



AGENZIA REGIONALE PER LA PROTEZIONE DELL'AMBIENTE DELLA SARDEGNA  
ARPAS

Dipartimento Specialistico Regionale Idrometeorologico

ANALISI AGROMETEOROLOGICA E CLIMATOLOGICA DELLA STAGIONE PIOVOSA 2008 - 2009 IN SARDEGNA

Le piogge eccezionali e gli impatti sul comparto agricolo

Versione 1.0

**Maggio 2009**

## Indice

PREMESSA	3
1. ANALISI DELLE PRECIPITAZIONI MENSILI SUL TERRITORIO REGIONALE	3
2. L'ALLUVIONE DEL 22 OTTOBRE 2008	14
3. LE PIOGGE DEL 4 E DEL 27-28 NOVEMBRE 2008	19
4. ANALISI CLIMATICA DELLE PRECIPITAZIONI PER ALCUNE LOCALITÀ RAPPRESENTATIVE	26
5. EVAPOTRASPIRAZIONE E BILANCIO IDRICO	32
6. GLI IMPATTI SUL COMPARTO AGRICOLO E SUL TERRITORIO	37

## PREMESSA

La presente relazione esamina la *stagione piovosa* 2008-2009, cioè il periodo che va da ottobre 2008 ad aprile 2009, attraverso l'analisi delle precipitazioni (anche di tipo nevoso), i bilanci idrici e l'influenza di tale andamento sulle produzioni agricole.

L'analisi evidenzia che in Sardegna le precipitazioni di ottobre-aprile sono state le più abbondanti da più di quaranta anni, in particolare in termini di numero di giorni di pioggia se si considera che mediamente un giorno su tre sull'intero periodo è stato piovoso.

Assolutamente eccezionali risultano, inoltre, le precipitazioni dei primi quattro mesi (ottobre-gennaio) per l'effetto combinato dell'alluvione del 22 ottobre che ha colpito l'area vasta di Cagliari, dei due nubifragi che hanno investito la Baronia a novembre e di un numero molto elevato di giorni di pioggia. Per il quadrimestre ottobre-gennaio, il confronto con gli ultimi otto decenni mostra che solo le piogge del 1940-41 sono paragonabili a quelle del 2008-2009.

Nelle aree maggiormente colpite dagli eventi piovosi più intensi le diverse attività agricole hanno registrato danni ingenti, sia per l'azione meccanica esercitata sui suoli e sulle colture dallo scorrere impetuoso dell'acqua, sia per gli effetti di più lunga durata derivanti dall'erosione dei suoli e dall'eccesso di acqua nei terreni.

L'abbondanza delle piogge complessive e l'elevata e anomala frequenza dei giorni piovosi che hanno caratterizzato il trimestre novembre-gennaio su buona parte del territorio regionale, e l'intera stagione piovosa per molte località del centro-Sud, hanno determinato condizioni di saturazione dei suoli per lunghi periodi, con conseguenze negative per le diverse attività di campo.

## 1. ANALISI DELLE PRECIPITAZIONI MENSILI SUL TERRITORIO REGIONALE

Come è noto, in Sardegna più di quattro quinti della pioggia totale annua si concentrano tra il mese di ottobre e il mese aprile, pertanto un bilancio di questo periodo è un ottimo strumento per fare una prima valutazione della piovosità di un'annata. Nella stagione che si è appena conclusa, poi, questo bilancio risulta particolarmente importante per la presenza di una serie di eventi di precipitazione avversi che hanno colpito la nostra regione, provocando danni e anche perdite di vite umane.

La **figura 1a** mostra il cumulato di precipitazione dall'1/10/2008 al 30/4/2009 e lo confronta con la climatologia: si può osservare che le precipitazioni hanno superato quasi ovunque i 600 mm/7mesi, con valori superiori agli 800 mm/mesi nella parte centro-orientale della Sardegna (Barbagie, Baronia e Ogliastra), nel Marghine-Montiferru e nell'area vasta di Cagliari.

Il confronto con la climatologia del trentennio 1961-1990 (**figura 1b**) mostra che si è trattato di precipitazioni ovunque superiori alla media che, in più parti del territorio regionale, risultano sicuramente eccezionali.

Ma se i valori dell'area vasta di Cagliari e della Baronia sono fortemente condizionati dall'alluvione del 22 ottobre e dai nubifragi di novembre, gli elevati cumulati del resto della Sardegna sono invece l'effetto di piogge frequenti e abbondanti che si sono distribuite su tutto il periodo.

Quest'ultima osservazione è confermata dalla **figura 2a**, dalla quale si evince che su tutta l'Isola si sono avuti tra 70 e 90 giorni pioggia; fa eccezione solo una parte delle zone costiere, sulla quale è piovuto per 50-60 giorni. Come si vede dalla **figura 2b**, si tratta di valori superiori alla media anche in misura consistente. Se, infine, si osserva che i sette mesi sono costituiti da 212 giorni, si conclude che su quasi tutta la Sardegna è piovuto più di un giorno ogni tre!

**Figura 1. Cumulato di precipitazione di ottobre 2008 – aprile 2009 e confronto con la media climatica.**

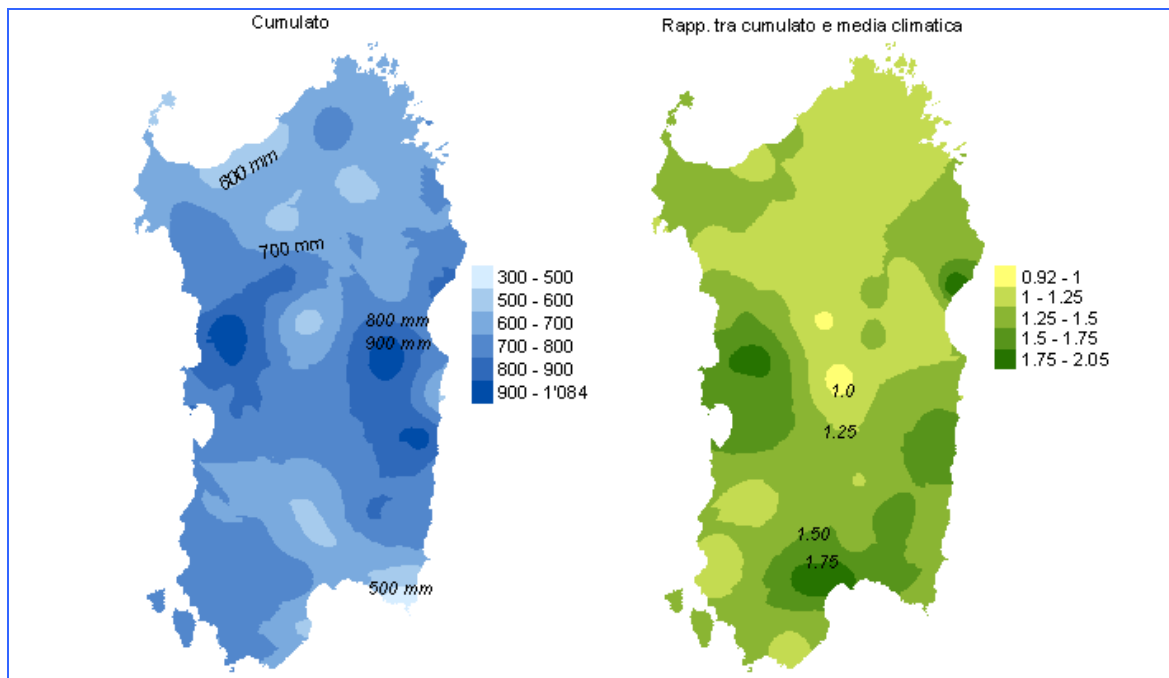
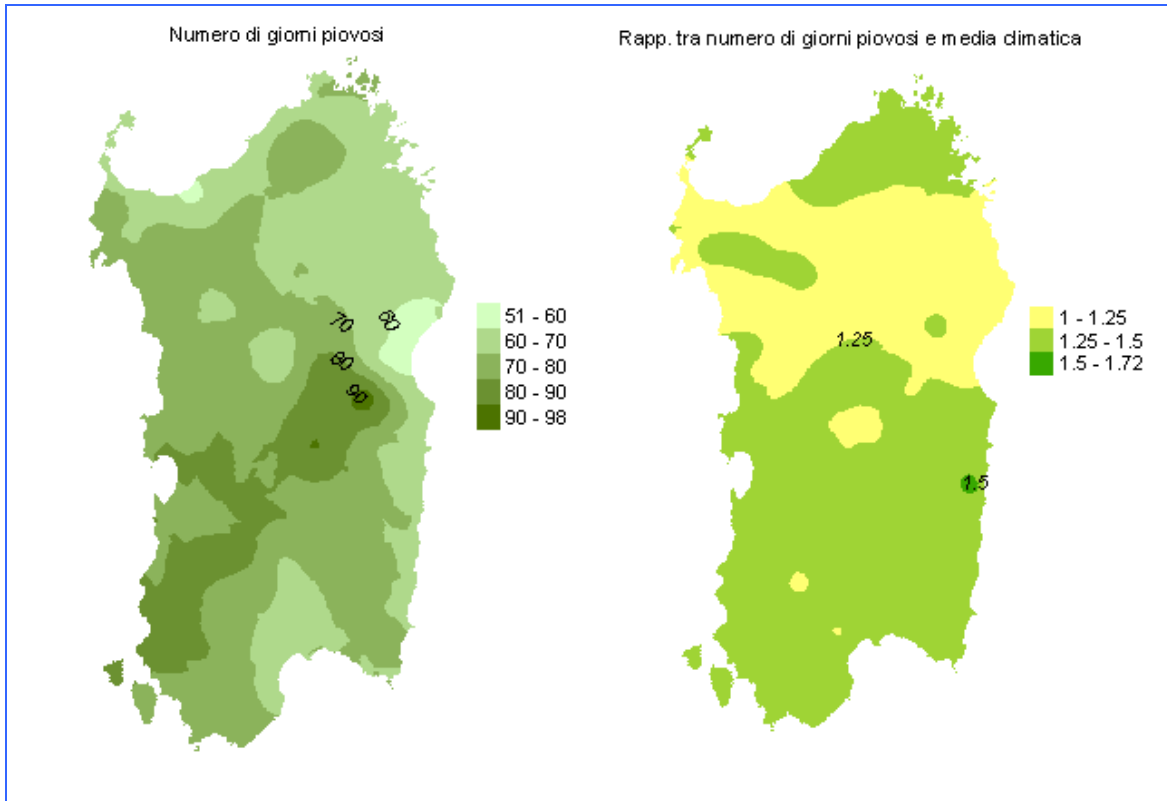


Figura 2. Numero dei giorni piovosi di ottobre 2008 – aprile 2009 e confronto con la media climatica.



Il confronto con più di un secolo di pluviometria mostra (figura 3) che la Sardegna non registrava piogge così abbondanti nel periodo ottobre-aprile dal 1971-72. Se, poi, si focalizza l'attenzione sui mesi da ottobre 2008 a gennaio 2009 (figura 4), caratterizzati dalle piogge più abbondanti, si osserva che i cumulati sono stati i più elevati di cui si hanno dati, con la sola eccezione del 1946 il cui valore, però, si basa su pochissime stazioni ed è dunque da considerare con cautela.

Figura 3. Andamento del cumulato di precipitazioni di ottobre-aprile dal 1900 a oggi.

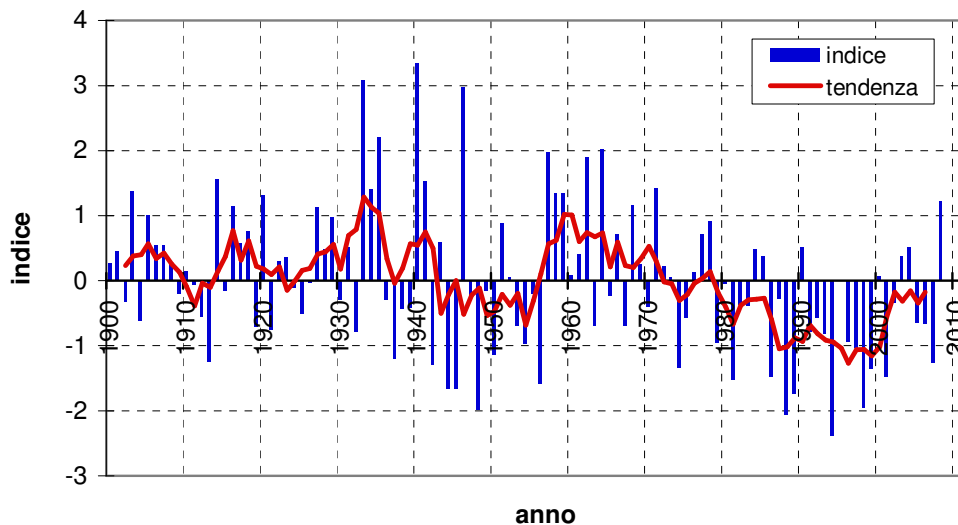
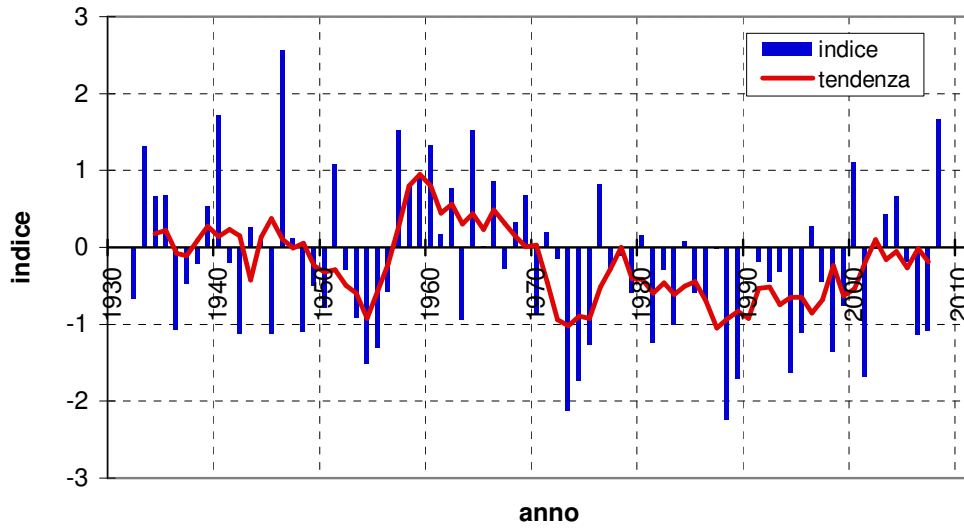
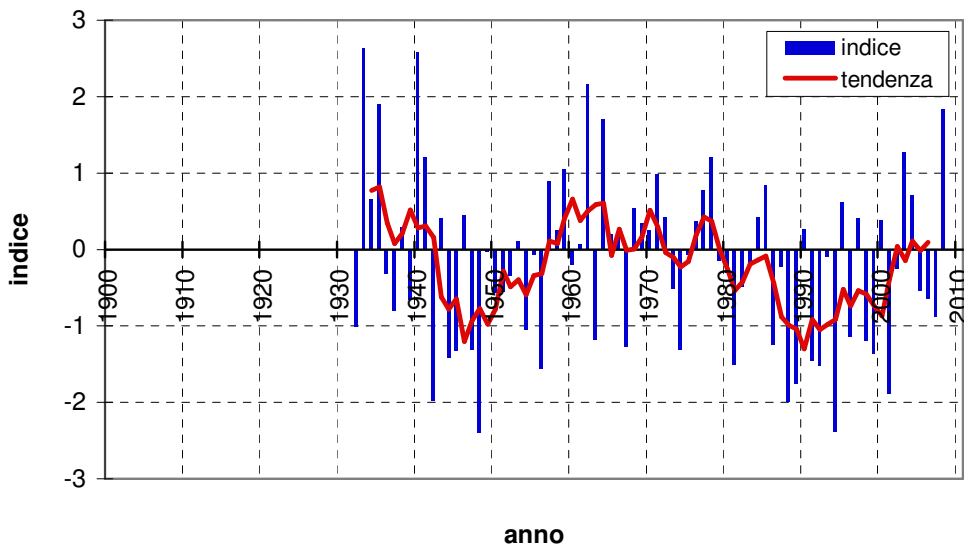


Figura 4. Andamento del cumulado di precipitazioni di ottobre-gennaio dal 1930 a oggi.



La figura 5, infine, permette di evidenziare anche l'eccezionalità del numero di giorni piovosi: come si vede, in Sardegna non pioveva con questa frequenza dal 1962-63 e, comunque, il 2008-2009 è una delle annate più piovose dell'intera serie storica.

Figura 5. Andamento del numero di giorni piovosi di ottobre-aprile dal 1930 a oggi.

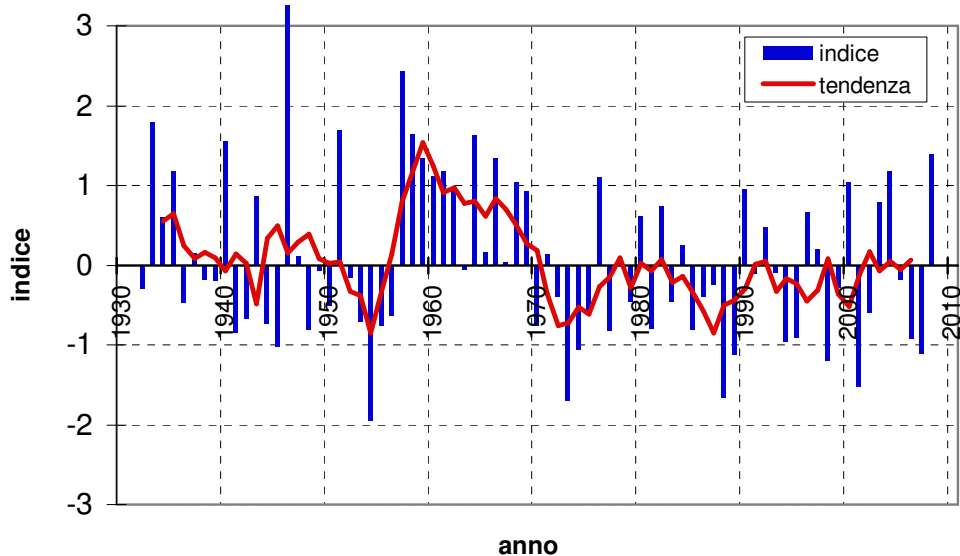


Se si passa ad esaminare i sotto-periodi della *stagione piovosa*, si osserva che il trimestre **ottobre-dicembre 2008** è stato caratterizzato da una piovosità decisamente superiore alla media. La ragione di questa anomalia è da ricercare nell'effetto delle precipitazioni di tre eventi eccezionali (22 ottobre, 4

novembre e 27-28 novembre)<sup>1</sup> combinato con le frequenti e abbondanti precipitazioni del resto di novembre e di dicembre.

La **figura 6** mostra l'andamento dei cumulati del trimestre a partire dal 1932. Dal confronto tra il 2008 e gli anni precedenti, si osserva che un ottobre-dicembre così piovoso non si aveva dalla metà degli anni '60.

**Figura 6. Andamento del cumulato di precipitazioni di ottobre-dicembre dal 1930 a oggi.**



Per descrivere le precipitazioni di **ottobre** (**figura 7**) occorre distinguere la piovosità delle zone colpite dal nubifragio del giorno 22, quando piogge del tutto eccezionali hanno interessato l'area vasta di Cagliari-Capoterra e l'Ogliastra, da quelle del resto della Sardegna.

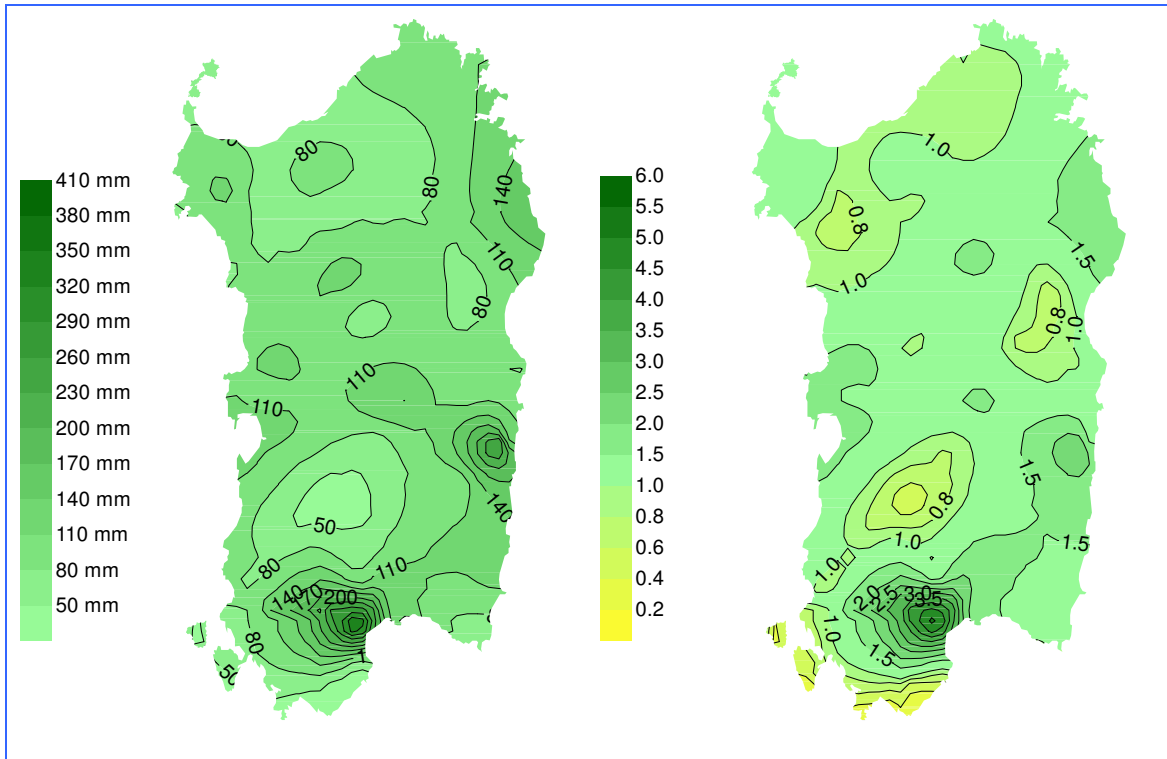
Nell'area di Cagliari-Capoterra, infatti, i cumulati mensili hanno raggiunto 393 mm, corrispondenti a oltre 5 volte la media climatologica. In Ogliastra invece sono stati raggiunti 294 mm mensili (misurati nella stazione di Jerzu della rete dell'ARPAS), corrispondenti a circa 2.5 volte la media climatologica, per effetto dei 245 mm caduti nella sola mattina del giorno 22.

Sul resto dell'Isola la precipitazione ha registrato valori compresi tra 50 mm/mese del medio Campidano (corrispondenti a circa il 60% della media climatologica), 80 mm/mese del Sassarese (prossimi al valore climatologico), sino a circa 140 mm/mese delle Baronie (circa 1.5 volte la media climatologica).

Se si passa, infine, a considerare il numero di giorni piovosi, essi risultano compresi tra 6 e 9 che sono in linea o di poco superiori al valore climatologico di questo mese.

<sup>1</sup> Questi eventi saranno descritti in dettaglio nei capitoli successivi.

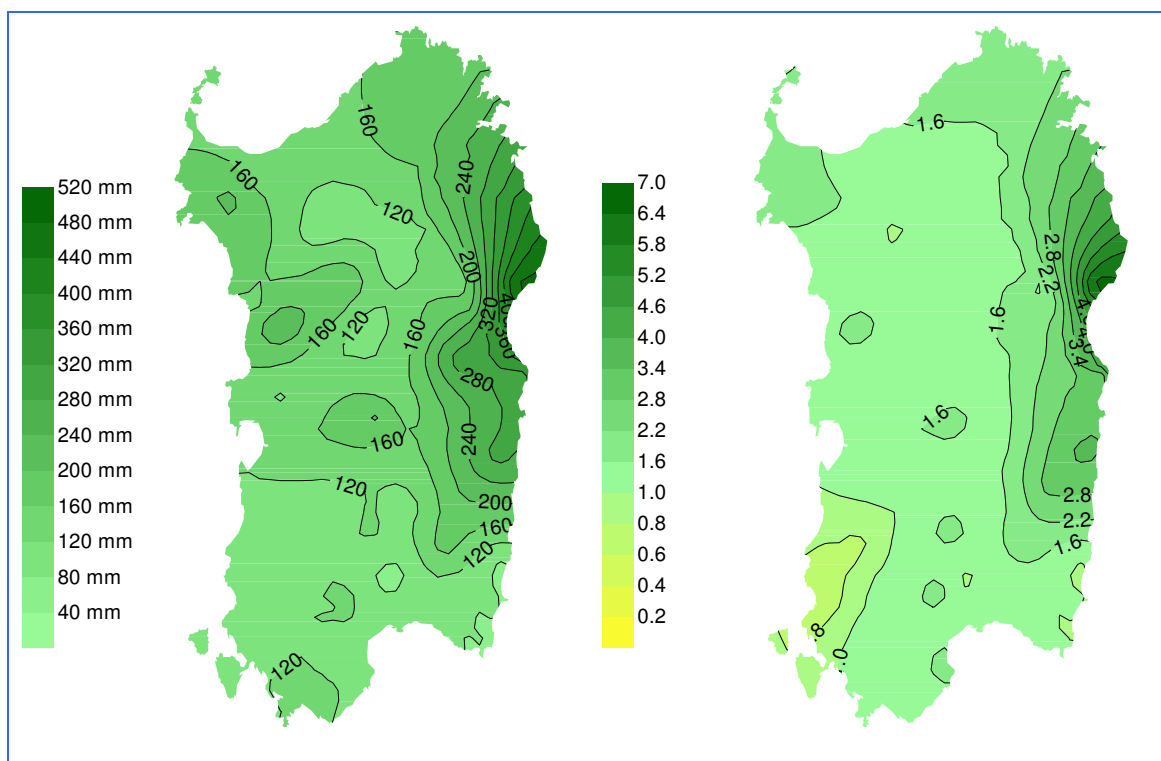
**Figura 7. Cumulato di precipitazione del mese di ottobre 2008 e confronto con la media climatica.**



Il mese di **novembre** (figura 8) è stato uno dei più piovosi da quando è stata installata la rete delle stazioni dell'ex-SAR. I cumulati di precipitazione hanno superato i 200 mm/mese (circa il doppio della media climatologica) su tutta la parte orientale della Sardegna, con valori superiori a 400 mm/mese sulla Baronia (oltre il triplo della media). Sulla restante parte della Sardegna Orientale e su alcune parti del Nord-Ovest dell'Isola i cumulati hanno superato i 150 mm/mese, mentre sul resto del territorio regionale i cumulati si sono assestati sui 120 mm/mese (pari a circa il 150%).

Le piogge si sono distribuite su un numero di giorni che va da 9-10 in Ogliastra, Baronia, Basso Campidano e regioni limitrofe, sino a circa 15 della parte occidentale e settentrionale dell'Isola. Dal confronto colla climatologia si evidenzia che si è trattato di valori superiori alla media, anche in maniera consistente.

**Figura 8. Cumulato di precipitazione del mese di novembre 2008 e confronto con la media climatica.**



**Dicembre (figura 9)** ha registrato piogge abbondanti e frequenti su quasi tutta l'Isola. I cumulati sono compresi dagli 80 mm/mese della piana di Ottana ai 200 mm/mese su parte della Gallura e del Montiferru. Il confronto con la climatologia indica valori superiori alla media ovunque, ad eccezione del Gennargentu, dove invece è stato registrato solo l'80 % del valore climatologico; sul resto dell'isola, invece, i cumulati mensili sono stati tra il 120 % ed il 160 % della climatologia, con punte del 200 % sul Montiferru. Passando al numero di giorni di pioggia, essi sono stati compresi tra 12 e 14 quasi ovunque, corrispondenti a percentuali comprese tra il 140 % ed il 180 % del valore climatologico, con punte del 200 % in Ogliastra.

Nel trimestre **gennaio-marzo 2009** le piogge hanno subito un rallentamento: dopo un gennaio ancora molto piovoso, infatti, le piogge di febbraio e marzo sono state quasi ovunque deficitarie. I due effetti si sono però compensati, mantenendo le piogge complessive del trimestre in linea con i corrispondenti valori climatici.

Come si vede dalla **figura 10** i valori di gennaio-marzo 2009, seppur in linea col clima, sono però superiori a quasi tutti quelli dei tre decenni precedenti che erano stati caratterizzati da valori sistematicamente più bassi della media del trentennio di riferimento (1961-1990).

Figura 9. Cumulato di precipitazione del mese di dicembre 2008 e confronto con la media climatica.

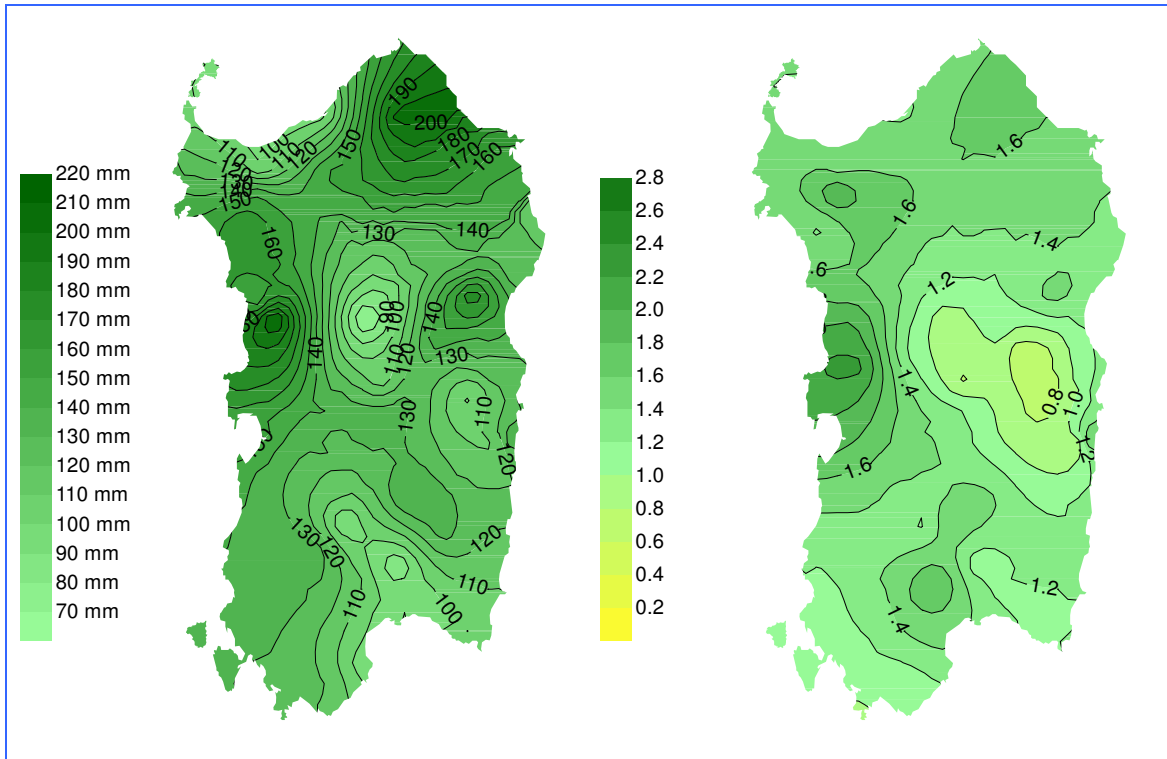
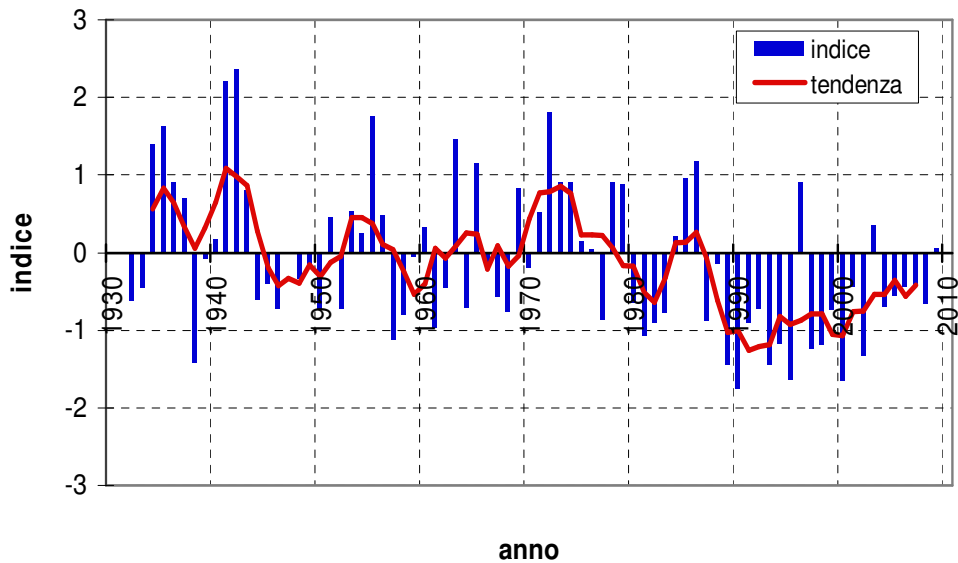


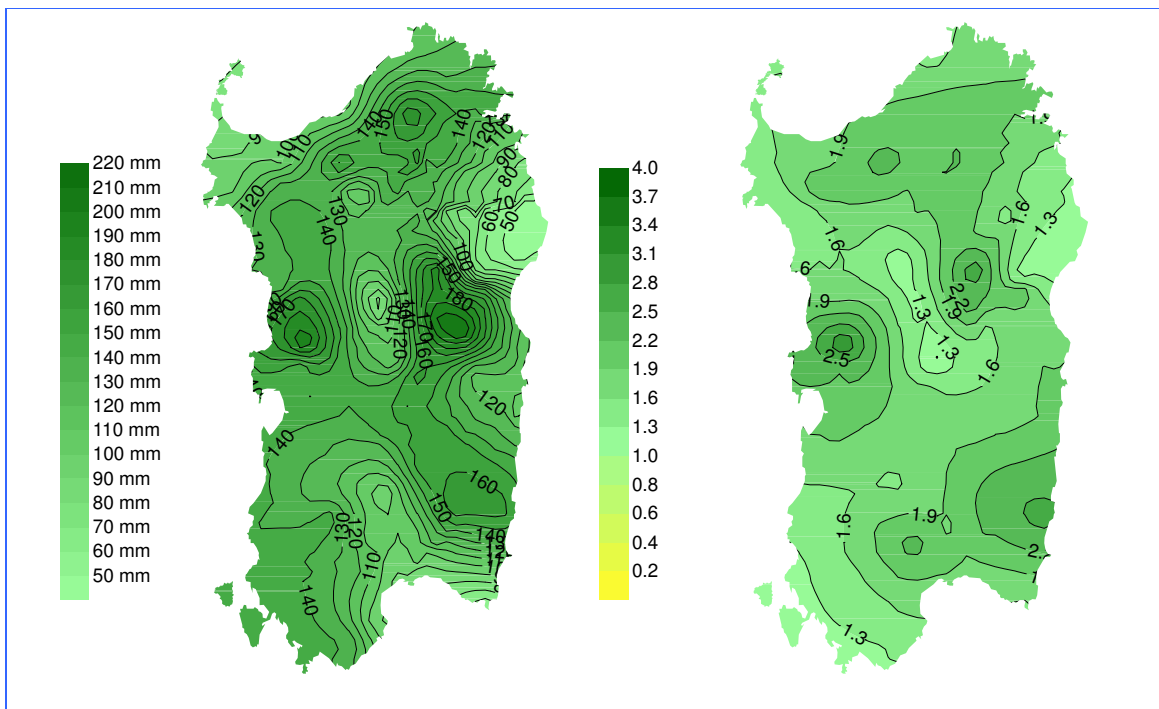
Figura 10. Andamento del cumulato di precipitazioni di gennaio-marzo dal 1930 a oggi.



La precipitazione di **gennaio** (figura 11) è stata superiore alla media sull'intero territorio regionale. Quasi ovunque sono stati superati i 100 mm/mese (su almeno 10 giorni); se, poi, si escludono la Nurra, il Campidano e la valle del Tirso, si osserva che i cumulati mensili hanno superato anche la soglia dei 140 mm/mese, arrivando a quasi 200 mm/mese nel Gennargentu e nel Montiferru.

Tutte le giornate hanno avuto precipitazioni: in 8 giorni su 31 le piogge si sono limitate a valori inferiori a 1 mm/giorno; nelle restanti 23 giornate la soglia di 1 mm/giorno è stata superata in almeno una stazione; in 13 giorni tra questi 23, poi, le precipitazioni si sono estese e più della metà del territorio regionale.

**Figura 11. Cumulato di precipitazione del mese di gennaio 2009 e confronto con la media climatica.**



Dopo quattro mesi consecutivi di piogge abbondanti, i cumulati di **febbraio** (figura 12) sono risultati inferiori alla media su tutta l'Isola con poche eccezioni. Tali valori, infatti, vanno dai 30-40 mm/mese del Nord Sardegna, ai 60-70 mm/mese delle zone centrali, sino agli 80 mm/mese della Planargia. Il confronto con la climatologia mostra in generale percentuali comprese tra il 60 % e l'80 %, con picchi del 120 % sulla Planargia. Un discorso differente va fatto per il numero di giorni di pioggia, che risulta invece molto vicino al valore climatologico e compreso tra 8 nel Nord Sardegna e 12 nelle aree centrali e Sud-occidentali.

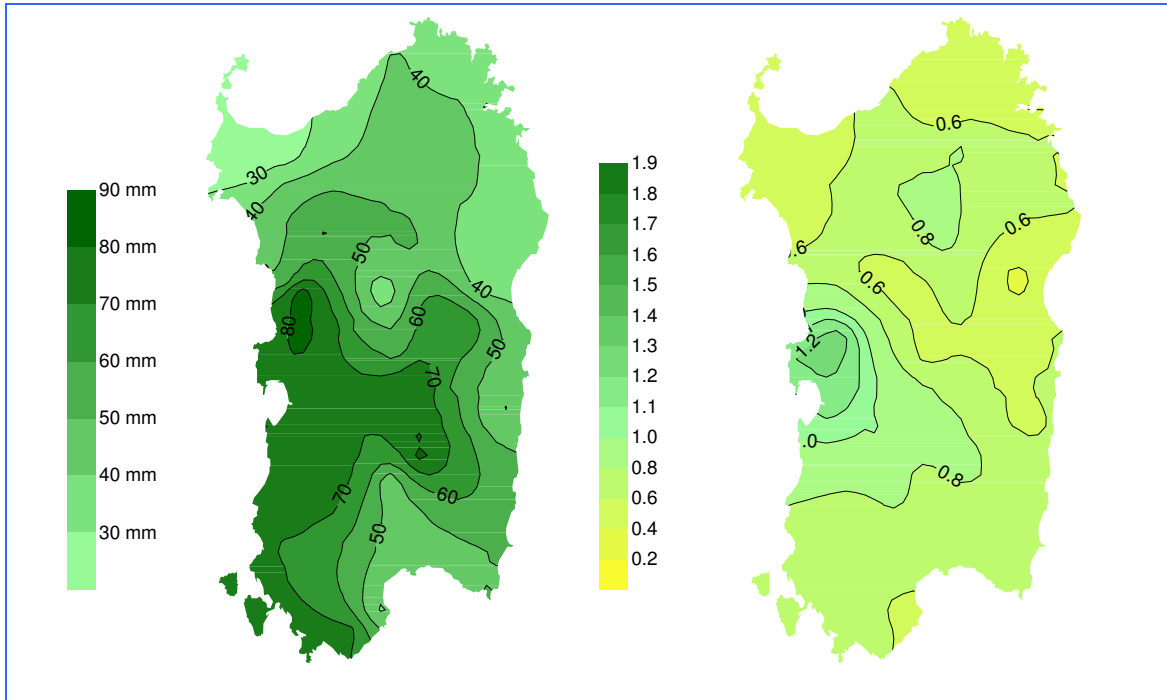
La pioggia di **marzo** (figura 13) è stata deficitaria su quasi tutta l'Isola. I cumulati mensili hanno superato i 50 mm/mese solo sulla costa occidentale della Sardegna e sulla zona montuosa centro-orientale. Sul resto dell'Isola i cumulati si sono assestati sui 30-40 mm/mese. Solo sulla parte più occidentale dell'Isola tali valori risultano in linea con la media o di poco inferiori; altrove i cumulati mensili sono stati intorno al 60% della media o anche più bassi.

Le precipitazioni si sono distribuite su 6-8 giorni/mese. A differenza dei cumulati, invece, il numero dei giorni piovosi risulta in linea con la climatologia.

Il mese di **aprile** (figura 14), infine, mostra un chiaro andamento crescente da Nord a Sud, con valori che vanno dai 70-80 mm/mese delle province di Sassari e Olbia-Tempio agli oltre 150 mm/mese della Sardegna meridionale.

Si è trattato nuovamente di precipitazioni superiori alla media, soprattutto sulle province di Cagliari e di Carbonia-Iglesias, dove i cumulati sono stati tra il doppio e il triplo di quello che normalmente si registra nel mese di aprile.

**Figura 12. Cumulato di precipitazione del mese di febbraio 2009 e confronto con la media climatica.**



**Figura 13. Cumulato di precipitazione del mese di marzo 2009 e confronto con la media climatica.**

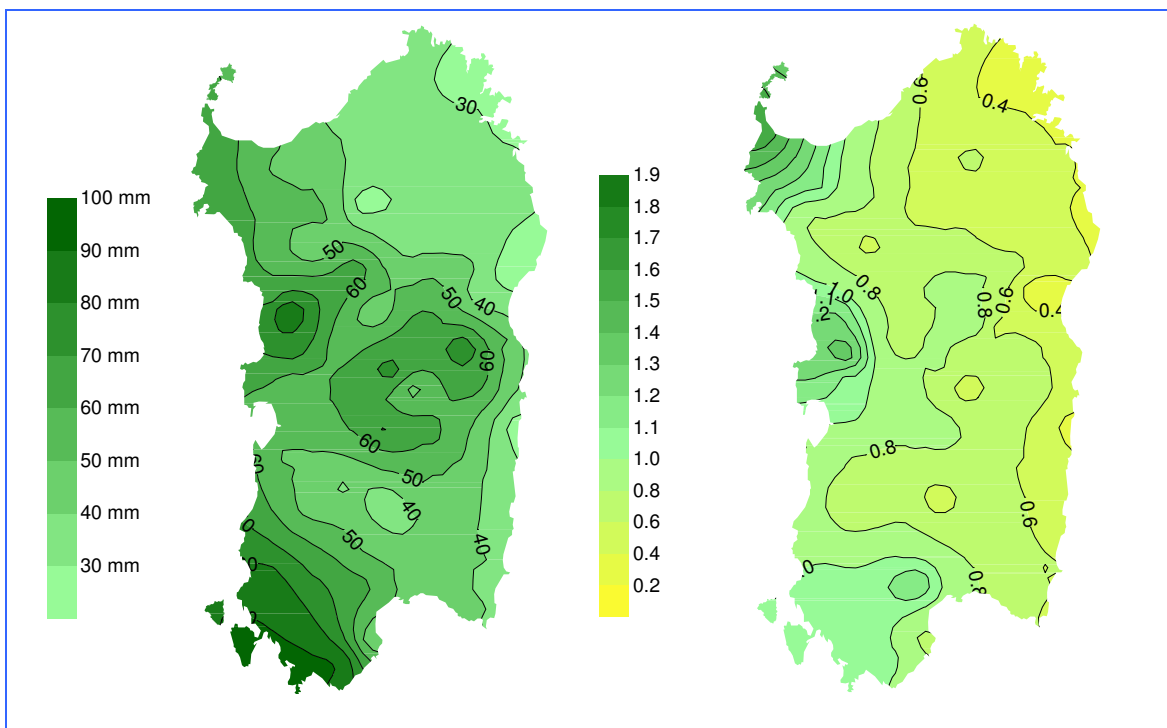


Figura 14. Cumulato di precipitazione del mese di aprile 2009 e confronto con la media climatica.

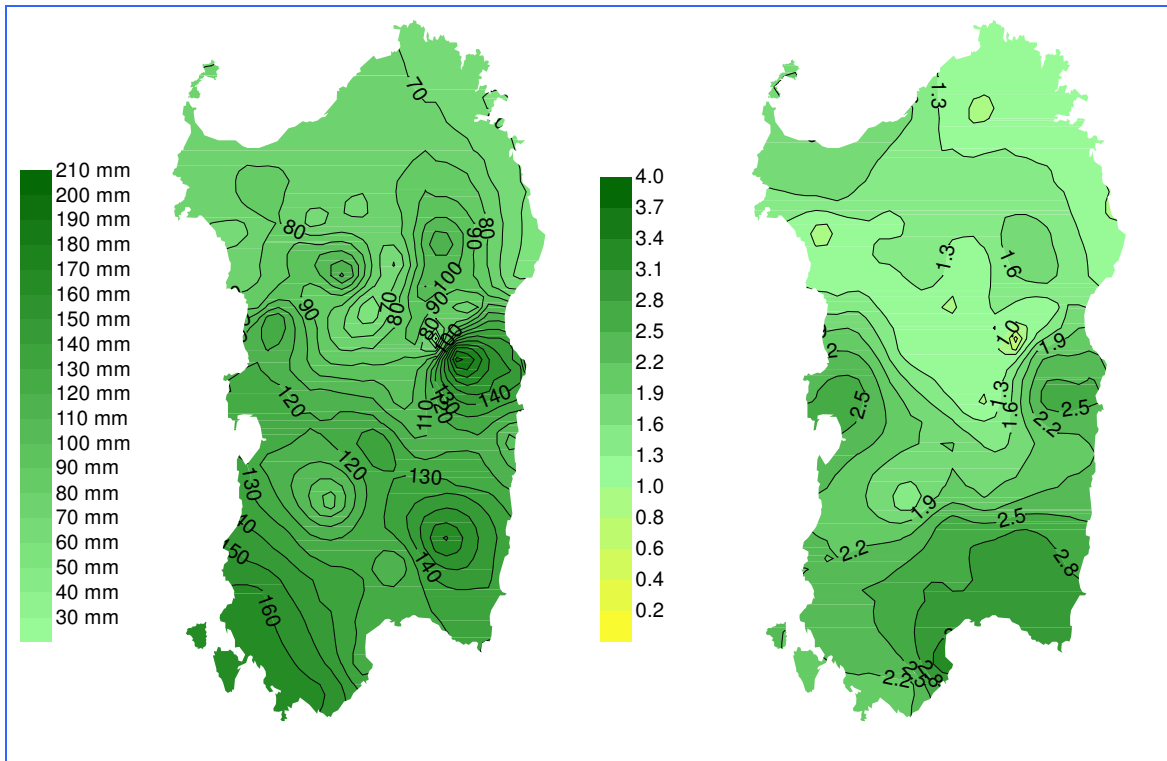
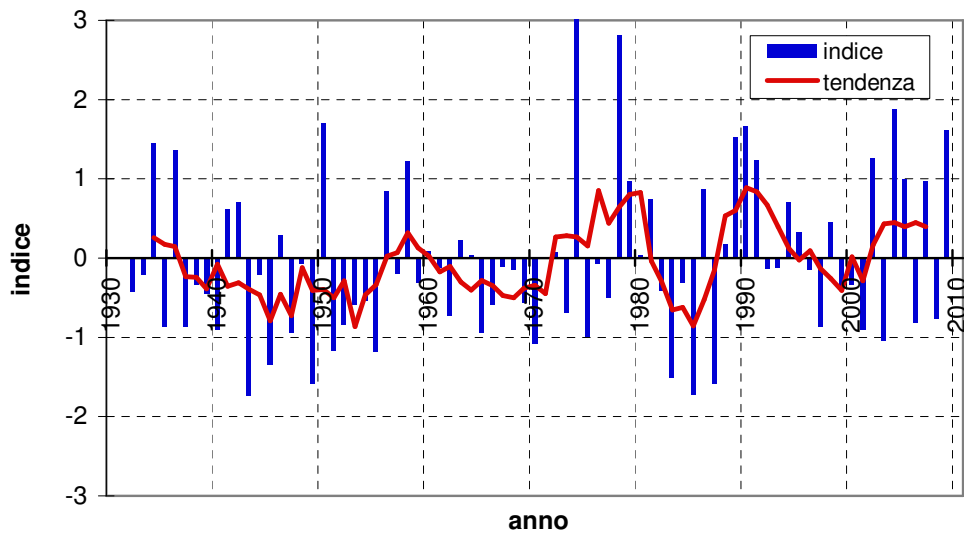


Figura 15. Andamento del cumulato di precipitazioni di aprile dal 1930 a oggi.

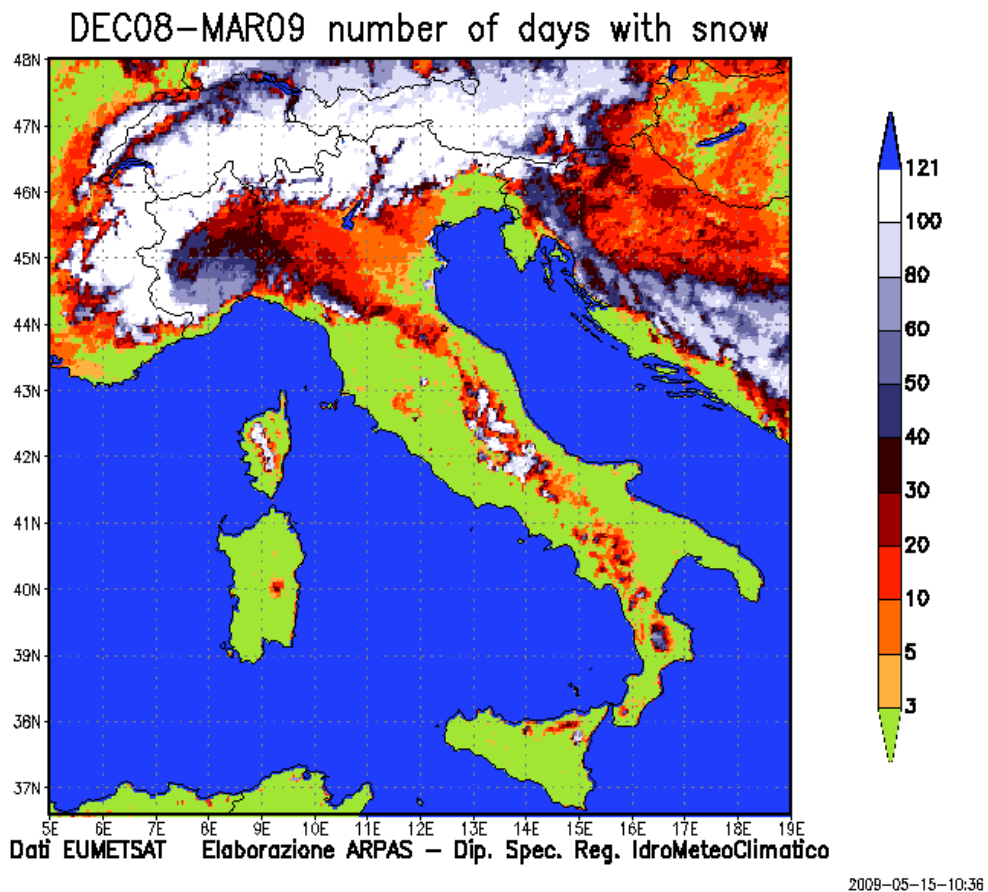


Il confronto con la serie storica (figura 15) mostra valori superiori alla media e coerenti col trend crescente delle precipitazioni osservato ormai da alcuni decenni.

La neve, infine, è stata meno frequente rispetto agli anni passati. Una presenza significativa di queste precipitazioni si è osservata solo tra dicembre e febbraio, ma ha influito poco sul bilancio complessivo delle precipitazioni.

La **figura 16** riporta il numero di giorni con copertura nevosa dei mesi più significativi: ottobre-marzo.

**Figura 16. Numero dei giorni con copertura nevosa dall'1 ottobre 2008 al 31 marzo 2009 sulla base dell'elaborazione delle immagini del satellite *MeteoSat di Seconda Generazione*.**

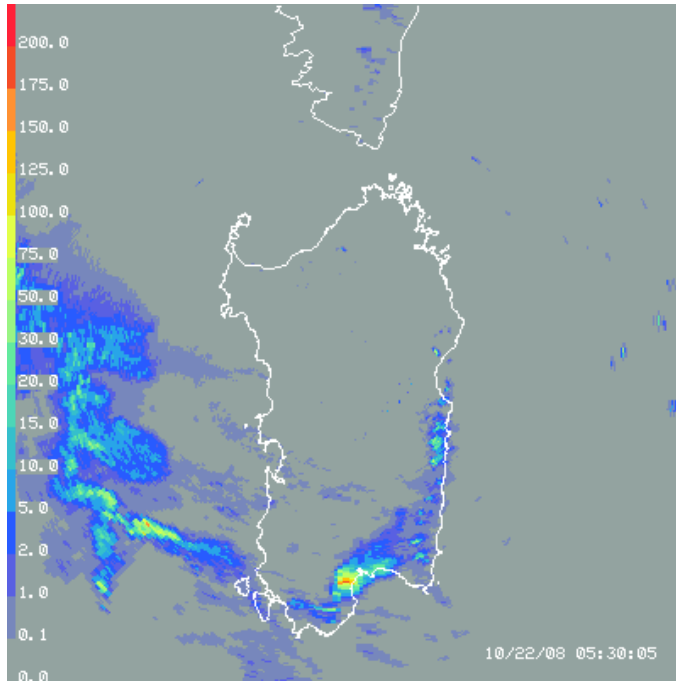


## 2. L'ALLUVIONE DEL 22 OTTOBRE 2008

Il 22 ottobre 2008 l'area vasta di Cagliari (e in misura minore il Gerrei e l'Ogliastra) è stata investita da precipitazioni di eccezionale intensità che sono la causa dell'alluvione che ha investito i territori dei comuni di Capoterra e Cagliari.

Tali precipitazioni sono state causate da una *cella temporalesca eccezionalmente estesa* (tecnicamente una *supercella* successivamente evolutasi in un *sistema convettivo di mesoscala*) che si è formata pochi km a Est di Cagliari nelle prime ore del mattino e si è rapidamente estesa a quasi tutti i territori delle province di Cagliari e di Lanusei-Tortolì. Dopo alcune ore, poi, la cella si è spostata verso Nord-Est, arrivando ad interessare anche la parte orientale della provincia di Nuoro.

**Figura 17. Intensità delle precipitazioni alle 5:30 GMT (7:30 locali) del 22 ottobre 2008 stimata dal radar di Monte Rasu.**



La **figura 17** mostra l'intensità di precipitazione (espressa in mm/h) stimata dal radar dell'ARPAS installato a Monte Rasu nell'istante di massima: le 5:30 GMT (cioè le 7:30 locali). Sebbene tali stime di intensità di precipitazione siano da considerarsi approssimative (per effetto della distanza dal radar nell'ordine del centinaio di km e per la presenza del Gennargentu), si può comunque osservare l'eccezionale intensità delle precipitazioni nel territorio di Cagliari-Capoterra e dintorni (con punte di circa 150mm/h sull'area del Rio San Girolamo e Rio S. Lucia), i valori progressivamente decrescenti sul resto della provincia<sup>2</sup> e il massimo secondario sull'Ogliastra.

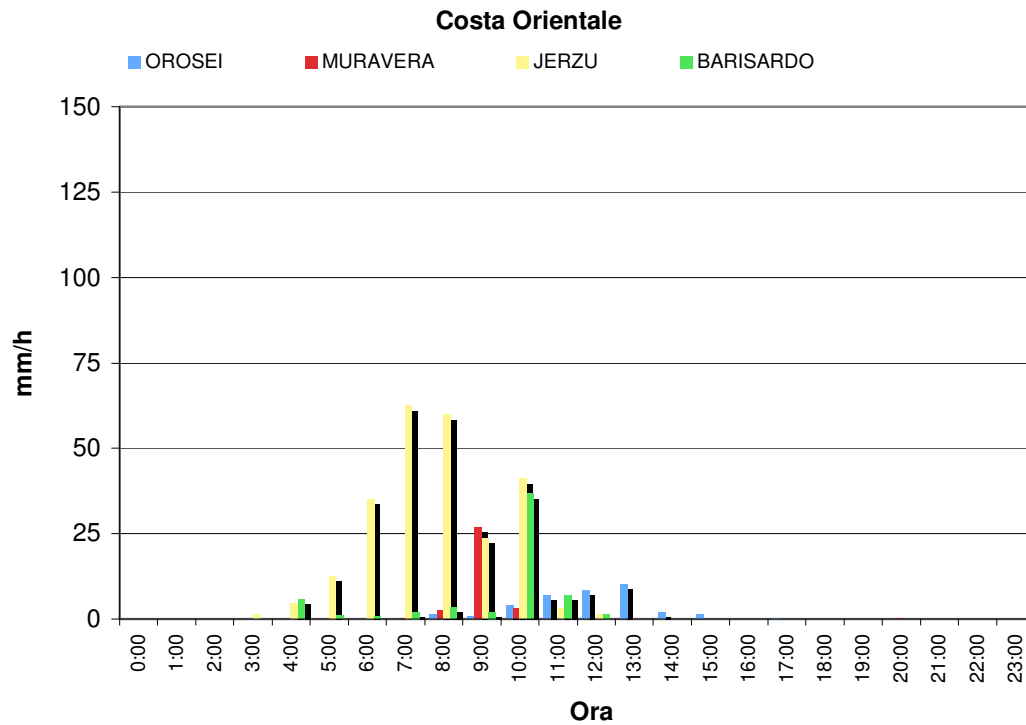
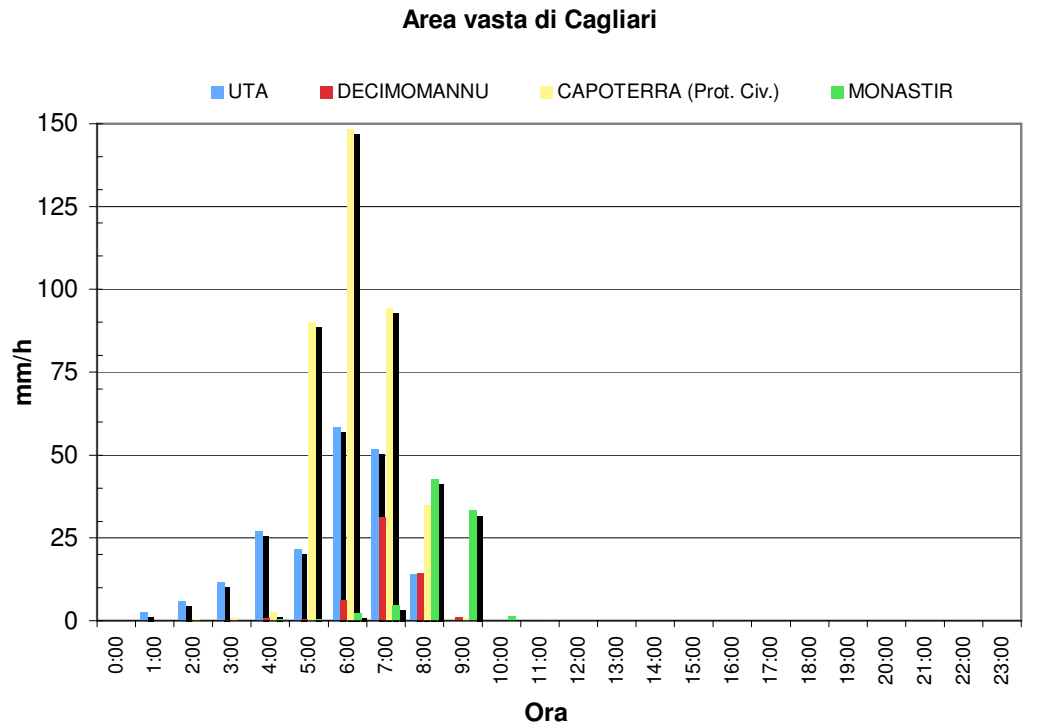
L'evoluzione delle precipitazioni nelle 24 ore, su un insieme di punti stazione della rete dell'ex-SAR e di altre reti, è riportata nella **figura 18**.

Si può osservare che il grosso delle precipitazioni, sia nell'area vasta di Cagliari sia in Ogliastro, si è concentrata in poche ore nell'arco della mattina ore, con cumulati che in un'ora risultano molto superiori a quanto mediamente piove in un mese<sup>3</sup>!

<sup>2</sup> L'insieme delle immagini radar risultano molto importanti perché, seppur inadeguate a dare la misura esatta dei mm di precipitazione, permettono di delimitare l'area interessata dalle precipitazioni in maniera più precisa rispetto alle misure da pluviometro che, per loro natura, sono puntuali.

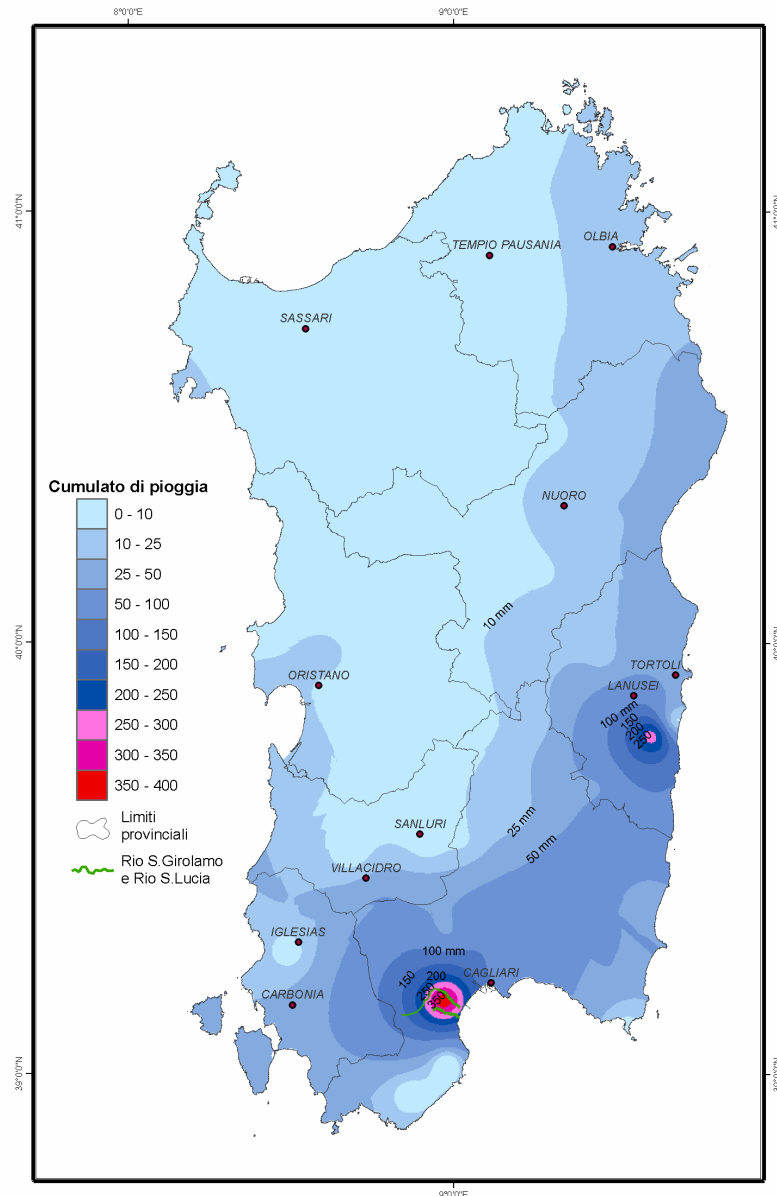
<sup>3</sup> Nell'intero mese di ottobre nell'area di Cagliari piovono in media 59mm e in un anno mediamente 520mm!

Figura 18. Evoluzione delle precipitazioni del 22 ottobre 2008 su alcune stazioni della rete dell'ex-SAR e di alcuni altri enti.



Il riepilogo complessivo della pluviometria della giornata è riportato nella **figura 19** e nella **tabella 1**. La **figura 19** mostra i cumulati di precipitazione osservati dalle stazioni della rete dell'ex-Conorzio SAR, integrate da alcune di altre reti localizzate sotto il massimo delle precipitazioni. Sono ben evidenti i due massimi locali indicati sopra: l'area di Cagliari-Capoterra e dintorni i cui cumulati massimi hanno sfiorato i 400 mm e l'area di Jerzu-Carvedu con un massimo di oltre 250 mm. Nella figura sono riportati anche il Rio San Girolamo e il Rio Santa Lucia, sui cui bacini le precipitazioni hanno raggiunto il massimo di intensità.

**Figura 19. Cumulato di precipitazioni del 22 ottobre 2008.**



La **tabella 1**, invece, riporta i cumulati giornalieri del 22 ottobre, i massimi cumulati orari e i massimi cumulati su 10 minuti di un insieme significativo di stazioni della Sardegna interessate dal fenomeno. Come confronto la tabella riporta anche i cumulati registrati da alcune stazioni della Protezione Civile e del Servizio Meteorologico dell'Aeronautica; si osservi, in particolare, la stazione di Capoterra-

Poggio dei Pini che, come è noto da altre relazioni pubblicate, nelle due ore di massima precipitazione (tra le 04 GMT e le 06 GMT, corrispondenti alle 6:00-8:00 in ora locale) ha toccato prima i 90.0 mm/h e poi i 148.2 mm/h.

**Tabella 1. Cumulati di precipitazione su 24 ore e massimi su 60' e su 10' misurati il 22 ottobre da alcune stazioni della rete ex-SAR e di altre reti (AGRIS, Servizio Meteorologico dell'Aeronautica e Protezione Civile).**

Stazione	Precipitazioni osservate il 22/10/2008		
	Cumulato Giornaliero	Massimo cumulato in 60'	Massimo cumulato in 10'
BARISARDO	60,2	36,6	-
CAGLIARI	94,6	51,2	nd
CAPO BELLAVISTA	32,2	nd	nd
CAPO CARBONARA	0,1	nd	nd
CAPO FRASCA	20,4	nd	nd
CAPO S. LORENZO	81,6	nd	nd
CAPOTERRA - POGGIO DEI PINI	372,0	148,2	nd
CAPOTERRA - RIO S. LUCIA	276,4	80,6	nd
DECIMOMANNU	55,6	35,6	10,6
DECIMOMANNU (AM)	46,1	nd	nd
DOLIANOVA	78,0	43,8	12,8
DOMUS DE MARIA	2,2	0,8	0,4
DORGALI MOBILE	36,4	21,6	7,4
GONNOSFANADIGA	1,0	0,8	0,4
GUASILA	10,6	5,4	2,0
IGLESIAS	3,4	2,8	1,6
JERZU	245,2	71,6	19,4
MONASTIR MOBILE	85,2	43,0	11,2
MURAVERA	32,8	28,2	12,0
OLIENA	24,0	11,6	3,4
OROSEI	34,8	13,0	3,4
PERDASDEFOGU	52,0	nd	nd
SADALI	15,0	7,2	1,6
SAMASSI	4,6	2,0	0,8
SARDARA	2,4	1,0	0,4
SINISCOLA	33,0	10,0	3,0
SIURGUS - DONIGALA	15,6	9,6	2,8
UTA	193,2	58,4	-
VILLA S. PIETRO	1,8	1,2	0,8
VILLACIDRO	45,6	38,2	9,8
VILLANOVA STRISAILI	22,4	10,8	3,6
VILLASALTO	73,4	34,8	10,4

Secondo quanto si può trovare nella banca-dati del Dipartimento Idrometeorologico dell'ARPAS che copre il periodo 1932-2008, i cumulati giornalieri misurati a *Capoterra-Poggio dei Pini* sono i massimi di cui si abbia traccia nella serie pluviometrica di Capoterra (il tempo di ritorno stimato con apposite tecniche statistiche è di circa 800 anni), mentre nella serie pluviometrica più vicina a Uta è presente un solo evento superiore: 400.0 mm misurati il 23 novembre 1961. Nelle due serie storiche più vicine a Jerzu, invece, si trovano rispettivamente 5 e 6 cumulati giornalieri simili o superiori.

Estendendo, poi, l'analisi alle stazioni pluviometriche circostanti, si può osservare che le precipitazioni dell'area a Est di Cagliari sono del tutto eccezionali, mentre quelle dell'Ogliastra sono estremamente intense, ma ricorrenti (seppur con tempi di ritorno lunghi).

Se, invece, si considera la distribuzione delle precipitazioni sul territorio per capire se questo tipo di eventi meteorologici siano già occorsi nel passato, si possono individuare almeno due eventi simili, sia come struttura spaziale del campo di precipitazione sia come valori dei massimi, e numerosi altri con cumulati di precipitazione inferiori.

I due eventi più simili occorsero il 22-23 novembre 1961 e il 12-13 novembre 1999. Entrambi furono caratterizzati da precipitazioni eccezionali nell'area immediatamente a Est/Nord-est della città di Cagliari e precipitazioni molto abbondanti nella costa orientale della Sardegna.

Il 22-23 novembre 1961, si osservarono 400 mm/24h a Uta, 200 mm/24h a Villasor e cumulati di precipitazione superiori ai 100 mm/24h nel Basso Campidano, mentre precipitazioni di eccezionale intensità interessarono Baronia e Ogliastra, con valori superiori a 200 mm/h sino a un massimo di 292.2 mm/24h a Talana.

Nel secondo episodio, invece, le precipitazioni cumulate su due giorni del Basso Campidano raggiunsero i 374.6mm/48h a Decimomannu e superarono i 200mm in molte località circostanti (221.0mm a Capoterra). Nei medesimi due giorni le precipitazioni complessive dell'Ogliastra e del Sarrabus raggiunsero i 376.8mm/28h a Pelau e 307.0mm/48h a Muravera. Sempre a Pelau, la stazione dell'ERSAT misurò anche due ore di precipitazioni di eccezionali di intensità: 97.6mm/h alle 18GMT e 67mm/h alle 19GMT.

Nei decenni passati, numerosi altri episodi di precipitazione intensa hanno interessato la sola Sardegna orientale, ma senza investire l'area vasta di Cagliari in maniera altrettanto intensa.

### 3. LE PIOGGE DEL 4 E DEL 27-28 NOVEMBRE 2008

In due momenti del mese di novembre 2008 (il 4 e il 27-28) la Sardegna orientale è stata nuovamente interessata da precipitazioni di eccezionali intensità, anche se si portava inferiore rispetto a quelle del 22 ottobre.

Si è trattato di due eventi molto simili le cui precipitazioni sono state prodotte da celle temporalesche, estese verticalmente sino alla cima della troposfera, alimentate da flussi umidi nei bassi strati provenienti dal Mar Tirreno.

La [figura 20 \(recuperare\)](#) e la [tabella 2](#) riportano rispettivamente la distribuzione spaziale delle precipitazioni del 4 novembre e i valori misurati da un insieme di stazioni del SAR e del Servizio Meteorologico dell'Aeronautica, integrate da alcune stazioni della Protezione Civile poste nei pressi dei massimi di precipitazioni.



È interessante notare che i cumulati giornalieri hanno superato i 100 mm/24h su Bassa Gallura, Baronia e Ogliastra, con un massimo di 152.7 mm/24h nella stazione di Siniscola. Oltre alle località del versante orientale, tuttavia, anche all'interno dell'isola si sono registrati cumulati giornalieri piuttosto elevati: nel Sarcidano (Nurallao), ad esempio, si sono avuti oltre 100 mm/24h, mentre in Trexenta, Marghine, Montiferru e Barbagie si sono registrati cumulati di poco inferiori. Precipitazioni intense hanno anche interessato il resto del Medio Campidano.

La distribuzione delle piogge nell'arco della giornata ha messo in evidenza che il grosso delle precipitazioni si è concentrato nelle prime ore del mattino. In Baronia le precipitazioni hanno raggiunto punte eccezionali di intensità oraria, con 64.4 mm/h registrati nella stazione di Siniscola, mentre in molte altre parti del territorio regionale si sono raggiunti valori superiori ai 40 mm/h. Meritano infine di essere evidenziati gli elevati valori misurati nell'arco di 10 minuti, riportati nella [tabella 2](#), da alcune delle stazioni della rete SAR che hanno totalizzato i maggiori cumulati giornalieri.

Come si vede dalla [figura 21](#), anche le precipitazioni del 27-28 hanno investito la costa orientale dall'Isola, in particolare la Baronia e l'Ogliastra.

In questo secondo episodio le celle temporalesche si sono spinte poco verso l'interno, per cui il grosso delle precipitazioni si è concentrato sui comuni disposti lungo la costa, da Arzachena sino ai comuni costieri dell'Ogliastra (con un massimo di intensità su Orosei e Siniscola), fatta salva una parte della Sardegna centrale che va dal Medio Campidano sino alla Barbagia di Belvì, investite da alcune altre celle temporalesche.

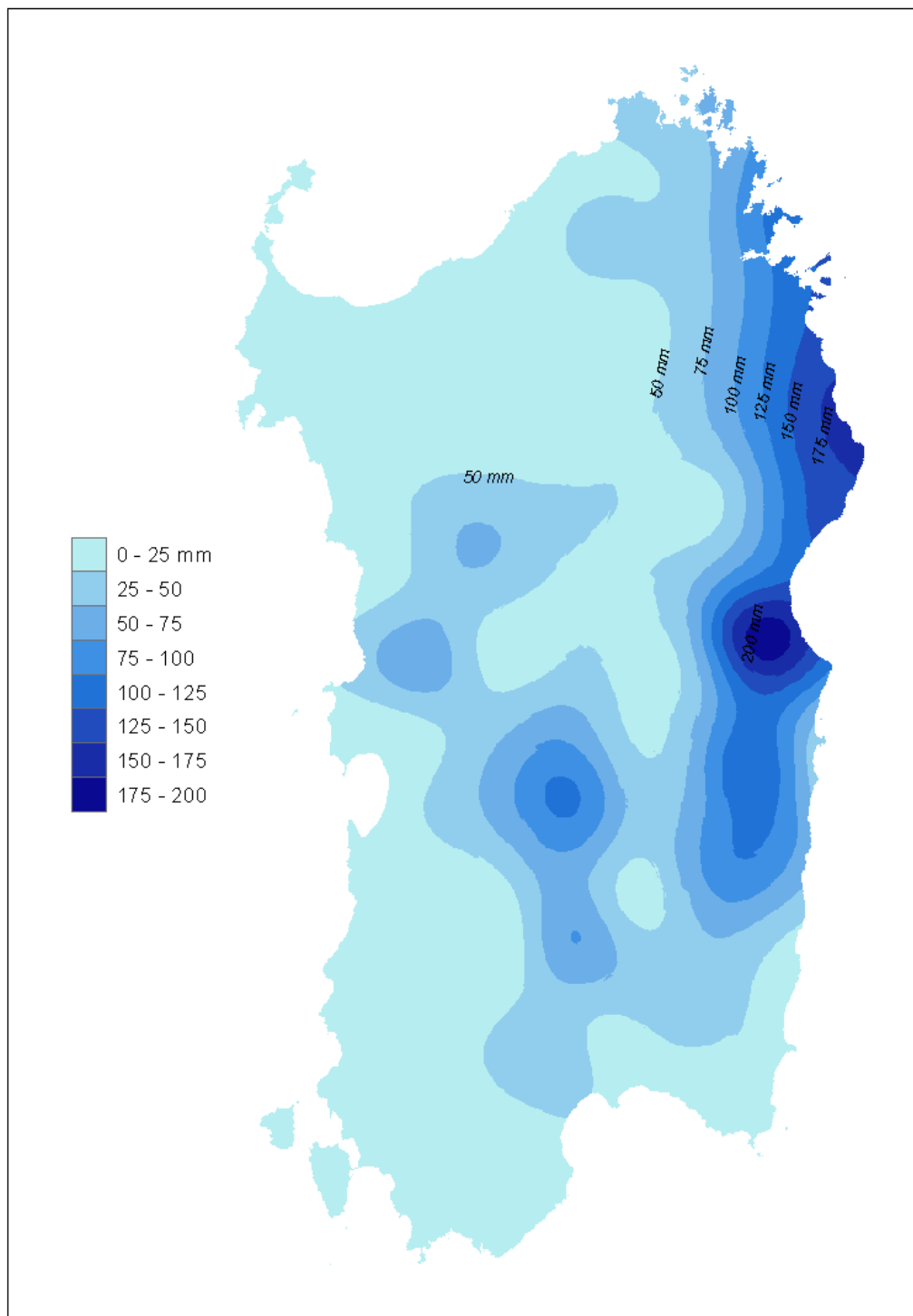
La [figura 22](#) riporta i cumulati dalle 12 del 27 novembre alle 12 del giorno successivo, stimata dal radar di Monte Rasu. Tale informazione, seppur di natura qualitativa<sup>4</sup>, permette tuttavia di individuare e delimitare con ulteriore precisione le zone più interessate dalle precipitazioni.

Dalle immagini radar si può evidenziare infatti che il massimo di precipitazione si è concentrato lungo una sottile fascia costiera, larga poco meno di dieci chilometri, che si estende da Posada sino ai margini Nord-orientali della provincia di Cagliari. In particolare, l'evento ha interessato solo marginalmente la parte medio alta del bacino del Cedrino, l'interno bacino del Flumendosa e la parte medio alta dei bacini minori.

---

<sup>4</sup> Le immagini radar, seppur inadeguate a dare la misura esatta dei mm di precipitazione permettono di delimitare l'area interessata dalle precipitazioni in maniera più precisa rispetto alle misure da pluviometro che, per loro natura, sono puntuali.

Figura 20. Cumulato di precipitazioni del 4 novembre 2008.



**Tabella 2. Cumulati di precipitazione su 24 ore e massimi su 60' e su 10' misurati il 4, 27 e 28 novembre da alcune stazioni del arte ex-SAR e di altre reti (AGRIS, Servizio Meteorologico dell'Aeronautica e Protezione Civile) e confronto col clima**

Stazione	I evento			Il evento					Climatologia			
	04/11/2008			27/11/2008			28/11/2008			Cumulati giornalieri		
	Cumulato giornaliero	Max 60'	Max 10'	Totale 2 giorni	Cumulato Giornaliero	Max 60'	Max 10'	Cumulato Giornaliero	Max 60'	Max 10'	95° percentile	99° percentile
ARBITO	27.0	10.2	4.4	43.4	2.2	1.2	0.2	41.2	6.8	1.6	32.4	57.0
ABZACHENA MOBILE	31.4	9.4	2.8	44.6	39.0	13.2	7.2	5.6	4.6	2.4	30.2	46.9
ATZARA	43.0	16.4	5.2	37.4	0.6	0.4	0.2	36.8	13.4	4.2	23.3	35.5
BARISARDO	72.0	40.0	-	90.2	16.6	5.6	-	73.6	44.8	-	53.9	108.3
CAGLIARIELMAS	29.6	-	-	8.4	3.0	-	-	5.4	-	-	21.0	40.6
DECIMOMANNU	41.6	21.0	9.2	36.0	3.2	1.0	0.6	32.8	25.2	11.0	21.2	50.5
DOLIANOVA	27.8	16.8	5.2	9.2	3.8	1.6	0.6	5.4	2.0	0.8	22.3	37.0
DORGALLILITTA	25.8	15.0	4.6	43.6	39.4	17.0	5.6	4.2	1.2	0.6	40.2	94.0
DORGALLANAITTO	92.4	45.0	17.6	49.8	39.4	9.8	1.8	10.4	4.2	1.8	55.0	126.5
DORGALLMOBILE	109.0	44.2	14.4	99.0	92.2	35.4	12.6	6.8	2.4	0.8	55.0	126.5
GAVOI	21.2	9.4	5.6	53.4	7.6	3.8	0.8	45.8	10.6	2.2	30.7	50.0
GENNA SILANA	172.6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	53.0	130.0
GOLEO ARANCI	104.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	30.9	59.8
GUASILA	74.4	41.8	12.2	-	-	-	-	30.8	18.4	6.4	21.5	40.2
JILLOBAI	39.6	10.0	5.6	45.2	10.0	2.8	1.2	35.2	9.0	3.2	27.7	46.8
JERZU	92.8	36.6	16.8	141.6	51.4	15.6	5.0	90.2	45.0	12.6	43.2	81.3
LANIUSEI	120.6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	50.0	104.5
LURAS	30.2	14.2	9.4	31.4	13.0	3.2	1.0	18.4	6.8	5.6	32.3	64.1
MACOMER	53.4	33.6	13.2	55.0	11.2	6.0	2.6	43.8	8.6	2.8	25.2	41.5
MEANA SARDO	71.0	28.2	8.2	77.6	7.6	2.8	1.8	70.0	33.0	11.8	30.0	46.4
MILIS	63.6	26.8	11.2	42.8	3.4	1.0	0.4	39.4	10.4	7.6	24.2	46.4

Le piogge eccezionali di ottobre 2008-aprile 2009 e gli impatti sul comparto agricolo

MONTE.PETROSU (S.)	118.2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	37.0	69.3
MURAVERA	15.6	10.8	5.4	8.8	6.2	2.4	0.6	0.6	2.6	1.2	0.6	0.6	1.2	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	39.2	65.3
NIUORO	19.6	5.8	2.6	22.0	8.8	3.8	1.0	1.0	13.2	4.2	1.2	1.2	4.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	27.0	43.2
NURALLAO	101.0	42.2	16.8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	21.4	37.9
OLBIA.COSTA SMERALDA	77.8	-	-	34.8	4.0	-	-	-	30.8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	30.9	59.8
OLIENA	62.6	28.6	11.0	58.6	54.2	21.4	4.6	4.6	4.4	2.0	1.2	1.2	2.0	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	27.5	65.6
ORGOSOLO.MONTES	84.0	42.6	9.6	97.2	51.8	22.2	6.0	6.0	45.4	8.8	2.0	2.0	8.8	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	40.0	87.0
ORGOSOLO.O.LAI	31.8	11.6	3.2	63.2	22.0	8.4	2.0	2.0	41.2	8.6	1.6	1.6	8.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	40.0	87.0
OROSEI	124.2	36.0	21.0	279.0	45.4	13.0	5.6	5.6	233.6	96.0	20.8	20.8	96.0	20.8	20.8	20.8	20.8	20.8	20.8	28.1	53.5
PERDASDEFOGU	91.6	-	-	79.4	62.8	-	-	-	16.6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	38.0	75.1
SADALI	35.6	14.4	7.0	47.6	10.8	6.6	1.4	1.4	36.8	6.8	3.0	3.0	6.8	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	25.8	46.1
SCANO DI MONTIFERRU	30.6	8.4	4.0	76.0	17.4	9.4	4.4	4.4	58.6	10.4	3.8	3.8	10.4	3.8	3.8	3.8	3.8	3.8	3.8	29.7	58.5
SINISCOLA	152.8	64.4	15.0	187.6	25.6	5.4	1.6	1.6	162.0	66.6	15.6	15.6	66.6	15.6	15.6	15.6	15.6	15.6	15.6	33.0	60.6
UTA	35.8	15.0	-	24.8	5.0	1.4	-	-	19.8	19.8	-	-	19.8	-	-	-	-	-	-	26.0	48.6
VILLANOVA STRISAILI	93.6	40.4	10.4	89.2	71.4	22.2	5.6	5.6	17.8	3.4	1.2	1.2	3.4	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	37.3	98.8
VILLASALTO	38.8	16.2	9.0	44.6	34.8	18.2	5.0	5.0	9.8	2.4	1.0	1.0	2.4	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	29.4	56.0

La **tabella 2** mostra in dettaglio i cumulati di precipitazione sulle 48 ore, i cumulati sui singoli giorni, i picchi massimi su intervalli di 60' e di 10' e il confronto colle precipitazioni tipiche, misurati dalle stazione della rete dell'ARPAS e di alcune altre reti.

Il confronto col periodo 1995-2008 della stazione della rete dell'ex-Servizio Agrometeorologico Regionale (ove possibile), o coi decenni precedenti di una stazione di riferimento, mostra che i cumulati di precipitazione del 28 sono stati *anomali* sulle stazioni costiere situate lungo la fascia di massima precipitazione (Orosei, Siniscola e Jerzu) e in due stazioni dell'interno (Atzara e Meana Sardo). In tali località, infatti, i cumulati giornalieri sono risultati superiori a quanto normalmente si ha nel 99% delle giornate cosiddette *piovose*.

Nel resto delle stazioni della costa Orientale, poi, si vede che o i cumulati di precipitazione del 27 novembre o i cumulati del 28 sono stati comunque superiori a quelli che normalmente si hanno nel 95% delle giornate piovose.

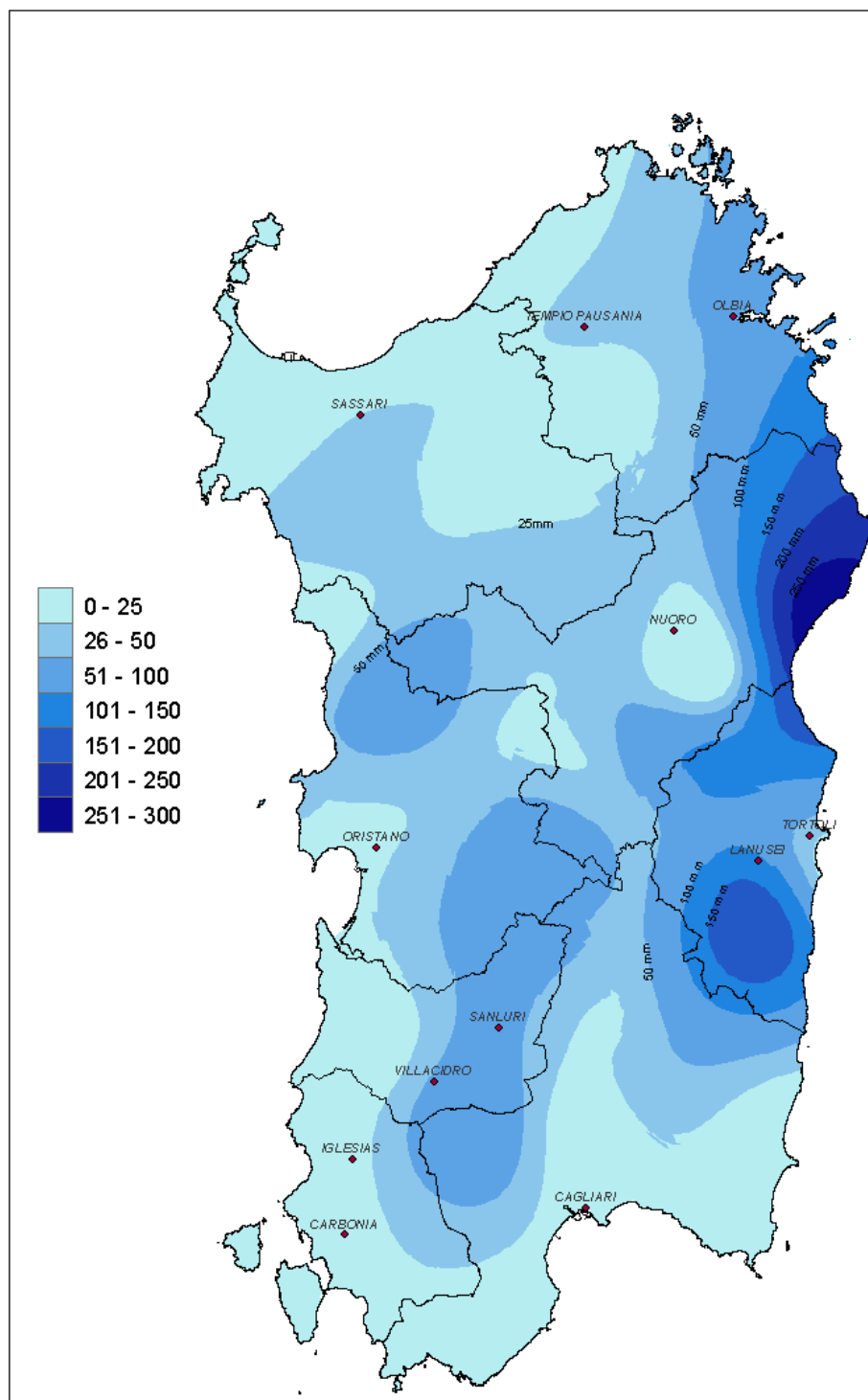
Su Orosei, poi, i cumulati di ambo i giorni risultano del tutto eccezionali: i 233.6 mm del 28, in particolare, rappresentano il massimo valore mai registrato dal 1995, anno di installazione della stazione. Inoltre, se si estende l'analisi alle serie storiche dell'ex-Servizio Idrografico Nazionale, si evidenzia che Orosei fu investita da un evento analogo solo il 20 ottobre 1940 (210.5 mm/d) e da altri quattro eventi di poco inferiori (cioè con precipitazioni tra 150 e 200 mm/d) negli anni '40 e '50 del secolo scorso.

Anche i cumulati registrati dalla stazione di Siniscola del 27-28 hanno carattere di eccezionalità se rapportati al clima: tali cumulati, però, risultano inferiori ad altri due eventi analoghi occorsi negli anni '40 e, soprattutto, inferiori rispetto a quanto si era appena verificato il 4 novembre.

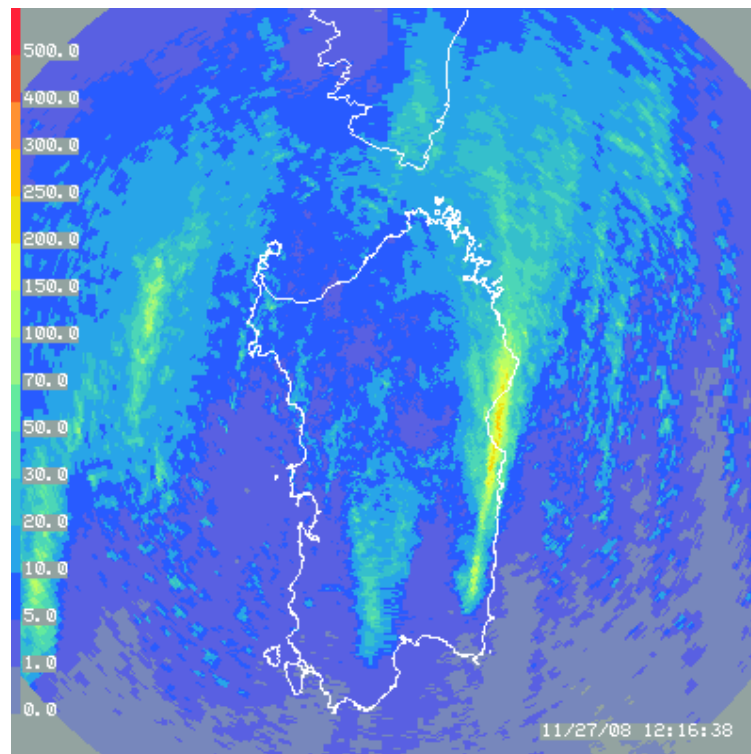
Merita, infine, di essere evidenziata l'assoluta eccezionalità del massimo valore orario, pari a 96 mm/h, registrato dalla stazione di Orosei: a titolo di raffronto si consideri che tale valore è paragonabile a quello raggiunto dalla stazione di Pelau durante il nubifragio del novembre 1999 e risulta inferiore solo ai massimi cumulati orari misurati a Capoterra in occasione della recente alluvione del 22 ottobre 2008.

Occorre tuttavia mettere in evidenza che solo la modesta entità delle precipitazioni a monte (chiaramente evidente dalla **figura 22**) ha permesso ai corsi d'acqua della zona di far defluire rapidamente a mare il volume d'acqua che aveva investito i due territori. Se, infatti, anche il medio e alto bacino del Cedrino e i bacini minori circostanti avessero ricevuto quelle quantità di precipitazione le conseguenze avrebbero potuto essere disastrose, soprattutto per i centri abitati di Orosei e Galtelli.

Figura 21. Cumulato di precipitazioni del 27-28 novembre 2008.



**Figura 22. Cumulato di precipitazioni dalle 12 del 27 novembre alle 12 del 28 novembre stimata dal radar di Monte Rasu.**



#### **4. ANALISI CLIMATICA DELLE PRECIPITAZIONI PER ALCUNE LOCALITÀ RAPPRESENTATIVE**

Oltre al raffronto con le medie climatologiche, è interessante studiare più in dettaglio l'andamento delle precipitazioni su alcune località, confrontando i cumulati del 2008-2009 registrati da alcune stazioni rappresentative con quello complessivo nel trentennio di riferimento 1961-1990. Per ogni stazione si è perciò operata un'analisi statistica delle piogge cumulate all'interno del trentennio, a partire dal 1° giorno di ottobre di ciascun anno della serie storica fino al 30 aprile dell'anno successivo, e si è costruita la *distribuzione empirica di probabilità*, suddivisa nei cosiddetti *percentili*.

Questa distribuzione di probabilità si ottiene ordinando in modo crescente i cumulati della serie storica e raggruppandoli in cinque classi, dal 20% corrispondente ai periodi meno piovosi al 20% più piovosi (i periodi con piogge comprese tra il 80° ed il 100° percentile).

La **tabella 3** basata sulla classificazione proposta da Gibbs e Maher (1967), permette di valutare il grado di anomalia delle piogge che stanno in ognuna delle classi, per cui se il valore cumulato di un dato periodo cade all'interno del 20° percentile la pioggia è da considerare *molto minore del normale*, se cade tra il 20° ed il 40°, la pioggia è *sotto la norma*, e così via sino alla quinta classe.

**Tabella 3. Classificazione dei cumulati di precipitazione in base ai percentili, proposta da Gibbs e Maher (1967).**

Classe	Percentuale	Periodo
I (sotto il 20° percentile)	20% più basso	Molto minore del normale
II (tra il 20° ed il 40° percentile)	20% seguente	Sotto la norma
III (tra il 40° ed il 60° percentile)	20% medio	Normale
IV (tra il 60° e l'80° percentile)	20% seguente	Al di sopra della norma
V (oltre l'80° percentile)	20% più alto	Molto maggiore della norma

Utilizzando questo approccio si sono rappresentati i valori per mezzo di grafici, riportati nelle [figure 23-29](#), dove l'accumulo progressivo delle precipitazioni dal primo giorno di ottobre 2008, raffigurato con la linea blu spessa, è confrontato con l'accumulo tipo del 1961-1990, corrispondente alla mediana e rappresentato con la linea verde spessa, e coi percentili degli accumuli del trentennio. In questo caso le curve rosse sottili e verdi sottili rappresentano rispettivamente i percentili 20, 40, 60 e 80° e delimitano perciò gli accumuli di pioggia da valori molto sotto la norma a molto sopra la norma. Inoltre per ciascuna stazione è stato riportato, come termine di raffronto, l'accumulo progressivo registrato nella precedente stagione piovosa, che come si ricorderà per alcune aree fu piuttosto siccitosa.

Sono inoltre raffigurate le singole piogge giornaliere allo scopo di evidenziare l'elevata ed anomala frequenza di eventi piovosi.

Nel caso di Olmedo ad esempio ([figura 23](#)), si osserva che sono stati raggiunti valori prossimi a 750 mm ben superiori anche rispetto al valore massimo registrato per lo stesso periodo nel trentennio di riferimento (circa 720 mm). Notevole è anche il divario rispetto all'annata precedente, quando si registrarono circa 350 mm (attorno al 20° percentile). Si può inoltre osservare che il grosso delle piogge si sono avute dalla seconda decade di ottobre fino a tutto dicembre, e nei mesi successivi la curva dei cumulati si è mantenuta parallela alla curva della mediana (cioè l'accumulo è stato nella norma).

Nel caso della stazione di Luras ([figura 24](#)), invece, si sono raggiunti circa 800 mm (corrispondenti al 75° percentile) valore di poco superiore a quello dell'annata precedente. Nel settore centrale dell'Isola, invece, le piogge sono state generalmente più contenute e sebbene raggiungano valori superiori al doppio della passata stagione piovosa, tendono a collocarsi in prossimità della mediana o al di sotto della stessa (stazione di Atzara, [figura 25](#)).

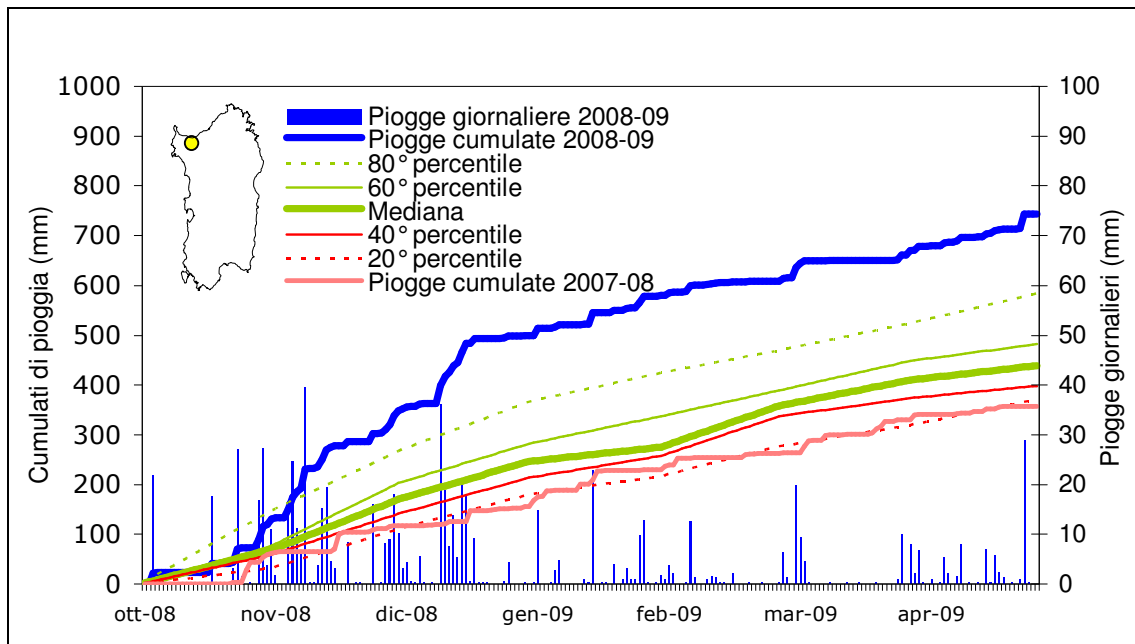
Nel settore centro-occidentale, rappresentato dalla stazione di Milis ([figura 26](#)), si raggiungono valori superiori a 950 mm, circa 300 mm oltre il valore massimo del trentennio di riferimento e circa 600 mm oltre il cumulato della stagione 2007-08; in questo caso si osserva una continua divergenza tra il cumulato della stagione ed il valore atteso (mediana), in virtù di piogge mensili sempre superiori ai valori medi climatici e, per tre mesi su sette, superiori al 90° percentile.

Nel Campidano meridionale la stazione di Decimomannu ([figura 27](#)), ha raggiunto valori di circa 675 mm a fronte di un valore atteso di 380 mm; anche in questo caso si è trattato di valori superiori al

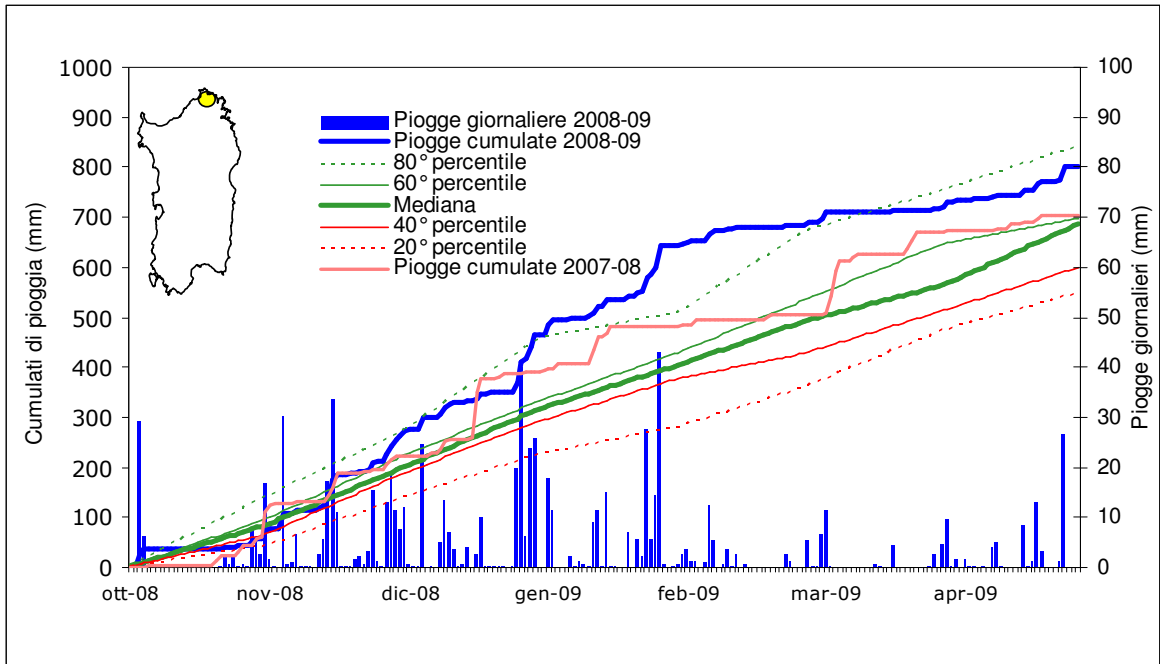
massimo cumulato registrato nel trentennio (circa 150 mm oltre il massimo). Notevole è la differenza rispetto alla stagione piovosa precedente, una delle più secche registrate negli anni recenti.

Nel versante orientale si sono raggiunti i valori tra i più elevati in assoluto: nel caso della stazione di Jerzu (figura 28), ad esempio, si sono superati di poco i 1000 mm e si è quasi raggiunto il massimo assoluto del trentennio (98° percentile). In questo caso il valore totale è determinato soprattutto dalle abbondanti piogge di ottobre, novembre e gennaio, mentre nel bimestre febbraio-marzo vi è stata una sensibile carenza di piogge. Rispetto alla passata stagione il valore registrato è di poco superiore al doppio. Infine la stazione di Orosei (figura 29) più a nord ha totalizzato circa 875 mm, valore ben superiore al valore atteso di circa 400 mm, e di circa 100 mm superiore al massimo registrato nel trentennio climatico. In quest'area hanno influito significativamente sui valori totali le piogge mensili registrate nel trimestre ottobre-dicembre, mentre nei primi quattro mesi del 2009 in generale si sono avute piogge mensili in linea con la media o inferiori.

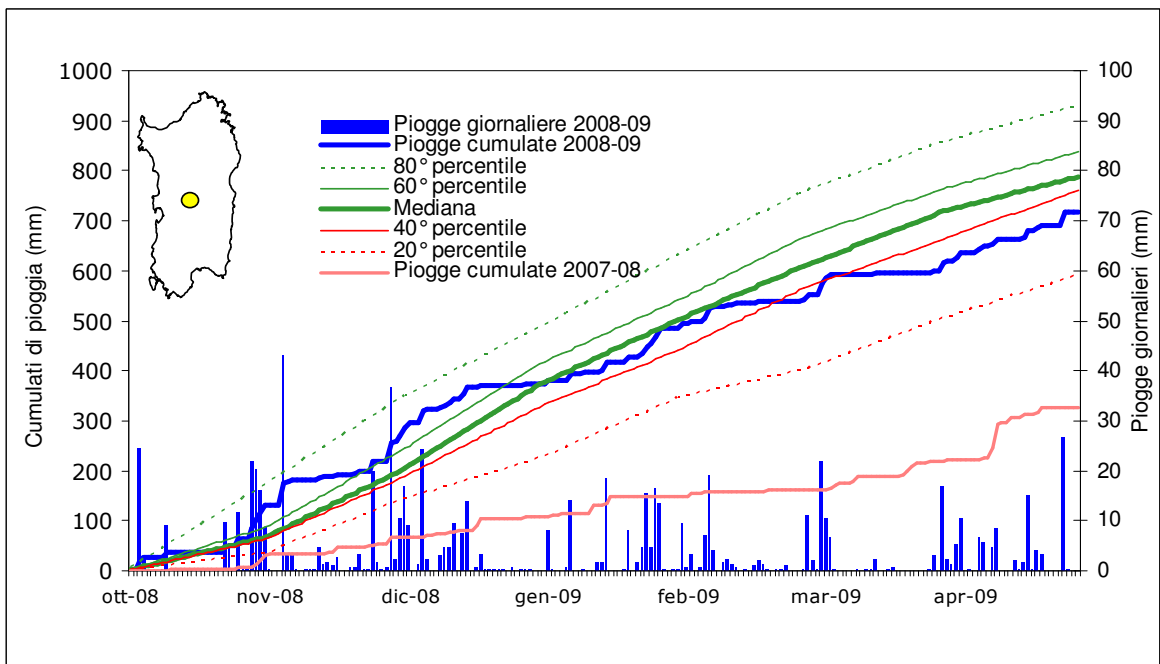
**Figura 23. Valori giornalieri e cumulati delle precipitazioni misurate nel periodo ottobre 2008 – aprile 2009, raffronto con la precedente stagione piovosa e con i percentili dei cumulati calcolati sulla serie storica di riferimento - Stazione di Olmedo.**



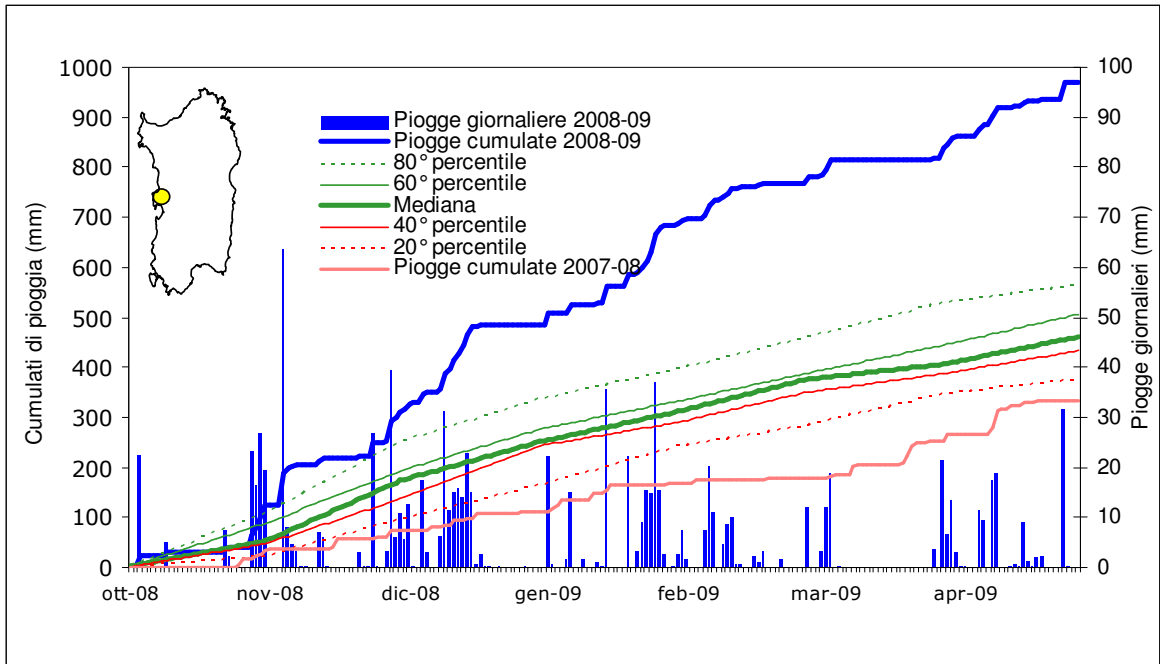
**Figura 24. Valori giornalieri e cumulati delle precipitazioni misurate nel periodo ottobre 2008 – aprile 2009, raffronto con la precedente stagione piovosa e con i percentili dei cumulati calcolati sulla serie storica di riferimento - Stazione di Luras.**



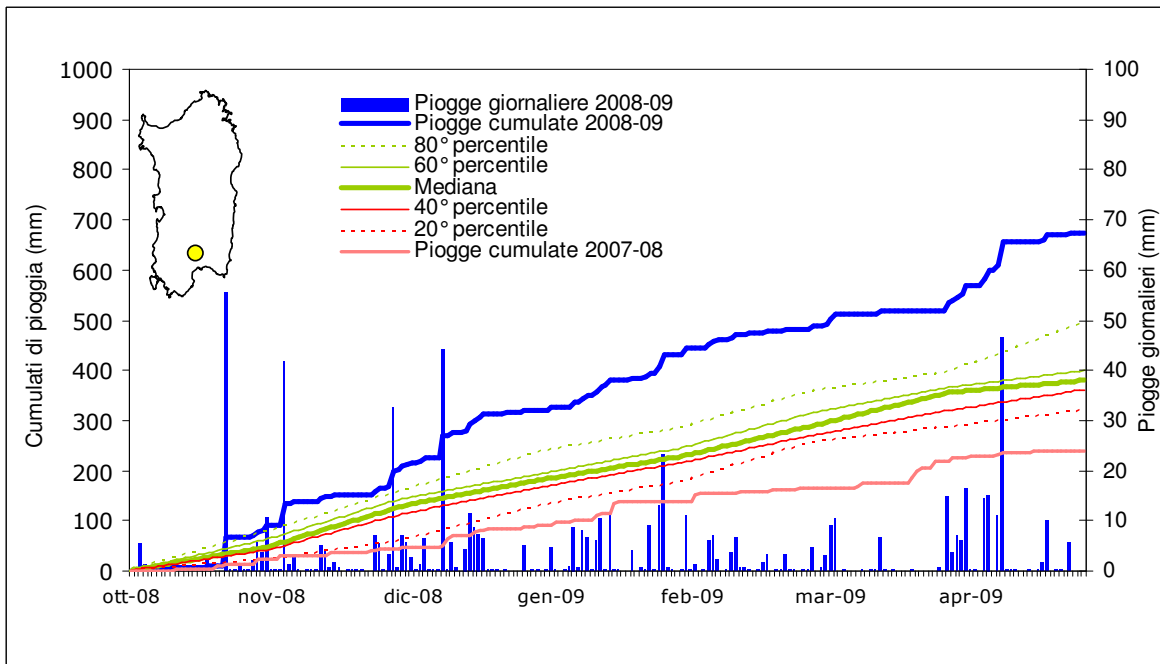
**Figura 25. Valori giornalieri e cumulati delle precipitazioni misurate nel periodo ottobre 2008 – aprile 2009, raffronto con la precedente stagione piovosa e con i percentili dei cumulati calcolati sulla serie storica di riferimento - Stazione di Atzara.**



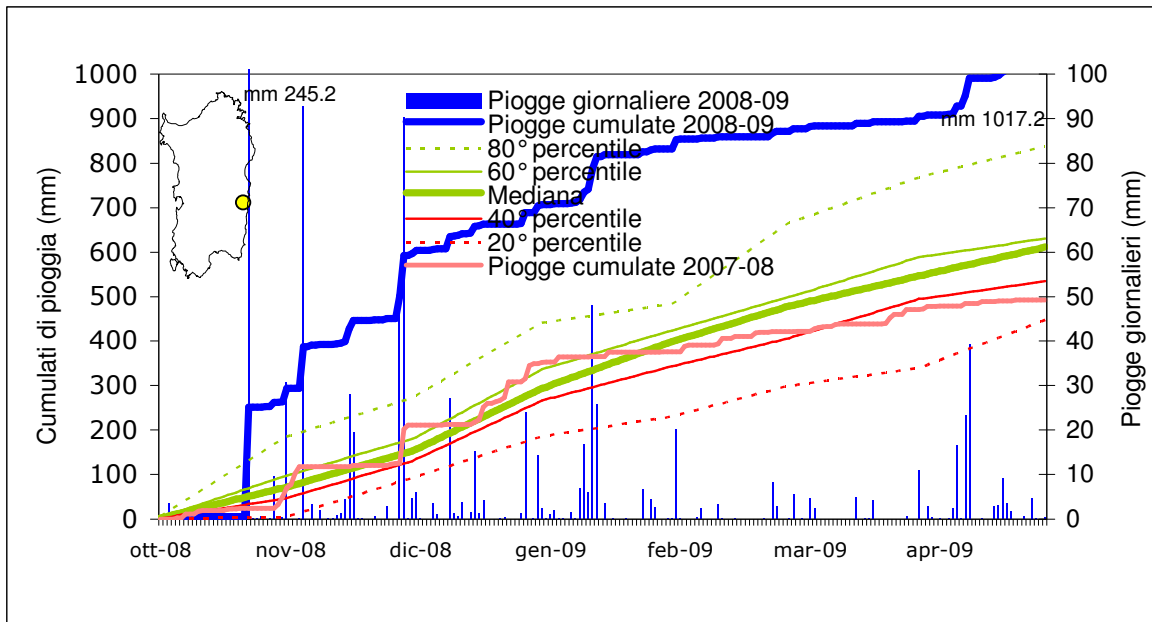
**Figura 26. Valori giornalieri e cumulati delle precipitazioni misurate nel periodo ottobre 2008 – aprile 2009, raffronto con la precedente stagione piovosa e con i percentili dei cumulati calcolati sulla serie storica di riferimento - Stazione di Milis**



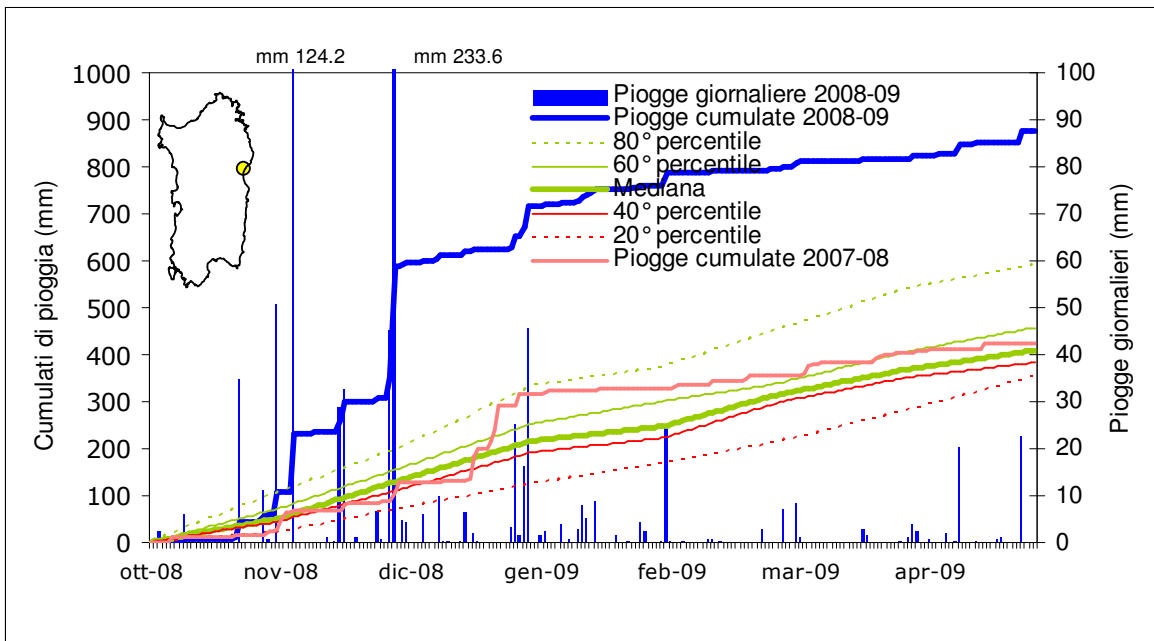
**Figura 27. Valori giornalieri e cumulati delle precipitazioni misurate nel periodo ottobre 2008 – aprile 2009, raffronto con la precedente stagione piovosa e con i percentili dei cumulati calcolati sulla serie storica di riferimento - Stazione di Decimomannu.**



**Figura 28. Valori giornalieri e cumulati delle precipitazioni misurate nel periodo ottobre 2008 – aprile 2009, raffronto con la precedente stagione piovosa e con i percentili dei cumulati calcolati sulla serie storica di riferimento - Stazione di Jerzu.**



**Figura 29. Valori giornalieri e cumulati delle precipitazioni misurate nel periodo ottobre 2008 – aprile 2009, raffronto con la precedente stagione piovosa e con i percentili dei cumulati calcolati sulla serie storica di riferimento - Stazione di Orsei.**



## 5. EVAPOTRASPIRAZIONE E BILANCIO IDRICO

L'evapotraspirazione di riferimento ( $ET_0$ )<sup>5</sup>, vale a dire le perdite verso l'atmosfera sotto forma di evaporazione dal suolo e di traspirazione per mezzo delle piante, è stata calcolata applicando il metodo di Hargreaves-Samani ai dati medi mensili di temperatura minima, massima e media. I valori totali mensili stimati per il territorio regionale sono variati, secondo le località, da 50-90 mm/mese nel mese di ottobre, a 30 e 50 mm/mese in novembre fino a ai valori minimi di dicembre e gennaio, pari a 20-40 mm/mese circa; nei mesi successivi sono cresciuti progressivamente fino raggiungere, nel mese di aprile, valori prossimi o superiori a 100 mm/mese nelle aree pianeggianti interne.

Per quanto riguarda gli apporti, invece, le abbondanti piogge cadute nell'ultima decade di ottobre hanno dato luogo a condizioni di surplus diffuso sulla quasi totalità del territorio isolano fin dall'inizio della stagione piovosa, diversamente da quanto si è verificato nello stesso periodo dell'anno precedente. In particolare, le abbondanti piogge cadute nel Cagliariitano e nell'Ogliastra, concentrate soprattutto nella giornata del 22, hanno determinato un notevole eccesso idrico; per contro, solo alcune aree circoscritte mostrano i valori del bilancio tra apporti meteorici e perdite evapotraspirative in pareggio, o addirittura negativi, come nel caso del Medio Campidano. Nel successivo mese di novembre le piogge abbondanti, con i picchi concentrati nella prima e nella terza decade hanno dato luogo ad ampie condizioni di surplus sulla quasi totalità del territorio isolano, superiori alle condizioni medie e soprattutto rispetto allo stesso periodo dell'anno precedente.

Il perdurare di condizioni meteorologiche caratterizzate dall'elevata frequenza di eventi piovosi nei mesi di dicembre e gennaio e le ridotte perdite evapotraspirative tipiche del periodo, hanno mantenuto una situazione di ampio surplus del bilancio idrologico sulla quasi totalità del territorio isolano, sebbene con differenze anche piuttosto marcate tra le diverse località, legate alla distribuzione delle piogge. Il bilancio tra apporti e perdite ampiamente positivo ha determinato la progressiva idratazione dei suoli fino a dar luogo, in alcuni casi, a perduranti condizioni di saturazione, contribuendo anche alla ricarica degli acquiferi e alimentando un intenso deflusso superficiale con incremento delle portate dei corsi d'acqua e il conseguente innalzamento dei livelli nei bacini di raccolta. Nei mesi di febbraio (soprattutto) e marzo invece si è avuta una inversione di tendenza, con una riduzione degli apporti ed un incremento dell'evapotraspirazione che ha portato in alcune aree (in particolare quelle più settentrionali) ad una riduzione della disponibilità idrica e ad una progressiva riduzione dell'umidità dei suoli. Nel mese di aprile, infine, le perdite evapotraspirative risultavano superiori alle piogge al nord, garantendo un ripristino delle condizioni di umidità dei suoli in linea con le condizioni medie del periodo, mentre al centro-Sud perduravano le condizioni di marcato surplus di apporti piovosi rispetto all'evapotraspirazione, con conseguente eccesso di disponibilità idrica e un elevato grado di umidità dei terreni. Il surplus di precipitazione ha favorito un ulteriore incremento dei volumi immagazzinati nel sistema degli invasi dell'Isola fino a raggiungere, al termine del mese di aprile, livelli mai registrati e corrispondenti al 95% della capacità complessiva.

---

<sup>5</sup> L'evapotraspirazione di riferimento rappresenta la quantità d'acqua dispersa nell'atmosfera, attraverso i processi di evaporazione del suolo e traspirazione delle piante, da un prato di ampia estensione, i cui processi di crescita e produzione non sono limitati dalla disponibilità idrica o da altri fattori di stress. E' generalmente accettato che la coltura di riferimento sia una specie autunno-vernina, del tipo C-3, con caratteristiche geometriche ed ecofisiologiche simili al loietto (*Lolium perenne* L.) o alla festuca (*Festuca arundinacea* Schrab, 'Alta').

Attraverso l'elaborazione di un bilancio idrico giornaliero semplificato<sup>6</sup> per 5 stazioni rappresentative di altrettanti areali (Olmedo, Luras, Milis, Jerzu e Decimomannu), si può evidenziare l'anomalia dell'umidità dei suoli sia in termini di valori medi mensili sia in termini di permanenza nell'arco dell'intero periodo considerato. Dalle elaborazioni a passo giornaliero, ottenute per l'intera stagione piovosa, si sono calcolati i valori medi mensili dell'umidità dei suoli e sono stati rappresentati in forma grafica nelle **figure 30-34**. All'interno dei grafici si è voluta evidenziare l'anomalia dei dati del periodo attraverso la sovrapposizione alle distribuzioni statistiche calcolate sugli anni precedenti (dal 1995 o 1997 secondo la stazione) rappresentate in forma di *box-plot*, in cui la "scatola" è delimitata dai percentili 20° e 80° e i "baffi" rappresentano i valori estremi della serie pluriennale.

Analizzando i grafici si può evidenziare per le località esaminate che dopo il mese di ottobre, contraddistinto da valori di umidità nella media, il trimestre successivo ha presentato valori medi prossimi alla capacità di campo (corrispondente al 100% dell'acqua disponibile) Nel periodo successivo il progressivo calo è stato più marcato nelle stazioni settentrionali mentre si è verificato un proseguimento della situazione anomala nelle località del centro-Sud. Per l'Oristanese e il Campidano (stazioni di Milis e Decimomannu) in generale i valori mostrano un ampio divario tra le condizioni simulate per il periodo in esame e quelle relative allo stesso periodo dell'annata precedente.

Le favorevoli condizioni di umidità dei suoli, laddove le condizioni morfologiche e pedologiche hanno consentito un rapido allontanamento dell'acqua eccedente la "capacità di campo"<sup>7</sup>, hanno favorito l'attività vegetativa delle specie coltivate e spontanee.

Vi è da precisare che la situazione rappresentata è riferibile ad una condizione favorevole, in cui l'acqua gravitazionale in eccesso percola rapidamente in profondità, riportando il contenuto idrico alla capacità di campo.

In realtà nei fondovalle, nelle aree pianeggianti caratterizzate da suoli poco permeabili o con sistemazioni non adeguate, o in presenza di falde superficiali, cioè in tutti quei casi in cui lo smaltimento dell'acqua in eccesso avviene lentamente o è ostacolato, l'umidità dei suoli ha superato a lungo la capacità di campo raggiungendo lo stato di saturazione e causando la formazione di ristagni prolungati che hanno arrecato non pochi danni alle attività agricole del periodo.

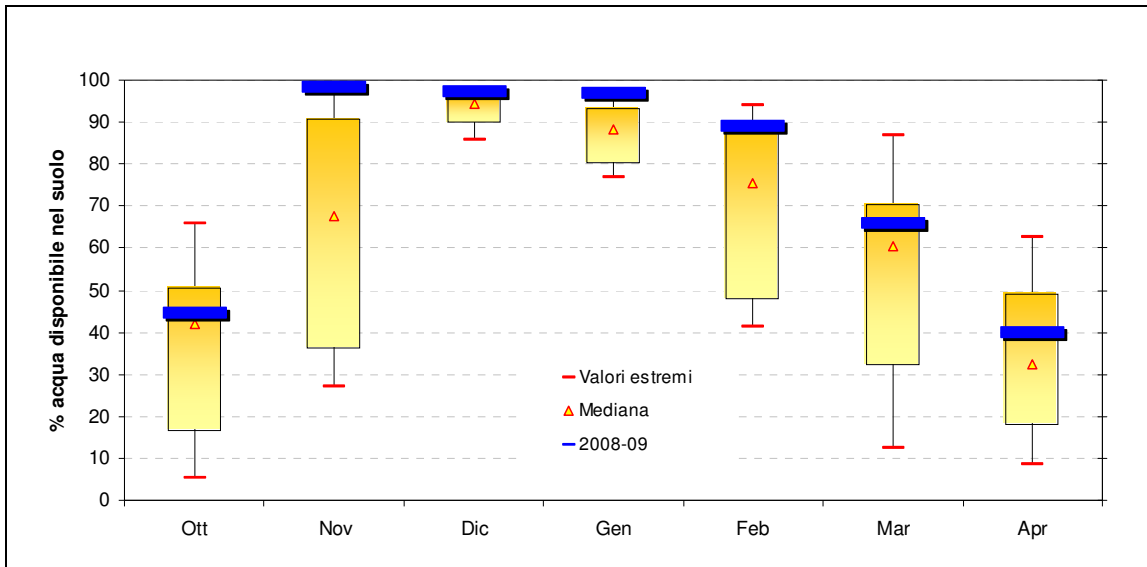
---

<sup>6</sup> Si è utilizzata la metodologia FAO che considera gli apporti di pioggia e le perdite per evapotraspirazione effettiva, quest'ultima stimata a partire dall'evapotraspirazione di riferimento e dell'umidità del suolo. Per semplicità si è considerato un suolo con caratteristiche standard, cioè con una capacità di acqua disponibile (differenza tra capacità di campo e punto di appassimento) pari a 150 mm/m e una profondità utile di 50 cm. Nelle simulazioni il contenuto idrico del suolo varia tra il punto di appassimento e la capacità idrica di campo (0-100% rispettivamente).

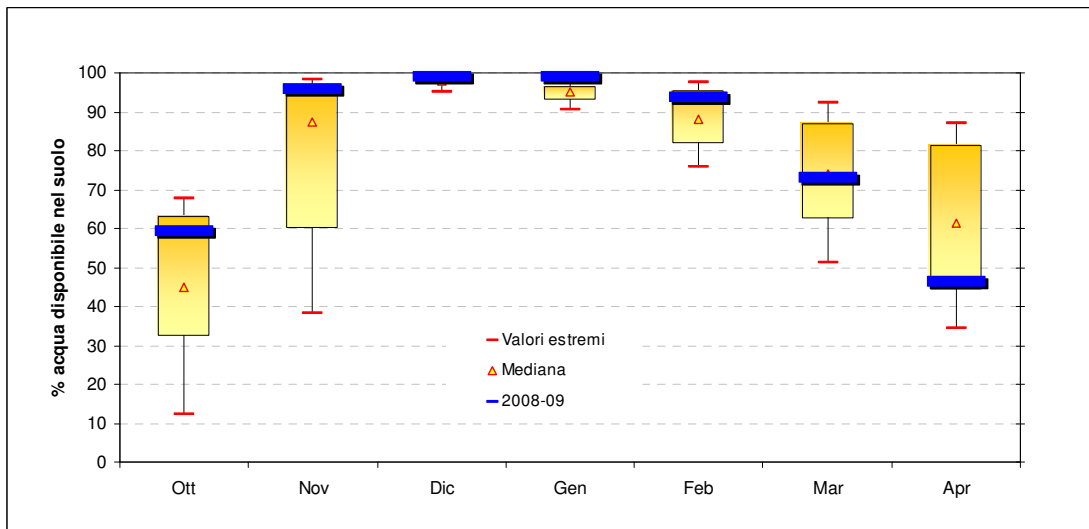
<sup>7</sup> Esprime il contenuto di umidità corrispondente al limite superiore dell'acqua trattenuta dal suolo e perciò disponibile per le piante; l'umidità in eccesso sulla capacità di campo è rappresentata da acqua gravitazionale che occupa i macropori ed è perciò destinata a percolare in profondità e perdersi nella falda.



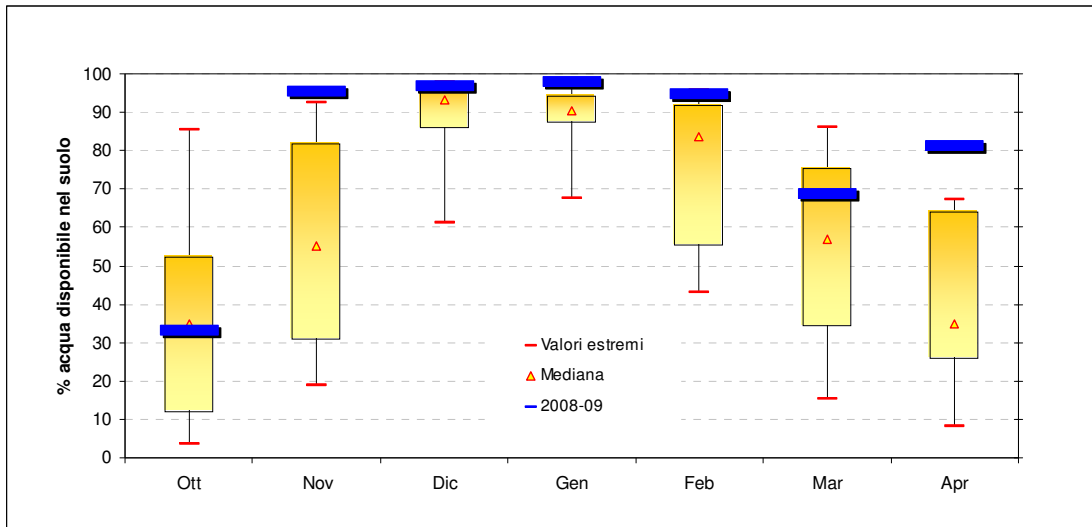
**Figura 30. Stima dell'acqua disponibile nei suoli - Valori medi percentuali per ciascun mese del periodo ottobre 2008 – aprile 2009 e raffronto con la statistica del periodo 1995-2007. Stazione di Olmedo.**



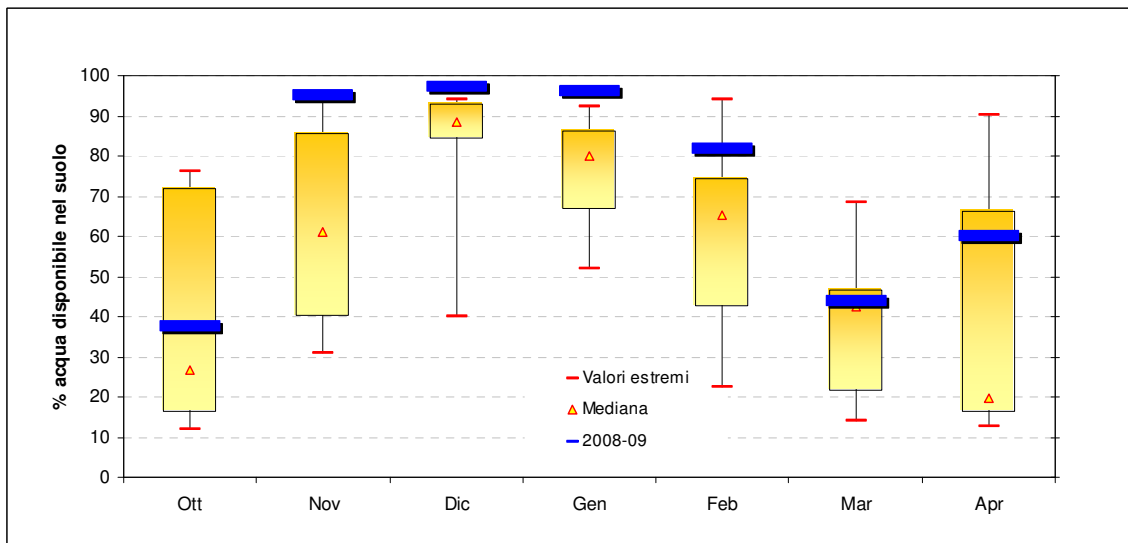
**Figura 31. Stima dell'acqua disponibile nei suoli - Valori medi percentuali per ciascun mese del periodo ottobre 2008 – aprile 2009 e raffronto con la statistica del periodo 1995-2007. Stazione di Luras.**



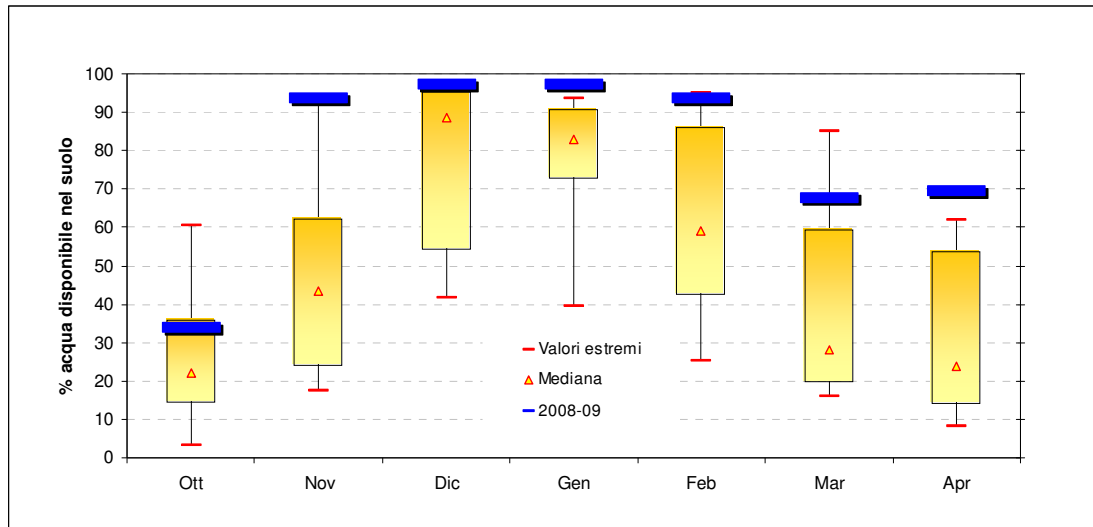
**Figura 32. Stima dell'acqua disponibile nei suoli - Valori medi percentuali per ciascun mese del periodo ottobre 2008 – aprile 2009 e raffronto con la statistica del periodo 1995-2007. Stazione di Milis.**



**Figura 33. Stima dell'acqua disponibile nei suoli - Valori medi percentuali per ciascun mese del periodo ottobre 2008 – aprile 2009 e raffronto con la statistica del periodo 1995-2007. Stazione di Jerzu.**



**Figura 34. Stima dell'acqua disponibile nei suoli - Valori medi percentuali per ciascun mese del periodo ottobre 2008 – aprile 2009 e raffronto con la statistica del periodo 1995-2007. Stazione di Decimomannu.**



## 6. GLI IMPATTI SUL COMPARTO AGRICOLO E SUL TERRITORIO

Nel descrivere gli impatti del regime pluviometrico sul territorio occorre anzitutto distinguere le aree interessate dagli eventi intensi che si sono succeduti in particolare nei mesi di ottobre e novembre, per le ingenti conseguenze che hanno provocato, dalle restanti aree caratterizzate da una abbondante e continua piovosità, protrattasi in alcuni casi fino al termine della stagione piovosa.

Nelle aree maggiormente colpite dalle piogge intense le diverse attività agricole hanno patito ingenti danni, sia per l'azione meccanica esercitata sui suoli e sulle colture dallo scorrere impetuoso dell'acqua, che nei casi più gravi può aver portato alla rottura o allo sradicamento degli alberi e al danneggiamento delle strutture aziendali e della rete viaria, sia per gli effetti di più lunga durata derivanti dall'erosione dei suoli e dall'eccesso di acqua nei terreni.

Le conseguenze più rilevanti si sono avute non solo nelle aree collinari e montane, cioè quelle prevalentemente colpite dalle piogge più intense, ma anche nei territori pianeggianti posti a valle ed interessati in maniera meno intensa dagli eventi meteorici (ad esempio alcune località del Medio Campidano per l'evento meteorologico del 4 novembre): in questi casi le conseguenze sono legate sia all'intensità delle piogge sia all'ingrossamento e alla conseguente tracimazione dei corsi d'acqua che ha causato l'allagamento dei campi e dei centri abitati posti in prossimità del reticolo idrografico e la deposizione di grandi quantità di fango.

Tuttavia, prescindendo dai singoli eventi intensi che hanno arrecato gravi danni alle aree interessate, occorre evidenziare anche le conseguenze causate dall'abbondanza delle piogge complessive e dalla elevata e anomala frequenza dei giorni piovosi che ha caratterizzato il trimestre novembre-gennaio su buona parte del territorio regionale e l'intera stagione piovosa per molte località del centro-Sud: tali conseguenze sono legate sia al ruscellamento dell'acqua in eccesso, che nei terreni in pendio,

soprattutto se lavorati o seminati di recente, ha provocato profonde incisioni e in alcuni casi la rimozione dei semi, sia al protrarsi di condizioni di saturazione dei terreni su buona parte del territorio regionale.

La prolungata saturazione idrica dei terreni, infatti, ha arrecato danni alle specie più sensibili a condizioni di asfissia radicale, ad esempio le specie ortive di pieno campo, oppure le leguminose, per l'apparato radicale carnoso e fittonante. Nel caso del carciofo in molte località dell'Isola si sono registrati danni rilevanti anche nei terreni in collina. Anche la coltivazione degli agrumi, tra le specie arboree, possono aver risentito in misura marcata delle condizioni descritte a causa della particolare sensibilità a condizioni di ristagno idrico.

Un'altra conseguenza della saturazione prolungata è rappresentata dalla disgregazione strutturale dei suoli con la conseguente riduzione della permeabilità e da un generale impoverimento nella dotazione di elementi nutritivi nel terreno, a causa della rimozione operata dall'acqua di percolazione

Inoltre, le condizioni di elevata umidità dei suoli, protrattasi come detto fino ad aprile per alcune località del centro e del meridione hanno sensibilmente ostacolato l'ingresso in campo delle macchine operatrici per le operazioni di campo tipiche del periodo, quali le arature, le semine, le potature e i alcuni trattamenti fitosanitari. È stata notevolmente ostacolata ad esempio la semina dei frumento, dei cereali autunno-vernini e degli erbai, come pure degli ortaggi.

In alcune aree le condizioni pedologiche più sfavorevoli e le insistenti piogge hanno causato notevoli ritardi nell'esecuzione di tutti i lavori di campo fino al mese di aprile: si pensi ad esempio al ritardo con cui si sono avviate le operazioni di campo per la semina delle risaie, in particolare per le varietà a ciclo lungo, oppure al ritardo con cui è avvenuta la raccolta delle patate a causa dell'impraticabilità dei campi. Anche le operazioni di affienamento delle specie foraggere sono state ostacolate per l'impossibilità di entrare in campo.

Nello stesso periodo, inoltre, si sono osservati notevoli danni provocati dagli attacchi parassitari, favoriti dall'elevata umidità dell'aria conseguente alle frequenti piogge. Le colture ortive sono tra quelle maggiormente colpite dagli attacchi parassitari (botrite, sclerotinia, ecc..) favoriti dall'anomala piovosità. Anche tra le colture arboree si sono registrati intensi attacchi parassitari, ad esempio ad opera degli agenti dell'Occhio di pavone sull'olivo e della Bolla sul pesco.

Un aspetto non secondario derivante dall'elevata piovosità, per l'elevato impatto ambientale, è rappresentato dal trasporto per ruscellamento o percolazione nelle acque di pioggia in eccesso di grandi quantità di nutrienti derivanti dalle attività agricole e zootecniche verso le falde e i corpi idrici superficiali. Negli allevamenti di bovini dell'Oristanese la grande quantità di liquami prodotta in ambito aziendale ha causato non poche difficoltà per lo smaltimento, a causa del divieto di spandimento sui campi nel periodo autunno-invernale.

Infine, nelle aree in cui le precipitazioni sono state più abbondanti e si sono avuti prolungati ristagni possono esservi state limitazioni al pascolamento anche a causa della propensione del bestiame a cessare il pascolamento ed a ricercare ripari in caso di pioggia.

D'altro canto le condizioni di buona idratazione dei suoli nel mese di aprile, nelle aree in cui le piogge sono state più abbondanti, rappresentano un aspetto favorevole perché contribuiscono a soddisfare i fabbisogni idrici nelle prime fasi di sviluppo delle coltivazioni a ciclo primaverili-estive.