

## RAPPORTO SICCAITA' IN PIEMONTE 2022



A cura del  
Dipartimento Rischi Naturali e  
Ambientali

*Torino, ottobre 2022*

# INDICE

1	INTRODUZIONE .....	3
2	AUTUNNO 2021.....	3
3	INVERNO 2021/22.....	6
4	PRIMAVERA 2022.....	9
5	ESTATE 2022.....	16
6	SETTEMBRE 2022.....	21
7	INQUADRAMENTO CLIMATOLOGICO.....	22
8	ANALISI DELLA FALDA SUPERFICIALE DI PIANURA .....	26
9	PORTATE .....	28
10	CONSIDERAZIONI FINALI .....	34
11	NOTIZIE PUBBLICATE.....	36
	ALLEGATO.....	38

*In copertina: fiume Po in magra ai Murazzi (Torino) il 5 maggio 2022 (30 mc/s contro una media di 150mc/s).*

# 1 INTRODUZIONE

Il presente rapporto contiene il quadro complessivo della situazione idrica, compresa tra autunno 2021 e autunno 2022, sulla porzione piemontese del bacino idrografico del fiume Po. L'analisi viene condotta a partire dai dati di monitoraggio della Rete Regionale Automatica di Arpa Piemonte elaborati anche con gli opportuni indici standardizzati ed indicatori.

Attraverso una descrizione cronologica delle condizioni meteo-climatiche a partire dal mese di ottobre 2021 fino a fine settembre 2022, si evidenzia come l'evolversi della siccità abbia interessato fino ad oggi tutto il territorio regionale e sia progressivamente passata da siccità di tipo meteorologico a siccità di tipo socio-economico. L'elaborazione dei dati con il confronto coi valori storici nonché l'utilizzo di indici standardizzati e la modellistica specifica per la stima della componente nivale consentono una valutazione integrata ed oggettiva delle condizioni estreme di scarsità idrica che stiamo osservando.

## 2 AUTUNNO 2021

La siccità estrema e rara che sta interessando gran parte nord Italia e che continua ad interessare in particolare, il Piemonte, affonda le proprie radici già nel corso dell'anno 2021 quando, ad una primavera fresca ma povera di precipitazioni (la 10<sup>a</sup> più secca degli ultimi 65 anni), è seguita dapprima una stagione estiva con piogge scarse nel sud della regione e quindi un autunno che, al contrario, ha mostrato deficit più significativi nel nord del Piemonte.

In particolare, a fine estate-inizio autunno 2021 i bacini meridionali del cuneese hanno mostrato segni di siccità meteorologica compresa tra moderata e severa sia sulle scale temporali di medio-breve termine (maggiormente legate alle attività agricole) sia su quelle a medio-lungo termine (prevalentemente connesse con la ricarica della falda acquifere e, in generale, con il bilancio idrologico).

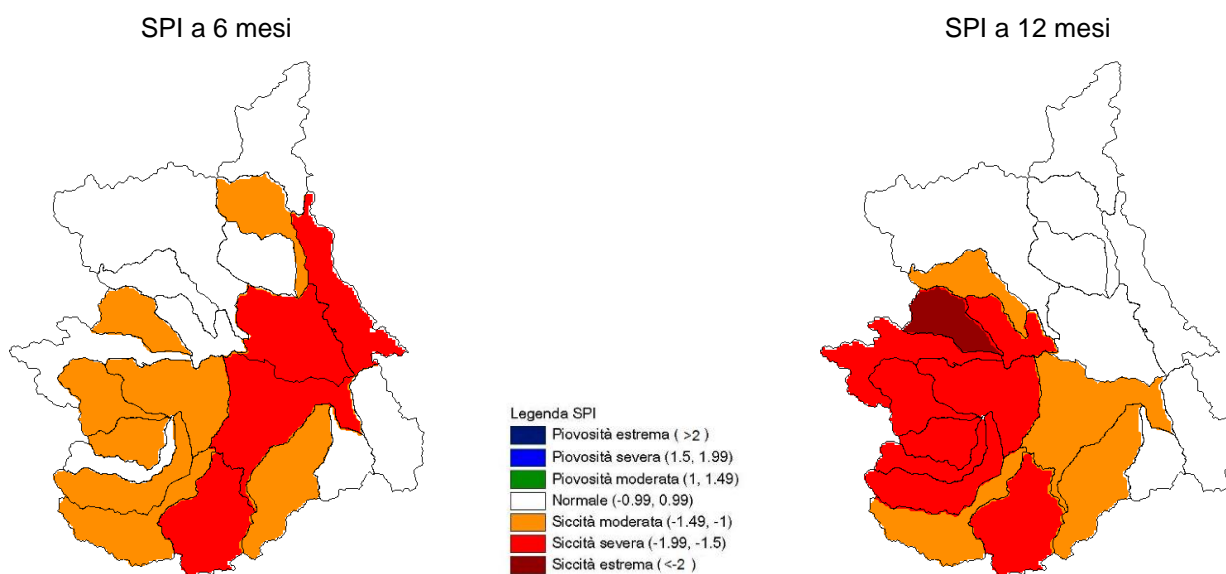
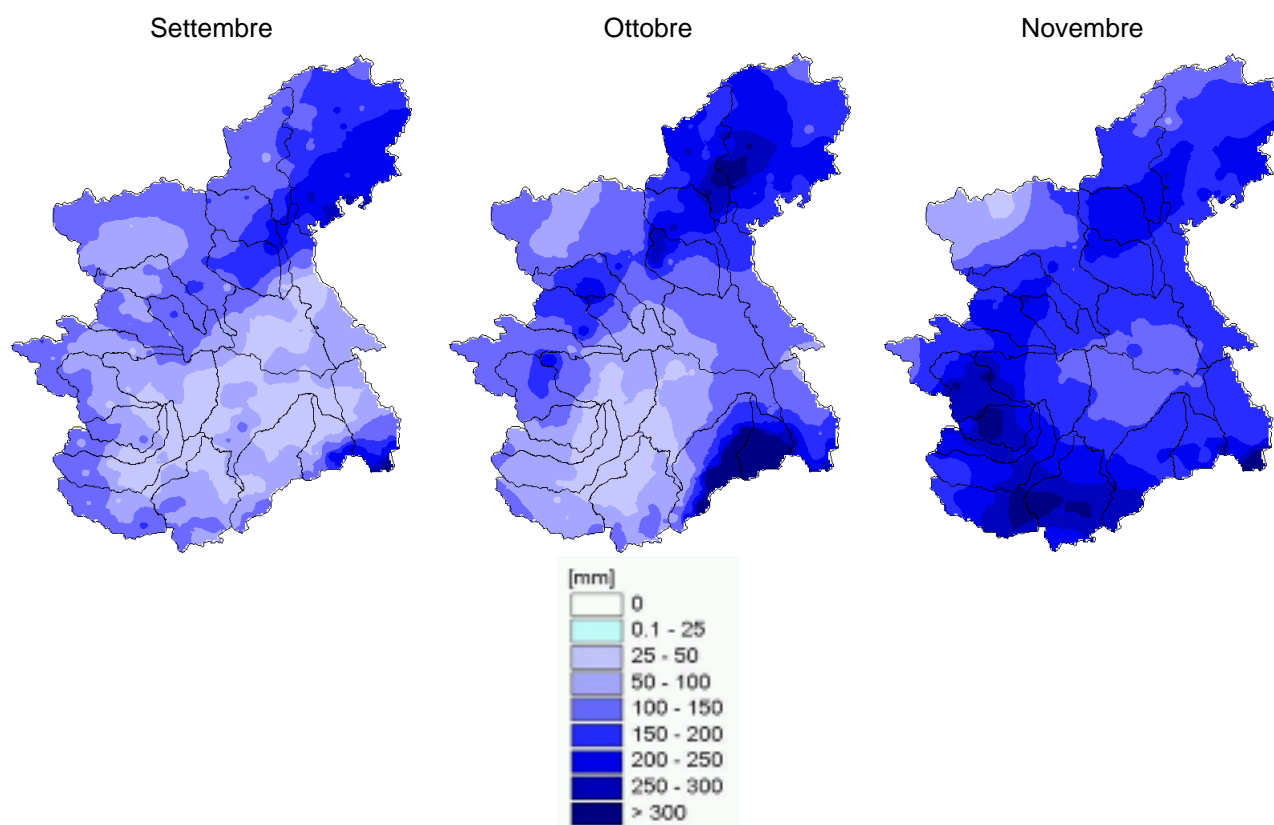


Figura 1. SPI a 6 e 12 mesi calcolati a fine settembre 2021

Durante il proseguo della stagione autunnale, nei mesi di settembre e ottobre sono stati registrati afflussi meteorici sostanzialmente nella norma climatica: con circa 60 e 90 mm, rispettivamente, sono stati osservati deficit pluviometrici contenuti, nell'ordine del 10-15% rispetto alla norma climatica 1991-2020.

Da segnalare le importanti precipitazioni cadute nel bacino dell'Orba durante le giornate del 3-5 ottobre: l'intensità e la persistenza del fenomeno, alimentato da una forte umidità proveniente sia dal mare sia dalle correnti di libeccio in quota, ha originato quantitativi di piogge cumulate eccezionali su differenti scale temporali comprese tra 3 e 24 ore (valori giornalieri da record superiori a 600 mm) determinando una piena fluviale da record sul torrente Orba.

Nel mese di novembre, il più piovoso del 2021, sono stati misurati valori di pioggia di circa il 50% in più rispetto la norma del periodo (riferimento 1991-2020); le precipitazioni, che hanno interessato prevalentemente i bacini idrografici del cuneese, hanno superato i 200 mm. Gli afflussi abbondanti hanno determinato un ritorno a condizioni idrologiche di quasi-normalità, evidente dall'analisi degli indici di siccità SPI sia sul breve che lungo periodo (3, 6, 12 mesi): tuttavia i valori numerici dell'indice SPI sono rimasti comunque negativi, in quella fascia molto vicina alle condizioni definite di "siccità incipiente".



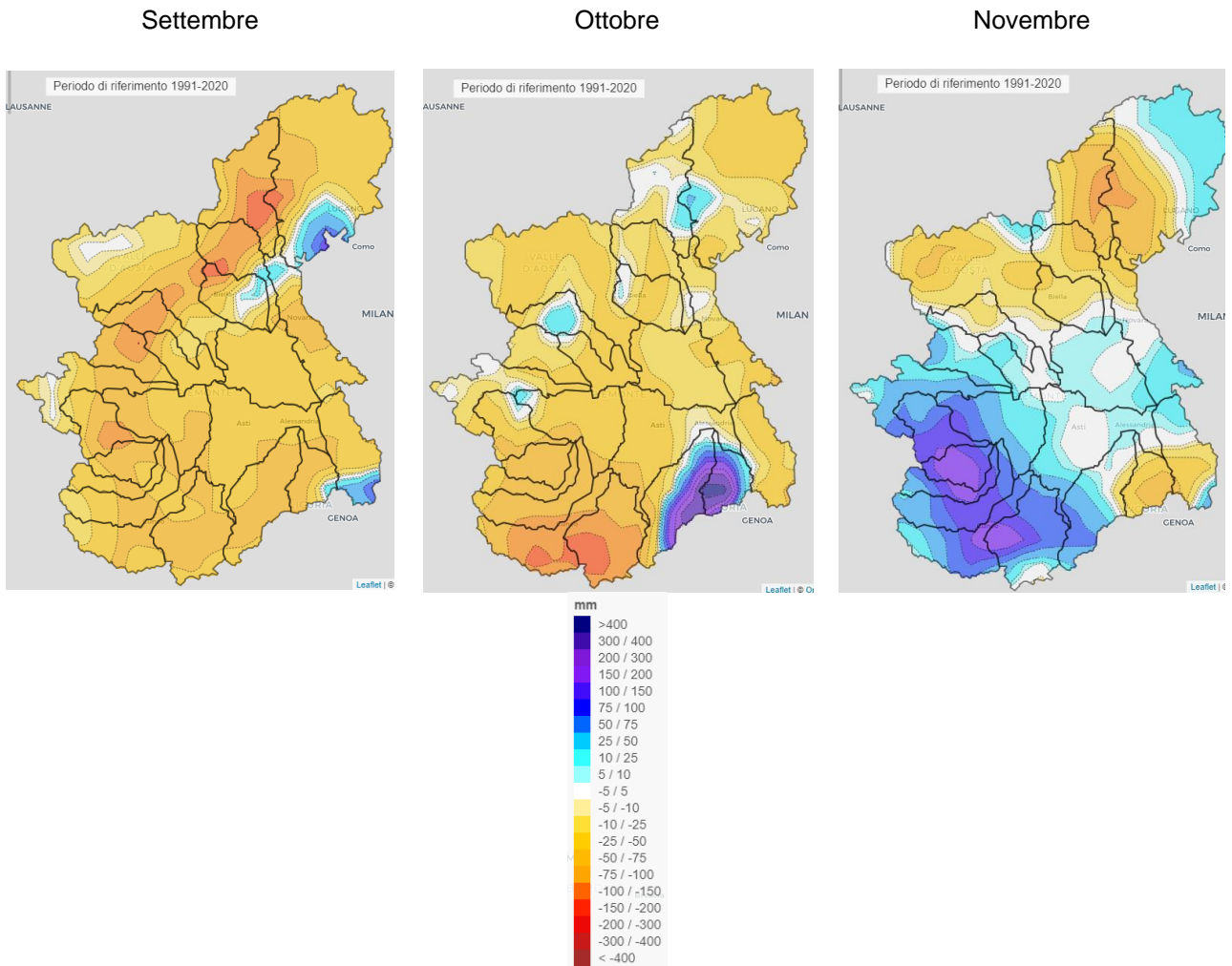


Figura 2. Pioggia cumulata mensile registrata nell'autunno 2021 (sopra) e anomalie rispetto alla norma climatica 1991-2020

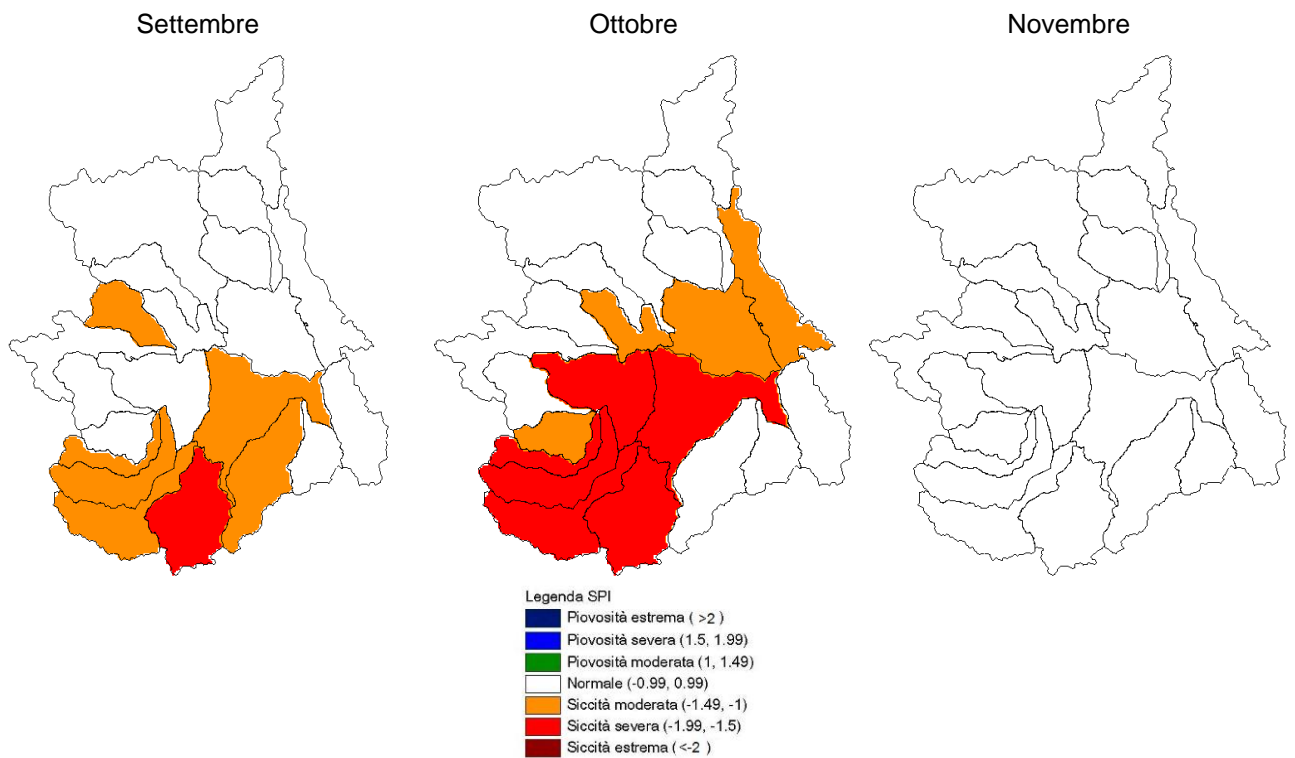


Figura 3. Indice SPI a 3 mesi registrato nell'autunno 2021



Anche se il mese di novembre 2021 ha contribuito, in definitiva, a mantenere accettabile la disponibilità idrica complessiva (seppur al di sotto quella che è la norma climatica della pioggia cumulata da inizio anno solare), alla fine della stagione autunnale 2021 che, per il territorio piemontese, è la stagione principale in cui si ricaricano le riserve d'acqua, il deficit medio complessivo del trimestre (settembre, ottobre e novembre) sulla regione è stato stimato in circa il 15% rispetto alla norma 1991-2020, con punte del 25% nei bacini meridionali (in particolare Tanaro, Stura di Demonte e Maira).

### 3 INVERNO 2021/22

In questo contesto di fine autunno 2021 in cui le precipitazioni medie risultavano già deficitarie su tutta la regione e con gli indici di siccità standardizzati SPI (*Standardized Precipitation Index*) e SPEI (*Standardised Precipitation-Evapotranspiration Index*) che iniziavano a segnalare una progressiva transizione del territorio regionale verso condizioni di siccità lieve, il Piemonte e, in generale tutte le Alpi, sono andati incontro all'inverno più anomalo dell'ultimo secolo: è stata infatti registrata una stagione eccezionalmente calda, secca e con numerosi episodi di vento di favonio che dalle Alpi si è spesso spinto fino alle pianure del nord Italia.

In particolare, nel mese di dicembre 2021 sono stati registrati afflussi pluviometrici medi scarsi, pari a circa 22 mm e concentrati prevalentemente nei settori occidentali della regione, segnando quindi un deficit complessivo di circa il 65% rispetto al dicembre medio del trentennio climatico di riferimento.

La giornata con maggiori precipitazioni liquide e solide è risultata essere l'8 dicembre, nella quale si sono state osservate sulle Alpi piemontesi le prime nevicate significative della stagione.

Neve fresca ultime 24h -HN- ore 8:00 del 09/12/2021 : stima della distribuzione per i settori alpini, valori puntuali altrove [cm]

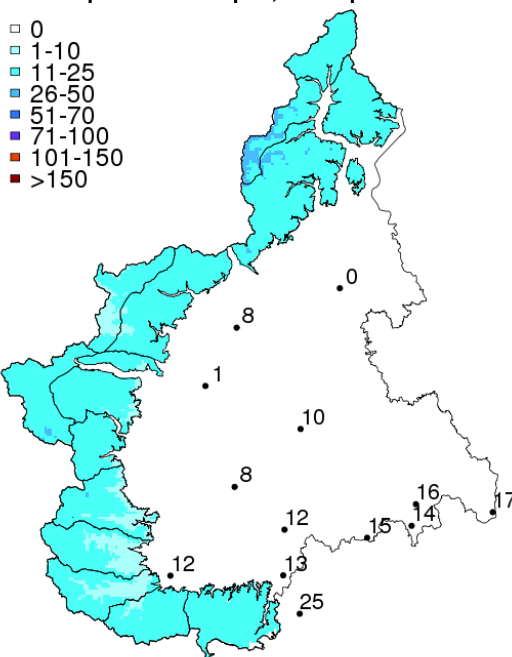


Figura 4. Neve fresca cumulata nelle 24 ore precedenti alle ore 8 del 9 dicembre 2021

Il resto del mese di gennaio è stato poi caratterizzato da precipitazioni esigue con solamente 5 mm medi sull'intero bacino del Po chiuso alla confluenza col Ticino e un deficit complessivo di oltre il 90%; sul territorio regionale, il mese di gennaio 2022 è risultato il 4° più secco dopo il 1989, il 1993 e il 2005.

Il protrarsi di condizioni anticicloniche con temperature superiori alla norma (Figura 5), hanno ridotto progressivamente lo spessore del manto nevoso che si presentava, su tutti i settori alpini della regione, al di sotto della norma con un deficit superiore al 50%.

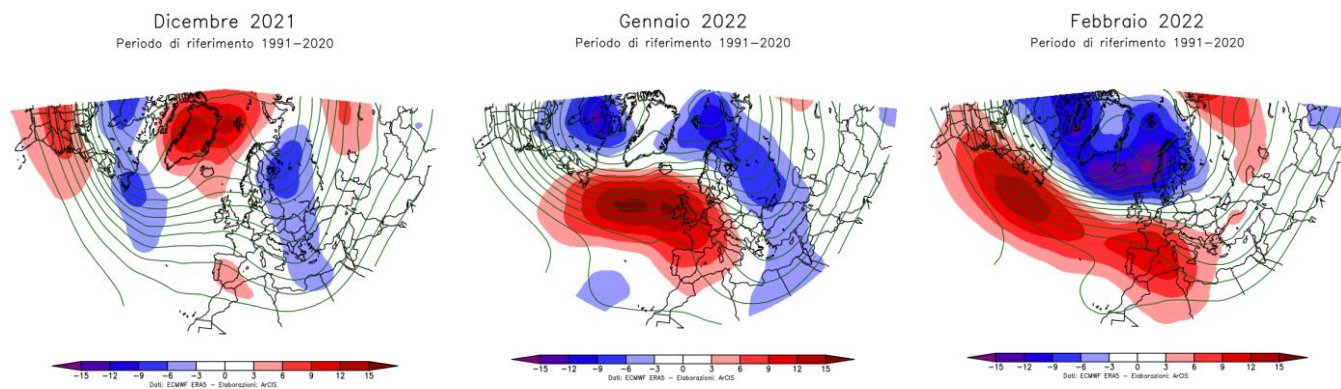


Figura 5 Mappe di anomalia media mensile di Z500 in dam (ombreggiamento) e valori pieni dello stesso campo (isolinee) per dicembre 2021 e gennaio e febbraio 2022 rispetto al clima 1991-2020. Dati ECMWF- ERA5.

L'assenza di eventi meteorici di rilievo si è protratta per tutto il mese di febbraio che complessivamente ha registrato poco meno di 10 mm medi nell'arco delle quattro settimane, risultando l'8° più secco degli ultimi 65 anni. Il perdurare del periodo asciutto ha mantenuto l'innevamento fortemente carente su tutti i settori alpini, indipendentemente dalla quota.

Inoltre, a causa della frequente e sostenuta ventilazione, il manto nevoso si presentava a fine febbraio fortemente eterogeneo, con ampie zone erose in corrispondenza delle creste.

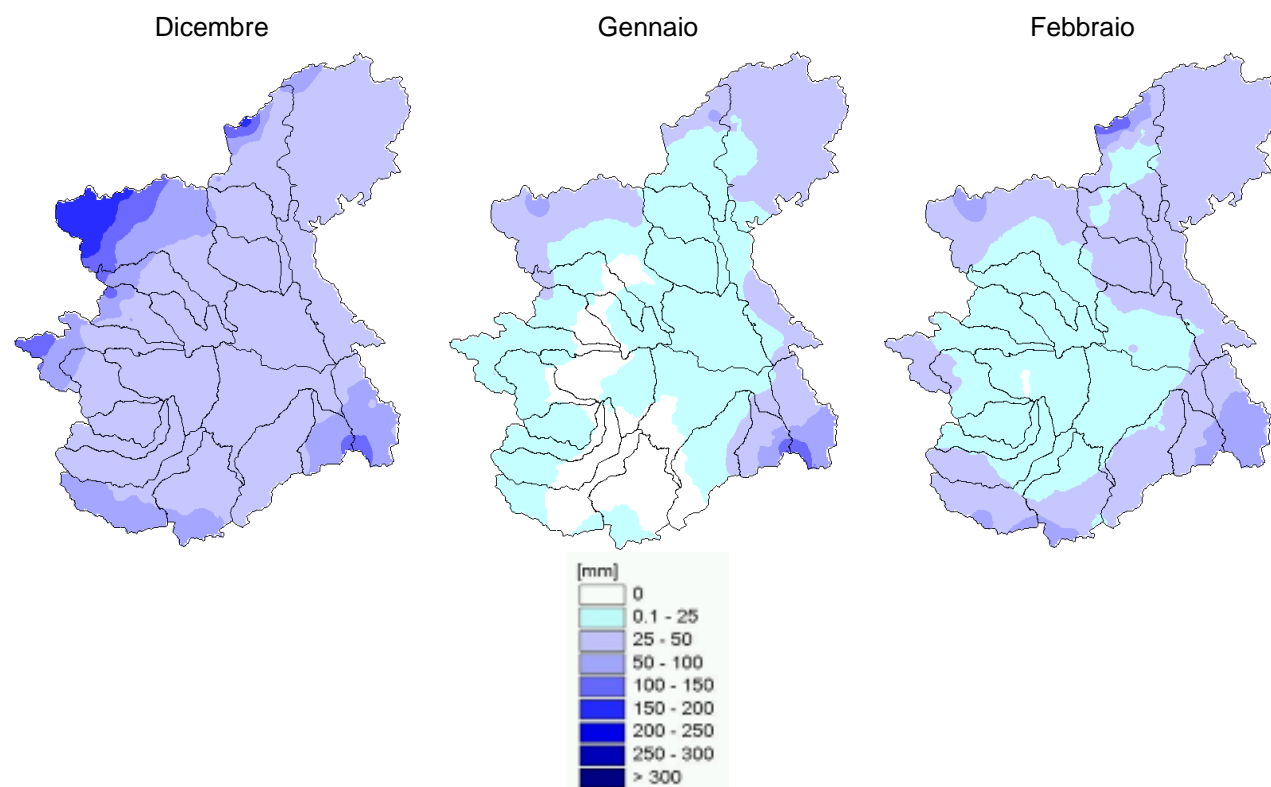


Figura 6. Pioggia cumulata mensile registrata da dicembre 2021 a febbraio 2022

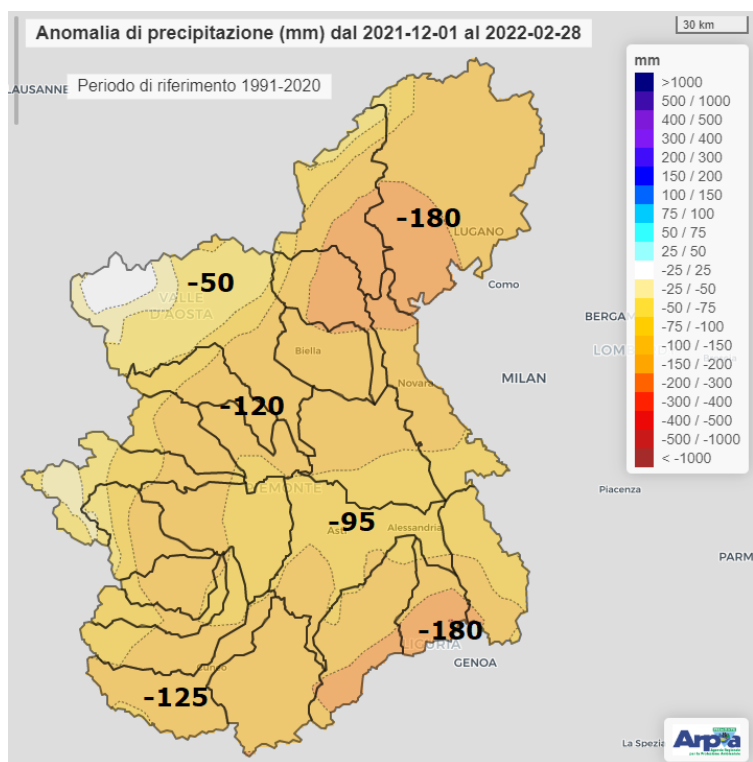


Figura 7 anomalia di precipitazioni cumulate (mm) durante tutto l'inverno 2021-2022

Complessivamente l'inverno 2021-2022 è stato sul Piemonte sia il 3° più caldo degli ultimi 65 anni, con una anomalia positiva di temperatura media di +1.8°C, sia il 3° più secco con un deficit percentuale medio di circa il 70% rispetto alla norma climatica 1991-2020.

Gli inverni 1981 e 2000 sono stati più secchi di quello appena trascorso e gli inverni 2020 e 2007 sono stati più caldi, ma la combinazione di entrambi i fattori è caratterizzante dell'inverno 2022 con soltanto l'inverno 2019 che si avvicina, anche se la magnitudo delle anomalie fu decisamente minore.

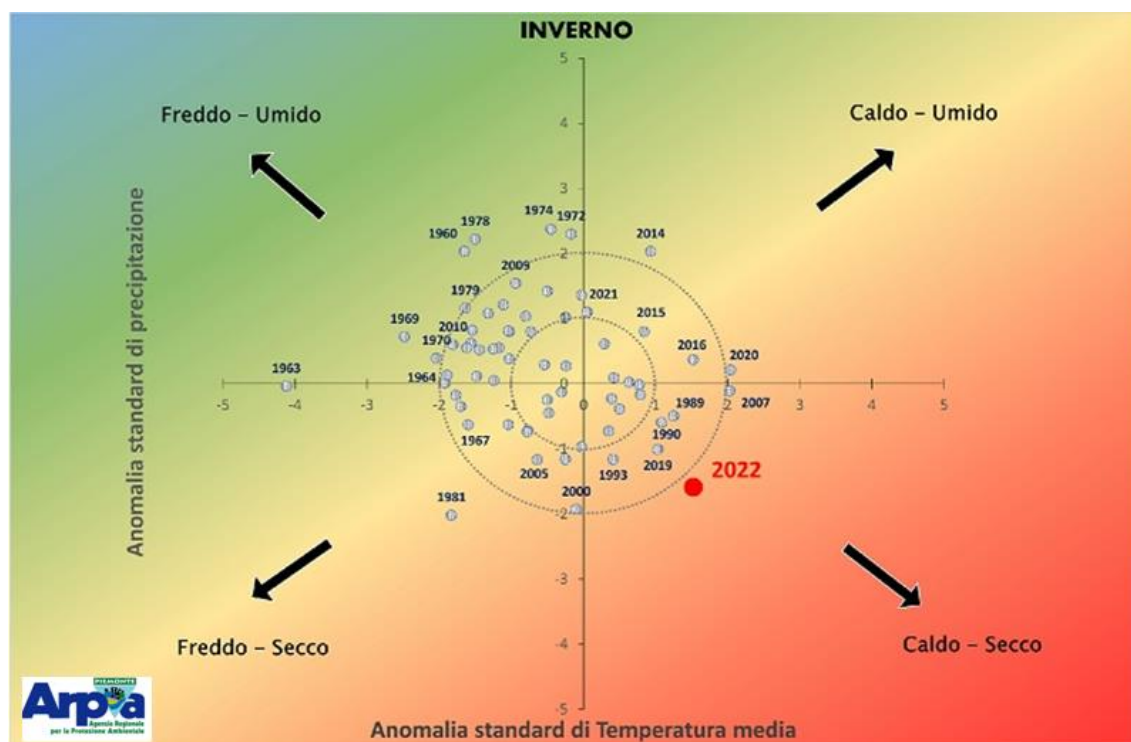


Figura 8. Anomalia di temperatura e di precipitazione nell'inverno 2021/22 e confronto con le annate passate



Naturalmente a livello di indici standardizzati la situazione ha determinato un progressivo spostamento di tutto il territorio regionale verso condizioni di siccità sempre più marcata e diffusa. In questa stagione si inizia a vedere come il problema della carenza di risorse idriche tenda a spostarsi dalle scale tipiche della siccità meteorologica, che influenza la riduzione del manto nevoso, l'umidità del suolo e le portate dei piccoli torrenti (3 mesi) a quelle che iniziano ad impattare anche gli aspetti idrologici più ampi, come le portate fluviali e le capacità negli invasi (6-12 mesi).

Sono in particolare le zone pianeggianti nelle aree centrali del Piemonte su cui si accende il segnale di allerta fornito degli indici standardizzati (SPI e SPEI) a medio-lunga scadenza, ovvero oltre la scala dei 6 mesi.

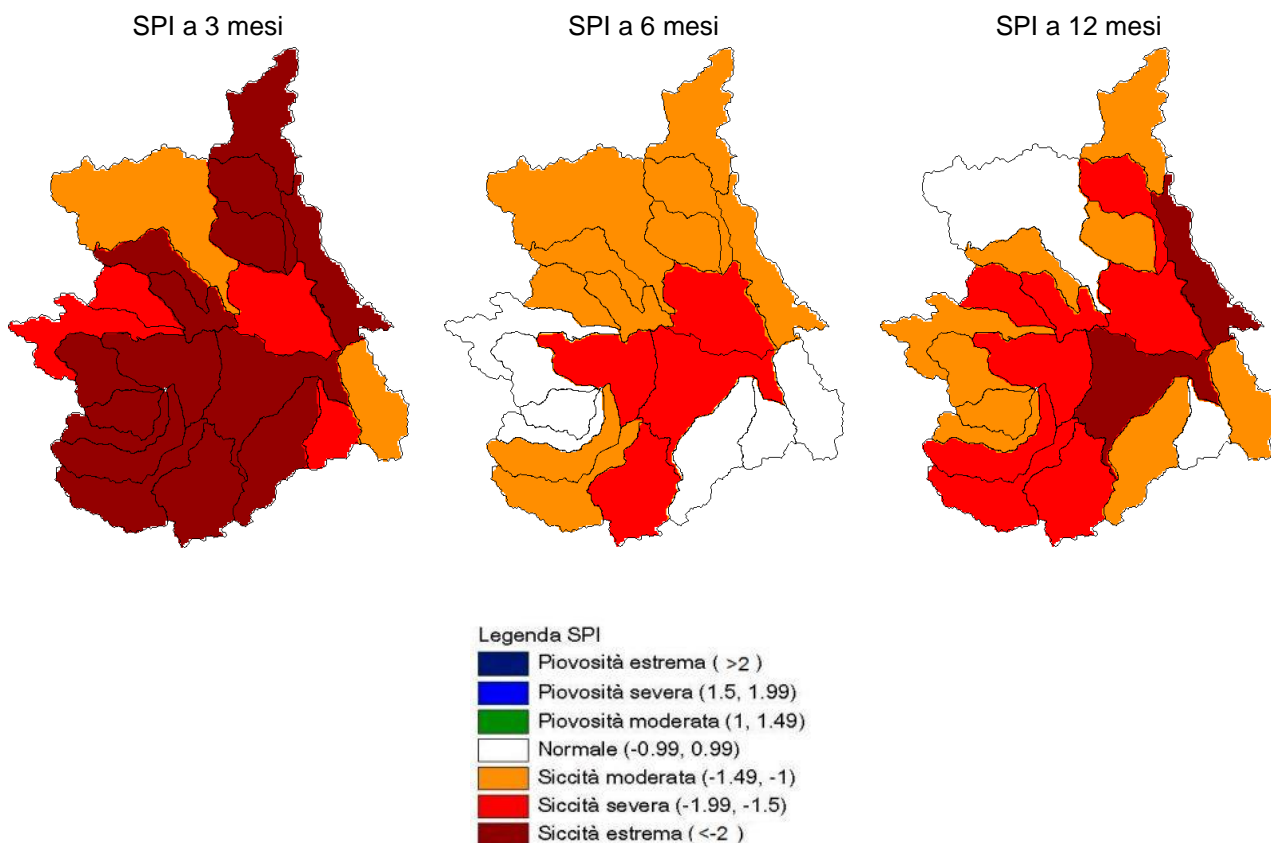


Figura 9. Indice SPI registrato a fine febbraio 2022 su differenti scale temporali

## 4 PRIMAVERA 2022

Dopo un inverno 2021-2022 così penalizzante per la risorsa idrica disponibile nel suo complesso sul territorio piemontese, anche la primavera 2022 si è posizionata tra le prime 6 più avare di precipitazioni.

A causa di questo particolare scenario meteo-climatico caratterizzato da alta pressione persistente e dai flussi umidi atlantici che si sono diretti prevalentemente alle alte latitudini oltre la catena alpina meridionale, non si sono osservate precipitazioni significative (ovvero superiori a 5 mm giornalieri di media regionale) sul Piemonte a partire dall'8 dicembre 2021 fino al 29 marzo 2022, per un totale 111 giorni consecutivi senza pioggia. Questo lasso temporale è al 2° posto tra i periodi secchi invernali più lunghi degli ultimi 65 anni, dopo la stagione 1999-2000 (137 giorni) e prima di quella 1980-81 (107).

RANK	DATA INIZIO	DATA FINE	GIORNI
1	12/11/1999	27/03/2000	137
<b>2</b>	<b>09/12/2021</b>	<b>29/03/2022</b>	<b>111</b>
3	29/11/1980	15/03/1981	107
4	28/12/2004	25/03/2005	88
5	03/12/1988	23/02/1989	83
6	10/12/1992	27/02/1993	80
7	22/01/2003	09/04/2003	78
8	24/01/1973	08/04/1973	75
9	06/12/1966	16/02/1967	73
10	12/11/2001	23/01/2002	73

Tabella 1 classifica dei periodi secchi invernali più lunghi registrati sulla regione

L'assenza di precipitazioni significative si è protratta fino alla fine del mese di marzo quando una debole sistema perturbato ha finalmente interessato la nostra regione; tuttavia, gli afflussi meteorici registrati il 29 marzo non hanno comunque ripristinato le condizioni tant'è che il deficit mensile calcolato su tutto il bacino si è attestato a un -80% rispetto al clima del mese.

Nel proseguo della primavera, il mese di aprile è stato caratterizzato da pochi episodi prevalentemente di tipo temporalesco, che hanno interessato in particolare sui settori settentrionali della regione, tra i quali si segnala il principale evento precipitativo di tutta questa prima metà anno 2022, ovvero il giorno 23 nel quale sono caduti più del 10% della pioggia registrata fino a fine giugno. Nonostante questo, le piogge di aprile hanno complessivamente apportato circa 60 mm medi sul territorio regionale con un deficit mensile risultato, comunque, superiore al 40% rispetto alla norma climatica.

Infine, il mese di maggio in sé ha fatto registrare un deficit di precipitazioni pari al 30% rispetto al mese tipo, anche se alla fine le giornate piovose (15) sono state in linea con quanto ci si può attendere in questo periodo dell'anno (16).

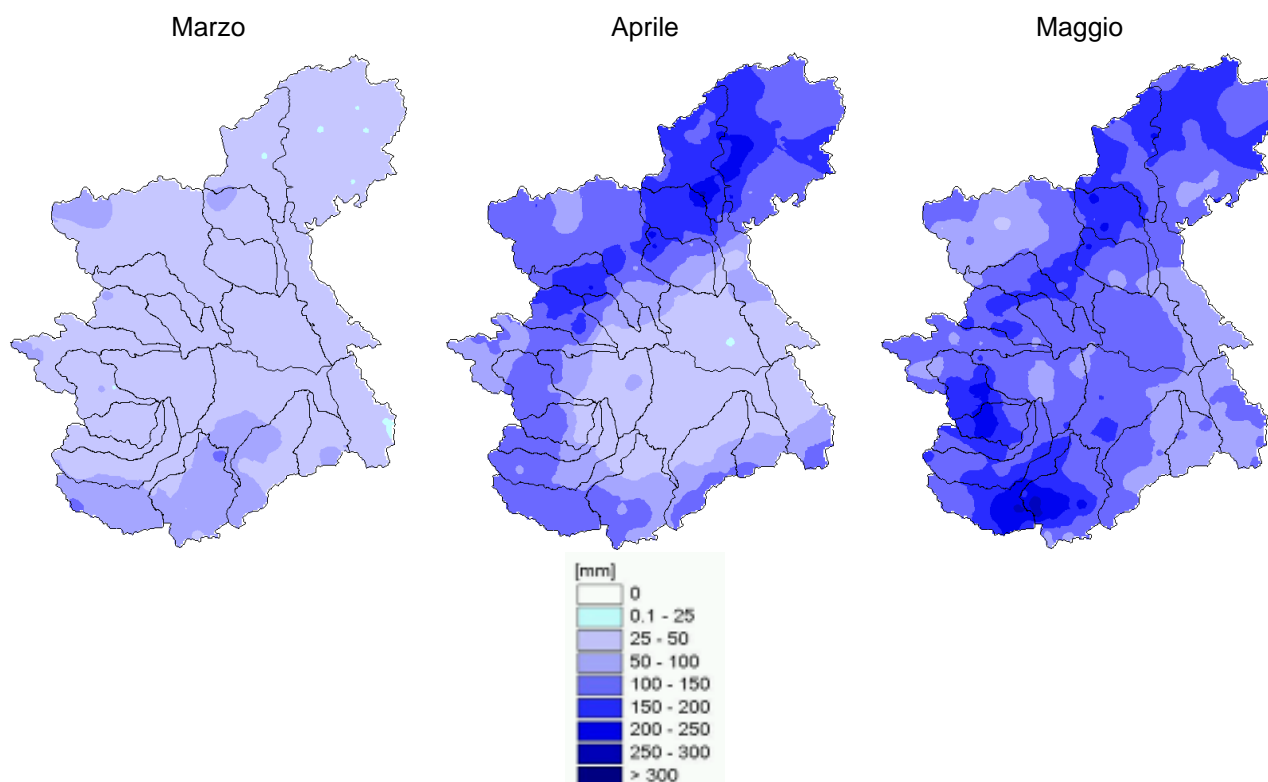


Figura 10. Pioggia cumulata mensile registrata da marzo a maggio 2022

La più importante anomalia del mese di maggio sono state le temperature che, per tutte e tre le prime settimane del mese, sono state ben al di sopra della norma del periodo, culminando nella giornata del 28 maggio quando, in molte località della regione le massime hanno sfiorato i 34°C, valori davvero fuori norma anche se non hanno raggiunto le punte estreme registrate nel 2009. Il mese è risultato tra i più caldi degli ultimi 6 decenni, alla pari con quello da record del 2009, con una anomalia di oltre 2°C rispetto alla norma 1991-2020.

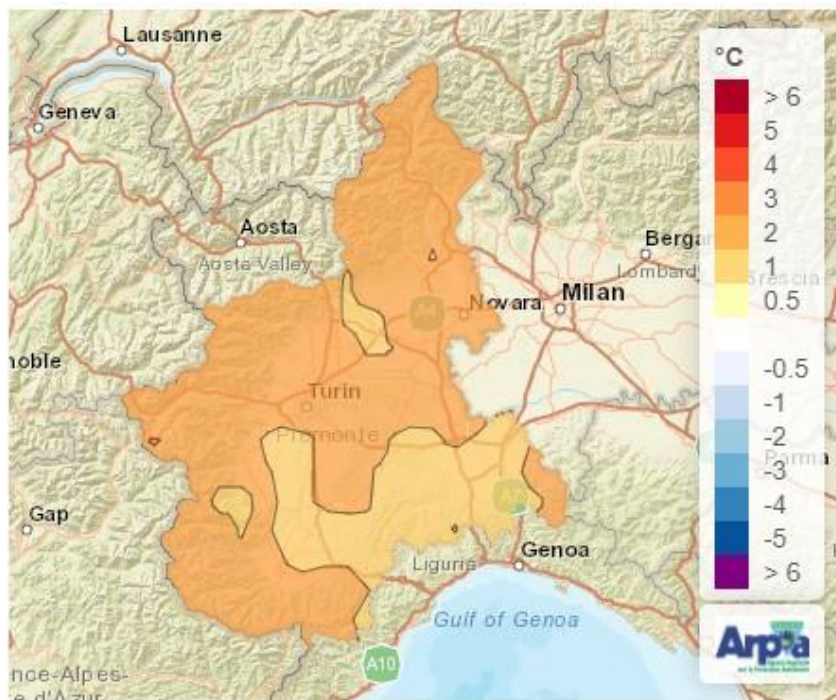


Figura 11. Anomalia delle temperature medie per il mese di maggio

Complessivamente a fine maggio si è chiuso un semestre nero per il clima piemontese soprattutto in termini di precipitazioni visto che da dicembre 2021 fino a fine primavera 2022 sono caduti mediamente alla testata del bacino del Po 181 mm di pioggia contro una norma di 433 mm, che ha rappresentato un deficit complessivo pari al 58%, con punte di oltre il 70% sulle zone pianeggianti del Torinese e del Novarese.

Si è trattato del 3° semestre più asciutto degli ultimi 65 anni dopo il periodo ottobre 1999-marzo 2000 e quello luglio 2001–gennaio 2002, sullo stesso piano del semestre gennaio-giugno 2003.

A livello di indici di siccità meteorologica standardizzata la situazione è ben rappresentata dall'indice SPI calcolato sulla finestra dei 6 mesi e visibile nella successiva figura in alto, che mostra la progressiva estensione ed intensificazione delle condizioni di siccità in testata al bacino del Po, su una scala temporale di medio-lungo termine sulla quale cominciano a soffrire anche le varie componenti del ciclo idrologico.

Anche le informazioni fornite dall'indice SPEI, nelle figure in basso, che tiene in considerazione anche dell'evapotraspirazione vegetale così importante per le attività agricole nel corso della stagione seminativa, delineano un quadro concorde con quanto messo in rilievo dall'SPI e sempre più peggiorativo delle condizioni siccitose complessive.

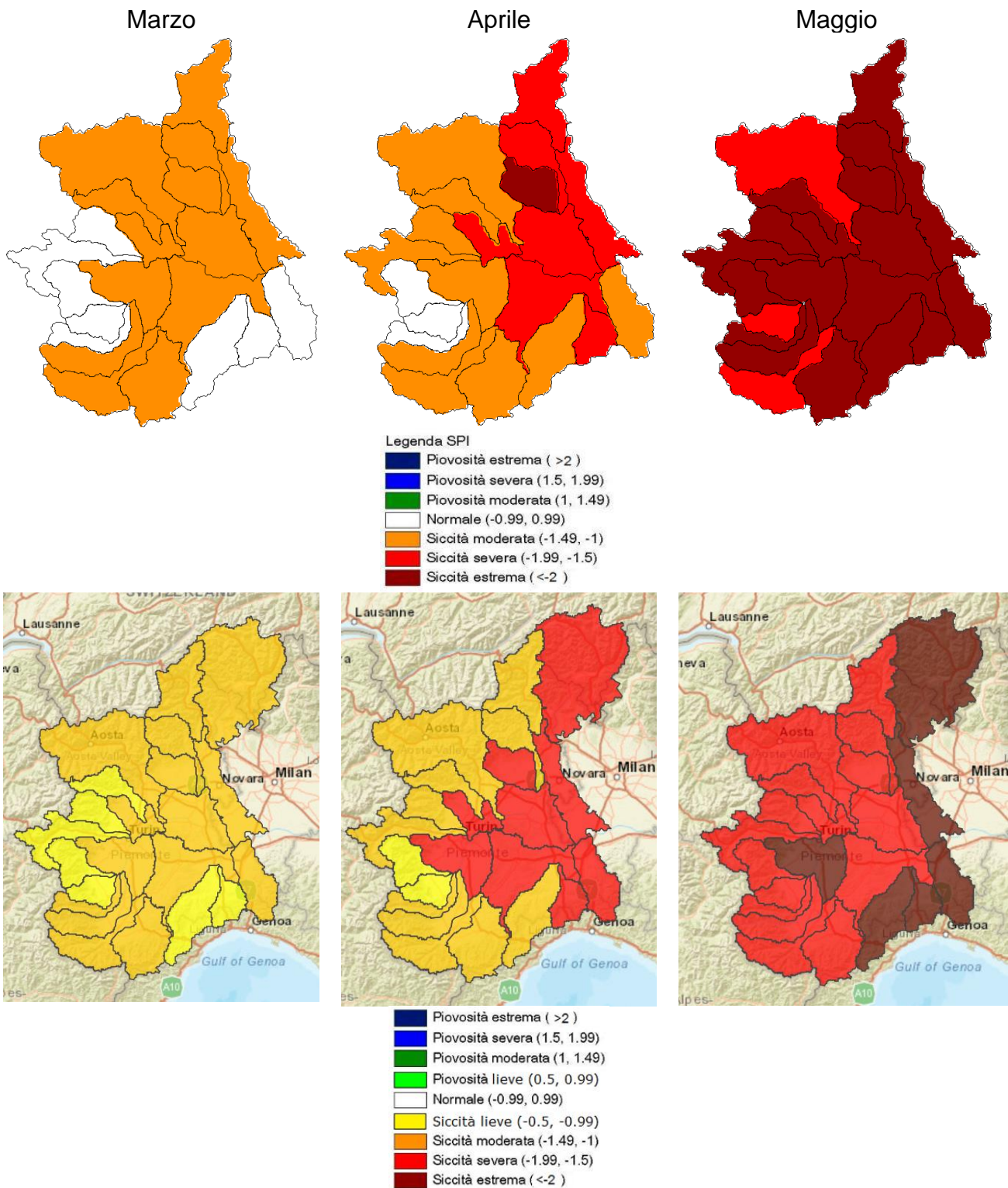


Figura 12 indice SPI a 6 mesi (SOPRA) e SPEI (SOTTO) calcolato per i bacini piemontesi da marzo a maggio 2022

Stretto parente dell'indice SPEI e molto utile per la caratterizzazione della siccità agricola, è l'indicatore Bilancio Idroclimatico giornaliero, ottenuto come somma della differenza tra precipitazione ed evapotraspirazione potenziale su un determinato punto di osservazione o su un'area.

Considerando l'intera regione Piemonte, la Figura 13 mostra come già a metà maggio l'indice fosse sceso al di sotto del 5° percentile rispetto alla serie storiche degli ultimi 65 anni e il valore complessivo dell'indice fosse appena al di sopra dello 0, ovvero la soglia dove la perdita d'acqua attraverso l'evapotraspirazione potenziale è superiore (in media) al guadagno attraverso le piogge.



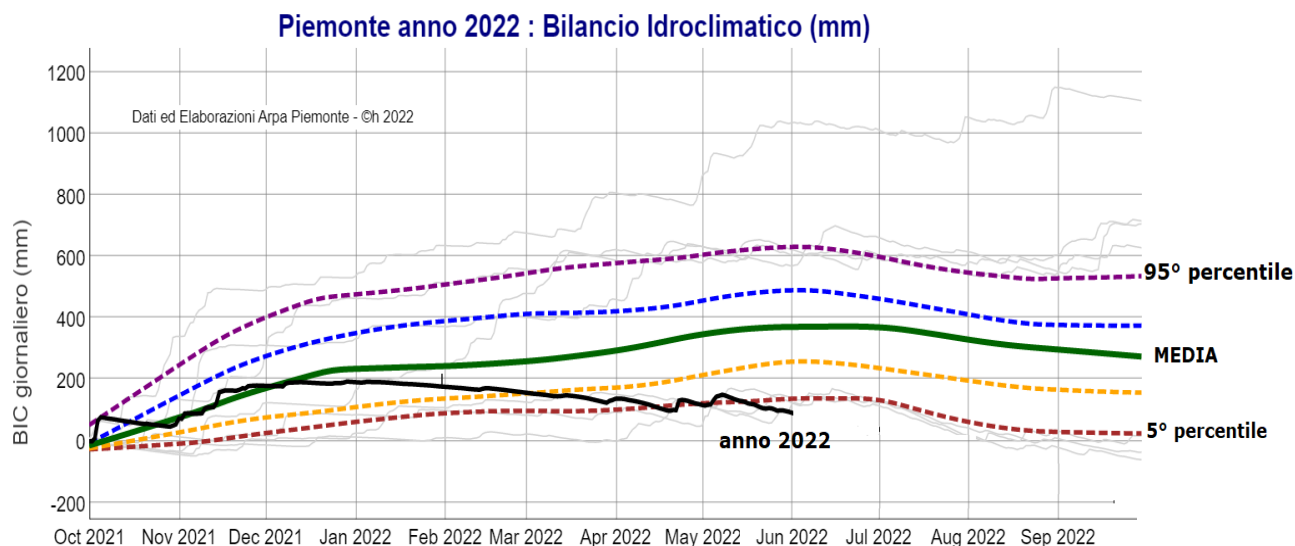


Figura 13: bilancio idroclimatico medio in Piemonte alla fine di maggio 2022.

Questa singolare situazione di estremo stress idrico per piante e culture è stata registrata proprio mentre la stagione agricola entra nella sua fase critica.

## Neve

La prolungata assenza di precipitazioni è ben evidente anche dall'analisi dell'innevamento, riscontrabile dai dati puntuali di alcune stazioni nivometriche (manuali e automatiche) gestite da Arpa Piemonte.

La stagione della neve era iniziata a metà novembre con una perturbazione che aveva interessato diffusamente tutto l'arco alpino piemontese apportando i quantitativi maggiori sui settori del cuneese; la stagione è quindi proseguita con precipitazioni nevose deboli o al più moderate nel periodo dell'immacolata e delle festività natalizie. Nonostante le nevicate di dicembre, il 2021 si è poi chiuso con un innnevamento generalmente scarso, soprattutto alle quote inferiori i 2000 m di quota.

Successivamente l'inverno è proseguito con apporti nevosi perlopiù deboli/scarsi e lunghi periodi con assenza di nevicate che hanno aggravato in tutti i settori il deficit di innnevamento. Le alte temperature nel mese di maggio hanno poi determinato un anticipo della fusione nivale su tutti i settori alpini, fino ad alta quota; la completa fusione del manto nevoso è stata quindi anticipata di più di un mese.

Nelle successive figure è visibile (in blu) l'andamento della neve al suolo in 3 stazioni nivometriche in alta quota, rappresentative dell'arco alpino piemontese; gli spessori al di sotto delle medie e l'anticipo della fusione sono ben evidenti dal confronto coi dati storici (area grigia).



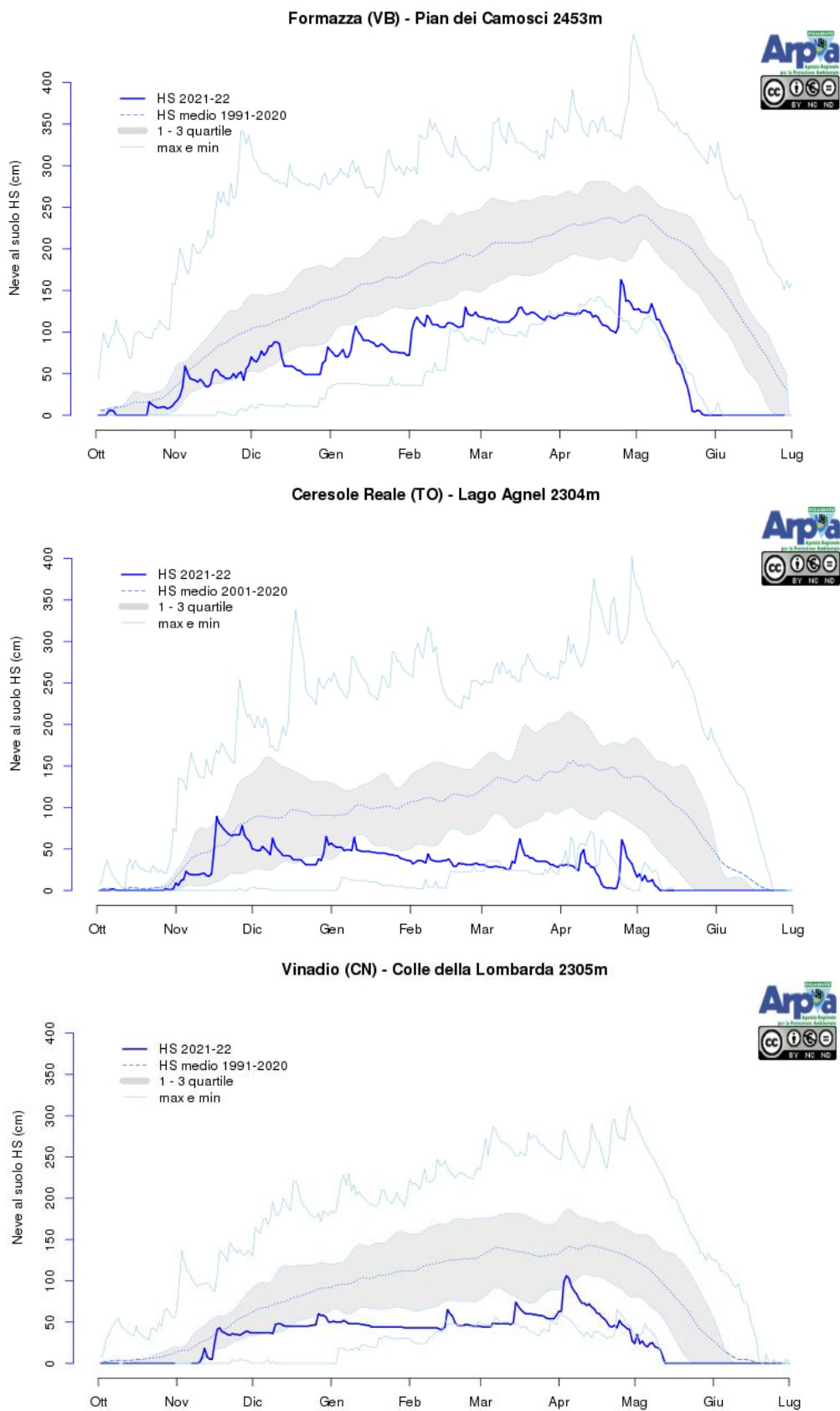


Figura 14 In ordine dall'alto verso il basso: andamento dello spessore della neve al suolo nelle stazioni di Formazza (VB), Ceresole Reale (TO), Vinadio (CN) per la stagione 2021-2022. In blu l'andamento giornaliero della neve al suolo HS, la linea tratteggiata indica l'andamento medio dell'HS e l'area colorata in grigio indica la variabilità media.

Nell'analisi complessiva del semestre dicembre-maggio riveste altresì un ruolo cruciale anche la quantificazione della riserva idrica contenuta nel manto nevoso e il confronto con i dati storici. Con il termine "Snow Water Equivalent (SWE)" si indica il volume di acqua immagazzinata sotto forma di neve e viene espressa in milioni di metri cubi. La sua conoscenza è infatti di fondamentale importanza per la corretta definizione dei processi di formazione delle portate idriche nei corsi d'acqua di origine alpina.

Per stimare l'SWE sul bacino del Po chiuso alla confluenza col Ticino è stata simulata la dinamica della componente nivale utilizzando il modello idrologico fisico spazialmente distribuito, FEST (Flash flood Event based Spatially distributed rainfall runoff Transformation) operativo presso il Centro Funzionale di Arpa Piemonte. La modellazione considera l'accumulo della componente nivale, la neve al suolo, la fase di fusione e la propagazione dell'acqua generata all'interno del manto nevoso.

I dati giornalieri dell'SWE calcolati sul bacino sono stati così confrontati con i dati storici, ovvero con il 1° ed il 9° decile della distribuzione dei valori storici per il periodo 1999-2019; nella successiva figura è altresì inserita la stima per l'anno 2021 per un immediato confronto.

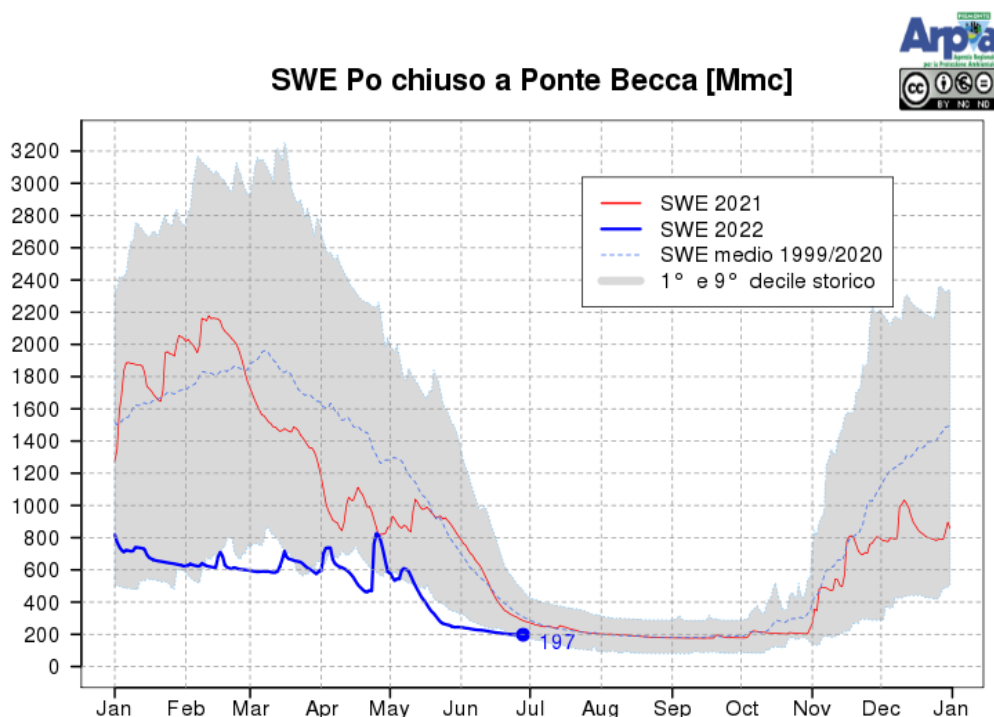


Figura 15. Andamento giornaliero dello SWE nel corso del 2021 e confronto con i dati storici.

Dall'analisi del semestre gennaio-giugno 2022 (linea blu) si evidenzia come tutta la stagione invernale è stata caratterizzata da bassi valori di SWE, prossimi se non inferiori al 1° decile storico della distribuzione.

La singolarità della stagione è ben evidenziata dalla stima dell'SWE effettuata a fine maggio in quanto mostra valori solitamente presenti a luglio inoltrato. L'anticipo della fusione nivale unito alla scarsità del manto nevoso ha determinato un rapido esaurimento del contributo della neve alle portate fluviali, normalmente sostenute dal mese di maggio fino a luglio da questo importante flusso.

## 5 ESTATE 2022

Anche l'estate 2022 è stata una stagione anomala in Piemonte, non tanto dal punto di vista delle precipitazioni, quanto piuttosto da quello della temperatura media che è stata di circa 20.7°C, con un'anomalia termica positiva di 2.2°C rispetto alla media del periodo 1991-2020, distribuita uniformemente su tutto il territorio regionale

Quella del 2022 è risultata la seconda stagione estiva più calda nella distribuzione storica degli ultimi 65 anni dopo l'eccezionale estate 2003.

Sia giugno sia luglio sono risultati al secondo posto tra i mesi più caldi delle rispettive serie storiche, sopravanzati solo dalle annate 2003 e 2015, mentre agosto si è piazzato comunque al 5° posto.

La Figura 16 che mostra le temperature medie giornaliere in Piemonte dell'estate 2022 rispetto ai dati dei 65 anni precedenti, indica chiaramente come solo in poche giornate (4) la temperatura media sia scesa al di sotto della propria media 1991-2020 e che ci siano stati almeno 3 periodi prolungati in cui le temperature hanno superato il 95°percentile (fascia arancione) raggiungendo occasionalmente i massimi storici.

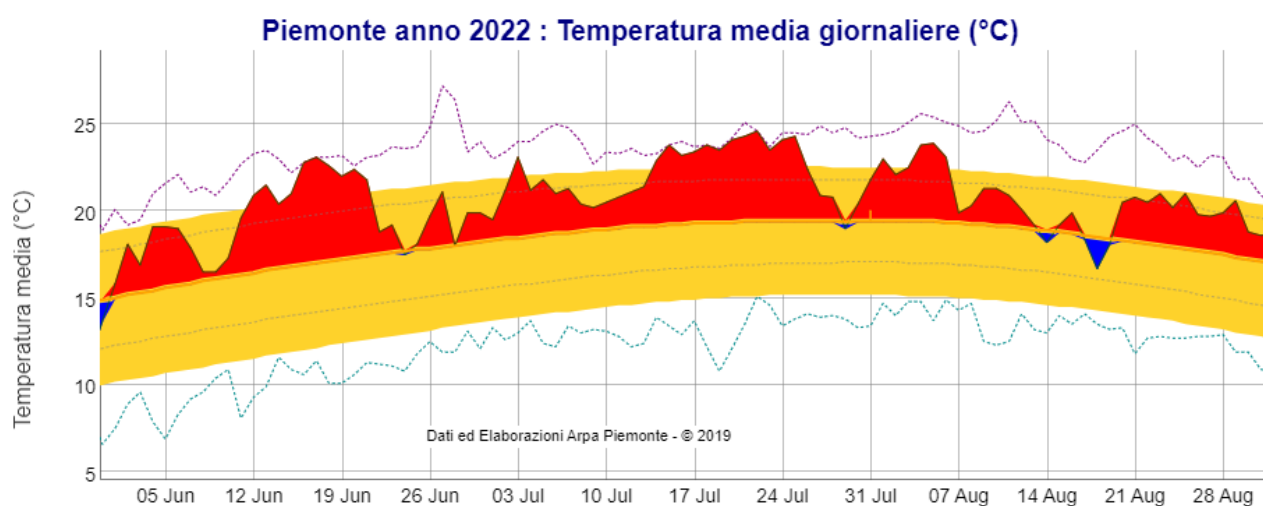


Figura 16: anomalia della temperatura giornaliera in Piemonte nell'Estate 2022 rispetto alla climatologia 1991-2020

Le notti tropicali (temperature minime sopra 20°C) sono risultate notevolmente al di sopra delle medie e in alcuni capoluoghi di provincia sono state le più numerose e soprattutto hanno registrato il periodo di giorni consecutivi più lungo. Il numero di notti tropicali consecutivo ha registrato il record a Torino (15), Vercelli (9), Verbania (15) e Asti (15), tutti a partire dall'inizio della seconda decade di luglio. Ad agosto le notti tropicali invece sono state nella media.

Anche i giorni tropicali ( $T_{max} > 30^{\circ}\text{C}$ ) sono stati sensibilmente superiori alla media in tutti i capoluoghi di provincia.

	Giorni tropicali		Notti tropicali			Giorni tropicali		Notti tropicali	
	1991_2020	2022	1991_2020	2022		1991_2020	2022	1991_2020	2022
<b>AL</b>	55,8	77	2,9	11	<b>NO</b>	39,7	57	32,5	55
<b>AT</b>	49,6	72	4,3	13	<b>TO</b>	44	79	17,2	45
<b>BI</b>	33,2	55	28,4	49	<b>VB</b>	38,7	61	19,9	45
<b>CN</b>	15,7	28	0,9	4	<b>VC</b>	45,9	65	8,6	28

Figura 17: - Numeri di giorni e di notti tropicali registrati nel 2022 e media climatica del periodo 1991 – 2020

Dal punto di vista pluviometrico, ad un inizio d'estate leggermente sotto media (-20%), ha fatto seguito un mese di luglio decisamente secco su gran parte del territorio regionale (-45%) salvo qualche area del basso cuneese, dove le piogge sono risultate nella norma rispetto alla climatologia 1991-2020. L'estate si è quindi chiusa con un mese di agosto particolarmente instabile e i frequenti temporali hanno fatto in modo che la pioggia media del mese sia risultata lievemente al di sopra della media (+5%), soprattutto nei bacini occidentali di cuneese e torinese.

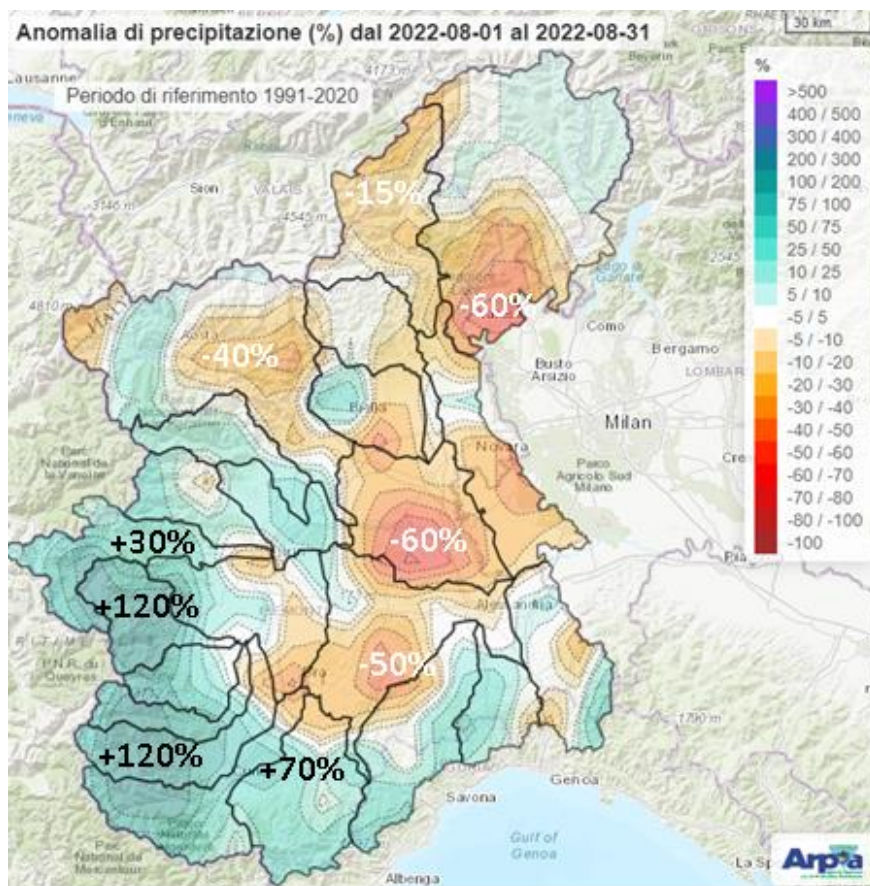


Figura 18: anomalie percentuali di precipitazioni sui bacini piemontesi durante il mese di agosto 2022 rispetto alla norma 1991-2020

In totale tuttavia, nell'estate 2022, sono caduti in Piemonte circa 195 mm medi di pioggia a fronte di una norma climatica stagionale di 239 mm, quindi con un deficit totale pari a circa il 18% rispetto al valore medio degli ultimi 30 anni. L'estate 2022 è risultata complessivamente una delle 15 più secche degli ultimi 65 anni.



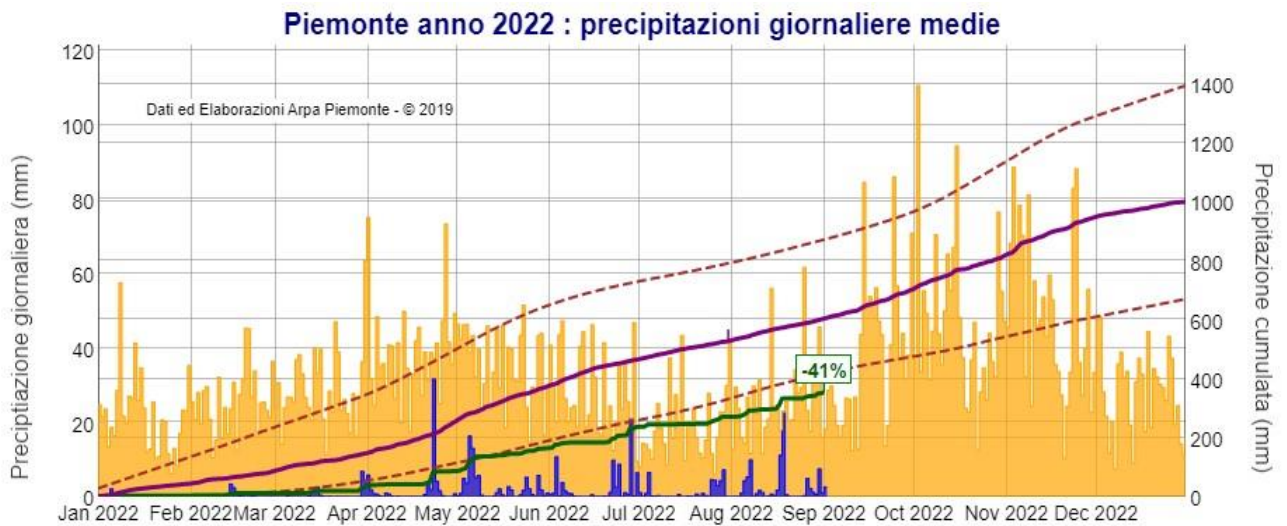


Figura 19: precipitazioni giornaliere (barre blu) e cumulate giornaliere (linea verde) in Piemonte da inizio anno 2022 confrontate con la climatologia 1991-2020. La cumulata giornaliera media nel periodo climatico di riferimento è la linea viola, mentre le linee spezzate rosse rappresentano il 5° e il 95° percentile della cumulata giornaliera negli anni 1991-2020

Considerando i dati sull'intero bacino del Po chiuso alla confluenza col Ticino, la precipitazione media totale da inizio anno è ancora ben al di sotto della norma del trentennio di riferimento 1991-2020 (al di sotto del 5° percentile) con uno scarto totale a fine estate pari al 41% (Figura 19).

Le anomalie negative di pioggia in questa stagione non sono state uniformi sul Piemonte, ma il deficit più pronunciato si è osservato nella parte centro-settentrionale della regione mentre nel cuneese e nell'alto vercellese gli apporti temporaleschi del mese d'agosto hanno ridotto il divario con le medie climatiche (Figura 20).

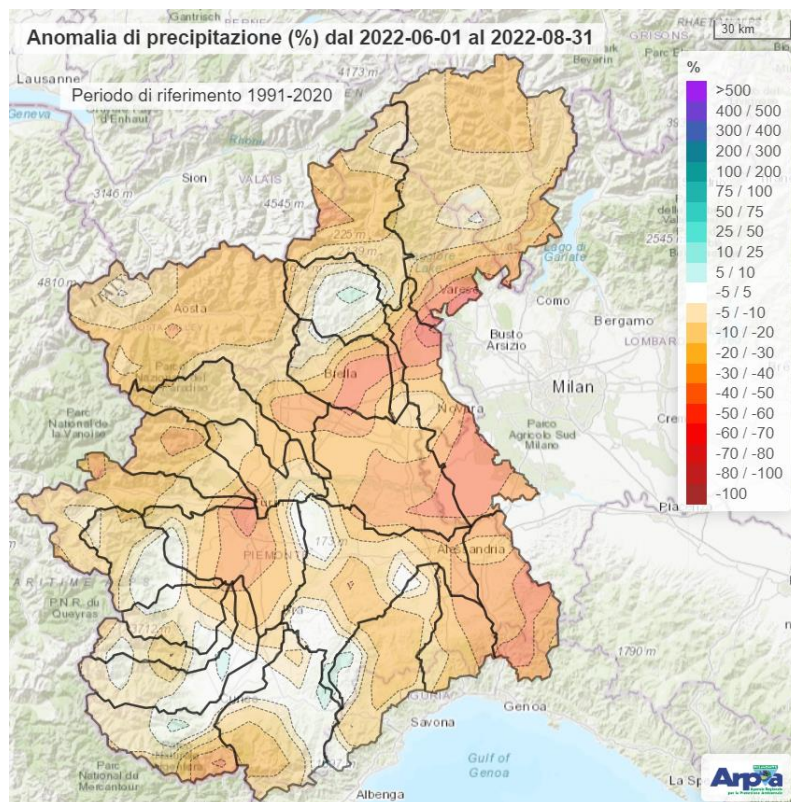


Figura 20: anomalie percentuali di precipitazioni sui bacini piemontesi durante l'estate 2022 rispetto alla norma 1991-2020



Se sulla scala trimestrale le frequenti piogge convettive sono riuscite a riportare nella classe di normalità (anche se tendente al secco) gran parte della regione, come illustrato dalle mappe di SPI a 3 mesi in Figura 21, la situazione sul medio (SPI 6 mesi) e, soprattutto, sul lungo periodo (SPI 12 mesi), ha continuato a mostrare condizioni diffuse di siccità tra severa ed estrema nella quasi totalità della regione.

Fanno eccezione i bacini montani del cuneese che, grazie alle precipitazioni più diffuse e continue del mese di agosto, hanno mostrato a fine estate una situazione meno severa dal punto di vista della siccità meteorologica (SPI12 mesi).

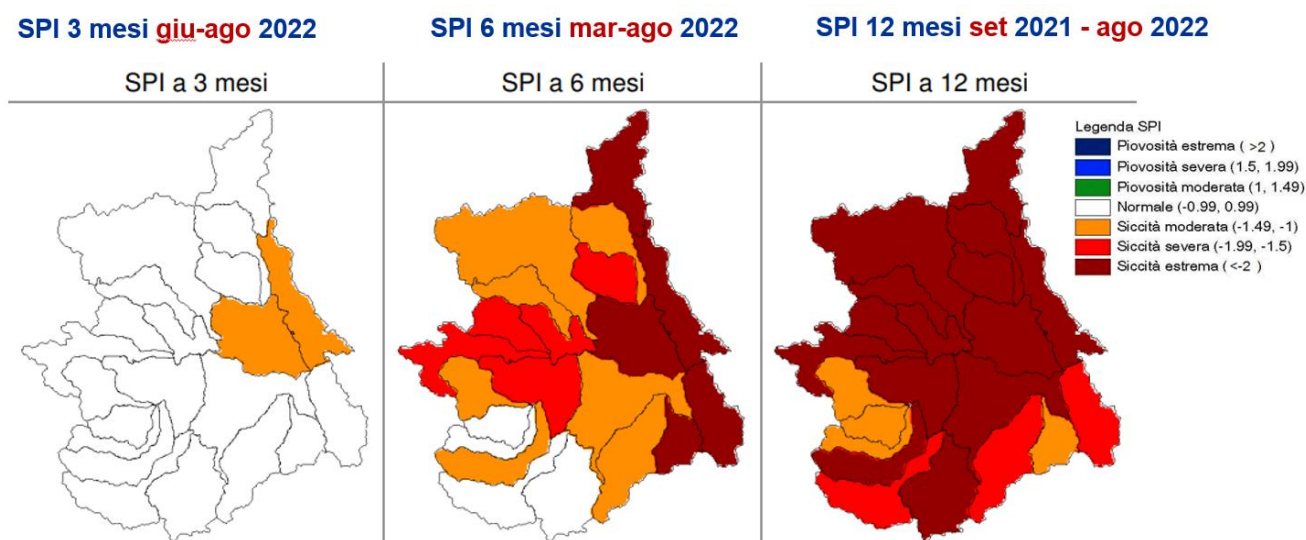


Figura 21. Indice SPI a fine estate sulle scale dei 3,6 e 12 mesi

In queste condizioni la siccità, in particolare a metà estate, non ha interessato più solamente il comparto agricolo ma ha cominciato ad incidere pesantemente su tutti gli aspetti del ciclo idrologico, andando a toccare anche il comparto idro-potabile, le ricariche delle falde e degli invasi, tanto che ad inizio luglio il Consiglio dei ministri ha deliberato la dichiarazione dello stato di emergenza, fino al 31 dicembre 2022, in relazione alla situazione di deficit idrico nei territori di Emilia-Romagna, Friuli Venezia Giulia, Lombardia, Piemonte e Veneto (Delibera del Consiglio dei Ministri del 4 luglio 2022).

Gli effetti di queste particolari condizioni meteo-climatiche sono molto evidenti anche dal punto di vista della risorsa nivale che, storicamente, per il Piemonte ha sempre giocato un ruolo fondamentale nella gestione delle crisi idriche. Quest'anno, lo scarso innevamento, associato alle elevate temperature soprattutto del mese di maggio, hanno determinato la completa fusione del manto nevoso, anche a quote elevate, con un anticipo di più di un mese rispetto alla norma climatica.

Sul fronte della riserva idrica cumulata su scale temporali più lunghe, nella tabella sono stati quantificati i valori di SPI a 6 e a 12 mesi da ottobre 2021 a settembre 2022.

Le condizioni di scarsità idrica si sono traferite durante l'estate da medio-breve periodo alle scale temporali più lunghe, come mostrano le colonne dei mesi di maggio e giugno e luglio 2022 della Tabella 2 dove si vede come essenzialmente tutti i bacini piemontesi si trovino in condizioni di siccità tra severa ed estrema: il problema si è quindi progressivamente spostato dall'ambito meteorologico a quello idrologico fino ad arrivare a influire le attività socio-economiche del Piemonte.

Qualcosa, tuttavia, è iniziato a cambiare nei bacini montani cuneesi dove le precipitazioni di agosto hanno contribuito in parte ad alleviare la siccità sul lungo periodo, mantenendola comunque quasi ovunque al livello moderato.

Bacino	SPI	Ottobre	Novembre	Dicembre	Gennaio	Febbraio	Marzo	Aprile	Maggio	Giugno	Luglio	Agosto	Settembre
ALTO PO	SPI6	SM	N	N	N	N	N	N	SS	SS	SS	N	N
	SPI12	SS	N	N	SM	SS	SM	SM	SM	SS	SE	SM	SM
PELLICE	SPI6	N	N	N	N	N	N	N	SE	SS	SE	SM	SM
	SPI12	SS	N	N	SM	SS	SM	SM	SM	SS	SE	SM	SM
VARAITA	SPI6	SM	N	N	N	N	N	N	SE	SS	SM	N	N
	SPI12	SS	N	N	SM	SS	SM	SM	SM	SS	SE	SM	SM
MAIRA	SPI6	SM	N	N	SM	SM	SM	SM	SE	SS	SM	SM	N
	SPI12	SS	N	SM	SS	SS	SS	SS	SE	SE	SE	SE	SS
RESIDUO PO CONFLUENZA DORA RIPARIA	SPI6	SM	N	N	SS	SS	SM	SM	SE	SE	SE	SS	SS
	SPI12	SE	N	SM	SS	SS	SS	SS	SE	SE	SE	SE	SE
DORA RIPARIA	SPI6	N	N	N	N	N	N	SM	SE	SE	SE	SS	SS
	SPI12	SS	N	N	SM	SM	SM	SM	SS	SS	SE	SE	SE
STURA DI LANZO	SPI6	N	N	N	SM	SM	N	SM	SE	SE	SE	SS	SS
	SPI12	SS	N	N	SM	SS	SM	SM	SE	SE	SE	SE	SE
ORCO	SPI6	N	N	N	SM	SM	SM	SM	SE	SS	SS	SM	SM
	SPI12	SS	N	N	SM	SM	SM	SM	SS	SS	SE	SE	SE
RESIDUO PO CONFLUENZA DORA BALTEA	SPI6	SM	N	N	SS	SM	SM	SS	SE	SE	SE	SS	SS
	SPI12	SE	N	N	SM	SS	SM	SS	SS	SE	SE	SE	SE
DORA BALTEA	SPI6	N	N	N	SM	SM	SM	SM	SS	SS	SS	SM	SM
	SPI12	SM	N	N	N	N	N	N	SM	SS	SE	SE	SE
CERVO	SPI6	N	N	N	SM	SM	SM	SE	SE	SE	SE	SS	SS
	SPI12	SM	N	N	SM	SM	SM	SM	SE	SS	SE	SE	SE
SESIA	SPI6	N	N	N	SS	SM	SM	SS	SE	SS	SS	SM	SM
	SPI12	SS	N	SM	SS	SS	SS	SS	SE	SS	SE	SE	SE
RESIDUO PO CONFLUENZA TANARO	SPI6	SM	N	N	SS	SS	SM	SS	SE	SE	SS	SE	SE
	SPI12	SS	N	SM	SS	SS	SS	SE	SE	SE	SE	SE	SE
STURA DEMONTE	SPI6	SM	N	N	SM	SM	SM	SM	SS	SM	SM	N	N
	SPI12	SE	N	SM	SM	SS	SM	SS	SE	SS	SE	SS	SE
TANARO	SPI6	SS	N	N	SM	SS	SM	SM	SE	SS	SM	N	SM
	SPI12	SE	N	SM	SS	SS	SS	SE	SE	SE	SE	SE	SE
BORMIDA	SPI6	N	N	N	N	N	N	SM	SE	SE	SE	SM	SM
	SPI12	SM	N	N	SM	SM	SM	SS	SS	SS	SS	SS	SM
ORBA	SPI6	N	N	N	N	N	N	SS	SE	SE	SE	SE	SS
	SPI12	N	N	N	N	N	N	SM	SS	SM	SS	SM	SM
ASTA TANARO	SPI6	SM	N	N	SS	SS	SM	SS	SE	SE	SE	SM	SM
	SPI12	SS	N	SM	SS	SE	SS	SE	SE	SE	SE	SE	SE
SCRIVIA - CURONE	SPI6	N	N	N	N	N	N	SM	SE	SE	SE	SE	SS
	SPI12	N	N	N	SM	SM	SM	SS	SS	SS	SE	SS	SS
AGOGNA - TERDOPPIO	SPI6	SM	N	N	SM	SM	SM	SS	SE	SE	SE	SE	SE
	SPI12	SS	N	SM	SS	SE	SS	SE	SE	SE	SE	SE	SE
TOCE	SPI6	N	N	N	SS	SM	SM	SS	SE	SS	SE	SE	SS
	SPI12	N	N	N	N	SM	SM	N	SS	SM	SE	SE	SE

Tabella 2 severità della siccità meteorologica calcolata utilizzando l'indice SPI sulle scale di 6 e 12 mesi. Valori di SPI compresi tra 0,99 e -0,99 rappresentano la norma (N), compresi tra -1 e -1,49 corrispondono a siccità moderata (SM), tra -1,5 e -1,99 siccità severa (SS), maggiori di -2 a siccità estrema (SE). Valori di SPI compresi tra 1 e 1,5 corrispondono a piovosità moderata (PM), compresi tra 1,5 e 2 a piovosità severa (PS), maggiori di 2 a piovosità estrema (PE).



SPI 3 mesi **lug-sett 2022**

SPI 6 mesi **apr-sett 2022**

SPI 12 mesi **ott 2021 - sett 2022**

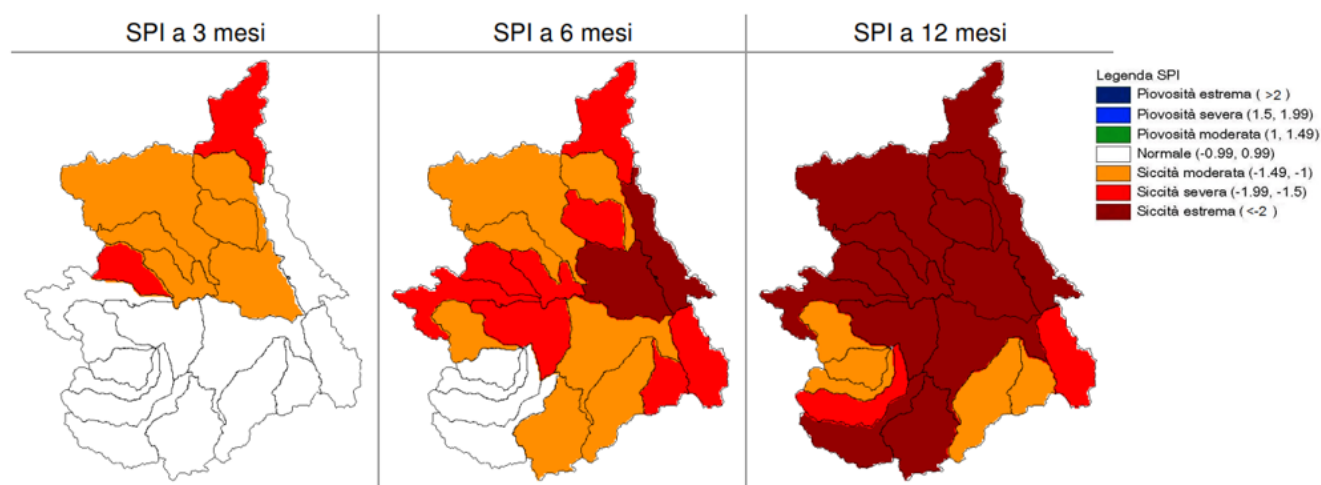


Figura 23 Indice SPI a settembre 2022 sulle scale dei 3,6 e 12 mesi

Per quanto riguarda le temperature, il mese di settembre è da dividersi in due parti: fino al 16 del mese, le temperature medie sono risultate costantemente al di sopra delle medie del periodo, con punte anche oltre il 90° percentile del mese; dal 17 in avanti, la discesa di aria fredda artica ha provocato un brusco calo delle stesse, portando la regione in un clima più autunnale, dove tutte le giornate sono risultate al di sotto della norma climatica 1991-2020.

Il risultato finale è stato quello di un mese di settembre sostanzialmente in linea con le medie storiche (+0.3°C) e leggermente più caldo nei territori regionali a sud del Po.

## 7 INQUADRAMENTO CLIMATOLOGICO

Per quantificare ed inquadrare storicamente la severità, l'estensione e la lunghezza di questo periodo siccitoso 2021-2022, in confronto con analoghi episodi del passato, si sono utilizzati due approcci differenti.

Il primo considera i dati dal punto di vista dell'anno solare e si è costruito "ad hoc" un indice di classificazione sintetico degli anni siccitosi (dal punto di vista meteorologico) che tiene conto delle seguenti caratteristiche:

- severità della siccità (SPI a 3 mesi)
- lunghezza dei periodi siccitosi
- estensione spaziale del fenomeno (percentuale di territorio coperta dal bacino rispetto alla superficie della regione).

Le tre componenti vengono normalizzate rispetto ad un periodo di riferimento (1991-2020) e opportunamente sommate tra di loro.

L'indice adimensionale che se ne ricava varia tra 0 e 1 e permette quindi di dare una prima valutazione globale qualitativa e quantitativa del fenomeno siccitoso, in riferimento agli episodi analoghi accaduti in passato.

Inoltre, per come è stato costruito, l'indice può essere calcolato in qualsiasi momento dell'anno fornendo la soglia minima sotto la quale il singolo anno in esame non può scendere ma solo aumentare in caso di ulteriori episodi siccitosi.



Questo è il caso dell'anno in corso 2022, dove il valore ricavato a fine settembre e rappresentato in Figura 24, è già il più alto dell'intera serie storica e che a fine anno non potrà che essere uguale o superiore a quello attuale.

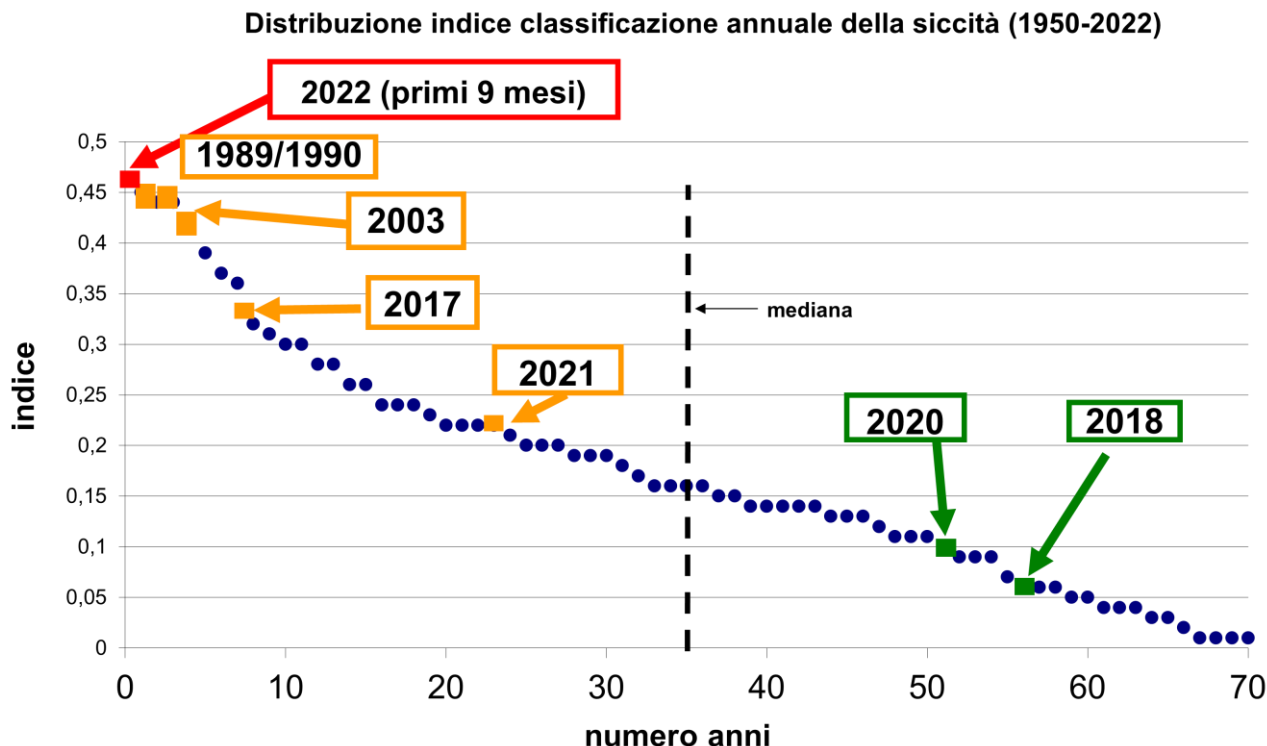


Figura 24. Indice di classificazione sintetica della siccità in Piemonte calcolato annualmente dal 1950 al 2022.

Il grafico riassuntivo mostra come nei soli primi 9 mesi del 2022 il valore dell'indicatore abbia già superato raggiunto il massimo storico di 0.46 superando i precedenti record.

Questo significa che il Piemonte si trova, a due terzi dell'annata 2022, in condizioni siccitose da primato rispetto agli ultimi 65 anni, superando le annate prime in classifica (1989,1990, 2003) ovvero gli anni in cui la siccità complessiva in Piemonte aveva determinato impatti socio-economici.

Da notare come l'indicatore sintetico consideri soltanto i dati riferiti al periodo Gennaio-Dicembre, non valutando quelle situazioni in cui le condizioni siccitose evolvono a cavallo tra due annate, come è il caso di questo evento 2021-2022.

Per questa ragione, un approccio sinergico a quanto fatto sinora, è quello di confrontare tra di loro i bilanci idro-climatici medi regionali in tutti gli anni dal 1959 ad oggi, considerando però l'anno idrologico standard (ottobre-settembre).



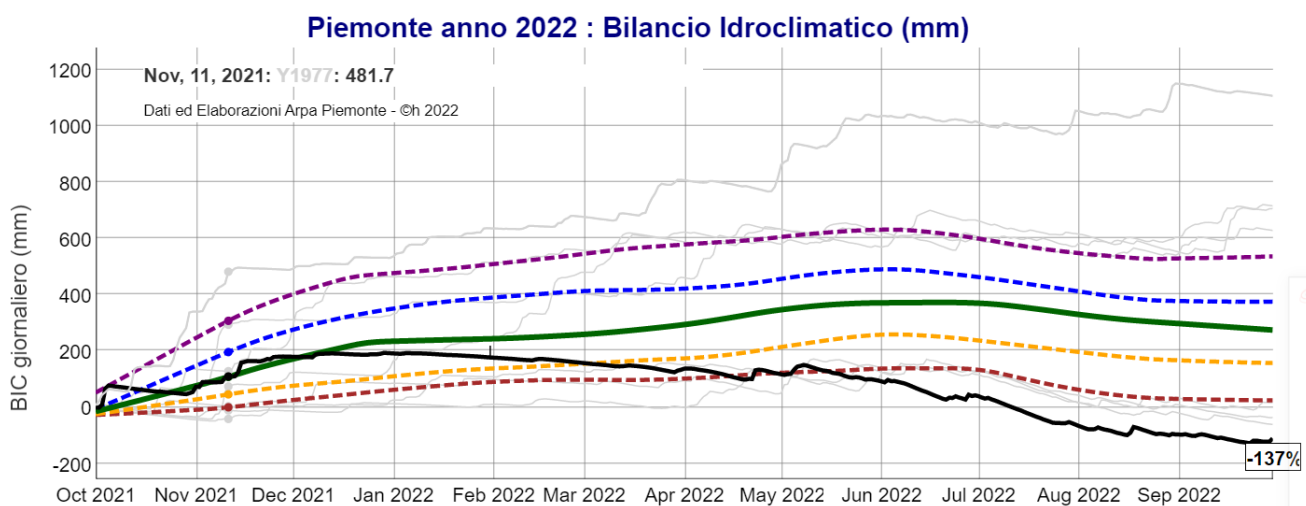


Figura 25 Bilancio idro-climatico giornaliero sul Piemonte calcolato nel durante l'anno idrologico e confrontato con le rispettive statistiche nel periodo 1959-2022.

Il bilancio idro-climatico è calcolato come somma giornaliera della differenza tra la precipitazione media sul Piemonte e l'evapotraspirazione potenziale di riferimento (ET<sub>0</sub>) stimata tramite il metodo di Hargreaves. In Figura 25 si vede il BIC del 2022 a confronto con i riferimenti statistici di mediana e quartili: la curva nera, che rappresenta il BIC dell'anno idrologico in corso, mostra come dopo una partenza con un picco, grazie all'evento alluvionale del 4-5 Ottobre 2021, e un mese di Novembre piovoso che lo ha mantenuto sul livello medio (curva verde), gli oltre 100 giorni consecutivi senza pioggia hanno progressivamente portato il territorio regionale a fine primavera al livello del 5° percentile inferiore, ovvero una situazione osservata solo in 2 annate il 1990 e il 2007 e appena superiore al 2003.

Le alte temperature di maggio (il 2° più caldo degli ultimi 65 anni dopo quello del 2003) e di giugno (ancora il 2° più caldo degli ultimi 65 anni sempre dopo quello del 2003) hanno quindi favorito l'evapotraspirazione e portato il BIC 2021-2022 ben al di sotto della soglia del 5° percentile avvicinandolo ai minimi storici di quelle annate in cui il fenomeno siccità aveva determinato impatti sui comparti agricolo, idroelettrico e, localmente, idropotabile.

Le alte temperature estive (2° estate più secca degli ultimi 65 anni) e le scarse precipitazioni estive hanno fatto sì che il BIC medio regionale, il 12 luglio, scendesse al di sotto della soglia dello 0, ovvero quella in cui le precipitazioni cumulate giornaliere bilanciano l'evapotraspirazione potenziale media regionale. Tale situazione, più consona alle zone aride che al nord Italia, non era mai accaduta così presto nell'annata idrologica da quando si ha traccia omeogena e consistente di questo indice medio regionale (ovvero dal 1958).

Gli altri due anni idrologici in cui il BIC aveva assunto valori negativi, ovvero il 1970 e il 1990, questo era accaduto a fine agosto, quasi un mese dopo, e comunque su valori che erano stati la metà di quanto osservato nel 2022. A fine anno idrologico 2022 il BIC ha fatto registrare un deficit medio regionale di circa -110 mm, un vero record negativo che ha eclissato di gran lunga i precedenti siccitosi (1970: -61 mm e 1990: -36 mm)

Quello che rende unico questo episodio siccitoso, a differenza dei casi passati, è la concomitanza di precipitazioni scarse, alte temperature e soprattutto scarso innevamento montano, con una disponibilità di risorsa idrica immagazzinata in quota ormai già esaurita a fine maggio. In Figura 26 si vede il confronto dell'altezza giornaliera del manto nevoso in una stazione nivometrica significativa in alta quota nel nord del Piemonte, una delle zone più nevose della regione, ovvero quella sita in località Formazza (VB) a oltre 2400 m di altitudine.

Si vede chiaramente come il volume di neve disponibile in fase di fusione nel 2022 sia nettamente inferiore rispetto alle altre annate siccitose prese come termine di paragone “secco” e che il manto si è completamente fuso più di un mese in anticipo rispetto agli altri casi considerati. Questo ovviamente ha un peso significativo sia sul ruscellamento primaverile sia sulla ricarica della falda acquifera.

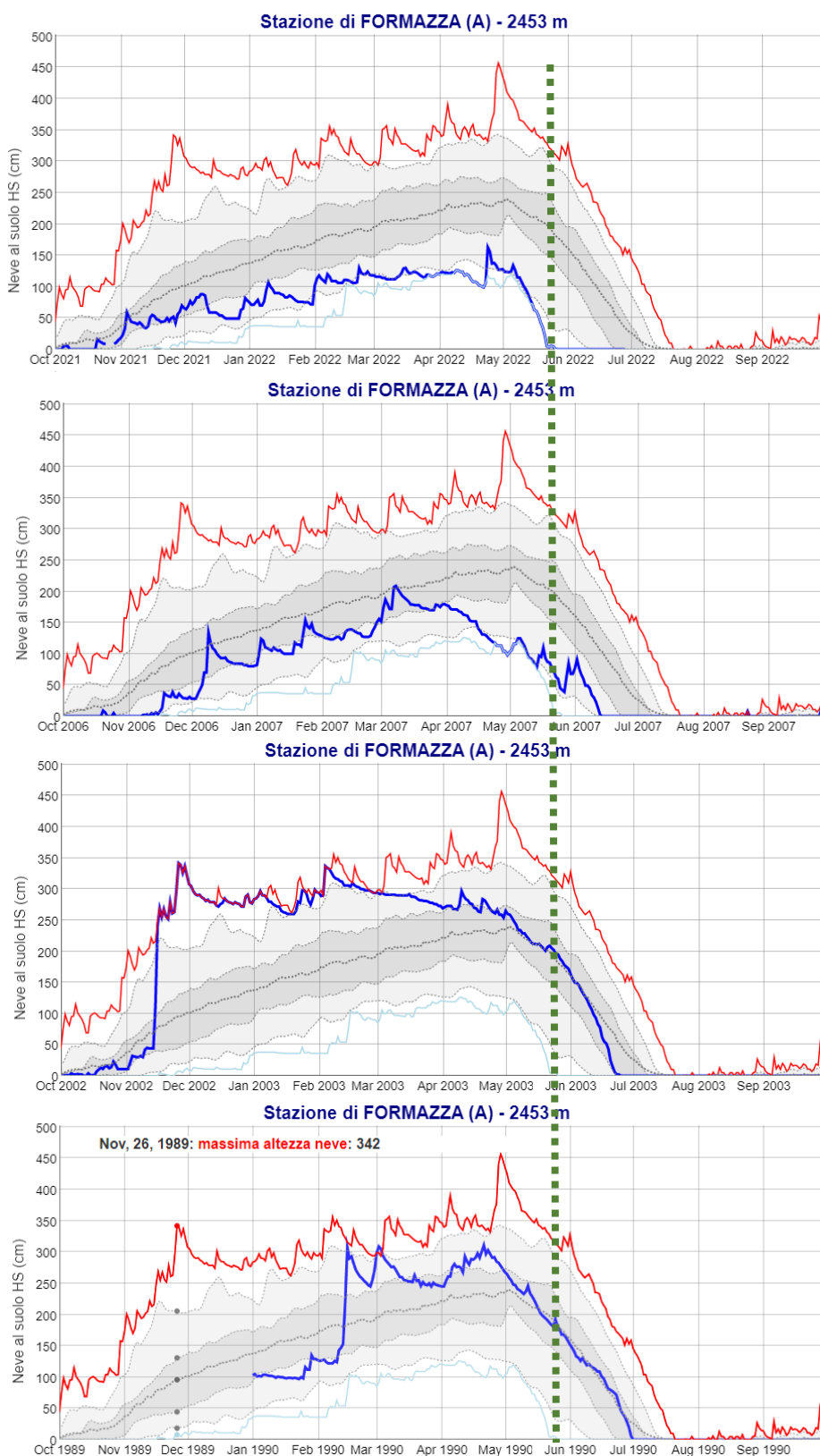


Figura 26: confronto tra l'altezza neve giornaliera nel corso dell'anno idrologico per la stazione di Formazza (VB) in 4 annate siccitose. Dall'alto in basso: 2022, 2007, 2003, 1990.

## 8 ANALISI DELLA FALDA SUPERFICIALE DI PIANURA

Arpa Piemonte gestisce una rete operativa di rilevamento del livello di soggiacenza della falda dei GWB di pianura. Di seguito si riporta la mappa con l'ubicazione dei punti di misura e i GWB corrispondenti

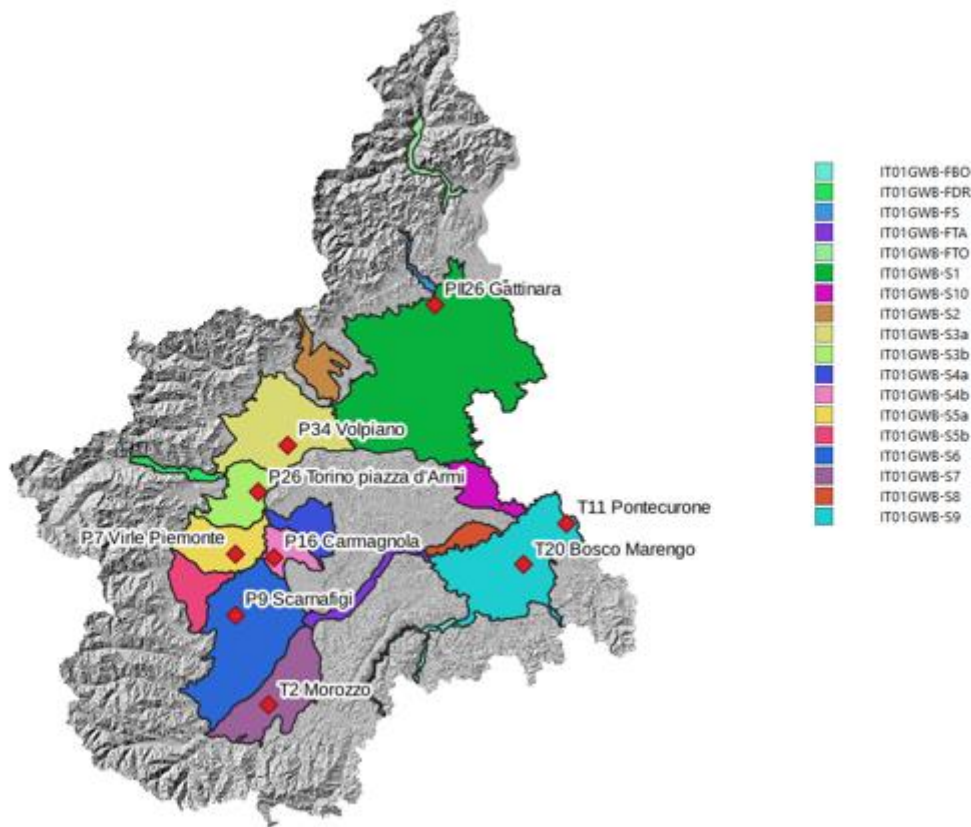


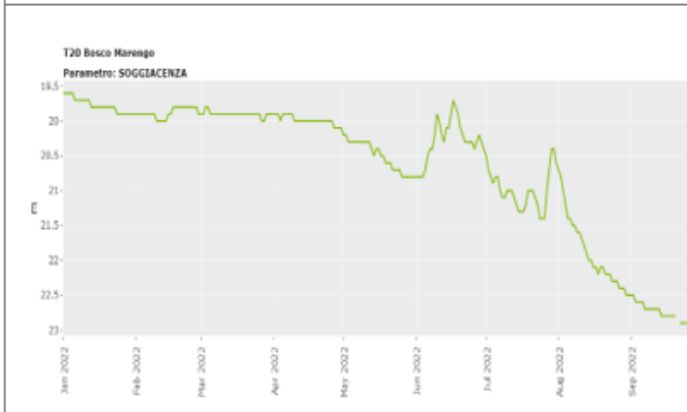
Figura 27. Ubicazione dei punti di misura e corpi idrici sotterranei.

Le condizioni di perdurante siccità, che stanno avendo interessato il Piemonte, si riflettono anche sul livello della falda con una diffusa tendenza ad un abbassamento che in alcune località è rapido in maniera preoccupante. Di seguito il grafico di sinistra mostra l'andamento del livello dell'acquifero nell'anno in corso mentre il grafico a box plot permette di visualizzare la distribuzione storica dei dati.

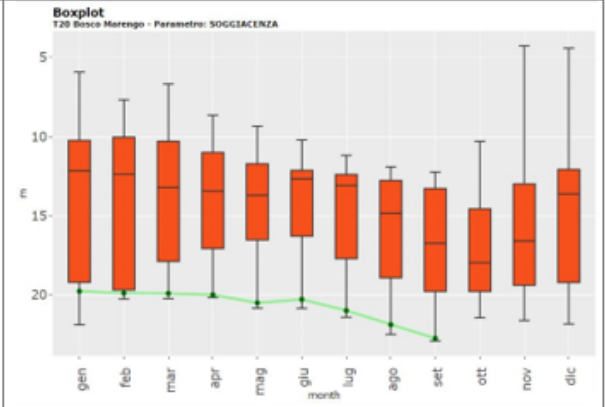
I box plot rappresentano dall'alto al basso i valori minimi, il 25° percentile, il 75° percentile e il massimo dei dati mensili di soggiacenza di tutta la serie storica del piezometro. Il range dei valori per ogni mese compreso tra il 25° percentile e il 75° definiscono la fluttuazione annua media dell'acquifero (calcolata negli ultimi 15/20 anni). La linea verde corrisponde alla soggiacenza media mensile registrata nel 2022.

## BOSCO MARENCO\_T20

Grafico della soggiacenza dell'anno 2022 aggiornato al 30/09



Valori mensili dell'anno in corso (linea verde) in relazione alla serie storica

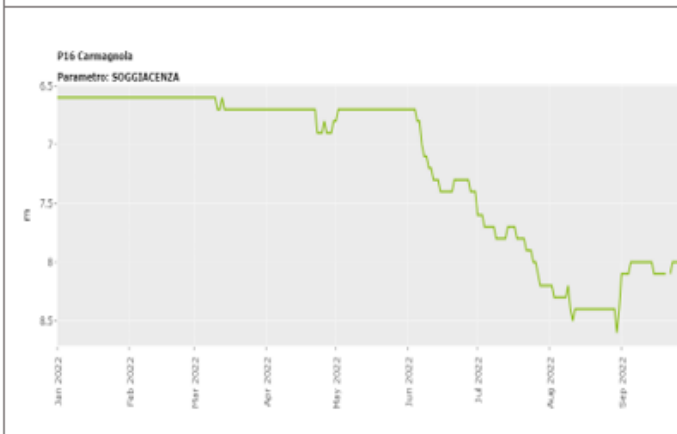


Situazione criticità mensile anno 2022 rispetto ai valori 'tipici' per la serie storica

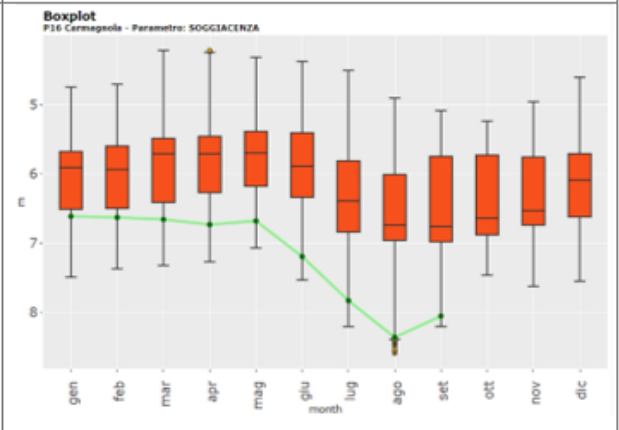
Gennaio	Febbraio	Marzo	Aprile	Maggio	Giugno	Luglio	Agosto	Settembre	Ottobre	Novembre	Dicembre

## CARMAGNOLA\_P16

Grafico della soggiacenza dell'anno 2022 aggiornato al 30/09



Valori mensili dell'anno in corso (linea verde) in relazione alla serie storica

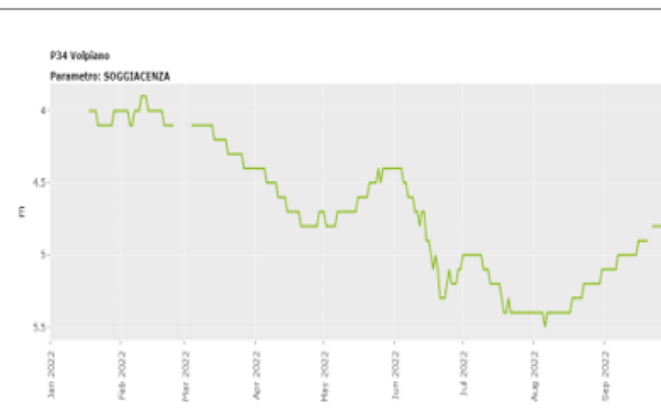


Situazione criticità mensile anno 2022 rispetto ai valori 'tipici' per la serie storica

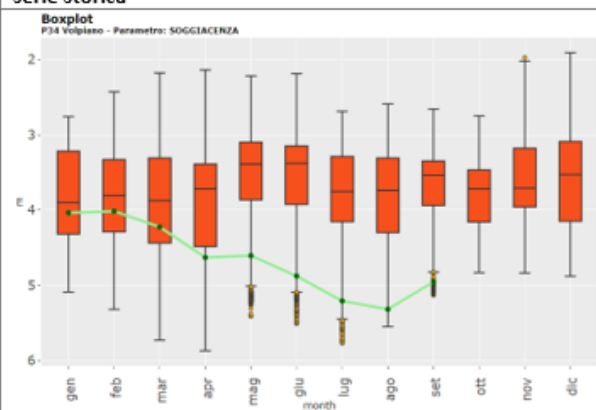
Gennaio	Febbraio	Marzo	Aprile	Maggio	Giugno	Luglio	Agosto	Settembre	Ottobre	Novembre	Dicembre

## VOLPIANO\_P34

Grafico della soggiacenza dell'anno 2022 aggiornato al 30/09



Valori mensili dell'anno in corso (linea verde) in relazione alla serie storica



Situazione criticità mensile anno 2022 rispetto ai valori 'tipici' per la serie storica											
Gennaio	Febbraio	Marzo	Aprile	Maggio	Giugno	Luglio	Agosto	Settembre	Ottobre	Novembre	Dicembre

Maggiore del 75° percentile

Tra il 75° percentile e la mediana

Tra la mediana e il 25° percentile

Minore del 25° percentile

Figura 28. Andamento della soggiacenza registrato dai piezometri di Bosco Marengo (AL), Carmagnola (TO) e Volpiano (TO) dal 1 gennaio 2022 all'ultimo dato acquisito e andamento storico mensile (boxplot)


L'analisi dei dati di soggiacenza dei piezometri che attualmente forniscono dati in tempo reale mostra come nei rispettivi acquiferi superficiali si registrino scostamenti rispetto alla media storica del mese, con la tendenza ad un aumento costante della soggiacenza con valori superiori al 75° percentile della media della serie storica.

## 9 PORTATE

Il quadro estremamente critico fin qui descritto, ovviamente si riflette in maniera pesantissima sulle portate dei corsi d'acqua del reticolo regionale sia principale che secondario; se si analizzano più nello specifico i valori osservati agli idrometri e si valuta lo scarto rispetto alle medie mensili storiche di riferimento, il quadro è decisamente critico già da inizio anno come si può notare nella seguente figura.



Bacino	Sezione	Scarto [%]										MAPPA DELLE STAZIONI
		Gennaio	Febbraio	Marzo	Aprile	Maggio	Giugno	Luglio	Agosto	Settembre		
Varaita	Varaita a Rossana	-25%	-58%	-74%	-86%	-80%	-88%	-56%	-29%	-33%		
Stura di Lanzo	Stura di Lanzo a Lanzo	-16%	-23%	-65%	-66%	-54%	-68%	-53%	-41%	-56%		
Dora Baltea	Dora Baltea a Tavagnasco	-8%	-15%	-40%	-52%	-23%	-48%	-33%	-35%	-47%		
Sesia	Sesia a Palestro*	-79%	-71%	-80%	-72%	-72%	-84%	-37%	-34%	-70%		
Toce	Toce a Candoglia	-30%	-35%	-48%	-57%	-27%	-54%	-36%	-30%	-38%		
Stura di Demonte	Stura di Demonte a Gaiola	-42%	-49%	-64%	-74%	-62%	-77%	-76%	-61%	-47%		
Tanaro	Tanaro a Farigliano	-64%	-71%	-86%	-79%	-48%	-82%	-59%	-36%	-57%		
Tanaro	Tanaro a Montecastello	-58%	-65%	-78%	-79%	-58%	-85%	-74%	-54%	-63%		
Po	Po a Torino	-45%	-53%	-68%	-76%	-67%	-77%	-39%	-37%	-56%		
Po	Po a San Sebastiano	-58%	-65%	-71%	-83%	-76%	-88%	-55%	-34%	-45%		
Po	Po a Isola S. Antonio	-49%	-55%	-67%	-72%	-68%	-85%	-67%	-53%	-53%		



\* = Portata fiume Sesia e Roggione Sartirana

Figura 29. Scarti delle portate mensili rispetto ai valori storici di riferimento calcolati per alcune sezioni significative da inizio 2022 ad oggi

Le portate, già ridotte a valori molto vicini ai minimi storici nei primi mesi dell'anno a causa dell'assenza di precipitazioni, non hanno trovato sollievo nelle abituali morbide alimentate dalla fusione nivale né negli afflussi che solitamente caratterizzano la stagione primaverile; i valori di aprile e maggio sono infatti inferiori ai riferimenti storici del 70-80% sulla maggioranza dei bacini; sostanzialmente solo la Dora Baltea presenta una situazione più contenuta di deficit. A giugno la situazione si complica ulteriormente: lungo l'asta del Po si osservano portate più basse mediamente dell'80% rispetto ai riferimenti storici, e in corrispondenza degli idrometri, i valori mensili calcolati sono i più bassi mai registrati da quando sono in funzione le stazioni.

Anche a luglio, con il permanere di una situazione di deficit pluviometrico, unitamente all'attivazione delle derivazioni ad uso irriguo nel periodo primaverile-estivo, le portate dei corsi d'acqua continuano ad essere particolarmente critiche e presentano rilevanti scostamenti negativi rispetto alla media storica di riferimento. La situazione migliora di solo qualche punto percentuale ad agosto grazie ad alcuni apporti pluviometrici significativi, tuttavia rimane critica, soprattutto nei bacini meridionali. A settembre la situazione non migliora, anzi si assiste ad un nuovo incremento degli scarti negativi anche perché i valori di riferimento del mese sono ovunque più alti di quelli agosto.

Un'ulteriore conferma dello stato critico dei deflussi è evidenziata dal numero di stazioni idrometriche ubicate sui corsi d'acqua principali e gestite da Arpa Piemonte, che registrano, giorno per giorno, portate inferiori ai valori di magra ordinaria (Q274) e straordinaria (Q355) negli ultimi 6 mesi corrispondenti al semestre aprile-settembre tipicamente quello irriguo.

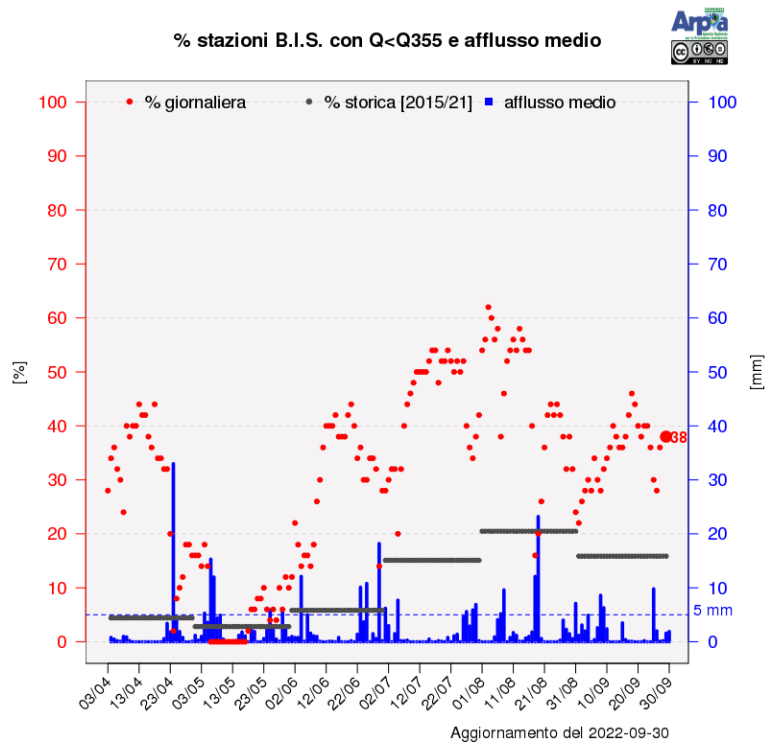
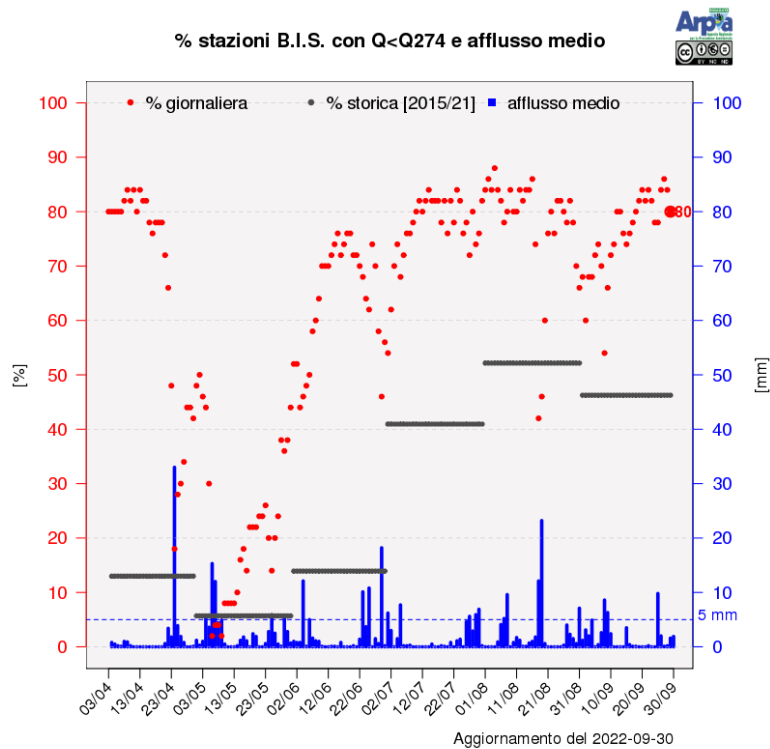


Figura 30. Percentuale delle stazioni idrometriche in condizioni di magra e afflussi medi sull'intero bacino negli ultimi 6 mesi

A metà aprile circa l'80% delle stazioni ha registrato valori di magra ordinaria e oltre il 40% in magra straordinaria. Si sono poi registrate solo alcune precipitazioni nei primi giorni di maggio, con conseguente ripresa delle portate fluviali, ma la successiva fase più secca e calda ha determinato un progressivo calo dei deflussi; infatti, a metà giugno si torna ad una percentuale altissima di stazioni in magra ordinaria (poco meno dell'80%) con la metà in magra straordinaria.

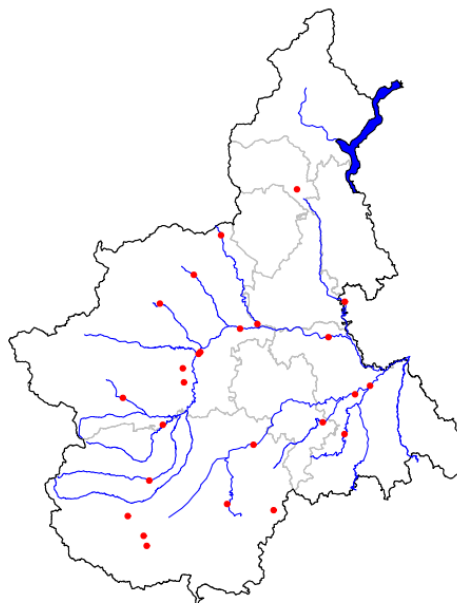
Nel mese di luglio la percentuale di stazioni con portata inferiore al valore di magra ordinaria è stata superiore all'80% nella maggior parte del mese, raggiungendo l'86% il 31 luglio. Le precipitazioni di

fine mese hanno determinato una ripresa dei deflussi ed una diminuzione della percentuale fino al 70%, che tuttavia si è rivelata solo temporanea. Infatti, per tutta la prima metà di agosto si torna a valori superiori all'80% che è scesa al 40% con le precipitazioni della terza settimana. Anche questa ripresa è stata temporanea e, per l'intero mese di settembre, oltre l'80% di stazioni ha misurato valori inferiori alla magra ordinaria.

In questo contesto assume particolare rilievo l'analisi dei valori medi mensili che mostrano, per la metà delle stazioni idrometriche di monitoraggio, medie da record in negativo. Le successive mappe mostrano la distribuzione delle stazioni che hanno registrato i record negativi per giugno e per settembre con una diffusione abbastanza omogenea su tutto il territorio regionale e, soprattutto, una persistenza di tali valori per l'intero periodo.

**Stazioni BIS con  $Q_{mese} < Q_{min}$  medie mese (25/50)**

aggiornamento del 2022-06-30



**Stazioni BIS con  $Q_{mese} < Q_{min}$  medie mese (18/50)**

aggiornamento del 2022-09-29

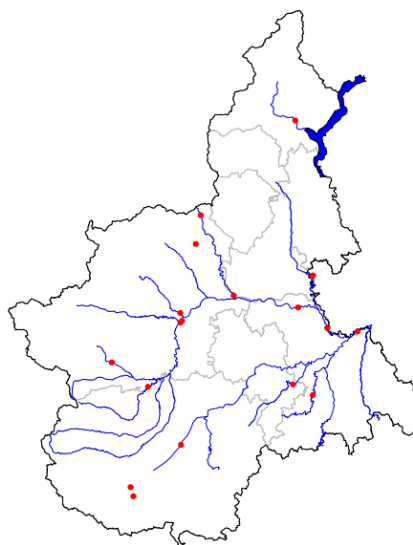
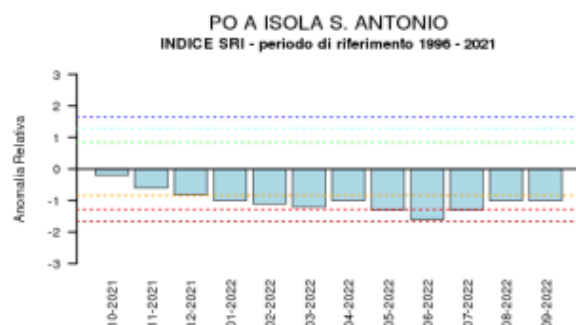
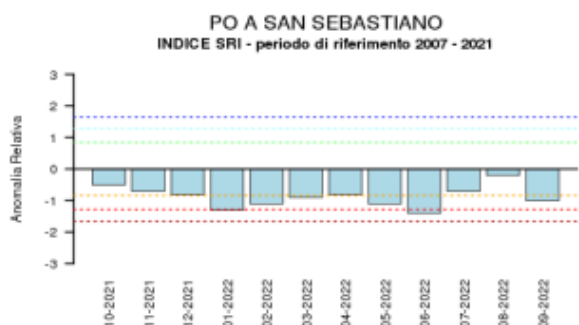
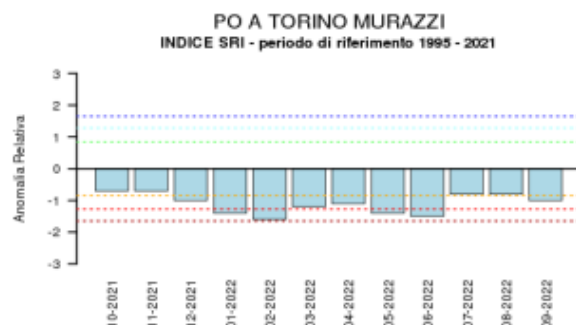
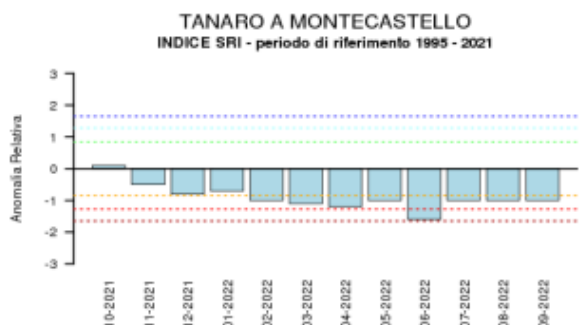
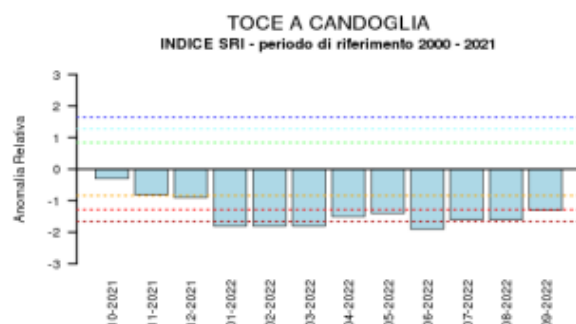
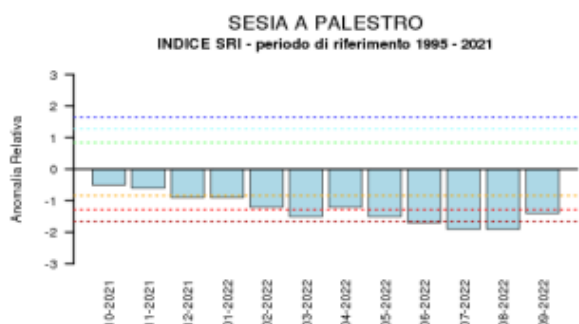
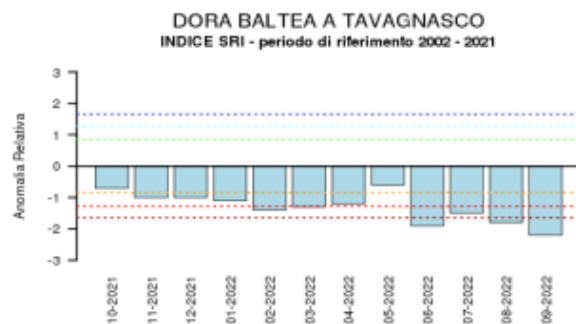
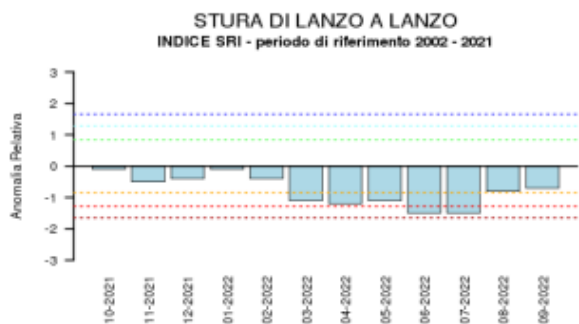


Figura 31. Stazioni idrometriche che registrano portate medie mensili con valori record a giugno e a settembre.

Per alcune stazioni rappresentative del reticolo principale regionale si riporta l'indice SRI (*Standardized Runoff Index*) utilizzato per classificare l'anomalia di portata rispetto alla media storica.



Legenda SRI	
Estremamente umido	SRI > 1.65
Molto umido	1.65 ≥ SRI ≥ 1.28
Moderatamente umido	1.28 ≥ SRI ≥ 0.84
Normale	0.84 ≥ SRI ≥ -0.84
Moderatamente secco	-0.84 ≥ SRI ≥ -1.28
Molto secco	-1.28 ≥ SRI ≥ -1.65
Estremamente secco	-1.65 ≥ SRI

Figura 32. Indice SRI mensile calcolato per alcune sezioni significative del Po.

Come si può notare, ormai da un anno le principali sezioni fluviali registrano portate inferiori alla media storica con valori negativi molto significativi, che, negli ultimi mesi, hanno raggiunto indici compresi tra molto secco ed estremamente secco.

Unitamente all'analisi delle portate nel contesto regionale anche l'andamento dei volumi invasati nel lago Maggiore denota valori al di sotto dei riferimenti storici per tutti i mesi del 2022. La differenza risulta particolarmente evidente nel mese di giugno, mese caratterizzato dai livelli medi più alti durante l'anno.

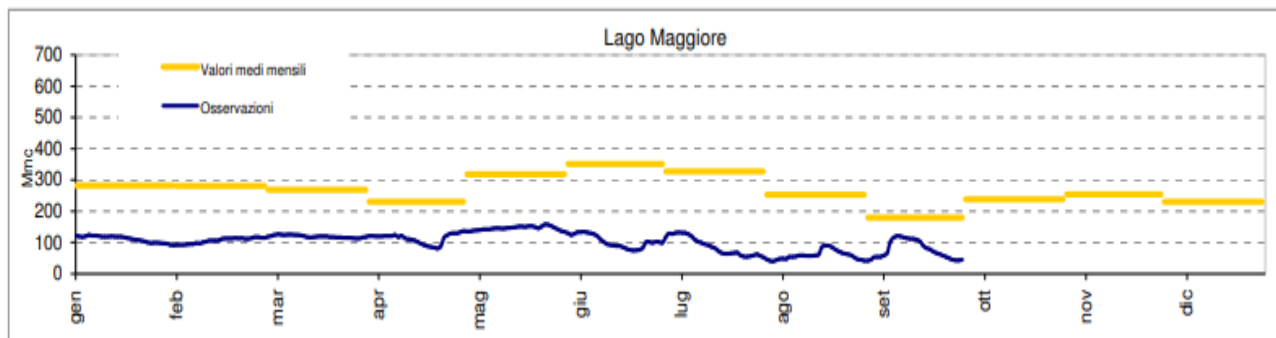


Figura 33. Andamento dei volumi invasati nel lago Maggiore e confronto coi valori storici nel 2022.

Per quanto riguarda invece gli invasi artificiali, nella tabella seguente si riportano il volume invasato alla fine di ogni mese del 2022, il volume medio mensile storico e il corrispondente scarto, per 31 bacini regionali di capacità massima di invaso superiore a 1 milione di mc.

	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set
Valori medi mensili [Mmc]	206	164	128	111	132	208	272	268	252
Volume invasato mese [Mmc]	133	132	90	100	158	165	134	114	96
Scarto [%]	-35%	-20%	-30%	-10%	19%	-21%	-51%	-57%	-62%

Figura 34. Volumi mensili degli invasi artificiali

Pur tenendo conto del fatto che una frazione di tale volume è da considerarsi indisponibile a causa di vincoli ambientali e funzionali, si può notare come il volume complessivamente invasato per tutti i mesi del 2022 sia stato sempre inferiore ai valori di riferimento medio mensili, fatta eccezione per il mese di maggio dove si è misurato un volume complessivo invasato di 158 Mmc corrispondente ad uno scarto positivo del 19%.



## 10 CONSIDERAZIONI FINALI

Il **raro ed estremo evento di siccità intensa e diffusa** nel nord Italia, che ha avuto il suo picco a metà estate 2022 ma che continua interessare la regione Piemonte fin all'inizio dell'autunno, affonda le proprie radici già nel corso della seconda metà del 2021, quando ad una estate scarsa di precipitazioni nel sud della regione è succeduto un autunno moderatamente caldo e con precipitazioni lievemente al di sotto della norma del trentennio 1990-2020.

In quel quadro generale di disponibilità idrica di poco inferiore alla norma, e con gli indici di siccità meteorologica standardizzati che segnalavano l'inizio di una transizione del territorio piemontese verso condizioni di siccità lieve, il Piemonte ed in generale il territorio alpino, è andato incontro all'inverno più anomalo dell'ultimo secolo, una stagione eccezionalmente calda, secca e con numerosi episodi di vento di favonio che, dalle Alpi, si è spesso spinto fino alle pianure del nord Italia. Sono stati oltre 100 i giorni consecutivi senza precipitazioni significative che hanno caratterizzato la stagione invernale e l'inizio della primavera sulla regione.

Questo contesto meteo-climatico sfavorevole ha impedito la formazione e il mantenimento di un ampio e solido serbatoio nivale sulle Alpi, un elemento chiave per alimentare le morbide fluviali primaverili, mantenere adeguate le magre estive e ricaricare le falde sotterranee.

Nemmeno la primavera, che nelle zone settentrionali della regione è la stagione climaticamente più piovosa, è riuscita a risollevarne la scarsa disponibilità idrica. Nel 2022 si è osservata la quinta primavera più secca degli ultimi 65 anni e con temperature che tra il mese di maggio e quello di giugno hanno toccato valori eccezionali, avvicinandosi decisamente ai record storici dell'anno nero 2003.

Alla fine di agosto, l'estate 2022 è divenuta la seconda estate più calda in Piemonte negli ultimi 65 anni, mancando per pochi decimi di grado, il record storico del 2003. La situazione generale non è del tutto precipitata solo grazie alle piogge del mese di agosto in linea con i valori climatologici, anche se si è tratto di precipitazioni di tipo convettivo, quindi a macchia di leopardo sulla regione, e spesso accompagnate da grandine e vento, quindi più nocive che positive per il comparto agricolo regionale.

In primavera ed estate, la combinazione di scarse piogge ed alte temperature ha contribuito ad aumentare notevolmente l'evapotraspirazione proprio nella parte chiave della stagione agricola, tanto da deprimere il bilancio idro-climatico regionale a livelli anche peggiori delle annate storicamente negative come il 2003 e il 1990. A differenza di quest'anno, tuttavia, in quegli episodi passati il territorio regionale poteva contare su una riserva nivale più consistente e ancora in fase di fusione ad alta quota fino a luglio.

Anche l'autunno non si è aperto sotto migliori auspici per quanto riguarda una risoluzione definitiva e rapida delle condizioni siccitose, visto che il mese di settembre, uno tra i mesi storicamente più piovosi dell'anno in regione, è stato ancora ben al di sotto delle norme climatiche recenti ed accompagnato da temperature in linea con la climatologia.

A fine settembre, il risultato complessivo del bilancio idro-climatico nell'anno idrologico 2021-2022 segna un valore negativo storico: già a metà luglio il BIC medio regionale è sceso al di sotto della soglia dello zero, ovvero quella in cui le precipitazioni cumulate giornaliere bilanciano l'evapotraspirazione potenziale media regionale: una condizione mai vista così presto nell'annata nemmeno negli anni più critici del passato (1990, 1970, 2013).

La conseguenza è evidente nelle **portate dei fiumi, tanto che sia il Po sia la maggior parte dei suoi affluenti stanno registrando valori di magra estrema mai osservati in passato.**

La scarsità idrica viene ben rappresentata dagli indicatori SPI e SPEI che mostrano, a fine settembre, valori molto negativi sulle scale temporali di medio e soprattutto di lungo periodo (12 mesi).

Sui 12 mesi, la maggior parte della regione è ancora in condizioni definite di siccità estrema, mentre sui 6 mesi sono le zone al confine con la Lombardia e quelle del torinese a mostrare una sofferenza più pronunciata. Diversa la situazione sugli ultimi 3 mesi dove le piogge di agosto hanno permesso ai bacini montani del cuneese e a quelli appenninici di recuperare rispetto alla situazione estrema primaverile e di inizio estate.

**Sulle scale temporali più lunghe la siccità registrata non è più soltanto di tipo meteo-idrologico o agricolo ma ha inciso anche sugli aspetti socio-economici**, in particolare durante l'estate, andando a toccare il comparto idro-potabile, le ricariche delle falde e degli invasi, la conservazione degli ecosistemi terrestri e acquatici e, in generale, tutte quelle attività in qualche modo connesse con l'uso dell'acqua.

## 11 NOTIZIE PUBBLICATE

Di seguito sono elencate, con i riferimenti web, tutte le notizie inerenti la siccità da Arpa Piemonte nel corso di questo evento siccitoso a partire da gennaio 2022.

*4 gennaio 2022 – Caldo anomalo*

<https://www.arpa.piemonte.it/news/caldo-anomalo-di-fine-2021-inizio-2022>

*27 gennaio 2022 – 50 giorni senza pioggia*

<https://www.arpa.piemonte.it/news/50-giorni-consecutivi-senza-pioggia-la-situazione-idrica-in-piemonte>

*3 marzo 2022 – Aggiornamento di fine febbraio*

<https://www.arpa.piemonte.it/news/la-situazione-idrica-in-piemonte-a-fine-febbraio-2022>

*9 marzo 2022 – Inverno da primato*

<https://www.arpa.piemonte.it/news/inverno-da-primato-in-ticino-lombardia-e-piemonte>

*18 marzo 2022 – 100 giorni senza pioggia*

<https://www.arpa.piemonte.it/news/100-giorni-senza-pioggia-sul-piemonte>

*31 marzo 2022 – Prime piogge dopo 111 giorni*

<https://www.arpa.piemonte.it/news/dopo-111-giorni-di-siccita-prime-piogge-significative-sul-piemonte>

*5 aprile 2022 – Aggiornamento dopo le precipitazioni*

<https://www.arpa.piemonte.it/news/la-situazione-idrica-in-piemonte-a-seguito-delle-recenti-precipitazioni>

*4 maggio 2022 – Situazione idrica a inizio maggio*

<https://www.arpa.piemonte.it/news/situazione-idrica-in-piemonte-a-inizio-maggio>

*16 maggio 2022 – Temperature estive*

<https://www.arpa.piemonte.it/news/temperature-quasi-estive-sul-piemonte-inizia-oggi-lemissione-dei-bollettini-per-la-prevenzione-delle-ondate-di-calore>

*20 maggio 2022 – 35° C in pianura*

<https://www.arpa.piemonte.it/news/nel-weekend-attese-temperature-fino-a-35degc-in-pianura>

*3 giugno 2022 – Aggiornamento a fine maggio*

<https://www.arpa.piemonte.it/news/situazione-idrica-in-piemonte-a-fine-maggio>

*17 giugno 2022 – Temperature ben al di sopra delle medie stagionali*

<https://www.arpa.piemonte.it/news/temperature-ben-al-di-sopra-delle-medie-stagionali-ieri-e-stato-il-16-giugno-piu-caldo-degli-ultimi-65-anni>

11 luglio 2022 - *Ondata di calore in arrivo da metà settimana: temperature massime e minime in rialzo e aumento dell'umidità*

<https://www.arpa.piemonte.it/news/ondata-di-calore-in-arrivo-temperature-massime-e-minime-in-rialzo-e-aumento-dellumidita>

15 luglio 2022 - *Temperature sopra la media del periodo. Dopo una breve pausa domenica persisteranno anche la prossima settimana*

<https://www.arpa.piemonte.it/news/temperature-sopra-la-media-del-periodo-dopo-una-breve-pausa-domenica-persisteranno-la-prossima-settimana>

28 luglio 2022 - *Maggio - luglio 2022: caldo sopra la media e siccità*

<https://www.arpa.piemonte.it/news/maggio-luglio-2022-caldo-sopra-la-media-e-siccita>

4 agosto 2022 – *Situazione idrica in Piemonte a inizio agosto*

<https://www.arpa.piemonte.it/news/situazione-idrica-in-piemonte-a-inizio-agosto>

9 agosto 2022 – *Siccità in Piemonte: la situazione delle falde*

<https://www.arpa.piemonte.it/news/siccita-in-piemonte-la-situazione-delle-falde>

16 agosto 2022 – *Siccità: continuano i controlli in campo sulla gestione corretta dei prelievi d'acqua*

<https://www.arpa.piemonte.it/news/siccita-continuano-i-controlli-in-campo-sulla-gestione-corretta-dei-prelievi-d2019acqua>

2 settembre 2022 – *Estate 2022: caldo quasi da primato*

<https://www.arpa.piemonte.it/news/estate-2022-caldo-quasi-da-primato>

2 settembre 2022 – *Situazione idrica in Piemonte a inizio settembre*

<https://www.arpa.piemonte.it/news/situazione-idrica-in-piemonte-a-inizio-settembre>

23 settembre 2022 – *Siccità: le attività di Arpa Piemonte sulle derivazioni idriche*

<https://www.arpa.piemonte.it/news/siccita-i-controlli-di-arpa-piemonte-sulle-derivazioni-idriche>

## ALLEGATO

Le precipitazioni medie mensili osservate in Piemonte sono state confrontate con quelle relative al periodo 1961-1990, preso come riferimento 'climatologico': per consentire valutazioni d'insieme alla scala dei principali bacini idrografici, non è stato fatto un confronto puntuale dei dati delle singole stazioni della rete di monitoraggio di Arpa Piemonte ma si è preferito effettuare un'analisi a scala di bacino.

Nella tabella successiva sono riportati i bacini idrografici per i quali sono stati calcolati:

- la pioggia media mensile espressa in mm
- lo scostamento, espresso in percentuale, rispetto al valore medio storico calcolato sul campione delle piogge mensili disponibili.

Tabella A. Precipitazione media mensile [mm] relativa ai principali bacini idrografici regionali, scostamento pluviometrico [%]. Lo scostamento è dato da (pioggia mensile - pioggia mensile storica)/pioggia mensile storica; il periodo storico è: 1960 – 1990. In rosso sono evidenziati gli scostamenti negativi in azzurro quelli positivi.

Bacino	Area [Km <sup>2</sup> ]	Ottobre	Novembre	Dicembre	Gennaio	Febbraio	Marzo	Aprile	Maggio	Giugno	Luglio	Agosto	Settembre
ALTO PO	717	40,2	229,7	9,5	0,1	2,0	17,7	50,6	126,1	65,7	42,0	102,6	50,9
		-57%	241%	-78%	-100%	-97%	-78%	-53%	2%	-28%	-17%	32%	-25%
PELLICE	975	80,1	209,7	16,5	0,5	3,4	14,9	59,4	102,8	66,3	16,4	125,3	42,9
		-20%	205%	-63%	-99%	-94%	-81%	-46%	-20%	-29%	-64%	85%	-39%
VARAITA	601	31,4	194,9	10,5	0,1	2,4	15,8	49,5	95,6	53,0	33,2	99,8	44,4
		-62%	203%	-76%	-100%	-95%	-78%	-49%	-12%	-35%	-26%	53%	-28%
MAIRA	1214	29,1	171,3	14,6	0,2	5,4	18,6	46,3	95,0	52,6	33,4	97,3	47,1
		-67%	135%	-71%	-100%	-91%	-76%	-54%	-12%	-32%	-21%	52%	-24%
RESIDUO PO CONFLUENZA DORA RIPARIA	1778	41,0	135,5	8,8	0,1	0,6	10,9	25,3	65,7	48,3	32,9	70,1	35,5
		-49%	120%	-77%	-100%	-99%	-83%	-72%	-38%	-36%	-22%	13%	-36%
DORA RIPARIA	1337	71,8	126,0	32,2	1,6	4,7	12,9	46,5	65,8	52,8	13,3	83,1	42,2
		-18%	88%	-33%	-97%	-91%	-80%	-47%	-36%	-34%	-72%	34%	-33%
STURA DI LANZO	886	103,3	158,2	24,1	1,3	1,2	15,0	88,5	90,1	82,8	22,7	98,4	34,8
		-10%	114%	-50%	-97%	-98%	-82%	-30%	-39%	-24%	-65%	18%	-57%
ORCO	913	107,4	128,5	26,1	1,8	1,3	16,8	90,1	79,0	95,5	32,0	103,2	43,3
		-3%	66%	-40%	-96%	-98%	-80%	-25%	-44%	-6%	-53%	18%	-46%
RESIDUO PO CONFLUENZA DORA BALTEA	781	67,2	126,2	12,9	0,6	1,4	16,1	40,5	78,2	64,5	30,1	101,3	37,3
		-25%	87%	-67%	-98%	-97%	-77%	-62%	-35%	-22%	-45%	44%	-43%
DORA BALTEA	3939	66,4	70,0	56,8	7,8	9,5	16,2	69,9	57,9	84,6	25,6	70,2	49,0
		-23%	-3%	17%	-84%	-83%	-75%	-17%	-40%	7%	-55%	1%	-16%
CERVO	1019	120,5	138,2	12,3	1,6	7,8	12,4	67,2	77,4	103,2	26,5	110,5	78,9
		-3%	39%	-75%	-97%	-89%	-88%	-51%	-52%	-12%	-70%	3%	-20%
SESIA	1132	144,1	158,1	17,0	2,2	7,0	15,6	105,8	108,1	147,8	59,9	116,4	73,1
		12%	55%	-67%	-96%	-91%	-85%	-28%	-39%	7%	-35%	3%	-27%
RESIDUO PO CONFLUENZA TANARO	2021	58,1	101,5	12,9	2,0	4,4	14,5	14,7	57,5	28,2	47,7	35,8	36,1
		-29%	38%	-68%	-96%	-93%	-79%	-82%	-38%	-52%	5%	-45%	-38%
STURA DEMONTE	1472	34,9	200,1	25,9	0,0	14,4	36,2	65,2	123,5	54,2	38,8	93,6	51,4
		-68%	109%	-59%	-100%	-80%	-61%	-43%	3%	-39%	-20%	33%	-30%
TANARO	1812	31,5	211,3	18,5	0,1	9,6	32,4	41,7	114,6	32,5	60,0	72,8	31,5
		-69%	129%	-70%	-100%	-87%	-65%	-60%	-2%	-59%	6%	-7%	-55%
BORMIDA	1733	164,0	157,7	15,3	2,0	8,7	24,5	33,1	56,6	29,7	29,4	55,3	44,5
		67%	86%	-71%	-96%	-87%	-70%	-59%	-32%	-40%	-17%	-4%	-19%



Bacino	Area [Km <sup>2</sup> ]	Ottobre	Novembre	Dicembre	Gennaio	Febbraio	Marzo	Aprile	Maggio	Giugno	Luglio	Agosto	Settembre
ORBA	776	328,3	143,4	31,7	20,7	18,9	18,3	32,0	40,4	24,2	17,0	60,6	67,5
		177%	34%	-54%	-71%	-78%	-82%	-63%	-49%	-58%	-41%	5%	-2%
ASTA TANARO	2403	41,8	99,9	13,6	1,2	3,0	19,8	12,1	69,3	38,3	41,7	37,9	33,1
		-48%	42%	-69%	-97%	-95%	-71%	-84%	-13%	-24%	22%	-32%	-32%
SCRIVIA - CURONE	1364	113,9	150,1	33,3	27,2	27,3	10,8	26,6	45,9	20,1	15,3	61,9	64,1
		-1%	31%	-57%	-66%	-65%	-88%	-67%	-40%	-65%	-60%	-8%	-11%
AGOGNA - TERDOPPIO	1598	85,3	119,3	14,6	4,8	8,2	10,2	30,5	45,7	32,8	42,5	53,5	71,9
		-16%	31%	-68%	-91%	-88%	-88%	-70%	-61%	-58%	-33%	-36%	-8%
TOCE	1784	167,7	123,7	25,2	5,6	17,6	11,4	116,6	105,4	120,6	62,5	111,2	72,9
		27%	19%	-55%	-91%	-77%	-88%	-16%	-36%	-12%	-30%	1%	-25%
Po a Ponte Becca (PV)	37874	94,4	137,0	22,1	5,0	9,4	15,8	55,6	77,4	70,1	43,0	78,8	61,9
		-14%	45%	-66%	-92%	-87%	-81%	-43%	-25%	-21%	-24%	4%	-15%