



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

Dip.to di Fisica, Aula Magna "Tullio Regge", Via P. Giuria, 1 - TORINO  
29 Giugno 2023

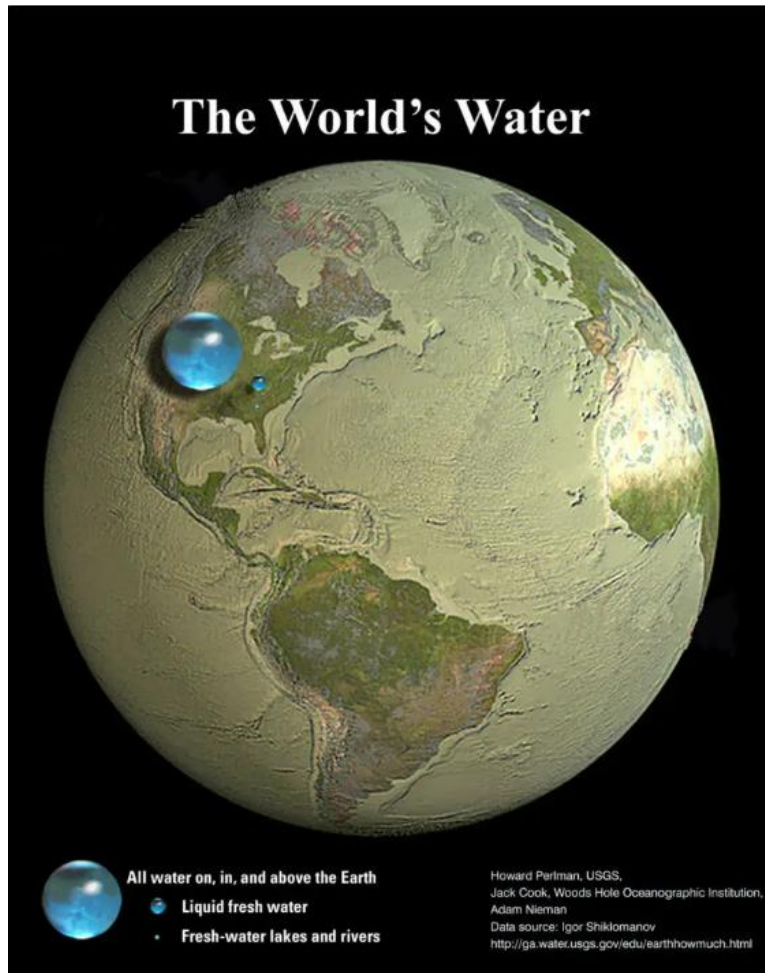


## RUOLO E GESTIONE DELLE ACQUE SOTTERRANEE NEGLI SCENARI DI CRISI

**DOMENICO DE LUCA**

Dipartimento di Scienze della Terra – Università di Torino

## QUANTA ACQUA C'E' SULLA TERRA?



La sfera più grande rappresenta tutto il volume d'acqua della Terra (oceani, le calotte polari, le acque sotterranee, i laghi, i fiumi, l'acqua atmosferica ).

**Diametro è di 1384 chilometri**

**Volume di circa un miliardo e 386 milioni di chilometri cubici.**

La sfera di media grandezza nell'immagine appresenta la quantità di acqua dolce liquida presente sul pianeta.

**Diametro = 272 chilometri**

**Volume = 10 milioni e mezzo di chilometri cubi**

La sfera più piccola rappresenta l'acqua dolce di tutti i laghi e i fiumi del pianeta .

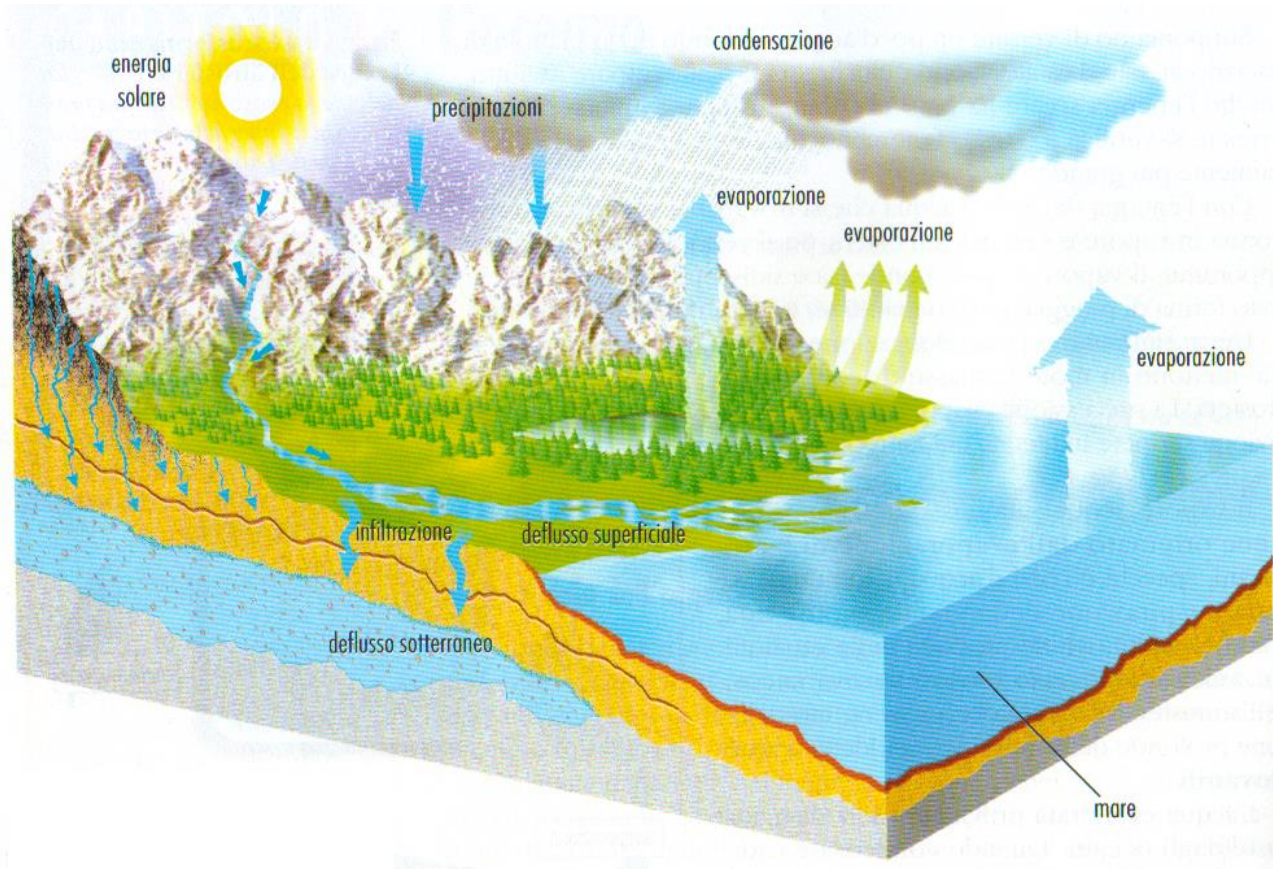
**Diametro = 56 chilometri**

**Volume = 93 mila chilometri cubici**

→ il 95 dell'acqua dolce è costituito da acque sotterranee

# Il ciclo idrologico

Tutte le acque fanno parte di un ciclo idrologico





# DOVE SI TROVA L'ACQUA DOLCE SUI CONTINENTI?

## LE ACQUE SUPERFICIALI

---

Solo 5% dell'acqua dolce in forma liquida della terra si trova come «acque superficiali» cioè in laghi e in fiumi



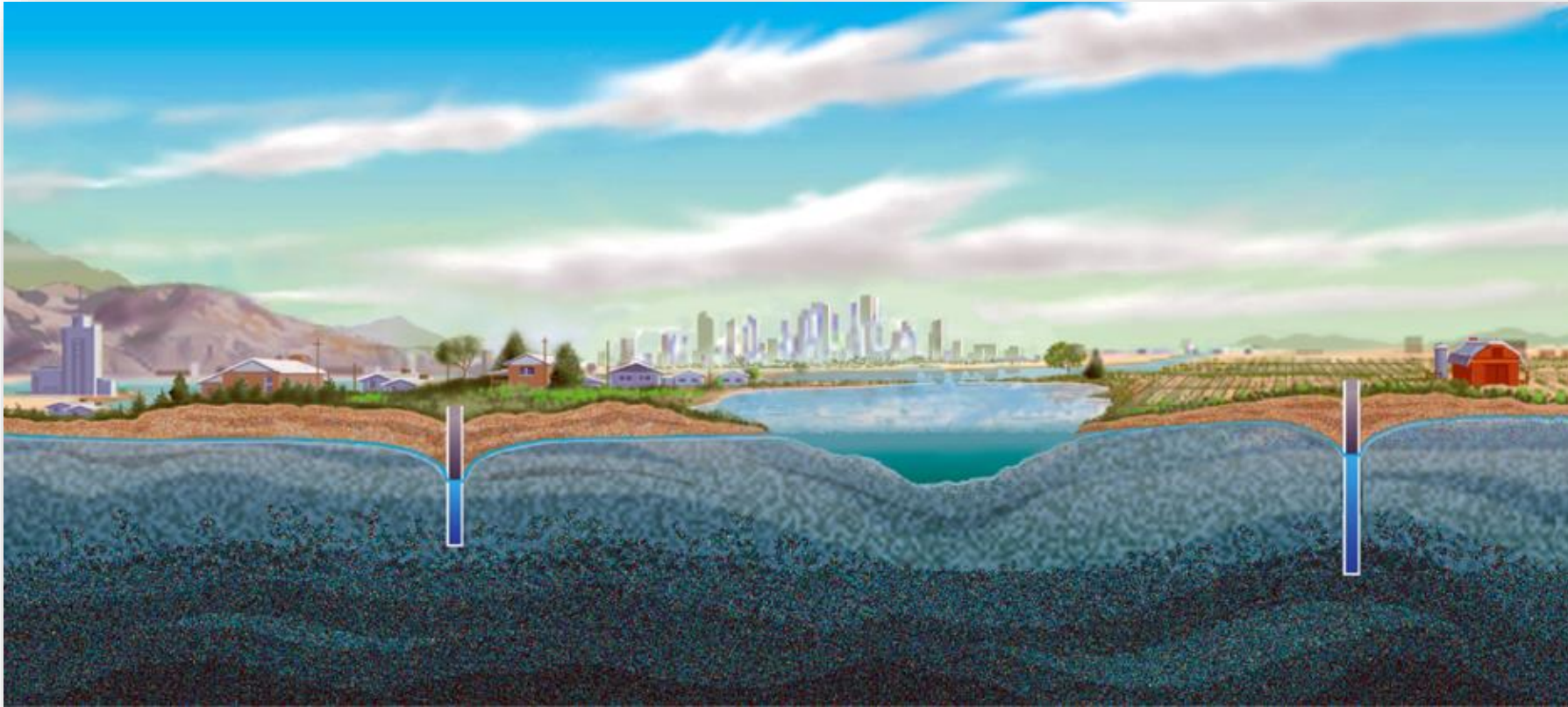


## DOVE SI TROVA L'ACQUA DOLCE SULLA TERRAFERMA?

### LE ACQUE SOTTERRANEE

La maggior parte dell'acqua dolce ( **il 95%**) però si trova nel sottosuolo (acque sotterranee o falde idriche)

---



# CAUSE CHE INFLUISCONO SULLA DISPONIBILITA' DI ACQUE DOLCI

LA DISPONIBILITÀ DELL' 1% DI ACQUA DOLCE STA DIMINUENDO

Si stima che l'80% della popolazione mondiale si trovi ad affrontare gravi minacce alla sicurezza idrica con la scarsità idrica globale in aumento a causa

I tre problemi di più di vasta portata in termini della sostenibilità di risorse di acqua dolce a livello mondiale sono :

- aumento dei prelievi antropici
- cambiamenti climatici
- aumento della popolazione
- degrado qualitativo



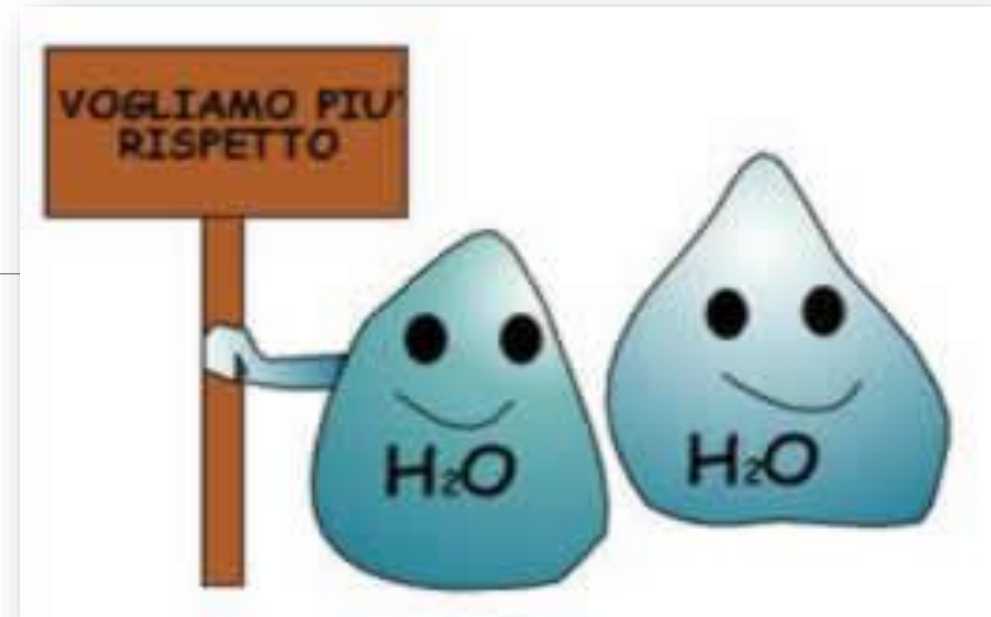


# IL RUOLO DELLE ACQUE SOTTERRANEE

Nell'ambito delle risorse globali di acqua dolce le acque sotterranee ricoprono un ruolo essenziale troppo spesso non sufficientemente compreso e tutelato

RUOLI di una risorsa essenziale da proteggere:

- **ruolo ecologico:** per i diversi ecosistemi
- **ruolo di risorsa per uso antropico:** la vita umana e lo sviluppo economico



# LE ACQUE SOTTERRANEE : RUOLO ECOLOGICO

Gli acquiferi forniscono alimentazione a:

- corsi d'acqua e laghi



- sorgenti



- aree umide

specie durante i periodi di assenza di pioggia (flusso di base).





# LE ACQUE SOTTERRANEE: RUOLO DI RISORSA PER USO ANTROPICO

**Il 33% dei prelievi idrici totali mondiali**

Globalmente uso di acque sotterranee è enorme.

causa :  
- facilità di utilizzo  
- ubiquità



# USO DELLE ACQUE SOTTERRANEE a livello mondiale

- **Uso potabile : uso «nobile» ( il 50% a livello mondiale )**



- **Agricoltura (circa il 40 % di tutta l'acqua usata per l'irrigazione)**



- **Industria**





# LO SFRUTTAMENTO DELLE ACQUE SOTTERRANEE A LIVELLO MONDIALE È DIVENUTO ENORME E TALE DA SPOSTARE di 80 cm IL POLO DI ROTAZIONE TERRESTRE

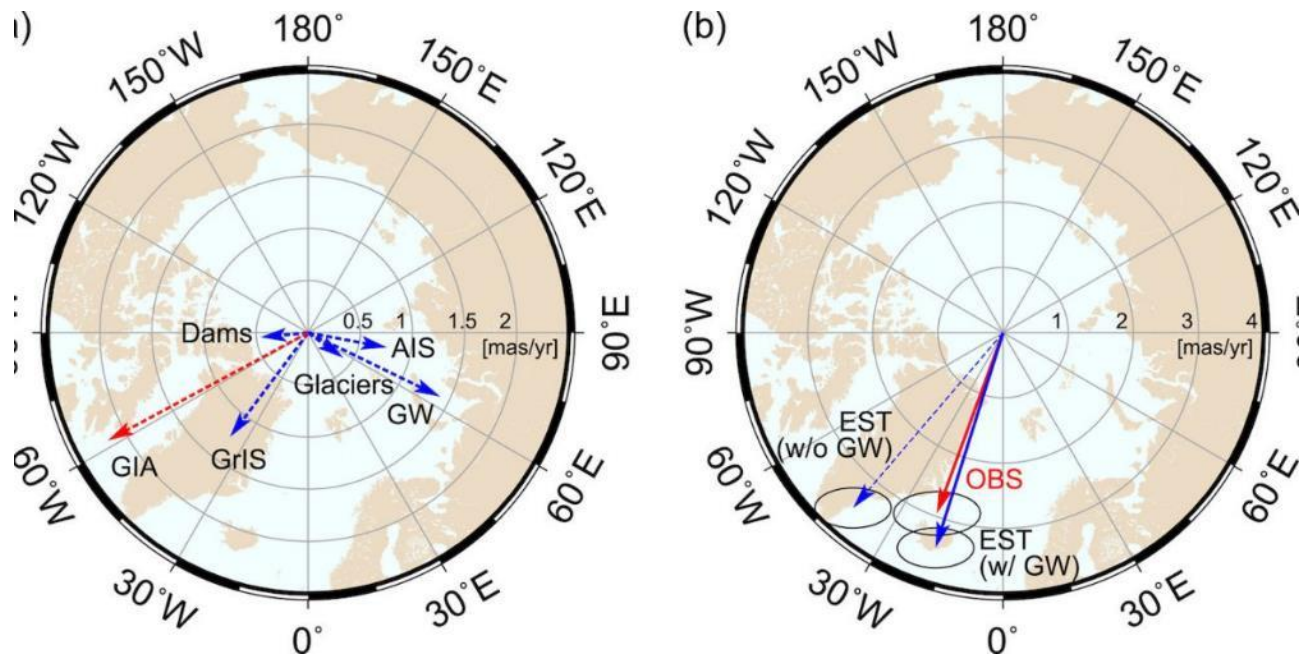
Ricerca pubblicata su Geophysical Research Letters (2023)

## 2.150 Miliardi di m3 tra il 1993 e il 2010

Poco meno di un metro in due decenni. È lo spostamento del polo di rotazione della Terra, ossia il punto attorno al quale ruota il nostro pianeta, che l'uomo ha causato **prelevando acqua dalle falde acquifere** e spostandola altrove.

Tra il 1993 e il 2010 gli esseri umani hanno prelevato 2.150 Miliardi di m3 di acque sotterranee, che equivalgono a più di 6 millimetri di aumento del livello del mare

L'acqua pompata dal suolo finisce, infatti, nel mare innalzandone così il livello.



Questa redistribuzione dell'acqua sulla Terra influenza, la distribuzione della massa terrestre andando così a modificare il moto polare, ovvero lo spostamento del polo di rotazione rispetto alla crosta terrestre.





## NECESSITA' DI UNA TUTELA DELLE ACQUE SOTTERRANEE

Il riconoscimento del ruolo essenziale di acque sotterranee nello sviluppo umano è :

- relativamente recente
- non sufficientemente compreso e tutelato.



# IMPATTO DEL CAMBIAMENTO CLIMATICO DELLE RISORSE IDRICHE SOTTERRANEE



Rapporto mondiale delle Nazioni Unite sullo sviluppo delle risorse idriche 2022

## ACQUE SOTTERRANEE Rendere visibile la risorsa invisibile

Sintesi



Nel mondo vi è una crescente preoccupazione, attenzione e ricerca sull'impatto del cambiamento climatico sulle risorse idriche sotterranee

---

# LA SITUAZIONE IN PIEMONTE



# QUADRO IDROGEOLOGICO DEL PIEMONTE

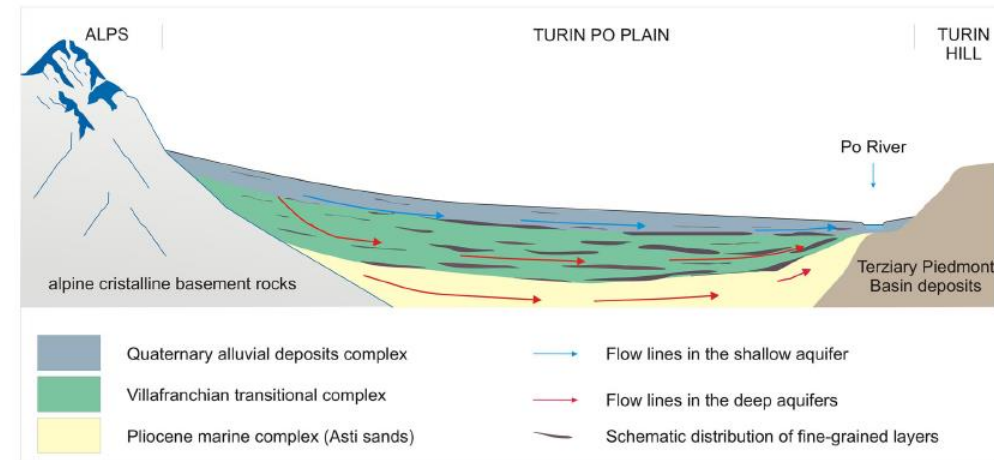
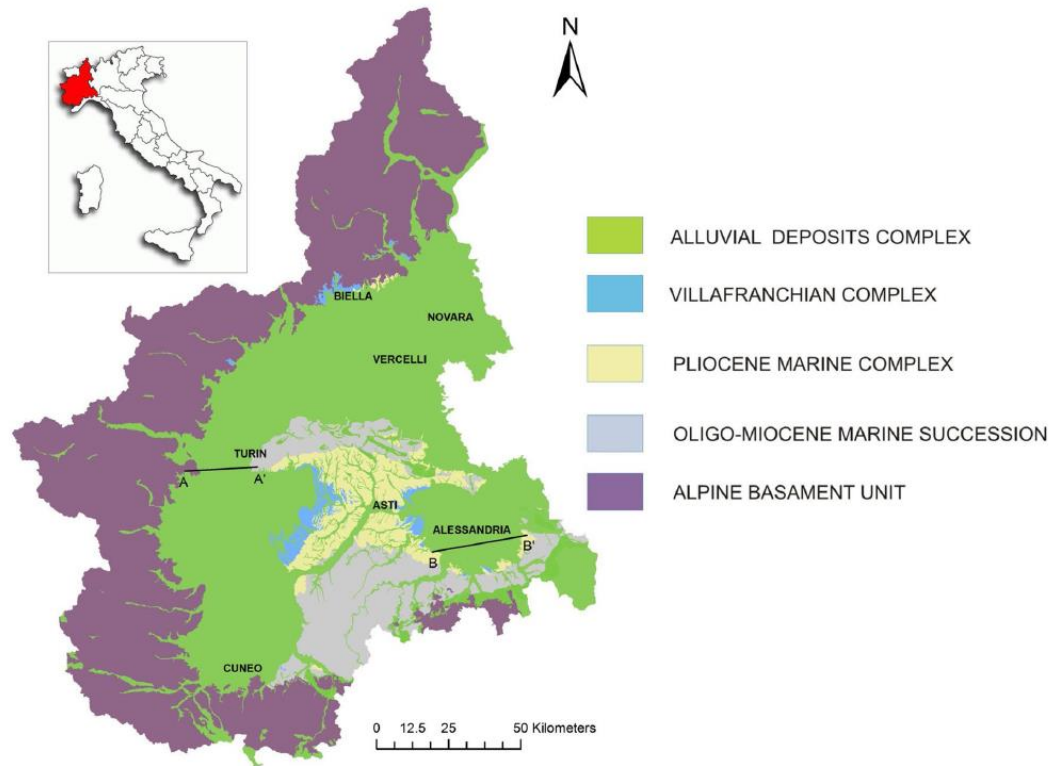


Fig. 2 Simplified cross-section of the Turin Po plain, with the indication of the main hydrogeological complexes

La Pianura piemontese è la parte più occidentale della Pianura Padana, copre oltre 20% del territorio regionale (circa 5000 km<sup>2</sup>) ed è il più grande e importante bacino di GW della regione.

## COME STA CAMBIANDO IL CLIMA IN PIEMONTE LE RELATIVE CONSEGUENZE SULLE RISORSE IDRICHE SOTTERRANEE

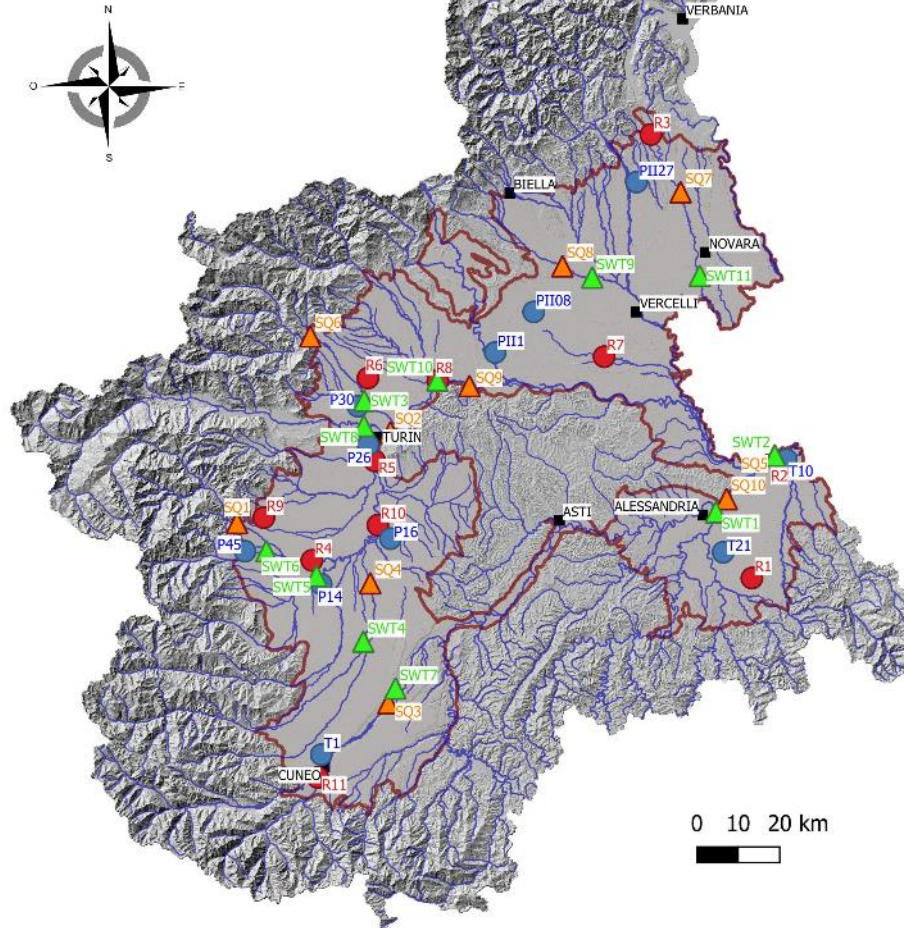
Sono state effettuate diverse analisi statistiche sui dati di monitoraggio delle reti automatiche regionali gestite da ARPA Piemonte.

Periodo di analisi 2002-2022, dati medi annuali e mensili

# DATASET

## LEGEND

- ▲ Monitoring station for river water temperatures (WT)
- ▲ Monitoring station of river discharges (Q)
- Piezometer for monitoring GWL and GWT
- Thermopluviometer for monitoring R and AT
- Rivers
- Cities
- ▭ Piedmont Plain boundary



## STAZIONI METEO:

10 R serie tempo  
10 AT serie tempo



## PORTATE FIUMI

10 Q serie tempo  
10 WT serie tempo





# PIOGGE



 **No statistical trend in all R time series**

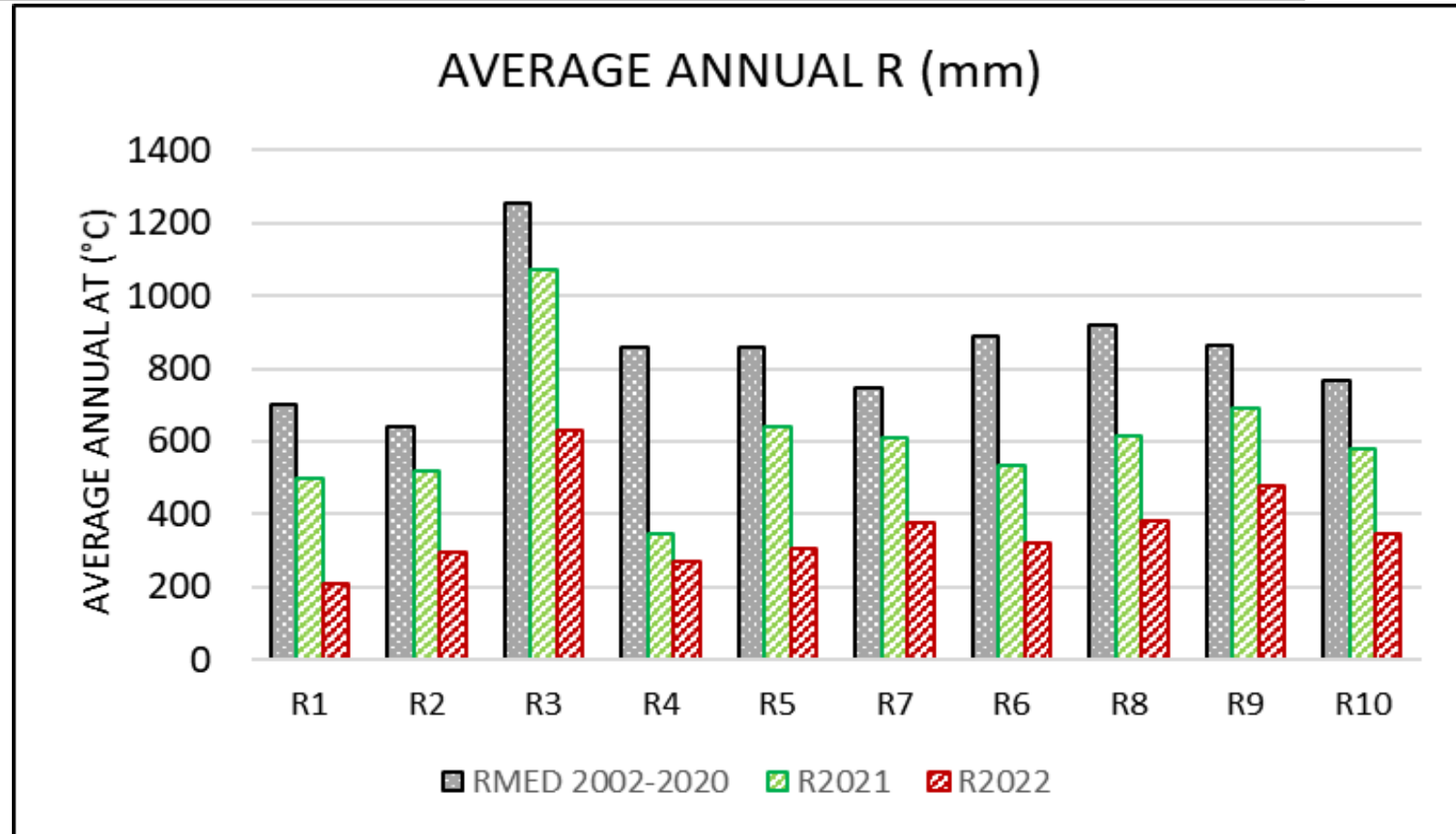
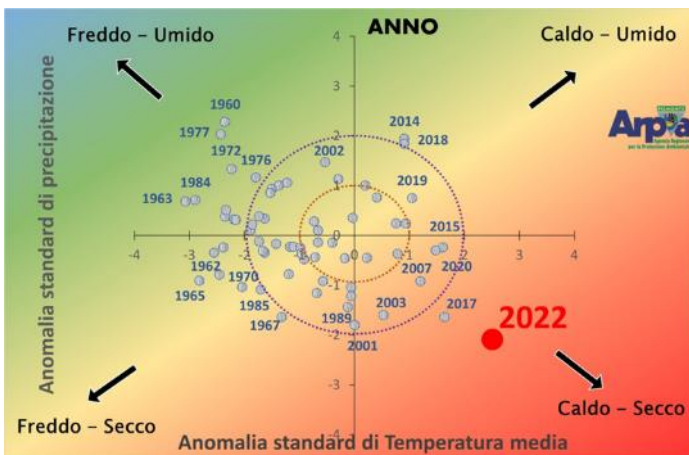
Tuttavia, R nel 2021 (in verde) e nel 2022 (in rosso) forte diminuzione rispetto alla piovosità media (in grigio) del periodo analizzato.

Annual R deficits ranged:

from -19% to -60% (in 2021)

from -45% to -71% (in 2022)

Il 2021 è stato un anno secco. L'anno 2022 è stato uno dei più secchi osservati negli ultimi 65 anni.



# TEMPERATURE DELL'ARIA

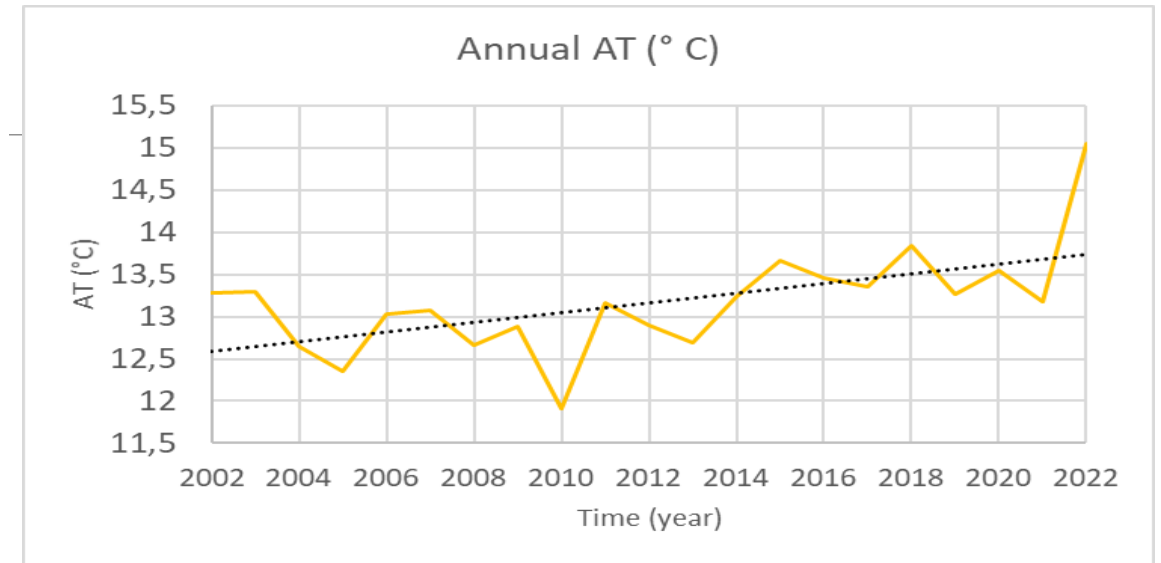
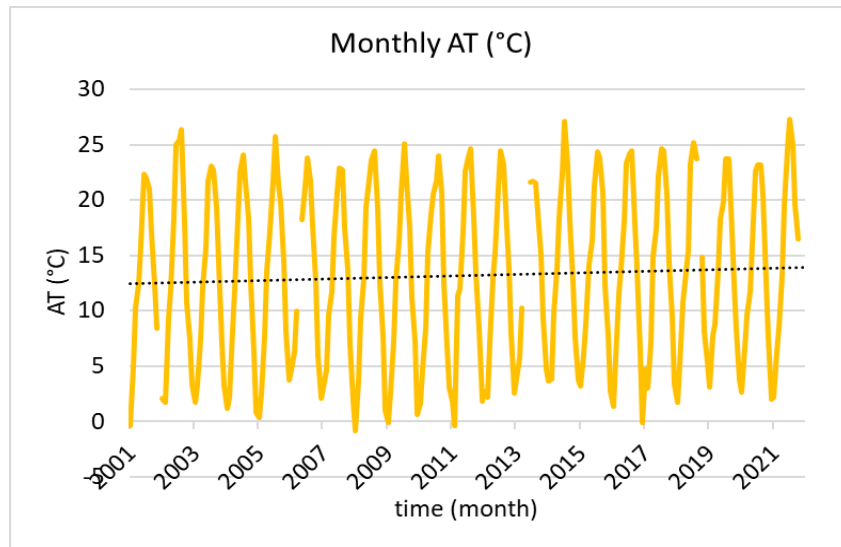


 AT showed an increasing trends.

## AIR TEMPERATURES

Increasing trend in all AT time series

(AT= 0.4 to 1.5 °C in 10 years)



These climatic conditions have created the preconditions for a severe drought in Europe and in Italy. The worst in 500 years.

# NEVE:

# SITUAZIONE NELLE ZONE ALPINE



ASSOCIAZIONE NAZIONALE CONSORZI GESTIONE  
E TUTELA DEL TERRITORIO E ACQUE IRRIGUE

OSSERVATORIO  
SULLE RISORSE  
IDRICHE



*Publicato il 23/03/2023*

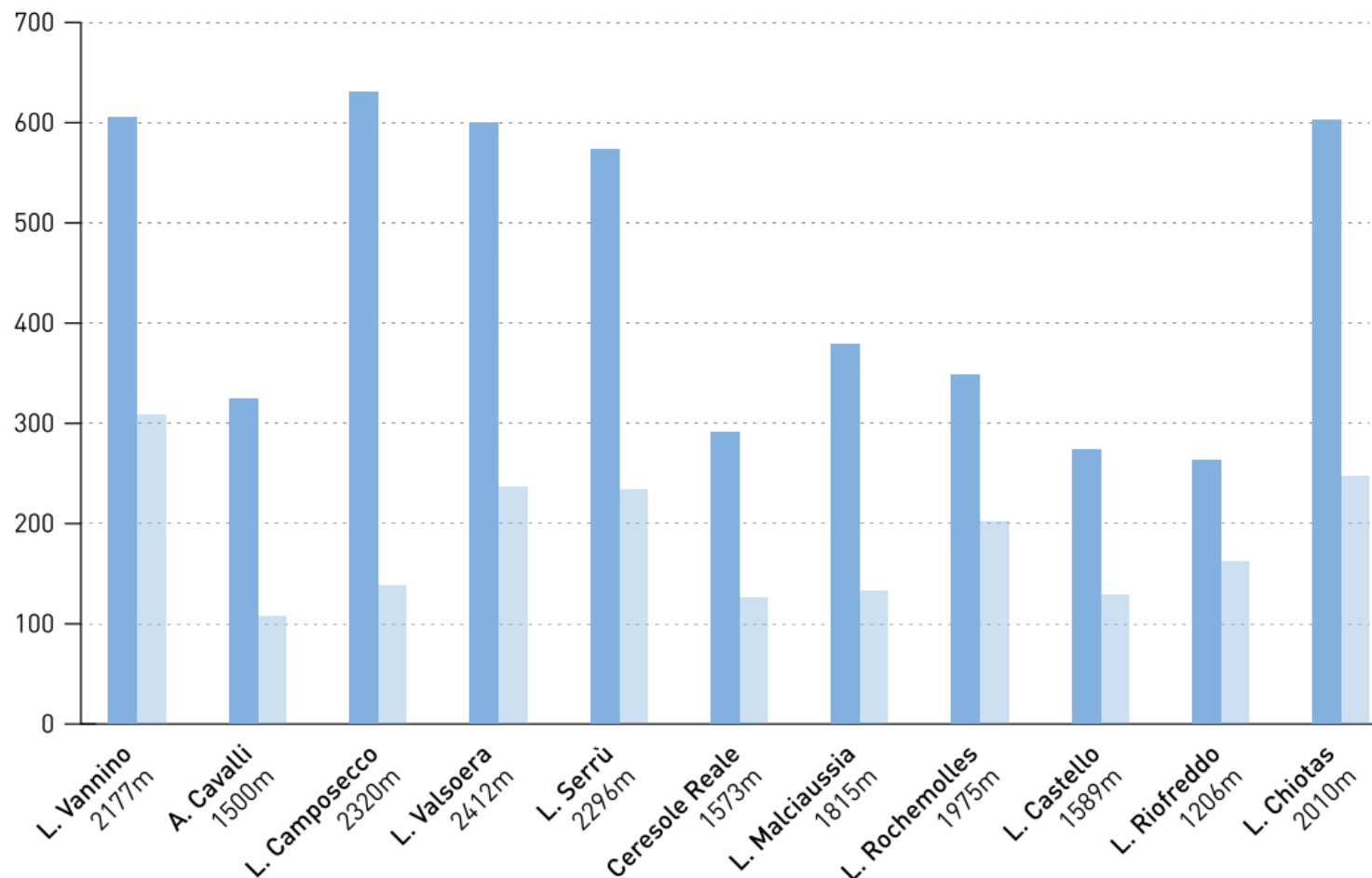
**OSSERVATORIO ANBI RISORSE IDRICHE ITALIA DEL  
NORD SEMPRE PIU' ASSEDIATA DALLA SICCAITA': I  
PRIMI CALDI SCIOLGONO ANCHE LE SCARSE  
RISERVE DI NEVE**

Secondo il Joint Research Centre (Centro Comune di Ricerca) della Commissione Europea, la quantità di neve caduta sulle Alpi, fino a fine Febbraio, è stimabile in **2,9 miliardi di metri cubi, a fronte di una media storica di mld. mc.8,7 (il 33% in meno!!)**



# NEVE: SITUAZIONE IN PIEMONTE

Neve fresca cumulata  
(2022)



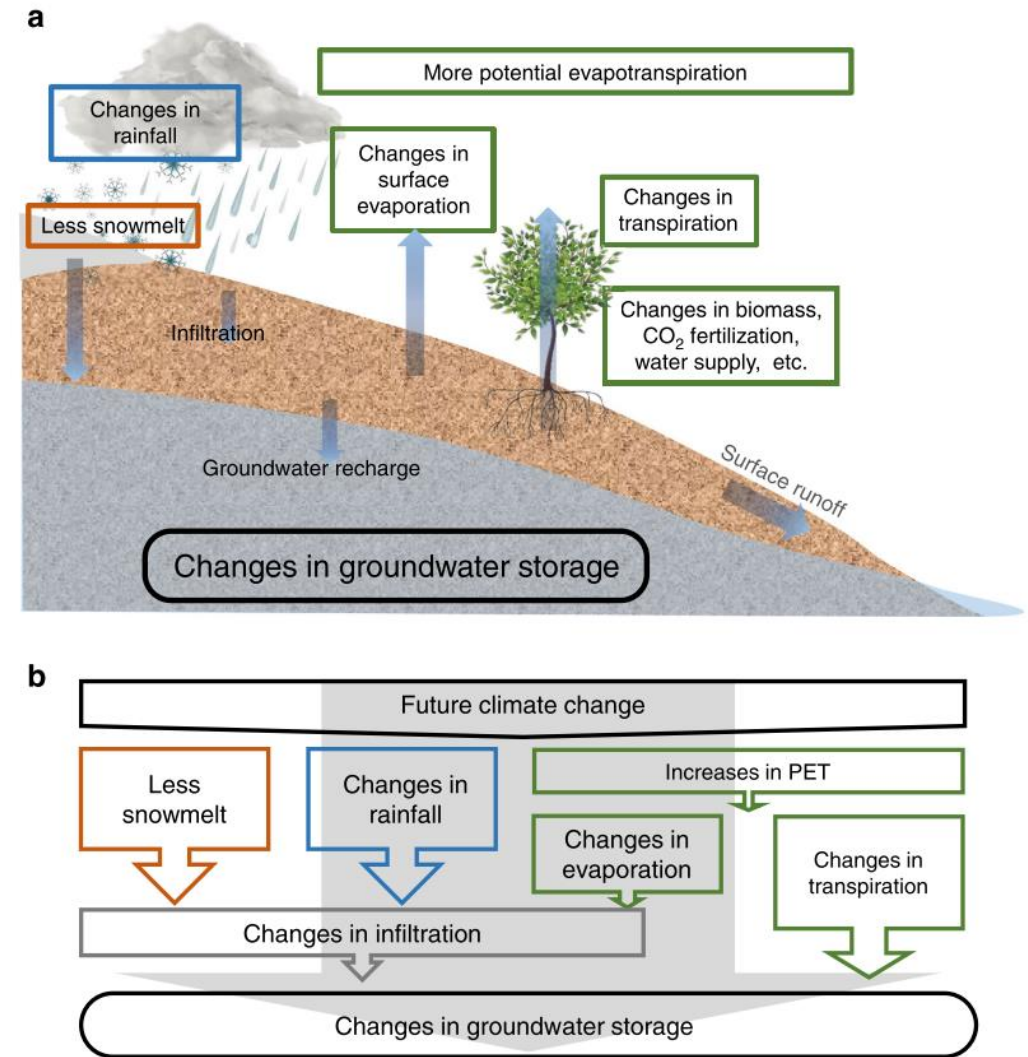
Il deficit 2022 è stato dell'ordine dei **-40/60%** in generale in tutti i settori, sia alle quote più elevate che a quelle più basse e in singoli casi si sono raggiunti valori record di quasi **-80%**

Valori di neve fresca cumulata media dal 1° gennaio al 31 dicembre per il periodo 1981-2020 in blu, in azzurro chiaro il valore del 2022.

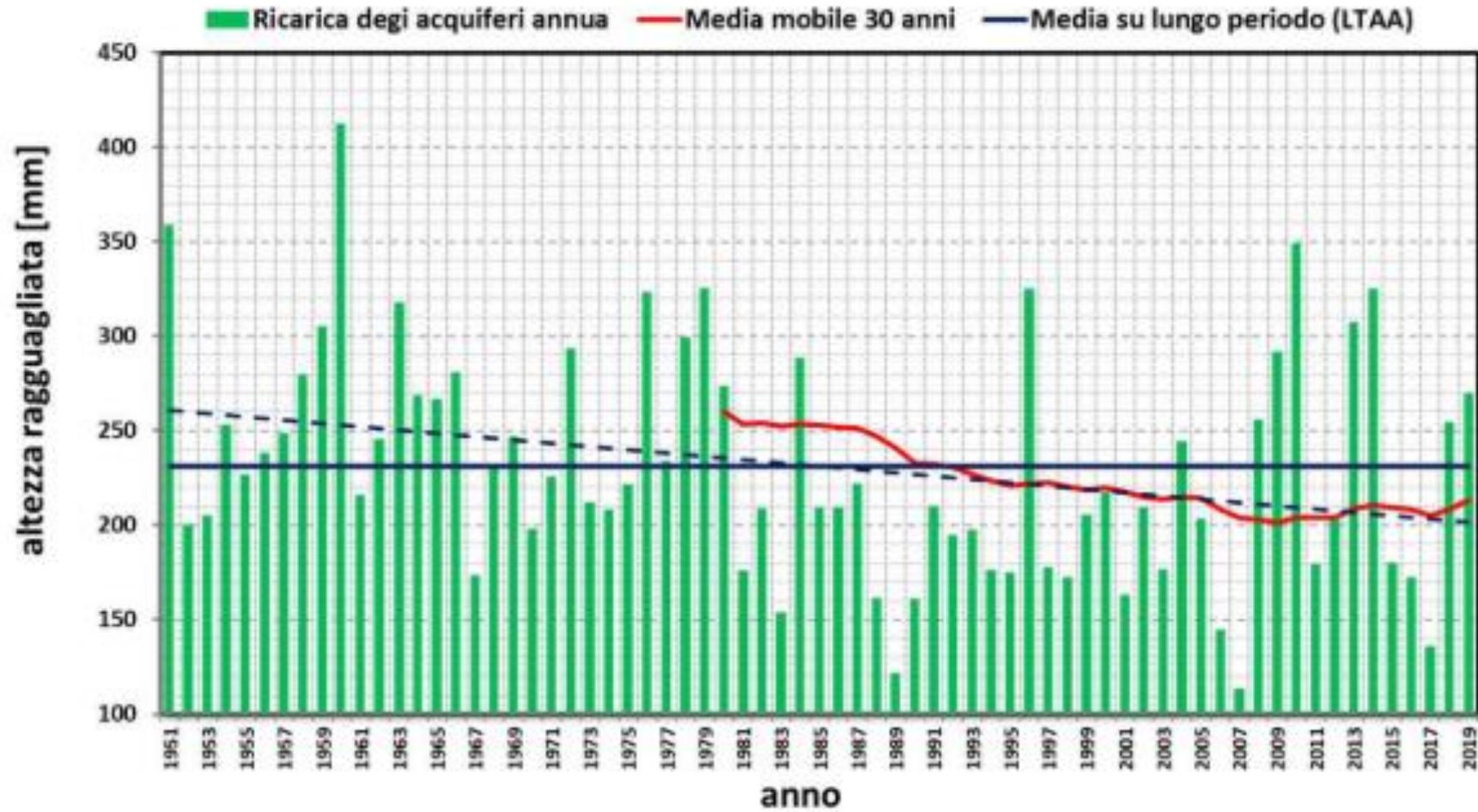
*(ARPA PIEMONTE RELAZIONE SULLO STATO DELL'AMBIENTE IN PIEMONTE 2023)*

# IN GENERALE POSSIAMO ASPETTARCI PER LE ACQUE SOTTERRANEE UNA DIMINUZIONE GENERALIZZATA DELLA RICARICA DEGLI ACQUIFERI

La Fig. illustra la complessa interazione tra le acque sotterranee e le componenti del sistema climatico. Direttamente, i cambiamenti nelle precipitazioni (quantità, tempi e forma), evaporazione, traspirazione e, indirettamente, estrazione, influenzano il sistema delle acque sotterranee

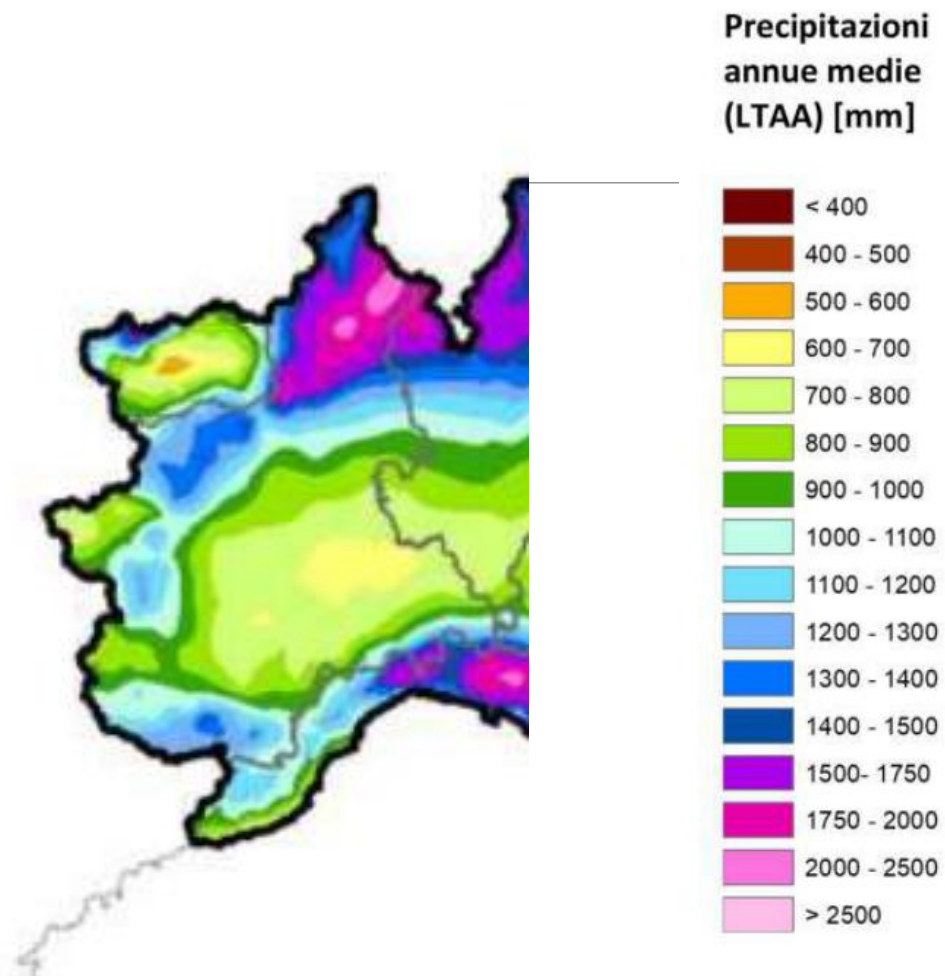


## BIGBANG 4.0 [1951-2019] ITALIA RICARICA DEGLI ACQUIFERI ANNUA

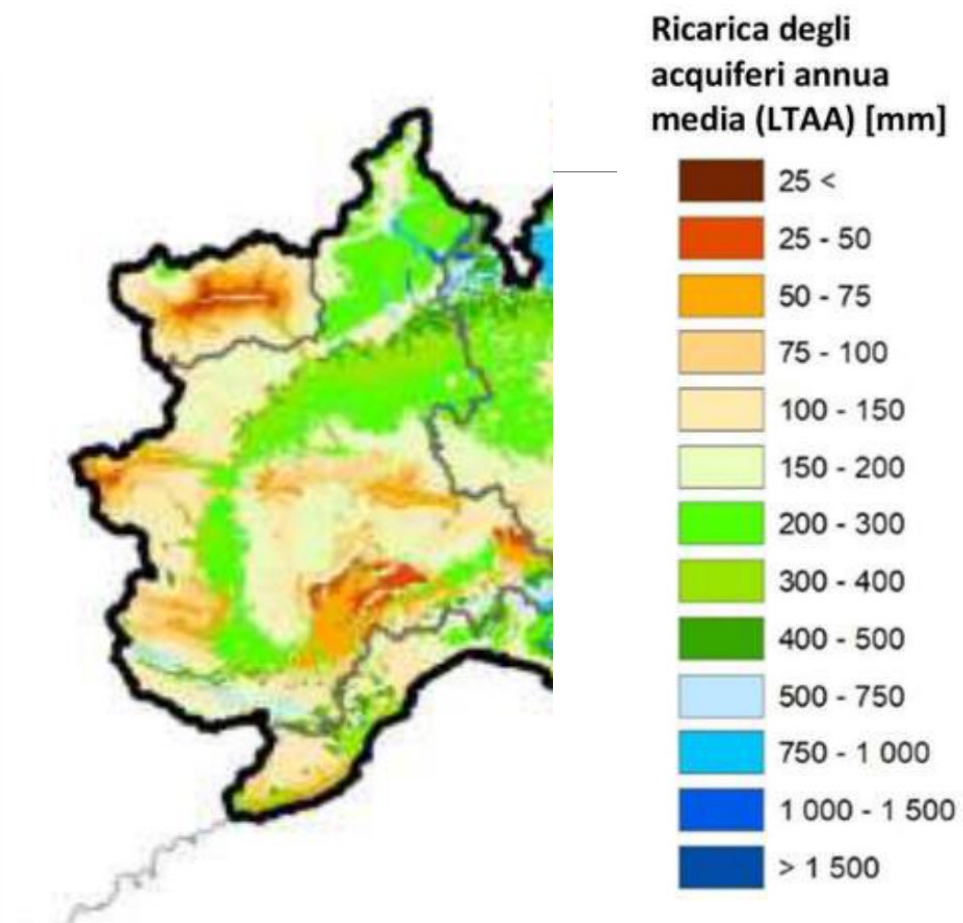




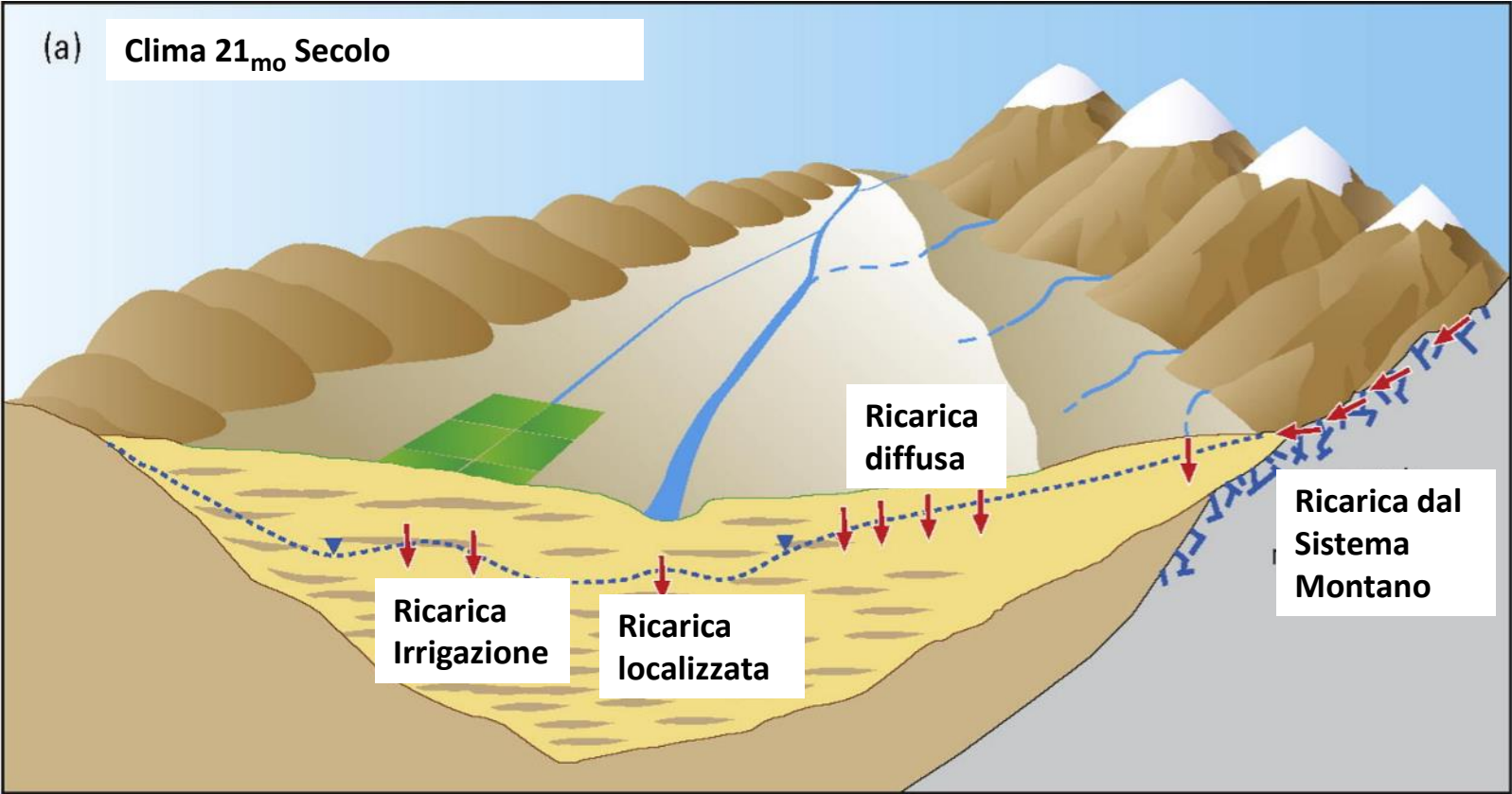
## Valori delle Precipitazioni media annua (Progetto Ispra BIGBANG 1951-2019)



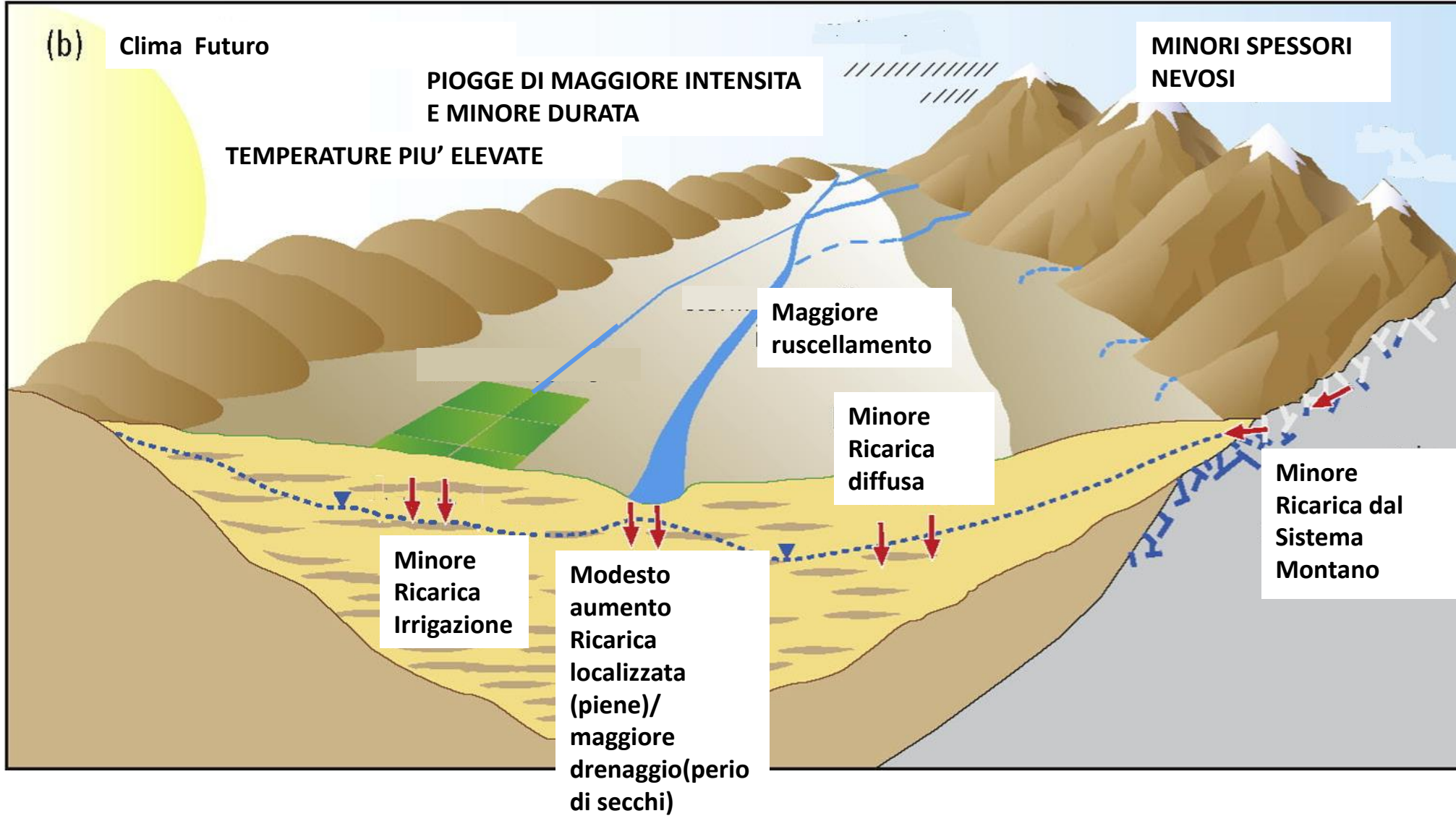
## Valori della ricarica media annua (Progetto Ispra BIGBANG 1951-2019)



ZONE DI PIANURA: COSA PUO' SUCCEDERE



a





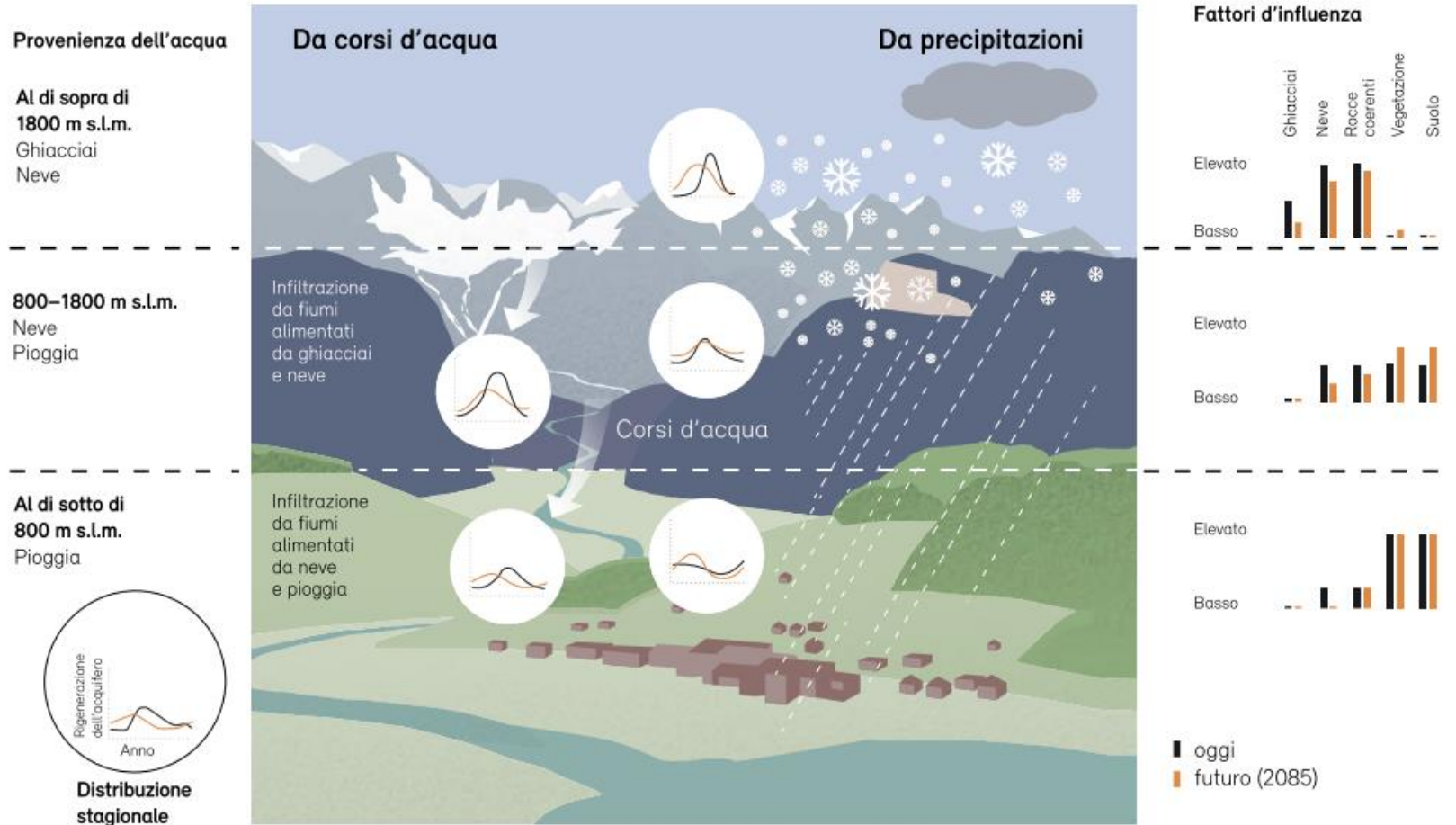
## ZONE ALPINE: COSA PUO' SUCCEDERE

La Ricarica degli acquiferi varia notevolmente a livello spaziale e temporale ed equivale in media a circa un terzo delle precipitazioni annue in ambiente alpino

Essa varia in funzione della stagione e dell'altitudine del bacino conservato.

Quale risultato dei cambiamenti climatici? :

- la ricarica dell'acquifero aumenterà a tutte le altitudini in inverno e all'inizio della primavera
- diminuirà in estate e in autunno.



Fonte iconografica: Hunkeler et al. (2020)

# LE VARIAZIONI DELLE ACQUE SOTTERRANEE A CUI STIAMO ASSISTENDO IN PIEMONTE NELLE ZONE DI PIANURA



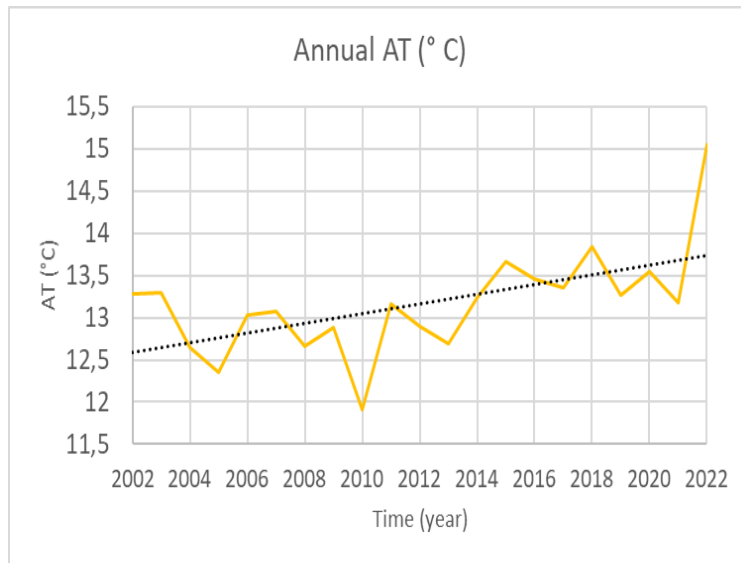
# TEMPERATURA DELLE ACQUE FALDA SUPERFICIALE E FIUMI



GWT and WT showed an increasing trends.

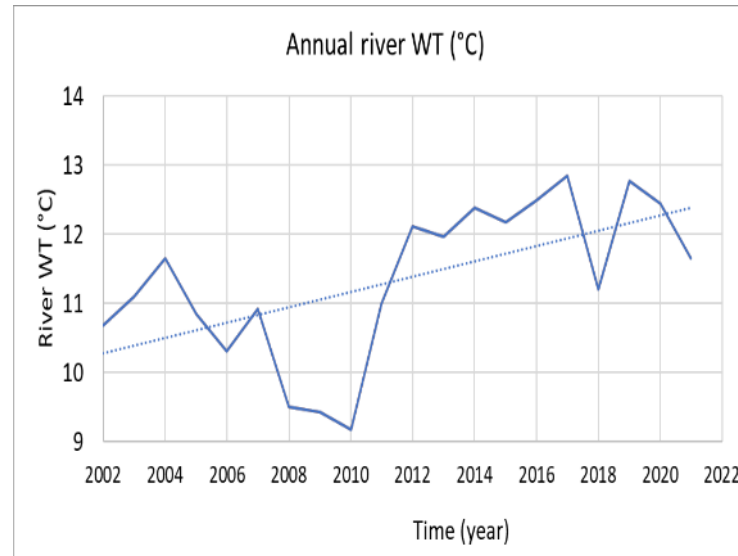
## AIR TEMPERATURES

Increasing trend in all AT time series (AT= 0,4 to 1,5 °C in 10 years)



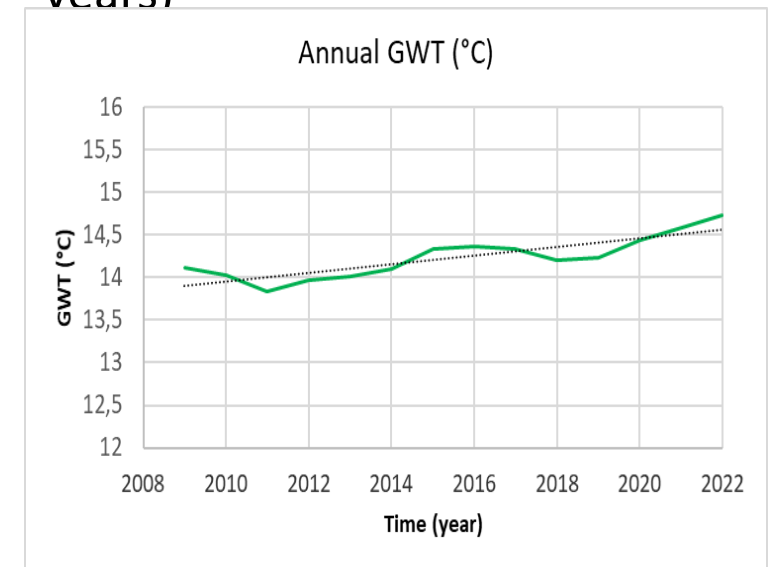
## RIVER WATER TEMPERATURES

Increasing trend in all WT time series (AT= 0,6 to 1,4 °C in 10 years)



## GW TEMPERATURES

Increasing trend in 90% of GWL time series (T= 0,2 - 0,7 °C in 10 years)



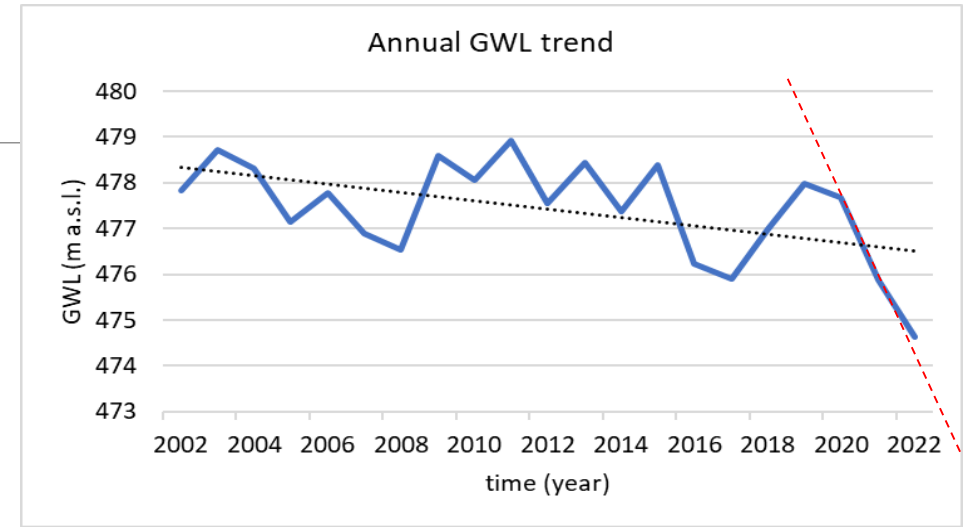
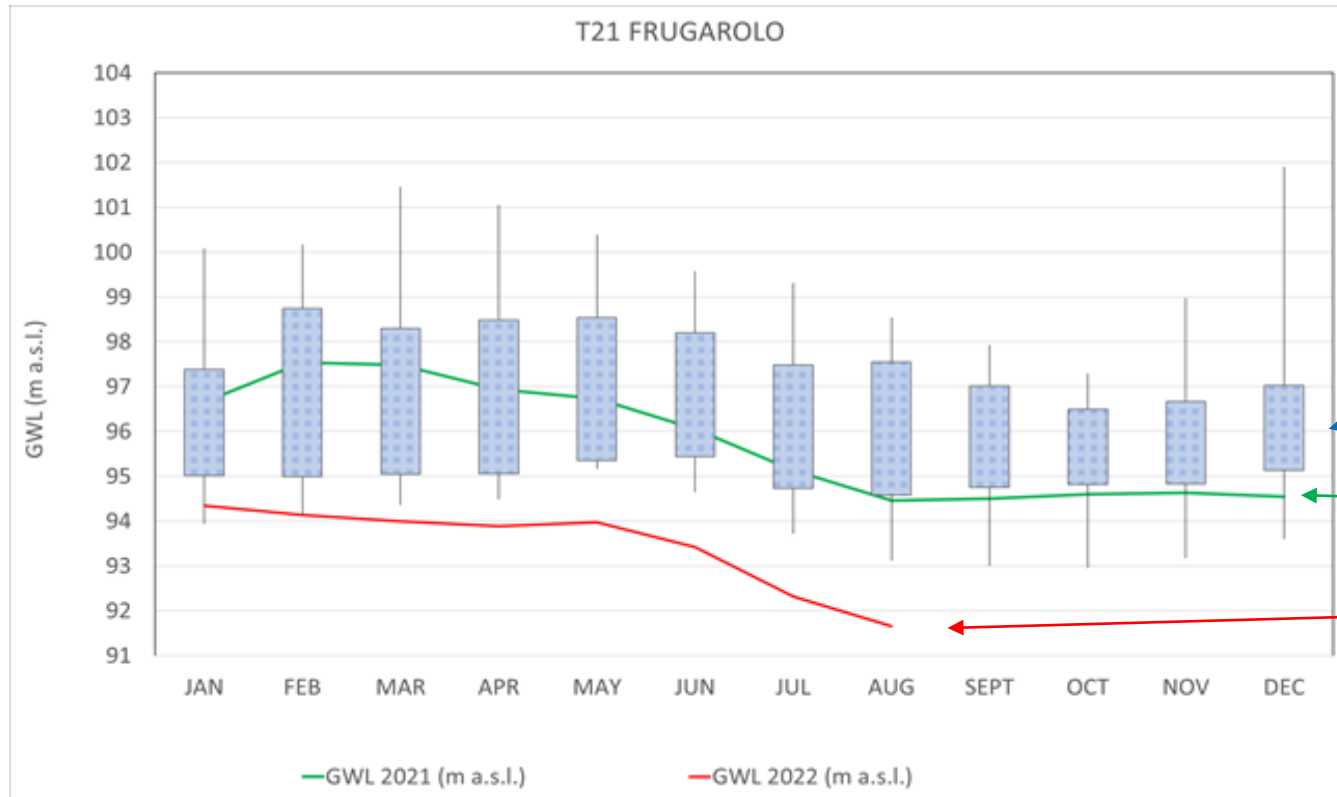
Groundwater is more resilient than air and surface water to temperature change

# GROUNDWATER LEVELS



Decreasing trend in 80% of GWL time series (GWL= from -0,2 to -1,3 m in 20 years – 3-4 metri negli ultimi 3 anni)

GWL of 2022 was the lowest of the whole study period



monthly average GWL fluctuation in the 2002-2020 period

monthly GWL of 2021

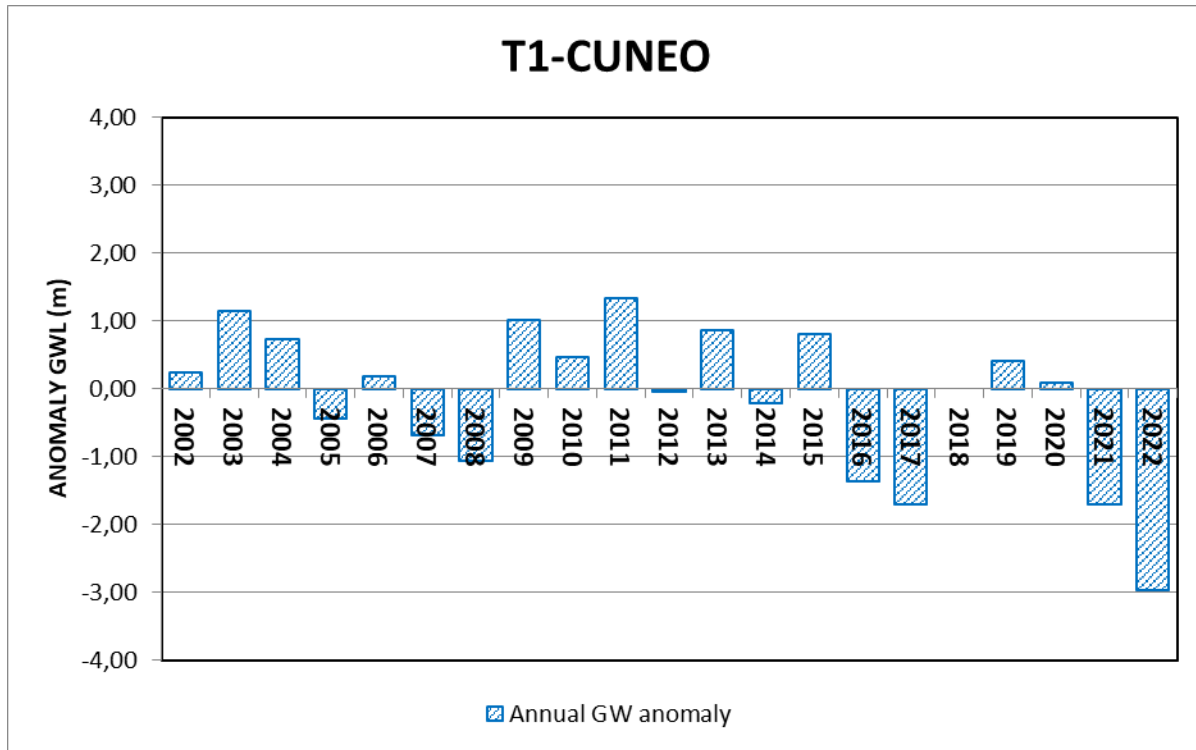
monthly GWL of 2022



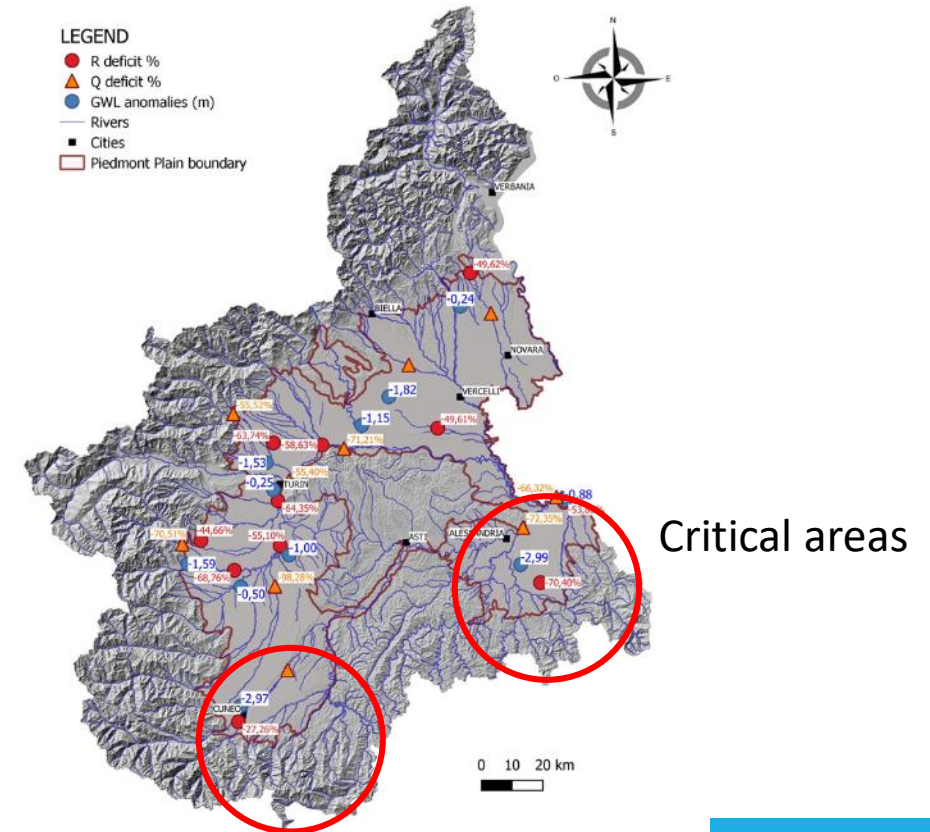
# GROUNDWATER LEVELS

In 2022 a negative annual anomaly was observed in almost all the monitoring wells

Anomaly analysis highlighted the highest deviation of GWL from the reference value up to -3 m for yearly data, and more than -6 m for monthly data.



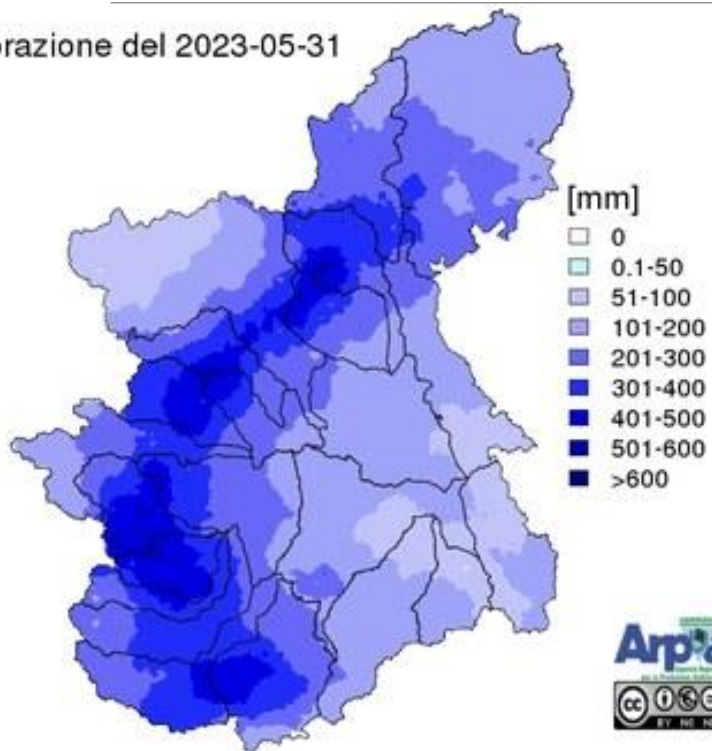
The analyses allow us to detect the most critical areas for GW in Piedmont Plain (Cuneo and Alessandria plains) in 2022



# La situazione delle falda superficiale in Piemonte a fine maggio 2023

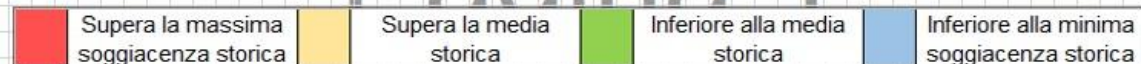
*Precipitazione registrata nel mese di maggio 2023 sul bacino del Po*

Elaborazione del 2023-05-31



## Soggiacenza di maggio e confronto con i dati storici

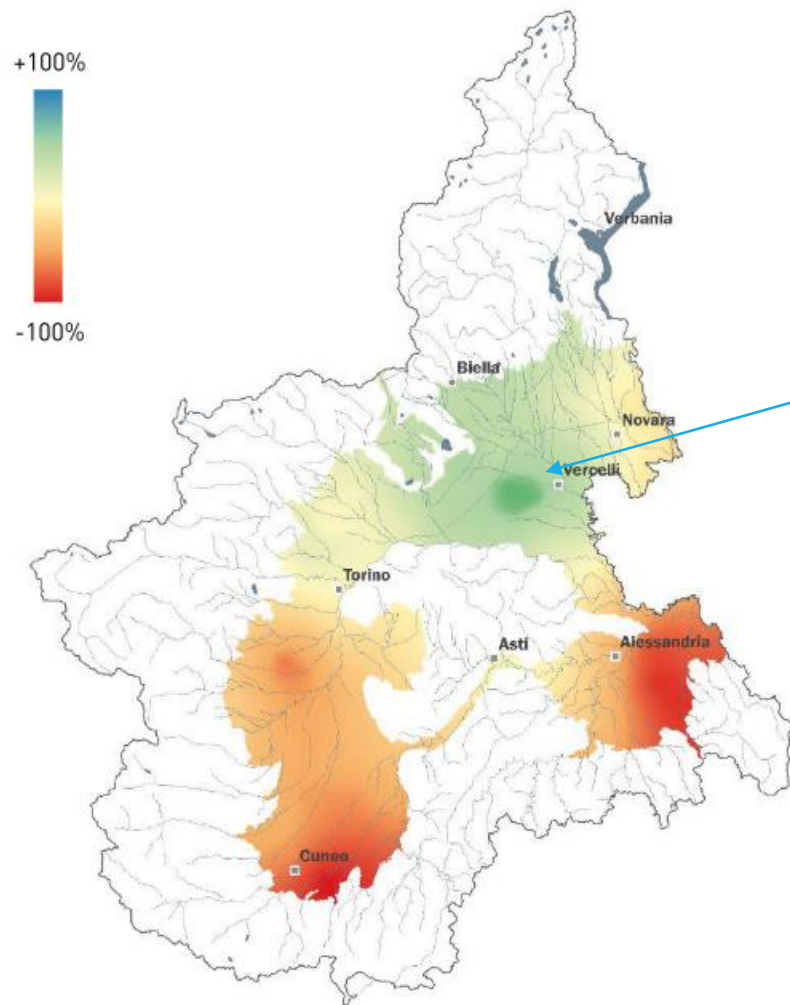
Piezometro	Valore medio mese in corso (m)	Media storica del mese (m)	Max storico del mese (m)	Min storico del mese (m)	Tendenza ultimo mese	Ubicazione punti di misura e corpi idrici sotterranei (GWB)
Alessandria Lobbi T24	5.5	2.43	3.98	1.45	↓	
Bosco Marengo T20	23.09	14.14	20.5	10.26	→	
Carmagnola P16	7.30	5.67	7	4.39	↑	
Gattinara PII26	9.59	8.9	9.87	8.15	↑	
Morozzo T2	3.89	3.77	4.55	2.92	↑	
Pontecurone T11	18.83	14.58	18.36	9.68	↑	
Rivarolo P21	5.55	3.5	4.57	2.05	↑	
Scarnafigi P9	7.70	5.38	6.81	4.1	↑	
Strambino P44	9.36	8.14	8.97	7.22	↑	
Suno PII51	8.47	5.64	11.38	3.3	↑	
Tarantasca P2	27.89	24.2	26.39	22.67	↑	
Torino P d'Armi P26	22.79	22.24	23.2	21.3	→	
Virle Piemonte P7	2.89	2.26	2.88	1.69	↑	
Volpiano P34	4.84	3.65	5.13	2.62	↑	



*Livello della falda dell'acquifero superficiale:*

- nell'ultimo mese tendenza alla risalita
- in molti punti valori sono ancora superiori alla massima soggiacenza storica

(Dati Arpa Piemonte)



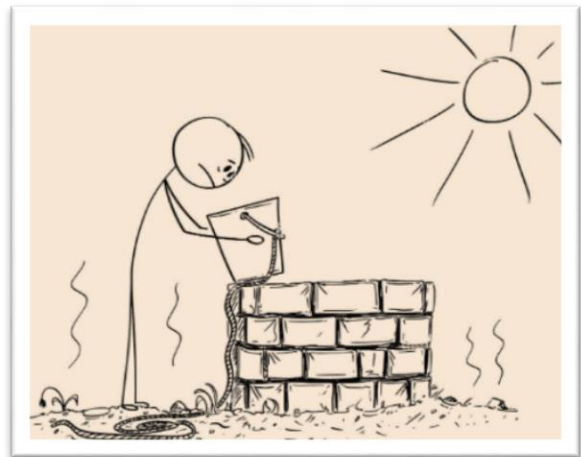
Possibile Effetto positivo dell'irrigazione per sommersione

Differenza percentuale tra la soggiacenza media del 2022 dell'acquifero superficiale e quella dell'anno medio storico ricavato dal periodo 2005-2021  
(ARPA PIEMONTE RELAZIONE SULLO STATO DELL'AMBIENTE IN PIEMONTE 2023)



# CONSEGUENZE SULLA FALDA SUPERFICIALE

1) numerosi pozzi superficiali poco profondi si sono «seccati»



## Messaggero

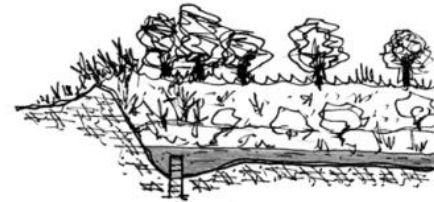
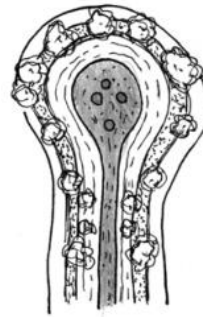
**Giù la falda, pozzi a secco**

Il Comune in soccorso

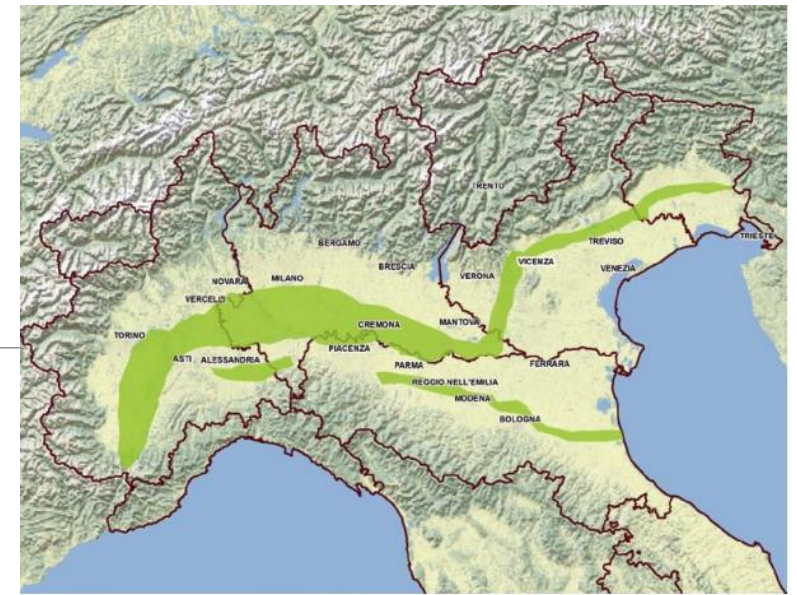
L'acquedotto non passa, famiglie in grave difficoltà in attesa di pescare l'acqua a maggiore profondità



2) Alterazioni della portata/scomparsa dei fontanili (sorgenti tipiche della Pianura Padana, oasi di biodiversità e importante risorsa per il territorio).



Schema di un fontanile



*Fascia dei fontanili*



# Fontanile Ulè (Vigone - Turin Plain)



July 2017



May 2022  
*Domenico A. De Luca*



### 3) Diminuzione della portata dei corsi d'acqua



2002-2022 NO trend statisticamente significativo

Tuttavia, a causa del deficit di precipitazioni, le Q nel 2021 e nel 2022 sono state critiche.

Nel 2022 il deficit annuale del deflusso dei fiumi variava da -55% fino a -100%

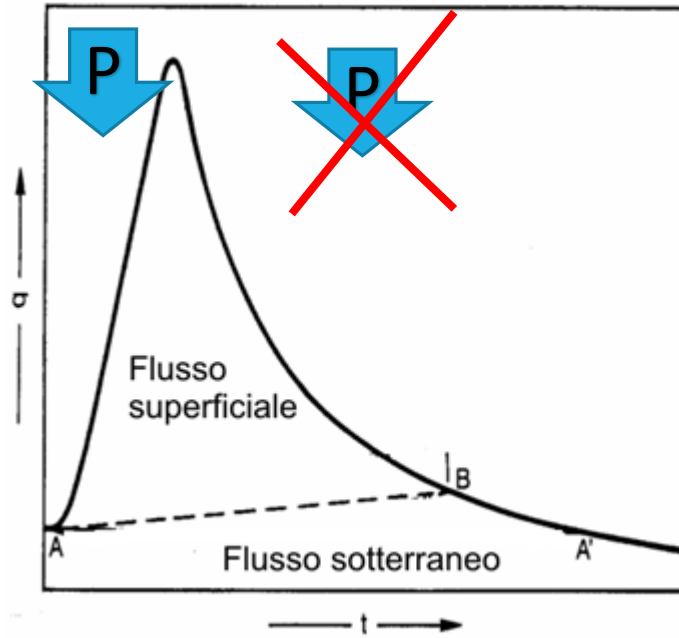


*Fiume Po Gennaio 2022*

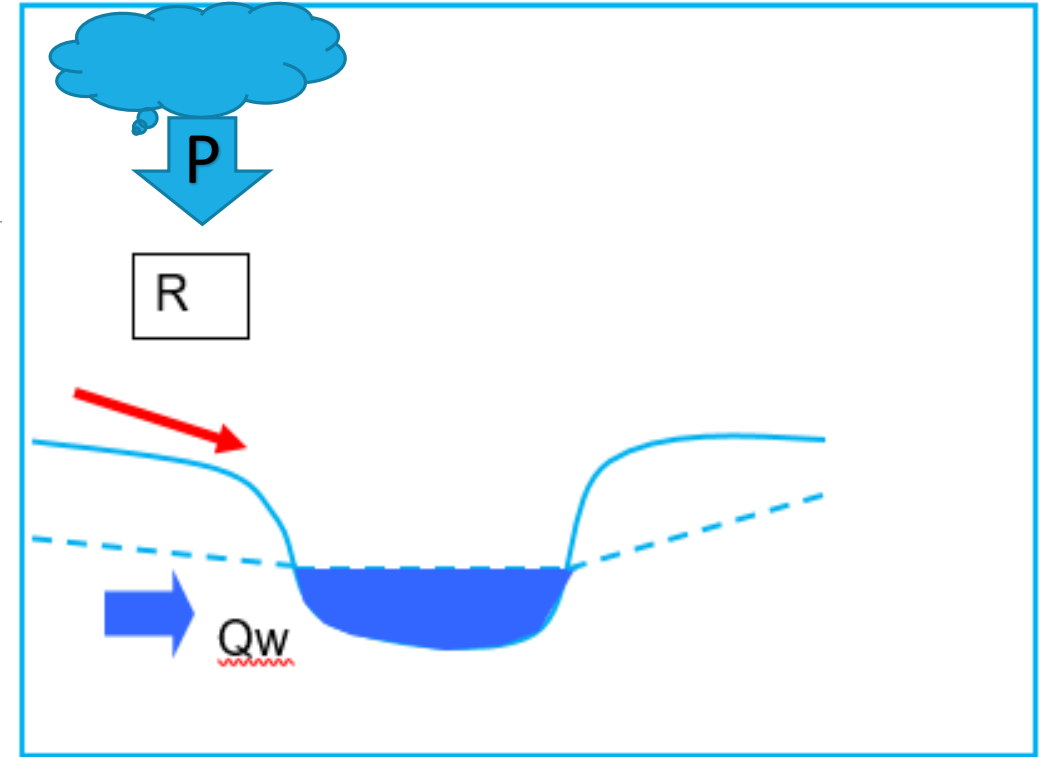
## Diminuzione della portata dei corsi d'acqua = maggiore drenaggio della falda

La portata di un corso d'acqua deriva

- in parte dall'alimentazione della falda  $Q_w$
- in parte del ruscellamento  $R$  conseguente alle piogge



*Diagramma portata – tempo: separazione alimentazione da ruscellamento superficiale e da flusso sotterraneo*



*P: Piogge*

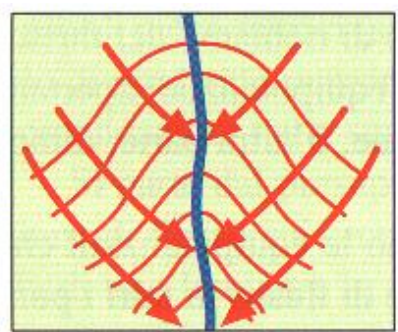
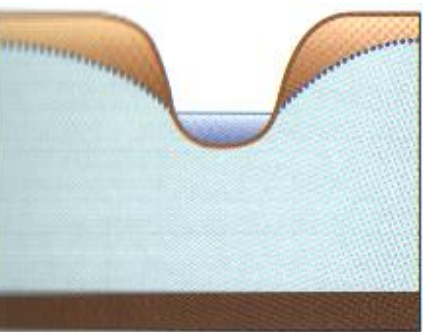
*R: Ruscellamento*

*Q<sub>w</sub>: alimentazione da parte falda sotterranea*

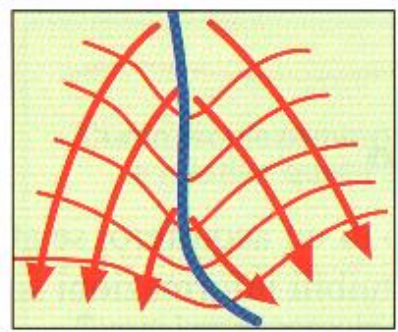
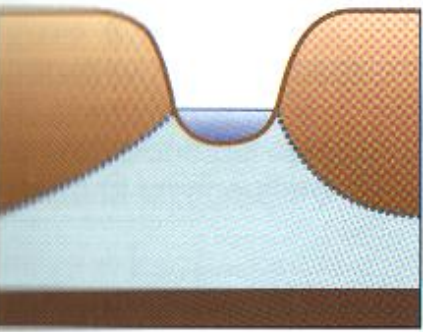


# RAPPORTO FALDA - CORSI D'ACQUA

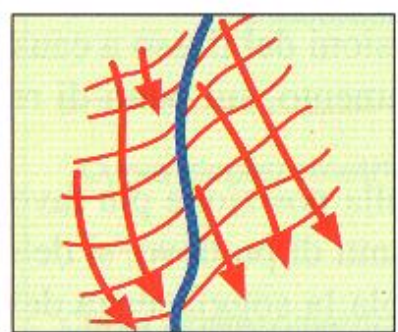
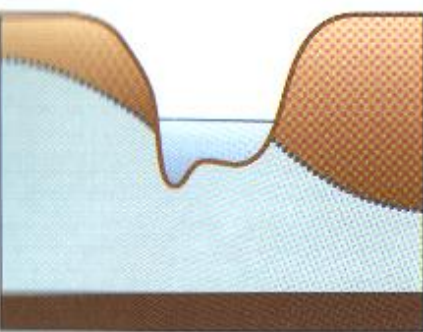
Corsi d'acqua connessi con la falda



DRENANTI

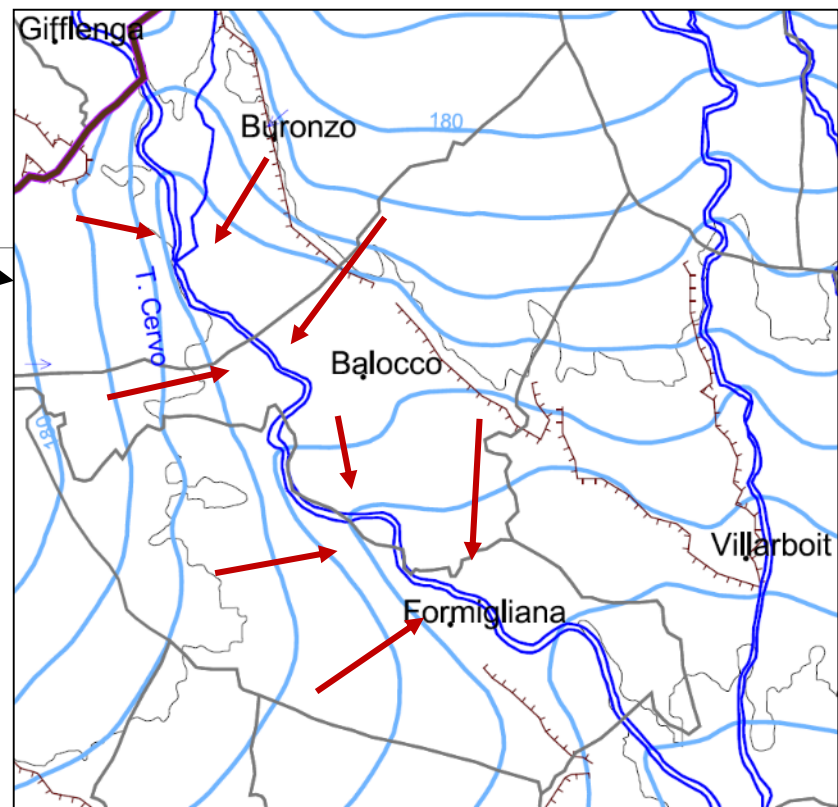
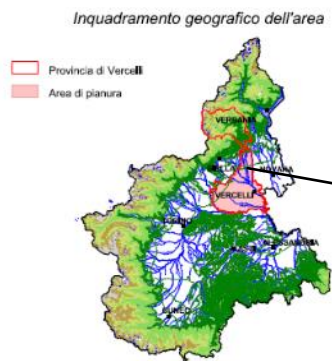


ALIMENTANTI



A/D



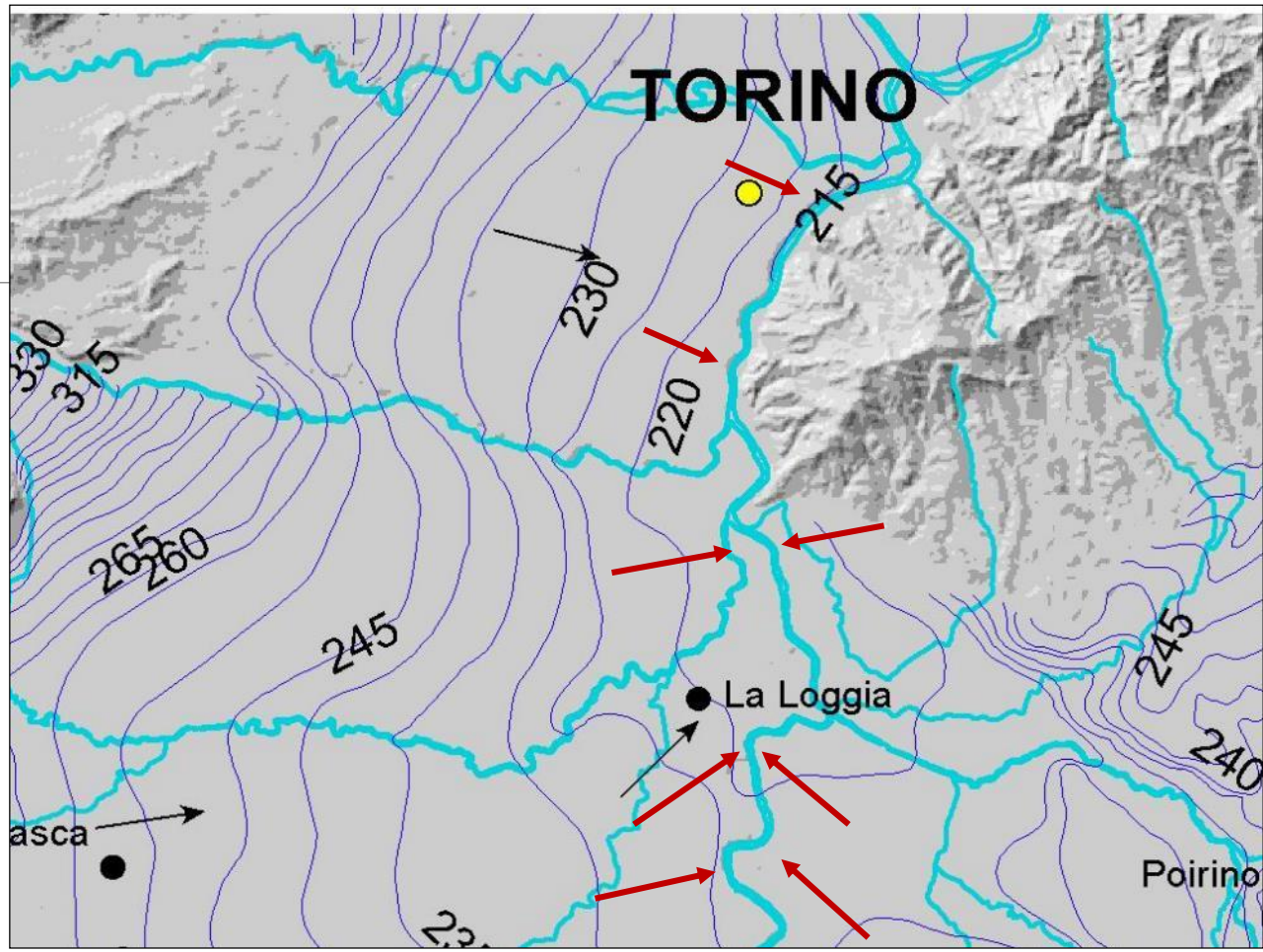
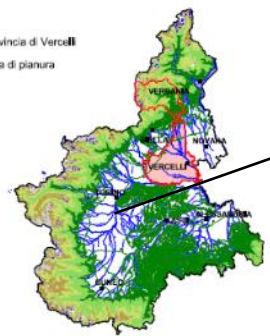


*Esempio: azione marcatamente drenante del fiume Cerro (De Luca et al, 2005)*



Inquadramento geografico dell'area

- Provincia di Vercelli
- Area di pianura



*Esempio: azione marcatamente drenante del fiume PO*

# LE MODIFICHE SULLE ACQUE SOTTERRANEE A CUI STIAMO ASSISTENDO NELLE ZONE MONTANE ALPINE

---





---

# Impoverimento della portata di molte sorgenti nelle aree alpine



Po spring – summer 2022

## **Siccità, il Piemonte è rimasto a secco**

**CLIMA.** La regione ai piedi delle montagne più alte è sempre più arida. La metà del territorio è in crisi idrica e siamo ancora in inverno. Non è emergenza, ormai è la normalità

quotidiano comunista  
**il manifesto**

**16 MARZO 2023**

## **IN MOLTI PICCOLI COMUNI MONTANI e PEDEMONTANI già a tardo inverno è spuntata l'autobotte e sono iniziati razionamenti**

**Provincia di Novara** Armeno

**provincia del Verbano-Cusio- Ossola** Cannero

Riviera, Piedimulera, Pieve Vergonte , San Bernardino  
Verbano...

**provincia di Biella** Pettinengo, Strona, Valdilana  
Soprana e Zumaglia..

**provincia di Cuneo**, (ha il maggior numero di centri in crisi) Demonte, Moiola, Roccabruna, Macra, Isasca, Venasca, Brossasco, Melle, Peveragno e Perlo....

LA STAMPA MARZO 2023

Siccità, in provincia di Cuneo la metà dei paesi in emergenza.

LA STAMPA

13/01/2023

## È già emergenza idrica, nelle valli acquedotti riforniti con autocisterne

Per gli acquedotti è già estate, tanto che l'Acda (Azienda cuneese dell'acqua) sta già provvedendo ad alimentare alcune vasche di presa con autobotti. I Comuni con criticità su parte significativa dell'abitato, riempimento serbatoi con autocisterne sono **Brondello, Lisio, Nucetto, Pagno, Perlo, Roccabruna, Rossana e Viola.**

I Comuni con criticità limitate a modeste estensioni territoriali, alle frazioni o alle borgate per consistente diminuzione delle risorse idriche (riempimento serbatoi secondari con autobotti o altri interventi) sono **Bernezzo, Brossasco, Celle di Macra, Cervasca, Demonte, Garessio, Lesegno, Macra, Marmora, Melle, Moiola, Monterosso Grana, Ormea, Pamparato, Piasco, Pietraporzio, Roccasparvera, Sampeyre, San Damiano Macra, Sanfront, Stroppa, Valmala, Venasca e Villar San Costanzo.**

I Comuni con livello di attenzione elevato e con possibili criticità a breve sono **Acceglio, Argentera, Borgo San Dalmazzo, Boves, Caraglio, Cartignano, Castellar, Ceva, Chiusa Pesio, Costigliole Saluzzo, Dronero, Frabosa Sottana, Frassinò, Gaiola, Montemale di Cuneo, Peveragno, Pianfei, Pradleves, Prazzo, Rittana, Roaschia e Sanfré.**



**COSA POTREBBE ANCORA SUCCEDERE IN FUTURO ?**





# IL FUTURO DEL CAMBIAMENTO CLIMATICO ALLE NOSTRE LATITUDINI

In generale, la maggior parte degli studi prevede

- **temperature più elevate** determinino un aumento dell'evaporazione e dell'evapotraspirazione (ET) (anche se per alcuni autori un aumento simultaneo in umidità e CO<sub>2</sub> potrebbero contrastare l'effetto della temperatura e lasciare ET invariato in un clima di riscaldamento)

- **lunghi periodi di siccità**

- **precipitazioni di più elevata intensità e per periodi più brevi**

  - aumenteranno di intensità in molti luoghi: aumento del deflusso superficiale e diminuzione dell'infiltrazione

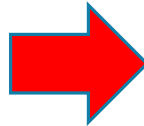
- **neve: diminuzione**

Specialmente nei climi temperati la parte delle precipitazioni che cadono sotto forma di neve diminuisca

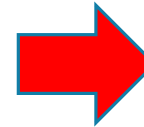
Questa minore quantità di neve si scioglierà più rapidamente, portando a un deflusso superficiale medio annuo più elevato.

# Principali cause/conseguenze dell'alterazione dello stato quantitativo delle falde

1. DIMINUZIONE DELLA RICARICA
2. AUMENTO DEI PRELIEVI DA POZZI
3. AUMENTO DRENAGGIO CORSI D'ACQUA



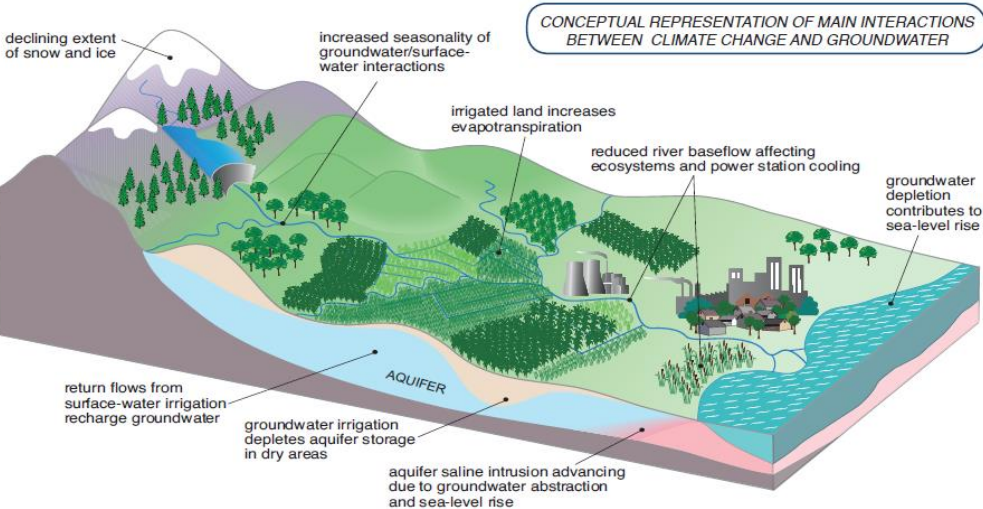
ABBASSAMENTO DEL LIVELLO DI FALDA SUPERFICIALE + DIMINUZIONE DELLA CIRCOLAZIONE IDRICA NEGLI AMMASSI ROCCIOSI



## Principali Conseguenze (ESCLUSIVE O CONCAUSE)

- **POZZI SECCHI**
- **DIMINUZIONE PORTATA/DISSECCAMENTO SORGENTI E FONTANILI**
- **DIMINUZIONE PORTATA CORSI D'ACQUA**
- **ABBASSAMENTO DEL LIVELLO NEI LAGHI**
- **RIDUZIONE DI AREE UMIDE**
- **INGRESSIONE MARINA**
- **SUBSIDENZA**

Non in Piemonte



Si tratta di una situazione nuova?

---

# IRRIGAZIONE IN PROVINCIA DI CUNEO

SITUAZIONE - ESIGENZE - PROSPETTIVE

12 FEBBRAIO 1983



FEDERAZIONE PROVINCIALE COLTIVATORI DIRETTI  
CUNEO - Corso Galitti, 21 - Telefono 64.591

## L'ESEMPIO DELLA PROVINCIA DI CUNEO



*fabbisogno idrico = acque superficiali + pozzi, fontanili, sorgenti + deficit*

Fabbisogno idrico	Acque superficiali	Pozzi, fontanili, sorgenti	Deficit idrico
700 Mm <sup>3</sup>	330 Mm <sup>3</sup>	220 Mm <sup>3</sup>	180 Mm <sup>3</sup>

prof. Tounon e ing. Selleri: stima del bilancio idrico e stimavano nel bimestre:

E indicavano:

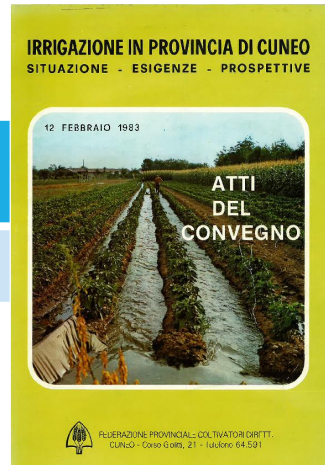
«.. Per sopperire alla esigenze degli ultimi decenni si è fatto ricorso a sempre più massiccio ai pozzi con prosciugamento di fontanili e risorgive un tempo naturalmente affioranti ...»

Davano indirizzi per il futuro:

1. realizzazione invasi
- accorpamento consorzi,
  1. all'aggiornamento comprensori
  2. equilibrata ripartizione delle risorse
  3. modifiche turni ed orari validi 2/3 secoli

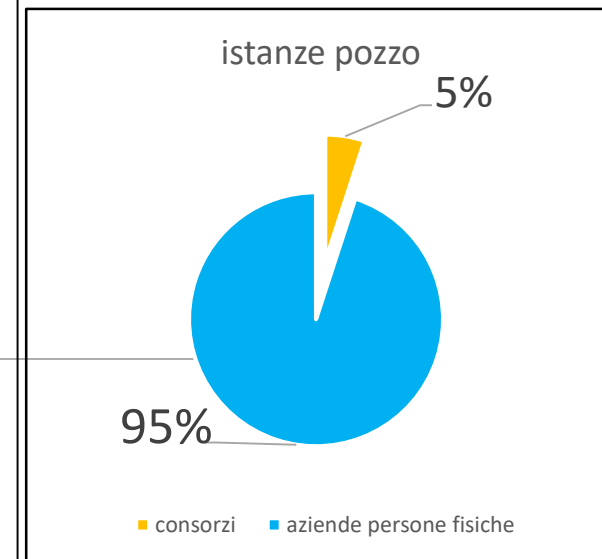
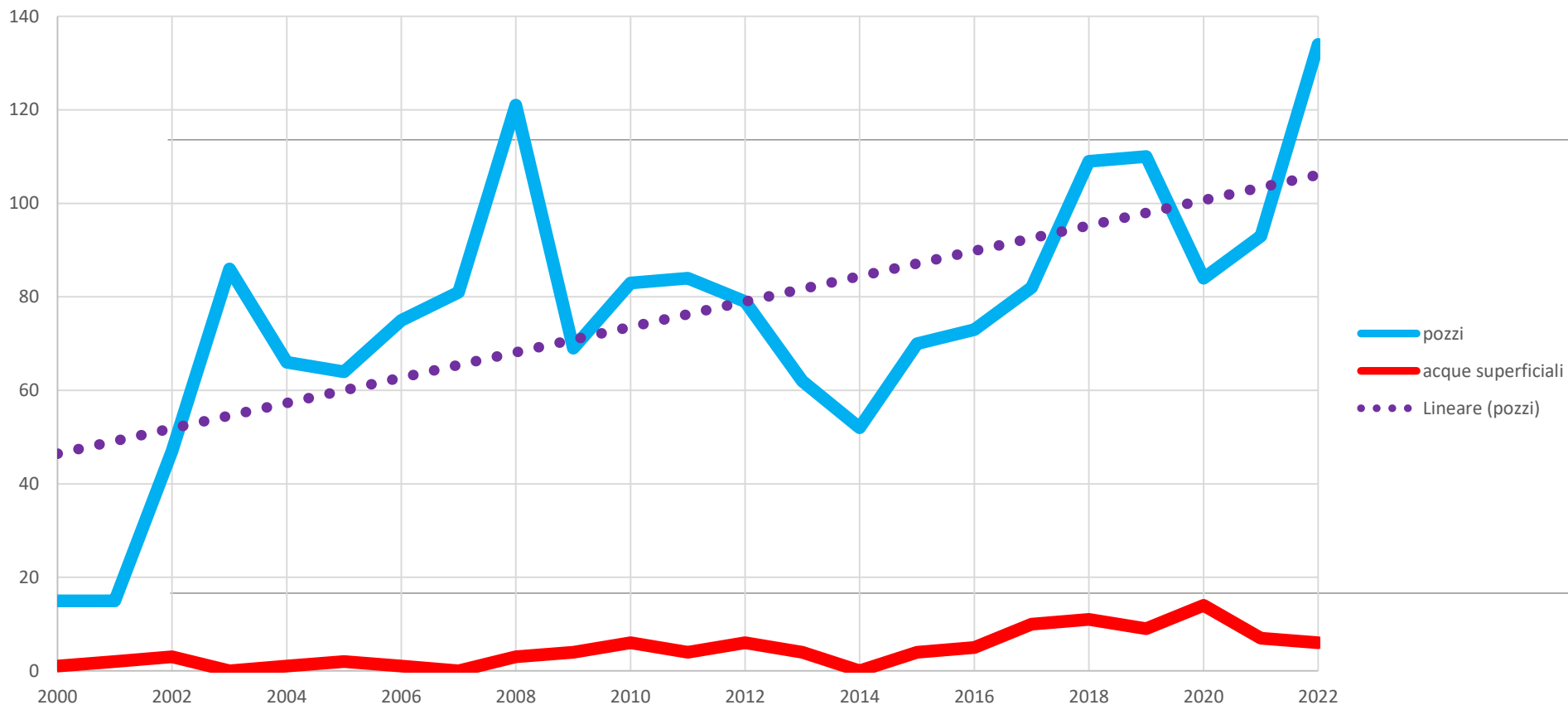
dott. Bassi: tra i problemi da risolvere indicava

- pericoloso abbassamento delle falde - non è più consigliabile ulteriore prelievo dal sottosuolo



## SITUAZIONE 2023 – ACQUE SOTTERRANEE (prov CN)

istanze presentate

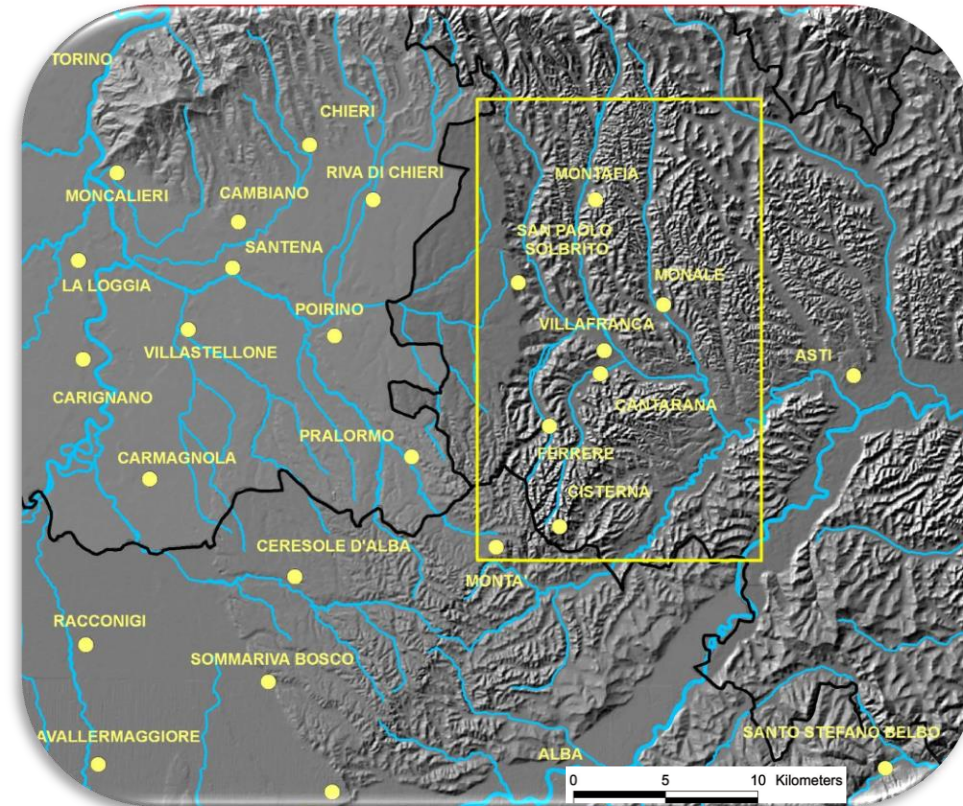
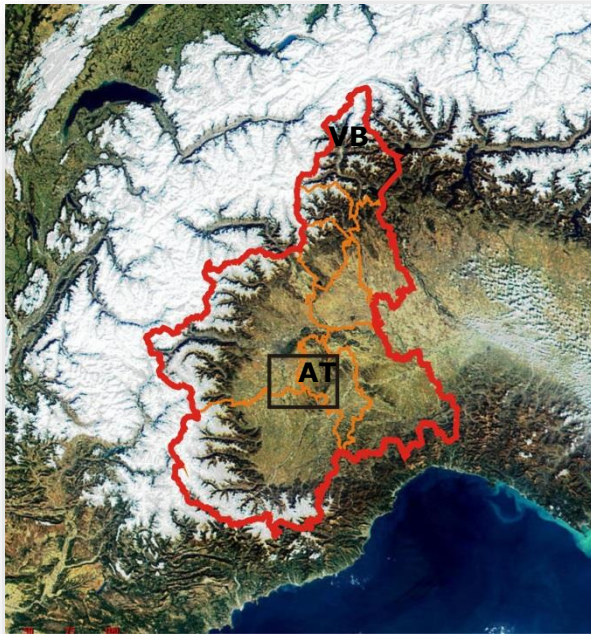


- dal 2000 al 2022 richieste acque superficiali costanti
- +sono stati richiesti, circa 1300 sono pozzi con impianti ad alta efficienza (non a scorrimento) **1754 nuovi pozzi**
- i pozzi sono per il 95% presentati da aziende (persone fisiche)

# UN CASO DI SOVRASFRUTTAMENTO

## campo pozzi di Valle Maggiore (AT)

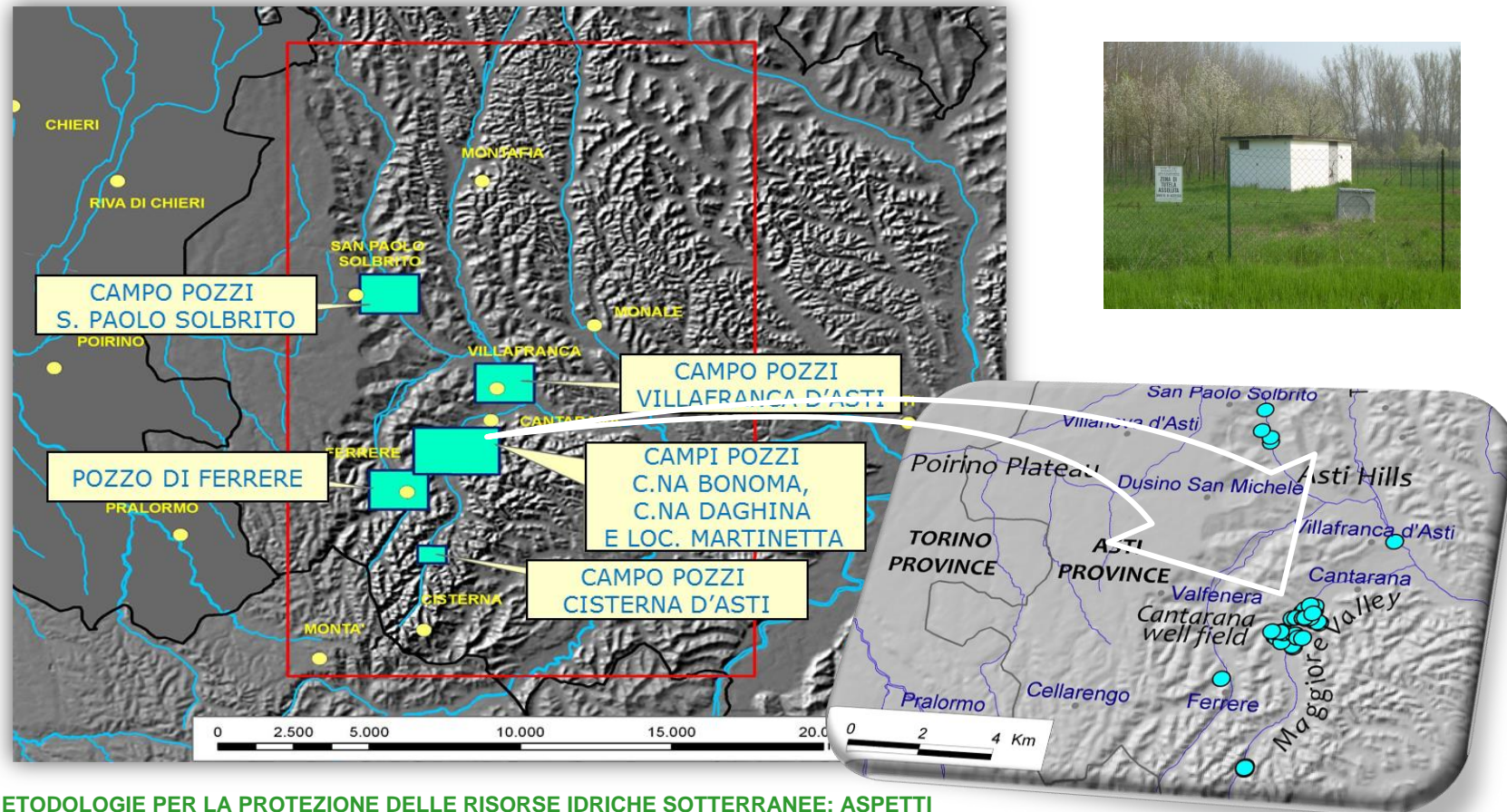
Settore occidentale della Provincia di Asti (Piemonte)





# Campo pozzi di Valle Maggiore e valli limitrofe

Ruolo strategico in quanto rifornisce di acqua Asti e la zona collinare (43 Comuni): 37 captazioni di acque sotterranee destinate al consumo umano



**METODOLOGIE PER LA PROTEZIONE DELLE RISORSE IDRICHE SOTTERRANEE: ASPETTI TEORICI E PRATICI**

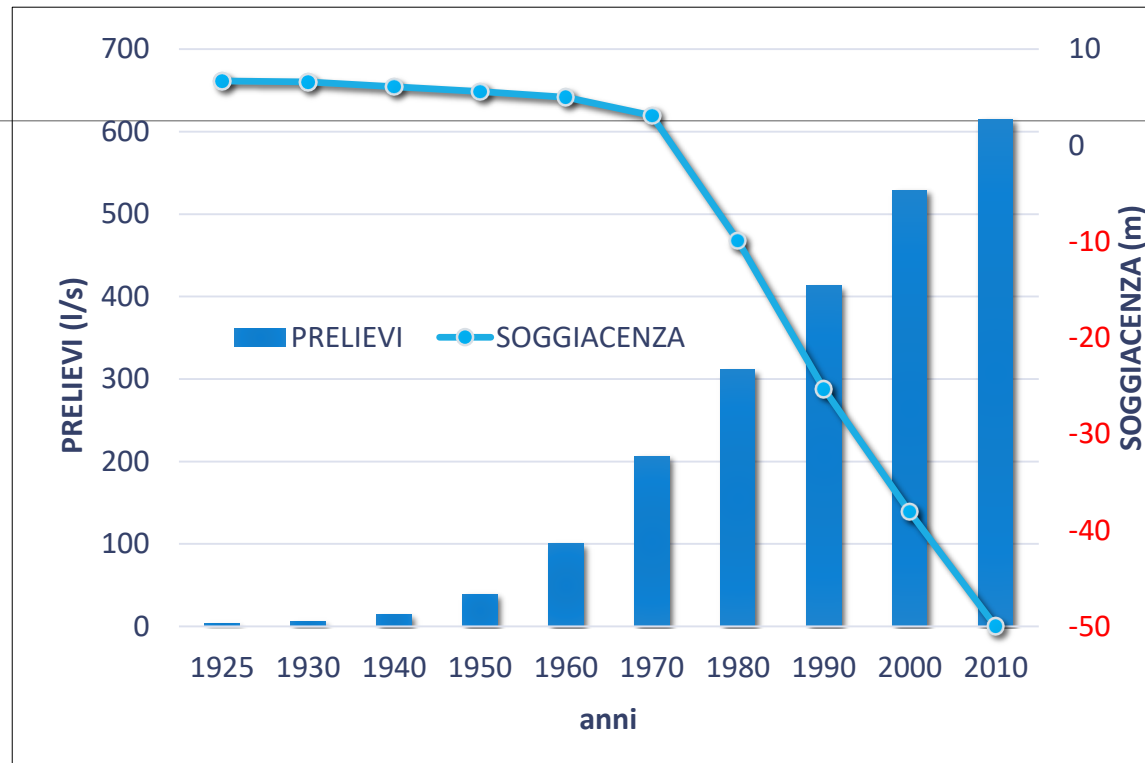
TORINO, 19 MAGGIO 2017 - LASAGNA, UNIVERSITÀ DI TORINO

# Prelievi idrici

Nella media e bassa Valle Maggiore prelievo di un quantitativo di acqua che si aggira attorno ai  
14.600.000 m<sup>3</sup>/anno di cui circa 50% emunta dall'Acquedotto per la Città di Asti  
(circa 76000 abitanti)



# Sovrasfruttamento acquifero profondo



In atto un SOVRASFRUTTAMENTO degli acquiferi evidenziato da:

- notevoli abbassamenti del livello piezometrico (0.8 metri/anno)
- riduzione dell'area artesianica nel tempo

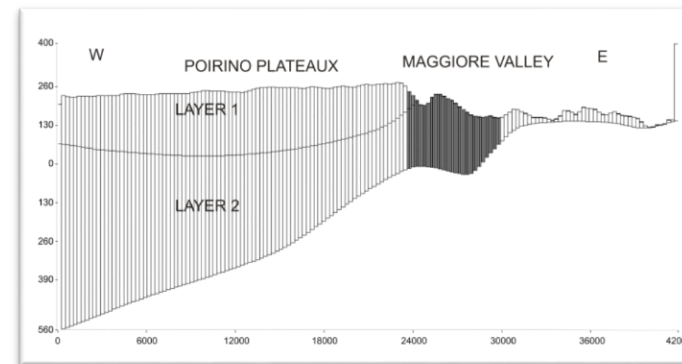
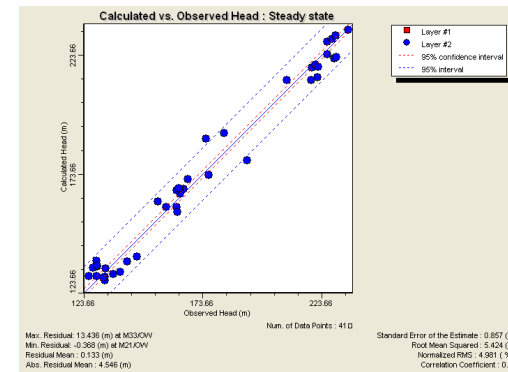
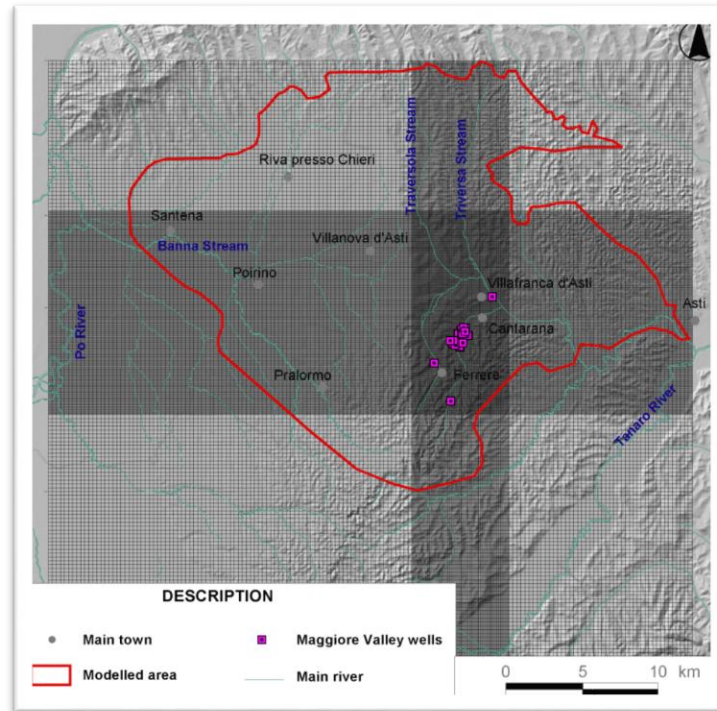


IL COMPLESSO ACQUIFERO SFRUTTATO  
RAPPRESENTA UN ESEMPIO DI AREA DI  
INTERESSE STRATEGICO A SCALA REGIONALE.

UNICA POSSIBILITÀ DI CAPTAZIONE LOCALE  
DI ACQUE DESTINATE AL CONSUMO  
UMANO.

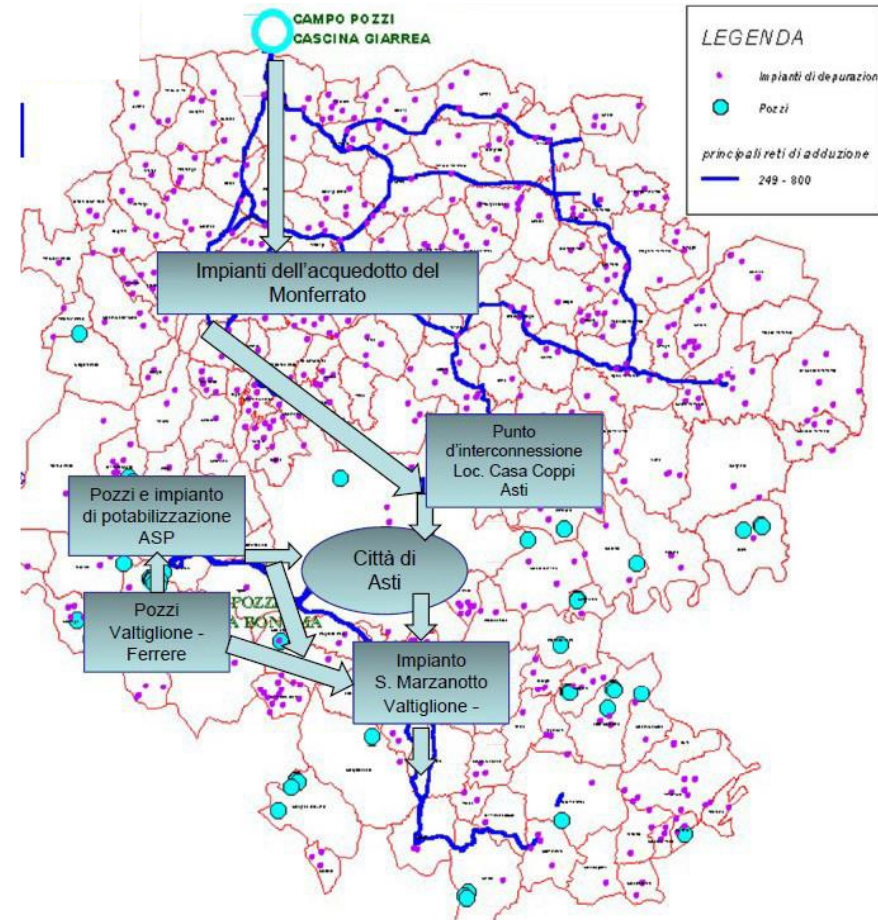
NECESSARIO ADOTTARE TUTTE LE POSSIBILI  
MISURE DIRETTE ALLA SUA PROTEZIONE E  
CONSERVAZIONE.

Su incarico ATO 4 – REGIONE PIEMONTE  
DST-UNITO implementato un MODELLO DI FLUSSO con codice di calcolo  
MODFLOW con scenari, differenti per prelievi e distribuzione dei punti di  
estrazione.



# Interconnessione con acquedotto Monferrato

- In data 25/08/2012 è entrata in esercizio l'interconnessione con il Campo acquifero di Cascina Giarrea tramite una condotta di 17 km
- Tale opera consente di integrare le portate idriche a disposizione dell'Astigiano di circa 100 L/s, riducendo i prelievi dal campo pozzi di Cantarana





# Delocalizzazione dei prelievi

Sono state individuate due macrozone per una possibile delocalizzazione degli impianti (motivi idrogeologici e logistici)

---

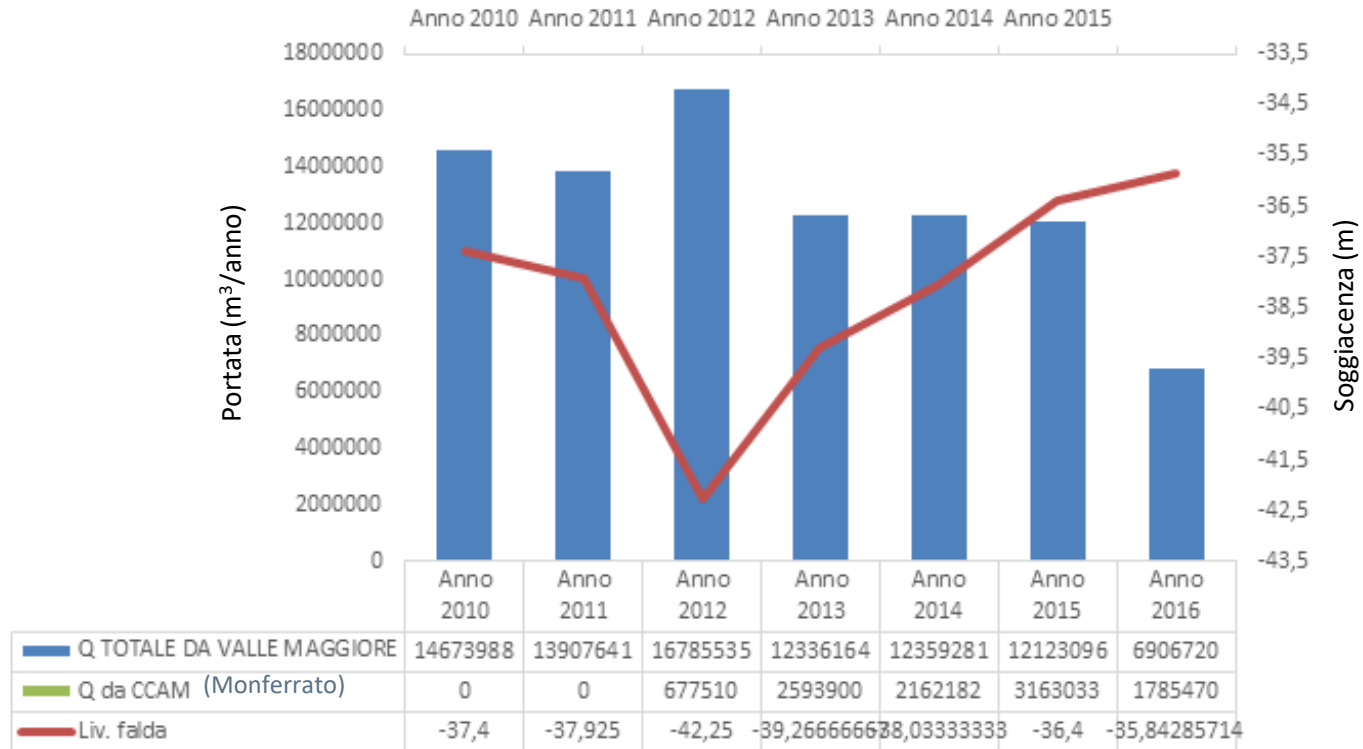
Villafranca



Dusino S. Michele



# RISALITA E STABILIZZAZIONE DEL LIVELLO PIEZOMETRICO



---

**GESTIONE DELLE ACQUE SOTTERRANEE PER  
L'ADATTAMENTO E MITIGAZIONE DEGLI EFFETTI DELLA  
CRISI IDRICA**

***ALCUNE CONSIDERAZIONI (NON ESAUSTIVE)***



## 1- INDIVIDUARE QUALI SONO LE RISORSE SOTTERRANEE SFRUTTABILI.

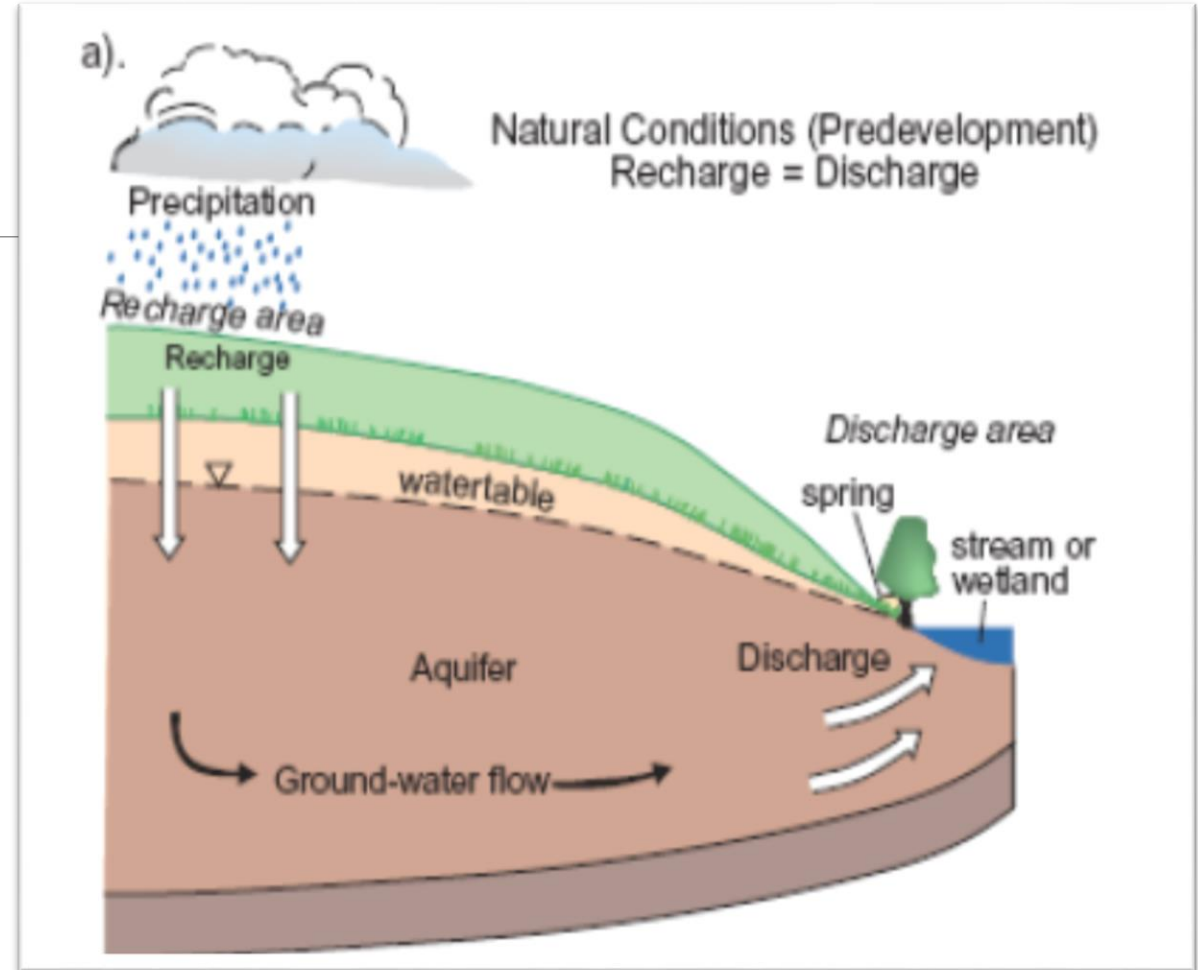
### IL PRELIEVO SOSTENIBILE

Il **prelievo sostenibile (safe yield)** delle acque sotterranee è quello che si raggiunge attraverso il mantenimento e la protezione delle risorse idriche sotterranee in equilibrio con i benefici economici, ambientali e sociali (Hiscock et al., 2002).



## Cosa si intende per “Water budget myth” (mito del bilancio idrico)?

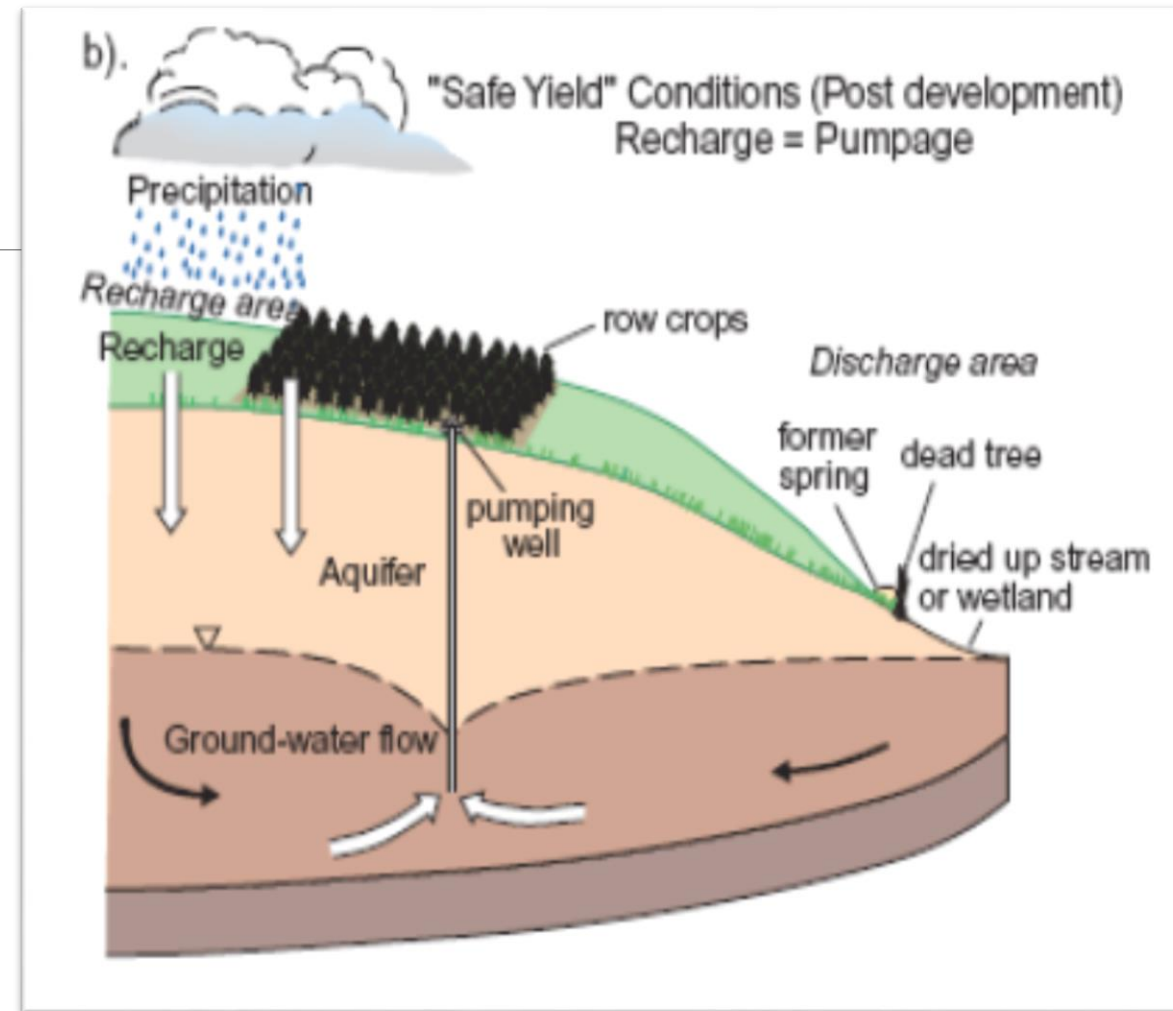
(Bredehoeft, 2002; Devlin and Sophocleous, 2005), l'idea che per determinare il prelievo sostenibile di un acquifero basti non superare la ricarica naturale .



se l'estrazione mediante pompaggio fosse uguale alla ricarica:  
- corsi d'acqua, paludi, sorgenti alimentati dalle AS, si prosciugherebbero  
- l'acquifero stesso rimarrebbe senz'acqua.

Quindi generalmente deve essere:

**PRELIEVO SOSTENIBILE < RICARICA NATURALE (risorse rinnovabili)**



a) Condizioni naturali b) condizioni di safe yield = ricarica (da Sophocleous, 1998)

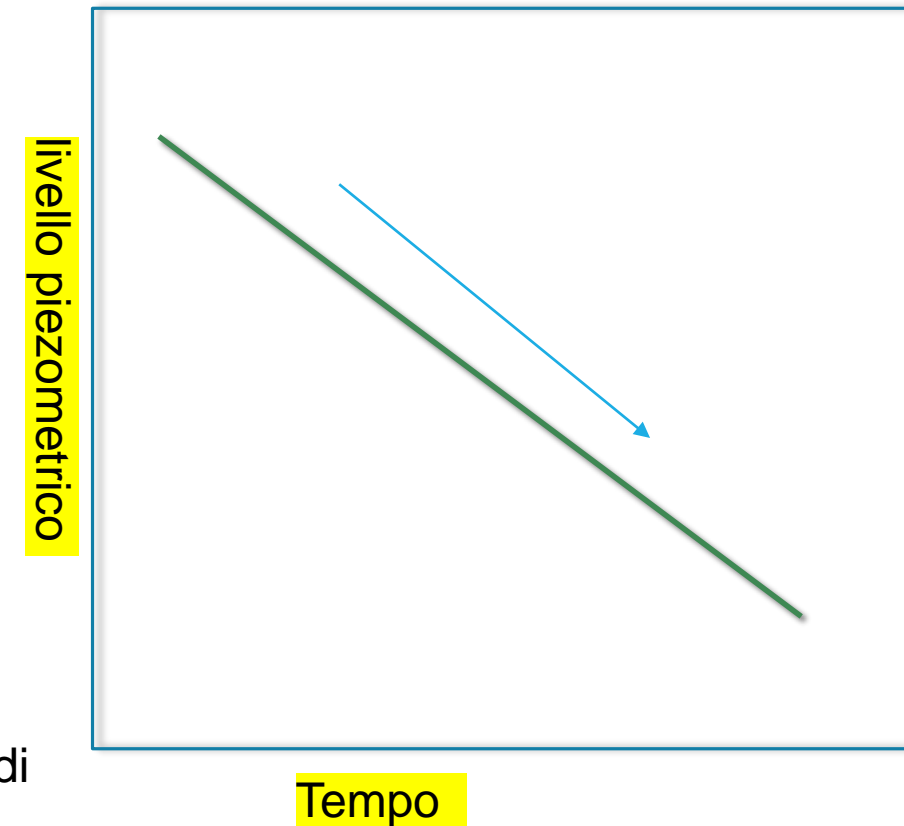


## 2) EVITARE LO SOVRASFRUTTAMENTO DELLE ACQUE SOTTERRANEE

Se lo sfruttamento eccessivo delle acque sotterranee provoca effetti negativi non accettabili si parla di **sovrasfruttamento (overexploitation)**.

Alcune delle conseguenze del sovrasfruttamento di un acquifero possono essere così riassunte:

- Abbassamento continuo del livello piezometrico
- Esaurimento degli acquiferi produttivi
- Aumento dei costi di estrazione : come diretta conseguenza dell'abbassamento di livello piezometrico (costi di maggiore energia elettrica, pozzi più profondi, pompe più potenti)
- Danni ecologici, legati alla scomparsa di aree umide e dei relativi ecosistemi.
- Diminuzione della portata dei corsi d'acqua anche fino alla loro scomparsa
- Diminuzione della portata delle sorgenti anche fino alla loro scomparsa
- Fenomeni di subsidenza
  - Deterioramento della qualità delle acque, a causa della mobilitazione di elementi tossici o di acque salate nel sottosuolo
- Fenomeni di salinizzazione in acquiferi costieri



## 2) CONTROLLO DELLE ESTRAZIONE DI ACQUE DAL SOTTOSUOLO

PROBLEMA : COSTANTE AUMENTO DEI  
PRELIEVI

aumento dei prelievi idrici civili, agricoli  
e industriali determinato da :

- cambiamenti climatici
- crescita socioeconomica del territorio
- un uso non sempre razionale ed efficiente delle risorse idriche

PROBLEMA : DECINE (SE NON  
CENTINAIA) DI MIGLIAIA DI POZZI  
SENZA CONTROLLI E/O NON DICHIARATI

LA GRANDE SETE

### Troppi pozzi abusivi La Provincia: «Rischi per l'acqua di falda»

Il presidente Palli chiede  
l'intervento della Regione per  
regolare (e controllare) i prelievi  
per l'irrigazione

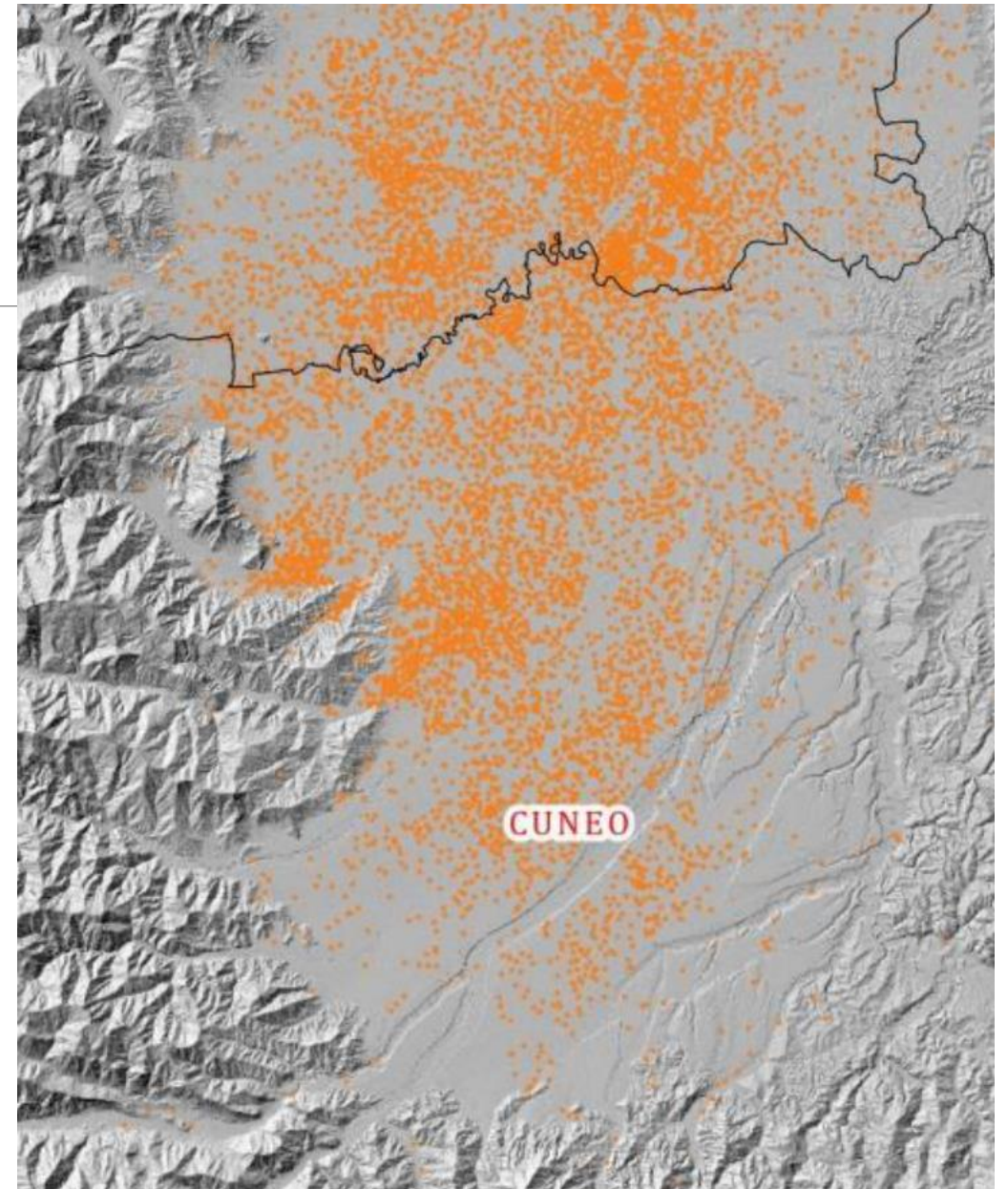
STEFANIA PRATO

### Un paese groviera: 10 milioni di pozzi Troppi scavi abusivi per trovare l'acqua



Secondo l'Autorità di bacino del fiume Po, fra censiti, abusivi, attivi e abbandonati, sono una quantità enorme. Molti attingono per bere o irrigare un orto, ma anche per riempire una piscina, in modo incontrollato e pericoloso. Un bene prezioso che non è infinito. Mentre il caldo anomalo e protratto raddoppia i consumi idrici e la siccità affligge severamente quasi tutte le nostre regioni. Mancano norme chiare e limiti uniformi

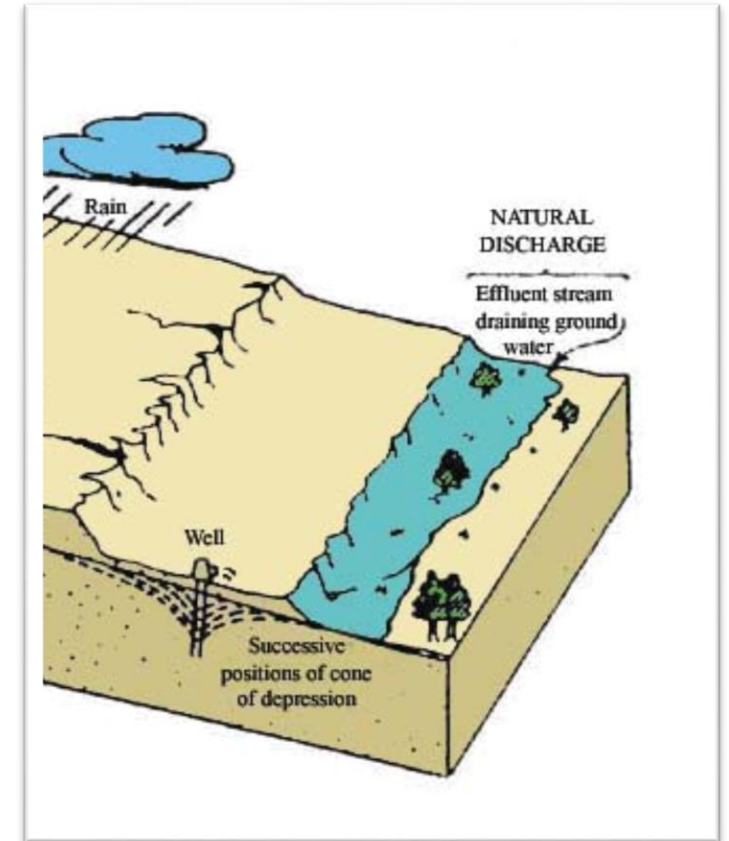
Pozzi irrigui dichiarati provincia di Cuneo e  
Torino (Pianura meridionale)



### 3) COMPRENDERE CHE ACQUE SUPERFICIALI (CORSI D'ACQUA, LAGHI, RETI IRRIGUE) E ACQUE SOTTERRANEE SONO INTERDIPENDENTI

Per la loro interdipendenza acque superficiali e sotterranee non dovrebbero essere considerate due sistemi separati

Un aumento della ricarica (laterale) può verificarsi per il fenomeno della ricarica indotta da corsi d'acqua o da corpi idrici superficiali quando il cono di depressione raggiunge il corpo idrico superficiale.

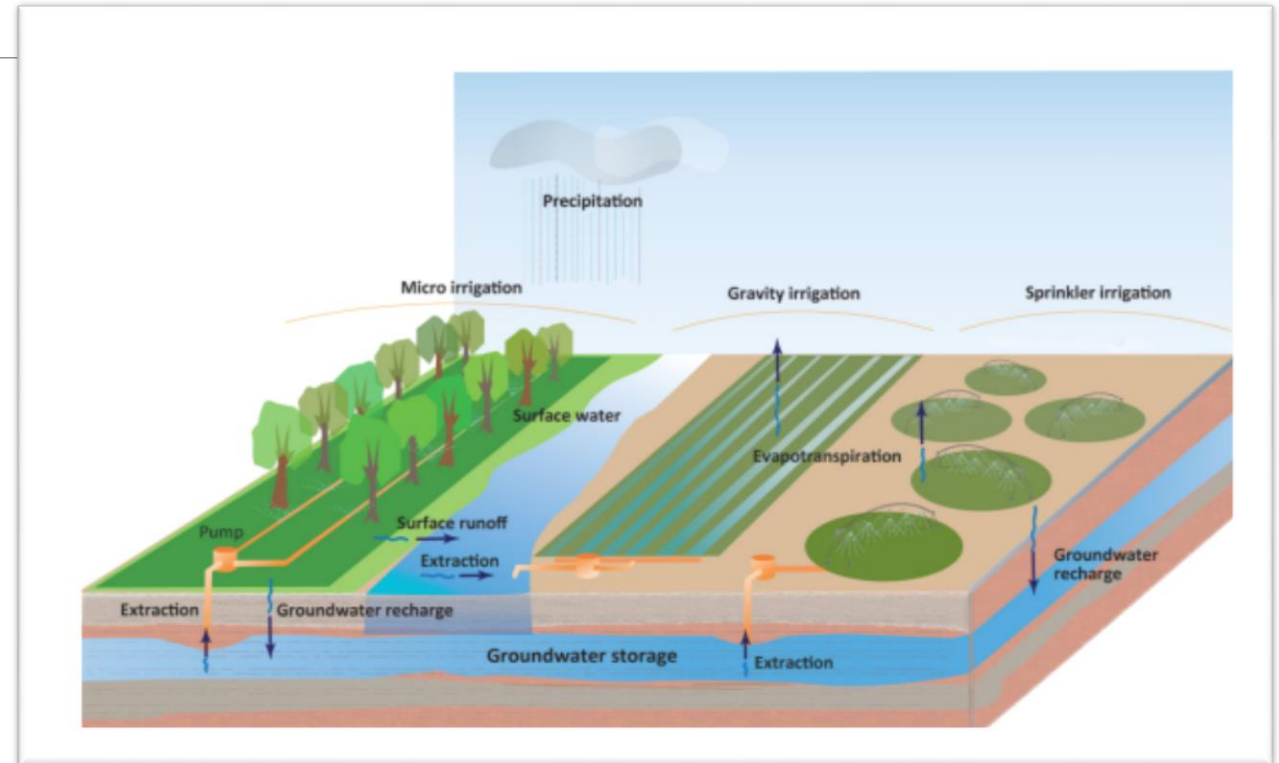




### 3) LA GESTIONE/MODIFICA DELLE RETI IRRIGUE E DELLE MODALITÀ DI IRRIGAZIONE DEVE ESSERE ATTENTAMENTE PONDERATA

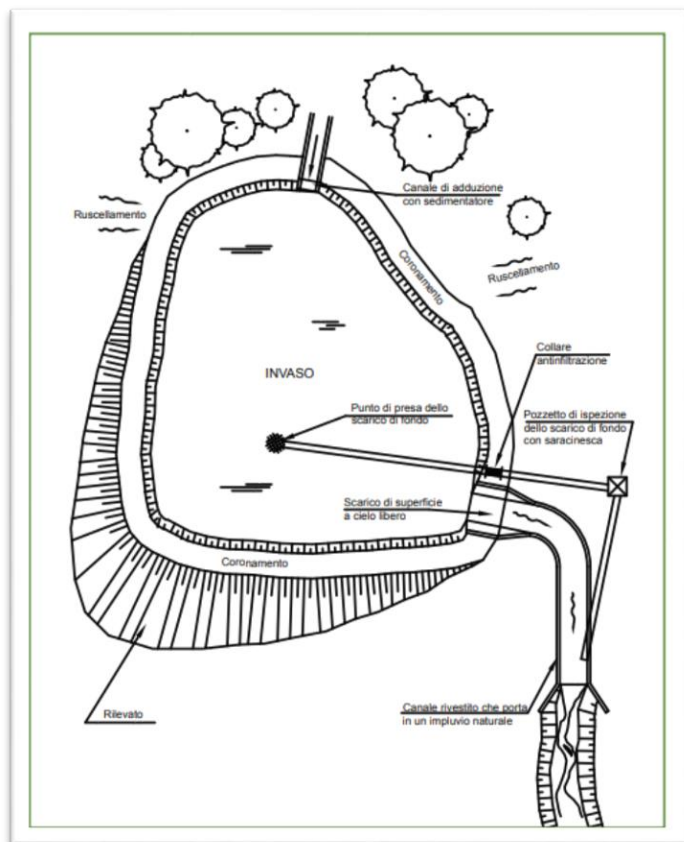
- **La trasformazione dei sistemi irrigui** da scorrimento e a sommersione agli impianti a pioggia e micro irrigazione
- **L'impermeabilizzazione dei canali irrigui**

da un lato consentono un uso ottimale delle risorse idriche riduzione dei prelievi, dall'altro determina una **minore infiltrazione in falda dal reticolo di adduzione e distribuzione**

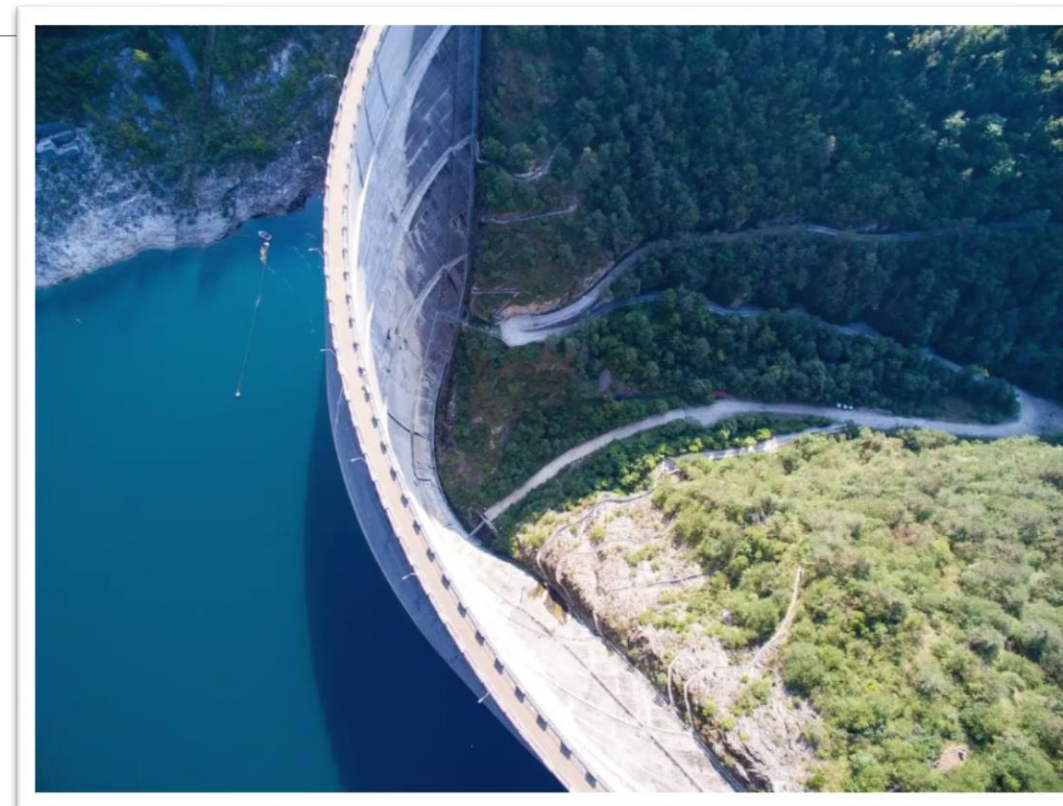
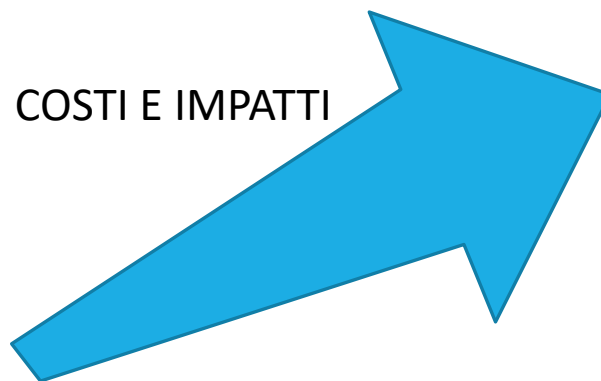


#### 4) VALUTARE LA REALIZZAZIONE DI OPERE IN GRADO DI TRATTENERE GLI AFFLUSSI NEI PERIODI PIOVOSI E MODULARE I DEFLUSSI NEI PERIODI SICCI: sbarramenti e invasi

→ Ridurre la pressione sulle acque sotterranee



COSTI E IMPATTI



?

Molti piccoli invasi

Pochi grandi invasi

## 5) IL PIU' GRANDE INVASO E' PRESENTE NEL SOTTOSUOLO: GLI ACQUIFERI

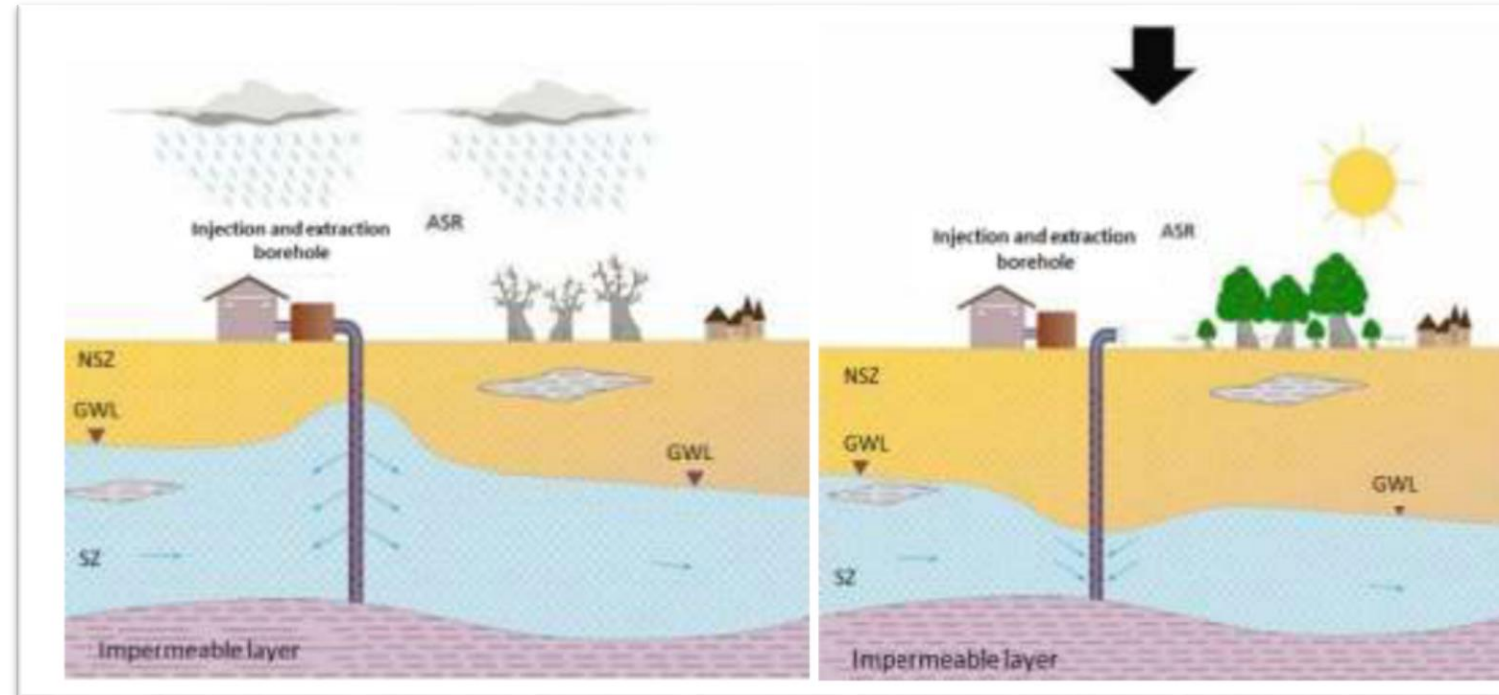
### UTILIZZARE LA RICARICA ARTIFICIALE CONTROLLATA DELLE ACQUE SOTTERRANEE

Il mantenimento dell'equilibrio idrico delle falde dell'alta pianura può essere perseguito attraverso azioni per la ricarica artificiale controllata degli acquiferi.

(MAR Managed Aquifer Recharge)

Si tratta di soluzioni atte a favorire l'infiltrazione controllata in siti specificatamente deputati a questo e attivi in periodi di surplus.

L'acqua così immagazzinata potrà essere estratta e utilizzata nei periodi di deficit idrico.



---

**UN SEMPLICE ESEMPIO NUMERICO PER MEGLIO  
COMPRENDERE LA CAPACITA' DI IMMAGAZZINAMENTO DEGLI  
ACQUIFERI:**

**IN PIEMONTE IL PIU' GRANDE INVASO NON SUPERA I**

**50 MILIONI DI M3 DI ACQUA**

**1 SOLO METRO DI INNALZAMENTO DEL LIVELLO FREATICO  
SULLA INTERA PIANURA PIEMONTESE CORRISPONDE A UN  
IMMAGAZZINAMENTO DI CIRCA :**

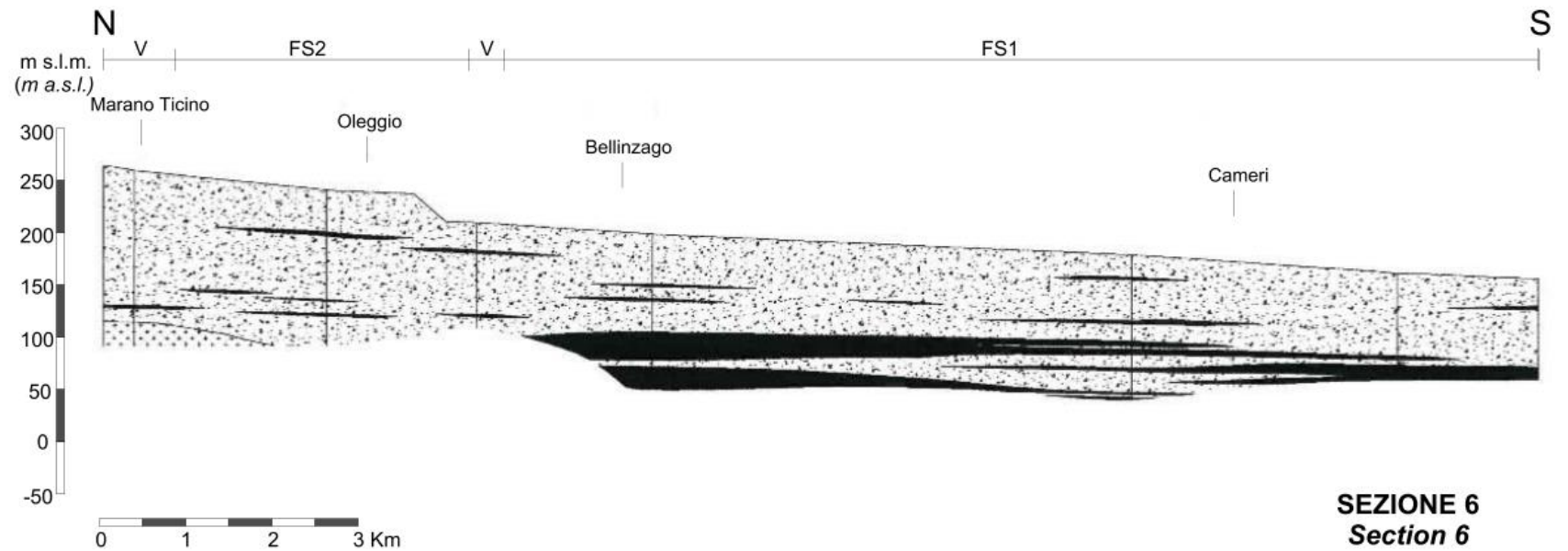
**1250 MILIONI DI M3 DI ACQUA**



## LA REGIONE PIEMONTE HA MOLTE AREE PARTICOLARMENTE VOTATE ALLA M.A.R.

INFATTI IN MOLTE AREE :

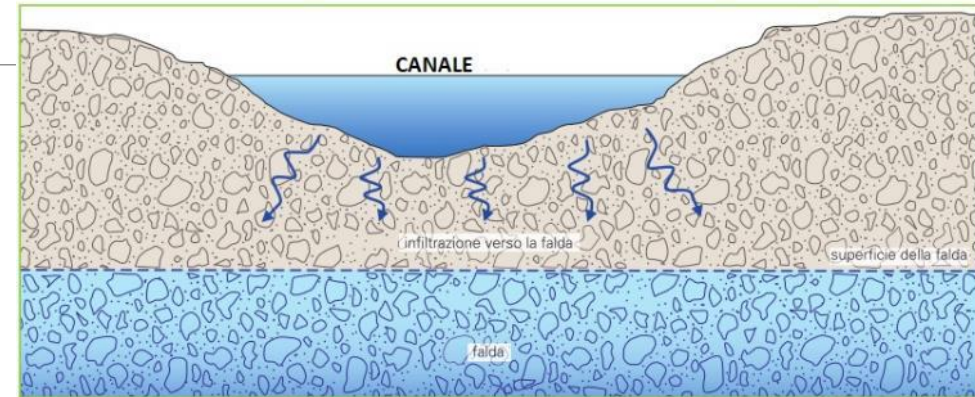
- SOGGIACENZA ELEVATA
- ELEVATA PERMEABILITA' DELLA ZONA NON SATURA E DEGLI ACQUIFERI



## Alcune tecniche 1

### ☐ Aree Forestali di Infiltrazione (AFI)

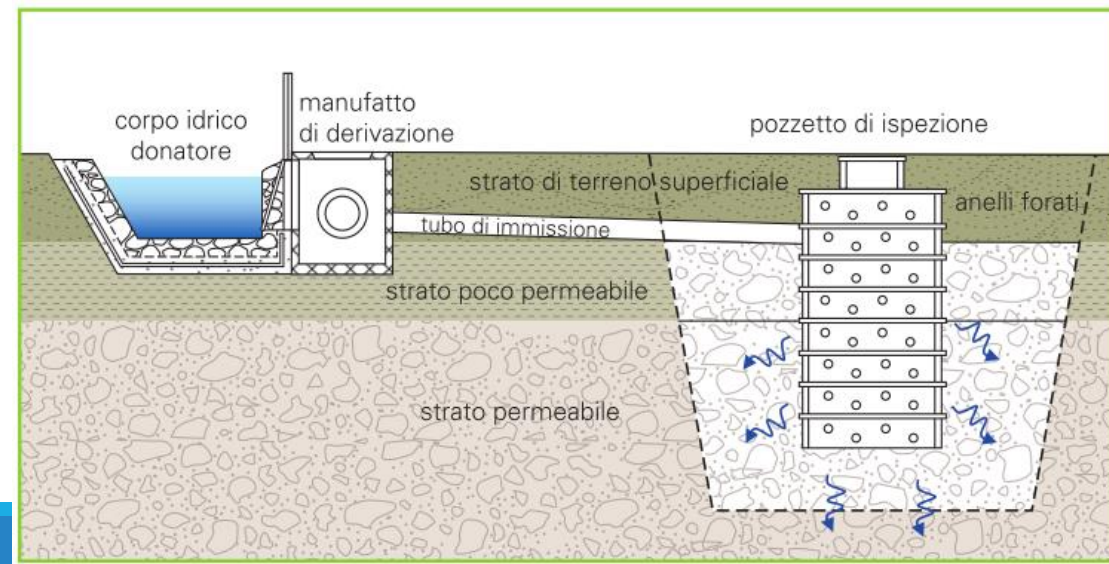
sono un sistema di ricarica che prevede la distribuzione delle acque nei mesi non irrigui all'interno di aree appositamente allestite con una rete di canali e di diverse specie arboree e arbustive messe a dimora in funzione della tipologia di impianto forestale da realizzare



## Alcune tecniche 2

### ☐ Pozzi di infiltrazione:

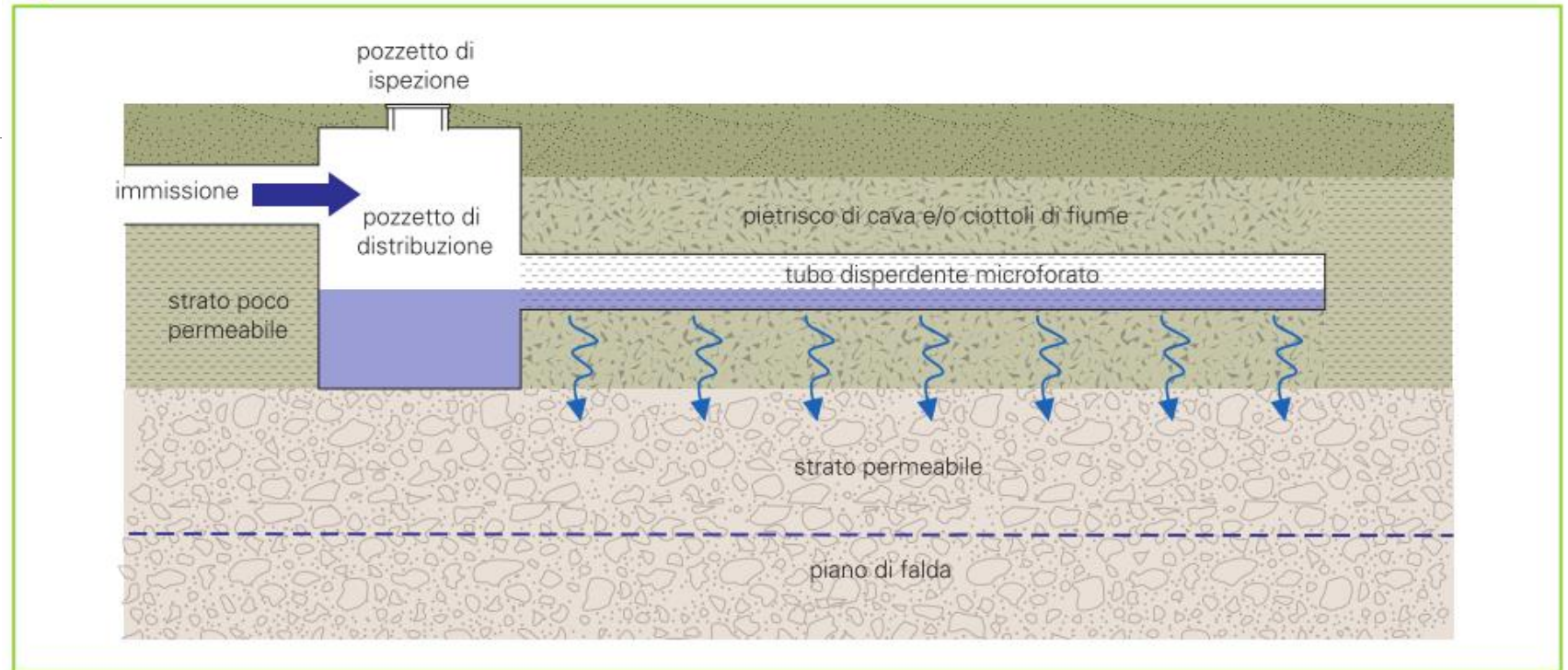
questa tecnica è particolarmente indicata quando si dispone di spazi ridotti di intervento, poco adatti ad accogliere le tecniche suddette di tipo estensivo. In questo caso, infatti, il sistema di infiltrazione è caratterizzato da strutture verticali ad anelli forati del diametro di due metri posti in opera fino ad una profondità di quattro-sei metri





## Alcune tecniche 3

### ☐ trincee di infiltrazione:



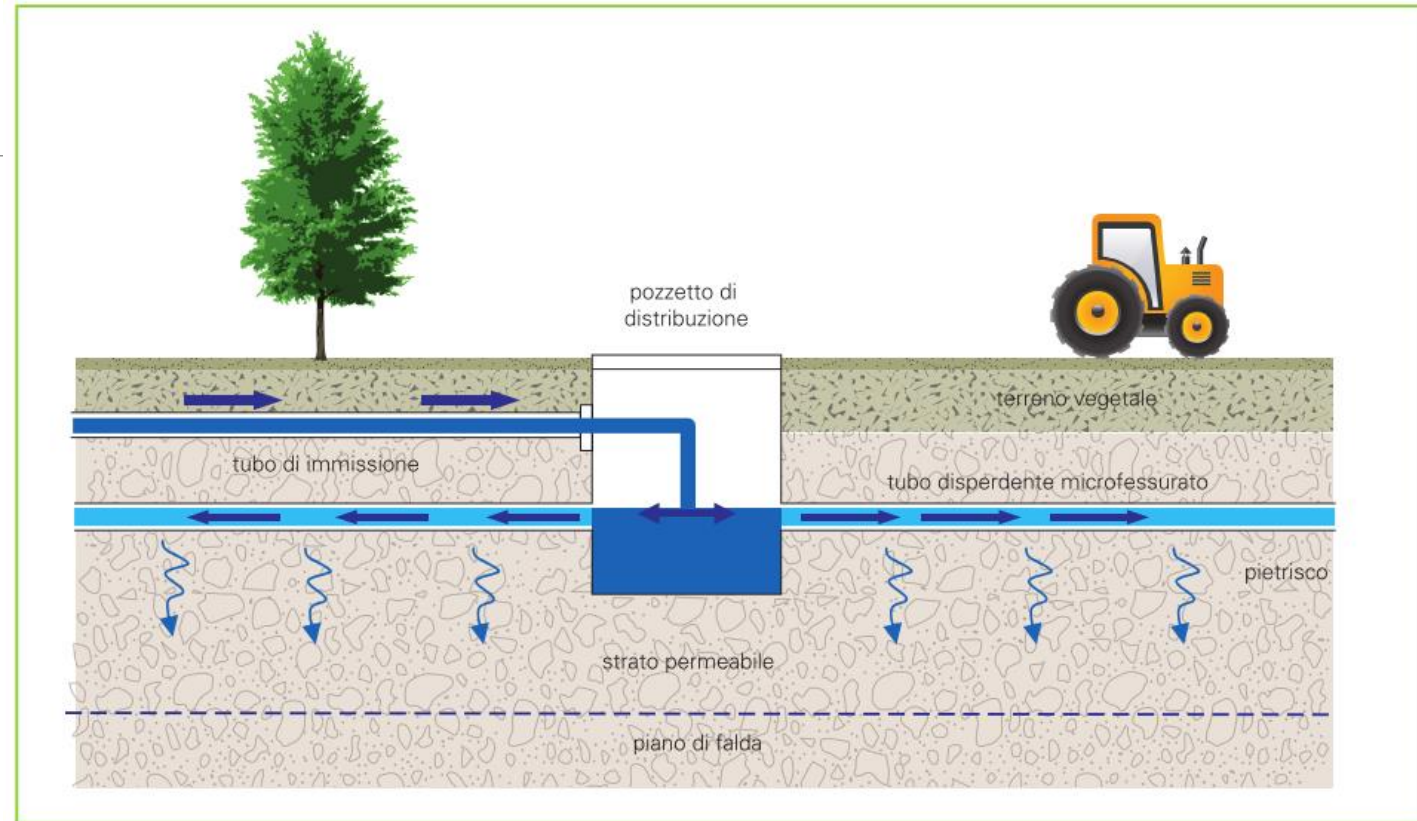
questa tecnica consiste in depressioni scavate artificialmente e riempite con materiale inerte ad elevata permeabilità. Al centro della trincea, immersi nel materiale drenante, si inseriscono uno o più tubi forati, detti tubi di infiltrazione, per garantire una regolare distribuzione delle acque lungo lo sviluppo della trincea.



## Alcune tecniche 4

### □ Campi di sub-infiltrazione :

nell'infiltrazione subsuperficiale si procede posando un reticolo di tubi forati sotto la parte agronomica del terreno, posati in piccole trincee riempite di materiale inerte permeabile in modo da permettere una facile percolazione delle acque.



La tecnica permette di poter sfruttare terreni agricoli in posizioni idonee per la ricarica, ma che solitamente non vengono messi a disposizione dai proprietari per il valore agronomico della coltura in superficie. Se l'agricoltore desidera mantenere la coltura, dovrà solo attenersi ad alcune regole di corretta pratica agronomica per quanto riguarda la concimazione ed il diserbo

## 5) INDISPENSABILE IMPLEMENTAZIONE DI MODELLI GLOBALI PER LA GESTIONE DELLE RISORSE IDRICHE

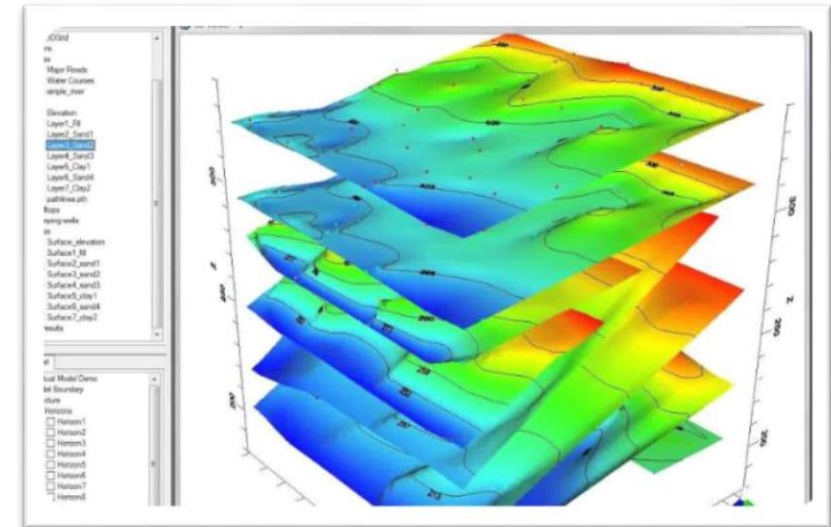
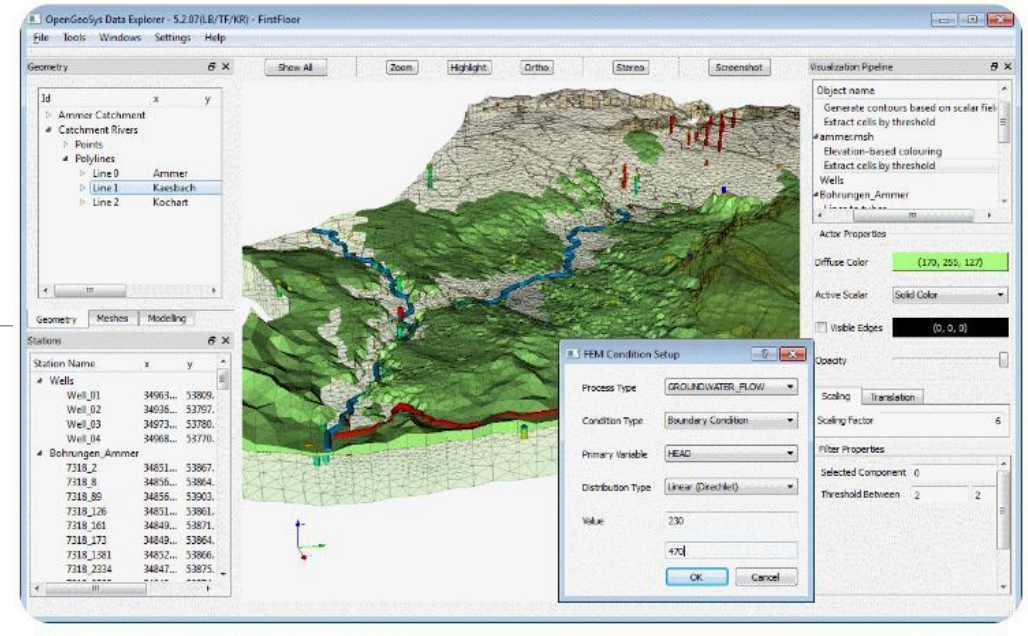
- Quanto si può estrarre dalle acque sotterranee?
- Che effetto avranno i cambiamenti climatici .
- Come gestire acque irrigazione,
- Ecc.

Purtroppo la risposta non è univoca e dipende da molte condizioni locali

Indispensabili studi approfonditi, anche con l'utilizzo di **modelli di flusso**.

iniziati **due progetti** per realizzare per la prima volta un modello di flusso delle acque sotterranee a scala :

- dell'intera pianura del Bacino del Po ( A cura di AdbPO)
- del territorio di pianura del Piemonte ( A cura di Arpa Piemonte)



## LAGHI DI CAVA: RISORSA PER LE IRRIGAZIONI?

---

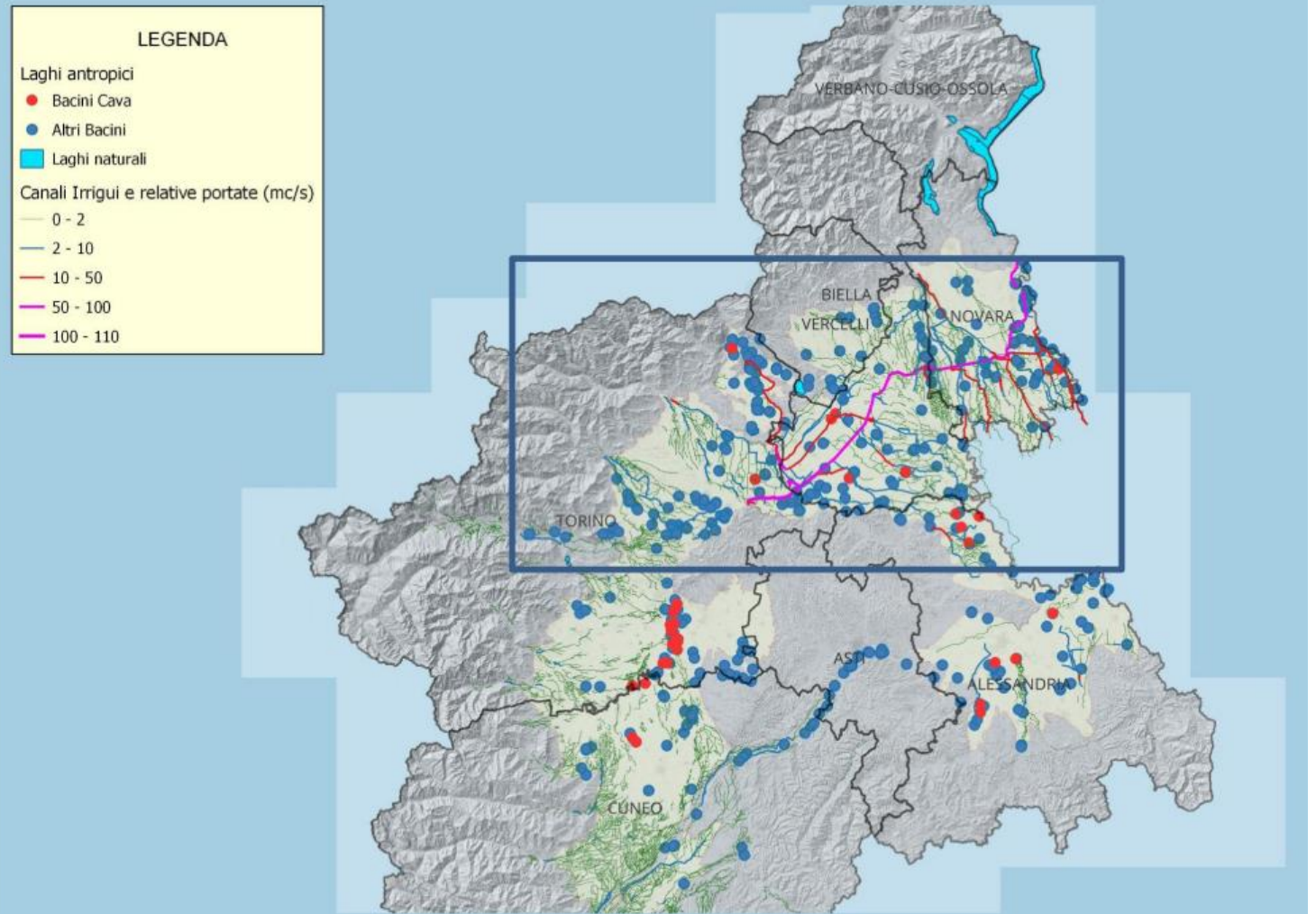
Il 14 giugno 2017 , Coldiretti **Lombardia** lanciava il pubblico appello: “***Piano anti-siccità con le cave dismesse: riserva strategica da 90 milioni di metri cubi***”!

90 milioni di metri cubi: è un volume pari al volume d’invaso della Regolazione del lago di Iseo! ... **un altro lago di Iseo, disponibile per le irrigazioni in Lombardia?**





**SITUAZIONE TERRITORIALE  
DISTRIBUZIONE DEI BACINI DI CAVE SOTTO FALDA ATTIVE E CONCLUSE (ALTRI  
BACINI) E DELLA RETE IRRIGUA**





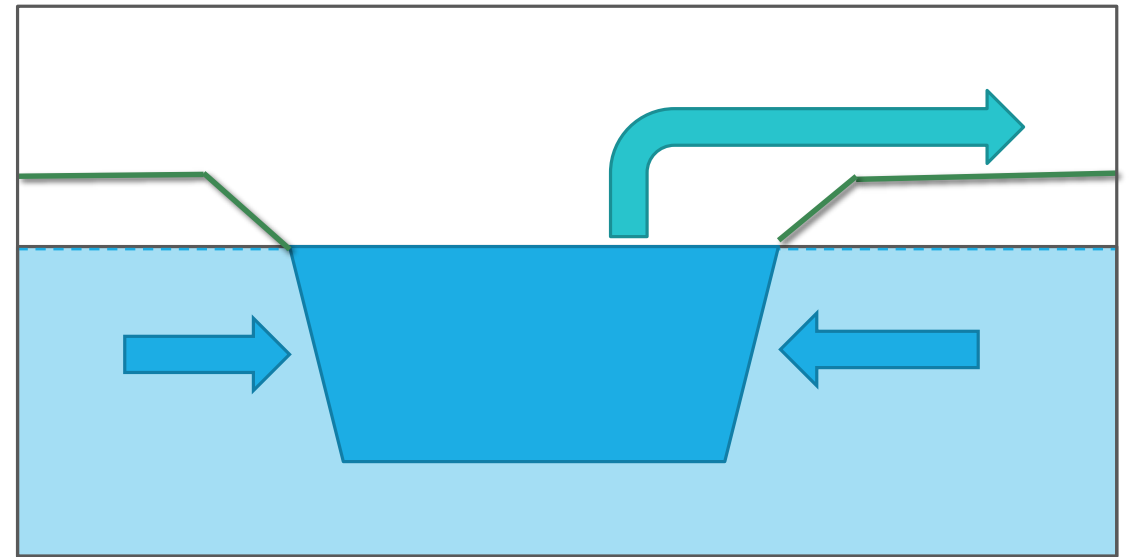
## ANCHE IL PIEMONTE E' RICCO DI LAGHI DI CAVA MA...

---

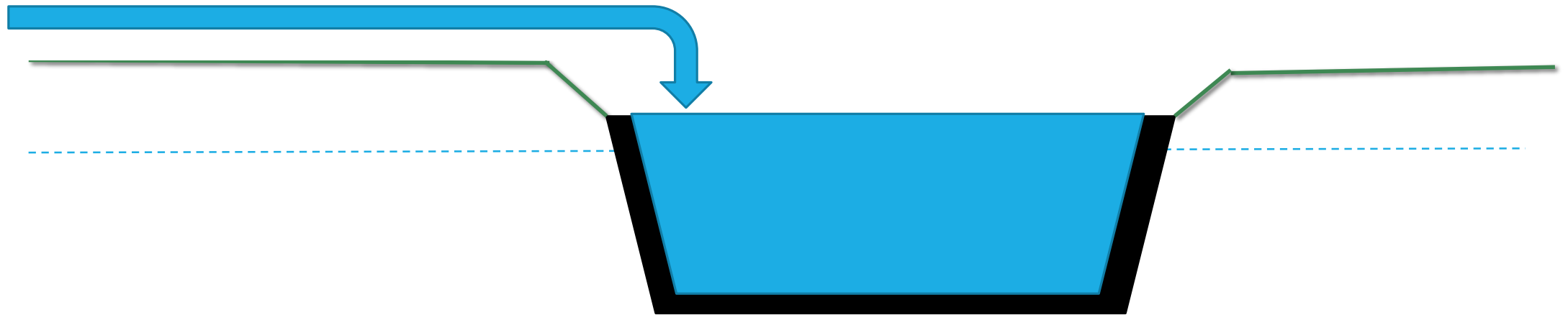
L'utilizzo dei laghi di cava per estrarre acqua non è una soluzione vantaggiosa

L'acqua eventualmente estratta richiamerebbe immediatamente acqua dalla falda freatica senza nessun vantaggio

L'acqua presente nel lago di cava non è 'acqua in più', che possa integrare la stagionale mancanza, ma è la stessa acqua dello stesso territorio, strettamente connessa alle falde, ai fiumi, ai ... fontanili! Il pensare di estrarla equivale ad emungere acqua da un gigantesco pozzo, sottraendo ancor più acqua alle falde, ai fiumi, ai ... fontanili!



## e impermeabilizzare i laghi di cava...?



A meno che non si pensi di impermeabilizzare i laghi di cava e usarli come bacini di accumulo di acque superficiali : tecnicamente possibile spendendo qualche milione di euro per lago di cava.

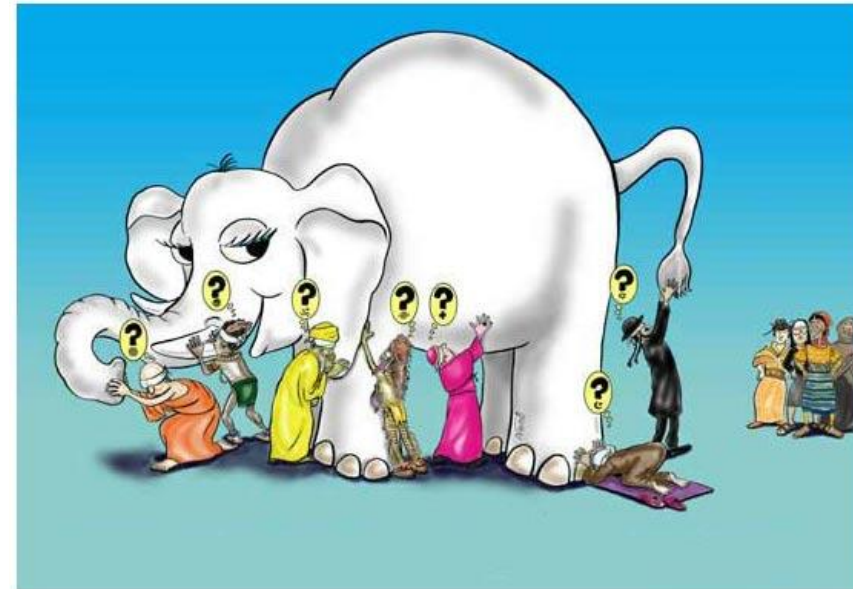


Necessario valutare attentamente costi/benefici e conseguenze ambientali

## L'ACQUA, DIRITTO UMANO UNIVERSALE E BENE ESSENZIALE

La sua difesa un problema complesso che richiede l'apporto di tutti:

Ingegneri, geologi, biologi, agronomi, amministratori, politici, portatori di interesse, ....





UNIVERSITÀ  
DI TORINO

**Grazie per  
l'attenzione**





DIPARTIMENTO DI SCIENZE DELLA TERRA,  
UNIVERSITA' DI TORINO



ORDINE DEI GEOLOGI DELLA  
REGIONE PIEMONTE

- Architetti
- Agronomi forestali
- Agrotecnici
- Chimici e Fisici
- Geologi
- Geometri
- Ingegneri
- Periti Agrari
- Periti Industriali



FEDERAZIONE ORDINI  
DEI DOTTORI AGRONOMI  
E DEI DOTTORI FORESTALI  
PIEMONTE - VALLE D'AOSTA



Ministero della Giustizia

