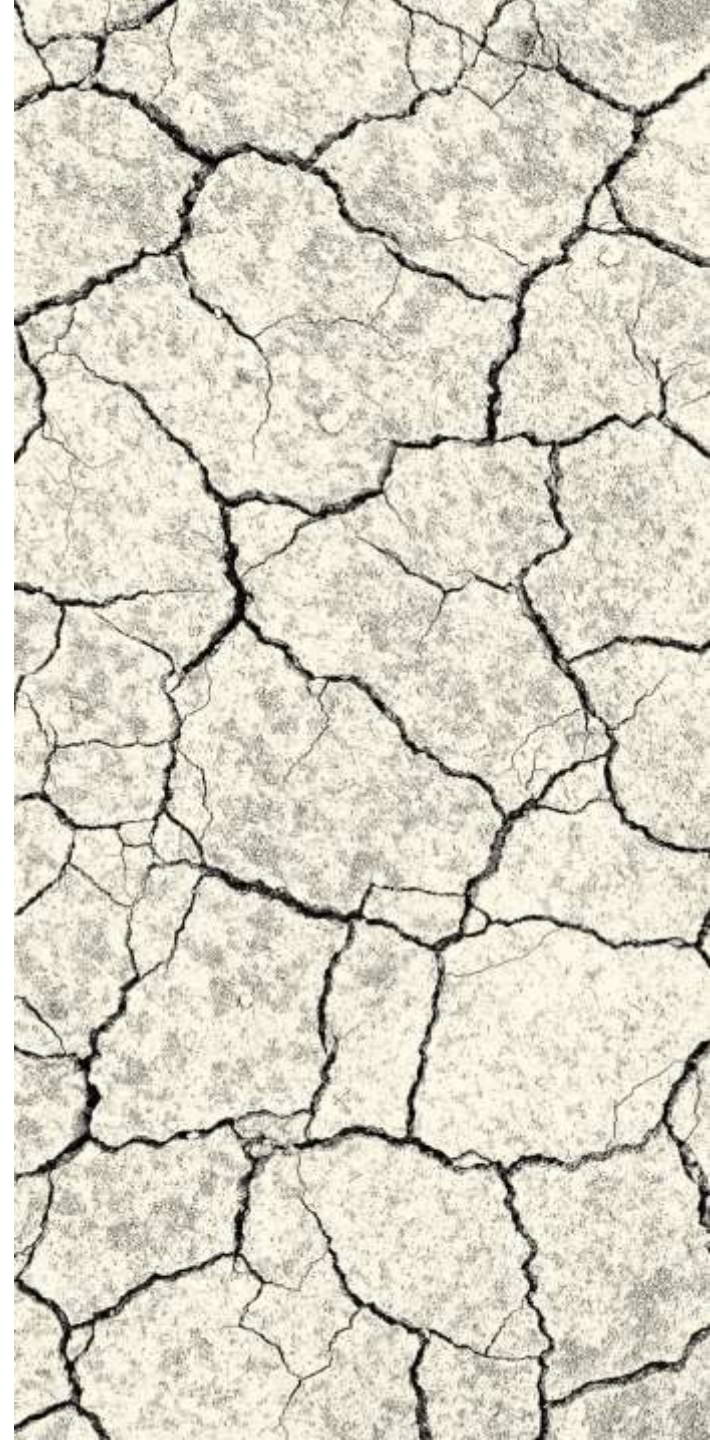


Emanuele Romano
Consiglio Nazionale delle Ricerche
Istituto di ricerca sulle acque

emanuele.romano@cnr.it

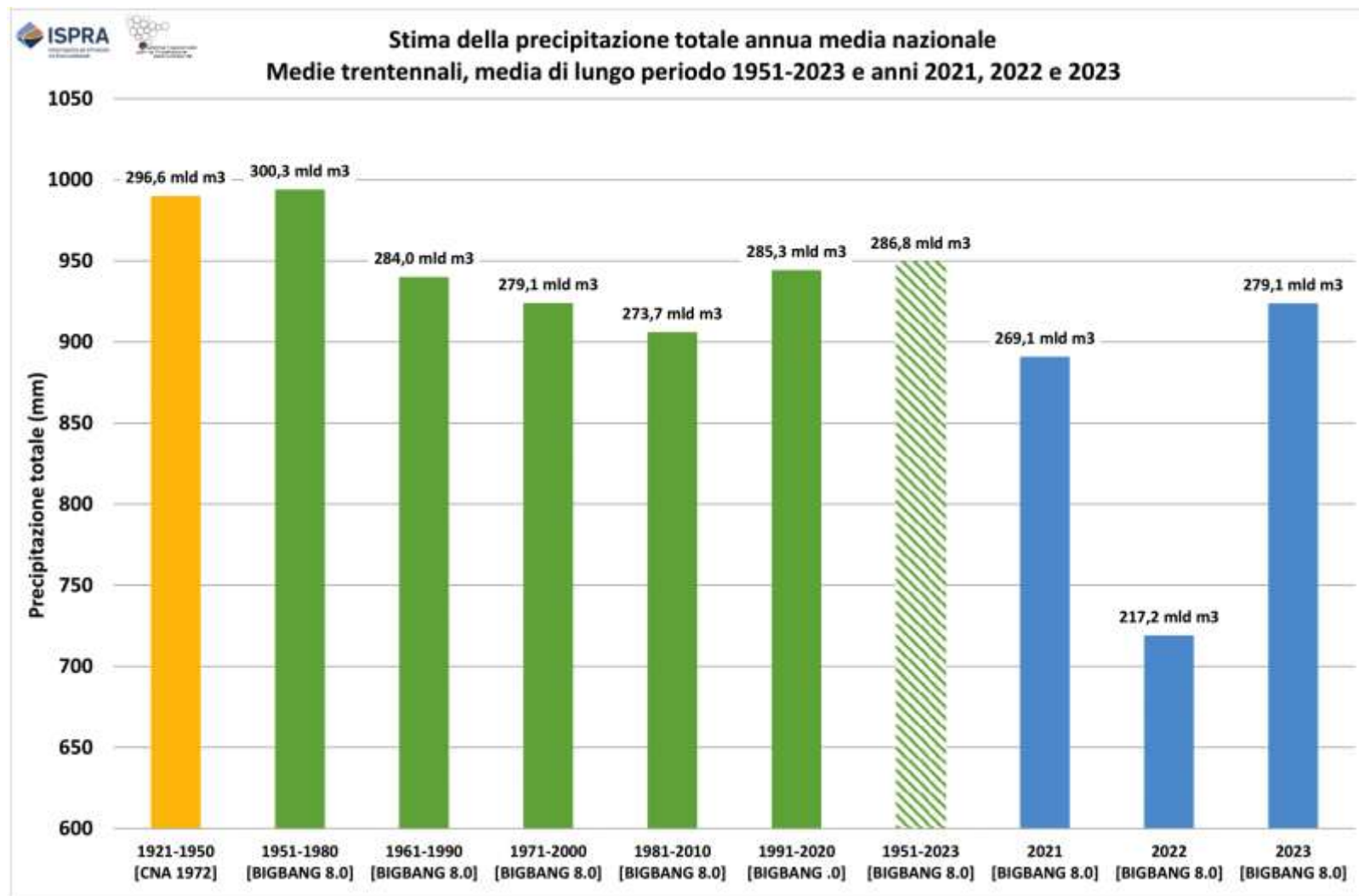
https://www.cnr.it/sites/default/files/public/media/attivita/editoria/collana_habitat_signa/conclusioni_SiccitaInterattivo_ver2.pdf



SICCITA' – SCARSITA' – SEVERITA'

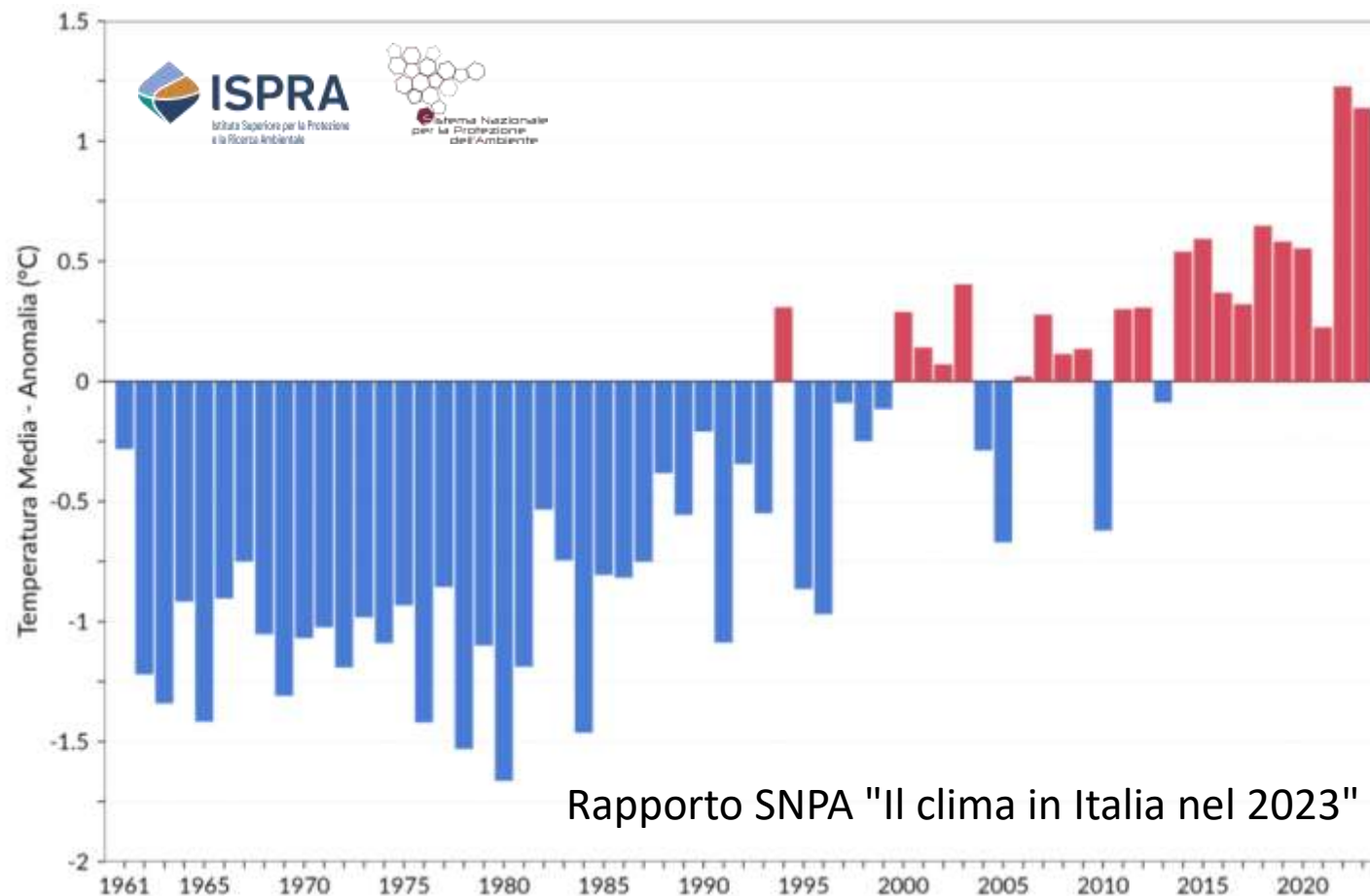


TENDENZE – PRECIPITAZIONI



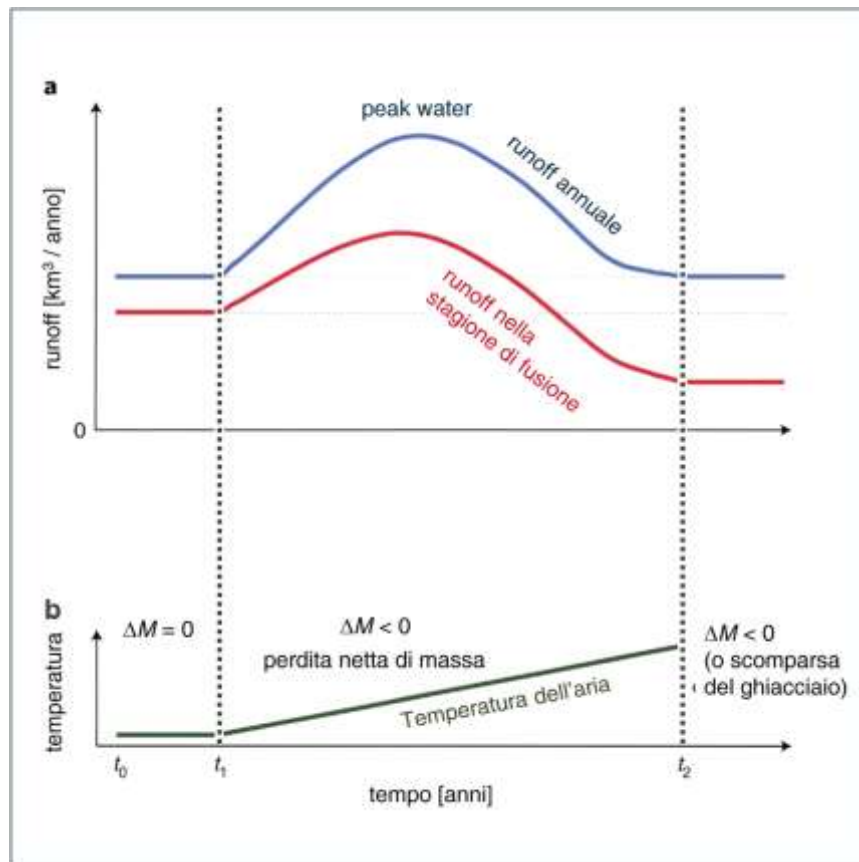
- ✓ Significativa decrescita nel numero di giorni piovosi (Caporali et al. 2021)
- ✓ Tendenza a un aumento del numero degli eventi estremi positivi (Alpert et al., 2002; Di Lena et al., 2014; Piccarreta et al., 2013; Baronetti et al. 2024), seppur non sempre statisticamente significativa.

TENDENZE – TEMPERATURA



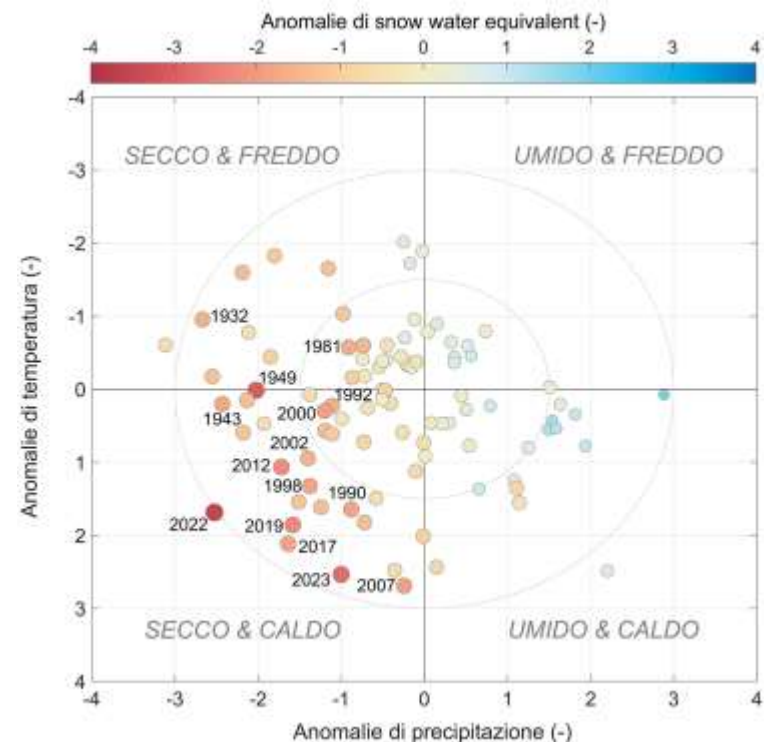
- Dal 2000 → temperatura media in Italia quasi sempre positive rispetto al riferimento del trentennio climatologico 1991–2020
- 2022 → anno più caldo della serie dal 1961 (+1.23 °C).
- 2023 → anno più caldo della serie delle temperature minime giornaliere (+1.40 °C)
- 2024 → anno più caldo mai registrato a livello globale, il primo a superare la soglia di 1.5 °C di temperatura media globale rispetto all'era pre-industriale.

GHIACCIAI



forte accelerazione di perdita di superficie negli ultimi 20 anni → - 60% rispetto alla fine della Piccola Era Glaciale (Haeberli et al., 2019) → aumento dei deflussi dovuto a fusione dei ghiacciai

MANTO NEVOSO STAGIONALE

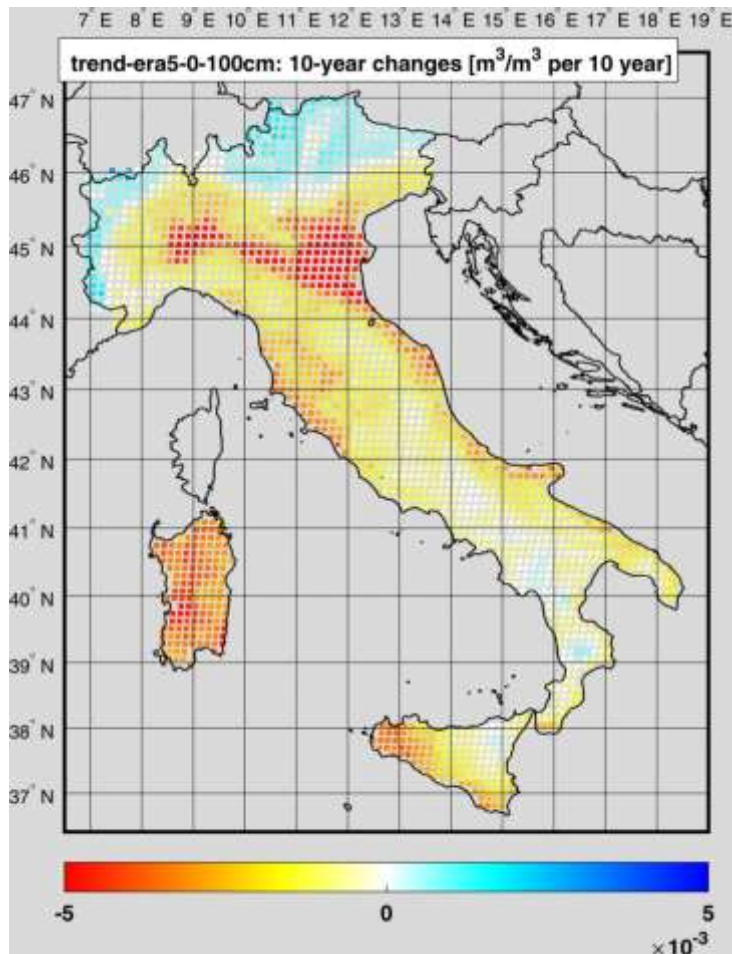


(Colombo et al. 2024)

- superficie areale della neve di circa -0.25% all'anno per il periodo 2000-2018 (Notarnicola, 2020);
- durata del manto nevoso al suolo di indicativamente -0.5 giorni all'anno per il periodo 2000-2018 (Klein et al., 2016);
- HS pari a circa -0.8% all'anno per HS medio (Matiu et al., 2021; Monteiro e Morin, 2023);
- trend decrescente (circa -4 mm all'anno per il periodo 1967–2020 per lo SWE ad aprile; Ranzi et al. 2024)

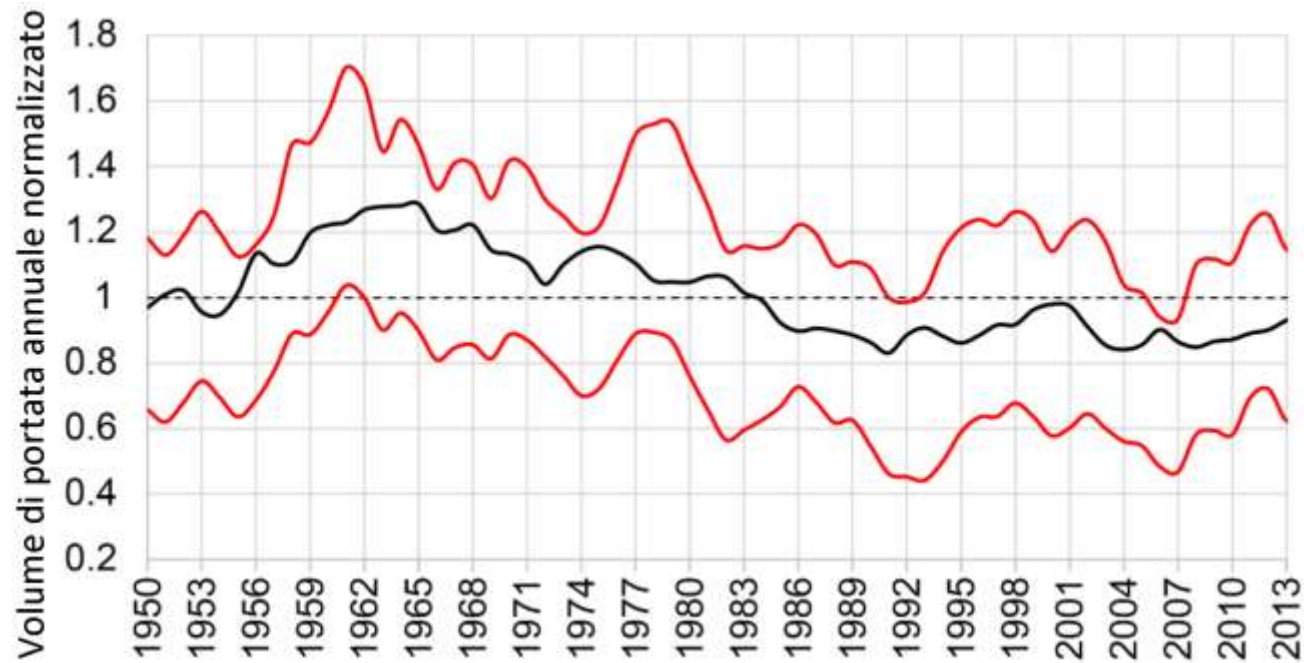
TENDENZE – UMIDITÀ DEL SUOLO E DEFLUSSO SUPERFICIALE

UMIDITA' DEL SUOLO



Trend di umidità del suolo (m^3/m^3 ogni 10 anni) fornite dalla modellazione ERA5-Land dal 1950 al 2023.

DEFLUSSI SUPERFICIALI



(Masseroni et al. 2021)

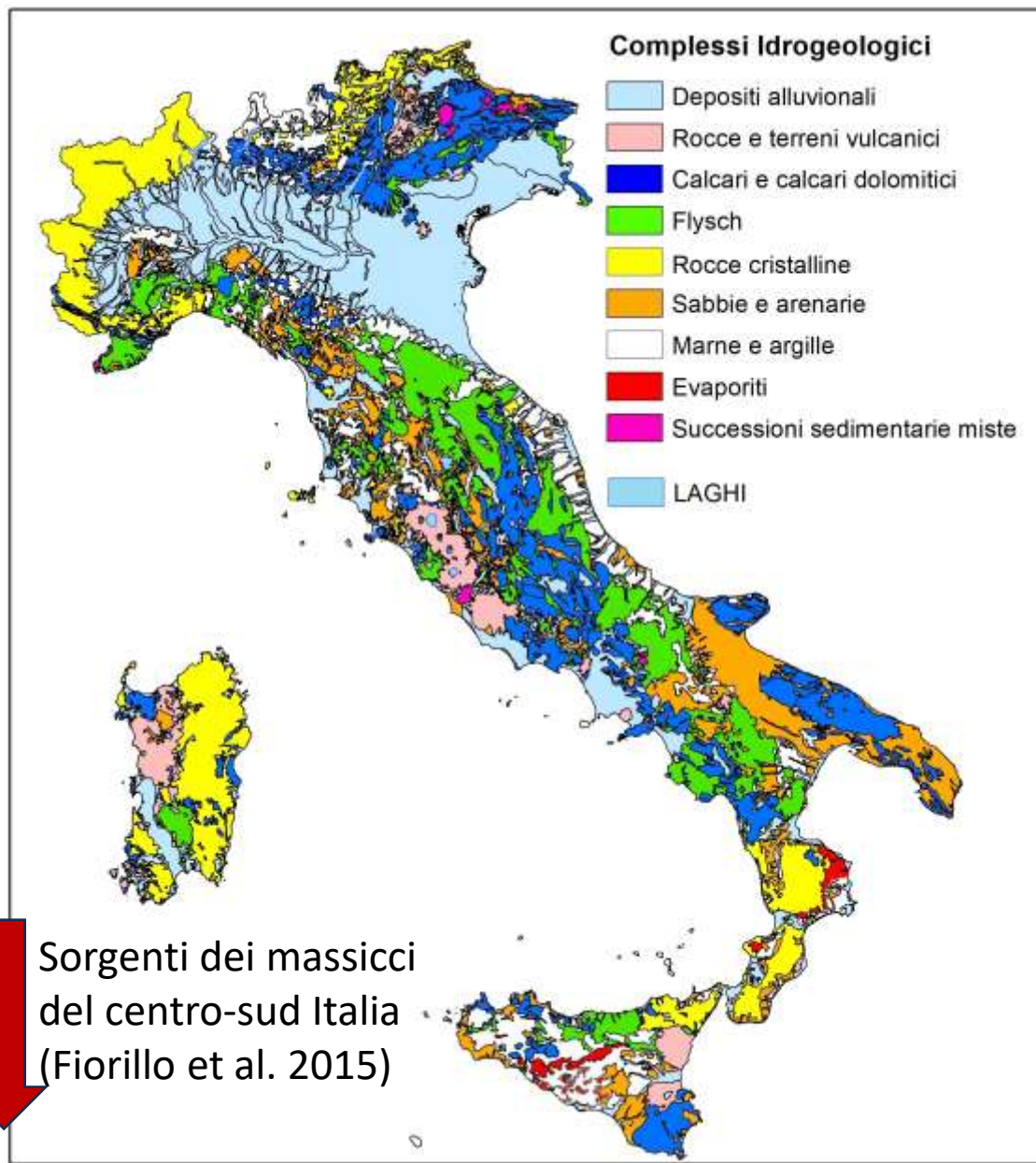
Volume annuo standardizzato dei volumi di deflusso dal 1950 al 2013: media mobile del volume di flusso annuale standardizzato sull'intera area mediterranea (linea nera), 25° e 75° percentile (linee rosse).

TENDENZE - ACQUE SOTTERRANEE

Pochi studi che stimano
il trend di volume degli
acquiferi.

Sorgenti sistemi
acquiferi
carbonatico apuano
e delle vulcaniti
amiatine (Toscana)
(Doveri et al.,
2019a,b)

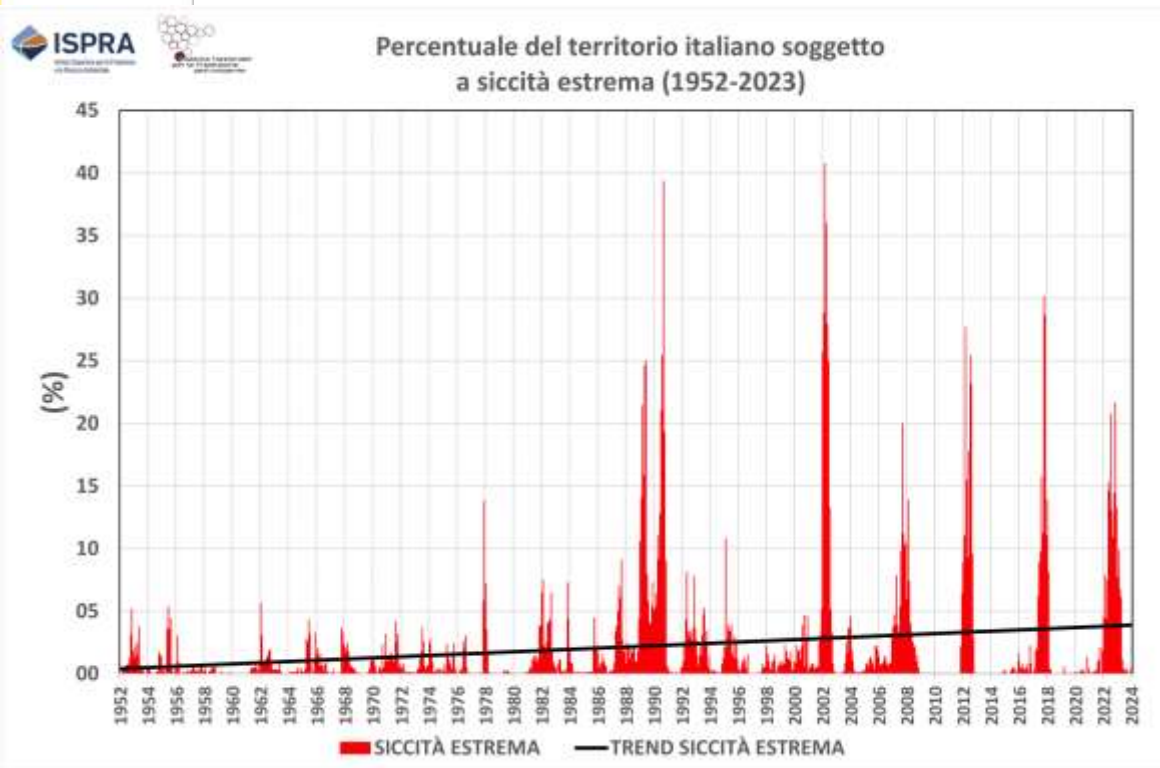
Sorgenti dei massicci
del centro-sud Italia
(Fiorillo et al. 2015)



Sorgente Nossana
(BG), Citrini et al.
2020.

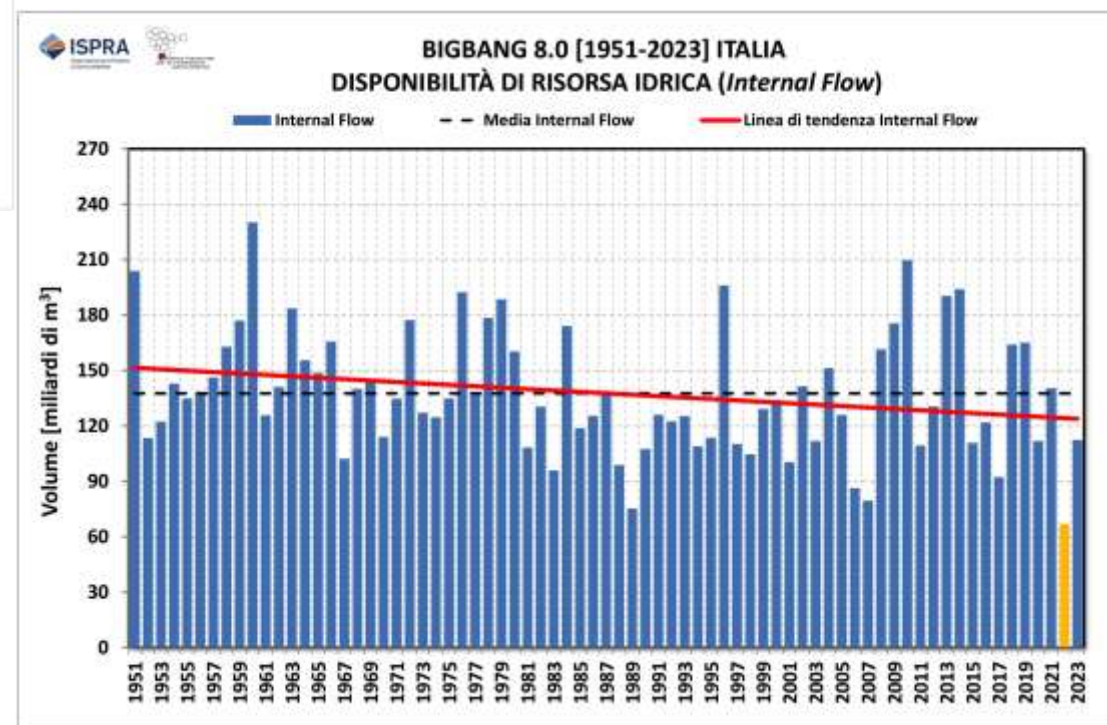
Sorgenti
appenniniche di
Umbria e Marche (Di
Matteo et al. 2013)

TENDENZE - EVENTI SICCATOSI E DISPONIBILITA' DI RISORSA IDRICA



Periodi in cui la condizione di siccità meteorologica estrema ha interessato più del 20% del territorio nazionale: 1989-1990; 2002, 2012; 2017; 2022.

Trend decrescente, statisticamente significativo, della disponibilità media annua della risorsa idrica rinnovabile

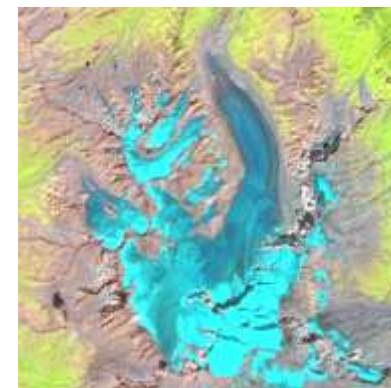


IL MONITORAGGIO

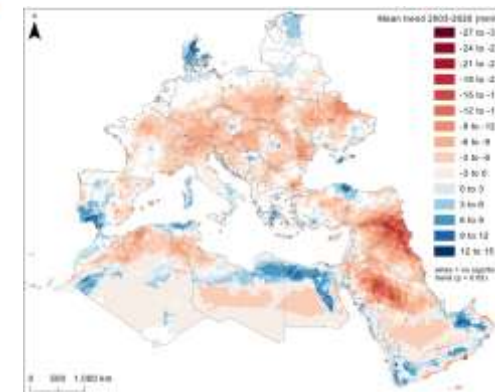
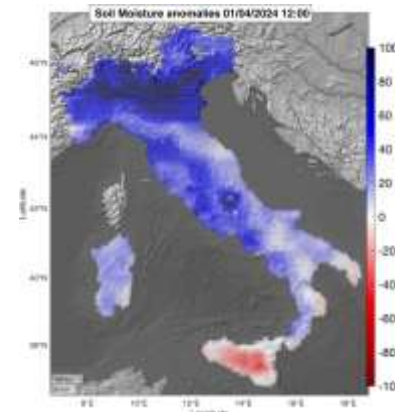
Le stazioni di superficie



Le osservazioni satellitari



Il radar meteorologico



IL MONITORAGGIO METEO-IDROLOGICO – CRITICITÀ e OPPORTUNITÀ

- Mancanza di un **unico database**, pubblico e accessibile a livello nazionale, che raccolga in maniera sistematica, standardizzata e facilmente fruibile i dati meteo-idrologici raccolti dalle reti di monitoraggio già disponibili.
- Carente numero di stazioni idrometriche (corsi d'acqua superficiali) in corrispondenza delle quali è disponibile una **scala di deflusso** aggiornata e affidabile, specie sul reticolo secondario
- Carente **monitoraggio delle acque sotterranee**, sia in termini di corpi idrici sotterranei effettivamente monitorati, sia in termini di disponibilità di serie storiche sufficientemente lunghe
- Affidabilità dei **dati da satellite** elevata per quanto riguarda il monitoraggio delle variabili meteorologiche e idrologiche (umidità del suolo).
- Necessità di **integrazione** dati a terra – dati da satellite
- Attualmente il **monitoraggio da satellite delle acque superficiali e sotterranee** è ancora in una fase sperimentale



IL MONITORAGGIO DEI CORPI IDRICI SOTTERRANEI

- Serie di misure **2009-2019**
- Valutazione stato quantitativo per il 90% dei corpi idrici

- Serie di misure **2010-2021** (con integrazioni spot 2013-2014-2015)
- Valutazione stato quantitativo per il 100% dei corpi idrici

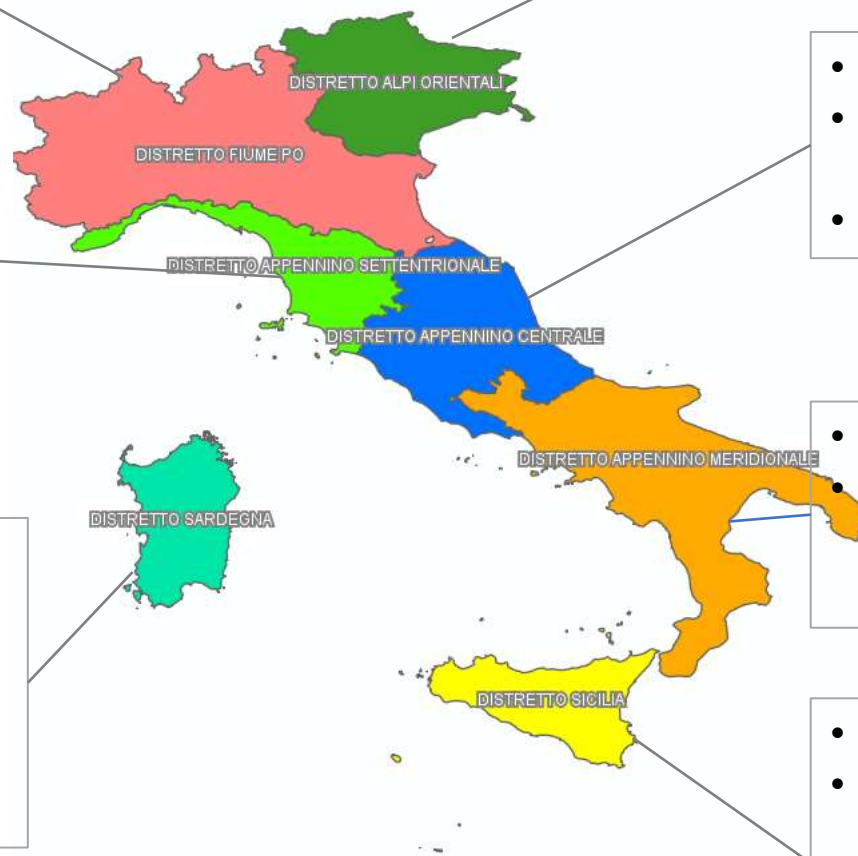
- Serie di misure **2011-2020**
- Valutazione stato quantitativo sul 99% della superficie regionale

- Serie decennali di misure (variabili da regione a regione)
- Valutazione stato quantitativo per il 100% dei corpi idrici

- Serie di misure **2015-2020**
- Valutazione stato quantitativo per 96% dei corpi idrici
- Differenze regionali marcate.

- Serie di misure **2015-2020**
- Valutazione stato quantitativo del tutto conforme agli standard della direttiva acque (non disponibili 6 anni di misure)

- Serie di misure **2003-2018**
- Valutazione stato quantitativo basata su dati di monitoraggio per il 24% dei corpi idrici; per restante 76% la valutazione è basata sul confronto bilancio/prelievi mediati sui dati disponibili



Dati provenienti dai Piani di Gestione delle Acque in vigore

IL MONITORAGGIO DEI CONSUMI

Uso in agricoltura



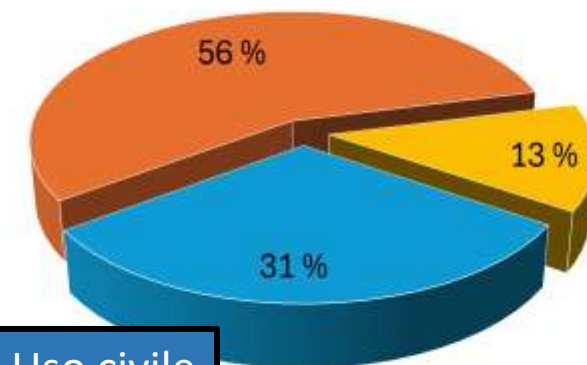
Dati in parte stimati,
in parte misurati

Istat, censimento delle
acque per uso civile

Uso industriale



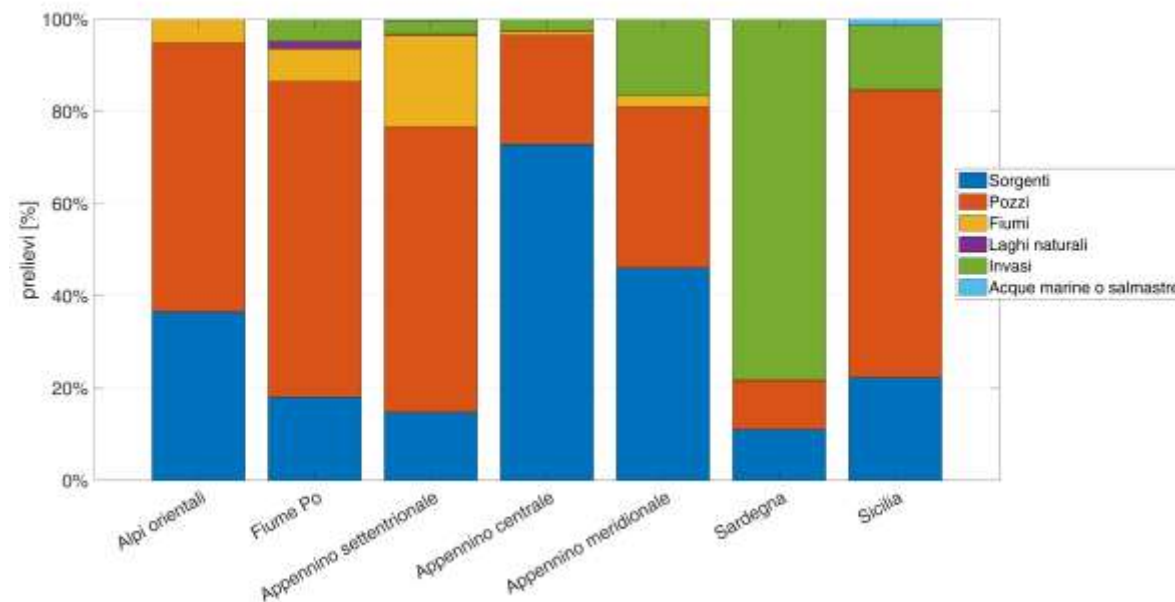
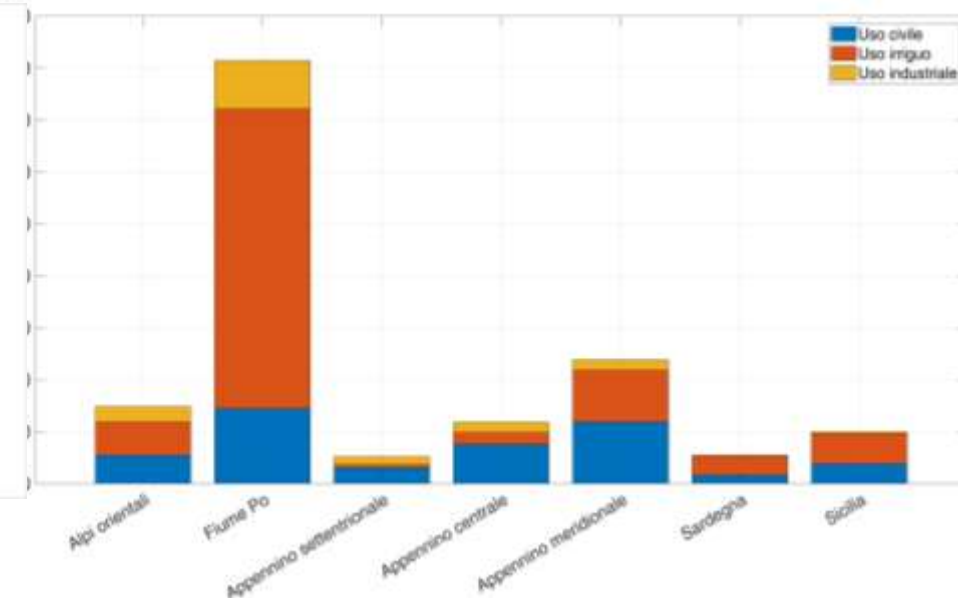
Dati stimati (Istat, 2019)



Uso civile

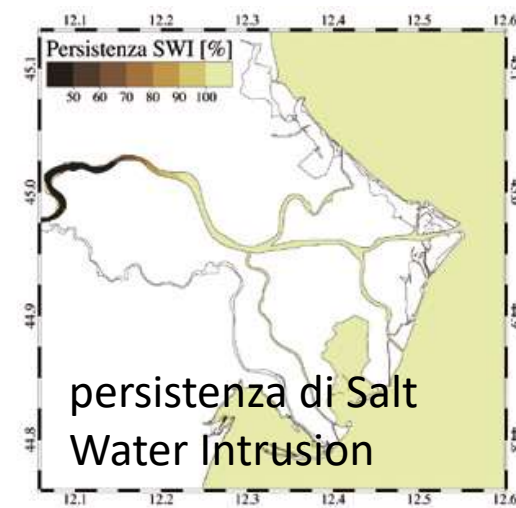
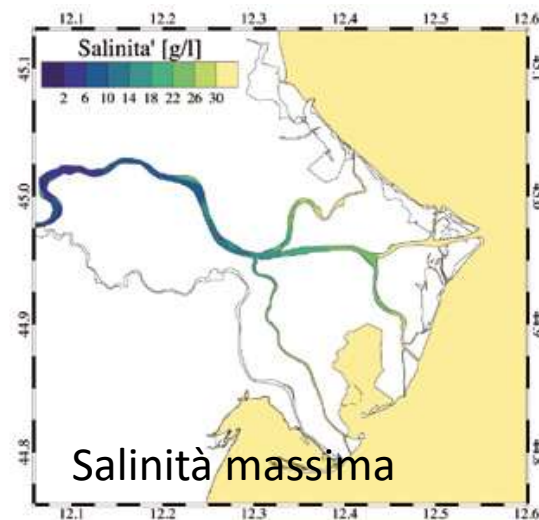


Incerta definizione
del bilancio idrico
alle differenti scale
spaziali e temporali
di interesse



GLI EFFETTI SUL TERRITORIO – LE AREE VULNERABILI

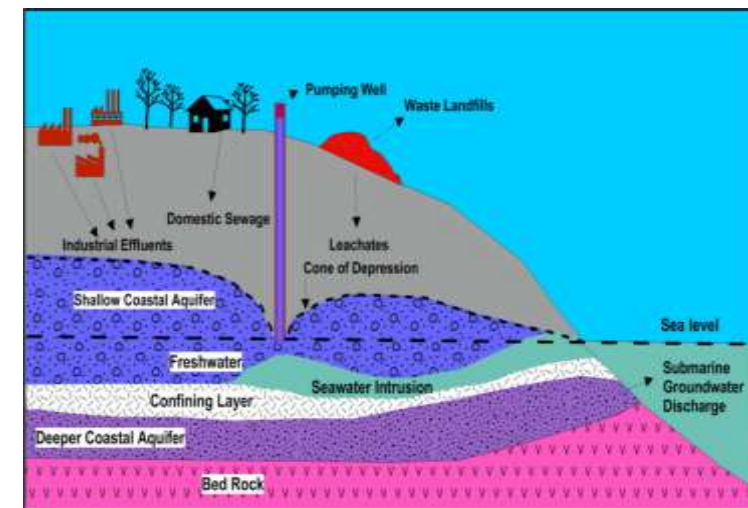
AREE DI TRANSIZIONE



LAGHI MONTANI

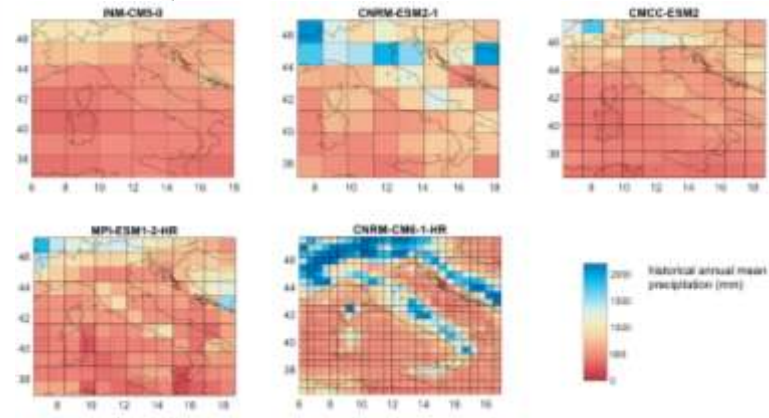


FIUMI INTERMITTENTI

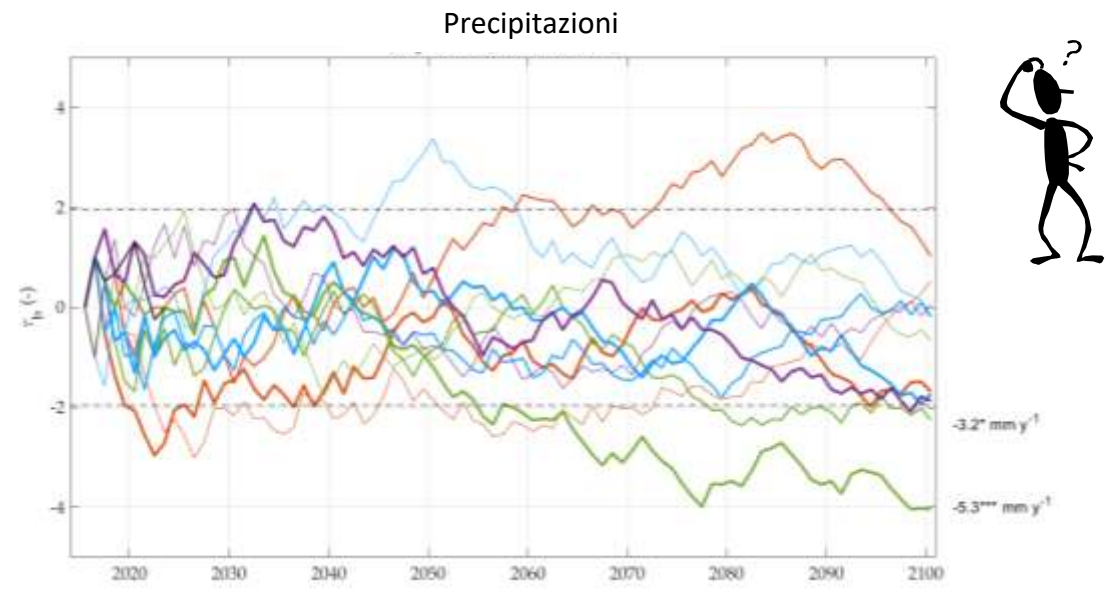
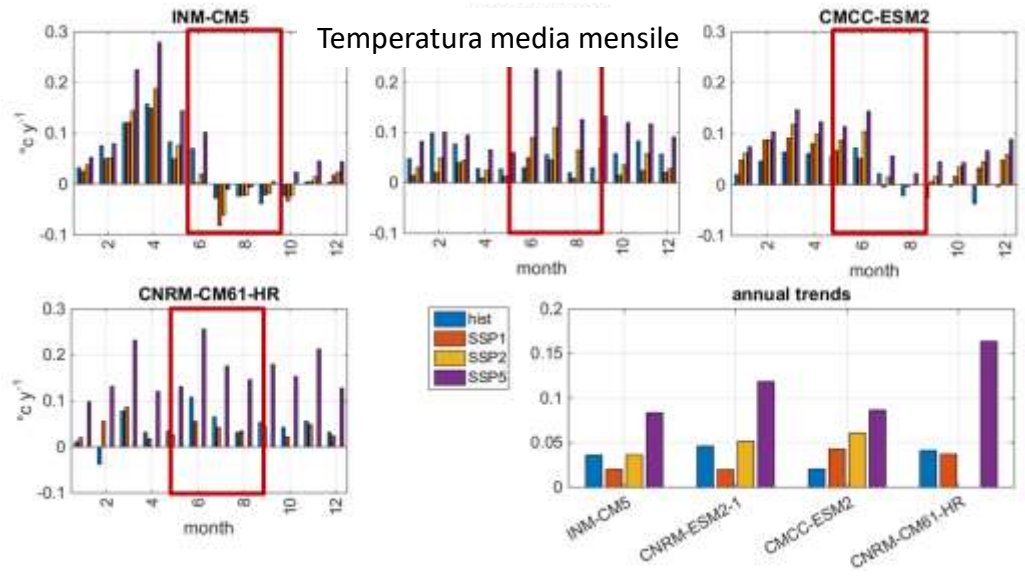
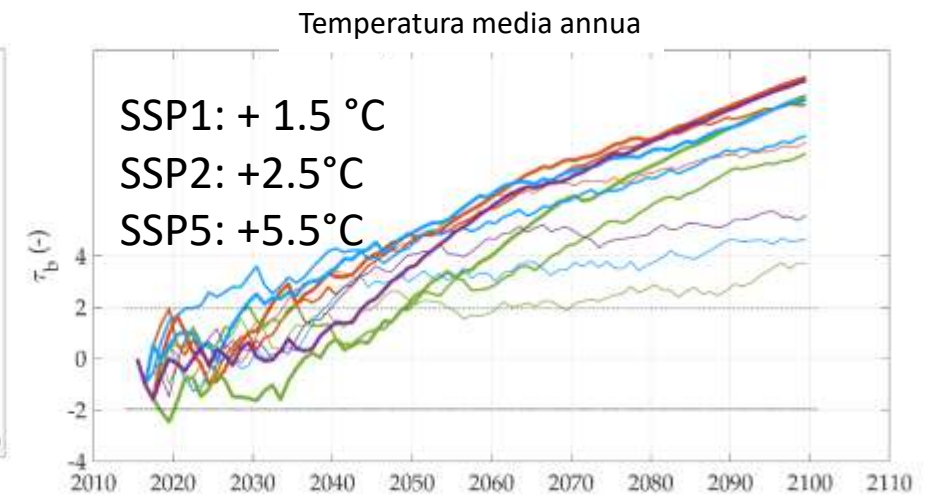


ACQUIFERI COSTIERI

IL CAMBIAMENTO CLIMATICO – GLI SCENARI FUTURI



- CMCC ESM2 ssp1
- CMCC ESM2 ssp2
- CMCC ESM2 ssp5
- CNRM-ESM2 ssp1
- CNRM-ESM2 ssp2
- CNRM-ESM2 ssp5
- INM-CM5 ssp1
- INM-CM5 ssp2
- INM-CM5 ssp5
- CNRM-CM6-1-HR ssp1
- CNRM-CM6-1-HR ssp5
- 0.05 significance (positive)
- 0.05 significance (negative)



La scelta delle misure di adattamento più efficaci dipende dalle caratteristiche degli eventi siccitosi futuri

STRUMENTI DI ADATTAMENTO

Efficientamento sistemi di
captazione e distribuzione

Ricarica controllata
degli acquiferi

Riduzione dei fabbisogni /
riduzione dei consumi

Caratterizzazione e
sfruttamento nuovi acquiferi



A quali scale spaziali e temporali valutare efficacia e impatti dei
diversi strumenti di adattamento?



Aumento della capacità
di invaso superficiale

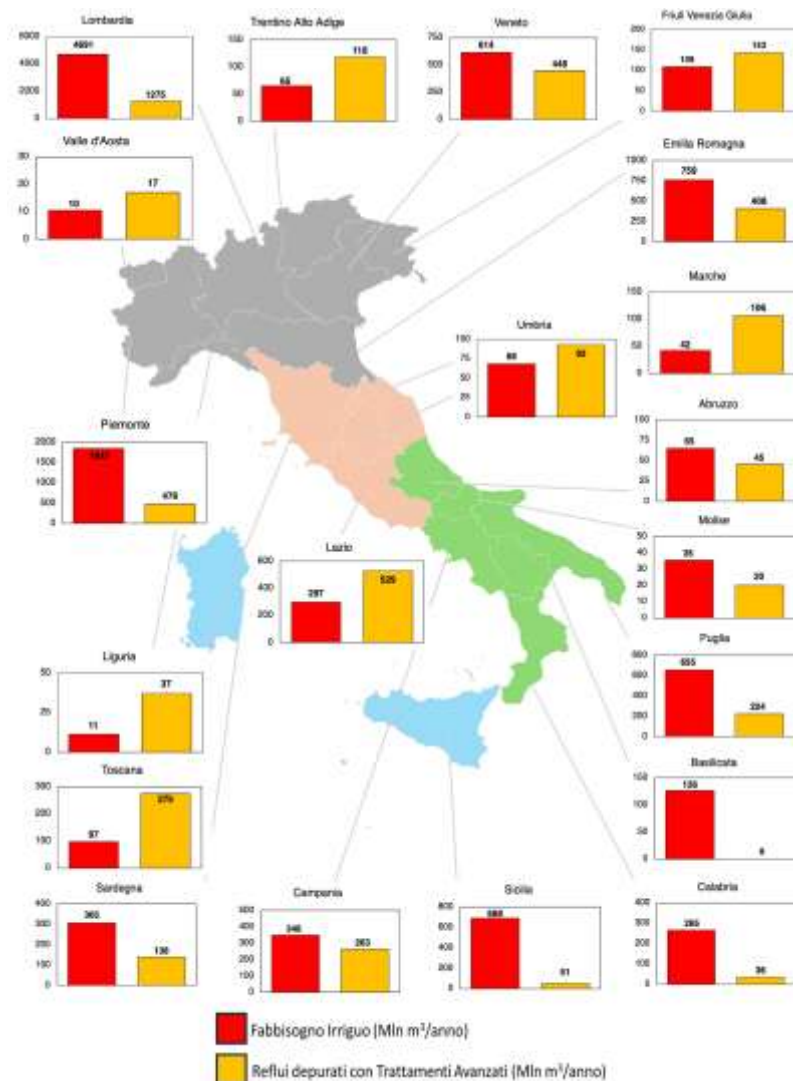
Riutilizzo reflui trattati
per scopi irrigui

Acquiferi offshore

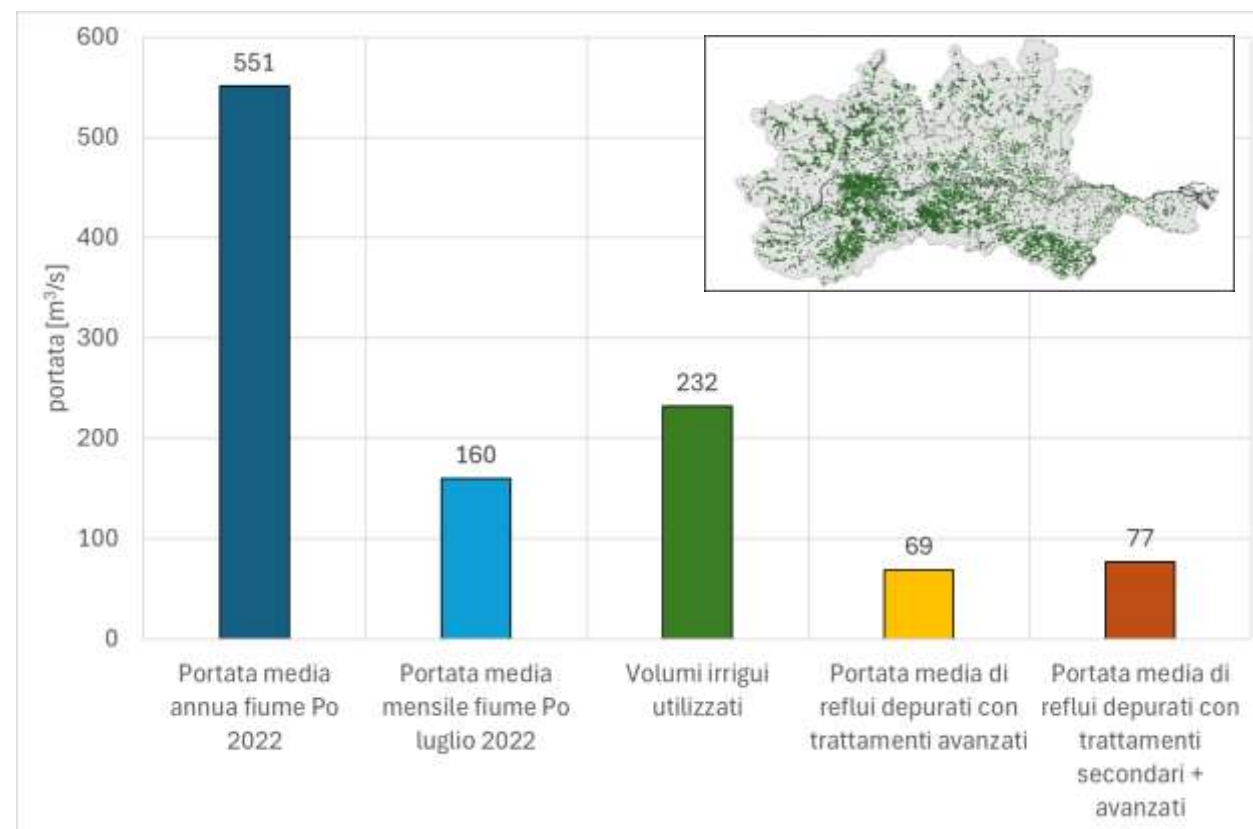
Desalinizzatori

Interconnessioni tra sistemi di
approvvigionamento idrico

STRUMENTI DI ADATTAMENTO – RIUSO REFLUI TRATTATI IN AGRICOLTURA



	Fabbisogno d'acqua per l'irrigazione	Volumi di reflui depurati con trattamenti Terziari/Avanzati
	min m ³ /anno	min m ³ /anno
Nord	8.107	2.921
Centro	504	1.003
Sud	1.495	589
Isole	993	189
ITALIA	11.099	4.702



IL RUOLO DELLA COMUNITÀ SCIENTIFICA



- Come comunità scientifica stiamo rispondendo ad esigenze reali o diamo risposte a domande che nessuno si è fatto perché inutili?
- Come mettere a sistema le nostre attività in un contesto operativo e decisionale?

