

I corpi idrici in Toscana e il loro stato di salute in relazione ai cambiamenti climatici: un focus sull'Amiata

15 giugno 2023



Regione Toscana

**CONFERENZA REGIONALE
SULL' ACQUA**

ORE 9:00 - 14:00
19 GIUGNO 2023
Cinema La Compagnia - Via Cavour 50/r - Firenze

<https://www.regione.toscana.it/conferenza-regionale-acqua>

In collaborazione con:
EWA Fondazione Earth and Water Agenda, AdB Distrettuale Appennino Centrale, AdB Distrettuale Appennino Settentrionale, AdB Distrettuale del Fiume Po, AIT, ANBI, ANCI, ARPAT, CISPEL, Consorzio Lamma, UPI

Dr. Geol. Stefano Menichetti – ARPAT Direzione Tecnica Settore Tecnico SIRA
s.menichetti@arpat.toscana.it

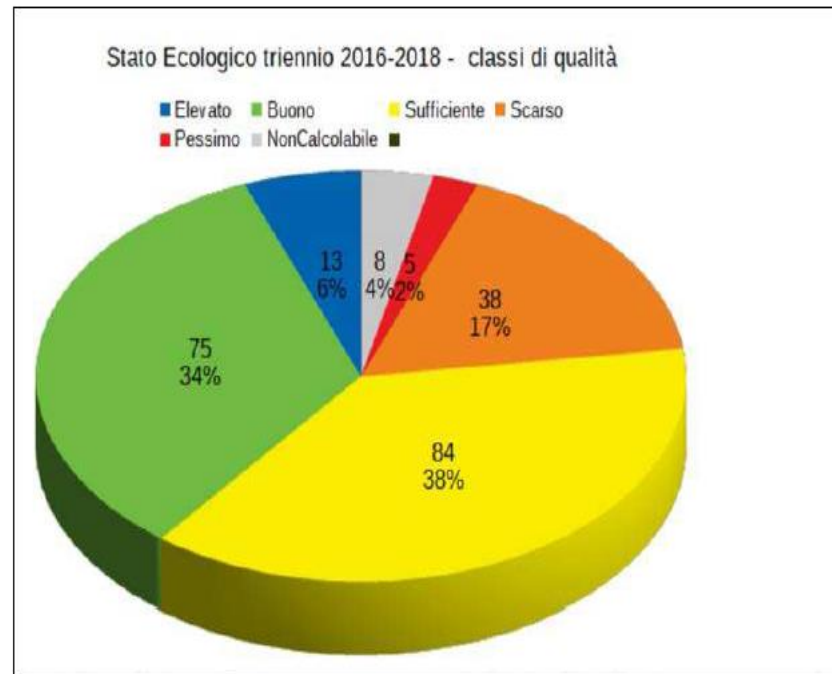
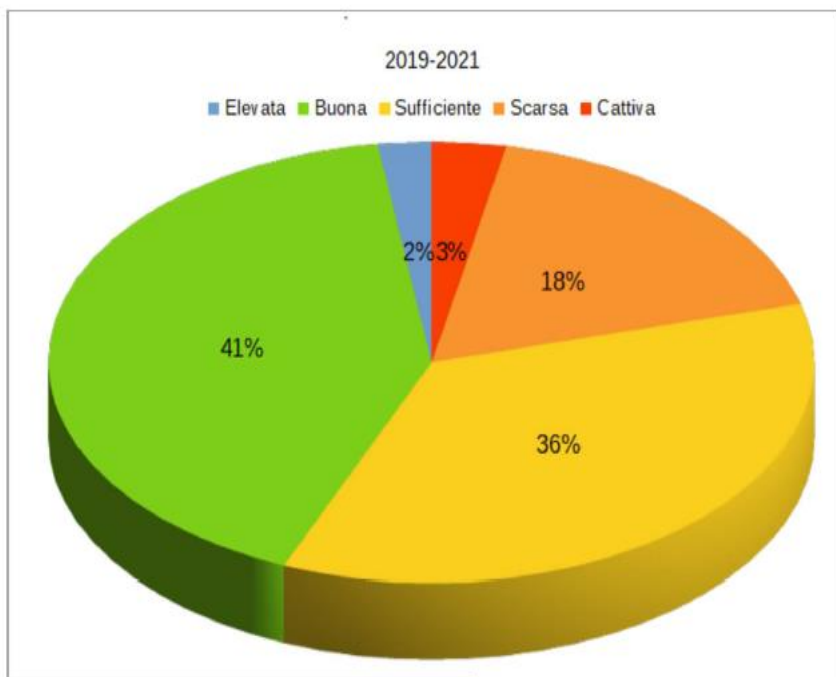
I CORPI IDRICI IN TOSCANA ED IL LORO STATO DI SALUTE

- Fiumi, laghi, transizioni
 - Le attività di monitoraggio sono distribuite nell'arco di un **triennio** ed i risultati, in termini di classificazione come stato ecologico e chimico, sono la base conoscitiva dei **Piani di Gestione** redatti dai Distretti idrografici.
 - I dati più aggiornati di stato ecologico e chimico sono quelli relativi al triennio **2019-2021**
 - i risultati del 2022 e del 2023 concorreranno al nuovo quadro definitivo della qualità ecologica e chimica della toscana si otterrà a fine 2024,



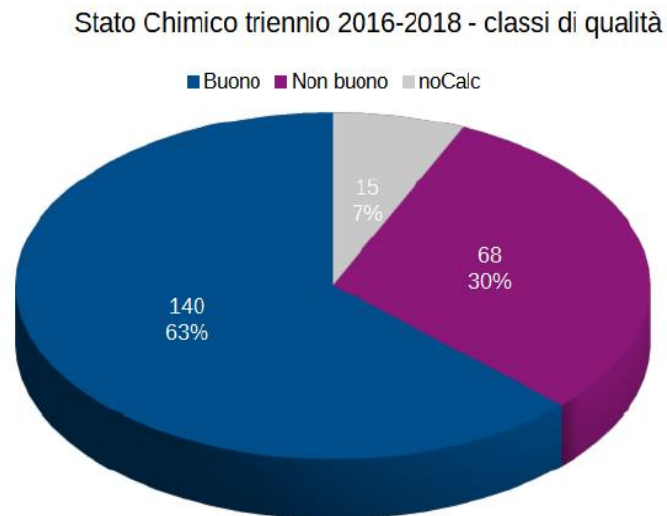
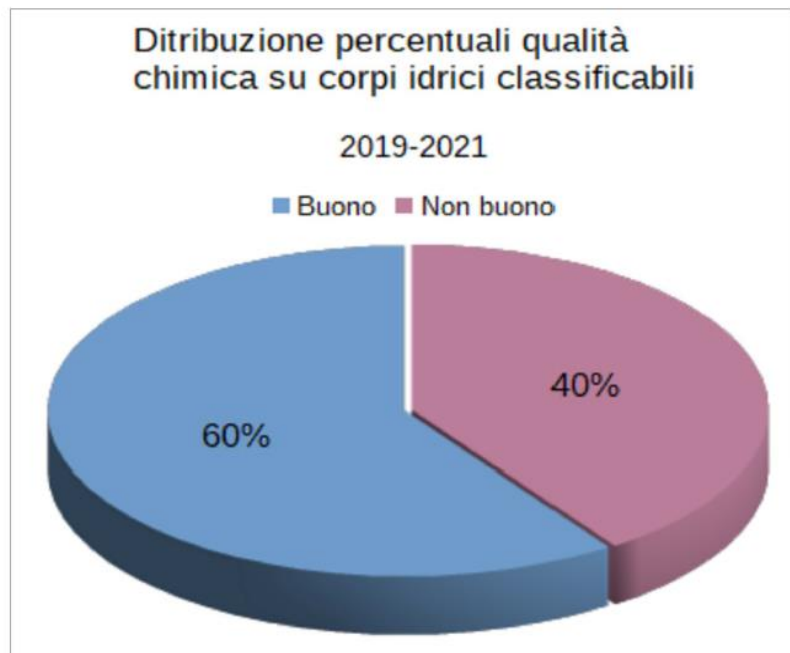
I CORPI IDRICI IN TOSCANA ED IL LORO STATO DI SALUTE

- Dal confronto dello stato ecologico dei periodi 2016-18 e 2019-21 si nota una situazione pressoché **stabile** con il 57% dei corpi idrici in stato da **sufficiente** a **pessimo**, quindi non in linea con gli obiettivi della direttiva europea sulla qualità dell'acqua, pur con un lieve incremento da 40% a 43% per le classi buone e elevato.



I CORPI IDRICI IN TOSCANA ED IL LORO STATO DI SALUTE

- Dal confronto dello stato chimico dei periodi 2016-18 e 2019-21 si nota anche qui una situazione pressoché **costante**, dove nell'ultimo triennio, il **60%** dei corpi idrici è in **stato buono** e il 40% non buono (presenza soprattutto di inquinanti quali PFOS, benzo[a]pirene, cadmio, mercurio, nichel, piombo e tributilstagno)



I CORPI IDRICI IN TOSCANA ED IL LORO STATO DI SALUTE

- L'anno 2022 ha aperto il nuovo ciclo di monitoraggio ed è opportuna una riflessione sulle **condizioni ambientali generali** dei corsi d'acqua della Toscana, non sempre esattamente restituite da bioindicatori e parametri chimici previsti dalla normativa di settore.
 - Tali corsi sono sempre più sottoposti a **pressioni antropiche**, a **derivazioni** di vario tipo, a **regimazioni** anche in funzione della difesa idraulica;
 - Molti soffrono di **mancanza di acqua** per diversi mesi l'anno, conseguenza inevitabile del cambiamento climatico.
 - Sono sempre più frequenti casi di **torrenti in secca** sia nel **periodo estivo** che in quello **autunnale** e **primaverile**; nel **2022** sono stati accertati **12 stazioni** in cui non è stato possibile effettuare il campionamento per i bioindicatori per condizioni di secca dell'alveo fluviale.

I CORPI IDRICI IN TOSCANA ED IL LORO STATO DI SALUTE

- Nel monitoraggio di laghi e invasi viene applicato un solo bioindicatore, il **fitoplancton** oltre alla determinazione dei principali nutrienti e sostanze pericolose per l'elaborazione dello stato chimico.
 - La maggior parte dei corpi idrici lacustri toscani sono invasi artificiali, molti dei quali usati a scopo potabile e comunque di piccole dimensioni. Può essere considerato un **indice robusto** lo **stato chimico** ma non quello ecologico.
- Infine, 12 stazioni di monitoraggio riguardano zone di foce e lagune o laghi costieri, con caratteristiche simili ad acque di transizione, caratterizzate da acque salmastre.
 - Le zone interne quali lago di Burano, Diaccia Botrona, laguna di Orbetello, hanno caratteristiche di **zone umide**, **non è possibile** determinare gli **indici biologici**, in zone caratterizzate da scarsità di acqua;
 - Considerando la sola **matrice acqua**, tre zone sono in stato chimico buono, la foce del Cornia e le due sponde della laguna di Orbetello; inserendo anche le determinazioni effettuate sui **sedimenti**, **tutti** i punti passano a **stato chimico non buono**.

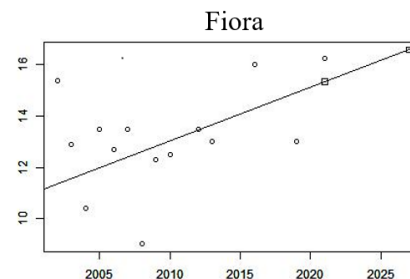
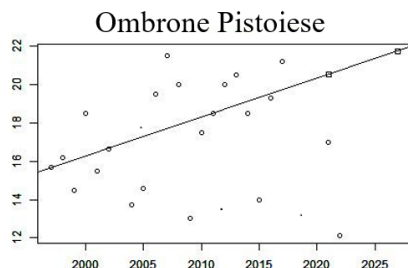
I CORPI IDRICI IN TOSCANA ED IL LORO STATO DI SALUTE

- Un aspetto recentemente emerso dal monitoraggio ecologico dei corsi d'acqua riguarda **l'incremento di specie esotiche di clima caldo** come conseguenza del cambiamento climatico in corso.
 - In Toscana dal 2011 sono state rilevate **specie vegetali alloctone in 30 siti di monitoraggio** e, a partire dal 2018–2019, specie di **macrobenthos alloctono invasivo in 58 corsi d'acqua**. Nella tabella e figure seguenti sono riportati alcuni dati preliminari tratti da uno studio in corso relativo a due stazioni prese a riferimento quali **MAS-130 Ombrone Pistoiese Valle** e **MAS-091 Fiora**.

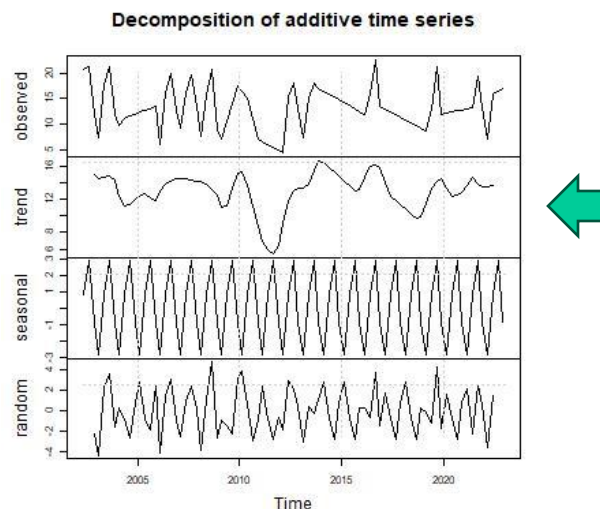
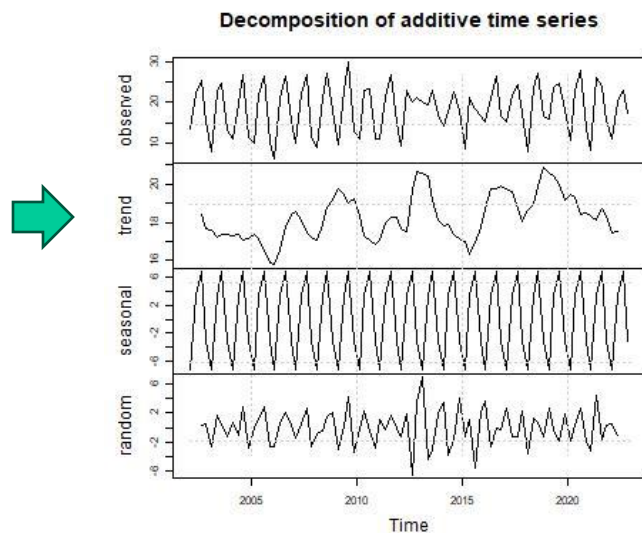
	FIUME	GRUPPO TASSONOMICO	SPECIE ALIENA	REGOLAMENTO UNIONALE 1143/2014	
TOSCANA	Ombrone Pistoiese valle (cod stazione MAS 130)	Macroinvertebrati	Procambarus clarkii Giradr, 1852	X	
		Macroinvertebrati	Corbicula fluminea (O.F. Müller, 1774)		
		Macroinvertebrati	Physella acuta (Draparnaud, 1805)		
		Macroinvertebrati	Sinotaia quadrata (W.H.Benson, 1842)		
		Macrofite	Ludwigia peploides ssp (Kuntk) P.H. Raven subsp montevidensis (Spreng)	X	
		Macrofite	Helianthus tuberosus L.		
		Macrofite	Bidens frondosa L.		
		Macrofite	Cyperus eragrostis Lam.		
		Fiora (cod stazione MAS 091)	macroinvertebrati	Potamopyrgus antipodarum	
			macroinvertebrati	Physella acuta	

I CORPI IDRICI IN TOSCANA ED IL LORO STATO DI SALUTE

- La tendenza all'incremento delle temperature nelle due stazioni è **attestata** da **significatività statistica** con rette di tendenza non parametriche sulle medie annuali come da MLG 161/17



- Nei diagrammi di **decomposizione** delle **serie temporali trimestrali** tale tendenza è particolarmente **evidente** nella **componente trend** destagionalizzata.



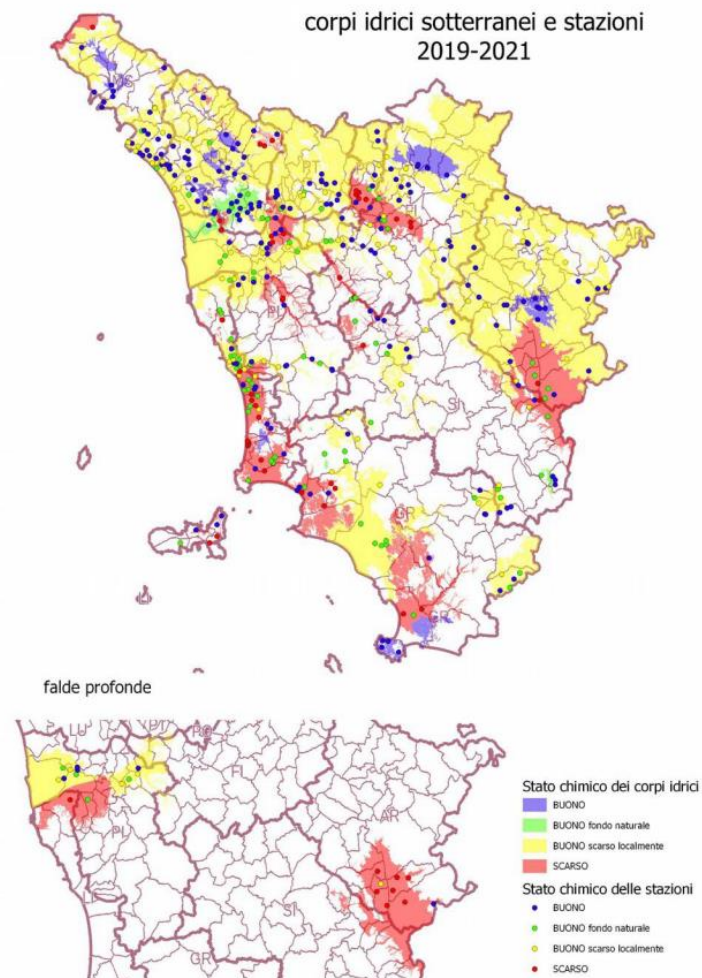
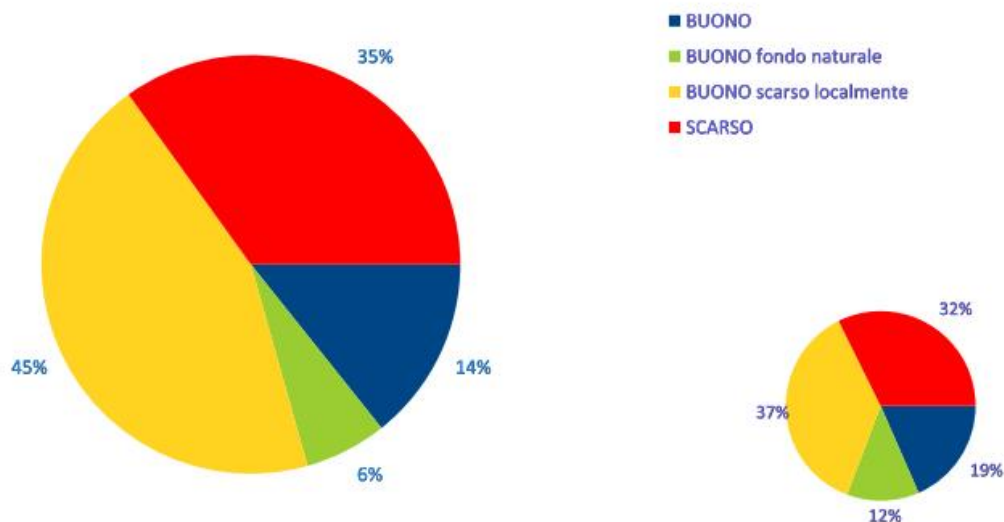
I CORPI IDRICI IN TOSCANA ED IL LORO STATO DI SALUTE

- Acque Sotterranee
 - Anche per le acque sotterranee le attività di monitoraggio sono distribuite nell'arco di un **triennio**
- Lo stato quantitativo deriva da elaborazioni della rete freaticometrica regionale ed è determinato dal Servizio Idrologico e Geologico Regionale.
 - L'ultimo aggiornamento relativo al 2021 ha riguardato l'analisi della **tendenza piezometrica sugli ultimi sei anni** e degli idrogrammi mensili su 33 corpi idrici sotterranei alluvionali monitorati da 85 stazioni freaticometriche automatiche.
 - In grande prevalenza, per **l'83% delle stazioni**, le tendenze esibite sono **stazionarie** 49% o **crescenti** 34%. Solo nel **17% dei casi** la tendenza è **decescente**.
 - I casi di tendenza decrescente e depauperamento riguardano in generale gli acquiferi afferenti alla fascia costiera livornese e grossetana e localmente Valdarno Superiore, la Val Tiberina e l'Elsa.

corpo idrico	nome	trend
11AR011	Corpo Idrico della Piana di Firenze, Prato, Pistoia - Zona Firenze	Crescente
11AR013	Corpo Idrico della Piana di Firenze, Prato, Pistoia - Zona Pistoia	Crescente
11AR020	Corpo Idrico del Valdarno Inferiore e Piana Costiera Pisana - Zona Pisa	Crescente
11AR020-1	Corpo Idrico del Valdarno Inferiore e Piana Costiera Pisana - Zona Pisa - falda profonda	Crescente
11AR023	Corpo Idrico del Valdarno Inferiore e Piana Costiera Pisana - Zona Lavaiano, Mortaiolo	Crescente
11AR023-1	Corpo Idrico del Valdarno Inferiore e Piana Costiera Pisana - Zona Lavaiano, Mortaiolo prof.	Crescente
11AR024	Corpo Idrico del Valdarno Inferiore e Piana Costiera Pisana - Zona S. Croce	Crescente
11AR024-1	Corpo Idrico del Valdarno Inferiore e Piana Costiera Pisana - Zona S. Croce - falda profonda	Crescente
11AR027	Corpo Idrico delle Cerbaie e falda profonda multistrato	Crescente
11AR028	Corpo Idrico della Pianura di Lucca - zona Bientina	Crescente
11AR030	Corpo Idrico della Val di Chiana	Crescente
11AR030-1	Corpo Idrico della Val di Chiana - falda profonda	Crescente
12SE011	Corpo Idrico della pianura di Lucca - zona freatica e del Serchio	Crescente
32CT020	Corpo Idrico della Pianura del Fiume Cornia	Crescente
32CT050	Corpo Idrico del Cecina	Crescente
33TN010	Corpo Idrico della Versilia e Riviera Apuana	Crescente
11AR041	Corpo Idrico del Valdarno Superiore, Arezzo e Casentino - Zona Valdarno Superiore	Decrescente
11AR060	Corpo Idrico dell'Elsa	Stazionario
13TE010	Corpo Idrico della Valtiberina toscana	Decrescente
31OM010	Corpo Idrico della Pianura di Grosseto	Decrescente
31OM020	Corpo Idrico della Pianura dell'Albegna	Stazionario
32CT010	Corpo Idrico costiero tra Fiume Cecina e S. Vincenzo	Decrescente
32CT021	Corpo Idrico del terrazzo di San Vincenzo	Decrescente
32CT040	Gruppo di corpi idrici costieri - Corpo Idrico della Pianura di Follonica	Decrescente
11AR012	Corpo Idrico della Piana di Firenze, Prato, Pistoia - Zona Prato	Stazionario
11AR025	Corpo Idrico del Valdarno Inferiore e Piana Costiera Pisana - Zona Empoli	Stazionario
11AR042	Corpo Idrico del Valdarno Superiore, Arezzo e Casentino - Zona Arezzo	Stazionario
11AR043	Corpo Idrico del Valdarno Superiore, Arezzo e Casentino - Zona Casentino	Stazionario
11AR050	Corpo Idrico della Sieve	Stazionario
11AR070	Corpo Idrico dell'Era	Stazionario
12SE020	Corpo Idrico dell'alta e media valle del Serchio	Stazionario
21MA010	Corpo Idrico del Magra	Stazionario
32CT030	Corpo Idrico costiero tra Fiume Fine e Fiume Cecina	Stazionario

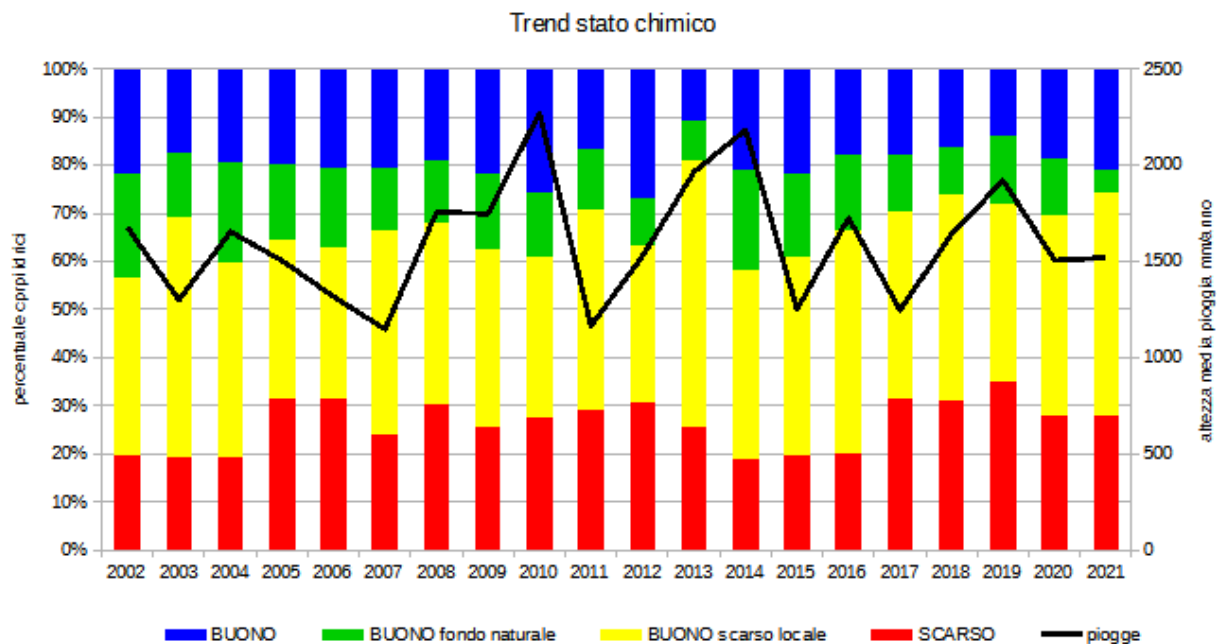
I CORPI IDRICI IN TOSCANA ED IL LORO STATO DI SALUTE

- I dati più aggiornati di **stato chimico** sono relativi al **triennio 2019-2021**.
 - La distribuzione percentuale degli stati chimici ha modeste variazioni in negativo rispetto alla situazione del triennio precedente 2016-2018



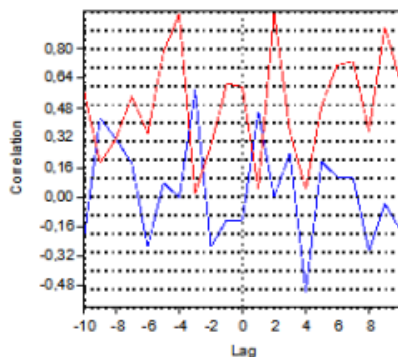
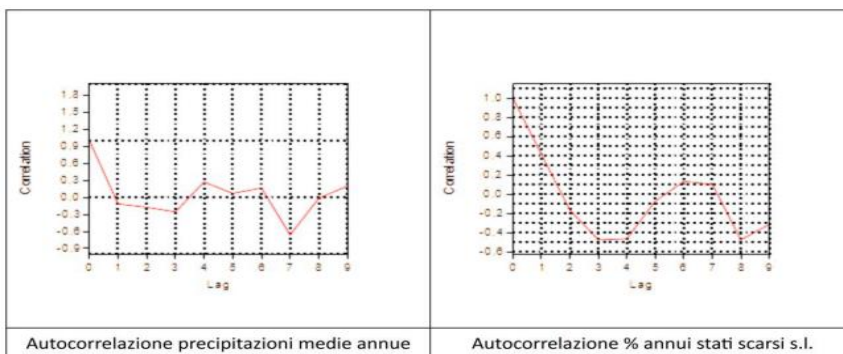
I CORPI IDRICI IN TOSCANA ED IL LORO STATO DI SALUTE

- Ai fini di un confronto temporale esteso sono state ricalcolate le classificazioni per l'intero periodo 2002-2021, riportando come raffronto anche l'indicatore della **precipitazione media cumulata annua** sul territorio regionale elaborata dal Servizio Idrologico Regionale.
 - Dal diagramma si nota come il **peggioramento nel triennio 2019-2021** rientra nelle oscillazioni del periodo e sembra seguire il **massimo relativo di precipitazione nel 2019**



I CORPI IDRICI IN TOSCANA ED IL LORO STATO DI SALUTE

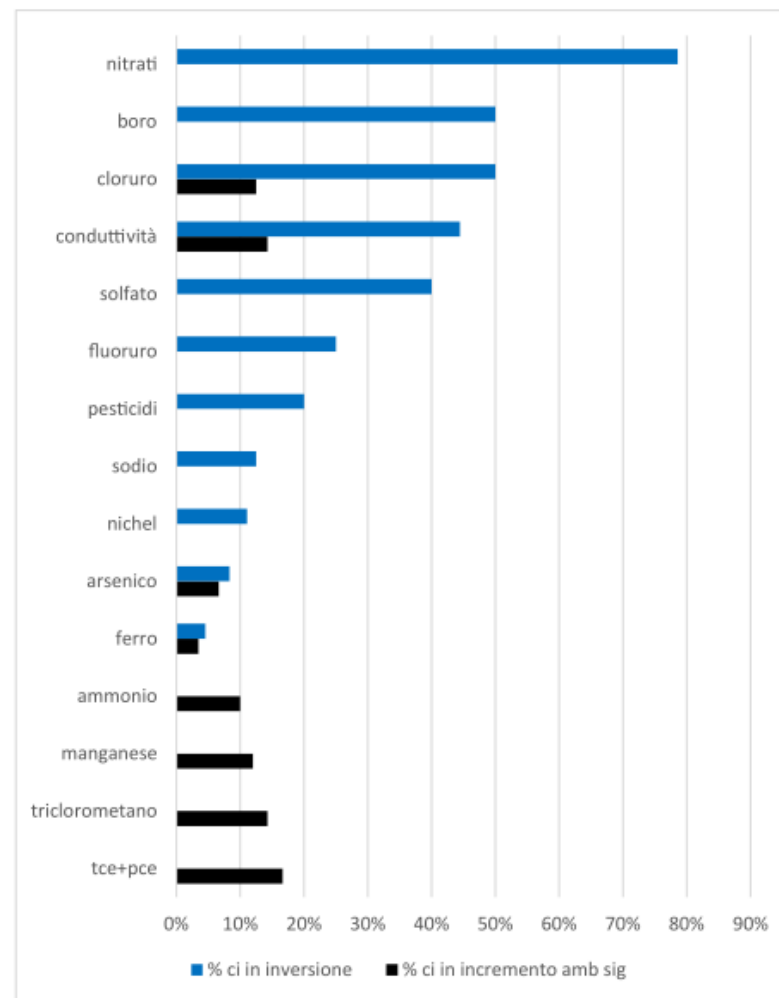
- Una possibile **relazione** tra incremento degli **afflussi** ed incremento degli **stati scarsi** è stata più volte messa in evidenza da ARPAT, ipotizzando che a maggiori flussi di ricarica può corrispondere una maggiore presa in carico delle contaminazioni antropiche presenti in fonti primarie o secondarie in orizzonti ancora superficiali.
- Disponendo al 2021 di una **serie temporale** dal 2003 oramai **consistente** è stata valutata su base statistica tale possibile **cross-correlazione** tra piogge ed incremento degli stati scarsi.
- Le due variabili, sembrano indicare un **tempo di ritardo**, per l'incremento degli stati scarsi come possibile conseguenza di un aumento delle piogge, **statisticamente significativo** e pari ad **un anno**.



Lag	Correlation	p
0	-0,1272	0,59307
1	0,46623	0,044215
2	0,001086	0,99659
3	0,23911	0,35533
4	-0,51333	0,041985
5	0,19159	0,49396
6	0,10879	0,71122
7	0,10531	0,73205
8	-0,29291	0,35552
9	-0,035318	0,91789
10	-0,17965	0,61946

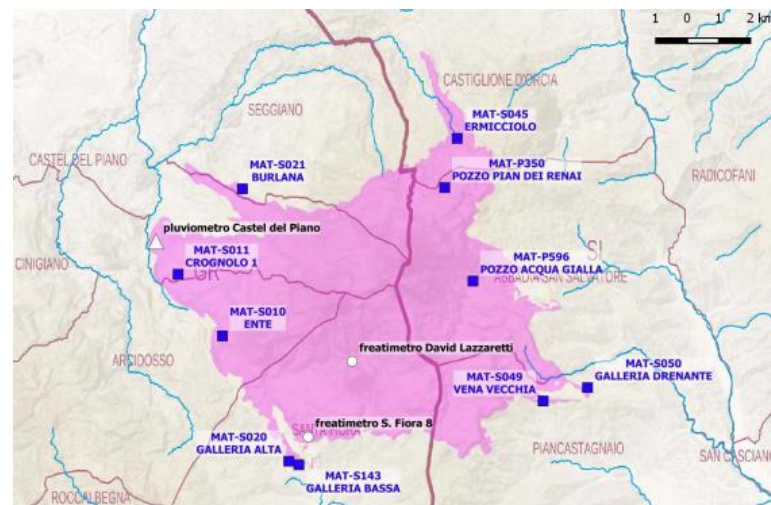
I CORPI IDRICI IN TOSCANA ED IL LORO STATO DI SALUTE

- Nell'analisi del triennio 19/21 è stata applicata estesamente, per tutti i **corpi idrici e parametri qualificati come "a rischio"**, in ragione di almeno un superamento del 75% dei VS/SQA nel periodo 2010-2018, la procedura indicata dalle recenti "Linee Guida per la valutazione delle **tendenze ascendenti e d'inversione** degli inquinanti nelle acque sotterranee" MLG 161/17.
- L'analisi statistica relativa al periodo 2010-2018 ha riguardato 302 stazioni, 47 corpi idrici e 45 parametri per 2345 distinte analisi di tendenze monotoniche. In 264 stazioni (11%)
 - sono state apprezzate **tendenze in incremento** statisticamente significativo di cui 78, il **3% in incremento ambientalmente significativo**, cioè tale da determinare al 2027 il superamento dei valori soglia.
 - Le verifiche sulle tendenze d'inversione a scala di corpo idrico sono state 832 con **212** casi di **inversione pari al 25%**.



I CORPI IDRICI IN TOSCANA ED IL LORO STATO DI SALUTE

- Nel complesso ed anche tenuto conto delle **positive tendenze** le condizioni di salute dei corpi idrici sotterranei toscani possono **fornire un quadro rassicurante** nei riguardi delle conseguenze, già notate in molti ambiti, del temuto cambiamento climatico.
 - Probabilmente i sistemi idrici sotterranei godono di una **relativa inerzia** nei riguardi dei **cambiamenti** e dovuta ai lunghi **tempi di trasferimento nel sottosuolo delle acque**. L'effetto, rispetto all'intensificarsi, talvolta drammatico, della variabilità delle precipitazioni sembra quello di una **generale moderazione**, una sorta di "volano", con conseguenze al momento **contenute sui regimi idrologici e connessi stati qualitativi**.
- Tuttavia, **nel lungo periodo**, possibili **deficit della ricarica** provocata da un lato **dall'incremento** osservato delle **temperature** e dall'altro **dall'intensificarsi di eventi intensi e concentrati**, di per sé limitanti nei riguardi dell'infiltrazione, devono essere mantenuti sotto stretta osservazione, soprattutto nei confronti di **risorse idriche sotterranee strategiche** e destinate al consumo umano come, un esempio per tutti nella Toscana, l'acquifero del Monte Amiata.



I CORPI IDRICI IN TOSCANA ED IL LORO STATO DI SALUTE

- I risultati dell'ultimo report relativo al periodo 2003-2018 confermano, con il progredire delle serie temporali e maggiori evidenze oggi di tipo statistico, l'ipotesi iniziale di una stretta relazione tra arricchimenti in arsenico ed episodi di deficit idrico.



- Analizzando serie stagionali trimestrali gli incrementi di arsenico seguono, come i minimi del livello piezometrico, l'andamento dei cicli pluriennali degli afflussi con un ritardo di 1-2 anni dai picchi stagionali di precipitazione.

- Un aggiornamento al 2022 delle analisi statistiche contenute nel report è qui rappresentato per le serie temporali delle precipitazioni al pluviometro di Castel del Piano, livelli piezometrici ai piezometri David Lazzeretti e Santa Fiora 8, tenori di arsenico della Galleria Alta nel comune di Santa Fiora.

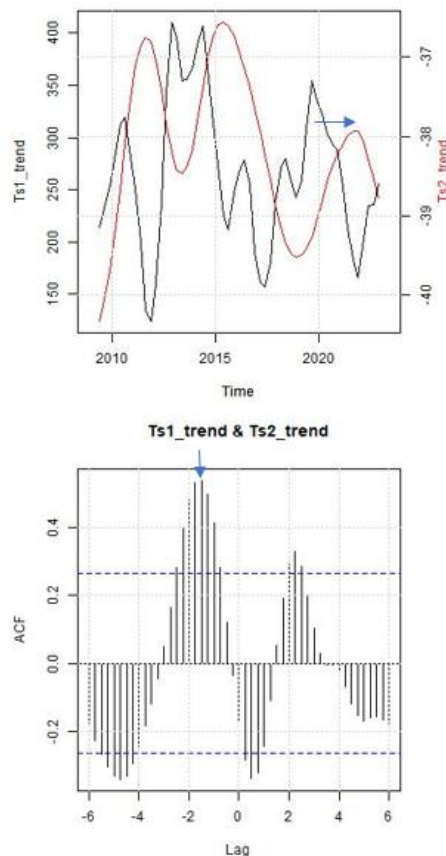


Figura 14: Pluviometria Castel del Piano vs freatimetria Santa Fiora 8 (linea rossa) – serie temporali delle componenti destagionalizzate e diagramma di cross correlazione

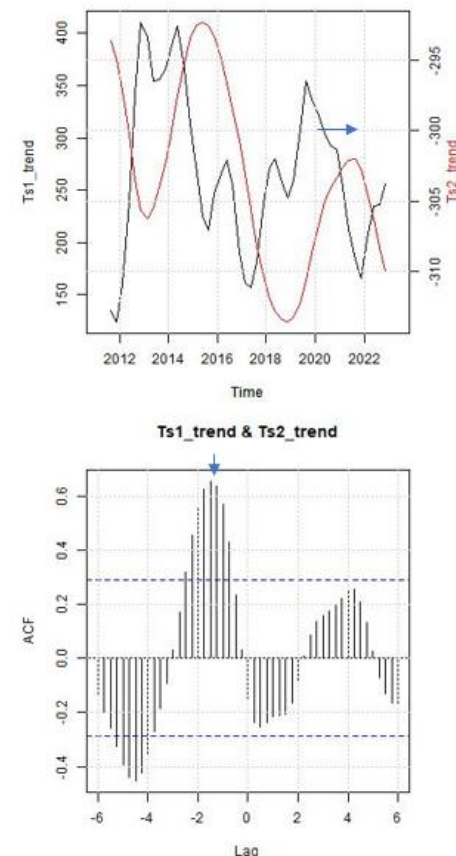
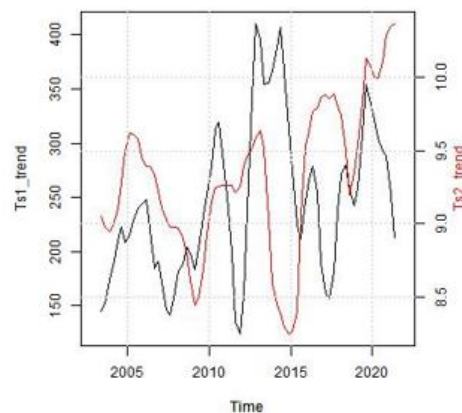


Figura 15: Pluviometria Castel del Piano vs freatimetria David Lazzeretti (linea rossa) – serie temporali delle componenti destagionalizzate e diagramma di cross correlazione

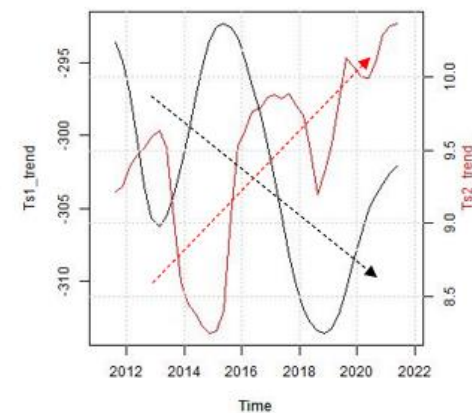
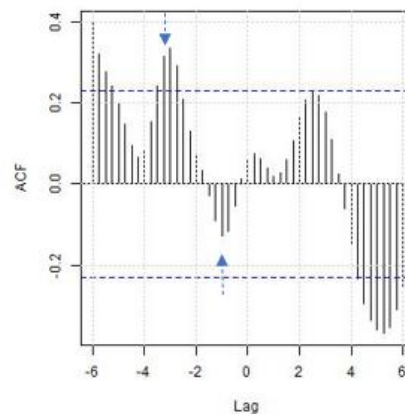
I CORPI IDRICI IN TOSCANA ED IL LORO STATO DI SALUTE

- Certamente complesse sono le **relazioni** tra **piogge**, **livelli** e **tenori** di **arsenico**, per quanto:

- Un primo picco di **correlazione**, **negativa**, tra **piogge** e tenori di **arsenico** è espresso anche qui per **tempi di ritardo di 1,5 anni** comparabili ai tempi di ritardo piogge – livelli
- In risposta alla recente **tendenza** al **decremento** dei **livelli** al **piezometro Lazzaretti** sembra delinearsi la **temuta tendenza opposta** all'**incremento** delle concentrazioni di arsenico nelle Galleria Alta



Ts1_trend & Ts2_trend



Ts1_trend & Ts2_trend

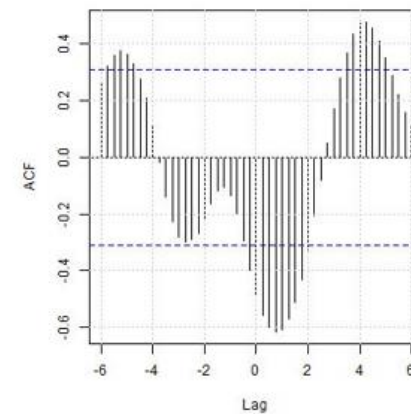


Figura 16: Pluviometria Castel del Piano vs As Galleria Alta (linea rossa) – serie temporali delle componenti destagionalizzate e diagramma di cross correlazione

Figura 17: Freatimetria David Lazzaretti vs As Galleria Alta (linea rossa) – serie temporali delle componenti destagionalizzate e diagramma di cross correlazione

Grazie dell'attenzione