e umide. Un'onda di calore si verifica ogni qualvolta il THI orario risulta uguale o superiore a 72 per oltre 14 ore giornaliere e per tre giorni consecutivi.

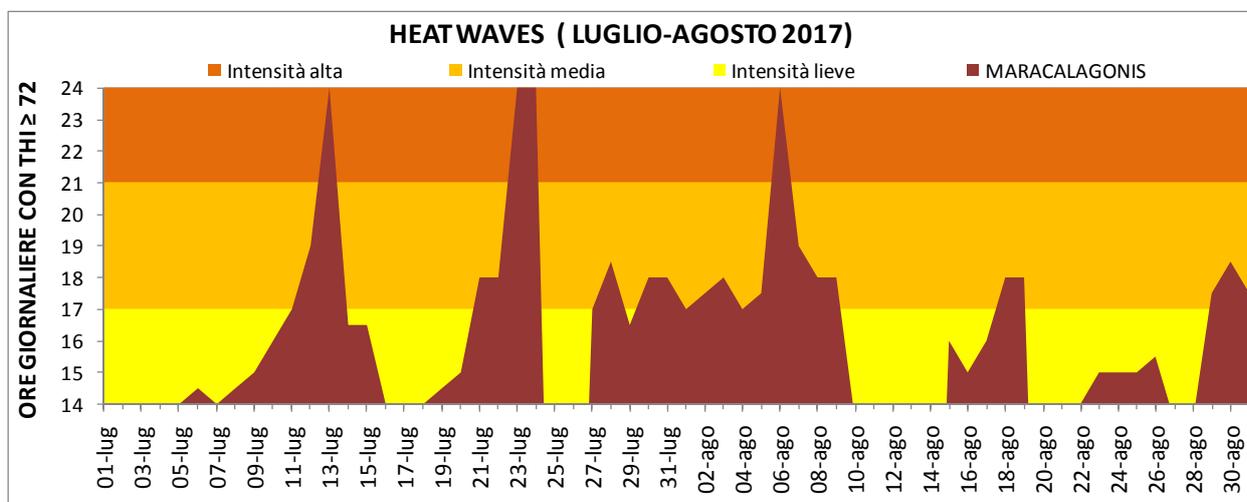
Il bimestre luglio-agosto 2017 è stato contraddistinto da numerose e prolungate onde di calore che hanno interessato numerose stazioni, in particolare nei periodi tra la prima e la seconda decade di luglio, gli inizi della terza decade di luglio e a cavallo tra la fine di luglio e la prima decade di agosto (**figura 67**). In termini generali, sono state registrate da una fino a sei onde di calore di intensità variabile da lieve ad alta (con i valori maggiori tra la fine di luglio e gli inizi di agosto) e di durata persistente. In particolare, nella stazione di Maracalagonis si sono avute ben cinque onde di calore di cui due con durata rispettivamente di 13 e 15 giorni.

Nelle **figure 63-66** sono riportati i grafici relativi alle stazioni interessate maggiormente dalle onde di calore: Siliqua, Maracalagonis, Masainas e Dorgali Filitta.

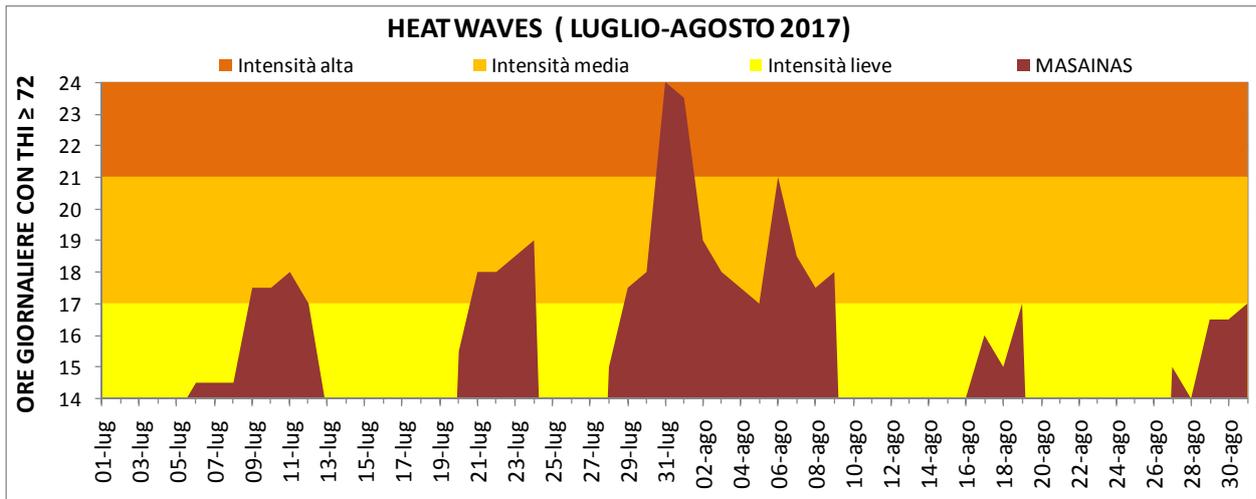
**Figura 63: Heat Waves registrate nella stazione di Siliqua nel bimestre luglio-agosto 2017.**



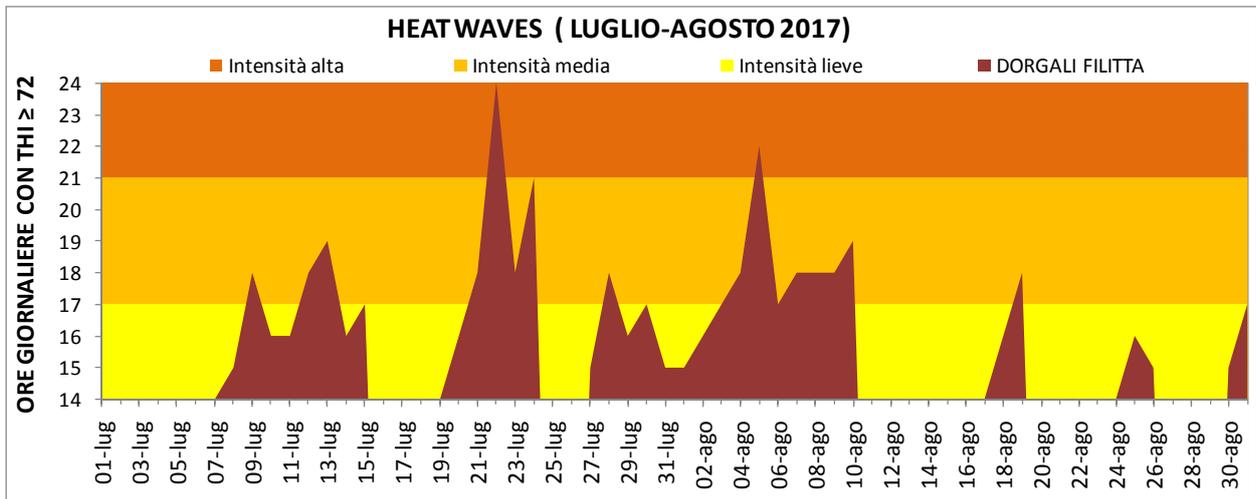
**Figura 64: HeatWaves registrate nella stazione di Maracalagonis nel bimestre luglio-agosto 2017.**



**Figura 65: Heat Waves registrate nella stazione di Masainas nel bimestre luglio-agosto 2017.**



**Figura 66: Heat Waves registrate nella stazione di Dorgali Filitta nel bimestre luglio-agosto 2017.**





## 6. CONSIDERAZIONI AGROMETEOROLOGICHE

Il periodo in esame è stato caratterizzato da un primo trimestre ottobre – dicembre 2016 con temperature sopra media, in particolare per i valori massimi, e da precipitazioni deficitarie su tutto il territorio regionale, salvo alcune aree del settore centro-orientale che a dicembre sono state interessate da piogge consistenti. Il mese di gennaio è stato particolarmente freddo, con gelate, nevicate e piogge abbondanti che hanno interessato diversi territori dell'Isola, mentre a febbraio le temperature sono state decisamente sopra la media, sia nei valori massimi che nei minimi, con piogge deficitarie quasi ovunque. Il periodo siccitoso è proseguito anche a marzo che è stato contraddistinto anche da temperature massime decisamente sopra la media, mentre le minime hanno presentato un gradiente termico crescente da Nord-Ovest a Sud-Est. Il trimestre primaverile è stato caldo e particolarmente siccitoso. Le precipitazioni hanno continuato a essere deficitarie anche in estate nel bimestre luglio-agosto, mentre a settembre si è registrata una debole ripresa, in particolare nel settore settentrionale e centro-occidentale. Le temperature estive sono state particolarmente alte, eccetto che a settembre quando i valori sono stati inferiori su gran parte del territorio regionale.

Tali condizioni hanno influenzato in modo più o meno marcato il ciclo colturale delle specie agricole, le attività di interesse zootecnico, lo sviluppo e la diffusione di insetti e patogeni vegetali nonché il ciclo vegetativo delle specie di interesse forestale, ornamentale e allergologico. Danni alle colture e alle infrastrutture possono essersi verificati in caso di eventi meteorologici particolarmente intensi.

### Foraggiere autunno-primaverili

Il mese di ottobre è stato contraddistinto da temperature alte nei valori massimi e da precipitazioni scarse. In generale, tali condizioni hanno consentito il regolare svolgimento delle operazioni di raccolta delle specie foraggiere primaverili-estive come il mais e l'erba medica, ma gravi problemi si sono invece verificati sia per le semine che per il ciclo vegetativo delle specie autunno-vernine. La maggior parte delle semine, infatti, sono state posticipate al mese di novembre, mentre per le colture già emerse si sono verificati problemi di "falsa partenza" con la moria delle piantine per effetto del deficit idrico di ottobre o comunque si è registrato un accrescimento molto stentato che ha limitato la disponibilità di erba per il pascolo. Tali problematiche legate alle condizioni di stress idrico si sono acuite anche a novembre, ugualmente siccitoso, quando le essenze foraggiere, sia spontanee che coltivate, hanno continuato ad accrescersi in modo limitato nonostante le temperature favorevoli del periodo. Le uniche colture che hanno presentato un ciclo regolare sono state quelle che hanno potuto beneficiare dell'irrigazione di soccorso (**figura 68**). La situazione nei campi è lievemente migliorata a dicembre, in particolare nei territori lungo la fascia orientale e centrale interessati da abbondanti apporti piovosi, in cui gli erbai, i prati e i pascoli hanno continuato ad accrescersi anche grazie alle temperature diurne sopra media; nella restante parte del territorio regionale le condizioni di siccità dei terreni hanno limitato fortemente la disponibilità di erba (**figura 69**). Durante il mese di gennaio sono da evidenziare le situazioni specifiche che hanno interessato i territori della Sardegna orientale duramente colpiti dalle condizioni di mal tempo di metà mese con danni alle infrastrutture, alle colture arboree e orticole e moria di numerosi capi di bestiame. Nello stesso mese nel cagliaritano sono stati registrati problemi per effetto della tromba d'aria e dell'esteso evento grandinigeno che ha interessato numerose aree. A parte tali gravi eventi, nel resto del territorio regionale non sono stati riscontrati danni particolari per le colture in campo, nonostante le basse temperature e/o gli eventi piovosi intensi, anche se le temperature rigide del mese hanno ulteriormente aggravato la situazione di ridotta disponibilità foraggera (**figura 70**). Le temperature sopra media di febbraio hanno consentito una buona ripresa delle foraggiere dei prati e degli erbai, mentre in molti casi è apparsa stentata l'attività vegetativa dei pascoli naturali, che con il freddo invernale e le scarse piogge hanno fatto registrare problemi nella ripartenza (**figura 71**). Con la prosecuzione del periodo siccitoso anche nei mesi successivi di marzo, aprile e maggio si sono acuiti i problemi relativi agli accrescimenti che sono stati ridotti su tutto il territorio regionale, con conseguente scarsa produzione di foraggio per il pascolamento e per la fienagione (**figura 72 e 73**). In generale, si è assistito ad un accorciamento del ciclo biologico all'inizio delle operazioni di affienamento già ad aprile, laddove è stato possibile. Unicamente le aziende dotate di sistemi di irrigazione hanno potuto garantire accrescimenti più regolari e la possibilità di disporre di erba per il

pascolamento del bestiame, evitando il ricorso all'utilizzo delle scorte di fieno aziendali o al loro acquisto per l'alimentazione del bestiame. Anche le condizioni termiche di fine aprile possono avere creato qualche problema. L'elevata escursione termica tra il giorno e la notte e le gelate, che hanno interessato per diversi giorni vaste aree dell'Isola, possono avere danneggiato le specie in campo, particolarmente se leguminose, provocando ingiallimenti e disseccamenti delle parti aeree. La situazione è ulteriormente peggiorata a maggio per effetto delle condizioni calde e asciutte del mese. Nel mese di giugno, infine, si sono concluse le operazioni di sfalcio e affienamento dei foraggi con produzioni mediamente basse e con scarso valore nutrizionale.

**Figura 68: Erbai irrigati a novembre.**



**Figura 69: Pecore al pascolo.**



**Figura 70: Paesaggio innevato a gennaio**



**Figura 71: Erbaio a febbraio.**



**Figura 72: Pascolo a marzo.**



**Figura 73: Erbaio ad aprile.**



## **Cereali autunno-vernini**

Tra il mese di novembre e dicembre si sono svolte regolarmente le operazioni di semina dei cereali minori e di seguito quelle del frumento, che nel mese di dicembre si trovava in una fase variabile da pre-emergenza a comparsa foglie. A gennaio, le coltivazioni di frumento hanno continuato a vegetare, seppure a ritmi piuttosto lenti, per effetto delle temperature rigide che hanno contraddistinto il mese. In generale, è stata osservata la fase di fine germinazione-accestimento. Anche i cereali minori hanno continuato regolarmente il loro ciclo, evidenziando fasi fenologiche più avanzate. Valori termici bassi in queste fasi di sviluppo svolgono un'azione positiva per la pianta perché da una parte limitano la diffusione delle infestanti e degli insetti e dall'altra favoriscono lo sviluppo dell'apparato radicale rispetto alla parte aerea, rendendo la pianta più resistente in caso di siccità primaverile. Le frequenti piogge di gennaio, invece, hanno creato qualche ostacolo per l'attività di concimazione del frumento nel caso di coltivazioni seminate più tardivamente, mentre per le colture seminate tra la metà di novembre e i primi di dicembre non si sono registrati particolari problemi. Non sono stati evidenziati, inoltre, danni rilevanti alle colture cerealicole causati da venti intensi o dalla grandinata estesa che ha colpito il Sud Sardegna a metà mese.

Le temperature sopra media di febbraio, unitamente alle precipitazioni (seppur non particolarmente abbondanti in alcune aree del Sud) hanno consentito alle colture di continuare il ciclo regolarmente. Con il graduale aumento delle temperature a marzo si è registrato un progressivo incremento dell'attività vegetativa delle specie cerealicole. In generale, qualche sintomo di sofferenza è stato osservato nelle coltivazioni seminate più in ritardo, in quanto maggiormente hanno risentito delle condizioni di carenza idrica che hanno contraddistinto il mese avendo un apparato radicale meno sviluppato. Nelle colture seminate più precocemente, particolarmente quelle di frumento, tra la fine di novembre e i primi di dicembre le coltivazioni sono apparse in buone condizioni potendo meglio sfruttare le precipitazioni dei primi mesi dell'anno. Le condizioni meteorologiche di aprile, caratterizzate da un prosieguo del periodo siccitoso e da un'elevata escursione termica, possono avere aggravato la situazione di stress per le coltivazioni di frumento seminate più in ritardo, particolarmente se in terreni sciolti e poco profondi. Le altre coltivazioni, in fase di spigatura-allegagione, hanno continuato il ciclo in modo regolare grazie anche alle provvidenziali piogge di inizio mese che hanno caratterizzato in particolare il centro-Sud dell'Isola. Per quanto riguarda le gelate non sono stati segnalati particolari danni se non in aree piuttosto limitate. Nessun particolare problema per le coltivazioni di cereali minori, se non per l'avena che può avere subito qualche danno da gelo. Nonostante le scarse precipitazioni e le temperature massime sopra media si sono registrati alcuni problemi fitosanitari nel tritcale, ma anche nel frumento, a causa delle infezioni di ruggine gialla che hanno interessato sia le aree settentrionali, più suscettibili (al di sopra dei 15 °C la vitalità delle uredospore si riduce sensibilmente), ma anche le zone meridionali, con danni alle lamine e alle spighe.

Nonostante la prosecuzione delle condizioni di stress idrico anche a maggio, le coltivazioni di frumento seminate in anticipo (tra la fine di novembre e gli inizi di dicembre) hanno continuato il loro ciclo abbastanza nella norma. Sono stati riscontrati problemi, invece, per quei campi seminati in ritardo che hanno risentito marcatamente della siccità primaverile e che hanno evidenziato piantine con accrescimento stentato, di aspetto ingiallito e con spighe poco sviluppate. In diverse aree del Nord e del Sud Sardegna sono proseguite anche a maggio le segnalazioni di infezioni da ruggine gialla sia su frumento che su tritcale. Durante il mese di giugno si sono concluse le operazioni di mietitrebbiatura del frumento con produzioni anche quest'anno apprezzabili in quasi tutto il territorio regionale. Gli unici problemi hanno riguardato i campi che sono stati seminati in ritardo, che non hanno sufficientemente beneficiato delle piogge del periodo invernale, e le coltivazioni della Nurra, in particolare, molto colpite dalla carenza di precipitazioni soprattutto primaverili.

Per il resto anche i cereali minori hanno realizzato produzioni soddisfacenti sfruttando le piogge invernali e la loro resistenza alla prolungata siccità.

## **Foraggiere e cereali primaverili-estivi**

Per quanto riguarda le specie foraggiere e cerealicole a ciclo primaverile-estivo (erba medica, sorgo, mais e miglio), le semine sono avvenute tra i mesi di aprile e maggio con qualche problema e ritardo a seguito delle scarse piogge primaverili che non hanno agevolato le operazioni di lavorazione dei terreni. Nel mese di maggio per le colture già in campo, gli accrescimenti sono stati regolari unicamente nelle aree in cui l'irrigazione è stata

adeguata, nonostante le alte temperature che hanno caratterizzato il mese (oltre i 30 °C per più giorni consecutivi). Al contrario, tutte le coltivazioni non sufficientemente irrigate hanno manifestato condizioni di stress idrico. Tale situazione è proseguita anche nella stagione estiva particolarmente calda e seccata (**figura 74**). La persistenza di valori termici sopra i 35 °C a luglio, nel caso del mais, può avere determinato problemi nel processo di fioritura ed impollinazione tipico del periodo con ripercussioni nella resa finale sia di granella che di insilato. Nel corso del mese sono proseguiti gli sfalci nelle coltivazioni di sorgo per il foraggiamento verde e i tagli di erba medica. In entrambi i casi, laddove la disponibilità di acqua non ha rappresentato un fattore limitante, si sono ottenute buone rese, anche in considerazione dell'elevata tolleranza di tali specie nei confronti degli eccessi termici anche prolungati (**figura 75**). Si segnalano, invece, problemi in questo periodo per le colture di riso dovute alle alte temperature e agli alti tassi di evapotraspirazione. Le condizioni termopluviometriche di luglio possono avere arrecato problemi di stress fisiologico per gli animali al pascolo, come riportato nella sezione relativa agli indici biometeorologici, con possibili conseguenze non solo nelle produzioni di latte ma anche nelle varie fasi della gestazione. Anche ad agosto sono proseguiti regolarmente i tagli di erba medica, gli sfalci degli erbai estivi di sorgo e l'utilizzo del miglio per il pascolamento. Il mais ha mostrato fasi variabili dalla fioritura alla maturazione. Nel mese di settembre si sono svolte le operazioni di raccolta con rese variabili in base al soddisfacimento o meno delle esigenze idriche delle colture. Le precipitazioni che hanno caratterizzato alcune aree dell'Isola, in particolare a inizio e fine mese, hanno permesso di effettuare le lavorazioni di preparazione per le semine autunno-vernine (**figura 76**) e hanno consentito, seppur in modo esiguo, il ricaccio e la germinazione delle essenze spontanee dei pascoli naturali o delle specie coltivate.

Tuttavia, in gran parte del territorio regionale in questo periodo erano visibili i segni della prolungata siccità che ha contraddistinto il territorio dalla primavera in poi, con superfici aride e brulle e pascoli completamente ingialliti (**figura 77**).

**Figura 74: Erbaio di mais a luglio.**



**Figura 75: Prato di medica a luglio.**



**Figura 76: Lavorazioni estive.**



**Figura 77: Campi ingialliti a settembre dopo prolungata siccità.**



## 6. FENOLOGIA

La fenologia studia il succedersi delle fasi del ciclo delle piante e le relazioni dello sviluppo delle stesse in funzione di fattori meteorologici e geomorfologici come la temperatura, le precipitazioni, l'umidità, la radiazione, l'esposizione e l'orientamento, la quota del sito, la distanza dal mare o dal fondovalle. Variazioni meteorologiche stagionali sono in grado di anticipare o posticipare il regolare ciclo di accrescimento e sviluppo della vegetazione spontanea e coltivata. L'osservazione del manifestarsi delle fasi fenologiche è, per il World Meteorological Organization, WMO, equiparato ad un dato ambientale.

La Rete Fenologica Regionale ARPAS effettua i rilievi fenologici a Sassari, Oristano, Badde Salighes, Nuoro, Portoscuso e Cagliari, allo scopo di rilevare le variazioni nel manifestarsi delle principali fasi fenologiche per le più importanti specie spontanee, coltivate e di interesse allergologico, apistico e nell'ambito del monitoraggio delle specie aliene invasive, con particolare riferimento al Regolamento UE n° 1143/2014. Fra le priorità legate al Regolamento sono state identificate per ora il *Senecio inaequidens* sul Monte Limbara e l'*Eichornia crassipes*, il giacinto d'acqua, nell'oristanese; vengono inoltre monitorate l'*Acacia saligna*, l'*Acacia dealbata* per le problematiche che crea in Corsica, *Hydrocotyle ranunculoides*, e la *Robinia pseudoacacia*.

### Ottobre - dicembre 2016

La siccità e l'andamento termico del periodo autunnale hanno ridotto la fioritura estiva di molte specie che tipicamente prolungano la fioritura nei mesi autunnali. Nella **tabella 1** i rilievi fenologici sul cipresso, *Cupressus sempervirens*, effettuati fra novembre e dicembre 2016.

**Tabella 1: Rilievi fenologici Arpas sul cipresso effettuati fra novembre e dicembre.**

Dipartimento	Latitudine	Quota metri	N. rilievi	Rilievo principale	Località	Fase fenologica media riscontrata
Meteoclimatico	40,77	83	3	25 novembre	reg. Marchetto Sassari	Coni polliniferi immaturi
Sulcis	39,1	27	1	15 dicembre	Portoscuso	Coni polliniferi immaturi
Oristano	39,89	7	1	16 dicembre	Oristano	Coni polliniferi immaturi

### Gennaio - settembre 2017

La fioritura del *Cupressus sempervirens* è iniziata nell'ultima decade di gennaio 2017, per proseguire fino al mese di marzo negli areali montani del centro Sardegna.

Nella prima decade di febbraio si è registrata la fioritura dell'*Acacia dealbata* nella stazione di rilevamento fenologico di Marchetto, Sassari, con alcune settimane di ritardo rispetto al 2015, anno in cui le temperature miti dell'autunno avevano generato un anticipo fenologico rilevante. Nel 2006 la fioritura era avvenuta ugualmente nel corso della prima decade di febbraio.

Nel corso della terza decade di febbraio nell'areale di monitoraggio fenologico di Porto Ferro, Alghero, si è registrata la fioritura della *Acacia saligna*.

Nel mese di marzo si è registrato il risveglio vegetativo della *Robinia pseudoacacia* nell'Oristanese, nello stesso periodo sempre ad Oristano si è registrata la fase fenologica di mignolatura dell'olivo.

Durante il mese di aprile si è manifestata la fioritura della *Robinia pseudoacacia* e delle altre principali specie della macchia mediterranea.

Fra marzo e aprile il ciclo vegetativo della vite è stato particolarmente influenzato dall'andamento termico primaverile nella fase di accrescimento vegetativo a causa delle gelate.

Fra il 19 e il 25 aprile 2017 si sono avute gelate da avvezione che hanno causato danni ai vigneti. La giornata

**Figura 78: Acacia dealbata fiorita durante la prima decade di febbraio 2017 - Loc Marchetto, Sassari.**



più fredda è stata il 21 aprile, in cui si sono a Illorai si è raggiunto i  $-6^{\circ}\text{C}$  e a Gavoi  $-5^{\circ}\text{C}$ . Il settore vitivinicolo in questa giornata ha subito danni ingenti. I fondivalle del Mandrolisai e la Gallura le zone più colpite. Fenomeni isolati si sono registrati addirittura a Sant'Antioco.

Nei casi peggiori, nei comprensori vitivinicoli, tali gelate hanno danneggiato i tralci in sviluppo vegetativo, compromettendo in alcuni casi la resa stagionale del vigneto.

La fine di aprile e l'inizio del mese di maggio ha visto la fioritura dell'olivo, per la maggior parte delle varietà. L'olivo non è stato quindi danneggiato dalle gelate del mese di aprile, in quanto non era ancora in fiore.

Nel corso della primavera sono iniziati i rilievi fenologici Arpas del Giacinto d'acqua, *Eichhornia crassipes*, in quanto annoverato nell'elenco Invasive più pericolose: *Alien plants of Union Concern* (Reg. 1143/2014). L'inclusione in questo elenco significa che è illegale la detenzione e la diffusione della specie. Anche questa specie è stata introdotta in passato, per usi ornamentali, stagni fioriti. Il Giacinto d'acqua (continuamente rimosso dalle amministrazioni locali) è attualmente presente alla foce dello stagno di Cabras mentre è stato recentemente rimosso dallo stagno di S.Giusta.

A sinistra in **figura 79** la foto scattata l'11 maggio all'ingresso dello stagno di Cabras, a destra la foto scattata il 9 agosto; è evidente il rapido sviluppo vegetativo a seguito dell'espansione e colonizzazione dell'area.

**Figura 79: Colonizzazione del Giacinto d'acqua all'ingresso dello stagno di Cabras.**



**Figura 80: Rilievi fenologici sul Senecio a Cagliari.**



In **figura 80** la foto scattata il primo settembre a Cagliari nella stazione fenologica di Marina Piccola sul *Senecio angulatus*. Anche il senecio è una specie originaria del sud Africa che è stata introdotta in passato come pianta ornamentale e viene monitorata per il suo carattere infestante.

Fra agosto e settembre si sono avute le vendemmie nelle località costiere e collinari. Gli otto giorni con temperature superiori a 45 gradi hanno danneggiato la produzione vitivinicola. La siccità ha creato un calo produttivo ai vigneti in cui non era presente un adeguato sistema di irrigazione di soccorso e in quei territori in cui la pratica dell'irrigazione non è comunque diffusa. La perdita di produzione pertanto è stata molto variabile. Rispetto alla media nazionale, che si assesta fra il 20 e il 30% di perdita complessiva di prodotto, l'associazione fra gelate tardive del mese di aprile e temperature oltre i 45°C ha in taluni casi portato la perdita di produzione complessiva a livelli altissimi, compromettendo il raccolto annuale in percentuali anche di molto superiori al 50%.

Le seppur ridotte precipitazioni del periodo primaverile-estivo sono state comunque provvidenziali e hanno giovato allo sviluppo fenologico dell'olivo che è arrivato al mese di settembre in annata di carica con corretto sviluppo delle drupe, in particolare nel Nord Sardegna.

## 7. INDICE DI VEGETAZIONE DA SATELLITE (NDVI)

L'Indice di vegetazione da satellite NDVI è generato dal Dipartimento MC di Arpas tramite l'acquisizione dei dati dal satellite ambientale NOAA, questo indice esprime la biomassa fotosinteticamente attiva, sfruttando la diversa risposta della copertura vegetale alle bande spettrali del visibile e dell'infrarosso. L'indice varia da 0 a 1 ed è una indicazione qualitativa molto utile in particolare per valutare il rischio incendi potenziale.

Valori elevati dell'Indice corrispondono ad attività fotosintetica significativa (0,6-0,8), e sono rappresentati convenzionalmente con i toni del verde scuro. Valori bassi dell'Indice (0,2-0,4) corrispondono ad attività fotosintetica ridotta, come nel caso delle aree a forte presenza di necromassa, e sono rappresentate con toni di verde acido e giallo ocra, marrone, come illustrato nella classificazione in **figura 81**, sviluppata da Arpas nel 2004.

**Figura 81: classificazione valori NDVI.**

	Classe 0 Non classificabile < 0,05		Classe 3 Discreto 0,26 - 0,40
	Classe 1 Necrotizzato 0,05 - 0,15		Classe 4 Vigoroso 0,41 - 0,59
	Classe 2 Scarso 0,16 - 0,25		Classe 5 Molto vigoroso > 0,60

Le aree omogenee vegetate con macchia alta e bosco presentano valori NDVI abbastanza costanti nel corso dell'anno, le aree a prato pascolo e gli incolti periurbani sono maggiormente mutevoli nel corso dell'anno e presentano elevati valori in corrispondenza della stagione delle piogge (ottobre - aprile) per poi calare sensibilmente in estate.

Queste caratteristiche rendono l'NDVI utile al fine di comprendere la diversa suscettibilità del territorio al rischio incendi. Inoltre è un indice dinamico, a differenza

ad esempio delle carte di uso del suolo che riflettono una situazione teorica senza la componente temporale. Per ulteriori approfondimenti si rimanda al sito ARPAS IMC ricordando che è un indice qualitativo e non quantitativo, non vede, cioè, la profondità degli strati di vegetazione ma, chiaramente, solo lo strato superficiale visibile da satellite. Un pixel ha la risoluzione di 1,1 x 1,1 Km e la mappa della Sardegna è composta da 19.000 pixel circa.

### Ottobre - dicembre 2016

Fra ottobre e novembre assistiamo ad un insolito calo dei valori NDVI, evidente in **figura 82**, dove sono presenti i valori medi mensili dell'indice a ottobre e novembre e quelli relativi alle singole tre decadi di novembre. Novembre presenta valori NDVI particolarmente bassi a seguito delle anomalie meteorologiche, termiche e pluviometriche registrate nel corso dell'autunno, ovvero le elevate temperature registrate e lo scarso apporto di precipitazioni, condizioni tipiche dei mesi estivi, simili alle condizioni di aridità già verificatesi nello stesso periodo del 2014 anche se in maniera meno intensa e continua. I valori mediamente più bassi si registrano nella prima decade di novembre. Nel corso della seconda e terza decade i valori permangono ridotti. In particolare nella terza decade si assiste ad una notevole riduzione dei valori NDVI nel Nord Sardegna, con numerosi pixel riferibili alla prima classe (necrotizzato); a dicembre si assiste ad un lieve incremento dei valori.

**Figura 82: A sinistra i valori medi mensili di NDVI di ottobre e novembre e a destra le tre decadi di novembre 2016**



### Gennaio - marzo 2017

Nel mese di dicembre e nei mesi invernali fino al mese di marzo i valori NDVI rimangono abbastanza ridotti per la mancanza di precipitazioni.

### Aprile - settembre 2017

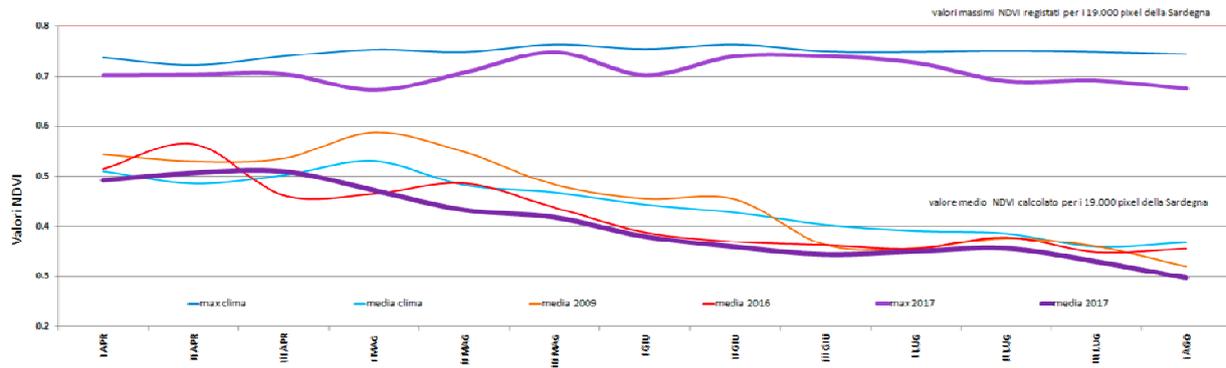
Durante la primavera 2017 le precipitazioni sono risultate particolarmente scarse, pertanto i valori dell'indice NDVI risultano nei valori massimi al di sotto dei valori medi stagionali (**figura 83**).

I valori medi nell'aprile 2017 sono risultati, invece, quasi in linea con il decennio di riferimento per poi calare e risultare sensibilmente al di sotto dalla prima decade di maggio alla prima decade di giugno. (trend tipico stagionale, ma solitamente con valori non così bassi).

Ad agosto le elevate temperature e la persistenza delle stesse, la totale assenza di precipitazioni, hanno fatto sì che il valore medio di NDVI della prima decade (0,30) sia risultato fra i più bassi registrati in assoluto da Arpas da quando è stato implementato l'indice per la Sardegna nel 2004. Si sono superati i valori della prima decade di agosto 2009 in cui si calcolò 0,32 di valore medio NDVI per la Sardegna. Questo condurrebbe a ipotizzare una elevatissima presenza di necromassa potenziale sul territorio. Ciò è solo in parte vero, perché comunque bisogna considerare che durante la fine del periodo invernale e per tutta la primavera 2017 il regime pluviometrico è stato particolarmente ridotto pertanto la presenza di vegetazione spontanea erbacea annuale non è così elevata come in altri anni in cui si sono avute elevate precipitazioni durante la stagione delle piogge (es. 2009), e ciò ha avuto un impatto considerevole sul rischio incendi potenziale.

Nel grafico, nella parte alta, i valori massimi NDVI. Si vede come i massimi 2017, in viola, siano costantemente da aprile a agosto al di sotto dei valori medi massimi 2004- 2013, in blu, per la ridotta presenza di precipitazioni. Nella parte bassa del grafico, i valori medi generali NDVI. In viola i valori del 2017, in azzurro i valori medi del decennio 2004-2013, in rosso i valori del 2016, in arancione i valori del 2009.

**Figura 83: Andamento valori dell'Indice dal mese di aprile al mese di agosto 2017**



## 8. BIOMETEOROLOGIA - HEAT INDEX

*Heat Index* (HI) o indice di calore permette di stimare la condizione di disagio fisiologico avvertita dalle persone in condizioni di “caldo afoso”. In particolare, in base ai valori assunti dall’indice sono definiti cinque livelli di disagio con associata la descrizione del rischio, riportati nella seguente tabella:

HEAT INDEX	LIVELLO DISAGIO	DESCRIZIONE RISCHIO
HI<27	NESSUN DISAGIO	-
27≤HI<32	CAUTELA	Possibile stanchezza per prolungata esposizione e/o attività fisica.
32≤HI<41	ESTREMA CAUTELA	Possibile colpo di sole, crampi muscolari da calore per prolungata esposizione e/o attività fisica
41≤HI<54	PERICOLO	Probabile colpo di sole, crampi muscolari da calore o spossatezza da calore. Possibile colpo di calore per prolungata esposizione e/o attività fisica.
HI≥54	ELEVATO PERICOLO	Elevata probabilità di colpo di calore o colpo di sole in seguito a continua esposizione.

Il periodo maggio–settembre 2017 è stato caratterizzato da una condizione meno critica rispetto alla media pluriennale (1995-2014) durante i mesi di maggio e settembre, mentre nel trimestre giugno-agosto i valori di HI sono stati in linea o più critici del dato medio su tutto il territorio regionale. Il mese più afoso tra quelli analizzati è stato **agosto** (**figure 84 e 85**) in cui l’HI medio ha variato tra 27 e 33 (livelli di *Cautela* ed *Estrema Cautela*), mentre la media dei valori massimi è risultata compresa tra 27 e 38 (livelli di *Cautela* ed *Estrema Cautela*) con i valori più alti distribuiti nella piana di Ottana, nelle aree di Macomer e di Portoscuso.

Se si analizza la permanenza di ore nei diversi livelli di rischio calcolata per l’intero periodo maggio-settembre 2017 (**figura 86**) è possibile constatare come le stazioni di Dorgali Filitta, Ottana, Ottana Sa Serra, Portoscuso, Portoscuso I Maggio, Sarroch Rossini e Siniscola via Napoli abbiano totalizzato il maggior numero di ore suddivise principalmente tra i livelli di *Cautela* ed *Estrema Cautela* e, in alcuni casi, anche di *Pericolo*. Rispetto al dato medio, per quelle stazioni in cui è presente il riferimento, è stato riscontrata una maggiore persistenza nelle classi meno disagiate, mentre in quella di *Pericolo* il dato medio è risultato in genere superiore (**figura 87**). Il valore di HI più alto del periodo è stato registrato nella stazione di Portoscuso, pari a 47, seguito dai 45 di Macomer Caria e Nuoro ex-Omni (**figura 88**). Il resto delle stazioni hanno fatto registrare massimi compresi tra 36 e 44. Rispetto al dato medio, laddove esiste un riferimento, sono stati osservati massimi assoluti inferiori come, ad esempio, nelle stazioni di Giave, Olmedo ed Orosei (**figura 89**). L’unica eccezione ha riguardato le stazioni di Putifigari, Sassari Prato Comunale e Scano Montiferro che, invece, hanno fatto registrare massimi più elevati della media.

Nelle **figure 90-97** è riportato l’andamento dell’indice HI massimo giornaliero relativamente alle stazioni più significative del periodo. In tutte le stazioni esaminate dalla metà di giugno agli inizi di settembre l’indice ha registrato livelli di *Estrema Cautela* e *Pericolo* per diversi giorni consecutivi con dei cali osservabili agli inizi e alla fine di luglio e a metà agosto quando si sono verificate condizioni di maltempo. Durante la prima metà di giugno e nel mese di settembre le condizioni sono state di *Cautela* o di *Nessun Disagio*.

Figura 84: HI medio e raffronto con i valori medi del periodo 1995-2014 - Agosto 2017.

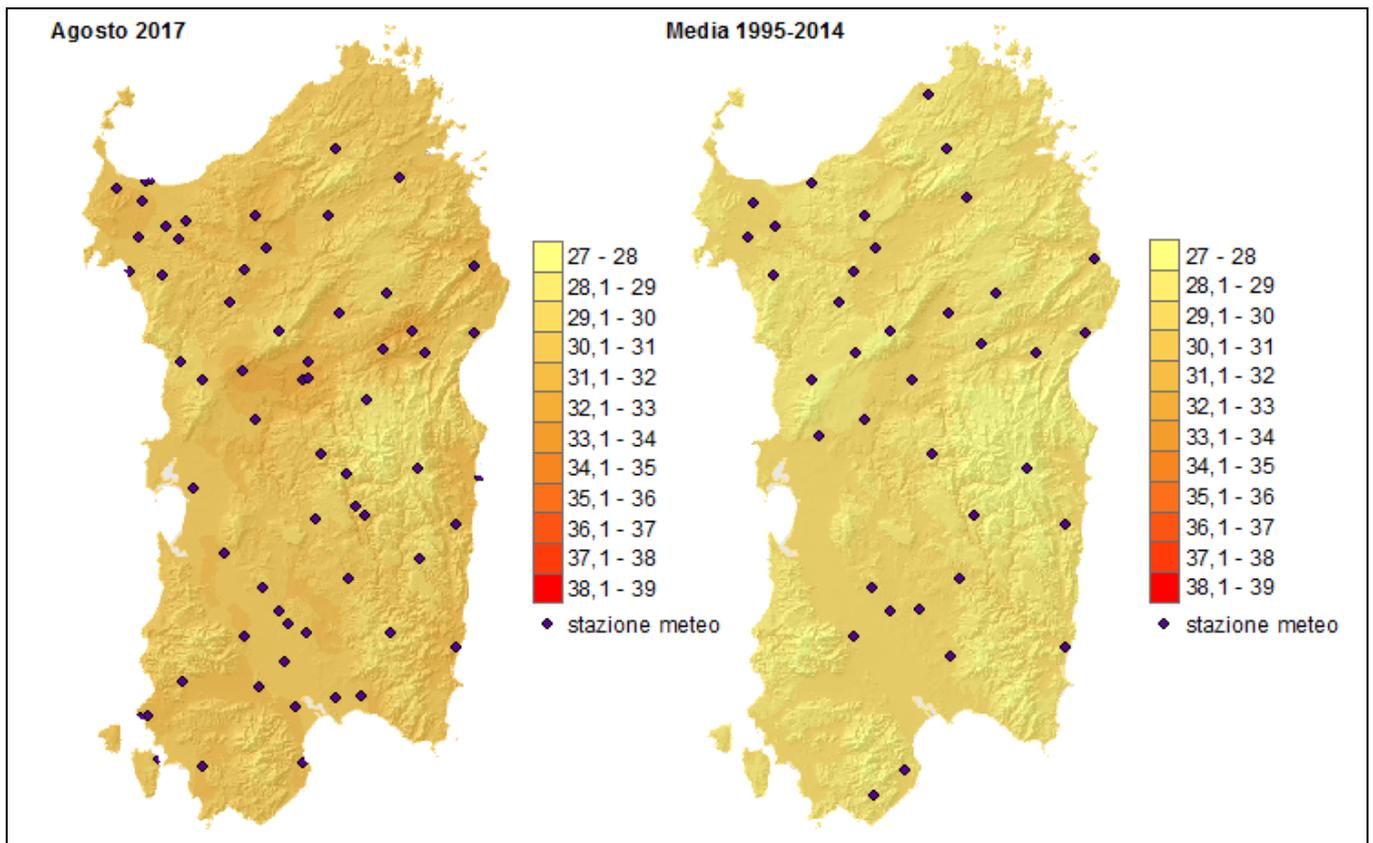


Figura 85: HI - media delle massime e raffronto con i valori medi del periodo 1995-2014 - Agosto 2017.

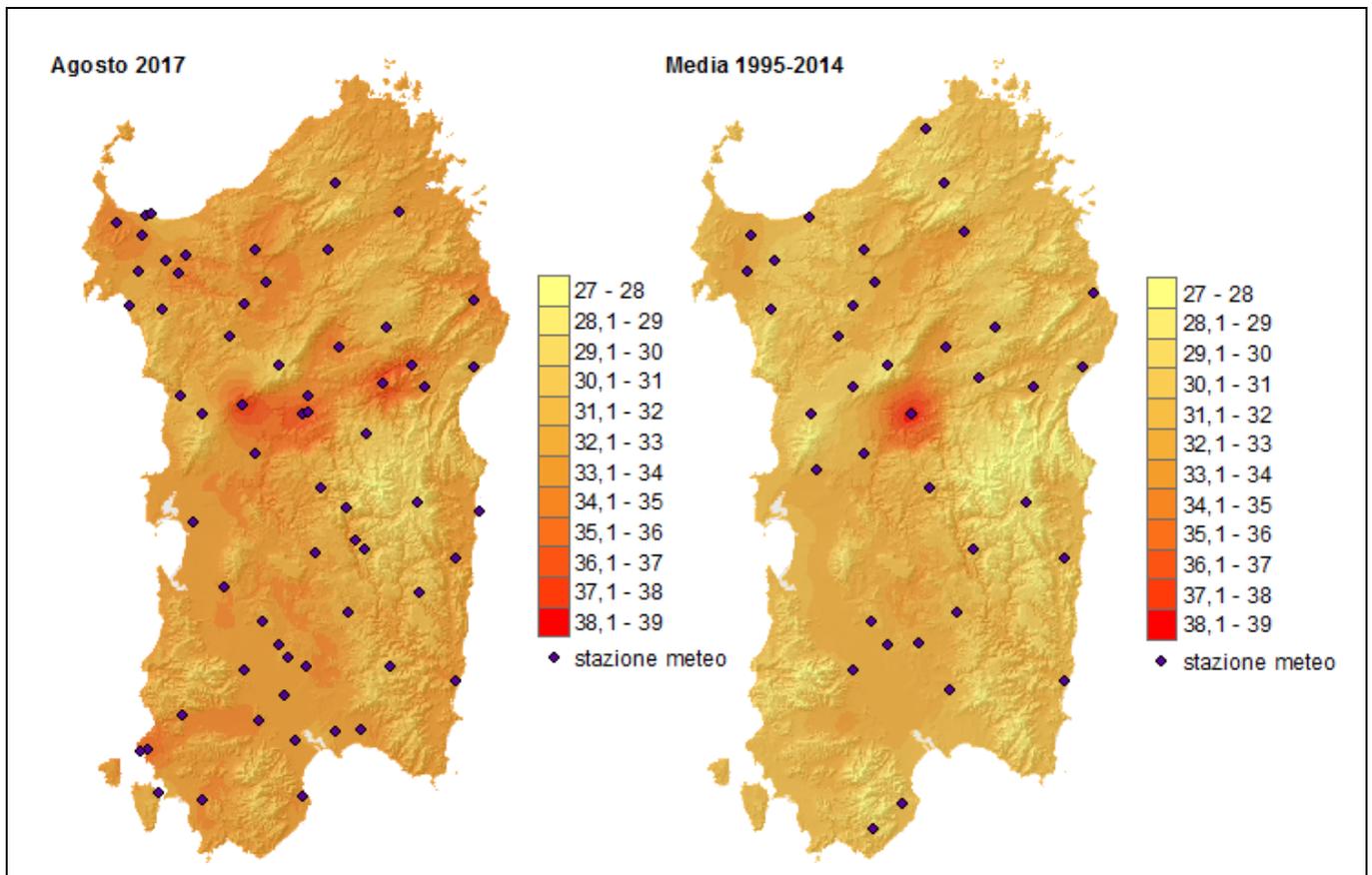


Figura 86: Totale ore mensili con HI nei diversi livelli di disagio per il periodo maggio-settembre 2017.

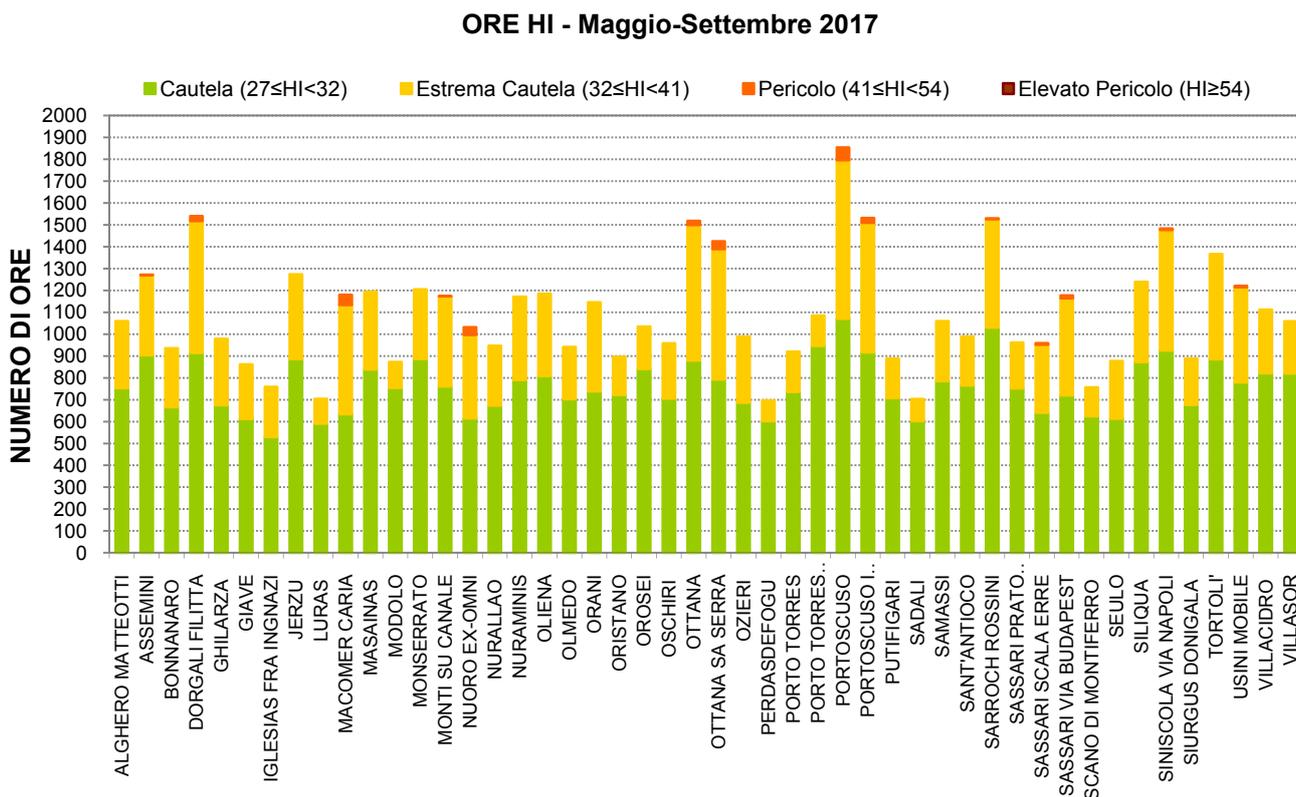


Figura 87: Anomalia delle ore mensili rispetto alla media 1995-2014 relativa al periodo maggio-settembre.

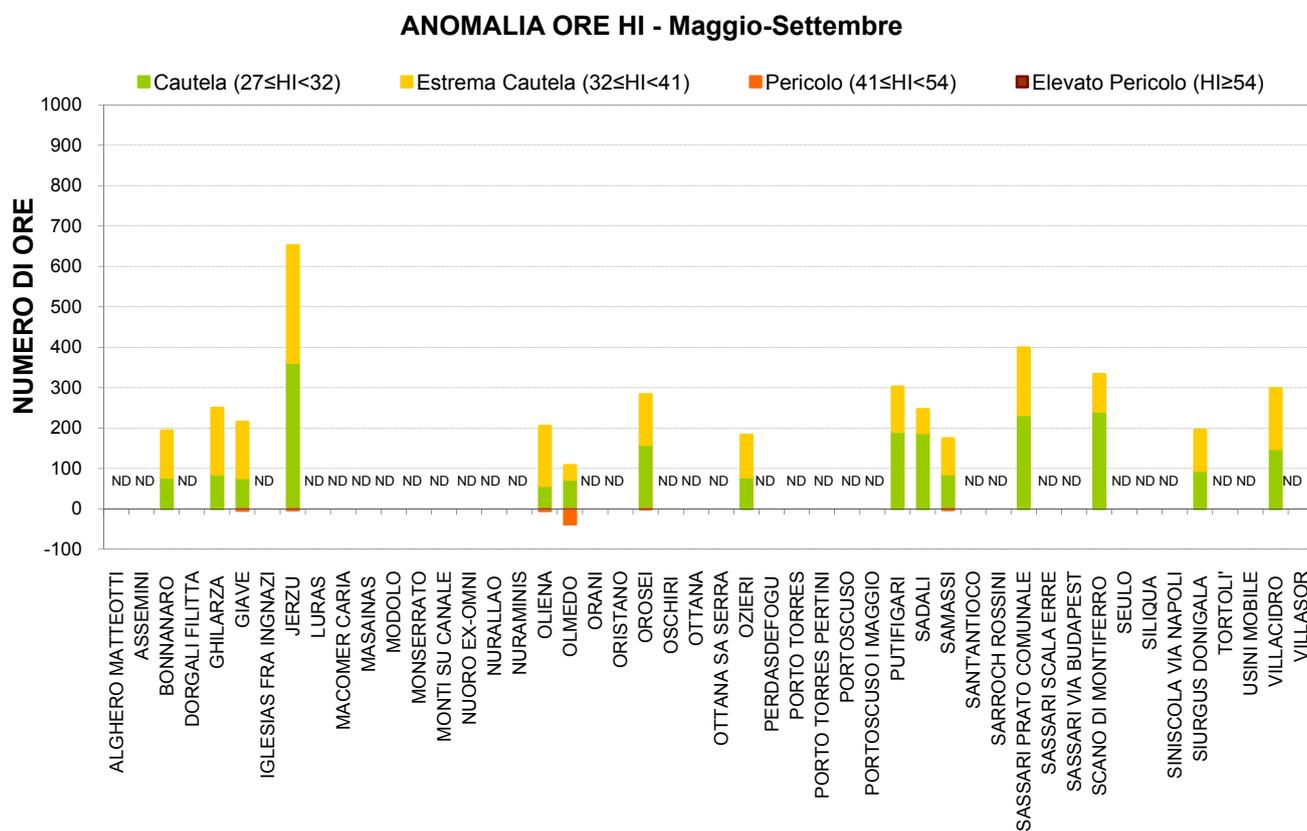


Figura 88: HI massimo assoluto relativo al periodo maggio-settembre 2017.

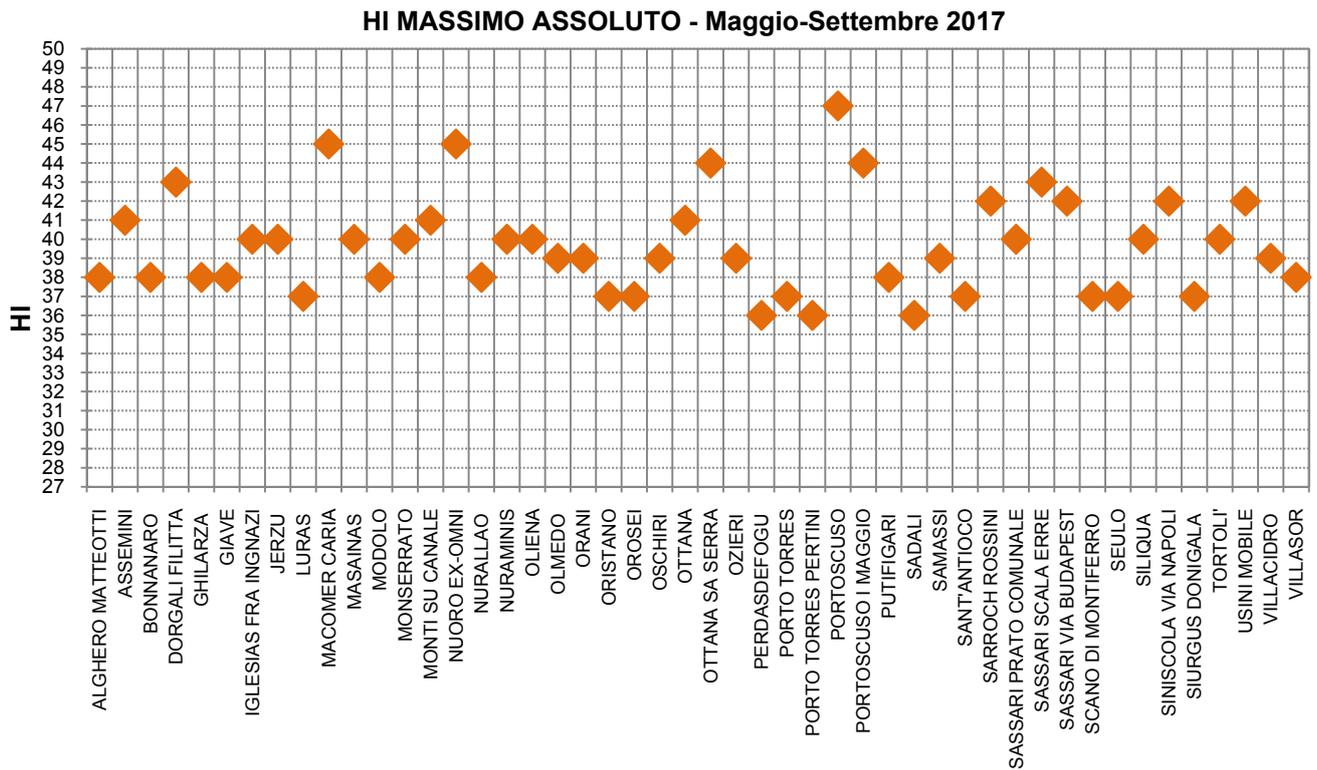


Figura 89: Anomalia del massimo assoluto rispetto alla media 1995-2014 relativa al periodo maggio-settembre.

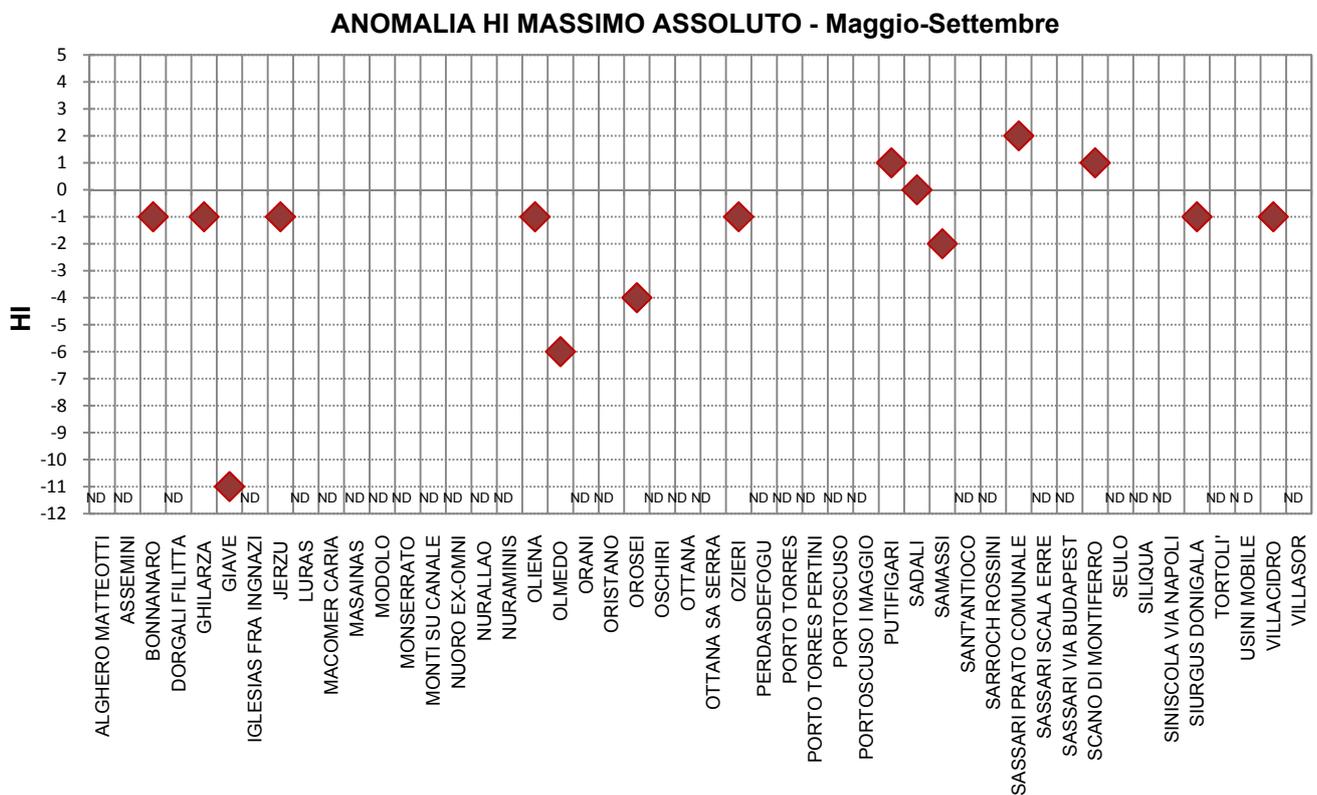


Figura 90: HI massimo giornaliero nel periodo maggio-settembre 2017 – Stazione di Dorgali Filitta.

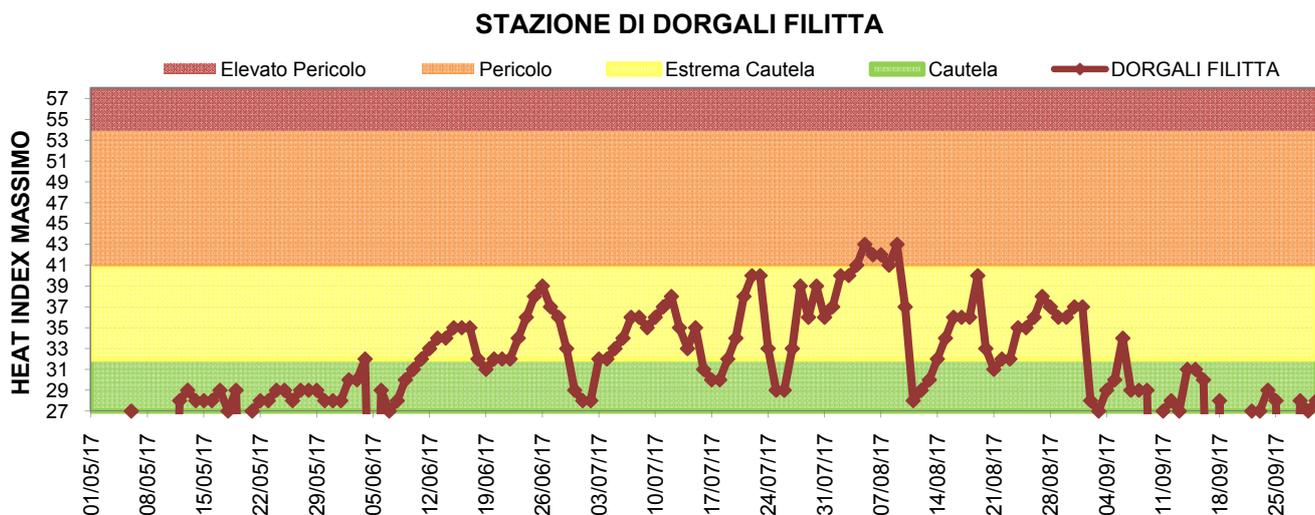


Figura 91: HI massimo giornaliero nel periodo maggio-settembre 2017 – Stazione di Macomer Caria.

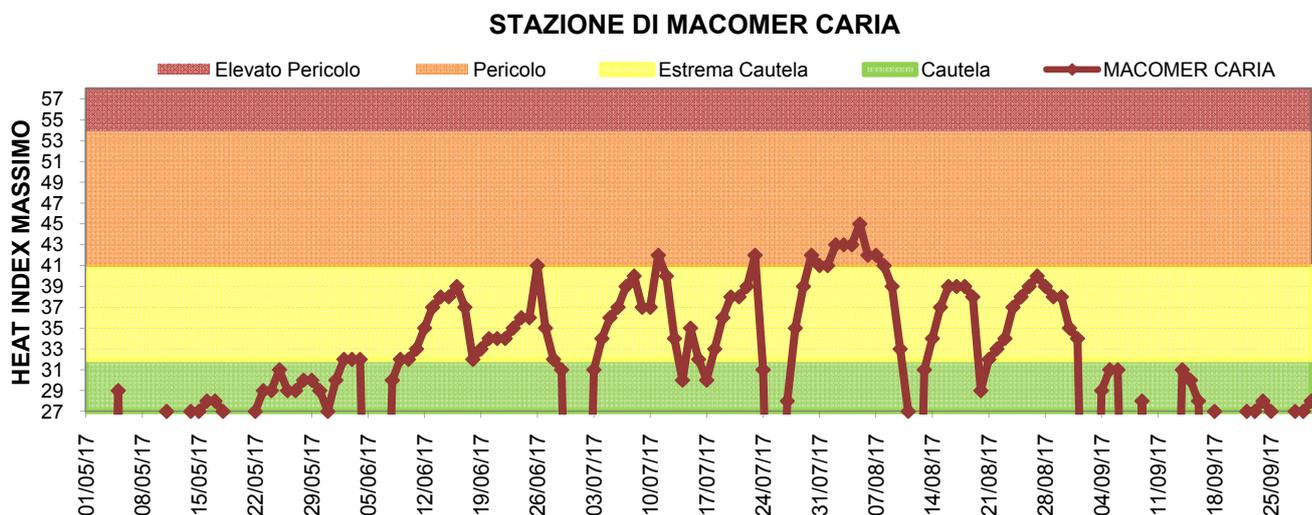


Figura 92: HI massimo giornaliero nel periodo maggio-settembre 2017 – Stazione di Nuoro ex-Omni.

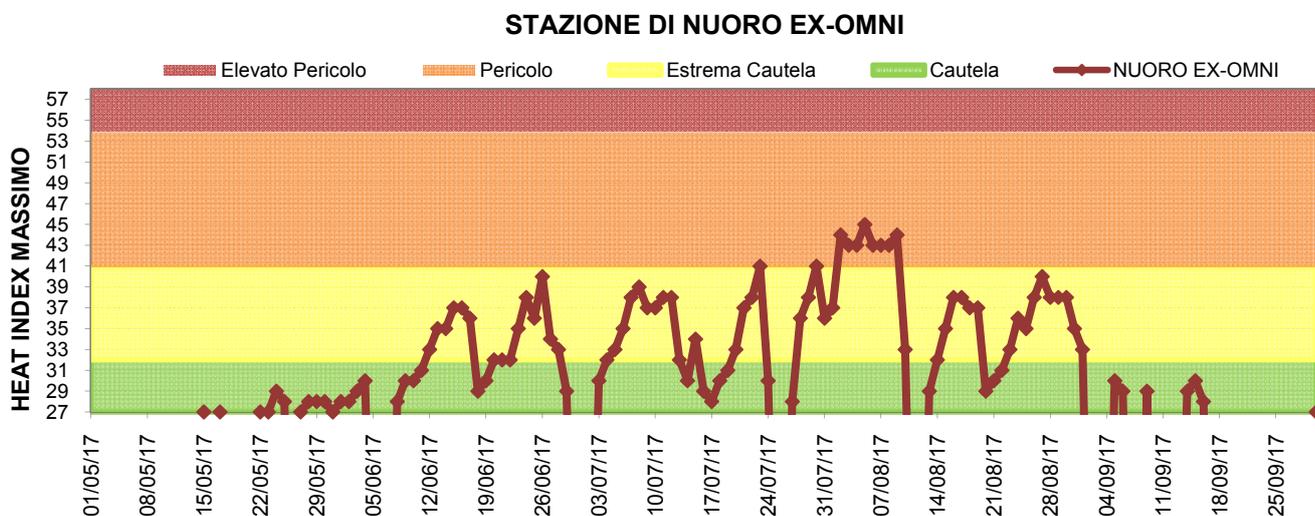


Figura 93: HI massimo giornaliero nel periodo maggio-settembre 2017 – Stazione di Ottana Sa Serra.

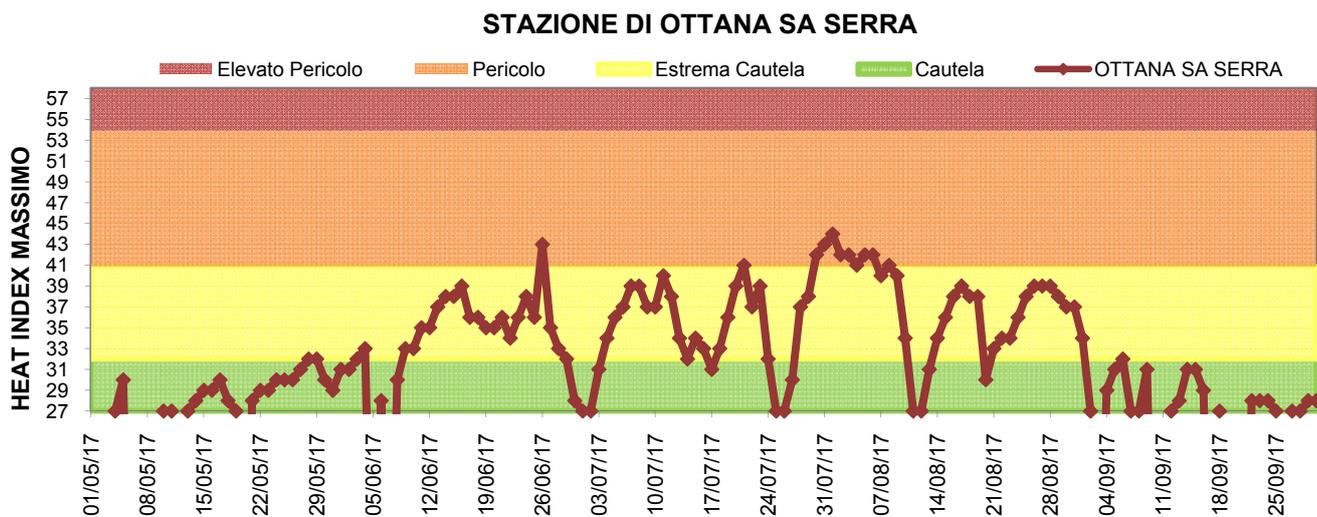


Figura 94: HI massimo giornaliero nel periodo maggio-settembre 2017 – Stazione di Portoscuso.

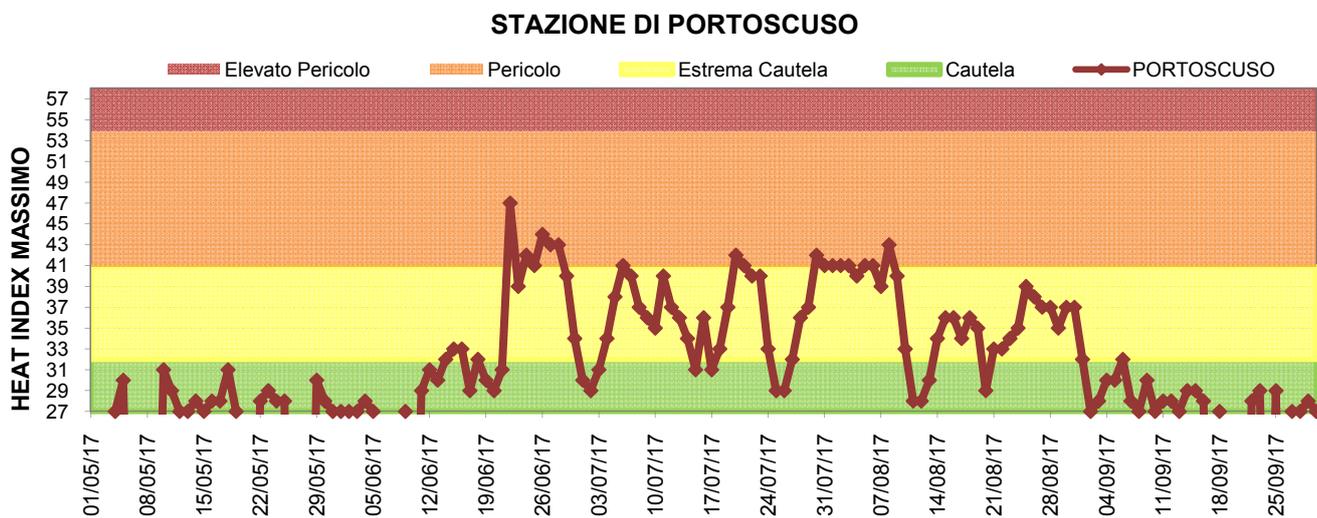
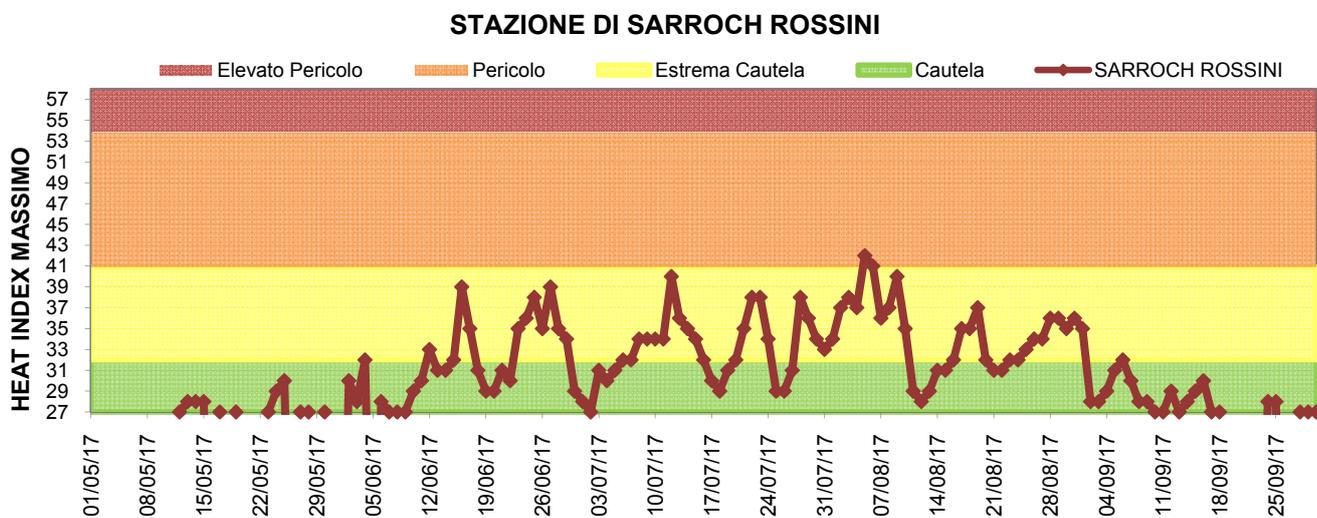
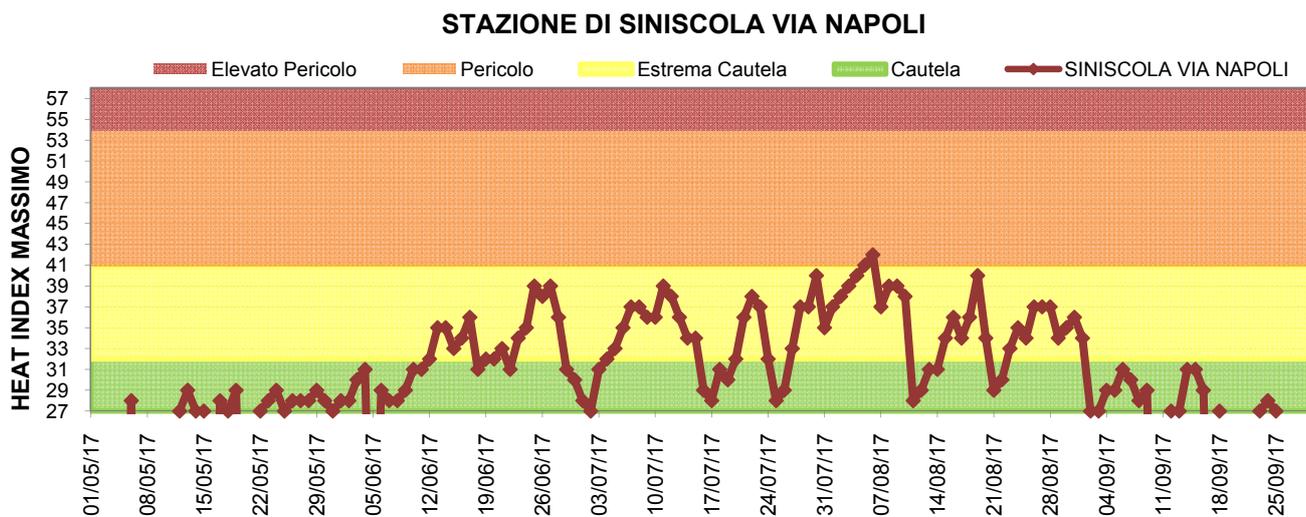


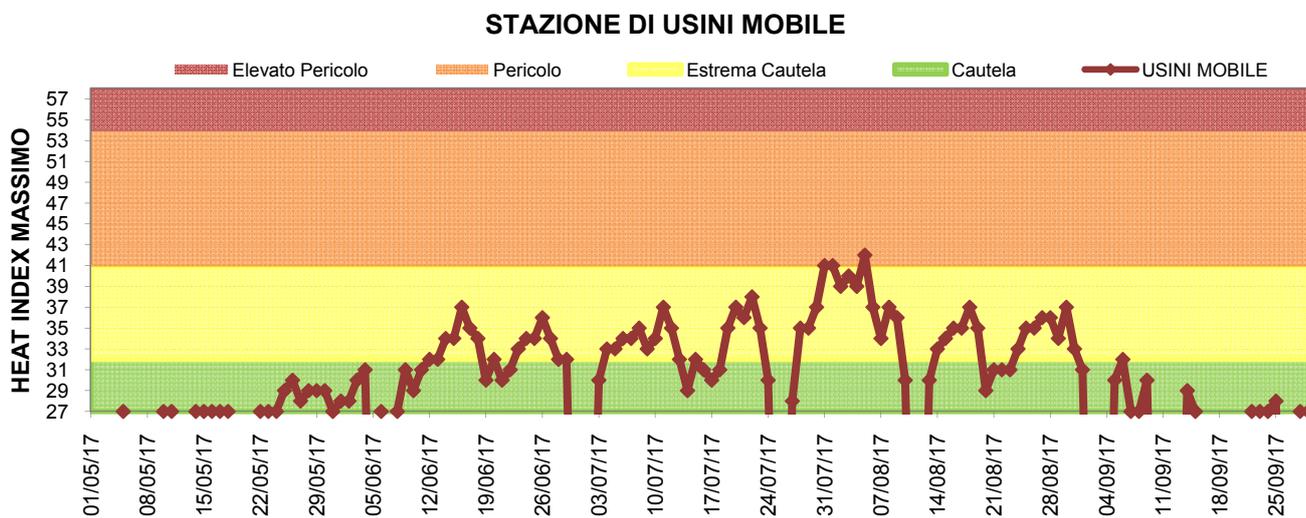
Figura 95: HI massimo giornaliero nel periodo maggio-settembre 2017 – Stazione di Sarroch Rossini.



**Figura 96: HI massimo giornaliero nel periodo maggio-settembre 2017 – Stazione di Siniscola via Napoli.**



**Figura 97: HI massimo giornaliero nel periodo maggio-settembre 2017 – Stazione di Usini mobile.**



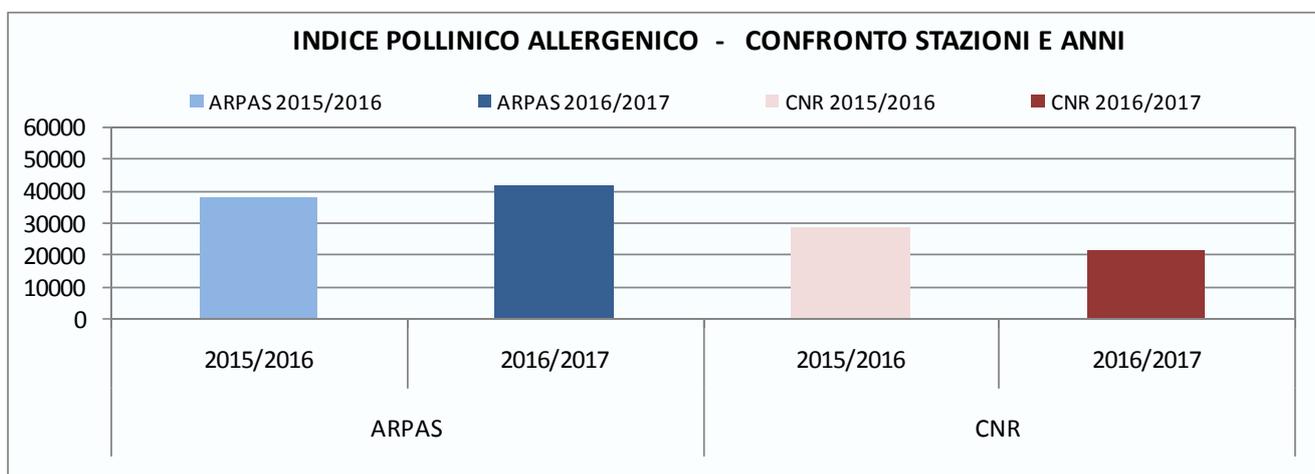
## 9. AEROBIOLOGIA

Nel gennaio 2015 l'ARPAS e il CNR-IBIMET e ISE hanno iniziato un'attività di monitoraggio aerobiologico nella città di Sassari esaminando due aree differenti: una periferica (l'ARPAS con campionario in viale Porto Torres presso la sede del Dipartimento MeteoClimatico di ARPAS) e una centrale (il CNR con campionario in viale Mancini presso il Liceo Azuni).

Nella **figura 98** è riportata l'elaborazione dell'**Indice Pollinico Allergenico (IPA)** relativamente al periodo ottobre 2016 – settembre 2017 unitamente al confronto con lo stesso periodo 2015/2016 e al confronto tra le due stazioni. E' possibile osservare come la stazione ARPAS nel periodo 2016/2017 abbia avuto valori di IPA superiori rispetto alla stazione CNR (42000 vs 26000). Rispetto al periodo precedente 2015/2016 la stazione ARPAS ha rilevato più pollini (+10%), mentre il CNR meno (-30%).

**L'Indice Pollinico Allergenico** rappresenta, in questo caso, la somma delle concentrazioni medie giornaliere rilevate per il periodo in esame dei pollini appartenenti alle 7 famiglie più allergeniche e diffuse del territorio nazionale quali *Betulaceae*, *Compositae*, *Corylaceae*<sup>4</sup>, *Cupressaceae/Taxaceae*, *Graminaceae*, *Oleaceae* ed *Urticaceae*.

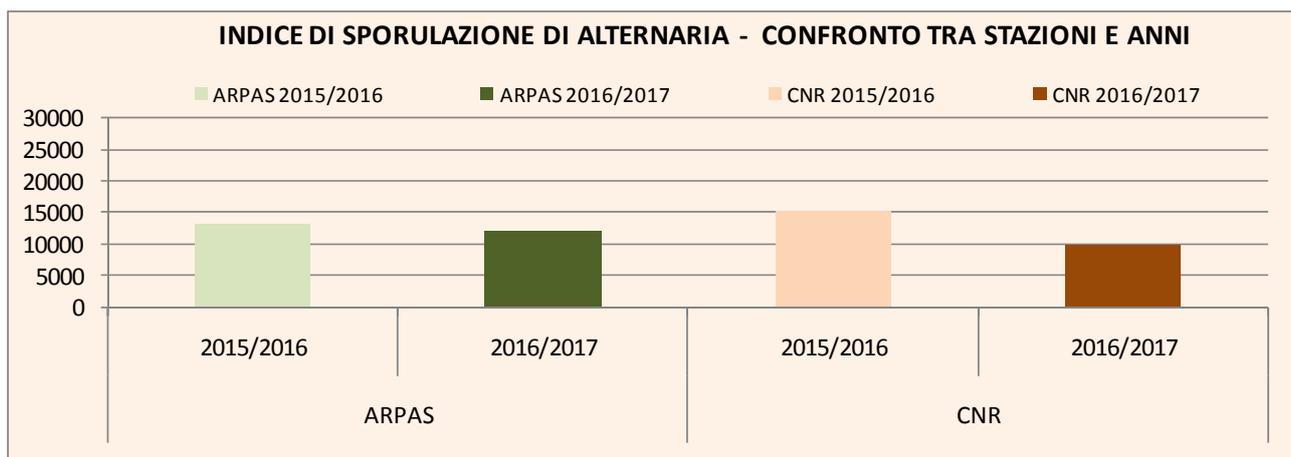
**Figura 98: Indice Pollinico Allergenico – Confronto tra stazioni e anni.**



Relativamente all'Indice di Sporulazione di *Alternaria* (**figura 99**) è possibile osservare come anche in questo caso la stazione ARPAS di periferia abbia avuto valori superiori rispetto a quella urbana del CNR (13000 vs 10000). Entrambi i valori sono comunque stati inferiori rispetto a quanto monitorato nel periodo 2015/2016.

**L'Indice di Sporulazione di *Alternaria*** rappresenta, in questo caso, la somma delle concentrazioni medie giornaliere rilevate per il periodo in esame della spora fungina *Alternaria*.

**Figura 99: Indice di Sporulazione di Alternaria – Confronto tra stazioni e anni.**



Nelle figure 100-107 è riportato l'andamento delle concentrazioni medie giornaliere rilevate da ARPAS e CNR per i pollini delle 7 famiglie più allergeniche e per la spora Alternaria in relazione al periodo ottobre 2016 - settembre 2017). Con le fasce di diversa colorazione sono indicati i differenti livelli di concentrazione (irrilevante, basso, medio e alto)<sup>45</sup>secondo la classificazione FAO-CNR riportata nella seguente tabella.

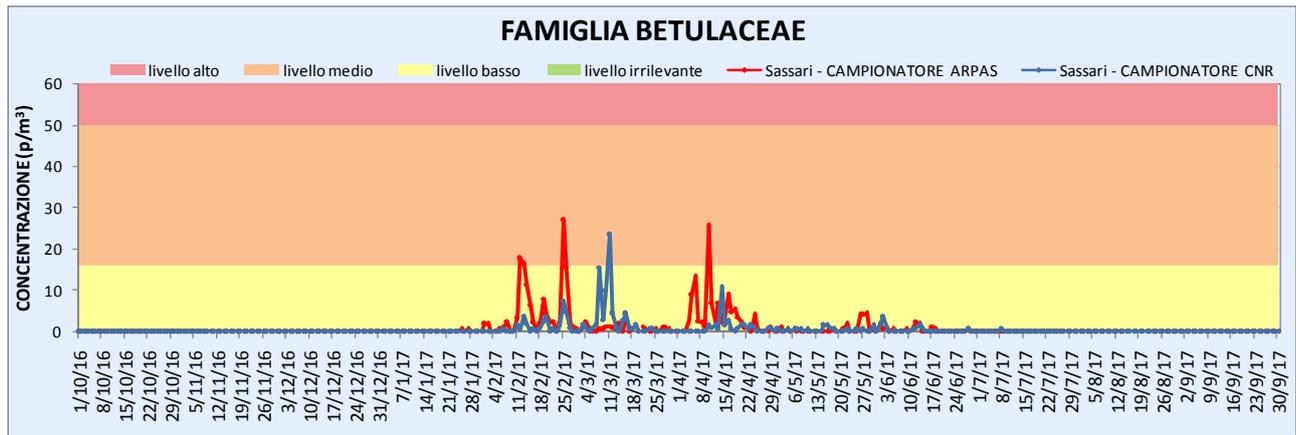
Taxa	Livello di concentrazione			
	Irrilevante	Bassa	Media	Alta
Betulaceae	0-0,5	0,6-15,9	16-49,9	≥50
Compositae	0	0,1-4,9	5-24,9	≥25
Corylaceae	0-0,5	0,6-15,9	16-49,9	≥50
Cupr./Taxaceae	0-3,9	4-29,9	30-89,9	≥90
Graminaceae	0-0,5	0,6-9,9	10-29,9	≥30
Oleaceae	0-0,5	0,6-4,9	5-24,9	≥25
Urticaceae	0-1,9	2-19,9	20-69,9	≥70
Alternaria	0-0,9	1-9,9	10-99,9	≥100

In sintesi è stato osservato un anticipo delle fioriture dei pollini invernali come Betulaceae e Cupressaceae-Taxaceae nella stazione ARPAS rispetto a quella CNR. La fioritura dell'olivo in primavera è stata decisamente superiore nella stazione ARPAS con picco fino a 1800 p/m<sup>3</sup> a metà maggio. Sostanzialmente simili gli andamenti tra le due stazioni per i pollini di Corylaceae e Graminaceae, mentre sono state registrate concentrazioni polliniche superiori sia per le Compositae che per le Urticaceae nella stazione ARPAS.

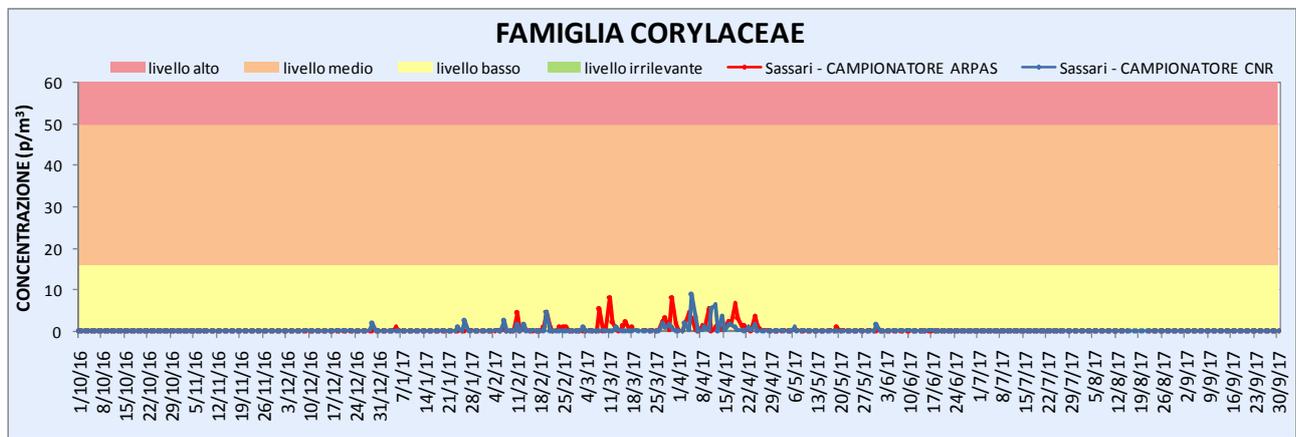
Per quanto riguarda la spora Alternaria si è osservato un andamento delle concentrazioni simile tra le due stazioni per tutto il periodo fuorché nel mese di luglio quando sono stati registrati valori decisamente superiori nella stazione ARPAS.

<sup>45</sup> I livelli di concentrazione non corrispondono ai valori soglia scatenanti l'allergia, che variano individualmente e possono cambiare in base alla stagione.

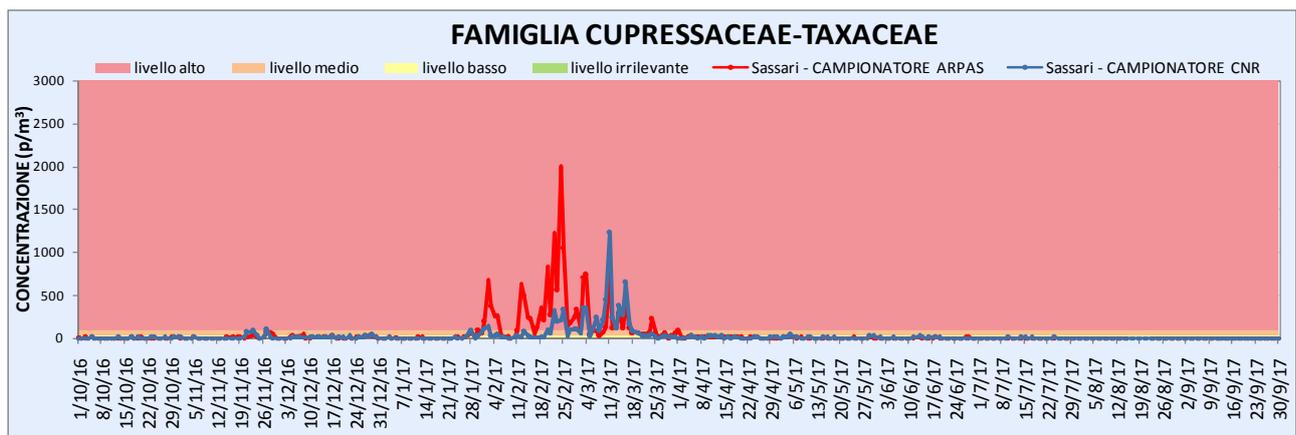
**Figura 100: Concentrazioni medie giornaliere di pollini di Betulaceae – dati Sassari ARPAS e CNR.**



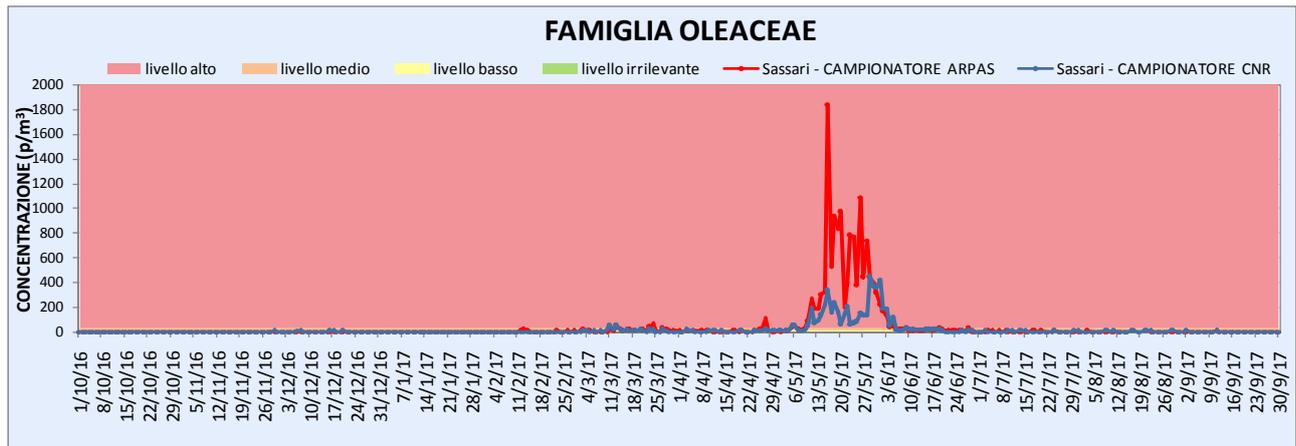
**Figura 101: Concentrazioni medie giornaliere di pollini di Corylaceae – dati Sassari ARPAS e CNR.**



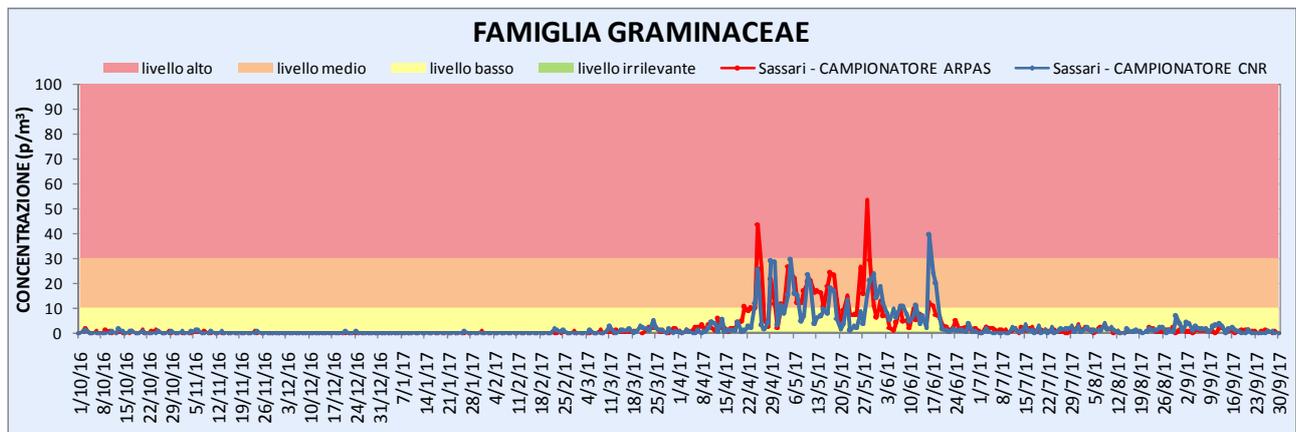
**Figura 102: Concentrazioni medie giornaliere di pollini di Cupressaceae-Taxaceae – dati Sassari ARPAS e CNR.**



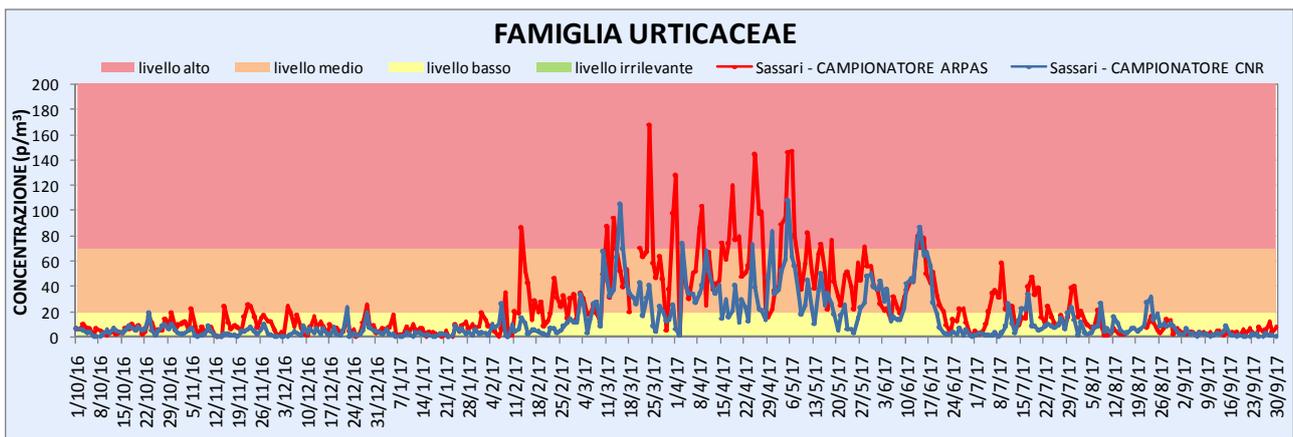
**Figura 103: Concentrazioni medie giornaliere di pollini di Oleaceae – dati Sassari ARPAS e CNR.**



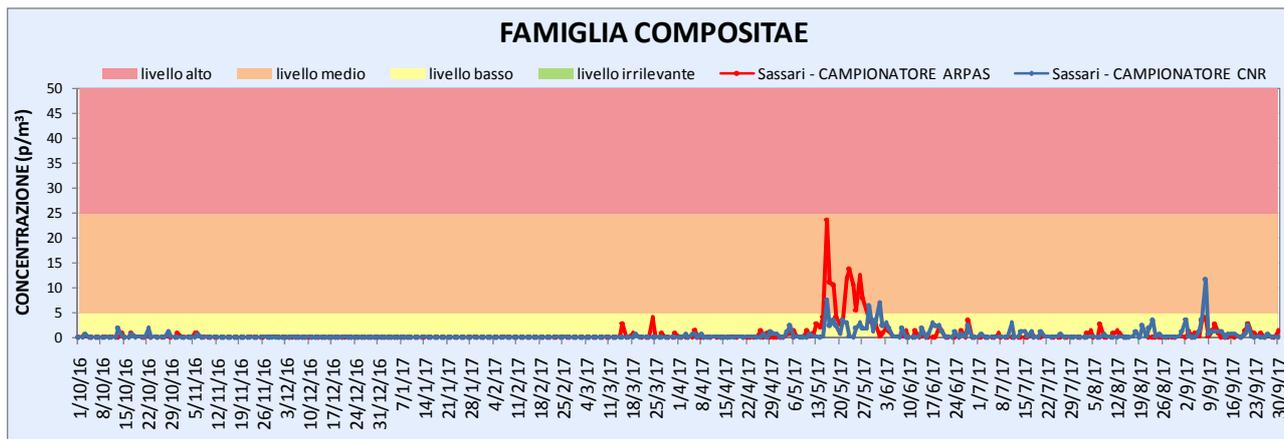
**Figura 104: Concentrazioni medie giornaliere di pollini di Graminaceae – dati Sassari ARPAS e CNR.**



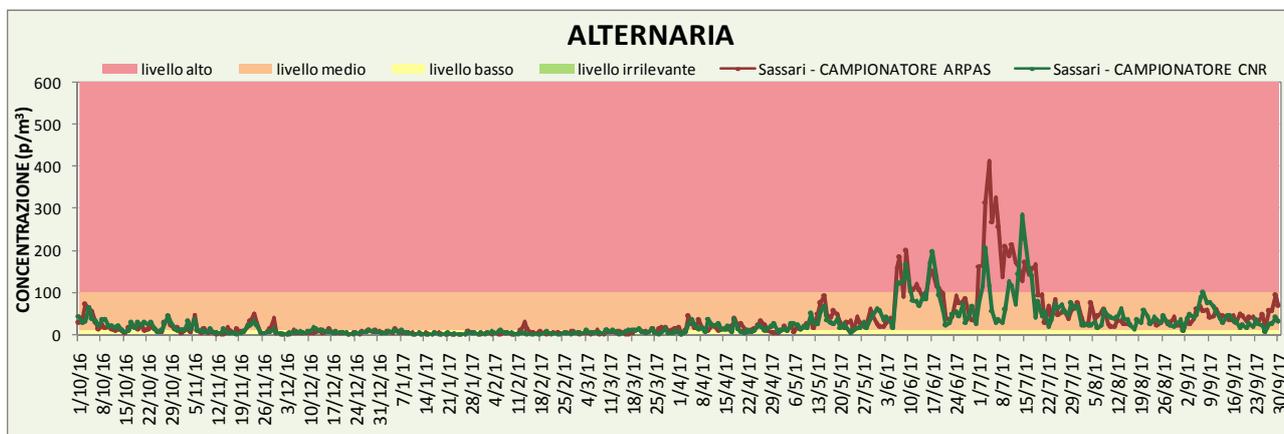
**Figura 105: Concentrazioni medie giornaliere di pollini di Urticaceae – dati Sassari ARPAS e CNR.**



**Figura 106: Concentrazioni medie giornaliere di pollini di Compositae – dati Sassari ARPAS e CNR.**



**Figura 107: Concentrazioni medie giornaliere di spore di Alternaria – dati Sassari ARPAS e CNR.**



Per maggiori dettagli e informazioni in ambito aerobiologico consultare i bollettini settimanali e i report annuali ai seguenti indirizzi:

<http://www.sar.sardegna.it/servizi/bio/polline.asp>  
<http://www.sar.sardegna.it/servizi/bio/annoaerob.asp>

Informazioni mensili sono anche contenute nei riepiloghi meteorologici ed agrometeorologici all'indirizzo <http://www.sar.sardegna.it/pubblicazioni/riepiloghimensili/mensili.asp>