

Dipartimento MeteoClimatico

Sintesi delle analisi ed elaborazioni realizzate nel 2014

Il Dipartimento MeteoClimatico ARPAS opera nel settore della meteorologia, della climatologia, dell'agrometeorologia e della biometeorologia. L'attività si sviluppa tramite l'elaborazione delle osservazioni provenienti dalla propria rete regionale di stazioni meteorologiche, integrata con osservazioni di altre reti meteorologiche e con dati di altra origine (satelliti per il telerilevamento, radar meteorologico, osservazioni fenologiche, ecc.).

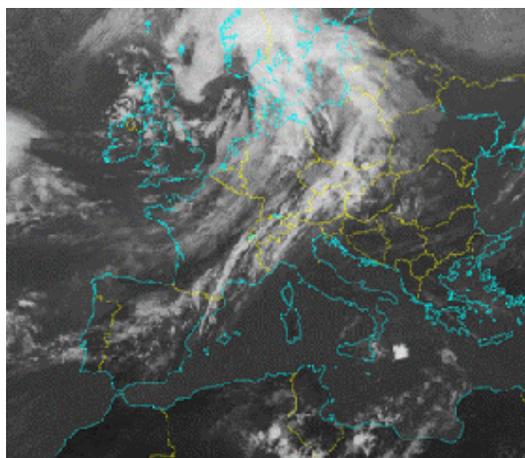
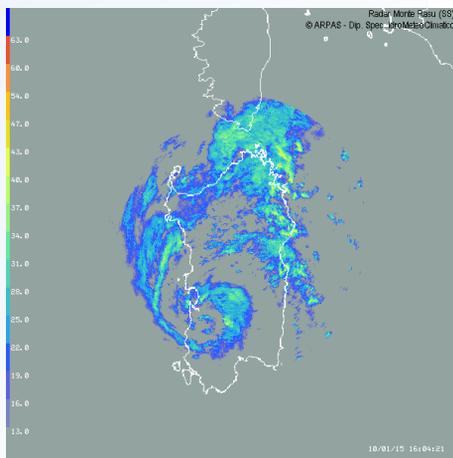
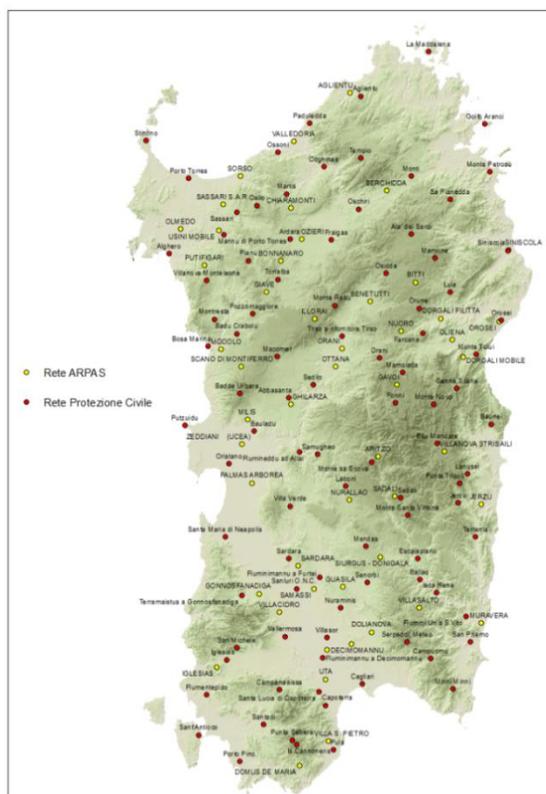
Le elaborazioni avvengono sia tramite calcolo numerico sia attraverso tecnologie GIS, queste ultime gestite e in parte sviluppate all'interno del Dipartimento stesso. L'insieme delle osservazioni meteorologiche si appoggiano ad un insieme di basi dati relazionali, gestite dal centro di calcolo del Dipartimento. Il Dipartimento MeteoClimatico, infine, fa parte del sistema regionale della protezione civile, per il quale emette un insieme di prodotti, a cadenza giornaliera, finalizzati alla previsione di eventi meteorologici potenzialmente avversi e al monitoraggio in corso d'evento.

Dati ed elaborazioni prodotti a cadenza giornaliera, decadale, mensile ed annuale, sono consultabili nelle diverse sezioni del sito

www.sar.sardegna.it

e nel portale

www.sar.sardegna.it/servizi/sit/webqis.asp



SOMMARIO

CLIMA E METEO

Temperature	3
Precipitazioni	5
Somme termiche	7
Indice di calore	9
Monitoraggio della siccità	11
Indice di vegetazione da satellite NDVI	14
Carta Bioclimatica della Sardegna	15

ZONE UMIDE

Censimento e cartografia delle Zone Umide della Sardegna	18
--	----

Clima e meteo

Temperature

Le temperature del 2014 mostrano chiaramente l'effetto della quota, mentre risentono meno della distanza dal mare (figura 1) : le medie delle temperature massime dell'anno vanno dai 12-14°C delle zone di montagna agli oltre 20°C delle pianure e delle coste; le medie delle minime risultano inferiori a 5°C in montagna, mentre arrivano a 12-14°C in pianura e lungo le coste.

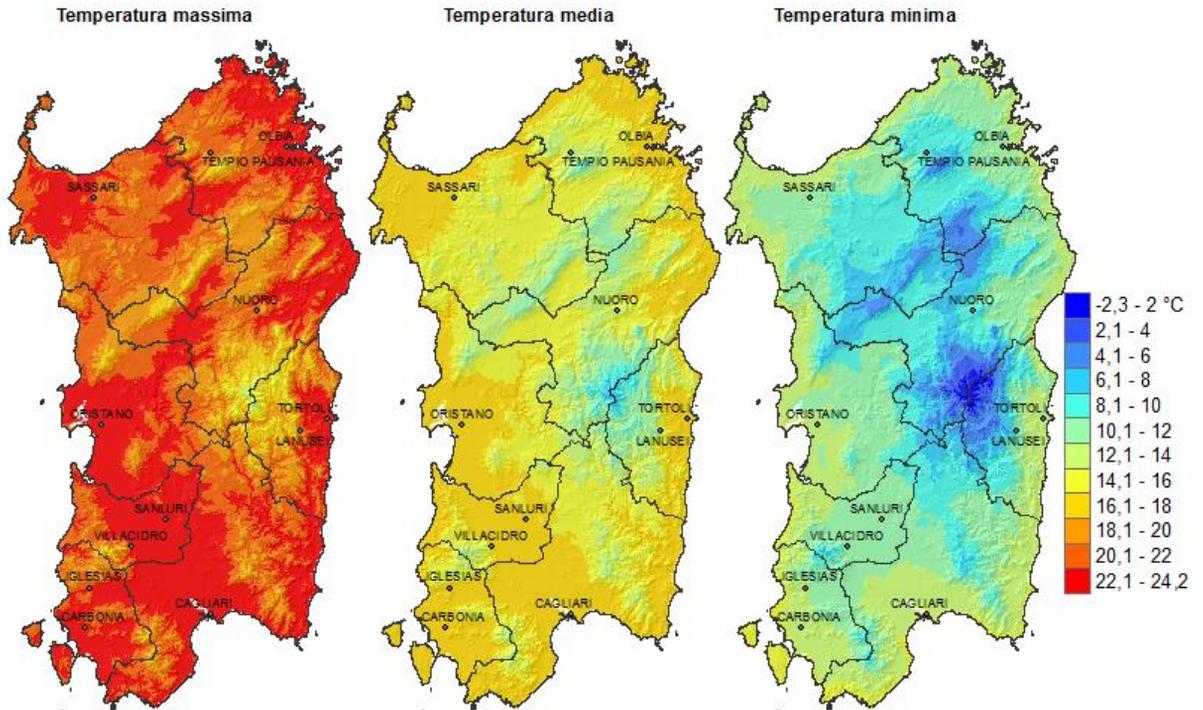


Figura 1. Medie delle temperature massime, medie e minime giornaliere del 2014

Il confronto del 2014 con l'andamento secolare delle temperature massime (figura 2) evidenzia che le temperature massime del 2014 sono state le più elevate di sempre, con un valore medio che risulta 1.7°C al di sopra della climatologia. Un valore superiore anche a quello del 2003.

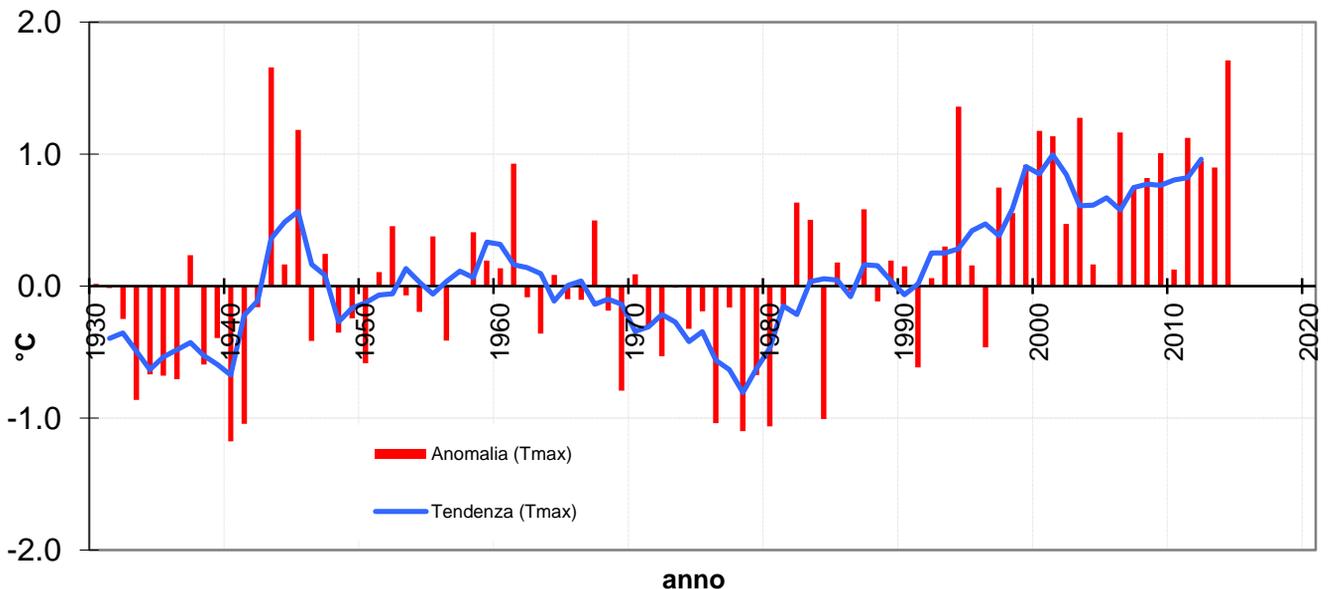


Figura 2: Andamento secolare dell'anomalia (rispetto al clima 1971-200) della temperatura massima annuale.

Clima e meteo

Temperature

Il mese più freddo, sia come valori assoluti, sia come confronto col clima è stato marzo.

Come si vede dalla figura 3, le medie delle temperature minime nelle zone di montagna sono state ovunque inferiori a 0 °C, mentre in pianura e lungo le coste le medie mensili sono state inferiori a 10 °C.

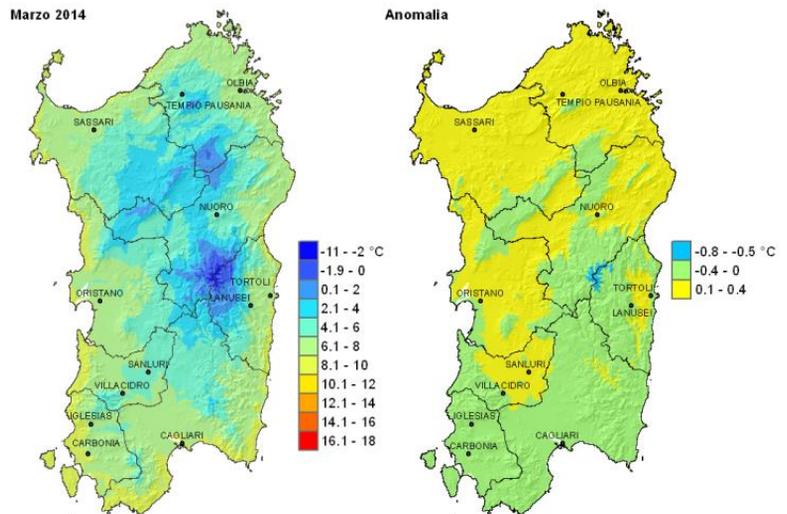


Figura 3. Media delle temperature minime di marzo e confronto col clima.

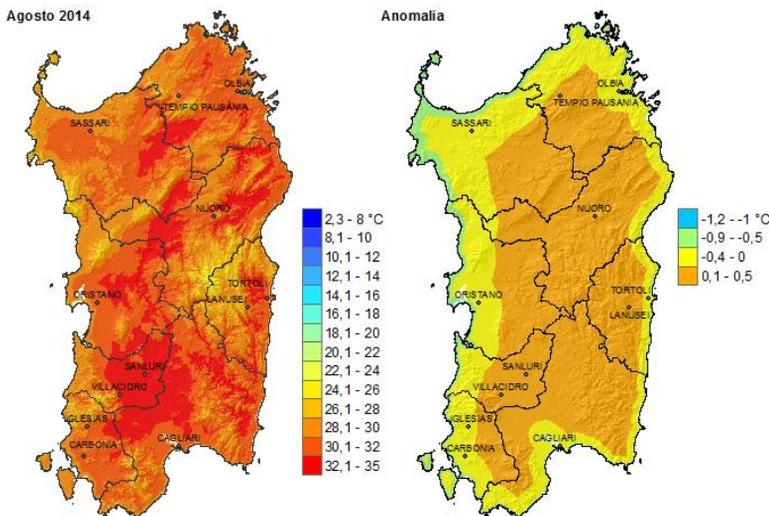


Figura 4. Media delle temperature massime di agosto e confronto col clima.

La vera peculiarità del 2014, però, sono state le temperature autunnali eccezionalmente elevate.

A novembre, in particolare (figura 5), si sono avute medie delle massime comprese tra 10-12°C nelle zone di montagna e 20-22°C nelle pianure e lungo le coste.

La mappa delle anomalie di novembre mostra che si è trattato di valori compresi tra +2 °C e +4 °C al di sopra della media climatologica.

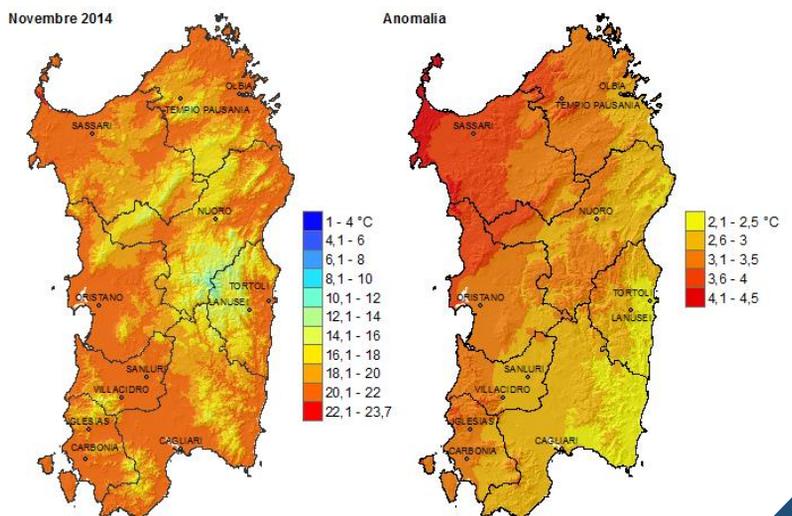


Figura 5. Media delle temperature massime di novembre e confronto col clima.

Clima e meteo

Precipitazioni

I cumulati di precipitazione da gennaio a dicembre sono la somma delle piogge della seconda parte della stagione piovosa 2013-2014 e della prima parte della stagione piovosa 2014-2015.

Tenendo presente questa peculiarità, si può osservare che le piogge del 2014 hanno interessato maggiormente la parte occidentale dell'Isola (figura 6). La mappa mostra un andamento crescente da Est a Ovest, con piogge inferiori a 500 mm sulla parte orientale dell'Isola e piogge tra gli 800 mm e i 1000 mm in molte zone della Sardegna occidentale.

Sulla Sardegna centrale e occidentale queste piogge risultano di poco inferiori al clima o in linea con quest'ultimo. Sulla Sardegna orientale, invece, i cumulati del 2014 risultano tra il 50% e l'80% del totale annuale.

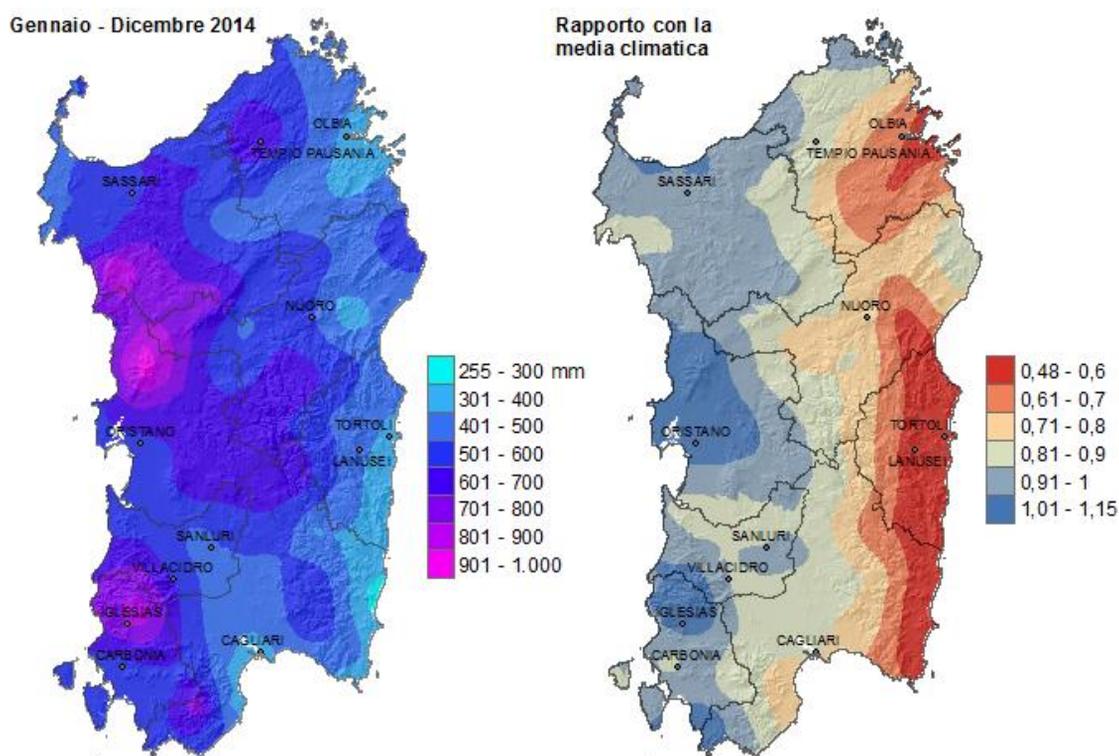


Figura 6. Cumulato di precipitazione da gennaio a dicembre 2014.

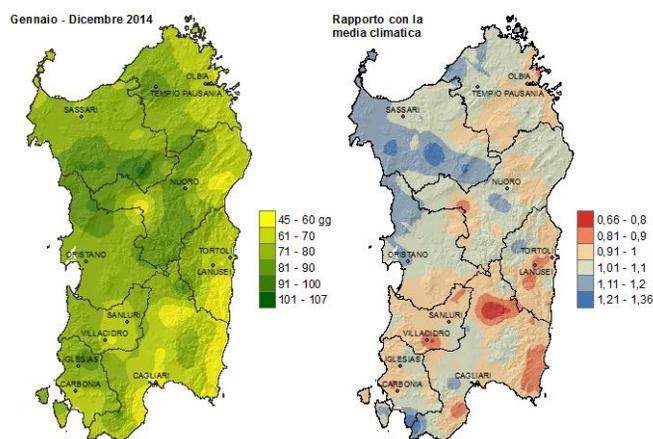


Figura 7. Numero di giorni piovosi da gennaio a dicembre 2014.

Le piogge si sono distribuite su un numero di giorni compreso tra 50-70 sulla Sardegna orientale e centro meridionale e 80-100 sulle zone montuose (figura 7) .

Il confronto col clima indica che si è trattato, quasi ovunque, di un numero di giorni entro $\pm 20\%$ dalla media.

Precipitazioni

Il mese di novembre, nonostante sia stato eccezionalmente caldo, è stato anche il mese più piovoso del 2014 in termini di valori assoluti (figura 8).

I cumulati di novembre vanno dai 30-60 mm della Gallura e del Sud-Est dell'Isola sino agli oltre 120 mm del Nord-Ovest.

Il confronto col clima, però, mostra che si tratta di valori in linea con la climatologia su gran parte della Sardegna.

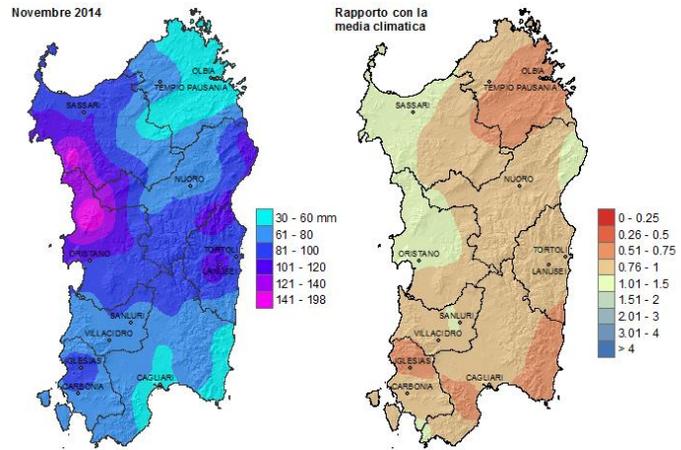


Figura 8. cumulato di precipitazione novembre 2014 e confronto col clima.

A differenza di altri anni, il 2014 non ha avuto eventi di precipitazione molto intensa che hanno investito porzioni vaste del territorio regionale.

I due eventi di maggiore interesse dell'anno sono stati di tipo localizzato e hanno interessato aree specifiche: il 18 giugno è stata investita la Romangia (Sorso) e il 3 ottobre la Baronia (Siniscola).

I due grafici riportati nelle figure 9 e 10 mostrano l'evoluzione nelle 24 ore dei cumulati su 10 minuti. Nell'evento di Sorso si vede che le precipitazioni sono cadute in due momenti: tra le 11:00 e le 13:30 e intorno alle 18. In questo secondo caso le piogge hanno raggiunto i 13 mm/10min.

Nell'evento di Siniscola, invece, i cumulati di precipitazione si è concentrata tra le 21 e le 23, con un massimo di 30.6 mm alle 22:20.

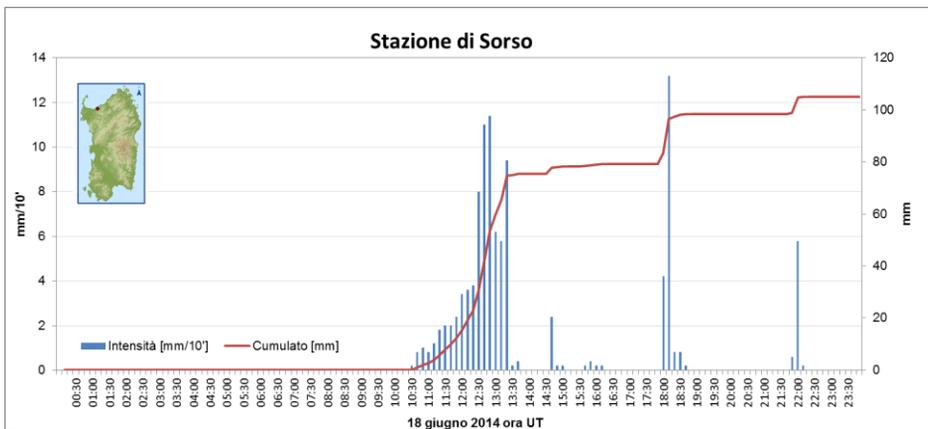


Figura 9. Evoluzione delle piogge di Sorso del 18 giugno 2014



Figura 10. Evoluzione delle piogge di Siniscola del 03 ottobre 2014.

Somme termiche

Le sommatorie termiche sono un importante indicatore biometeorologico che permette di spiegare il comportamento fenologico delle piante in relazione all'andamento termico che caratterizza un determinato periodo. Rappresentano, infatti, l'accumulo di unità termiche sopra una predefinita soglia di temperatura che è necessaria per consentire lo sviluppo degli organismi vegetali e che è variabile in relazione alla specie, alla eventuale cultivar e alla fase fenologica. Le sommatorie termiche si esprimono in Gradi Giorno o Growing Degree Days (GDD).

L'andamento delle sommatorie termiche in base 0 °C e 10 °C relativamente al periodo gennaio-dicembre 2014 mostra un anticipo termico molto significativo in particolare nelle aree costiere (figure 11 e 12). Le anomalie rispetto al dato medio sono piuttosto marcate e comprese tra 250 e 500 GDD lungo le coste e fino a 250 GDD nel restante territorio regionale. Nello specifico, le sommatorie in base 0 °C hanno variato tra 2150 e 6850 GDD, mentre quelle in base 10 °C tra 0 e 3200 GDD, con i valori maggiori registrati lungo le coste e nella pianura del Campidano.

Le cause di questo anticipo termico sono riconducibili all'inverno 2014 che è stato piuttosto mite e al periodo fine estate-autunno eccezionalmente caldo. Gli unici mesi che hanno mostrato, invece, un netto ritardo termico sono stati maggio e luglio 2014.

Nelle figure 13 e 14 è possibile osservare la mappa delle sommatorie per il quadrimestre settembre-dicembre che evidenzia l'anomalia positiva dei valori in particolare lungo la fascia occidentale (+200/250 GDD). I territori dove i valori di sommatorie termiche sono risultati più vicini al dato medio sono stati quelli della Barbagia.

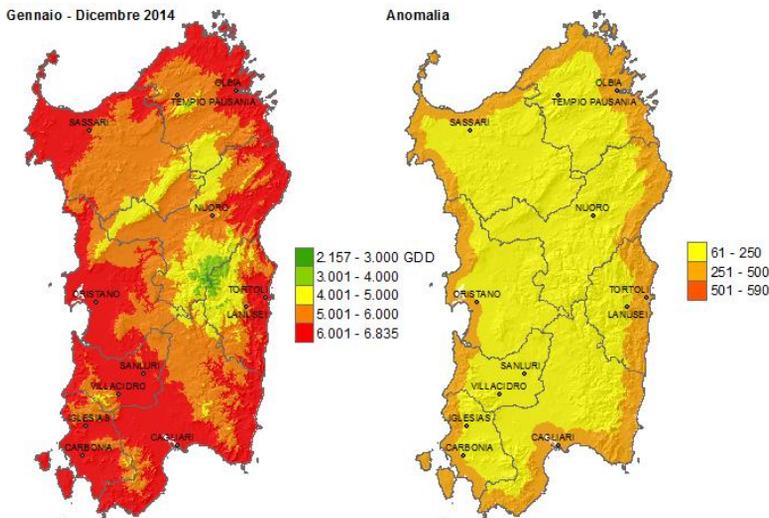


Figura 11. Sommatorie termiche in base 0 °C per gennaio–dicembre 2014 e raffronto con i valori medi pluriennali

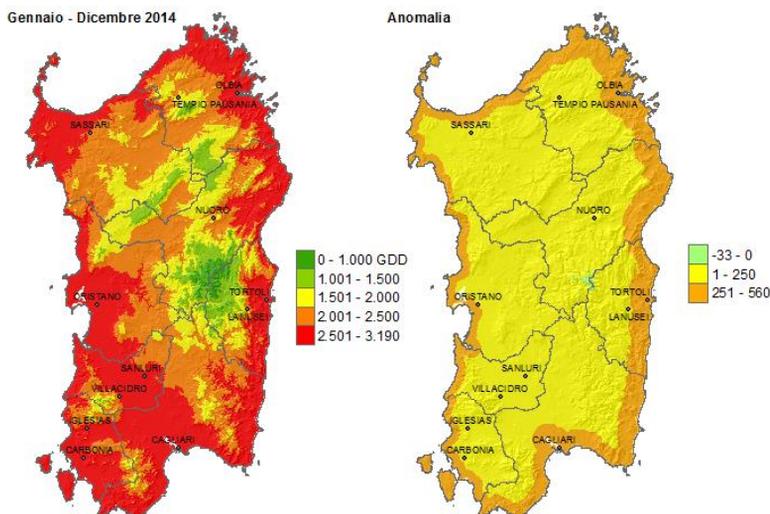


Figura 12. Sommatorie termiche in base 10 °C per gennaio–dicembre 2014 e raffronto con i valori medi pluriennali

Somme termiche

Le particolari condizioni termiche del periodo autunnale hanno determinato anomalie fenologiche per molte specie vegetali erbacee, arbustive e arboree. Nelle foto del dicembre 2014 (figure 15-17) sono rappresentate le fioriture anomale rispettivamente di Bouganvillea, Ibiscus (fioriture che tipicamente terminano con l'inizio dell'autunno ma che sono perdurate per le elevate temperature registrate) e Acacia dealbata che anziché fiorire nel corso della prima decade di febbraio ha anticipato la fioritura a fine dicembre. Tali osservazioni sono effettuate nell'ambito dell'attività di monitoraggio fenologico dell'ARPAS.



Figura 15. Bouganvillea



Figura 16. Acacia dealbata



Figura 17. Ibiscus

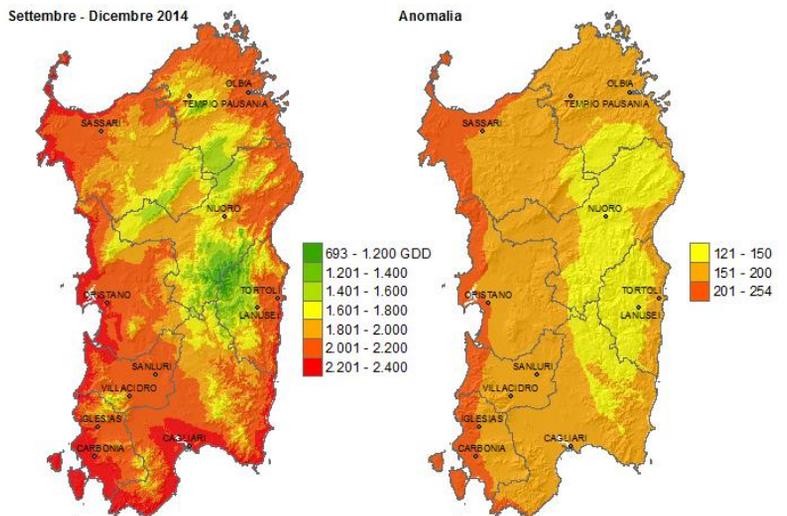


Figura 13. Sommatorie termiche in base 0 °C per settembre – dicembre 2014 e raffronto con i valori medi pluriennali

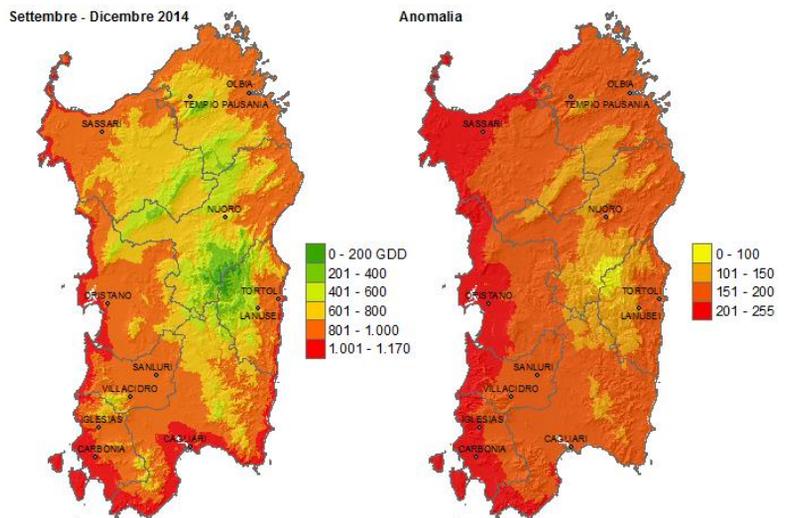


Figura 14. Sommatorie termiche in base 10 °C per settembre – dicembre 2014 e raffronto con i valori medi pluriennali

Indice di calore

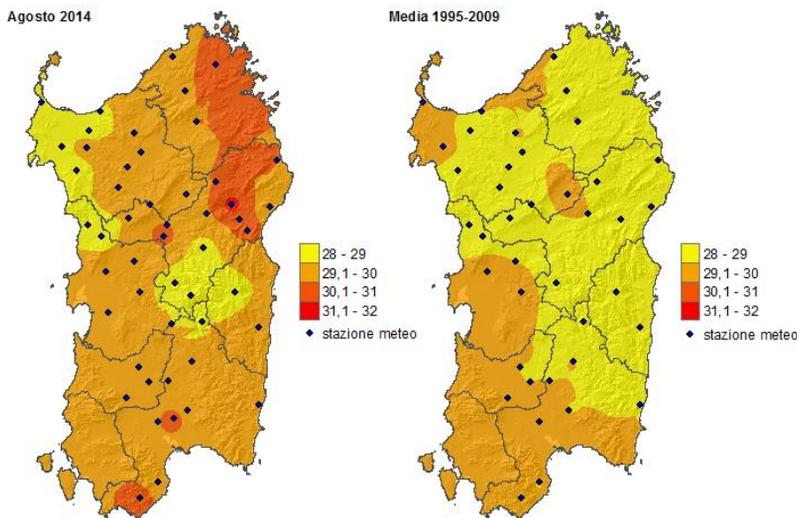
L'indice di calore o Heat Index (HI) permette di stimare la condizione di disagio fisiologico avvertita dalle persone in condizioni di "caldo afoso". In particolare, in base ai valori assunti dall'indice sono definiti cinque livelli di disagio con associata la descrizione del rischio riportati nella tabella 1.

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

Tabella 1. Classificazione di rischio dell'Indice di calore

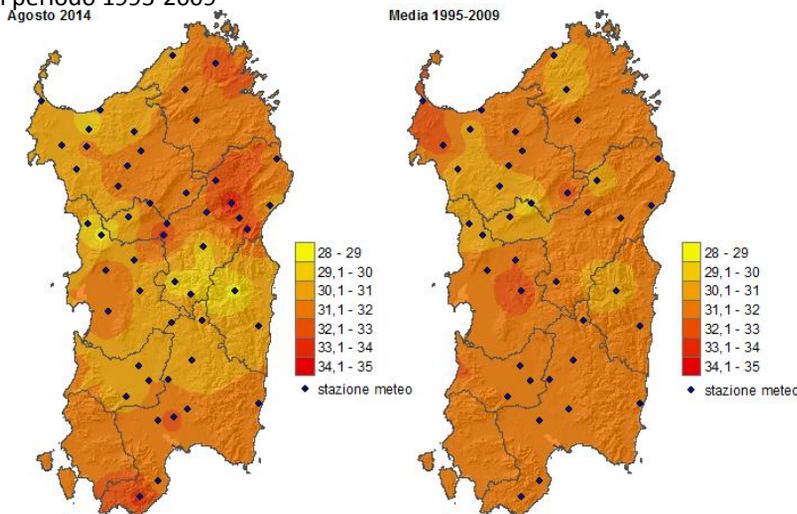
L'analisi dell'indice si riferisce ai soli mesi estivi. Il periodo maggio-settembre 2014 è stato contraddistinto da un primo trimestre in cui i valori medi e massimi dell'indice sono stati inferiori o in linea con la media di riferimento (1995-2009), mentre gli ultimi due mesi hanno fatto registrare valori in linea o superiori.

Figura 18. HI medio per agosto 2014 e raffronto con i valori medi del periodo 1995-2009



Il mese in cui l'HI ha evidenziato i valori più critici è stato agosto (figure 18 e 19) con un HI medio compreso tra 28 e 31 (livello di *Cautela*) mentre la media dei valori massimi è risultata compresa tra 28 e 34 (livello di *Cautela* ed *Estrema Cautela*).

Figura 19. HI media dei valori massimi per agosto 2014 e raffronto con i valori medi del periodo 1995-2009



Per quanto concerne la permanenza oraria dell'indice nei diversi livelli di disagio e, in particolare, l'anomalia rispetto al dato medio relativamente al periodo maggio-settembre 2014 (figura 20), è possibile rilevare come la maggior parte delle stazioni abbia presentato nel 2014 un maggior numero di ore nell'intervallo di *Cautela*, mentre si registra generalmente una minore permanenza nell'intervallo di *Estrema Cautela*.

Indice di calore

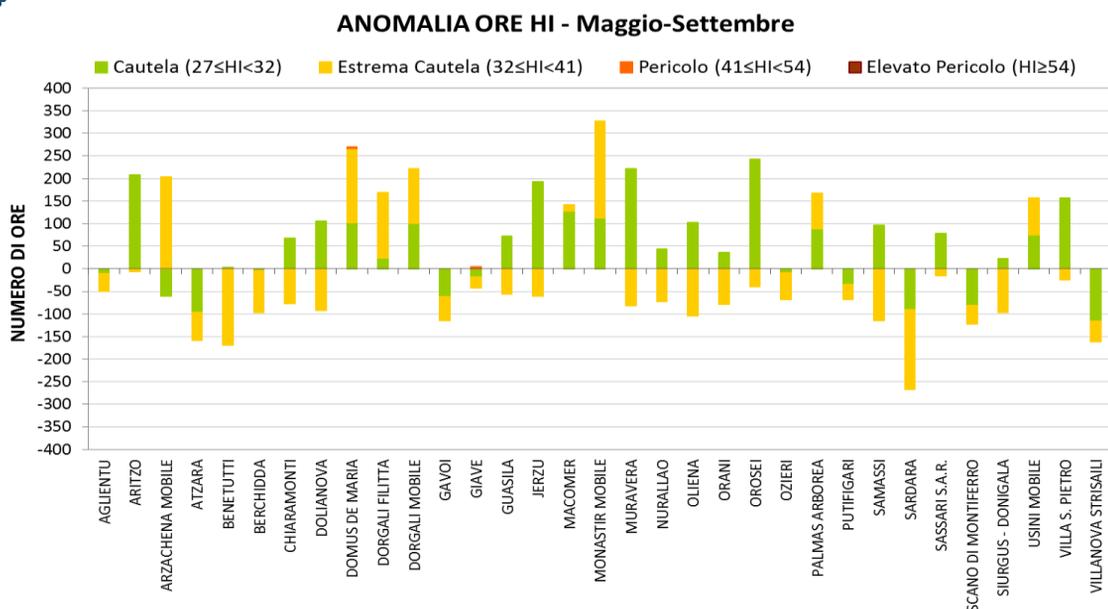


Figura 20. Anomalia delle ore HI nei diversi livelli di disagio per il periodo maggio-settembre.

Infine, l'andamento dell'indice HI massimo giornaliero per il periodo maggio-settembre 2014 riferito a due tra le stazioni più significative (figure 21 e 22) mostra come l'indice abbia iniziato a presentare disagio a partire dal mese di giugno, con degli alti e bassi, fino a tutto il mese di settembre. I valori più elevati si sono verificati nella terza decade di giugno e settembre e nella seconda decade di agosto con numerose giornate consecutive in cui l'indice massimo è risultato molto alto e continuativamente nell'intervallo di *Estrema Cautela*.

Steadman, R.G., 1979: The assessment of sultriness. Part I: A temperature-humidity index based on human physiology and clothing science. J. Appl. Meteor., 18, 861-873.

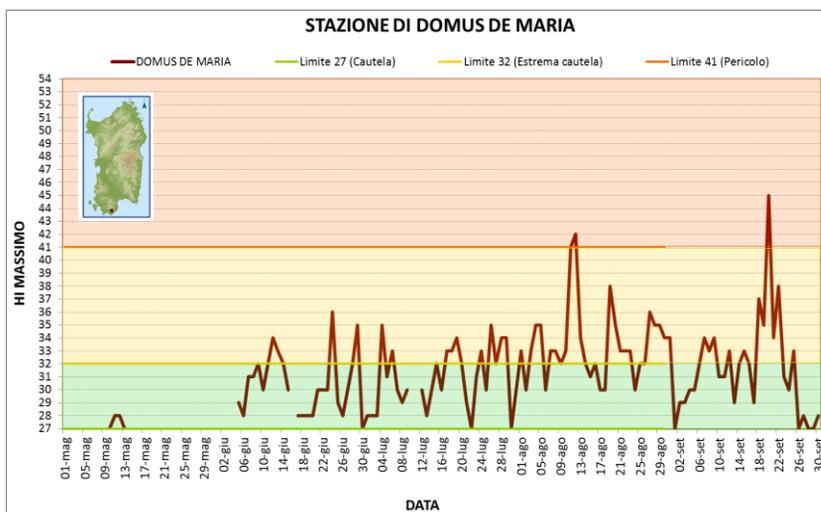


Figura 21. HI massimo giornaliero - stazione di Domus de Maria

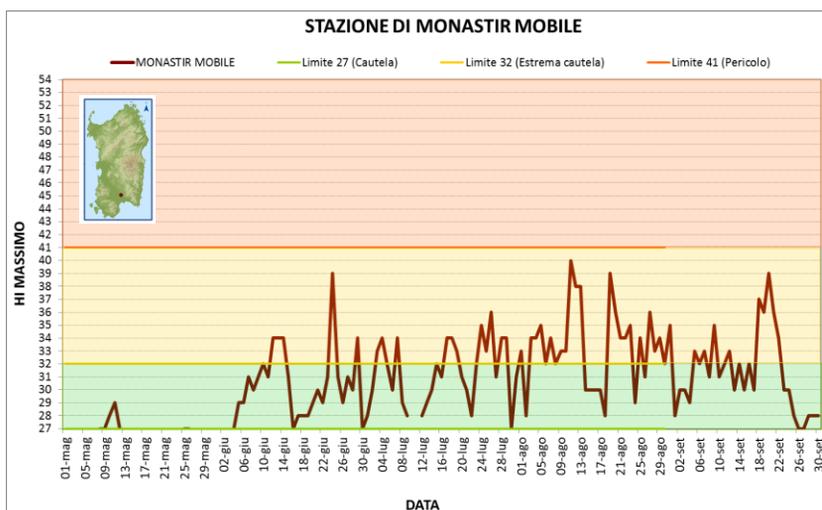


Figura 22. HI massimo giornaliero - stazione di Monastir mobile

Monitoraggio della siccità

Con il termine siccità si intende una condizione temporanea di relativa scarsità di risorse idriche rispetto ai valori che possono essere considerati normali, per un periodo di tempo significativo e su un'ampia regione. Si può distinguere tra siccità meteorologica, agricola, idrologica, ecc., ciascun tipo caratterizzato da differenti scale temporali: ad esempio, le condizioni di umidità dei suoli rispondono alle precipitazioni su una scala temporale relativamente breve; al contrario la portata fluviale e l'accumulo nelle falde riflettono le anomalie di pioggia su periodi più lunghi.

Il Dipartimento Meteorologico effettua il monitoraggio della siccità sul territorio regionale e pubblica bollettini a cadenza decadale e mensile, basati su diversi indicatori: anomalie di pioggia in termini di differenza e di rapporto con la media climatica, l'indice di precipitazione standardizzato, le mappe bilancio idroclimatico.

Il bilancio idroclimatico rappresenta la differenza tra le precipitazioni e le perdite evapotraspirative, entrambe espresse in millimetri. Il bilancio consente di esprimere l'apporto meteorologico netto ed evidenzia le condizioni di disponibilità idrica e le eventuali condizioni di siccità che caratterizzano le diverse aree della regione nel corso dell'anno. L'evapotraspirazione di riferimento (ET_0) è calcolata col metodo di Hargreaves-Samani basato sui dati di temperatura minima, massima e media.

Nel 2014 l'evapotraspirazione mensile ha raggiunto i valori minimi in gennaio e in dicembre, pari a circa 20-40 mm secondo la località e i massimi in giugno quando si sono raggiunti e superati 200 mm. Il Bilancio Idroclimatico ha registrato condizioni estese di surplus idrico da gennaio a marzo, mentre dal mese di aprile il bilancio ha mostrato condizioni di deficit fino al mese di ottobre. Rispetto alla media climatica 1971-2000, nel primo trimestre dell'anno si sono registrati in generale incrementi di disponibilità idrica, diffusi su buona parte della Sardegna ad eccezione del versante orientale, in cui si sono avute anomalie di segno negativo. Nel semestre successivo si sono avuti valori inferiori alla media ad eccezione del mese di luglio. Nell'ultimo trimestre si sono avute condizioni di forte deficit rispetto alla media in ottobre, attenuatosi nel bimestre successivo. Nelle figure 23 e 24 sono riportate le mappe del bilancio annuale e del semestre centrale.

Figura 23. Mappa di bilancio idroclimatico annuo 2014

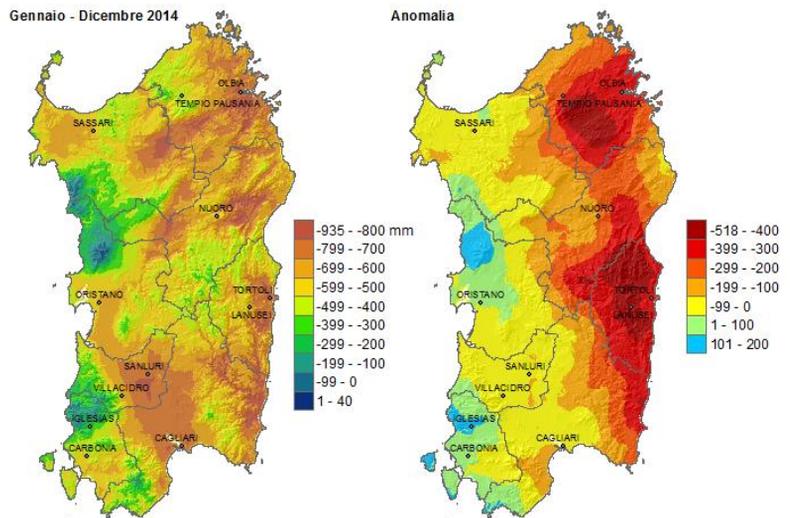
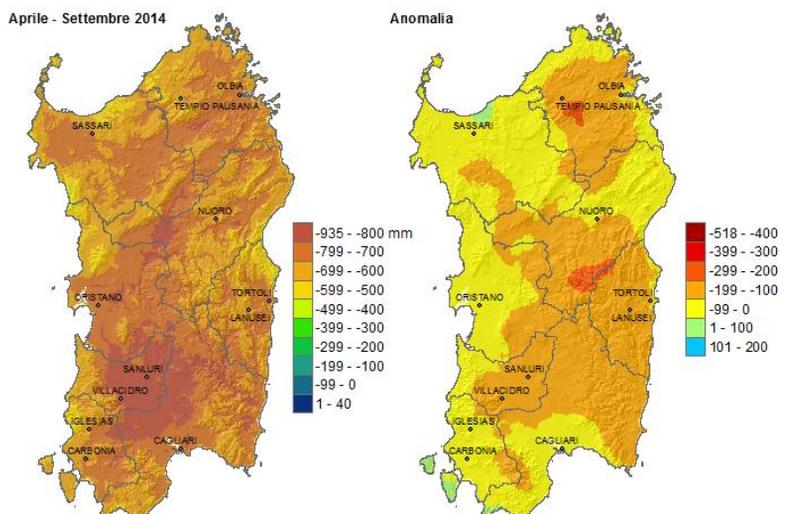


Figura 24. Mappa di bilancio idroclimatico del semestre aprile-settembre 2014



Monitoraggio della siccità

L'indice SPI (Standardized Precipitation Index) è l'indicatore maggiormente usato a livello internazionale per descrivere gli eventi siccitosi e considera lo scostamento della pioggia dal valore medio climatico, rispetto alla deviazione standard della serie storica di riferimento. I valori dell'indice possono essere interpretati secondo la tabella 2:

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

Tabella 2. Classificazione dell'indice SPI

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

Standardized Precipitation Index User Guide. World Meteorological Organization, 2012: M. Svoboda, M. Hayes and D. Wood. (WMO-No. 1090), Geneva, Switzerland.



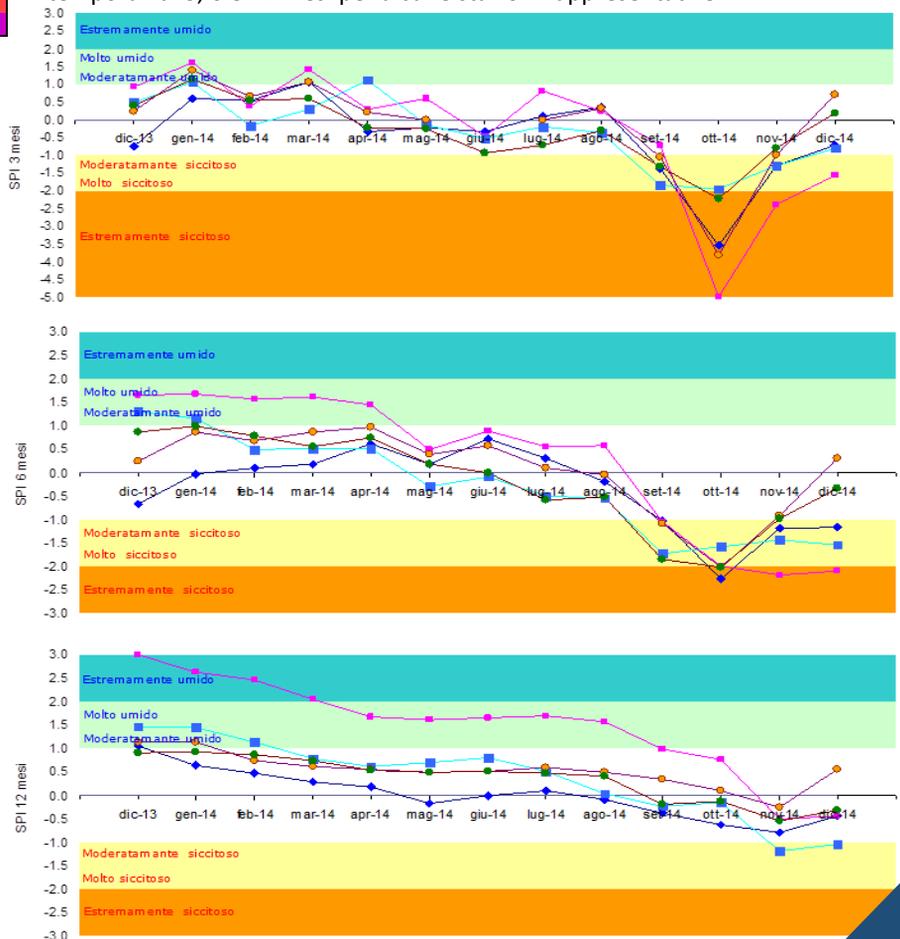
- ◆ Olmedo
- ◆ Tempio *
- ◆ Sadali
- ◆ Oristano *
- ◆ Villasor *

* Stazioni della Rete di Protezione Civile Regionale

Le mappe e i grafici prodotti a cadenza mensile raffigurano la distribuzione dell'Indice SPI per gli ultimi 3, 6 e 12 mesi. L'analisi su periodi di diversa durata si basa sul presupposto che le componenti del sistema idrologico rispondono in maniera differente alla durata di un deficit di precipitazione: ad esempio il contenuto idrico del suolo risente dei deficit di breve durata (1-3 mesi), mentre deficit pluviometrici che si prolungano per svariati mesi (6, 12 e oltre) possono avere conseguenze sui deflussi superficiali, sulle falde sotterranee e sulle risorse idriche invasate nei laghi e nei serbatoi artificiali.

I grafici riportati nella figura 25 mostrano l'andamento mensile dei valori dell'Indice SPI calcolato per il 2014 su finestre temporali di 3, 6 e 12 mesi. I valori sono riferiti alle stazioni di Olmedo, Tempio, Sadali, Oristano e Villasor, rappresentative di diverse aree della Sardegna. Si può osservare una graduale riduzione nel corso dell'anno fino a raggiungere i valori minimi in autunno, corrispondenti su vaste aree alla classe «estremamente siccitoso» in particolare per il calcolo su 3 mesi.

Figura 25. Andamento mensile dell'indice SPI calcolato con finestre temporali di 3, 6 e 12 mesi per alcune stazioni rappresentative.



Clima e meteo

Monitoraggio della siccità – le condizioni autunnali

Il calcolo trimestrale dello SPI (figura 26) ha permesso di evidenziare le condizioni critiche per le coltivazioni e la vegetazione spontanea registrate nell'autunno, considerando che il contenuto idrico del suolo risente dei deficit pluviometrici anche di breve durata (1-3 mesi). L'indice SPI sulla finestra mobile di 3 mesi mostra una progressiva riduzione dei valori nell'arco del secondo semestre a causa del deficit pluviometrico. Si passa infatti da valori compresi generalmente tra -1 e 1, corrispondenti ad una situazione di normalità (*vicino alla media*) nel trimestre che termina in luglio e in quello successivo; nel mese di settembre la carenza di piogge ha ridotto i valori portandoli su vaste aree fino a -2, indicando condizioni di *Moderatamente siccitoso* e *Molto siccitoso*, ed in aree più circoscritte, in cui le piogge estive sono state più carenti, fino a valori di -2.5, corrispondenti alla classe *Estremamente siccitoso*.

Nel trimestre agosto-ottobre, comprendente perciò l'inizio della stagione piovosa, le piogge sono state decisamente deficitarie rispetto a quelle attese e solo nella fascia costiera della Baronia (Siniscola) i valori totali si sono approssimati alla media climatica o la hanno superata. Sulla maggior parte del territorio isolano i cumulati del trimestre si collocano al di sotto dei 60 mm, registrando un deficit prossimo o superiore ai -100 mm nella maggior parte dei casi. L'indice SPI trimestrale assume in ottobre quasi ovunque valori inferiori a -1.5, corrispondenti alla classe *Molto siccitoso*, per raggiungere valori inferiori a -2 e persino a -3, corrispondenti a *Estremamente siccitoso*. Nel trimestre settembre-novembre, gli apporti piovosi dell'ultimo mese hanno in parte mitigato le condizioni di siccità del periodo precedente, mentre nell'ultimo trimestre dell'anno l'indice SPI in generale si è ulteriormente attenuato riportandosi su valori compresi tra -1 e 1, su buona parte del territorio regionale.

L'indice NDVI (*Normalized Difference Vegetation Index*), mostra per novembre estese aree con valori relativamente bassi corrispondenti a bassa o assente copertura vegetale, oppure a vegetazione in fase di senescenza o necromassa (valori da 0.05 a 0.25), a causa degli scarsi apporti idrici dei mesi precedenti (figura 27).

Figura 27. Mappa NDVI di novembre 2014

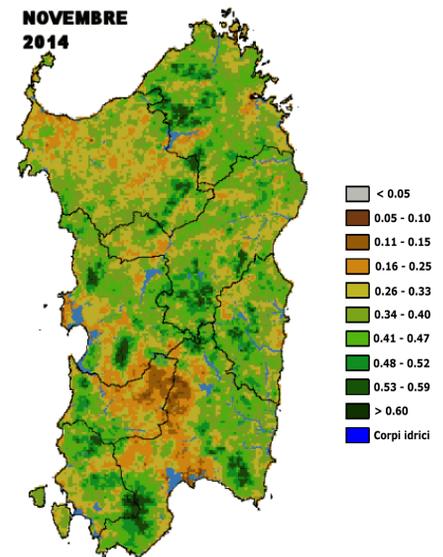
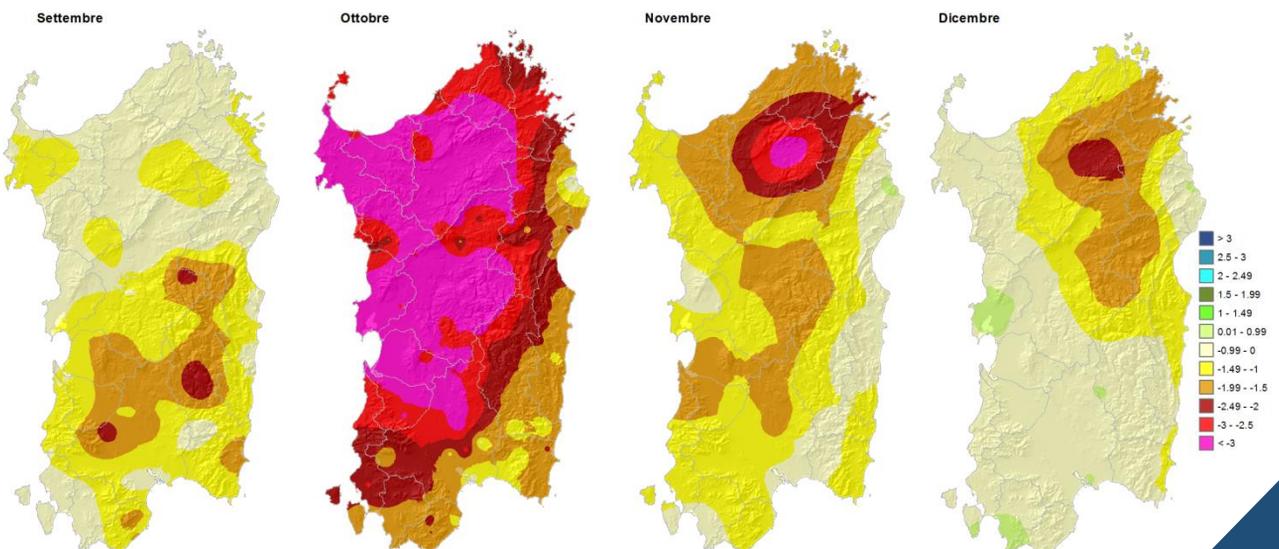


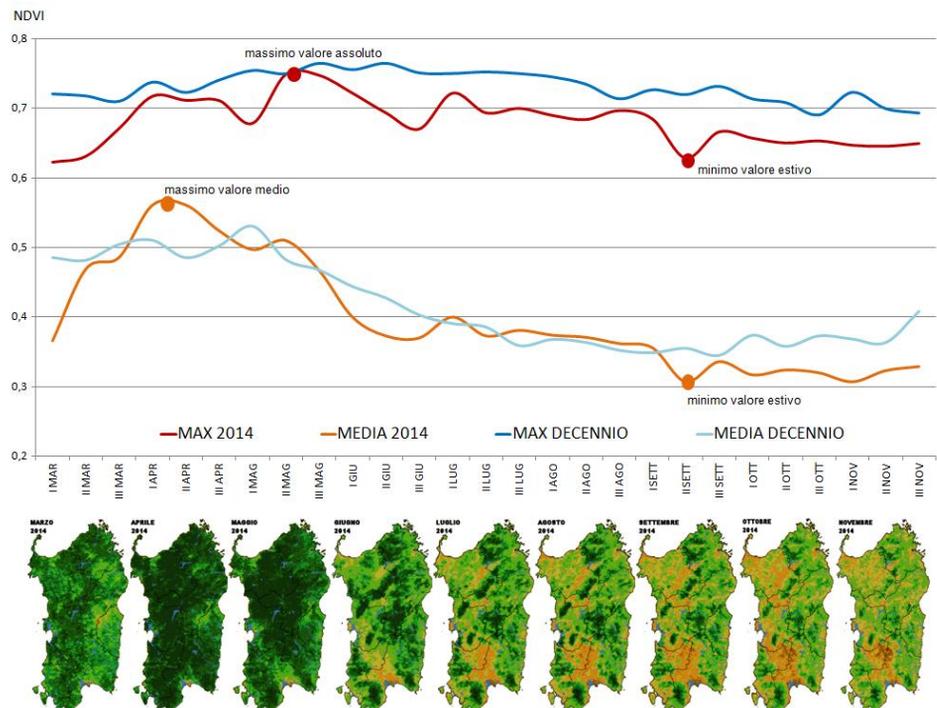
Figura 26. Mappe dell'indice SPI da settembre a dicembre, calcolato con finestre temporali di 3 mesi.



Indice di vegetazione da satellite NDVI

L'analisi NDVI è concentrata sul periodo marzo – novembre in quanto quello di maggiore interesse per il rischio incendi. I valori dell'Indice col risveglio vegetativo aumentano fra marzo e aprile, registrando fra la prima e la seconda decade di aprile il picco dei valori medi per il 2014 (figura 28). A maggio i valori continuano a crescere e si registra il picco vegetativo assoluto dei valori massimi fra la prima e la seconda decade, complice la piena vegetazione delle specie caducifoglie e della macchia mediterranea che si associa al vigore delle specie erbacee, in particolare nelle aree prato-pascolo e a macchia rada. Dalla seconda decade di maggio i valori decrescono con continuità per tutto il mese di giugno, per poi aumentare a luglio, anche se di poco, per l'associarsi delle anomali abbondanti precipitazioni ed alte temperature. Da questo momento in poi i valori NDVI medi e massimi si riducono progressivamente. Il minimo assoluto per l'estate del 2014 si osserva, dopo un agosto di transizione, sia per i valori massimi che per i valori medi, nella seconda decade di settembre.

Figura 28. Andamento dei valori decadali di NDVI da marzo a novembre 2014 e raffronto coi valori medi del decennio 2004-2013



L'Indice di vegetazione da satellite NDVI è generato dal Dipartimento Meteorologico Arpas tramite l'elaborazione dei dati del satellite ambientale NOAA; esprime la biomassa fotosinteticamente attiva, sfruttando la diversa risposta della copertura vegetale alle bande spettrali del visibile e dell'infrarosso vicino. Valori elevati corrispondono ad attività fotosintetica significativa e sono rappresentati convenzionalmente con i toni del verde scuro; valori bassi corrispondono ad attività fotosintetica ridotta e sono indicate con toni di verde acido, giallo ocra e marrone. Stima qualitativamente, la vigoria della vegetazione o la presenza sullo strato superficiale del suolo di vegetazione secca, necrotica. E' usato per valutare gli effetti del bilancio idrico sulla vegetazione spontanea e la diversa suscettibilità del territorio al rischio incendi per usi di protezione civile.

Classificazione dello stato della vegetazione

CLASSE 0 NON CLASSIFICABILE < 0.05	CLASSE 3 DISCRETO 0.26 - 0.40
CLASSE 1 NECROTIZZATO 0.05 - 0.15	CLASSE 4 VIGOROSO 0.41 - 0.59
CLASSE 2 SCARSO 0.16 - 0.25	CLASSE 5 MOLTO VIGOROSO > 0.60

I valori dell'indice fra settembre, ottobre e novembre non risalgono e rimangono costanti sui propri valori ridotti fino alla terza decade di novembre, in cui riprendono, se pur lievemente, a salire rimanendo stabili fino a dicembre. Durante la prima decade di novembre, a causa dello scarso apporto di precipitazioni registrato fra settembre e ottobre, in concomitanza di giornate con valori termici elevati e forte ventosità sono stati registrati numerosi incendi. L'anomalia dei valori NDVI è rilevante. Anche rispetto al decennio di riferimento i valori per il 2014 risultano al di sotto dei valori medi. Nel grafico si osserva un costante distacco fra la linea blu, che raffigura i massimi valori del decennio, con quella rossa, che rappresenta l'andamento del 2014. Anche la curva arancione, che indica i valori medi, dalla seconda decade di settembre si osserva essere costantemente al di sotto della curva azzurra che rappresenta i valori medi del decennio 2004-2013.

Carta Bioclimatica della Sardegna

La Bioclimatologia è la scienza che studia le interazioni che intercorrono tra il clima e la distribuzione degli esseri viventi sulla Terra. Fin dalle sue origini, la bioclimatologia ha posto in relazione le grandezze numeriche dei fattori climatici (temperatura, precipitazioni) con gli areali di distribuzione delle piante e delle comunità vegetali, allo scopo di comprendere le influenze del clima sulla distribuzione delle popolazioni e delle biocenosi. Inoltre la bioclimatologia mette in evidenza le modificazioni che gli areali distributivi degli esseri viventi potrebbero subire con i cambiamenti del clima, e gli adattamenti degli esseri viventi a tali cambiamenti.

L'analisi bioclimatica del territorio regionale è stata effettuata elaborando i dati climatici del trentennio recente 1971-2000. Si è utilizzato il modello bioclimatico denominato "Worldwide Bioclimatic Classification System" (WBCS) proposto da Rivas-Martinez, che mette in relazione le grandezze del clima quali temperatura e precipitazioni con la distribuzione di specie e comunità vegetali sulla superficie terrestre. Tale classificazione, grazie alla elevata reciprocità dei modelli biofisici che stanno alla base delle interazioni clima-vegetazione, permette di realizzare mappe bioclimatiche sufficientemente corrette e aggiornate. Una conseguenza pratica di questi studi è "conseguire un valore predittivo reciproco per qualunque zona del pianeta, conoscendo solo una delle due variabili tra clima e vegetazione" (Rivas-Martinez 2004).

Base di dati

- dati medi mensili di temperatura minima, massima e media relativi a 68 stazioni termopluviometriche;
- dati medi mensili di precipitazione relativi a 203 stazioni pluviometriche.

Tecnologie

Analisi GIS e Geostatistica

Elaborazione degli Indici bioclimatici

Sulle mappe di temperatura e precipitazione precedentemente spazializzate si sono applicate le formule di calcolo relative ad ogni indice, per ottenere le mappe corrispondenti agli indici bioclimatici WBCS (figure 29-32):

- Macrobioclimi;
- Bioclimi;
- Piani fitoclimatici (Termotipi);
- Indice Ombrotermico;
- Indice di Continentalità;

Elaborazione della Carta Bioclimatica finale

Dall'overlay spaziale degli indici bioclimatici è stato possibile ottenere un nuovo layer con la classificazione degli Isobioclimi, che costituiscono un'unità territoriale bioclimatica formata da un Bioclima, un Termotipo e un Ombrotipo e una classe di Continentalità. A ciascun Isobioclima corrisponde uno spazio bioclimatico proprio, identificabile dai valori climatici di ognuna delle unità bioclimatiche che lo costituiscono. Tale output costituisce la Carta Bioclimatica finale che presenta 43 classi di Isobioclimi con risoluzione spaziale di 40 metri (figura 33 e tabella 3).

Applicazioni

E' stata realizzata un'analisi territoriale della distribuzione delle principali serie di vegetazione presenti in Sardegna, in sovrapposizione agli Isobioclimi, per poter definire la nicchia bioclimatica delle serie di vegetazione e delle specie che le caratterizzano, e per poter comprendere l'evoluzione nella loro distribuzione, sia in termini di scomparsa degli areali che di adattamento, se le condizioni climatiche dovessero cambiare.

ID	Isobioclimi	ha	%
6	TERMOMEDITERRANEO SUPERIORE, SECCO INFERIORE, EUOCEANICO DEBOLE	218	9.02
10	TERMOMEDITERRANEO SUPERIORE, SECCO SUPERIORE, EUOCEANICO DEBOLE	299	12.40
17	MESOMEDITERRANEO INFERIORE, SECCO SUPERIORE, EUOCEANICO DEBOLE	494	20.47
20	MESOMEDITERRANEO INFERIORE, SUBUMIDO INFERIORE, EUOCEANICO DEBOLE	531	22.02
28	MESOMEDITERRANEO SUPERIORE, SUBUMIDO SUPERIORE, EUOCEANICO DEBOLE	160	6.63

Tabella 3. Isobioclimi più rappresentati in Sardegna.

Clima e meteo

Indici Bioclimatici WBCS

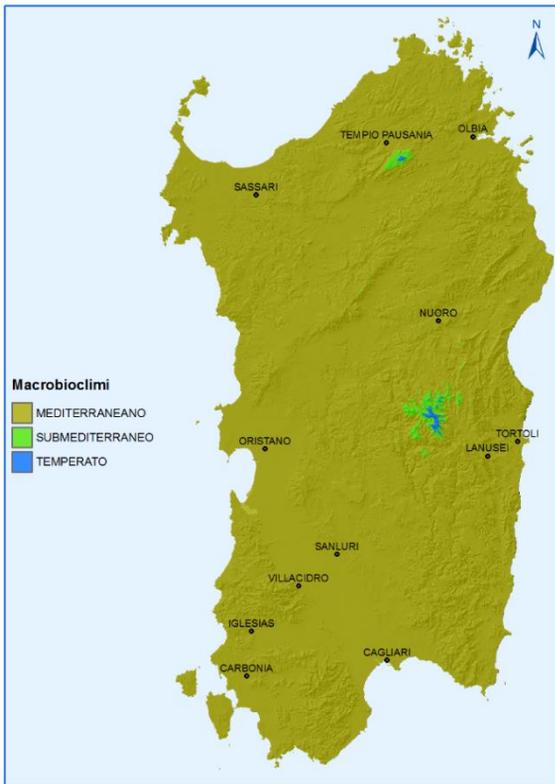


Figura 29. Mappa dei Macrobioclimi

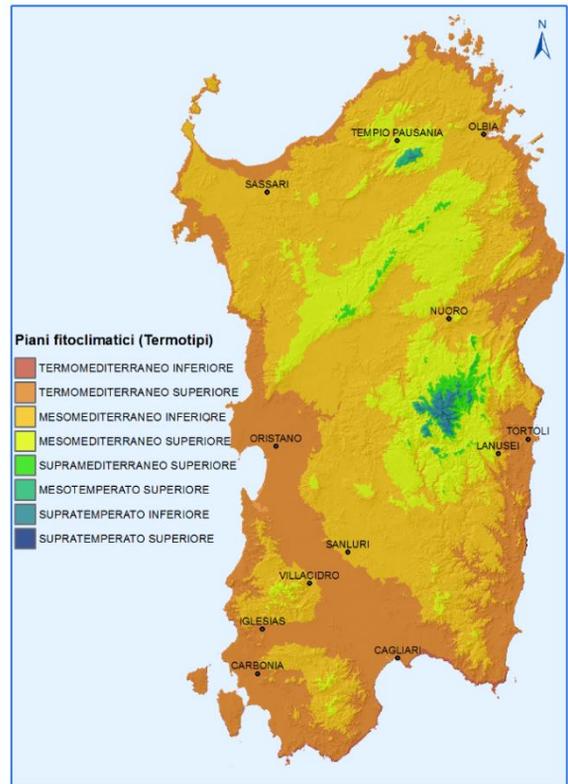


Figura 30. Mappa dei Piani Fitoclimatici

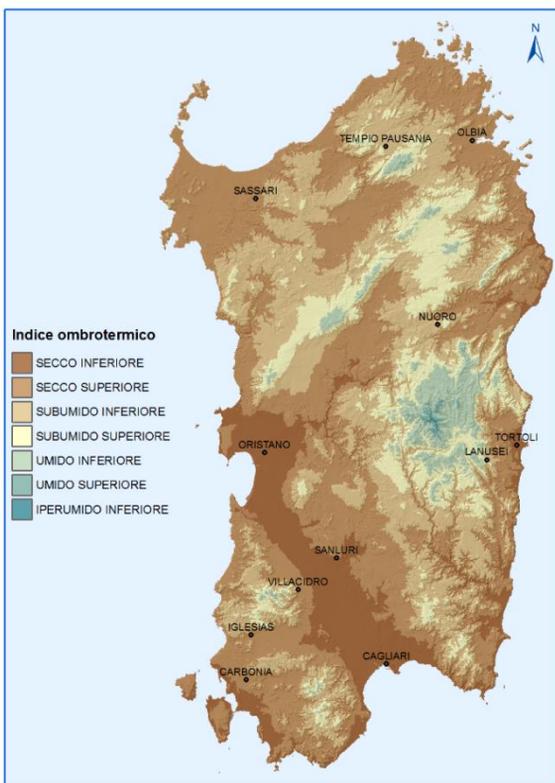


Figura 31. Mappa dell'Indice Ombrotermico

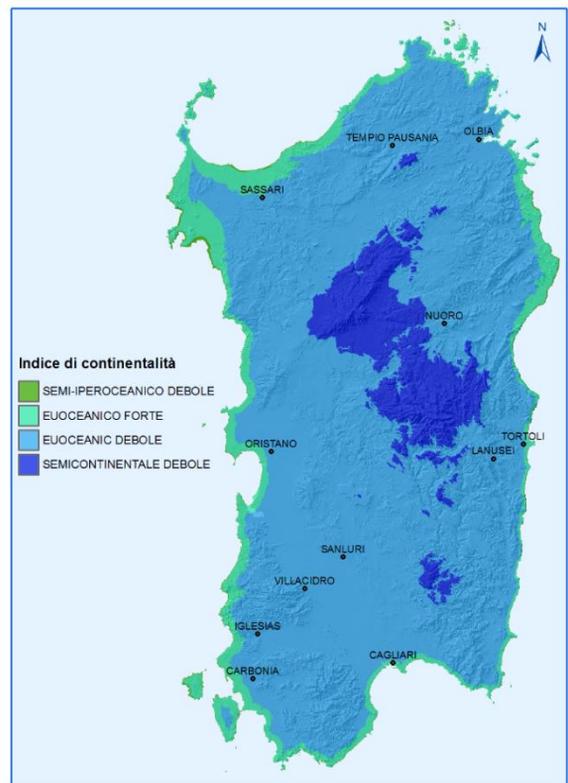


Figura 32. Mappa dell'Indice di Continentalità

Carta Bioclimatica della Sardegna

Isobioclimi

Mediterraneo Pluvistagionale-Oceanico

- 1 - TERMOMEDITERRANEO INFERIORE, SECCO INFERIORE, SEMI-IPEROCEANICO DEBOLE
- 2 - TERMOMEDITERRANEO INFERIORE, SECCO INFERIORE, EUOCEANICO DEBOLE
- 3 - TERMOMEDITERRANEO INFERIORE, SECCO SUPERIORE, SEMI-IPEROCEANICO DEBOLE
- 4 - TERMOMEDITERRANEO INFERIORE, SECCO SUPERIORE, EUOCEANICO FORTE
- 5 - TERMOMEDITERRANEO SUPERIORE, SECCO INFERIORE, SEMI-IPEROCEANICO DEBOLE
- 6 - TERMOMEDITERRANEO SUPERIORE, SECCO INFERIORE, EUOCEANICO DEBOLE
- 7 - TERMOMEDITERRANEO SUPERIORE, SECCO INFERIORE, EUOCEANICO FORTE
- 8 - TERMOMEDITERRANEO SUPERIORE, SECCO SUPERIORE, SEMI-IPEROCEANICO DEBOLE
- 9 - TERMOMEDITERRANEO SUPERIORE, SECCO SUPERIORE, EUOCEANICO FORTE
- 10 - TERMOMEDITERRANEO SUPERIORE, SECCO SUPERIORE, EUOCEANICO DEBOLE
- 11 - TERMOMEDITERRANEO SUPERIORE, SUBUMIDO INFERIORE, SEMI-IPEROCEANICO DEBOLE
- 12 - TERMOMEDITERRANEO SUPERIORE, SUBUMIDO INFERIORE, EUOCEANICO FORTE
- 13 - TERMOMEDITERRANEO SUPERIORE, SUBUMIDO INFERIORE, EUOCEANICO DEBOLE
- 14 - MESOMEDITERRANEO INFERIORE, SECCO INFERIORE, EUOCEANICO DEBOLE
- 15 - MESOMEDITERRANEO INFERIORE, SECCO INFERIORE, SEMICONTINENTALE DEBOLE
- 16 - MESOMEDITERRANEO INFERIORE, SECCO SUPERIORE, EUOCEANICO FORTE
- 17 - MESOMEDITERRANEO INFERIORE, SECCO SUPERIORE, EUOCEANICO DEBOLE
- 18 - MESOMEDITERRANEO INFERIORE, SECCO SUPERIORE, SEMICONTINENTALE DEBOLE
- 19 - MESOMEDITERRANEO INFERIORE, SUBUMIDO INFERIORE, EUOCEANICO FORTE
- 20 - MESOMEDITERRANEO INFERIORE, SUBUMIDO INFERIORE, EUOCEANICO DEBOLE
- 21 - MESOMEDITERRANEO INFERIORE, SUBUMIDO INFERIORE, SEMICONTINENTALE DEBOLE
- 22 - MESOMEDITERRANEO INFERIORE, SUBUMIDO SUPERIORE, EUOCEANICO FORTE
- 23 - MESOMEDITERRANEO INFERIORE, SUBUMIDO SUPERIORE, EUOCEANICO DEBOLE
- 24 - MESOMEDITERRANEO INFERIORE, SUBUMIDO SUPERIORE, SEMICONTINENTALE DEBOLE
- 25 - MESOMEDITERRANEO SUPERIORE, SECCO SUPERIORE, EUOCEANICO DEBOLE
- 26 - MESOMEDITERRANEO SUPERIORE, SUBUMIDO INFERIORE, EUOCEANICO DEBOLE
- 27 - MESOMEDITERRANEO SUPERIORE, SUBUMIDO INFERIORE, SEMICONTINENTALE DEBOLE
- 28 - MESOMEDITERRANEO SUPERIORE, SUBUMIDO SUPERIORE, EUOCEANICO DEBOLE
- 29 - MESOMEDITERRANEO SUPERIORE, SUBUMIDO SUPERIORE, SEMICONTINENTALE DEBOLE
- 30 - MESOMEDITERRANEO SUPERIORE, UMIDO INFERIORE, EUOCEANICO DEBOLE
- 31 - MESOMEDITERRANEO SUPERIORE, UMIDO INFERIORE, SEMICONTINENTALE DEBOLE
- 32 - SUPRAMEEDITERRANEO INFERIORE, SUBUMIDO SUPERIORE, EUOCEANICO DEBOLE
- 33 - SUPRAMEEDITERRANEO INFERIORE, SUBUMIDO SUPERIORE, SEMICONTINENTALE DEBOLE
- 34 - SUPRAMEEDITERRANEO INFERIORE, UMIDO INFERIORE, EUOCEANICO DEBOLE
- 35 - SUPRAMEEDITERRANEO INFERIORE, UMIDO INFERIORE, EUOCEANICO DEBOLE

Temperato Oceanico (variante Submediterranea)

- 36 - MESOTEMPERATO SUPERIORE (submediterraneo), UMIDO INFERIORE, EUOCEANICO DEBOLE
- 37 - MESOTEMPERATO SUPERIORE (submediterraneo), UMIDO INFERIORE, SEMICONTINENTALE DEBOLE
- 38 - SUPRATEMPERATO INFERIORE (submediterraneo), UMIDO INFERIORE, SEMICONTINENTALE DEBOLE
- 39 - SUPRATEMPERATO INFERIORE (submediterraneo), UMIDO SUPERIORE, SEMICONTINENTALE DEBOLE

Temperato Oceanico

- 40 - SUPRATEMPERATO INFERIORE, UMIDO INFERIORE, SEMICONTINENTALE DEBOLE
- 41 - SUPRATEMPERATO INFERIORE, UMIDO SUPERIORE, SEMICONTINENTALE DEBOLE
- 42 - SUPRATEMPERATO INFERIORE, IPERUMIDO INFERIORE, SEMICONTINENTALE DEBOLE
- 43 - SUPRATEMPERATO SUPERIORE, IPERUMIDO INFERIORE, SEMICONTINENTALE DEBOLE

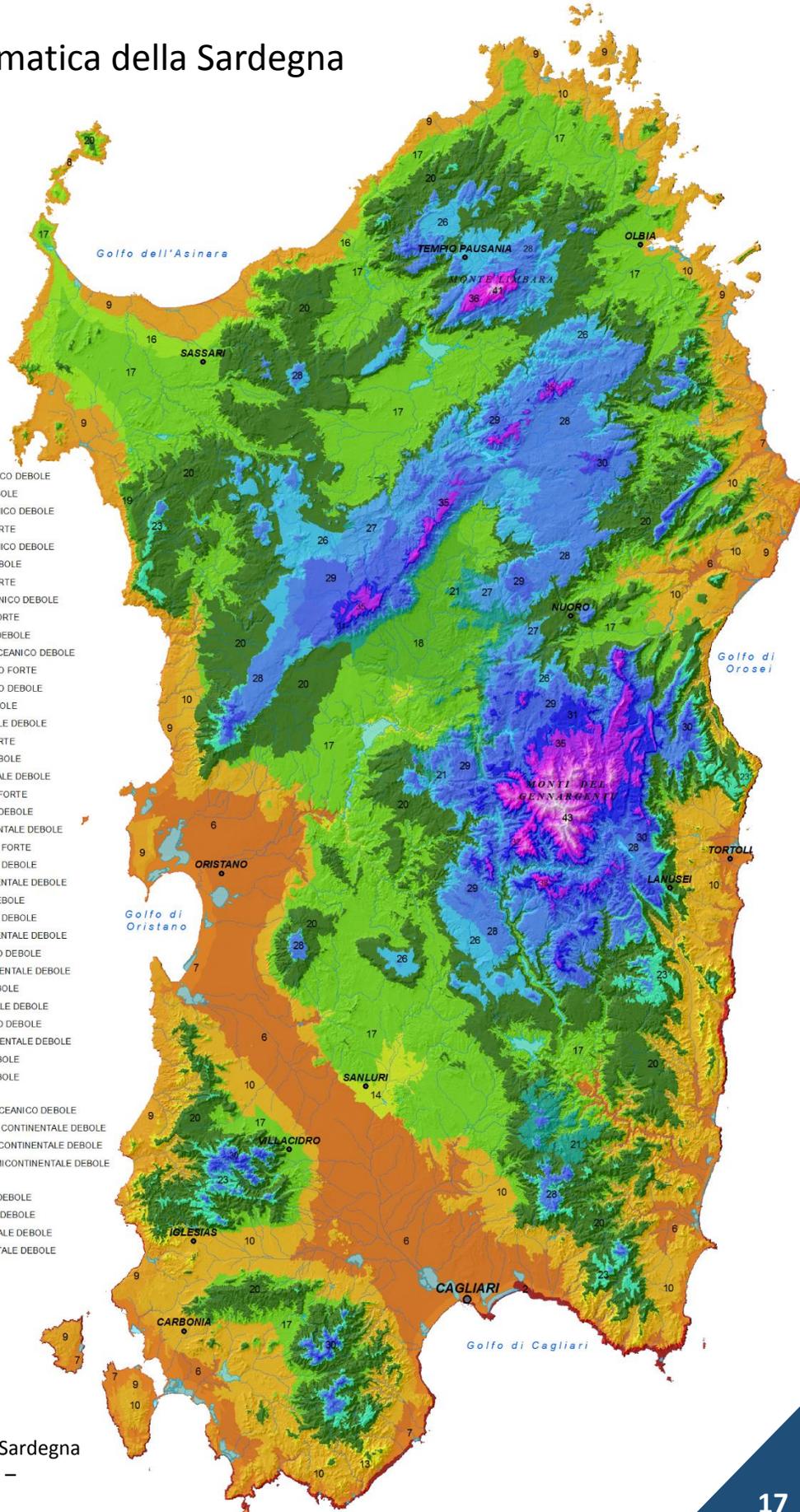


Figura 33. Carta Bioclimatica della Sardegna (periodo di riferimento 1971/2000 – risoluzione spaziale: 40 metri)

Zone umide

Censimento e cartografia delle Zone Umide della Sardegna

Inventario e classificazione Zone Umide

All'interno delle attività del progetto MedWet, è stata realizzata la cartografia regionale delle zone umide, tenendo conto dei criteri della Convenzione di Ramsar applicati alla Bioregione Mediterranea (figura 34).

La perimetrazione ha tenuto conto dell'esistenza di aree già soggette a tutela quali: Parchi Nazionali, Parchi Regionali, SIC e ZPS aggiornati al 2014 e delle relative informazioni cartografiche già esistenti. Per le Zone Umide non ricadenti in tali aree si sono utilizzate tutte le informazioni più aggiornate relative alla delimitazione dei corpi idrici in sovrapposizione all'ortofoto del 2006 della Regione Sardegna.

E' stato inoltre aggiornato il database Panmediterranean Wetland Inventory, comune agli altri Paesi del Mediterraneo, nella parte relativa alla georeferenziazione dei poligoni, alle informazioni relative allo stato di protezione, ad alcune caratteristiche ecologiche generali, ed infine alle attività, alle minacce e agli impatti presenti su gran parte delle Zone Umide.

Sono state così ottenute 132 zone umide complessive, che comprendono anche le Aree Marine protette, secondo le indicazioni del MATTM.

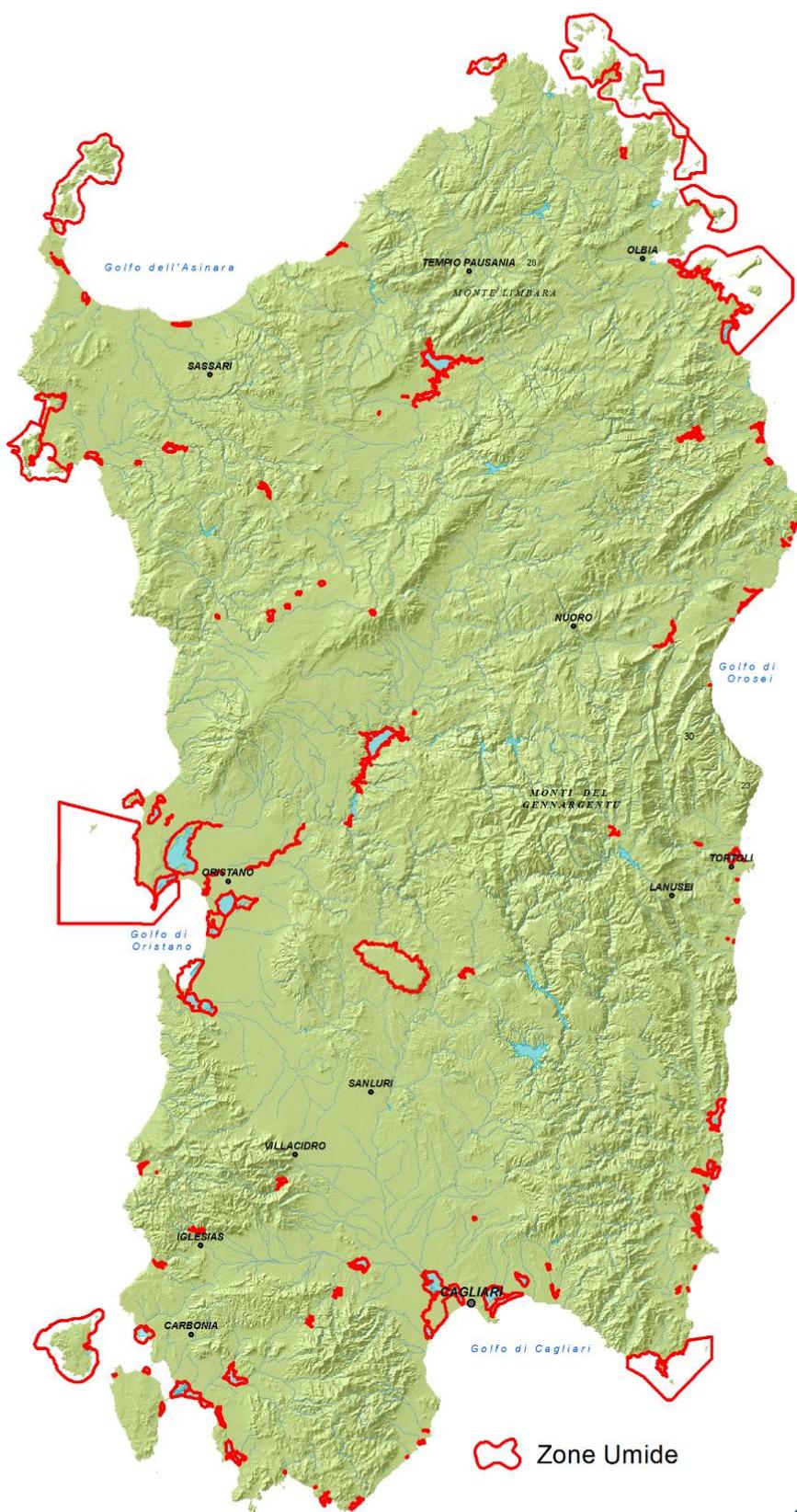


Figura 34. Carta delle zone umide della Sardegna

Zone umide

Censimento e cartografia delle Zone Umide della Sardegna

Tipologia delle Zone Umide: su 132 zone umide quelle marino-costiere rappresentano il 67% del totale, mentre quelle artificiali costituiscono il 23% e il 10% sono zone umide interne (figura 35).

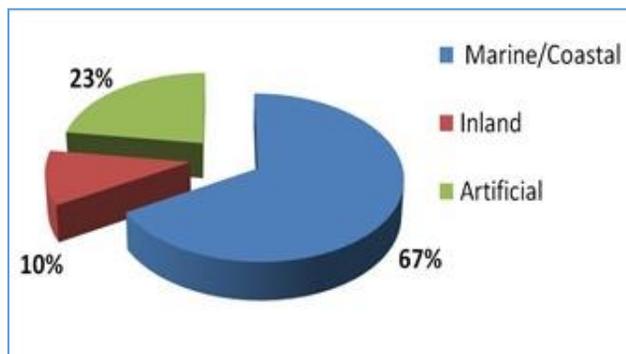


Figura 35. tipologia delle zone umide della Sardegna

Come si può notare in figura 36, alla distribuzione numerica delle zone umide non corrisponde una distribuzione della superficie occupata dalle stesse nelle rispettive province. Su un totale di 93.975 ha (pari allo 0,4% della superficie della Sardegna) occupati da aree caratterizzate da ambienti umidi, il 27% ricade nella provincia di Olbia Tempio, il 20% in quella di Oristano, e il 19% circa in quella di Sassari. La superficie delle zone umide ricadenti nella provincia di Cagliari rappresenta soltanto l'11% del totale a fronte di un numero elevato di esse (circa ¼ del totale). Questa discrepanza è dovuto al fatto che a parte gli stagni e le saline localizzate in prossimità dell'area urbana di Cagliari, la superficie media delle lagune e degli stagni marino-costieri è molto contenuta.

Provincia	Numero di zone umide	Percentuale rispetto al totale (%)	Superficie delle zone umide (ha)	Percentuale rispetto al totale (%)
Sassari	19	14,4	17885	19,0
Nuoro	11	8,3	921	1,0
Oristano	25	18,9	19110	20,3
Cagliari	34	25,8	10593	11,3
Olbia Tempio	13	9,8	25530	27,2
Ogliastra	8	6,1	426	0,5
Medio Campidano	3	2,3	6539	7,0
Sardegna	132	100	93975	100

Figura 36. Distribuzione per provincia del numero e delle superfici

Rispetto alle 132 zone umide individuate, 8 sono Siti Ramsar: Stagno di Cabras, Stagno di Corru S'Ittiri e stagno di S. Giovanni e Marceddi, Stagno di Sale 'e Porcus, Stagno di Mistras, Stagno di S'Ena Arrubia, Stagno di Pauli Maiori nella provincia di Oristano; Stagno di Cagliari e Stagno di Molentargius nella provincia di Cagliari. Questo dato fa della Sardegna una delle regioni italiane (8 zone Ramsar su 51 totali) di maggiore interesse per la ricchezza di habitat delle zone umide e di specie ornitiche presenti..

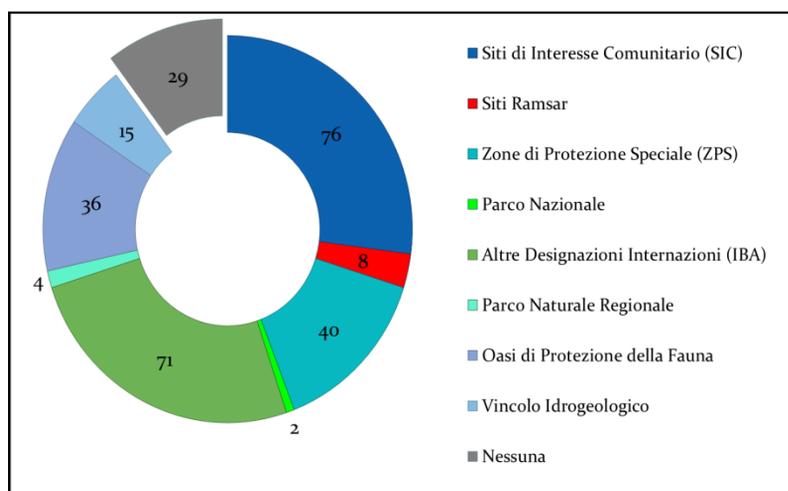


Figura 37. Distribuzione per provincia del numero e delle superfici

Alcune zone umide sono interessate da più forme di tutela contemporaneamente (ad esempio, Stagno di Quartu e Molentargius e delle Saline di Cagliari, l'Isola dell'Asinara). 29 delle zone umide censite non presentano forme di tutela: per lo più derivano da delle opere di raccolta delle acque (quindi dighe, laghi artificiali) e/o stagni che a causa della loro limitata estensione o elevata stagionalità sono ancora in fase di studio e caratterizzazione.