



# AIDA



Regione Toscana



Regolamento (UE) n. 1305/2013 - Programma di Sviluppo Rurale 2014-2020 della Regione Toscana -

Sottomisura 1.2 - Sostegno ad attività dimostrative e azioni di informazione Progetto "AIDA – Azioni di Informazione e Divulgazione Agricola"

Macroarea 1.1.C – Misure Agroambientali per la mitigazione e adattamento ai cambiamenti climatici. «Acqua» Cup ARTEA 767530



**AIDA**  
Azione  
Innovazione  
Divulgazione  
Agricoltura

**PARTNER DEMETRA-CENTRO SOLDANI**

RELATORE

**RICCARDO CLEMENTE**

Dott. Agronomo



# Acqua

MISURE AGROAMBIENTALI PER LA MITIGAZIONE E ADATTAMENTO AI CAMBIAMENTI CLIMATICI

# Misure Agroambientali per la mitigazione e adattamento ai cambiamenti climatici. “ACQUA”.



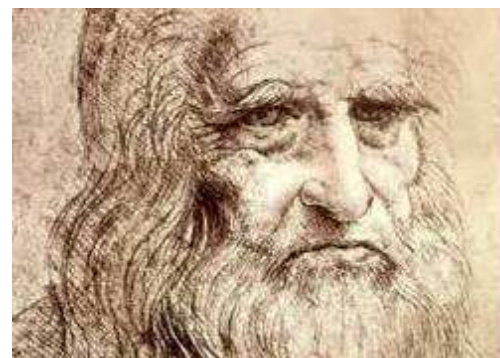
1. 22 Gennaio, Cambiamenti climatici e la risorsa acqua: Adattamento e Mitigazione in Provincia di Siena
  2. 15 Febbraio, Gestione della risorsa Acqua finalizzata al risparmio idrico
  3. 23 Febbraio, Normativa relativa alla gestione delle risorse idriche: inquinamento delle acque, opere idrauliche, vigilanza e controlli
  4. 11 Marzo, Tutela delle acque dall'inquinamento in Val di Cornia
  5. 24 Marzo, La risorsa idrica lagunare: Orbetello e Massaciuccoli
- 
- A. 8 Aprile, Pistoia-Gestione delle risorse idriche finalizzate al risparmio idrico nel settore vivaistico
  - B. 15 Aprile, Castellina-Impatto dell'utilizzazione dei fertilizzanti e dei prodotti fitosanitari sulla risorsa acqua

# Normativa relativa alla gestione delle risorse idriche: inquinamento delle acque, opere idrauliche, vigilanza e controlli



## PROGRAMMA DEL SEMINARIO

- 14.00-14.15 REGISTRAZIONE PARTECIPANTI
- 14.15-15.00 INTRODUZIONE, Sessano-Clemente
- 15.00-16.00 ARPAT, Di Alessandro-Mazzetti- Normativa e focus su Mercurio e Glifosate
- 16.00-16.30 DIFESA DEL SUOLO, Paliotta- Autorizzazioni Idrauliche tagli boschivi
- 16.30-17.00 CARABINIERI FORESTALI, Brogi-Controlli
- 17.00-17,30 Geol. Paolo Castellani- Idrologia acque sotterranee e pozzi
- 17.30-19.00 Ecologia Fluviale, Clemente
- 19.00-20.00 DIBATTITO



*"Se t'avvien di trattar delle acque  
consulta prima l'esperienza, e poi  
la ragione"*

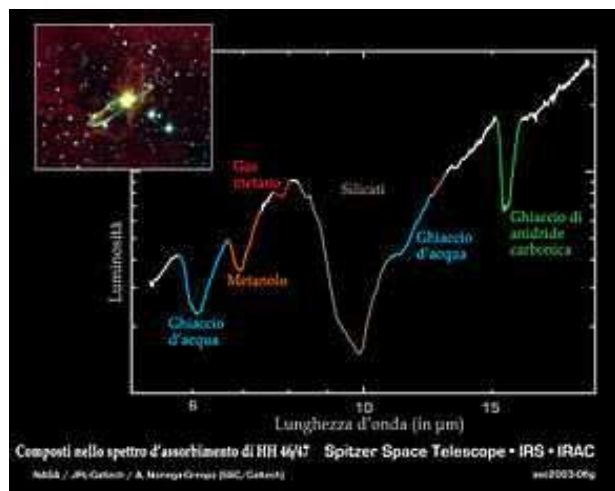
# L'ACQUA



ETIMOLOGIA- Il termine *acqua* deriva dal [latino](#) *aqua, -ae*, dal [protoitalico](#) *\*akwā*, a sua volta da una radice indoeuropea *\*h<sub>2</sub>ékweh<sub>2</sub>*, 'acqua', con collegamenti nell'area [germanica](#) ([protogermanico](#) *\*ahwō*). Il termine in [greco antico](#): ὕδωρ, ὕδατος, *hýdōr*, *hýdatos* è imparentato con il protogermanico *\*watōr* (da una radice indoeuropea *\*wódr̥*) da cui discendono il [tedesco](#) *Wasser* e l'[inglese](#) *water*; dalla stessa radice indoeuropea discende il latino *unda* (italiano *onda*).



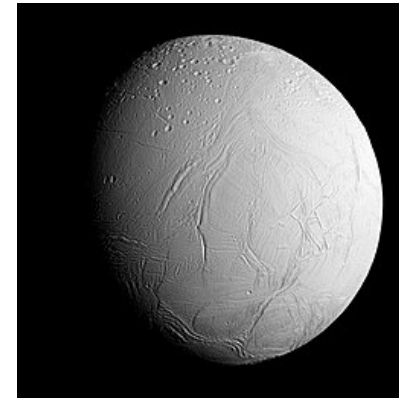
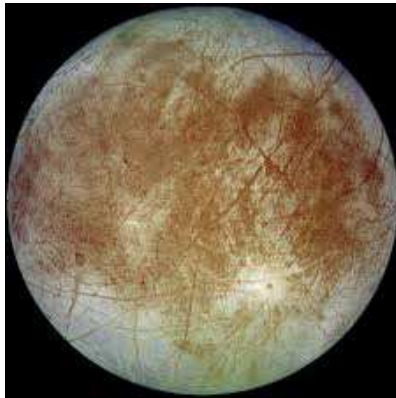
# DA DOVE ARRIVA L'ACQUA SULLA TERRA?



La composizione della [nebulosa di Herbig-Haro HH46](#), al cui interno sono state rinvenute consistenti quantità di ghiaccio d'acqua



Nelle [nubi interstellari](#) della nostra [galassia](#), la [Via Lattea](#), è stata riscontrata la presenza di molecole d'acqua. Si presume che l'acqua sia abbondante anche in altre galassie, dato che i suoi componenti elementari (idrogeno e ossigeno) sono tra i più abbondanti [elementi](#) dell'[universo](#).



Distese ghiacciate sul satellite di Giove chiamato Europa, e satellite di Saturno chiamato Encelado

Allo stato gassoso (vapore acqueo) è stata trovata su:

- Mercurio (3,4% nell'atmosfera e in alte percentuali nell'esosfera)
- Venere (0,002% nell'atmosfera)
- Marte (0,03% nell'atmosfera)
- Giove (0,0004% nell'atmosfera)
- Encelado (satellite Saturno) (91% nell'atmosfera)



Diverse sono le teorie in merito all'[origine dell'acqua sulla Terra](#). Le due ipotesi più accreditate ritengono che l'acqua o sia giunta sulla Terra a seguito degli impatti con le comete e asteroidi, molto frequenti agli [albori del sistema solare](#), oppure a seguito della grande [attività vulcanica](#) della Terra primordiale, che avrebbe rilasciato nell'atmosfera grandi quantità di vapore acqueo che poi sarebbe precipitato al suolo sotto forma di [fenomeni idrometeorici](#).



Perché possa ospitare condizioni favorevoli alla presenza di acqua liquida, un pianeta deve possedere una [gravità superficiale](#) in grado di trattenere un cospicuo [involucro atmosferico](#); essa non deve essere troppo grande (in quanto potrebbe mantenere allo stato solido l'acqua anche ad elevate temperature), ma neanche troppo piccola (in quanto tratterrebbe solamente una tenue atmosfera, causando eccessive [escursioni termiche](#) e favorendo l'accumulo di acqua solamente nelle [regioni polari](#)). La presenza poi di vapore acqueo e [diossido di carbonio](#) nell'atmosfera causa un [effetto serra](#) che consente di mantenere stabile la temperatura superficiale.







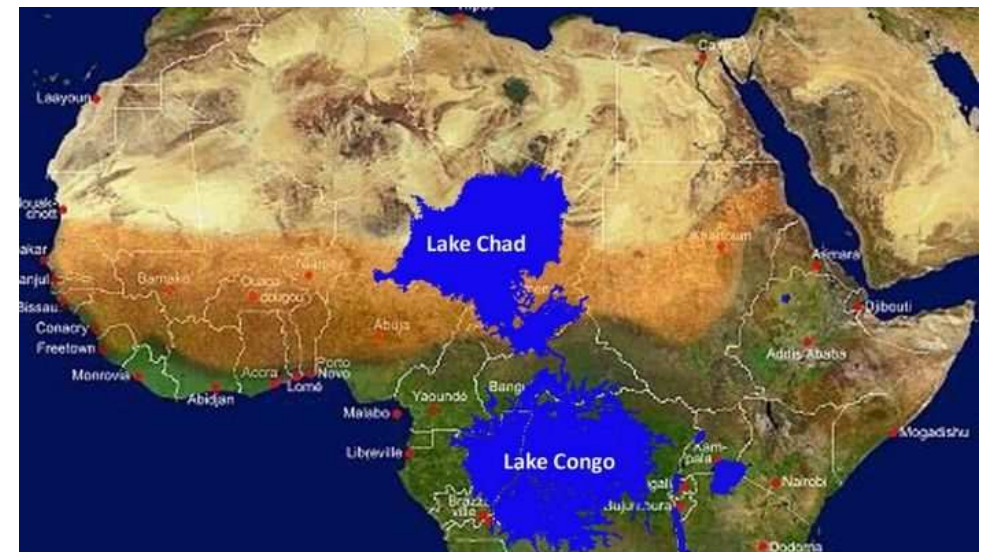
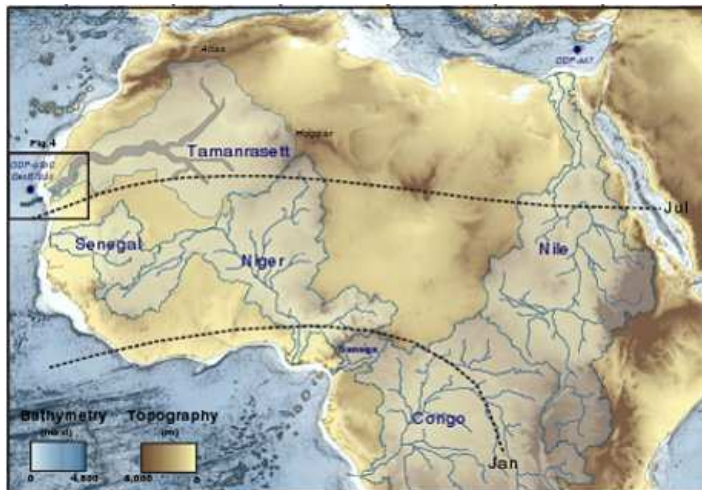
# Acqua – Civiltà- Leggi



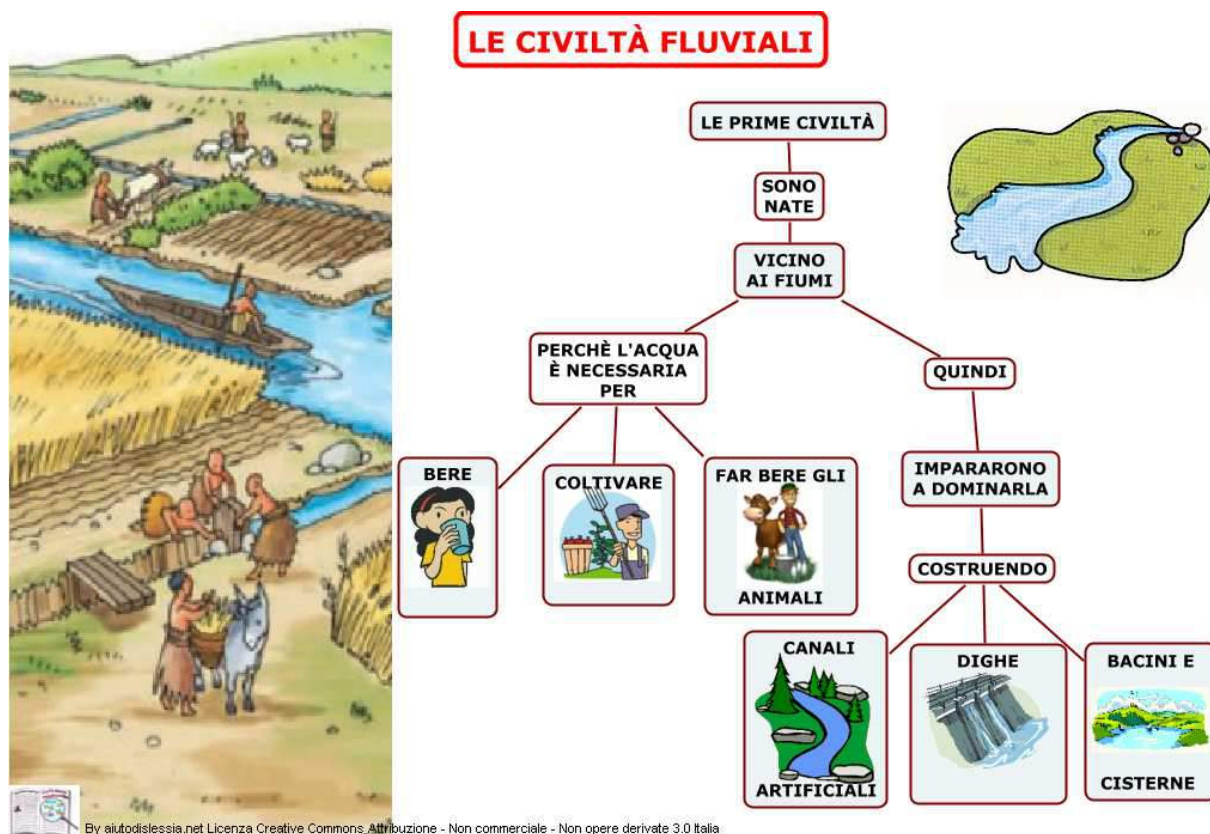
# Acqua – Civiltà- Leggi



Il Clima è cambiato nei secoli e le popolazioni hanno seguito l'evoluzione dei laghi e dei fiumi che si sono ampliati o ridotti, così come gli antichi laghi e fiumi dell'Africa che oggi non esistono più (fiume Tamanrasset o Lago Mega-Ciad).



# Acqua – Civiltà- Leggi







## I BABILONESI

CODICE HAMMURABI, 1750 A.C.

53. Qualora uno sia troppo pigro per tenere il suo argine in condizioni appropriate, e non lo tiene così; qualora dunque l'argine rompa e tutti i campi siano allagati, allora colui nel cui argine avvenne la rotta sia venduto per denaro, ed il denaro rimpiazzì il frumento di cui ha causato la perdita.

55. Qualora qualcuno apra i suoi solchi per irrigare il suo terreno, ma è malaccorto, e l'acqua allaghi il campo del suo vicino, allora paghi frumento per la sua perdita.



## Acqua – Civiltà- Leggi



56. Qualora un uomo lasci entrare l'acqua, e l'acqua sommerga la piantagione del vicino, paghi dieci gur di frumento per ogni gan di terra.

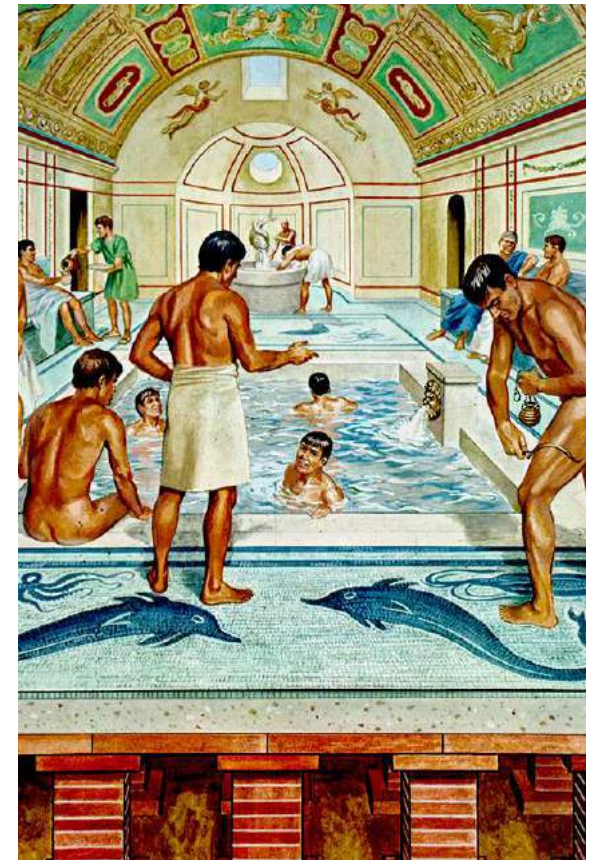
59. Qualora qualche uomo, all'insaputa del proprietario del giardino, tagli un albero in un giardino paghi mezza mina in denaro.





## I ROMANI

Plinio il Vecchio (23-79 d.c.): "*Chi vorrà considerare con attenzione la quantità delle acque di uso pubblico per le terme, le piscine, le fontane, le case, i giardini suburbani, le ville; la distanza da cui l'acqua viene, i condotti che sono stati costruiti, i monti che sono stati perforati, le valli che sono state superate, dovrà riconoscere che nulla in tutto il mondo è mai esistito di più meraviglioso*".



## Acqua – Civiltà- Leggi



Il primo acquedotto fu quello Appio, costruito il 312 a.c. e a seguire, Anio Vetus, Marciano, Tepulo, Iulio, Virgo, Alsietino, Claudio, Neroniano, Anio Novus, Traiano e Alexandrino.

Durante la repubblica, dal 509 a.c. fino al 27 a.c., anno in cui salì al potere l'imperatore Augusto, gli acquedotti romani erano inadeguati ai bisogni dei romani, anche perchè l'acqua scorreva continuamente, con grande spreco, ed erano frequenti le perdite dei tubi, cosicchè si decise di concedere ai privati l'utilizzo dei punti di perdita.





# Acqua – Civiltà- Leggi



La *Fossa Corbulonis* è il nome tradizionale dato ad un canale artificiale costruito in epoca imperiale romana (sotto Claudio) da parte del generale Gneo Domizio Corbulone, quando era Legatus Augusti pro praetore della provincia romana di Germania inferiore nel 47. Esso collegava i fiumi Mosa con il vecchio corso del Reno (presso il forte di Matilo).



## Acqua – Civiltà- Leggi



Il ponte acquedotto di Pondel e il tratto di canale scavato dai romani nella roccia che lo alimenta sono una delle meraviglie nascoste della Valle d'Aosta.

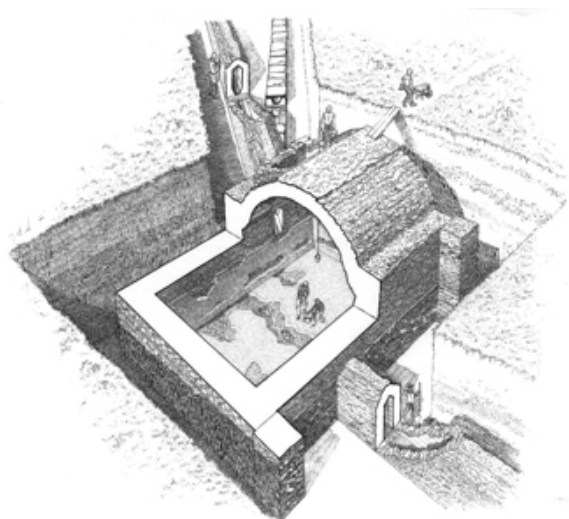


# Acqua – Civiltà- Leggi



## LA PISCINA (LIMARIA)

La piscina limaria era un contenitore atto ad accogliere le acque, posta lungo il corso o al termine d'un acquedotto, serviva a chiarificare e purificare le acque per la loro distribuzione. Infatti era detta limaria perchè oltre all'acqua accoglieva il limo, cioè il fango che vi si depositava.





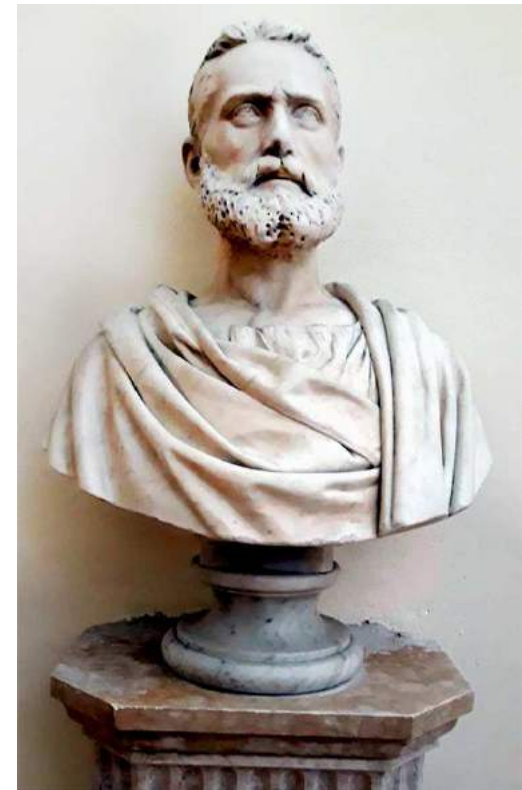
## Acqua – Civiltà- Leggi



Nell'argilla la quantità è esigua, sottile e poco profonda. Il suo sapore non sarà particolarmente buono. Nella sabbia di grana rossa sarà ugualmente esigua, ma si troverà ad una maggiore profondità. Sarà limacciosa e di sapore sgradevole. Nella terra nera, invece, si trovano umori e gocce sottili che si raccolgono in seguito alle tempeste invernali e si depositano nelle zone compatte e consistenti. Questi hanno un sapore ottimo. Nella ghiaia poi si trovano vene d'acqua modeste e irregolari. Anch'esse hanno un gusto veramente squisito. Nel sabbione argilloso e nella sabbia e nella terra rossastra si trovano quantità più sicure e più costanti, e in più hanno un sapore gradevole. Nella roccia rossa se ne trovano tanto abbondanti quanto buone, se non si disperdono scolando attraverso gli interstizi.”

(Vitruvio - De Architectura, Libro VIII)

Nome latino: Marcus Vitruvius Pollio  
Attività: architetto e scrittore romano  
Nascita: 80-70 a.c.  
Morte: 23 a.c.



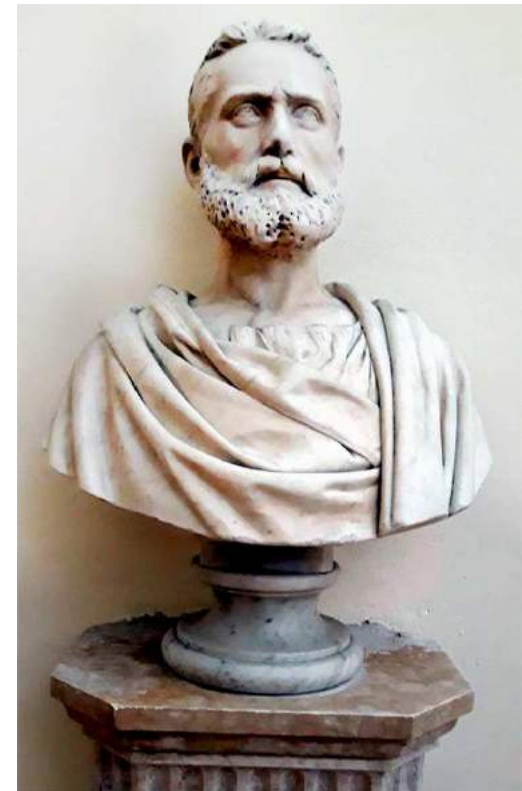


## Acqua – Civiltà- Leggi



L'autore passa poi in rassegna differenti qualità di acqua, tra cui le acque termali, medicinali, nocive e saline, incrostanti e amare e, dopo avere fatto un *excursus* sui prodotti della terra, procede con la trattazione delle acque coloranti, mortali, acide, dissolventi, inebrianti, delle acque che provocano il gozzo, che fanno perdere il gusto del vino, che causano la pazzia, che fanno cadere i denti, che rendono bella la voce. Infine, dopo aver proposto metodi per verificare la salubrità delle acque, vengono descritti gli strumenti utili alla livellazione del suolo. L'ultimo capitolo riguarda vari metodi di conduzione e conservazione dell'acqua, a partire dai sistemi di adduzione fino alla distribuzione delle acque urbane, all'adattamento delle opere alla natura dei terreni attraversati, alle *fistulae* in piombo, al sifone, alle tubazioni fittili, ai pozzi e alle cisterne.

(Vitruvio - De Architectura)



## Acqua – Civiltà- Leggi

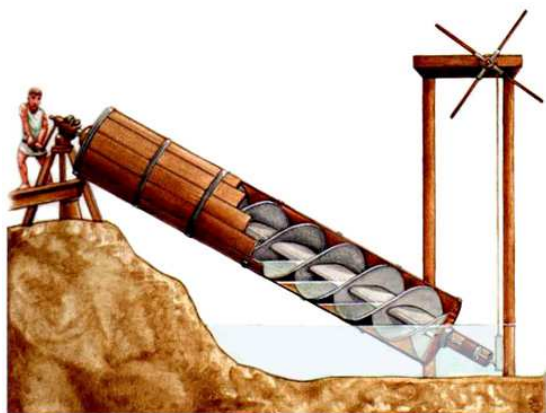


**Acquedotti con tubi in piombo:** nell'acqua che bevevano gli antichi romani, secondo una ricerca dell'Università francese di Lumière, Lione, c'era una quantità di piombo almeno 100 volte superiore rispetto all'acqua delle sorgenti locali. Notevole ma assolutamente ininfluente sulla salute dell'epoca. Del resto l'acqua di allora era molto più pura di quella che beviamo oggi, diciamo che era come l'acqua minerale. Pertanto il fenomeno del cosiddetto "saturnismo« (anemia, disturbi neuropsichiatrici), malattia provocata dal piombo presso i romani era inesistente.

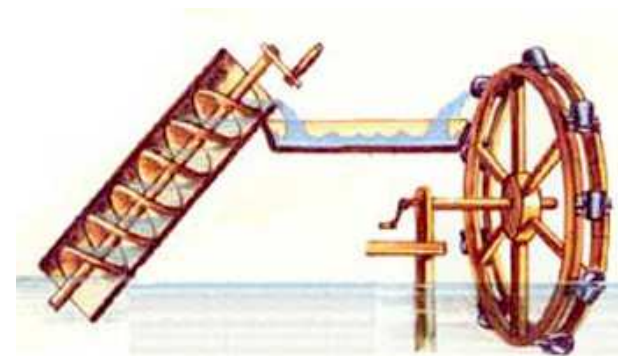


PARTI ORIGINALI DI UNA POMPA IDRAULICA ROMANA

## Acqua – Civiltà- Leggi



MACCHINARIO PER SOLLEVARE L'ACQUA, 4'

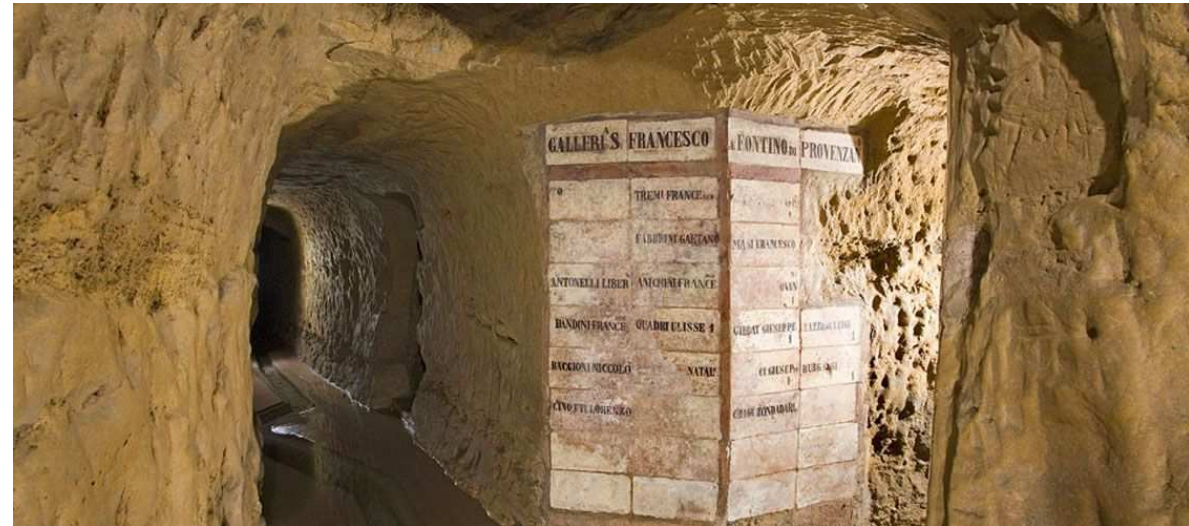


## E DOVE NON C'ERANO I FIUMI?



I “**Bottini**” di Siena, sono una rete di acquedotti sotterranei, che alimentano ancora oggi, le Fonti storiche della città. Il termine “buctinus” probabilmente per la volta a "botte", appare per la prima volta in un documento del 1226 e da origine al nome **BOTTINI**.

L'intero sistema di approvvigionamento idrico antico, che fra rami principali e derivazioni, si estende per circa **25 chilometri**, è stato per Siena, fino al 1914, l'unica risorsa idrica per centinaia di anni, fino a quando arrivò in città l'acqua delle sorgenti del Vivo, che dal Monte Amiata, arrivò a Siena definitivamente nel 1918.





## E DOVE NON C'ERANO I FIUMI?



### Basilica-Cisterna di Istanbul

Giustiniano la fece costruire nel VI secolo d.C. insieme ad altre grandi cisterne. Misura 140 x 70 m e sviluppa quindi una superficie di 9.800 metri quadrati; tutto lo spazio è scandito da 12 file di 28 colonne per un totale di **336 colonne**. La cisterna era alimentata dall'Acquedotto di Valente che la portava dalla Tracia dopo un percorso di circa 700 km alla massima espansione .



## DAI ROMANI AI TEMPI NOSTRI



In Italia si è sviluppata una agricoltura moderna nel '900 che ha portato alla bonifica di terreni paludosi, il massiccio utilizzo di fitofarmaci e sistemi di irrigazione innovativi





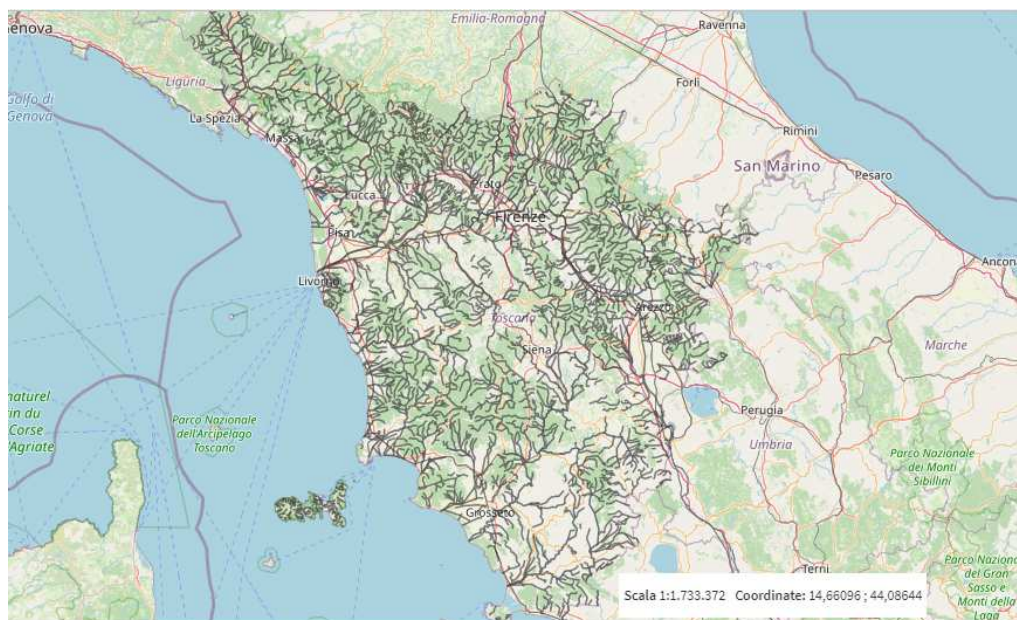
# Dal Codice di Hammurabi alla Normativa attuale per gestire la risorsa Acqua: inquinamento delle acque, opere idrauliche, vigilanza e controlli



# Toscana: la Normativa relativa alla gestione delle risorse idriche



Rete idrografica del territorio toscano, costituita da circa 37.000 chilometri di corsi d'acqua e che ricomprende, sia i fiumi geograficamente rilevanti, che quelli di minore portata, ma comunque significativi ai fini idraulici.







## ACQUA

### Stati ecologico e chimico dei fiumi

#### Localizzazione bacini





Provincia di Siena: rete di laghetti collinari per l'irrigazione, antincendio, abbeveraggio allevamenti, pesca sportiva



Realizzazione pozzi per l'irrigazione e Agriturismi



Pietro Leopoldo iniziò sotto la direzione del padre gesuita **Leonardo Ximènes** (1716-1786), una serie di grandiose **opere di bonifica e di canalizzazione** cominciando dal piano circostante Grosseto. Dal padule di Fucecchio al lago Bientina, alla piana di Pisa, al lago Rimigliano, alle paludi di Piombino e di Scarlino, al lago di [Castiglione della Pescaia](#) e alla laguna di [Orbetello](#) iniziò l'arginatura dei fiumi, la delimitazione degli stagni e delle paludi, lo scavo di canali per il deflusso e la deviazione delle acque e la costruzione di cateratte per regolare il prosciugamento delle aree acquitrinose.





Realizzazione e manutenzione canali irrigui



2012, Esondazione fiume Albegna



Tagli boschivi lungo corsi d'acqua





Interventi di manutenzione dei Consorzi Bonifica lungo corsi d'acqua



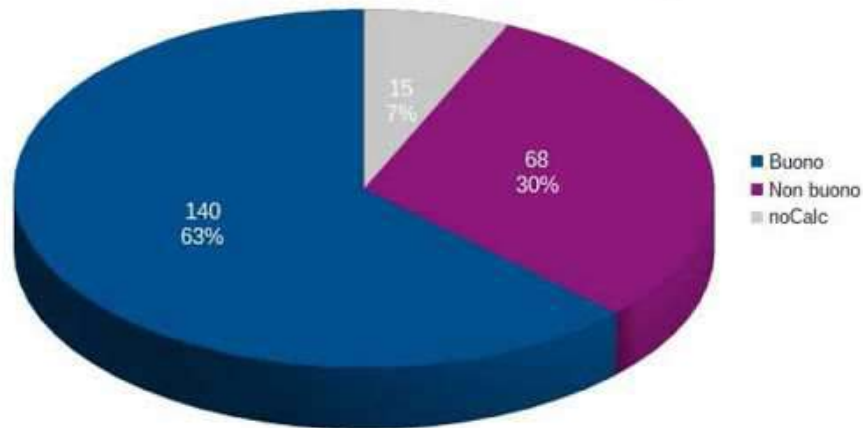


Nuovi manufatti lungo i lungo corsi d'acqua

# Stato Chimico ed Ecologico dei Fiumi e Laghi in Toscana



Stato Chimico triennio 2016-2018 - classi di qualità



Stato Chimico Fiumi e Laghi in Toscana

Stato Ecologico triennio 2016-2018 - classi di qualità

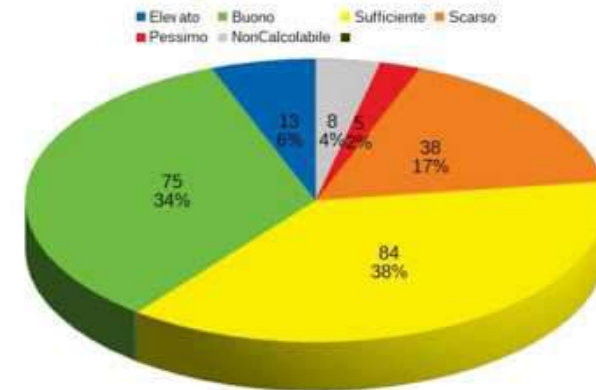


Grafico 3: classi di qualità ecologica – numero Corpi idrici e distribuzione percentuale (2016-2018)

Stato Ecologico Fiumi e Laghi in Toscana

## SFRUTTAMENTO DELLE ACQUE SOTTERRANEE: TOSCANA, Val di Cornia, Progetto Life Rewat



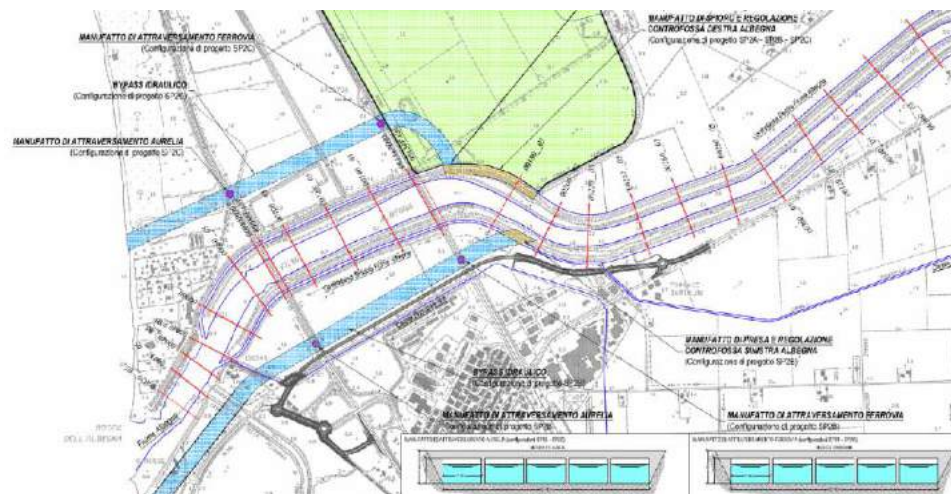
4 MINUTI

*Sustainable WATER management in the lower Cornia valley through demand  
REduction, aquifer REcharge and river REstoration*

(LIFE14 ENV/IT/001290)



# Cassa di Espansione Fiume Albegna, Orbetello





# Cassa di Espansione Camporegio, Orbetello



**Stato del fiume Albegna durante l'evento**



**Immagini del Progetto Esecutivo**



Tratto finale del canale scolmatore: vista verso la ferrovia della connessione tra il laghetto attuale e la nuova area umida.

Tratto finale del canale scolmatore: vista nuova area umida dalla SS1 Aurelia verso il mare. In alto intervento nel breve periodo, in basso nel lungo periodo.

Vista del nuovo attraversamento della SS1 Aurelia sul canale scolmatore

Nuovo sfioratore del fiume Albegna

Vista del nuovo sfioratore in destra idraulica del fiume Albegna

Vista del canale scolmatore con gli argini rinverditi e scogliera di protezione

# Cassa di Espansione Santa Giulia



**HYDROGEO**  
INGEGNERIA

Il Progetto Esecutivo prevede la realizzazione del **primo stralcio funzionale del progetto generale della Cassa di Espansione sul Fiume Elsa in località Santa Giulia, nei Comuni di Monteriggioni e Colle Val d'Elsa**. Tale intervento è funzionale al conseguimento degli obiettivi di invaso di una volumetria massima pari a circa 2.7 Mmc per la riduzione del rischio idraulico come da Piano di Bacino del Fiume Arno – Stralcio Rischio Idraulico (D.P.C.M. del 05.11.99).

In particolare, le opere che si andranno a realizzare in questo primo lotto ricadono interamente nel Comune di Monteriggioni e riguardano la sola cassa di monte dotata di una superficie complessiva di circa 55 ha. L'area di cassa sarà delimitata da arginature con quota di coronamento pari a 186.30 m s.l.m. in grado di garantire un franco idraulico di 1 m sopra il massimo livello d'invaso per l'evento duecentennale critico (12 ore). Il volume complessivo invasabile per il suddetto evento è pari a circa 937000 mc.



4 minuti

Nel dettaglio, le opere che sono state realizzate:

- **arginature di contenimento;**
- **opera di presa** con sfioro a quota 184.20 m s.l.m. e lunghezza della soglia pari a 35 m;
- **scarico di fondo** costituito da 2 canne in cemento armato di dimensioni pari a 1.50 x 1.50 m a quota 180.00 m s.l.m.;
- **area di scavo** interna alla cassa a quota variabile da 181.80 m s.l.m. a 184.00, di superficie complessiva pari a 53000 mq;
- **canale principale** di collegamento fra l'area di scavo e l'opera di restituzione;
- **stradello di accesso e di servizio;**
- **sistemazione della rete di drenaggio minore interna alla cassa;**
- **protezione in scogliera** della sponda destra del Fiume Elsa per un tratto pari a 125 m;
- **riempimento in terra** delle aree più depresse interne alla cassa ricomprese tra le arginature e l'area di scavo/canale di restituzione;
- **opere accessorie.**



# PAUSA 10 MINUTI

ARPAT  
REGIONE TOSCANA  
CARABINIERI FORESTALI  
GEOLOGO



REGIONE  
TOSCANA







**NORMATIVA RELATIVA ALLA GESTIONE DELLE RISORSE  
IDRICHE: INQUINAMENTO DELLE ACQUE, OPERE  
IDRAULICHE, VIGILANZA E CONTROLLI**



**L'IDROGEOLOGIA: LA RICERCA, IL  
PROGETTO, LA REALIZZAZIONE E LA  
GESTIONE DEI POZZI PER ACQUA**

23 febbraio 2021

Geologica Toscana  
DOTT. GEOL. PAOLO CASTELLANI



**L'IDROGEOLOGIA  
E' LA SCIENZA CHE STUDIA LE ACQUE SOTTERRANEE**

**DAL GRECO**

**IDRO = ACQUA e GEO-LOGOS = STUDIO DELLA TERRA**

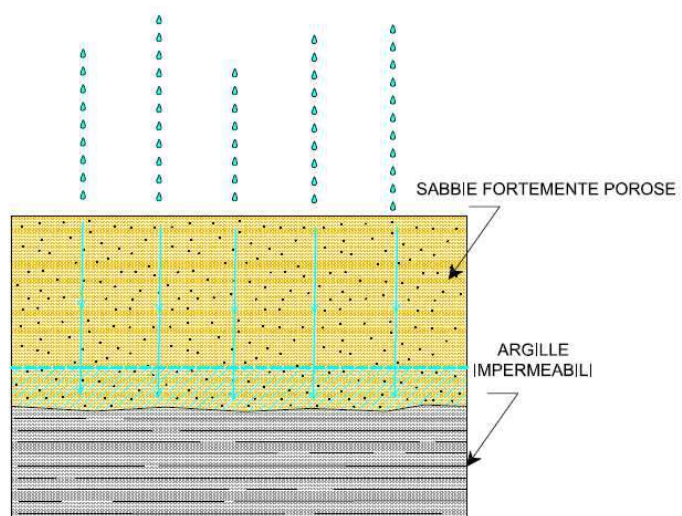


**Geologica Toscana  
DOTT. GEOL. PAOLO CASTELLANI**

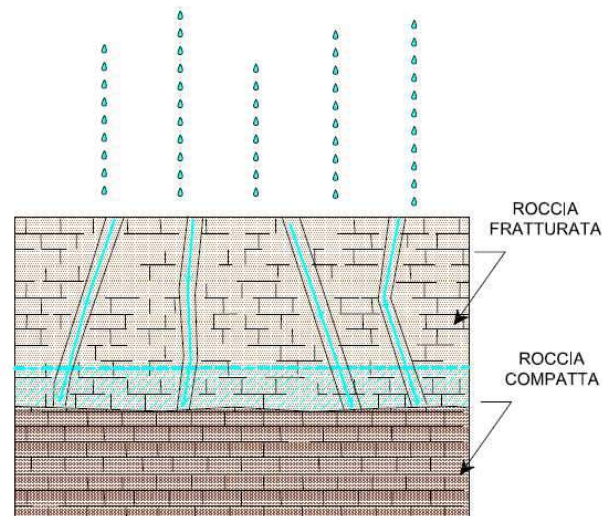
# LA PERMEABILITA' DEL TERRENO



PERMEABILITA' IN PICCOLO PER POROSITA'



PERMEABILITA' IN GRANDE PER FESSURAZIONE

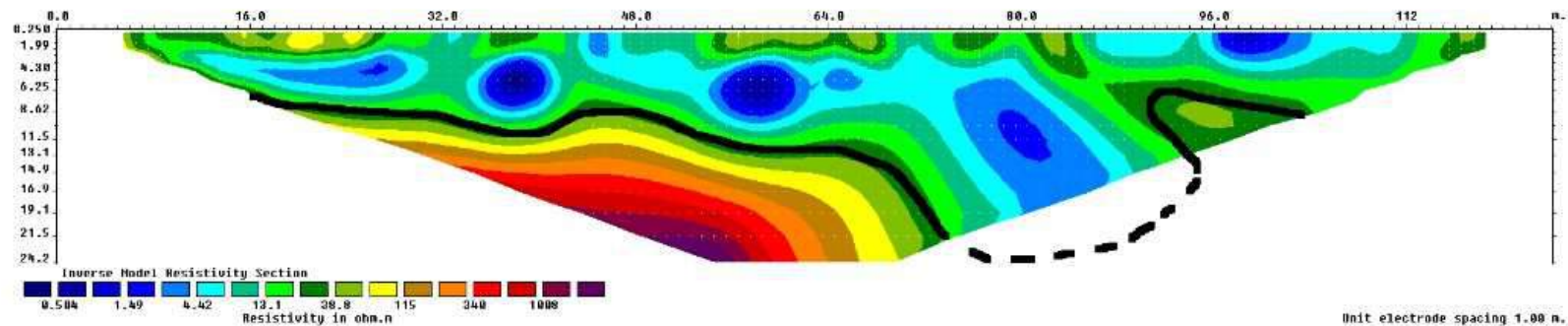


**G**EOLOGICA  
**T**OSCANA

**Geologica Toscana**  
**DOTT. GEOL. PAOLO CASTELLANI**



## TOMOGRFIA GEOELETRICA PER INDIVIDUARE IL SUBSTRATO IMPERMEABILE DI UNA VALLE ALLUVIONALE

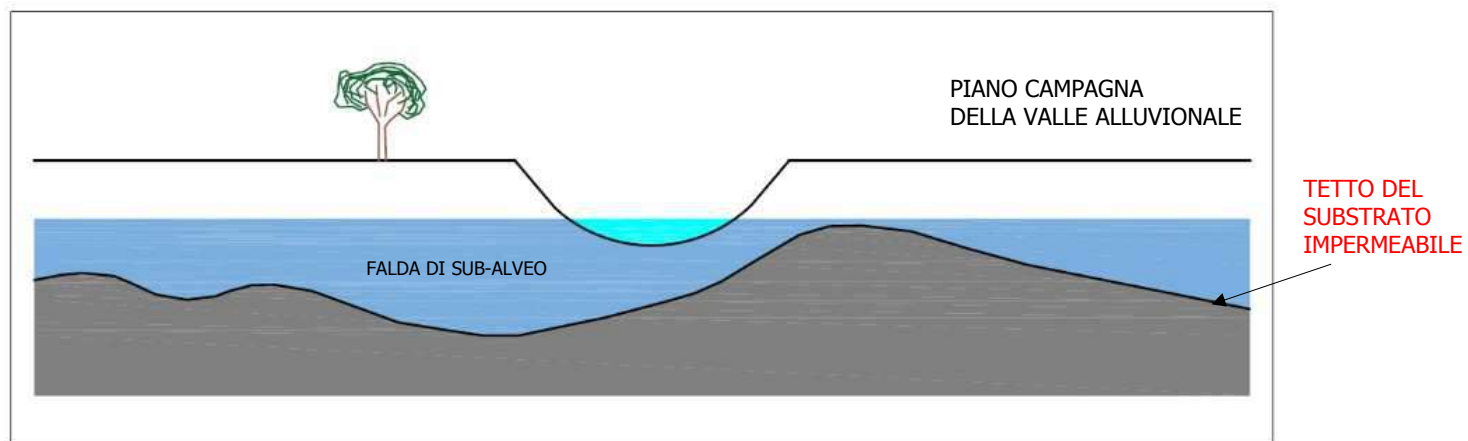


**Geologica Toscana**  
**DOCT. GEOL. PAOLO CASTELLANI**

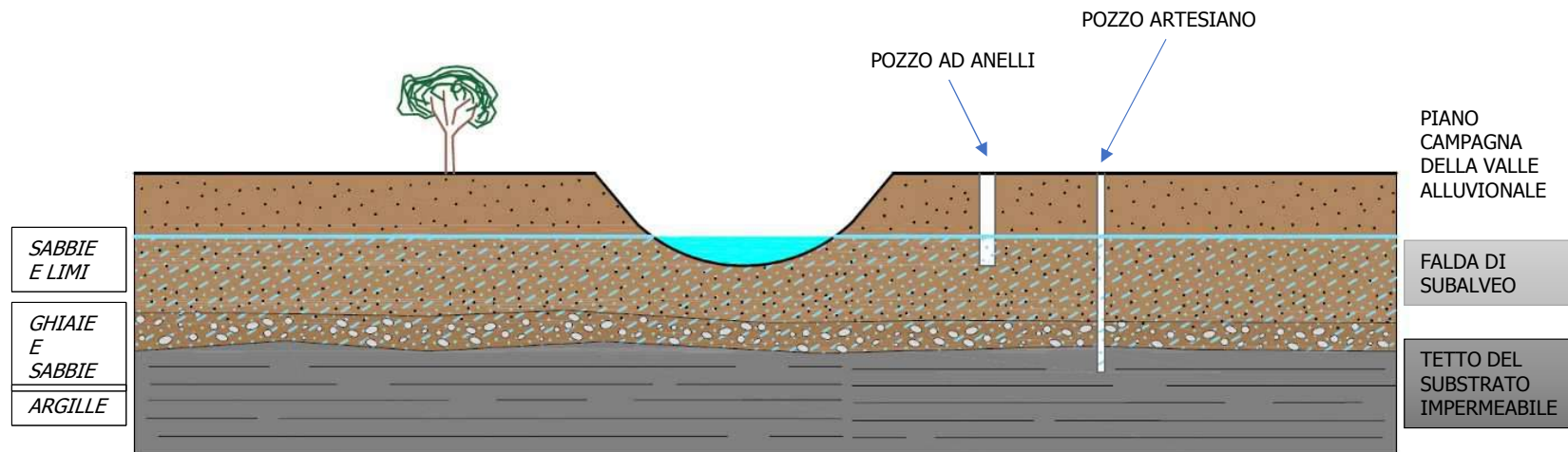




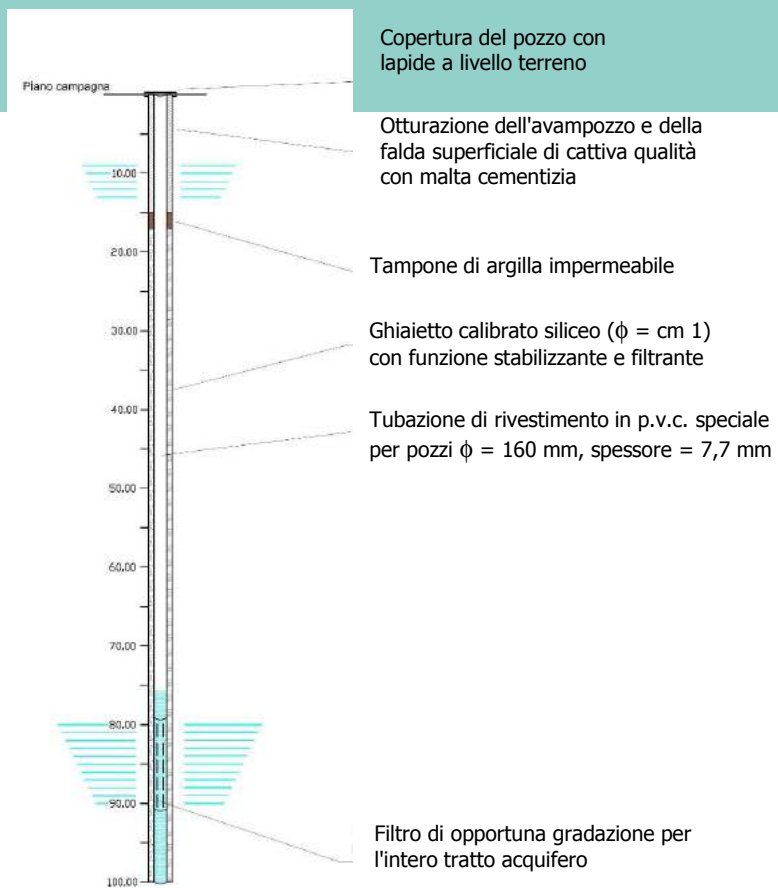
## RAPPORTO TRA FALDA DI SUB-ALVEO E TETTO DEL SUBSTRATO IMPERMEABILE



**Geologica Toscana**  
**DOTT. GEOL. PAOLO CASTELLANI**



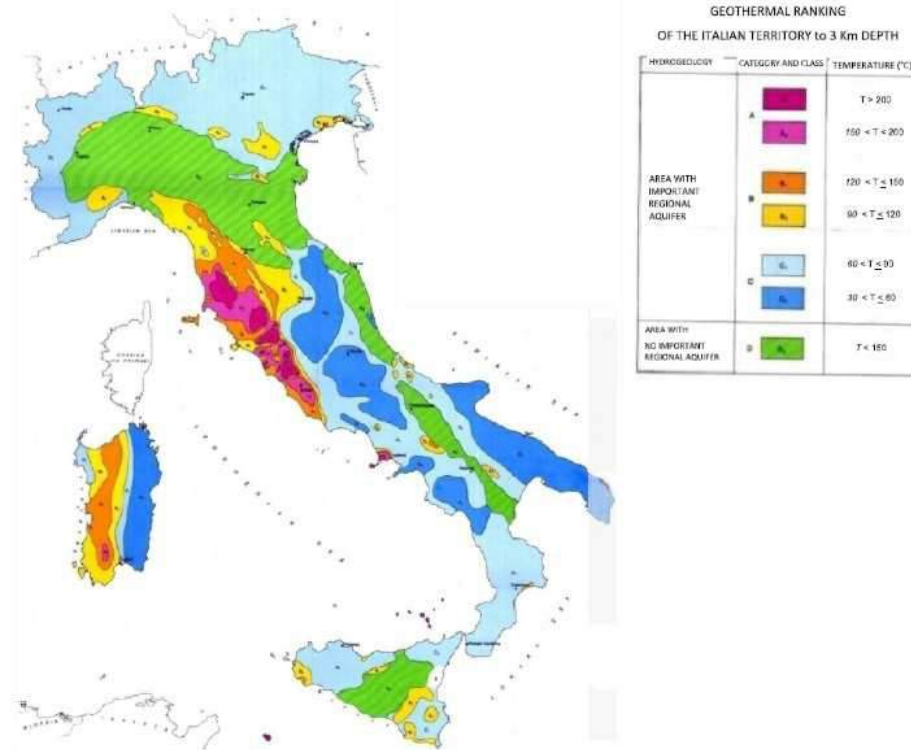
**Geologica Toscana**  
**DOCT. GEOL. PAOLO CASTELLANI**



## PROGETTO DI UN POZZO ARTESIANO

**Geologica Toscana**  
**DOTT. GEOL. PAOLO CASTELLANI**

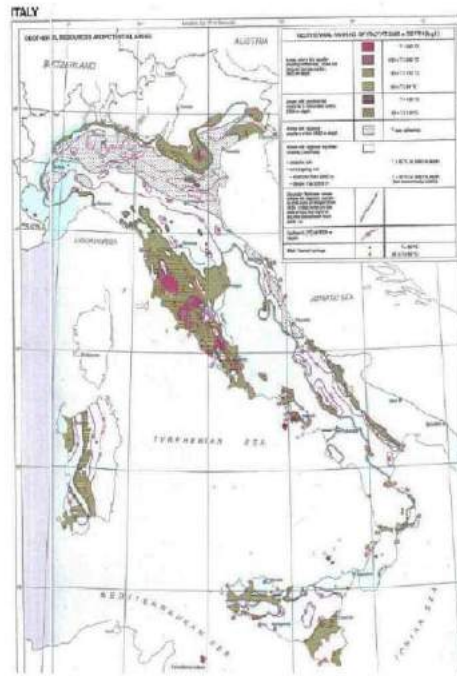




**CARATTERIZZAZIONE  
GEOTERMICA DEL TERRITORIO  
ITALIANO  
(TRATTA DA UNIONE GEOTERMICA  
ITALIANA)**

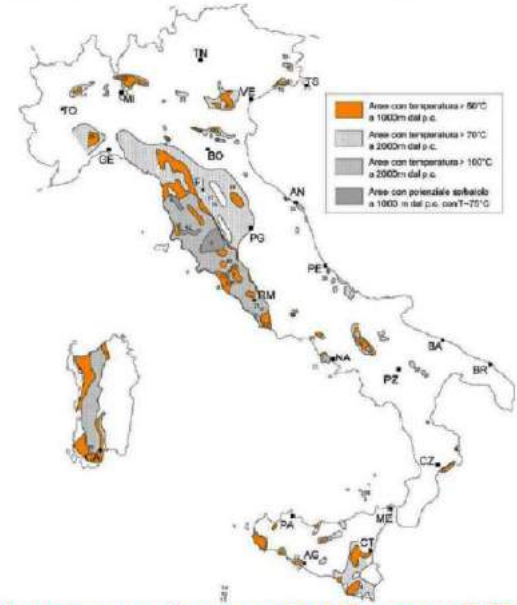
**Geologica Toscana  
DOTT. GEOL. PAOLO CASTELLANI**

UBICAZIONE DELLE RISORSE ACCERTATE, PROBABILI E POSSIBILI  
 DEL TERRITORIO ITALIANO ENTRO 2000 METRI DI PROFONDITA'  
 (TRATTA DA UNIONE GEOTERMICA ITALIANA)



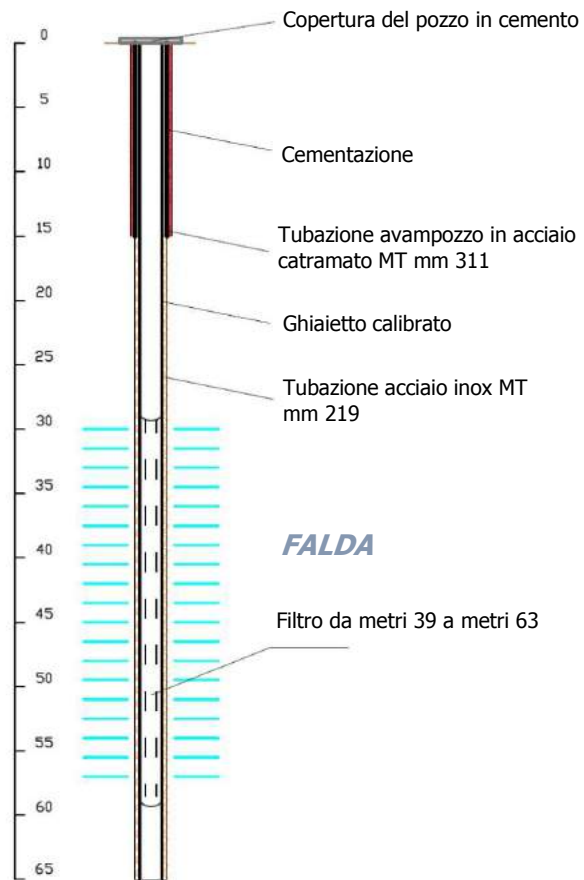
ITALY  
 BAILO P., BARBERIS E., BIGNARDI G., CALORE C., DIAMICHI R., DEZZI P., MARTINI A., SQUARZI P., TAFELI L. (2002) ITALY - Geothermal Resource potential geothermal energy in Italy. Geothermal Resource Data Publications EUG 17511 of the Scientific Committee - 2002, 20. Firenze, Italy. Firenze, Italy. Firenze, Italy.

DELLI P., BARBERIS E., BIGNARDI G., SQUARZI P. (1988) Geothermal inventory of Italy with the development of National Geothermal Resources - Proceedings of 7th World Renewable Energy Congress - 20-25 September 1988, Florence, Italy. Published by Elsevier Science Ltd.



**Risorse accertate, probabili e possibili,  
 entro 2000 m di profondità**

**Geologica Toscana**  
**DOTT. GEOL. PAOLO CASTELLANI**



## PROGETTO DI POZZO TERMALE

## ACQUA TERMALE



**Geologica Toscana**  
**DOTT. GEOL. PAOLO CASTELLANI**





**Geologica Toscana**  
**DOTT. GEOL. PAOLO CASTELLANI**



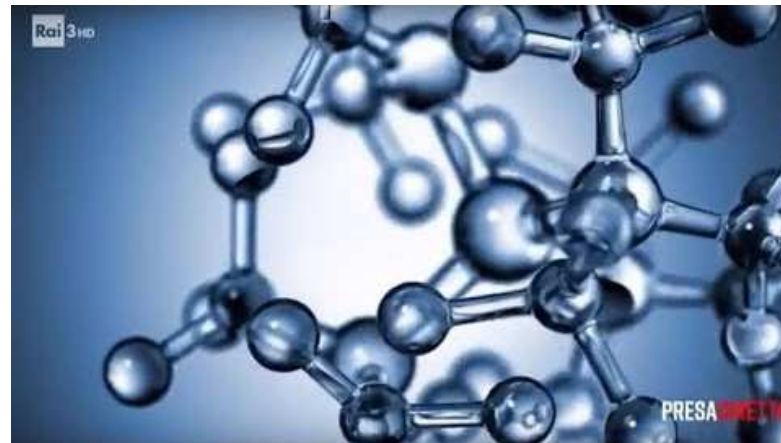
# PAUSA 10 MINUTI

ARPAT  
REGIONE TOSCANA  
CARABINIERI FORESTALI  
GEOLOGO



REGIONE  
TOSCANA





**PFAS - IL VELENO INVISIBILE – PRESA DIRETTA 02/09/2019, 12'**

# I CONSORZI DI BONIFICA: GESTIONE DELLA RISORSA ACQUA







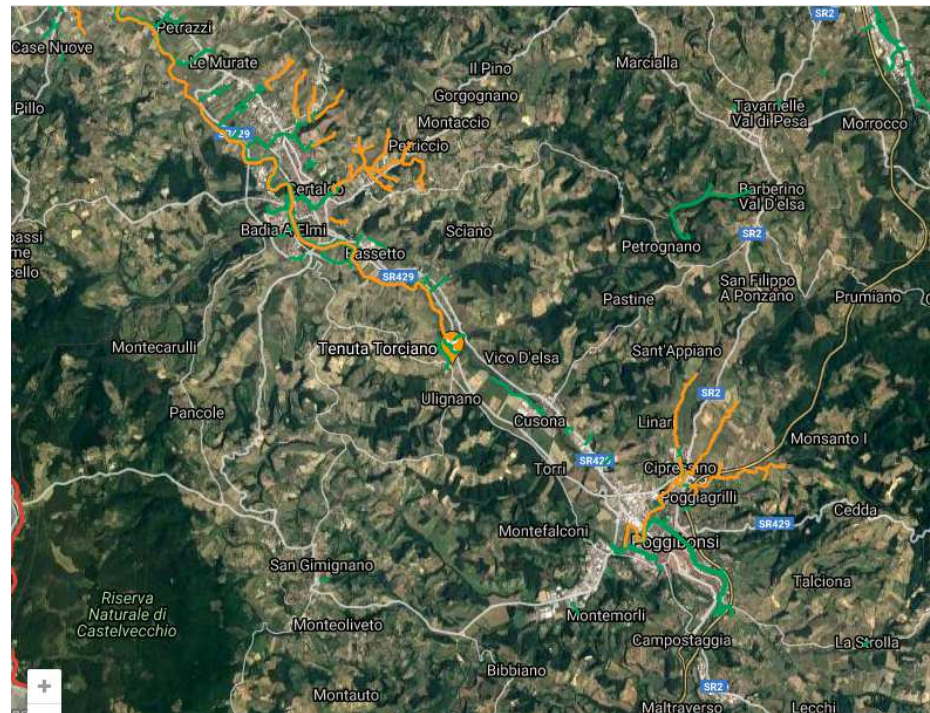
La L.R. Toscana n. 79/2012 conferma quale obiettivo fondamentale dei **consorzi di bonifica la sicurezza idraulica, la difesa del suolo, la manutenzione del territorio, la tutela e valorizzazione delle attività agricole, del patrimonio idrico, anche con riferimento alla provvista e all'utilizzazione delle acque a prevalente uso irriguo, nonché dell'ambiente e delle sue risorse naturali.**

Tali obiettivi sono perseguiti mediante il complesso degli interventi finalizzati ad assicurare lo scolo delle acque, la salubrità e la difesa idraulica del territorio, la regimazione dei corsi d'acqua naturali, la provvista e la razionale utilizzazione delle risorse idriche a prevalenti usi agricoli in connessione con i piani di utilizzazione idropotabile ed industriale, nonché ad adeguare, completare e mantenere le opere di bonifica e di irrigazione già realizzate.

In questa sezione sono contenute le principali informazioni tecniche del Consorzio, quali la strategia di gestione del territorio, il reticolo idrografico in gestione, le principali opere di competenza, i piani e i programmi dell'attività tecnico operative consortile, i cantieri aperti e il resoconto dei più rilevanti interventi per la riduzione del rischio idrogeologico sul territorio.

L'attività tecnica del Consorzio si può suddividere in 5 grandi aree:

- [Manutenzioni programmate](#)
- [Tagli selettivi](#)
- [Manutenzioni incidentali](#)
- [Interventi puntuali](#)
- [Gestione impianti](#)



In verde sono riportati i tratti oggetto di sfalci meccanizzati e manuali della vegetazione.

In arancione sono riportati i tratti dove oggetto di interventi di diradamento e/ di taglio selettivo delle alberature.





# Ecologia fluviale



- **Velocità** della corrente e **portata** determinano le caratteristiche del fiume, in termini di dimensioni e morfologia
- Il corso d'acqua può essere paragonato ad un nastro trasportatore di sedimenti, dalle zone di erosione montana a quelle di deposito del fondo valle
- Un sistema in continuo movimento





# Principi ecologia fluviale



- **Interazioni trasversali** con il territorio circostante
- **Interazioni longitudinali** con la falda

A differenza di altri ecosistemi (lago o bosco), il fiume è un sistema in continuo movimento e variazione da monte verso valle.

I **cicli della materia** non si realizzano in loco ma in una sorta di spirale in continuo movimento dettato dalla corrente



# Importanza dell'ecotono ripario

(zone di confine terra/acqua ricchi in biodiversità)

**Greto:** all'interno dell'alveo di morbida, specie erbacee pioniere

**Fascia perifluviale :** dal limite esterno dell'alveo di morbida, salici e ontani

**Fascia di arbusti e poi fascia arborea :** pioppi, frassini, ontani, olmi.

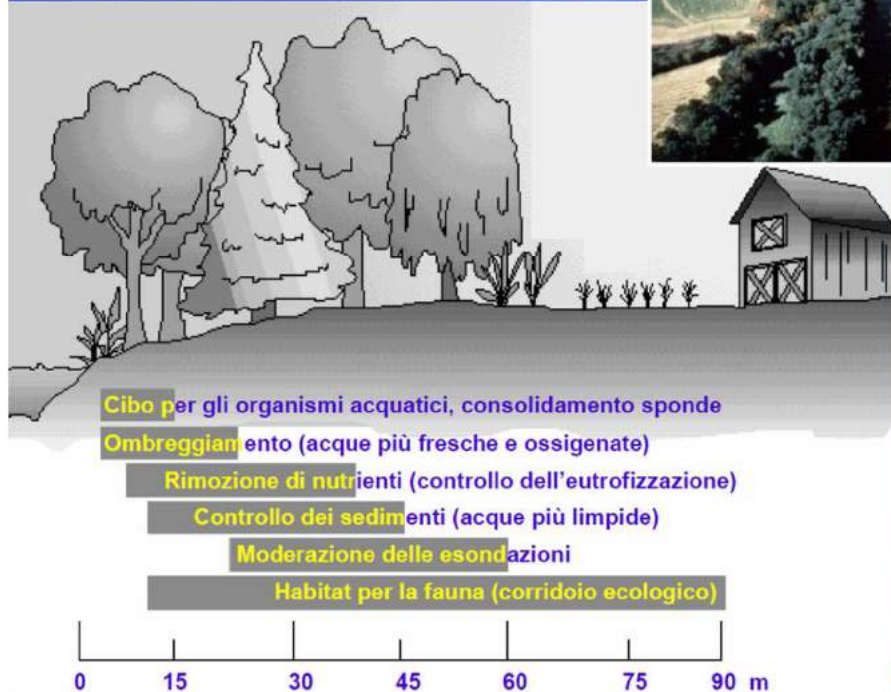


# Funzioni dell'ecotono ripario

- riduzione erosione, con apparati radicali che resistono alle correnti
- trappola per sedimenti
- apporto di materiale organico
- regolazione umidità del suolo, impediscono il rapido deflusso delle acque dopo le piene (**contrasto gestionale direttiva acque e alluvioni**)
- microclima e regolazione termica
- tampone per materia organica – intercettazione e rimozione nutrienti
- habitat: fonte di cibo e rifugio – corridoi ecologico (**contrasto gestionale direttiva acque e alluvioni**)



## Vegetazione riparia



Le fasce di vegetazione riparia non sono un ambiente adiacente al fiume, ma parte integrante dell'ecosistema fluviale.





### **Diversità ambientale favorisce la DIVERSITA' BIOLOGICA**

- contribuisce ad una efficace risposta alle variazioni temporali del carico organico ad una migliore efficienza depurante e alla stabilità del sistema
- elementi morfologici che contribuiscono a mantenere alta la diversità:
- raschi, pozze e meandri (detti anche mesohabitat)
- vegetazione riparia con formazioni di microhabitat

### **POTERE AUTODEPURANTE**

capacità di riportare l'ambiente allo stato di efficienza metabolica caratteristico di quella tipologia

- 1° livello : periphyton (batteri, funghi, microalghe)
  - 2° livello : comunità macrobentonica ben diversificata (sfrutta tutti i tipi di apporti "alimentari")
  - 3° livello : vertebrati animali e vegetali
  - 4° livello : vegetazione riparia integra
- (intercetta acque di dilavamento, favorisce sedimentazione nutrienti e inquinanti, assorbe nutrienti come biomassa, apparato radicale favorisce la denitrificazione)

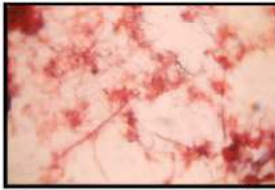


## 1° livello: organismi microscopici

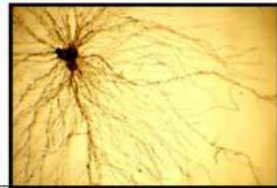


Pellicola  
verdastra  
che riveste i  
ciottoli:  
**periphyton**

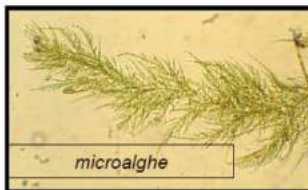
Periphyton



batteri



colonia fungina



microalghe



protozoi

- Il processo di demolizione aerobica può essere considerato una combustione controllata, a bassa temperatura
- Come risultato finale, **tutta la sostanza organica dello scarico viene metabolizzata e mineralizzata in anidride carbonica, acqua, nitrati e fosfati, sostanze che verranno riciclate dalle alghe e da altri vegetali.**
- Questo sottile biofilm scivoloso, color marrone-verdastro, non deve quindi evocare l'idea di una distesa di ciottoli "sporchi", ma di un grandioso, silenzioso e **gratuito sistema depurante.**



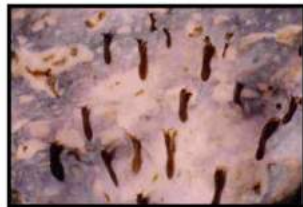
## 2° livello: macroinvertebrati



Predatori (Plecopteri:Perla)



Detritivori (Asellidae)



Disco adesivo (Simulidae)

- Il *periphyton* supporta fisicamente e biologicamente un altro depuratore naturale, rappresentato da invertebrati visibili ad occhio nudo (macroinvertebrati), che funge da acceleratore e regolatore del processo
- I macroinvertebrati, ingerendo una frazione della popolazione batterica, stimolano la moltiplicazione della frazione restante, favorendo il “ringiovanimento” della popolazione microbica e mantenendola così in uno stato di elevata attività metabolica



### 3° livello: Vertebrati



Pesci (Trota fario e temolo)



Anfibi (Bufo)



Avifauna (martin pescatore))

- Ad ogni anello della catena alimentare si ripete il decadimento di materia ed energia –con una riduzione progressiva di circa il 90% della biomassa– che è il “segreto” dell’efficienza della depuratore biologica.
- **In ogni passaggio della catena alimentare viene infatti conservato circa il 10% della biomassa;** il restante 90% viene invece escreto o “respirato”

**L’autodepurazione è un processo attivo, da non confondere con la diluizione passiva degli inquinanti.**





## 4° livello: Vegetazione riparia



Buona fascia riparia



Fascia riparia ridotta



Assenza di vegetazione



- **Controllo del funzionamento fluviale**
  - consolidamento delle sponde
  - creazione e diversificazione habitat
  - controllo del funzionamento trofico: riduzione dell'apporto di nutrienti
  - regolazione temperatura
- **Fascia tampone** (protezione ambiente acquatico)
  - filtro per sedimenti
  - rimozione nutrienti

### Interesse ambientale e sociale

- ecotono, creatore di biodiversità vegetale
- habitat per fauna selvatica (**corridoio ecologico**)
- protezione dalle piene
- funzione ricreativa e paesaggistica



## Due concetti strettamente collegati: biodiversità, diversità ambientale

Strette interconnessioni funzionali tra tutte le componenti ambientali (fisiche, chimiche e biologiche) e, l'eterogeneità del substrato insieme alla diversità ambientale condizionano favorevolmente l'efficienza del processo depurante.

- Canalizzazioni, rettifiche, briglie, difese spondali, risagomature, arginature, sottrazioni idriche, tagli di vegetazione e colture a ridosso delle sponde:
  - DISTRUGGONO la VARIETA' di MICROHABITAT (prerequisito per ospitare comunità animali e vegetali diversificate) e compromettono quindi la capacità autodepurante



**Corsi d'acqua artificializzati**, con morfologia uniforme, hanno:

- bassa capacità di ritenzione,
- bassa diversità e attività biologica,
- bassa capacità autodepurante:

essendo incapaci di riciclare i nutrienti, sono sistemi esportatori, instabili, ridotti al ruolo passivo di trasportatori di materia e perciò inadatti a ricevere carichi inquinanti.

Essi riverseranno il loro carico di nutrienti nel corpo idrico recettore (lago, mare), inducendone l'eutrofizzazione.



## Diversità ambientale







## Fascia perifluviale





## CREAZIONE FASCE TAMPONE LUNGO FIUMI E CANALI

### b) Schema progettuale

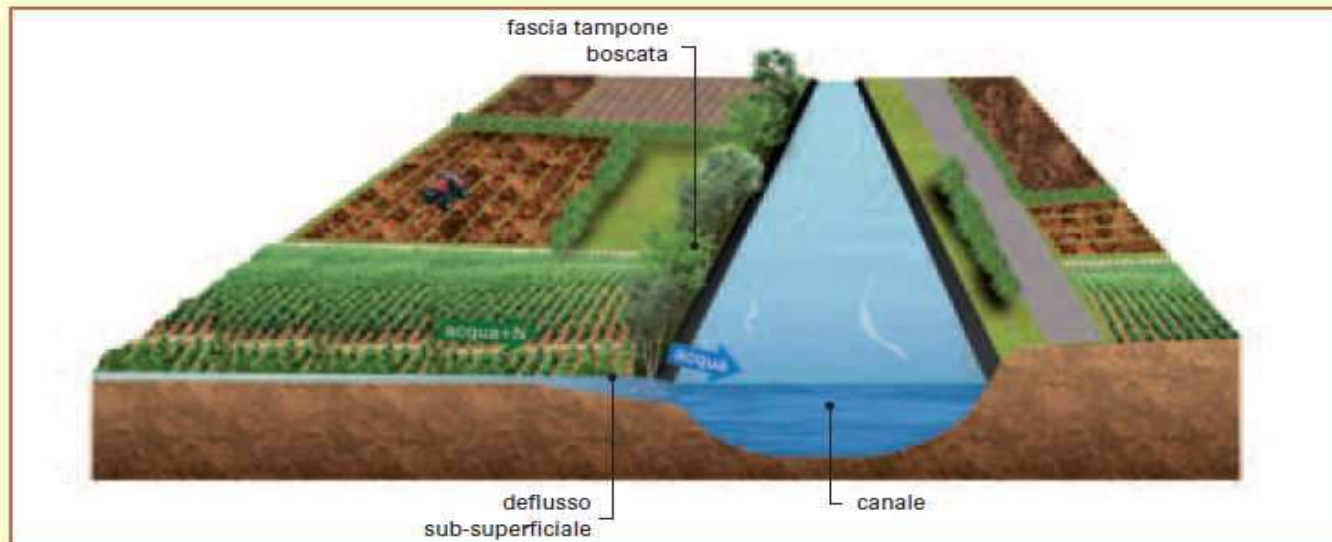


Figura 3.1 – Schema progettuale di una fascia tampone per il trattamento dei carichi di azoto (N) veicolati tramite deflusso sub-superficiale.



Progetto LIFE RINASCE – Consorzio di Bonifica dell'Emilia Centrale  
Riqualificazione idraulica e ambientale del Collettore Alfieri (Gualtieri, RE)  
situazione pre-intervento

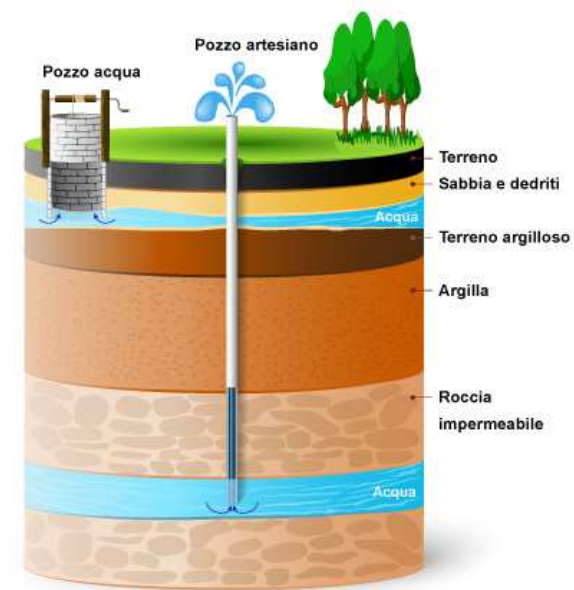


Collettore Alfieri – stato attuale (estate 2018)





# Aree di salvaguardia delle acque superficiali e sotterranee destinate al consumo umano







Lago di Chiusi



Lago Bilancino



Acquifero del Luco



Per conservare le caratteristiche qualitative delle acque destinate al consumo umano, il **decreto legislativo 152/2006 stabilisce che le regioni individuino le aree di salvaguardia distinte in zone di tutela assoluta e zone di rispetto, nonché le zone di protezione**, all'interno dei bacini imbriferi e delle aree di ricarica della falda.

La **zona di tutela assoluta** è costituita dall'area immediatamente circostante le captazioni o derivazioni e deve:

- avere un'estensione di almeno dieci metri di raggio dal punto di captazione
- essere adeguatamente protetta
- essere adibita esclusivamente a opere di captazione e infrastrutture di servizio.



La **zona di rispetto** è costituita dalla porzione di territorio circostante la zona di tutela assoluta da sottoporre a vincoli e destinazioni d'uso tali da tutelare qualitativamente e quantitativamente la risorsa idrica captata; può essere suddivisa in zona di rispetto ristretta e zona di rispetto allargata, in relazione alla tipologia dell'opera di presa o captazione e alla situazione locale di vulnerabilità e rischio per la risorsa.

In particolare, nella zona di rispetto sono vietati:

- la dispersione di fanghi e acque reflue, anche se depurati;
- l'accumulo di concimi chimici, fertilizzanti o pesticidi;
- lo spandimento di concimi chimici, fertilizzanti o pesticidi, salvo che l'impiego di tali sostanze sia effettuato sulla base delle indicazioni di uno specifico piano di utilizzazione che tenga conto della natura dei suoli, delle colture compatibili, delle tecniche agronomiche impiegate e della vulnerabilità delle risorse idriche;
- la dispersione nel sottosuolo di acque meteoriche proveniente da piazzali e strade;
- le aree cimiteriali;
- l'apertura di cave che possono essere in connessione con la falda;
- l'apertura di pozzi, ad eccezione di quelli che estraggono acque destinate al consumo umano;
- la gestione di rifiuti;
- lo stoccaggio di sostanze chimiche pericolose e sostanze radioattive;
- i centri di raccolta, demolizione e rottamazione di autoveicoli;
- i pozzi perdenti;
- il pascolo e la stabulazione di bestiame.



Le **zone di protezione** devono essere delimitate dalle regioni e delle province autonome per assicurare la protezione del patrimonio idrico. Possono essere adottate misure relative alla destinazione del territorio interessato, alle limitazioni e prescrizioni per gli insediamenti civili, produttivi, turistici, agro-forestali e zootecnici da inserirsi negli strumenti urbanistici territoriali.

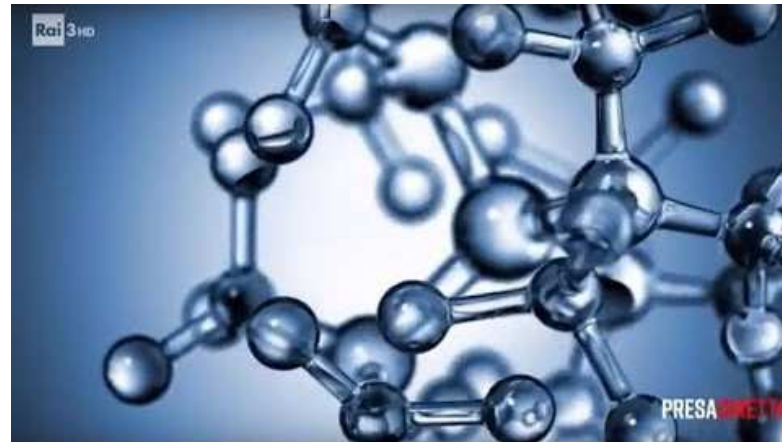
Ai fini della protezione delle acque sotterranee, le regioni e le province autonome individuano e disciplinano, all'interno delle zone di protezione, le aree:

- di ricarica della falda;
- emergenze naturali e artificiali della falda;
- zone di riserva.





VIDEO EDUCATIVO, 3 MIN



PFAS - IL VELENO INVISIBILE - PRESADIRETTA 02/09/2019, 12'

# Normativa relativa alla gestione delle risorse idriche



Dati su Acqua e guerra, 1,4 minuti



Altroconsumo acqua pubblica e bottiglie, 1,4 minuti



Superquark acqua potabile analisi e kit, 6 minuti

# Normativa relativa alla gestione delle risorse idriche



## La tutela della risorsa acqua in Europa

Anno 2000

La protezione degli ecosistemi acquatici è al centro della [Direttiva Quadro sulle Acque](#) - 2000/60/CE - (DQA) che per la prima volta ha istituito un quadro per un approccio globale volto alla salvaguardia delle acque superficiali interne, di transizione, costiere e sotterranee. Essa rappresenta la base giuridica per la protezione e la gestione delle acque in tutta l'Unione europea. La Direttiva stabilisce che gli Stati membri devono prima identificare e analizzare le acque europee per ogni singolo **bacino e distretto idrografico** per poi adottare **Piani di gestione (PdG)** e **Programmi di misure** di protezione adeguati.



Questi gli obiettivi della DQA che si inseriscono nel contesto più ampio della politica ambientale europea:

- proteggere e impedire l'ulteriore deterioramento degli ecosistemi acquatici e terrestri nonché delle zone umide da essi dipendenti sotto il profilo del fabbisogno idrico;
- agevolare un utilizzo sostenibile fondato sulla protezione a lungo termine delle risorse idriche disponibili;
- introdurre misure specifiche per la graduale riduzione ed eliminazione degli scarichi, delle emissioni e delle perdite di sostanze pericolose prioritarie nell'ambiente acquatico;
- ridurre gradualmente e in modo significativo l'inquinamento delle acque sotterranee;
- mitigare gli effetti delle inondazioni e della siccità;
- garantire una fornitura sufficiente di acque superficiali e sotterranee di buona qualità per un utilizzo idrico sostenibile, equilibrato ed equo;
- proteggere le acque territoriali e marine;
- realizzare gli obiettivi degli accordi internazionali in materia.





Anno 2012

Al fine di centrare gli obiettivi individuati dalla Direttiva Quadro, la Commissione europea nel 2012 ha adottato il [Piano di salvaguardia delle risorse idriche europee](#) più conosciuto come **Water Blueprint**.

Il *Water Blueprint* è il documento politico più importante in materia di gestione dell'acqua dopo la Direttiva del 2000. È stato concepito come lo strumento chiave per delineare la base programmatica delle scelte dell'UE riguardo le problematiche dell'acqua in Europa fino al 2030. Ha, inoltre, la funzione di organizzare in maniera più adeguata le modalità di cooperazione europea tra gli Stati e tutti i portatori d'interesse.



## Anno 2018

Rispetto al primo ciclo (2009-2015) di attuazione della Direttiva Quadro sulle Acque, sono stati registrati miglioramenti dello stato soltanto per un numero limitato di corpi idrici. Tra le possibili cause individuate dalla CE: l'identificazione tardiva delle pressioni; il maggior tempo necessario per la definizione di misure politiche efficaci; un'introduzione lenta delle misure; il tempo di reazione della natura prima che le misure prendano effetto. Un'altra possibile causa viene attribuita alla definizione di *standard* di qualità più elevati e a un miglioramento del monitoraggio e della comunicazione per mezzo dei quali lo status di corpi idrici precedentemente ritenuto "sconosciuto" è ora ritenuto "insoddisfacente".

La Relazione sullo stato delle acque redatta da parte dell'Agenzia Europea dell'Ambiente (AEA), pubblicata nel luglio 2018, delinea un quadro dettagliato sullo stato dei corpi idrici in Europa: il 74% dei corpi idrici sotterranei presentano un buono stato chimico e l'89% un buono stato quantitativo.

Purtroppo, si evidenzia una situazione meno incoraggiante dello stato delle acque superficiali.

Solo il 38% dei corpi idrici superficiali risulta infatti caratterizzato da un buono stato chimico; mentre il 40 % risulta in buono stato o un buon potenziale ecologico.



Anno 2020

Il 25 maggio 2020 è stato adottato da parte del Parlamento Europeo e dal Consiglio, il [Regolamento \(UE\) 2020/741](#) sul riutilizzo delle acque affinate in agricoltura, che stabilisce le **prescrizioni minime** applicabili alla qualità dell'acqua e al relativo monitoraggio, nonché disposizioni sulla gestione dei rischi e sull'utilizzo sicuro delle acque affinate nel quadro di una gestione integrata delle risorse idriche.

Il Regolamento si applicherà a decorrere **dal 26/06/2023**, ogni volta che le **acque reflue urbane trattate sono riutilizzate a fini irrigui in agricoltura**, in conformità dell'articolo 12, paragrafo 1, della Direttiva [91/271/CEE](#) concernente il trattamento delle acque reflue urbane.



Il principale obiettivo è quello di garantire la sicurezza delle acque affinate, al fine di assicurare un elevato livello di protezione dell'ambiente e della salute umana e animale, promuovere l'economia circolare, favorire l'adattamento ai cambiamenti climatici e contribuire al perseguimento degli obiettivi della [Direttiva 2000/60/CE](#) (Direttiva Quadro sulle Acque).

Il Regolamento, in vigore dal prossimo 26 giugno, definisce i seguenti aspetti:

- gli obblighi del gestore degli impianti di affinamento;
  - i criteri di gestione dei rischi connessi al riutilizzo dell'acqua;
  - gli obblighi concernenti il permesso per quanto riguarda le acque affinate;
  - le modalità di verifica della conformità rispetto alle condizioni indicate nel permesso;
  - le informazioni al pubblico e quelle relative al controllo dell'attuazione;
  - l'esercizio della delega;
- le sanzioni.



# La tutela della risorsa acqua in Italia

Anno 1994

Il primo grande processo di riorganizzazione del sistema idrico italiano è stato avviato dalla legge 36 del 1994, conosciuta come [Legge Galli](#). La normativa ha istituito Ambiti Territoriali Ottimali (ATO) e Autorità d'Ambito per ciascun ATO e ha introdotto un unico soggetto per gestire l'insieme dei servizi pubblici di captazione, adduzione e distribuzione dell'acqua ad usi civili, di fognatura e depurazione delle acque reflue.

Anno 2006

La Direttiva sulle acque è stata recepita nella normativa nazionale tramite l'articolo 117 del Decreto Legislativo del 3 aprile 2006 n.152 (D.Lgs 152/06) anche definito *Testo Unico delle norme in materia ambientale*, in quanto raccoglie ed integra l'intero panorama normativo in materia.

La Parte Terza del D.Lgs 152/06 disciplina la tutela delle acque dall'inquinamento e la gestione delle risorse idriche e introduce norme in materia di difesa del suolo e di lotta alla desertificazione.





Il Decreto 152/2006, inoltre, prevede l'obbligo, per le Regioni, di redigere un Piano di Tutela delle Acque (PTA) del proprio territorio i cui contenuti sono coincidenti con quelli del Piano di gestione.

Il Piano comprende l'insieme delle misure necessarie alla tutela qualitativa e quantitativa dei sistemi idrici, a scala regionale e di bacino idrografico.

I due principali obiettivi sono:

- il mantenimento dell'equilibrio idrico tra disponibilità e prelievi
- la stima della qualità dei corpi idrici attraverso l'intensificazione del monitoraggio con conseguente definizione degli interventi da mettere in campo nel caso di valori negativi.



Nella [relazione di riesame dell'attuazione delle politiche ambientali \(EIR\) del 2019](#), si evidenzia come le pressioni più significative sui corpi idrici superficiali in Italia derivano dal diffuso inquinamento proveniente dall'agricoltura (37%) e dalle acque reflue urbane (20%). Per i corpi sotterranei, le pressioni più significative sono causate dal diffuso inquinamento generato dall'agricoltura (30%), così come dall'estrazione o dalla deviazione dei flussi (19%). L'inquinamento organico, chimico e da nutrienti genera gli impatti più significativi sui corpi idrici superficiali (25-26%). Per le acque sotterranee, gli impatti più significativi derivano dall'inquinamento generato da sostanze chimiche (34 %), da nutrienti (29%) e da processi di estrazione che superano le soglie consentite per le risorse idriche sotterranee (26%).



D.Lgs 152/06, che recepisce la direttiva EU 2000/60, supera il concetto del rispetto dei limiti tabellari (legge Merli) e il fiume viene considerato nella sua interezza e definito da un punto di vista **ecologico**

#### **Direttiva Quadro (art. 1)**

- **Impedire un ulteriore deterioramento**, proteggere e migliorare lo stato degli ecosistemi acquatici
- Sostenere un **utilizzo idrico basato sulla protezione a lungo termine** delle risorse idriche disponibili;
- Mirare alla **graduale riduzione degli scarichi** delle sostanze prioritarie, ed alla graduale eliminazione degli scarichi delle sostanze pericolose prioritarie;
- **Ridurre l'inquinamento delle acque sotterranee**;
- Contribuire a mitigare gli effetti delle inondazioni e delle **siccità**.

#### **D.Lgs. 152/06 (art.1)**

- Mantenere la capacità naturale di **autodepurazione** dei corpi idrici nonché la capacità di sostenere comunità animali e vegetali ampie e ben diversificate
- Perseguire **usi sostenibili** e durevoli delle risorse idriche con priorità per quelle potabili
- Prevenire e ridurre l'inquinamento e attuare il **risanamento** dei corpi idrici inquinati
- Conseguire il **miglioramento dello stato delle acque** ed adeguate protezioni di quelle destinate a particolari usi

# La tutela della risorsa acqua in Toscana



Anno 2006

La Regione Toscana, in attuazione al Dlgs. 152/2006, ha normato la tutela della risorsa acqua con l'emanazione della [Legge regionale 31 maggio 2006, n. 20 Norme per la tutela delle acque dall'inquinamento](#) e con il successivo [Regolamento 8 settembre 2008, n. 46/R Regolamento di attuazione della legge regionale 31 maggio 2006, n. 20 \(Norme per la tutela delle acque dall'inquinamento\)](#).

Anno 2015

Con [Legge Regionale n. 80 del 28.12.2015](#) " **Norme in materia di difesa del suolo, tutela delle risorse idriche e tutela della costa e degli abitati costieri**" è stato rinnovato il sistema delle competenze nelle specifiche materie della difesa del suolo, della tutela delle risorse idriche, della costa e degli abitati costieri e con successivo [DPGR 16 agosto 2016 N. 61/R](#), " **Regolamento di attuazione dell'articolo 11, commi 1 e 2, della legge regionale 28 dicembre 2015, n. 80 recante disposizioni per l'utilizzo razionale della risorsa idrica e per la disciplina dei procedimenti di rilascio dei titoli concessori e autorizzatori per l'uso di acqua.**" sono state emanate le disposizioni per l'utilizzo razionale della risorsa idrica nonché la disciplina dei procedimenti per il rilascio di concessioni ed altri titoli abilitativi per l'uso di acqua (attingimento e pozzi). Le funzioni in materia sono svolte dai settori regionali del genio civile.



Anno 2018

Regolamento 11 gennaio 2018, n. 3/R, **Modifiche al regolamento emanato con decreto del Presidente della Giunta regionale 8 settembre 2008, n. 46/R** (Regolamento di attuazione della legge regionale 31 maggio 2006, n. 20 “Norme per la tutela delle acque dall'inquinamento”).

In sintesi il regolamento aggiorna e norma :

Art. 8 Disposizioni per il riutilizzo delle acque reflue urbane ed industriali.

Art. 9 Autorizzazioni allo scarico non in pubblica fognatura di acque reflue domestiche

Art. 18 Modalità di trasporto degli effluenti di allevamento, delle acque reflue agroalimentari e del digestato.

Art. 19 Criteri generali per l'utilizzazione agronomica degli effluenti di allevamento e del digestato

Art. 20 Divieti di utilizzazione agronomica dei letami.

Art. 21 Divieti di utilizzazione agronomica dei liquami.

Art. 22 Trattamento degli effluenti di allevamento e del digestato.

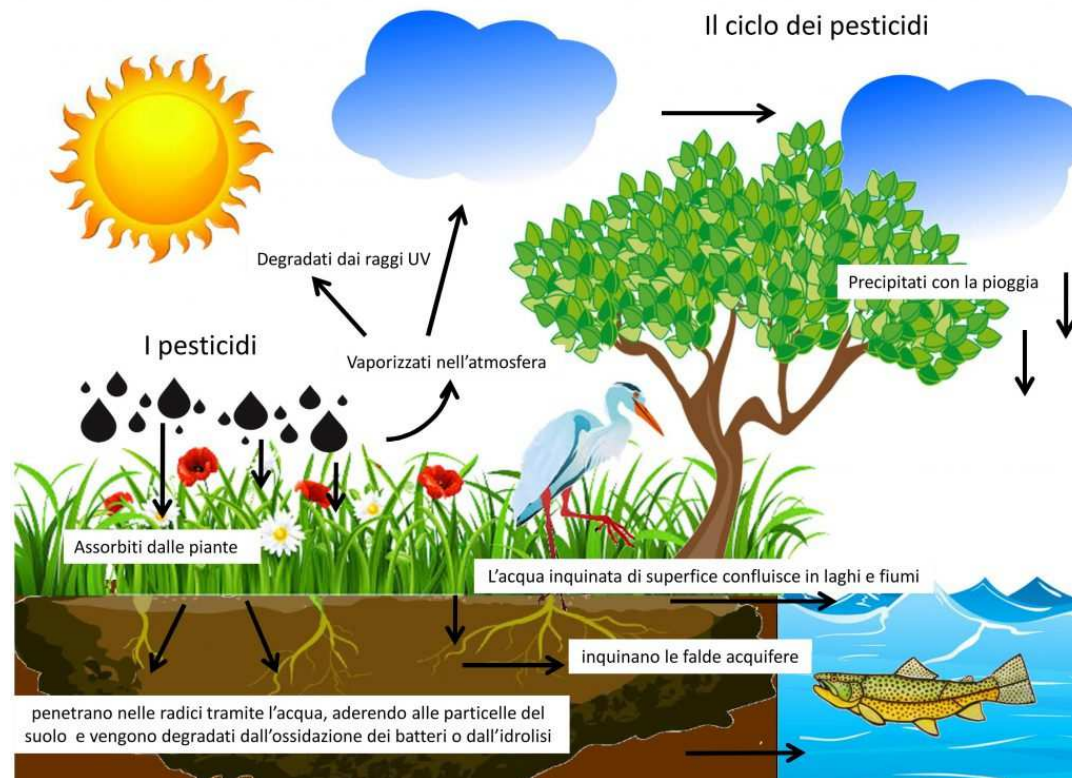
Art. 23 Caratteristiche dello stoccaggio e dell'accumulo degli effluenti di allevamento e del digestato.

Art. 24 Accumulo temporaneo di letami.

Art. 25 Criteri generali per l'utilizzazione agronomica delle acque reflue agroalimentari .

Art. 26 Comunicazione ai fini dell'utilizzazione agronomica degli effluenti di allevamento, delle acque reflue agroalimentari e del digestato.





## Stati ecologico e chimico dei fiumi

### BACINO OMBRONE

Sottobacino	Corpo idrico	Comune	Provincia	Codice	Stato ecologico		Stato chimico			
					Triennio 2016-2018	Anno 2019	Triennio 2016-2018	Biota <sup>1</sup>	Anno 2019	Biota <sup>1</sup> 2019
BRUNA	Bruna monte	Gavorrano	GR	MAS-048	●	●	●	◦	●	n.c.
	Bruna medio	Gavorrano	GR	MAS-049	●	●	●	◦	●	n.c.
	Follonica	Roccastrada	GR	MAS-2014	●	●	n.c.	◦	●	n.c.
	Fossa	Roccastrada	GR	MAS-2015	●	●	●	◦	●	n.c.
	Sovata	Gavorrano	GR	MAS-456	●	●	●	◦	●	n.c.
	Carsia	Gavorrano	GR	MAS-545	●	●	●	◦	●	n.c.
GRETANO	Gretano	Civitella Paganico	GR	MAS-045	●	●	●	◦	●	n.c.
	Lanzo	Civitella Paganico	GR	MAS-888	●	●	●	◦	●	n.c.
OMBRONE OMBRONE	Ombrone Grossetano	Cinigiano	GR	MAS-034	●	n.c.	●	◦	n.c.	n.c.
	Ombrone Grossetano	Grosseto	GR	MAS-036	●	●	●	●	●	●
	Melacciole	Campagnatico	GR	MAS-046	●	●	●	◦	●	n.c.
ORBETELLO BURANO	Fosso del Chiarone	Capalbio	GR	MAS-2019	●	●	●	◦	●	n.c.
	Fosso del Melone monte	Capalbio	GR	MAS-547	●	●	●	◦	●	n.c.
ORCIA	Trasubbie	Scansano	GR	MAS-047	●	n.c.	●	◦	n.c.	n.c.
	Ribusieri	Cinigiano	GR	MAS-550	●	n.c.	n.c.	◦	n.c.	n.c.
	Vivo	Seggiano	GR	MAS-864	●	●	●	●	●	n.c.
	Ente	Castel del Piano	GR	MAS-887	●	n.c.	●	◦	n.c.	n.c.

#### STATO ECOLOGICO

● Cattivo ● Scarso ● Sufficiente ● Buono ● Elevato

n.c.: non calcolato

#### STATO CHIMICO

● Buono ● Non buono

◦ Sperimentazione non effettuata





## BACINO TOSCANA COSTA

Sottobacino	Corpo idrico	Comune	Provincia	Codice	Stato ecologico		Stato chimico			
					Triennio 2016-2018	Anno 2019	Triennio 2016-2018	Biota <sup>1</sup> 2017-2018	Anno 2019	Biota <sup>1</sup> 2019
CORNIA	Cornia monte	Monterotondo Marittimo	GR	MAS-077	●	n.c.	●	◦	n.c.	n.c.
	Milia valle	Monterotondo Marittimo	GR	MAS-080	●	●	●	◦	●	n.c.
	Torrente del Ritorto	Massa Marittima	GR	MAS-960	●	●	●	◦	●	n.c.
PECORA	Allacciante di Scarlino	Scarlino	GR	MAS-529	●	●	●	◦	●	n.c.
	Pecora monte	Scarlino	GR	MAS-530	●	n.c.	●	◦	n.c.	n.c.
	Pecora valle	Follonica	GR	MAS-085	●	●	●	◦	●	n.c.

nel biota (pesce).

### STATO ECOLOGICO

● Cattivo ● Scarso ● Sufficiente ● Buono ● Elevato

n.c.: non calcolato

### STATO CHIMICO

● Buono ● Non buono

◦ Sperimentazione non effettuata



## Stati ecologico e chimico delle acque di transizione

Provincia	Corpo idrico	Codice	Stato ecologico		Stato chimico		
			Triennio 2016-2018	Anno 2019	Triennio 2016-2018	Anno 2019	Biota 2019
GR	Ombrone Foce	MAS-037	●	●	●	●	●
GR	Bruna - Foce Ponti di Badia	MAS-050	●	●	●	●	-
GR	Diaccia Botrona - Padule	MAS-052	●	●	●	●	-
GR	Burano - Interno Lago	MAS-057	●	●	●	●	●
GR	Orbetello - Laguna Levante	MAS-088	●	●	●	●	●
GR	Orbetello - Laguna Ponente	MAS-089	●	●	●	●	●
GR	Emissario di San Rocco	MAS-548	●	●	●	●	-

### STATO ECOLOGICO

● Cattivo ● Scarso ● Sufficiente ● Buono ● Elevato

n.c.: non calcolato

### STATO CHIMICO

● Buono ● Non buono

○ Sperimentazione non effettuata



## Qualità delle acque sotterranee

CORPO IDRICO	CODICE	STATO CHIMICO	PARAMETRI*
PIANURA DELL'ALBEGNA	31OM020	SCARSO	boro, cloruro, conduttività (a 20°C)
MACIGNO DELLA TOSCANA SUD-OCCIDENTALE	99MM940	SCARSO	ferro, manganese
PIANURA DI GROSSETO	31OM010	BUONO scarso localmente	triclorometano
AMIATA	99MM020	BUONO fondo naturale	arsenico, ferro, manganese
PIANURA DI FOLLONICA	32CT040	BUONO fondo naturale	arsenico

**Nota:** \* Parametri che superano lo standard di qualità ambientale (SQA) e i valori di soglia (VS) di cui al D.Lgs 30/2005 o concentrazioni massime ammissibili (CMA) di cui al D. Lgs 31/2001 per corpi idrici ad uso potabile





## Acque marino costiere - Stato ecologico e stato chimico dei corpi idrici - anno 2019

Corpo idrico	STATO ECOLOGICO	STATO CHIMICO
	Anno 2019	Anno 2019
Costa Follonica	●	●
Costa Punt'Ala	●	●
Costa Ombrone	●	●
Costa dell'Uccellina	●	●
Costa Albenga	●	●
Costa dell'Argentario	●	●
Costa Burano	●	●
Arcipelago - Isole minori	●	●

Classificazione stato ecologico

● Elevato ● Buono ● Sufficiente ● Scarso ● Cattivo

Classificazione stato chimico

● Buono ● Mancato conseguimento dello stato "Buono"



## Acque marino-costiere - Corpi idrici con valori superiori ai limiti nel biota\* - anno 2019

Corpo idrico	Specie monitorata	Livello trofico	µg/kg peso secco (normalizzato)	µg/kg peso fresco	µg/kg lipide (normalizzato)	µg/kg peso secco (normalizzato)
			Mercurio (Hg)	Diossine, furani e policlorobifenili diossina simili (PCDF+PCDD+PCB-DL)	Esaclorobenzene (HCB)	Acido perfluoroottansolfonico (PFOS)
Costa Follonica	<i>Chelon auratus</i>	3	●	○	○	○
Costa Punt'Ala	<i>Chelon auratus</i>	3	●	○	○	●
Costa Ombrone	<i>Chelon ramada</i>	2	●	○	○	●
Costa dell'Uccellina	<i>Chelon ramada</i>	3	●	○	●	●
Costa Albegna	<i>Chelon ramada</i>	2	●	○	○	●
Costa dell'Argentario	<i>Chelon ramada</i>	2	●	○	○	●
Costa Burano	<i>Chelon ramada</i>	2	●	○	○	○
Arcipelago – Isole minori	<i>Serranus scriba</i>	4	●	○	○	○

\* Con il D.Lgs 172/15 la classificazione dei corpi idrici viene effettuata sulla matrice acqua e sulla matrice biota.



## Acque marino costiere - Stato chimico, sedimenti - anno 2019

CORPO IDRICO	STAZIONE	mg/kg ss				
		As	Cr tot	Cd	Pb	Hg
Costa Follonica	Carbonifera	22*	57	0,1	21	0,30
Costa Punt'Ala	Foce Bruna	18*	51	0,1	15	0,24
Costa Ombrone	Foce Ombrone	9	50	0,2	10	0,13
Costa dell'Uccellina	Cala di Forno	18*	53	0,1	14	0,31
Costa Albenga	Foce Albegna	18*	53	0,1	14	0,70*
Costa dell'Argentario	Porto Santo Stefano	23*	56	0,2	22	0,74*
Costa Burano	Ansedonia	27*	30	< 0,1	23	0,88*
Arcipelago - Isole minori	Giglio	13	35	0,1	30	0,14

Limiti di legge(D.Lgs 152/06)

mg/kg ss					
As	Cr tot	Cd	Pb	Hg	NI (*)
12	50	0,3	30	0,3	30

Limiti con tolleranza di legge (20%)

mg/kg ss					
As	Cr tot	Cd	Pb	Hg	NI (*)
14,4	60	0,36	36	0,36	36

# Piano di Tutela delle Acque della Toscana (PTA)



Il Piano di Tutela delle Acque della Toscana (PTA), previsto dall' art.121 del D.Lgs n.152/2006 "*Norme in materia ambientale*" è lo strumento per il raggiungimento degli obiettivi di qualità dei corpi idrici superficiali e sotterranei e la protezione e valorizzazione delle risorse idriche.

**La Regione Toscana ha identificato 3 aree da tutelare:**

- le aree sensibili,
- le zone vulnerabili da nitrati provenienti da fonti agricole
- le aree di salvaguardia delle acque superficiali e sotterranee destinate al consumo umano

Tali aree sono state identificate secondo i termini dettati dalle direttive 91/271/CEE e 91/676/CEE, come recepite dalla normativa nazionale ed attuate in forma definitiva, prima dal D. Lgs. 152/99 e attualmente dal D.Lgs. 152/06.



### Aree sensibili

Consistono in un sistema idrico classificabile in uno dei seguenti gruppi:

- laghi naturali, altre acque dolci, estuari e acque del litorale già eutrofizzati, o probabilmente esposti a prossima eutrofizzazione, in assenza di interventi protettivi specifici;
- acque dolci superficiali destinate alla produzione di acqua potabile che potrebbero contenere, in assenza di interventi, una concentrazione di nitrato superiore a 50 mg/L;
- aree che necessitano, per gli scarichi afferenti, di un trattamento supplementare al trattamento secondario.

### Zone vulnerabili da nitrati di origine agricola

- zone di territorio che scaricano direttamente o indirettamente composti azotati di origine agricola o zootecnica in acque già inquinate o che potrebbero esserlo in conseguenza di tali tipi di scarichi.

### Aree di salvaguardia delle acque superficiali e sotterranee destinate al consumo umano

- aree individuate dalle regioni, su proposta delle Autorità d'ambito, per mantenere e migliorare le caratteristiche qualitative delle acque superficiali e sotterranee destinate al consumo umano, erogate a terzi mediante impianto di pubblico acquedotto che riveste carattere di pubblico interesse, nonché per la tutela dello stato delle risorse.





### Aree sensibili

In ottemperanza al disposto dell'art.91 del D.Lgs. 152/06 (già art. 18 del D.Lgs. 152/99) la Regione Toscana ha identificato sul proprio territorio a partire dalla delibera di Consiglio Regionale n. 170 dell' 8 ottobre 2003 alcune aree sensibili. Sulla base delle proposte della Giunta, il Consiglio Regionale ha deliberato ad oggi sei aree sensibili.

- Padule di Bolgheri nel bacino regionale del Toscana Costa (Delibera di Consiglio Regionale n. 170/2003)
- Zona circostante al Lago di Massaciuccoli nel bacino del fiume Serchio (Delibera di Consiglio Regionale n. 172/2003)
- Area sensibile del bacino dell'Arno (Delibera di Consiglio Regionale n. 6/2005)
- Padule della Diaccia Botrona nel bacino regionale dell'Ombrone (Delibera di Consiglio Regionale n. 171/2003)
- Lago di Burano nel bacino regionale dell'Ombrone (Delibera di Consiglio Regionale n. 171/2003)
- Laguna di Orbetello nel bacino regionale dell'Ombrone (Delibera di Consiglio Regionale n. 171/2003)



## Zone vulnerabili

- Zona circostante al Lago di Massaciuccoli nel bacino del fiume Serchio (Delibera di Consiglio Regionale n.170/2003 - Delibera di Giunta Regionale n.322/2006 - Delibera di Giunta Regionale n. 522/2007 - Delibera di Giunta Regionale n.522/2007 errata corrige)
- Zona del canale Maestro della Chiana nel bacino nazionale del fiume Arno (Delibera del Consiglio Regionale n.3/2007 - Delibera di Giunta Regionale n.521/2007)
- Zona costiera tra San Vincenzo e la fossa Calda nel bacino regionale del Toscana Costa (Delibera del Consiglio Regionale n.3/2007 - Delibera di Giunta Regionale n.520/2007)
- Zona costiera della laguna di Orbetello e del lago di Burano nel bacino regionale dell'ombrone (Delibera del Consiglio Regionale n.3/2007 - Delibera di Giunta Regionale n. 522/2007 - Delibera di Giunta Regionale n.522/2007 errata corrige)
- Zona costiera tra Rosignano Marittimo e Castagneto Carducci nel bacino regionale del Toscana Costa (Delibera del Consiglio Regionale n.3/2007 - Delibera di Giunta Regionale n.321/2006 - Delibera del Consiglio Regionale n.520/2007)



### Aree di salvaguardia

In ottemperanza al disposto dell'art. 94 del D.Lgs. 152/06 le regioni, su proposta delle Autorità di Ambito (ATO), individuano le aree di salvaguardia delle acque superficiali e delle acque sotterranee destinate al consumo umano distinte in zona di tutela assoluta e zone di rispetto.

- Area di salvaguardia Campo pozzi del Luco nel Comune di Sovicille (Delibera di Consiglio Regionale n. 343/1999)



ACQUA – MISURE AGROAMBIENTALI PER LA MITIGAZIONE E ADATTAMENTO AI CAMBIAMENTI CLIMATICI



ACQUA – MISURE AGROAMBIENTALI PER LA MITIGAZIONE E ADATTAMENTO AI CAMBIAMENTI CLIMATICI

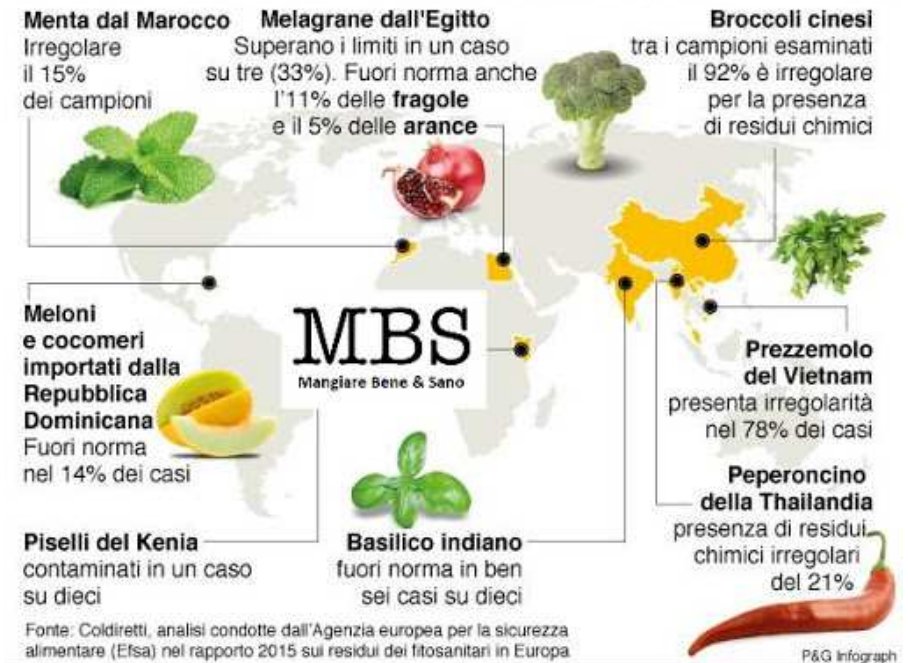




PRESENZA DI GLIFOSATO E DEL SUO METABOLITA "AMPA"		
	(MG/KG)	FORMATO
	0.184	Semola Rimacinata
	0.167	Semola Rimacinata
	0.152	Semola Rimacinata
	0.143	Semola Rimacinata
	0.142	Semola Rimacinata
	0.123	Semola Rimacinata
	0.112	Semola Rimacinata
	0.104	Semola Rimacinata
	0.098	Semola Rimacinata
	0.092	Semola Rimacinata
	0.089	Semola Rimacinata
	0.075	Semola Rimacinata
	0.029	Semola Rimacinata
	0.017	Semola Rimacinata

Fonte: Laboratorio Certificato Accredia  
Test GranoSalus del 28.10.17

## LA "LISTA NERA" DEI CIBI CONTAMINATI





Padule Fucecchio



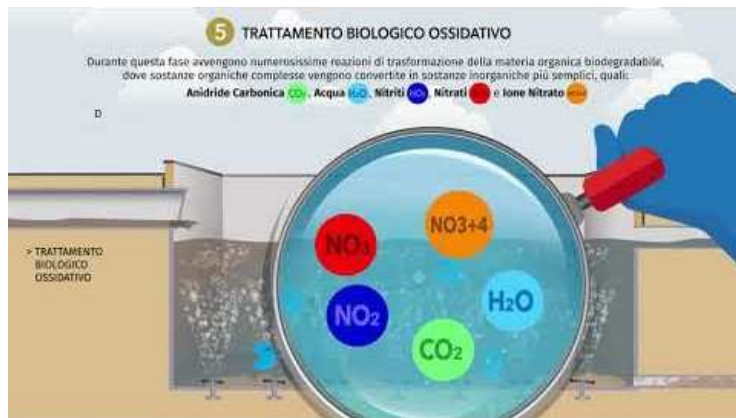
Padule di Castiglione Pescaia





ACQUA – MISURE AGROAMBIENTALI PER LA MITIGAZIONE E ADATTAMENTO AI CAMBIAMENTI CLIMATICI

# GLI IMPIANTI DI DEPURAZIONE DELLE ACQUE REFLUE



SCHEMA FUNZIONALE, DURATA 9 MIN



IMPIANTO SAN COLOMBANO SCANDICCI, DURATA 7 MIN



La depurazione acque meccanica e biologica  
Trentino, 25 min  
<https://youtu.be/6qhIBdT0B-E>





## Le macrofite nei sistemi di fitodepurazione

### Flusso sommerso



- Macrofite radicate emergenti (elofite)
- Parziale sommersione del fusto, foglie e fiori emergenti dall'acqua.
- Suoli parzialmente o completamente saturi.

Nome	Descrizione	Aspetto
<b>Mazzasorda</b> <i>(Typha minima)</i>	Specie erbacea alta 30 - 80 cm. Foglie lineari, canalicolate, lunghe e strette (1-3 mm). Fioritura maggio-giugno.	

Da ISPRA, 2012







### La riduzione dell'azoto di origine zootecnica

**artec**  
AMBIENTE

## IMPIANTO SPERIMENTALE DI FITODEPURAZIONE A FLUSSO ORIZZONTALE PER IL TRATTAMENTO DI REFLUI SUINI

Allevamento Master sas  
Società Agricola

**ALLEVAMENTO**

**IMPIANTO DI SCOMPOSIZIONE**

**IMPIANTO DI BIODIGESTIONE**

**SEPARATO SOLIDO**

**SEPARATO LIQUIDO**

**FITODEPURAZIONE A FLUSSO ORIZZONTALE**

PRISMA PER IME E CALLE  
FILTRO  
GHIAIA  
POZZETTO DI CONTROLLO  
INIBESBO  
LAVANDINO ALLEVAMENTO  
RIFIUTIZZO  
IRRIGAZIONI  
STOCAGGIO ACQUA DA RIUTILIZZARE

**COME FUNZIONA IL SISTEMA**

Gli impianti di fitodepurazione riproducono le condizioni naturali di depurazione che avvengono nelle zone umide e negli ecosistemi acquatici dove le piante palustri assorbono gli elementi nutritivi presenti nelle acque. L'impianto realizzato depura i reflui suini previa separazione solido-liquida ed è costituito da una vasca riempita di ghiaia e piantumata con delle specie vegetali capaci di assorbire gli inquinanti presenti nelle acque reflue (in particolare azoto e fosforo). Le radici delle piante, infatti, si nutrono degli inquinanti presenti nel refluo, apportando ad esso l'ossigeno necessario per i processi di depurazione. Questi sistemi di depurazione vengono realizzati da più di 50 anni per la depurazione di reflui civili e di attività agro-industriali. In tutti i continenti del mondo e sono affidabili anche in differenti condizioni climatiche di utilizzo. Tra i vantaggi ambientali che si hanno realizzando impianti di fitodepurazione si ricorda: l'assenza o il limitato uso di pompe ed energia, l'assenza di reagenti chimici, la facilità di manutenzione e la possibilità di riutilizzare le acque depurate per molteplici usi (irrigazione, lavaggio superfici, ecc).

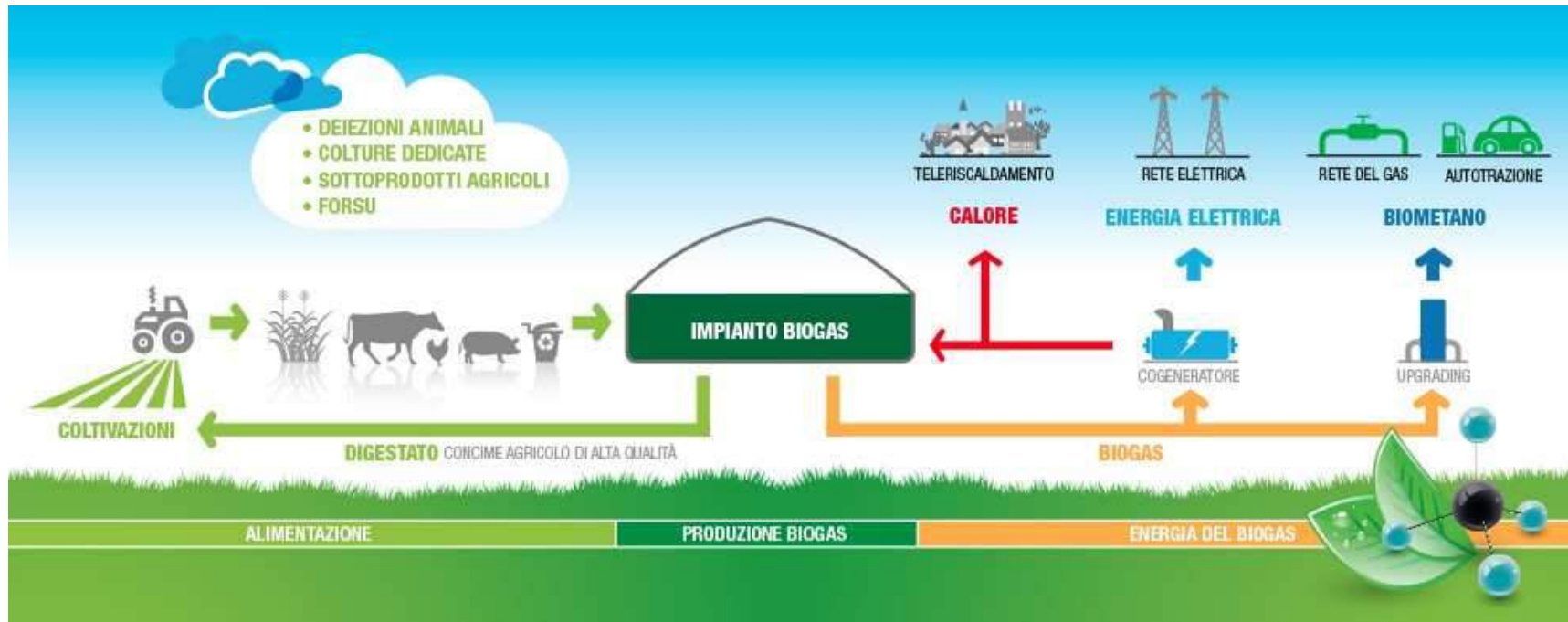
Realizzato grazie alla preziosa collaborazione di Luigi Guarnieri Molare di Allevamento Master, del dott. Agn. Davide Tocchetto, di Gianpiero Torressan di Agritecnica S.r.l.

**ATTENZIONE: NON TOCCARE LA GHIAIA A MANI NUDE NÈ ESTIRPARE PIANTE, RACCOGLIERE FIORI, BERE L'ACQUA**

artecAMBIENTE srl - Via Costituzione, 25 42015 Correggio (RE) ITALY - Telefono: +39 0522 991420 - Fax: +39 1782737322 - SITE: www.artecambiente.it - MAIL: info@artecambiente.it

Tabellone esplicativo di quanto realizzato presso l'allevamento Master





Fanghi da depurazione in agricoltura



Acque di vegetazione e di scarichi dei frantoi oleari



# INQUINAMENTO ZOOTECNICO



AQUA - RAGGIUNGIMENTO DEL BUON STATO DI QUALITÀ DELL'ACQUA NELLE ZONE  
CON PRODUZIONE INTENSIVA DI ALLEVAMENTI, DURATA 14 MINUTI

RIDURRE COMPONENTE PROTEICA NELLE RAZIONI  
ZOOTECNICHE





Anno 2019		
STAZIONE	PRINCIPI ATTIVI CHE DETERMINANO IL SUPERAMENTO DELLO SQA tab.1/B	MEDIA ANNUA (µg/L)
MAS-VP2 FOSSO DOGAIA DEI QUADRELLI Catena di Quarrata	ACIDO AMINOMETILFOSFONICO (AMPA)	10.40
	BOSCALID	0.16
	CARBENDAZIM	0.23
	GLIFOSATE	4.15
	IMDACLOPRID	0.27
	MCPA	0.87
	OXADIAZON	0.23
MAS-VP4 TORRENTE STELLA Catena di Quarrata	ACIDO AMINOMETILFOSFONICO (AMPA)	2.09
	FLUROXYPIR	0.10
	GLIFOSATE	0.43
	ISOXABEN	0.11
	MCPA	1.20
	OXADIAZON	0.12
MAS-129 TORRENTE OMBRONE Caserana	ACIDO AMINOMETILFOSFONICO (AMPA)	6.37
	GLIFOSATE	4.12
	IMDACLOPRID	0.15
	OXADIAZON	0.15
MAS-S12 TORRENTE BRANA Galcigliana	ACIDO AMINOMETILFOSFONICO (AMPA)	1.77
	GLIFOSATE	0.24
MAS-PF4 CANALE DEL TERZO - Casotto dei Mori	ACIDO AMINOMETILFOSFONICO (AMPA)	4.61
	GLIFOSATE	0.27
MAS-144 CANALE USCIANA Massarella	ACIDO AMINOMETILFOSFONICO (AMPA)	2.34
	GLIFOSATE	0.12
MAS-PF1 CANALE DEL CAPANNONE - Salanova	ACIDO AMINOMETILFOSFONICO (AMPA)	2.54
	GLIFOSATE	0.26
MAS-2011 TORRENTE PESCIA DI PESCIA Ponte alla Guardia	ACIDO AMINOMETILFOSFONICO (AMPA)	0.75
	GLIFOSATE	0.11
MAS-140 TORRENTE PESCIA DI COLLODI Settepassi	ACIDO AMINOMETILFOSFONICO (AMPA)	0.32
MAS-143 PADULE DI FUCECCHIO	ACIDO AMINOMETILFOSFONICO (AMPA)	1.37
MAS-130 TORRENTE OMBRONE Poggio a Caiano	ACIDO AMINOMETILFOSFONICO (AMPA)	30.92
	GLIFOSATE	2.52
	MALATION	0.01

Tabella 4 – Anno 2019, superamenti dello SQA per singolo principio attivo.



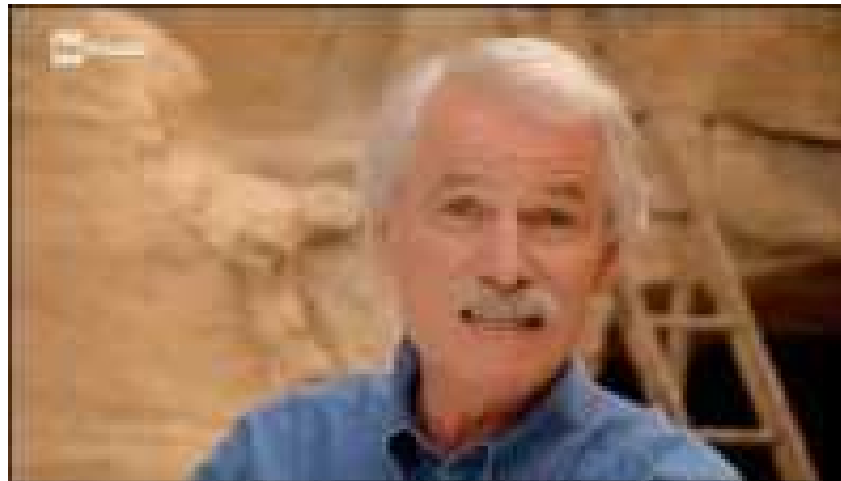




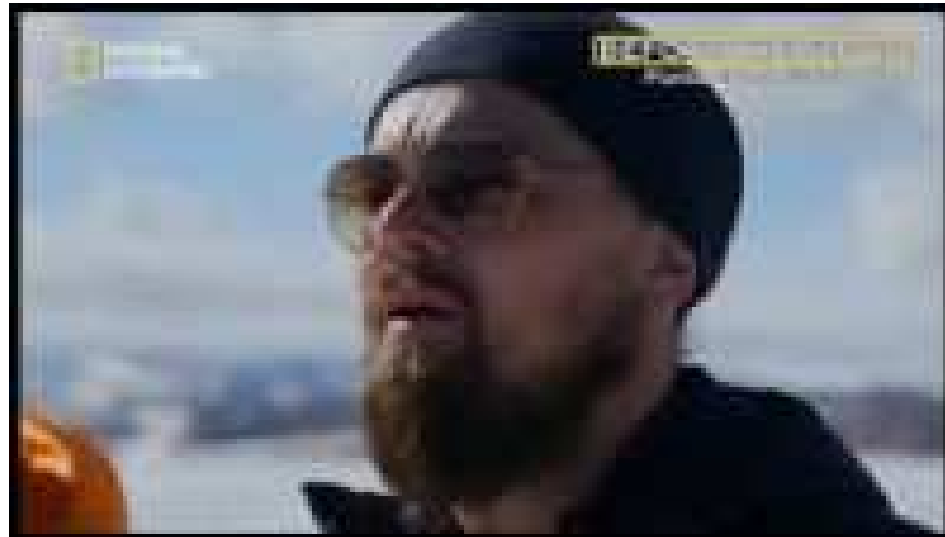
Bottini di Siena, 27'



Firenze Sotterranea: L'acquedotto di Santa Lucia - Sulle tracce dell'antico acquedotto romano, 4'



L'acqua risorsa indispensabile, Petra-Las Vegas-Israele, 44'



BEFORE THE FLOOD - Punto di non ritorno –  
documentario, 1 h 35'







# GRAZIE PER L'ATTENZIONE

PARTNER DEMETRA-CENTRO SOLDANI/ RELATORE DOTT. AGRONOMO RICCARDO CLEMENTE





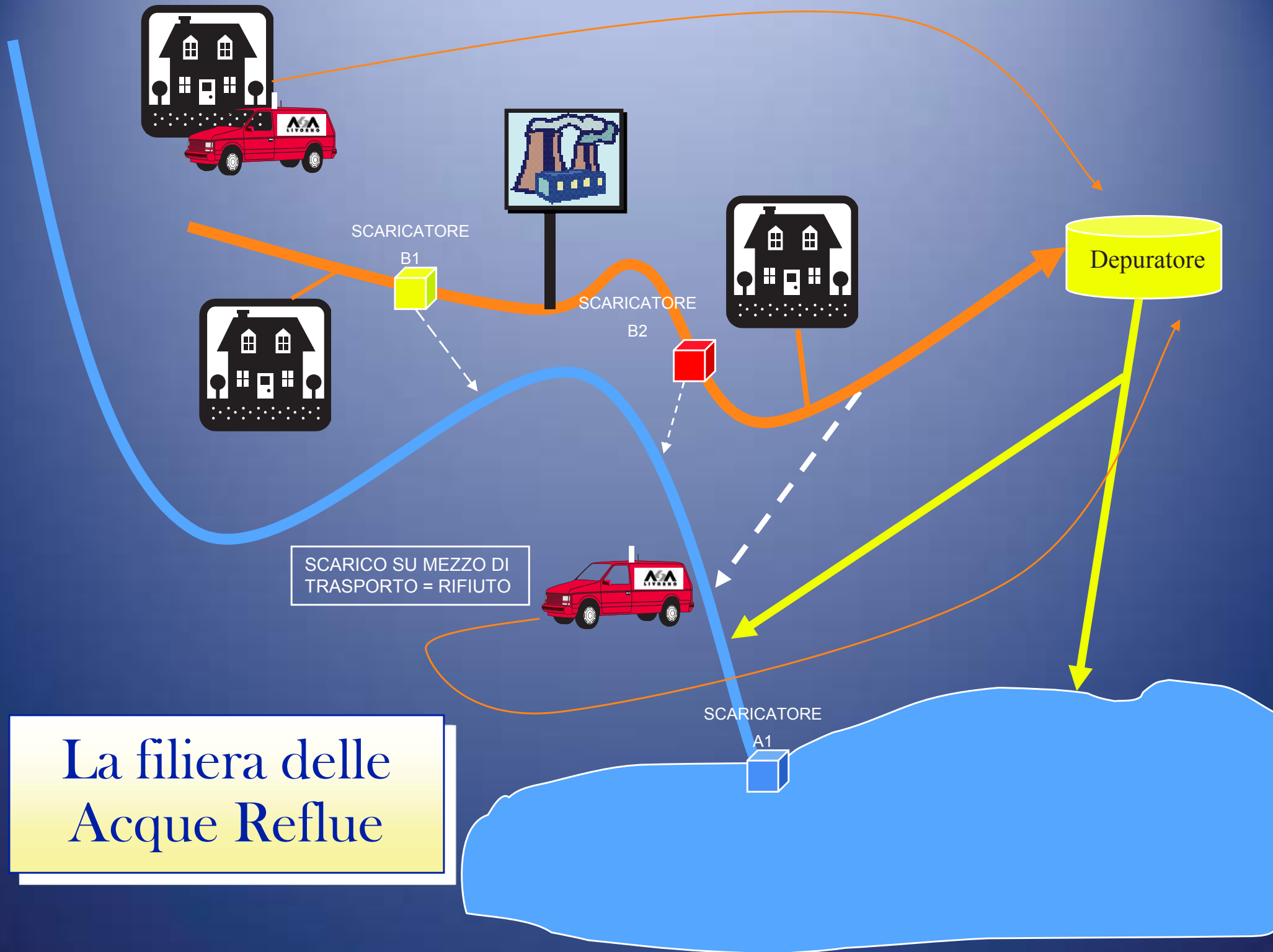
# IL CICLO DELL'ACQUA: CHE COS'È IL SERVIZIO IDRICO INTEGRATO

~

La filiera delle acque reflue:  
la depurazione ed il riutilizzo

*Relatore: Dott.ssa Barbara LACOMBA*

# La filiera delle Acque Reflue



<b>IL CARICO DELL'AATO 5 IN ABITANTI EQUIVALENTI E LA COPERTURA DEL SERVIZIO</b>	<b>2007</b>	<b>2008</b>
a.e. residenti	502.137	502.137
a.e. serviti da fognatura	488.887	506.516
a.e. serviti da depurazione	467.571	485.201
a.e. riuso	67.274	67.674
<b>%copertura servizio</b> <i>(il dato 2008 è anomalo per presenza di molte acque bianche in ingresso agli impianti)</i>	93	97
<b>%acque riutilizzate rispetto a quelle depurate</b>	14	14

<b>VOLUMI TRATTATI DAGLI IMPIANTI ASA</b>	<b>2007</b>	<b>2008</b>
<b>Volume MC/anno trattati</b>	33.785.259	35.187.799
<b>AE / anno trattati</b>	467.571	485.201
<b>riuso mc</b>	4.911.038	4.940.197
<b>scarico in ambiente</b>	28.874.221	30.247.602

In base agli autocontrolli vengono dichiarate anche le **portate** idrauliche degli impianti

Gli autocontrolli sono mantenuti grazie alla **convenzione ASA ARPAT del 2003**

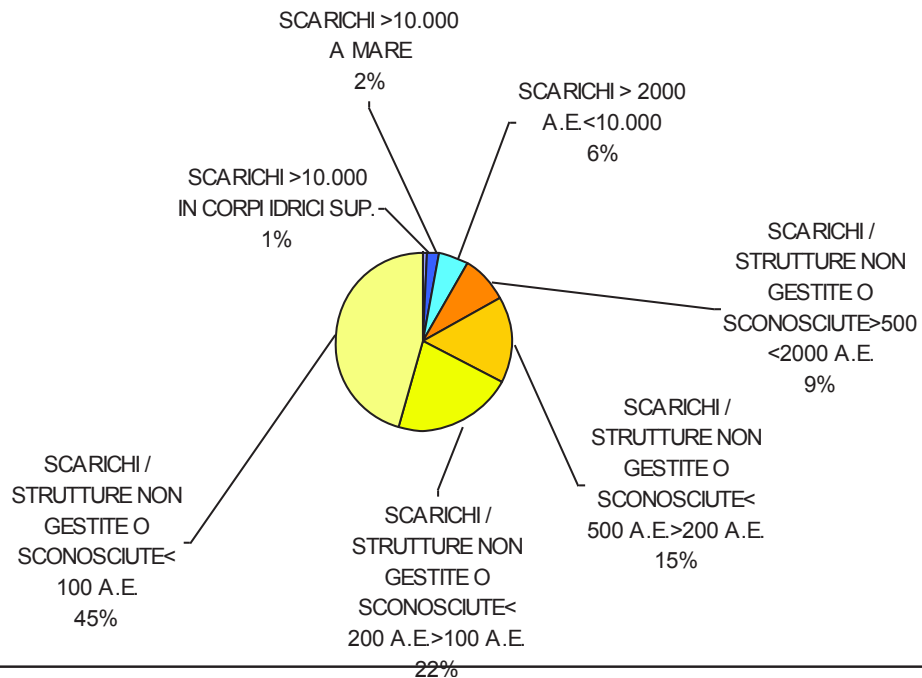
Sono **ammessi un numero limitato di fuori norma anche in autocontrollo**, oltre il limite previsto, scatta la sanzione amministrativa.



Limiti di  
abbattimento  
da mantenere

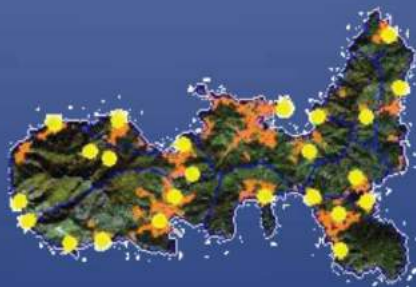
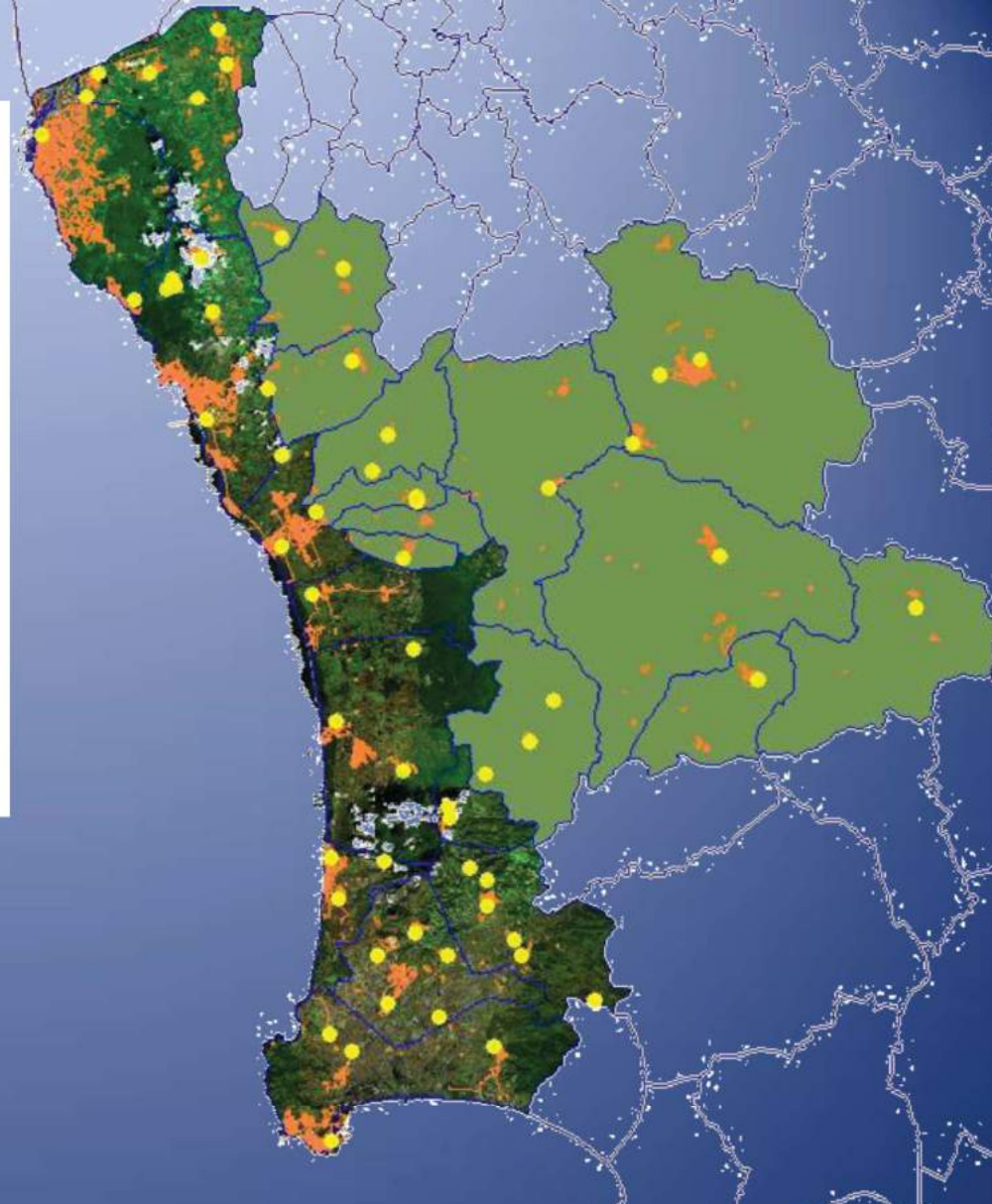
Standard dei  
prelievi da  
mantenere

%abbatt. COD*	92,6
%abbatt. BOD*	95,0
%abbatt. Solidi Sospesi Totali*	88,7
%abbatt. Fosforo Totale*	73,5
%abbattimento Azoto tot.*	84,6
n. analisi in ingresso impianti ARPAT =GEST./anno	349
n. analisi in ingresso uscita ARPAT/anno	260
n. analisi in ingresso uscita GESTIONALI/anno	257
<b>totale prelievi annui</b>	<b>1.832</b>
*Per impianti >2000 a.e.	

### ATO5-CLASSIFICAZIONE DIMENSIONE SCARICHI



-  AGGLOMERATI
-  SCARICHI



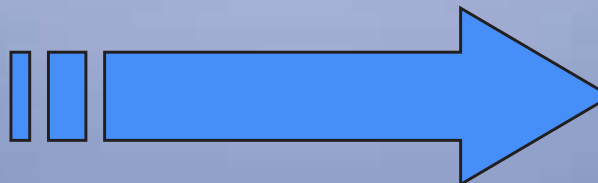
**IL TERRITORIO:**  
distribuzione degli  
impianti di depurazione  
e degli scarichi censiti  
da sottoporre a  
trattamento nell'Ato5

I depuratori

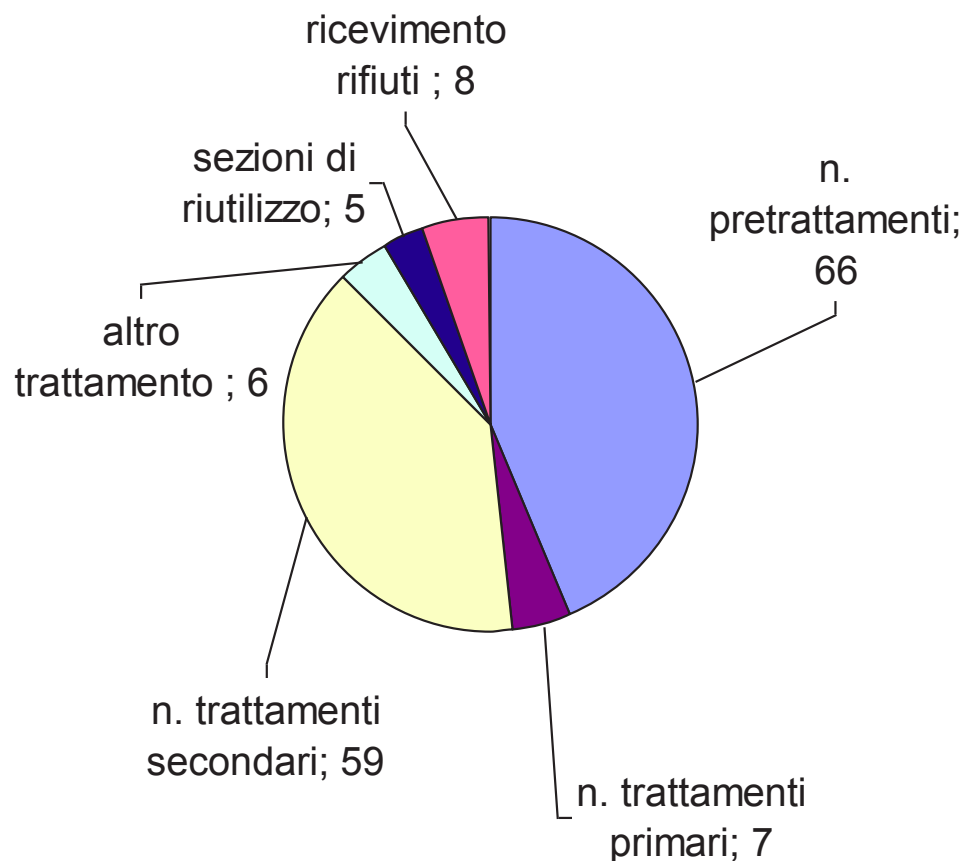


# LE STRUTTURE DI DEPURAZIONE ESISTENTI

agglom.<2000 a.e.	51
agglom. >=2000a.e.	28
di cui condotte a mare > o < 10.000 a.e.	17



N. impianti	79
n. pretrattamenti	66
n. trattamenti primari	7
n. trattamenti secondari	59
altro trattamento	6
sezioni di riutilizzo	5
ricevimento rifiuti	8

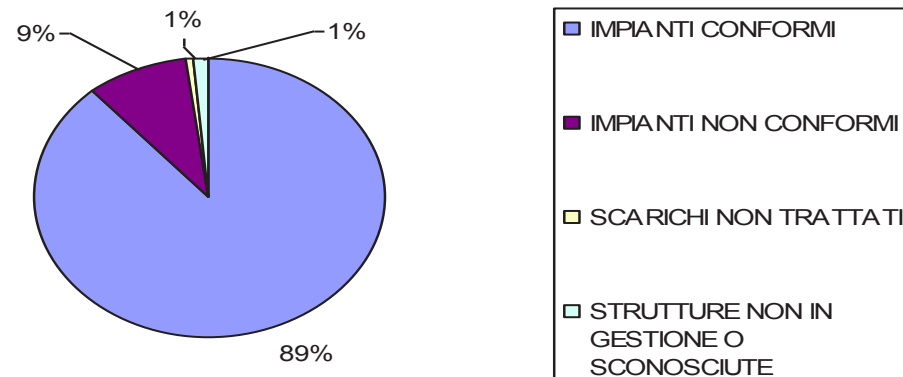


PROVINCIA DI LIVORNO	
ABITANTI EQUIVALENTI TRATTATI	A.E.
IMPIANTI CONFORMI	419.057
IMPIANTI NON CONFORMI	44.577
SCARICHI NON TRATTATI	2.500
STRUTTURE NON IN GESTIONE O SCONOSCIUTE	6.980
<b>TOTALE</b>	<b>473.114</b>

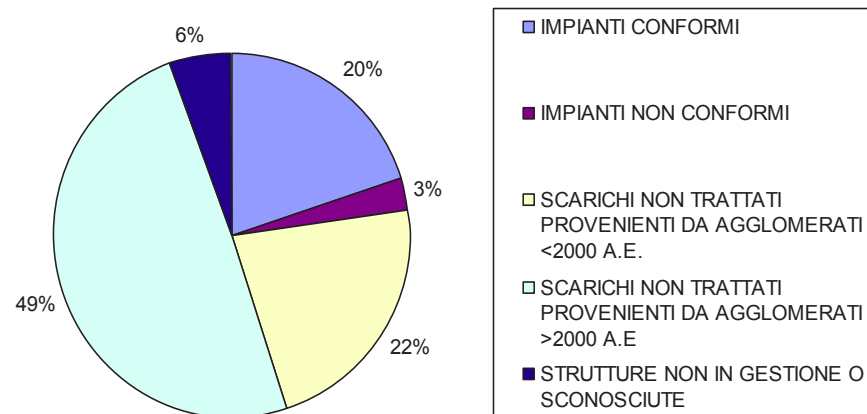
PROVINCIA DI PISA	
ABITANTI EQUIVALENTI TRATTATI	A.E.
IMPIANTI CONFORMI	6.045
IMPIANTI NON CONFORMI	890
SCARICHI NON TRATTATI PROVENIENTI DA AGGLOMERATI <2000 A.E.	6.714
SCARICHI NON TRATTATI PROVENIENTI DA AGGLOMERATI >2000 A.E.	14.969
STRUTTURE NON IN GESTIONE O SCONOSCIUTE	1.666
<b>TOTALE</b>	<b>30.284</b>

PROVINCIA DI SIENA	
AGGLOMERATI	<2.000
SCARICHI	4
ABITANTI EQUIVALENTI	1.465

CLASSIFICAZIONE SCARICHI IN A.E. PROVINCIA DI LIVORNO



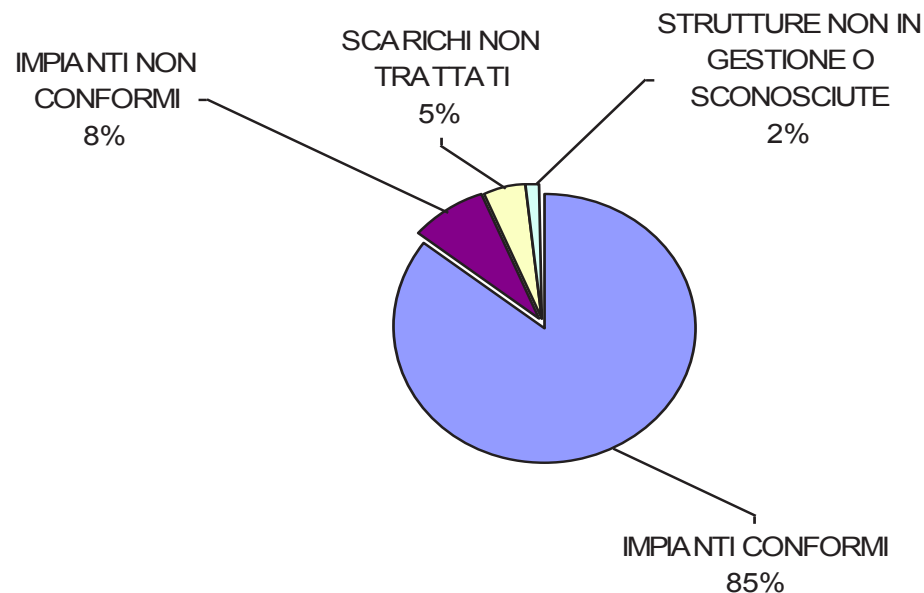
CLASSIFICAZIONE SCARICHI IN A.E. PROVINCIA DI PISA



# LE CRITICITÀ GESTIONALI EFFETTIVE

Gli scarichi sono stati censiti in modo dettagliato solo in alta val di Cecina

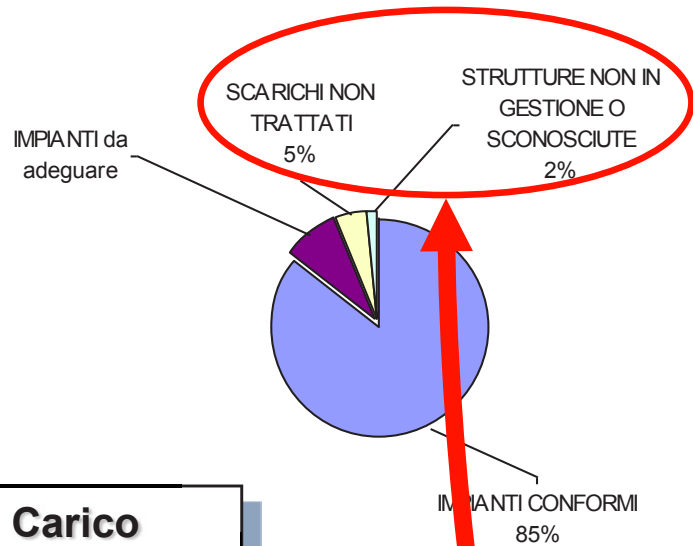
A.E. SCARICHI ATO5



Gli agglomerati non gestiti sono quelli più piccoli ed hanno poco peso in a.e.

Il dato è Ufficiale non prevede l'adeguamento ad ulteriori standard di efficienza per gli impianti dichiarati già idonei al trattamento dalle rispettive Province ed ARPAT

**A.E.SCARICHI ATO5**

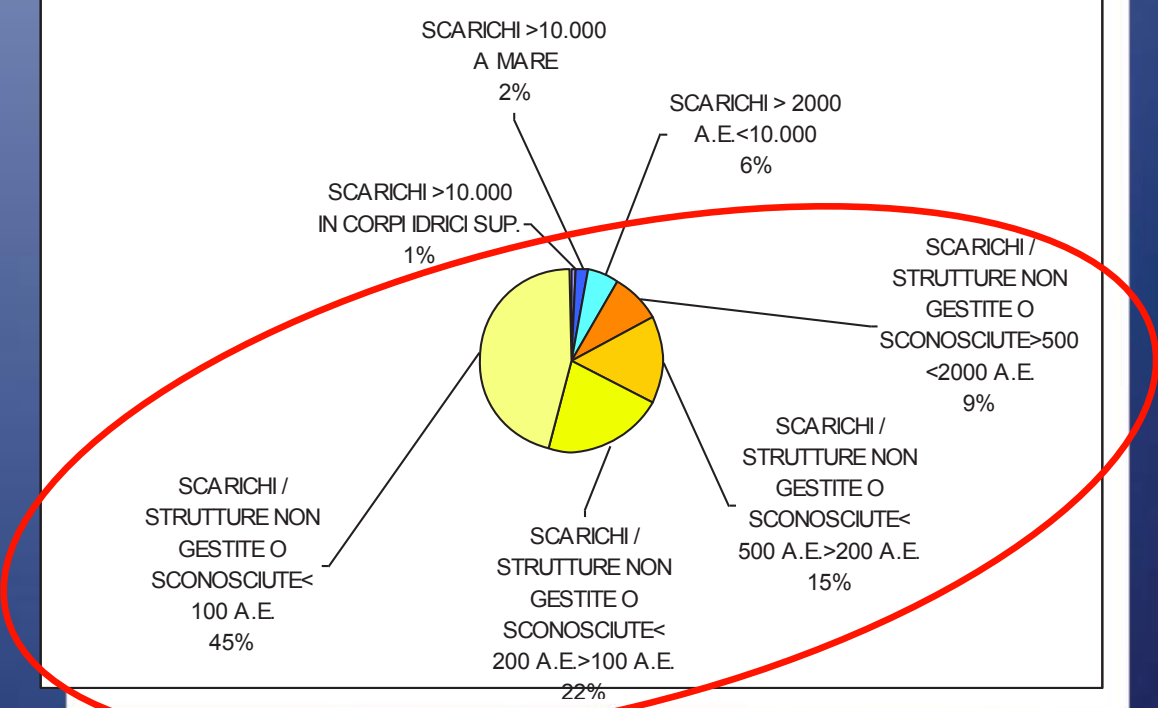


**Carico complessivo in abitanti equivalenti**

**I PICCOLI IMPIANTI: Le difficoltà di individuazione e di intervento sugli scarichi sparsi: il maggior carico inquinante si concentra sugli impianti più grandi. Per intervenire sugli scarichi piccoli e diffusi gli interventi devono essere valutati alla luce della sostenibilità economica rispetto al reale vantaggio ambientale**

**Numerosità degli scarichi divisi per dimensioni**

**ATO5-CLASSIFICAZIONE DIMENSIONE PER NUMERO DI SCARICHI**

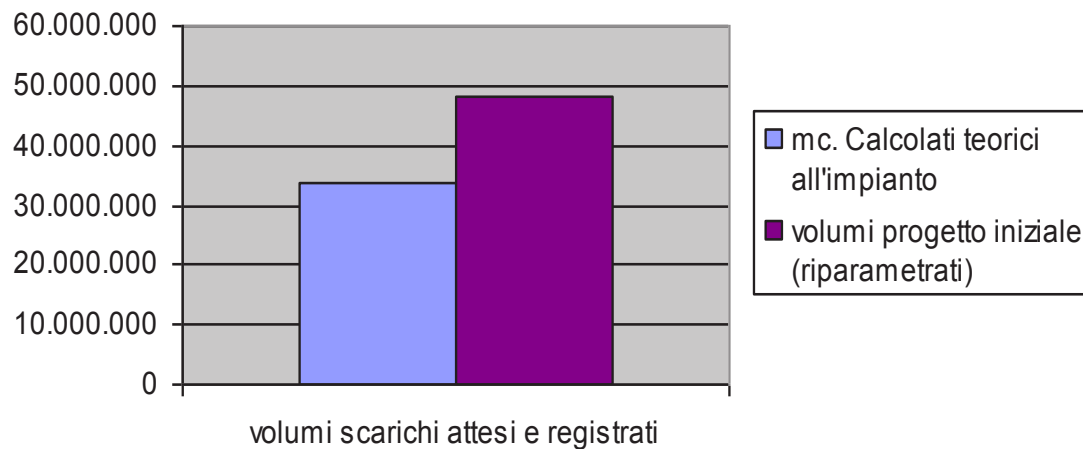


## Gli impianti sono il frutto delle progettazioni dei singoli Comuni negli anni 70-90

In assenza di strutture tecniche con il know how sufficiente a valutare i trattamenti proposti da studi di progettazione sempre diversi, gli impianti non rispettano quasi mai i valori dei progetti iniziali.

Anche dove li rispettano, **i costi del personale necessario** per il funzionamento di strutture tecnologicamente inadeguate **rende comunque poco efficienti i trattamenti**

differenza fra dati di progetto e capacità effettiva



In fase di progettazione i volumi stimati per la capacità degli impianti si sono rivelati inferiori a quelli compatibili con i trattamenti



## La difficoltà nella stima delle dimensioni dei trattamenti necessari

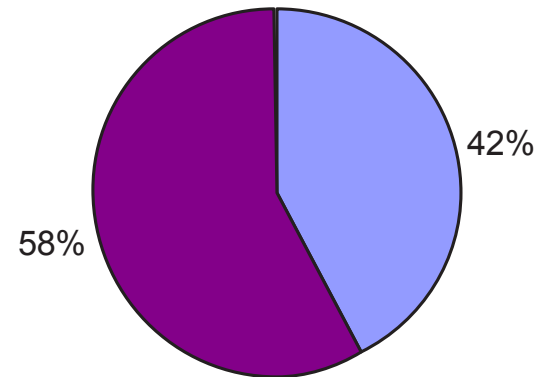
Fondamentali sono i **misuratori di portata** sugli impianti di depurazione:

oltre ad essere inadempienti ai sensi del D.Lgs 152/06 per gli impianti superiori a 2000 a.e. ,

mancano i dati corretti per le progettazioni di adeguamento la **sottostima** è valutata dal **15 al 20%**

### **Gli impianti entrano in crisi in estate:**

in 1/3 dell'anno viene trattato quasi il 50% delle portate complessive annue



- volumi scaricati in estate (4 mesi)
- volumi scaricati in inverno (8 mesi)

 **AGGLOMERATI**

 **SCARICHI**

 Interventi prioritari >10.000 a.e.

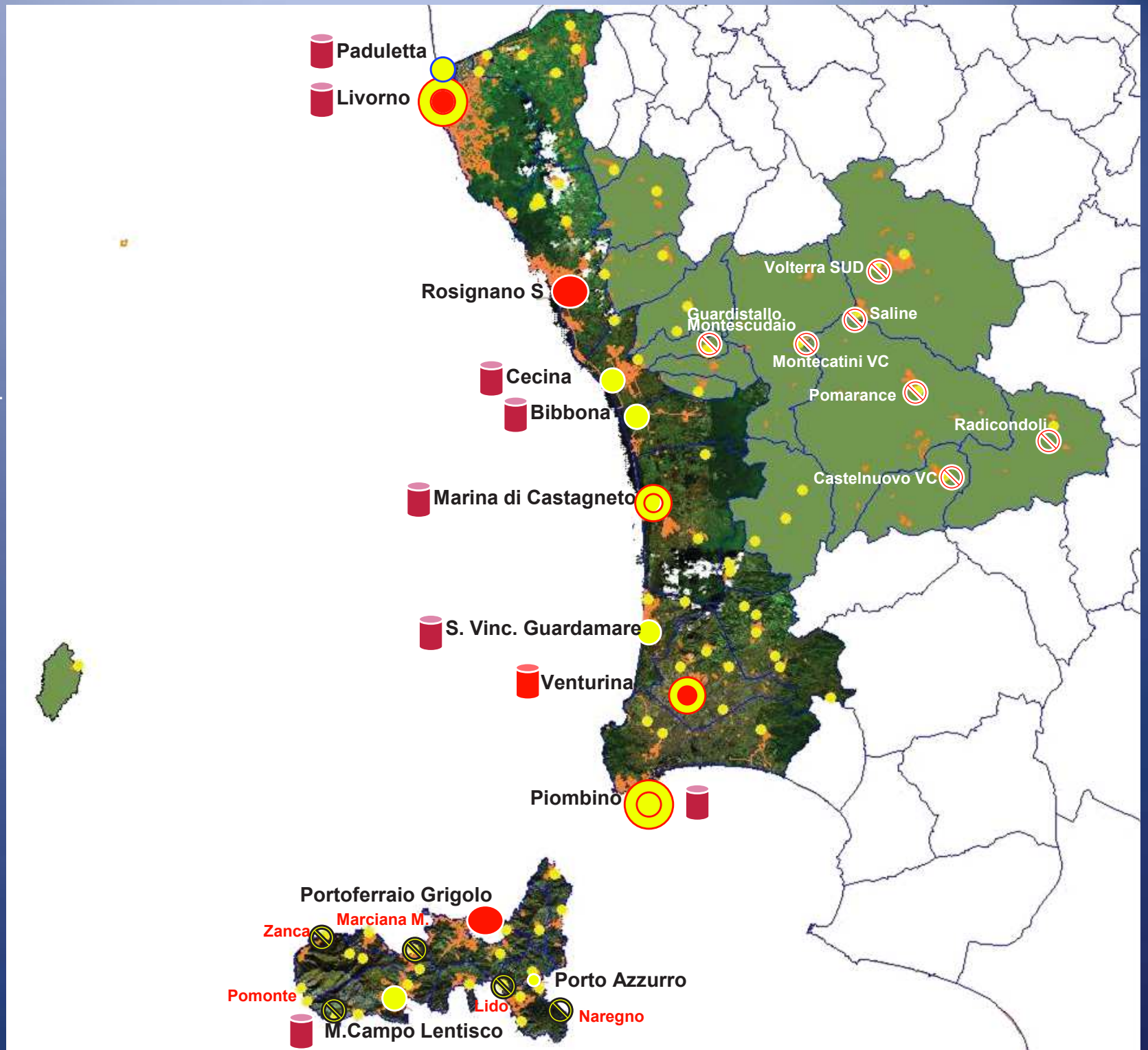
 Interventi prioritari >2.000 a.e.  
(assente depuratore)

 Interventi prioritari >2.000 a.e.

 Adeguamenti >2.000 a.e.  
prioritari

 Adeguamenti >2.000 a.e.

 **RICEVIMENTO  
RIFIUTI CIVILI**



# LA NORMATIVA SUGLI SCARICHI

L. GALLI 36/94  
ISTITUZIONE SII

AUTORIZZAZIONE INTEGRATA  
AMBIENTALE L.59/05

D.LGS 04/08 O TESTO UNICO  
AMBIENTALE

LR 20/06  
e  
Regolamento R 46/08  
sugli scarichi



# Monitoraggio Corpi Idrici Sotterranei Risultati 2016 - 2018

Rete di Monitoraggio  
acque sotterranee  
D. Lgs 152/06 e D.Lgs 30/09  
e DM 260/10





# **Monitoraggio Corpi Idrici Sotterranei Risultati 2016 - 2018**

**Rete di Monitoraggio  
acque sotterranee  
D. Lgs 152/06 e D.Lgs 30/09  
e DM 260/10**

**Firenze, dicembre 2019**





## Monitoraggio Corpi Idrici Sotterranei - Risultati 2016 - 2018

### Rete di Monitoraggio acque sotterranee

### DLgs 152/06 e DLgs 30/09 e DM 260/10

A cura di

*Stefano Menichetti*, ARPAT - Direzione tecnica

#### Collaboratori

Gli operatori dei Dipartimenti e delle Aree Vaste di ARPAT che hanno assicurato i sopralluoghi, i prelievi, le misure in campo, le analisi di laboratorio e il supporto conoscitivo.

Firenze, dicembre 2019

Aggiornamenti febbraio 2020:

Testo pagg. 23-24

Figura 15, pag.26

Figura 17, pag.28

Testo e tabella 15, pag. 67

Editing e copertina:

*ARPAT, Settore comunicazione, informazione e documentazione*

## INDICE

<b>SINTESI</b> .....	<b>5</b>
<b>1 INTRODUZIONE</b> .....	<b>9</b>
<b>2 PROGRAMMA DI MONITORAGGIO CHIMICO</b> .....	<b>10</b>
<b>3 VALORI DI FONDO NATURALE</b> .....	<b>12</b>
<b>4 TENDENZE ALL'AUMENTO E PUNTI D'INVERSIONE</b> .....	<b>15</b>
<b>5 STATO CHIMICO TRIENNIO 2016-2018</b> .....	<b>23</b>
5.1 Stato chimico SCARSO.....	29
Corpi Idrici A RISCHIO.....	29
TCE+PCE in incremento critico e nitrati in inversione nella conoide pratese.....	31
Ferro in incremento critico e nitrati in inversione nella falda profonda della Chiana.....	35
Conduttività in incremento nella pianura del Cornia.....	39
Corpi Idrici NON A RISCHIO.....	41
Triclorometano in incremento critico nella falda profonda di Pisa.....	43
Manganese in incremento critico nella falda profonda di Cerbaie e Bientina.....	45
Ammonio in incremento critico nelle alluvioni d'Era.....	47
Nitrati in inversione nelle vulcaniti di Pitigliano.....	48
Conduttività in inversione nella pianura di Follonica.....	49
Arsenico nel carbonatico di Gavorrano.....	50
5.2 Stato chimico BUONO scarso localmente.....	51
Corpi Idrici A RISCHIO.....	51
Cloruri in inversione nel costiero tra Cecina e San Vincenzo.....	53
Cromo esavalente in incremento nel costiero tra Fine e Cecina.....	55
Ferro in inversione nel costiero apuo-versiliese.....	57
Corpi idrici NON A RISCHIO.....	59
Ammonio in incremento critico nella falda di Pisa.....	61
Manganese in incremento critico nella falda di Mortaiolo.....	63
Manganese in incremento nella Valdinievole.....	65
5.3 Stato chimico BUONO fondo naturale.....	67
Corpi Idrici A RISCHIO.....	67
Corpi Idrici NON A RISCHIO.....	67
Ferro in incremento nella falda profonda di Mortaiolo.....	69
5.4 Stato chimico BUONO.....	71
Corpi Idrici A RISCHIO.....	71
Corpi Idrici NON A RISCHIO.....	71
<b>6 MONITORAGGIO AMBIENTALE E INQUINAMENTO DIFFUSO</b> .....	<b>72</b>
<b>7 CONCLUSIONI</b> .....	<b>74</b>
<b>8 BIBLIOGRAFIA</b> .....	<b>78</b>

## SINTESI

ARPAT ha realizzato nel triennio 2016-2018 il programma di monitoraggio chimico dei corpi idrici sotterranei secondo le normative regionali, nazionali ed europee con l'esame di 65 corpi idrici e 435 stazioni di monitoraggio. Il monitoraggio di sorveglianza di cadenza triennale ha riguardato 235 stazioni di corpi idrici non a rischio. Il monitoraggio operativo di frequenza annuale ha riguardato 146 stazioni di corpi idrici a rischio e 54 stazioni di corpi idrici non a rischio con situazioni locali di stato scarso.

La percentuale di realizzazione del programma calcolato su di una base di due prelievi annui per stazione, è superiore al 100% , includendovi monitoraggi di indagine con frequenze superiori da bimestrali a trimestrali su corpi idrici quali l'Amiata, il Costiero tra Cecina e San Vincenzo ed il Metamorfico Apuano. Per motivi di indisponibilità delle stazioni di monitoraggio sono, tuttavia, mancati, nello specifico, i campionamenti e le conseguenti classificazioni di questo primo triennio per i corpi idrici del Gottero e di Pian d'Alma.

Le classificazioni del triennio 2016-2018 assegnano lo stato scarso da fondo naturale secondo i valori di fondo attribuiti ai diversi corpi idrici da ARPAT (2013, 2015) ed adottati dalla Regione Toscana con DGRT 1185 del 09/12/2015.

Coerentemente con l'approccio indicato dalla Direttiva 2014/80/UE e ripreso dal DMATTM 6/7/2016, in aggiunta ai Valori di Fondo della DGRT 1185/17, cui è stato riconosciuto un livello generale di confidenza medio M, sono stati attribuiti ulteriori Valori di Fondo con livello di confidenza basso (B) e molto basso (BB), basandosi su indicazioni di letteratura e similarità con risultati statistici di riferimento per il medesimo tipo di falda acquifera.

È stata applicata la procedura indicata dalle recenti "Linee Guida per la valutazione delle tendenze ascendenti e d'inversione degli inquinanti nelle acque sotterranee" di CNR-SNPA (2017) indicata dal DMATTM 6 luglio 2016, elaborazione che ha riguardato corpi idrici e parametri qualificati come "a rischio" in ragione di almeno un superamento del 75% dei VS/SQA, nel periodo 2010-2018 che comprende il triennio attuale ed il sessennio precedente. Sono stati così estratti dati relativi a 322 stazioni, 48 corpi idrici e 40 parametri, poi elaborati tramite una routine in R

Nel complesso sono state eseguite 2095 distinte analisi delle tendenze e riscontrate 203 stazioni in incremento statisticamente significativo, il 10%, e soltanto 68, il 3%, in incremento ambientalmente

significativo. Le verifiche sulle tendenze d'inversione a scala di corpo idrico sono state 271 ed i casi di inversione 15, il 5%.

Valutando nel complesso, per ciascun parametro, la percentuale di corpi idrici classificati in incremento ambientalmente significativo piuttosto che in inversione, scaturisce un quadro di generale miglioramento.

Le concentrazioni dei nitrati, di prevalente origine agricole, appaiono in deciso miglioramento con poco meno della metà dei corpi idrici analizzati in inversione.

Tra i parametri indicatori di stress quantitativi la conduttività ha importanti percentuali di corpi idrici in inversione, circa 1/4, seguita da boro e cloruri e quindi da arsenico e ferro che pure hanno percentuali di corpi idrici in incremento.

Situazioni negative, anche se in minori percentuali, si rivelano, invece, per quanto riguarda ammonio, manganese e, soprattutto, composti organoalogenati come triclorometano e tce + pce, dove si registrano soli incrementi.

Per la classificazione del triennio 2016-2018 sono state elaborate le medie del triennio per le 435 stazioni dei 65 corpi idrici.

La distribuzione percentuale degli stati chimici, al confronto con la situazione del triennio 2013-2015 mostra una diminuzione di corpi idrici in stato buono dal 23% al 18% ed in stato buono fondo naturale, dal 23% al 11%.

È aumentata la percentuale di corpi idrici in stato buono scarso locale, dal 36% al 40%, così come al percentuale assoluta dello stato scarso che si incrementa dal 18% al 31%.

Nell'ambito di un confronto temporale esteso, ottenuto dal ricalcolo omogeneo delle classificazioni per un periodo di 14 anni, 2002-2018 e raffrontato all'indicatore della precipitazione media cumulata annua sul territorio regionale, si riscontra il peggioramento progressivo per il triennio più recente 2016-2018, con una evidente correlazione tra periodi con forti precipitazioni e incrementi dello stato scarso. La prevalenza, nella ricarica, del trasferimento di inquinanti dalla superficie rispetto alla diluizione denuncia, pertanto, ancora una evidente vulnerabilità.

Nel dettaglio, si confermano tra gli stati scarsi dei corpi idrici a rischio varie situazioni riconducibili a contaminazioni antropiche di tipo urbano e/o industriale (Firenze 11AR011, Prato 11AR012), contaminazioni antropiche di tipo agricolo (falda profonda Chiana 11AR030-1) ed alterazioni antropiche del fondo naturale possibilmente originate da stress quantitativi (falda profonda Chiana

11AR030-1 , Santa Croce 11AR024, Valdelsa 11AR060, Piana del Cornia 32CT020, Pianure Elbane 32CT090).

Particolarmente critica appare la situazione della zona di Prato con un stato generale del corpo idrico in incremento ambientalmente significativo per TCE+PCE e della falda profonda della Valdichiana per incremento in ferro.

Di rilievo anche l'incremento statisticamente significativo della conduttività nella Pianura del Cornia.

Positive le diffuse inversioni dei nitrati in molti di questi corpi idrici idrici.

Tra gli stati scarsi emersi in corpi idrici non a rischio si riscontrano soprattutto contaminazioni diffuse di origine agricola come fitofarmaci e nitrati e, più generalmente, alterazioni antropiche del fondo naturale possibilmente originate da uno stato di stress quantitativo.

Tendenze di rilievo sono rappresentate dagli incrementi ambientalmente significativi di triclorometano nella falda profonda della zona di Pisa, situazione da meglio approfondire, di manganese nella falda profonda del Bientina e dell'ammonio nell'Era.

Positiva, anche qui, l'inversione dei nitrati attestatasi nelle vulcaniti di Pitigliano e della conduttività nella pianura di Follonica.

Nei corpi idrici a rischio in stato buono con situazioni locali di stazioni in stato scarso le contaminazioni sono di varia origine, in massima parte di origine agricola con presenza di nitrati e pesticidi. Non mancano contaminazioni da organoalogenati e alterazioni del fondo naturale da stress quantitativi.

Tra le tendenze di rilievo sono emersi gli incrementi statisticamente significativi del cromo esavalente nel costiero tra Fine e Cecina, situazione che vista la pericolosità del contaminante per quanto legato al fondo naturale, da tenere sotto controllo.

Positiva inversione dei cloruri nel costiero tra Cecina e San Vincenzo e del ferro nel costiero apuo-versiliese.

Tra i numerosi corpi idrici non a rischio ancora buoni con situazioni locali di stato scarso si riscontrano contaminazioni di tipo urbano e/o con occorrenza di organoalogenati, cloruro di vinile in particolare nella Pianura di Pistoia oltre a TCE+PCE idrocarburi, agricole con nitrati e pesticidi (glifosate, ampa) e più in generale alterazioni antropiche del fondo naturale più spesso originate da



stress quantitativo ma in alcuni casi derivate anche da mutate condizioni redox per contaminazioni di sostanze organiche consumatrici di ossigeno come gli stessi organoalogenati.

Tendenze di rilievo sono rappresentate dall'incremento ambientalmente significativo dell'ammonio nella falda di Pisa e del manganese nella falda di Mortaiolo del Valdarno inferiore.

Tra i corpi idrici con stato buono fondo naturale un incremento statisticamente significativo in ferro è ancora riportato per la falda profonda della zona di Mortaiolo.

È disponibile un'infografica riepilogativa sull'argomento del report alla pagina del sito Web di ARPAT:

- per visualizzarla:

<http://www.arpat.toscana.it/documentazione/brochure/infografica-acque-sotterranee-2016-2018.pdf>

- per scaricarla in formato PDF

[www.arpat.toscana.it/documentazione/brochure/infografica-acque-sotterranee-2016-2018.pdf/at\\_download/file](http://www.arpat.toscana.it/documentazione/brochure/infografica-acque-sotterranee-2016-2018.pdf/at_download/file)

## 1 INTRODUZIONE

Il rapporto presenta le classificazioni dello stato chimico dei corpi idrici sotterranei significativi della Toscana per il primo triennio 2016-2018 del piano di monitoraggio sessennale 2016-2021 come da DGRT 100/2010 e DGRT 847/2013, secondo la legislazione nazionale (D.Lgs 152/06, D.Lgs 30/2009, D.Lgs 260/2010) e comunitaria (WFD 2000/60, GWD 2006/118).

Il programma di monitoraggio dei corpi idrici sotterranei prevede per tutti i corpi idrici un monitoraggio di *sorveglianza* che si esegue ogni tre anni con estesa ricerca di potenziali inquinanti. Per i corpi idrici classificati *a rischio del non raggiungimento del buono stato chimico nel 2021*, è prevista in aggiunta l'esecuzione di un monitoraggio *operativo* di frequenza annuale, benché limitato ai parametri critici.

Il rapporto fornisce le percentuali di realizzazione del programma assegnato ad ARPAT e le classificazioni su base triennale 2016-2018 oltre ad un'analisi completa delle tendenze all'aumento e punti d'inversione dei contaminanti.

Per quanto riguarda l'attribuzione dello stato di *buono fondo naturale* le classificazioni del triennio 2016-2018 si basano su valori soglia indicati da due studi ARPAT (2013, 2015b) già adottati con DGRT 1185/2015 dalla Regione Toscana e raccolti nella documentazione del Piano di Gestione.

L'applicazione di valori di fondo definiti precedentemente corrisponde, solo in parte, agli indirizzi riportati nella Linea Guida 155/2017 (ISPRA *et alii*, 2017a).

È stata, invece, applicata integralmente la metodologia per lo studio delle tendenze indicata dalla Linea Guida 161/2017 (ISPRA *et alii*, 2017b) prevista dal DMATTM 6/7/16.

Il data set complessivo è come sempre consultabile e scaricabile su web tramite la banca dati ARPAT "Monitoraggio Ambientale delle Acque Sotterranee - MAT"<sup>1</sup>.

---

<sup>1</sup> <http://www.arpato.toscana.it/datiemappe/banche-dati/monitoraggio-ambientale-acque-sotterranee>

## 2 PROGRAMMA DI MONITORAGGIO CHIMICO

Il programma di monitoraggio chimico dei corpi idrici sotterranei secondo la DGRT 100/2010 ha previsto nel triennio 2016-2018 l'esame di **65 corpi idrici**, **17 dei quali a rischio** e **48 non a rischio** secondo le indicazioni del piano di gestione, per un totale di **435 stazioni di monitoraggio**.

Il solo **monitoraggio di sorveglianza** di cadenza **triennale** ha riguardato **235 stazioni di corpi idrici non a rischio**. Il **monitoraggio operativo** di frequenza **annuale** ha riguardato **146 stazioni di corpi idrici a rischio** e **54 stazioni di corpi idrici non a rischio** nel complesso ma rappresentanti **situazioni locali di stato scarso**.

Il campionamento annuale corrisponde a due prelievi, in periodo di morbida nei mesi di aprile e maggio del primo semestre ed in periodo di magra nei mesi di settembre-ottobre del secondo semestre.

Rischio	Monitoraggio	Corpi Idrici	Stazioni	Campioni	Analisi
non a rischio	sorveglianza	48	235	769	51.852
	operativo		54	296	21.887
a rischio	operativo	17	146	930	80.647
totali		<b>65</b>	<b>435</b>	<b>1.995</b>	<b>154.386</b>

Tabella 1: Programma di monitoraggio 2016-2018

La figura 1 rappresenta le differenze tra le due modalità di monitoraggio con un maggior numero di stazioni, campioni ed analisi dedicate ai monitoraggi operativi.

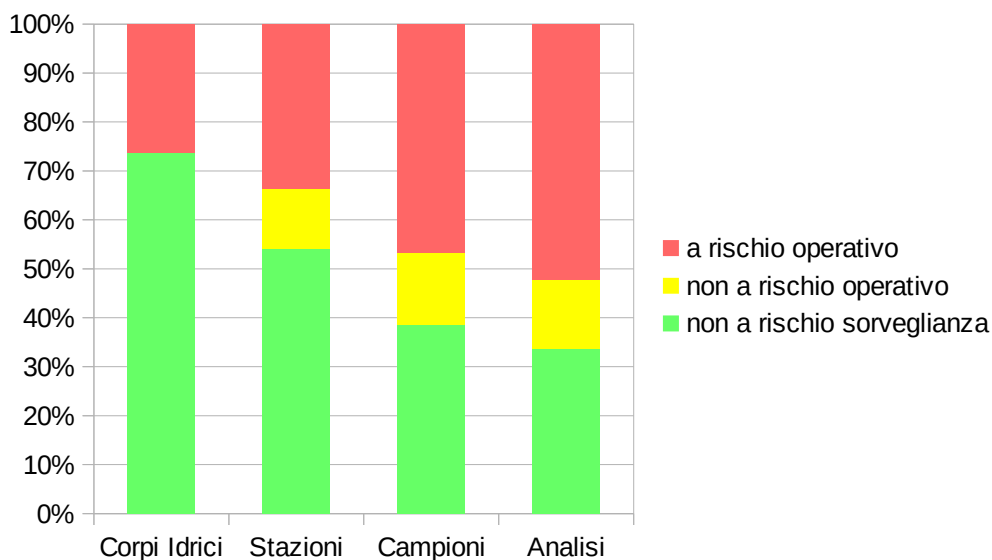


Figura 1: Programma di monitoraggio 2016-2018

La percentuale di realizzazione del programma, in termini di numero di campioni prelevati, è stata del 116% dal momento che frequenze di monitoraggio superiori hanno riguardato alcuni corpi idrici sottoposti a **monitoraggio di indagine** e rappresentati da:

- AMIATA<sup>2</sup> con frequenze **trimestrali** per lo studio dei trend di arsenico;
- COSTIERO TRA CECINA E SAN VINCENZO<sup>3</sup> con frequenze da **bimestrali** a **quadrimestrali** per il monitoraggio del pennacchio di contaminazione da composti organoalogenati;
- METAMORFICO APUANO<sup>4</sup> con frequenze **trimestrali** dal 2018 per il Progetto Cave.

Tuttavia, per motivi di indisponibilità delle stazioni di monitoraggio sono mancati, nello specifico, campionamenti e le conseguenti classificazioni intermedie di questo primo triennio per i corpi idrici del Gottero e di Pian d'Alma.

---

<sup>2</sup>ARPAT pubblica annualmente un report sul monitoraggio delle sorgenti amiatine

<http://www.arpat.toscana.it/documentazione/catalogo-pubblicazioni-arpat/acquifero-del-monte-amiata-monitoraggio-arpat-anni-2003-2015>

<sup>3</sup> ARPAT pubblica in una sezione dedicata i risultati nell'ambito del monitoraggio del sito contaminato da composti organoalogenati di Poggio Gagliardo

<http://www.arpat.toscana.it/temi-ambientali/acqua/acque-sotterranee/inquinamento-falda-cecina/inquinamento-falda-acquifera-cecina-li>

<sup>4</sup>ARPAT pubblica in una sezione dedicata i risultati dei monitoraggi per il Progetto Cave

<http://www.arpat.toscana.it/temi-ambientali/sistemi-produttivi/attivita-estrattiva/progetto-speciale-2017-2018/progetto-speciale-cave-il-monitoraggio-delle-acque-superficiali-e-sotterranee>

### 3 VALORI DI FONDO NATURALE

Secondo quanto indicato dal D.Lgs 30/2009 le classificazioni dello stato chimico derivano dal confronto della media dei valori osservati nel periodo sulla singola stazione con gli Standard di Qualità Ambientale (SQA) o Valore Soglia (VS) di cui al DMATTM 6/7/16 tenuto conto di possibili livelli di fondo naturale per le sostanze inorganiche. Per le captazioni ad uso idropotabile sono inoltre considerate, sempre ai fini della determinazione dello stato chimico, le Concentrazioni Massime Ammissibili (CMA) di cui al D.Lgs 31/2001.

La presenza nelle acque toscane di tenori elevati di sostanze indesiderate di origine naturale è ben nota ed ARPAT, già nel 2013, ha realizzato un primo studio sulla determinazione dei valori di fondo naturale nei corpi idrici sotterranei della Toscana per alcune sostanze pericolose rappresentate dai metalli Cd, Hg, Ni, Pb, Cr (Cr<sup>VI</sup> e Crtot), Sb, Se oltre ad As e B (ARPAT, 2013<sup>5</sup>). Nel 2015 il quadro delle sostanze con fondo naturale è stato completato con ulteriore appendice dedicata allo studio per la definizione dei valori di fondo nelle acque sotterranee della Toscana di SO<sub>4</sub>, Cl, NH<sub>4</sub>, Mn, Fe, F, Al, Na, ARPAT (2015)<sup>6</sup>.

La Regione Toscana ha adottato con DGRT 1185 del 09/12/2015 i valori soglia indicati dai due studi, che sono stati raccolti nella documentazione del Piano di Gestione.

Le classificazioni del triennio 2016-2018 assegnano lo stato *scarso da fondo naturale* secondo i valori di fondo attribuiti ai diversi corpi idrici e riportati in tabella 2.

I principi generali per la determinazione e l'applicazione dei valori di fondo sono stati indicati dal DMATTM 6/7/16, quale recepimento della Direttiva 2014/80/UE. Nel 2107 è seguita la pubblicazione delle specifiche Linee Guida MLG 155/2017 (ISPRA et alii, 2017a).

Il DMATTM 6/7/2016 introduce all'art 1 c.2 il concetto di possibile "stima" dei valori di fondo indicando, in ultima analisi, come "*.. in caso di dati di monitoraggio delle acque sotterranee insufficienti e di scarse informazioni in materia di trasferimenti e processi geochimici, dovrebbero essere raccolti ulteriori dati e informazioni. Nel contempo si dovrebbe procedere a una stima dei livelli di fondo, se del caso basandosi su risultati statistici di riferimento per il medesimo tipo di*

---

<sup>5</sup> ARPAT (2013) - Elaborazione dati disponibili relativi al progetto GEOBASI su determinazione dei valori di fondo di sostanze pericolose nelle acque sotterranee con particolare riferimento a metalli pesanti e boro ed agli acquiferi destinati all'estrazione di acqua potabile. DGRT 1185/2015.

<sup>6</sup> ARPAT (2015) - Studio per la definizione dei valori di fondo nelle acque sotterranee della Toscana SO<sub>4</sub>, Cl, NH<sub>4</sub>, Mn, Fe, F, Al, Na (D.Lgs 30/2009 D.Lgs 31/2001). DGRT 1185/2015.



*falda acquifera in altri settori per cui sussistono dati di monitoraggio sufficienti “.*

Il concetto è ripreso anche nella Linea Guida che associa ai VFN, comunque determinati, un livello di confidenza (A alto, M medio, B basso, BB molto basso) dato dalle dimensioni del campione statistico su cui è stata basata la determinazione in relazione alle caratteristiche dimensionali e tipologiche del CIS o sua porzione.

Coerentemente con tale approccio, in aggiunta ai valori di fondo indicati dai due studi specifici ripresi in DGRT 1185/17, cui si può riconoscere, considerata l'impostazione metodologica dei due studi, un livello generale di confidenza medio M<sup>7</sup>, ulteriori valori di fondo già notati nel precedente report del triennio 2013-2015<sup>8</sup> con livello di confidenza basso (B) indicati in grassetto sono attribuiti al momento basandosi su indicazioni di letteratura e similarità con risultati statistici di riferimento per il medesimo tipo di falda acquifera.

Sebbene non ancora oggetto di una puntuale definizione del fondo naturale, infine, è stata presa in conto anche la possibile origine naturale degli alometani (triclorometano, dibromoclorometano, bromodichlorometano) sostanze più volte riscontrate con concentrazioni limitate ma eccedenti il VS di 0,15 µg/L anche in situazioni remote che portano ragionevolmente ad escludere contributi antropici. In accordo a Biancardi et alii, 2009 si è riconosciuto, seppure con un livello di confidenza molto basso (BB) un possibile valore di fondo di 0,7 µg/L.

---

<sup>7</sup> DMATM 6/7/2017 at1 c.2 ... b) *in caso di dati di monitoraggio limitati, dovrebbero essere raccolti ulteriori dati. Nel contempo si dovrebbe procedere a una determinazione dei livelli di fondo basandosi su tali dati di monitoraggio limitati, se del caso mediante un approccio semplificato che prevede l'uso di un sottoinsieme di campioni per i quali gli indicatori non evidenziano nessuna influenza risultante dall'attività umana. Se disponibili, dovrebbero essere tenute in considerazione anche le informazioni sui trasferimenti e i processi geochimici;*

<sup>8</sup> Monitoraggio corpi idrici sotterranei - Risultati 2013-2015 <http://www.arpat.toscana.it/documentazione/report/acque-sotterranee-monitoraggio-ufficiale/monitoraggio-corpi-idrici-sotterranei-risultati-2013-2015>

COMPLESSO IDROGEOLOGICO	CORPO IDRICO	ALLUMINIO - µg/L	ARSENICO - µg/L	CADMIO - µg/L	CROMO TOTALE - µg/L	CROMO VI - µg/L	FERRO - mg/L	MERCURIO - µg/L	MANGANESE - mg/L	SODIO - mg/L	NICHIEL - µg/L	PIOMBO - µg/L	ANTIMONIO - µg/L	SELENIO - µg/L	BORO - µg/L	CLORURO - mg/L	FLUORURO - µg/L	IONE AMMONIO - µg/L NH4	SOLFATO - mg/L	TRICLOROMETANO - µg/L	DIBROMODICLOROMETANO - µg/L	BROMODICLOROMETANO - µg/L	
alluvioni intravallive	11AR060	ELSA							1,98									12370	600	0,7	0,7	0,7	
	11AR070	ERA					1,977	1,87	1,98										600				
	11AR090	PESA					0,52		0,339														
	32CT050	CECINA		20											3754	466		566	600				
	32CT090	PIANURE COSTIERE ELBANE							1,98	240						22696			600				
carbonatici	11AR110	CARBONATICO DI POGGIO COMUNE																	1775	0,7	0,7	0,7	
	12SE030	CARBONATICO DELLA VAL DI LIMA E SINISTRA SERCHIO																		0,7	0,7	0,7	
	13TE020	CARBONATICO DEL CETONA																	600				
	31OM030	CARBONATICO DELL'ARGENTARIO E ORBETELLO						1,87		362					3754	22696				0,7	0,7	0,7	
	31OM040	CARBONATICO AREA DI CAPALBIO										10,5				466							
	31OM050	CARBONATICO AREA NORD DI GROSSETO																		1775	0,7	0,7	0,7
	31OM060	CARBONATICO DEI MONTI DELL'UCCELLINA						1,87							3754	466			600	0,7	0,7	0,7	
	32CT060	CARBONATICO DI GAVORRANO		52			0,52		1,98					34,6	3754					1775	0,7	0,7	0,7
	32CT070	CARBONATICO DELL'ELBA ORIENTALE														466				600	0,7	0,7	0,7
	99MM011	CARBONATICO NON METAMORFICO DELLE ALPI APUANE						1,87								466				600	0,7	0,7	0,7
	99MM013	CARBONATICO METAMORFICO DELLE ALPI APUANE																			0,7	0,7	0,7
	99MM014	CARBONATICO DI S. MARIA DEL GIUDICE E DEI MONTI PISANI																		600			
	99MM030	MONTAGNOLA SENESE E PIANA DI ROSIA																		600			
	99MM041	CARBONATICO DELLE COLLINE METALLIFERE - ZONA VALPIANA, POGGIO ROCCHINO		52											3754					1775	0,7	0,7	0,7
	99MM042	CARBONATICO DELLE COLLINE METALLIFERE - ZONA LE CORNATE, BOCCHEGGIANO, MONTEMURLO		20	133				1,98		124				3754					1775	0,7	0,7	0,7
99MM910	CARBONATICO DEL CALCARE DI ROSIGNANO					0,52			240						466				1775				
depressioni quaternarie	11AR011	PIANA DI FIRENZE, PRATO, PISTOIA - ZONA FIRENZE						1,98					52,2							0,7	0,7	0,7	
	11AR012	PIANA FIRENZE, PRATO, PISTOIA - ZONA PRATO																566		0,7	0,7	0,7	
	11AR013	PIANA FIRENZE, PRATO, PISTOIA - ZONA PISTOIA					0,52	1,98										566		0,7	0,7	0,7	
	11AR020	VALDARNO INFERIORE E PIANA COSTIERA PISANA - ZONA PISA		52			9,013	1,98	240	28,5					22696		4853			0,7	0,7	0,7	
	11AR020-1	VALDARNO INFERIORE E PIANA COSTIERA PISANA - ZONA PISA - FALDA PROFONDA					5,45	0,339															
	11AR023	VALDARNO INFERIORE E PIANA COSTIERA PISANA - ZONA LAVAIANO - MORTAIOLO					5,45	1,98	240								566			0,7	0,7	0,7	
	11AR023-1	VALDARNO INFERIORE E PIANA COSTIERA PISANA - ZONA LAVAIANO - MORTAIOLO - FALDA PROFONDA	1081				1,977	1,98															
	11AR024	VALDARNO INFERIORE E PIANA COSTIERA PISANA - ZONA S. CROCE		310			5,45	1,98		28,5					3754	466		4853	600				
	11AR024-1	VALDARNO INFERIORE E PIANA COSTIERA PISANA - ZONA S. CROCE - FALDA PROFONDA					1,977	0,339							3754	466			600	0,7	0,7	0,7	
	11AR025	VALDARNO INFERIORE E PIANA COSTIERA PISANA - ZONA EMPOLI					5,45	1,98										2144					
	11AR026	VALDARNO INFERIORE E PIANA COSTIERA PISANA - ZONA VAL DI NIEVOLE, FUCECCHIO					5,45	1,98	240									566		0,7	0,7	0,7	
	11AR027	CERBAIE E FALDA PROFONDA DEL BIENTINA							0,072							466							
	11AR028	PIANURA DI LUCCA - ZONA DI BIENTINA		52					1,98														
	11AR030	VAL DI CHIANA		20			5,45	1,98								466		1087	600				
	11AR030-1	VAL DI CHIANA - FALDA PROFONDA														466		2144			0,7	0,7	0,7
	11AR041	VALDARNO SUPERIORE, AREZZO E CASENTINO - ZONA VALDARNO SUPERIORE					0,52	1,98													0,7	0,7	0,7
	11AR042	VALDARNO SUPERIORE, AREZZO E CASENTINO - ZONA AREZZO																			0,7	0,7	0,7
	11AR043	VALDARNO SUPERIORE, AREZZO E CASENTINO - ZONA CASENTINO																			0,7	0,7	0,7
	11AR050	SIEVE																			0,7	0,7	0,7
	12SE011	PIANURA DI LUCCA - ZONA FREATICA E DEL SERCHIO							1,98							466					0,7	0,7	0,7
	31OM010	PIANURA DI GROSSETO		20			5,45	1,98	362	124	25,2		52,2		3754	466	2862			1775			
	31OM020	PIANURA DELL'ALBEGNA													3754						1775		
	32CT010	COSTIERO TRA Fiume CECINA E S. VINCENZO				77,6	21,8	0,52	1,98						3754	466		566	600	0,7	0,7	0,7	
	32CT020	PIANURA DEL CORNIA		52				1,977	1,98						3754	22696				600			
	32CT021	TERRAZZO DI SAN VINCENZO							0,339													0,7	0,7
32CT030	COSTIERO TRA FINE E CECINA					14,9	1,977	1,98						3754	466		2144	600	0,7	0,7	0,7		
32CT040	PIANURA DI FOLLONICA		20					0,072					52,2		22696				600				
33TN010	VERSILIA E RIVIERA APUANA							1,98							22696		2144			0,7	0,7	0,7	
arenarie	99MM931	ARENARIE DI AVANFOSSA DELLA TOSCANA NORD-ORIENTALE - ZONA DORSALE APPENNINICA																		0,7	0,7	0,7	
	99MM932	ARENARIE DI AVANFOSSA DELLA TOSCANA NORD-ORIENTALE - ZONA MONTE ALBANO					0,52	0,339															
	99MM940	MACIGNO DELLA TOSCANA SUD-OCCIDENTALE																			0,7	0,7	0,7
	99MM941	FLISCH DOTTONI																			0,7	0,7	0,7
ofioliti	99MM920	OFIOLITICO DI GABBRO				14,9																	
vulcaniti	23FI010	VULCANITI DI PITIGLIANO		20													2862						
	99MM020	AMIATA		52	133		1,977	0,072															

Tabella 2: Valori di Fondo Naturale attribuiti ai corpi idrici nel triennio 16-18 con associati livelli di confidenza: M medio, B basso, BB molto basso (corsivo)

#### 4 TENDENZE ALL'AUMENTO E PUNTI D'INVERSIONE

Il Sistema Nazionale di Protezione Ambientale con IRSA-CNR ha reso disponibile nel 2017 una Linea Guida (LG) per la valutazione delle tendenze ascendenti e d'inversione degli inquinanti nelle acque sotterranee, così come richiesto dal DMATTM 6 luglio 2016. La metodologia proposta è riportata nella figura 2.

La Linea Guida per **aumento significativo** dal punto di vista **statistico** intende una tendenza positiva dei valori di concentrazione, calcolata con un metodo statistico riconosciuto, che risulti significativa almeno al 90% suggerendo, anche in presenza di un dataset limitato, la procedura basata sul metodo di Mann-Kendall per il calcolo della significatività statistica della tendenza ascendente e sul metodo di Sen per la stima della pendenza lineare.

Per **significatività ambientale** dell'aumento, inoltre, intende una crescita dei valori nel tempo con un tasso tale da mettere a rischio il raggiungimento degli obiettivi ambientali per il corpo idrico sotterraneo in esame. La procedura prevede dunque l'estrapolazione al 2021 e 2027 degli esiti dell'analisi dei trend.

Il criterio per la definizione di trend alla scala del corpo idrico si conforma, infine, alla stessa soglia di significatività del 20% dell'estensione del corpo idrico (volume/area di competenza delle stazioni o semplicemente  $1/n$ ), già indicata per la definizione dello stato chimico.

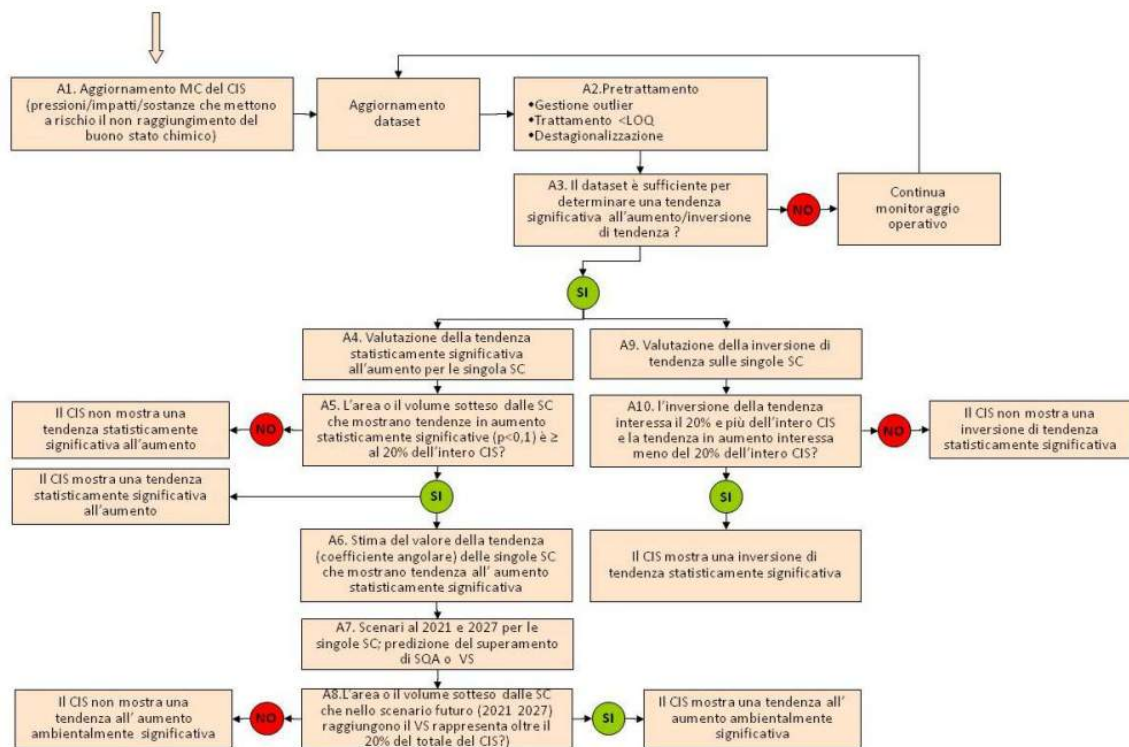


Figura 2: CNR SNPA - MLG 161/17 Schema della procedura per la valutazione delle tendenze ascendenti e d'inversione dei trend inquinanti per i CIS definiti a rischio

Riguardo alla definizione di **inversione di tendenza** a livello di **stazione**, la LG fornisce una sola indicazione generale di utilizzo del test di Pettitt per il riconoscimento di punti di cambiamento.

Secondo la LG la **verifica d'inversione** andrebbe limitata alle **sole stazioni** già riconosciute in **incremento** statisticamente significativo ma, è stato osservato, le situazioni possono risultare molto più varie, in esempio:

- un trend generalmente stazionario potrebbe, infatti, al suo interno, rilevare una inversione simmetrica con circa eguale durata delle due sezioni;
- un trend in decremento, se invece instauratosi da molti anni, potrebbe, invece, comunque rilevare un inizio in incremento e dunque, anche qui qualificare propriamente una inversione.

In precedenti report<sup>9</sup> di ARPAT nell'applicazione ancora preliminare della LG e limitata a

<sup>9</sup> ARPAT (2018) Monitoraggio corpi idrici sotterranei - Risultati 2013-2015

<http://www.arpato.toscana.it/documentazione/report/acque-sotterranee-monitoraggio-ufficiale/monitoraggio-corpi-idrici-sotterranei-risultati-2013-2015>

ARPAT (2019) Annuario dei Dati Ambientali 2019 <http://www.arpato.toscana.it/documentazione/catalogo-pubblicazioni-arpato/annuario-dei-dati-ambientali-2019>

contaminanti di spicco come nitrati, composti organo alogenati e conduttività, la scelta era stata quella di qualificare come inversione l'esistenza di un punto di cambiamento all'interno di trend decrescenti.

Nel presente report ci si è proposti una rivalutazione e generale approfondimento della modalità di riconoscimento dell'inversione adottando le seguenti scelte:

- verifica d'inversione su **tutte** le **stazioni** e **parametri** con **almeno 14 anni di dati**, **indipendentemente** dalle **tendenze** accertate (ascendenti, discendenti e stazionarie);
- utilizzo del test di Pettitt, dove significativo, per la separazione della serie completa nelle due sezioni **pre** e **post**;
- ripetizione sulle due sezioni distinte dei test di Mann Kendall e della retta di Theil Sen, da cui si **identificano** come **inversioni di tendenza** i casi in cui:
  - si ottiene una **riduzione della tendenza**, in altre parole una **differenza negativa** tra le **pendenze** (considerate nulle, stazionarie, nei casi di non significatività del test di Mann Kendall) tra la sezione **post** e sezione **pre**.
  - in assenza di trend sia nella sezione pre sia nella sezione post (**differenza pari a 0**) la **mediana** della sezione **post** è **comunque inferiore** alla **mediana** della sezione **pre**.

L'applicazione della procedura è stata assistita da una routine in R.

I dati estratti hanno riguardato **corpi idrici** e **parametri** qualificati come “**a rischio**” in ragione di almeno **un superamento del 75% dei VS/SQA** dal 2010. Le stazioni dovevano inoltre disporre, come richiesto dalla LG :

- di almeno di 8 dati annuali ;
- di dati recenti riferiti al triennio 16-18.

I dati estratti sono stati **trattati** in ragione dei numerosi **ND** (non determinati < LQ) anche come medie annuali, con LQ max che per omogeneità è stato sostituito ad altri LQ nel caso di serie con LQ variabile, così come indicato nelle LG.

Sono state inoltre escluse dall'elaborazione dei trend e indicate come “**stazionarie**” le serie con una **percentuale di medie annue < LQ superiore al 75%**.

Il dataset estratto consiste in **25636 righe** relative alle stesse medie annue per parametro e singola stazione utilizzate per le classificazioni annuali e riguarda **48 corpi idrici, 322 stazioni e 40 parametri**.



Le analisi delle **tendenze ascendenti** su singola **stazione** sono state **2095**, in **203** casi, il **10%**, si sono ottenuti **incrementi statisticamente significativi** ed in **68**, il **3%**, **incrementi ambientalmente significativi** di cui sopra. Le analisi delle tendenze d'**inversione** su singole stazioni che, come indicato prima, disponevano come unico requisito di 14 anni di dati, sono state **1317**, con **155** casi d'inversione accertati e pari al **12%**.

A livello di **corpo idrico** le verifiche complessive delle **tendenze ascendenti** sono state **296** con copertura data dalla percentuale di stazioni valutate sul totale delle stazioni del corpo idrico che è risultata varia. In generale il 71% delle valutazioni ha realizzato percentuali di copertura superiore al 50%.

Gli **incrementi statisticamente significativi** dei corpi idrici sono stati in totale **43**, il **16%**, mentre gli **ambientalmente significativi** **10**, pari al **6%**.

Le verifiche sulle **tendenze d'inversione** a scala di **corpo idrico** sono state **271** ed i casi di inversione generale **15**, il **5%**.

Nelle tabelle 3 e 4 seguenti sono riportati i **10 casi** di **corpi idrici** in **incremento ambientalmente significativo** ed i **15 casi** in **inversione**.

parametro		corpo idrico		% stazioni valutate	% stazioni in incremento	% stazioni in incremento ambientalmente significativo
mat/IMMN00	manganese	11AR027	CERBAIE E FALDA PROFONDA DEL BIENTINA	100%	60%	50%
mat/OLC0XTET	Pce + tce	11AR012	PIANA FIRENZE, PRATO, PISTOIA - ZONA PRATO	88%	50%	50%
mat/OLC0X03S	triclorometano	99MM014	CARBONATICO DI S. MARIA DEL GIUDICE E DEI MONTI PISANI	100%	50%	50%
mat/OLC0X03S	triclorometano	11AR020-1	VALDARNO INFERIORE E PIANA COSTIERA PISANA - ZONA PISA - FALDA PROFONDA	100%	50%	38%
mat/INN0N3H	ammonio	11AR020	VALDARNO INFERIORE E PIANA COSTIERA PISANA - ZONA PISA	67%	50%	33%
mat/INN0N3H	ammonio	11AR070	ERA	67%	33%	33%
mat/IMFE00	ferro	11AR027	CERBAIE E FALDA PROFONDA DEL BIENTINA	100%	30%	30%
mat/IMAS00	arsenico	32CT060	CARBONATICO DI GAVORRANO	100%	25%	25%
mat/IMFE00	ferro	11AR030-1	VAL DI CHIANA - FALDA PROFONDA	78%	33%	22%
mat/IMMN00	manganese	11AR023	VALDARNO INFERIORE E PIANA COSTIERA PISANA - ZONA LAVAIANO - MORTAILO	56%	33%	22%

Tabella 3: corpi idrici in incremento ambientalmente significativo

parametro		corpo idrico		% stazioni valutate	% stazioni in inversione	% stazioni in incremento residuo
mat/INN050	nitrati	11AR012	PIANA FIRENZE, PRATO, PISTOIA - ZONA PRATO	88%	63%	0%
mat/INN050	nitrati	11AR011	PIANA FIRENZE, PRATO, PISTOIA - ZONA FIRENZE	100%	50%	0%
mat/INN050	nitrati	11AR060	ELSA	63%	50%	13%
mat/INN050	nitrati	23FI010	VULCANITI DI PITIGLIANO	100%	40%	20%
mat/PCOND20	conduttività	32CT040	PIANURA DI FOLLONICA	100%	40%	20%
mat/INN050	nitrati	32CT040	PIANURA DI FOLLONICA	100%	40%	0%
mat/INN050	nitrati	11AR030-1	VAL DI CHIANA - FALDA PROFONDA	89%	33%	11%
mat/PCOND20	conduttività	32CT010	COSTIERO TRA FIUME CECINA E S. VINCENZO	100%	32%	5%
mat/IMAS00	arsenico	32CT020	PIANURA DEL CORNIA	90%	30%	0%
mat/INBO00	boro	32CT020	PIANURA DEL CORNIA	90%	30%	0%
mat/INCLN10	cloruri	32CT010	PIANA FIRENZE, PRATO, PISTOIA - ZONA FIRENZE	100%	27%	14%
mat/IMAS00	arsenico	32CT060	CARBONATICO DI GAVORRANO	100%	25%	25%
mat/INS060	solforati	11AR011	PIANA FIRENZE, PRATO, PISTOIA - ZONA FIRENZE	100%	25%	17%
mat/IMFE00	ferro	99MM011	CARBONATICO NON METAMORFICO DELLE ALPI APUANE	100%	23%	15%
mat/IMFE00	ferro	33TN010	VERSILIA E RIVIERA APUANA	64%	23%	0%
mat/PCOND20	conduttività	33TN010	VERSILIA E RIVIERA APUANA	82%	23%	5%
mat/INN050	nitrati	11AR041	VALDARNO SUPERIORE, AREZZO CASENTINO - ZONA VALDARNO SUPERIORE	100%	22%	22%

Tabella 4: corpi idrici in inversione

Nella tabella 5 e successiva figura 3 sono rappresentati, in **sintesi** per ciascun parametro, le proporzioni di corpi idrici risultati in incremento ambientalmente significativo piuttosto che in inversione.

sostanza	n_ci_tr	n_ci_inv	n_ci_tr_inc_sig	n_ci_tr_amb_sig	n_ci_inv_sig	% ci in incremento	% ci in incremento amb s	% ci in inversione
nitrati	13	13	3	0	6	23%	0%	46%
conduttività	14	13	2	0	3	14%	0%	23%
boro	6	5	1	0	1	17%	0%	20%
cloruri	7	6	3	0	1	43%	0%	17%
solforati	9	9	2	0	1	22%	0%	11%
arsenico	13	13	1	1	1	8%	8%	8%
ferro	31	30	6	2	2	19%	6%	7%
manganese	23	20	4	2	0	17%	9%	0%
ammonio	23	23	6	2	0	26%	9%	0%
tcm	16	16	2	2	0	13%	13%	0%
tce pce	7	7	2	1	0	29%	14%	0%

Tabella 5: Sintesi per corpo idrico degli esiti dell'analisi dei trend, numeri e percentuali dei corpi idrici analizzati: n\_ci\_tr - numero corpi idrici valutati per l'analisi delle tendenze, n\_ci\_inv numero corpi idrici valutati per inversione, n\_ci\_inc\_sig numero corpi idrici in incremento significativo, n\_ci\_inc\_amb\_sig numero corpi idrici in incremento ambientalmente significativo, n\_ci\_inv numero corpi idrici in inversione % ... c.s. in percentuale sulle stazioni analizzate

Il **quadro** che ne scaturisce appare nel complesso **positivo**. Le concentrazioni dei **nitrati**, nella generalità dei casi derivati da origine agricole, sono in **deciso miglioramento** con poco meno della **metà** dei corpi idrici analizzati (6 su 13), si ricorda relativi a situazioni di rischio, in **inversione**.

Seguono **conduttività** con poco meno di **un quarto** (3 su 13) e **boro** con **un quinto** (1 su 5) dei corpi idrici indagati risultati in **inversione**, **quindi cloruri** con uno su sei, e infine **arsenico** e **ferro** con minori proporzioni. Si tratta per conduttività boro e cloruri di probabili contributi di origine naturale derivati da corpi idrici marginalmente connessi quali il sistema termale e il mare

Una diminuzione di queste sostanze caratteristiche, con inversione di tendenza nel periodo analizzato, potrebbe spiegarsi con **maggiori ricariche recenti** o con una **attenuazione dello stress quantitativo**.

Parametri anche questi indicatori di **stress quantitativi** oltre che di **variazioni** delle condizioni **redox** quali **manganese** soprattutto, **ammonio** e gli stessi **ferro** ed **arsenico** risultano, viceversa, in **incremento**.

In alcuni casi sembrano **associarsi a incrementi** di **sostanze organiche** di origine antropica, consumatrici di ossigeno, quali tce e pce e, in parte tcm.

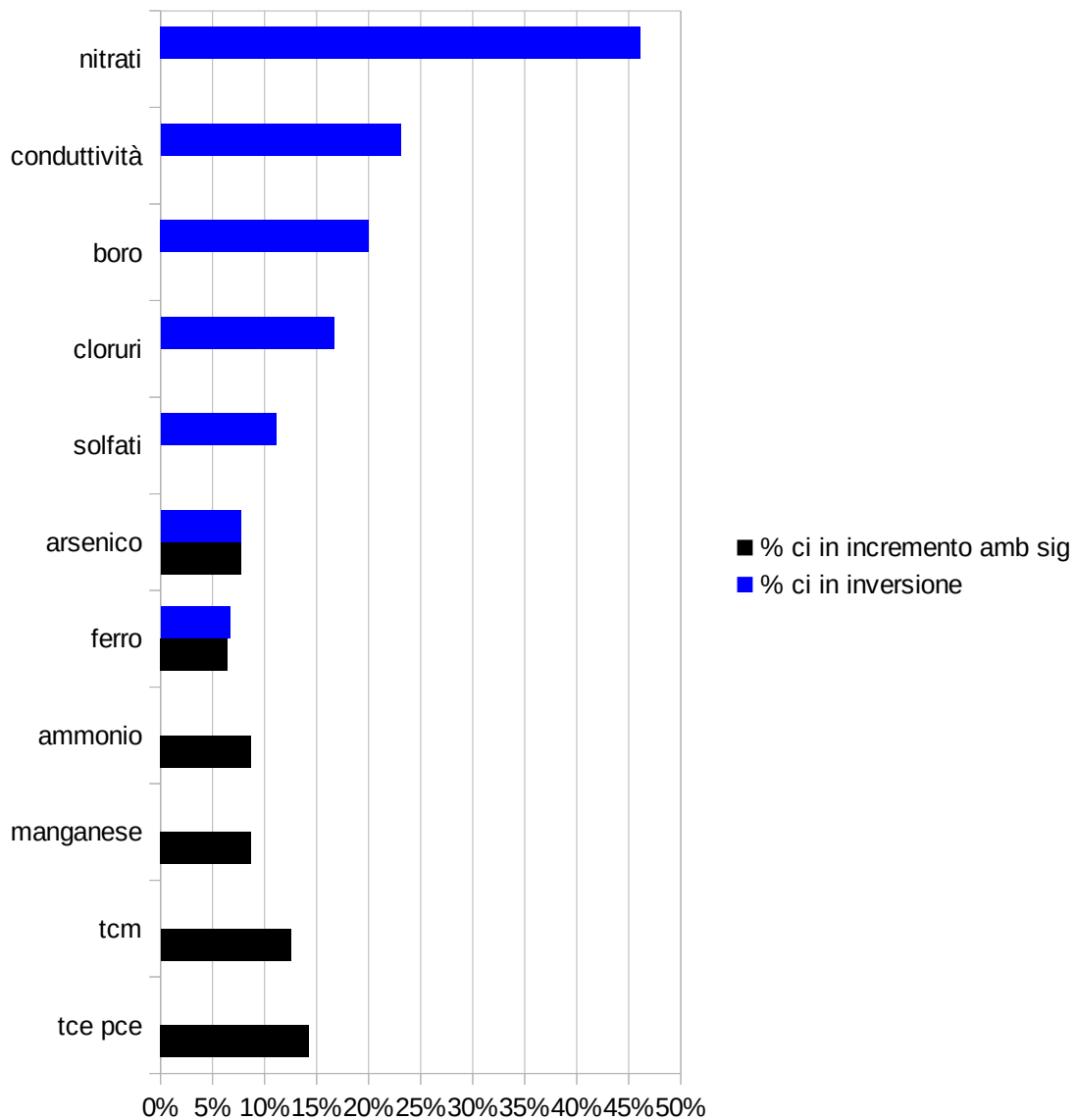


Figura 3: Risultati in sintesi dell'analisi dei trend, percentuali di corpi idrici in incremento ambientalmente significativo ed inversione

parametro	parametro_nome	n_sta_tr	n_sta_inv	n_sta_tr_inc_sig	n_sta_tr_amb_sig	n_sta_inv_sig	% sta in incremento	% sta in incremento amb sig	% sta in inversione
mat/IMAL00	ALLUMINIO - µg/L	21	11	3	0	1	14%	0%	9%
mat/IMAS00	ARSENICO - µg/L	112	53	3	2	6	3%	2%	11%
mat/IMCR60	CROMO VI - µg/L	34	6	6	2	2	18%	6%	33%
mat/IMCU00	RAME - µg/L	1	1	0	0	0	0%	0%	0%
mat/IMFE00	FERRO - mg/L	172	129	27	11	15	16%	6%	12%
mat/IMHG00	MERCURIO - µg/L	62	12	3	1	1	5%	2%	8%
mat/IMMN00	MANGANESE - mg/L	129	96	22	11	11	17%	9%	11%
mat/IMNA00	SODIO - mg/L	77	40	22	2	8	29%	3%	20%
mat/IMNI00	NICHEL - µg/L	92	52	7	1	4	8%	1%	8%
mat/IMPB00	PIOMBO - µg/L	75	39	4	1	2	5%	1%	5%
mat/IMSB00	ANTIMONIO - µg/L	5	3	0	0	1	0%	0%	33%
mat/IMSE00	SELENIO - µg/L	1	0	1	0	1	100%	0%	0%
mat/INBO00	BORO - µg/L	29	14	3	0	4	10%	0%	29%
mat/INCLN10	CLORURO - mg/L	45	39	12	1	7	27%	2%	18%
mat/INF0N10	FLUORURO - µg/L	33	8	6	1	2	18%	3%	25%
mat/INN03O	NITRITO - µg/L NO2	50	41	0	0	1	0%	0%	2%
mat/INN05O	NITRATI - mg/L NO3	83	66	13	5	29	16%	6%	44%
mat/INN0N3H	IONE AMMONIO - µg/L NH4	184	151	23	11	7	13%	6%	5%
mat/INS06O	SOLFATO - mg/L	59	43	9	2	7	15%	3%	16%
mat/OLC0X03S	TRICLOROMETANO - µg/L	114	64	9	4	1	8%	4%	2%
mat/OLC0X06S	1,2-DICLOROETANO - µg/L	4	4	0	0	1	0%	0%	25%
mat/OLC0X31Y	CLORURO DI VINILE - µg/L	36	32	2	2	1	6%	6%	3%
mat/OLC0X33S	1,2-DICLOROETILENE - µg/L	32	29	0	0	1	0%	0%	3%
mat/OLC0XTET	TETRACLOROETILENE - TRICLOROETILENE SOMMA - µg/L	81	56	9	7	3	11%	9%	5%
mat/OLCXX22S	DIBROMOCLOROMETANO - µg/L	98	58	2	1	1	2%	1%	2%
mat/OLCXX23S	BROMODICLOROMETANO - µg/L	70	36	2	0	1	3%	0%	3%
mat/ORGIDR	IDROCARBURI TOTALI - µg/L N-Esano	75	65	0	0	1	0%	0%	2%
mat/PCOND20	CONDUTTIVITA' (A 20°C) - µS/cm a 20°C	99	72	14	3	18	14%	3%	25%
mat/WA0160E00CON	atrazina - µg/L	14	7	0	0	1	0%	0%	14%
mat/WA0180E00CON	atrazina, deisopropil- - µg/L	24	9	0	0	1	0%	0%	11%
mat/WA0710E00CON	clortoluron - µg/L	11	11	0	0	1	0%	0%	9%
mat/WA2050E00CON	oxadiazon - µg/L	5	4	0	0	1	0%	0%	25%
mat/WA20600B000N	oxadixil - µg/L	7	5	0	0	1	0%	0%	20%
mat/WA2100E00CON	oxyfluorfen - µg/L	27	9	0	0	1	0%	0%	11%
mat/WA2140E0A00N	pendimetalin - µg/L	27	8	0	0	1	0%	0%	13%
mat/WA2720E00CON	terbutilazina, desetil- - µg/L	33	6	0	0	1	0%	0%	17%
mat/WA2950E0000N	trifluralin - µg/L	1	0	0	0	1	0%	0%	0%
mat/WC06200B0C00	ESACLOROBUTADIENE - µg/L	18	10	0	0	1	0%	0%	10%
mat/WPTOT	PESTICIDI TOTALI - µg/L	53	26	1	0	4	2%	0%	15%
mat/WX06300B000N	kresoxim-metil - µg/L	2	2	0	0	1	0%	0%	50%

Tabella 6: Dettaglio degli esiti dell'analisi dei trend, numeri e percentuali delle stazioni elaborate: n\_sta\_tr - numero stazioni valutate per l'analisi delle tendenze , n\_sta\_inc - numero stazioni valutate per in incremento, n\_sta\_inv numero stazioni valutate per inversione, n\_sta\_inc\_sig numero stazioni in incremento significativo n\_sta\_inc\_amb\_sig numero stazioni in incremento ambientalmente significativo, n\_sta\_inv numero stazioni in inversione %... c.s. in percentuale sulle stazioni analizzate



## 5 STATO CHIMICO TRIENNIO 2016-2018

La procedura di valutazione del **buono stato chimico** delle acque sotterranee indicata dall'art. 4 del D.Lgs 30/2009 prevede la realizzazione di una delle seguenti tre condizioni :

- a) *sono rispettate le condizioni generali in merito al pregiudizio degli obiettivi di qualità ambientale di corpi idrici superficiali e agli effetti di intrusione saline;*
- b) *sono rispettati, per ciascuna sostanza controllata, gli standard di qualità ed i valori soglia di cui all'Allegato 3, Parte A, tabelle 2 e 3, in ognuno dei siti individuati per il monitoraggio del corpo idrico sotterraneo o dei gruppi di corpi idrici sotterranei, tenuto conto che dove dimostrabile scientificamente l'esistenza di elevati valori di fondo naturale per metalli o sostanze di origine naturale, tali valori costituiscono le soglie per la definizione di buono stato chimico;*
- c) *lo standard di qualità delle acque sotterranee o il valore soglia è superato in uno o più siti di monitoraggio, che comunque rappresentino non oltre il 20 per cento dell'area totale o del volume del corpo idrico, per una o più sostanze ed un'appropriate indagine possa confermare che i superi non rappresentano un rischio ambientale significativo, tenendo conto:*
  - i) *dell'estensione del corpo idrico sotterraneo interessato*
  - ii) *dei possibili trasferimenti a corpi idrici ed ecosistemi superficiali*
  - iii) *dell'esistenza di una protezione che impedisca il peggioramento della qualità dei corpi idrici destinati all'estrazione di acqua potabile tale o l'aumento del livello di trattamento per garantire i requisiti di qualità' di cui al decreto legislativo 2 febbraio 2001, n. 31;*

Per la classificazione del triennio 2016-2018 una volta elaborate le **medie sul periodo** dei parametri normati dal D.Lgs 30/2009 come modificato dal DMATTM 6/7/16 per tutte le 435 stazioni dei 65 corpi idrici sono stati così seguiti i seguenti criteri:

- confronto con gli SQA di Tabella 2 e Valori Soglia di Tabella 3 seconda colonna del D.Lgs 30/2009;
- confronto con i Valori Soglia di Tabella 3 terza colonna, cautelativi ai fini dell'interazione con le acque superficiali, alle stazioni di monitoraggio che rappresentano sorgenti (MAT-S...);
- confronto con i Valori Soglia corrispondenti alle Concentrazioni Massime Ammissibili

indicate dal D.Lgs 31/2001 per le stazioni di monitoraggio destinate al consumo umano;

- confronto con i Valori di Fondo Naturale per corpi idrici e stazioni discussi in precedenza;
- verifica della soglia di rappresentatività per i superamenti su singole stazioni rispetto al 20% del totale delle stazioni

In considerazione di quanto esposto la classificazione 2016-2018 corrisponde ai seguenti 4 gradi di classificazione:

Stato Chimico del Corpo idrico per singolo parametro	Gradi
BUONO	Verde
BUONO con fondo naturale	Giallo
BUONO scarso localmente	Arancione
SCARSO	Rosso

In altre parole si hanno due stati, SCARSO e BUONO, con due notazioni rispetto a quest'ultimo che segnalano la presenza di:

- sostanze di fondo naturale in concentrazioni che eccedono comunque le soglie del buono stato chimico (c.d. buono con fondo naturale);
- **superi limitati al quinto delle stazioni che compongono il corpo idrico (c.d. buono scarso localmente).**

Per la classificazione del primo triennio 2016-2018 sono state elaborate le **medie sul periodo** dei parametri normati come da D.Lgs 30/2009 e DMATTM 6/7/16 per tutte le 435 stazioni dei 65 corpi idrici.

Occorre osservare che nelle Linee Guida specifiche di ISPRA (2014) è indicata una diversa metodologia per la definizione, su periodi, dello stato chimico del corpo idrico che è data da uno “stato prevalente” nelle diverse annualità. Tuttavia, considerato quanto indicato dallo stesso allegato 3 al D.Lgs 30/2009, punto A.2.1, relativamente a *“la conformità del valore soglia e dello standard di qualità ambientale deve essere calcolata attraverso la media dei risultati del monitoraggio, riferita al ciclo specifico di monitoraggio, ottenuti in ciascun punto del corpo idrico ...”* e, soprattutto, in analogia a quanto realizzato anche per il trienni precedenti è ancora **confermato** il calcolo del **valore medio** su singola stazione anche per il **triennio 2016-2018**.

La distribuzione percentuale degli stati chimici denuncia **variazioni in negativo** rispetto alla situazione del **triennio precedente 2013-2015** come mostrato nel confronto delle figure 4 e 5.

La **percentuale** di **corpi idrici** complessivamente in **stato buono scende**, infatti, dall’82% al 69%, così come si **riduce** la **percentuale** dei **buoni con fondo naturale**, dal 23% al 11%.

Il **superamento** delle **soglie** per i **valori di fondo naturale**, spesso associate a distinti trend di incremento per probabili **stress quantitativi**, ha determinato, infatti, ulteriori attribuzioni di **stato scarso**.

**Aumenta**, infatti, la **percentuale** di **corpi idrici** in **stato scarso locale**, dal 36% al 40%, ma, soprattutto, si **incrementano** i **corpi idrici** in generale **stato scarso** dal 18% al 31 %.

Notevoli differenze si registrano, come atteso, tra corpi idrici a rischio e non a rischio. Va osservato che il nuovo Piano di Gestione ha incrementato il numero di corpi idrici considerati non a rischio, in virtù di classificazioni di stato buono del precedente triennio. Per i buoni in stato di scarso locale è stato **comunque previsto** sulle stesse **stazioni** risultate in **stato scarso** il **monitoraggio** di tipo **operativo**. Si osserva, in ogni caso, come le percentuali di corpi idrici a rischio in stato scarso rappresentino una percentuale quasi doppia 47% rispetto ai corrispondenti non a rischio 25%.

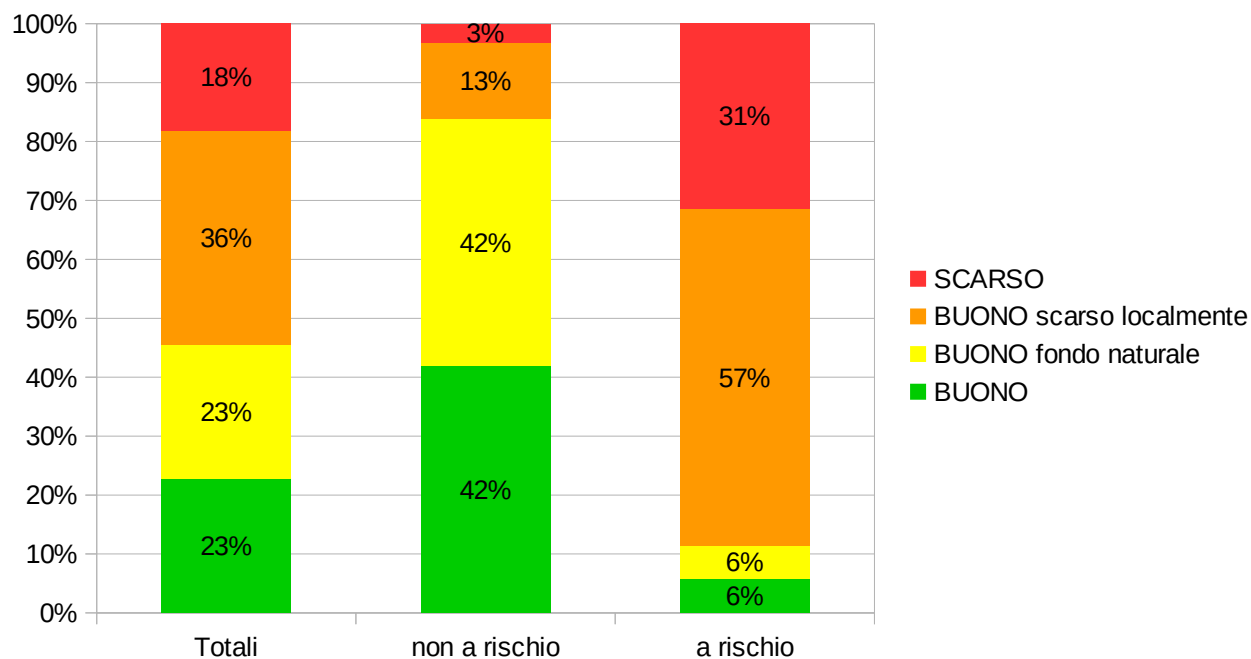


Figura 4: Statistiche classificazioni per classe di rischio *triennio 2013-2015*

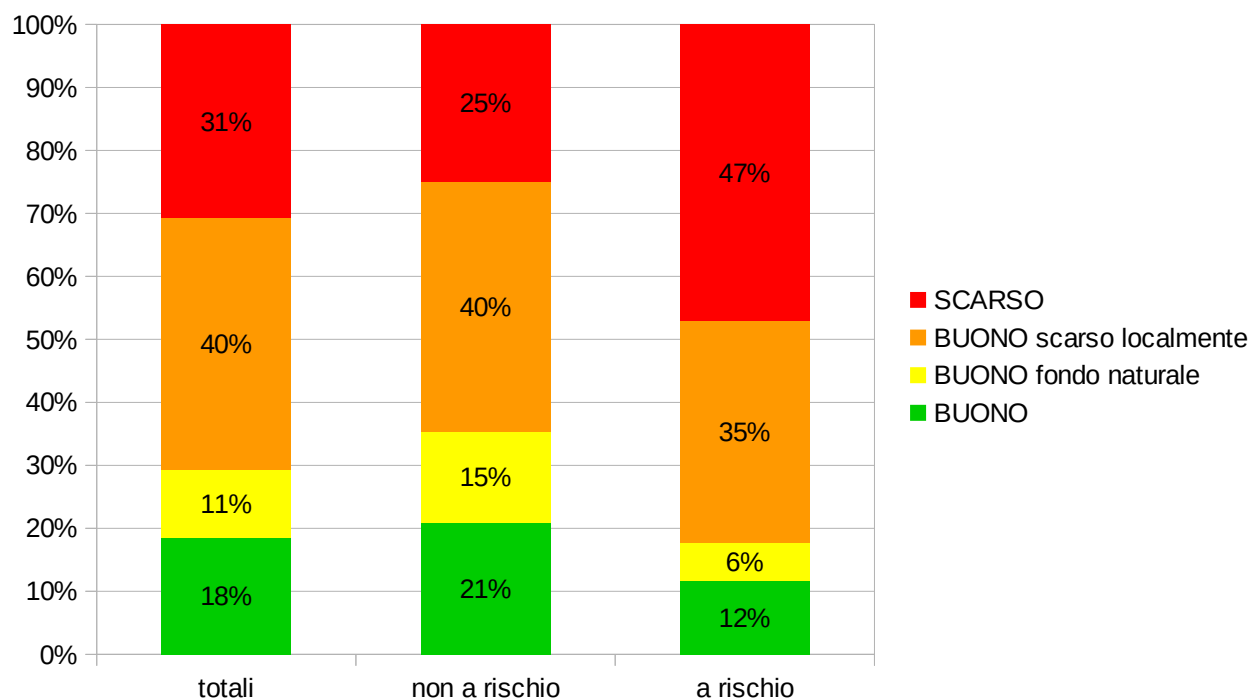


Figura 5: Statistiche classificazioni per classe di rischio *triennio 2016-2018*

Ai fini di un **confronto temporale esteso**, nella figura 6 sono state ricalcolate in modo omogeneo le classificazioni per l'intero periodo 2002-2018, riportando come raffronto anche l'indicatore della **precipitazione media cumulata annua** sul territorio regionale elaborata dal Servizio Idrologico Regionale.

Si conferma, anche da questo diagramma, il **peggioramento** progressivo per il **triennio più recente 2016-2018**.

Il diagramma sembra indicare come ad un generale e relativo **incremento** degli **afflussi diminuiscono** in determinati anni gli **stati buoni** o comunque con fondo naturale, mentre **incrementano** gli stati **scarsi**, sia **locali** sia, soprattutto, **generali**.

Secondo quanto già osservato in precedenti report, l'incremento della ricarica sembra così corrispondere, piuttosto che ad un positivo effetto di diluizione, ad un maggiore trasferimento di inquinanti dalla superficie. In altre parole le **acque sotterranee toscane** denunciano **vulnerabilità** da fonti di **contaminazione** presumibilmente presenti alla **superficie**.

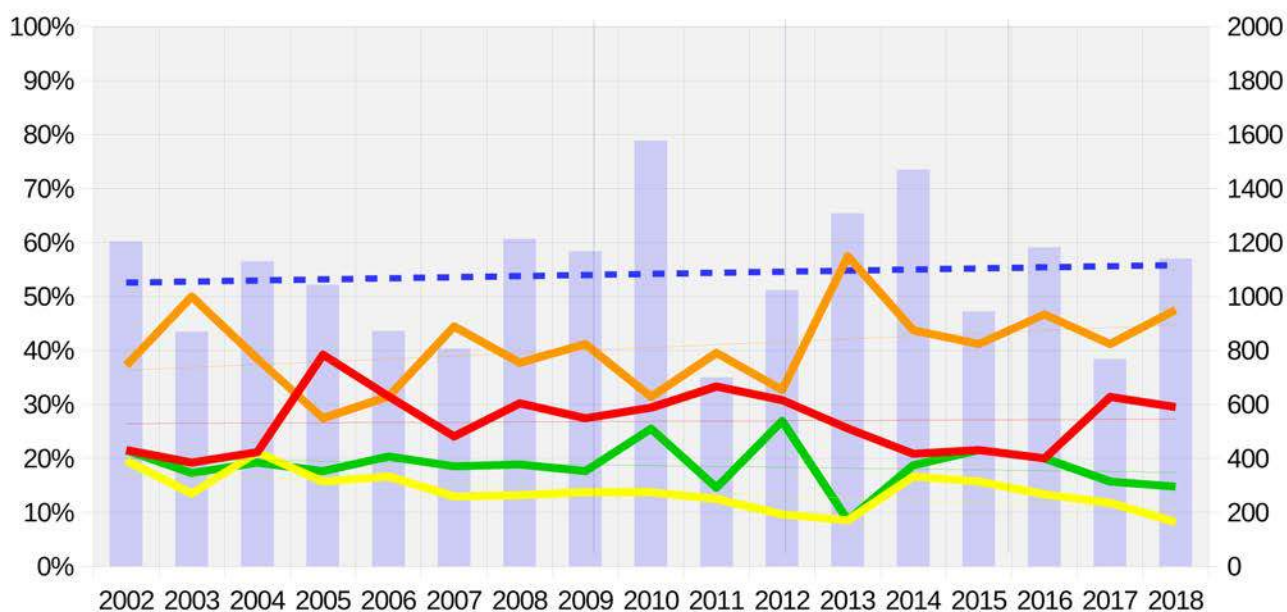


Figura 6: Trend classificazioni 2002-2018 (medie annuali piogge toscana in colonne, % diversi stati chimici linee) (scarso, buono scarso locale, buono fondo naturale, buono)

Nella figura seguente è riportata la mappa dello stato chimico del triennio 2016-2018..



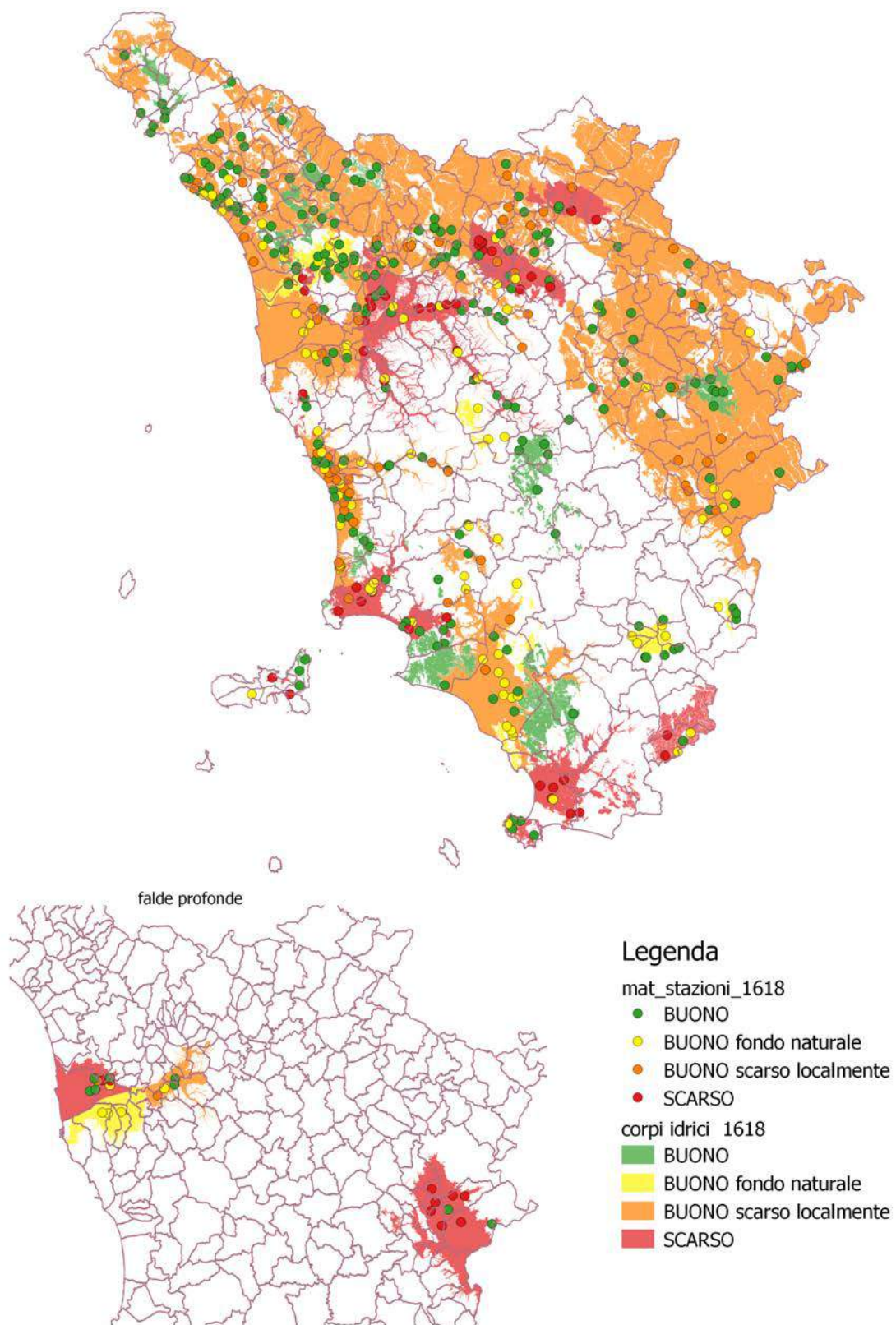


Figura 7: Mappa dello stato chimico del triennio 2016-2018

## 5.1 Stato chimico SCARSO

Nella tabella seguente sono riassunti gli stati scarsi per i diversi corpi idrici con i relativi parametri critici. I corpi idrici in stato scarso sono in totale 20, 8 già identificati come a rischio e i restanti 12 come non a rischio.

### Corpi Idrici A RISCHIO

Corpo Idrico Sotterraneo		Parametri
11AR011	PIANA DI FIRENZE, PRATO, PISTOIA - ZONA FIRENZE	triclorometano
11AR012	PIANA FIRENZE, PRATO, PISTOIA - ZONA PRATO	nitrati, tetracloroetilene-tricloroetilene somma
11AR024	VALDARNO INFERIORE E PIANA COSTIERA PISANA - ZONA S. CROCE	manganese
11AR030-1	VAL DI CHIANA - FALDA PROFONDA	ferro, manganese, sodio, nitrati
11AR060	ELSA	ferro
32CT020	PIANURA DEL CORNIA	conduttività
32CT090	PIANURE COSTIERE ELBANE	ferro, sodio, conduttività'
99MM014	CARBONATICO DI S. MARIA DEL GIUDICE E DEI MONTI PISANI	mercurio

Tabella 7: Stato SCARSO corpi idrici a rischio

Per gli 8 corpi idrici a rischio le associazioni di parametri inquinanti responsabili dello stato scarso, caratterizzano contesti specifici, quali :

- contaminazioni antropiche di tipo urbano e/o industriale (11AR012) con occorrenza di composti organoalogenati e nitrati ;
- contaminazioni antropiche di tipo agricolo (11AR030-1) con presenza di nitrati;
- alterazioni antropiche del fondo naturale possibilmente originate da uno stato di stress quantitativo con incrementi di parametri caratteristici quali ferro, manganese, cloruri, sodio, conduttività, arsenico e solfati (11AR024, 11AR030-1, 11AR060, 32CT020, 32CT090)

Di natura più incerta, invece, le contaminazioni da mercurio del carbonatico di Santa Maria del Giudice 99MM014 e quella da triclorometano per il corpo idrico fiorentino 11AR011.

Nel caso del carbonatico 99MM014 non si esclude, al momento, una origine naturale viste le modeste concentrazioni (0,118 e 0,08 µg/L).

Per il corpo idrico fiorentino 11AR011 la presenza diffusa di triclorometano in concentrazioni

superiori al VS (da 1,441 a 12,571) comunque inferiori alla soglia di potabilità del D.Lgs 31/2001 (30 µg/L) fa sospettare, oltre al contesto fortemente urbanizzato, una probabile contaminazione da acque clorate. Le tendenze risultano in ogni modo stazionarie

Nel dettaglio, in tabella 5 sono riportati gli esiti dell'analisi delle tendenze descritte al paragrafo precedente.

Corpo Idrico Sotterraneo		incremento statisticamente significativo	incremento ambientalmente significativo	inversione
11AR011	PIANA DI FIRENZE, PRATO, PISTOIA - ZONA FIRENZE	TCE + PCE		NO3 SO4
11AR012	PIANA FIRENZE, PRATO, PISTOIA - ZONA PRATO	Fe	<b>TCE + PCE</b>	<b>NO3</b>
11AR024	VALDARNO INFERIORE E PIANA COSTIERA PISANA - ZONA S. CROCE	NH4 Cl		
11AR060	ELSA			NO3
11AR030-1	VAL DI CHIANA - FALDA PROFONDA		<b>Fe</b>	<b>NO3</b>
32CT020	PIANURA DEL CORNIA	<b>conduttività Na SO4</b>		As B

Tabella 8: classificazione TENDENZE per corpi idrici a rischio

**Tendenze simili** sono mostrate dai vicini corpi idrici **11AR011** ed **11AR012** con **incrementi** di **TCE+PCE** ed **inversioni** dei **nitriti**. Nel caso del corpo idrico pratese la tendenza all'incremento ambientalmente significativa di TCE+PCE, parametro critico determinante lo stato scarso, si accompagna ad aumenti di ferro e manganese indicatori di un deterioramento delle condizioni redox.

Anche per il corpo idrico della **falda profonda** della **Chiana** il **ferro**, parametro determinante lo stato scarso, è classificato in **incremento** ambientalmente significativo. Allo stesso tempo si riscontra un **inversione** in **nitriti**, come per l'Elsa.

Nel costiero del Cornia indicatori di sfruttamento rappresentati da sodio, conduttività e solfati sono in incremento, sebbene, allo stesso tempo, si assista ad un inversione di arsenico e boro.

Le tendenze relative a parametri responsabili di stati chimici scarsi sono evidenziate in grassetto nella tabella 8 e di seguito rappresentate e analizzate nel dettaglio.

### *TCE+PCE in incremento critico e nitrati in inversione nella conoide pratese*

Nel corpo idrico zona di Prato del Valdarno Medio, rappresentante il vasto apparato di conoide del Fiume Bisenzio, è stata rilevata una tendenza “critica”, **ascendente ambientalmente significativa**, relativa al parametro **TCE+PCE** che determina lo **stato scarso**. Le stazioni con quella tendenza sono tre distribuite in senso ovest-est in posizione mediana nel corpo idrico e si accompagnano a due punti con con tendenza stazionaria ed uno in inversione.

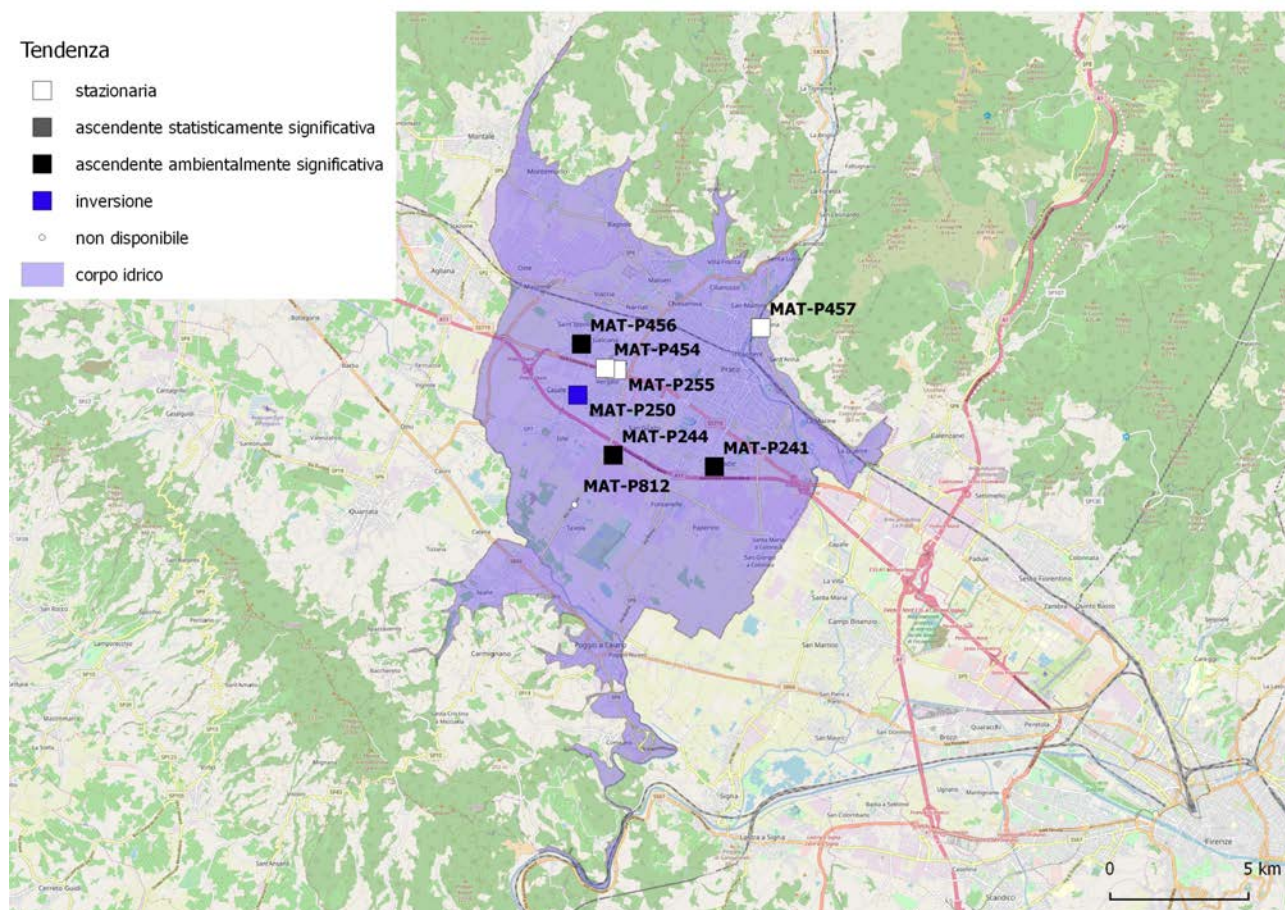


Figura 8: Mappa delle tendenze di TCE+PCE nella zona di Prato del Valdarno medio

Le stazioni rappresentative della **tendenza critica all'aumento** in TCE+PCE sono tutte nel comune di **Prato (PO)** e si tratta di MAT-P241 BADIE 4, MAT-P244 MACROLOTTO 9 e MAT-P456 LASTRUCCIA per le quali sono riportati di seguito i corrispondenti plot temporali.



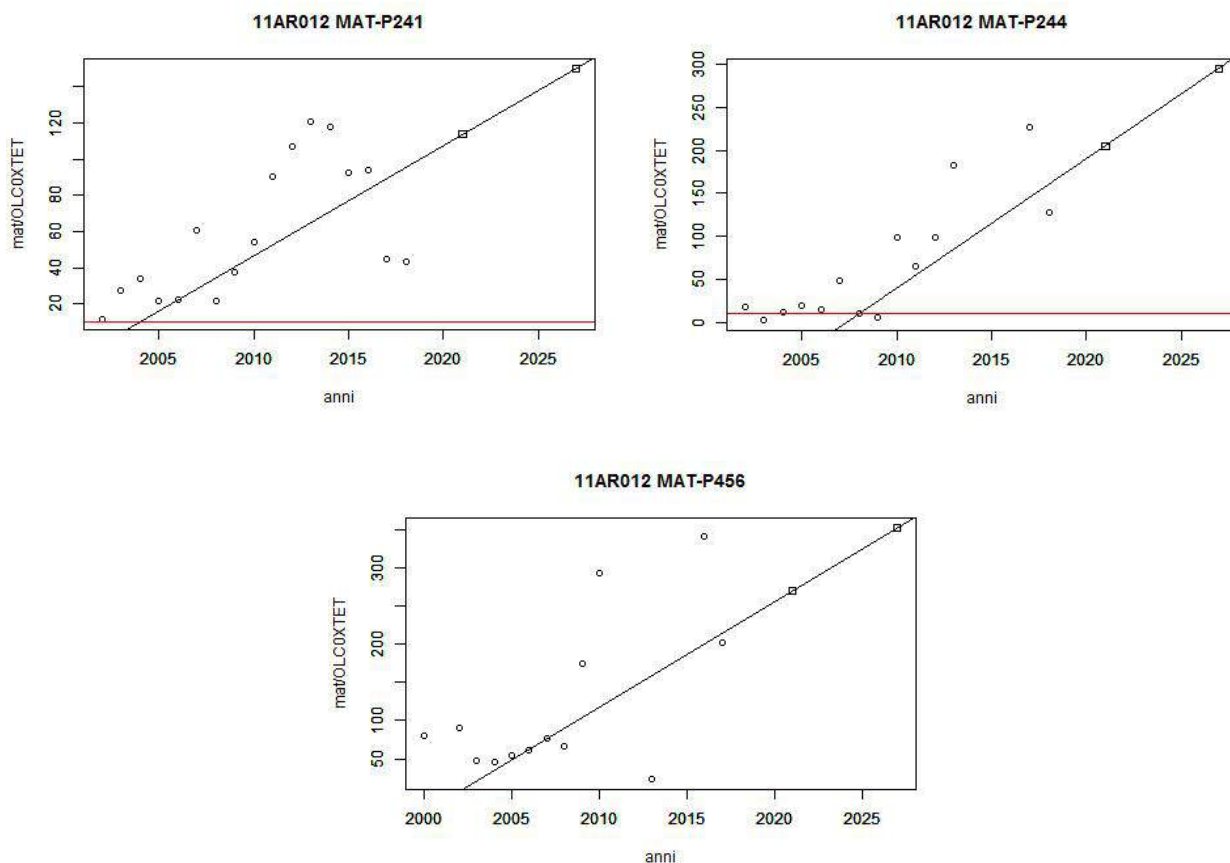


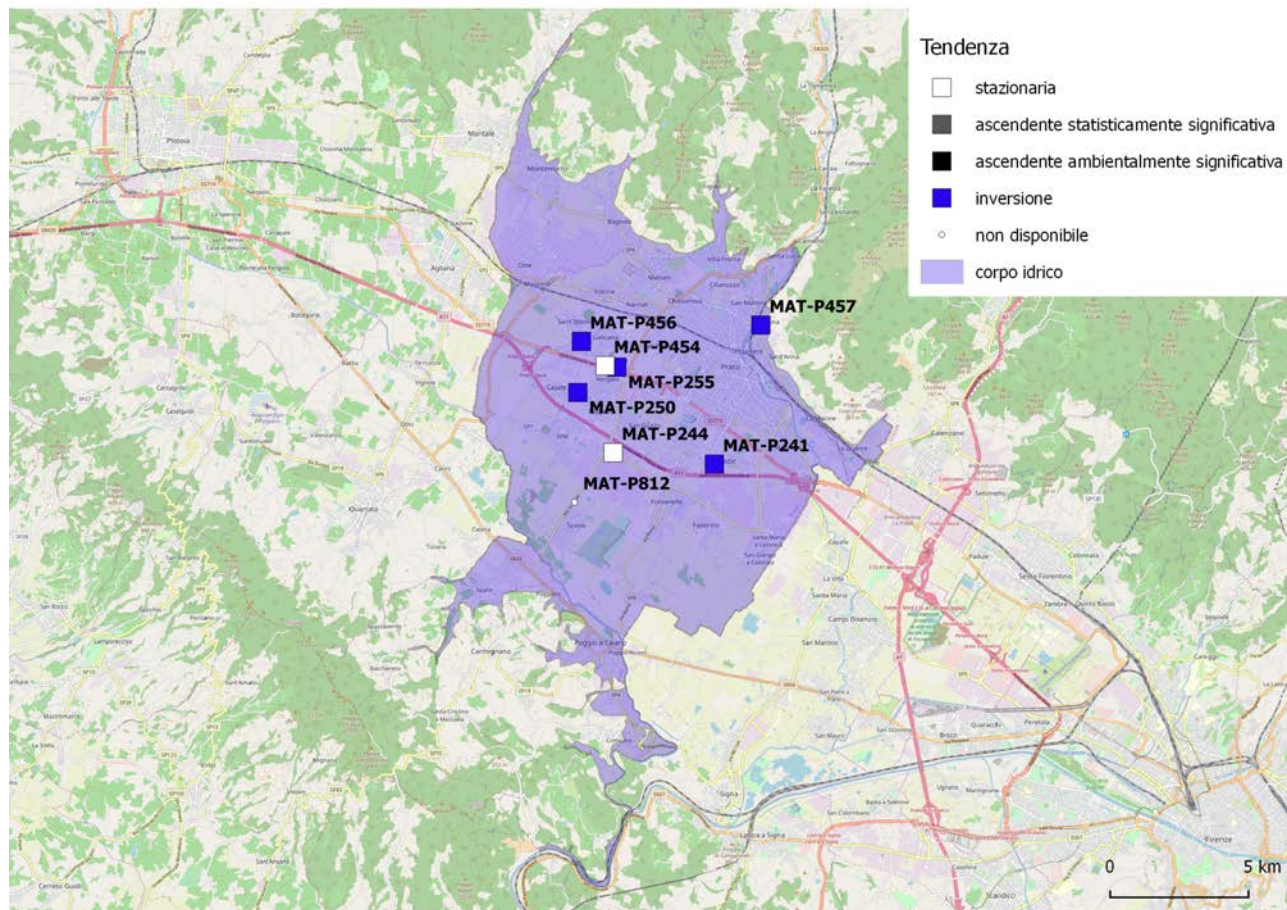
Figura 9: Tendenze ascendenti ambientalmente significative del TCE+PCE zona di Prato del Valdarno medio

La contaminazione da organoalogenati dell'acquifero pratese è stata approfondita in un report prodotto da ARPAT nel 2015<sup>10</sup>. Nel rapporto si notava come per le stazioni pratesi è evidente un generale incremento dal 2009, anno che ha segnato un forte incremento della condizioni di ricarica degli acquiferi toscani con forte recupero dei livelli piezometrici. I contaminanti possono essere stati veicolati in falda dalla maggiore ricarica non escludendo una diretta presa in carico da parte della falda durante la risalita del livello piezometrico.

<sup>10</sup><http://www.arpato.toscana.it/documentazione/catalogo-pubblicazioni-arpato/monitoraggio-della-contaminazione-da-organo-alogenati-nella-piana-fiorentina-2015>



Sempre per la zona pratese è indicata una tendenza all'**inversione** per il parametro dei **nitrati**. Le stazioni con quella tendenza sono cinque, quattro ancora distribuite in senso ovest-est in posizione mediana nel corpo idrico ed una in posizione apicale. Si accompagnano a due punti con con tendenza stazionaria.



*Figura 10: Mappa delle tendenze dei nitrati nella zona di Prato del Valdarno medio*

Le stazioni con tendenza significativa sono qui rappresentate da nordovest ad sudest da MAT-P456 LASTRUCCIA, MAT-P255 CAPEZZANA LAVATOI, MAT-P250 CILIEGIA, MAT-P241 BADIE 4 cui si aggiunge MAT-P457 MOLINO DI FILETTOLE, sempre nel comune di Prato. Nella figura successiva sono riportati i corrispondenti plot temporali delle cinque inversioni.

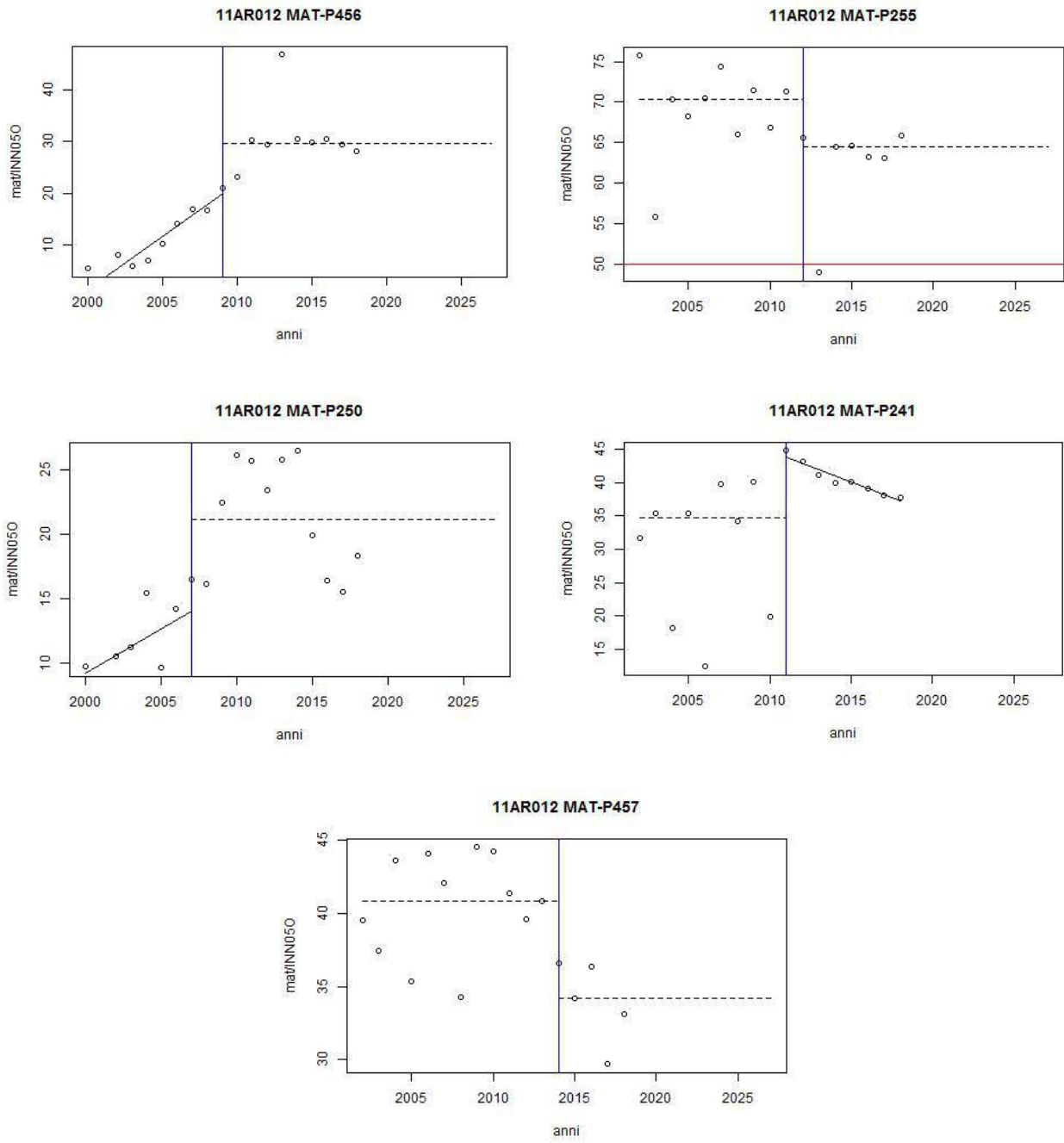
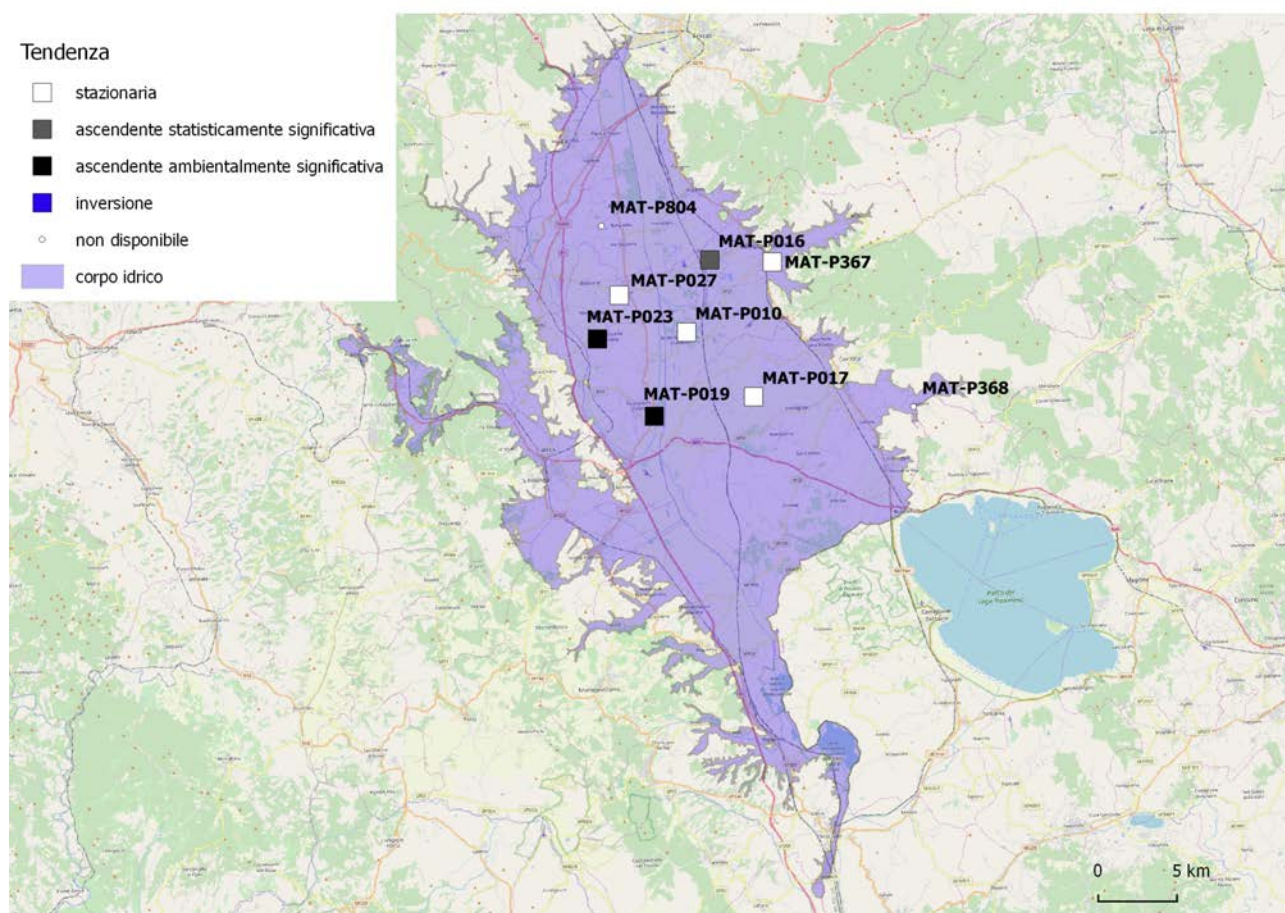


Figura 11: Tendenze in inversione dei nitrati nella nella zona di Prato del Valdarno medio

### *Ferro in incremento critico e nitrati in inversione nella falda profonda della Chiana*

Il corpo idrico **falda profonda** della Val di **Chiana** ha esibito una tendenza all'**aumento ambientalmente significativa** per il **ferro** ed allo stesso tempo una **inversione** per i **nitrati**.

Per quanto riguarda il ferro, le due stazioni in aumento critico sono distribuite in senso nord-ovest sud-est ed occupano la porzione sudoccidentale del corpo idrico. Se ne aggiunge una terza in incremento statisticamente significativo sul lato nord orientale ed ulteriori quattro punti hanno tendenza stazionaria.



*Figura 12: Mappa delle tendenze del ferro nella falda profonda della Valdichiana*

Le stazioni con tendenza all'**aumento ambientalmente significativa** rappresentate nei plot successivi sono MAT-P019 PROFONDO PIALLA 2 e MAT-P023 PROFONDO FOLLONICA ambedue nel comune di **Foiano della Chiana (AR)** cui si aggiunge MAT-P016 MANCIANO nel comune di **Castiglion Fiorentino (AR)**



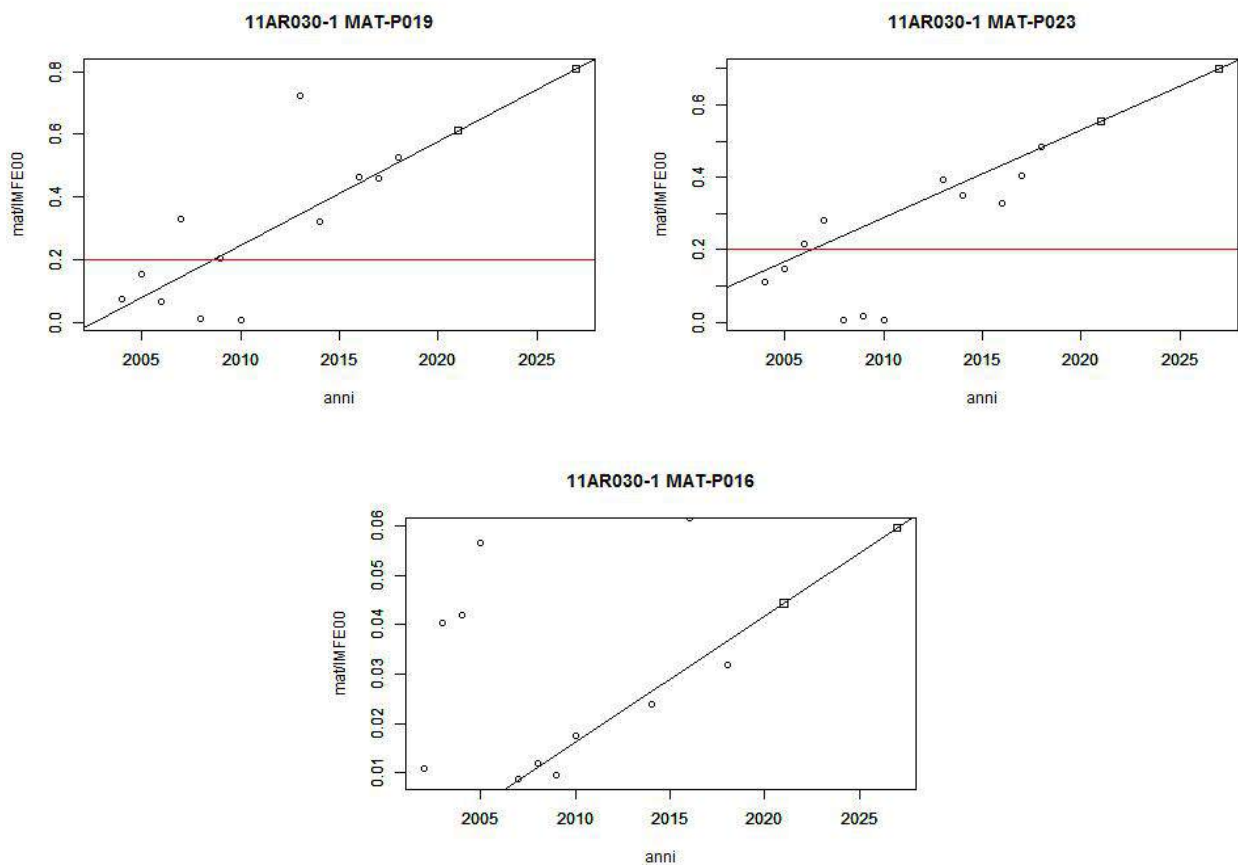
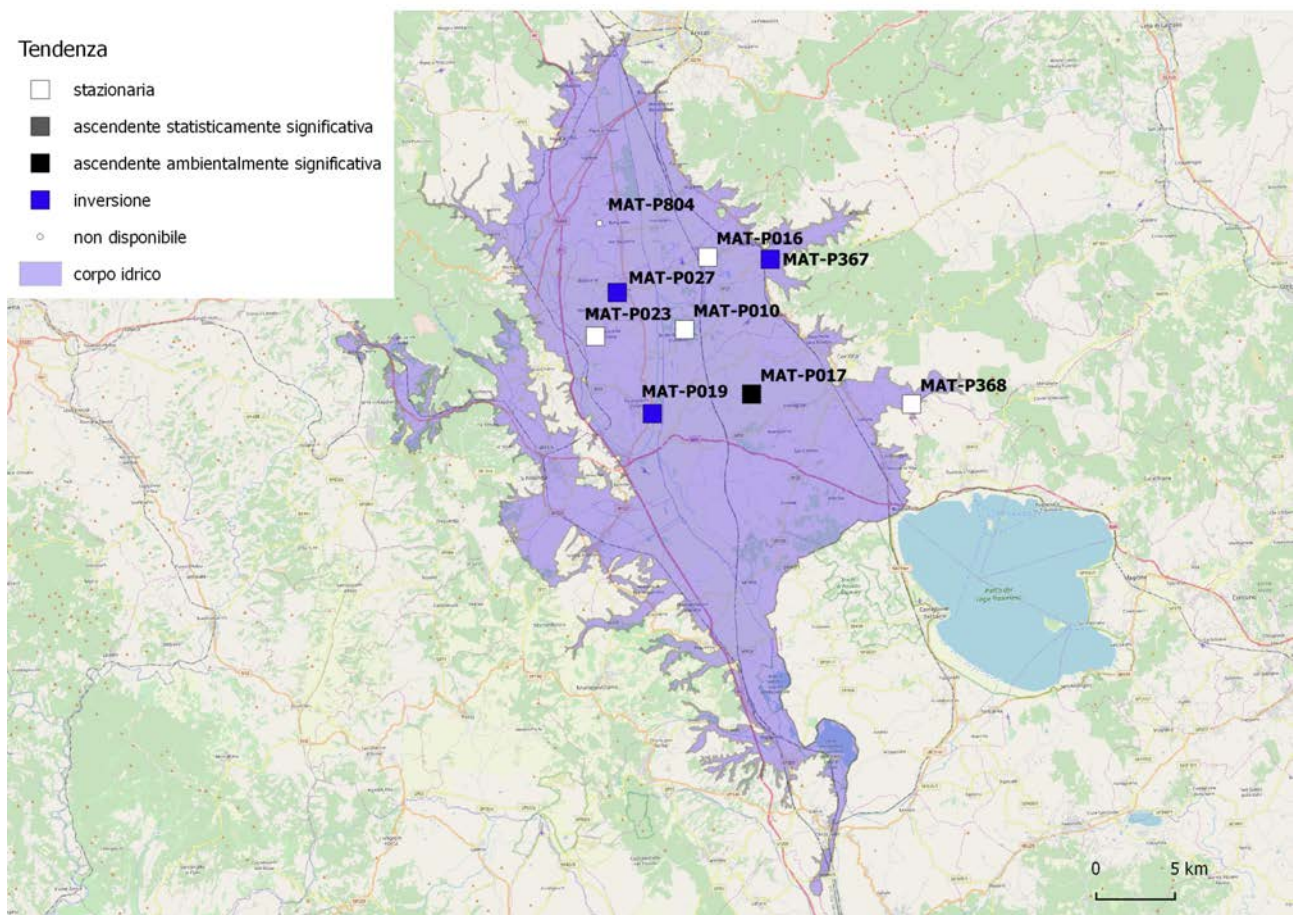


Figura 13: Tendenze ascendenti ambientalmente significative del ferro nella falda profonda della Valdichiana

Per quanto riguarda, invece, i **nitrati** la classificazione in **inversione** è data da tre stazioni distribuite nel corpo idrico. Si tratta, ancora, di MAT-P019 nel comune di Foiano della Chiana e MAT-P027 BADICORTE 8 nel comune di Marciano della Chiana (AR) oltre a MAT-P367 CARDETA VECCHIO nel comune di Castiglion Fiorentino (AR) . Ulteriori quattro punti hanno tendenza stazionaria ed uno ascendente.



*Figura 14: Mappa delle tendenze dei nitrati nella falda profonda della Valdichiana*



Nelle figure successive sono riportati i plot temporali delle tre stazioni.

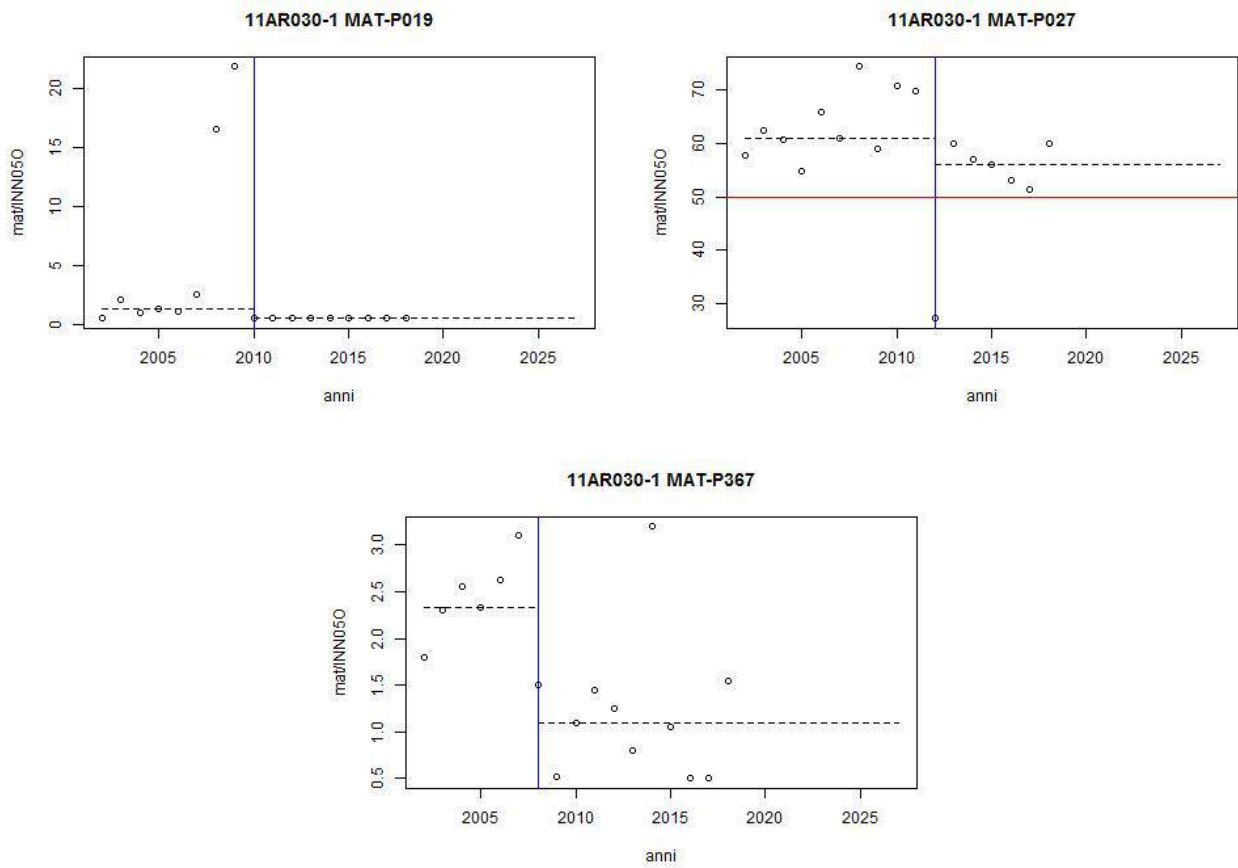


Figura 15: Tendenze in inversione dei nitrati nella falda profonda della Valdichiana

### Conduttività in incremento nella pianura del Cornia

Per il corpo idrico della pianura costiera del Cornia è stata indicata una tendenza all'**aumento** statisticamente significativa per la **conduttività**, parametro determinante dello **stato chimico scarso**. La distribuzione spaziale delle tendenze rappresenta ben sei stazioni in aumento delle quali una in aumento ambientalmente significativo che occupano la posizione centrale e certamente maggiormente sfruttata del corpo idrico. Si accompagnano tre soli punti con tendenza stazionaria all'estremo nord dove l'ingresso ed il ravvenamento da parte del Cornia garantisce acque di migliore qualità ed all'estremo sud dove una delle due stazioni è comunque in stato scarso per conduttività.

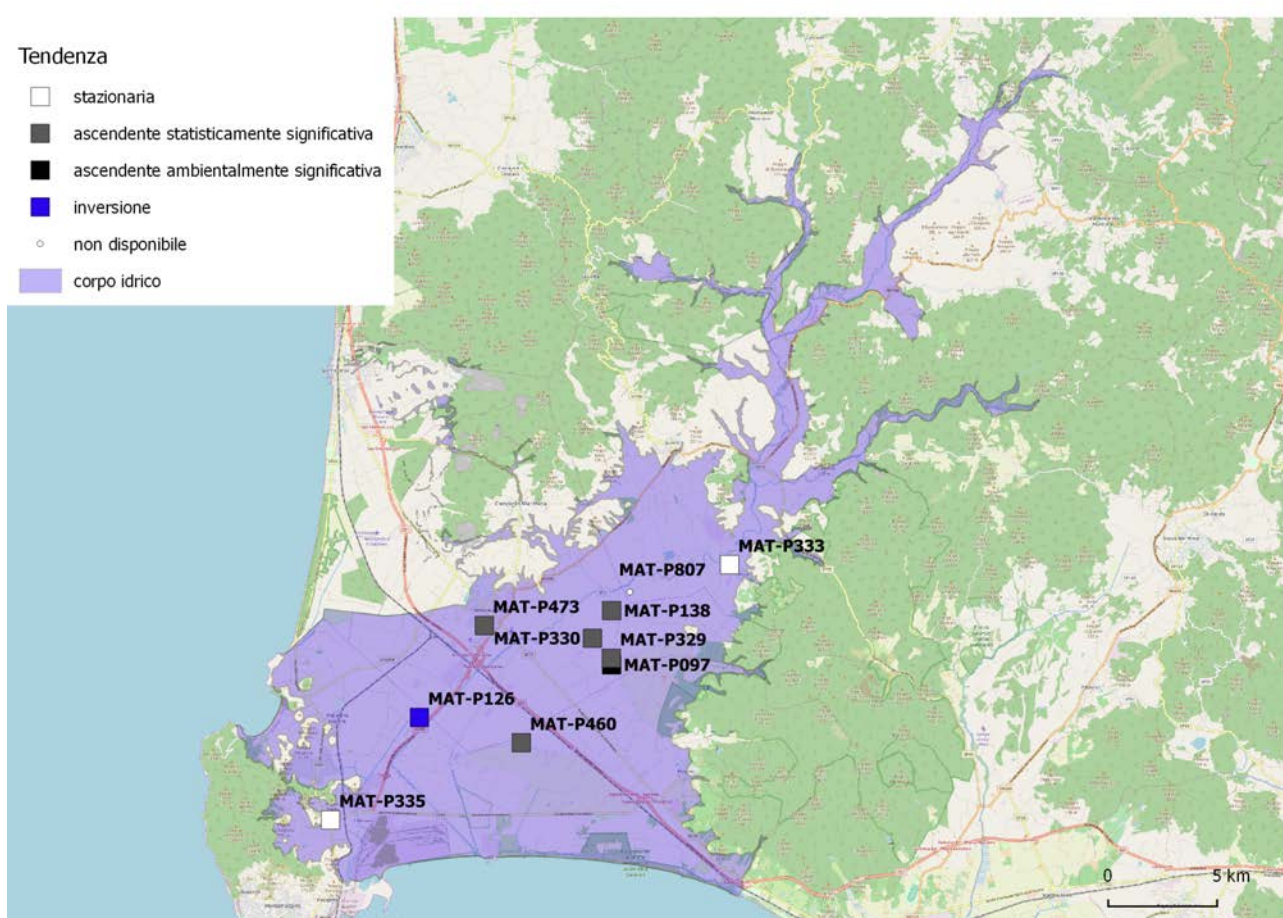


Figura 16: Mappa delle tendenze della conduttività nella piana costiera del Cornia

Le sei stazioni sono rappresentate da MAT-P097 FRANCIANA 1 (153) già sopra lo SQA di 2500  $\mu\text{S}/\text{cm}$  e MAT-P460 FRANCIANA 4, ambedue nel comune di **Piombino (LI)** e quindi da MAT-P138 ROVICCIONE 1, MAT-P329 AMATELLO, MAT-P330 MACCHIALTA 4 e MAT-P473 COLTIE 4 tutte nel comune di **Campiglia Marittima (LI)**.

La **generalità** della **tendenza** pone con evidenza un problema di **sovrasfruttamento**.

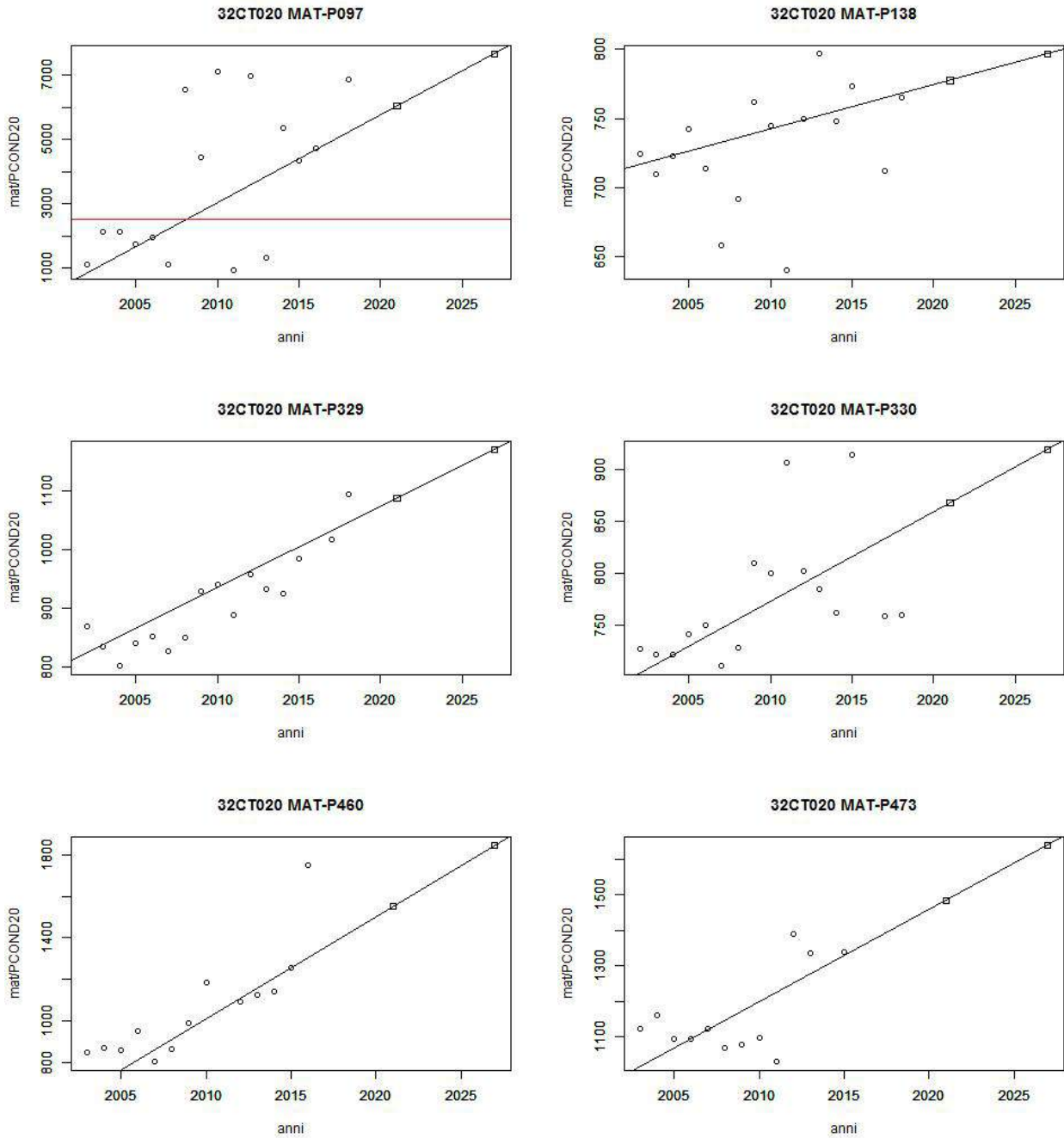


Figura 17: Tendenze ascendenti della conducibilità nella piana costiera del Cornia

## Corpi Idrici NON A RISCHIO

Un discreto numero di 12 corpi idrici, fin qui **valutati** come **non a rischio**, in esito alle classificazioni del triennio 2016-2018 sono classificati in stato **scarso**.

Corpo Idrico Sotterraneo		Parametri
11AR020-1	VALDARNO INFERIORE E PIANA COSTIERA PISANA - ZONA PISA - FALDA PROFONDA	triclorometano
11AR025	VALDARNO INFERIORE E PIANA COSTIERA PISANA - ZONA EMPOLI	ione ammonio
11AR027	CERBAIE E FALDA PROFONDA DEL BIENTINA	manganese
11AR050	SIEVE	imidacloprid
11AR070	ERA	ione ammonio
23FI010	VULCANITI DI PITIGLIANO	nitrati
31OM020	PIANURA DELL'ALBEGNA	boro, cloruro, conduttivita'
31OM030	CARBONATICO DELL'ARGENTARIO E ORBETELLO	solfato
31OM040	CARBONATICO AREA DI CAPALBIO	ferro
32CT040	PIANURA DI FOLLONICA	mercurio, conduttivita'
32CT060	CARBONATICO DI GAVORRANO	arsenico
99MM920	OFIOLITICO DI GABBRO	manganese, piombo

Tabella 9: Stato SCARSO corpi idrici non a rischio

Anche in questo caso le associazioni di parametri inquinanti responsabili dello stato scarso, caratterizzano specifici contesti quali:

- contaminazioni antropiche di tipo agricolo, per principio attivo imidacloprid (11AR050) e nitrati (23FI010);
- alterazioni antropiche del fondo naturale possibilmente originate da uno stato di stress quantitativo, per incrementi di sostanze inorganiche quali ferro, manganese, cloruri, boro, mercurio, sodio, conduttività, arsenico e solfati (11AR025, 11AR027, 11AR070, 31OM020, 31OM030, 31OM040, 32CT040, 32CT060).

Situazioni più particolari sono rappresentate da:

- contaminazione da triclorometano in 11AR020-1, dove concentrazioni superiori al VS (da 1,441 a 12,571) ma comunque inferiori alla soglia di potabilità del D.Lgs 31/2001 (30 µg/L) fa sospettare anche qui, in presenza di un contesto urbanizzato, una possibile contaminazione da acque clorate;
- alterazioni in piombo e manganese per 99MM920.

Nella tabella seguente sono riportati gli esiti dell'analisi delle tendenze per i corpi idrici in stato scarso fin qui classificati come non a rischio. Le tendenze ascendenti confermano in generale le **alterazioni del fondo** naturale dovute a probabili **stress quantitativi** con caratteristici aumenti di manganese ed ammonio parametri qui determinanti lo stato scarso ed accompagnati da aumenti di ferro, sodio, boro. Le tendenze all'aumento più critiche e relative ai parametri determinati lo stato scarso sono qui rappresentate da **triclorometano** nella falda profonda di **Pisa**, **manganese** nelle **Cerbaie** e falda profonda del **Bientina**, **nitrati** nelle vulcaniti di Pitigliano ed **ammonio** nell'acquifero intravallivo **dell'Era e nitrati** . All'opposto per il carbonatico di **Gavorrano** l'**arsenico** responsabile dello stato scarso è positivamente classificato, per la tendenza, in **inversione**.

Corpo Idrico Sotterraneo		incremento statisticamente significativo	incremento ambientalmente significativo	inversione
11AR020-1	VALDARNO INFERIORE E PIANA COSTIERA PISANA - ZONA PISA - FALDA PROFONDA		<b>TCM</b>	
11AR027	CERBAIE E FALDA PROFONDA DEL BIENTINA	NO3	<b>Fe, Mn</b>	
11AR070	ERA		<b>NH4</b>	
23FI010	VULCANITI DI PITIGLIANO			<b>NO3</b>
31OM030	CARBONATICO DELL'ARGENTARIO E ORBETELLO	Na		
32CT040	PIANURA DI FOLLONICA	B		<b>NO3, cond</b>
32CT060	CARBONATICO DI GAVORRANO	<b>As</b>		

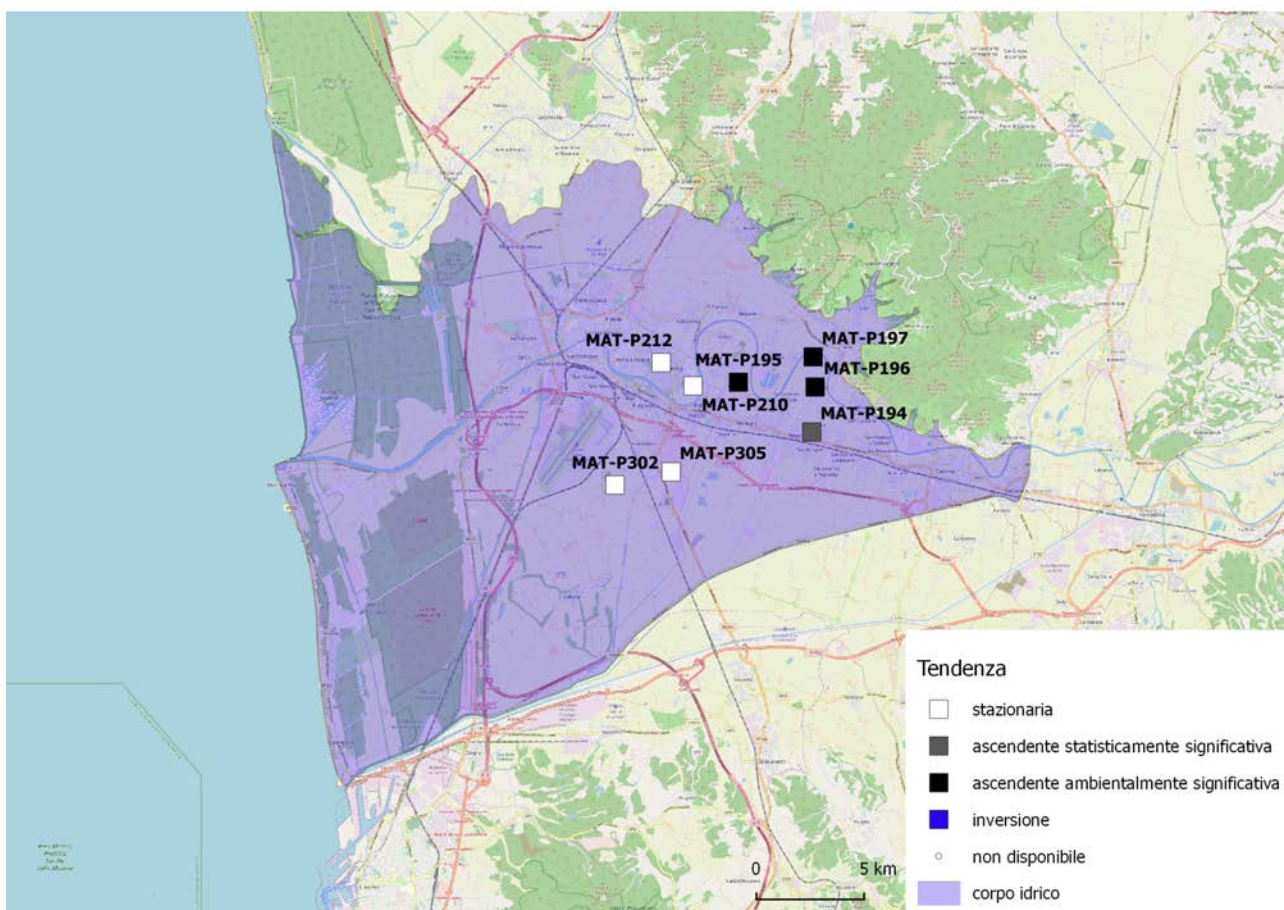
Tabella 10: Classificazione **TENDENZE** per corpi idrici non a rischio in stato scarso

Le tendenze relative a parametri che determinano lo stato chimico, evidenziate in grassetto nella tabella, sono di seguito rappresentate e analizzate nel dettaglio.



### *Triclorometano in incremento critico nella falda profonda di Pisa*

Il corpo idrico **falda profonda** del Valdarno Inferiore zona di **Pisa** ha denunciato una tendenza all'aumento ambientalmente significativa di **triclorometano**, situazione come visto da meglio approfondire e che vede la presenza di tre stazioni localizzate in una porzione ben definita nordoccidentale.



*Figura 18: Mappa delle tendenze di triclorometano nella falda profonda di Pisa*

Per le tre stazioni, rappresentate da MAT-P195 POZZO MUSIGLIANO e le vicine, MAT-P196 POZZO ZAMBRA 1 e MAT-P197 POZZO ZAMBRA 5, tutte nel comune di **Cascina (PI)**, sono riportati i corrispondenti plot temporali.

L'incremento di TCM, seppur con un discreta dispersione, appare regolare ed ha determinato per le ultime due stazioni MAT-P196 e MAT-P197 il superamento del VS a partire dal 2016. Si tratta in ogni modo di concentrazioni molto modeste che, seppure improbabile visto il contesto, sono ancora compatibili con un fondo naturale entro  $0,7 \mu\text{g/L}$  ed, in tutti i casi, al di sotto della

soglia di potabilità che per gli alometani, si ricorda, è fissata a  $30 \mu\text{g/L}$ . La **situazione** vista la presenza del trend è tuttavia da **approfondire**.

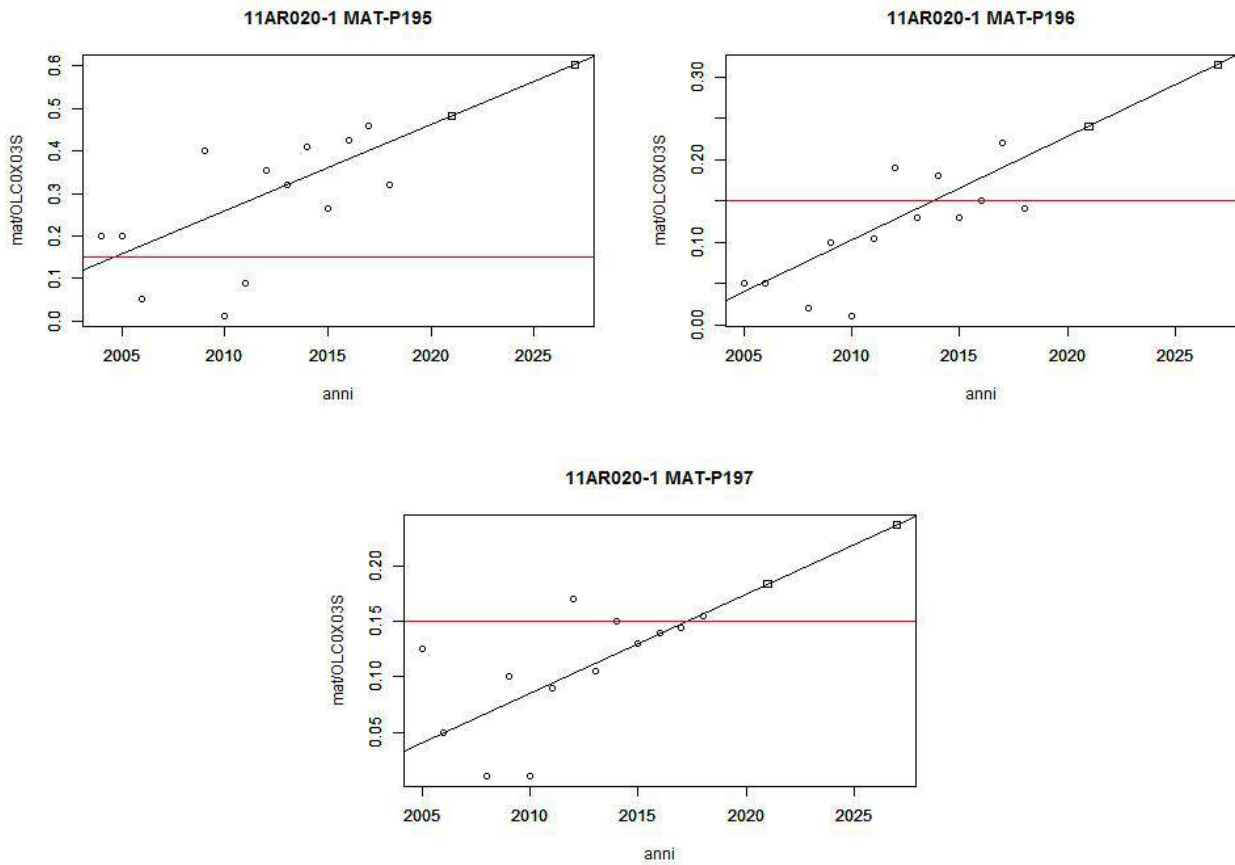
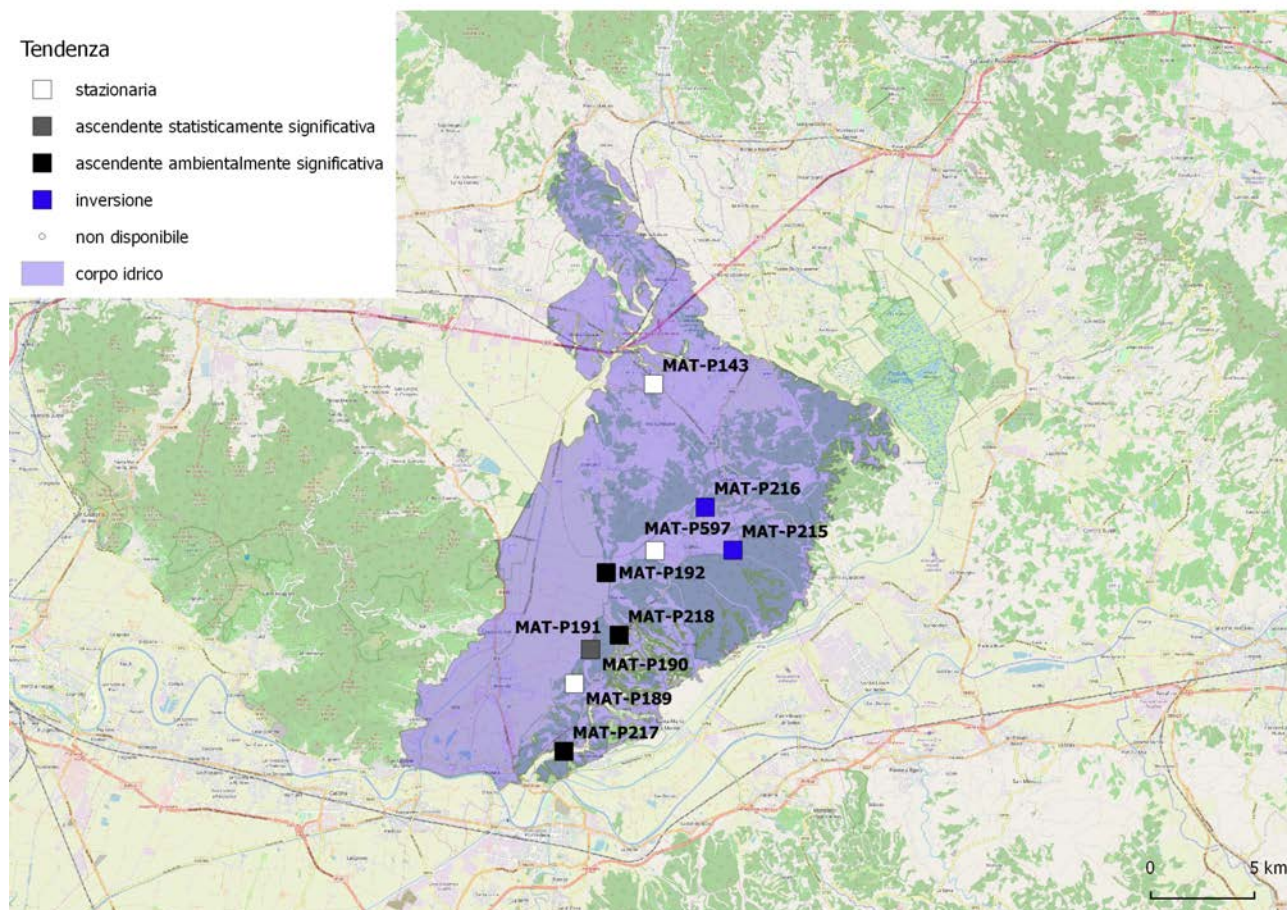


Figura 19: Tendenze ascendenti ambientalmente significative del triclorometano nella falda profonda di Pisa

### *Manganese in incremento critico nella falda profonda di Cerbaie e Bientina*

La rappresentazione del corpo idrico delle **Cerbaie e falda profonda del Bientina** per quanto riguarda le tendenze del **manganese** riportata in figura appare molto varia. Oltre alle tre stazioni che definiscono la tendenza ascendente ambientalmente significativa del corpo idrico sono presenti un'ulteriore stazione in incremento e due con inversione.



*Figura 20: Mappa delle tendenze di manganese nella falda profonda di Cerbaie e Bientina*

Le tre stazioni più significative per le quali sono rappresentati i plot sono MAT-P192 POZZO GRUGNO 8 nel comune di **Bientina (PI)** e MAT-P217 POZZO PADULETTA 3, MAT-P218 POZZO SEGHERIA 3 nel comune di **Santa Maria a Monte (PI)** e risultano allineate in senso nord sud in posizione mediana nel corpo idrico.

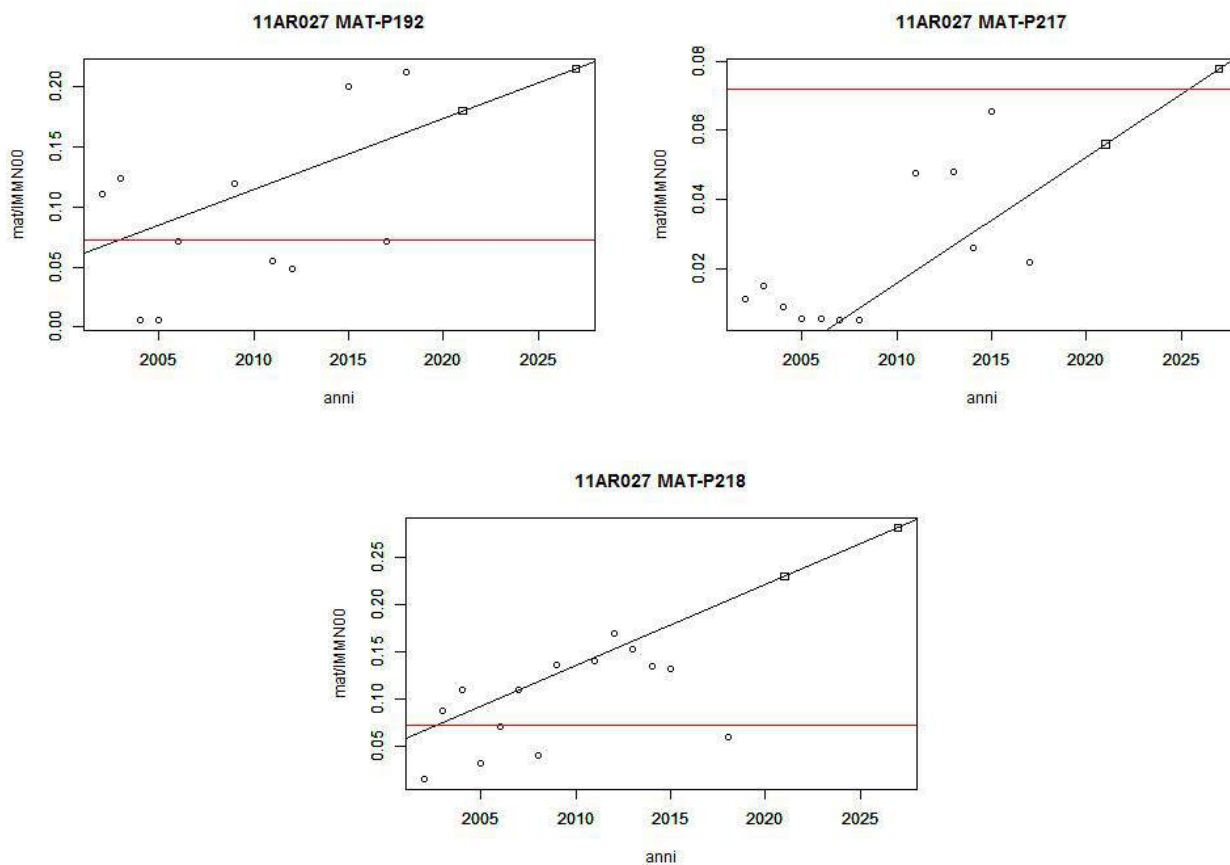


Figura 21: Tendenze ascendenti ambientalmente significative in manganese per il corpo idrico delle Cerbaie e falda profonda del Bientina



## Ammonio in incremento critico nelle alluvioni d'Era

Anche il corpo idrico dell'Era è classificato in **incremento ambientale significativo** per il parametro di stato critico dell'**ammonio**. Si tratta di due delle quattro stazioni che sono MAT-P220 TERRAZZO (Terricciola, PI) e più a valle MAT-P318 DISTRIBUTORE LE COLOMBAIE (Ponsacco, PI).

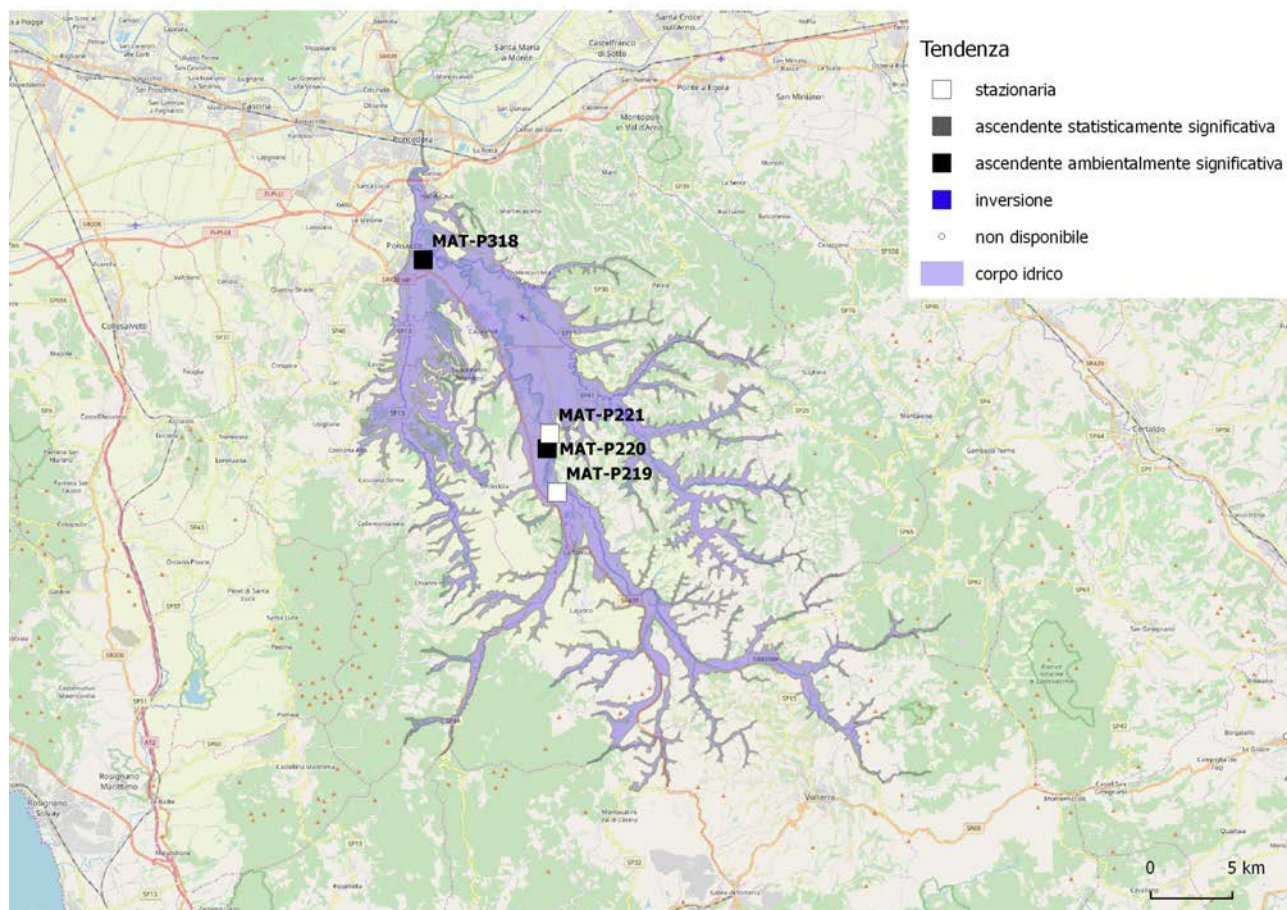


Figura 22: Mappa delle tendenze di ammonio nelle alluvioni intravallive dell'Era

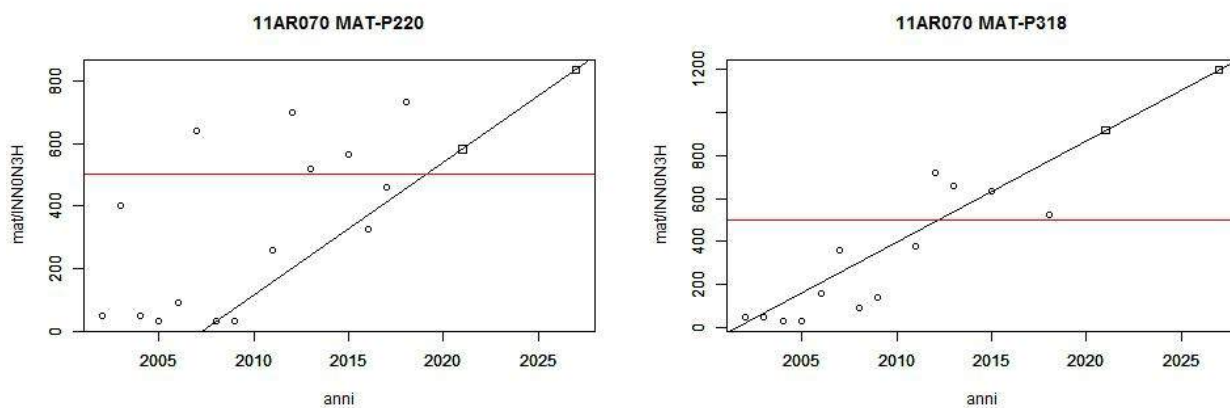


Figura 23: Tendenze ascendenti ambientalmente significative per l'ammonio alluvioni intravallive dell'Era



## Nitrati in inversione nelle vulcaniti di Pitigliano

Il corpo idrico delle vulcaniti di Pitigliano è positivamente classificato in **inversione** per il parametro di stato critico dei **nitrati**. Si tratta di due delle quattro stazioni che sono MAT-S063 RIMPANTONI e MAT-S066 PANTALLA ambedue nel comune di Pitigliano (GR). Le due tendenze si accompagnano ad una stazione in incremento ed una stazionaria.

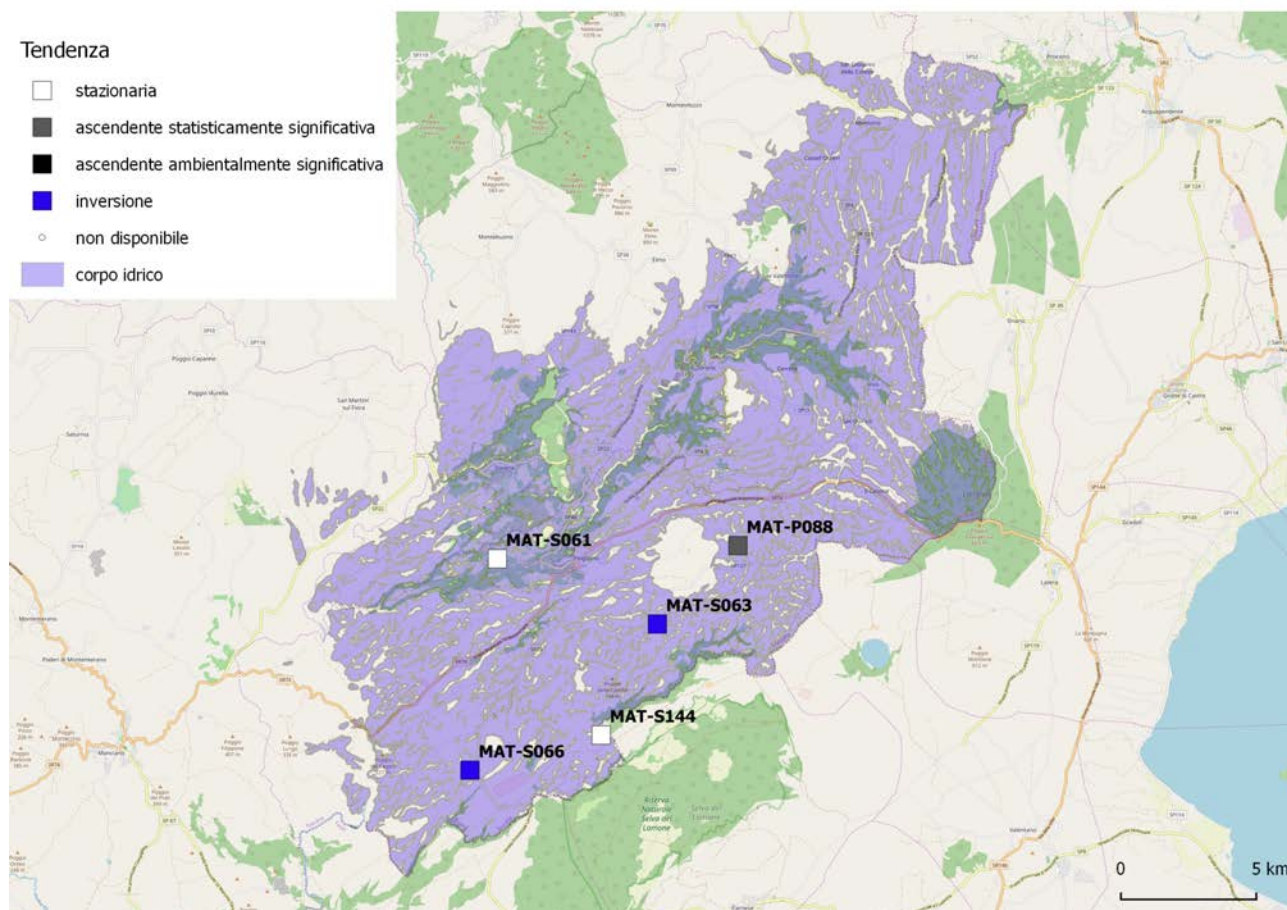


Figura 24: Mappa delle tendenze dei nitrati nelle vulcaniti di Pitigliano

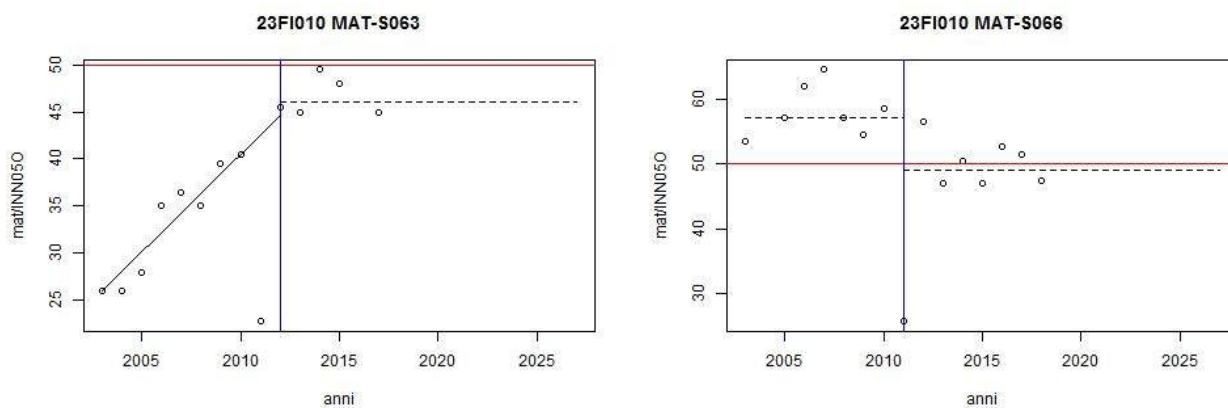


Figura 25: Tendenze d'inversione dei nitrati nelle vulcaniti di Pitigliano

### Conduttività in inversione nella pianura di Follonica.

Il corpo idrico della pianura di Follonica è positivamente classificato in **inversione** per il parametro di stato critico della **conduttività**. Come visibile dalla mappa di figura 33 si tratta delle stazioni MAT-P461 FONTINO SAN LUIGI e MAT-P089 CARPIANO 3 collocate in posizione marginale rispettivamente nordovest e sudest.

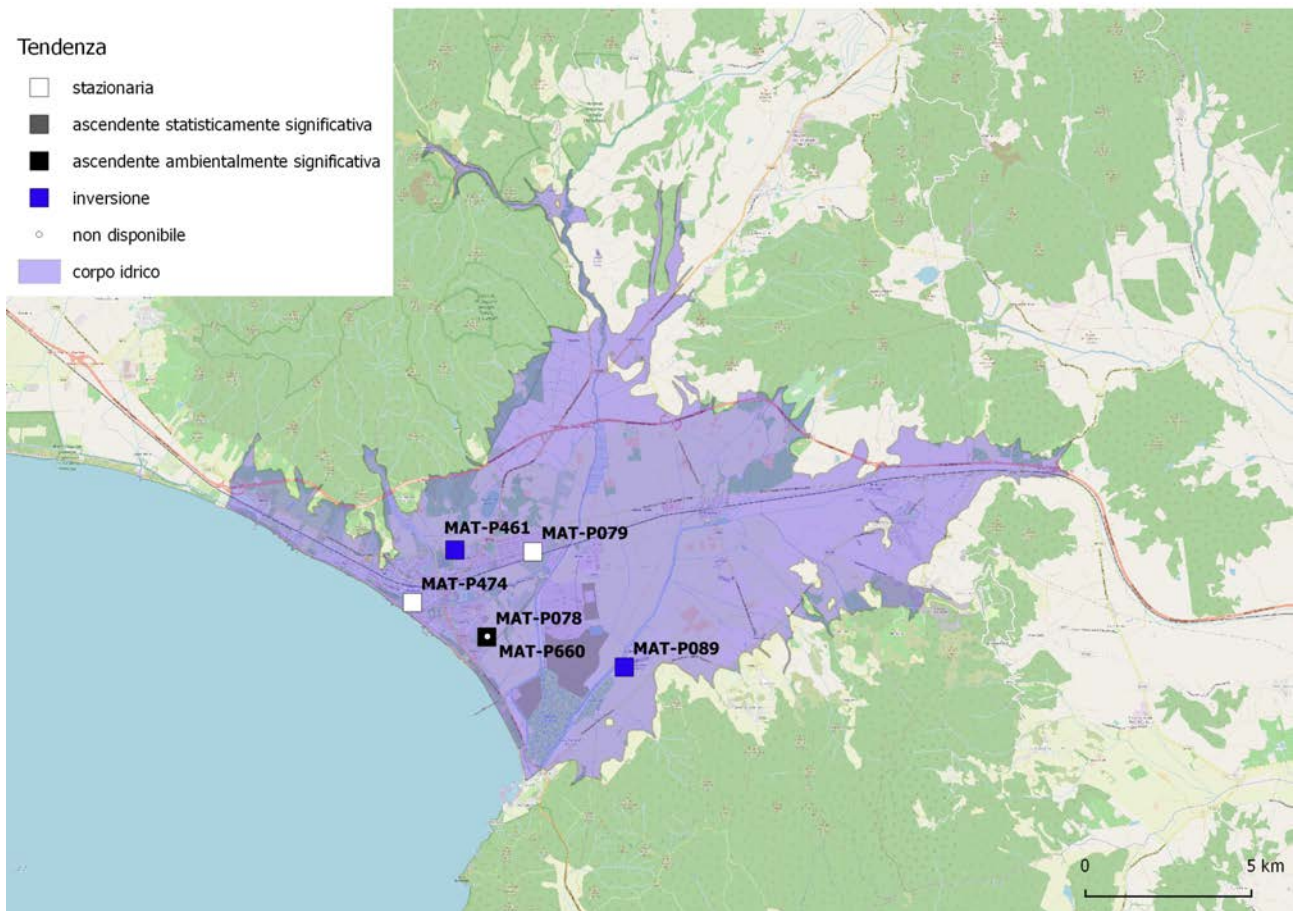


Figura 26: Mappa delle tendenze della conduttività nella pianura di Follonica

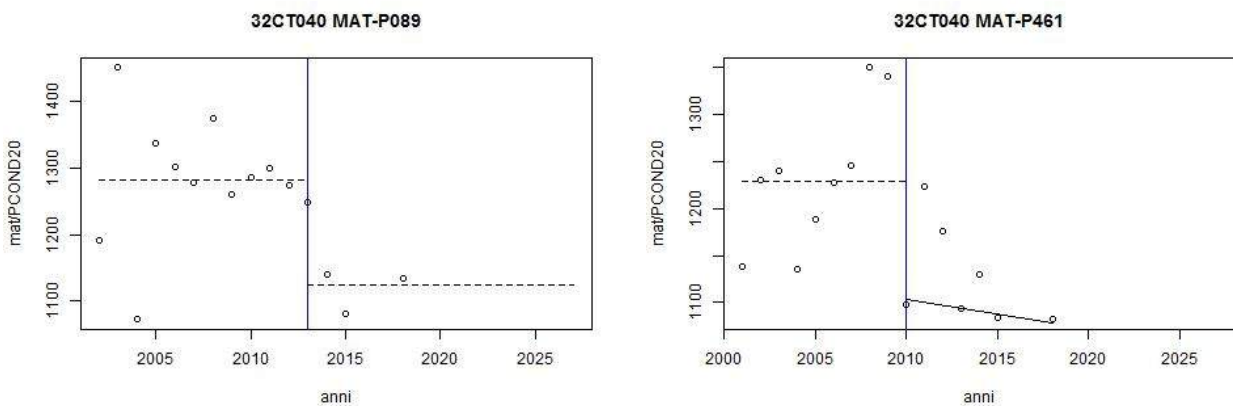


Figura 27: Tendenze d'inversione della conduttività nella pianura di Follonica



## Arsenico nel carbonatico di Gavorrano

Il carbonatico di Gavorrano, considerate le poche stazioni, presenta una situazione non ben definita con una stazione in inversione ed una in incremento ambientalmente significativo.

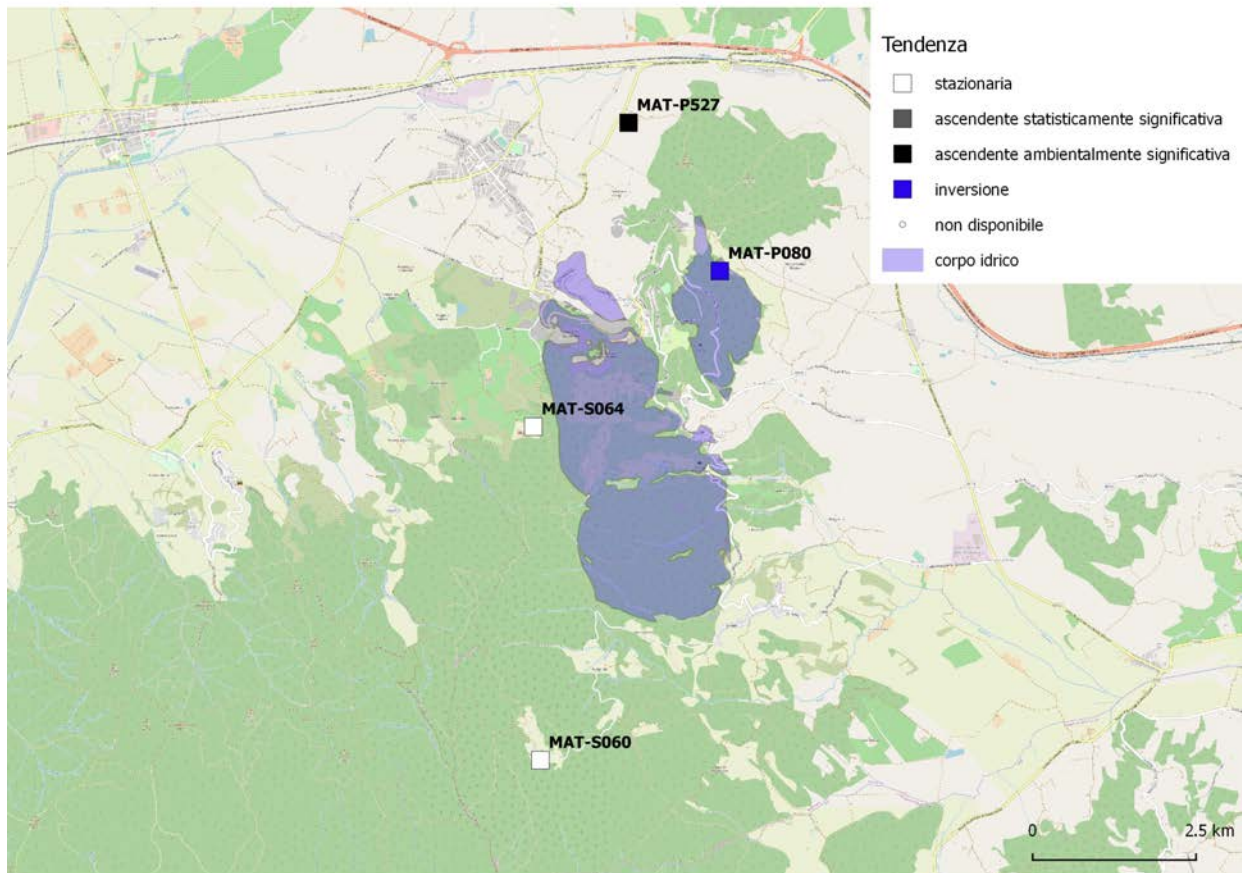


Figura 28: Mappa delle tendenze di arsenico nel carbonatico di Gavorrano

L'inversione riguarda la stazione MAT-P080 CASE SAN GIORGIO (Gavorrano, GR). Di rilievo un incremento ambientalmente significativo per la stazione MAT-P527 INFERNO (Gavorrano, GR). Ambedue le stazioni riguardano il settore nordorientale del corpo idrico.

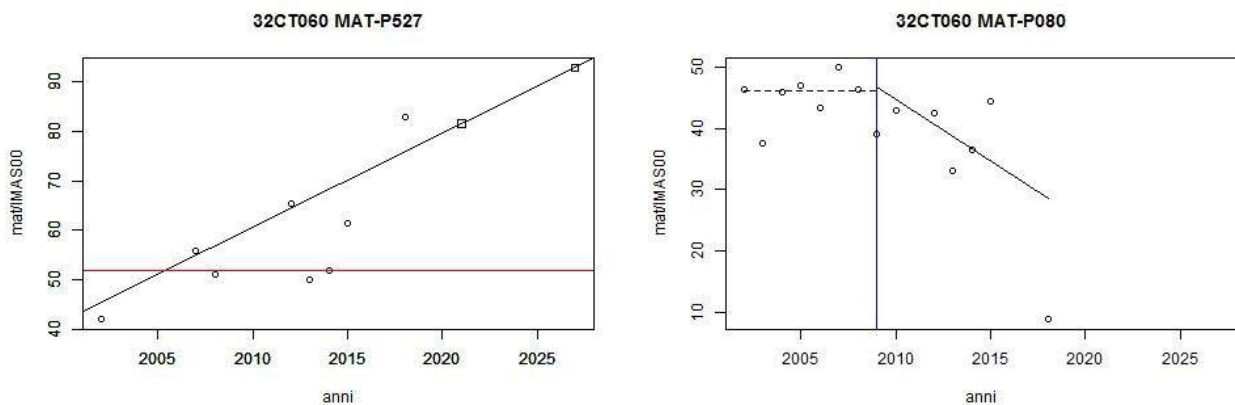


Figura 29: Tendenze in arsenico nelle stazioni del corpo idrico carbonatico di Gavorrano 2CT060

## 5.2 Stato chimico BUONO scarso localmente

Nelle tabelle seguenti sono riassunti i 26 stati di BUONO scarso localmente, corrispondenti cioè alle situazioni dove le stazioni in stati scarso non eccedano il 20% del corpo idrico, con indicazione dei parametri. I corpi idrici a rischio sono 7, mentre 19 i non a rischio.

### Corpi Idrici A RISCHIO

Corpo Idrico Sotterraneo		Parametri
11AR024-1	VALDARNO INFERIORE E PIANA COSTIERA PISANA - ZONA S. CROCE - FALDA PROFONDA	manganese
11AR041	VALDARNO SUPERIORE, AREZZO E CASENTINO - ZONA VALDARNO SUPERIORE	tetracloroetilene-tricloroetilene somma
32CT010	COSTIERO TRA FIUME CECINA E S. VINCENZO	cromo vi, ferro, sodio, cloruro, triclorometano, tetracloroetilene-tricloroetilene somma, dibromoclorometano, oxyfluorfen, pendimetalin, acido aminometilfosfonico (ampa), pesticidi totali
32CT021	TERRAZZO DI SAN VINCENZO	triclorometano, trifluralin, pesticidi totali
32CT030	COSTIERO TRA FINE E CECINA	arsenico, cromo vi
33TN010	VERSILIA E RIVIERA APUANA	arsenico, cromo vi, ferro, piombo, ione ammonio, atrazina

Tabella 11: Corpi idrici a rischio in stato BUONO scarso localmente

Le associazioni dei parametri inquinanti responsabili dello stato scarso locale sono riconducibili anche qui alle seguenti condizioni:

- contaminazioni antropiche di tipo urbano e/o industriale (11AR041, 32CT010) con occorrenza di composti organoalogenati
- contaminazioni antropiche di tipo agricolo (32CT010, 32CT021, 23FI010, 32CT020 ed ancora 11AR030, 32CT010, 32CT030, 99MM011) con presenza di nitrati e pesticidi (oxyfluorfen, pendimetalin, ampa, pesticidi totali);
- alterazioni antropiche del fondo naturale possibilmente originate da uno stato di stress quantitativo con incrementi di parametri caratteristici quali manganese (11AR024-1) sodio, cloruro e per 32CT010 e 32CT030 in particolare anche cromo VI.

Situazioni più particolari riguardano il corpo idrico apuo-versiliese sottoposto in passato ad una forte pressione industriale soprattutto nell'area del SIN di Massa con le contaminazioni storiche industriali da cromo VI ed atrazina cui si aggiungono contaminazioni urbane da ammonio. Alterazioni dello stato redox di varia origine, da meglio approfondire, potrebbero essere

responsabili anche dei valori elevati di ferro ed arsenico.

Nella tabella seguente sono riportati gli esiti dell'analisi delle tendenze per i corpi idrici in stato scarso locale classificati come a rischio. Le tendenze **ascendenti confermano** in generale le **alterazioni del fondo naturale** dovute a probabili **stress quantitativi** con caratteristici aumenti di **sodio, ammonio, ferro e cloruri**. Non risultano tendenze ascendenti ambientalmente significative. Un incremento statisticamente significativo di interesse riguarda un parametro determinante lo stato chimico per il cromo esavalente nel costiero tra Fine e Cecina.

Sono presenti altresì inversioni per conducibilità e cloruri.

Corpo Idrico Sotterraneo		incremento statisticamente significativo	incremento ambientalmente significativo	inversione
11AR024-1	VALDARNO INFERIORE E PIANA COSTIERA PISANA - ZONA S. CROCE - FALDA PROFONDA	NH4		
11AR041	VALDARNO SUPERIORE, AREZZO E CASENTINO - ZONA VALDARNO SUPERIORE	Na, NO3, Al		
32CT010	COSTIERO TRA FIUME CECINA E S. VINCENZO	Na		Cond <b>Cl</b>
32CT021	TERRAZZO DI SAN VINCENZO	Cl		
32CT030	COSTIERO TRA FINE E CECINA	<b>CrVI</b>		
33TN010	VERSILIA E RIVIERA APUANA			<b>Fe Cond</b>

Tabella 12: Classificazione *TENDENZE* per corpi idrici a rischio in stato buono scarso localmente



### Cloruri in inversione nel costiero tra Cecina e San Vincenzo

Il corpo idrico costiero è **positivamente** classificato per inversione nei riguardi del parametro di stato critico dei **cloruri**.

Le stazioni con **inversione** dei **cloruri** sono sei e rappresentate da MAT-P113 SAN VINCENZINO 5 nel comune di **Cecina (LI)**, MAT-P091 CAPANNE 2, MAT-P092 CASERMA EDERLE, MAT-P532 BADIE, e MAT-P109 246 nel comune di **Bibbina (LI)** e MAT-P102 DIAMBRA 3 nel comune di **Castagneto Carducci (LI)**.

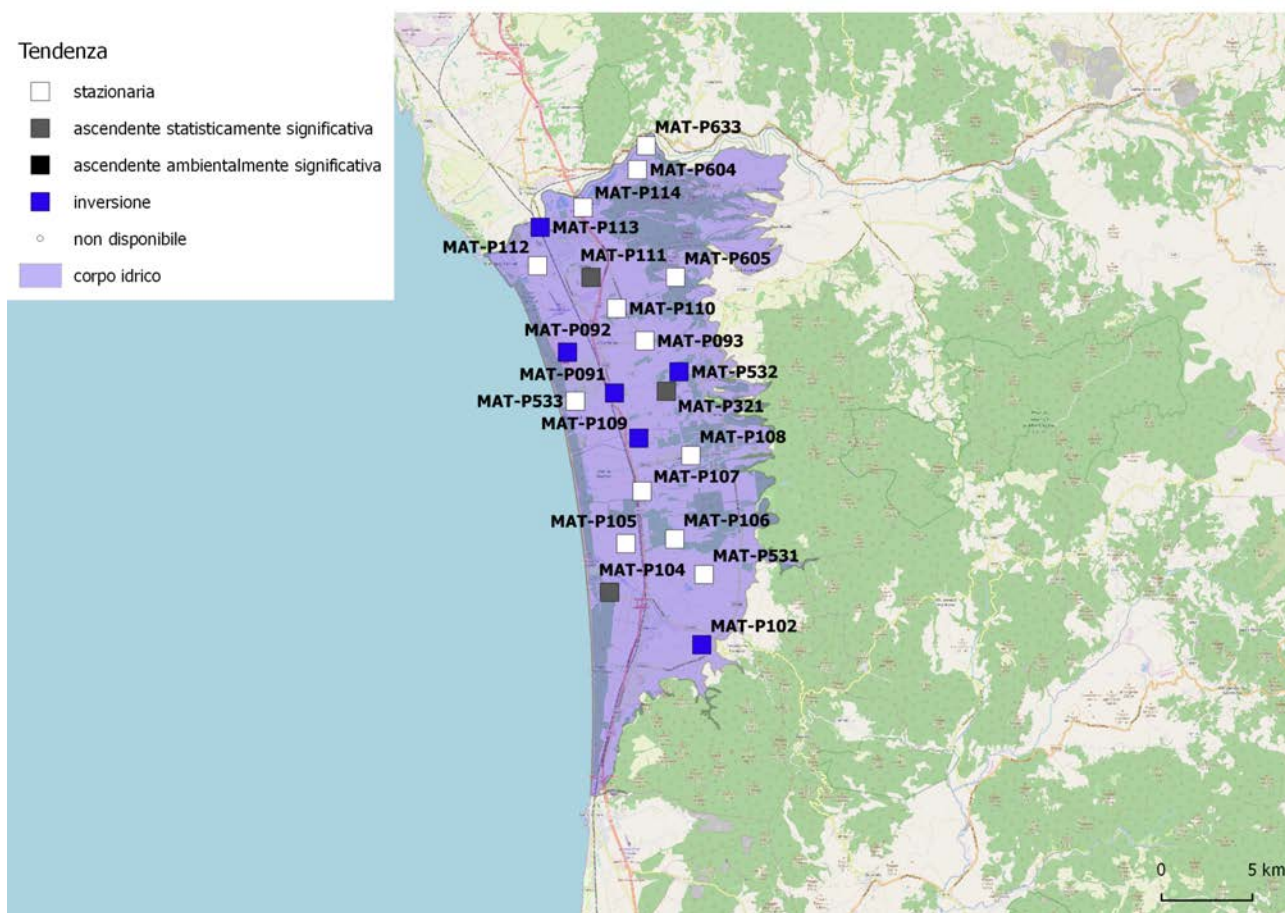


Figura 30: Mappa delle tendenze dei cloruri nel costiero tra Cecina e San Vincenzo

Nelle figure successive sono riportati i plot temporali corrispondenti, si nota come le stazioni localizzate nella parte mediana del corpo idrico, nel comune di Bibbina, esibiscono andamenti simili caratterizzati da un brusco abbassamento post 2010 e ben distinti dagli andamenti di MAT-P113 a nord e MAT-P102.

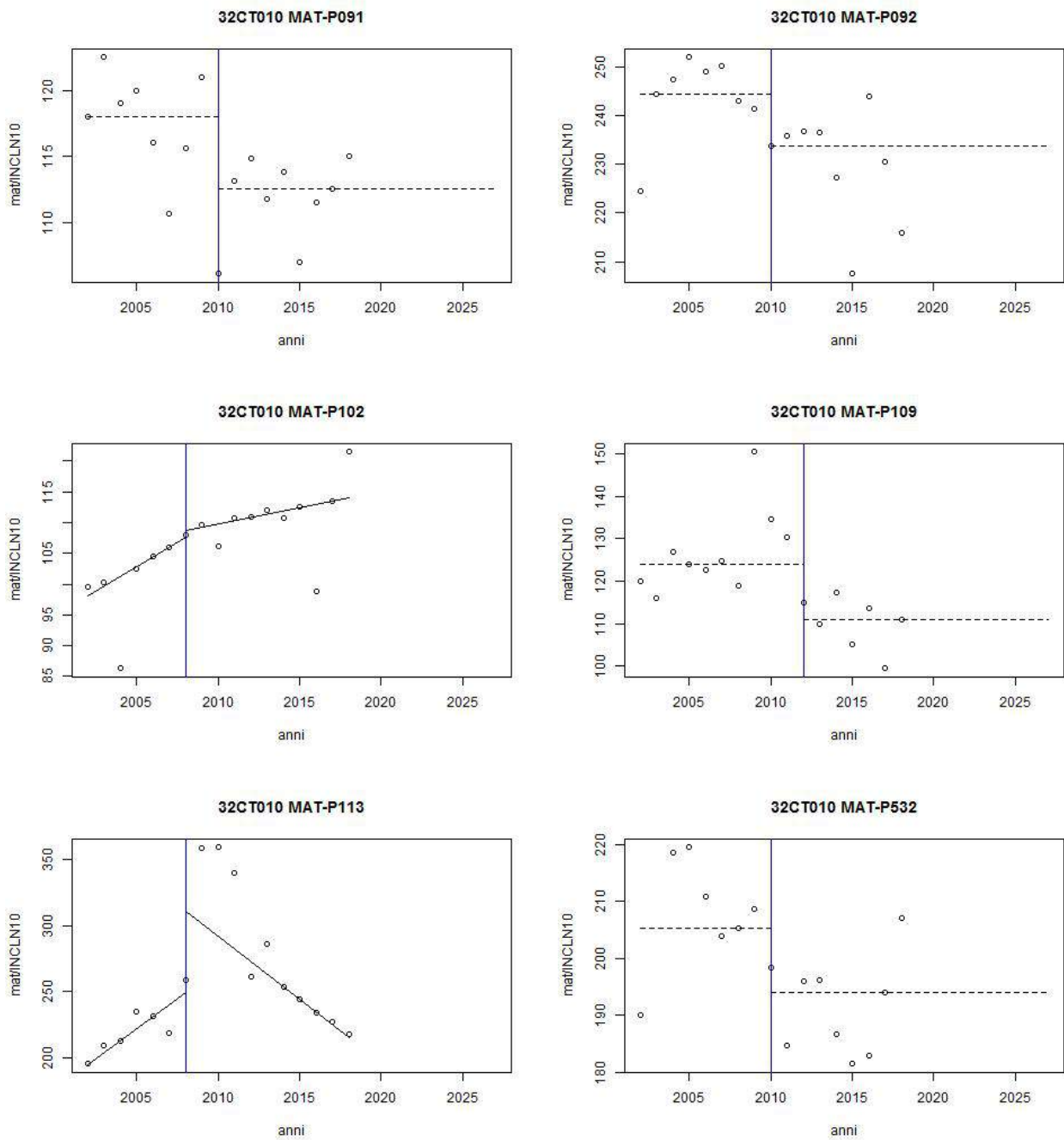
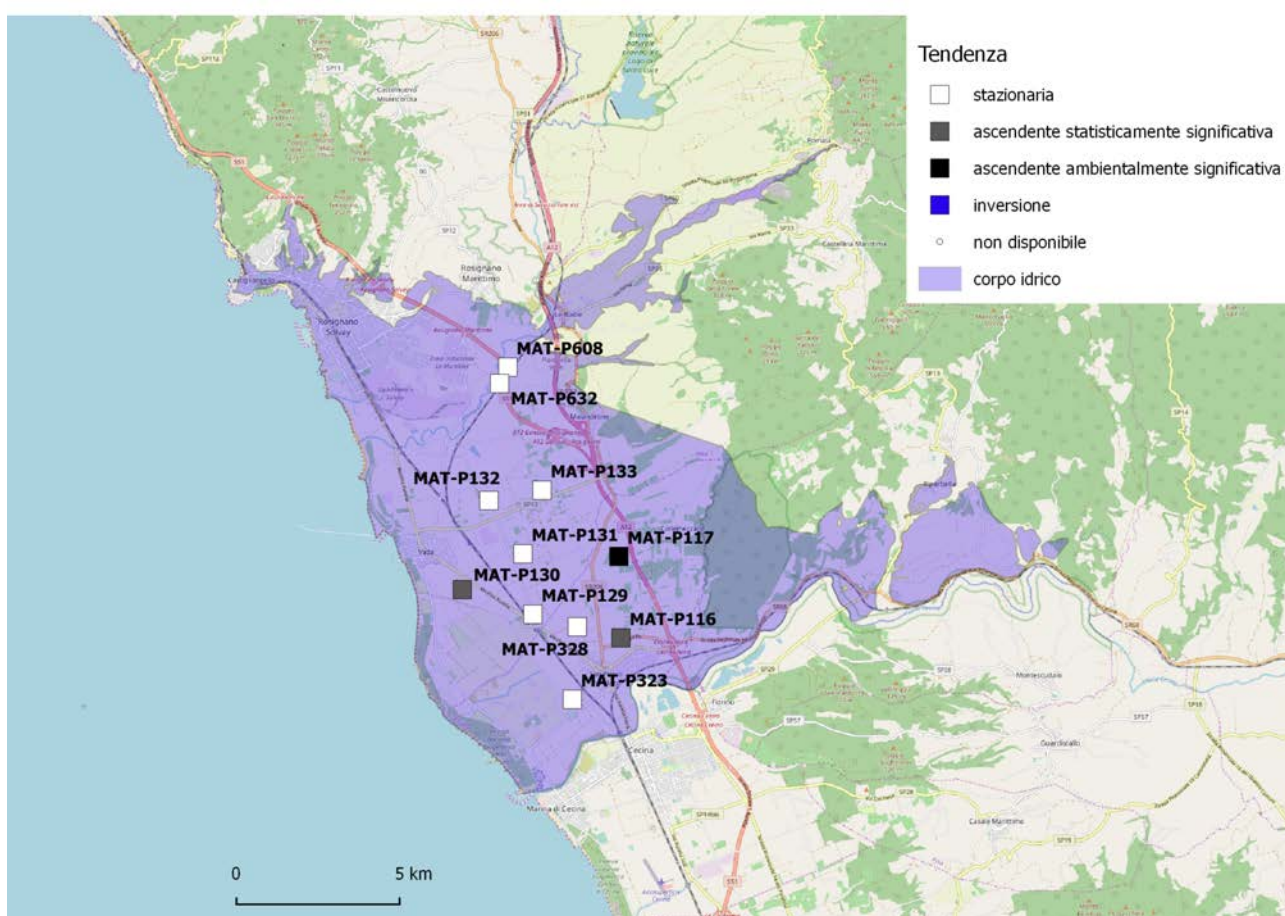


Figura 31: inversioni in cloruri nelle stazioni del corpo idrico tra Cecina e San Vincenzo

### *Cromo esavalente in incremento nel costiero tra Fine e Cecina*

La presenza di tenori di **cromo esavalente** in **eccesso sul valore soglia di 5 µg/L** nei due acquiferi costieri del Fiume Cecina è nota da anni ed è stata oggetto di uno specifico studio condotto da ARPAT con la collaborazione di CNR IGG nel 2011<sup>11</sup>. L'origine dell'anomalia deriva da una speciale **abbondanza di formazioni ofiolitiche** nel bacino del Fiume Cecina che si riscontra sia nei sedimenti di alveo che nelle sabbie costiere ed, in conclusione, negli stessi sedimenti marino costieri che ospitano i due acquiferi tra Fine e Cecina e tra Cecina e San Vincenzo. Per il costiero tra Fine e Cecina 32CT030 è stato definito un **valore di fondo naturale di 14,9 µg/L**.



*Figura 32: Mappa delle tendenze del cromo esavalente nel costiero tra Fine e Cecina*

Le tre stazioni in incremento si accompagnano ad 8 stazionarie e sono rappresentate da MAT-P117 COLLEMEZZANO 1 (13) (**Cecina, LI**) che eccede anche la soglia di valore di fondo, MAT-P116 VIA PO (22) (**Cecina, LI**) MAT-P130 TARDY (**Cecina, LI**).

<sup>11</sup> Origine del cromo esavalente in Val di Cecina Valutazione integrata degli effetti ambientali e sanitari indotti dalla sua presenza <http://www.arpato.toscana.it/documentazione/report/origine-del-cromo-esavalente-in-val-di-cecina>

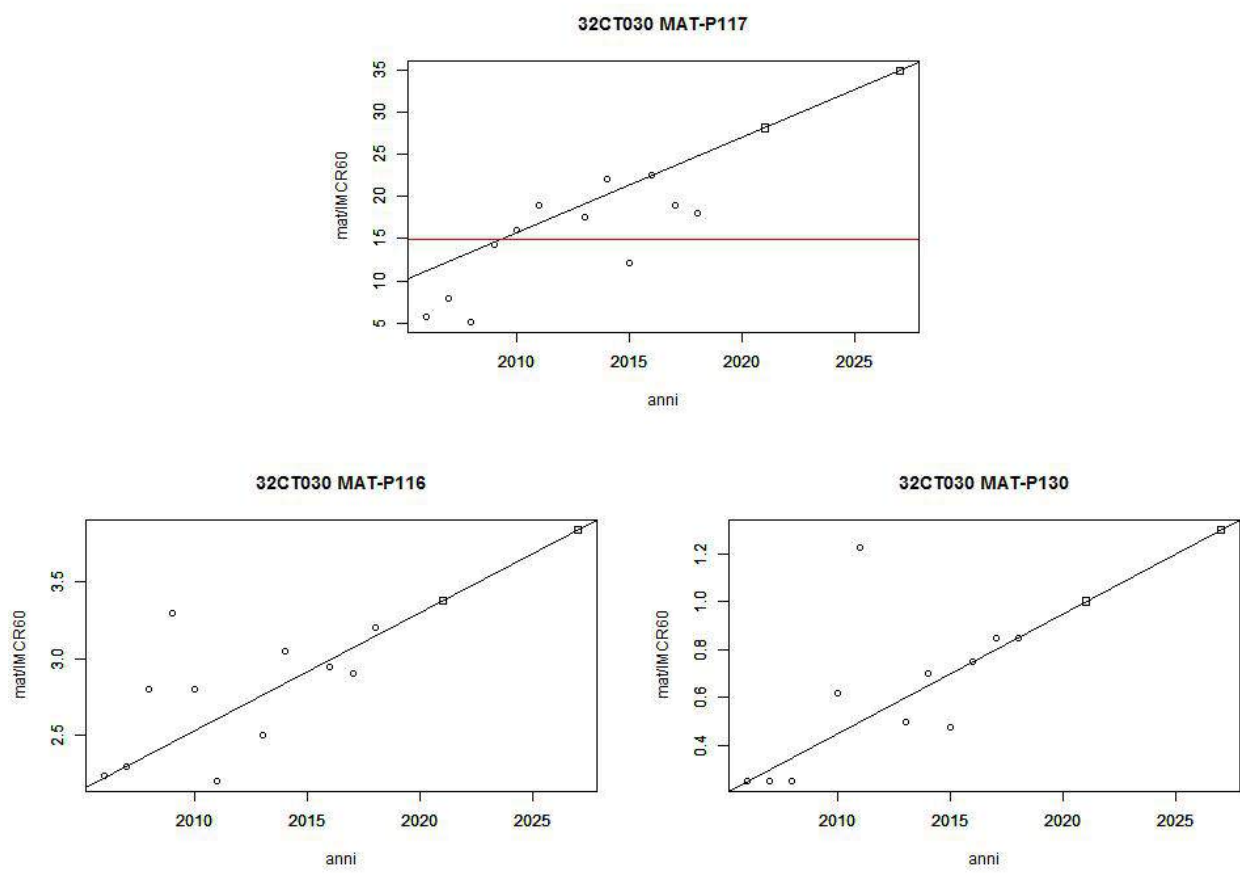


Figura 33: incrementi di cromo esavalente nelle stazioni del corpo idrico costiero tra Fine e Cecina (32CT030)



### Ferro in inversione nel costiero apuo-versiliese

Il costiero apuo-versiliese è classificato positivamente in **inversione** per il parametro di stato critico del **ferro**. Si tratta di cinque stazioni localizzate nel settore della Versilia e rappresentate da nord a sud da MAT-P187 CERVAIOLO nel comune di **Montignoso (MS)**, MAT-P178 SCUOLA VIA CATENE, MAT-P173 DEL CINEMA nel comune di **Forte dei Marmi (LU)**, MAT-P172 SAN BARTOLOMEO E MAT-P171 VIA CASTAGNO nel comune di **Pietrasanta (LU)**. Si accompagnano a stazioni in generale stazionarietà.

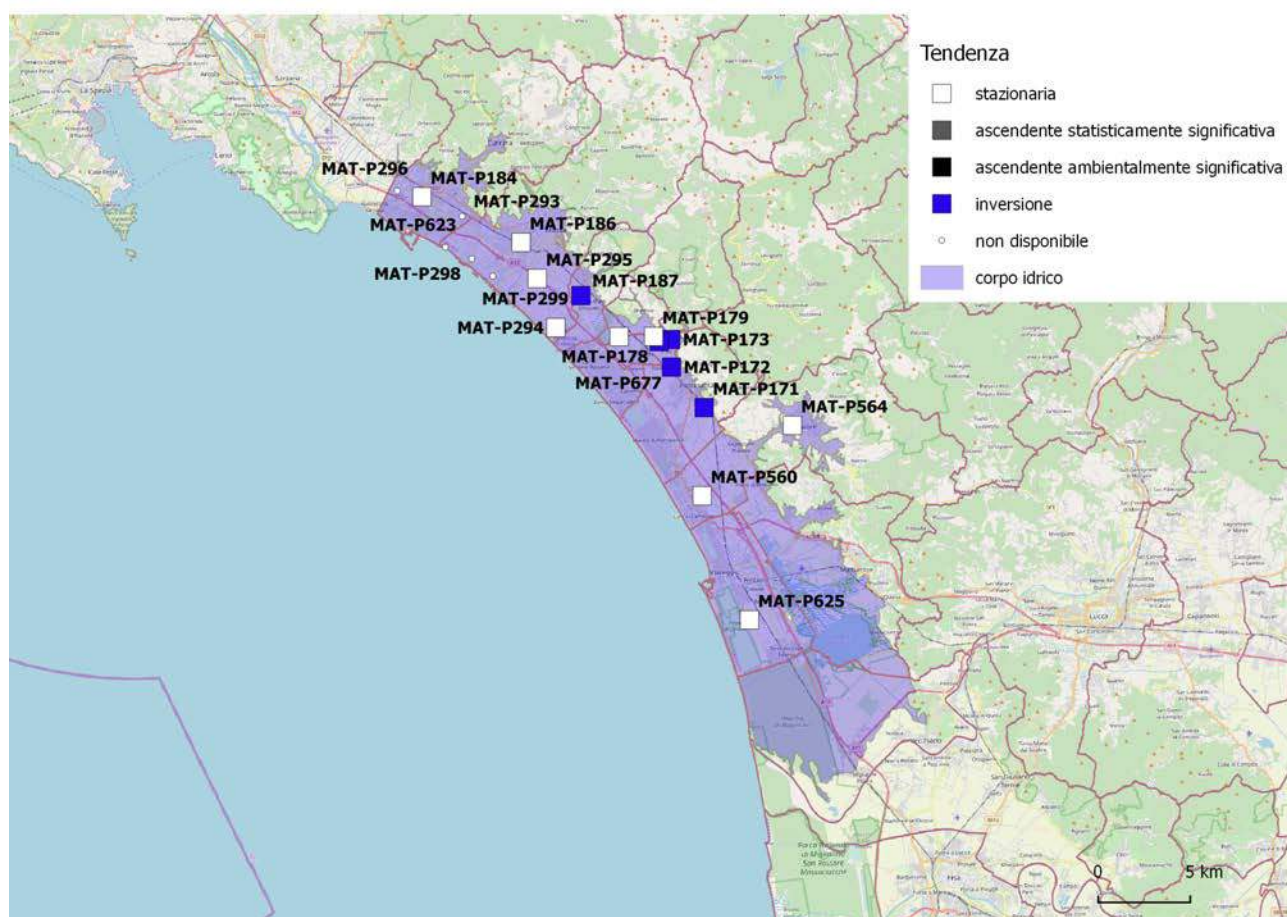


Figura 34: Mappa delle tendenze del ferro nel costiero Apuo-Versiliese

Nelle figure seguenti sono riportati i plot temporali delle stazioni che mostrano andamenti simili e punti di inversione che si collocano tra il 2010 ed il 2014. Di particolare rilievo le inversioni di MAT-P173 e MAT-P187 che hanno conseguito il rientro dallo stato scarso.



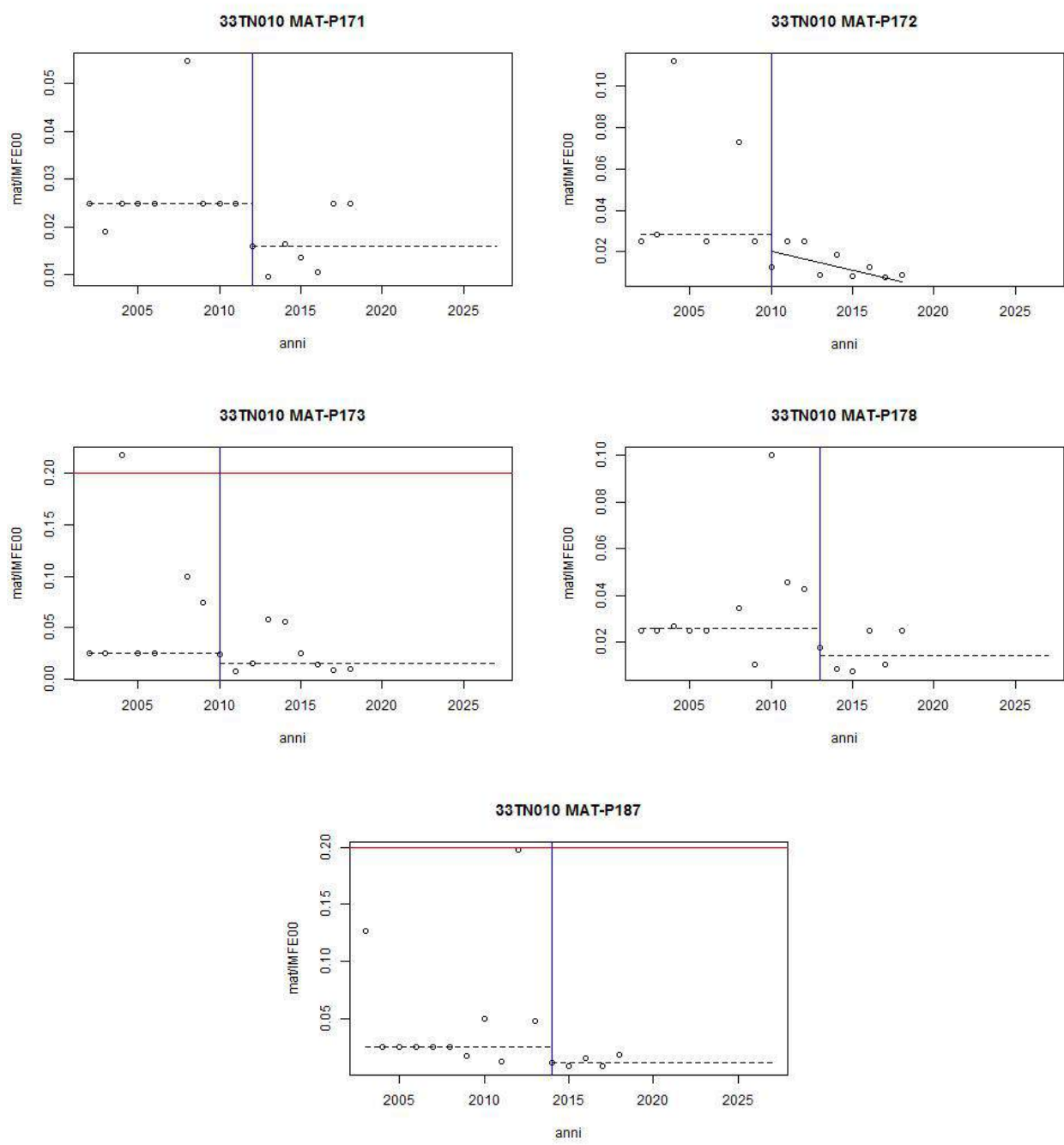


Figura 35: Tendenze in inversione della conduttività nel costiero Apuo-Versiliese.

## Corpi idrici NON A RISCHIO

Numerosi stati di **buono**, ma con **stazioni localmente** in **scarso**, sono risultati per i corpi idrici **non a rischio**.

Corpo Idrico Sotterraneo		Parametri
11AR013	PIANA FIRENZE, PRATO, PISTOIA - ZONA PISTOIA	ferro, cloruro di vinile
11AR020	VALDARNO INFERIORE E PIANA COSTIERA PISANA - ZONA PISA	ione ammonio, idrocarburi totali
11AR023	VALDARNO INFERIORE E PIANA COSTIERA PISANA - ZONA LAVAIANO - MORTAIOLO	manganese
11AR026	VALDARNO INFERIORE E PIANA COSTIERA PISANA - ZONA VAL DI NIEVOLE, FUCECCHIO	manganese, cloruro di vinile, 1,2-dicloroetilene, tetracloroetilene-tricloroetilene somma, dibromoclorometano
11AR028	PIANURA DI LUCCA - ZONA DI BIENTINA	ione ammonio, cloruro di vinile, 1,2-dicloroetilene
11AR030	VAL DI CHIANA	arsenico, piombo, selenio, nitrati, triclorometano
11AR043	VALDARNO SUPERIORE, AREZZO E CASENTINO - ZONA CASENTINO	manganese
11AR080	CARBONATICO DI MONTE MORELLO	dibromoclorometano, bromodichlorometano, esaclorobutadiene
11AR090	PESA	ferro, manganese
11AR100	CARBONATICO DELLA CALVANA	dibromoclorometano, esaclorobutadiene
13TE010	VALTIBERINA TOSCANA	nitrati
31OM010	PIANURA DI GROSSETO	triclorometano, glifosate, acido aminometilfosfonico (ampa), pesticidi totali
32CT050	CECINA	arsenico, ferro, cloruro
99MM011	CARBONATICO NON METAMORFICO DELLE ALPI APUANE	manganese
99MM013	CARBONATICO METAMORFICO DELLE ALPI APUANE	manganese, piombo
99MM042	CARBONATICO DELLE COLLINE METALLIFERE - ZONA LE CORNATE, BOCCHEGGIANO, MONTEMURLO	ferro, conduttività'
99MM931	ARENARIE DI AVANFOSSA DELLA TOSCANA NORD-ORIENTALE - ZONA DORSALE APPENNINICA	alluminio, ferro, mercurio, piombo
99MM932	ARENARIE DI AVANFOSSA DELLA TOSCANA NORD-ORIENTALE - ZONA MONTE ALBANO	manganese
99MM934	ARENARIE DI AVANFOSSA DELLA TOSCANA NORD-ORIENTALE - ZONA MONTI DEL CHIANTI	ferro

Tabella 13: Stato BUONO scarso locale corpi idrici non a rischio

Si tratta di 19 corpi idrici per i quali si riconoscono anche qui situazioni caratteristiche quali:

- contaminazioni **antropiche** di tipo **urbano** e/o **industriale** (11AR012, 11AR020, 11AR026)

con occorrenza di composti **organoalogenati** (cloruro di vinile soprattutto oltre a TCE+PCE e DCE) e **idrocarburi**

- contaminazioni **antropiche** di tipo **agricolo** (11AR030, 13TE010, 31OM010) con presenza di **nitrati** e **pesticidi** (glifosate, ampa, pesticidi totali);
- **alterazioni** del **fondo naturale** generalmente originate da uno stato di **stress quantitativo** od altrimenti, quando associate a **contaminanti organici**, anche ad **alterazioni** dello **stato redox**, con incrementi di parametri caratteristici quali, soprattutto, **manganese** (11AR023, 11AR026, 11AR043, 99MM011, 99MM013, 99MM932) e **ferro** (11AR013, 32CT050, 99MM042, 99MM931, 99MM934) e in modo sporadico **piombo** (99MM013 e 99MM931), **ammonio** (11AR030), **arsenico** e **cloruro** (32CT050), **conduttività** (99MM042) ed **alluminio** (99MM931).

Nella tabella seguente sono riportati gli esiti dell'analisi delle **tendenze** per i **corpi idrici** in stato **buono localmente scarso** classificati come **non a rischio**. Le tendenze ascendenti confermano le **alterazioni** del **fondo** naturale con caratteristici **aumenti** di **manganese**, **ferro** oltre a sodio, nichel e solfati. Risulta una sola inversione per ferro.

Corpo Idrico Sotterraneo		incremento statisticamente significativo	incremento ambientalmente significativo	inversione
11AR020	VALDARNO INFERIORE E PIANA COSTIERA PISANA - ZONA PISA		<b>NH4</b>	
11AR023	VALDARNO INFERIORE E PIANA COSTIERA PISANA - ZONA LAVAIANO - MORTAILO	Fe	<b>Mn</b>	
11AR026	VALDARNO INFERIORE E PIANA COSTIERA PISANA - ZONA VAL DI NIEVOLE, FUCECCHIO	<b>Mn</b>		
11AR030	VAL DI CHIANA	Na Mn		
11AR100	CARBONATICO DELLA CALVANA	Fe		
32CT050	CECINA	Ni		
99MM011	CARBONATICO NON METAMORFICO DELLE ALPI APUANE			Fe
99MM042	CARBONATICO DELLE COLLINE METALLIFERE - ZONA LE CORNATE, BOCCHEGGIANO, MONTEMURLO	Ni, SO4		

Tabella 14: Classificazione **TENDENZE** per corpi idrici a rischio in stato buono scarso localmente

### Ammonio in incremento critico nella falda di Pisa

Il corpo idrico della zona di Pisa del Valdarno inferiore è classificato in incremento ambientale significativo per **ammonio** parametro che determina lo stato di scarso locale, con due stazioni MAT-P670 MEZZANA (San Giuliano, PI) e MAT-P304 CALZATURIFICIO AUGUSTA (Cascina, PI) oltre a MAT-P306 TRUCK WASH (Pisa, PI) comunque in incremento statisticamente significativo. Per questo corpo idrico è stato definito un valore di fondo naturale di 4583  $\mu\text{g/L}$  che ha innalzato significativamente il VS di 500  $\mu\text{g/L}$ .

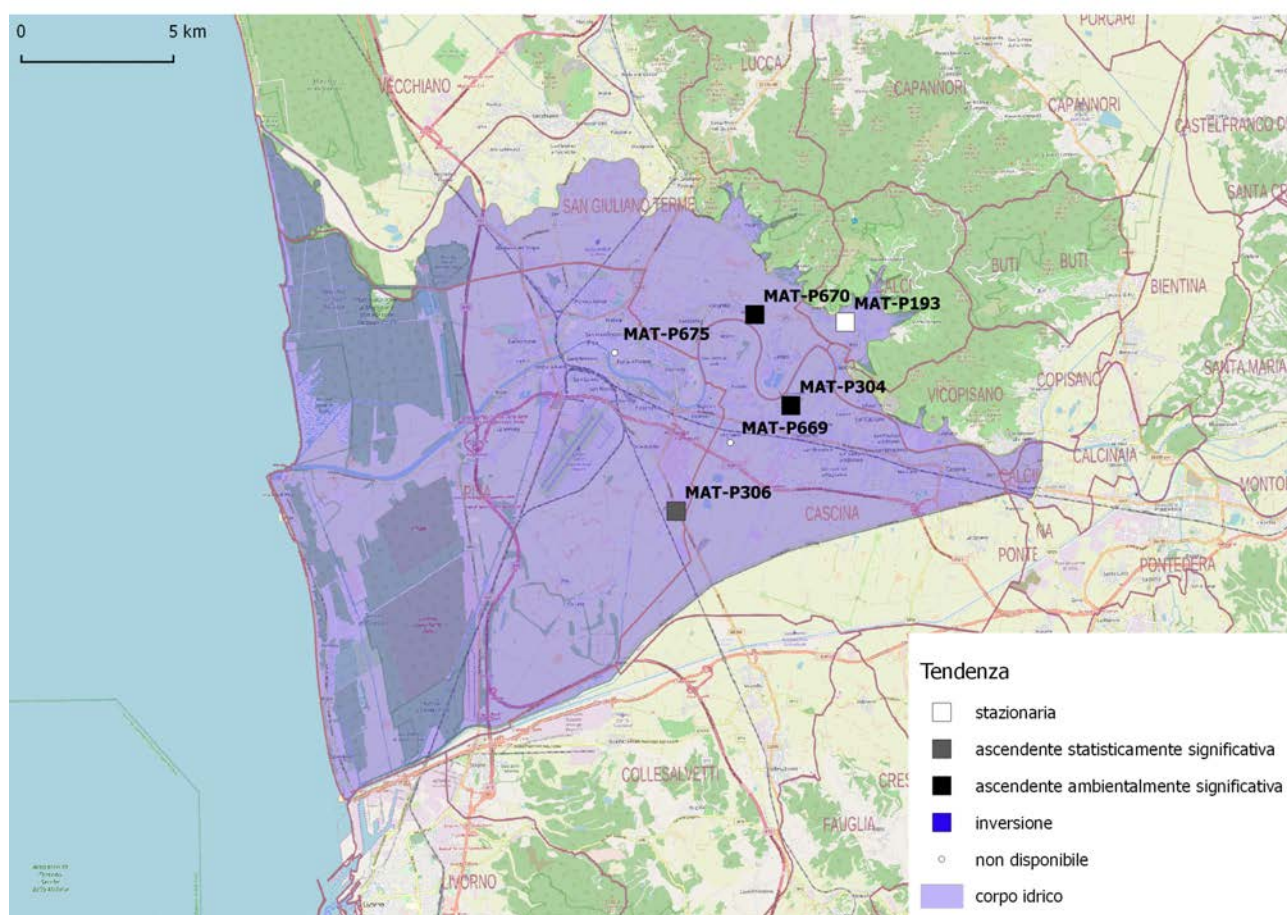


Figura 36: Mappa delle tendenze di ammonio nella zona di Pisa del Valdarno inferiore

Ciononostante, con tutta probabilità in risposta a stress quantitativi le stazioni hanno superato, sembra non casualmente ma secondo trend ascendenti, tale soglia come visibile nei plot temporali.

Molto chiara la tendenza di MAT-P306 nel quale, dopo anni di stazionarietà, il trend ascendente si palesa a partire dal 2009.

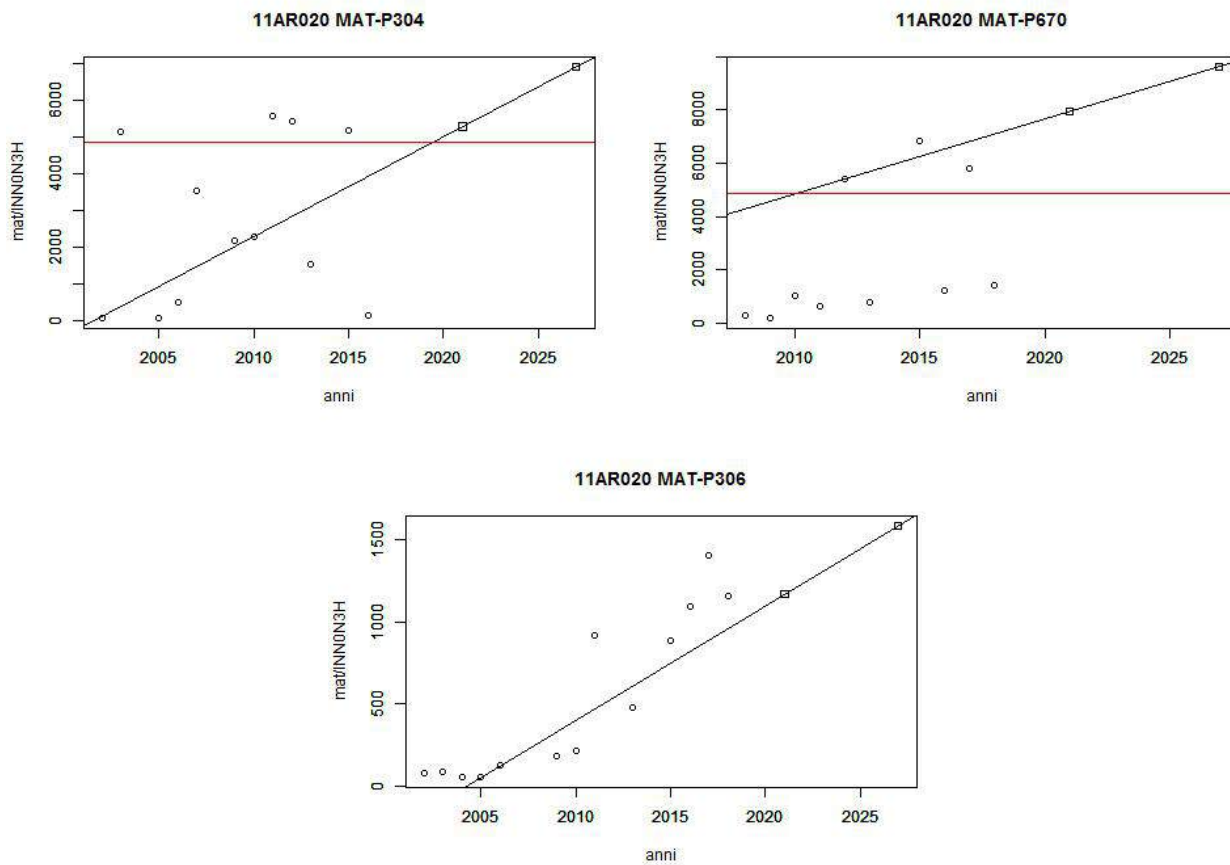
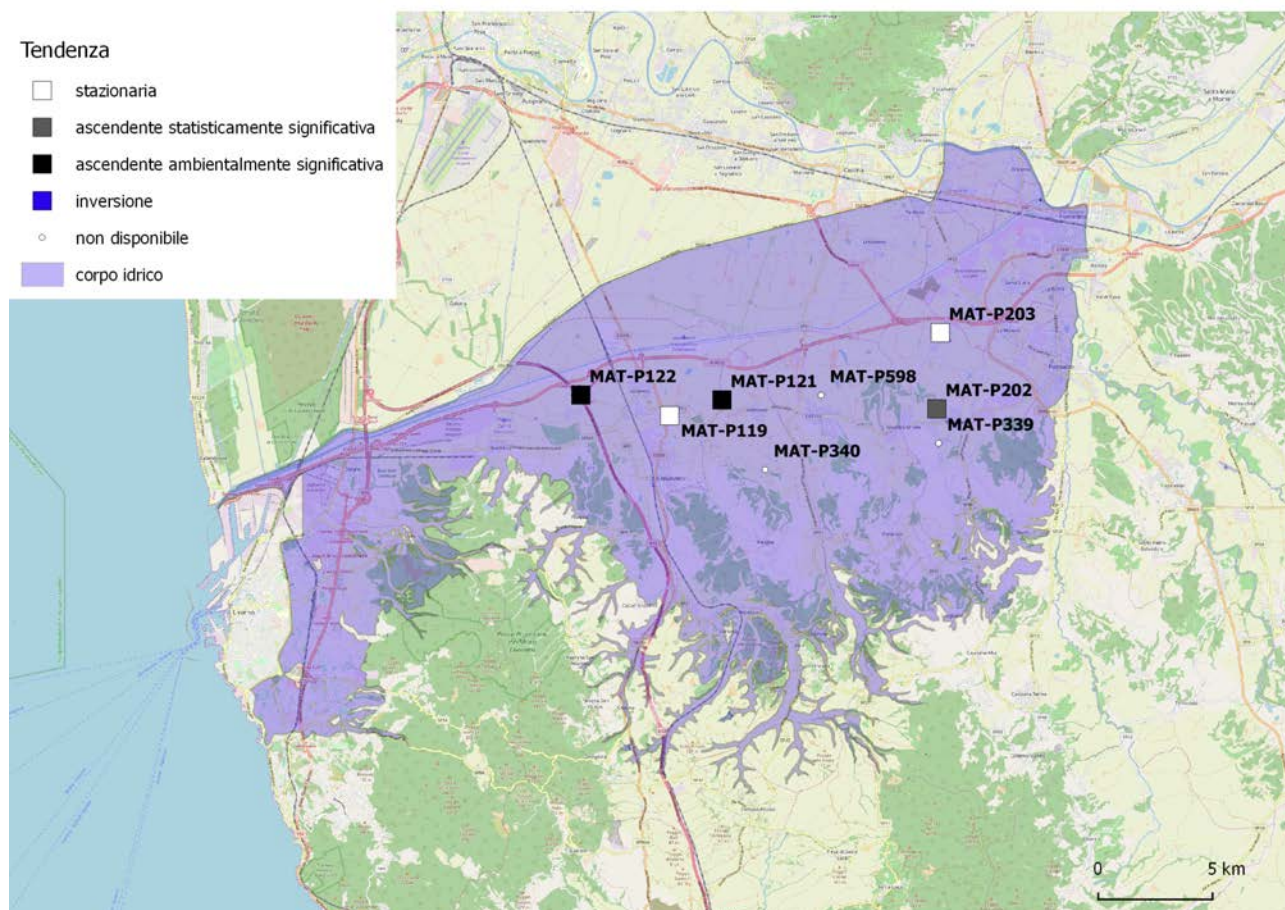


Figura 37: Tendenze ascendenti dell'ammonio nella zona di Pisa del Valdarno inferiore



### *Manganese in incremento critico nella falda di Mortaiolo*

La falda di Mortaiolo nel Valdarno inferiore è classificato in incremento ambientale significativo per manganese, parametro che determina lo stato di scarso locale, con due stazioni MAT-P122 MORTAIOLO 0 e MAT-P121 MORTAIOLO 32 nel comune di **Collesalveti (LI)** oltre a MAT-P202 comunque in incremento statisticamente significativo. Si accompagnano a due situazioni di stazionarietà.



*Figura 38: Mappa delle tendenze di manganese nella falda di Mortaiolo – Valdarno inferiore*

Nei plot temporali è data evidenza dei trend che a seguito di alcune iniziali oscillazioni sembra palesarsi dal 2007. Da notare che per queste stazioni destinate al consumo umano il VS, inizialmente corrispondente alla CMA del D.Lgs 31/2001 di 0,05 mg/L è stato comunque innalzato con un valore di fondo naturale fino ad 1,98 mg/L. Ciononostante, il probabile disequilibrio quantitativo ha determinato, nel tempo, il superamento anche di questa soglia.

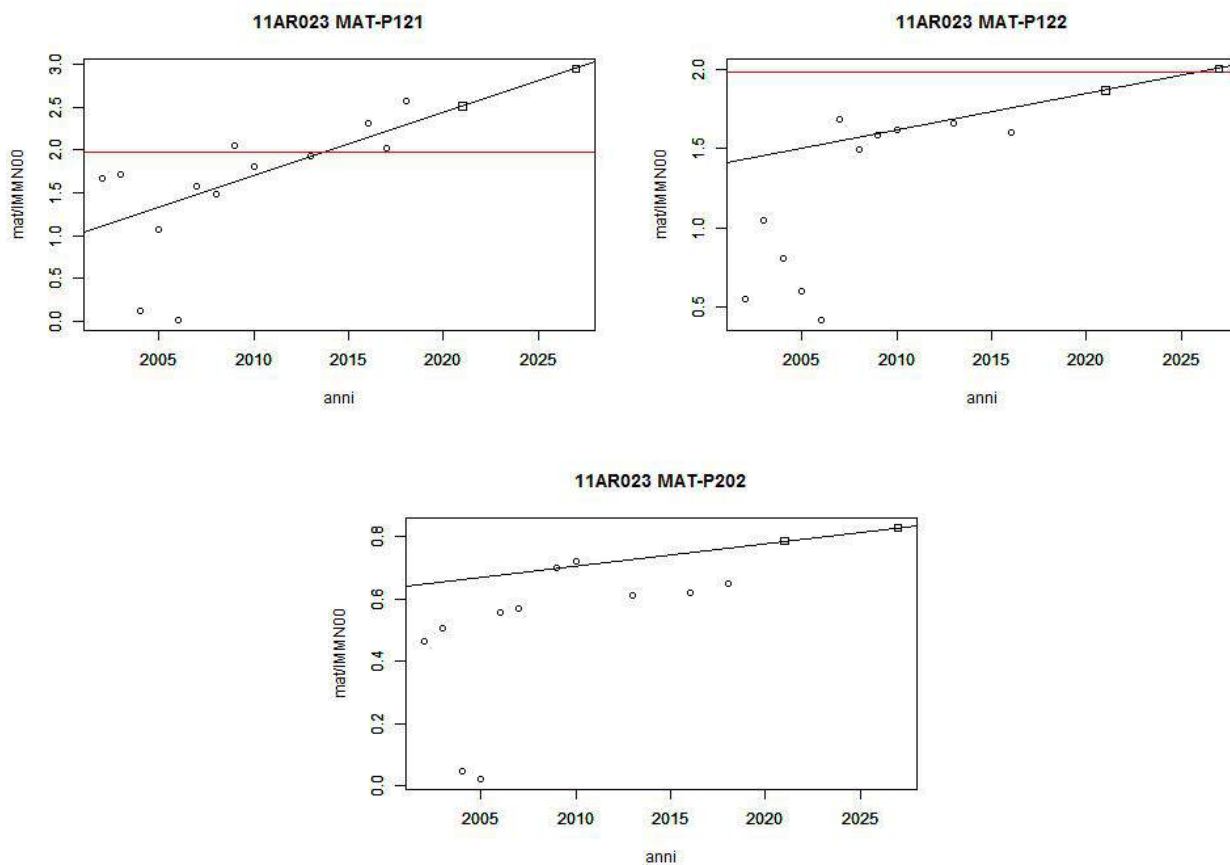


Figura 39: Tendenze ascendenti del manganese nella zona di Mortaiolo Valdarno inferiore

## Manganese in incremento nella Valdinievole

Il corpo idrico del Valdarno inferiore zona Valdinievole e Fucecchio ha una tendenza ascendente statisticamente significativa di manganese data da tre stazioni in incremento di cui una ambientalmente significativo. Si tratta delle vicine MAT-P270 POZZO PRETURA (**Monsummano, PT**) e MAT-P274 POZZO CANTARELLE OVEST (**Pieve a Nievole, PT**) nel settore nordorientale della Nievole e MAT-P271 POZZO ARRIGONI (**Pescia, PT**) in quello pesciatino nordoccidentale.

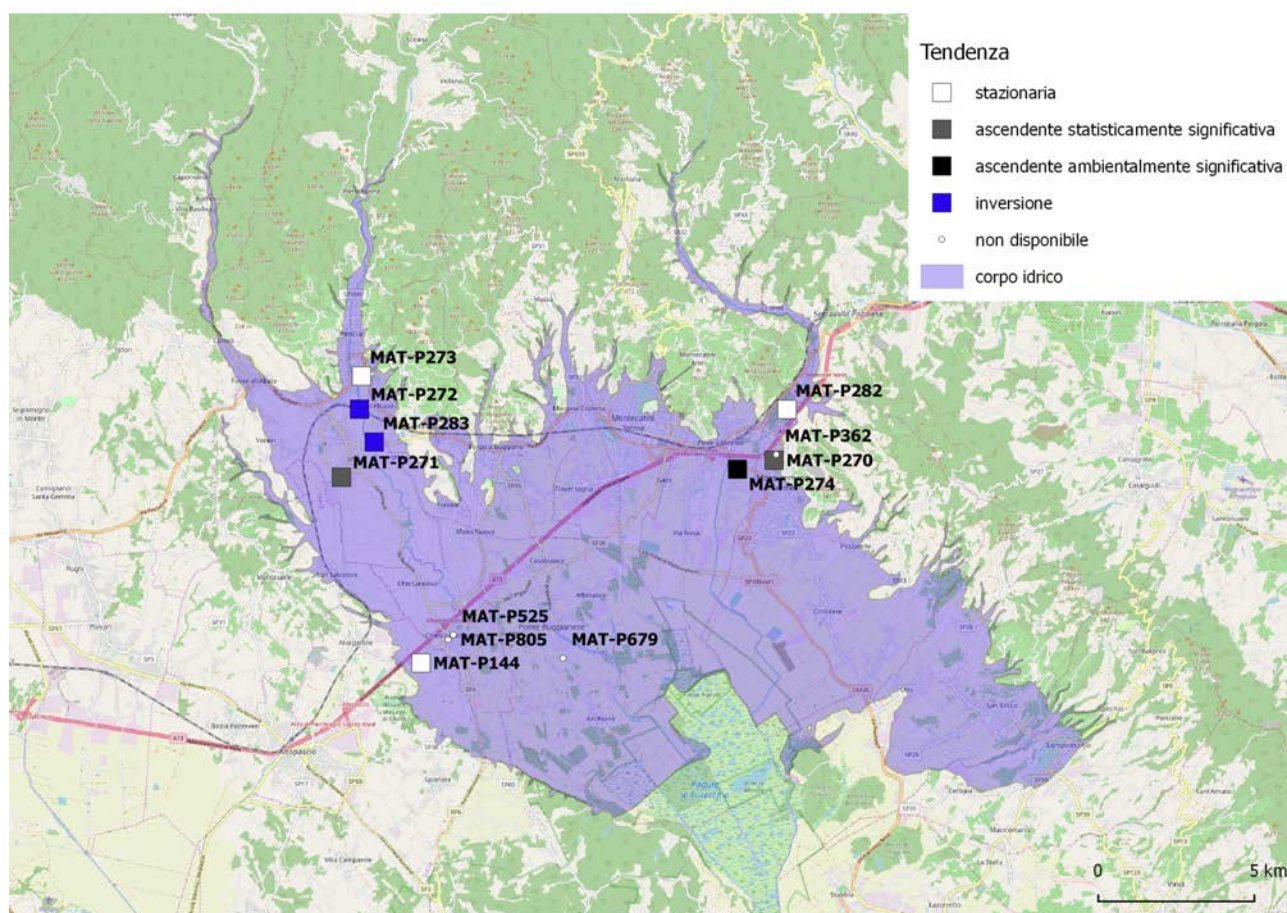


Figura 40: Mappa delle tendenze del manganese nella zona della Valdinievole

La condizione generale del corpo idrico è comunque molto varia, si accompagnano infatti due inversioni e tre stazionarietà. Gli incrementi di manganese sono da attribuire in questo a caso, con tutta probabilità, ad una **alterazione** delle condizioni **redox** dovute alla **presenza** di **organoalogenati** come in MAT-P270 in passato con abbondante (> 1 mg/L) TCE oltre a PCE, DCE e CV, in MAT-P274 con tracce di TCE, CV e MAT-P271 con tracce anche qui di TCE e PCE.

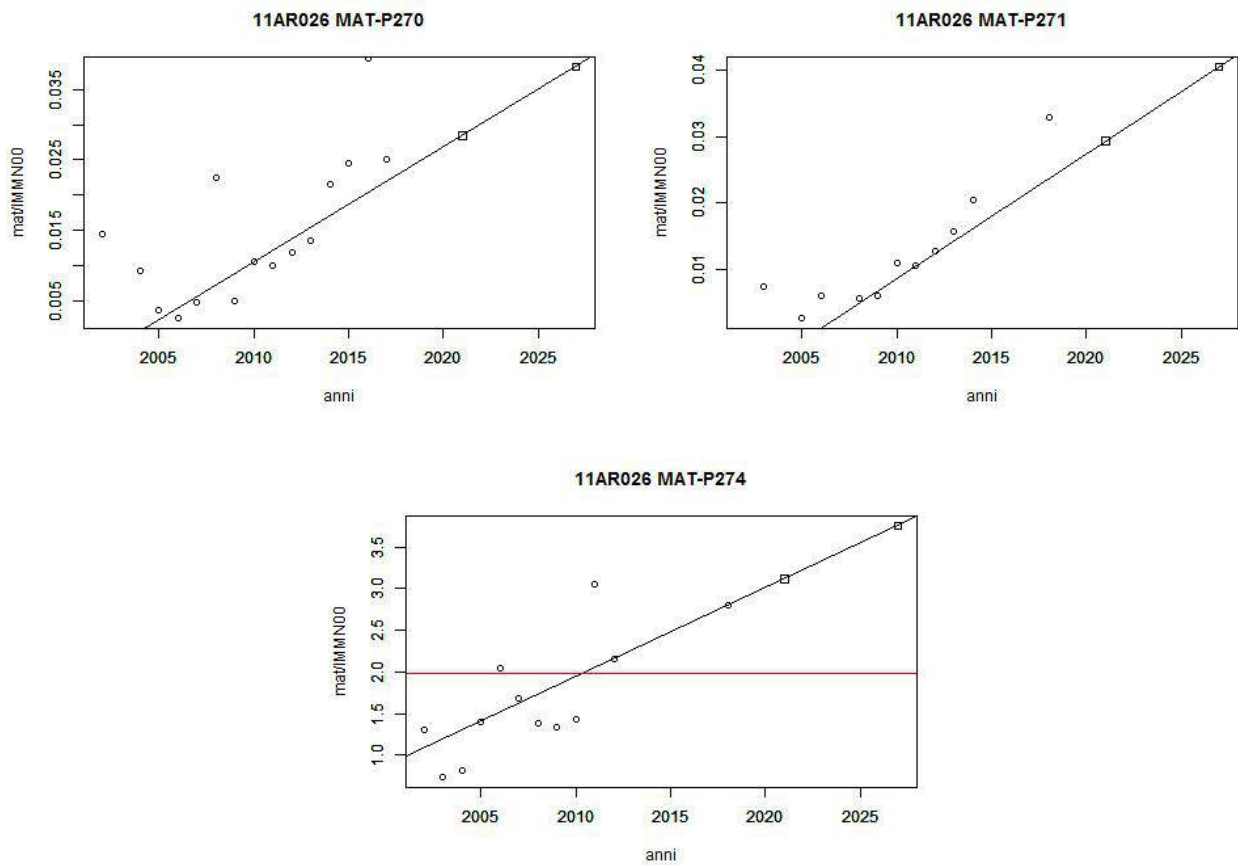


Figura 41: Incrementi di manganese nelle stazioni del corpo idrico della Valdinievole Fucecchio 11AR026



### 5.3 Stato chimico BUONO fondo naturale

#### Corpi Idrici A RISCHIO

Per il solo corpo idrico a rischio del Monte Amiata è risultato uno stato **buono con fondo naturale** di arsenico, ferro e manganese.

Corpo Idrico Sotterraneo		Parametri
99MM020	AMIATA	arsenico, ferro, manganese

Tabella 15: stato BUONO fondo naturale per corpi idrici non a rischio

#### Corpi Idrici NON A RISCHIO

Nella tabella seguente sono riportati i 7 stati di **buono fondo naturale** riguardanti **solli** corpi idrici **non a rischio**.

Corpo Idrico Sotterraneo		Parametri
11AR023-1	VALDARNO INFERIORE E PIANA COSTIERA PISANA - ZONA LAVAIANO - MORTAILOLO - FALDA PROFONDA	ferro, manganese
11AR110	CARBONATICO DI POGGIO COMUNE	solfo, triclorometano
12SE011	PIANURA DI LUCCA - ZONA FREATICA E DEL SERCHIO	triclorometano, dibromoclorometano
13TE020	CARBONATICO DEL CETONA	solfo
31OM050	CARBONATICO AREA NORD DI GROSSETO	solfo, triclorometano
31OM060	CARBONATICO DEI MONTI DELL'UCCELLINA	boro, cloruro, solfo, triclorometano
99MM910	CARBONATICO DEL CALCIARE DI ROSIGNANO	solfo

Tabella 16: stato BUONO fondo naturale per corpi idrici non a rischio

Le sostanze di fondo naturale caratterizzanti lo stato chimico dei sette corpi idrici indicati sono rappresentate principalmente da:

- **ferro** e **manganese** messi in soluzione per le **condizioni riducenti** dalle **falde confinate** (11AR023-1);
- **solfo** derivato dalle formazioni **evaporitiche triassiche**, o dal mescolamento con acque profonde del **sistema idrotermale** toscano (11AR0110, 13TE020, 31OM050, 31OM060 dove si associano anche cloruro e boro) od altrimenti derivato dalle **evaporiti** di più recente **età miocenica**, come nel caso di 99MM910;
- **alometani**, seppur **in attesa di approfondimenti**, per processi di degradazione in aree boschive della sostanza organica fino a concentrazioni prossime a 0,7 µg/L.



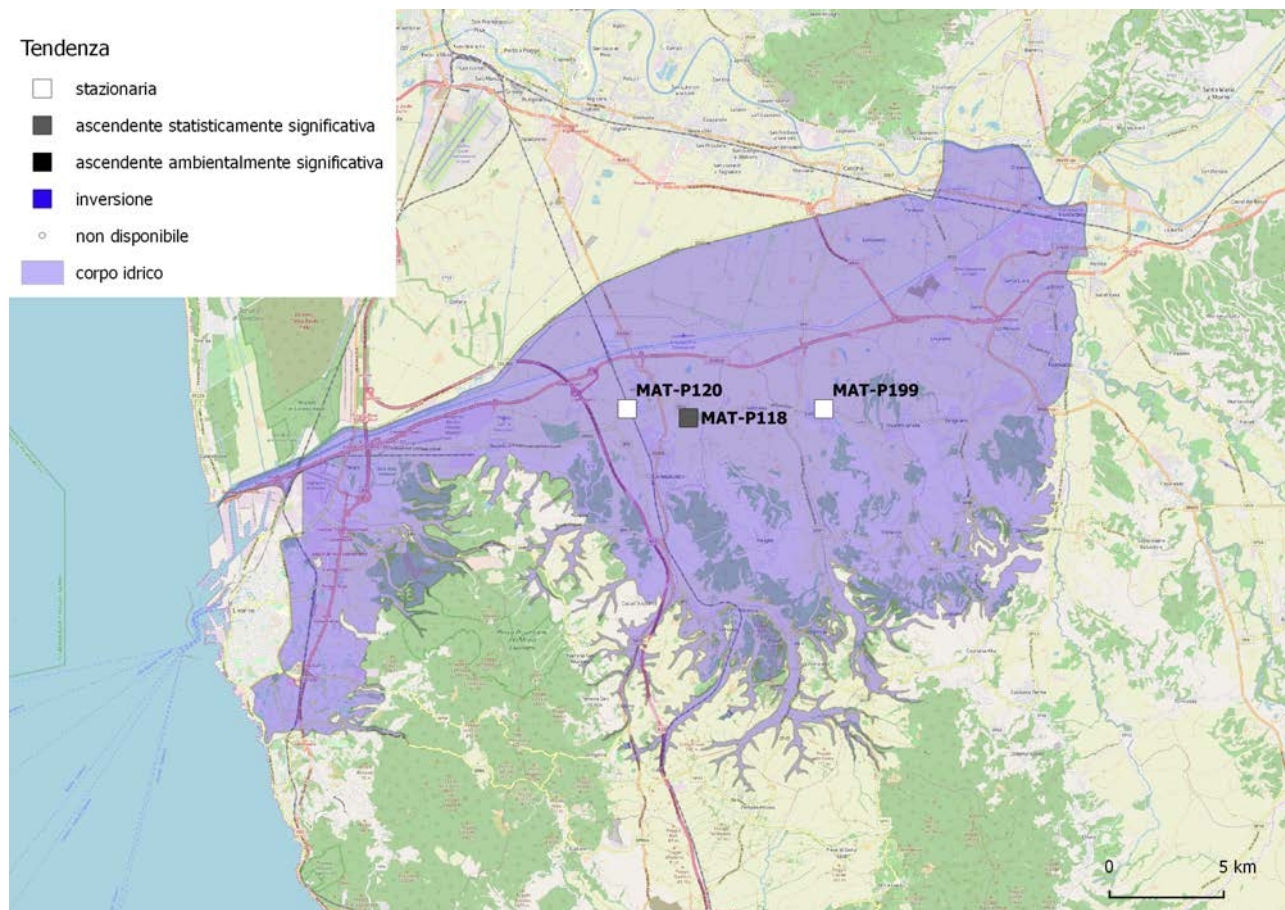
Nella tabella seguente sono riportati gli esiti dell'analisi delle **tendenze** per questi corpi idrici in stato **buono fondo naturale**. Le tendenze ascendenti riguardano comunque sostanze del fondo naturale ferro, ammonio, cloruri e conducibilità, fluoruri. Un incremento statisticamente significativo di interesse riguarda un parametro determinante per il fondo naturale quale è il **ferro** per la falda profonda di **Mortaiolo**.

Corpo Idrico Sotterraneo		incremento statisticamente significativo	incremento ambientalmente significativo	inversione
11AR023-1	VALDARNO INFERIORE E PIANA COSTIERA PISANA - ZONA LAVAIANO - MORTAILOLO - FALDA PROFONDA	Fe, NH4		
11AR110	CARBONATICO DI POGGIO COMUNE	Cl, Cond, F		
31OM050	CARBONATICO A NORD DI GROSSETO	F		

Tabella 17: Classificazione **TENDENZE** per corpi idrici a rischio in stato buono fondo naturale

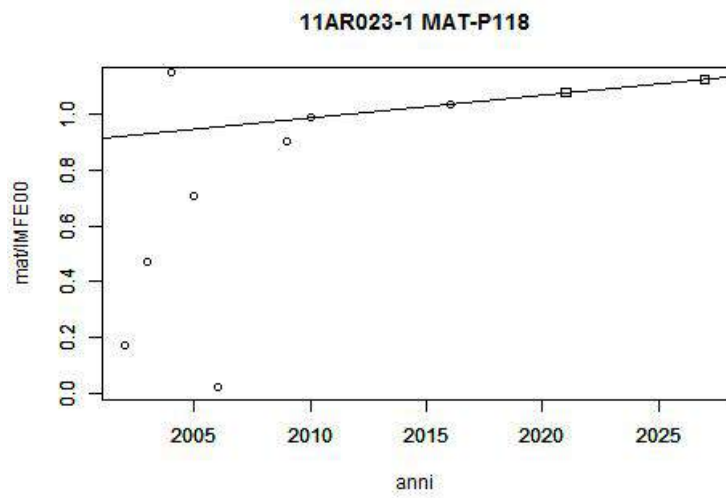
### *Ferro in incremento nella falda profonda di Mortaiolo*

Lo stato di incremento statisticamente significativo in ferro, parametro di fondo naturale, per la falda profonda di Mortaiolo deriva da una delle attuali tre stazioni rappresentative del corpo idrico profondo rappresentate nella mappa.



*Figura 42: Mappa delle tendenze del ferro nella falda profonda di Mortaiolo*

Si tratta della stazione MAT-P118 POZZO MORTAIOLO 30 BIS nel comune di Collesalveti (LI) che, come rappresentato nel plot, ha esibito negli anni un deciso incremento. Per quanto ancora distante dal valore di fondo naturale già attribuito su base statistica in 1,9 mg/L, **l'incremento** della stazione può essere **interpretato** come un primo **segnale di sovrasfruttamento**.



*Figura 43: Incremento in ferro nella falda profonda di Mortaiolo*

## 5.4 Stato chimico BUONO

I corpi idrici in stato buono sono risultati in conclusione **dodici**, due dei quali indicati come a rischio e dieci non a rischio.

### Corpi Idrici A RISCHIO

Per i due corpi idrici della alta e media valle del Serchio e del Carbonatico dell'Elba orientale, sottoposti a **monitoraggio operativo**, è risultato in **definitiva** uno **stato** chimico **buono**. Nessun esito dall'analisi delle **tendenze**.

Corpo Idrico Sotterraneo	
12SE020	ALTA E MEDIA VALLE DEL SERCHIO
32CT070	CARBONATICO DELL'ELBA ORIENTALE

### Corpi Idrici NON A RISCHIO

Nella tabella che segue sono elencati i 10 rimanenti corpi idrici **non a rischio** risultati in **stato buono**. L'analisi delle **tendenze** non ha dato anche qui **alcun esito**.

Corpo Idrico Sotterraneo	
11AR042	VALDARNO SUPERIORE, AREZZO E CASENTINO - ZONA AREZZO
12SE030	CARBONATICO DELLA VAL DI LIMA E SINISTRA SERCHIO
21MA010	MAGRA
32CT910	CARBONATICO DEI MONTI DI CAMPIGLIA
99MM030	MONTAGNOLA SENESE E PIANA DI ROSIA
99MM041	CARBONATICO DELLE COLLINE METALLIFERE - ZONA VALPIANA, POGGIO ROCCHINO
99MM933	ARENARIE DI AVANFOSSA DELLA TOSCANA NORD-ORIENTALE - ZONA MONTI D'OLTRE SERCHIO
99MM940	MACIGNO DELLA TOSCANA SUD-OCCIDENTALE
99MM941	FLISCH D'OTTONE
99MM942	VERRUCANO DEI MONTI PISANI

## 6 MONITORAGGIO AMBIENTALE E INQUINAMENTO DIFFUSO

La normativa vigente (D.lgs 152/06 — parte IV — Titolo V) fornisce ai fini della disciplina sulle bonifiche dei siti contaminati, una definizione di "sito" che comprendere le acque sotterranee (art. 240, comma 1, D.Lgs 152/06).

Come noto, i processi di risanamento prevedono procedimenti differenziati in relazione alla natura "giuridica" della fonte di inquinamento ed in particolare:

- procedimenti amministrativi ex art. **242** D.Lgs 152/2006 nelle situazioni di inquinamento da fonte "puntuale" antropica, più o meno estesa, con obbligo di risanamento a carico dei soggetti inquinatori, pubblici o privati. Per l'omessa bonifica sono previste esplicite sanzioni penali.
- la redazione di piani regionali ex art. **239**, comma 3, D.Lgs 152/06 nei casi di inquinamento diffuso<sup>12</sup>, antropico o naturale, imputabili alla collettività indifferenziata

ARPAT, attraverso l'attività di monitoraggio dei corpi idrici sotterranei, viene a conoscenza di situazioni di qualità delle acque di falda "non conformi" alla Tabella 2 dell'allegato 5 alla parte IV titolo V del D.Lgs 152/2006 "Concentrazioni soglia di contaminazione nelle acque sotterranee".

Le sostanze concorrenti alla definizione dello stato chimico per le quali sono definite concentrazioni soglia di contaminazione per la normativa delle bonifiche sono 48 a cui si aggiungono due ulteriori corrispondenze<sup>13</sup> date dalle sommatorie IPA e composti organoalogenati.

Per la gestione di questi casi di non conformità ARPAT fin dal 2007 si è dotata di una specifica circolare con Determinazione del Direttore Tecnico n° 1 del 19/1/2007 relativa a "Gestione delle informazioni e procedure operative in materia di inquinamento diffuso" che disciplina le distinte modalità di accertamento e comunicazione agli enti competenti.

Ulteriori indicazioni procedurali derivano da una successiva Circolare del Direttore Tecnico n° 1/2015 relativa a " Siti contaminati - indirizzi per le attività iniziali di tutela della salute".

---

<sup>12</sup> In tema di inquinamento diffuso il Sistema Nazionale di Protezione Ambientale ha prodotto nel 2017 una linea guida specifica <http://www.isprambiente.gov.it/it/pubblicazioni/pubblicazioni-del-sistema-agenziale/criteri-per-la-elaborazione-di-piani-di-gestione-dell2019inquinamento-diffuso>

<sup>13</sup> Nel monitoraggio una soglia di 10 µg/L è attribuita alla sommatoria TCE+PCE mentre nelle bonifiche la stessa soglia è riferita da più generale sommatoria organoalogenati nelle bonifiche, mentre per quanto riguarda gli IPA nella bonifiche è indicata una ulteriore soglia di 0,1 µg/L per la sommatoria delle sostanze, comunque determinate e normate singolarmente nel monitoraggio, benzo(b)fluorantene, benzo(k)fluorantene, benzo(ghi)perilene e indeno(1,2,3-c,d)pirene.



Sulla base delle indicazioni contenute nelle suddette circolari, è in atto la ricognizione complessiva delle situazioni di non conformità emerse, per la verifica dell'avvio dei procedimenti necessari e dell'attuazione delle eventuali misure di prevenzione.

## 7 CONCLUSIONI

Il programma di **monitoraggio chimico** dei corpi idrici sotterranei secondo la DGRT 100/2010 ha previsto nel triennio 2016-2018 l'esame di **65 corpi idrici**, 17 dei quali a rischio e 48 non a rischio, per **435 stazioni** di monitoraggio. Il solo monitoraggio di **sorveglianza** di cadenza triennale ha riguardato **235 stazioni** di **corpi idrici non a rischio**. Il monitoraggio **operativo** di frequenza annuale ha riguardato **146 stazioni** di **corpi idrici a rischio** e **54 stazioni** di corpi idrici non a rischio con **situazioni locali di stato scarso**.

La **percentuale di realizzazione** del **programma** calcolato su di una base di due prelievi annui per stazione, è **superiore al 100%**, includendovi monitoraggi di indagine con frequenze superiori da bimestrali a quadrimestrali su corpi idrici quali l'Amiata, il Costiero tra Cecina e San Vincenzo ed il Metamorfico Apuano. Sono tuttavia mancati, nello specifico e per indisponibilità delle stazioni di monitoraggio, i campionamenti e le conseguenti classificazioni di questo primo triennio per i corpi idrici del Gottero e di Pian d'Alma.

Le classificazioni del triennio 2016-2018 assegnano lo stato scarso da fondo naturale secondo i valori di fondo attribuiti ai diversi corpi idrici da ARPAT (2013, 2015) ed adottati dalla Regione Toscana con DGRT 1185 del 09/12/2015.

Coerentemente con l'approccio indicato dalla Direttiva 2014/80/UE e ripreso dal DMATTM 6/7/2016, in aggiunta ai Valori di Fondo della DGRT 1185/17, cui è stato riconosciuto un livello generale di confidenza medio M, sono stati attribuiti **ulteriori Valori di Fondo** con livello di **confidenza basso (B)** e **molto basso (BB)**, basandosi su indicazioni di letteratura e similarità con risultati statistici di riferimento per il medesimo tipo di falda acquifera.

E' stata applicata la **procedura** indicata dalle recenti "Linee Guida per la valutazione delle tendenze ascendenti e d'inversione degli inquinanti nelle acque sotterranee" di **CNR-SNPA (2017)** indicata dal DMATTM 6 luglio 2016, elaborazione che ha riguardato corpi idrici e parametri qualificati come "a rischio" in ragione di almeno un superamento del 75% dei VS/SQA, nel periodo 2010-2018 che comprende il triennio attuale ed il sessennio precedente. Sono stati così estratti dati relativi a **322 stazioni**, **48 corpi idrici** e **40 parametri**, poi elaborati tramite una routine in R

Nel complesso sono state eseguite **2095 distinte analisi delle tendenze** e riscontrate **203 stazioni in incremento statisticamente significativo**, il **10%**, e soltanto **68**, il **3%**, in **incremento**

**ambientalmente significativo.** Le verifiche sulle **tendenze d'inversione** a scala di **corpo idrico** sono state **271** ed i casi di **inversione 15**, il **5%**.

Valutando nel complesso, per ciascun parametro, la percentuale di corpi idrici classificati in incremento **ambientalmente significativo** piuttosto che in **inversione**, scaturisce un **quadro di generale miglioramento**.

Le concentrazioni dei **nitrati**, di prevalente origine agricole, **appaiono in deciso miglioramento** con poco meno della **metà dei corpi idrici analizzati in inversione**.

Tra i parametri indicatori di stress quantitativi la **conduttività** ha importanti **percentuali** di corpi idrici in **inversione**, circa 1/4, seguita da **boro** e **cloruri** e quindi da **arsenico** e **ferro** che pure hanno percentuali di corpi idrici in incremento.

Situazioni negative, anche se in **minori percentuali**, si rivelano, invece, per quanto riguarda **ammonio**, **manganese** e, soprattutto, **composti organoalogenati** come triclorometano e tce + pce, dove si **registrano soli incrementi**.

Per la classificazione del triennio 2016-2018 sono state elaborate le medie del triennio per le 435 stazioni dei 65 corpi idrici.

La distribuzione percentuale degli stati chimici, al confronto con la situazione del triennio 2013-2015 mostra una **diminuzione** di corpi idrici in stato **buono** dal **23%** al **18%** ed in stato **buono fondo naturale**, dal **23%** al **11%**.

È **umentata** la percentuale di corpi idrici in stato **buono scarso locale**, dal **36%** al **40%**, così come al percentuale assoluta dello **stato scarso** che si incrementa dal **18%** al **31 %**.

Nell'ambito di un **confronto temporale** esteso, ottenuto dal ricalcolo omogeneo delle classificazioni per un periodo di 14 anni, 2002-2018 e raffrontato all'indicatore della precipitazione media cumulata annua sul territorio regionale, si riscontra il **peggioramento** progressivo per il **triennio più recente 2016-2018**, con una evidente **correlazione** tra periodi con forti **precipitazioni** e incrementi dello stato **scarso**. La prevalenza, nella ricarica, del trasferimento di inquinanti dalla superficie rispetto alla diluizione denuncia, pertanto, ancora una evidente **vulnerabilità**.

Nel dettaglio, si confermano tra gli stati **scarsi dei corpi idrici a rischio** varie situazioni riconducibili a contaminazioni antropiche di tipo **urbano** e/o **industriale** (Firenze 11AR011, Prato 11AR012), contaminazioni antropiche di tipo **agricolo** (falda profonda Chiana 11AR030-1) ed **alterazioni** antropiche del **fondo naturale** possibilmente originate da **stress quantitativi** (falda profonda Chiana 11AR030-1 , Santa Croce 11AR024, Valdelsa 11AR060, Piana del Cornia

32CT020, Pianure Elbane 32CT090).

Particolarmente **critica** appare la situazione della **zona di Prato** con un stato generale del corpo idrico in **incremento ambientalmente significativo** per TCE+PCE e della falda profonda della **Valdichiana** per incremento in **ferro**.

Di rilievo anche l'**incremento** statisticamente significativo della **conduttività** nella **Pianura del Cornia**.

**Positive** le diffuse **inversioni** dei **nitrati** in molti di questi corpi idrici idrici.

Tra gli stati **scarsi** emersi in **corpi idrici non a rischio** si riscontrano soprattutto contaminazioni diffuse di origine agricola come **fitofarmaci** e **nitrati** e, più generalmente, **alterazioni antropiche** del **fondo naturale** possibilmente originate da uno stato di **stress quantitativo**.

Tendenze di rilievo sono rappresentate dagli **incrementi ambientalmente significativi** di **triclorometano** nella falda profonda della zona di **Pisa**, situazione da meglio approfondire, di **manganese** nella falda profonda del **Bientina** e dell'**ammonio nell'Era**.

**Positiva**, anche qui, l'**inversione** dei **nitrati** attestatasi nelle vulcaniti di **Pitigliano** e della **conduttività** nella pianura di **Follonica**.

Nei **corpi idrici a rischio** in stato **buono** con **situazioni locali** di stazioni in stato **scarso** le contaminazioni sono di varia origine, in massima parte di origine **agricola** con presenza di **nitrati** e **pesticidi**. Non mancano contaminazioni da **organoalogenati** e alterazioni del fondo naturale da **stress quantitativi**.

Tra le **tendenze** di rilievo sono emersi gli **incrementi** statisticamente significativi del **romo esavalente** nel costiero tra Fine e Cecina, situazione che vista la pericolosità del contaminante per quanto legato al fondo naturale, da tenere sotto controllo.

Positiva **inversione** dei **cloruri** nel costiero tra **Cecina e San Vincenzo** e del **ferro** nel costiero apuo-versiliese.

Tra i numerosi **corpi idrici non a rischio** ancora **buoni** con **situazioni locali** di stato **scarso** si riscontrano contaminazioni di tipo urbano e/o con occorrenza di **organoalogenati**, **cloruro di vinile** in particolare nella **Pianura di Pistoia** oltre a TCE+PCE idrocarburi, agricole con nitrati e pesticidi (glifosate, ampa) e più in generale alterazioni antropiche del fondo naturale più spesso originate da

stress quantitativo ma in alcuni casi derivate anche da **mutate condizioni redox** per contaminazioni di sostanze organiche consumatrici di ossigeno come gli stessi **organoalogenati**.

Tendenze di rilievo sono rappresentate dall'**incremento ambientalmente significativo** dell'**ammonio** nella falda di **Pisa** e del **manganese** nella falda di **Mortaiolo** del **Valdarno inferiore**.

Tra i corpi idrici con stato **buono fondo naturale** un incremento statisticamente significativo in **ferro** è ancora riportato per la **falda profonda** della zona di **Mortaiolo**.



## 8 BIBLIOGRAFIA

ARPAT (2013) - *Elaborazione dati disponibili relativi al progetto GEOBASI su determinazione dei valori di fondo di sostanze pericolose nelle acque sotterranee con particolare riferimento a metalli pesanti e boro ed agli acquiferi destinati all'estrazione di acqua potabile.* \_DGRT 1185/2015.

ARPAT (2015) - *Studio per la definizione dei valori di fondo nelle acque sotterranee della Toscana SO<sub>4</sub>, Cl, NH<sub>4</sub>, Mn, Fe, F, Al, Na (D.Lgs 30/2009 D.Lgs 31/2001).* DGRT 1185/2015.

BIANCARDI G., MANTELLI F., SIGNORINI R., CALÀ P., MARTINES C., LUCAROTTI S., SCARSELLI A. (2009) - *Fonti naturali di Cloroformio nelle Acque* - Bollettino UNIDEA Unione Italiana Esperti Ambientali n° 3/2009

ISPRA (2014) – *Progettazione di reti e programmi di monitoraggio delle acque ai sensi del D.Lgs 152/2006 e relativi decreti attuativi* - ISPRA, Manuali e Linee Guida 116/2014 ISBN: 978-88-448-0677-4

ISPRA, SNPA, IRSA-CNR (2017 a) – *Linea guida recante la procedura da seguire per il calcolo dei valori di fondo nei corpi idrici sotterranei (DM 6 luglio 2016)* - ISPRA, Manuali e Linee Guida 155/2017 ISBN 978-88-448-0830-3

ISPRA, SNPA, IRSA-CNR (2017 b) – *Linea guida per la valutazione delle tendenze ascendenti e d'inversione degli inquinanti nelle acque sotterranee (DM 6 luglio 2016)* - ISPRA, Manuali e Linee Guida 161/2017 ISBN 978-88-448-0844-0