



DIPARTIMENTO DI SCIENZE DELLA TERRA,
UNIVERSITA' DI TORINO

ORDINE DEI GEOLOGI DELLA
REGIONE PIEMONTE



LA SCARSITA' DELLA RISORSA IDRICA IN PERIODI DI CRISI CLIMATICA: PROBLEMATICHE, ESPERIENZE E PROPOSTE DI INTERVENTI DI MITIGAZIONE

L'IMPATTO DEI CAMBIAMENTI CLIMATICI SULLA RISORSA IDRICA: I RECENTI EVENTI SICCITOSI E GLI SCENARI FUTURI

Secondo Barbero
Direttore Generale Arpa Piemonte



Vedremo la situazione delle variazioni del clima con riferimento a:

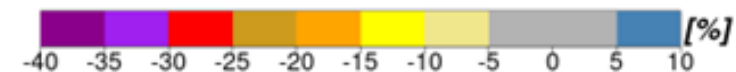
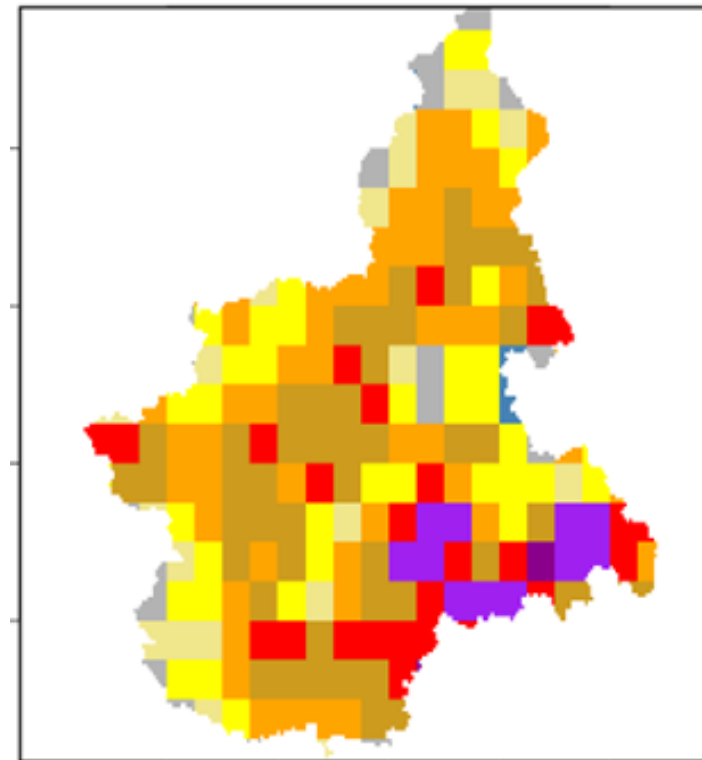
1. Cosa ci dicono i dati del passato e le proiezioni future
2. Qual la situazione idrologica attuale
3. Strumenti per affrontare le scarsità idriche

Come sono cambiate le precipitazioni

ULTIMI 20 anni

osserviamo la diminuiscono dal 10 al 35% dei giorni piovosi (nel periodo maggio settembre)

Differenza percent. 2001-2020 1981-2000



PRECIPITAZIONI

- ↓ - 4% precipitazione media ultimi 30 anni
MA elevata variabilità inter-annuale
- ↓ - 13-14% precipitazioni invernali
ultimi 60 anni

Stagione e mese più piovosi

- ultimi 60 anni: **autunno** - **ottobre**
- ultimi 30 anni: **primavera** - **maggio**
- modifica del regime pluviometrico

Precipitazioni MAX cumulate giornaliere

- ↑ + 1.28 mm/anno per la *pianura*
- ↑ + 1.38 mm/anno per la *montagna*
- aumento maggiore in **autunno**

Numero giorni piovosi

- ↓ fino a -6/-8 giorni/10 anni
- secondo un gradiente nordovest-sudest
- in particolare in **estate**

Fenomeni intensi

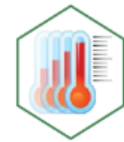
- ↑ + aumento dei fenomeni intensi **estivi**
- ↑ + aumento giorni con precipitazione >50 mm
- ↓ - diminuzione giorni con precipitazione >10mm

Lunghezza dei periodi SECCHI

- ↑ + aumento, in particolare in *pianura*
- MA la siccità coinvolge anche la *montagna*
- dal 2000 (prima solo in *pianura*)

Come sta cambiando il CLIMA in Piemonte

Temperatura



Temperatura MASSIMA

↑ +2.1°C dal 1958 sulla *regione*

↑ +2.5°C dal 1958 in *montagna*

Tasso di aumento

↑ +0.38°C/10 anni ultimi 60 anni

aumento maggiore in **inverno**

↑ +0.58°C/10 anni ultimi 30 anni

aumento maggiore in **primavera e inverno**



Temperatura MINIMA

↑ +1.5°C dal 1958 sulla *regione*

↑ +1.8°C dal 1958 in *montagna*

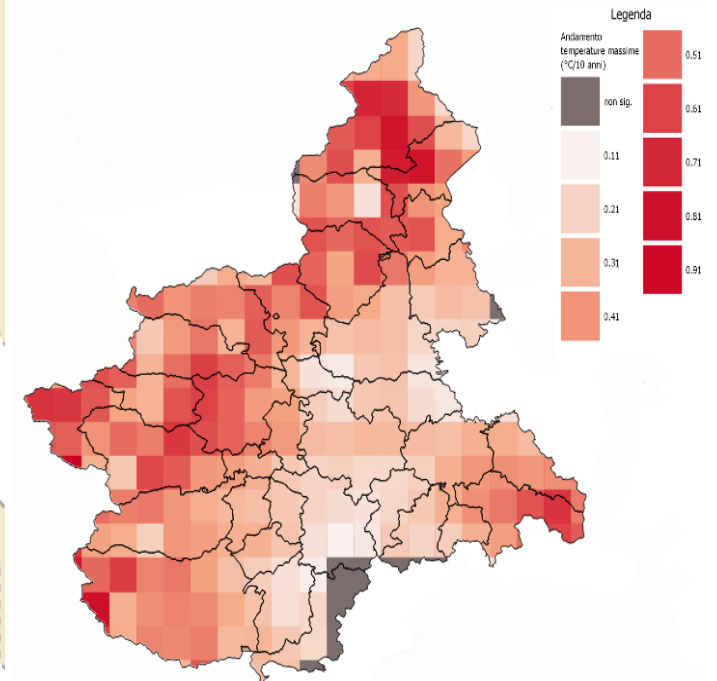
Tasso di aumento

↑ +0.24°C/10 anni ultimi 60 anni

in tutte le **stagioni**

↑ +0.24°C/10 anni ultimi 30 anni

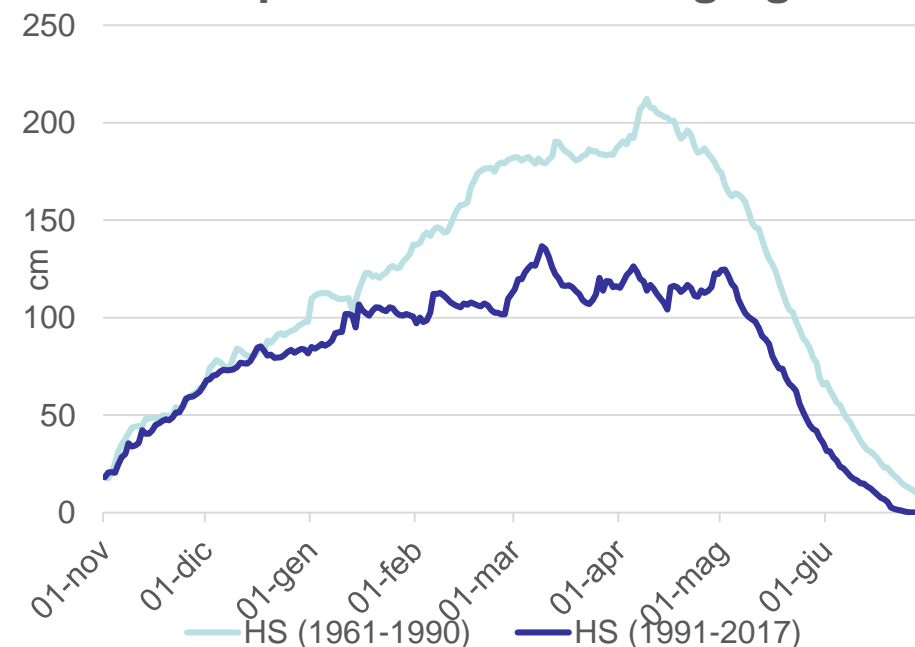
aumento maggiore in **primavera**



L'aumento di temperatura è più evidente in montagna

Neve

Ceresole Lago Serrù (2296 m) Altezza neve al suolo media nel periodo novembre-giugno



Permanenza della NEVE al suolo



- diminuzione numero di giorni in cui il suolo è coperto dalla neve (sotto i 1500 m di quota)
- diminuzione dell'altezza della neve al suolo negli ultimi 30 anni sulla *regione*

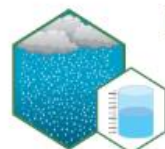


NEVE FRESCA



- diminuzione negli ultimi 20 anni, più marcata sotto i 1500 m di quota

Disponibilità idrica in forma nivale



- diminuzione: rapida fusione della neve negli ultimi anni
- maggio** mese con maggiore perdita della riserva accumulata

Frazione neve/precipitazione totale



- 7%/10 anni in *montagna*

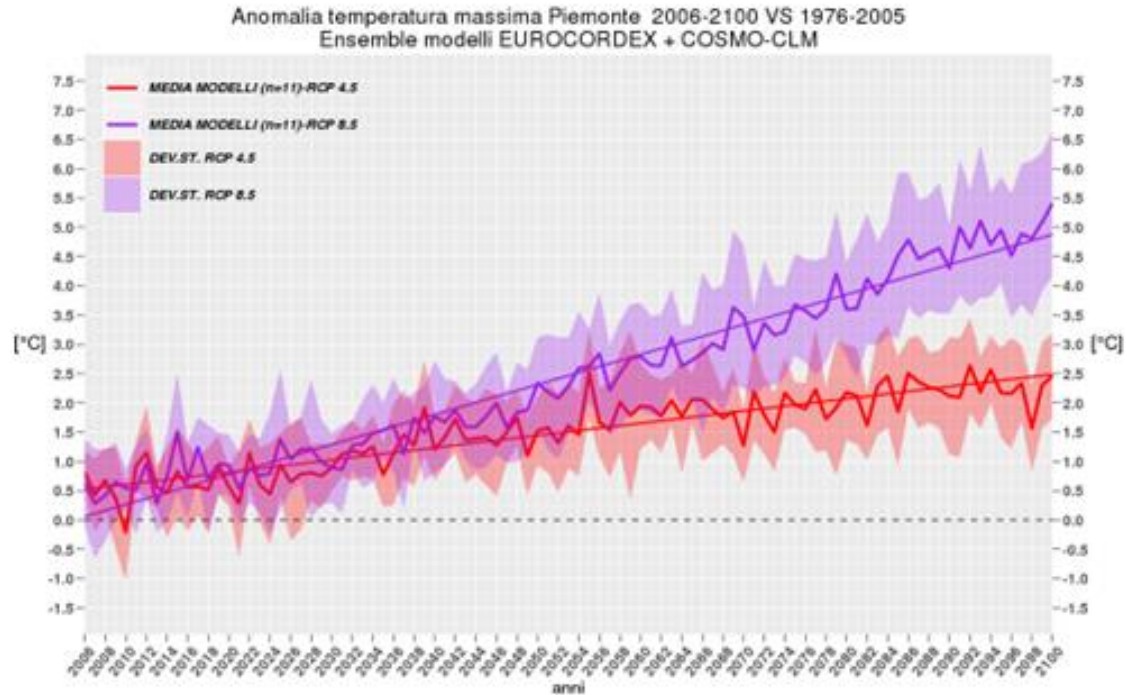


E' però diminuito in modo più marcato l'altezza media delle neve al suolo nel periodo dal 1990 al di sotto dei 2000 m e la lunghezza della stagione nevosa si è ridotta

Quali sono le proiezioni future e gli impatti

1. Temperature (mediamente) **in aumento**

2. Tendenza alla diminuzione delle precipitazioni solide nevose e incremento/**anticipo della fusione nivale**

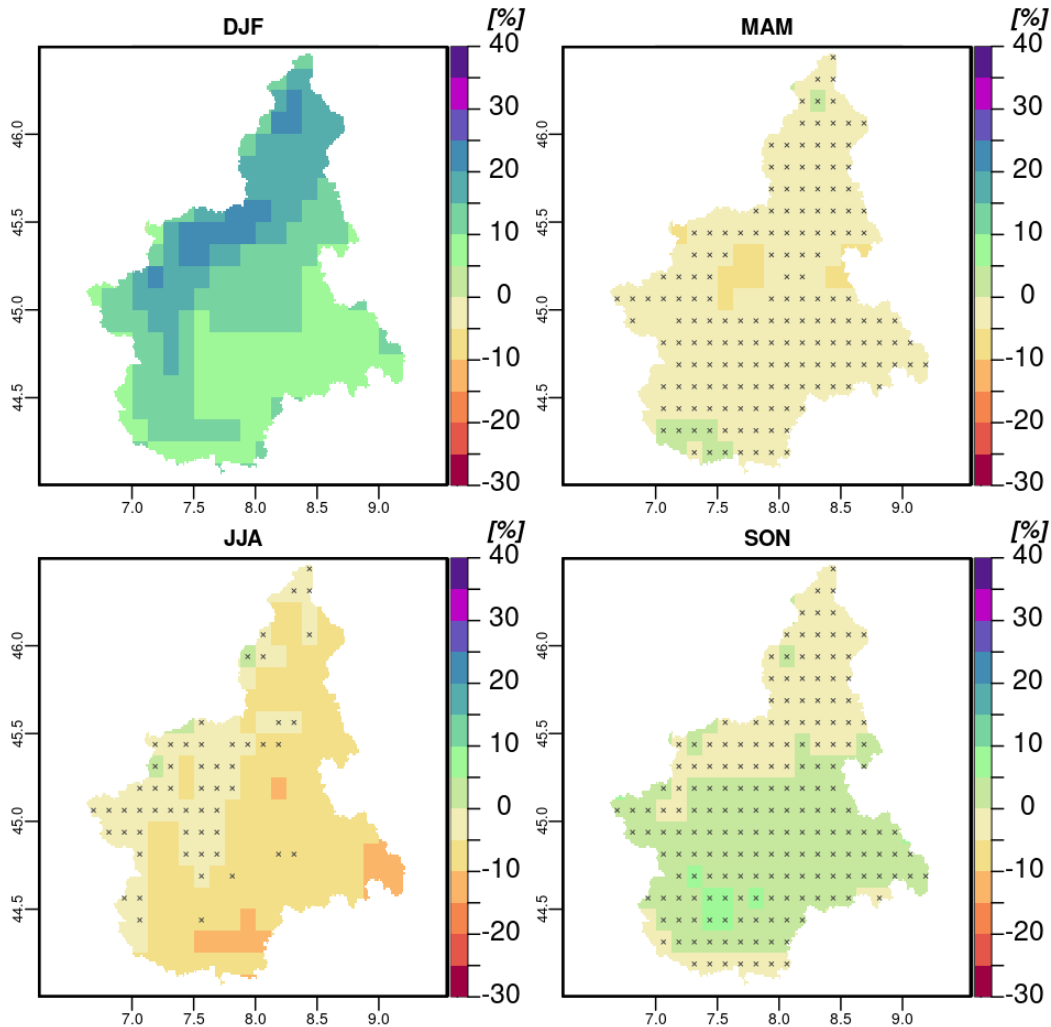


Alle “basse quote” nelle Alpi l’altezza del manto nevoso è prevista **in calo del 25%** nel prossimo futuro (2031–2050) IPCC AR6

PROBABILITA’ SEMPRE MAGGIORE DI EPISODI **SICCITOSI PIU’ FREQUENTI ED INTENSI**

Come cambieranno le precipitazioni

Variazione % precipitazione cumulata media : 2041-2070 VS 1976-2005 - RCP4.5



Fonte: Arpa Piemonte

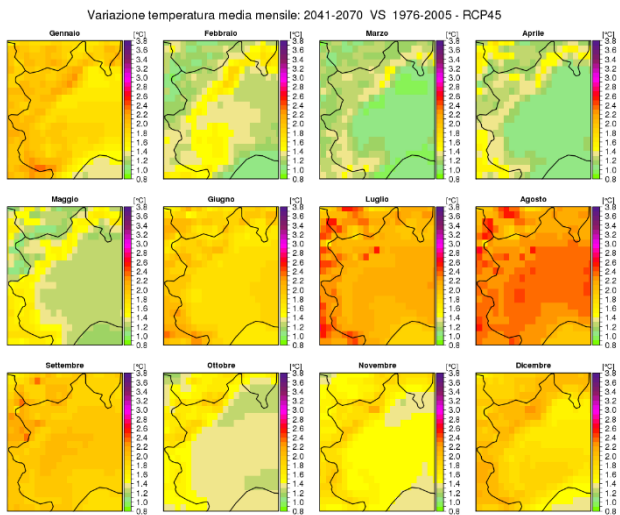
fascia montana e pedemontana alpina

periodo	stagione	RCP 4.5	RCP 8.5
2011-2040	DJF	+(5-15)%	
	MAM		
	JJA		
	SON		
2041-2070	DJF	+(10-25)%	+(5-15)%
	MAM		-5%
	JJA	-(5-15)%	-(10-15)%
	SON		+(5-10)%
2071-2100	DJF	+(10-15)%	+(15_40)%
	MAM		
	JJA	-(5-10)%	-(15-30)%
	SON		

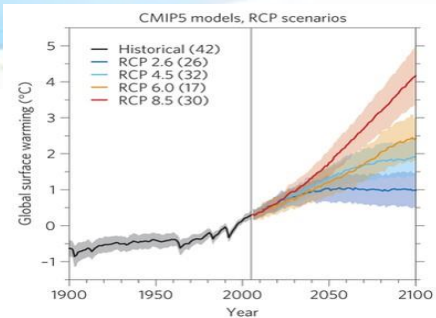
Impatti sulla risorsa idrica

Scenari climatici
Ensemble Eurocordex –
cosmo-clm

RCP 4.5 e 8.5



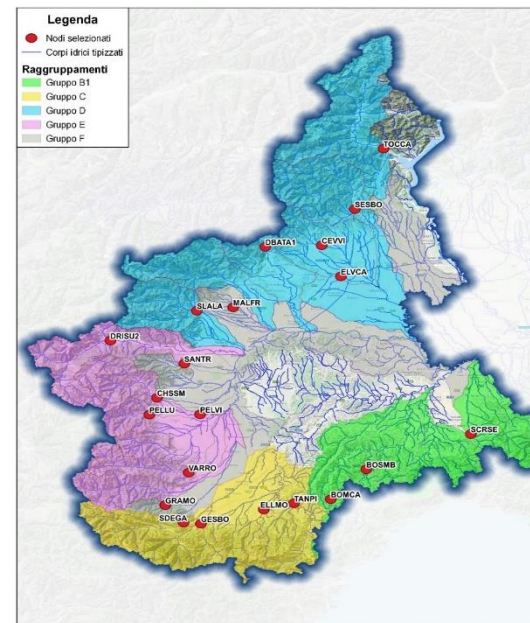
variazione di temperatura media mensile tra
il 2041-2070 e il 1976-2005



Variazione serie temperature in input
al modello

Simulazione idrologica
afflussi-delfussi + utenze mike-hydro

Scenario base 2000-2016 scenario
futuro 2041-2070



Nodi di bilancio per i quali sono stati analizzati i risultati
delle simulazioni

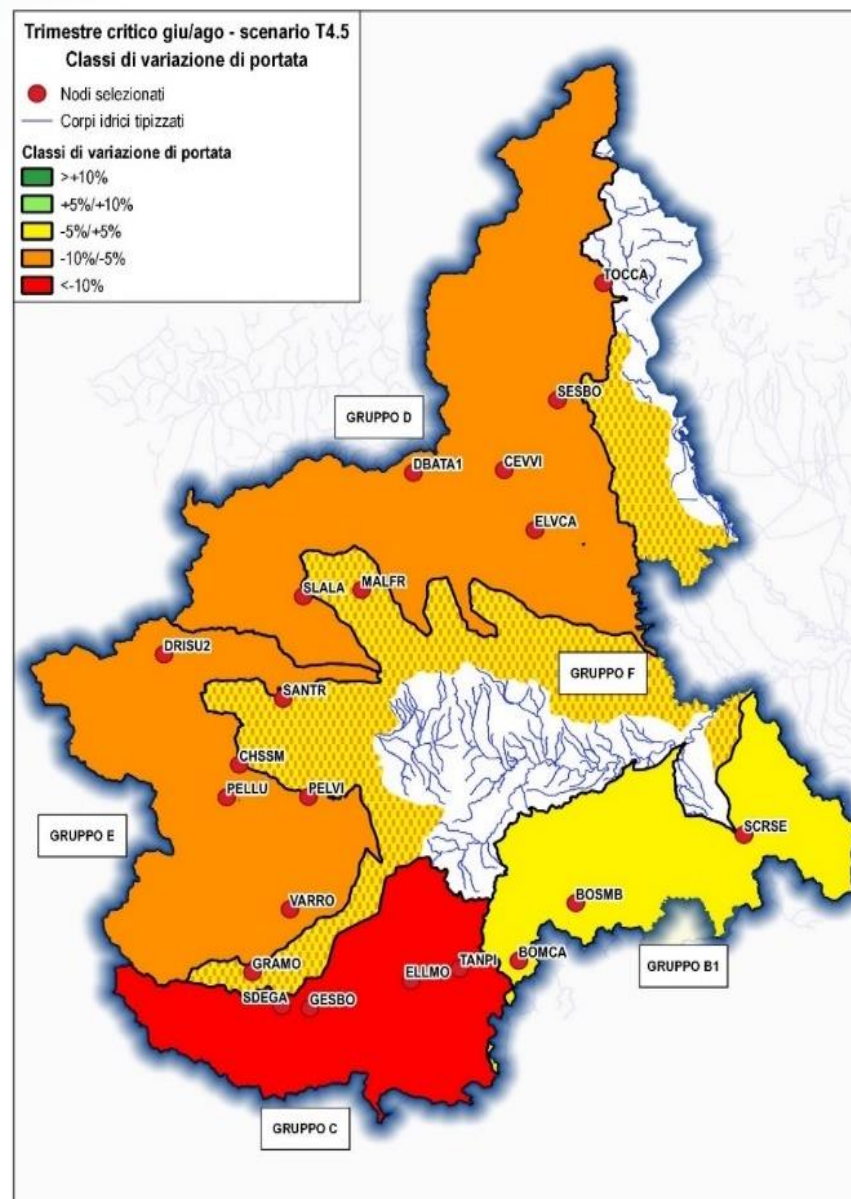
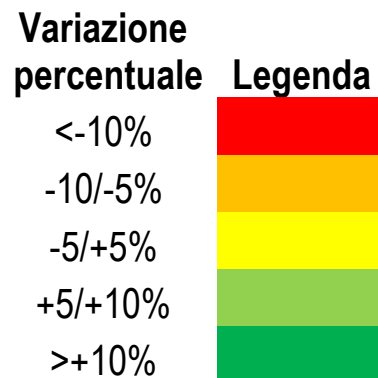
Impatti sulle portate dei corsi d'acqua

NEI PROSSIMI 30 anni

si prevede la diminuzione dal 5 al 10% della portata dei fiumi alpini

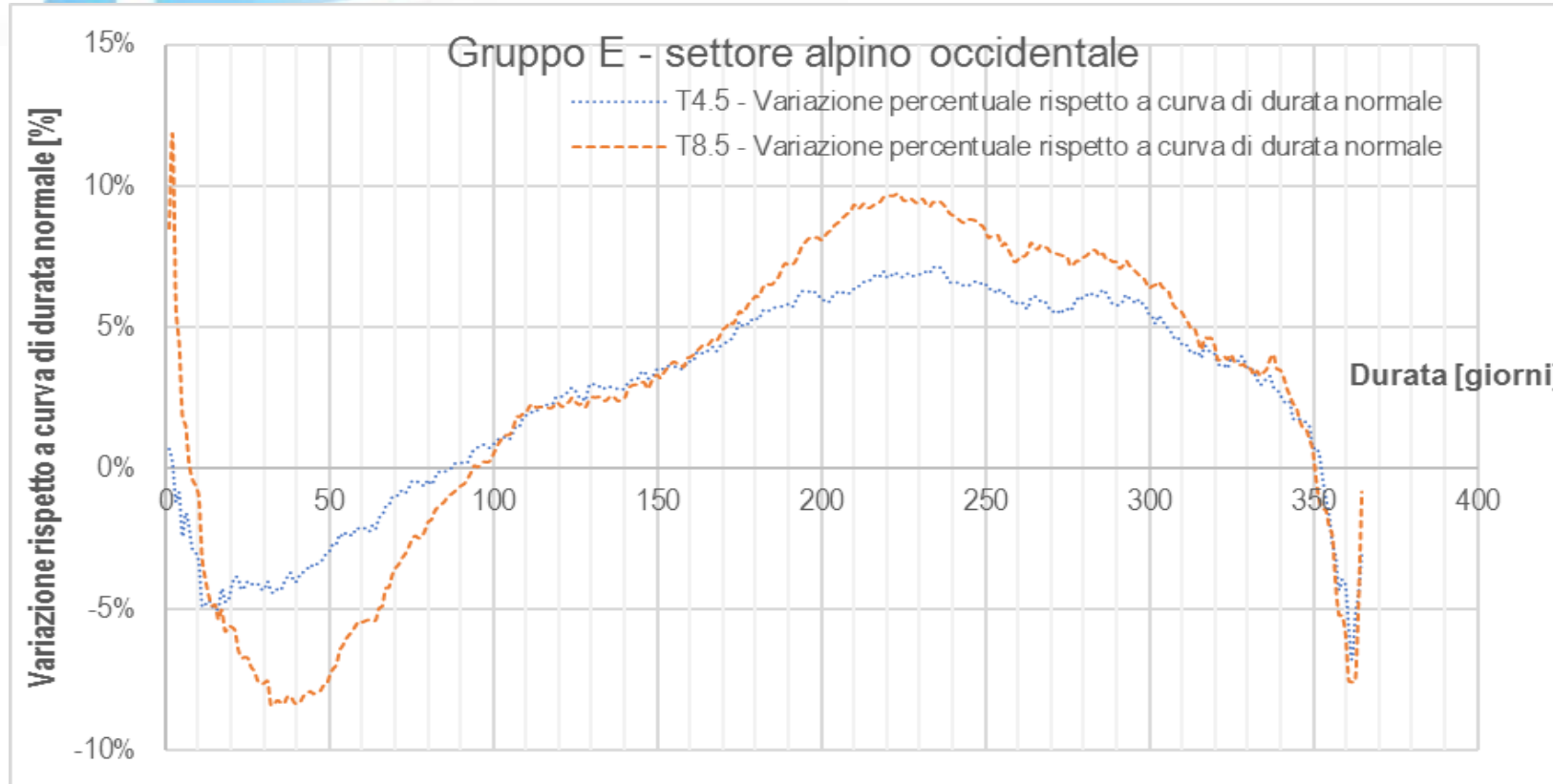
(nel trimestre irriguo per la sola riduzione della neve)

Scenario IPCC RCP 4.5.



Impatti sul regime idrologico dei corsi d'acqua

curve di durata medie delle portate



Variazioni percentuali normalizzate degli scenari “futuri” rispetto allo scenario “normale”.

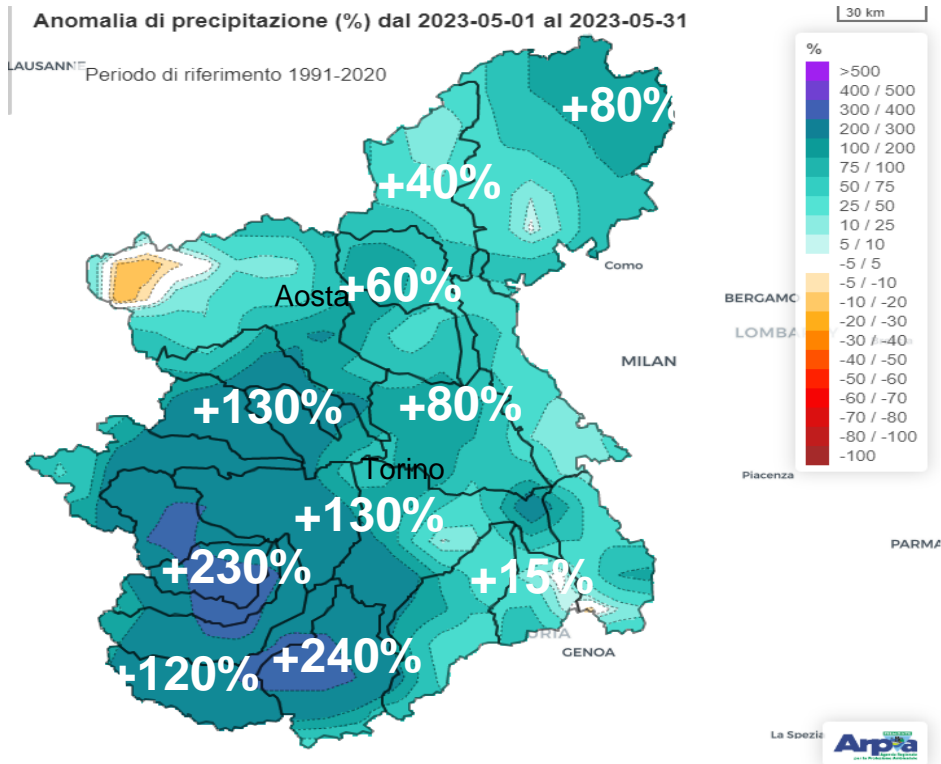
La riduzione dei deflussi associata alla Q_{355} è dell'ordine del 7-8%.



Qual è la situazione idrologica attuale

Le piogge di maggio hanno neutralizzano la siccità?

MAGGIO 2023: +90% della media di precipitazione del trentennio 1991-2020



Po ai Murazzi, 21 maggio 2023

Caduti sul Piemonte a maggio **233,4** mm di pioggia

Il **3**° mese degli ultimi 12 con pioggia cumulata media **SUPERIORE** al clima 1991-2020

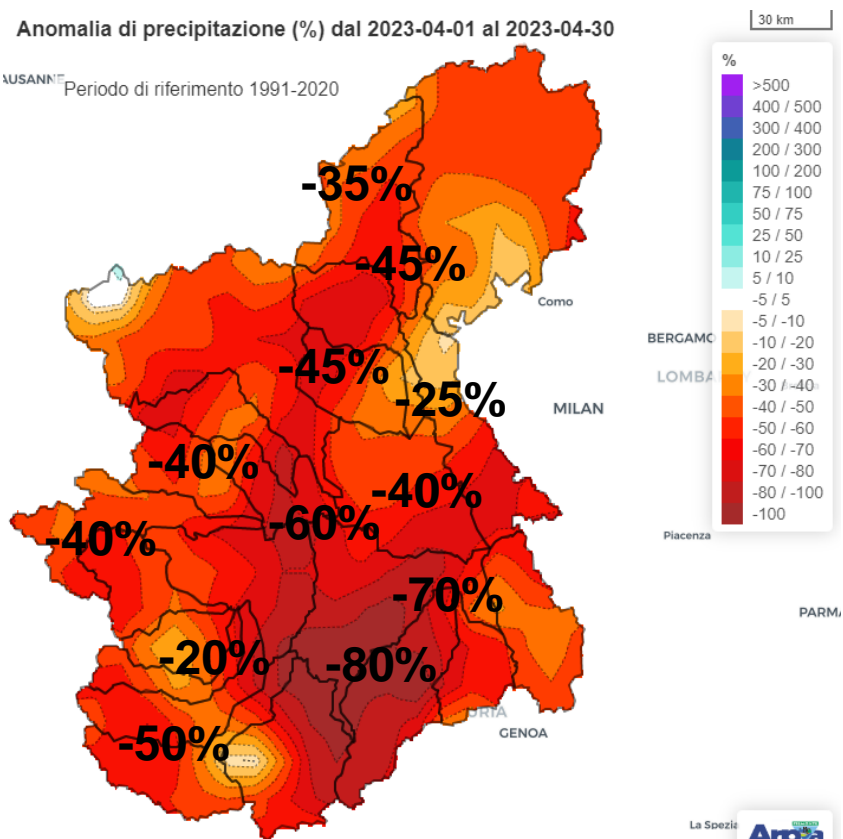
Il deficit del 2023 è quasi completamente recuperato

GENNAIO-APRILE 2023: -50%

della precipitazione media nel trentennio 1991-2020

Anomalia di precipitazione (%) dal 2023-04-01 al 2023-04-30

LAUSANNTM Periodo di riferimento 1991-2020

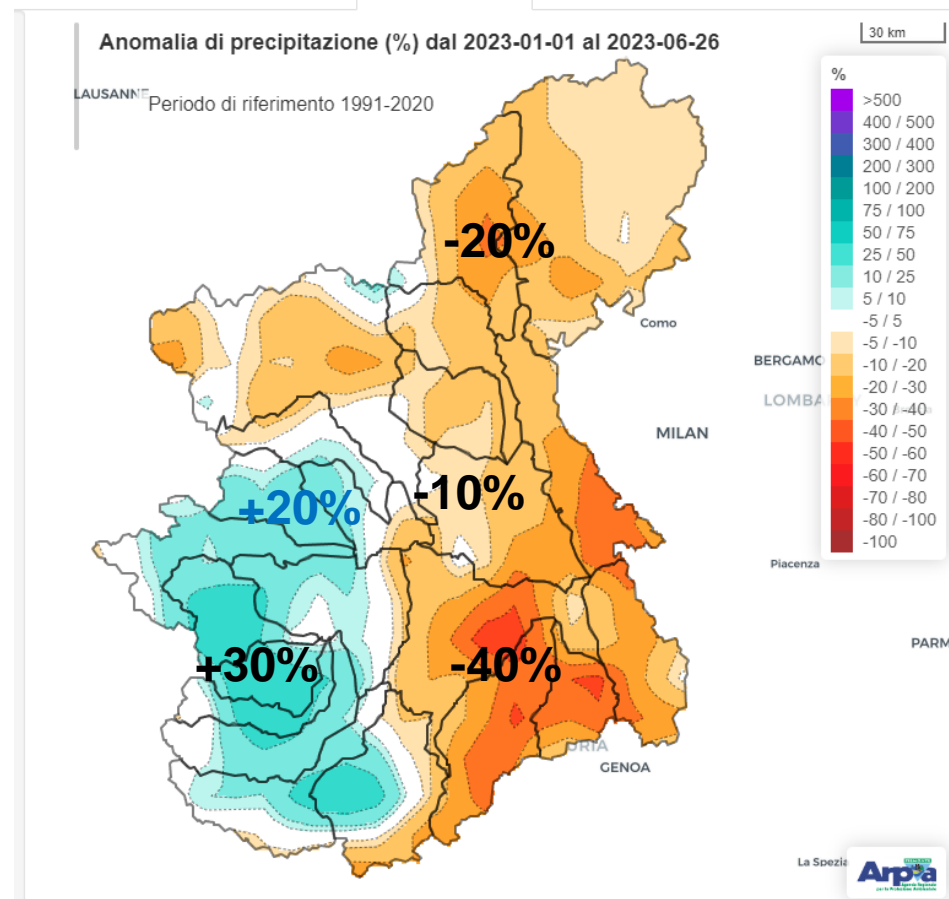


GENNAIO- GIUGNO 2023: -6%

della precipitazione media nel trentennio 1991-2020

Anomalia di precipitazione (%) dal 2023-01-01 al 2023-06-26

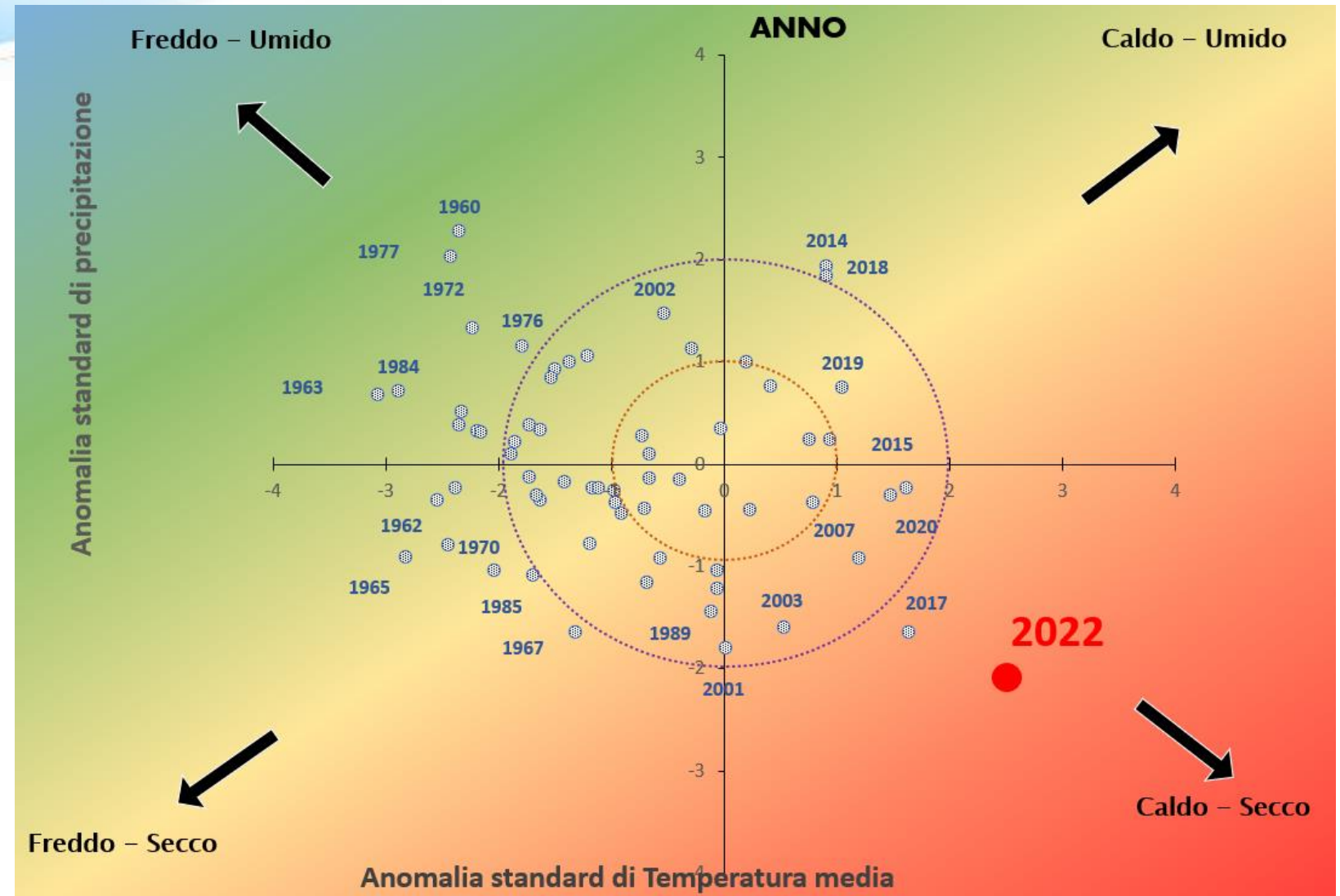
LAUSANNTM Periodo di riferimento 1991-2020



Mentre l'anno 2022 è risultato il più caldo e secco

Il più caldo mai misurato, con un'anomalia positiva di **+1.5 °C** rispetto alla temperatura media del Piemonte

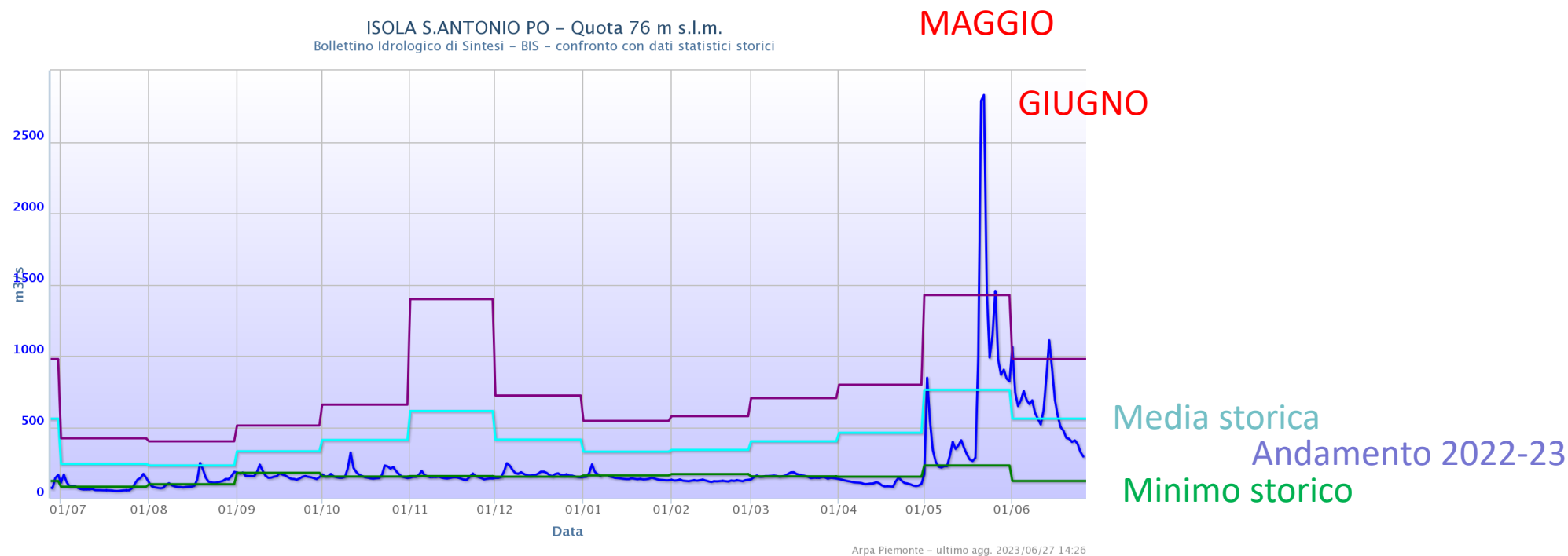
Il più secco, con **-45%** della precipitazione annuale dell'anno climatico medio (periodo di riferimento 1991-2020)



A maggio le portate risalgono a valori quasi nella norma

Per tutto il 2022 e fino ad aprile 2023 le portate dei corsi d'acqua piemontesi sono risultati **sempre in magra**

Solo a maggio sull'asta del **Po** inversione di segno e portate superiori alla media nel torinese. A fine giugno torna sotto la media



Andamento delle portate del **Po a Isola S. Antonio** negli ultimi 12 mesi



Strumenti per affrontare la scarsità idrica

Monitoraggio della risorsa idrica

Bollettino idrologico mensile

NOVITÀ PRINCIPALI

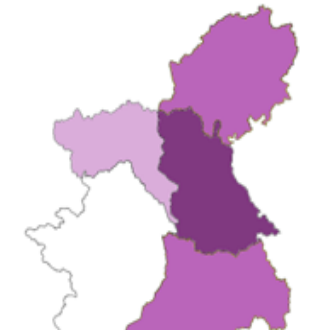
1. Definizione ed calcolo di un **INDICE SINTETICO** di siccità come combinazione tra SPEI, SRI, SSPI e valutazione esperta della situazione riserve stoccate

2. Descrizione **quantitativa** delle **riserve stoccate** nei bacini in testata di Po (SWE+INVASI+LAGO MAGGIORE) e descrizione dello stato della **falda superficiale** e confronti storici

BOLLETTINO IDROLOGICO MENSILE

BOLLETTINO N°	DATA EMISSIONE	VALIDITÀ	AGGIORNAMENTO	SERVIZIO A CURA DI	AMBITO TERRITORIALE
01/2022 (Pag. 1/10)	01/01/2023	DICEMBRE 2022	MESE	ARPA - Rischi Naturali e Ambientali	Regione Piemonte

Indice Sintetico Siccità



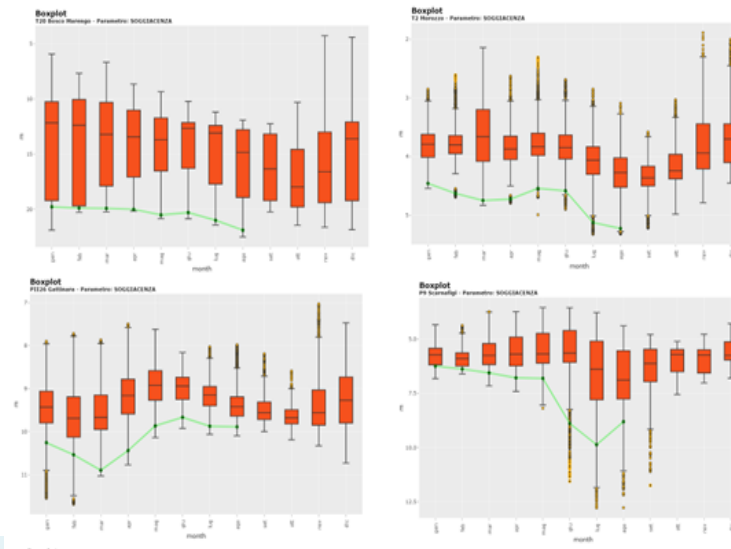
ESTREMA
SEVERA
MODERATA
NORMALE

METODOLOGIA

L'indice sintetico di siccità è calcolato sui macrobacini e rappresenta una combinazione pesata degli indici Standardised Precipitation-Evapotranspiration Index (SPEI) sulle scale di 1,3,6, 12 mesi, lo Standard Runoff Index (SRI) a scala mensile e lo Standardized SnowPack Index (SSPI) sempre sulla scala temporale mensile. L'indice sintetico è standardizzato a media 0 e deviazione standard 1. A questo viene aggiunta una valutazione delle riserve idriche superficiali e sotterranee immagazzinate per definire la classe di siccità sintetica per ciascun macrobacino. N.B. I valori

Andamento della falda superficiale nell'anno 2022 e con fronte con i dati storici

Di seguito vengono riportati i grafici a box plot che permettono di visualizzare la distribuzione storica dei dati di soggiacenza. 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 piazzamento. 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 nell'anno in corso.



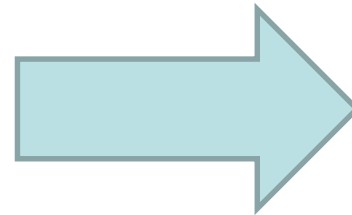
gli, agosto, settembre ed ottobre, rientri nel computo dell'indice.

Verso il bilancio della risorsa idrica delle falde

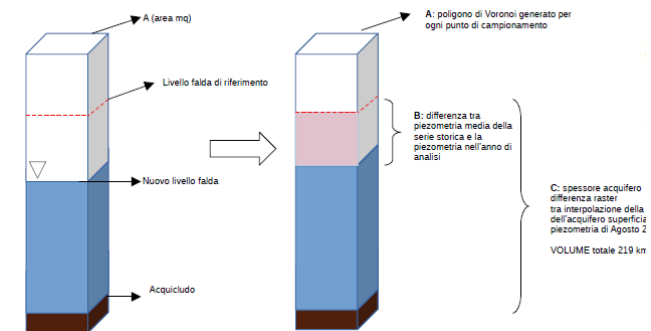
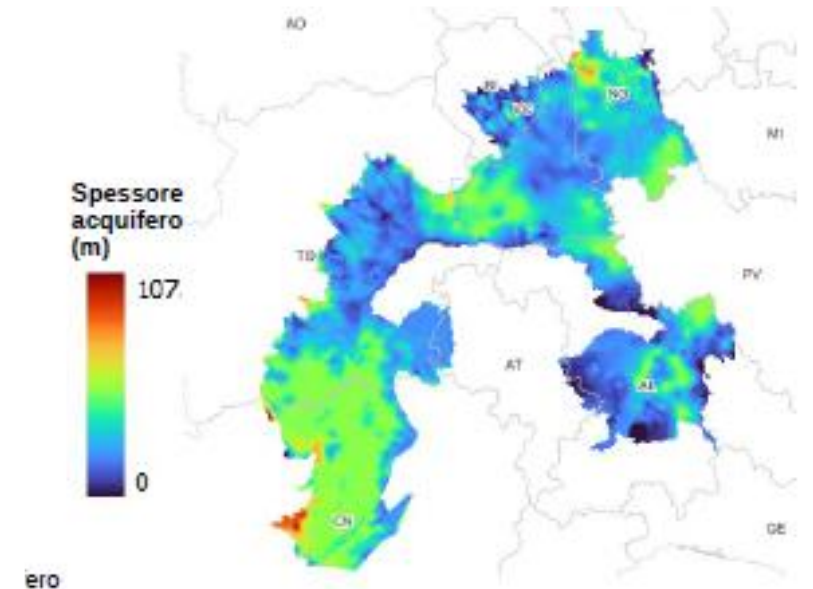
Dalle fluttuazioni puntuali



Confronto di ogni mese rispetto a serie storica



Alle stime volumetriche



Monitoraggio della risorsa idrica

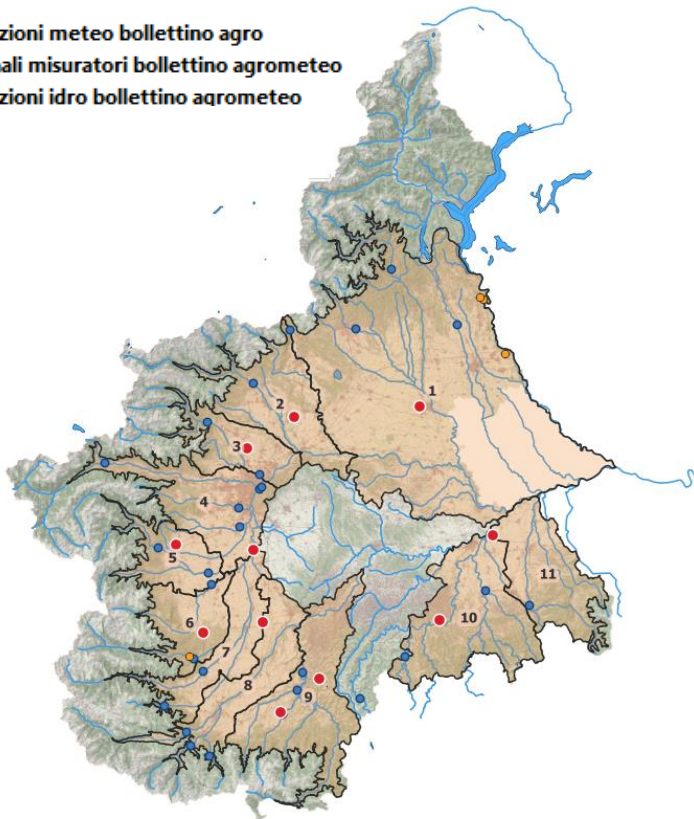


Bollettino idro-agrometeorologico settimanale mensile

Obiettivo:

- riportare aggiornamento dei dati idrologici a scala settimanale che integrano gli indicatori mensili
- predisporre un bilancio idrico alla scala dei comprensori irrigui
- fornire una previsione quantitativa meteo-idrologica e di bilancio idrico per i successivi 7 giorni

- Stazioni meteo bollettino agro
- Canali misuratori bollettino agrometeo
- Stazioni idro bollettino agrometeo



SAU [ha]	Superficie Agricola Utilizzata: superficie agricola occupata da seminativi, orti familiari, arboreti e colture permanenti, prati e pascoli <i>da Anagrafe 2022</i> .
Qi_oss [mc/s]	Portate in ingresso al comprensorio: somma delle portate osservate media negli ultimi 7 gg per alcune stazioni selezionate
Prec [mm]	Precipitazione media sui comprensori osservata negli ultimi 7 giorni <i>(da precipitazione cumulata giornaliera, spazializzazione raster Salandin)</i>
Eta_oss [mm]	Evapotraspirazione media osservata negli ultimi 7 giorni per alcune stazioni selezionate all'interno di ogni comprensorio in funzione della Temperatura
Stato idrico	Deficit idrico stimato: osservato e previsto come differenza tra il volume disponibile e quello richiesto <i>(Si veda tabella)</i>
Somme termiche GD	Gradi giorno: sommatoria dei gradi giorno in base 0°C o 10°C da inizio anno e confronto con anno precedente per calcolo di Eto e quindi ETa

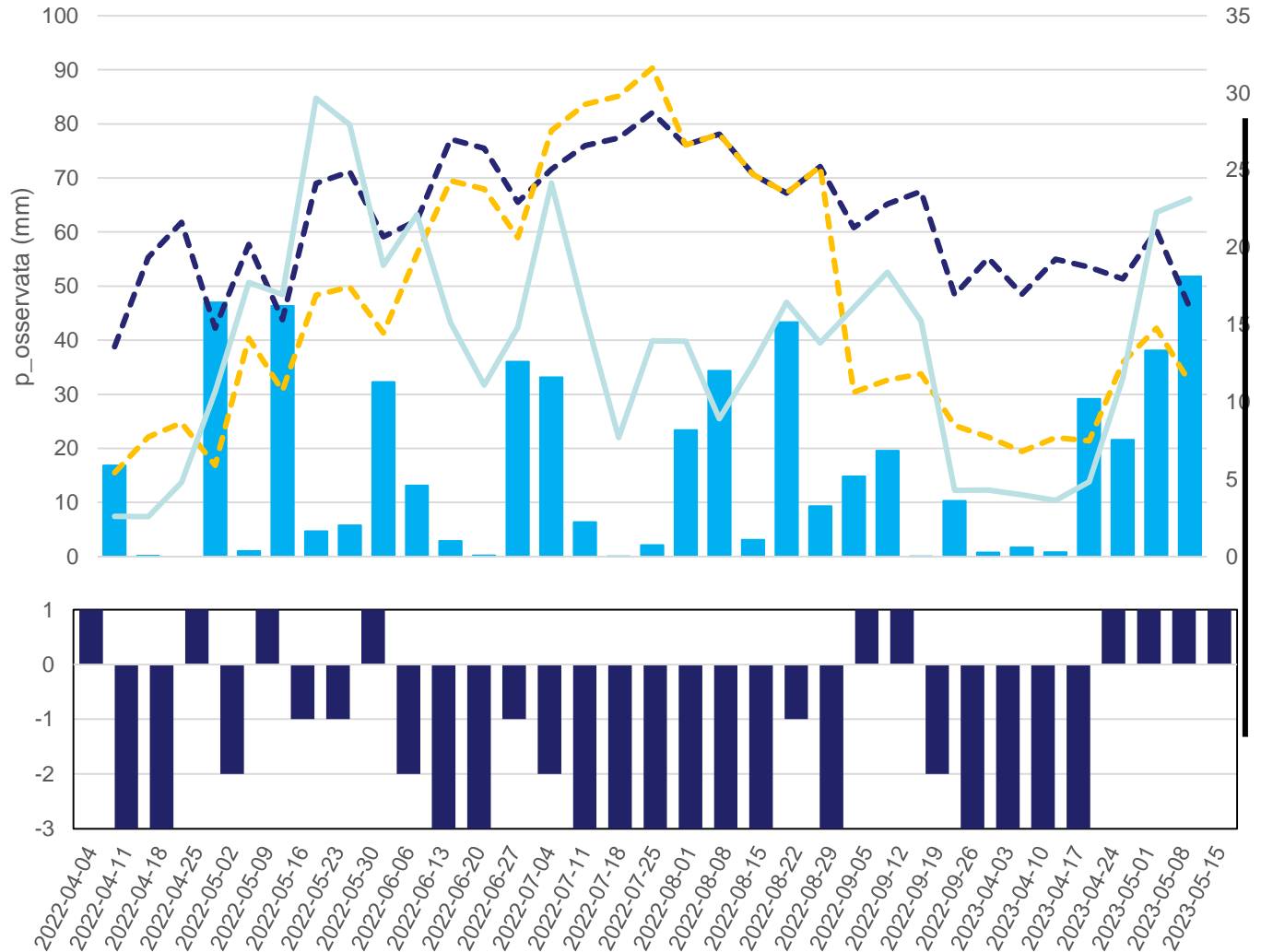
dato puntuale

spazializzato

Validazione bilancio idrico alla scala dei comprensori irrigui

aprile-sett 2022, aprile-maggio 2023

Andamento settimanale



Comprensorio
«Canavese»

- Precipitazione osservata
- ET_0
- ET_a
- Q osservata

indicazione dello stato idrico previsto e osservato n	
Disponibilità idrica sufficiente	deficit < 15%
Lieve deficit idrico	15% < deficit < 50%
Moderato deficit idrico	50% < deficit < 100%
Marcato deficit idrico	deficit > 100%



Considerazioni conclusive

- Il 2022 è **tra i più intensi che abbiamo osservato in questo secolo** e sul lungo periodo la situazione generale non è ancora tornata in «condizioni normali»
- Non possiamo più pensare all'acqua come «risorsa infinita» e non sempre le riserve sotterranee potranno venirci in soccorso in caso di siccità prolungata
- **Il Cambiamento Climatico gioca** un ruolo nel modificare le condizioni di disponibilità idrica anche sulle Alpi: la sfida come sempre è l'adattamento