



AGENZIA REGIONALE PER LA PROTEZIONE DELL'AMBIENTE DELLA SARDEGNA

ARPAS

Dipartimento Meteorologico

Servizio Meteorologico Agrometeorologico ed Ecosistemi

**ANALISI DELLE CONDIZIONI SICCILOSE
REGISTRATE IN SARDEGNA
nel periodo ottobre 2016 - aprile 2017**

Maggio 2017

SOMMARIO

INTRODUZIONE	3
ANALISI CLIMATICA DELLE PRECIPITAZIONI MENSILI	5
PRECIPITAZIONI GIORNALIERE	12
INDICE DI PRECIPITAZIONE STANDARDIZZATA – SPI	18
CONCLUSIONI	22

A cura di

Michele Fiori

Giuliano Fois

Alessandro M. S. Delitala

ARPAS – Dipartimento Meteorologico

Viale Porto Torres 119,

07100 Sassari

tel. +39 079 258600 fax +39 079 262681

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

INTRODUZIONE

Il presente rapporto analizza le condizioni meteorologiche del periodo ottobre 2016 – aprile 2017 allo scopo di evidenziare e quantificare le condizioni di siccità che hanno caratterizzato il territorio della Sardegna durante la stagione piovosa.

Col termine siccità si intende una condizione temporanea di relativa scarsità di risorse idriche rispetto ai valori che possono essere considerati normali per un periodo di tempo significativo e su un'ampia regione.

L'analisi fa riferimento principalmente alla cosiddetta siccità agricola, vale a dire al deficit di acque nel suolo e ai conseguenti impatti sull'agricoltura, e si basa sull'analisi delle anomalie degli apporti meteorologici su una scala temporale relativamente breve, che influiscono in maniera diretta sull'umidità dei suoli. E' riportata anche una breve descrizione sulle anomalie pluviometriche riferite a periodi più estesi, che influiscono significativamente sui volumi idrici invasati nei bacini di piccole e medie dimensioni.

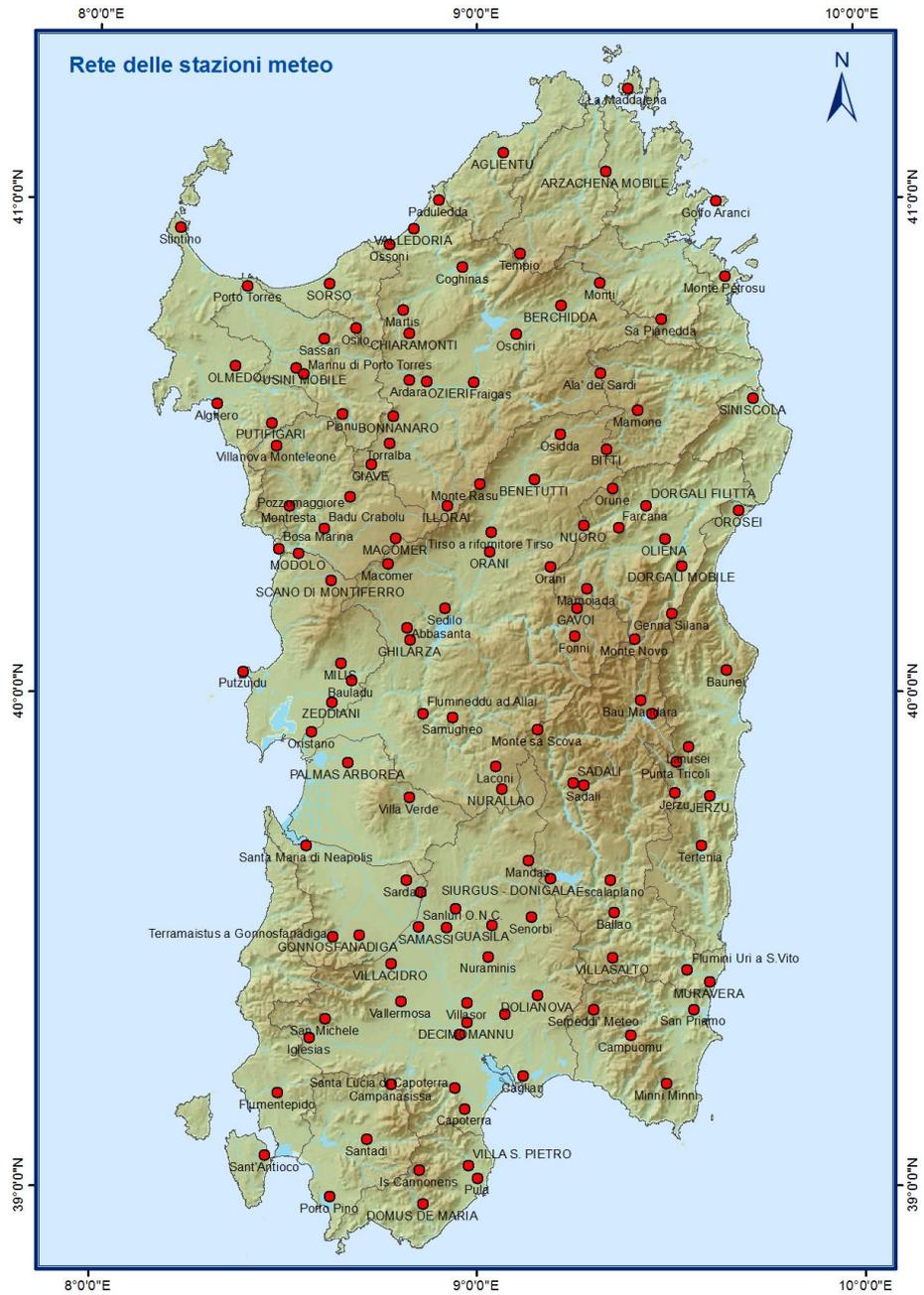
Per descrivere l'entità e la distribuzione delle precipitazioni all'interno del periodo e la relativa anomalia rispetto ai valori medi, sono riportati i dati sia in forma di mappe mensili ottenute per interpolazione dei cumulati riferiti alle singole stazioni della rete regionale, sia in forma di grafici. Per ciascun mese, unitamente al cumulato di pioggia mensile, viene riportata l'anomalia calcolata come rapporto rispetto ai valori medi mensili del trentennio 1971-2000.

Per il periodo considerato è stato inoltre elaborato l'indice di precipitazione standardizzata (*Standardized Precipitation Index, SPI*) calcolato su finestre temporali di 3, 6 e 12 mesi. Lo SPI è un indice di siccità specifico che considera lo scostamento della pioggia dal valore medio climatico, rispetto alla deviazione standard della serie storica di riferimento.

Le mappe riportate di seguito hanno lo scopo di fornire una visione territoriale d'insieme della distribuzione delle precipitazioni misurate e delle corrispondenti elaborazioni climatiche. Pertanto, in relazione al metodo di interpolazione adottato, potrebbero risultare delle discrepanze tra i valori stimati indicati nelle mappe e quelli relativi alle singole stazioni.

I dati utilizzati nell'analisi si riferiscono alle reti di stazioni dell'ARPAS la cui ubicazione è rappresentata nella **Figura 1**.

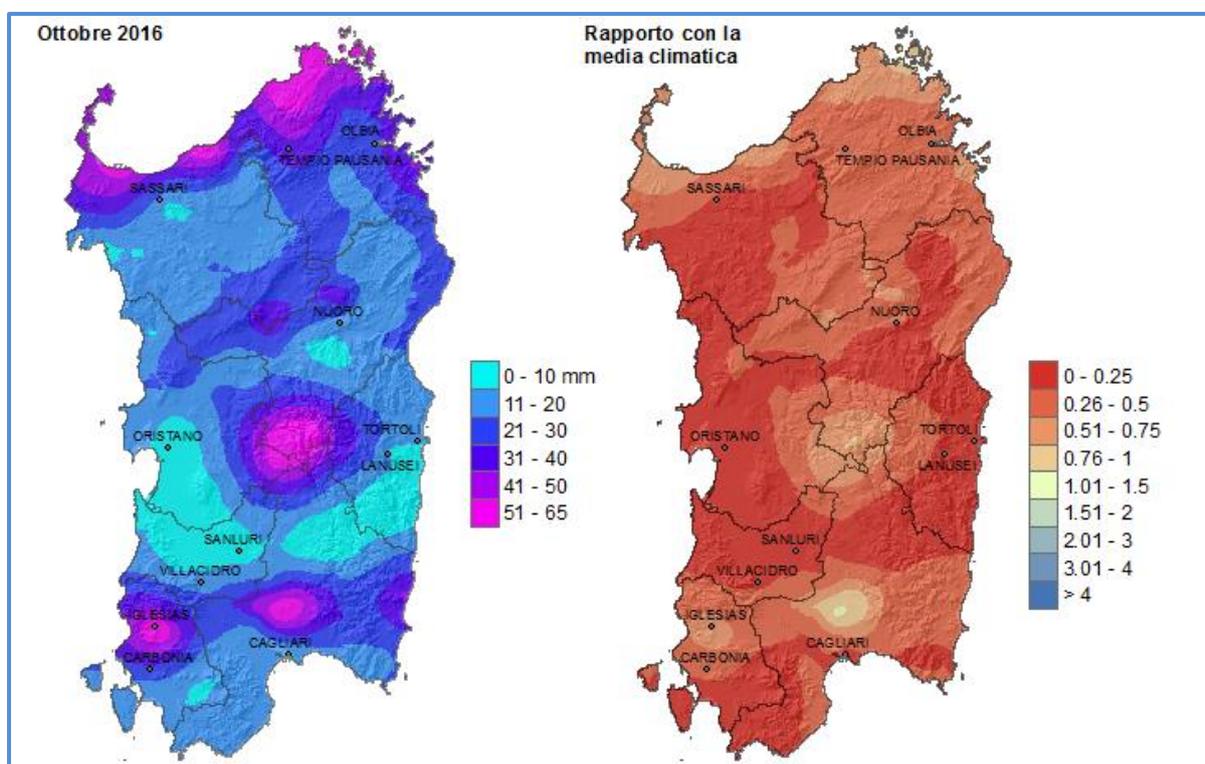
Figura 1: Stazioni meteorologiche utilizzate per l'analisi.



1. ANALISI CLIMATICA DELLE PRECIPITAZIONI MENSILI

Ottobre è stato un mese secco, con alcuni eventi piovosi a carattere convettivo, quindi estremamente irregolari spazialmente e con marcate differenze di cumulati su località poco distanti tra loro (**Figura 2**). I cumulati mensili sono stati inferiori a 10 mm, pari a meno del 25% della media climatica, su gran parte dell'Oristanese, dell'Ogliastra e localmente su altre aree del Sud e del Nord Sardegna. Su estese aree del Nord, del centro e del Sud dell'Isola si sono registrati cumulati compresi tra 10 mm e 20 mm, pari a meno del 50% della media. Solo su poche località i cumulati mensili hanno raggiunto valori più elevati, compresi tra 40 mm e 65 mm e generalmente inferiori alle corrispondenti medie climatiche: i più significativi sono avuti nelle stazioni di Aritzo (64,2 mm), di Iglesias (64,2 mm) e di Monastir Mobile (60,8 mm). I cumulati giornalieri più elevati sono stati registrati il primo giorno del mese: 43,6 mm a Dolianova, 42,6 mm a Laconi e a Monte Sa Scova. Questo giorno ha registrato anche la precipitazione più intensa: 24 mm/10min ancora a Dolianova.

Figura 2: Precipitazioni del mese di ottobre 2016.

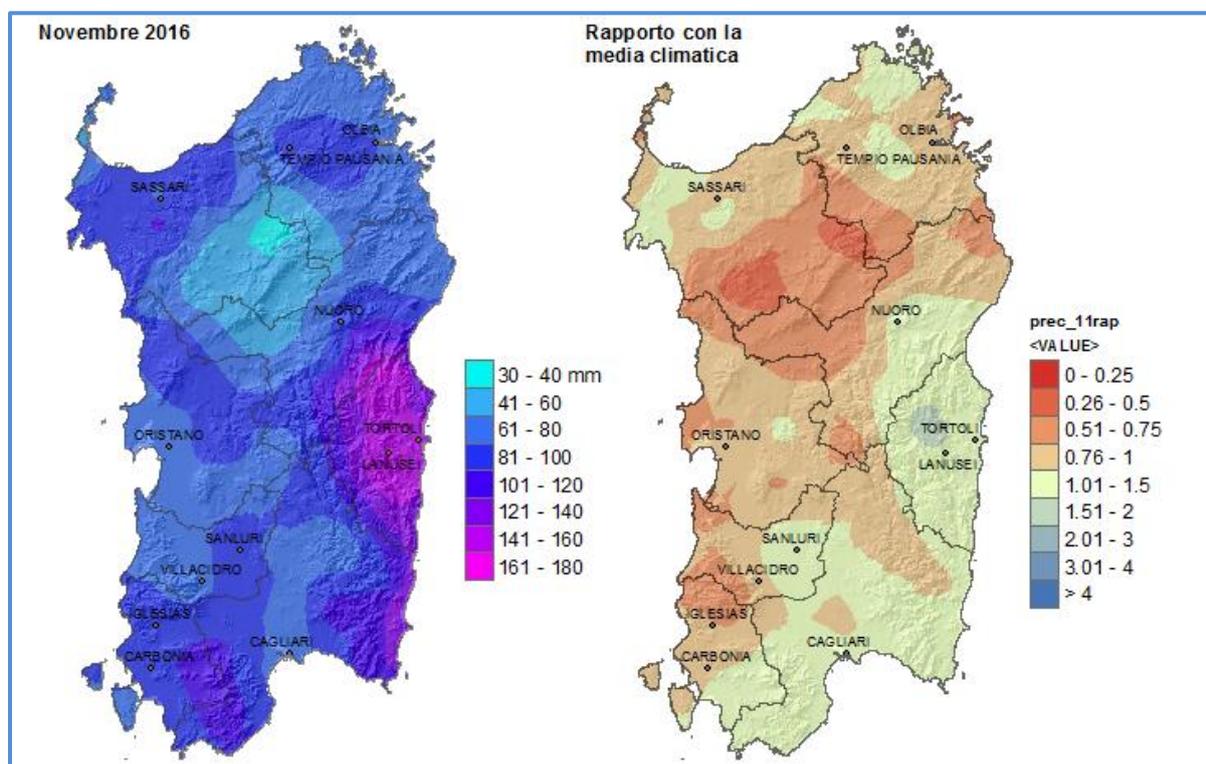


I cumulati di precipitazione di novembre sono stati compresi tra 40 e 100 mm su gran parte della Sardegna. Fanno eccezioni le due situazioni estreme di segno opposto: la vasta area che va dal Logudoro sino al Goceano e al Montacuto sulla quale è piovuto circa 30-40 mm; l'Ogliastra e i Sarrabus sui quali le piogge sono comprese tra 100 e 120 mm. Sulle prime aree le piogge risultano inferiori alla media climatologica, mentre sulle seconde risultano superiori; sul resto dell'Isola le precipitazioni sono state in linea col clima (**Figura 3**). Le piogge hanno interessato tutte e tre le decadi. Nella prima, però, sono state più abbondanti sul Nord-Ovest, mentre nelle altre due hanno interessato maggiormente la parte meridionale e orientale dell'Isola.

I giorni piovosi di novembre sono stati compresi tra 5 e 13, con piogge più frequenti sulla metà meridionale dell'Isola. Anche in questo caso si è trattato di valori superiori alla media sulla Sardegna settentrionale e inferiori alla media sulla Sardegna meridionale.

Il giorno 24 le piogge hanno raggiunto 76.2 mm a Villanova Strisaili, 74.6 mm a Baunei e 70.2 mm a Lanusei.

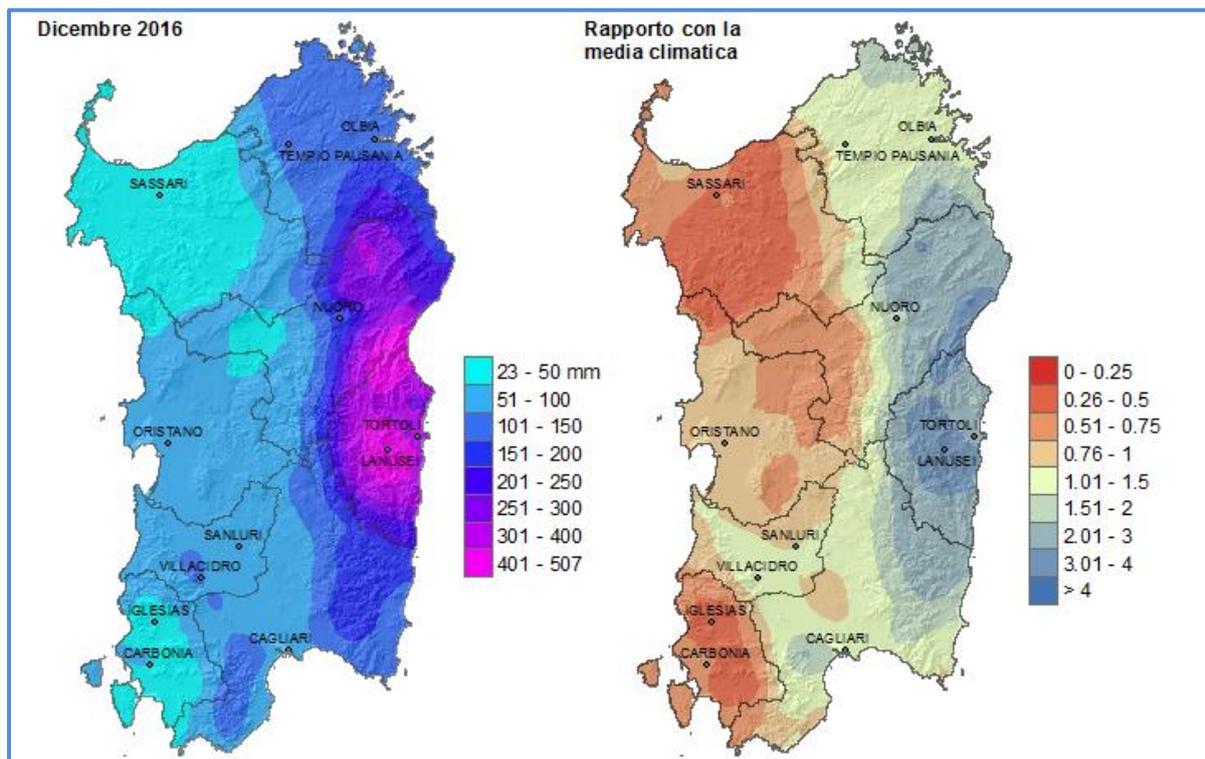
Figura 3: Precipitazioni del mese di novembre 2016.



Nel mese di dicembre 2016 le precipitazioni totali hanno mostrato una forte disomogeneità spaziale (**Figura 4**). Infatti il settore occidentale della Sardegna ha registrato cumulati mensili anche inferiori a 50 mm, corrispondenti a 1/4 della media climatologica, mentre in quello orientale su alcune località si sono raggiunti valori totali compresi tra 400 mm e 500 mm, corrispondenti a 4 volte la media climatologica. Sul settore orientale i cumulati mensili più alti si sono registrati intorno al Gennargentu: Genna Silana 507.7 mm (3.5 volte la media climatologica), Punta Tricoli 472.4 mm (3.7 volte la media climatologica), Lanusei 471.8 mm (3.6 volte la media).

La distribuzione spaziale del numero di giorni piovosi è simile. Sul settore occidentale dell'Isola essi sono compresi fra 3 (circa metà della media climatica) e 7 (prossimi alla media). Sul versante orientale essi vanno da 7 a 10 (1.5 volte la media). Le giornate con i cumulati più elevati sono state il 19 e il 20. Il 19 le stazioni con i valori maggiori sono state ancora sul Gennargentu o sul settore orientale: Cedrino Meteo 252.0 mm, Monte Tului 214.2 mm, Punta Tricoli 161.8 mm, Lanusei 153.0 mm, mentre sul settore occidentale circa l'80% di esse ha registrato cumulati sotto i 5 mm. Il giorno 20 i valori più alti sono stati ancora sul versante est del Gennargentu: Bau Mandara 110.2 mm, Monte Novo 82.6 mm, mentre sul settore occidentale i cumulati erano compresi quasi ovunque tra 20 mm e 40 mm.

Figura 4: Precipitazioni del mese di dicembre 2016.



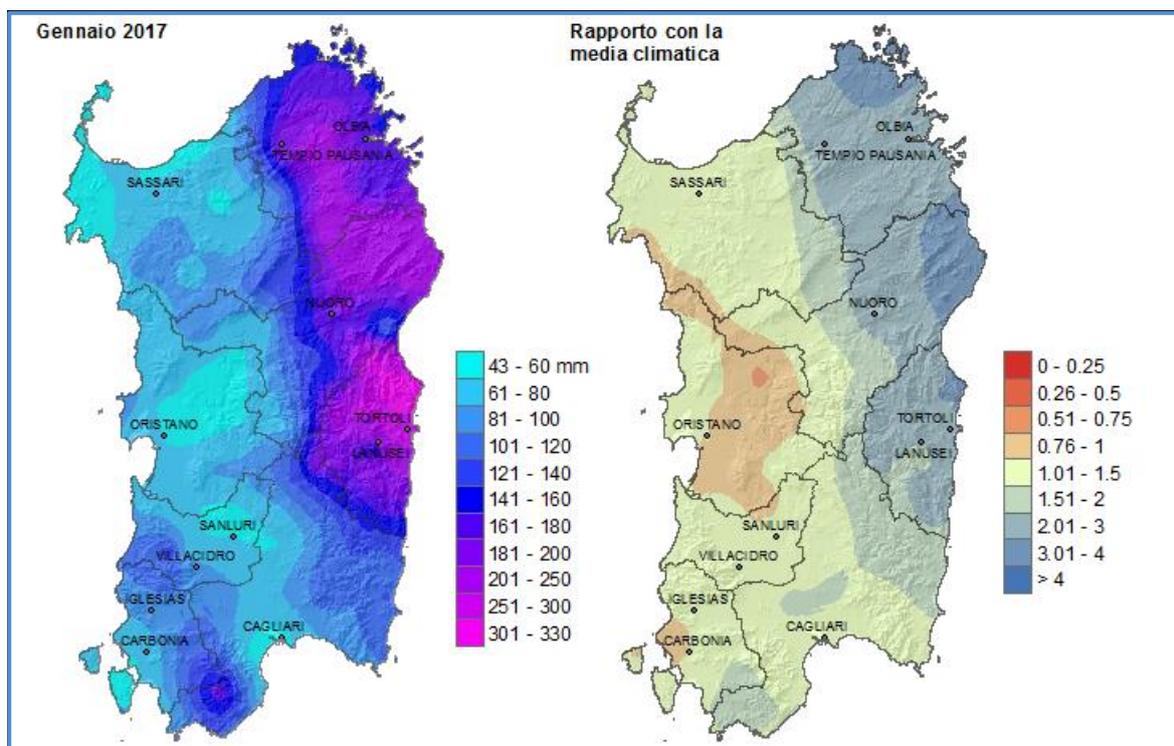
Il mese di gennaio è stato interessato da abbondanti nevicate che hanno avuto una ripercussione negativa sulla capacità di misurare i cumulati di pioggia. Pertanto le mappe coi cumulati mensili riportano dei valori generalmente sottostimati.

I cumulati del mese mostrano un andamento crescente da ovest ad est. Sulla parte occidentale i cumulati sono generalmente compresi tra 50 mm e 100 mm e raggiungono circa 150 mm nella parte meridionale. Sulla parte orientale (Ogliastra, Nuorese, Gallura) i cumulati risultano decisamente più elevati con valori superiori a 200 mm in molte località e punte fino a 300 mm (**Figura 5**). Sulla metà occidentale della Sardegna i cumulati risultano in linea con la climatologia 1971-2000, mentre su quella orientale i cumulati sono stati superiori alla climatologia con rapporti rispetto alla media trentennale da 1.5 sino a circa 4. Nella prima decade del mese non è piovuto quasi niente, mentre nella seconda e nella terza decade le piogge sono risultate molto abbondanti.

Le piogge si sono distribuite su un numero di giorni compresi tra 7 e 10 su buona parte della Sardegna occidentale e tra 11 e 16 sulla Sardegna orientale e Sud-occidentale.

La giornata in assoluto più piovosa è stata il 21: 142.2 mm a Genna Silana, 121.0 mm a Bau Mandara, 113.0 mm a Sadali e 91.0 mm a Villanova Strisaili. La neve è caduta anche a quote basse. Il manto nevoso è stato compatto per circa 20 giorni sulle cime del Gennargentu, mentre il resto delle aree pedemontane e montane hanno avuto un manto nevoso compatto tra i 5 e i 10 giorni.

Figura 5: Precipitazioni del mese di gennaio 2017.

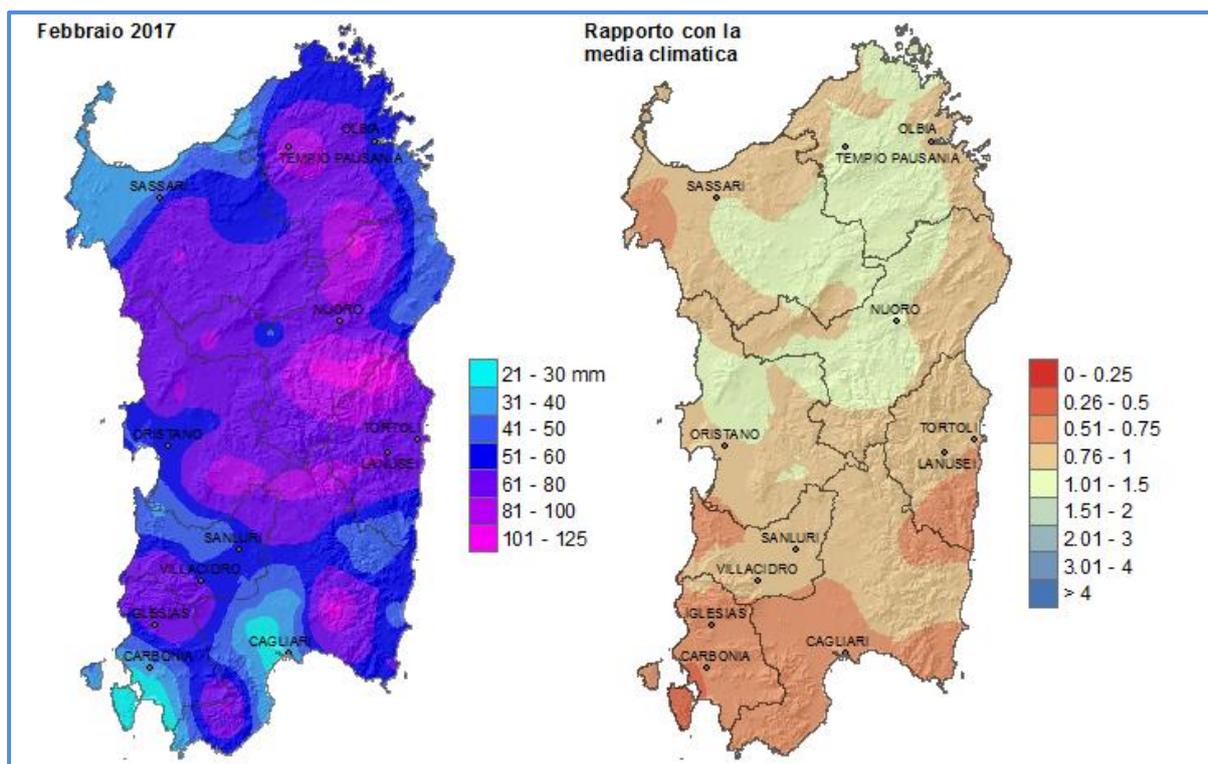


Febbraio 2017 è stato un mese poco piovoso su quasi tutta la Sardegna. La quasi totalità della pioggia si è concentrata in 4 giornate, il 5, il 6, l'8 e il 9 ed è stata a carattere quasi esclusivamente convettivo determinando una notevole irregolarità nella distribuzione spaziale.

I cumulati mensili sono quasi ovunque al di sotto degli 80 mm, corrispondenti a circa l'80% della media climatica, ma su gran parte della Sardegna meridionale, nelle zone costiere settentrionali e orientali essi sono sotto i 60 mm, quindi sotto il 75% circa della media. In diverse località del cagliaritano e del Sulcis i cumulati scendono sotto i 30 mm. Vengono superati gli 80 mm su molte località intorno al Gennargentu (Genna Silana 124.6 mm, Gavoi 117.8 mm i cumulati maggiori), della catena del Marghine, Planargia e Baronie (Mamone 107.0 mm, Macomer 83.6 mm) e sui monti dei Sette Fratelli (Serpeddi Meteo 113.4 mm), dove si raggiungono valori intorno alla media climatica o di poco superiori (**Figura 6**).

Il numero di giorni di pioggia sono stati prevalentemente 4, ma in diverse località distribuite su varie zone dell'Isola sono stati 5 o 6, dovuti a giornate con deboli e isolati rovesci. Si tratta di valori intorno al 50% della media o poco sopra. La giornata con i cumulati più alti è stata il 6: Rio Leoni 55.8 mm, Serpeddi 49.0 mm sono state le stazioni con i valori più elevati. Nello stesso giorno le precipitazioni sono state a carattere nevoso sopra i 1500 metri circa.

Figura 6: Precipitazioni del mese di febbraio 2017.

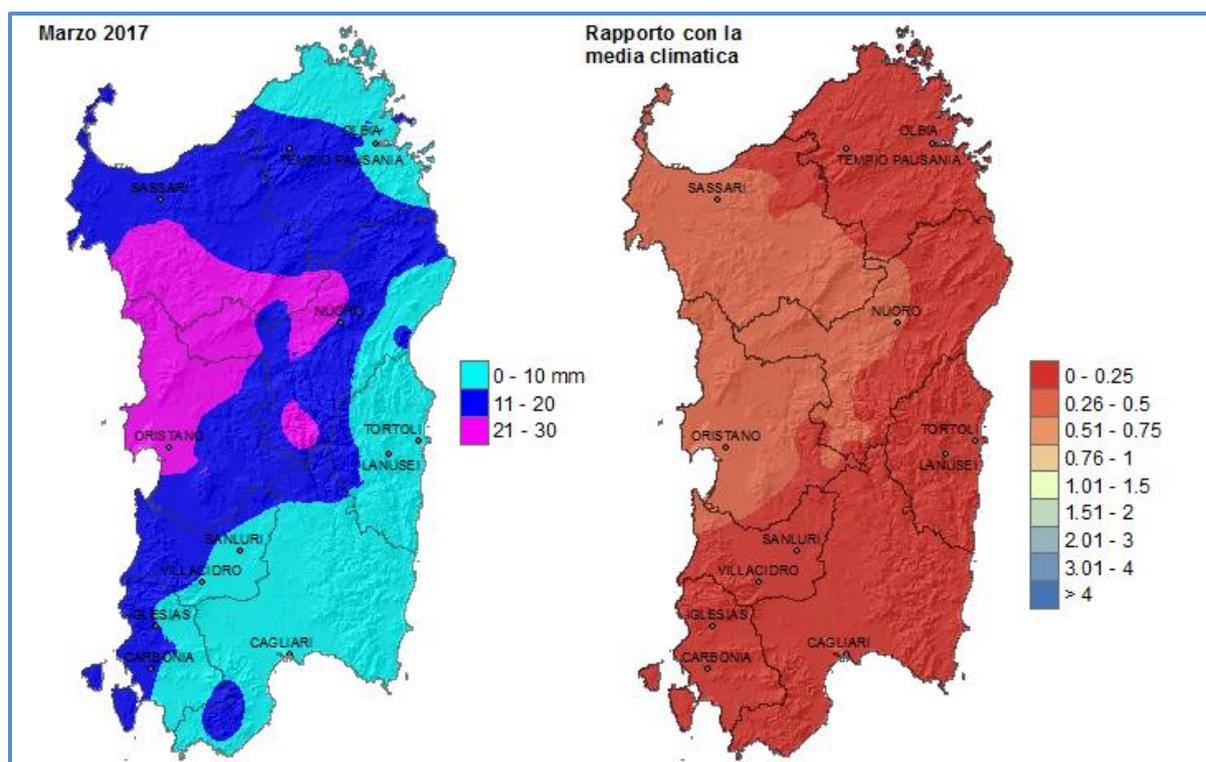


Le piogge di marzo hanno interessato solo una parte dell'Isola, con cumulati modesti. Nella provincia di Cagliari, nella provincia d'Ogliastra e in molte altre parti della Sardegna meridionale orientale i cumulati di precipitazioni sono stati inferiori a 10 mm, spesso con valori prossimi a 0 mm. Nel resto dell'Isola i cumulati sono compresi tra 10 mm e 30 mm, con valori più elevati su Margine, Planargia, Montiferro, Oristanese e zone limitrofe (**Figura 7**).

Si tratta di precipitazioni fortemente deficitarie: il rapporto col clima mostra valori compresi tra il 25% e il 50% della media climatologica sulla provincia di Sassari, sulla provincia di Oristano e sulla parte occidentale di quella di Nuoro; Il rapporto climatico scende al di sotto del 25% sul resto dell'Isola.

Quasi tutte le piogge si sono concentrate nella prima decade. Il numero dei giorni piovosi di marzo risulta compreso tra 1 e 4. Anche in questo casi si sono avuti meno della metà dei giorni rispetto alla media climatologica.

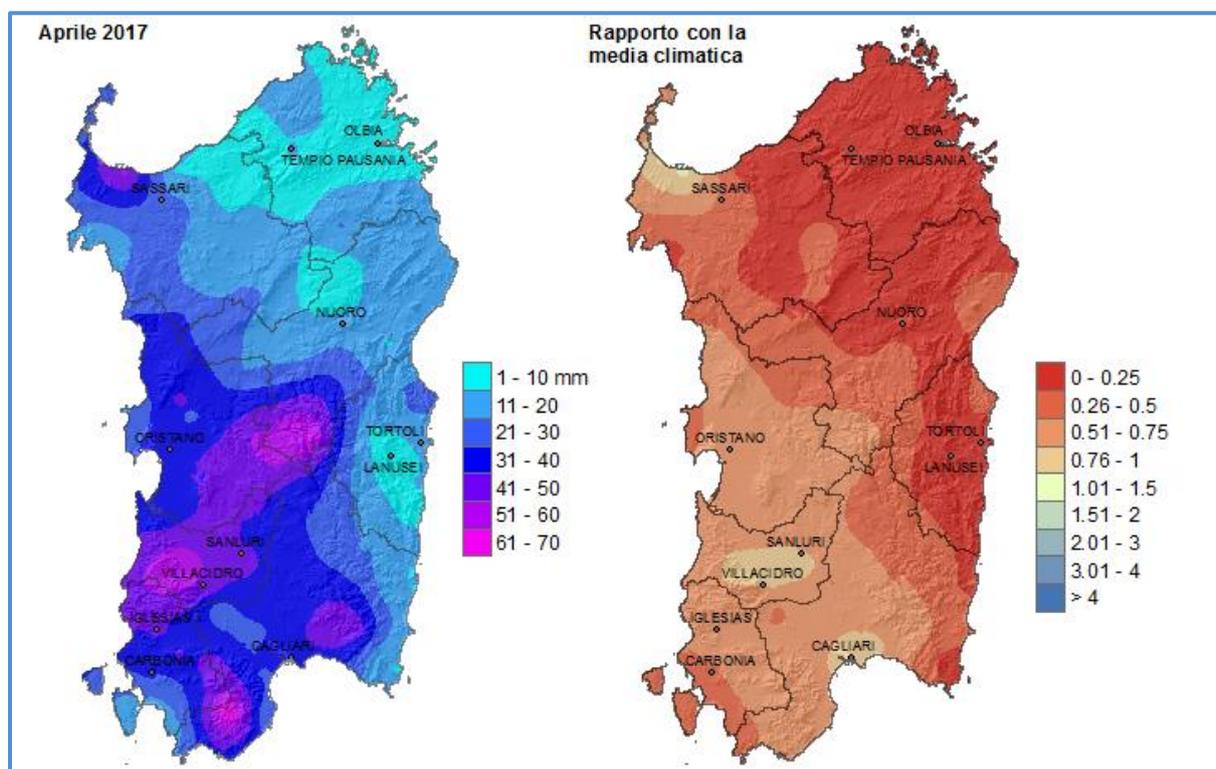
Figura 7: Precipitazioni del mese di marzo 2017



Le piogge di aprile sono state modeste ad eccezione di quelle che hanno interessato alcune aree circoscritte, localizzate soprattutto nel Sud dell'Isola, dove i cumulati hanno superato i 50 mm fino a raggiungere circa 70 mm. Su buona parte del Nord Sardegna e sul versante orientale i cumulati sono stati inferiori a 30 mm e in alcune aree non hanno raggiunto i 10 mm (es. Ogliastra e Gallura). Rispetto alle medie climatiche del trentennio 1971-2000 i valori i cumulati del mese si collocano ben al di sotto, e solo in alcune stazioni si approssimano alle corrispondenti medie (es. Cagliari, Porto Torres). Su buona parte del Nord Sardegna e sul versante orientale il deficit pluviometrico è stato più marcato e il rapporto col clima si attesta al di sotto del 25% (**Figura 8**).

Le piogge più significative sono cadute nella prima decade del mese, in particolare nei primi due giorni. Il numero di giorni piovosi varia tra circa 1-2 nelle aree costiere settentrionali, fino a 6-8 nelle aree montuose del centro Sardegna. Anche in questo caso si tratta di valori inferiori alle condizioni medie climatiche.

Figura 8: Precipitazioni del mese di aprile 2017



2. PRECIPITAZIONI GIORNALIERE

Le **Figure 9-18** mostrano graficamente i singoli eventi piovosi e l'accumulo progressivo delle precipitazioni da ottobre 2016 a aprile 2017, periodo corrispondente alla stagione piovosa in Sardegna, con riferimento a 10 stazioni campione appartenenti a diverse aree della Sardegna. I cumulati della stagione piovosa sono messi a confronto con i corrispondenti valori della stagione piovosa precedente e con i percentili dei cumulati calcolati sulla serie storica di riferimento 1971-2000.

Si può osservare come le stazioni del versante occidentale nel corso della stagione piovosa abbiano totalizzato valori inferiori al 25° percentile e in alcuni casi anche inferiori al 5° percentile. Nel caso delle stazioni di Olmedo e Torralba, nel trentennio di riferimento (che pure considera gli anni '90 particolarmente siccitosi) non si è mai registrato un valore totale inferiore a quello della stagione piovosa in esame. Per quanto riguarda le piogge più rilevanti, la stazione di Lanusei mostra cumulati giornalieri e complessivi particolarmente elevati.

In tutte le stazioni si osserva un appiattimento della curva dei cumulati a partire dalla prima decade del mese di febbraio, che ha interessato tutto il periodo seguente fino al termine di aprile.

Figura 9: Precipitazioni giornaliere e cumulate nella stagione piovosa - Stazione di Tempio

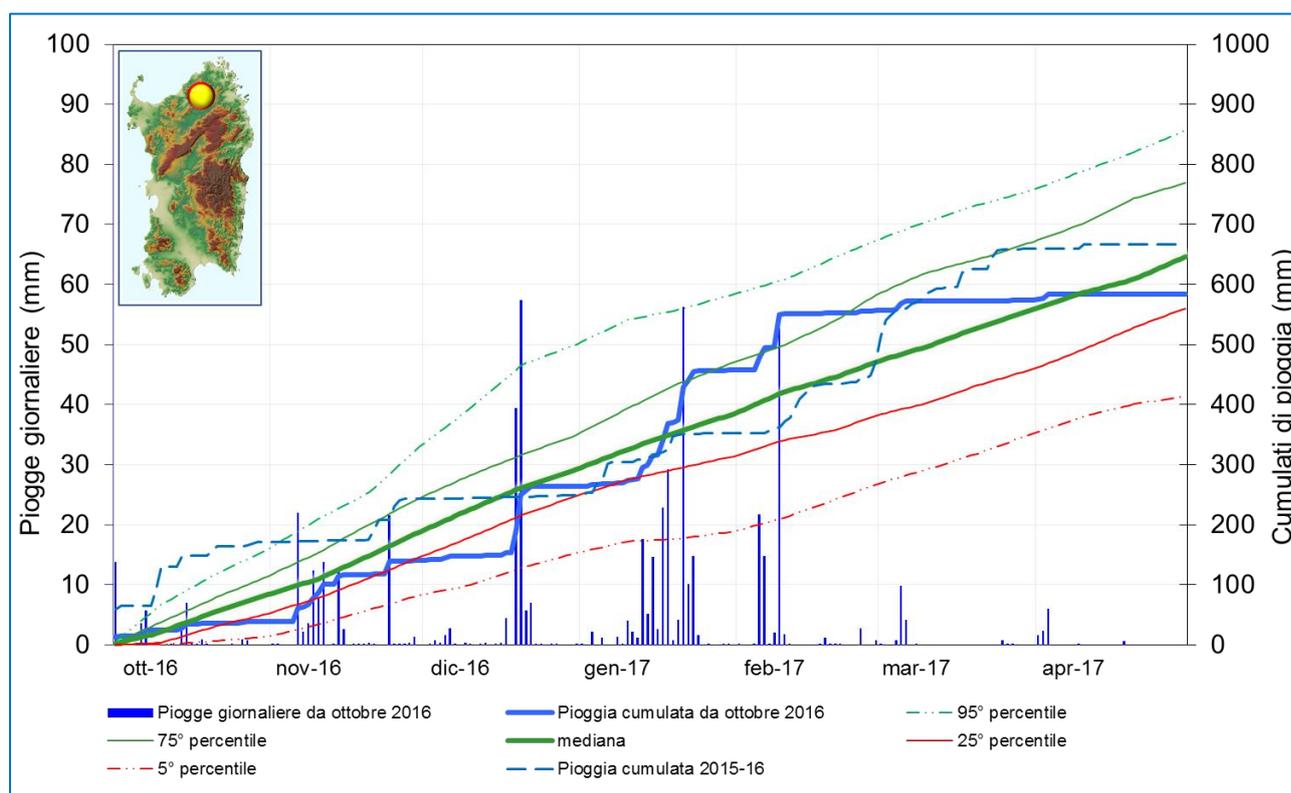


Figura 10: Precipitazioni giornaliere e cumulate nella stagione piovosa - Stazione di Alà dei Sardi

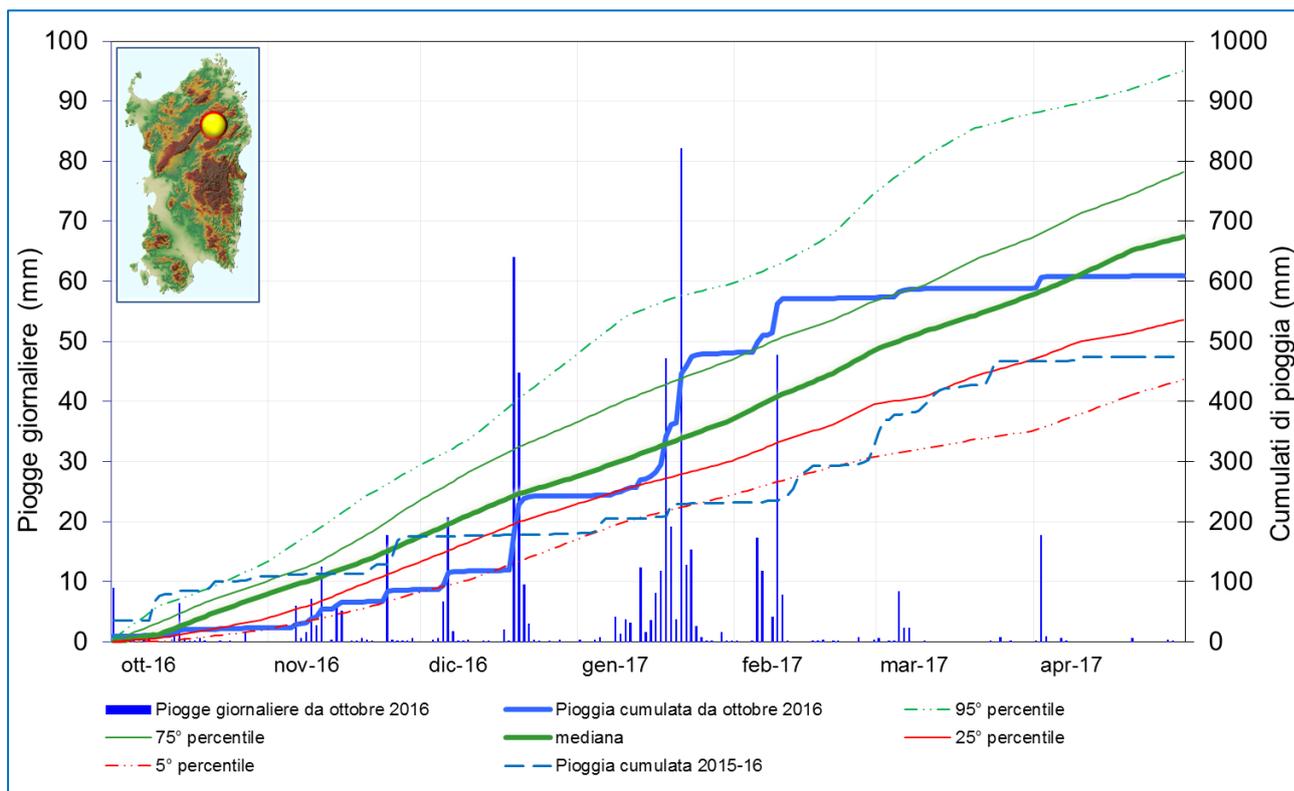


Figura 11: Precipitazioni giornaliere e cumulate nella stagione piovosa - Stazione di Olmedo

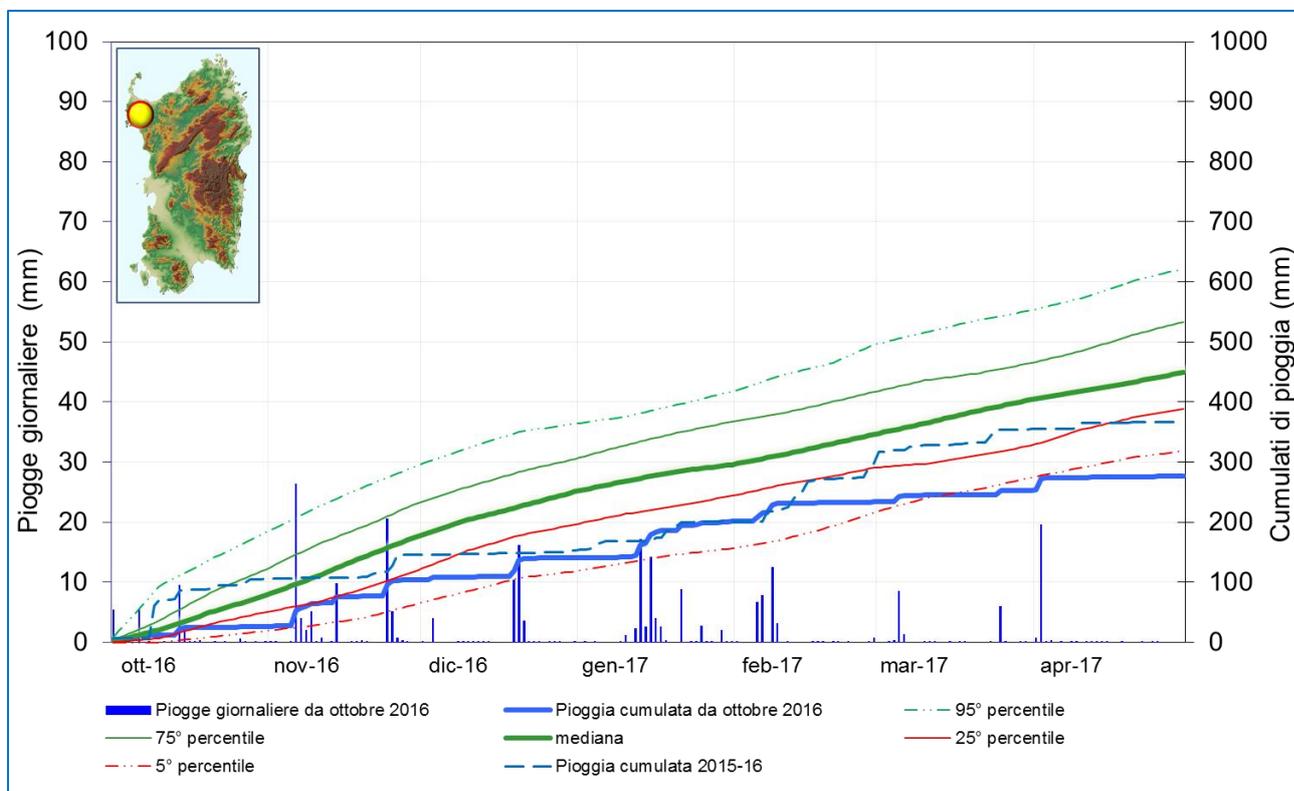


Figura 12: Precipitazioni giornaliere e cumulate nella stagione piovosa - Stazione di Torralba

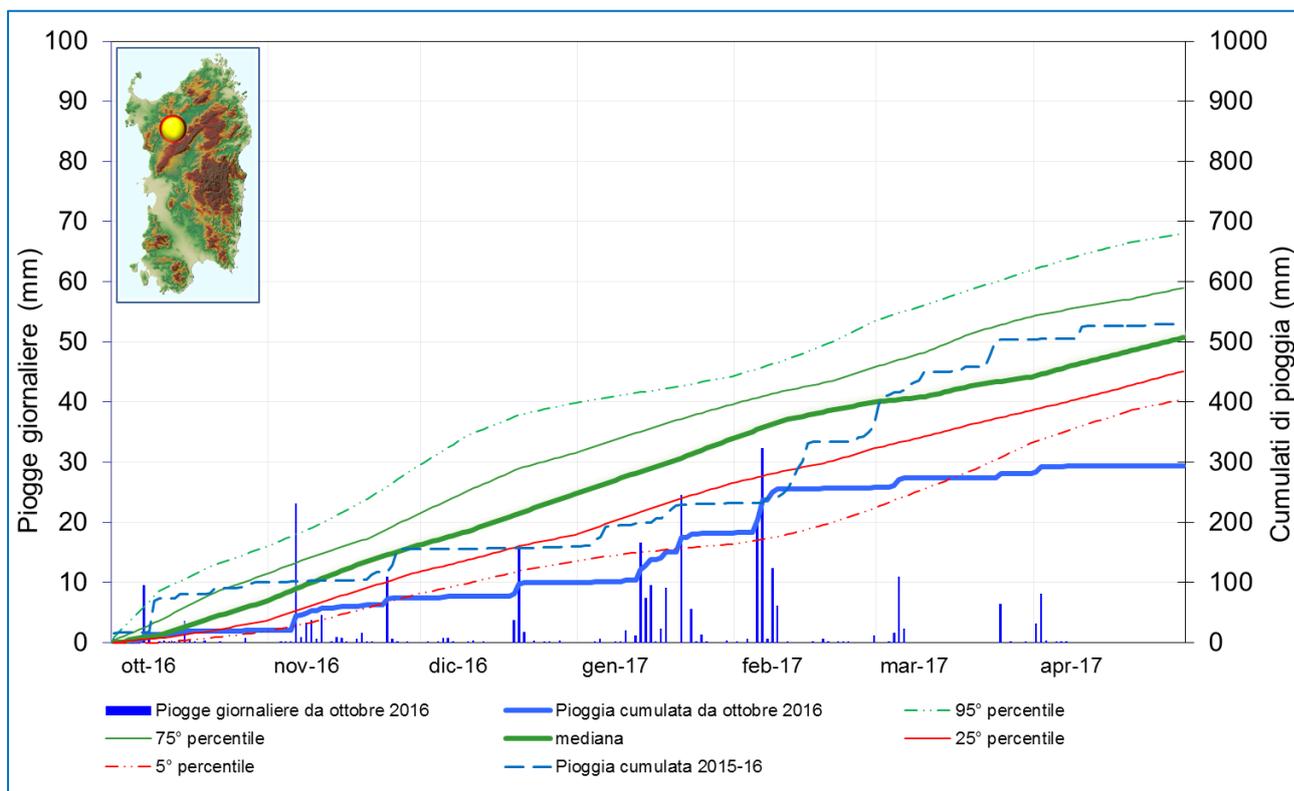


Figura 13: Precipitazioni giornaliere e cumulate nella stagione piovosa - Stazione di Fonni

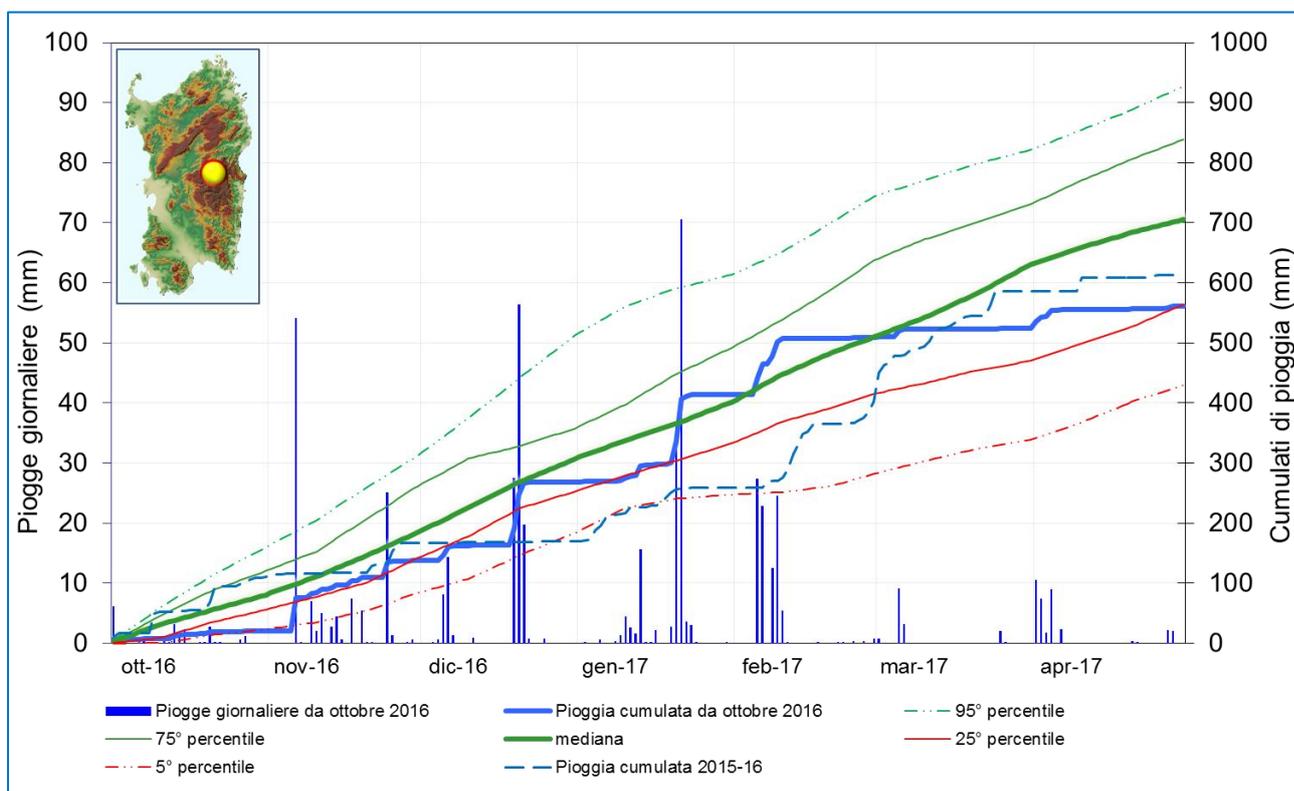


Figura 14: Precipitazioni giornaliere e cumulate nella stagione piovosa - Stazione di Oristano

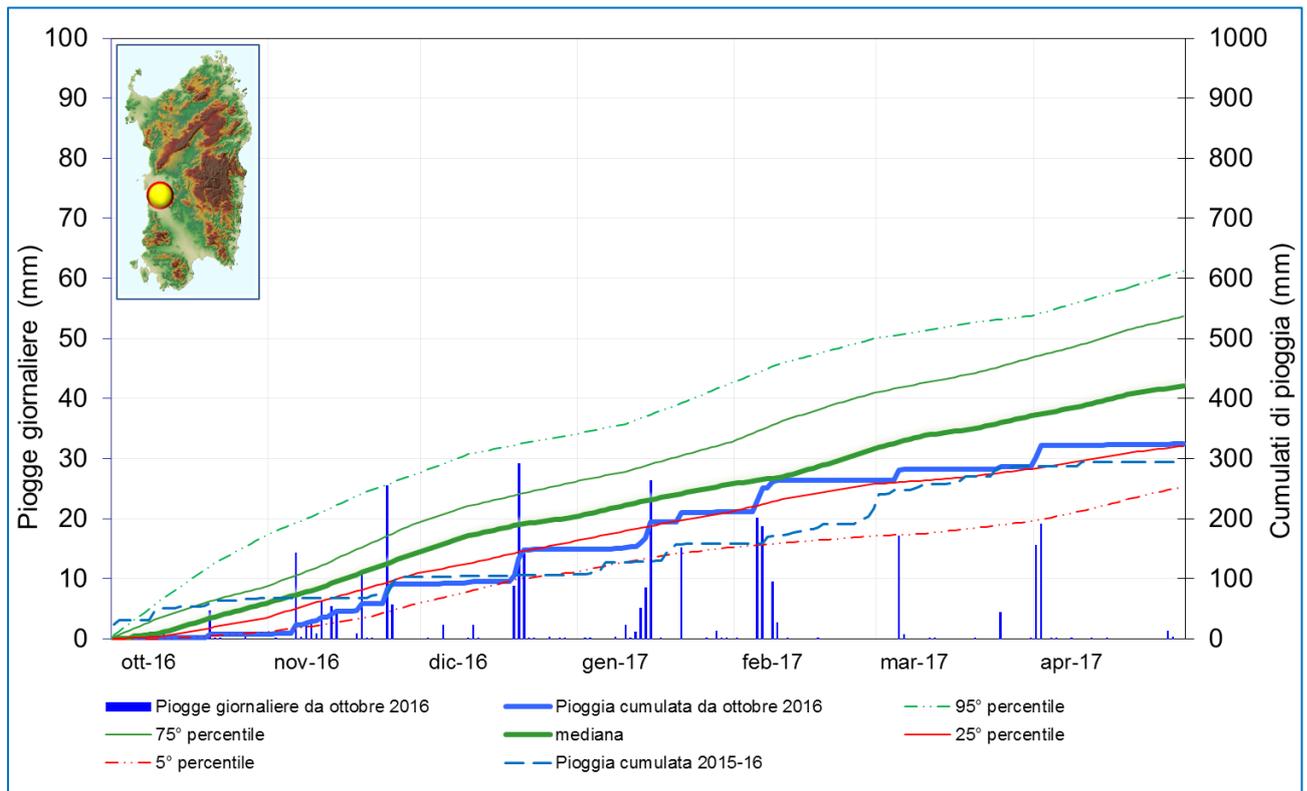


Figura 15: Precipitazioni giornaliere e cumulate nella stagione piovosa - Stazione di Lanusei

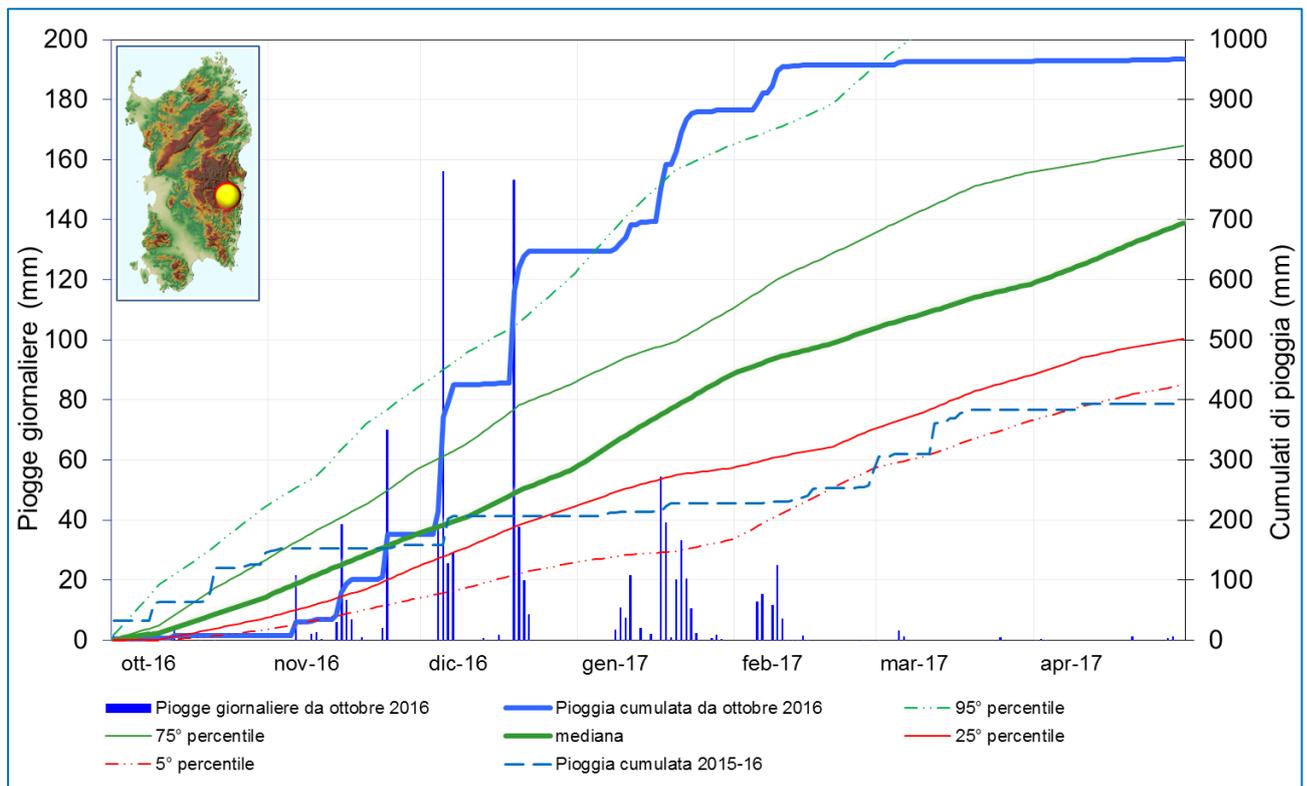


Figura 16: Precipitazioni giornaliere e cumulate nella stagione piovosa - Stazione di Escalaplano

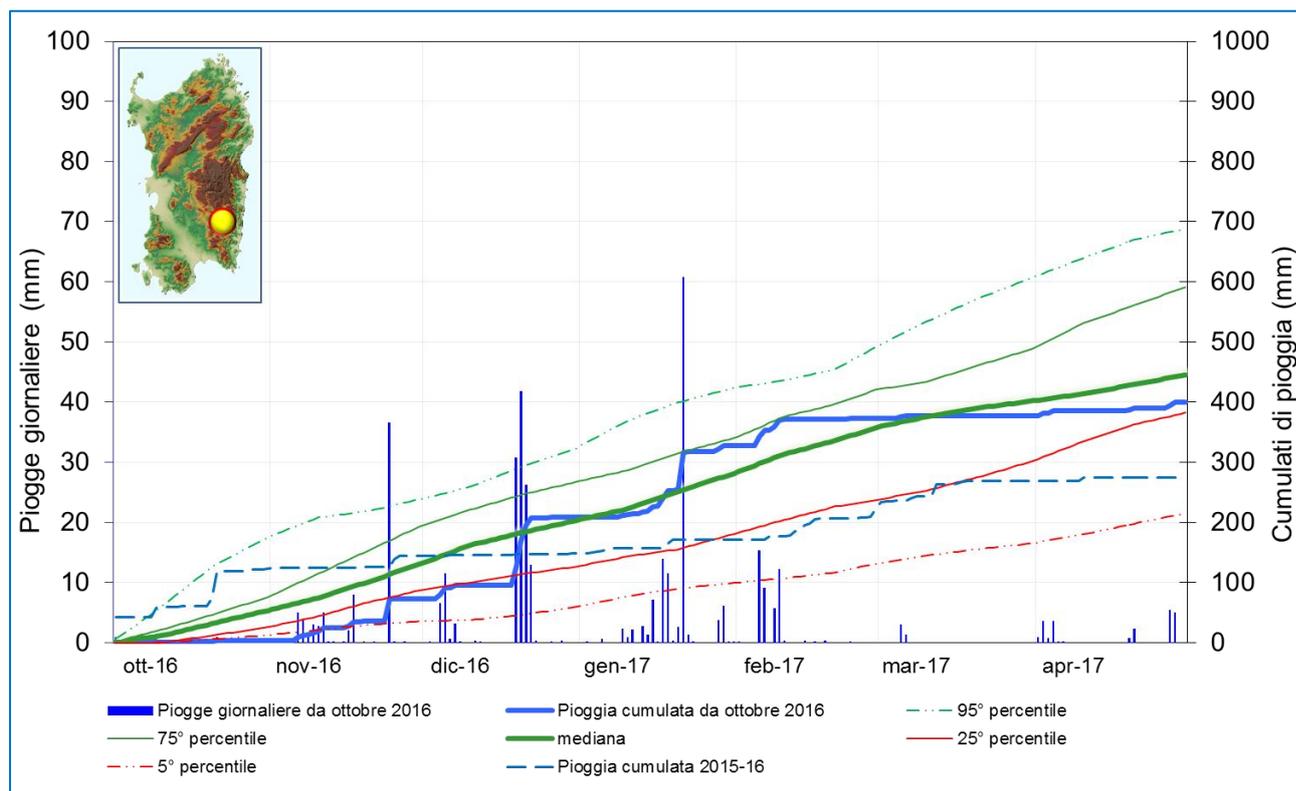


Figura 17: Precipitazioni giornaliere e cumulate nella stagione piovosa - Stazione di Iglesias

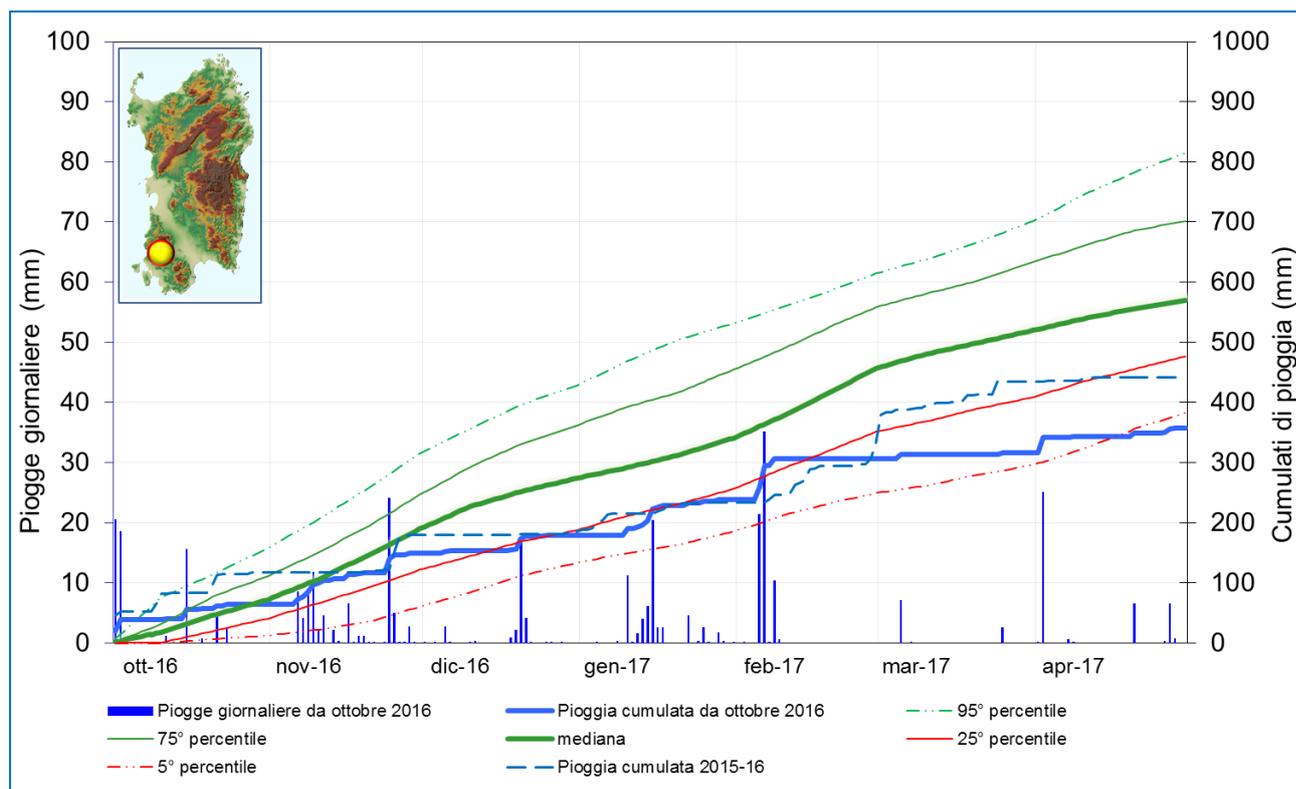
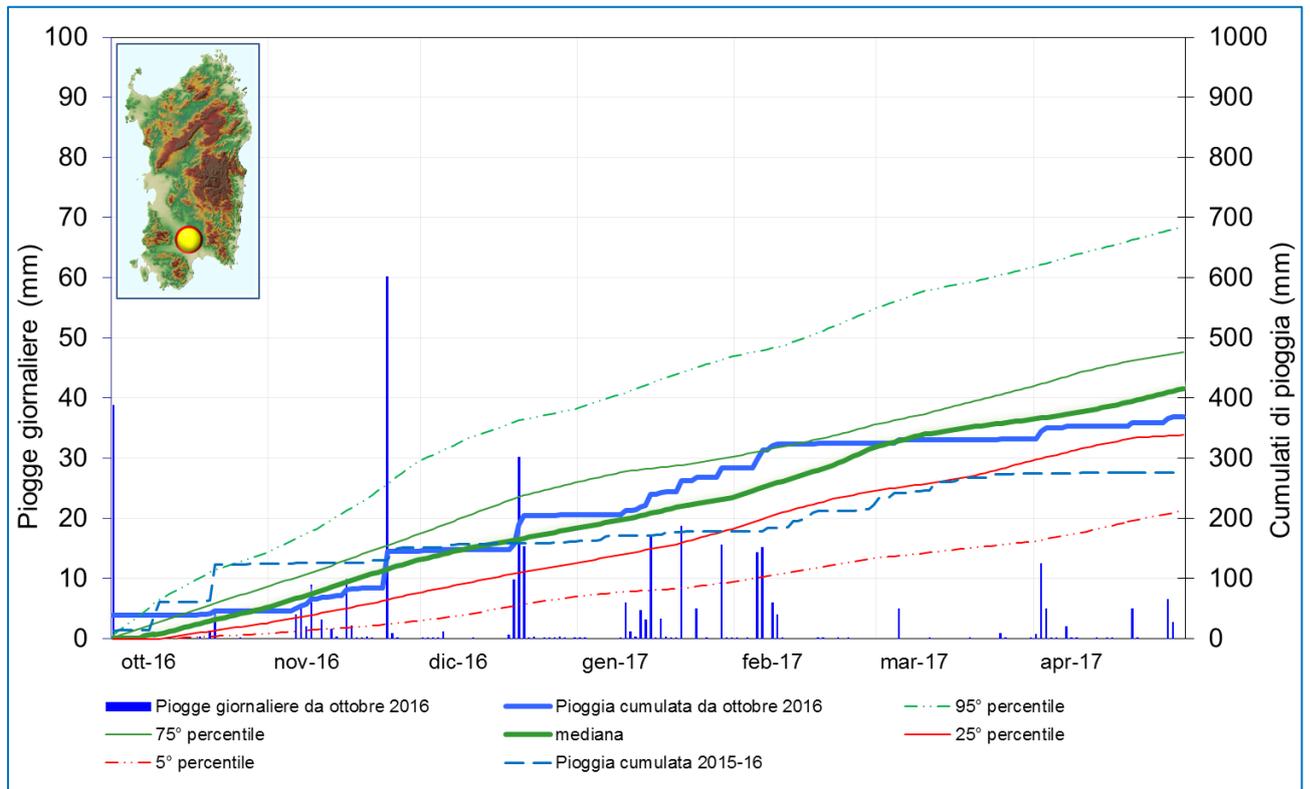


Figura 18: Precipitazioni giornaliere e cumulate nella stagione piovosa - Stazione di Villasor



3. INDICE DI PRECIPITAZIONE STANDARDIZZATA - SPI

Per l'analisi delle condizioni di siccità si è elaborato lo SPI (*Standardized Precipitation Index*), l'indicatore maggiormente utilizzato a livello internazionale per descrivere gli eventi siccitosi¹. Lo SPI considera lo scostamento della pioggia di un dato periodo dal valore medio climatico, rispetto alla deviazione standard della serie storica di riferimento (1971-2000). L'indice pertanto evidenzia quanto le condizioni osservate si discostano dalla norma (SPI = 0) e quindi ne definisce una severità negativa (siccità estrema, severa, moderata) o positiva (piovosità moderata, severa, estrema), strettamente legata alla loro 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. Nella **Tabella 1** sono riportate le classi di siccità o surplus corrispondenti a diversi intervalli di valori dell'indice SPI.

Tabella 1: Valori dell'indice SPI e corrispondenti classi di siccità.

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

Lo SPI può essere elaborato a diverse scale temporali che riflettono l'impatto della siccità sulla disponibilità delle differenti risorse idriche, indicate nella **Tabella 3**. Come si può osservare, l'umidità del suolo risponde alle anomalie di precipitazione su scale temporali brevi (circa 1-3 mesi), mentre l'acqua nel sottosuolo, nei fiumi e negli invasi risponde ad anomalie su scale temporali più lunghe, fino a 48 mesi.

Tabella 2: Effetto delle anomalie di precipitazione.

Scala temporale	Impatti
1 mese	Umidità del suolo
3 mesi	Umidità del suolo
6 mesi	Corsi d'acqua-resa produttiva colture
12 mesi	Bacini idrici ridotti; falde e portate fluviali
24 mesi	Bacini idrici medi; falde e portate fluviali
48 mesi	Bacini idrici grandi; falde e portate fluviali

¹ McKee T.B., Doesken N. J., Kliest J. (1993). The relationship of drought frequency and duration to time scales. In *Proceedings of the 8th Conference of Applied Climatology*, 17-22 January, Anaheim, CA. American Meteorological Society, Boston, MA. 179-184.

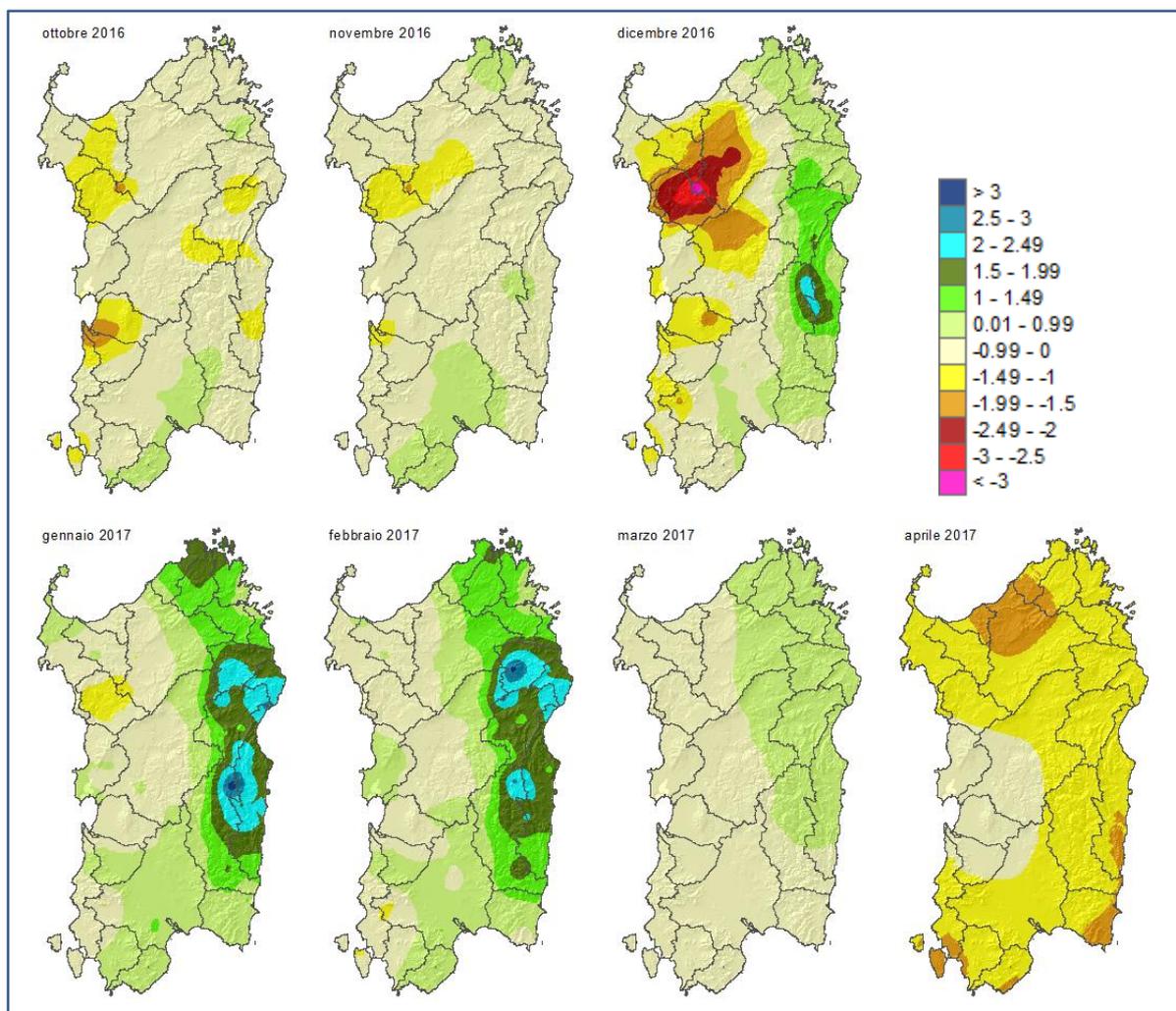
Standardized Precipitation Index User Guide. World Meteorological Organization, 2012: M. Svoboda, M. Hayes and D. Wood. (WMO-No. 1090), Geneva, Switzerland. http://www.wamis.org/agm/pubs/SPI/WMO_1090_EN.pdf

L'indice SPI rappresenta perciò il numero di deviazioni standard dalla media e consente di evidenziare sia periodi umidi che siccitosi.

Considerando che il contenuto idrico del suolo risente dei deficit di breve durata (1-3 mesi), nel nostro caso abbiamo focalizzato l'attenzione sul calcolo trimestrale.

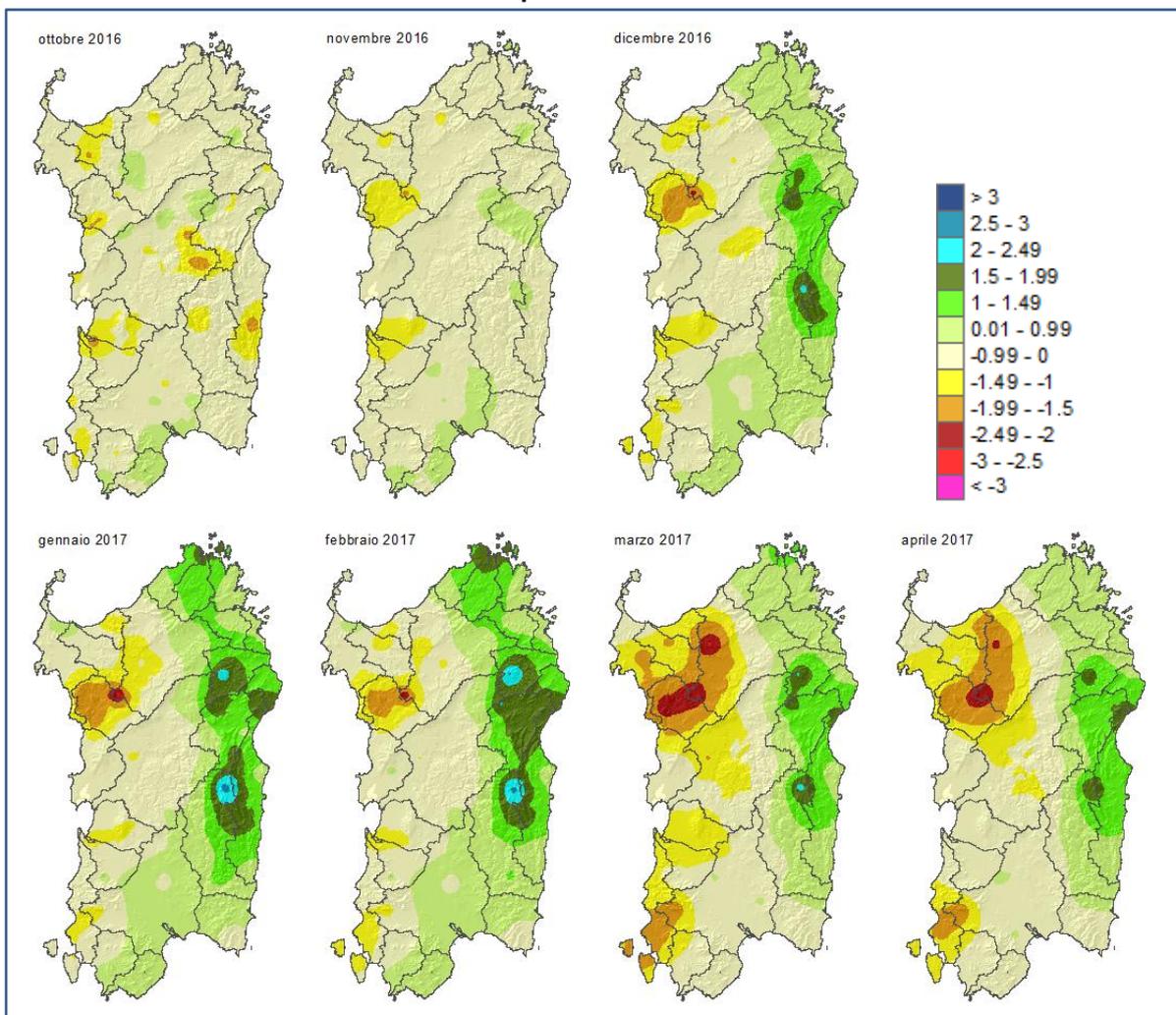
Come si evidenzia dalle mappe riportate nella **Figura 19**, a causa di un inizio di autunno caratterizzato da apporti piovosi scarsi e la prosecuzione del deficit pluviometrico nella parte occidentale anche nel mese di dicembre, si osserva un calo dei valori dell'indice di siccità trimestrale che diviene negativo e raggiunge nel mese di dicembre valori corrispondenti alla classe *Estremamente siccitoso* nella parte Nord-occidentale. Le piogge abbondanti di gennaio hanno incrementato il valore dell'indice 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, vista la scarsità di piogge registrata dalla prima decade di febbraio, si è verificato un nuovo calo che ha portato l'indice SPI ad assumere nell'ultimo trimestre (febbraio-aprile) valori negativi ovunque, con le classi *Moderatamente siccitoso* e *Molto siccitoso* (quest'ultimo in particolare nel Nord dell'Isola) ad indicare condizioni di scarsa disponibilità idrica dei suoli, che nelle aree più critiche (*Molto siccitoso*) hanno una probabilità di verificarsi inferiore al 6.7% degli anni.

Figura 19: Mappe dell'indice SPI da ottobre 2016 ad aprile 2017, calcolato con finestre temporali di 3 mesi.



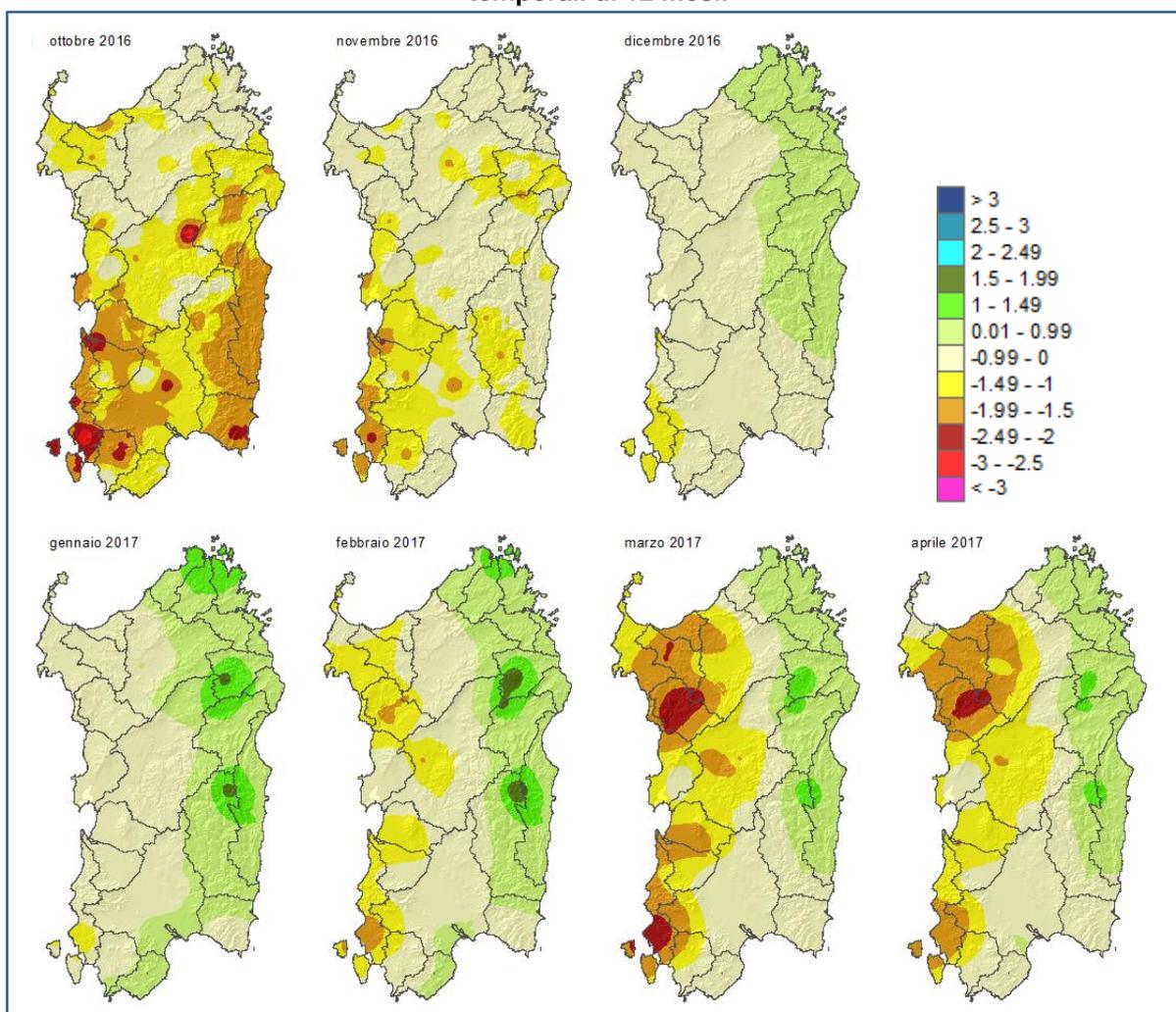
Nella **Figura 20** sono riportate le mappe dell'indice calcolato su scala temporale di 6 mesi, che riflette le condizioni dei corsi d'acqua minori e la resa produttiva delle colture. Si osserva una progressiva riduzione dell'indice nella parte occidentale, in particolare al Nord, e condizioni opposte nella parte orientale. Sulla parte Nord-occidentale nei mesi di marzo e aprile si osservano ampie aree caratterizzate da valori corrispondenti alla classe (*Estremamente siccitoso*) ad indicare deficit semestrali che hanno una probabilità di verificarsi inferiore al 2.3%.

Figura 20: Mappe dell'indice SPI da ottobre 2016 ad aprile 2017, calcolato con finestre temporali di 6 mesi.



L'analisi dell'SPI calcolato sull'anomalia delle piogge registrate 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 14** mostrano condizioni siccitose in autunno, un incremento dei valori in dicembre e gennaio, quindi condizioni nuovamente anomale sulla parte occidentale nei mesi successivi con valori corrispondenti alle classi da *Moderatamente siccitoso* ad *Estremamente siccitoso*, che indicano una anomalia con una bassa probabilità di accadimento rispetto alla variabilità del trentennio climatico assunto come riferimento.

Figura 21: Mappe dell'indice SPI da ottobre 2016 ad aprile 2017, calcolato con finestre temporali di 12 mesi.



4. CONCLUSIONI

Sulla base dei dati analizzati si evidenzia una scarsità di precipitazioni per tutta la stagione piovosa nella parte occidentale dell'Isola, che ha avuto effetti negativi sia sui corsi d'acqua sia sulla disponibilità idrica nei suoli. Sul versante orientale le abbondanti piogge del periodo invernale hanno incrementato sensibilmente i cumulati portandoli al di sopra delle corrispondenti medie climatiche di riferimento. La scarsità di apporti piovosi dalla prima decade di febbraio, che ha interessato l'intero territorio regionale, ha determinato una sensibile riduzione dell'umidità dei suoli e condizioni sfavorevoli alla vegetazione spontanea e alle coltivazioni, soprattutto in presenza di terreni sciolti o di limitato spessore. Come evidenziato nei grafici riferiti alle stazioni considerate e nelle mappe trimestrali dell'indice SPI, le condizioni di siccità agricola hanno interessato nell'ultimo trimestre anche il versante orientale che nel periodo invernale aveva ricevuto i maggiori apporti idrici.