

Analisi agrometeorologica e climatologica della Sardegna

**Analisi delle condizioni meteorologiche e conseguenze sul territorio regionale
nel periodo ottobre 2007 – settembre 2008**

Sommario

1. Introduzione	3
2. Analisi delle temperature	4
2.1 Temperature medie annuali	4
3. Analisi delle precipitazioni	6
3.1 Precipitazioni annuali	6
3.2 Precipitazioni mensili	11
3.3 Evento eccezionale del 12 settembre 2008	18
4. Elaborazioni agrometeorologiche specifiche	21
4.1 Evapotraspirazione e bilancio idro-meteorologico	21
4.2 Bilancio idrico dei suoli	27
4.3 Permanenza delle temperature	36
4.4 Sommatorie termiche	39
4.5 Indice di calore	45
5. Analisi agrometeorologica	48
5.1 Cereali e foraggiere	48
5.2 Ortive	50
5.3 Vite	51
5.4 Olivo	55
5.5 Note fitopatologiche	56
5.5.1 Vite	56
5.5.2 Altre colture	58
APPENDICE	59

A cura di

M. Fiori, A. Delitala

Autori

P. Boi, P. Capece, A. Cossu, A. Delitala, M. Fiori, G. Fois, I. Peana

Elaborazioni GIS

S. Canu

Realizzazione grafica

S. Sechi

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

1. Introduzione

Nella presente relazione sono analizzati il regime termico e pluviometrico del periodo 2007-2008, unitamente a specifici indici derivati che consentono di valutarne gli effetti sulle attività del comparto agricolo e sul territorio in generale.

L'analisi del regime termico ha posto in evidenza le anomalie climatiche e i valori estremi: i risultati mostrano un'annata in generale non particolarmente calda rispetto agli anni recenti. La descrizione del regime idrologico, attraverso l'analisi delle precipitazioni, dell'evapotraspirazione e del bilancio idro-meteorologico evidenzia una generale scarsità di apporti meteorici pur con differenze anche piuttosto marcate tra i diversi settori dell'isola; l'ultima parte, infine, è stata dedicata alla descrizione dell'impatto del regime termo-pluviometrico sulle principali colture ed avversità parassitarie, ponendo in rilievo le condizioni siccitose dei primi 6-7 mesi e le conseguenze delle condizioni termopluviometriche ed idrometriche del periodo aprile-giugno.

All'interno della relazione è stato inoltre analizzato l'evento meteorico avverso che ha colpito la Sardegna Nord-occidentale il 12 settembre.

Per una analisi più dettagliata delle condizioni registrate nei diversi mesi si rimanda alla consultazione dei riepiloghi mensili meteorologici ed agrometeorologici, pubblicati sul sito del Consorzio SAR all'indirizzo <http://www.sar.sardegna.it/pubblicazioni/riepiloghimensili/mensili.asp>

2. Analisi delle temperature

2.1 - TEMPERATURE MEDIE ANNUALI

Le medie di ottobre 2007-settembre 2008 della temperatura massima e della temperatura minima risultano superiori alla media climatologica di circa 0.5 °C nei valori massimi e inferiori alla media di circa 1 °C nei valori minimi. Si è trattato, dunque, di un'annata complessivamente non calda, in controtendenza rispetto agli anni precedenti.

La **figura 1a** mostra le medie dell'annata delle temperature minime. È evidente l'effetto della quota, mitigato dal tipico gradiente terra-mare: i valori, infatti, vanno da 6/7 °C delle zone di montagna ai 12 °C delle coste.

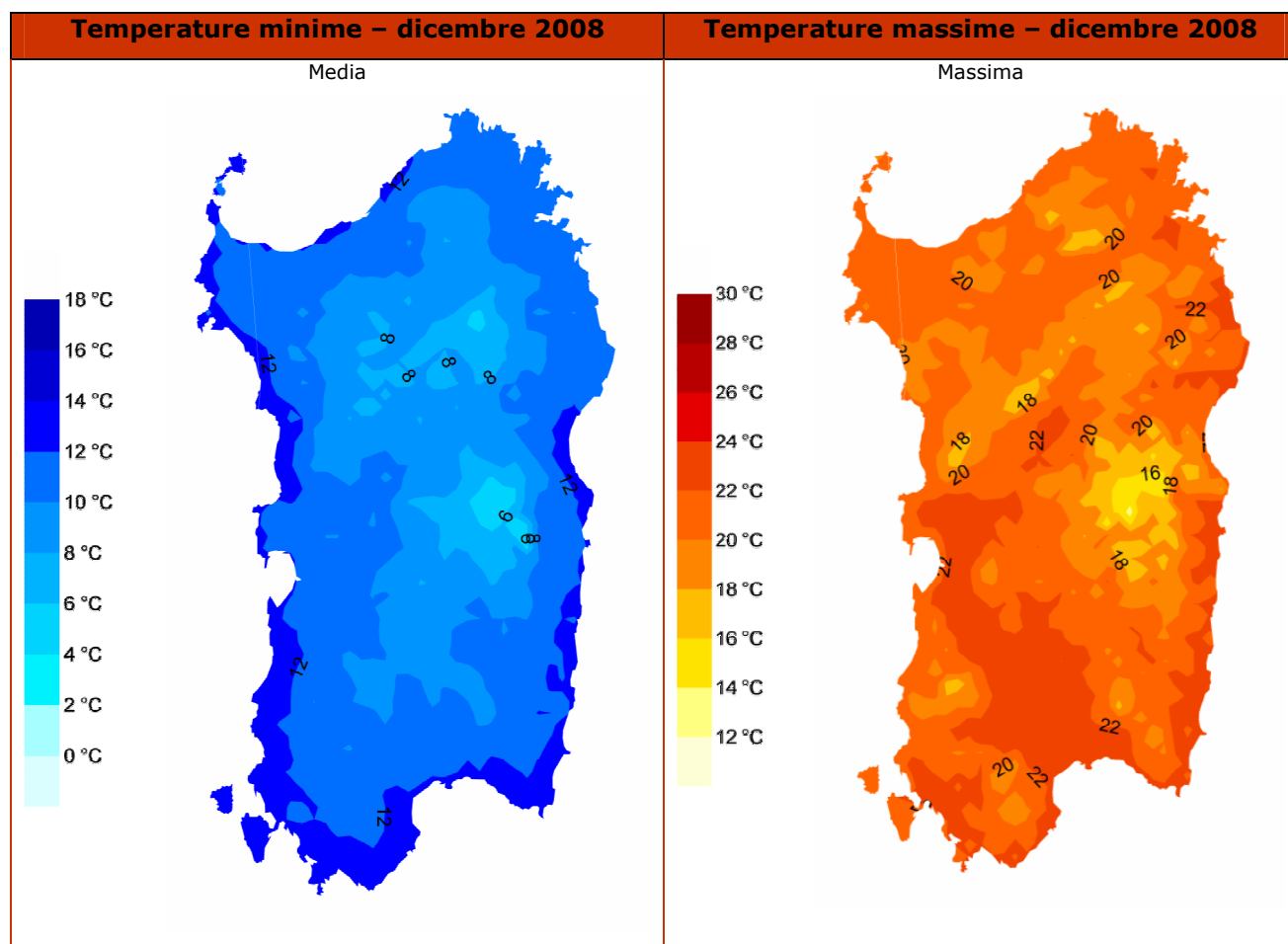


Figura 1a. Media delle temperature minime ottobre 2007-settembre 2008.

Figura 1b. Massime delle temperature minime ottobre 2007-settembre 2008 .

La **figura 1b** mostra, invece, le medie dell'annata delle temperature massime. L'effetto della distanza dal mare sulle massime è opposto rispetto a quello che hanno sulle minime: le medie delle temperature massime, infatti, risultano più elevate nelle pianure e nelle vallate dell'entroterra (Campidano, Nurra, bacino dei Tirso e bacino del Coghinas), con valori tra i 20 °C e i 23 °C; per contro, nelle zone di montagna le medie risultano comprese tra i 15 °C e i 18 °C.

Il semestre **ottobre-marzo** ha avuto temperature leggermente superiori alla media nei valori massimi e

inferiori alla media nei valori minimi. Il mese più freddo è stato febbraio, sia in termini assoluti (le medie delle temperature minime risultano infatti di poco superiori a 0 °C anche lungo le coste) sia in termini relativi (anomalie di -2/-3 °C).

Il semestre **aprile-settembre**, invece, è stato caratterizzato da temperature massime superiori alla media di circa 1°C. I due mesi relativamente più caldi sono stati aprile e agosto. Questo ultimo mese, in particolare, risulta il più caldo anche in termini assoluti con medie delle temperature massime tra i 30 °C e i 35 °C.

3. Analisi delle precipitazioni annuali

3.1 – PRECIPITAZIONI ANNUALI

In Sardegna le precipitazioni del periodo ottobre 2007-settembre 2008 sono state complessivamente deficitarie, sia come numero di giorni piovosi che come cumulo, con marcate differenze tra i diversi territori dell'Isola.

Le **figure 2 e 3**, che si riferiscono al cumulo di precipitazione e al numero di giorni piovosi sui dodici mesi confrontato con le climatologie, mostrano un gradiente crescente da Sud-Ovest a Nord-Est.

Sulle province di Cagliari, Carbonia-Iglesias e Villacidro-Sanluri e su parte di quella di Oristano, infatti, le precipitazioni non hanno superato i 500 mm/12mesi, distribuite su 50-60 giorni. Si è trattato di valori molto bassi, inferiori al 60-70% di quello che è solito piovare in dodici mesi. Particolarmente modeste le precipitazioni del medio e basso Campidano che risultano sui 300-400 mm/mese distribuite su 50-60 giorni, cioè circa la metà di quanto piove in un intero anno.

Sulle province di Sassari, Nuoro e Lanusei-Tortolì e nel Nord della provincia di Oristano, invece, le piogge hanno superato i 500 mm/anno (distribuite su più di 60 giorni), con massimi superiori a 800 mm/anno (su 80 giorni) nel Gennargentu. Si tratta, tuttavia, di valori compresi tra il 60% ed il 100% della media annuale, per cui, anche in questi casi si è trattato di precipitazioni complessivamente deficitarie, seppur in misura minore rispetto al centro-Sud.

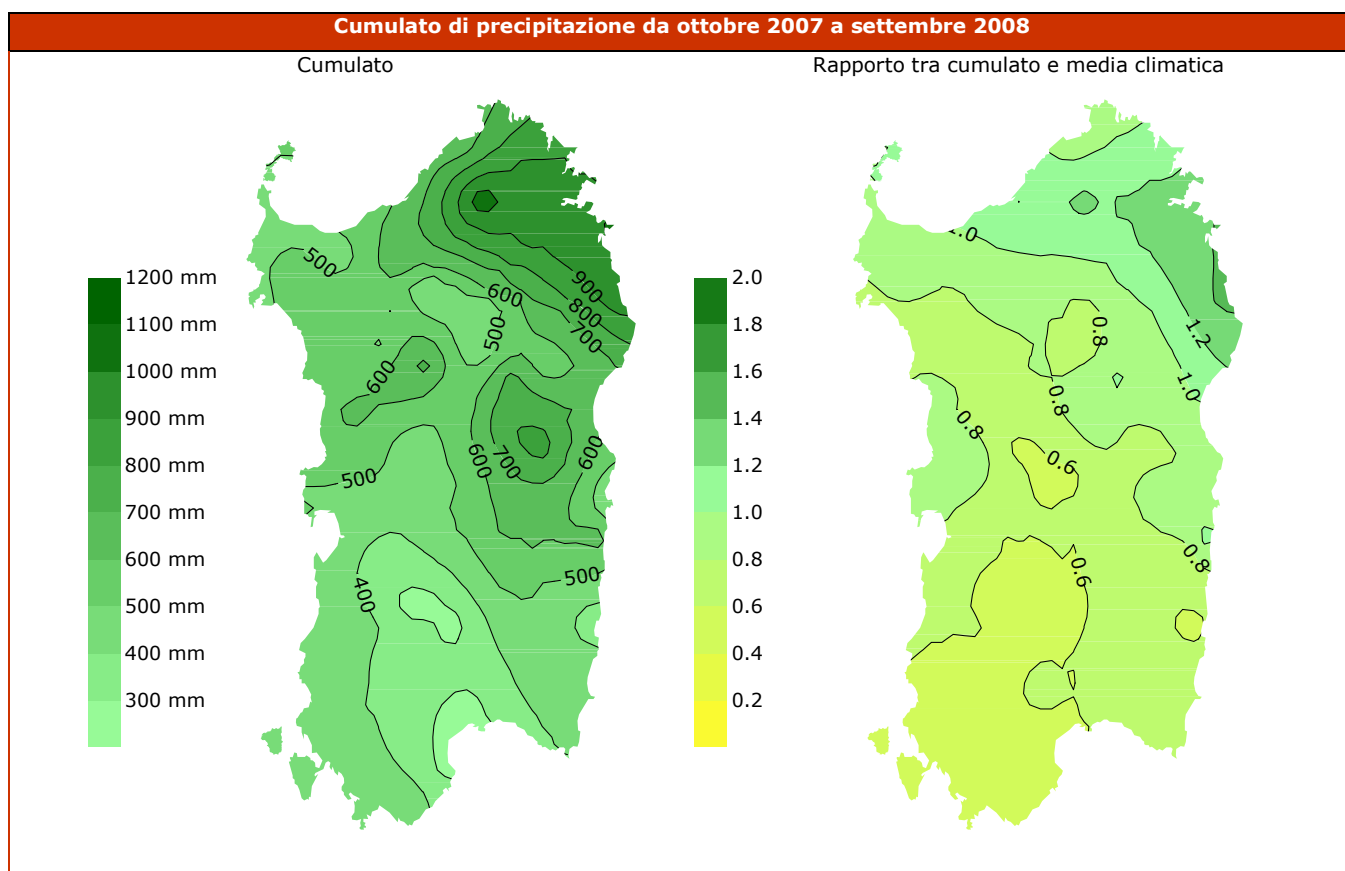


Figura 2. Cumulato di precipitazione del periodo ottobre 2007 – settembre 2008; rapporto tra il cumulo e la media climatologica (1961-1990)

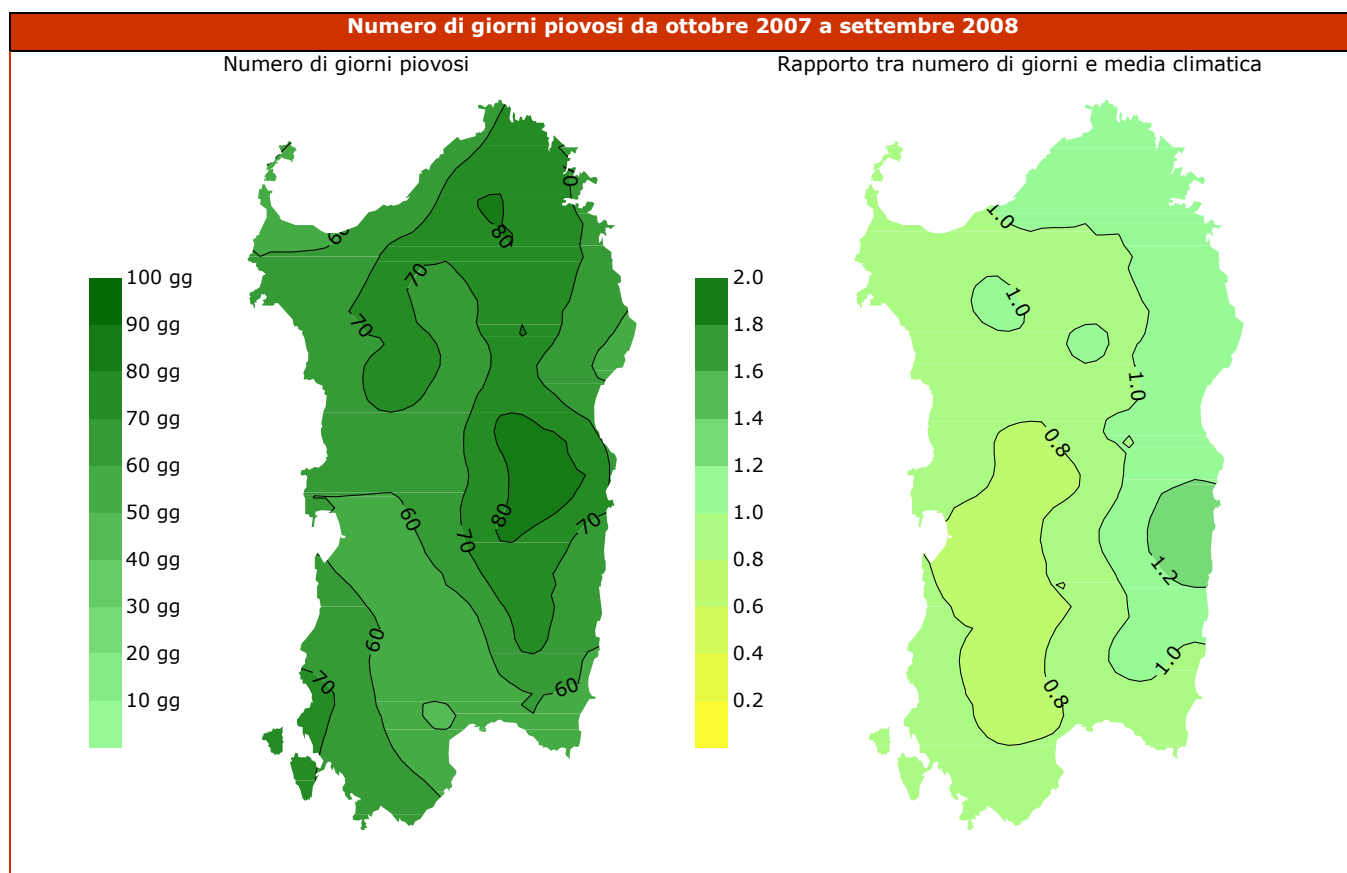


Figura 3. Numero di giorni piovosi del ottobre 2007 – settembre 2008; rapporto tra il numero di giorni piovosi e la media climatologica (1961-1990).

Risulta invece completamente diversa la situazione in Gallura e nei territori circostanti (come ad esempio l'Anglona e la Baronia) le cui piogge sono state in linea o superiori alla media annuale. In questa parte della Sardegna i cumulati hanno superato i 700 mm/anno (su 60-70 giorni), arrivando a superare i 1000 mm/anno (distribuite su 80 giorni) sul massiccio del Limbara.

Occorre però osservare che il deficit della pluviometria è più marcato sui cumulati che sul numero di giorni piovosi; questi ultimi, infatti, risultano fortemente deficitari (cioè inferiori all'80% della media climatologica) solo sul Campidano e sui territori limitrofi.

Nelle **figure 4 e 5** i cumulati annuali ed il numero di giorni piovosi sono confrontati con l'andamento secolare. Si osserva chiaramente che per il terzo anno consecutivo le precipitazioni risultano inferiori alla media e con un trend decrescente che ha riportato i totali del triennio su valori di poco superiori a quelli delle siccità di fine anni 1990.

Scendendo nel dettaglio, si osserva che l'ultimo trimestre 2007 è stato dominato dal *regime orientale*. Ne risulta una netta differenza tra il Nord-Est, o più in generale della fascia orientale dell'isola, che hanno ricevuto piogge abbondanti o quantomeno in linea con i valori medi climatici e la Sardegna occidentale, in particolare Campidano e Sulcis-Iglesiente, sui quali vi è stata una marcata carenza di piogge.

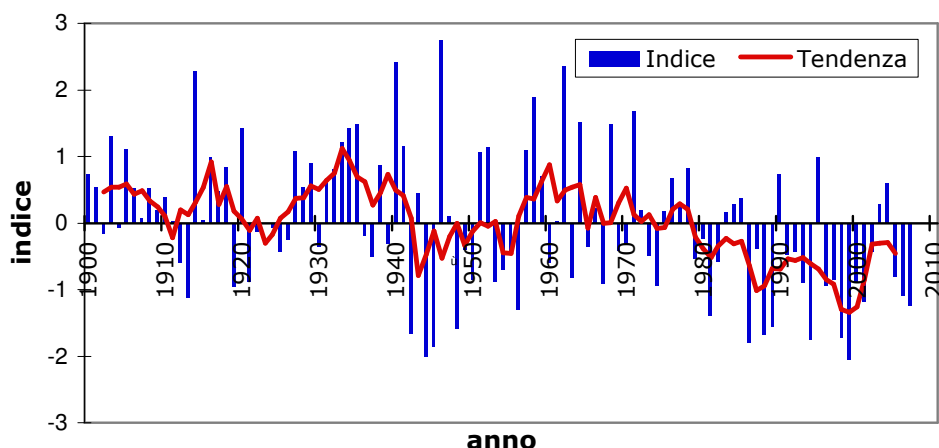


Figura 4. Cumulato di precipitazione in Sardegna (ottobre-dicembre) dal 1900 al 2007.

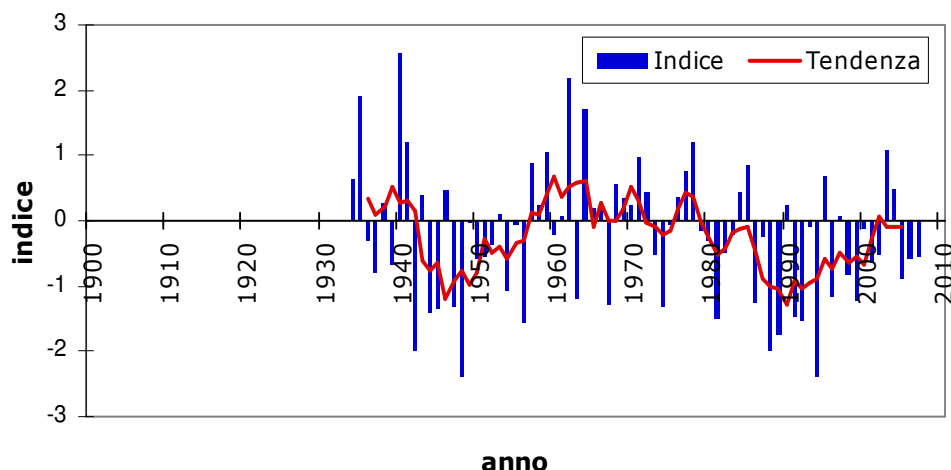


Figura 5. Numero di giorni piovosi in Sardegna (ottobre-dicembre) dal 1934 al 2007).

Il primo quadrimestre del 2008, invece, è stato caratterizzato da precipitazioni deficitarie un po' ovunque, con la sola eccezione della parte settentrionale della Sardegna sulla quale le abbondanti precipitazioni di gennaio e marzo hanno compensato quelle carenti di febbraio ed aprile.

Complessivamente, dunque, il periodo ottobre-aprile (nel quale normalmente cade il grosso della precipitazione della Sardegna) è risultato carente, sia come cumulato sia come numero di giorni piovosi. Questo risulta particolarmente evidente dalle **figure 6 e 7** che confrontano questi valori con l'andamento secolare.

Sul bilancio del periodo, inoltre, hanno pesato le numerose nevicate occorse tra dicembre e marzo. Come si vede dalla **figura 8**, che riporta in numero di giorni con manto nevoso compatto tra dicembre e marzo, in questo quadrimestre le zone montane hanno avuto tra i 3 e i 10 giorni con copertura nevosa; nelle zone più elevate, tale numero risulta superiore a 10 giorni.

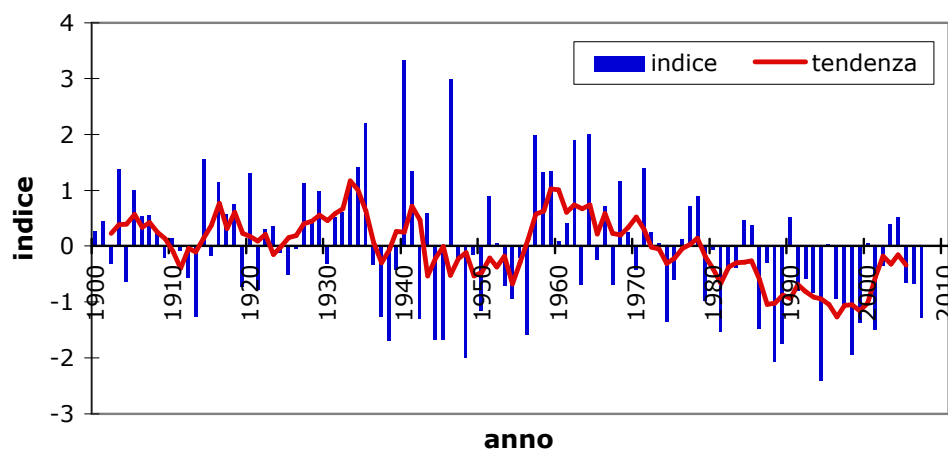


Figura 6. Cumulato di precipitazione in Sardegna (ottobre-aprile) dal 1900 al 2008.

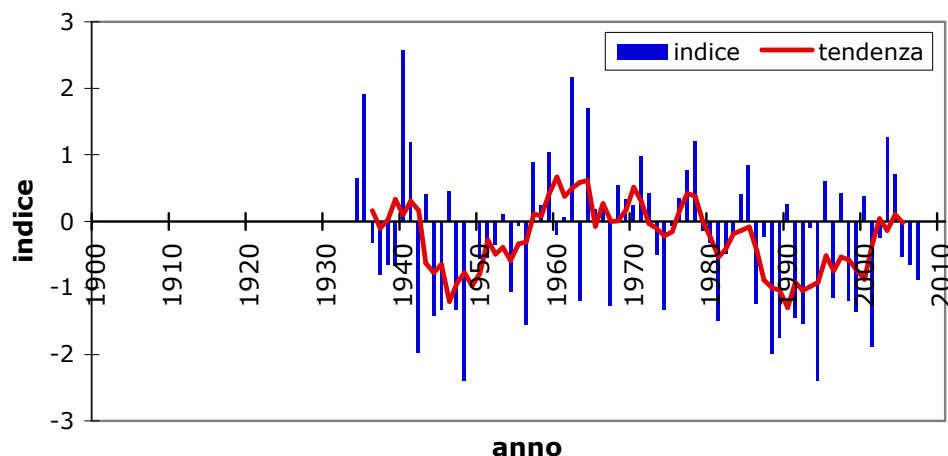
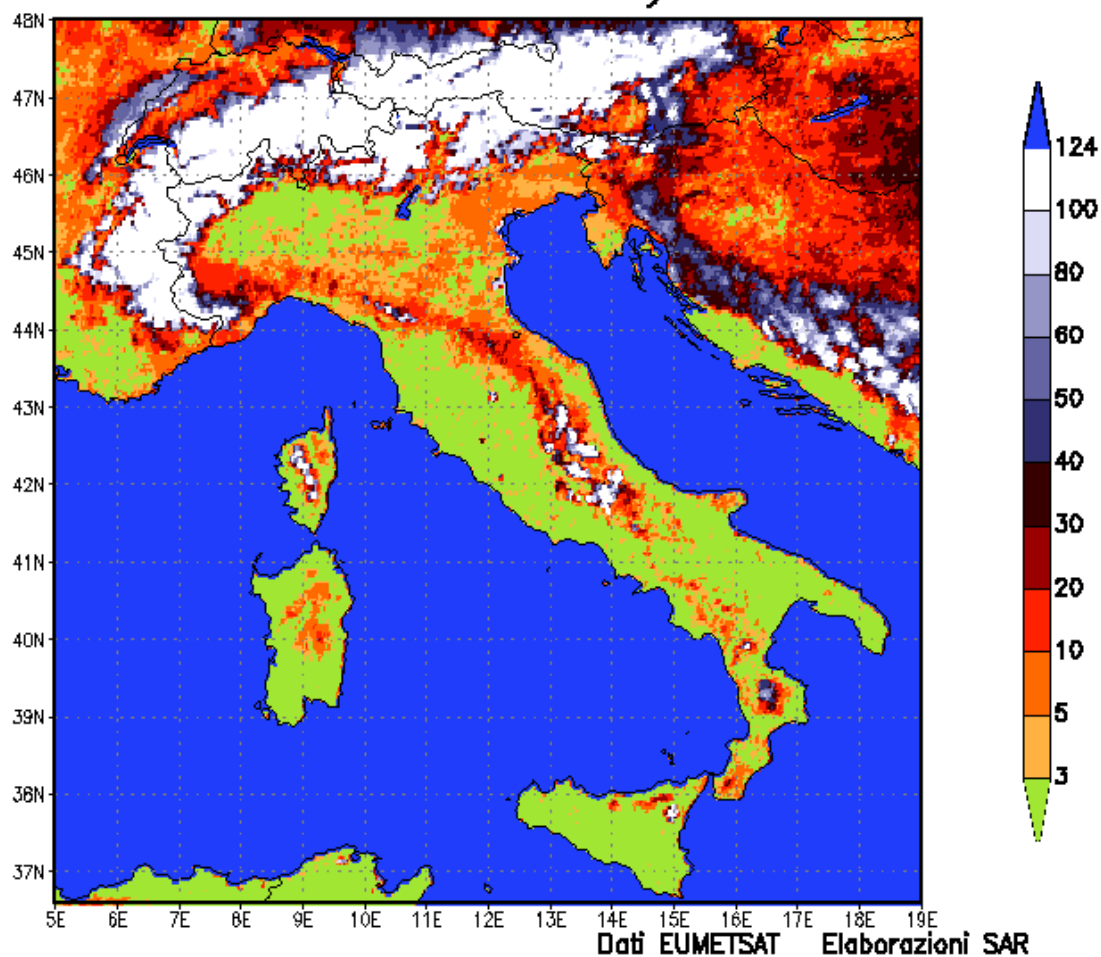


Figura 7. Numero di giorni piovosi in Sardegna (ottobre-aprile) dal 1934 al 2008.

Nel 2008, però, la stagione piovosa *meteorologica* si è protratta ben oltre la fine di aprile, mantenendo il tempo perturbato sino alla seconda decade di giugno. La stagione *estiva* vera e propria, cioè quella caratterizzata dal persistere sul Mediterraneo Occidentale dell'Anticiclone delle Azzorre, è iniziata invece più tardi. Di conseguenza i mesi di maggio e giugno sono stati piovosi, mentre luglio e agosto sono stati quasi completamente privi di pioggia. All'inizio di settembre, infine, il regime anticiclonico si è rotto lasciando spazio all'autunno meteorologico. Le piogge di settembre 2008, dunque, sebbene siano incluse in questo riepilogo per ragioni tecniche, faranno sentire il proprio effetto sul bilancio idrologico della stagione piovosa 2008-2009.

DEC07-MAR08 number of days with snow



GrADS: COLA/IGES

2008-09-25-09:43

Figura 8. Numero dei giorni con copertura nevosa da dicembre 2007 a marzo 2008.

3.2 – PRECIPITAZIONI MENSILI

L'analisi dei sottoperiodi dell'anno mette in evidenza che il trimestre **ottobre-dicembre** (**figura 9**) è risultato alquanto deficitario, con valori paragonabili a quelli del 1998 e del 2001. È interessante osservare che per il terzo anno consecutivo le precipitazioni di ottobre-dicembre risultano inferiori alla media.

Si può osservare, in particolare, che il mese di ottobre è stato secco su gran parte dell'isola, ad eccezione della Gallura e della costa Sud-orientale: i cumulati mensili in Gallura, infatti, sono variati tra 60 e 110 mm/mese, mentre, lungo la fascia costiera Sud-orientale i cumulati sono stati compresi tra 60 e 130 mm/mese; altrove, infine, i valori si sono mantenuti tra 20 e 60 mm/mese. Nelle località in cui è piovuto maggiormente i valori si collocano attorno alle corrispondenti medie climatiche, mentre altrove hanno raggiunto percentuali comprese tra 40% e l'80% della media mensile.

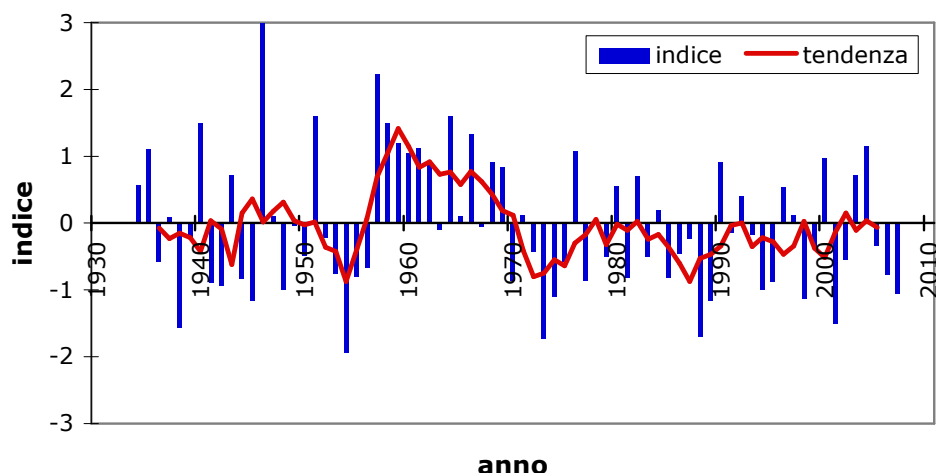


Figura 9. Cumulato di precipitazione in Sardegna (ottobre-dicembre) dal 1934 al 2008.

Anche le precipitazioni di novembre si sono concentrate sulla parte orientale dell'isola che ha ricevuto tra 100 e 200 mm/mese, cioè valori ben al di sopra alla media climatologica. La metà occidentale della Sardegna, invece, ha registrato precipitazioni di modesta entità che si sono assestate sui 40-60 mm/mese, corrispondenti a circa la metà della media climatologica.

Il mese di dicembre, ancor più dei due mesi precedenti, è stato caratterizzato da abbondanti precipitazioni sulla Sardegna orientale e sulla Gallura e da una generale scarsità sul resto dell'isola. I cumulati mensili sono stati compresi tra 30 e 40 mm/mese di diverse stazioni del settore occidentale e meridionale e i 260 mm/mese registrati sulle Baronie; si tratta di valori compresi rispettivamente tra il 40% e il 240% della media climatologica.

I cumulati del mese sono stati influenzati dalle abbondanti nevicate e grandinate di metà mese e da una pioggia intensa che ha investito la parte orientale della Sardegna tra il 21 ed il 23. Il grosso della neve è caduta tra il 16 e il 18 e ha raggiunto i 50 cm di altezza. Nelle zone collinari e pedemontane la neve si è sciolta subito, mentre alle quote medio-alte il manto è rimasto anche sino all'inizio di gennaio.

Anche il trimestre **gennaio-marzo** (**figura 10**) è risultato deficitario, sebbene in maniera meno marcata rispetto al trimestre che lo ha preceduto. Occorre osservare, inoltre, che le precipitazioni di questo periodo si sono assestate su valori leggermente inferiori alla media, dopo essere state gravemente deficitarie per un lungo periodo compreso tra il 1988 e il 2002.

Il mese di gennaio è stato interessato da un deciso cambiamento nel regime pluviometrico, con predominio quasi assoluto del regime Nord-occidentale: le piogge hanno superato i 50-60 mm/mese sulle province di Sassari e di Carbonia-Iglesias e su parte di quelle di Olbia-Tempio e di Oristano, con punte di 70-80 mm/mese sulla costa Nord-occidentale della Sardegna; sul resto dell'isola, invece, si sono avuti cumulati mensili progressivamente decrescenti dai 50 mm/mese citati sopra, sino ai 20-30 mm/mese di Baronia, Ogliastra, Sarrabus e Gerrei.

Nel mese di febbraio le piogge sono state quasi assenti: i cumulati mensili risultano compresi tra 10 mm/mese dell'Iglesiente e 40 mm/mese del Sarrabus, corrispondenti rispettivamente al 20% ed al 60% della media climatica del mese.

Il mese di marzo è stato invece caratterizzato da precipitazioni abbondanti, in particolare sulle province di Sassari, Oristano e Gallura. I cumulati mensili di precipitazione risultano compresi tra i 50 mm/mese circa della costa sud-orientale, del Campidano e del Sulcis-Iglesiente e i 150 mm/mese della Gallura. Sul resto dell'isola i cumulati vanno dai 70 mm/mese ai 100 mm/mese. Il confronto con i valori climatologici mostra cumulati in linea o leggermente inferiori alla media sulla costa sud-orientale e sul Sulcis-Iglesiente, superiori ad essa sul resto della regione sino a raggiungere cumulati pari al 180% della media sulla Gallura.

Il mese ha avuto anche due nevicate di discreta consistenza, con un manto che ha raggiunto i 20 cm. Le nevicate hanno interessato le zone montuose del centro-Nord e, nelle zone più elevate, il manto nevoso è rimasto sino a 7 giorni.

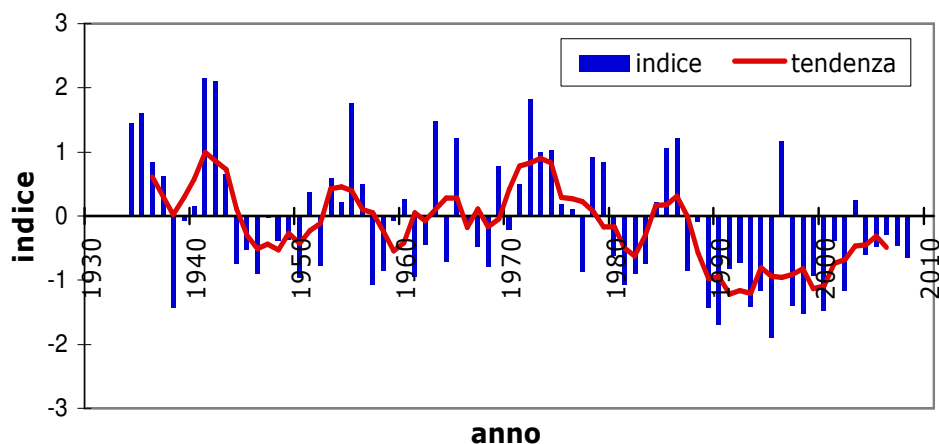


Figura 10. Cumulato di precipitazione in Sardegna (gennaio-marzo) dal 1934 al 2008.

Il mese di **aprile** mostra un andamento decisamente peculiare che ha diviso la Sardegna in tre fasce ben distinte: la fascia centrale, corrispondente a gran parte delle province di Oristano e Nuoro, ha avuto tra i 50 mm/mese ed i 100 mm/mese (al di sopra della media climatologica); le altre due fasce, cioè quella settentrionale e quella meridionale, hanno ricevuto invece meno di 30 mm/mese, corrispondenti a circa

il 40% dei valori tipici di aprile. Il confronto coi decenni precedenti, però, mostra che le piogge del mese sono risultate nel complesso inferiori alla media, come si vede dalla **figura 11**.

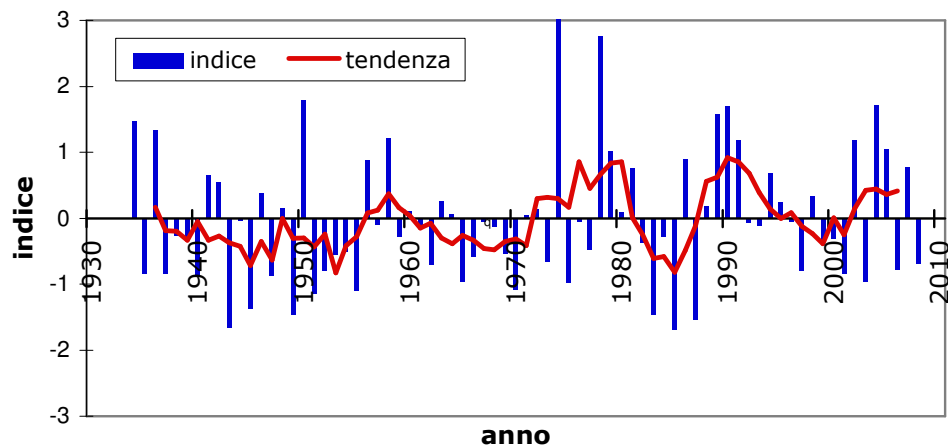


Figura 11. Cumulato di precipitazione in Sardegna (aprile) dal 1934 al 2008.

La **figura 12** confronta le piogge di **maggio-settembre** con quelle dei decenni precedenti. Come era prevedibile, maggio-settembre 2008 risulta più piovoso della media 1961-1990.

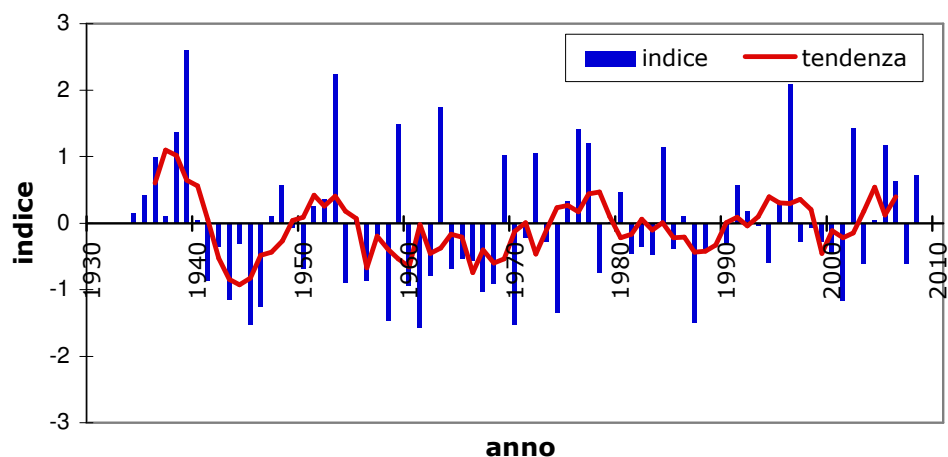


Figura 12. Cumulato di precipitazione in Sardegna (maggio-settembre) dal 1934 al 2008.

Il mese di maggio è stato eccezionalmente piovoso. I cumulati hanno superato i 100 mm/mese sulla Sardegna centro-settentrionale, con valori superiori a 120 mm/mese sulla parte Nord-orientale dell'Isola. Sulla parte meridionale, invece, i cumulati sono stati compresi tra i 40mm/mese ed i 100 mm/mese. Si è trattato di valori superiori alla media anche in misura consistente: sul Nord-Sardegna, in particolare, è piovuto sino a tre-quattro volte la media climatologia.

Anche giugno è stato complessivamente piovoso, seppur con evidenti differenze geografiche: al Sud i cumulati sono stati sotto i 10 mm/mese, sulla costa orientale tra 10 e 20 mm/mese, sulla Sardegna

centrale sino a 60 mm/mese e, infine, sulla Gallura oltre i 100 mm/mese.

Sia luglio che agosto sono stati caratterizzati da sporadici episodi di precipitazione, generalmente temporali estivi. I cumulati mensili, dunque, risultano quasi ovunque inferiori ai 10mm/mese, tranne le poche località interessate dai temporali dell'1. Si tratta comunque di valori del tutto in linea col clima di ambo i mesi.

Il mese di settembre, infine, ha avuto precipitazioni in linea o superiori alla media nella metà meridionale della Sardegna e lungo la costa settentrionale, mentre le precipitazioni sono state inferiori alla media sul resto dell'isola.

Le **figure 13-15a** confrontano i cumulati mensili di sei stazioni campione con la climatologia. L'analisi usa la cosiddetta distribuzione empirica di probabilità (*in percentili*) descritti nell'appendice.

Dall'analisi complessiva si vede chiaramente come i mesi di marzo, maggio, giugno e settembre siano risultati piovosi, mentre il resto dell'anno è stato generalmente poco piovoso. Si osservino, in particolare, le due situazioni estreme: a Decimomannu (rappresentativa del Campidano) le piogge sono state quasi sempre sotto la norma, anche in misura consistente, in autunno, a febbraio e ad aprile; per contro a Luras (rappresentativa della Gallura) le piogge sono state in media o sopra la media in tutti i mesi tranne febbraio e aprile.

La **figura 13-15b**, infine, mostrano gli accumuli progressivi per ogni giorno dall'1 ottobre al 30 settembre sulle 3 stazioni campione e li confronta col clima. Ancora una volta, si osservino le situazioni estreme: a Decimomannu (Campidano) l'accumulo è stato sempre deficitario e, col progredire dell'annata, il deficit si è aggravato; a Luras (Gallura) le piogge sono state sempre superiori alla norma e l'accumulo progressivo ha raggiunto valori molto al di sopra della norma a partire dal mese di maggio.

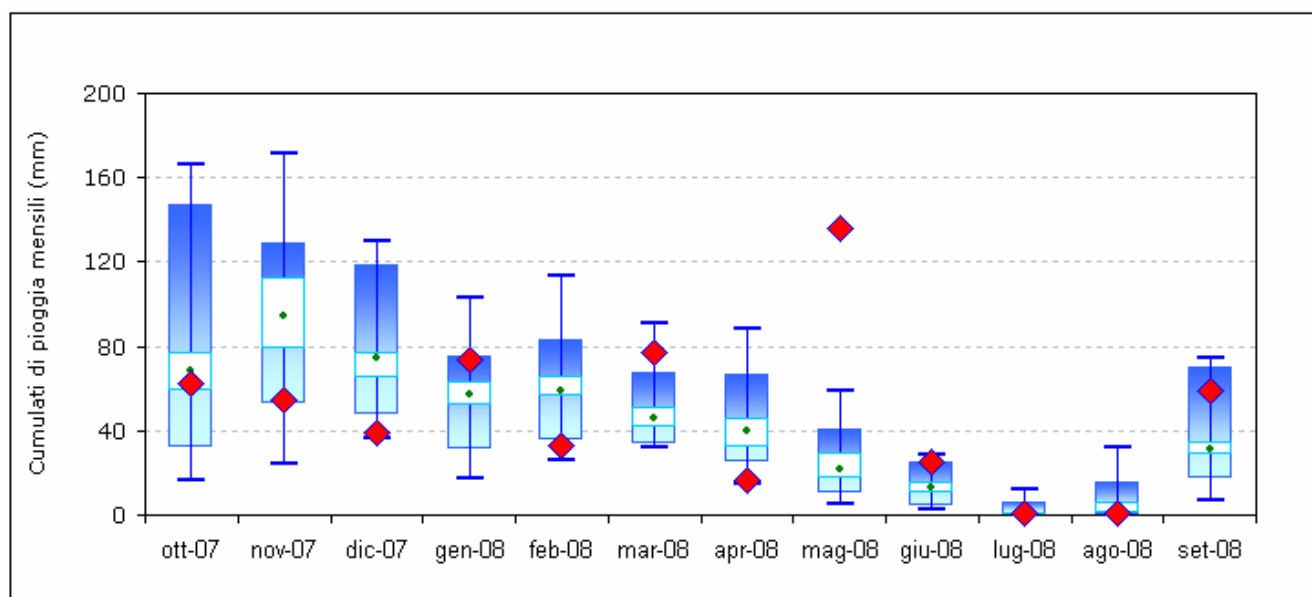


Figura 13a. Valori mensili delle precipitazioni misurate nel periodo ottobre 2007 – settembre 2008, raffronto con la distribuzione statistica della serie storica rappresentata mediante *boxplot* – **Stazione di Olmedo.**

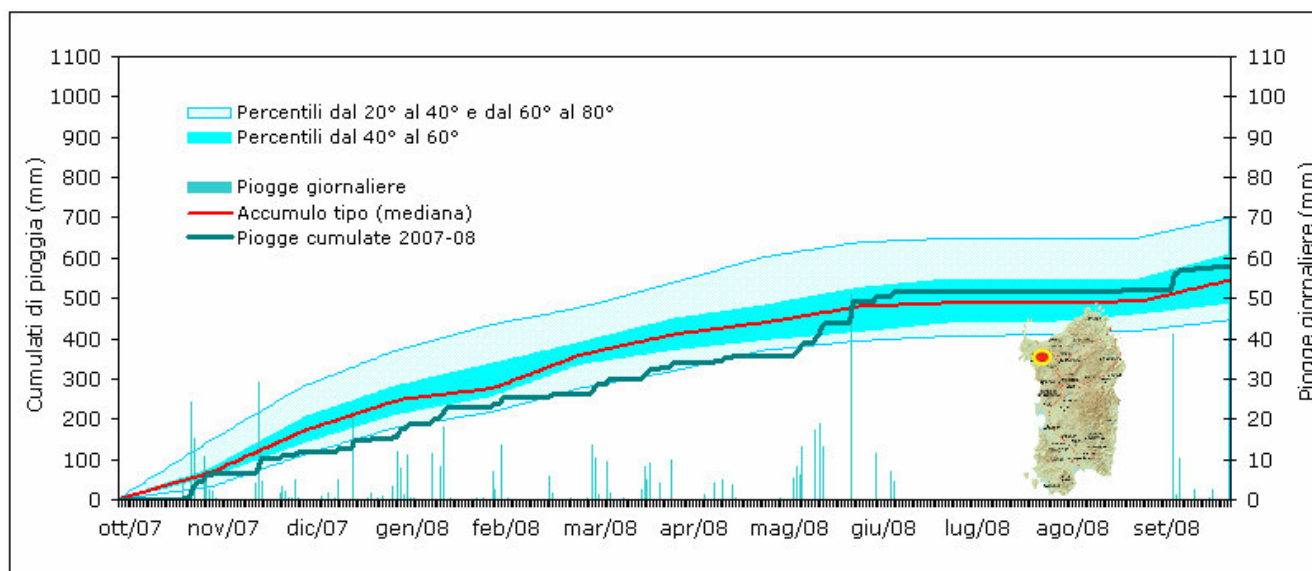


Figura 13b. Valori giornalieri e cumulati delle precipitazioni misurate nel periodo ottobre 2007 – settembre 2008, percentili dei cumulati calcolati sulla serie storica di riferimento – **Stazione di Olmedo.**

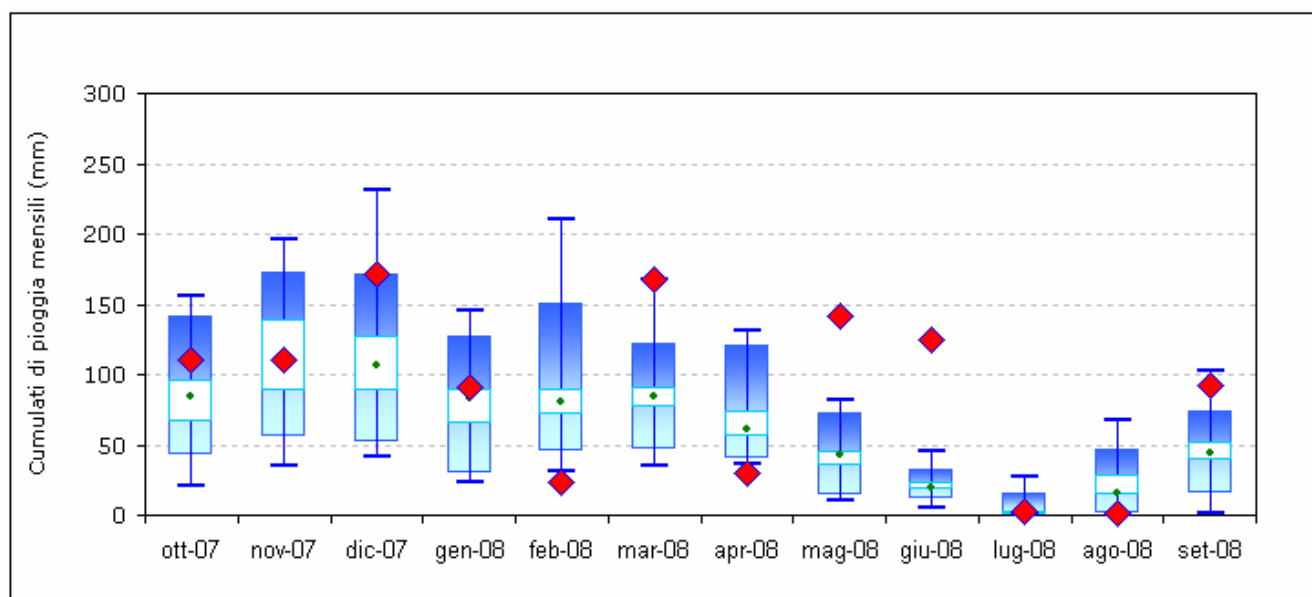


Figura 14a. Valori mensili delle precipitazioni misurate nel periodo ottobre 2007 – settembre 2008, raffronto con la distribuzione statistica della serie storica rappresentata mediante *boxplot* – **Stazione di Luras.**

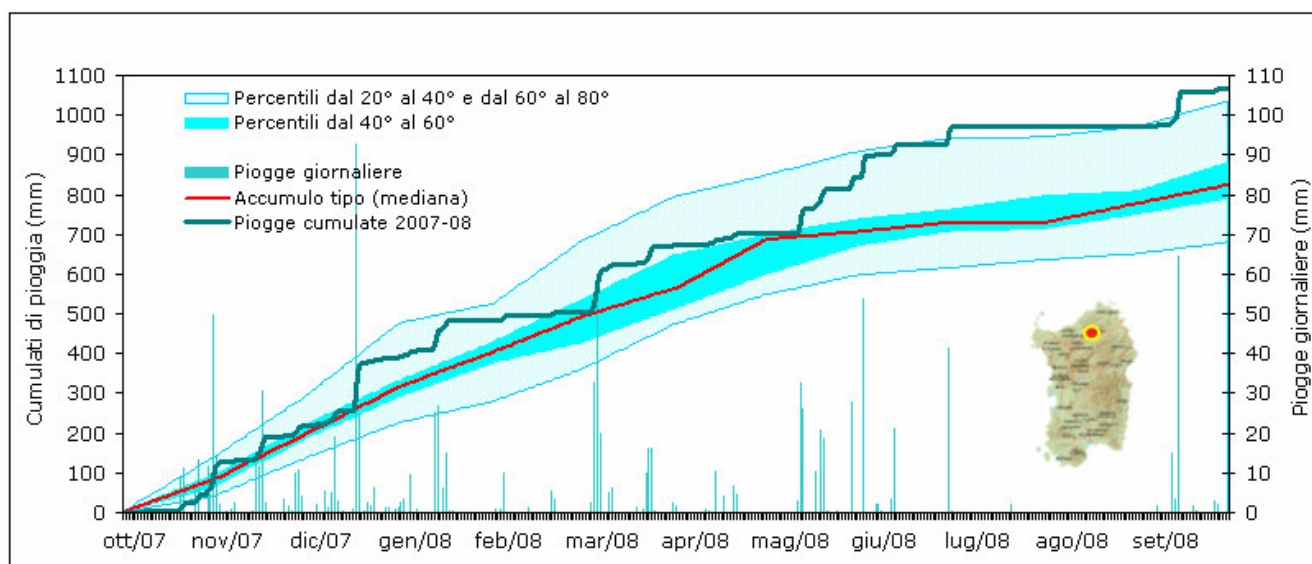


Figura 14b. Valori giornalieri e cumulati delle precipitazioni misurate nel periodo ottobre 2007 – settembre 2008, percentili dei cumulati calcolati sulla serie storica di riferimento – **Stazione di Luras.**

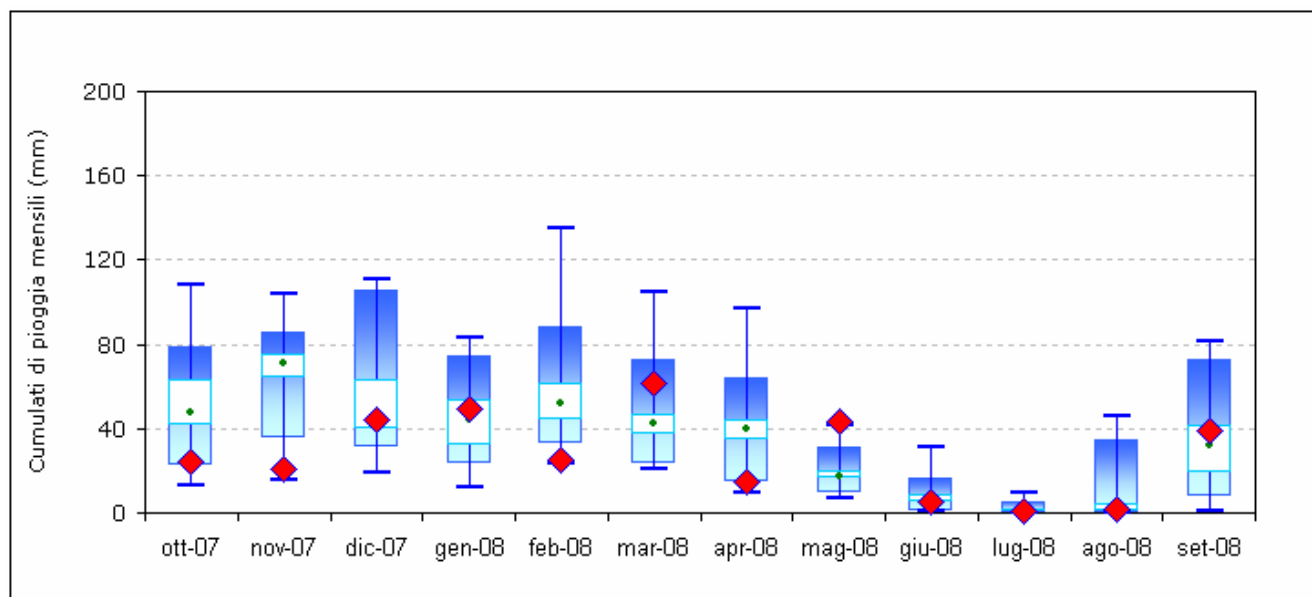


Figura 15a. Valori mensili delle precipitazioni misurate nel periodo ottobre 2007 – settembre 2008, raffronto con la distribuzione statistica della serie storica rappresentata mediante *boxplot* – **Stazione di Decimomannu.**

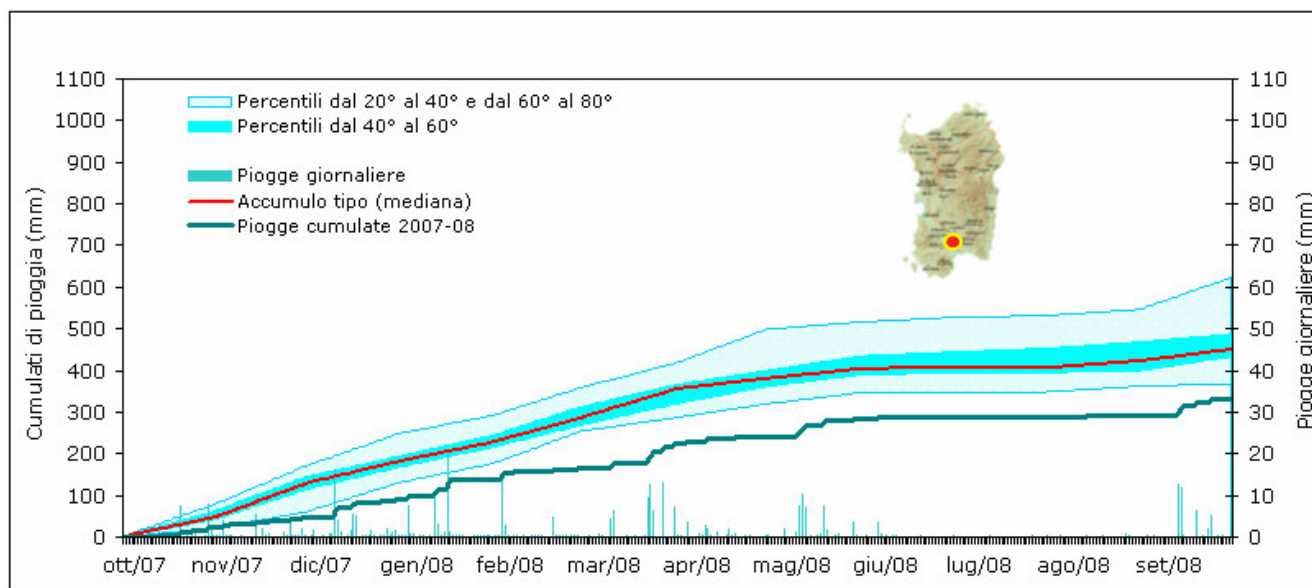


Figura 15b. Valori giornalieri e cumulati delle precipitazioni misurate nel periodo ottobre 2007 – settembre 2008, percentili dei cumulati calcolati sulla serie storica di riferimento – **Stazione di Decimomannu.**

3.3 – EVENTO ECCEZIONALE DEL 12 SETTEMBRE 2008

Il 12 settembre 2008 la Sardegna è stata investita da quello che tecnicamente si definisce un *Sistema Convettivo di Mesoscala* (o *Complesso Convettivo di Mesoscala*), una struttura quasi circolare di alcune centinaia di chilometri di diametro, caratterizzata da una forte attività temporalesca. Questo tipo di struttura, piuttosto rara nel Mediterraneo, al suolo può produrre precipitazioni e raffiche di vento di forte intensità.

Il Sistema Convettivo di Mesoscala era associato ad una vasta perturbazione che ha interessato il Mediterraneo Occidentale; si è formato nella mattinata sulle Baleari ed è arrivato sulla Sardegna intorno alle 14GMT (16:00 ora locale). La **figura 13** mostra la struttura convettiva mentre si accinge ad investire la Sardegna alle ore 12GMT (14:00 locali).

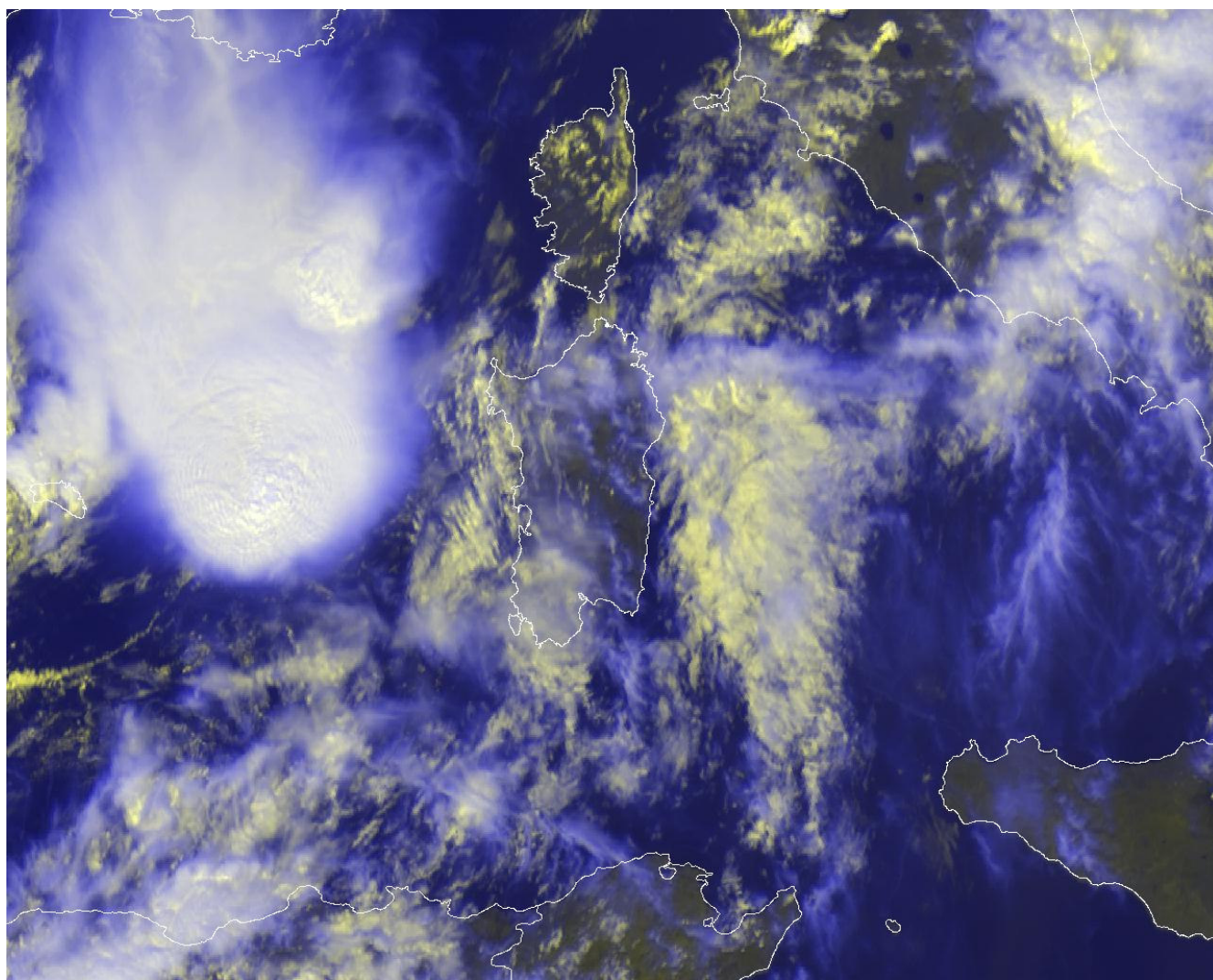


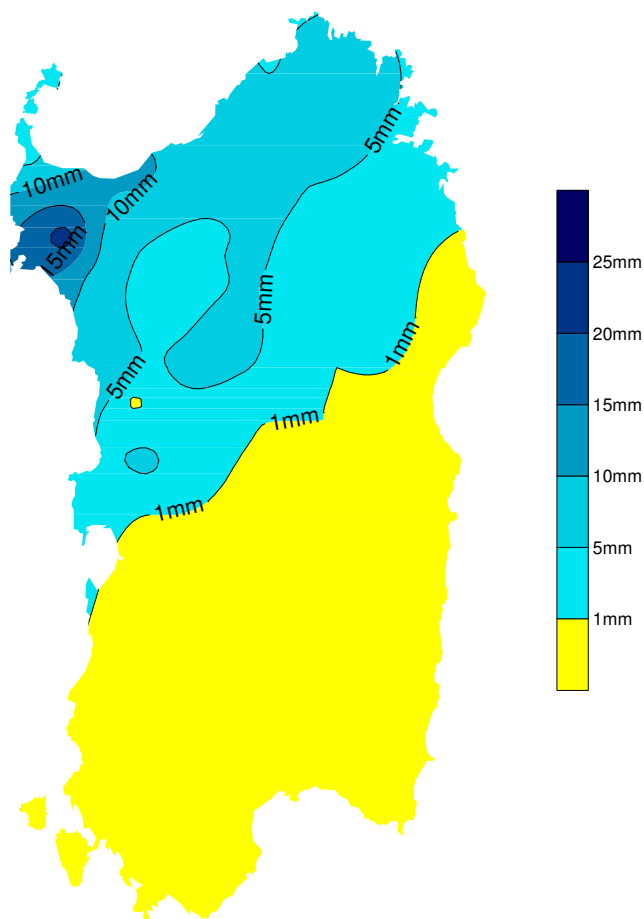
Figura 16. Il sistema convettivo di mesoscala alle ore 12 del 12 settembre 2008.

Il *sistema convettivo di mesoscala* ha attraversato la parte centro-settentrionale dell'isola nell'arco di due ore, progressivamente perdendo di intensità, e successivamente si è diretto sul Mar Tirreno.

Dall'analisi delle altre immagini del satellite MSG, si possono individuare le due fasce su cui l'attività temporalesca è risultata particolarmente intensa e le zone interessate in misura minore.

Gli effetti sono stati molto intensi nell'estremità settentrionale, con raffiche di vento di brevissima durata ma eccezionalmente intense e intensità di precipitazioni decisamente anomale su questa parte della Sardegna.

La **figura 17** mostra i massimi di precipitazione su 10 minuti: sull'estremità Nord-occidentale della Sardegna (la Nurra e la Romangia) sono stati superati i 10 mm/10min, con punte di 20 mm/10min a Olmedo; su gran parte delle province di Sassari e Olbia-Tempio, le precipitazioni massime hanno superato i 5 mm/10min; sul resto dei territori interessate da piogge intense, i massimi del giorno sono stati compresi tra 1 e 5 mm/10min.



La **figura 18**, infine, mostra le massime raffiche di vento. La ventosità di quel giorno è risultata molto particolare: il vento che ha dominato per gran parte della giornata (legato ad un minimo di pressione al suolo ad Est della Sardegna) risultava debole-moderato da Ovest/Nord-Ovest. Durante il passaggio della struttura, però, l'effetto dell'eccezionale attività temporalesca (il cosiddetto *downdraft*) ha prodotto raffiche di vento di breve durata superiori ai 30 m/s, con punte di 41.3 m/s ad Alghero; lungo la traiettoria della zona di più intensa attività convettiva, inoltre, il vento ha temporaneamente assunto una direzione da Sud-Ovest, anomala rispetto al campo di vento del resto della giornata, ma coerente con la dinamica propria dell'evento stesso.

Figura 17. Massima intensità di precipitazione (mm/10min) del 12/09/2008.

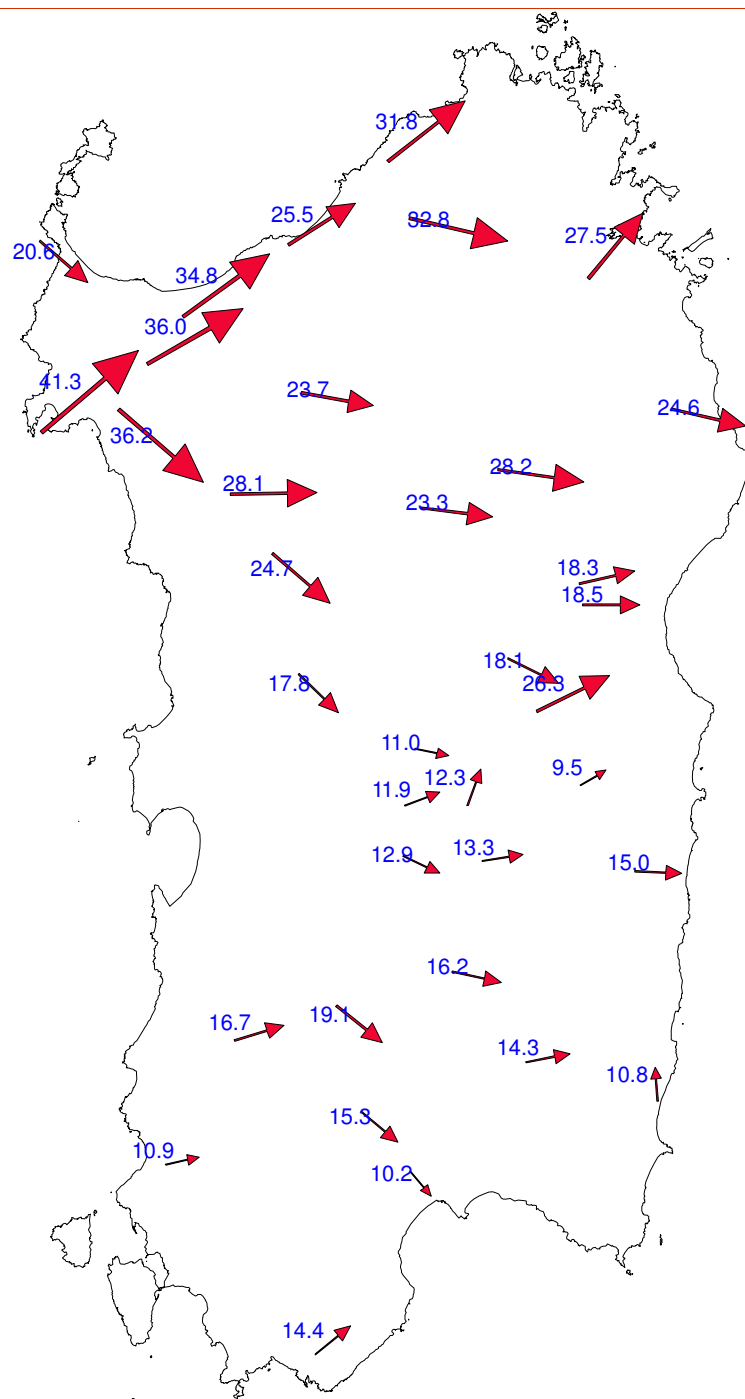


Figura 18. Massima raffica (m/s) misurata il 12/09/2008.

4. Elaborazioni agrometeorologiche specifiche

4.1 - EVAPOTRASPIRAZIONE E BILANCIO IDRO-METEOROLOGICO

Il bilancio idro-meteorologico a scala mensile, rappresentato in forma di mappa per l'intero territorio regionale, è un semplice indicatore che consente di esprimere l'apporto meteorologico netto ed evidenziare le differenti condizioni di disponibilità idrica nei diversi ambiti territoriali. È ottenuto detraendo agli apporti piovosi le perdite evapotraspirative calcolate per lo stesso periodo.

L'evapotraspirazione di riferimento (ET_0)¹, vale a dire le perdite verso l'atmosfera sotto forma di evaporazione dal suolo e di traspirazione per mezzo delle piante, è stata stimata applicando il metodo di Hargreaves-Samani ai dati medi mensili di temperatura minima, massima e media. Le elaborazioni mostrano valori totali mensili variabili in ragione del periodo dell'anno e delle condizioni termiche registrate nei diversi mesi: nei primi mesi del periodo in esame i totali mensili risultano in alcuni casi inferiori alla media trentennale (es. dicembre), mentre nel primo bimestre del 2008 e soprattutto nel mese di aprile i valori sono stati generalmente superiori alla media.

Successivamente, a causa delle condizioni perturbate del bimestre maggio-giugno i valori mensili sono risultati per buona parte del territorio regionale inferiori rispetto a quelli dell'anno precedente; nei mesi di luglio e agosto si sono raggiunti valori totali mensili superiori a 200 mm/mese, in particolare nelle aree pianeggianti interne soprattutto del centro Sardegna, più elevati dei corrispondenti dati climatici trentennale ed in linea o di poco superiori rispetto a quelli dell'anno precedente.

Infine, nel mese di settembre, si è avuta una sensibile riduzione anche a causa del tempo perturbato.

A titolo esemplificativo, nelle **figure 19 e 20** sono riportate le mappe dei mesi di maggio e agosto 2008.

¹ 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').

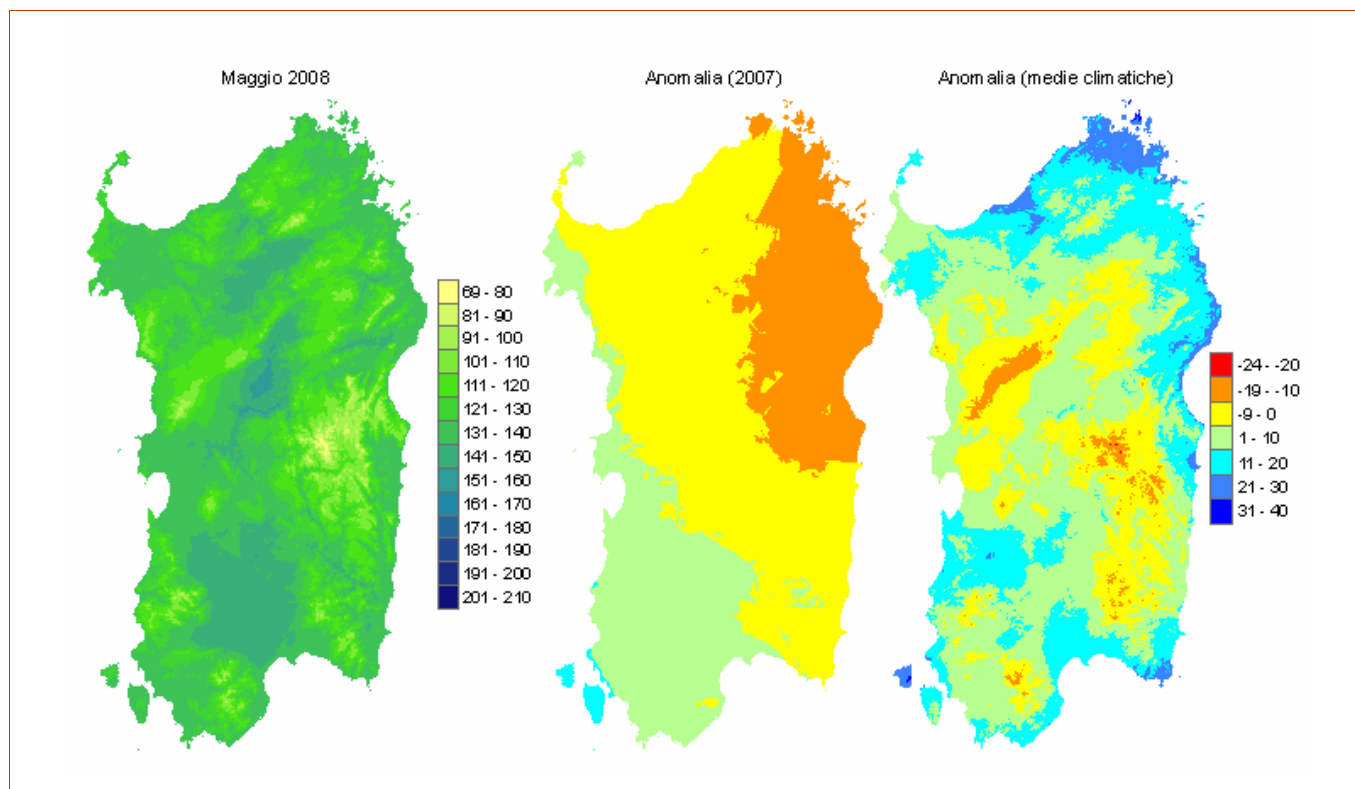


Figura 19. Mappe di evapotraspirazione di riferimento di maggio 2008 e di anomalia rispetto all'anno precedente e ai valori medi trentennali.

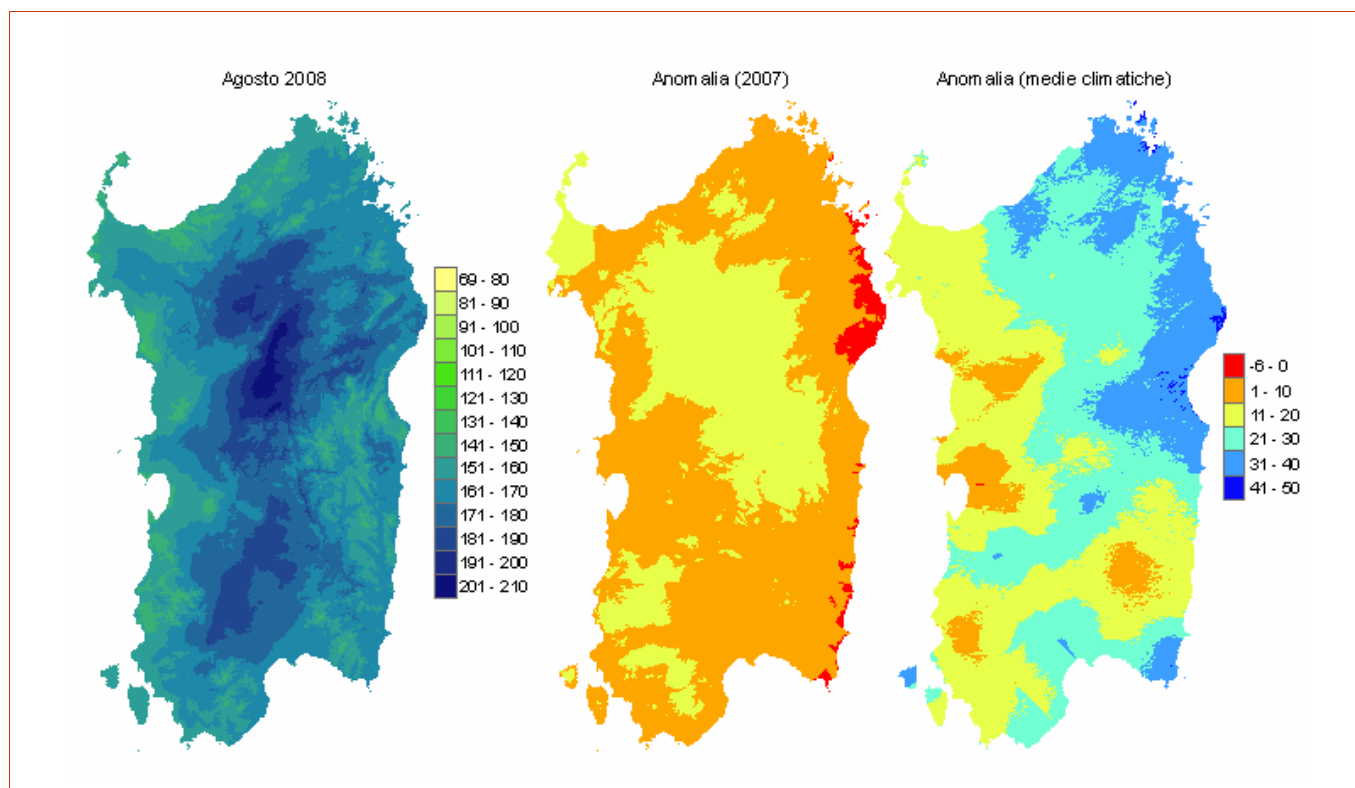


Figura 20. Mappe di evapotraspirazione di riferimento di agosto 2008 e di anomalia rispetto all'anno precedente e ai valori medi trentennali.

Per quanto riguarda le elaborazioni del bilancio idro-meteorologico, sono riportate di seguito le mappe

mensili più significative per le diverse stagioni, in cui sono rappresentati i valori totali del mese unitamente alle anomalie calcolate rispetto all'anno precedente e rispetto alle condizioni medie trentennali.

In dettaglio, dopo che nel mese di ottobre si è avuta un'estesa situazione di deficit in particolare nel settore centrale e nel Campidano e moderate condizioni di surplus idrico limitatamente ad alcune aree (es. Gallura), nei mesi successivi le piogge abbondanti localizzate soprattutto nelle parte orientale hanno dato origine a situazioni molto eterogenee: nel mese di novembre (**figura 21**) in Gallura, Nuorese, Baronia, Barbagia e Ogliastra si sono avute condizioni di bilancio mensile generalmente positive mentre in alcune aree come il Campidano si sono protratte le condizioni di deficit osservate nel mese precedente. Anche in dicembre le piogge abbondanti (soprattutto sul versante orientale) hanno determinato condizioni di bilancio idro-meteorologico con una distribuzione analoga a quella del precedente mese di novembre, vale a dire con un surplus idrico e quindi con un conseguente incremento delle disponibilità idriche complessive, nelle aree che hanno ricevuto maggiori apporti piovosi (Gallura, Nuorese, Baronia, Barbagia e Ogliastra), mentre in alcune aree come il Campidano, i valori sono stati negativi.

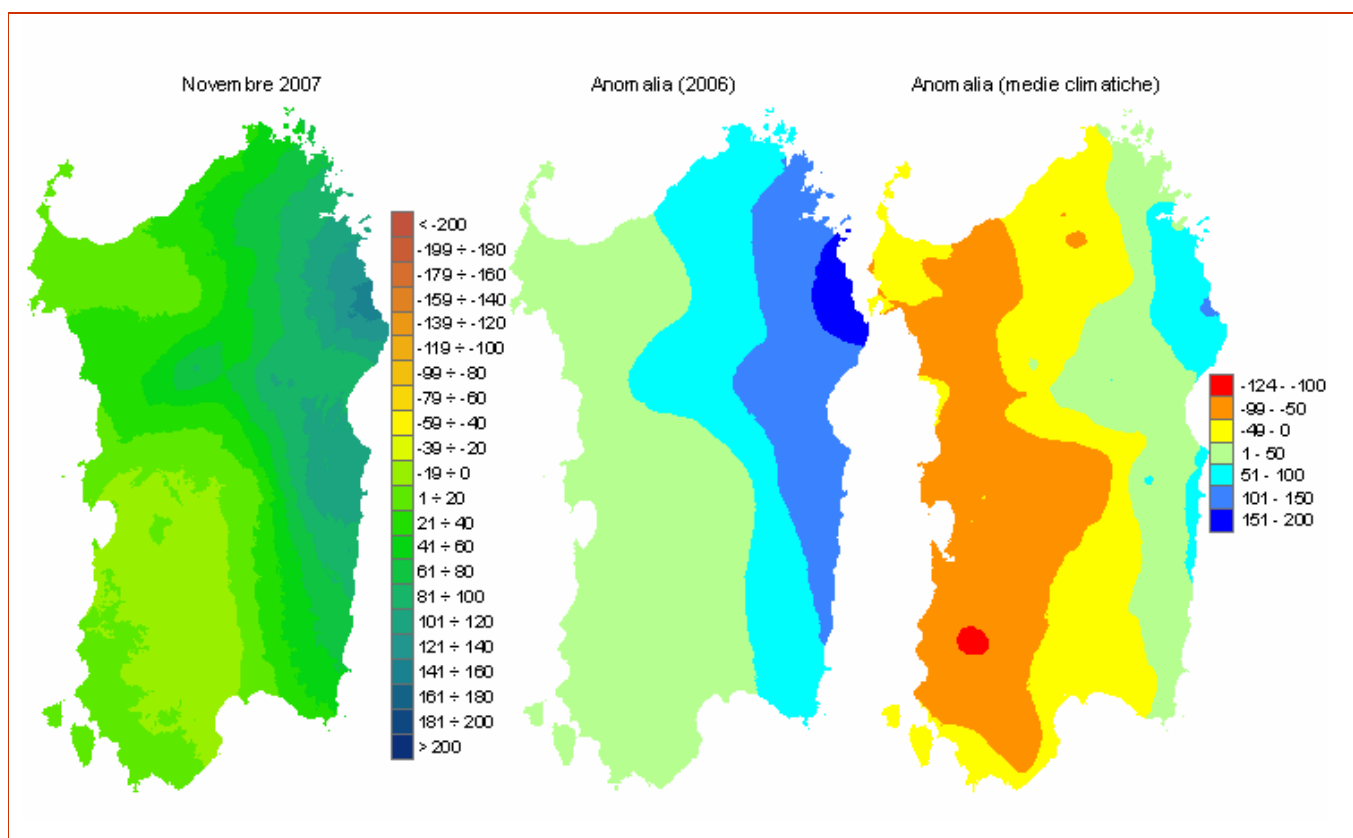


Figura 21. Mappe di evapotraspirazione di riferimento di novembre 2007 e di anomalia rispetto all'anno precedente e ai valori medi trentennali.

Nel mese di gennaio predominano condizioni di surplus idrico con valori mensili che mostrano ancora una certa eterogeneità tra i diversi settori dell'isola sebbene con una distribuzione differente rispetto al periodo precedente. Nel mese di febbraio la situazione di pareggio del bilancio si riscontra unicamente nelle località Sud-orientali, mentre nella generalità del territorio isolano si registrano condizioni di deficit

in alcuni casi piuttosto intense, come nel Campidano ed alcune località del Centro (**figura 22**). Nel mese di marzo il bilancio idro-meteorologico assume valori positivi nella maggior parte del territorio regionale, ed in alcuni casi con valori di surplus consistenti soprattutto nel settore Nord-orientale e centrale, mentre nel settore meridionale, in particolare, si hanno valori negativi. In aprile il bilancio idro-meteorologico ha mostrato condizioni di deficit diffuse a causa della generale scarsità di piogge, ad eccezione del settore centrale dell'isola dove si registrano condizioni di surplus.

Nel mese di maggio l'abbondanza delle piogge che ha interessato principalmente la parte centro-settentrionale è stata tale da compensare le perdite evapotraspirative del periodo e in alcuni casi a superarle, dando luogo ad una situazione certamente anomala per il periodo dell'anno; nel settore meridionale, invece, si sono avute condizioni di deficit sebbene più contenute rispetto all'anno precedente e alle medie climatiche (**figura 23**).

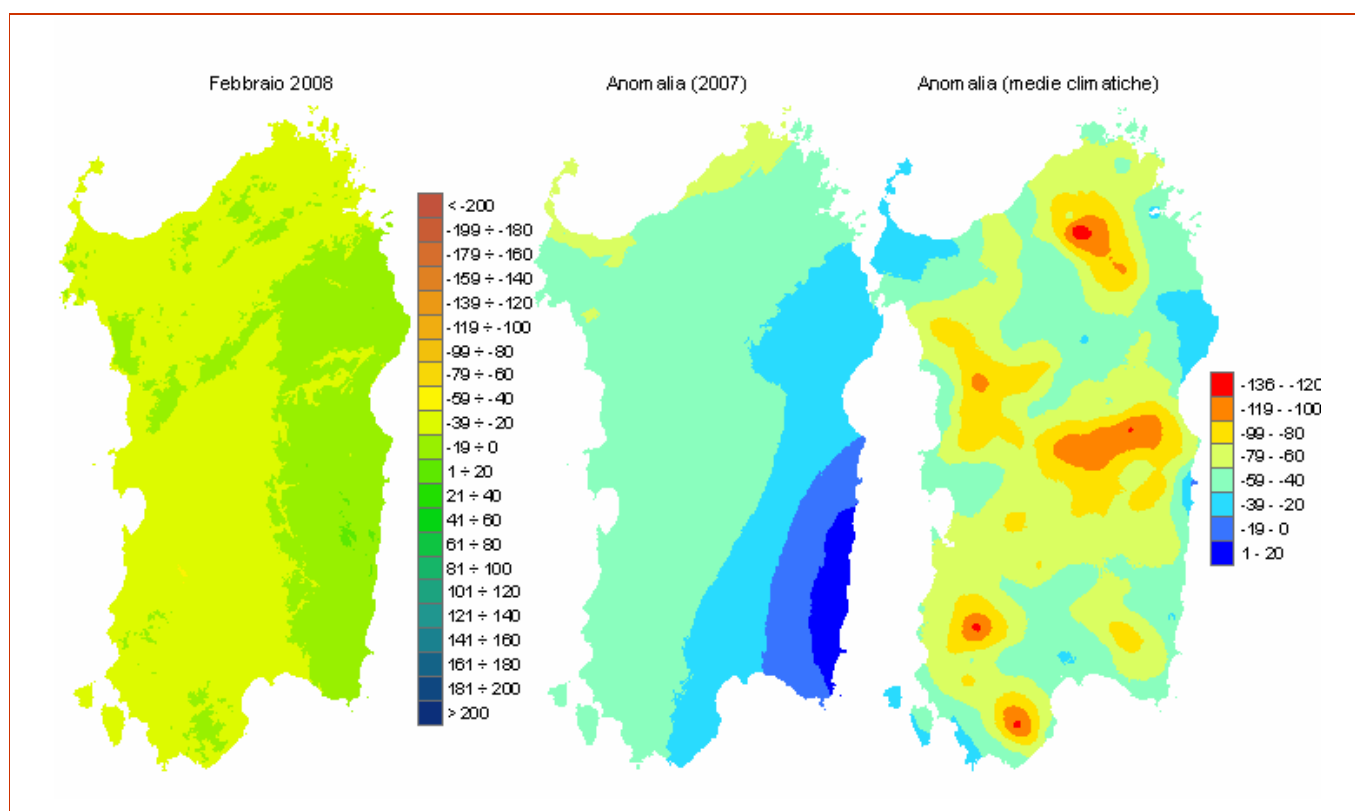


Figura 22. Mappe di evapotraspirazione di riferimento di febbraio 2008 e di anomalia rispetto all'anno precedente e ai valori medi trentennali.

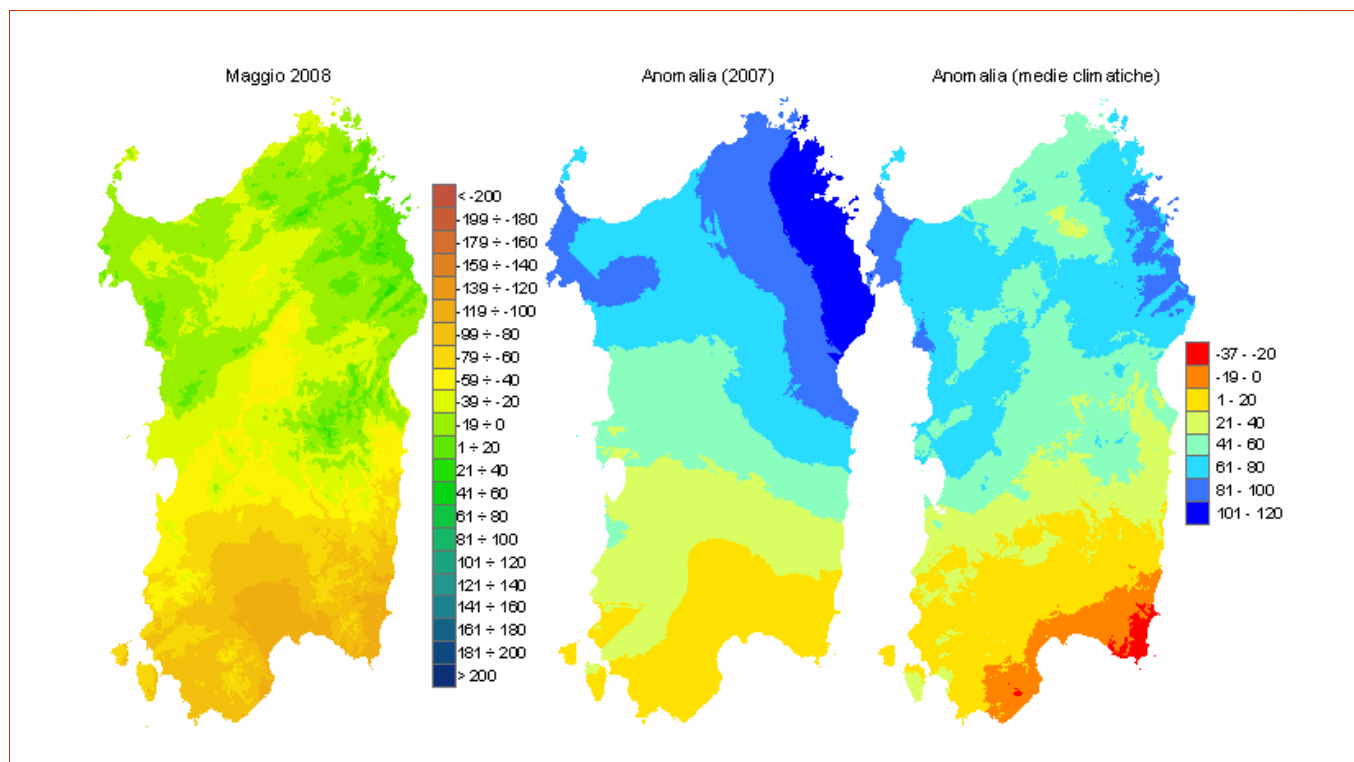


Figura 23. Mappe di evapotraspirazione di riferimento di maggio 2008 e di anomalia rispetto all'anno precedente e ai valori medi trentennali.

In giugno le condizioni di deficit hanno interessato aree estese, raggiungendo valori superiori a -160 mm soprattutto nel meridione; nel settore centrale e soprattutto in quello settentrionale il deficit è stato sensibilmente più contenuto, grazie alle piogge quantitativamente abbondanti.

Nei mesi di luglio ed agosto le perdite evapotraspirative non sono state compensate da apporti meteorologici, data l'assenza quasi totale di precipitazioni (ad eccezione di eventi isolati e circoscritti), perciò la mappe regionali del bilancio idro-meteorologico riflettono in larga parte quelle dell'evapotraspirazione, mostrando valori di deficit idrico che superano -200 mm/mese.

Nel mese di settembre, infine, le condizioni di tempo perturbato e le piogge diffuse ed abbondanti, soprattutto nel settore Nord-orientale, hanno determinato una sensibile riduzione del deficit idrico (**figura 24**), portando a valori del bilancio generalmente più favorevoli rispetto all'anno precedente.

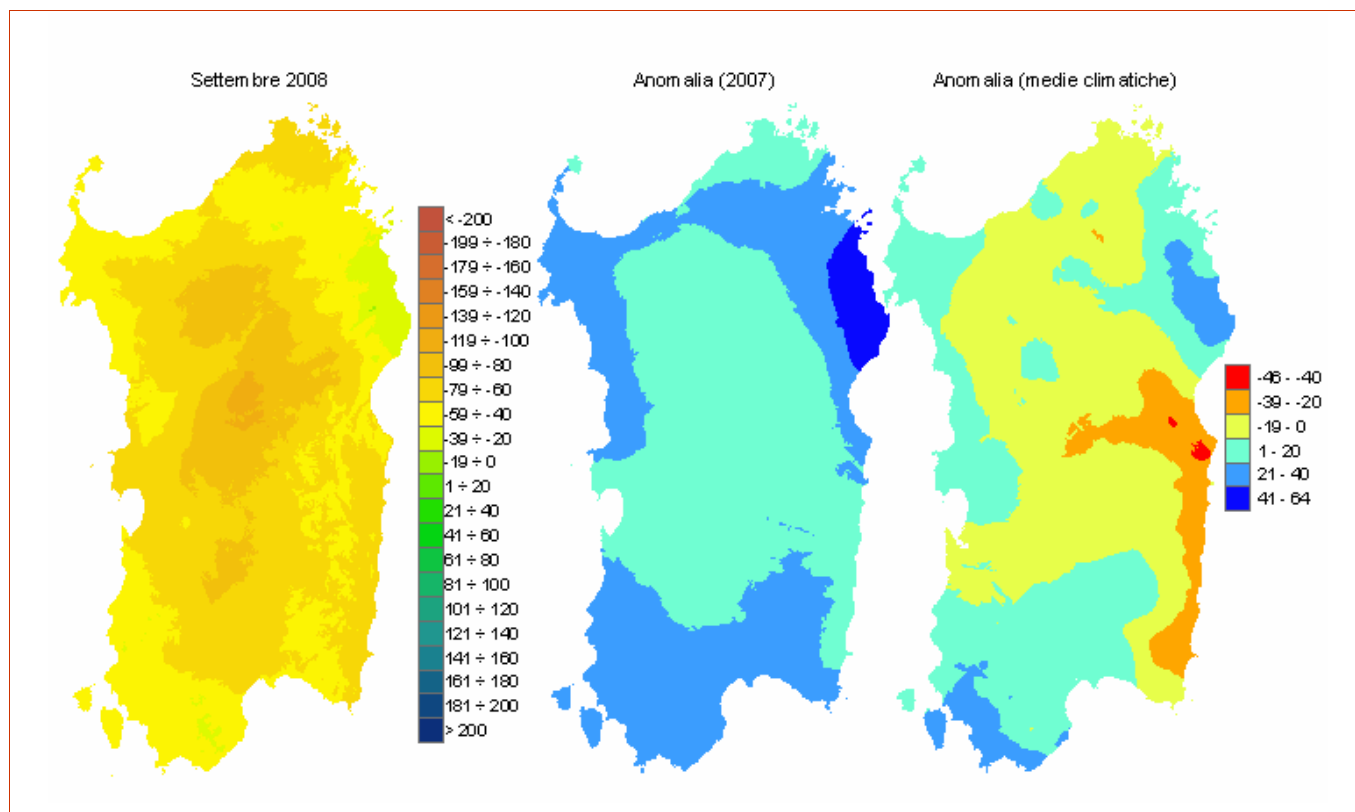


Figura 24. Mappe di evapotraspirazione di riferimento di settembre 2008 e di anomalia rispetto all'anno precedente e ai valori medi trentennali.

4.2 - BILANCIO IDRICO DEI SUOLI

Per esprimere valutazioni sulla disponibilità idrica dei suoli nei diversi mesi, fattore di primaria importanza sia per le coltivazioni che per la vegetazione spontanea, si è elaborato per 6 stazioni rappresentative un bilancio idrico semplificato a passo giornaliero. 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).

L'elaborazione del bilancio idrico dei suoli a passo giornaliero consente di evidenziare meglio la presenza di condizioni prolungate di deficit idrico all'interno dei singoli periodi, perché tiene conto sia della distribuzione delle piogge nell'arco di ciascun mese sia del numero e della consistenza dei singoli eventi piovosi. Si pensi al caso di piogge concentrate sul finire del mese come ad esempio quella registrata l'ultimo giorno di giugno dalla stazione di Luras, che mentre nelle altre analisi vengono computate nel mese, in realtà influenzano il contenuto idrico nel periodo successivo. Oppure si consideri l'efficacia di piogge abbondanti e ravvicinate rispetto a piogge complessivamente uguali ma frazionate in diversi episodi lungo il mese, ai fini del rifornimento idrico dei suoli.

Dalle elaborazioni a passo giornaliero, ottenute sull'intera annata per ciascuna delle 6 località, si sono calcolati i valori medi mensili dell'umidità dei suoli e sono stati rappresentati in forma grafica. All'interno dei grafici riportati di seguito per completezza di informazione si sono volute rappresentare le anomalie dei dati dell'annata rispetto alle distribuzioni statistiche relative agli anni precedenti (dal 1995 o 1997 secondo la stazione) espresse in forma di *box-plot*, in cui la scatola è delimitata dai percentili 25° e 75° (**figure 25-30a**). Inoltre, nelle **figure 25-30b** è rappresentato l'andamento dei valori mensili per i dodici mesi, raffrontato con quelli corrispondenti ai 5 anni precedenti.

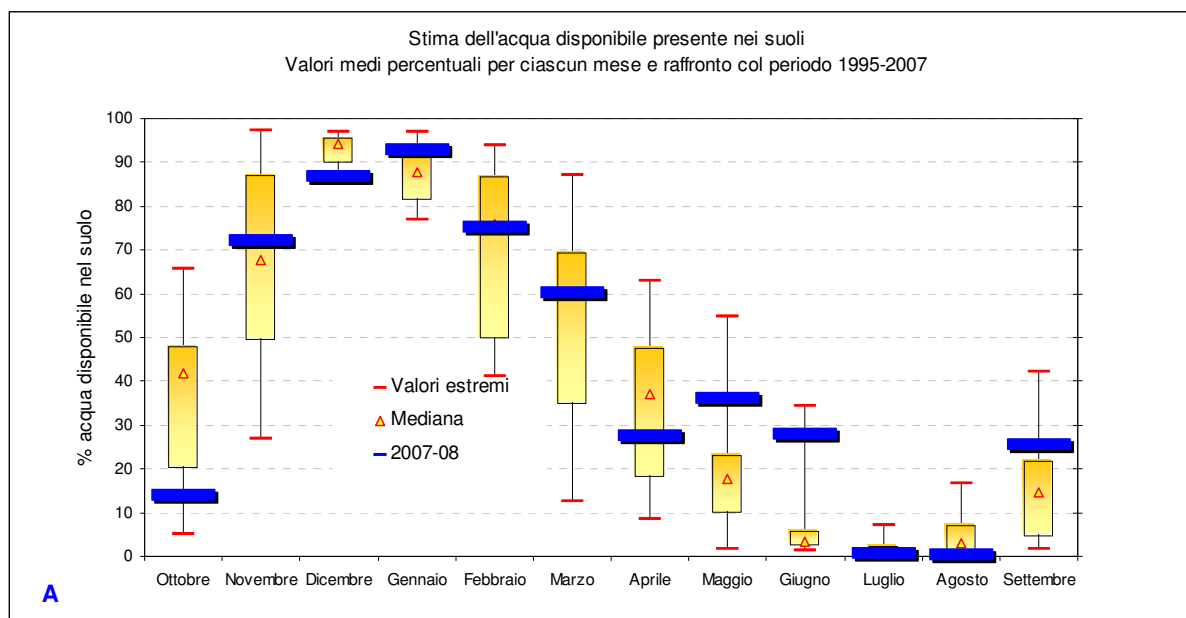


Figura 25a. Stima dell'acqua disponibile nei suoli - Valori medi percentuali per ciascun mese e raffronto con la statistica del periodo 1995-2007 - Stazione di Olmedo.

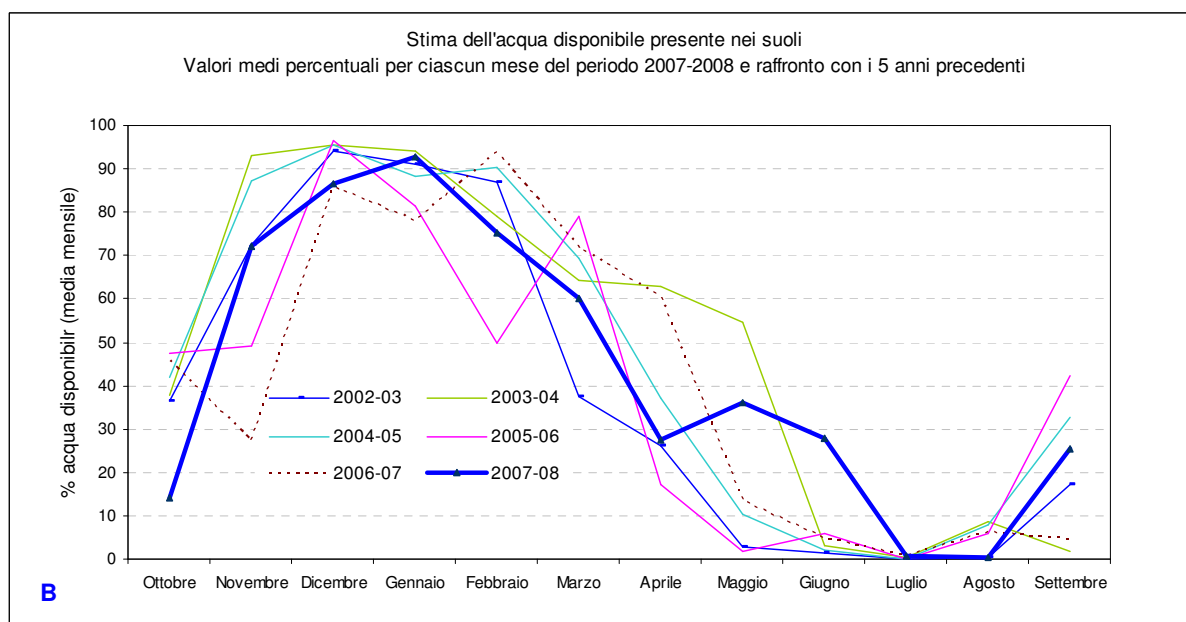


Figura 25b. Stima dell'acqua disponibile presente nei suoli - Valori medi percentuali per ciascun mese del periodo 2007-2008 e raffronto con i 5 anni precedenti - stazione di Olmedo.

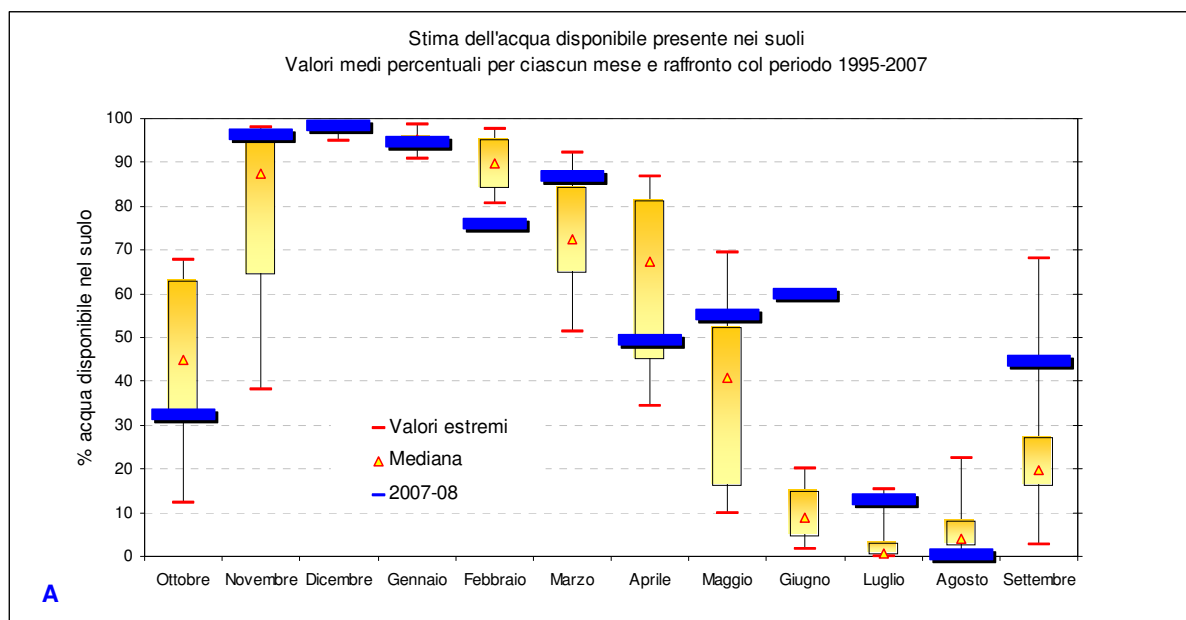


Figura 26a. Stima dell'acqua disponibile nei suoli - Valori medi percentuali per ciascun mese e raffronto con la statistica del periodo 1995-2007 - Stazione di Luras.

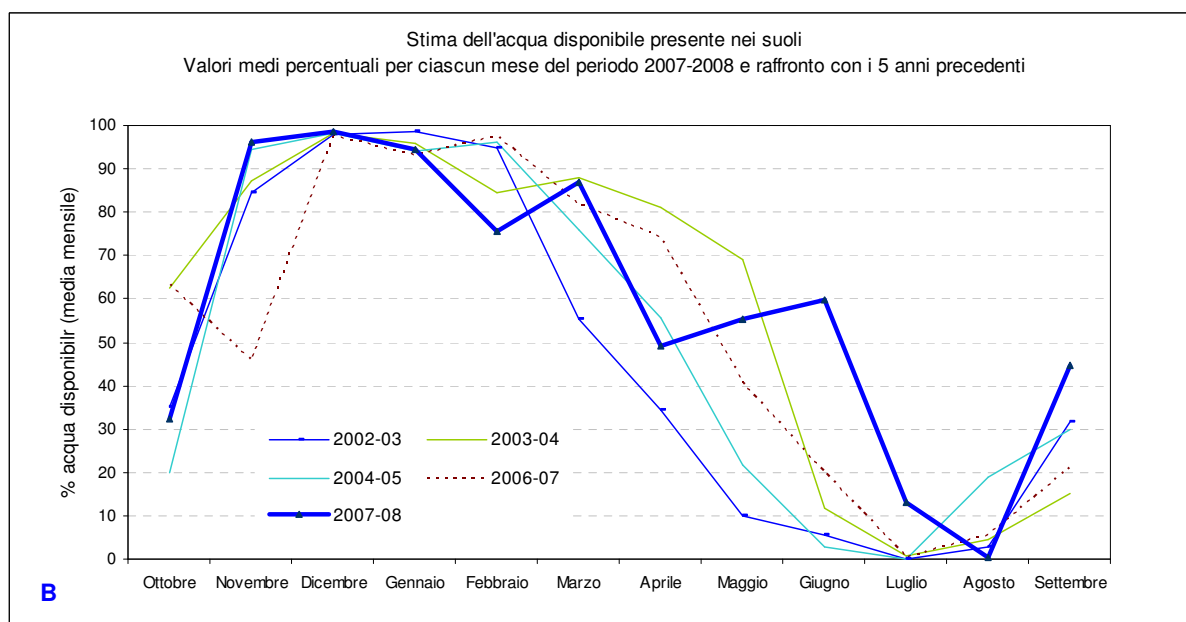


Figura 26b. Stima dell'acqua disponibile presente nei suoli - Valori medi percentuali per ciascun mese del periodo 2007-2008 e raffronto con i 5 anni precedenti - Stazione di Luras.

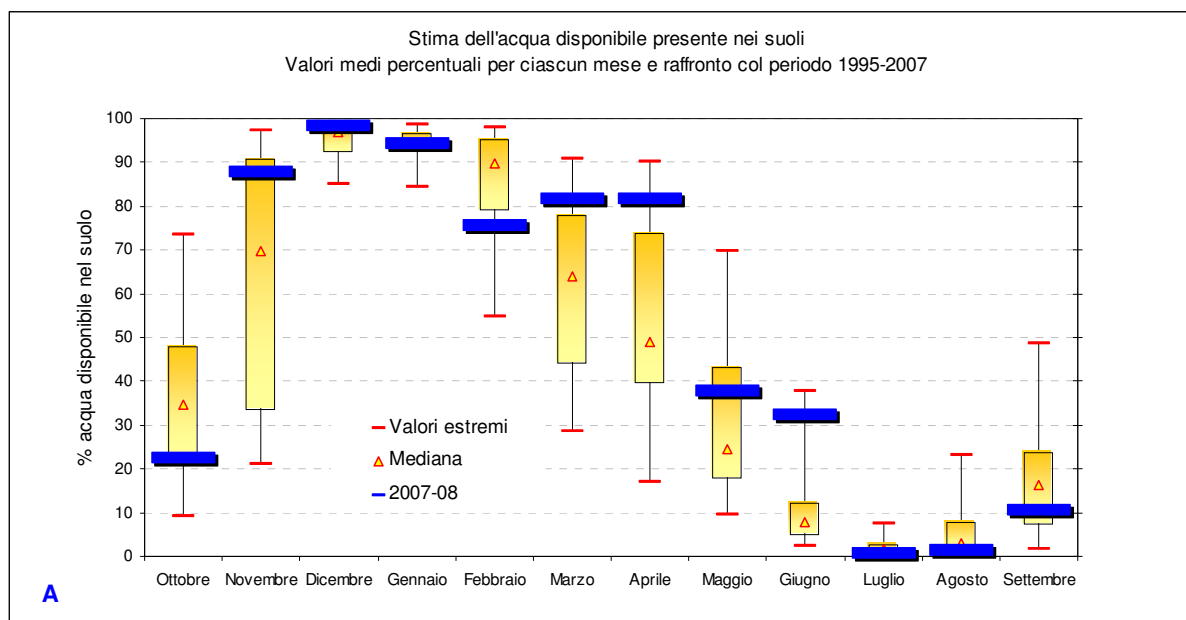


Figura 27a. Stima dell'acqua disponibile nei suoli - Valori medi percentuali per ciascun mese e raffronto con la statistica del periodo 1995-2007 - Stazione di Nuoro.

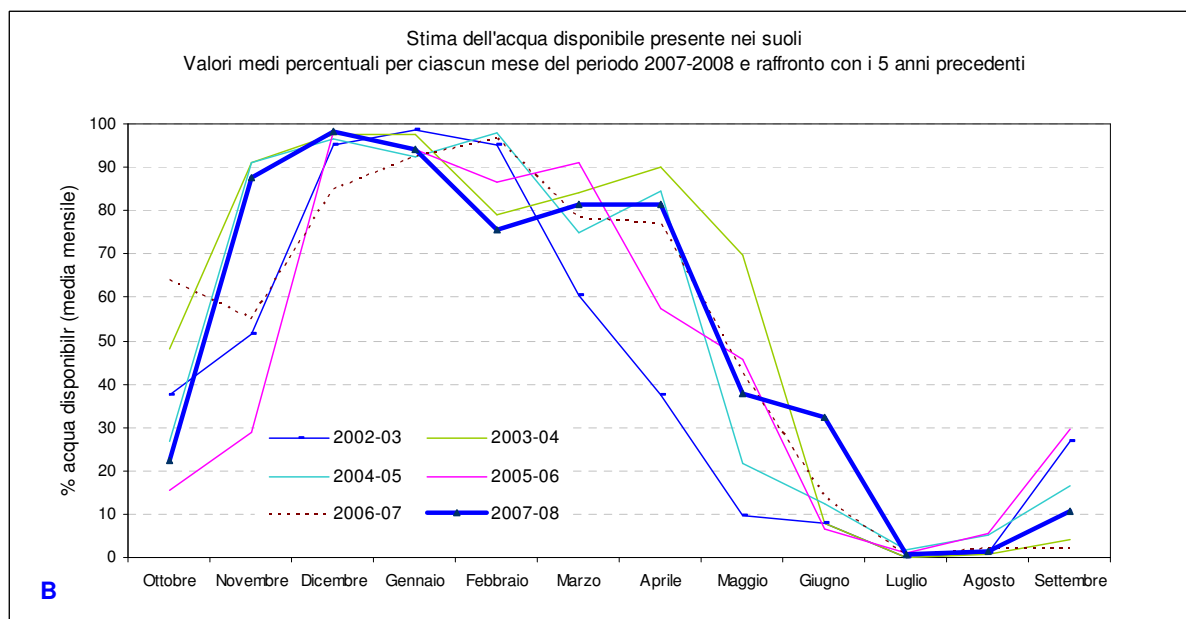


Figura 27b. Stima dell'acqua disponibile presente nei suoli - Valori medi percentuali per ciascun mese del periodo 2007-2008 e raffronto con i 5 anni precedenti - Stazione di Nuoro.

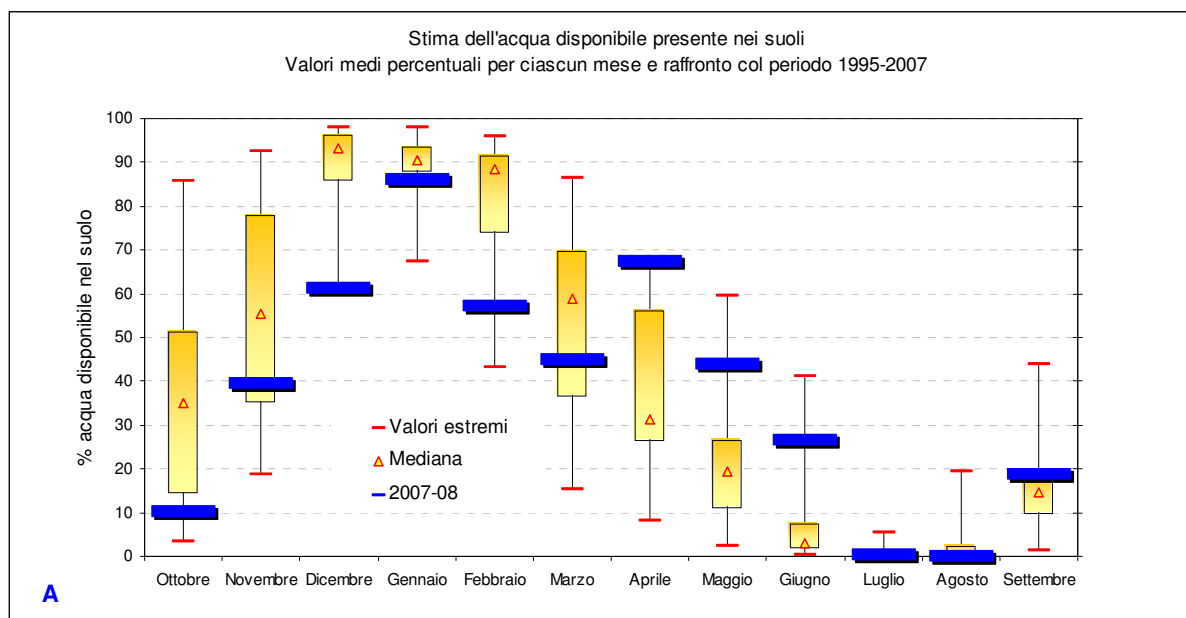


Figura 28a. Stima dell'acqua disponibile nei suoli - Valori medi percentuali per ciascun mese e raffronto con la statistica del periodo 1995-2007 - Stazione di Milis.

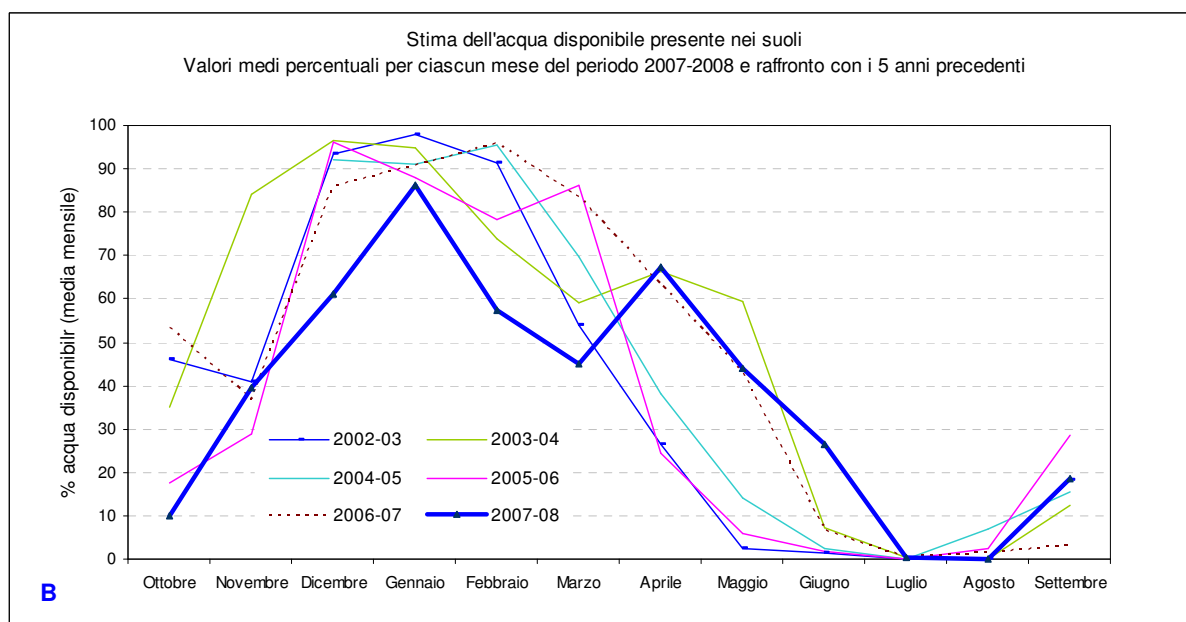


Figura 28b. Stima dell'acqua disponibile presente nei suoli - Valori medi percentuali per ciascun mese del periodo 2007-2008 e raffronto con i 5 anni precedenti - Stazione di Milis.

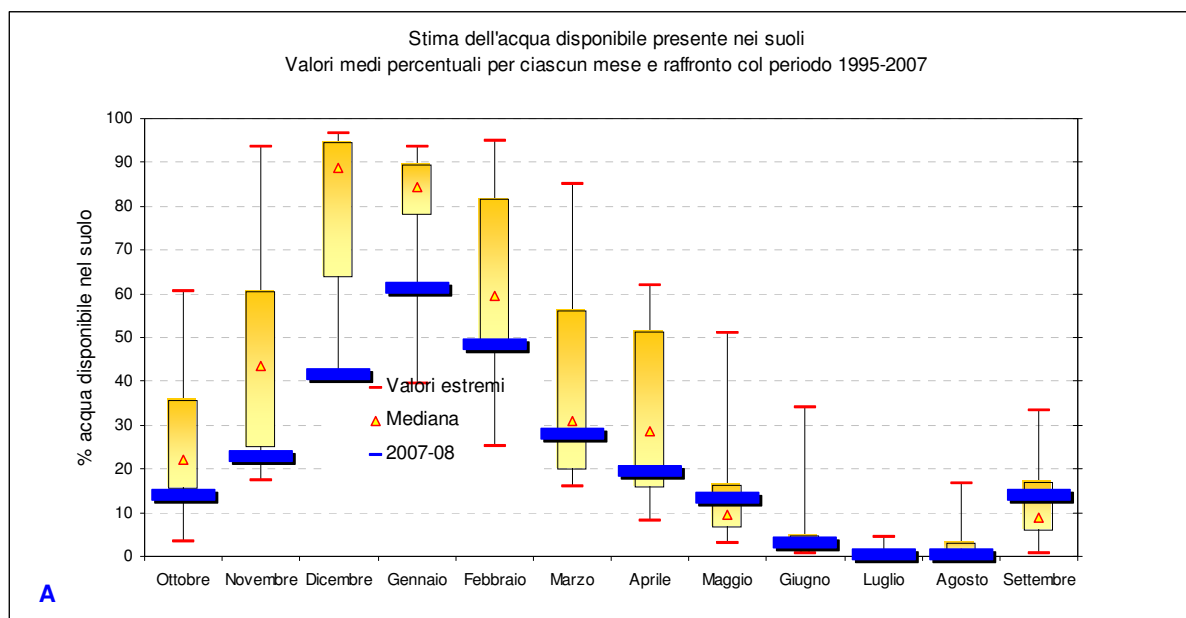


Figura 29a. Stima dell'acqua disponibile nei suoli - Valori medi percentuali per ciascun mese e raffronto con la statistica del periodo 1995-2007 - Stazione di Decimomannu.

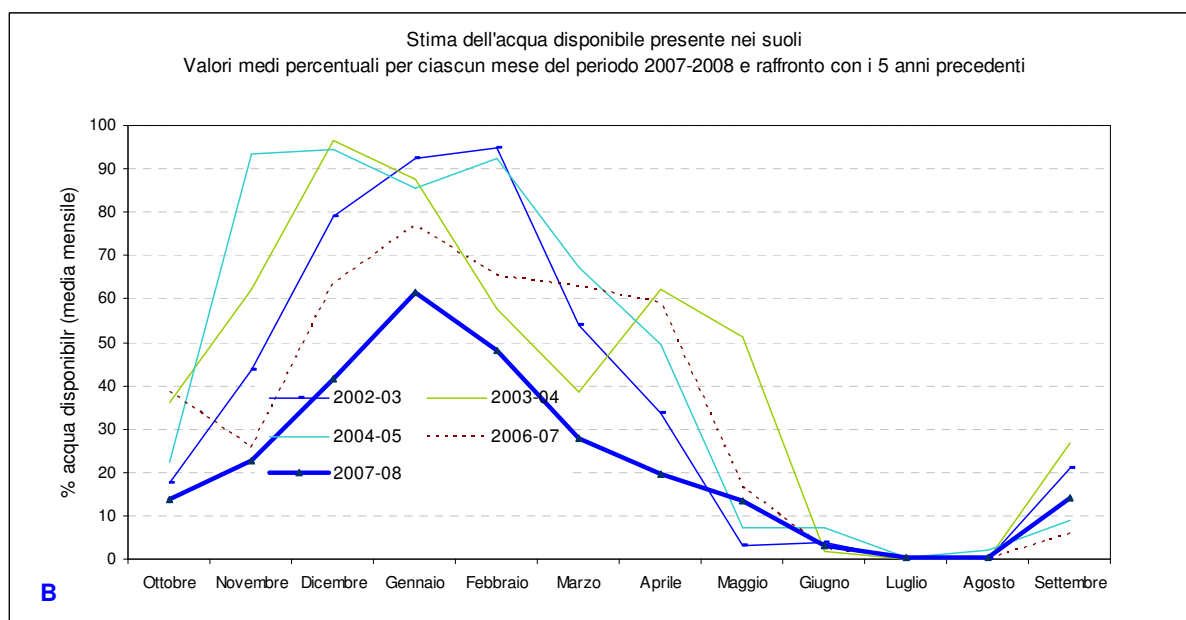


Figura 29b. Stima dell'acqua disponibile nei suoli - Valori medi percentuali per ciascun mese e raffronto con la statistica del periodo 1995-2007 - Stazione di Decimomannu.

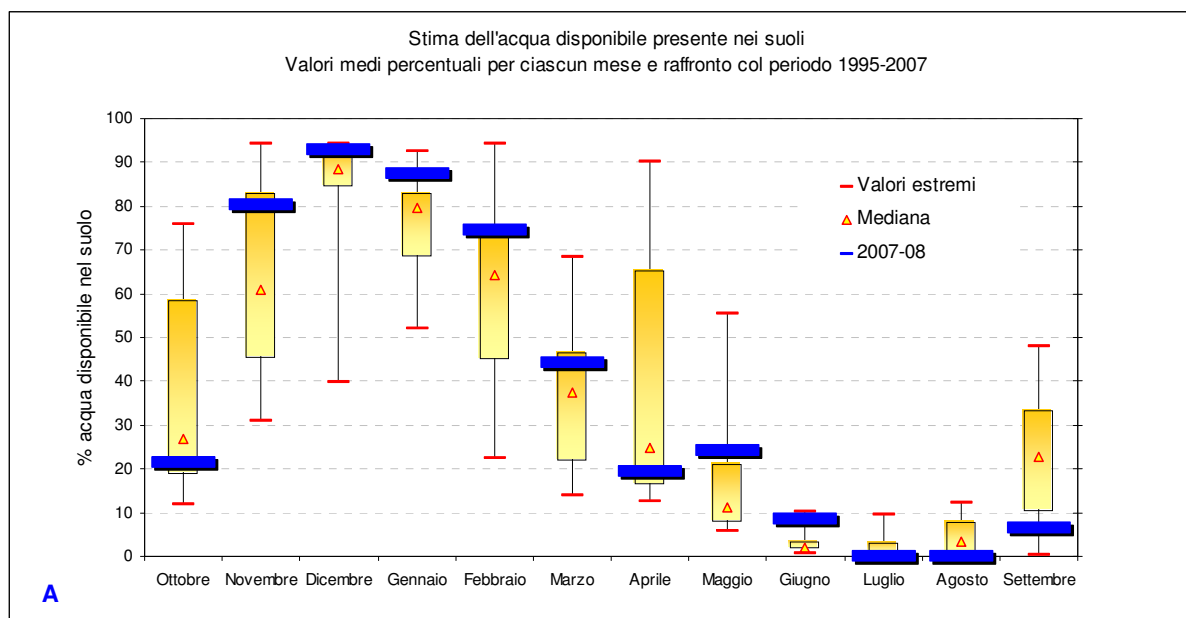


Figura 30a. Stima dell'acqua disponibile nei suoli - Valori medi percentuali per ciascun mese e raffronto con la statistica del periodo 1995-2007 - Stazione di Jerzu.

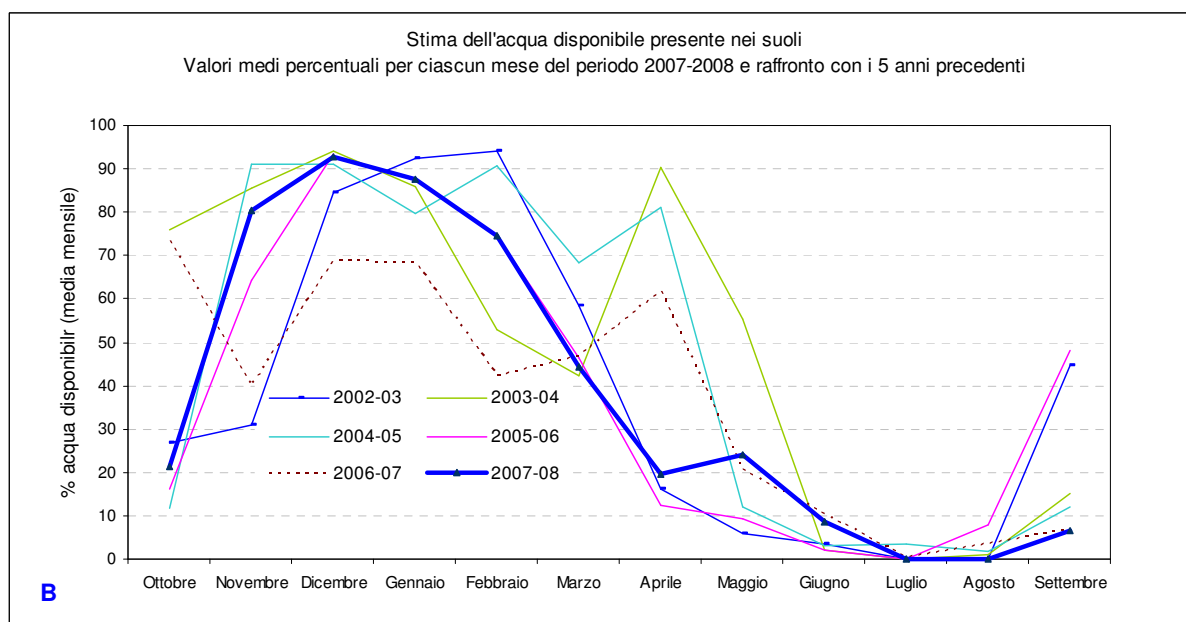


Figura 30b. Stima dell'acqua disponibile presente nei suoli - Valori medi percentuali per ciascun mese del periodo 2007-2008 e raffronto con i 5 anni precedenti - Stazione di Jerzu.

Come si può evidenziare dai grafici il mese di ottobre è stato generalmente secco per la perdurante scarsità di piogge che ha caratterizzato i mesi precedenti. Nel mese di novembre si è avuta invece una situazione di disponibilità idrica favorevole nei settori Nord-orientale ed orientale, mentre in altre aree del centro-Sud (ad esempio il Campidano) il contenuto idrico dei suoli si è mantenuto su livelli modesti. La situazione favorevole che ha interessato le stazioni della Gallura, del Nuorese e dell'Ogliastra è proseguita nei mesi di dicembre e gennaio per attenuarsi nel mese di febbraio, a causa dei ridotti apporti piovosi. L'abbondanza di precipitazioni e l'elevata intensità hanno mantenuto il livello di umidità

dei suoli su valori massimi, favorendo anche un intenso ruscellamento dell'acqua in eccesso verso i bacini di raccolta.

Per le stazioni di Milis e Decimomannu invece le elaborazioni indicano un'umidità dei suoli piuttosto ridotta e quindi perduranti condizioni siccitose, appena mitigate nel mese di gennaio dalle piogge relativamente più consistenti e dal ridotto tasso evapotraspirativo; anche in questo caso si è avuto una successiva riduzione nel mese di febbraio.

In generale, nel mese di marzo ci sono state condizioni medie di umidità dei suoli prossime o superiori alla norma, ad eccezione della stazione di Milis che presenta invece un'anomalia negativa. In questo caso nonostante le piogge totali mensili siano state relativamente abbondanti sul dato di umidità del suolo incide sensibilmente il progressivo esaurimento della riserva idrica che si protraeva dal mese precedente, attenuata in maniera significativa dalle piogge cadute soprattutto nella terza decade. Le piogge del mese hanno invece favorito condizioni di buona disponibilità idrica soprattutto per le stazioni di Luras e Nuoro. Nel mese di aprile invece solo le stazioni localizzate nella fascia centrale hanno raggiunto un elevato contenuto idrico dei suoli (Nuoro e Milis) mentre nelle restanti stazioni la penuria di piogge e il tasso di evapotraspirazione, in alcuni casi superiore alla media, hanno favorito il progressivo esaurimento della riserva idrica portando i valori medi mensili al di sotto della media.

Nei mesi di maggio e giugno i valori medi sono stati quasi ovunque più alti della norma ed in alcuni casi prossimi o addirittura superiori (es. stazione di Luras) ai valori massimi registrati nella serie storica di riferimento. Nel bimestre luglio-agosto le perdite evapotraspirative hanno "consumato" quasi per intero le riserve idriche presenti nei suoli; fa eccezione la stazione di Luras che ha mantenuto nel mese di luglio un livello di umidità superiore alle altre località, per effetto dell'evento piovoso circoscritto (41.4 mm) verificatosi nell'ultimo giorno di giugno, di cui si è accennato in precedenza. Le piogge di settembre infine hanno favorito un incremento del contenuto idrico dei suoli, in particolare nelle località del nord.

Considerando l'intero periodo è interessante osservare come nel caso della stazione di Nuoro per effetto sia del minore tasso evapotraspirativo ma soprattutto della elevata pluviometria da novembre ad aprile i valori medi mensili siano stati costantemente prossimi o al di sopra del 75 % ed anche nel bimestre successivo siano stati comunque superiori ai valori "normali". Analogo discorso si può fare per la stazione di Luras dove però a fronte di un mese di aprile leggermente deficitario, l'annata si è conclusa con valori sempre relativamente elevati, ad eccezione del mese di agosto. Nella stazione di Jerzu invece, l'abbondanza di piogge dei mesi di novembre e dicembre ha garantito un'elevata disponibilità idrica nei suoli da novembre fino al mese di febbraio per poi calare decisamente e mantenersi mediamente su livelli contenuti fino al mese di settembre. Si può inoltre evidenziare come per la stazione di Milis nel trimestre aprile-giugno vi siano state condizioni di umidità dei suoli opposte rispetto al periodo precedente, in rapporto ai valori normali.

Infine, le condizioni più critiche di umidità dei suoli, tra le località prese in esame, hanno interessato la stazione di Decimomannu, dove solo nel mese di dicembre si è superato il dato medio del 50 %, si è mantenuto su livelli modesti nel prosieguo dell'annata, per risalire infine nel mese di settembre.

In conclusione, va ricordato che le stime ottenute si riferiscono alle condizioni standard espresse

all'inizio del capitolo, mentre considerando le diverse condizioni pedologiche e colturali presenti nei diversi territori si possono ottenere risultati diversi rispetto a quelli sopra riportati. Tuttavia, variando le condizioni di tessitura e profondità dei suoli, in generale si ottengono variazioni in termini assoluti ma nella maggior parte dei casi permane l'anomalia rispetto ai valori medi pluriennali. Anche considerando le diverse coperture vegetali e quindi modificando il tasso evapotraspirativo (facendo variare il cosiddetto coefficiente colturale o Kc^2) si ottengono variazioni analoghe. Ad esempio nel caso di Decimomannu, considerando suoli tendenzialmente argillosi, perciò a maggior capacità di ritenzione, si osserva una riduzione del dato medio di umidità ed una ulteriore crescita dell'anomalia; considerando coperture vegetali che presentano un minor tasso evapotraspirativo (Kc inferiore all'unità) si ottiene, come prevedibile, un incremento del contenuto idrico medio dei suoli, ma una riduzione meno significativa in termini di anomalie.

² Il coefficiente colturale (Kc) è il rapporto tra l'evapotraspirazione di una specifica coltura rispetto a quella di riferimento, perciò ingloba e sintetizza tutti gli effetti sull'evapotraspirazione legate alle caratteristiche morfo-fisiologiche delle diverse specie, alla fase fenologica, al grado di copertura del suolo, che le rendono differenti dalla coltura di riferimento.

4.3 – PERMANENZA DELLE TEMPERATURE

Per valutare i possibili effetti del regime termico che ha caratterizzato i diversi periodi dell'anno è stata analizzata la persistenza delle temperature orarie al di sopra o al di sotto di certe soglie critiche nei diversi periodi dell'anno. La durata dell'esposizione a condizioni termiche critiche rappresenta un importante causa di stress sugli organismi animali e vegetali.

Analizzando la stagione invernale si rileva come nel mese di febbraio, oltre a raggiungere i valori giornalieri minimi più bassi, vi è stata in generale una persistenza di condizioni potenzialmente critiche superiore alla norma e in alcuni casi (es. stazioni di Siniscola e Orosei) si sono superati i cumulati massimi registrati nella serie storica di riferimento (**tabella 1**). Nel periodo caldo, invece, si può osservare solo per il mese di agosto un significativo e generalizzato incremento della permanenza di temperature superiori alle soglie indicate, rispetto ai corrispondenti valori attesi (**tabella 2**).

Stazioni	T minime (°C)	N° ore mensili e massimi giornalieri			Valori "normali" ed estremi del periodo 1995-2007		
		0 °C	-3 °C	-5 °C	0 °C	-3 °C	-5 °C
GAVOI	-9,6	170 (14)	45 (13)	23 (10)	-	-	-
VILLANOVA STRISAILI	-9,3	172 (15)	65 (13)	20 (10)	158.5 [57 - 204]	71 [13 - 93]	18.5 [0 - 49]
GIAVE	-8,8	117 (13)	39 (10)	16 (8)	40 [13 - 131]	7 [0 - 59]	0 [0 - 39]
ILLORAI	-8,3	35 (12)	8 (7)	3 (3)	55 [6 - 199]	3 [0 - 100]	0 [0 - 38]
ORANI	-7,6	60 (12)	17 (8)	11 (6)	40 [12 - 73]	0.5 [0 - 22]	0 [0 - 3]
OZIERI	-7,5	81 (12)	21 (9)	11 (6)	38 [4 - 93]	0 [0 - 36]	0 [0 - 13]
SADALI	-7,2	48 (11)	10 (7)	1 (1)	35 [4 - 160]	1 [0 - 36]	0 [0 - 12]
OLIENA	-6,7	63 (13)	20 (8)	9 (6)	31 [7 - 89]	0 [0 - 15]	0 [0 - 1]
BENETUTTI	-6,5	53 (11)	14 (7)	4 (4)	25 [8 - 86]	0 [0 - 22]	0 [0 - 8]
OTTANA	-6,3	47 (11)	12 (7)	2 (2)	16.5 [0 - 71]	0 [0 - 12]	0 [0 - 0]
CHIARAMONTI	-5,9	46 (13)	5 (5)	0 (0)	10 [0 - 89]	0 [0 - 37]	0 [0 - 22]
DORGALI FILITTA	-5,2	37 (13)	11 (7)	0 (0)	-	-	-
BERCHIDDA	-4,8	17 (8)	6 (5)	0 (0)	3.5 [0 - 42]	0 [0 - 1]	0 [0 - 0]
PALMAS ARBOREA	-4,0	30 (9)	2 (2)	0 (0)	-	-	-
BONNANARO	-3,5	17 (8)	0 (0)	0 (0)	1 [0 - 64]	0 [0 - 17]	0 [0 - 1]
OLMEDO	-3,5	18 (8)	0 (0)	0 (0)	1 [0 - 52]	0 [0 - 2]	0 [0 - 0]
SIURGUS - DONIGALA	-3,5	7 (6)	0 (0)	0 (0)	0 [0 - 50]	0 [0 - 0]	0 [0 - 0]
ATZARA	-3,3	19 (8)	0 (0)	0 (0)	1.5 [0 - 90]	0 [0 - 10]	0 [0 - 0]
SINISCOLA	-3,2	15 (7)	0 (0)	0 (0)	0 [0 - 3]	0 [0 - 0]	0 [0 - 0]
UTA	-3,2	26 (6)	0 (0)	0 (0)	-	-	-
LURAS	-3,1	7 (4)	0 (0)	0 (0)	0 [0 - 75]	0 [0 - 0]	0 [0 - 0]
DECIMOMANNU	-3,0	26 (7)	0 (0)	0 (0)	1 [0 - 63]	0 [0 - 2]	0 [0 - 0]
SCANO DI MONTIFERRO	-3,0	8 (7)	0 (0)	0 (0)	1.5 [0 - 14]	0 [0 - 0]	0 [0 - 0]
OROSEI	-2,9	13 (7)	0 (0)	0 (0)	0 [0 - 5]	0 [0 - 0]	0 [0 - 0]
GHILARZA	-2,8	16 (8)	0 (0)	0 (0)	0 [0 - 55]	0 [0 - 5]	0 [0 - 0]
ARITZO	-2,7	23 (9)	1 (1)	1 (1)	-	-	-
JERZU	-2,7	8 (7)	0 (0)	0 (0)	1 [0 - 15]	0 [0 - 0]	0 [0 - 0]
MACOMER	-2,3	10 (6)	0 (0)	0 (0)	10 [0 - 140]	0 [0 - 42]	0 [0 - 14]
NURALLAO	-2,3	10 (7)	0 (0)	0 (0)	0 [0 - 16]	0 [0 - 0]	0 [0 - 0]
NUORO	-2,3	19 (7)	0 (0)	0 (0)	6.5 [0 - 69]	0 [0 - 1]	0 [0 - 0]
BITTI	-2,1	17 (10)	0 (0)	0 (0)	25.5 [0 - 172]	0 [0 - 36]	0 [0 - 4]
ORGOSOLO	-2,1	18 (7)	0 (0)	0 (0)	6 [0 - 56]	0 [0 - 5]	0 [0 - 0]
SAMASSI	-1,9	11 (5)	0 (0)	0 (0)	0 [0 - 45]	0 [0 - 3]	0 [0 - 0]
GONNOSFANADIGA	-1,8	11 (7)	0 (0)	0 (0)	-	-	-
VILLASALTO	-1,2	8 (4)	0 (0)	0 (0)	0 [0 - 76]	0 [0 - 2]	0 [0 - 0]
DOLIANOVA	-0,9	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 [0 - 29]	0 [0 - 0]	0 [0 - 0]
VILLACIDRO	-0,6	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 [0 - 24]	0 [0 - 2]	0 [0 - 0]
VALLEDORIA	-0,5	1 (1)	0 (0)	0 (0)	0 [0 - 18]	0 [0 - 0]	0 [0 - 0]
AGLIENTU	0,1	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 [0 - 0]	0 [0 - 0]	0 [0 - 0]
SASSARI S.A.R.	0,2	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 [0 - 13]	0 [0 - 0]	0 [0 - 0]
MILIS	0,4	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 [0 - 14]	0 [0 - 0]	0 [0 - 0]
GUASILA	0,5	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 [0 - 50]	0 [0 - 3]	0 [0 - 0]
MONASTIR MOBILE	0,5	0 (0)	0 (0)	0 (0)	-	-	-
MURAVERA	1,3	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 [0 - 0]	0 [0 - 0]	0 [0 - 0]
MEANA SARDO	1,4	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 [0 - 0]	0 [0 - 0]	0 [0 - 0]
SARDARA	1,5	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 [0 - 13]	0 [0 - 0]	0 [0 - 0]
MODULO	1,7	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 [0 - 14]	0 [0 - 0]	0 [0 - 0]
IGLESIAS	2,0	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 [0 - 16]	0 [0 - 0]	0 [0 - 0]
SORSO	2,2	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 [0 - 4]	0 [0 - 0]	0 [0 - 0]
PUTIFIGARI	2,7	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 [0 - 48]	0 [0 - 0]	0 [0 - 0]
VILLA S. PIETRO	3,2	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 [0 - 0]	0 [0 - 0]	0 [0 - 0]
DOMUS DE MARIA	4,2	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 [0 - 0]	0 [0 - 0]	0 [0 - 0]

Tabella 1. Valori estremi di temperatura minima e permanenza dei valori orari sotto le soglie di 0, -3 e -5 °C, mese di febbraio 2008. I valori riportati tra parentesi tonde si riferiscono al massimo accumulo giornaliero. I valori "normali" sono rappresentati dalla mediana dei valori mensili registrati nei diversi anni del periodo 1995-2007. Tra parentesi quadre sono riportati gli estremi della stessa serie di riferimento.

Stazioni	T massime (°C)	N° ore mensili e massimi giornalieri			Valori "normali" ed estremi del periodo 1995-2007		
		30 °C	35 °C	40 °C	30 °C	35 °C	40 °C
OTTANA	44,0	268 (14)	131 (10)	19 (7)	204 [117 - 312]	63 [18 - 158]	1 [0 - 24]
DORGALI LANAITTO	43,5	267 (13)	103 (9)	10 (4)	-	-	-
PALMAS ARBOREA	43,2	191 (13)	37 (9)	6 (6)	-	-	-
BENETUTTI	41,2	197 (12)	50 (9)	2 (2)	155.5 [66 - 276]	39.5 [3 - 113]	0 [0 - 35]
MONASTIR MOBILE	41,0	209 (12)	38 (7)	0 (0)	-	-	-
BONNANARO	40,6	145 (10)	19 (8)	0 (0)	103 [27 - 257]	16.5 [0 - 80]	0 [0 - 5]
DECIMOMANNU	40,6	183 (10)	26 (6)	0 (0)	118 [43 - 275]	10 [0 - 56]	0 [0 - 0]
OZIERI	40,5	155 (11)	27 (8)	0 (0)	109 [50 - 271]	10 [0 - 113]	0 [0 - 4]
USINI MOBILE	40,5	164 (12)	19 (9)	0 (0)	-	-	-
UTA	40,5	222 (11)	33 (7)	1 (1)	-	-	-
OLIANA	40,4	194 (13)	32 (9)	0 (0)	149.5 [74 - 292]	22.5 [0 - 111]	0 [0 - 5]
VILLA S. PIETRO	40,4	161 (11)	16 (6)	0 (0)	114 [44 - 312]	7.5 [0 - 59]	0 [0 - 0]
BERCHIDDA	40,2	152 (10)	26 (7)	0 (0)	88 [52 - 189]	7 [0 - 65]	0 [0 - 15]
JERZU	40,1	120 (11)	14 (7)	0 (0)	102.5 [52 - 292]	3.5 [0 - 54]	0 [0 - 8]
SARDARA	40,0	180 (11)	42 (9)	0 (0)	108 [35 - 263]	7 [0 - 83]	0 [0 - 5]
MILIS	39,8	198 (12)	37 (10)	0 (0)	152 [52 - 332]	18 [0 - 138]	0 [0 - 12]
CHIARAMONTI	39,7	126 (11)	13 (7)	0 (0)	63.5 [25 - 259]	2.5 [0 - 49]	0 [0 - 0]
DORGALI FILITTA	39,7	195 (12)	22 (8)	0 (0)	-	-	-
ORANI	39,7	202 (10)	48 (8)	0 (0)	164 [86 - 290]	38 [5 - 137]	0 [0 - 12]
GONNOSFANADIGA	39,5	195 (12)	31 (7)	0 (0)	-	-	-
GUASILA	39,4	149 (10)	24 (7)	0 (0)	101.5 [30 - 264]	6.5 [0 - 85]	0 [0 - 29]
NURALLAO	39,4	166 (12)	28 (8)	0 (0)	124 [44 - 199]	13 [0 - 59]	0 [0 - 2]
GHILARZA	39,3	170 (11)	27 (8)	0 (0)	125 [54 - 248]	8 [1 - 65]	0 [0 - 2]
IGLESIAS	39,3	104 (12)	12 (8)	0 (0)	75 [11 - 232]	5.5 [0 - 48]	0 [0 - 3]
MURAVERA	38,9	72 (16)	8 (7)	0 (0)	69 [13 - 278]	4 [0 - 17]	0 [0 - 4]
DOMUS DE MARIA	38,7	150 (13)	15 (5)	0 (0)	130.5 [24 - 304]	10 [1 - 52]	0 [0 - 0]
DOLIANOVA	38,6	160 (11)	20 (6)	0 (0)	127 [47 - 272]	10 [0 - 56]	0 [0 - 0]
SAMASSI	38,6	147 (11)	20 (6)	0 (0)	126 [35 - 260]	10 [0 - 101]	0 [0 - 5]
MEANA SARDO	38,5	158 (14)	24 (8)	0 (0)	-	-	-
ARZACHENA MOBILE	38,3	170 (11)	8 (4)	0 (0)	-	-	-
OLMEDO	38,2	105 (10)	6 (6)	0 (0)	73 [10 - 271]	0 [0 - 65]	0 [0 - 0]
STINTINO	38,2	155 (11)	6 (4)	0 (0)	27 [3 - 192]	0 [0 - 6]	0 [0 - 0]
GIAVE	38,0	117 (11)	8 (7)	0 (0)	73 [24 - 241]	4 [0 - 56]	0 [0 - 0]
SIURGUS - DONIGALA	38,0	143 (11)	20 (7)	0 (0)	106 [32 - 246]	6 [0 - 73]	0 [0 - 0]
SORSO	38,0	27 (9)	0 (0)	0 (0)	31.5 [15 - 52]	0.5 [0 - 5]	0 [0 - 0]
VILLACIDRO	38,0	150 (10)	14 (6)	0 (0)	112.5 [42 - 283]	6 [0 - 103]	0 [0 - 5]
BARISARDO	37,9	83 (11)	6 (6)	0 (0)	-	-	-
LURAS	37,5	77 (11)	3 (3)	0 (0)	71.5 [11 - 217]	1 [0 - 29]	0 [0 - 0]
PUTIFIGARI	37,5	72 (11)	4 (4)	0 (0)	59 [3 - 220]	2 [0 - 40]	0 [0 - 0]
GAVOI	37,4	103 (11)	8 (6)	0 (0)	-	-	-
VILLASALTO	37,1	132 (12)	15 (5)	0 (0)	74 [11 - 219]	2 [0 - 44]	0 [0 - 0]
NUORO	37,0	89 (11)	3 (1)	0 (0)	56.5 [16 - 216]	0.5 [0 - 18]	0 [0 - 0]
ORGOSOLO OLAI	37,0	130 (12)	14 (6)	0 (0)	-	-	-
ATZARA	36,7	101 (11)	6 (6)	0 (0)	60.5 [23 - 233]	3 [0 - 41]	0 [0 - 0]
MACOMER	36,7	71 (11)	4 (3)	0 (0)	53 [10 - 176]	1 [0 - 16]	0 [0 - 0]
MODULO	36,6	33 (10)	3 (3)	0 (0)	30 [1 - 176]	2 [0 - 19]	0 [0 - 0]
SINISCOLA	36,2	86 (10)	4 (2)	0 (0)	80 [22 - 255]	1 [0 - 20]	0 [0 - 2]
AGLIENTU	35,9	38 (10)	2 (2)	0 (0)	49 [5 - 282]	0 [0 - 16]	0 [0 - 0]
SADALI	35,8	89 (11)	1 (1)	0 (0)	61 [13 - 180]	0.5 [0 - 34]	0 [0 - 0]
BITTI	35,7	63 (11)	0 (0)	0 (0)	53 [4 - 133]	0 [0 - 28]	0 [0 - 0]
SCANO DI MONTIFERRO	35,5	66 (9)	3 (3)	0 (0)	27 [10 - 194]	2 [0 - 25]	0 [0 - 0]
ORGOSOLO MONTES	35,3	60 (10)	0 (0)	0 (0)	-	-	-
SASSARI S.A.R.	35,3	23 (11)	0 (0)	0 (0)	41 [6 - 200]	0 [0 - 20]	0 [0 - 2]
ARITZO	35,2	62 (10)	0 (0)	0 (0)	-	-	-
VALLEDORIA	35,2	28 (11)	0 (0)	0 (0)	15 [4 - 129]	0 [0 - 5]	0 [0 - 0]
ILLORAI	35,0	34 (9)	0 (0)	0 (0)	24 [0 - 77]	0 [0 - 2]	0 [0 - 0]
VILLANOVA STRISAILI	34,0	31 (9)	0 (0)	0 (0)	43 [1 - 85]	0 [0 - 15]	0 [0 - 0]
OROSEI	32,7	7 (4)	0 (0)	0 (0)	34 [1 - 191]	0 [0 - 8]	0 [0 - 0]

Tabella 2. Valori estremi di temperatura massima e permanenza dei valori orari sopra le soglie di 30, 35 e 40 °C, mese di agosto 2008. I valori riportati tra parentesi tonde si riferiscono al massimo accumulo giornaliero. I valori "normali" sono rappresentati dalla mediana dei valori mensili registrati nei diversi anni del periodo 1995-2007. Tra parentesi quadre sono riportati gli estremi della stessa serie di riferimento.

4.4 - SOMMATORIE TERMICHE

Le sommatorie termiche (ΣT) o "unità termiche" (UT) o *Growing Degree Days* (GDD) sono semplici ed efficaci indici agrometeorologici utilizzati allo scopo di prevedere il comportamento delle colture in relazione al livello termico ambientale e di valutare l'andamento stagionale rispetto alle esigenze di una data coltura.

Gli accumuli calcolati per il periodo ottobre 2007 - marzo 2008 (**figure 31 e 32**) sono risultati generalmente inferiori rispetto allo scorso anno e alla climatologia. I valori più elevati, superiori a 2200 GDD in base 0 °C e 500 GDD in base 10 °C, sono stati registrati in prevalenza nelle località costiere, mentre nelle aree montuose del Gennargentu o della catena del Marghine-Planargia non si sono superati i 1400 GDD in base 0 °C e 150 GDD in base 10 °C.

Il decremento dei valori del semestre dipende in primo luogo dai bassi valori registrati nel periodo ottobre-dicembre 2007, inferiori sia alle corrispondenti medie climatiche che soprattutto allo scorso anno. Successivamente, nel primo trimestre dell'anno si sono avuti ancora valori decisamente inferiori all'anno precedente, mentre rispetto alle medie climatiche in generale gli accumuli sono risultati superiori, soprattutto per le sommatorie in base 10 °C.

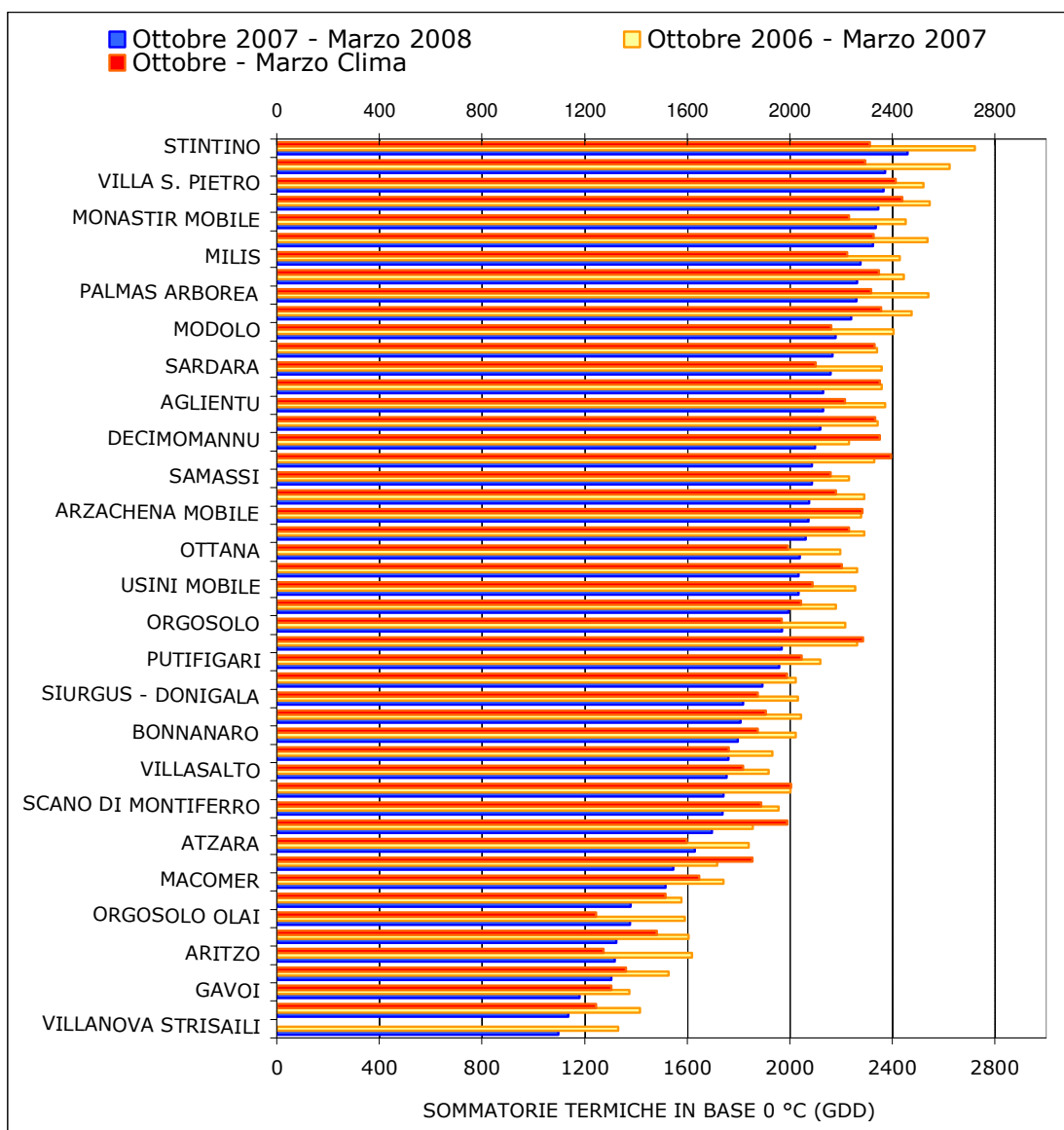


Figura 31. Sommatorie termiche in base 0 °C calcolate per il periodo ottobre 2007- marzo 2008 e raffronto con l'anno precedente e con i valori medi trentennali.

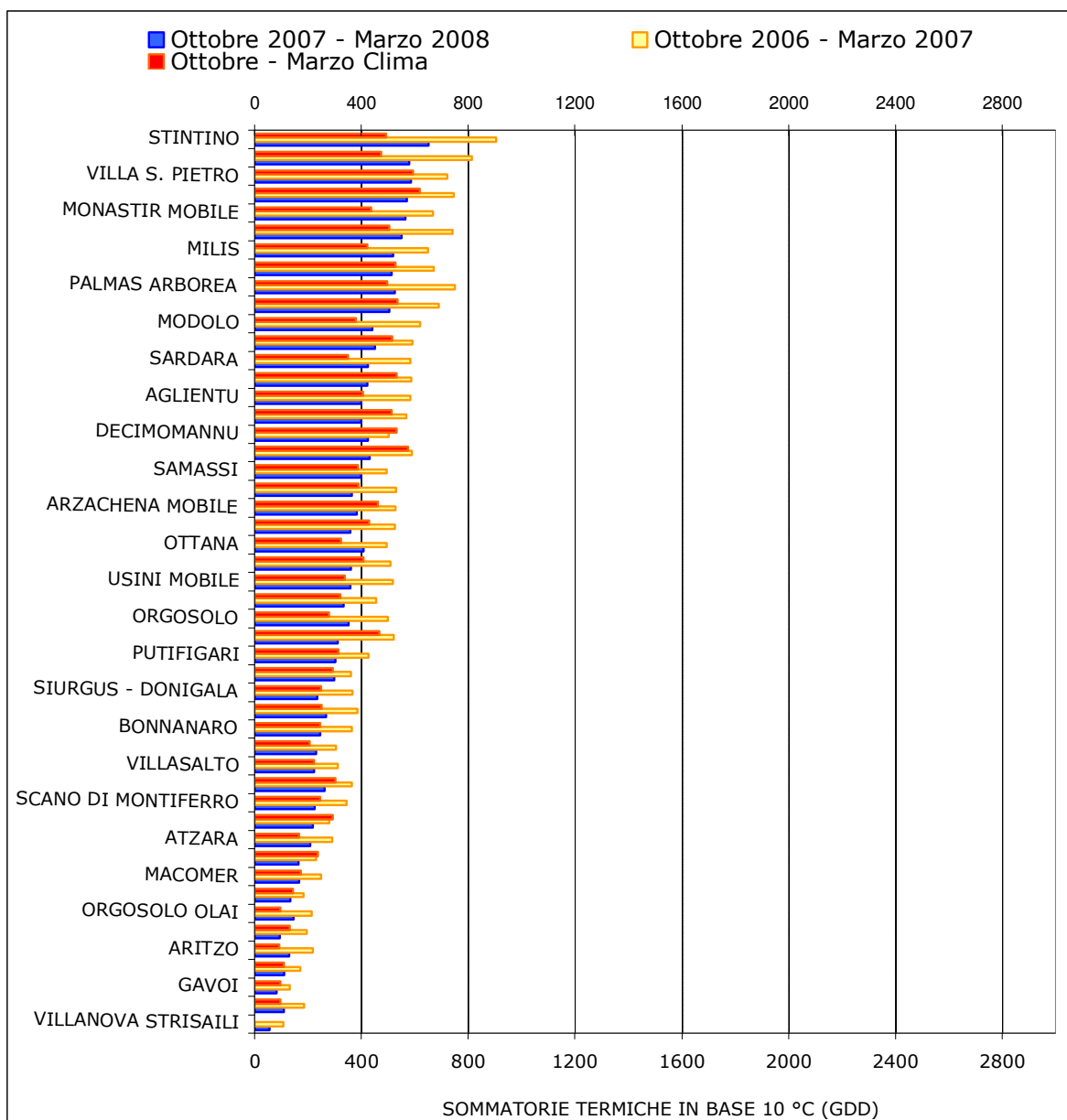


Figura 32. Sommatorie termiche in base 10 °C calcolate per il periodo ottobre 2007- marzo 2008 e raffronto con l'anno precedente e con i valori medi trentennali.

Le sommatorie calcolate per il semestre aprile-settembre in base alle soglie 0 e 10 °C (**figure 33 e 34**) sono risultate sostanzialmente in linea rispetto all'anno precedente, con modesti incrementi nelle località meridionali (es. Campidano) e riduzioni contenute nelle località del centro-Nord. Rispetto ai corrispondenti dati medi climatici i valori totalizzati nel 2008 sono stati in genere superiori, ad eccezione di alcune stazioni situate prevalentemente a maggior quota. In termini assoluti, nelle stazioni di Villanova Strisaili, Illorai, Gavoi, Orgosolo Montes, Bitti, Sadali, Aritzo e Macomer sono stati registrati i valori più bassi, inferiori a 3200 GDD in base 0 °C e 1400 GDD in base 10 °C, mentre nelle stazioni di Monastir, Dorgali Lanaitto, Villa San Pietro e Ottana si sono verificati gli accumuli più elevati, prossimi o superiori a 4000 GDD in base 0 °C.

In dettaglio, mentre le sommatorie del trimestre aprile-giugno hanno raggiunto valori decisamente

inferiori allo scorso anno (prossimi o superiori a quelli medi climatici), nell'ultimo trimestre le temperature mediamente superiori all'anno precedente hanno consentito un maggiore accumulo di gradi giorno, consentendo di raggiungere nel complesso i valori totali semestrali del 2007, seppure con modeste variazioni tra le diverse località.

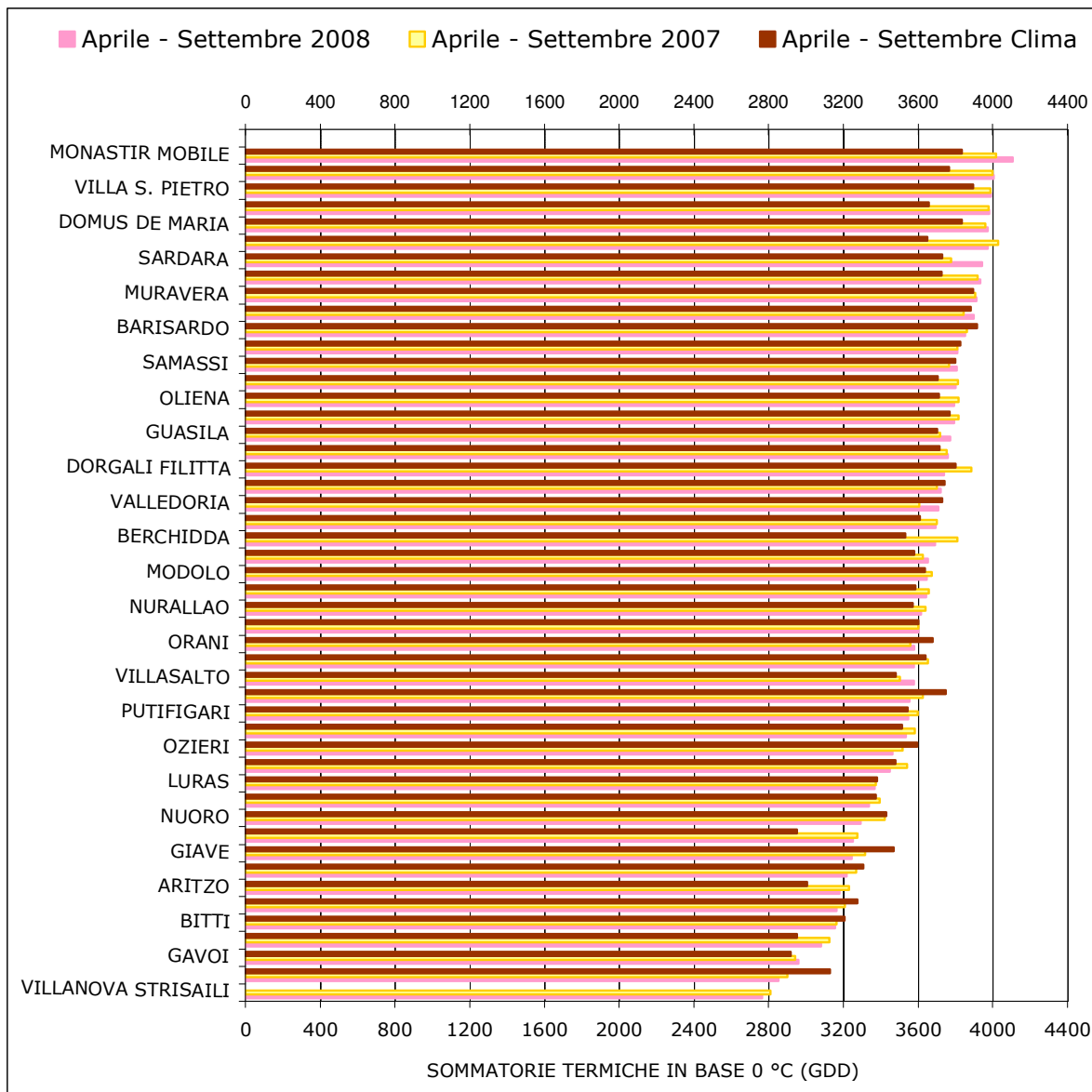


Figura 33. Sommatorie termiche in base 0 °C calcolate per il periodo aprile - settembre 2008 e raffronto con l'anno precedente e con i valori medi trentennali.

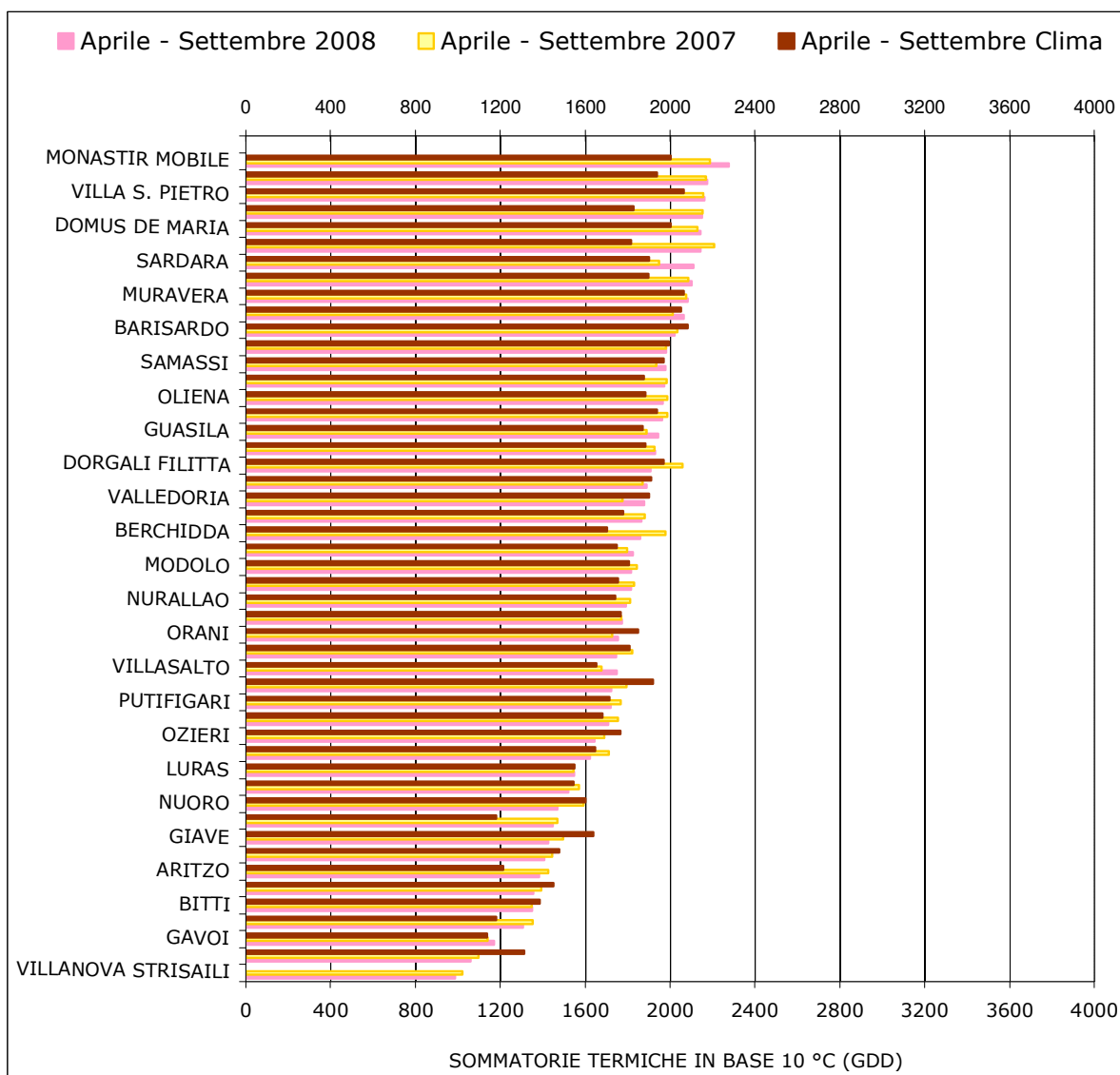


Figura 34. Sommatorie termiche in base 10 °C calcolate per il periodo aprile - settembre 2008 e raffronto con l'anno precedente e con i valori medi trentennali.

4.5 - INDICE DI CALORE

L'elaborazione dei dati di temperatura e umidità ha consentito il calcolo dell'indice di calore (HI), un indicatore che esprime la condizione di disagio per la salute umana in condizioni di *caldo afoso*.

L'analisi relativa al totale mensile di ore con indice di calore (HI) nei diversi intervalli di disagio, ha mostrato un maggiore accumulo nei mesi di luglio e agosto e un netto decremento a giugno e settembre (**figure 35-38**). In particolare, nei mesi più critici le aree in cui sono state registrate le condizioni complessivamente più disagiate sono prevalentemente quelle ubicate nel settore settentrionale, dove alcune stazioni hanno totalizzato oltre 250 ore mensili distribuite tra gli intervalli di *cautela* ($27 \leq HI < 32$) ed *estrema cautela* ($32 \leq HI < 41$). Inoltre, nel mese di agosto sono state anche rilevate alcune ore all'interno della classe di *pericolo* ($41 \leq HI < 54$) nelle stazioni di Stintino, Ottana e Sardara. Le aree potenzialmente meno critiche per la salute umana sono risultate generalmente quelle poste ad una certa quota nei territori del Marghine-Planargia e della Barbagia-Ogliastra, con meno di 200 ore nella classe di *cautela* a luglio e meno di 200 ore nelle classi di *cautela* ed *estrema cautela* ad agosto.

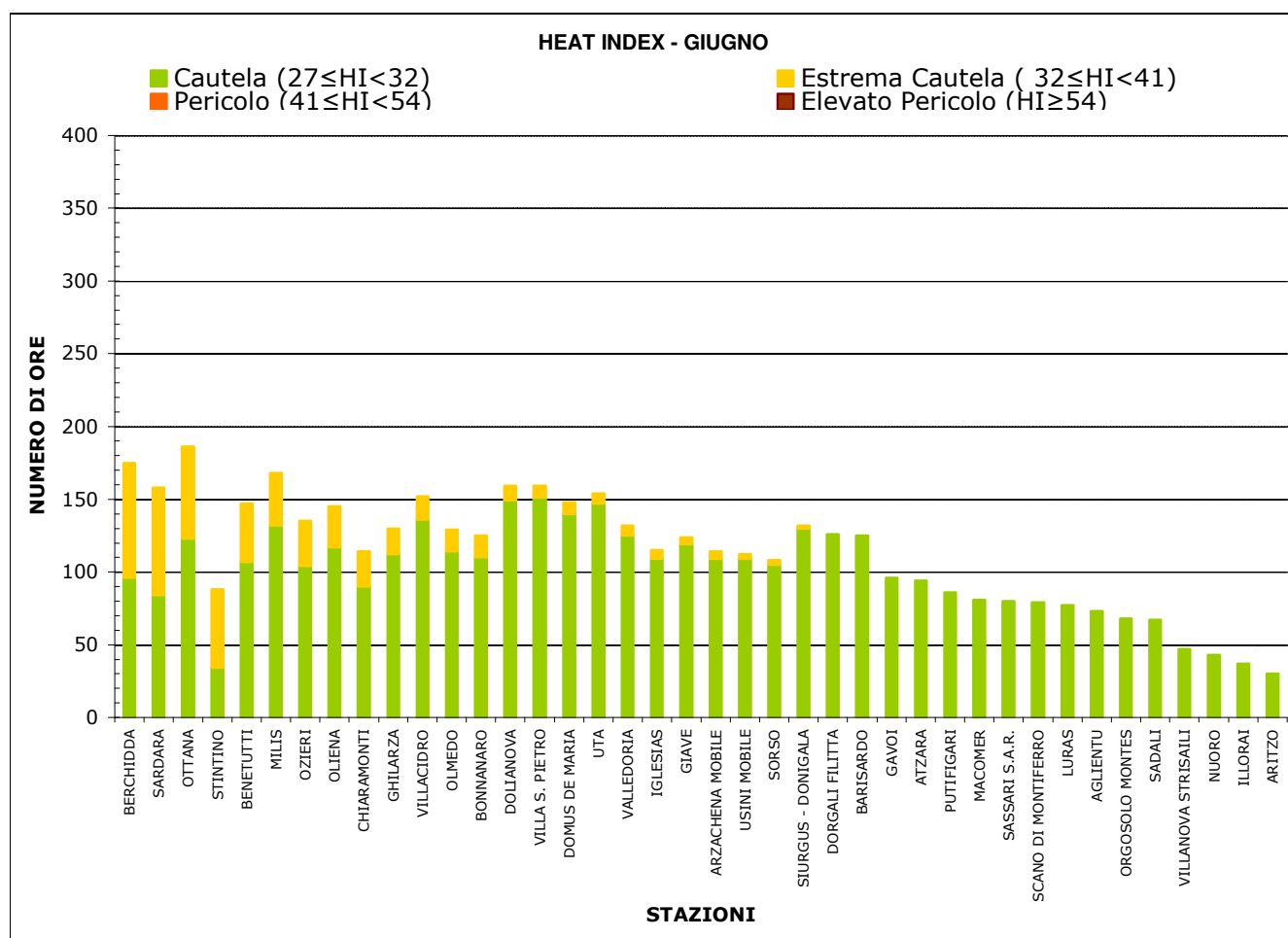


Figura 35. Numero totale mensile di ore con valori di HI nelle diverse classi di disagio – Mese di giugno.

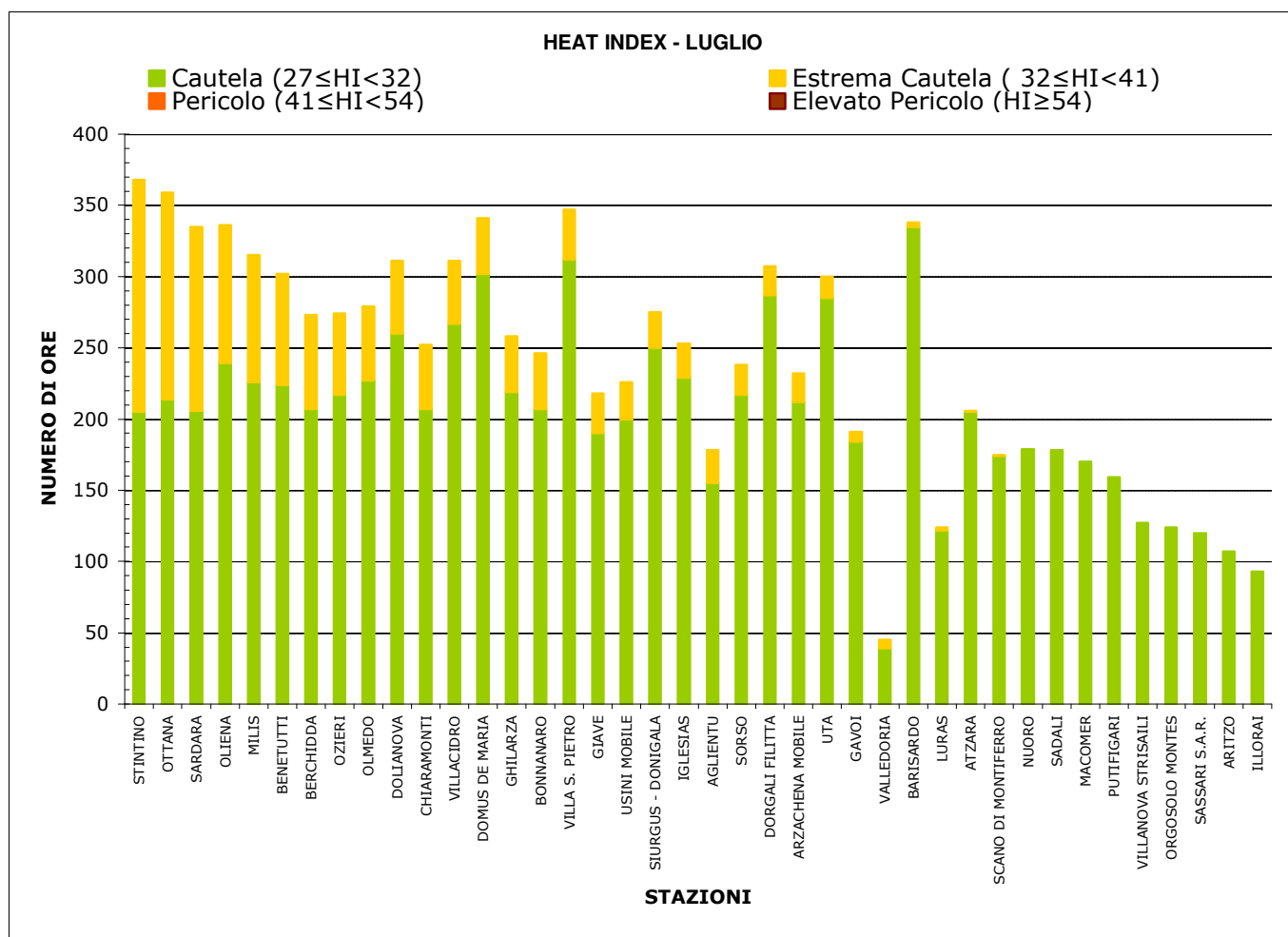


Figura 36. Numero totale mensile di ore con valori di HI nelle diverse classi di disagio – Mese di luglio.

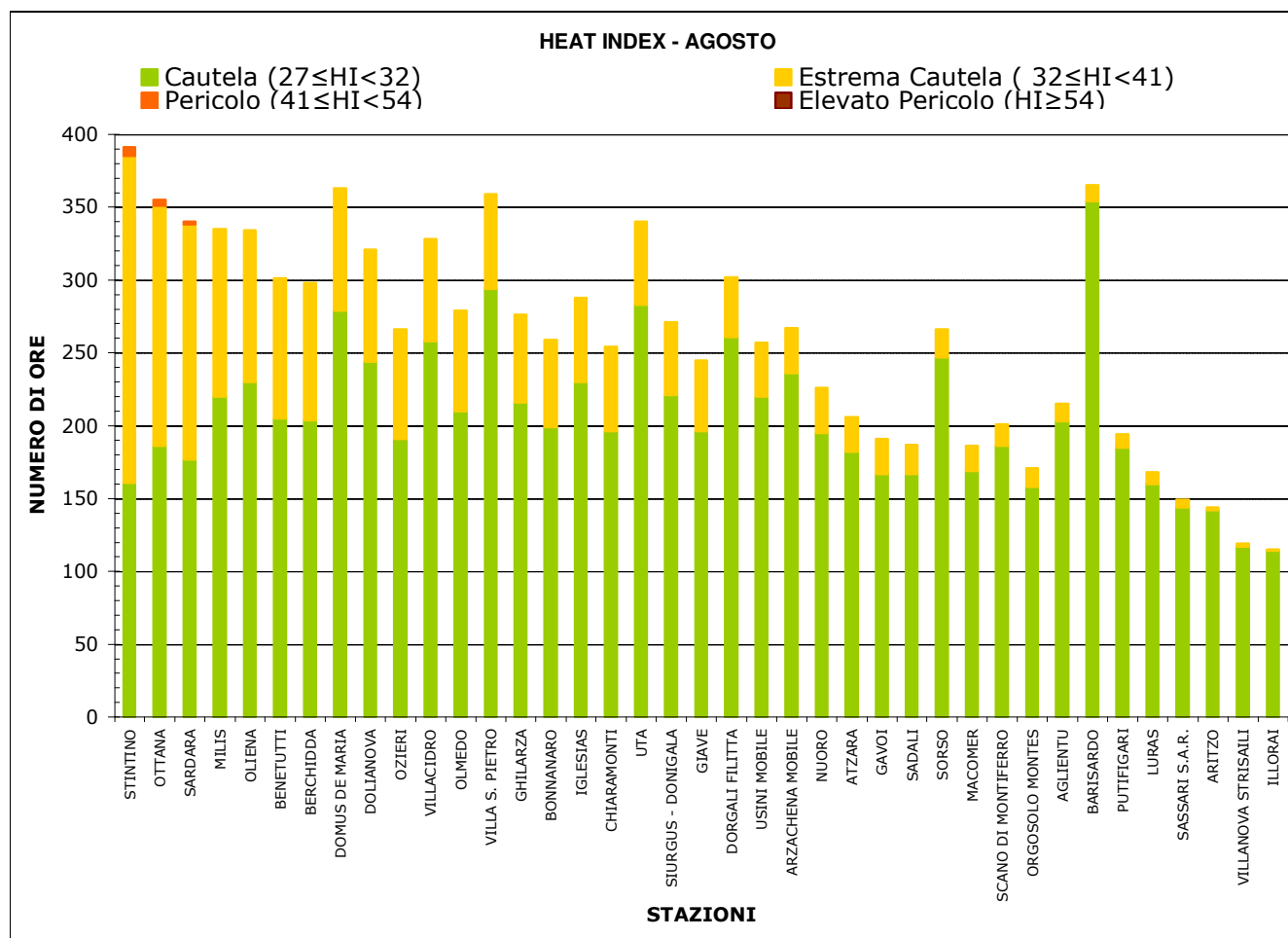
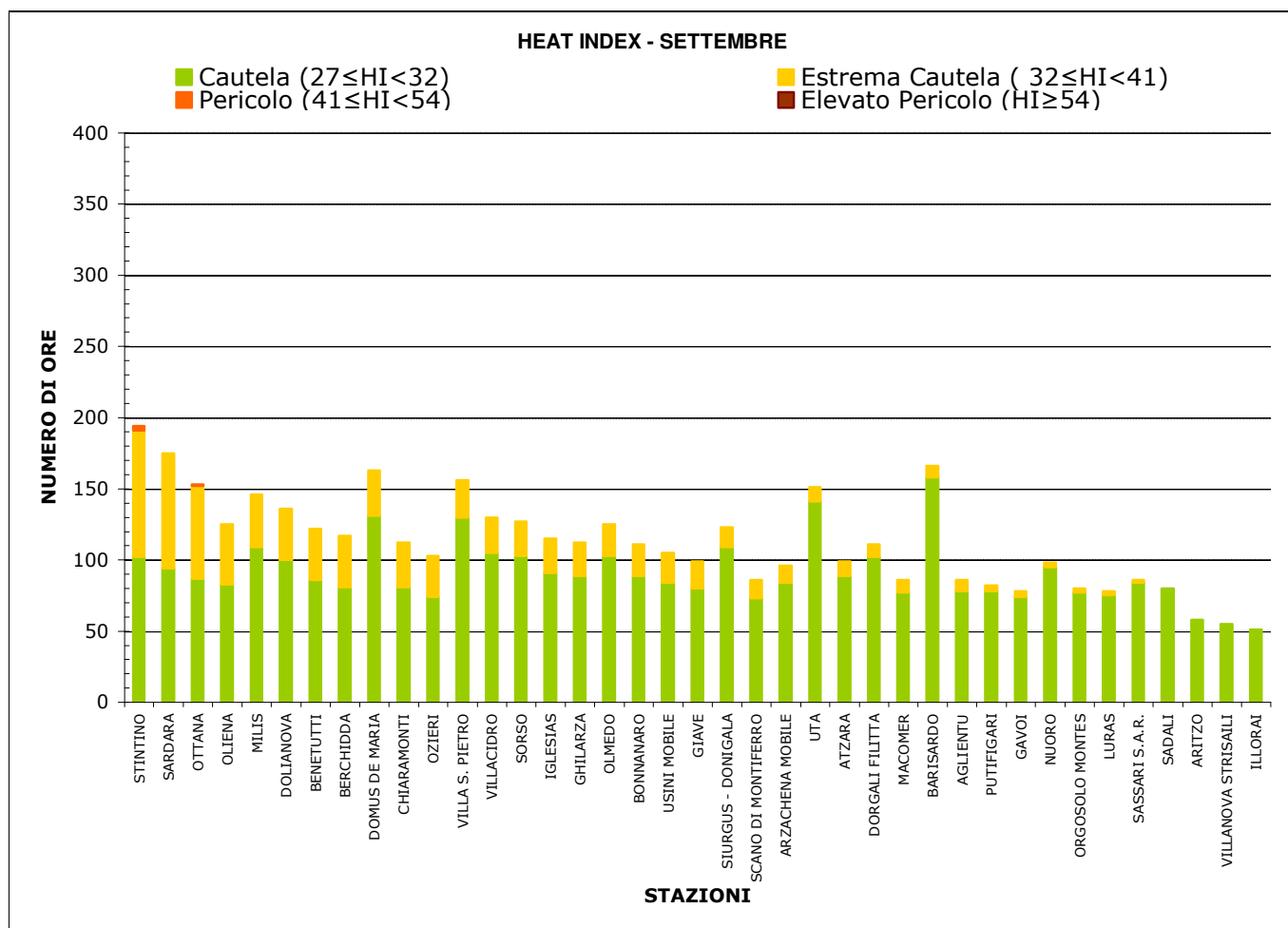


Figura 37. Numero totale mensile di ore con valori di HI nelle diverse classi di disagio – Mese di agosto.

Figura 38. Numero totale mensile di ore con valori di HI nelle diverse classi di disagio – Mese di settembre.



5. Analisi agrometeorologica

5.1 - CEREALI E FORAGGERE

Le condizioni di deficit idrico che hanno interessato l'intero territorio regionale durante l'inizio della stagione autunnale sono state particolarmente critiche per le specie foraggere a ciclo autunno-primaverile che in tale periodo riprendono l'attività vegetativa. L'assenza di precipitazioni che inizialmente ha riguardato le prime due decadi di settembre ha determinato un ritardo del risveglio delle specie poliennali in riposo vegetativo durante l'estate ed una stentata germinazione di quelle annuali appena seminate. In seguito, per effetto delle piogge di fine settembre, seppur sporadiche e di modesta entità, si è osservata una ripresa dell'attività vegetativa, sia negli erbai che nei pascoli.

Gli accrescimenti, tuttavia, sono risultati piuttosto stentati e ridotti per tutto il mese di ottobre, fatta eccezione per quelle coltivazioni che hanno potuto beneficiare di adeguate irrigazioni di soccorso. In alcuni casi può anche essersi verificato il fenomeno della "falsa partenza" con l'emergenza delle piantine per le piogge di fine settembre e la moria delle stesse nel periodo successivo per effetto della limitata disponibilità idrica dei terreni. Tale situazione ha pertanto comportato una ridotta produzione di foraggio verde altamente digeribile, disponibile per il pascolamento del bestiame e la necessità di ricorrere alle scorte.

La ripresa delle precipitazioni a novembre ha consentito il parziale ripristino delle riserve idriche dei terreni e favorito l'accrescimento delle specie foraggere coltivate e delle essenze dei pascoli naturali. L'attività vegetativa è proseguita a dicembre seppur in maniera ridotta per effetto del graduale abbassamento termico e delle modeste precipitazioni che hanno caratterizzato quasi tutta l'isola. Successivamente l'acuirsi delle condizioni di deficit idrico nei primi due mesi del 2008 ha comportato un ulteriore aggravamento della situazione in campo con produzioni di erba decisamente inferiori alla norma e insufficienti a soddisfare le esigenze del bestiame. Nel mese di marzo si è invece verificato un incremento delle precipitazioni nei territori settentrionali dell'isola e nell'Oristanese che ha consentito una ripresa degli accrescimenti sia dei pascoli naturali che degli erbai e prati, grazie anche al progressivo incremento delle temperature. Al contrario, nel resto dell'isola e in particolare nel Campidano la situazione anche nei mesi di marzo e aprile è risultata particolarmente difficile per effetto delle persistenti condizioni di siccità che hanno ulteriormente limitato l'attività della vegetazione.

In generale, quindi, le maggiori problematiche del comparto relative allo stress idrico sono state evidenziate nel settore Sud-occidentale dell'isola, in cui in tutto il periodo autunno-invernale gli apporti pluviometrici sono risultati decisamente inferiori alla media di riferimento. Inoltre, le aziende più colpite sono risultate quelle che non hanno potuto utilizzare l'irrigazione di soccorso nei periodi più critici e quelle localizzate in suoli sciolti e poco profondi in cui la capacità di accumulo di riserve idriche a disposizione delle piante è stata sensibilmente più ridotta. La limitata disponibilità foraggera ha comportato un eccessivo pascolamento delle cotiche da parte del bestiame, con riduzione delle specie pabulari e del grado di copertura del suolo, ma anche la necessità di ricorrere anche in questo periodo all'utilizzo di scorte per compensare la minore produttività e qualità dell'erba, con ulteriori incrementi dei

costi aziendali. In molti casi, nei terreni in cui in autunno si era verificata la falsa partenza di alcune specie, è stata riscontrata la diffusione di numerose infestanti (più aggressive e resistenti a condizioni di stress) che hanno preso il sopravvento sulle essenze di interesse zootecnico, più nutrienti e appetibili per il bestiame. Ad aggravare la situazione si sono aggiunte le temperature particolarmente rigide che hanno contraddistinto in particolare l'ultima decade di gennaio e il mese di febbraio. Nelle aree in cui le condizioni termiche sono risultate più critiche, con valori inferiori a 0 °C per più giorni consecutivi, possono essersi verificati infatti danni da freddo con ingiallimenti e necrotizzazioni più o meno estese a carico dell'apparato fogliare. In generale, i minori problemi hanno riguardato le aree del settore Nord-orientale che, rispetto al resto dell'isola, hanno potuto beneficiare di una disponibilità idrica superiore alla media, in particolare nei mesi di novembre e dicembre, e i territori Nord-occidentali e dell'Oristanese per le piogge soprattutto di marzo.

Gli eventi piovosi del periodo successivo in molti casi hanno influito negativamente sul foraggio in fase di essiccazione in campo, determinando forti perdite di sostanze nutritive e la produzione di tossine dovute al processo di fermentazione.

Tali difficoltà hanno riguardato in generale tutto il settore della foraggicoltura dove si sono verificate perdite di produzione dovute all'azione diretta della pioggia sul foraggio in essiccazione o comunque ritardi per gli sfalci, con diminuzione del valore energetico e proteico e aumento della fibra. In alcuni casi, le piogge possono avere ostacolato le operazioni di semina per le specie a ciclo primaverile-estivo.

Le condizioni meteorologiche di luglio hanno consentito un regolare svolgimento del ciclo per le principali specie in irriguo. Per quanto riguarda le coltivazioni di mais, benché in alcune località di interesse si siano verificate temperature al di sopra di 35 °C per più giorni consecutivi, non si sono evidenziati particolari problemi, soprattutto per le colture che hanno potuto beneficiare di una corretta irrigazione. Stesso discorso è valido per altre specie come l'erba medica, della quale sono stati realizzati diversi tagli, e per le coltivazioni di miglio e di sorgo utilizzati anche per il pascolamento del bestiame. Nel seguente mese di agosto, nelle aree in cui si è intervenuti con l'irrigazione in maniera appropriata, le colture foraggere del periodo hanno continuato il loro ciclo in maniera regolare, in caso contrario possono essersi verificati dei problemi dovuti alle elevate temperature (soprattutto nella prima metà del mese) e all'assenza di piogge. Il mais nel mese in esame ha mostrato fasi variabili dalla fioritura alla maturazione, mentre sono continuati i tagli di erba medica e l'utilizzo del sorgo e del miglio.

Per quanto riguarda i cereali autunno-vernini, sono state registrate notevoli difficoltà già nel corso della semina, a causa dello scarso contenuto idrico dei terreni appena sufficiente a garantire la sopravvivenza delle piantine. Il periodo compreso tra le semine e la fase di accestimento (gennaio-febbraio), in particolare nelle aree del Campidano, è stato talmente siccitoso da causare un persistente stato di stress per le colture, difficilmente superabile nonostante la modesta ripresa delle precipitazioni a marzo e la resistenza delle specie alle condizioni di carenza idrica. Nei casi in cui alle condizioni di siccità si sono associate temperature rigide, potrebbe essersi verificato un minore accestimento e un rallentamento dello sviluppo radicale. Come risposta a tali situazioni critiche le piante ad aprile in corrispondenza della fase di granigione si presentavano di minori dimensioni, con culmo e guaine fogliari ridotti e una minore

superficie fotosintetizzante. La condizione di stress, particolarmente durante il viraggio apicale, la levata e soprattutto la spigatura, potrebbe inoltre aver causato una riduzione del numero di spighe per pianta, di spighette per spiga, di fiori per spighetta e ripercussioni anche sulla fertilità dei fiori stessi e sulla percentuale di allegagione con ripercussioni anche sull'intero raccolto.

Successivamente, le frequenti e anomale precipitazioni che hanno contraddistinto il mese di maggio hanno aggravato la situazione delle colture in campo le cui produzioni, particolarmente nelle aree Sud-occidentali, erano già compromesse dalla siccità del periodo precedente.

In generale, le piogge del periodo hanno determinato sia problemi fitosanitari, come attacchi di muffe a danno delle spighe con ulteriore deprezzamento qualitativo della granella, sia fenomeni di allettamento con conseguenti perdite di prodotto e difficoltà per la raccolta.

Nel corso del mese di giugno sono iniziate le operazioni di raccolta nei territori in cui le produzioni non sono state compromesse totalmente dalle avverse condizioni meteorologiche del periodo precedente. Nella parte settentrionale dell'isola le rese sono risultate in generale abbastanza soddisfacenti anche se le continue piogge di maggio e inizio giugno hanno determinato fenomeni di allettamento e problemi di carattere fitopatologico. Nelle aree Sud-occidentali la situazione è risultata, invece, particolarmente critica con numerosi appezzamenti in cui gli agricoltori sono stati costretti a sfalciare i cereali per la produzione di foraggio a causa della scarsa produzione di granella.

5.2 - ORTIVE

Per quanto riguarda le colture ortive, in generale, le condizioni siccitose autunnali non sono state sfavorevoli al punto da compromettere il regolare ciclo colturale, come pure l'abbassamento termico che ha caratterizzato la metà di dicembre non è stato così intenso da causare particolari problematiche. Nel caso del carciofo il regime termico ha avuto invece un effetto positivo permettendo di rallentare lo sviluppo delle piante e consentendo una minore concentrazione di capolini alla raccolta. Le uniche situazioni di particolare criticità sono state registrate nei territori che verso la metà di dicembre sono stati interessati da un evento grandinigeno intenso e improvviso. Tale evento nel caso della produzione carcioficola ha danneggiato non solo i capolini in maturazione ma ha colpito l'intera pianta distruggendo buona parte del complesso fogliare. In generale, sono state registrate perdite piuttosto consistenti per tutte quelle colture che erano localizzate nelle aree colpite dalla grandine.

Il perdurare della situazione siccitosa anche nei primi mesi del 2008, ha determinato un peggioramento delle condizioni dei campi, nei quali in molti casi si è dovuti ricorrere a irrigazioni di soccorso onde evitare perdite eccessive di prodotto. Nelle aree in cui non si è potuti intervenire con apporti idrici sono state registrate condizioni particolarmente critiche per le colture, con danni alle produzioni e ripercussioni per tutto il comparto. Le situazioni più compromesse hanno riguardato in particolare i territori del Campidano, mentre nella restante parte dell'isola la disponibilità idrica dei terreni è stata generalmente sufficiente per le esigenze delle colture.

Le condizioni meteorologiche caldo-umide del mese di maggio hanno comportato frequenti attacchi di patogeni a carico delle colture ortive del periodo. In alcuni casi, nei terreni particolarmente pesanti e laddove le precipitazioni sono state più intense, possono essersi verificati anche danni conseguenti al prolungato ristagno idrico.

Nel corso del mese di luglio si è effettuato l'impianto delle nuove carciofaie e il risveglio di quelle poliennali. Le condizioni meteorologiche sono risultate generalmente favorevoli per il ciclo delle altre colture ortive a ciclo primaverile-estivo se supportate da un'adeguata irrigazione.

Le temperature generalmente elevate e l'assenza di precipitazioni del mese di agosto hanno comportato situazioni di forte stress nelle colture ortive di pieno campo, come il pomodoro da industria, che hanno manifestato cali piuttosto rilevanti sia di qualità che quantità nelle rese finali. Per la coltivazione del pomodoro, inoltre, tali condizioni sfavorevoli hanno in alcune aree aggravato la situazione critica di inizio estate causata dall'intenso attacco della peronospora. Anche il carciofo ha risentito delle condizioni meteorologiche in fase di avvio con lo sviluppo di marciumi e la presenza di numerose fallanze a causa anche della bassa qualità del materiale di propagazione realizzato in primavera.

5.3 - VITE

Per quanto riguarda la vite, nel corso dei mesi invernali, ed in particolare nei mesi di gennaio e febbraio le temperature minime registrate non hanno determinato problemi alla coltura in riposo vegetativo. Il germogliamento ha avuto inizio nel corso del mese di marzo; la disponibilità termica espressa in termini di sommatorie termiche sulla base di 10 °C, nei primi due mesi del ciclo vegetativo sono risultate inferiori rispetto all'annata precedente in particolare nel versante occidentale dell'isola, giustificando così un eventuale ritardo nella comparsa delle prime fasi fenologiche. Il regime termico favorevole e le precipitazioni particolarmente abbondanti in alcuni viticoli, soprattutto nel settore centrale dell'isola, hanno determinato la propagazione di infezioni fungine nel corso della prima fase di accrescimento vegetativo.

Il termico e pluviometrico anomalo nei mesi di maggio e giugno, frequentemente perturbato e con alternanza di precipitazioni intense e giornate soleggiate, hanno determinato una elevata aggressività delle principali avversità micotiche cui è soggetta la vite, raggiungendo livelli di infestazione molto gravi; le condizioni più critiche hanno interessato quei vigneti di privati in cui la difesa non viene coordinata a livello consortile.

Nel mese di giugno si sono registrate basse temperature durante la prima metà del mese, mentre nella seconda metà hanno prevalso condizioni di bel tempo con temperature elevate. La mappa riportata in **figura 39** rappresenta la situazione fenologica stimata per il Chardonnay, cultivar più precoce rispetto alle varietà tipiche sarde, con un modello basato sugli accumuli termici. Si può osservare come tra le diverse aree viticole vi sia una considerevole eterogeneità e si vada dall'allegagione fino alla chiusura del grappolo.

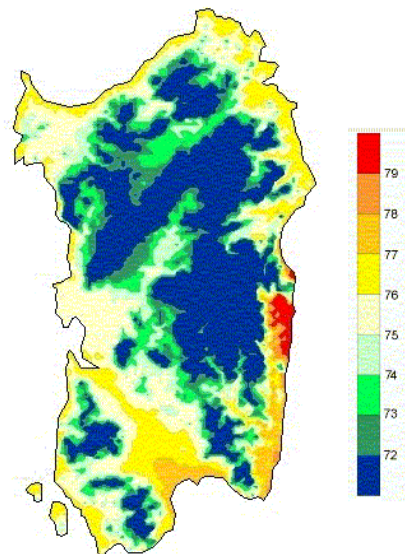
Anche nel mese di luglio è stato confermato l'andamento termico registrato nei mesi precedenti, ovvero temperature inferiori rispetto al 2007 tuttavia superiori o in linea con i valori climatologici. L'interruzione delle precipitazioni ha giovato alla coltura che nel corso del mese si è trovata nella delicata fase di accrescimento del grappolo. Considerando i dati rilevati in questo periodo e tenendo conto dei valori che possono considerarsi critici in questa fase (temperature superiori a 35-37 °C) si può ritenere che la coltura non abbia subito danni se non in situazioni particolari.

Anche nel mese di agosto il livello termico è risultato in linea con le esigenze colturali.

Tuttavia, la quasi totale assenza di piogge per tutto il mese di agosto e per la prima decade di settembre può aver determinato condizioni di stress idrico: nei vigneti privi di impianto di irrigazione di soccorso, soprattutto nel caso dei piccoli produttori privati, i mancati apporti idrici possono aver influito in maniera significativa sull'esito produttivo.

A cominciare dalla seconda decade di agosto sono iniziate le vendemmie per le cultivar da vino precoci e per le uve da tavola.

Progetto Iphen:
Mappa fenologica Chardonnay



26 giugno 2008

Figura 39. Mappa fenologica dello Chardonnay al 26 giugno 2008. Legenda della scala BBCH: 71 - allegazione; 73 - acini delle dimensioni di un grano di pepe; 77 - chiusura grappolo.

È interessante evidenziare il livello termico della prima decade di settembre, il più elevato dal 1995, in termini per i possibili effetti negativi a carico dei processi di maturazione dell'uva. La **tabella 3** mostra, infatti, per la prima decade la permanenza di valori termici al di sopra di alcune soglie: molto elevate risulta il numero di ore al di sopra dei 25°C e al di sopra dei 30°C, insolite nel mese di settembre. Le stazioni di Benetutti, Chiaramonti, Ottana, Siniscola e Oliena mostrano numerose ore al di sopra i 35°C. Tali temperature condizionano la maturazione delle uve, in particolare la maturazione delle componenti aromatiche degli acini, dove è fondamentale il verificarsi di escursioni termiche fra giorno e notte.

Stazioni	I decade Settembre					Valori 'normali'				
	T<10	T>18	T>25	T>30	T>35	T<10	T>18	T>25	T>30	T>35
AGLIENTU	0	234	93	25	0	0	210	48	0	0
BERCHIDDA	0	219	106	52	8	0	164	43	5	0
BONNANARO	0	207	116	47	9	0	156	37	0	0
DOLIANOVA	0	226	122	51	1	0	188	71	4	0
IGLESIAS	0	240	113	32	5	0	222	58	1	0
JERZU	0	231	144	39	10	0	208	81	4	0
LURAS	0	210	103	30	1	0	154	22	0	0
MILIS	0	240	137	65	11	0	215	81	12	0
MODELO	0	240	120	26	1	0	214	25	0	0
MURAUVERA	0	240	139	29	3	0	236	86	1	0
OLIENA	0	198	116	49	10	0	196	71	9	0
OLMEDO	0	199	118	29	0	0	182	52	0	0
ORANI	0	194	113	71	14	0	164	69	10	0
OROSEI	0	213	93	1	0	0	222	73	0	0
OZIERI	0	180	105	51	12	0	152	48	4	0
PUTIFIGARI	0	235	116	26	0	0	190	42	0	0
SAMASSI	0	231	116	55	0	0	200	65	5	0
SARDARA	0	240	140	70	12	0	224	61	3	0
SINISCOLA	0	226	125	20	5	0	210	67	1	0
SORSO	0	239	126	33	1	0	226	46	1	0
VILLA S. PIETRO	0	240	150	34	1	0	224	85	5	0

Tabella 3. Numero totale di ore con temperature inferiori o superiori alle soglie 10, 18, 25, 30 e 35 °C, della prima decade di settembre e confronto con i corrispondenti valori "normali" (mediana dei valori decadali registrati nei diversi anni del periodo 1995-2007).

La seconda decade di settembre, al contrario, è risultata particolarmente fredda e piovosa.

È stato calcolato l'indice bioclimatico di Huglin per il 2008, basato sui valori giornalieri di temperatura media e massima, che permette di verificare la disponibilità termica nel semestre aprile-settembre, vale a dire per l'intero ciclo colturale dal germogliamento fino alla maturazione. Indicativamente il fabbisogno termico per i diversi vitigni varia da minimi di circa 1300 per quelli precoci impiegati per ottenere vini da tavola leggeri, fino a circa 2800 per quelli più tardivi destinati alla produzione di vini molto alcolici o da dessert. Nella **tabella 4** sono riportati per alcune stazioni i valori dell'indice calcolati per il semestre del 2008 e i corrispondenti valori dell'anno precedente. Si può osservare una generale riduzione rispetto al 2007 soprattutto per le località del settore Nord-orientale (es. stazioni di Berchidda, Siniscola, Dorgali).

Stazioni	2008	2007
PALMAS ARBOREA	2787	-
OLIENA	2722	2692
BERCHIDDA	2633	2821
DOLIANOVA	2623	2669
JERZU	2608	2581
MURAUVERA	2583	2738
DORGALI FILITTA	2573	2776
SORSO	2524	2498
SINISCOLA	2521	2877
VALLEDORIA	2505	2284
IGLESIAS	2439	2411
OLMEDO	2411	-
NUORO	2354	2213
SASSARI S.A.R.	2320	2296
AGLIENTU	2285	2319
MODULO	2236	2280
PUTIFIGARI	2216	2349
LURAS	2072	2100

Tabella 4. Indice di Hugin per il semestre aprile-settembre 2008 e raffronto con l'anno precedente.

L'evento meteorico del 12 settembre, descritto in precedenza, ha determinato nel settore Nord-occidentale danni significativi sia in termini qualitativi che quantitativi, anche in considerazione del periodo in cui si è verificato. Dal punto di vista qualitativo, le conseguenze derivano dalla necessità di effettuare la raccolta dei grappoli sui ceppi danneggiati, dove è stato possibile, anche se l'uva non aveva ancora raggiunto una maturazione adeguata; sui ceppi sani, invece, le lacerazioni subite dai grappoli ancora in fase di maturazione, specie per le cultivar tardive, possono aver favorito l'insorgere di infezioni fungine, con conseguenze anche gravi dal punto di vista qualitativo. Sotto il profilo quantitativo i danni subiti sono legati alla caduta dell'uva per effetto del forte vento e quindi alla riduzione dei quantitativi raccolti. Oltre alle perdite produttive vanno considerati i danni strutturali, soprattutto a carico di certe forme di allevamento (es. controspalliere, pergola), che essendo maggiormente esposte all'azione del vento, subiscono sollecitazioni meccaniche con danni ingenti alle piante, in certi casi non recuperabili completamente.

5.4 - OLIVO

Il decorso siccitoso del periodo autunnale ha anche condizionato la produzione olivicola che nei mesi di ottobre e novembre è stata caratterizzata in molti casi da drupe raggrinzite e di ridotte dimensioni. Per tale ragione nelle aree in cui la raccolta è stata anticipata le rese finali sono risultate generalmente inferiori alla norma ma di buona qualità in quanto le drupe, meno idratate, si presentavano meno recettive agli attacchi di mosca delle olive.

Sul finire della primavera le abbondanti precipitazioni e le conseguenti condizioni favorevoli di umidità dei suoli hanno certamente giovato agli oliveti che nelle aree che hanno registrato i maggiori apporti piovosi hanno sviluppato un notevole vigore vegetativo. Nel mese di giugno, in corrispondenza delle fasi fenologiche comprese tra la fioritura, l'allegagione, fino alla fase di drupa "grano di pepe", in molte aree olivicole le piante hanno mostrato un elevato vigore vegetativo, conseguente al favorevole regime termico-pluviometrico.

L'elevato regime termico del mese di agosto e della prima decade di settembre e la quasi totale assenza di precipitazioni ha determinato in alcuni areali olivicoli uno scarso accrescimento delle drupe, che presentavano quindi dimensioni relativamente ridotte. Negli oliveti irrigui, la possibilità di compensare le perdite evapotraspirative ha consentito di evitare condizioni di stress idrico favorendo un regolare accrescimento delle drupe. Con le precipitazioni della seconda e terza decade di settembre le condizioni di disponibilità idrica dei suoli sono migliorate a vantaggio dei processi di accrescimento delle olive.

5.5 - NOTE FITOPATOLOGICHE

Le note fitopatologiche relative al periodo primaverile-estivo sono basate sulle simulazioni di modelli matematici messi a punto dal SAR. Tali simulazioni hanno valenza locale, sono cioè riferite al contesto spaziale di ogni singola stazione meteorologica a cui si riferiscono e a condizioni pedo-colturali e di gestione agronomica standard. Vanno pertanto considerate orientative, rimandando ad eventuali approfondimenti specifiche contestualizzazioni.

5.5.1 Vite

○ Tignoletta (*Lobesia botrana* Den. & Schiff.)

Le simulazioni effettuate con il modello matematico per la simulazione della fenologia di *Lobesia botrana* sono risultate in linea con quanto avviene di norma e con una certa variabilità spaziale in particolare nell'inizio dei voli della prima generazione.

Nelle piane costiere questi sono stati simulati entro la prima decade di aprile, con il picco di sfarfallamento entro la terza, mentre nelle aree interne i voli hanno avuto inizio tra la seconda e la terza decade con il picco entro la prima decade di maggio. Le temperature sono risultate favorevoli alle ovideposizioni già dai primi di aprile con un'interruzione verso la metà del mese ed un definitivo assestamento sopra le soglie di fecondità dalla fine della seconda decade del mese in poi.

Il modello matematico ha simulato i primi sfarfallamenti della seconda generazione entro la prima decade del mese di giugno con condizioni termiche favorevoli alle ovideposizioni e allo sviluppo delle larve. La **figura 40** seguente mostra la variabilità spaziale delle simulazioni del picco di sfarfallamento della seconda generazione, il più importante del ciclo biologico dell'insetto nel *pest management*.

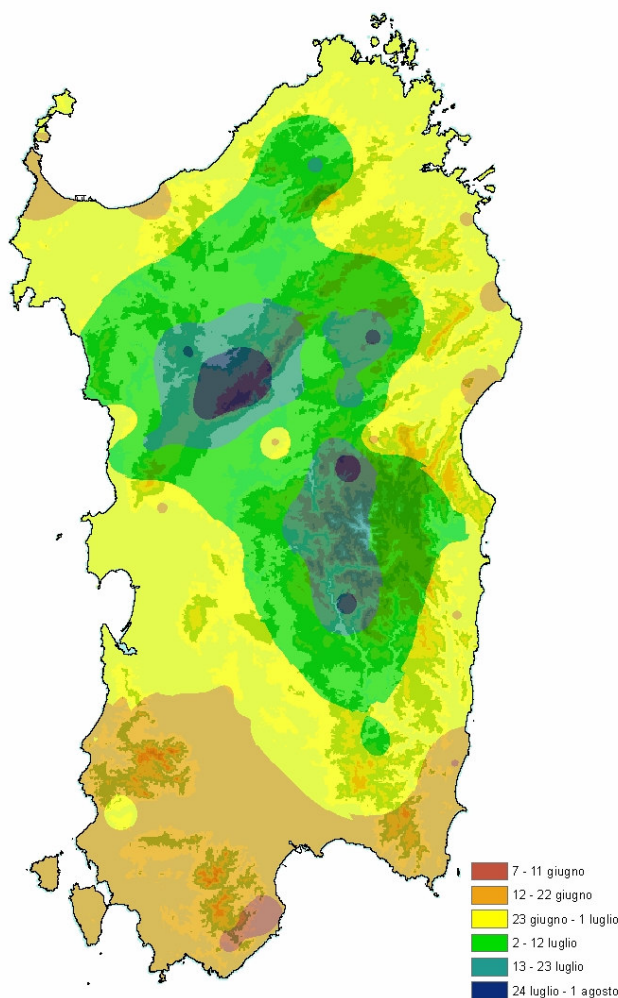


Figura 40. Mappa del picco di farfallamento della seconda generazione della Tignoletta.

Si può notare come nelle aree di pianura questo sia stato simulato intorno al 20 del mese di giugno con una deriva temporale di circa 20 giorni spostandosi nelle aree collinari.

Queste simulazioni, se confrontate con quelle relative alla fenologia della coltura (es. simulazione della fenologia dello chardonnay con modello Iphen) confermano il sincronismo biologico tra la specie ospite e

il suo parassita e come le simulazioni abbiamo di fatto individuato le condizioni ottimali per l'esecuzione degli interventi insetticidi, da effettuare sempre laddove sia stato confermato il superamento delle soglie di intervento.

○ **Peronospora (*Plasmopara viticola* Berk. et Curtis)**

Il modello EPI (*Etat Potentiel d'Infection*), in grado di fornire indicazioni circa il potenziale infettivo e quindi l'insorgenza di scoppi epidemici, ha consentito di individuare prime possibili epidemie da *Plasmopara viticola* verso la metà di aprile in concomitanza con il periodo di piogge che ha interessato l'intera isola. A maggio le simulazioni modellistiche hanno evidenziato una situazione ad alto rischio di infezioni già dal 9 del mese, quando su tutta l'isola si sono registrati valori di umidità relativa molto

elevati. Le piogge del periodo successivo hanno portato a successivi scoppi epidemici e possono aver compromesso sia l'esecuzione dei trattamenti sia l'efficacia degli stessi.

Anche nel mese di giugno Il modello EPI ha individuato scoppi epidemici da *Plasmopara viticola*, consecutivi e con una eccezionale persistenza nel superamento delle soglie di rischio. Tale situazione di grave infestazione si è concentrata in particolare nella prima quindicina del mese ed è generalizzabile a tutto il territorio regionale. La mappa riportata nella **figura 41** conferma come su tutte le stazioni meteorologiche si siano registrate infezioni. In verde vengono evidenziate le stazioni dove le infezioni si sono verificate solo nel periodo primaverile, in giallo quelle dove l'allarme si è protratto sino a giugno mentre in rosso quelle dove anche per l'intera estate il modello EPI ha fornito allarmi circa un elevato potenziale epidemico.

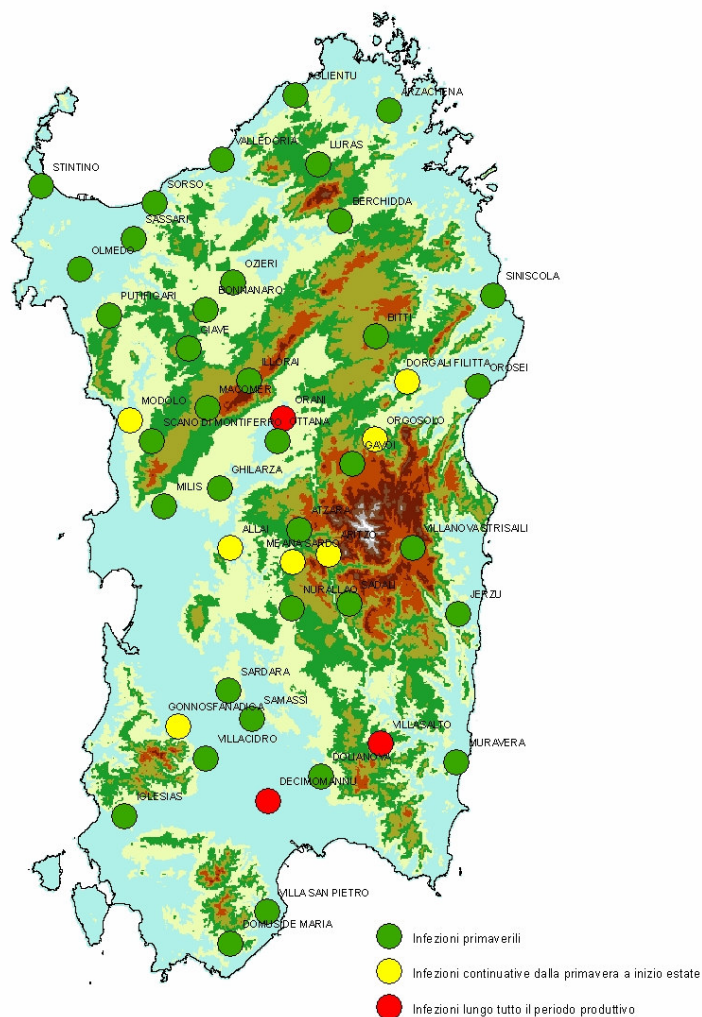


Figura 41. Mappa delle simulazioni del modello EPI.

In definitiva il periodo in oggetto è stato caratterizzato da un elevato rischio d'infestazione da *Peronospora*, spesso prolungato nel tempo, fattore che ha contribuito ad ostacolare sicuramente le operazioni di difesa in campo. Tuttavia le tempestive tecniche di difesa hanno consentito di arginare il fenomeno e solo laddove non si è provveduto in maniera adeguata e con prodotti idonei il danno è risultato importante, arrivando anche ad interessare il 70% della produzione finale.

5.5.2 Altre colture

Le elevate piovosità hanno reso la stagione primaverile particolarmente favorevole alla proliferazione delle specie animali di interesse agrario che hanno trovato in campagna una vegetazione spontanea e non, particolarmente abbondante. Particolare importanza hanno assunto le infestazioni delle popolazioni di afidi e lepidotteri che in alcune aree hanno costretto a ripetuti trattamenti insetticidi. L'inizio della primavera è stato di particolare interesse fitopatologico anche per le forti infestazioni di *Limantria dispar* che hanno interessato tutte le aree boschive dell'isola.

A giugno, le elevate piovosità unitamente alle miti temperature hanno reso il mese favorevole all'attività di insetti e funghi di interesse agrario per i quali pertanto si è dovuto mantenere elevato il livello di allerta, soprattutto per le colture ortive di pieno campo e per l'olivo, le cui drupe risultano in fase di ingrossamento e pertanto presto appetibili alla mosca, le cui popolazioni non hanno sin d'ora trovato ostacoli abiotici. La fine del mese, in corrispondenza con l'avvezione calda, è stata caratterizzata da elevati valori termici in particolare nelle zone interne che, in concomitanza ad un aumento dell'umidità relativa, hanno determinato condizioni ottimali per lo sviluppo di funghi patogeni e a scoppi epidemici particolarmente virulenti di *Oidium tuckery*.

Le temperature registrate nel corso dell'estate, ma soprattutto l'assenza di precipitazioni hanno reso gli oliveti poco suscettibili agli attacchi della mosca, limitando gli attacchi della prima generazione negli oliveti tradizionali non irrigui.

Appendice. Confronto con la distribuzione statistica empirica (*in percentili*)

Oltre al confronto con le medie climatologiche, è interessante studiare le precipitazioni (o altre grandezze statistiche *non-gaussiane*) su alcune località campione, confrontando i cumulati del 2007-2008 registrati da alcune stazioni campione con l'andamento complessivo nel trentennio 1961-1990.

Per ogni stazione si è costruita la *distribuzione empirica di probabilità*, suddivisa nei cosiddetti *percentili*.

Per costruire questa distribuzione di probabilità si ordinano in modo crescente i cumulati di ognuno dei dodici mesi nell'arco del trentennio e si raggruppano i mesi in cinque classi, dal 20% dei meno piovosi (cioè i mesi compresi tra il percentile 0 ed il percentile 20) al 20% più piovosi (i mesi con piogge comprese tra il percentile 80 ed il percentile 100).

La **tabella 5**, 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 mese cade entro il 20° percentile la pioggia del mese è *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.

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

Tabella 5. Classificazione degli eventi sulla base dei percentili (Gibbs e Maher, 1967).

Per analizzare i dati mensili del periodo ottobre-settembre si è usata la rappresentazione grafica del tipo *box and whiskers plot* (letteralmente: diagramma a scatola e baffi) o più semplicemente *box-plot* (es. **figura 13a**) che per ogni mese riporta la *mediana* (cioè il 50° percentile), delle *scatole* che racchiudono le classi II (color azzurro), III (colore bianco) e IV (colore blu) e dei *baffi* che indicano i valori corrispondenti al 10 e 90° percentile del trentennio.

Il rombo rosso indica il mese del periodo in esame e il confronto col diagramma permette di evidenziare il grado di anomalia rispetto alla distribuzione dei dati storici. Ad esempio, se si considera la stazione di Olmedo (**figura 13a**) si osserva quanto segue: ottobre 2007, luglio 2008 e agosto 2008 stanno a ridosso della mediana, quindi sono *normali* (anche se luglio e agosto sono irrilevanti rispetto al resto dell'anno); novembre 2007, dicembre 2007, febbraio 2008 e aprile 2008 stanno sotto il 20° percentile quindi risultano *molto al di sotto della norma*; gennaio, giugno e settembre 2008 stanno tra il 60° e l'80° percentile, per cui sono *al di sopra della norma*; marzo e maggio 2008 stanno oltre l'80° percentile per cui risultano *molto al di sopra della norma*; maggio, in particolare, risulta oltre il 90° percentile quindi si può considerare eccezionalmente piovoso.

L'accumulo progressivo dall'1 ottobre al 30 settembre, invece, è confrontato con l'accumulo dell'anno tipo 1961-1990 (es. **figura 13b**). In questo caso le classi della **tabella 5** corrispondono alle fasce colorate: la riga rossa indica l'accumulo tipo; la fascia blu l'accumulo *normale*, la fascia azzurra gli accumuli *sotto la norma* e *sopra la norma*; un accumulo che stia al di fuori delle due fasce deve essere

considerato *molto minore della norma* o *molto maggiore della norma*.

L'accumulo di Olmedo ad esempio (**figura 13b**) è stato *sotto la norma* sino ad aprile, con valori sempre più vicini al limite inferiore della fascia. Successivamente le piogge di maggio-giugno lo hanno riportato *nella norma* ed è rimasto nella norma sino a fine settembre.