

La qualità delle acque sotterranee. Cosa si misura e cosa si trova.

Martedì 4 giugno 2024 ore 10:00

Pezzetta Elena, Brandolini Davide - ARPA FVG



REALIZZATO DA:



Scuola per l'Ambiente di ARPA FVG

La qualità delle acque sotterranee Cosa si misura e cosa si trova

Martedì 04 giugno 2024

Davide Brandolin, Elena Pezzetta - Arpa FVG

Elena Pezzetta
ARPA FVG – SOC Laboratorio

DATI: Interpretazione dei risultati

Importanza di approfondire il concetto di risultato analitico: presenza/assenza

Significato di cercare, trovare, contesto...

Pesticidi clorurati nelle acque sotterranee

Saranno ricercati nel 2024 e 2025: interpretiamo i primi risultati

DDT

Presentazione rapporto pesticidi SNPA dati 2021 e confronti con FVG

Lettura del Report pesticidi SNPA 41/2024

Metaboliti DACT, AMPA...



Cosa significa trovare in termini di concentrazione?

Lo strumento
ha rilevato un
Segnale
Quantificabile?

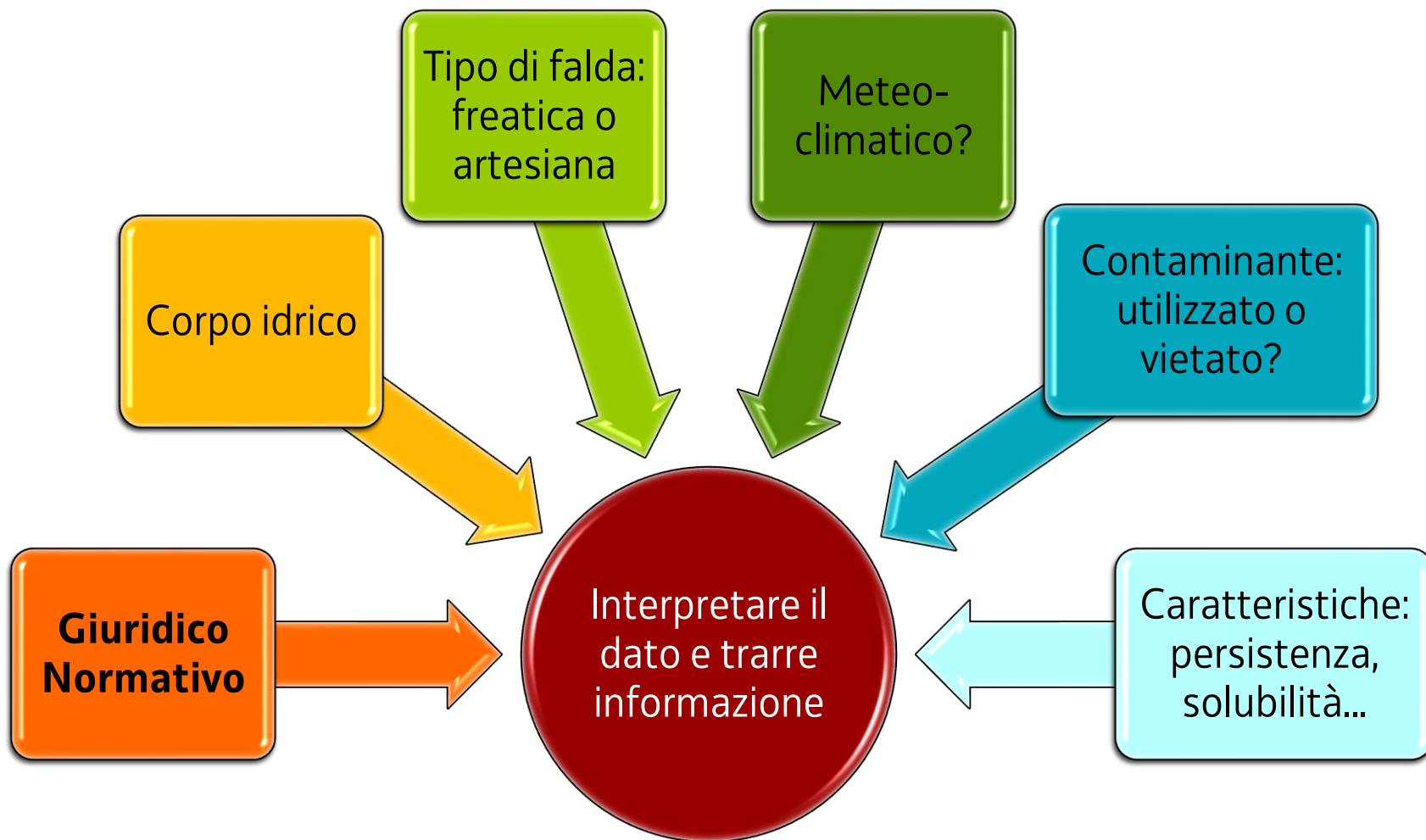
La
concentrazione
è significativa
rispetto a
un'indicazione di
legge/rischio?

Cosa si
trova:
presenze

Quando trovare è significativo?



Consideriamo il contesto?

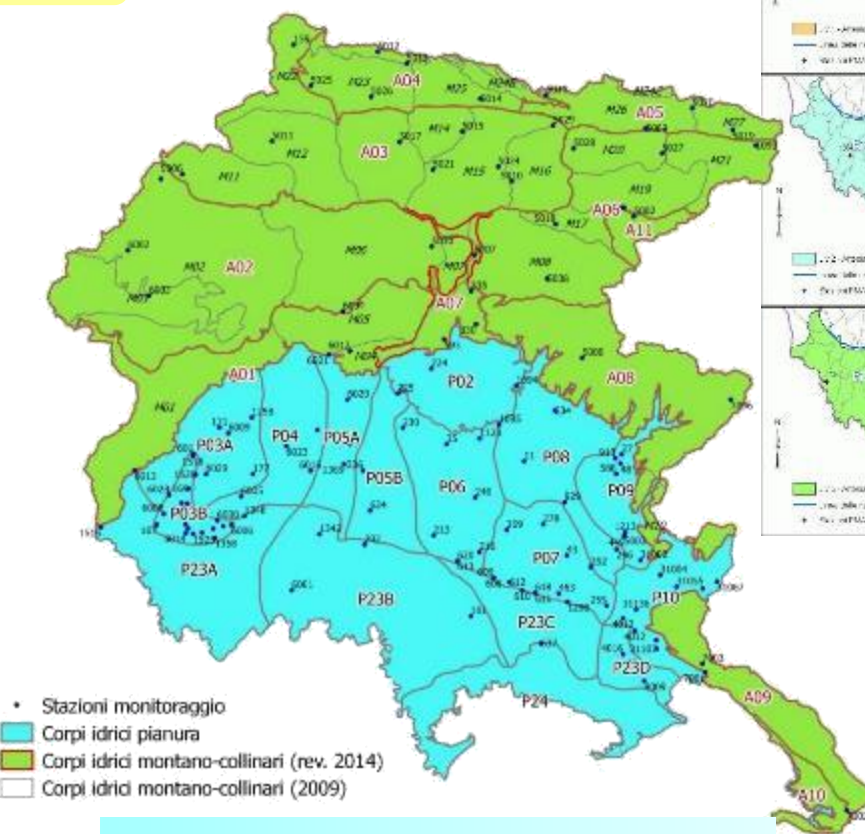


acque sotterranee: Dove?

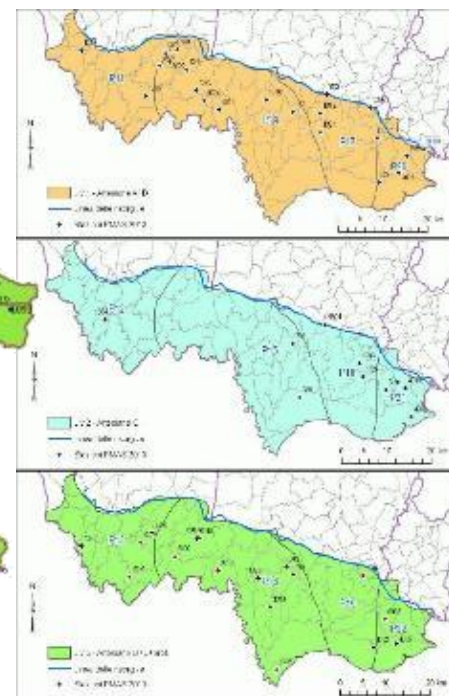
Dove si cerca

Nei punti critici?

Il monitoraggio della acque sotterranee in FVG è attivo da prima del decreto 152/99, con una rete di circa 170 punti di monitoraggio che si è consolidata negli ultimi anni anche a seguito dell'individuazione dei corpi idrici sotterranei ai sensi del D.Lgs. 152/06.



CORPI IDRICI FREATICI



CORPI IDRICI ARTESIANI

acque sotterranee: Cosa?

Cosa si
cerca

Le sostanze più critiche

Tipizzanti e ciclo dell'azoto

Pesticidi

PFAS

Metalli

Farmaci

IPA

Fenoli

Composti Organici Volatili

Idrocarburi

BTEX

Nelle acque sotterranee
i parametri ricercati
dipendono dal contesto
giuridico:
classificazione falde,
controllo contaminazione,
controllo discariche....

Quante
sostanze

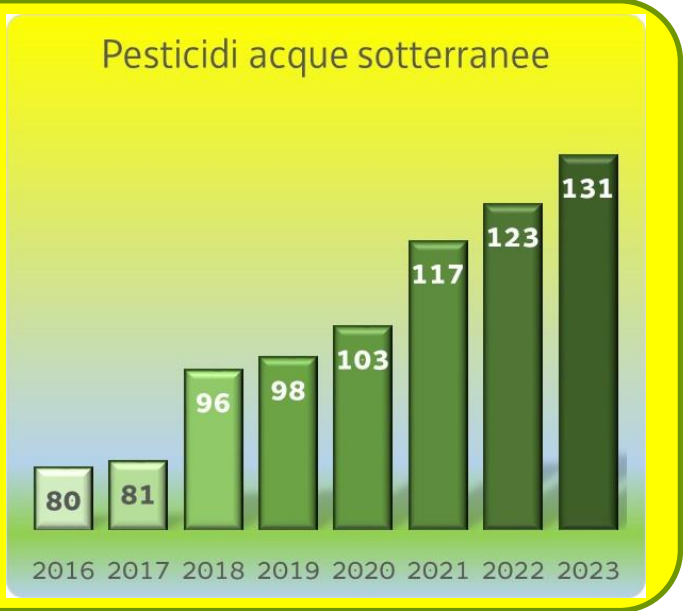
acque sotterranee: Quanti parametri?

Nel 2024 nelle acque sotterranee per classificazione un campione completo prevede **330** parametri complessivi

- Tipizzanti e ciclo dell'azoto
- Pesticidi
- PFAS
- Metalli
- Farmaci
- IPA
- Fenoli
- Composti Organici Volatili
- Idrocarburi
- BTEX

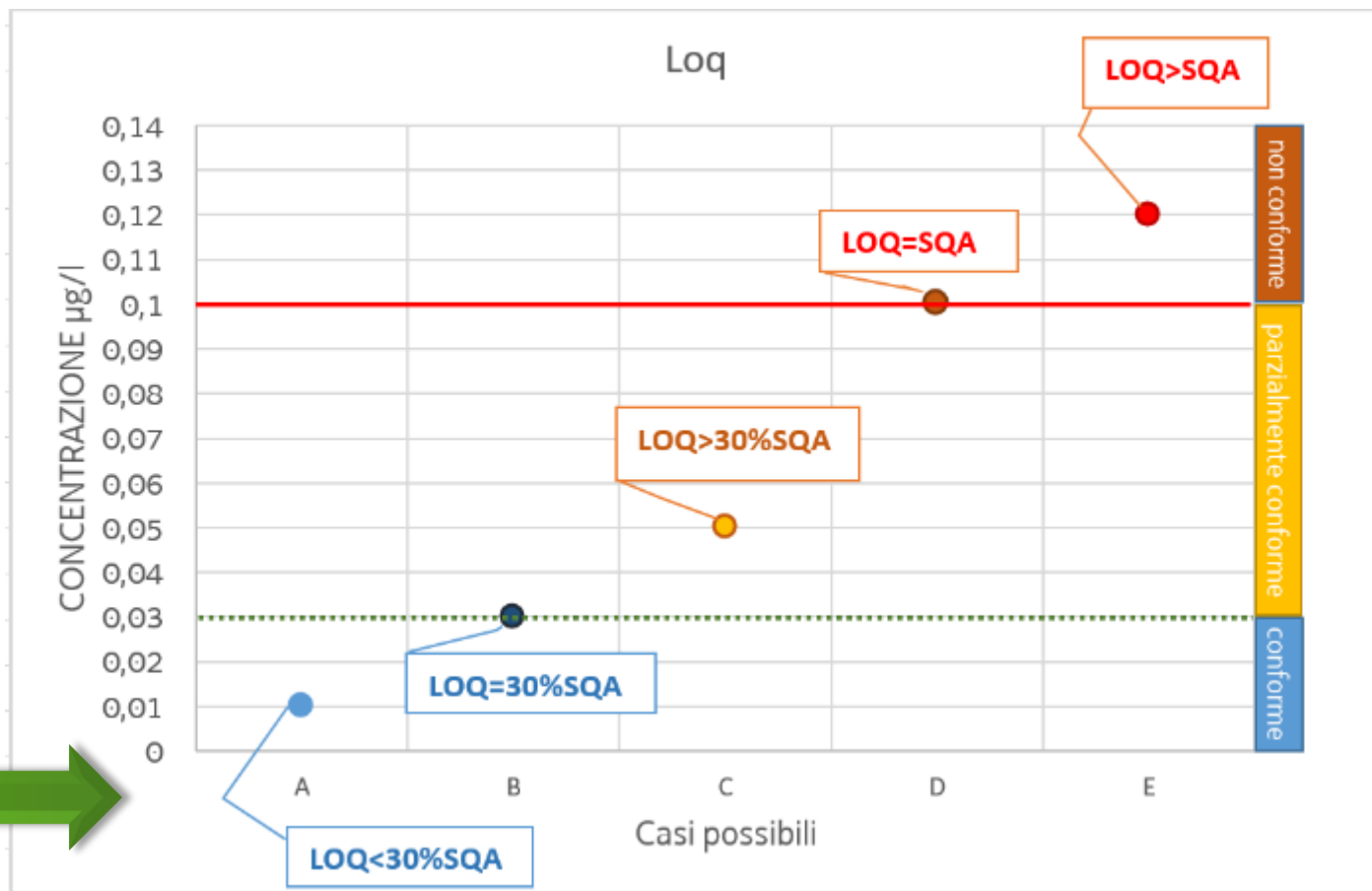
Nel tempo il numero di parametri totali ricercati è progressivamente cresciuto

Il numero di pesticidi ricercato nelle acque sotterranee di classificazione è aumentato negli anni



Come si
cerca

Nel caso di
ARPA FVG
per le acque
sotterranee
la condizione
generale è la
A



LOQ = limite di quantificazione

In passato non erano emerse criticità per pesticidi clorurati, ma nel 2024 e 2025 sarà completata una campagna di monitoraggio in tutti i punti della rete di acque sotterranee.

Oltre ai 131 pesticidi già monitorati si aggiungeranno **40 analiti** tra cui:



Oggi infatti il laboratorio è in grado di analizzare nuove sostanze non monitorate nel passato

Aldrine

DDT

Dicofol

Metossicloro

Endosulfan

Esaclorocicloesano

Eptacloro Eptacloroepossido

Esaclorobenzene

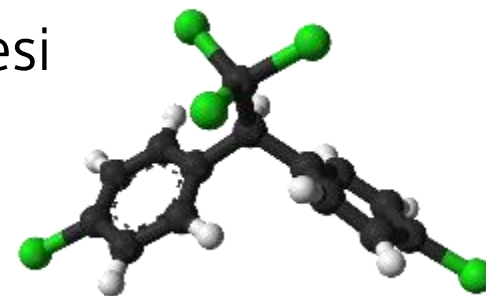
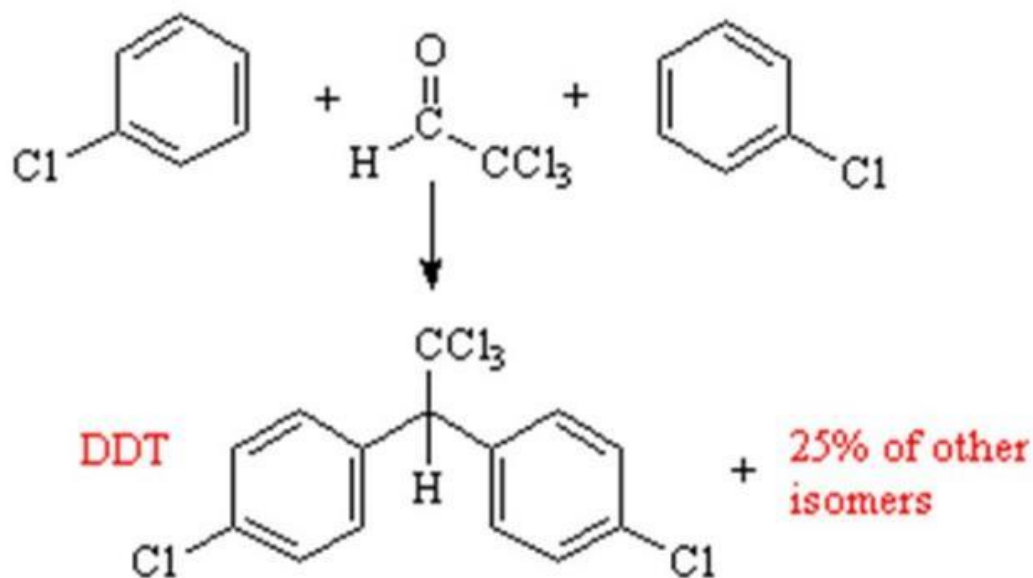
Clordano

Diclorvos

Esempio: DDT

para-dicloro-difenil-tricloroetano

Nel 1873 uno studente austriaco descrisse la sintesi del DDT



Il DDT è un pesticida organoclorurato composto da una miscela di sostanze.

Dopo oltre 60 anni, nel 1939 lo svizzero Müller, cercando un prodotto contro pulci e pidocchi, ne dimostrò la potente attività **insetticida**. Il DDT venne rapidamente commercializzato già dal 1942.



*Il Tifo esantematico è provocato da un batterio (*Salmonella typhi*) trasmesso attraverso i pidocchi.*

*La Malaria è causata da protozoi del genere *Plasmodium* trasmessi attraverso la puntura di zanzare del genere *Anopheles**

La sua grande efficacia contro il **tifo**, le zanzare della **malaria** e della febbre gialla fece vincere a Paul Müller il premio Nobel per la Medicina nel 1948.

In Italia se ne fece uso massiccio dagli anni 40, prima per difesa dalle malattie, poi in agricoltura e per uso domestico.

Venne proibito nel 1972 negli Stati Uniti e nel 1978 anche in Italia, con possibilità di deroghe.

Il largo uso è legato alla persistenza della molecola, che quindi non richiede trattamenti frequenti e al basso costo.



DDT biomagnificazione

La resistenza alla degradazione del DDT e l'apolarità della molecola, comportano il **bioaccumulo** durante la crescita nei tessuti adiposi, e la **biomagnificazione** nella catena alimentare.



bioaccumulo durante la crescita



biomagnificazione nella catena alimentare

I pesticidi clorurati come il DDT si accumulano nei terreni e si trovano anche a migliaia di chilometri di distanza dai siti di applicazione e dopo molto tempo.



Cavedano (*Squalius squalus*)

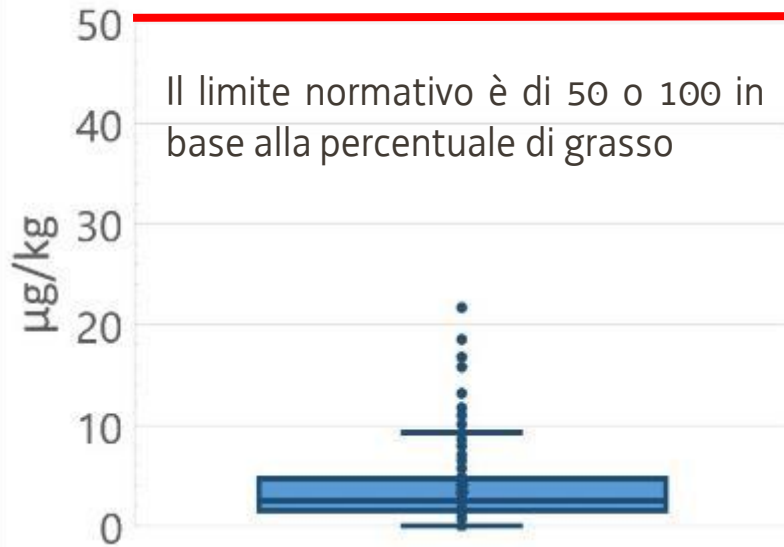


Trota (*Salmo trutta*)

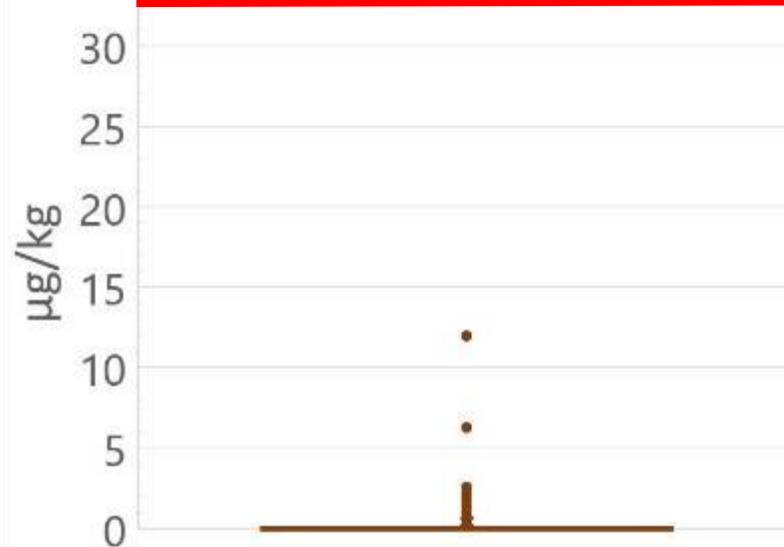
Foto D'Aietti A. Arpa FVG

Dal 2021 al 2023 le analisi oltre 150 analisi condotte sui pesci di acqua dolce e marina rivelano livelli di concentrazione di DDT e Dicofol contenuti

DDT BIOTA pesce



Dicofol BIOTA pesce

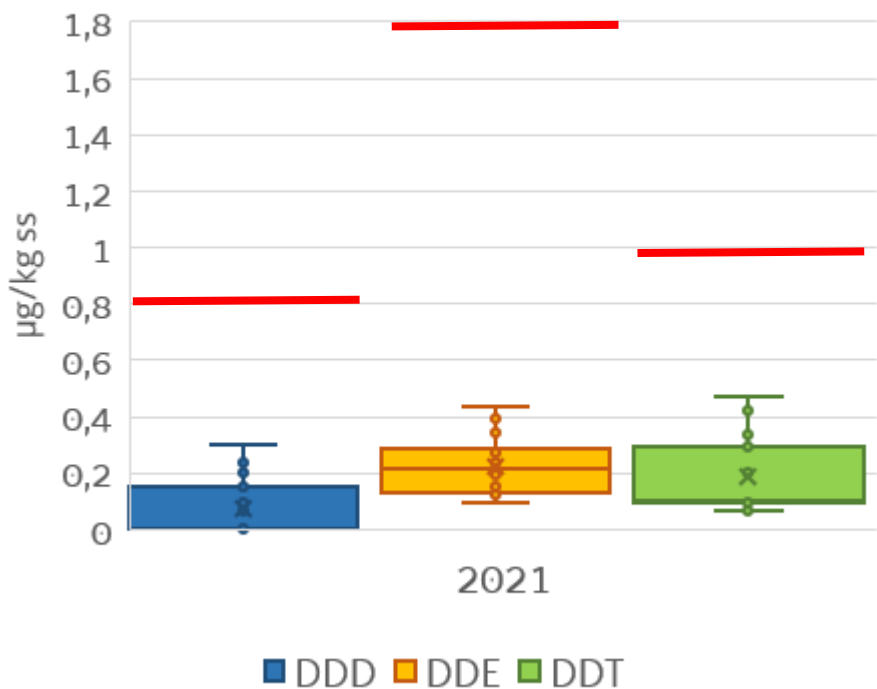


Dicofol insetticida organo-clorurato con struttura simile al DDT.

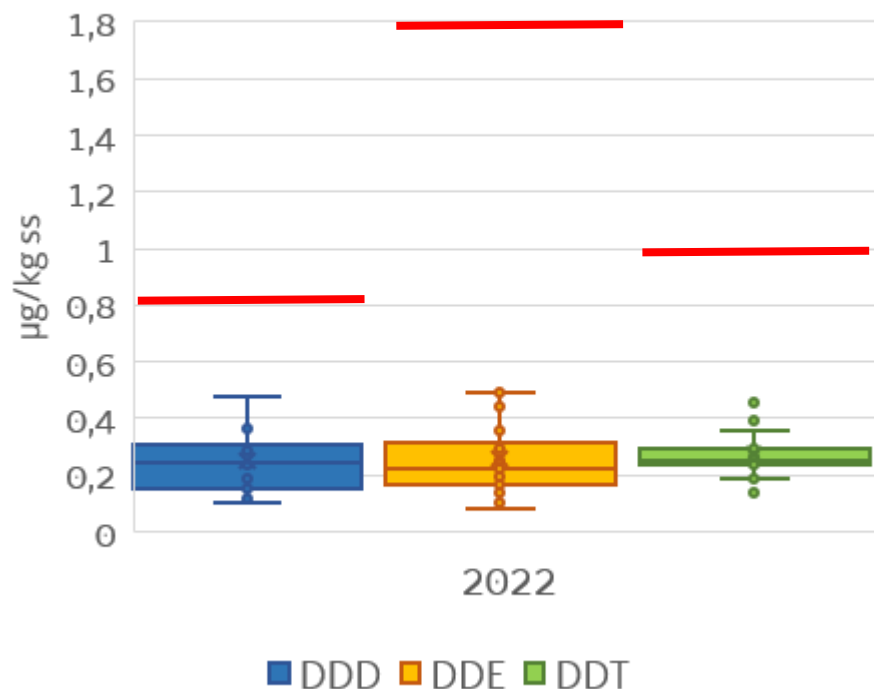
Analisi condotte in pesci di acque superficiali interne, di transizione e mare di diverse specie

Le ultime analisi di sedimenti lagunari e marini per la classificazione delle acque rispettivamente nel 2021 e 2022 dimostrano livelli di DDD, DDE, DDT contenuti

Sedimenti lagunari



Sedimenti marini



DDT, Dicofol, Metossicloro

Insetticidi clorurati

Interpretazione dei primissimi risultati

LOQ = 30% VS-MA
= 0,03µg/l

al momento non ci sono presenze

LOQ laboratorio
100 a 1000 volte
inferiore al limite
normativo VS-MA

non presenza di metossicloro

presenze di DDT e dicofol

Esprimere una presenza in concentrazioni molto basse è di certo una informazione importante, ma va correttamente interpretata.

Prestazioni elevate consentono di rilevare concentrazioni molto basse.

DDT: LOQ = 0,001 µg/L
Metossicloro: LOQ = 0,001 µg/L
Dicofol: LOQ = 0,0001 µg/L

Il confronto fra dati di diversa origine o comunque temporale deve essere fatto in maniera il più possibile omogenea e contestualizzata.

ARPA FVG La normativa richiede LOQ molto bassi



ppm= parti per milione *million*
= mg/l = 10^{-3} g/l

- 20 gocce in una bottiglia da litro



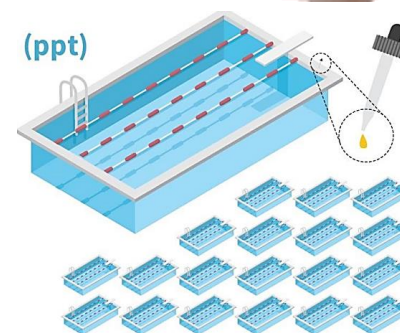
ppb= parti per miliardo *billion*
= $\mu\text{g/l}$ = 10^{-6} g/l

- 1 goccia in 10 botti grandi da 5 mila l ciascuna



ppt= parti per bilione *trillion*
= ng/l = 10^{-9} g/l

- 1 goccia in 20 piscine olimpioniche

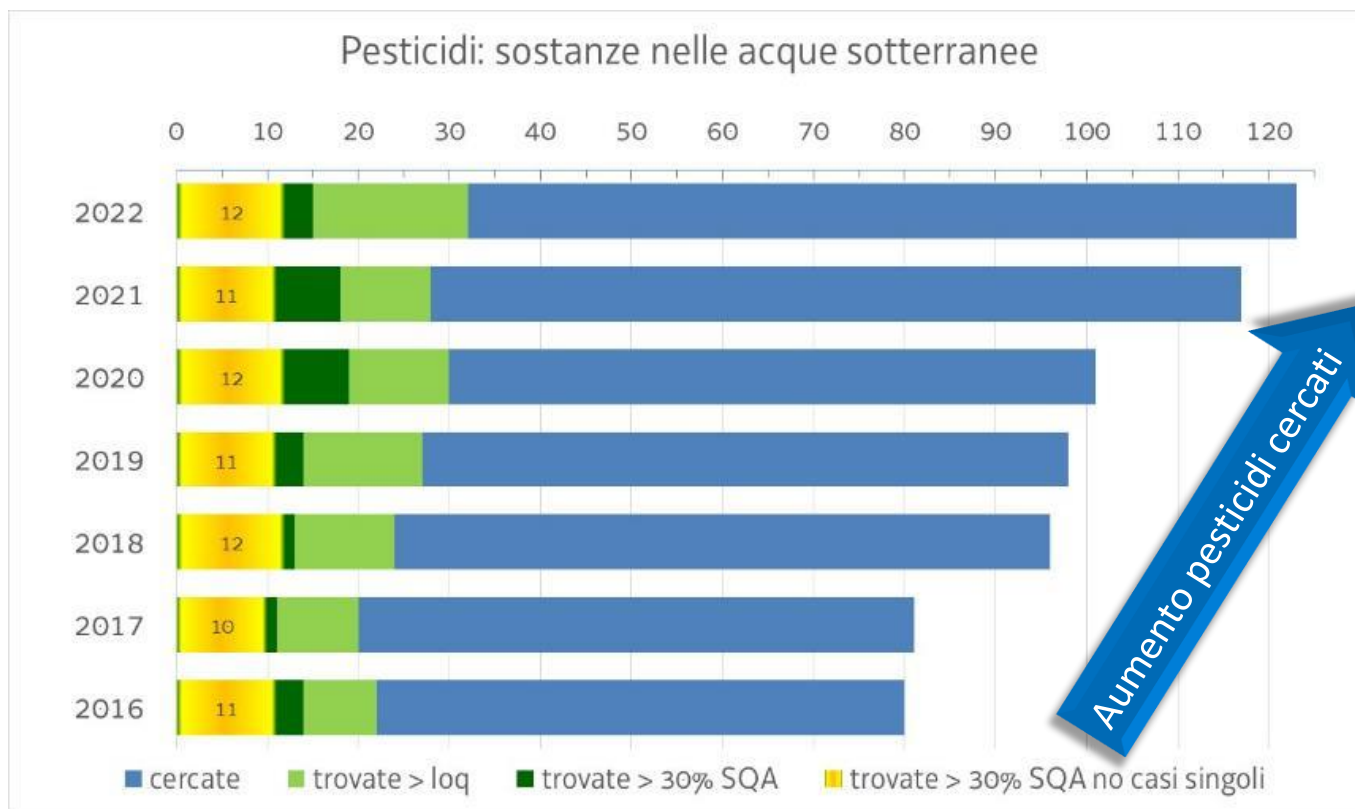


ppq= parti per biliardo *quadrillion*
= pg/l = 10^{-12} g/l

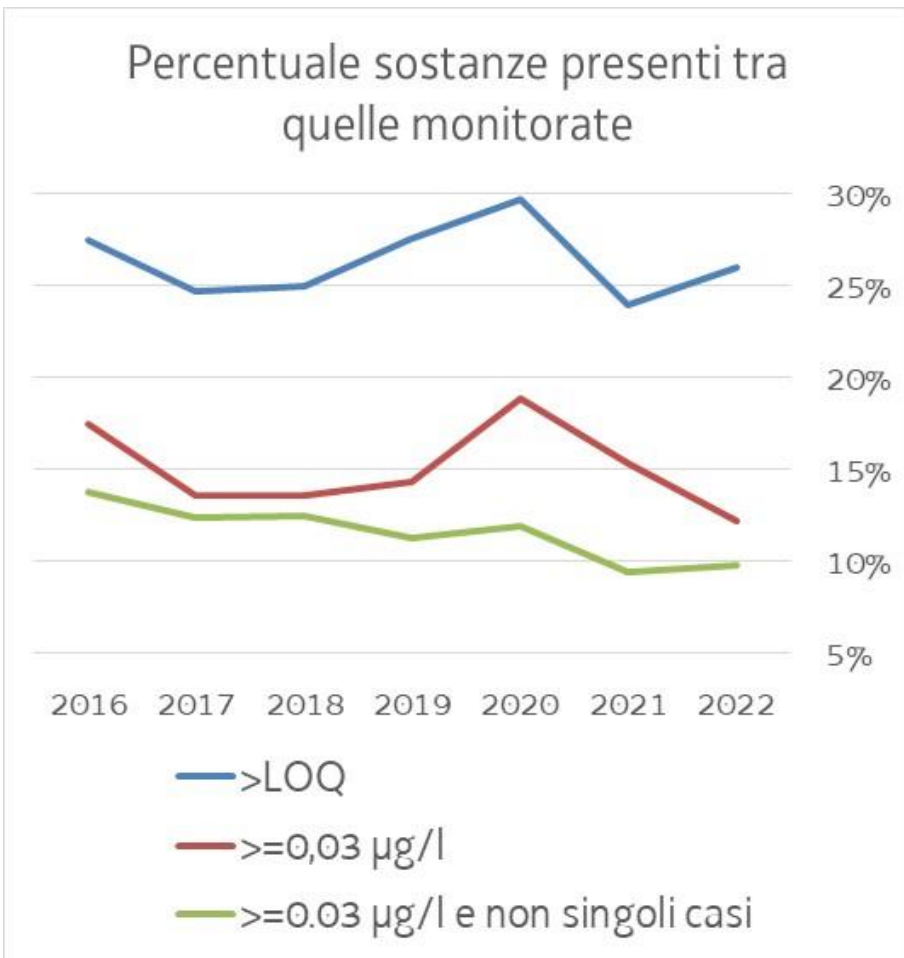
- 1 goccia in un lago con raggio di 1 km e 20 m di profondità



Interpretazione risultati: Sotterranee 2016-2022 confronto temporale



Il numero totale di sostanze cercate in FVG è aumentato negli anni, ma il numero di sostanze presenti cambia a seconda del criterio scelto nell'interpretazione dei risultati



La percentuale di sostanze presenti rispetto al totale è ben diversa utilizzando queste tre casistiche

Il numero di sostanze rilevate, nel caso in cui si esclude una sostanza presente in un solo campione tende alla diminuzione

La DACT è sempre presente in tutti gli anni con il numero maggiore di casi, anche se le concentrazioni tendono a decrescere.

Desetilatrazina, glifosate, AMPA e dimetomorf sono presenti ma in casi meno numerosi.

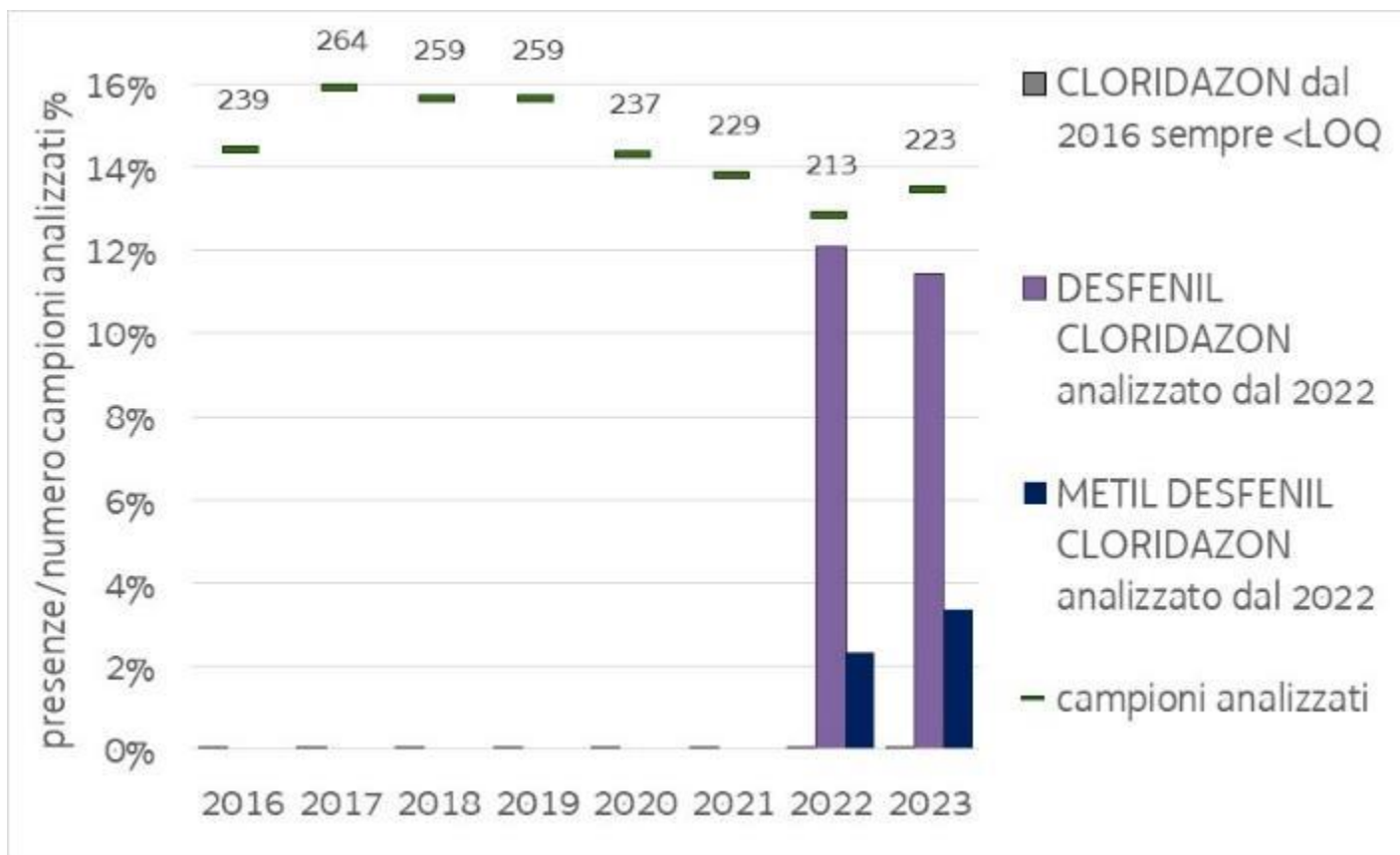
La ricerca di nuove sostanze può evidenziare nuove problematiche: presenza di Cloridazon desfenil metabolita del Cloridazon

Pesticidi con concentrazioni significative dal 2018

Sostanze rilevate in concentrazioni >0,10 µg/l

Desetildesisopropilatrazina	2018 -2022
Desetilatrazina	2018 -2022
Glyphosate	2018 -2022
AMPA	2019 - 2022
Dimethomorph	2018 - 2021
Bentazone	2018 - 2019, 2021
Metolaclor ESA	2018, 2022
Desetilterbutilazina	2018 - 2019
Metolaclor	2020, 2022
MPPA	2020 - 2021
Piperonil-butossido	2020
2-idrossiatrazina	2020
Chloridazon-desphenyl	2022

Il Cloridazon è un erbicida monitorato da anni in FVG: non è mai stato riscontrato in concentrazioni superiori al LOQ. **Non è più in uso dal 2020.** Dal 2022 si analizzano due metaboliti e si rilevano in alcune zone localizzate.



Publicazione Report SNPA 41/2024 Pesticidi: come leggere la pubblicazione

METOLACLOR-ESA	METABOLITA
ATRAZINA DESETIL DESISISOPROPIL	METABOLITA
GLIFOSATO	ERBICIDA
AMPA	METABOLITA
BENTAZONE	ERBICIDA
2,6-DICLOROBENZAMMIDE	METABOLITA
IMAZAMOX	ERBICIDA
1,2-DICLOROETANO	INSETTICIDA
OXADIXIL	FUNGICIDA
1,4-DICLOROBENZENE	INSETTICIDA
METOLACLOR	ERBICIDA
OXADIAZON	ERBICIDA
IMIDACLOPRID	INSETTICIDA
PENTACLOROBENZENE	FUNGICIDA
ESACLOROBENZENE	FUNGICIDA
TERBUTILAZINA	ERBICIDA
ATRAZINA DESETIL	METABOLITA

Numero di superamenti riscontrati in Italia

Il report elabora i dati di pesticidi relativi all'anno 2021.

In elenco le sostanze che hanno causato la maggior parte dei superamenti degli standard di qualità, in Italia, riportate nell'ordine dal maggiore al minore.

Queste sostanze non sono state ricercate in tutte le regioni italiane nel 2021

	FVG	altre regioni																		
METOLACLOR-ESA	x							x												
ATRAZINA DESETIL DESISOPROPIL	x							x	x											
GLIFOSATO	x	x	x	x	x	x		x	x	x	x		x	x		x	x	x	x	
AMPA	x	x	x	x	x	x		x	x	x	x		x	x		x	x	x	x	
BENTAZONE	x	x		x		x		x	x		x	x	x				x	x		
2,6-DICLOROENZAMMIDE		x		x		x														
IMAZAMOX	x	x																x		
1,2-DICLOROETANO	x			x				x			x		x		x	x	x		x	
OXADIXIL	x			x	x								x		x		x			
1,4-DICLOROENZENE	x			x						x		x		x	x	x			x	
METOLACLOR	x	x	x	x		x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
OXADIAZON		x		x		x	x	x	x	x		x	x				x			
IMIDACLOPRID	x	x		x	x	x	x	x	x	x	x	x					x	x	x	
PENTACLOROENZENE				x	x	x		x				x	x	x	x	x		x	x	x
ESACLOROENZENE				x	x	x	x		x		x	x		x	x	x	x	x	x	
TERBUTILAZINA	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
ATRAZINA DESETIL	x	x	x	x		x	x	x	x	x		x	x	x			x	x	x	

Da REPORT AMBIENTALI SNPA 41/2024 - modificato

Contesto vendite

Vendite ALTE a livello nazionale

ZOLFO	fungicida
POLTIGLIA BORDOLESE Solfato di rame	fungicida
OSSICLORURI DI RAME	fungicida
METAM-SODIO	vari
MANCOZEB	fungicida
GLIFOSATO	erbicida
FOLPET	fungicida
1,3-DICLOROPROPENE	nematocida

Dati da REPORT AMBIENTALI SNPA 41/2024 modificato

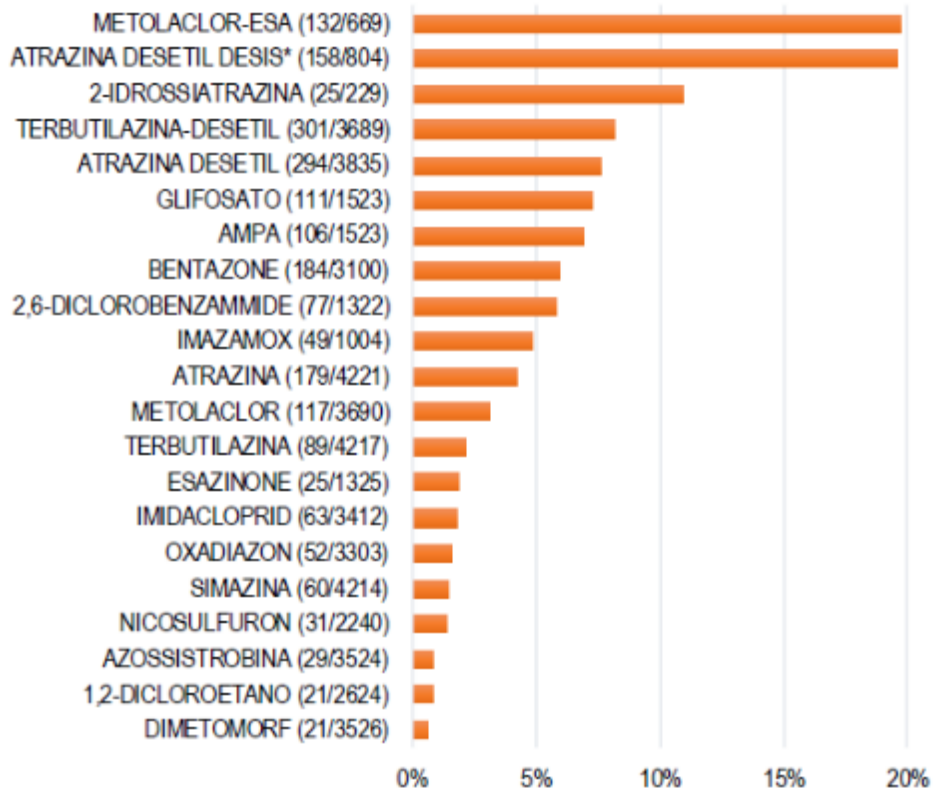
In questo report sono rappresentate le **presenze** 2021 secondo le indicazioni previste dalla normativa che definiscono un LOQ conforme quando raggiunge il 30% del limite normativo



Questo ha permesso una maggiore omogeneità tra i risultati, ma non è sempre stato così nel passato, dove la presenza era riferita alla prestazione dei singoli laboratori LOQ

$\text{LOQ} \geq 0,03 \mu\text{g}/\text{l}$

ACQUE SOTTERRANEE sostanze più trovate



Da REPORT AMBIENTALI SNPA 41/2024

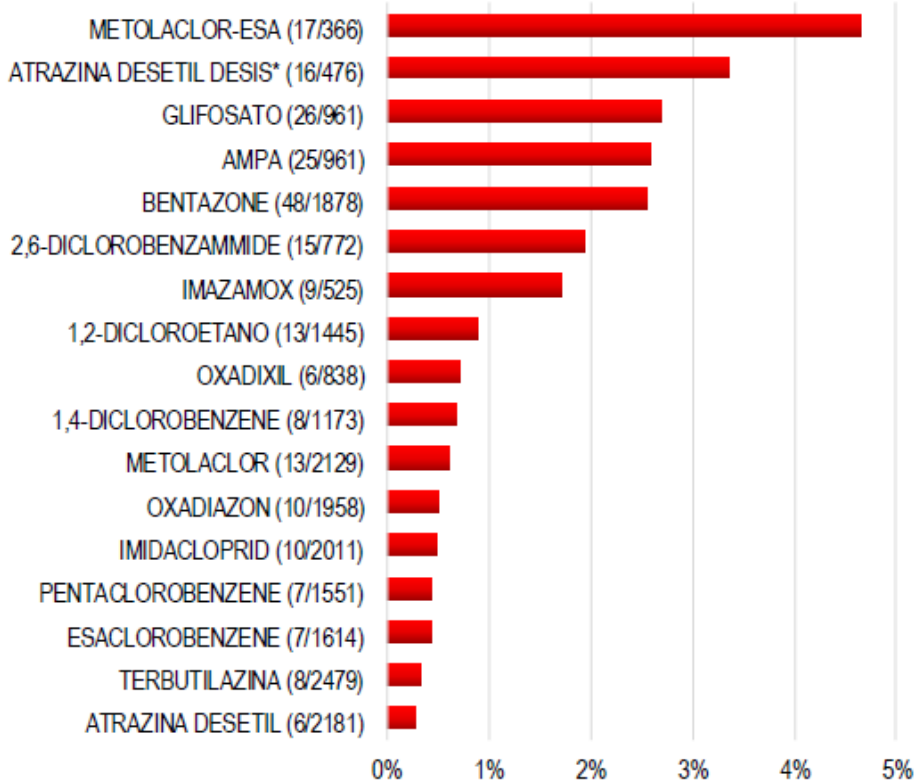
ACQUE SOTTERRANEE FVG sostanze trovate in più di 1 campione 2021



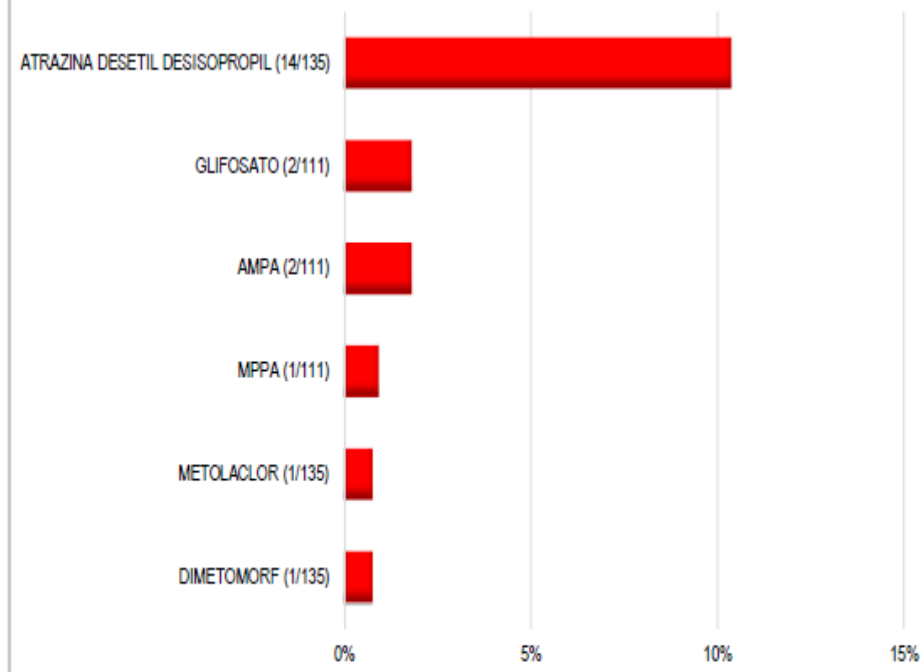
Elaborazione dati Arpa FVG dati 2021

- 2,6-diclorobenzammide, esazinone, oxadiazon: non analizzati nel 2021
- Imazamox, nicosulfuron, azossistrobina, 1,2-dicloroetano: non presenti
- terbutilazina e imidacloprid: in un solo campione

ACQUE SOTTERRANEE sostanze con concentrazioni > SQ

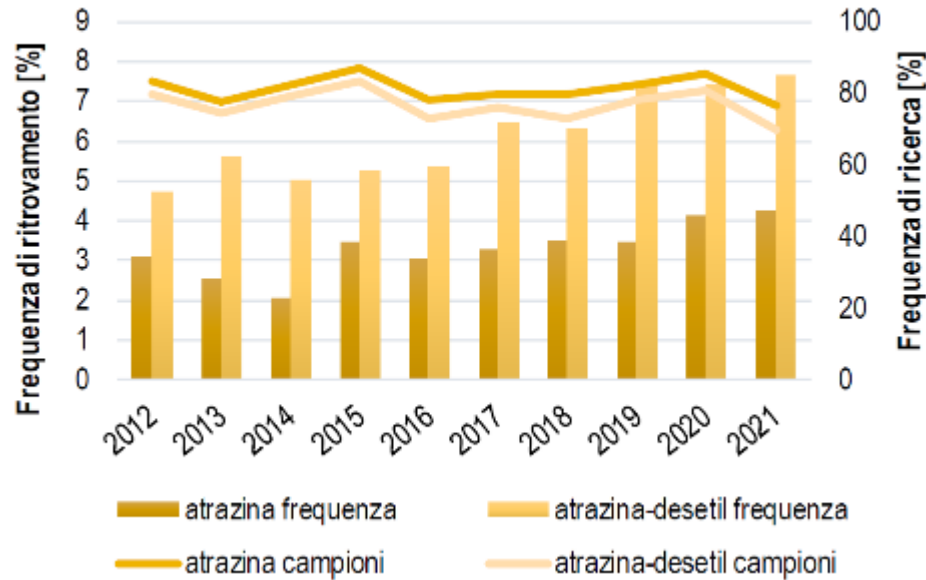


ACQUE SOTTERRANEE sostanze con concentrazioni > SQ



Da REPORT AMBIENTALI SNPA 41/2024

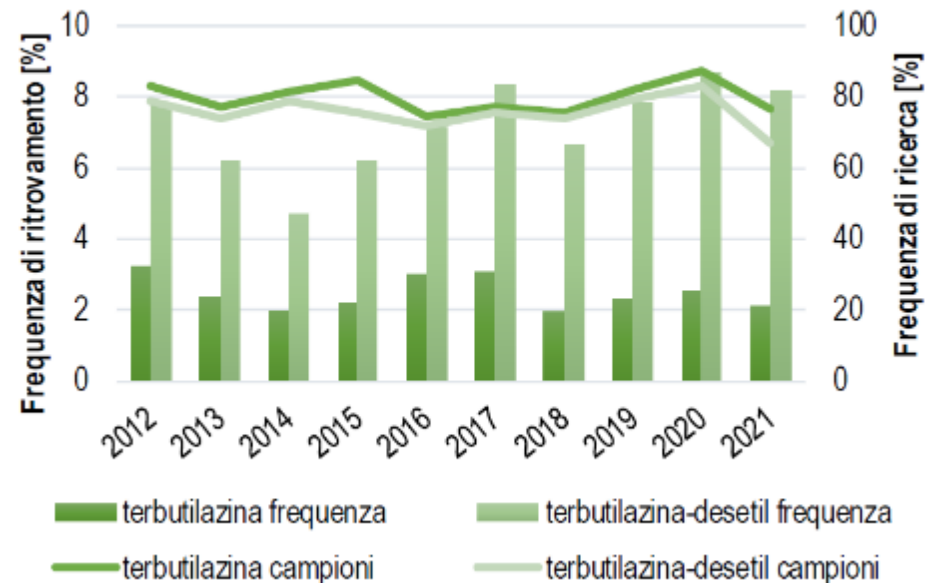
acque sotterranee

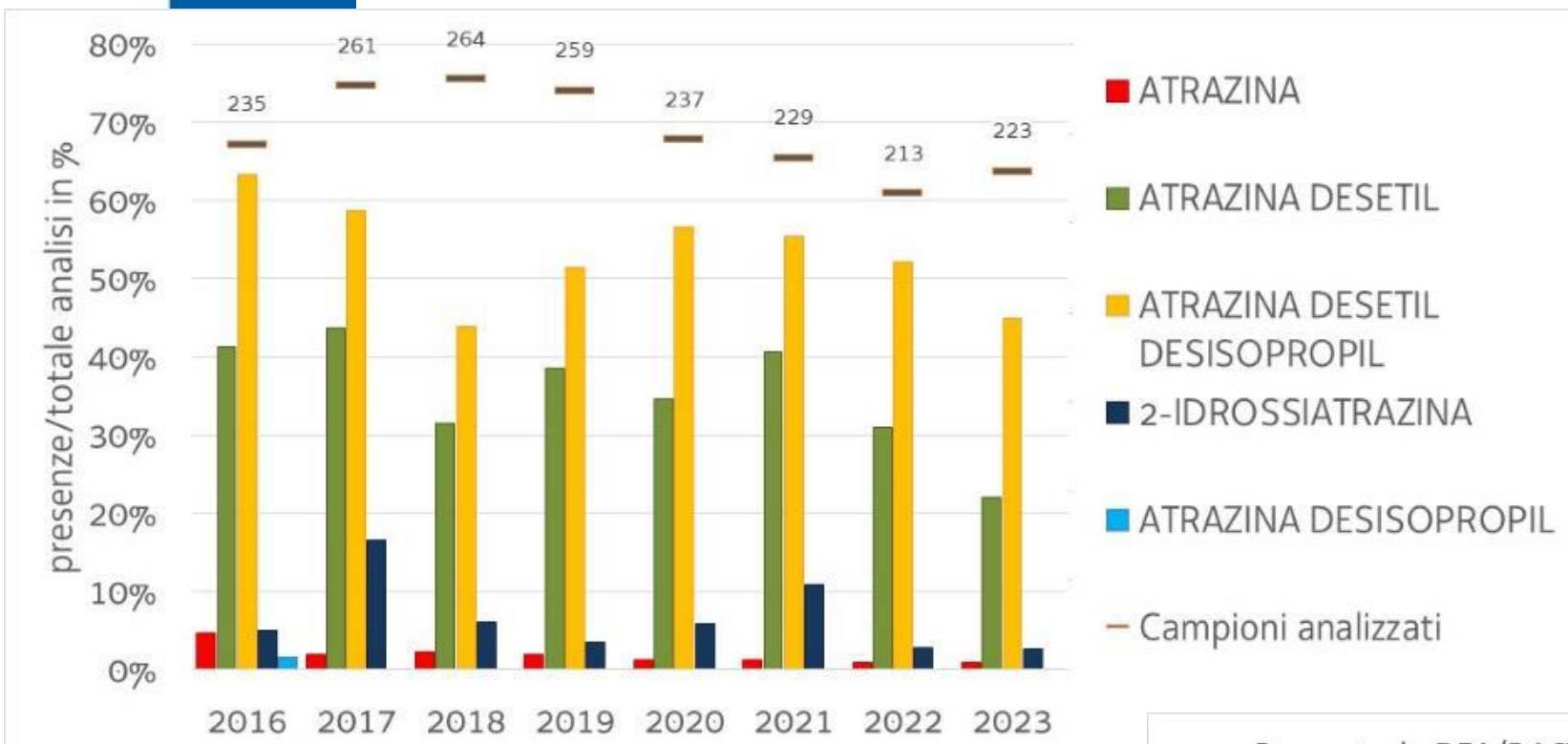


Le barre rappresentano la percentuale tra il numero di campioni con presenza rispetto al numero di campioni totali.

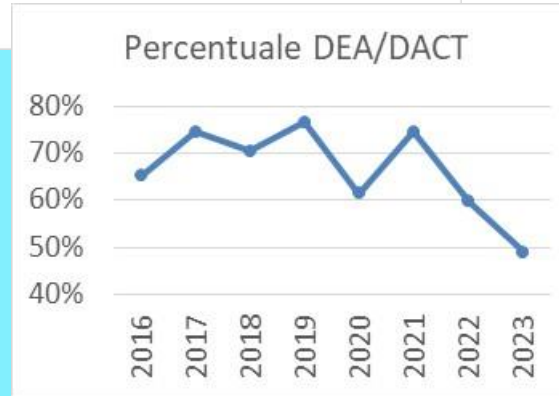
E' evidente come i **metaboliti** siano presenti in molti più campioni rispetto ai principi attivi primari.

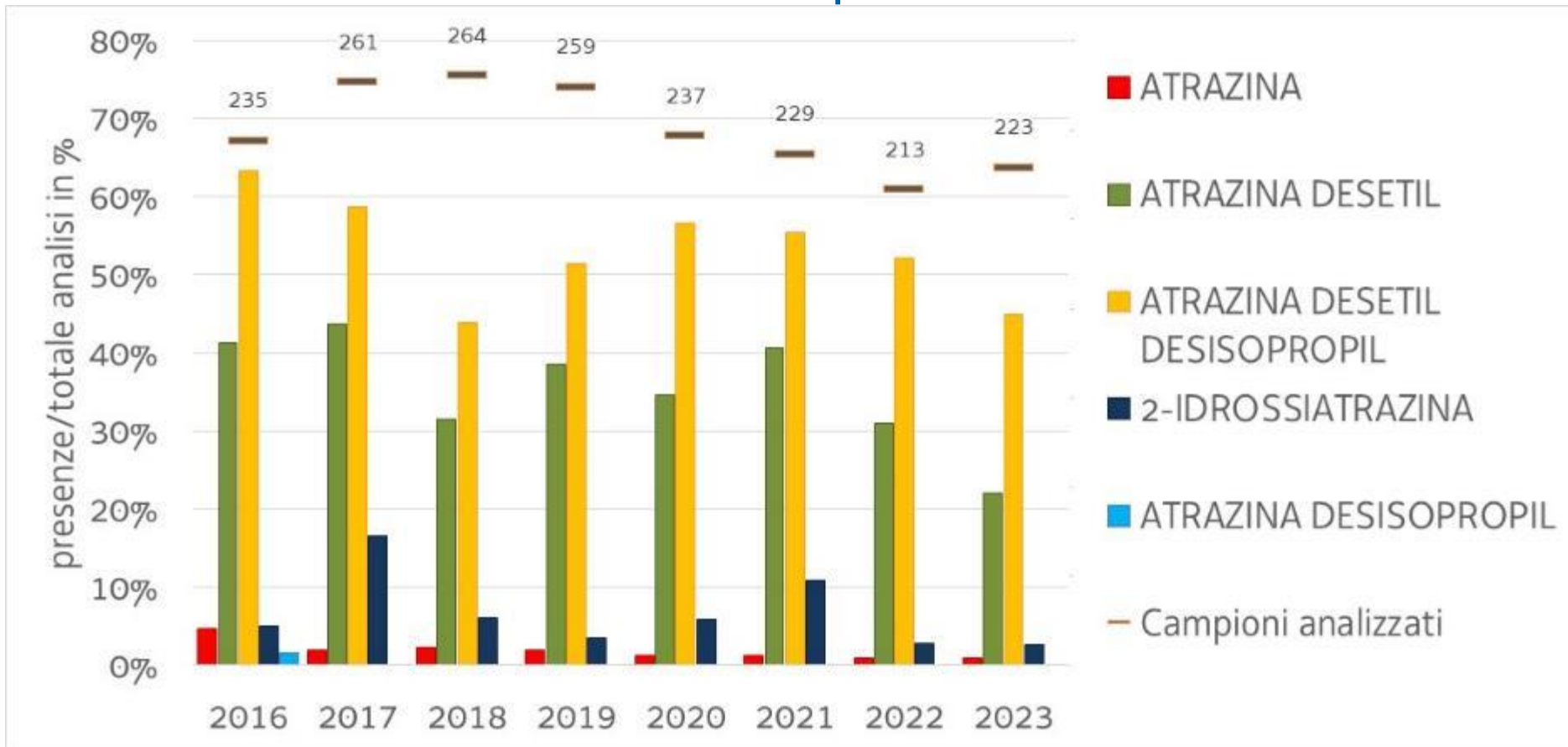
acque sotterranee



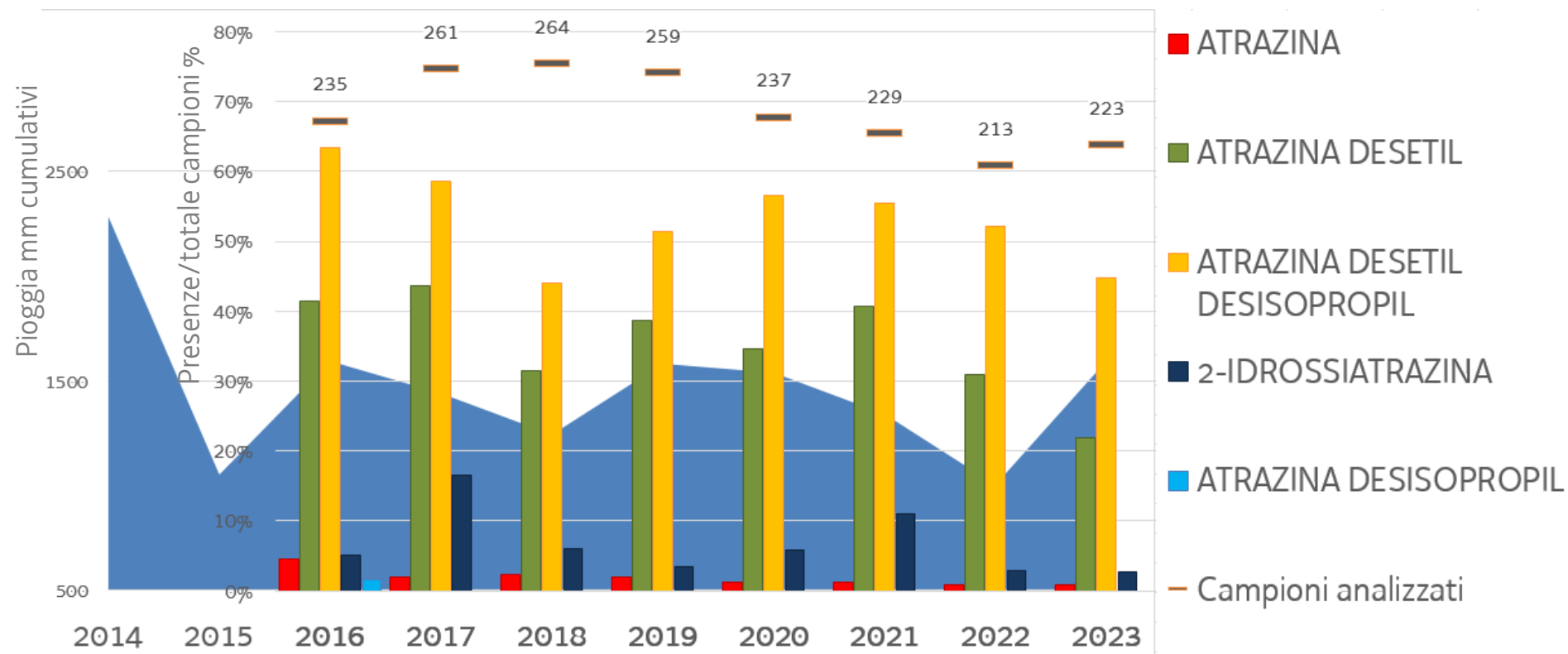


I metaboliti sono presenti in concentrazione maggiore rispetto all'atrazina.
 Esiste una correlazione tra atrazina desetil e atrazina desetildesisopropil.



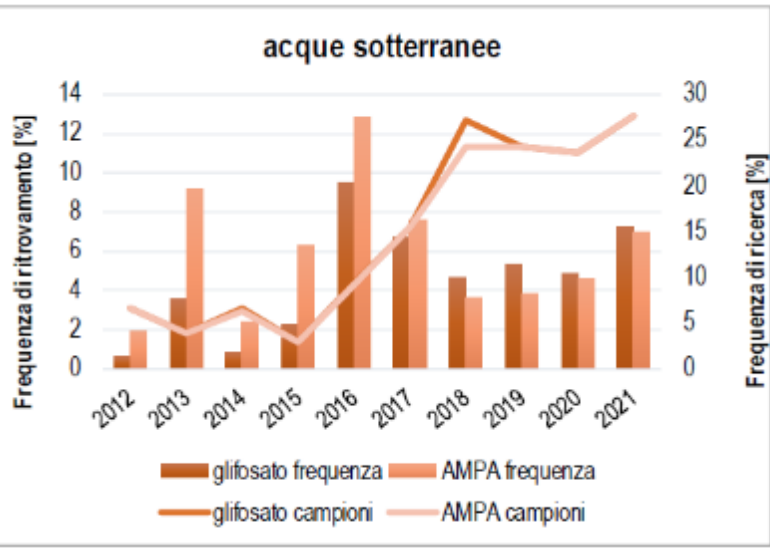


La diminuzione del 2018 può essere legata al fatto che sono state analizzate anche le stazioni montane (dove i pesticidi non sono presenti) e non solo quelle in pianura.



Dati di piovosità Osmer Arpa FVG: www.osmer.fvg.it

La variabilità meteorologica in questi ultimi anni in termini di piogge cumulative annue, di giorni di pioggia totali e consecutivi, influenza i risultati delle acque sotterranee, ma in maniera diversa in funzione delle falde monitorate.

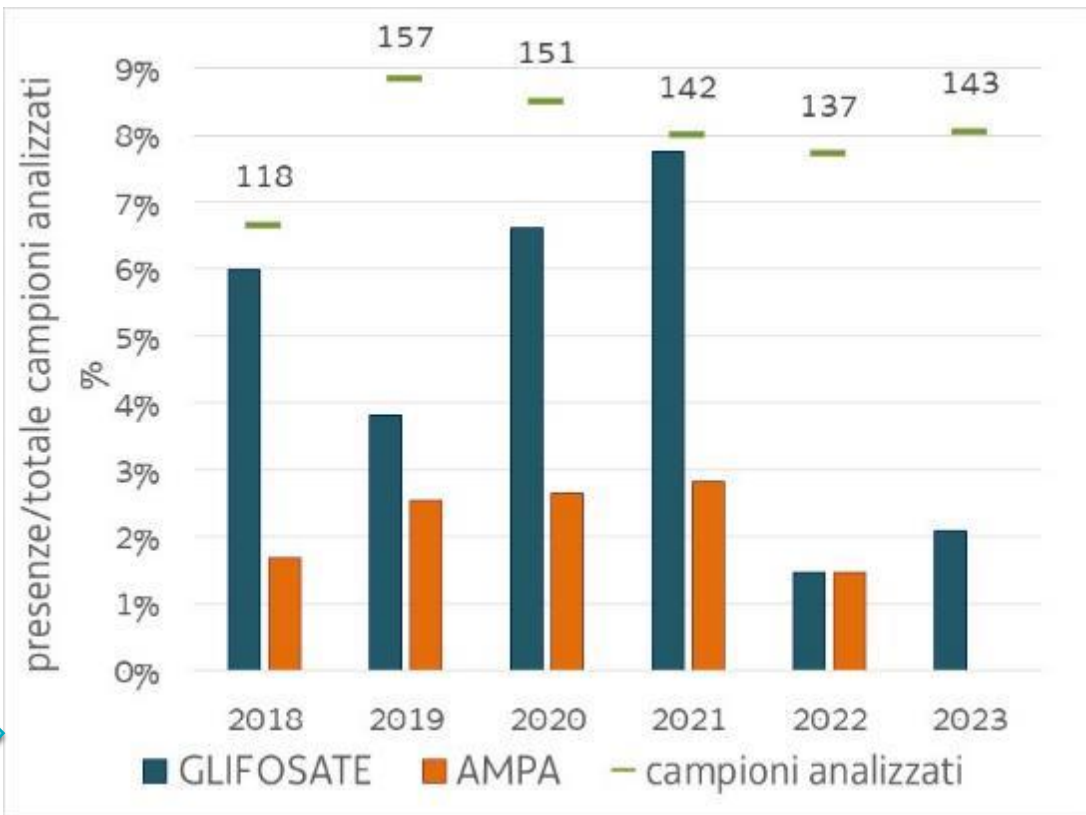


Il glifosate è cercato in diverse regioni solo da pochi anni. Nel 2021 su circa il 27% dei campioni totali

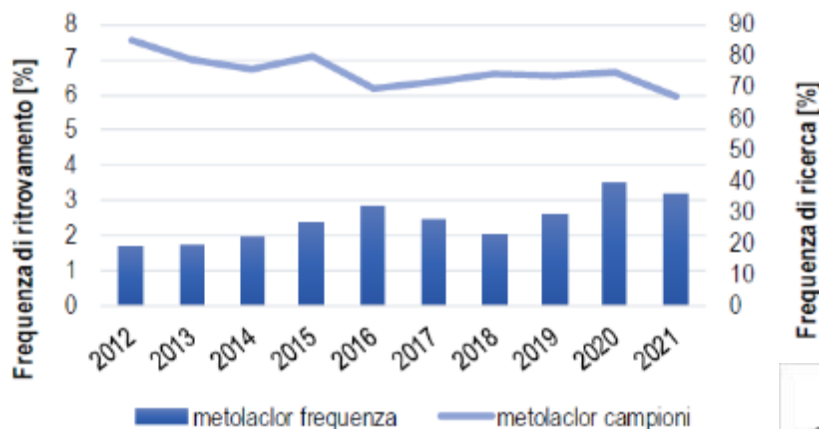


Da REPORT AMBIENTALI SNPA 41/2024

In FVG è più presente il glifosate nelle acque sotterranee rispetto al metabolita, con una notevole diminuzione per entrambi dal 2022



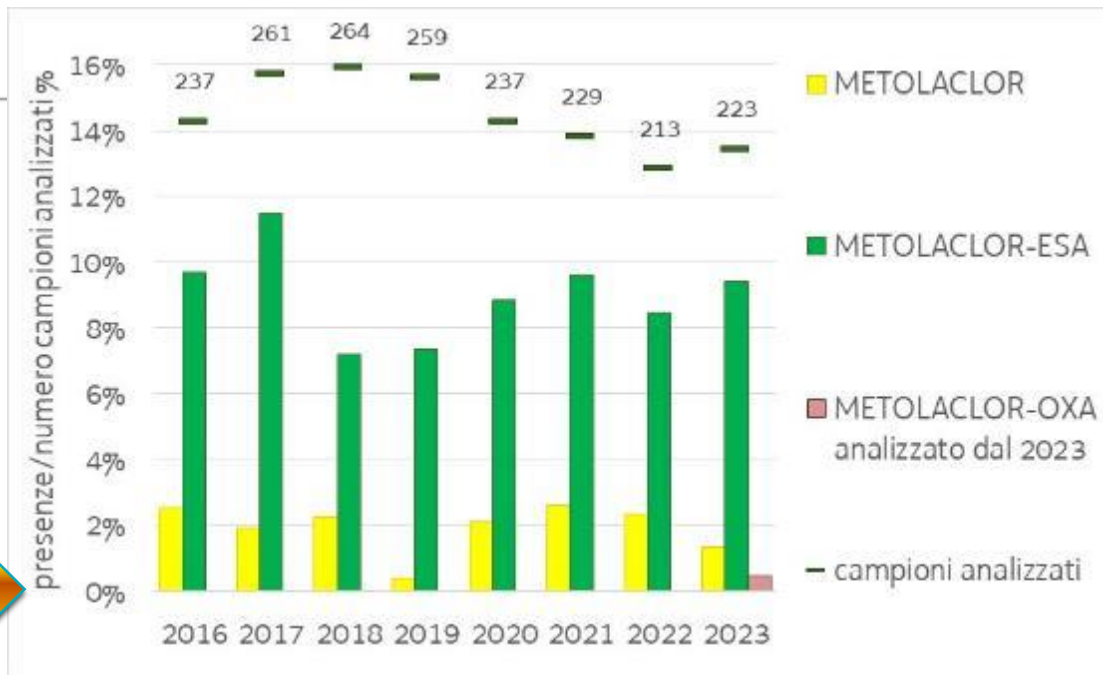
acque sotterranee



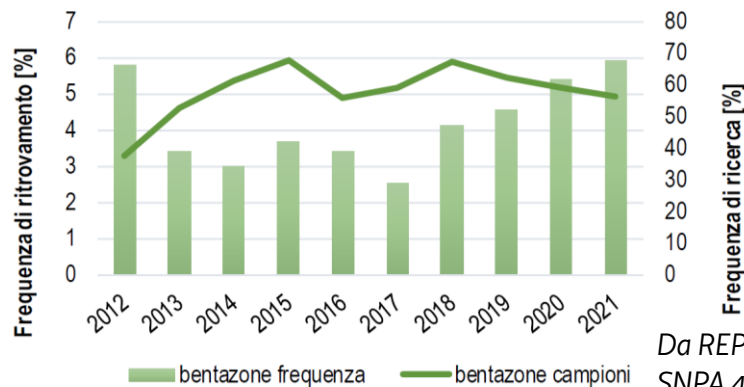
Da REPORT AMBIENTALI SNPA 41/2024

Solo poche regioni cercano metaboliti del Metolacolor come il Metolacolor ESA e quindi non si può delineare un andamento nazionale

In FVG è più presente il Metolacolor-ESA nelle acque sotterranee rispetto al Metolacolor



acque sotterranee

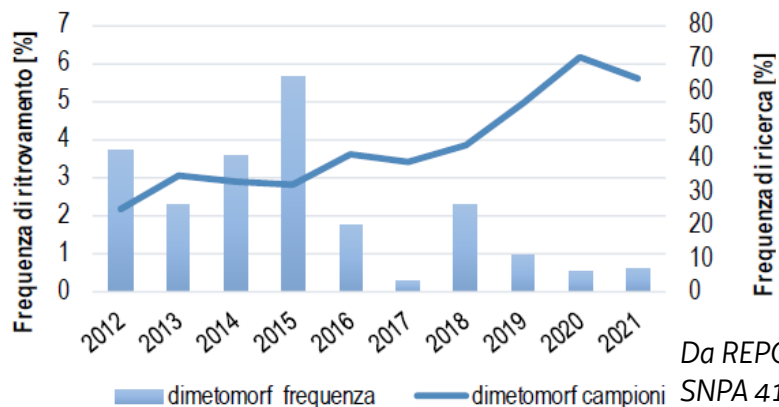


Da REPORT AMBIENTALI
SNPA 41/2024

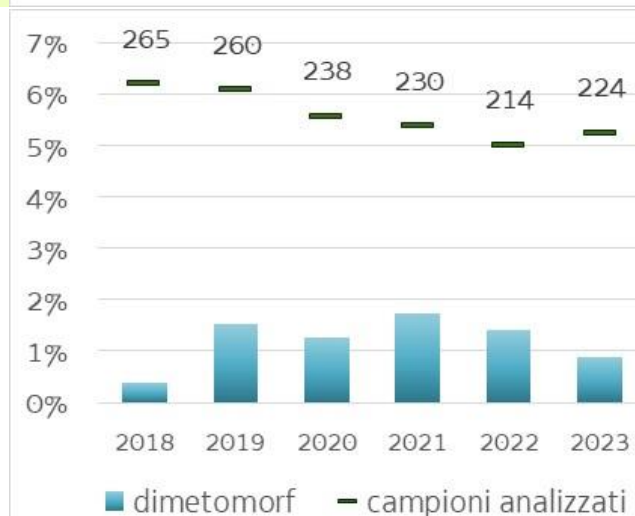


Il bentazone è un erbicida con limitazioni d'uso dal 2023 presente saltuariamente nelle acque sotterranee in FVG

acque sotterranee



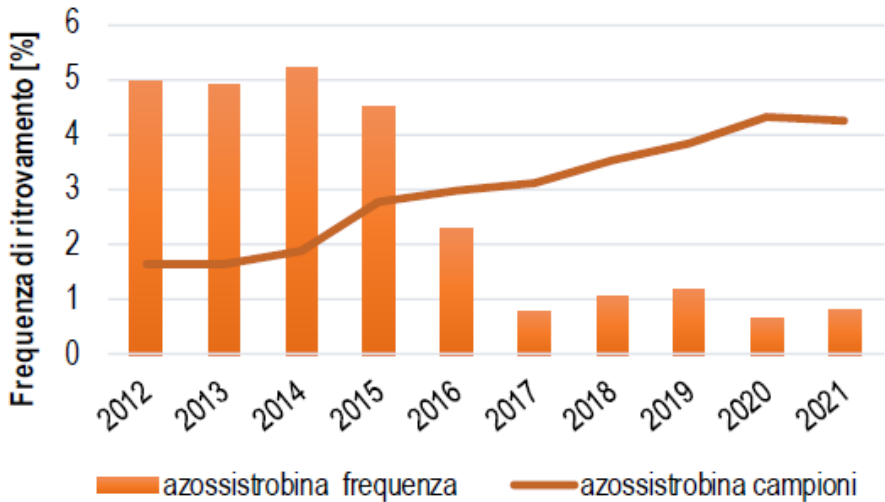
Da REPORT AMBIENTALI
SNPA 41/2024



Il dimetomorf è fungicida ancora in uso

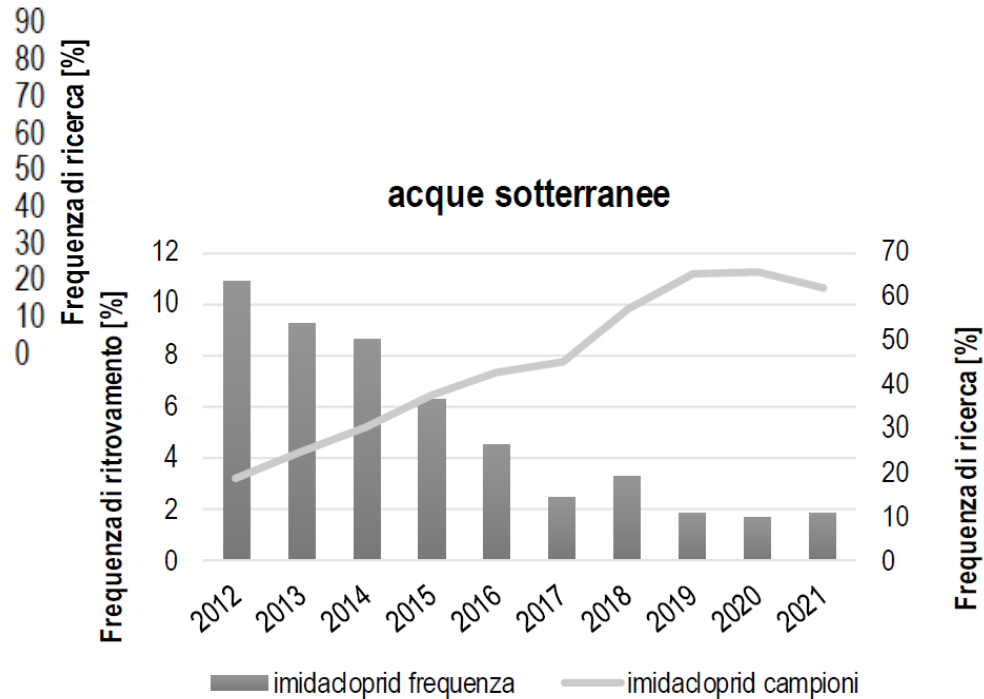
Tendenze a livello nazionale Confronto FVG: azossistrobina e imidacloprid

acque sotterranee



In Italia l'azossistrobina è un fungicida ancora in uso, mostra una decisa diminuzione dal 2017. Non è presente nelle acque sotterranee in FVG.

acque sotterranee



L'imidacloprid in Italia ha un andamento decrescente. Questo insetticida neonicotinoide non è presente nelle acque sotterranee in FVG

Attenzione nella lettura dei risultati e dei grafici

Contestualizzare il dato e approfondire il risultato

Significato di cercare, trovare, contesto

pesticidi clorurati nelle acque sotterranee

Tutti i risultati al momento sono inferiori a $0,03 \mu\text{g/l}$

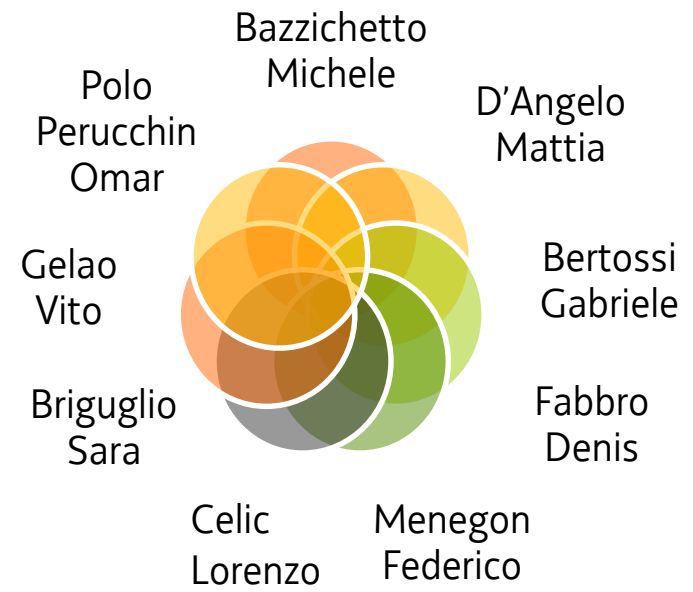
Presenze: $\text{LOQ} > 0,03 \mu\text{g/l}$
Differenze tra le sostanze cercate in Italia
I metaboliti in FVG

Lettura del Report pesticidi SNPA 41/2024

C'è un grande lavoro dietro a un risultato



Analisi di pesticidi nelle acque, biota, sedimenti



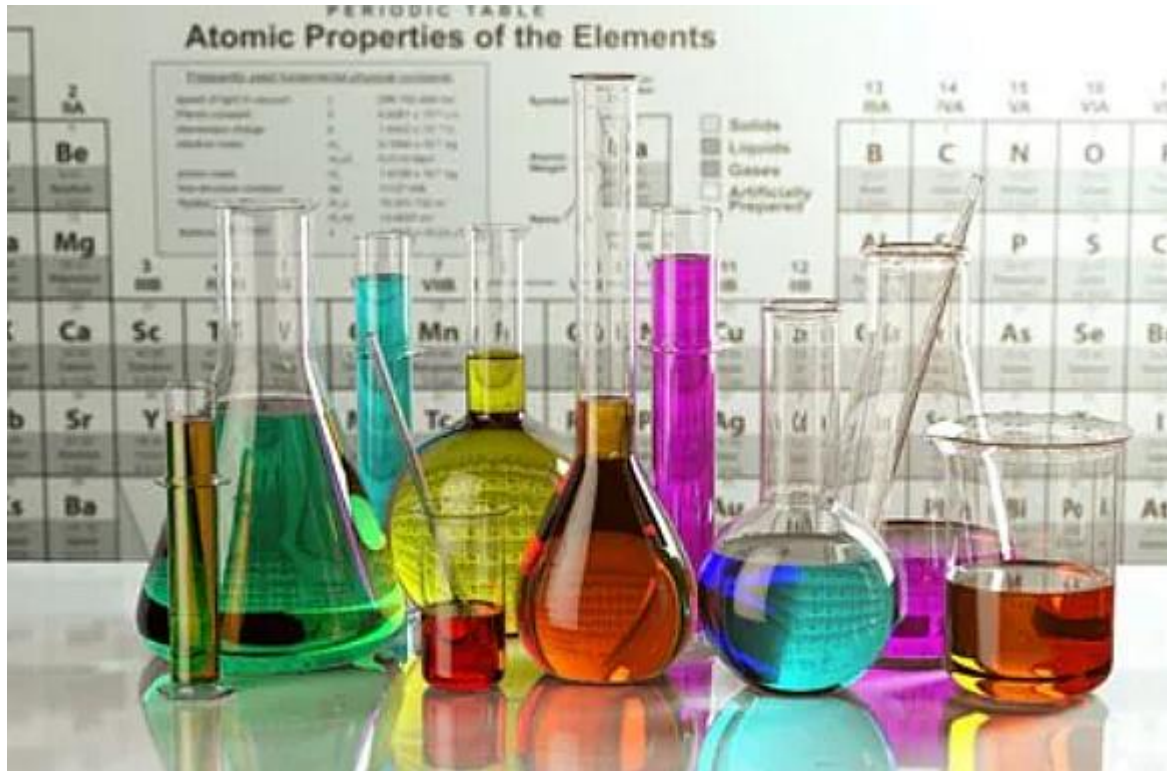
Negli anni sono state molte le persone che hanno permesso di arrivare alla conoscenza del territorio che abbiamo oggi.

Che cosa si cerca e cosa si trova nel nostro territorio

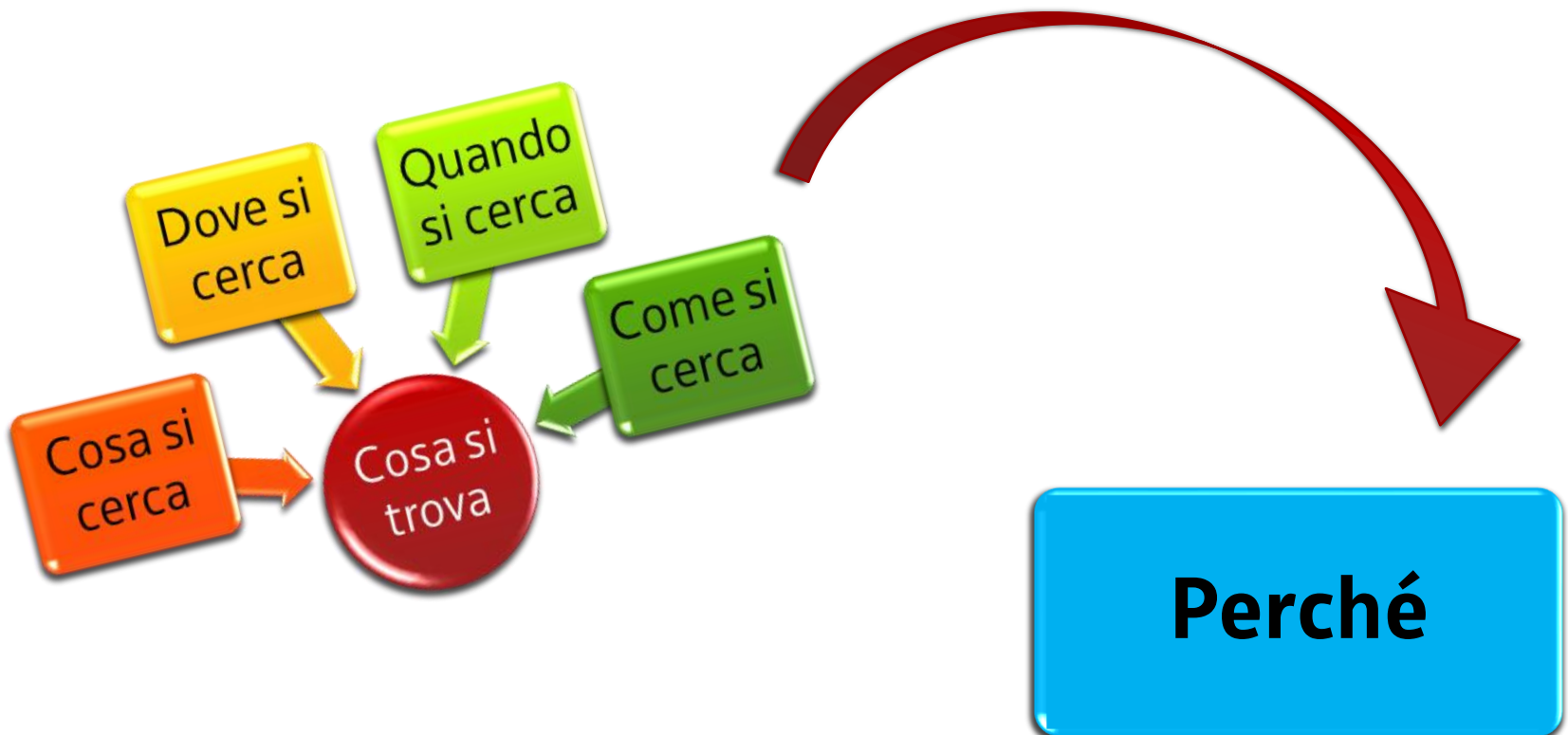
Davide Brandolin

ARPA FVG - SOS Qualità Acque Interne





Ok, ora disponiamo di molti risultati analitici (*decine di migliaia...*). E quindi?



Obiettivo:

(Direttiva 2000/60)

Direttiva Quadro sulle Acque

Art.1 - scopo

Scopo della presente direttiva è istituire un quadro per la protezione delle acque superficiali interne, delle acque di transizione, delle acque costiere e sotterranee che:

- a) **impedisca** un ulteriore **deterioramento**, protegga e migliori lo stato degli ecosistemi acquatici e degli ecosistemi terrestri e delle zone umide ...
- b) **agevoli** un **utilizzo idrico sostenibile** fondato sulla protezione a lungo termine delle risorse idriche disponibili;
- c) **miri** alla **protezione rafforzata** e al miglioramento dell'ambiente acquatico, ...;
- d) assicuri la graduale riduzione dell'inquinamento delle acque sotterranee e ne impedisca l'aumento, ...**
- e) **contribuisca** a **mitigare** gli effetti delle inondazioni e della siccità

(Dir 2006/118/CE)

(Sulla protezione delle acque sotterranee dall'inquinamento e dal deterioramento)

Art.1 - scopo

La presente direttiva istituisce misure specifiche per prevenire e controllare l'inquinamento delle acque sotterranee, ai sensi dell'articolo 17, paragrafi 1 e 2, della direttiva 2000/60/CE. [...]

Art.5 - Individuazione di tendenze significative e durature all'aumento e determinazione dei punti di partenza per le inversioni di tendenza

Art. 6 - Misure per prevenire o limitare le immissioni di inquinanti nelle acque sotterranee

Ciò che si **trova** (*dato analitico*) per diventare un'**informazione** utile e rispondente agli obiettivi (*al di là del confronto con il limite di legge*) deve essere **CONTESTUALIZZATO E SPAZIALIZZATO**.

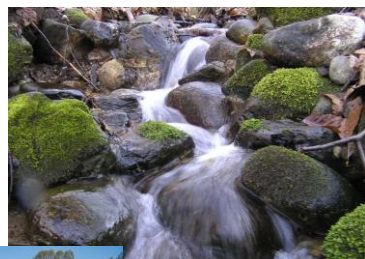
Infatti il **dato analitico** deve essere indissolubilmente legato alla Stazione, al Corpo Idrico e quindi al **territorio**.

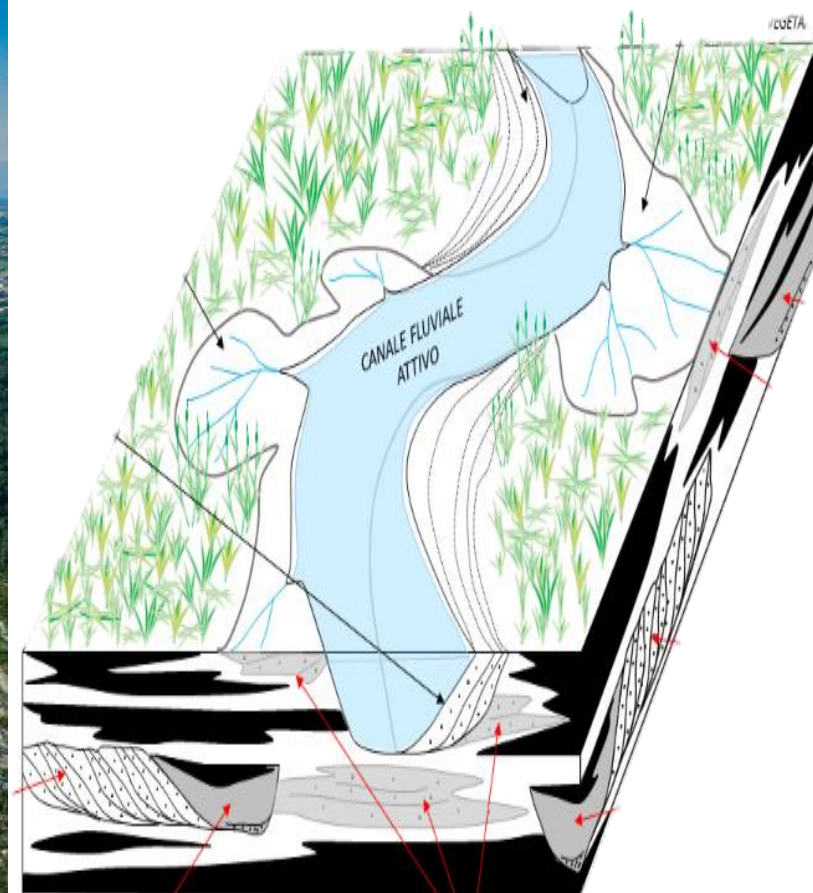
Bisogna inserire il **dato** nelle **quattro dimensioni** (*longitudine, latitudine, profondità, tempo*).



Il Friuli Venezia

Giulia è una regione piccola
ma fisiograficamente
complessa, di conseguenza
è complessa la sua **idrologia**
e la sua **idrogeologia**



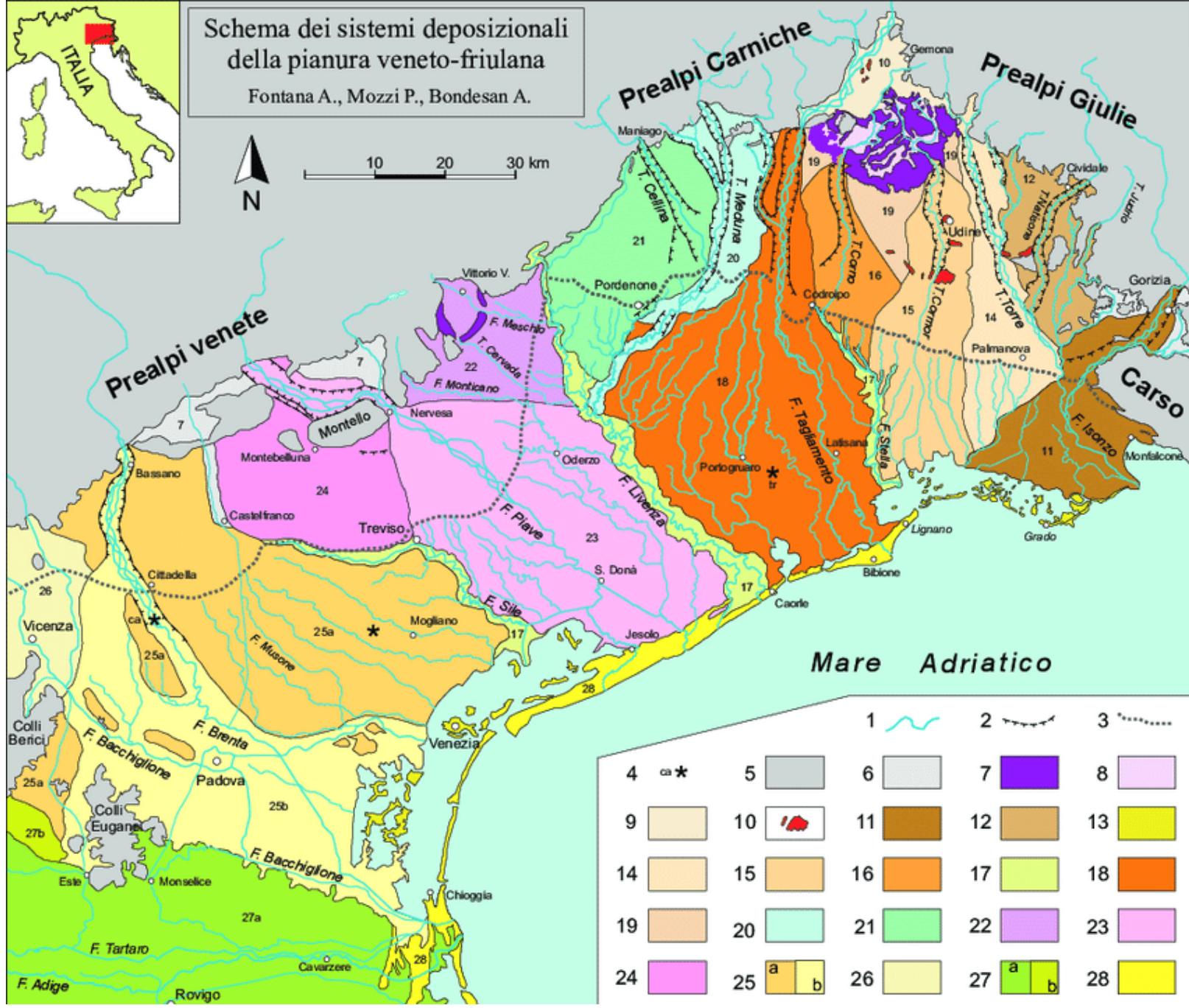


Schema dei sistemi deposizionali della pianura veneto-friulana

Fontana A., Mozzi P., Bondesan A.

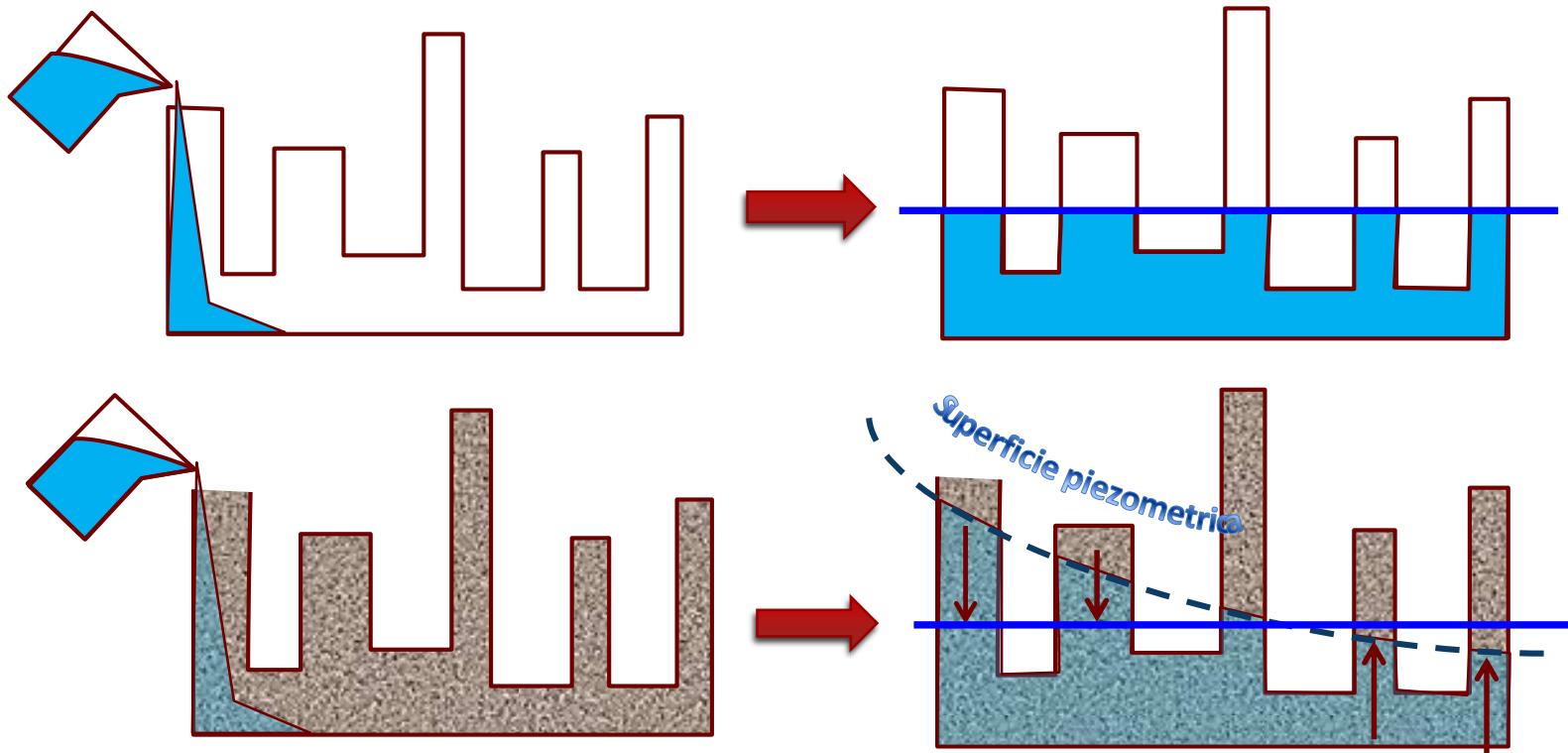


10 20 30 km



Mare Adriatico

1		2		3	
4	ca *	5		6	
7		8		9	
10		11		12	
13		14		15	
16		17		18	
19		20		21	
22		23		24	
25	a b	26		27	a b
28					



L'acqua immessa nel sistema alla fine tenderà a raggiungere lo stesso livello, ma il flusso è rallentato dall'**attrito** con i grani.

Più grandi sono i grani (*ghiaia, sabbia*) più veloce sarà il flusso, più sono piccoli (*limo, argilla*), più il flusso sarà lento. Si parla in questo caso di **conducibilità idraulica** ed ha le dimensioni di una **velocità** (*metri/secondo*).

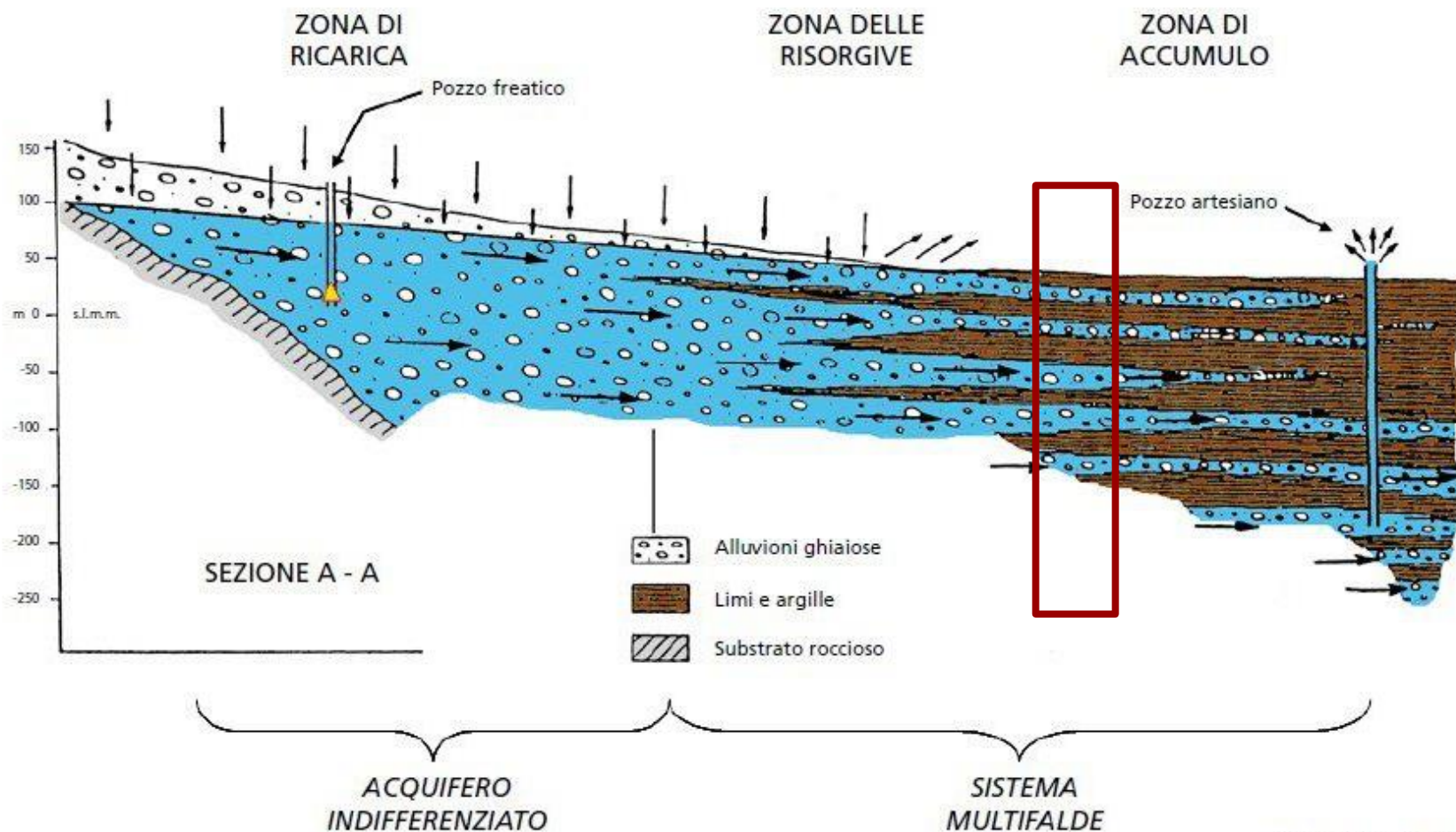
Art.2 – definizioni

...

2) «**acque sotterranee**»: tutte le acque che si trovano sotto la superficie del suolo nella zona di saturazione e a contatto diretto con il suolo o il sottosuolo;

...

11) «**falda acquifera**» o «**acquifero**»: uno o più strati sotterranei di roccia o altri strati geologici di **porosità** e **permeabilità** sufficiente da consentire un **flusso significativo** di acque sotterranee o l'estrazione di quantità significative di acque sotterranee;



(A. Dal Prà, 1971)

ACQUIFERO: Permeabile (ghiaie, sabbie, rocce fratturate)

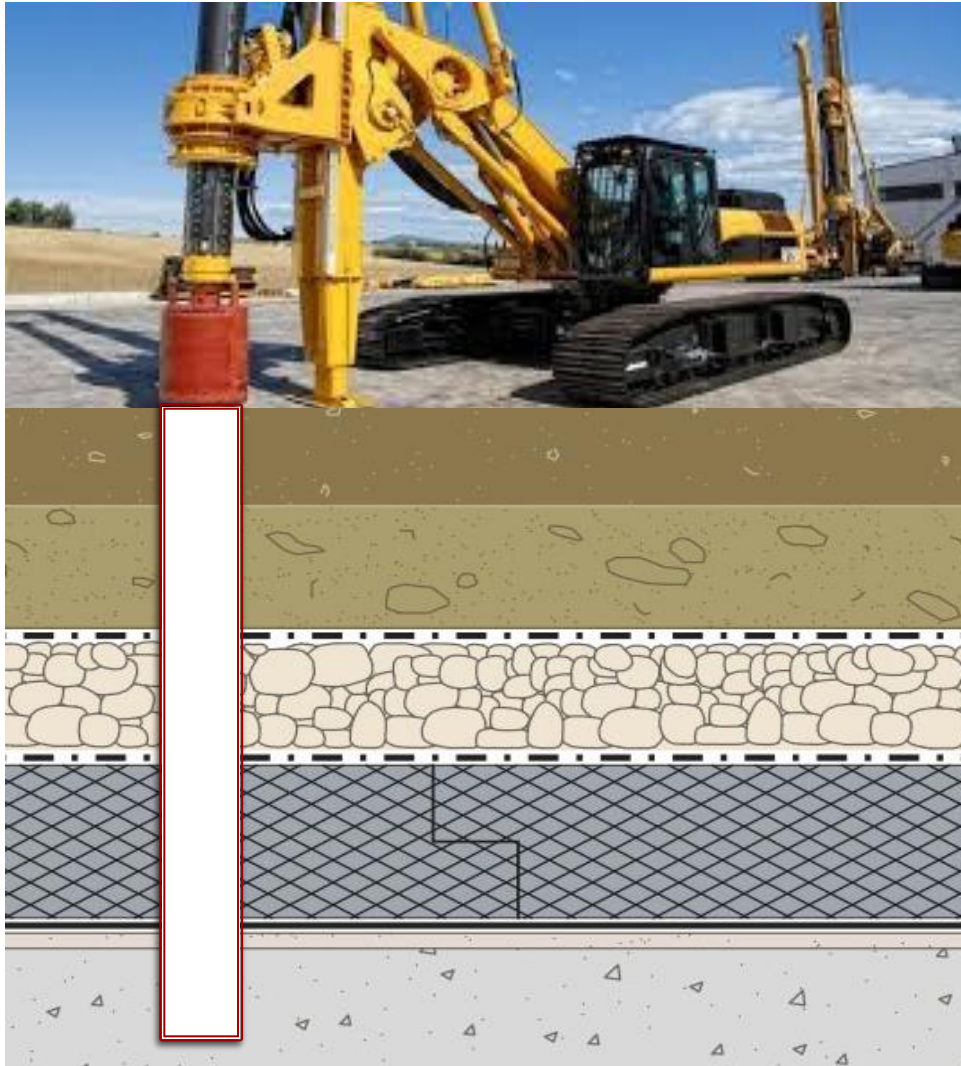


ACQUITARDO: Poco Permeabile (come sopra con importante presenza di limo/argilla)



ACQUICLUDO: Impermeabile (limi, argille, roccia compatta)





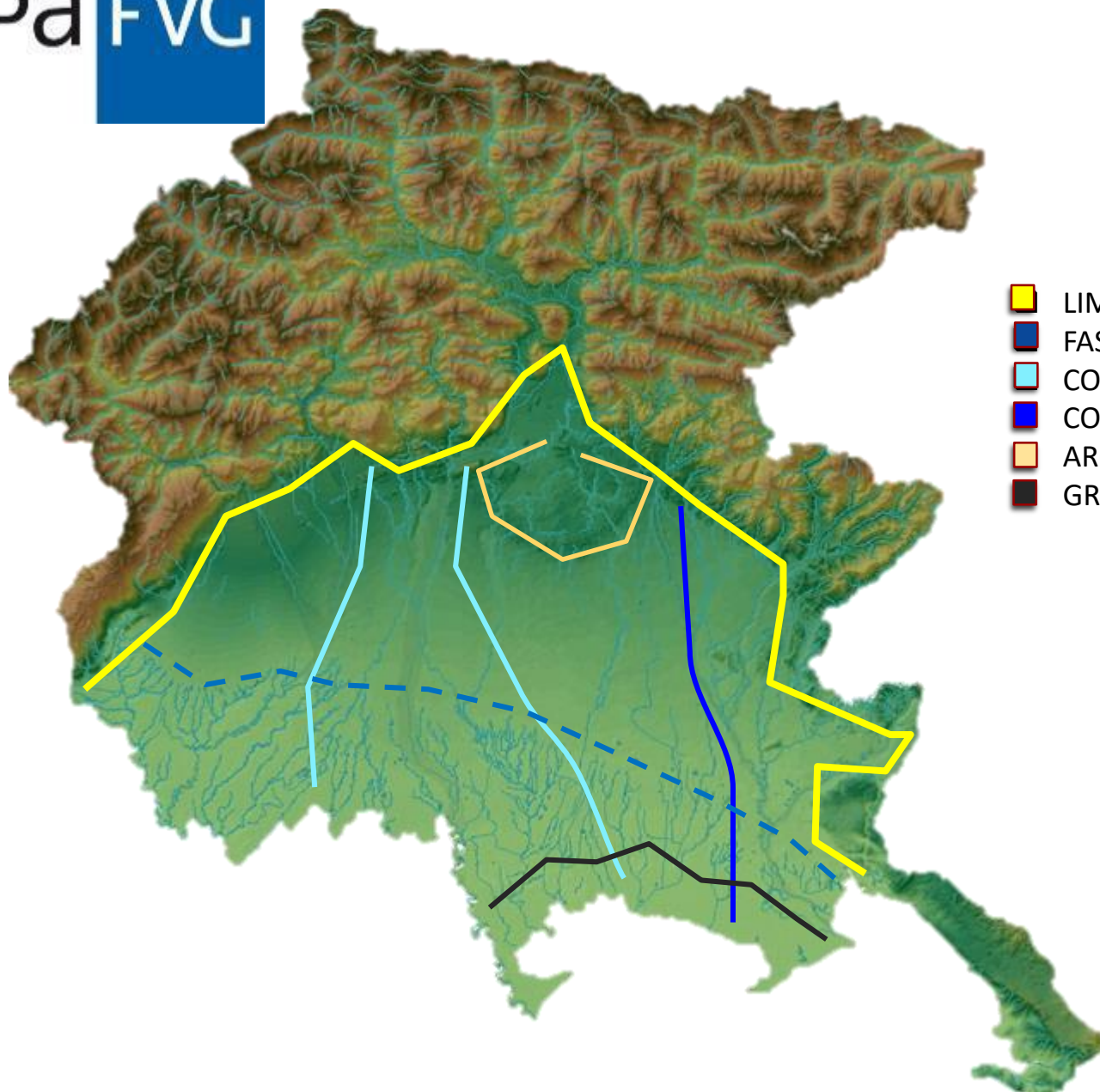
0.5	Materiale di riporto costituito da frammenti centimetrici di asfalto e roccia calcarea. Colore grigio chiaro.	0.55
0.5	Calcare detritico a grana fine, stratificato, di colore beige chiaro. In spessori di pochi centimetri ma molto tenace. Presenza di patine di alterazione superficiale.	0.85
1.0	Limi residuali di colore bruno molto scuro, prevalentemente argillosi, con clasti calcarei spigolosi da centimetrici a sub-centimetrici.	0.13
1.5	Calcare detritico a grana fine, beige chiaro, tenace, con segni di alterazione.	0.07
1.5	Limi residuali di colore bruno molto scuro, prevalentemente argillosi, con clasti calcarei spigolosi da centimetrici a sub-centimetrici.	0.20
1.5	Calcare detritico a grana fine, stratificato, di colore beige chiaro. In spessori di pochi centimetri ma molto tenace. Presenza di patine di alterazione superficiale.	0.20







CORPO IDRICO SOTTERRANEO: «un volume distinto di acque sotterranee contenuto in uno o più acquiferi».

Può essere **coincidente** con l'acquifero che lo contiene, può esserne **una parte** o corrispondere a **più acquiferi diversi** o alle loro porzioni.

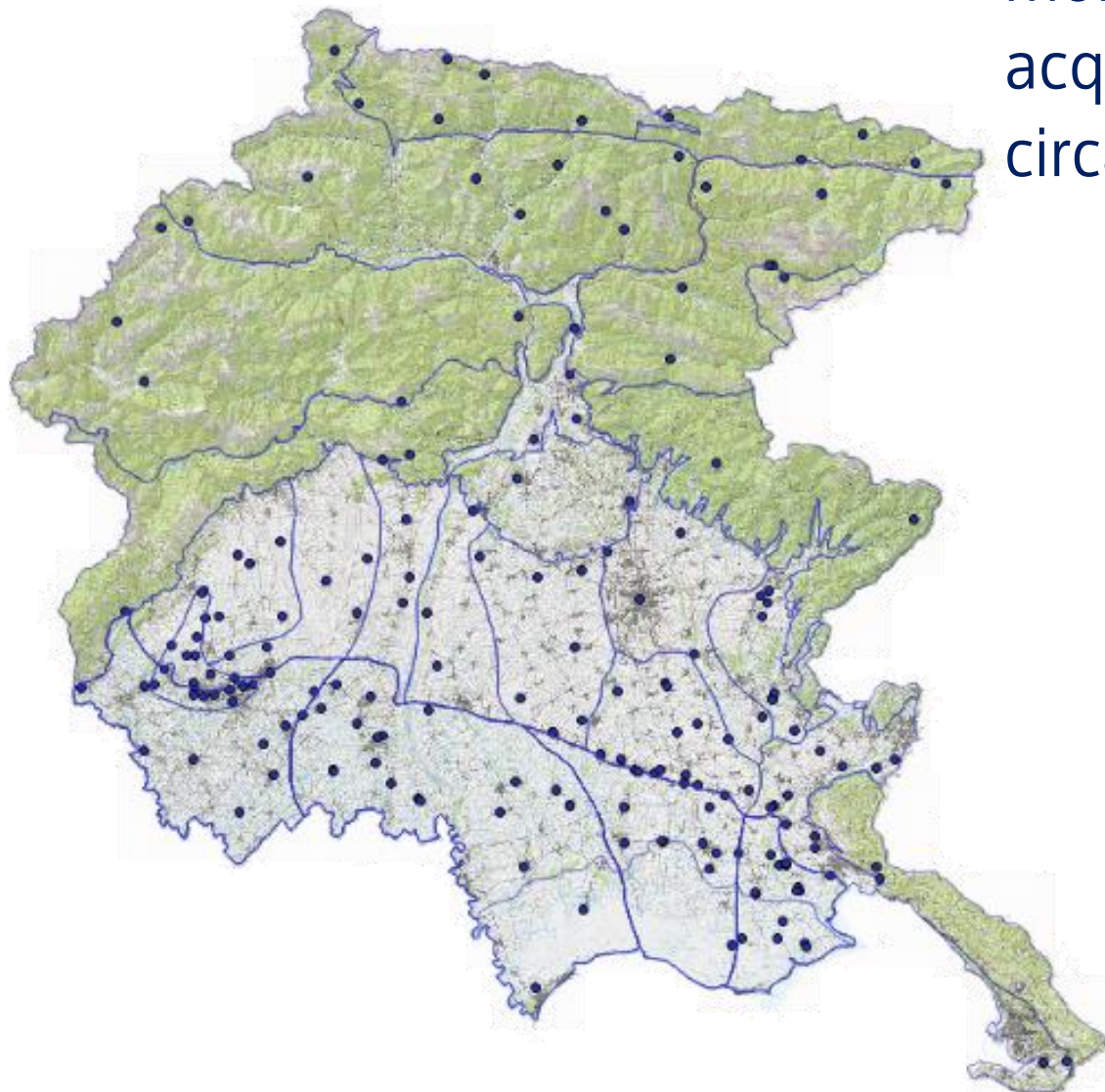
Deve essere individuato come quella massa di acqua caratterizzata da **omogeneità** nello stato ambientale (quantitativo e qualitativo), tale da permettere di valutarne lo **stato** ed il **trend** attraverso l'interpretazione delle **misure** effettuate in un numero significativo di **stazioni** di campionamento.

NOTA! **Acquifero** è un concetto **TECNICO/SCIENTIFICO**
Corpo Idrico è un concetto **GIURIDICO/NORMATIVO**
(potrebbe assomigliare ai limiti di un'amministrazione provinciale)



-  LIMITE PIANURA
-  FASCIA delle RISORGIVE
-  COMPARTO TAGLIAMENTO
-  COMPARTO ISONZO
-  ARCO MORENICO
-  GRONDA LAGUNARE

Le stazioni di monitoraggio delle acque sotterranee sono circa 170, suddivise in:



Sorgenti

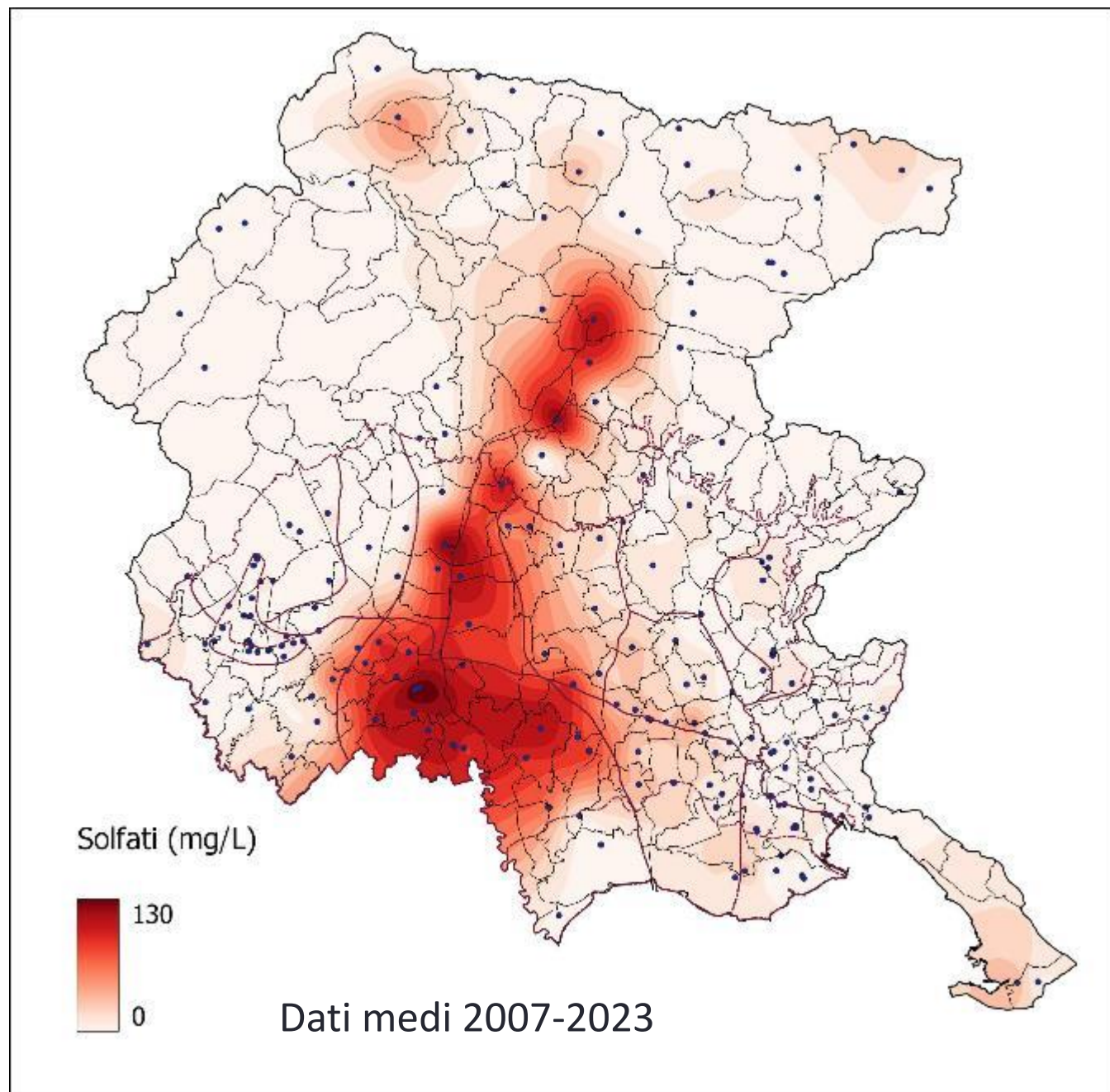


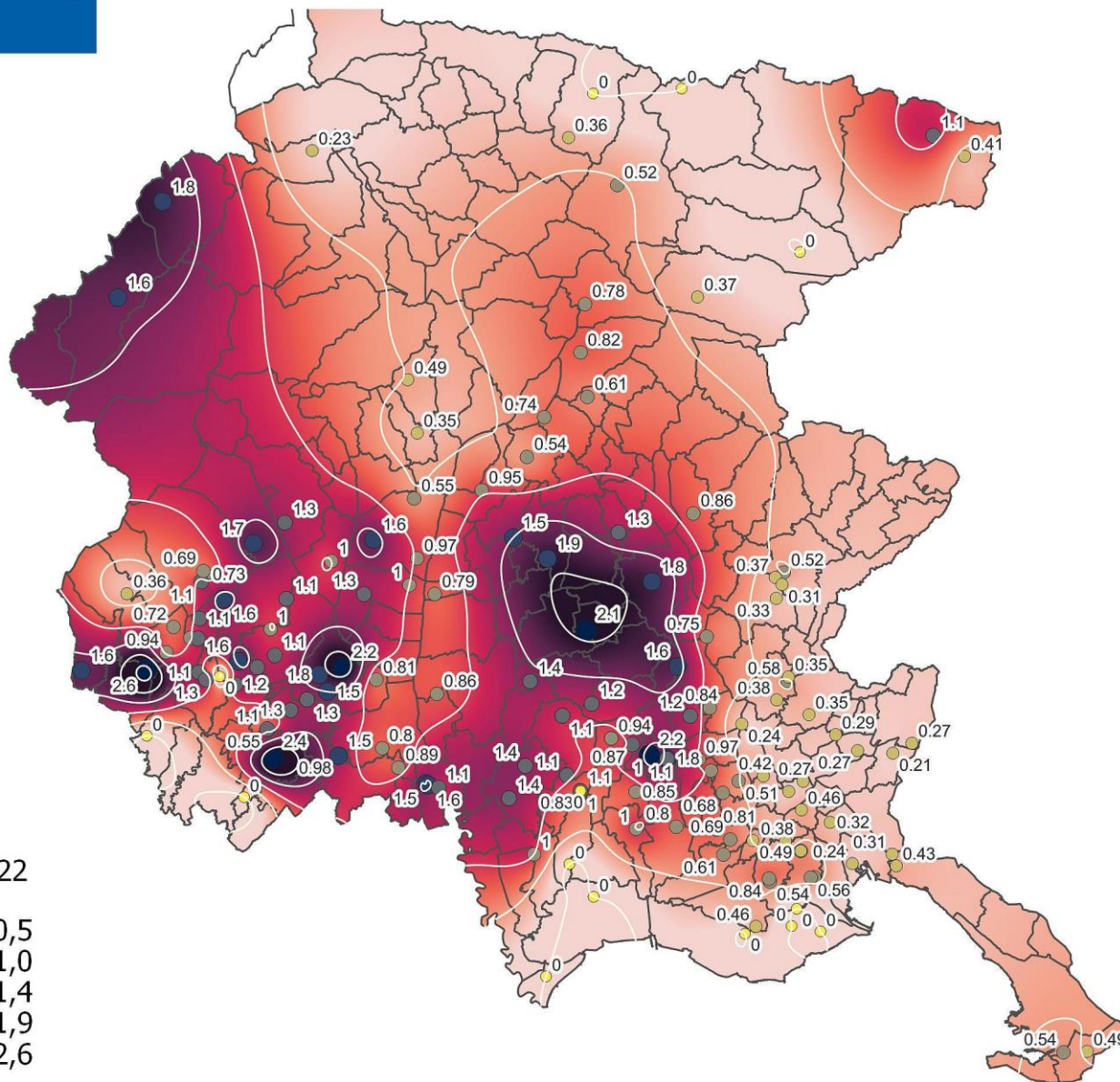
Pozzi



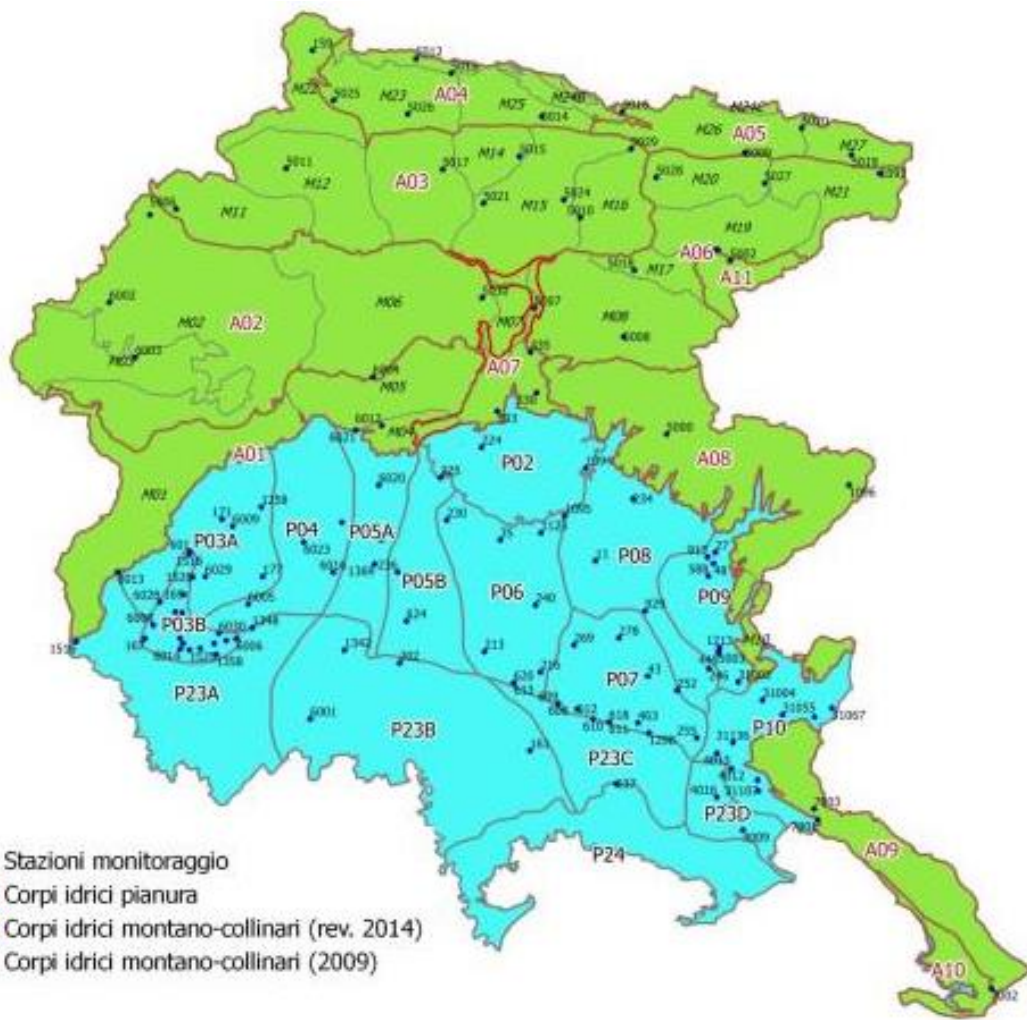
Piezometri

Dai dati di
«**tipizzazione**»
si possono
dedurre
informazioni
utili per la
perimetrazione
dei Corpi Idrici
(es.: Solfati)





Stazione	U (ug/l)
M0095 - Sacile Via Valli	2,6
M0094 - Azzano Fontana	2,4
M0132 - Gonars Scuole B	2,2
M0111 - Zoppola Distilleria	2,2
M0064 - Campoformido Latterie	2,1
M0065 - Plasencis P1	1,9
M0078 - Udine Castello	1,8
M0073 - Fauglis Felettis B	1,8
M0096 - Zoppola Fontana	1,8
M0002 - Forni di Sopra Giaf 1	1,8
M0044 - Montereale San Leonardo	1,7
M0003 - Cimolais Cimoliana 2	1,6
M0053 - Tauriano Forgiarini	1,6
M0069 - Lauzacco Pighin P10	1,6
M0151 - Caneva Stevenà	1,6
M0114 - Morsano Scuola Media	1,6
M0177 - Pordenone Acquedotto	1,6
M0176 - Roveredo Acquedotto	1,6
M0115 - Orcenico Cimitero	1,5
M0123 - Torrate P12 190	1,5
M0192 - Rodeano Allevamento	1,5
M0124 - Morsano Casa Riposo	1,5
M0121 - Teor Campomolle	1,4
M0107 - Rivignano Cartiera	1,4
M0061 - Lestizza Villacaccia	1,4
M0104 - Fiume Veneto Fontana	1,3
M0185 - Maniago Cossana P1	1,3
M0052 - Rauscedo Via Poligono	1,3
M0075 - Pagnacco Zampis Cafc - ovest n. 2	1,3
M0156 - Cordenons Via Aquileia	1,3
M0113 - Fiume Veneto Pescincanna	1,3
M0100 - Porcia Municipio	1,3
M0072 - Castions Morsano Scuola B	1,3
M0074 - Santa Maria L.L. Don Orione B	1,2
M0048 - Roveredo Superbeton	1,2
M0062 - Mortegliano Via Talmassons	1,2
M0150 - Pordenone Cappuccini	1,2
M0148 - Cordenons Piscina	1,1
M0122 - Pocenia Viale Trieste	1,1
M0118 - Pocenia Torsa	1,1
M0169 - Talmassons Scuole A	1,1





Standard di qualità:

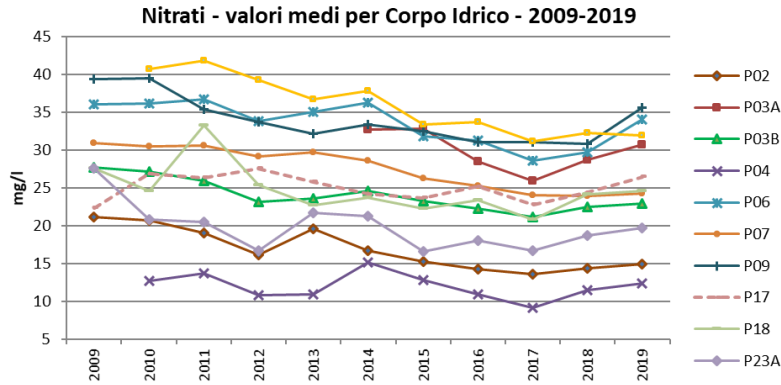
valori normati a livello **europeo (UE)**

Tabella 2- Standard di qualità

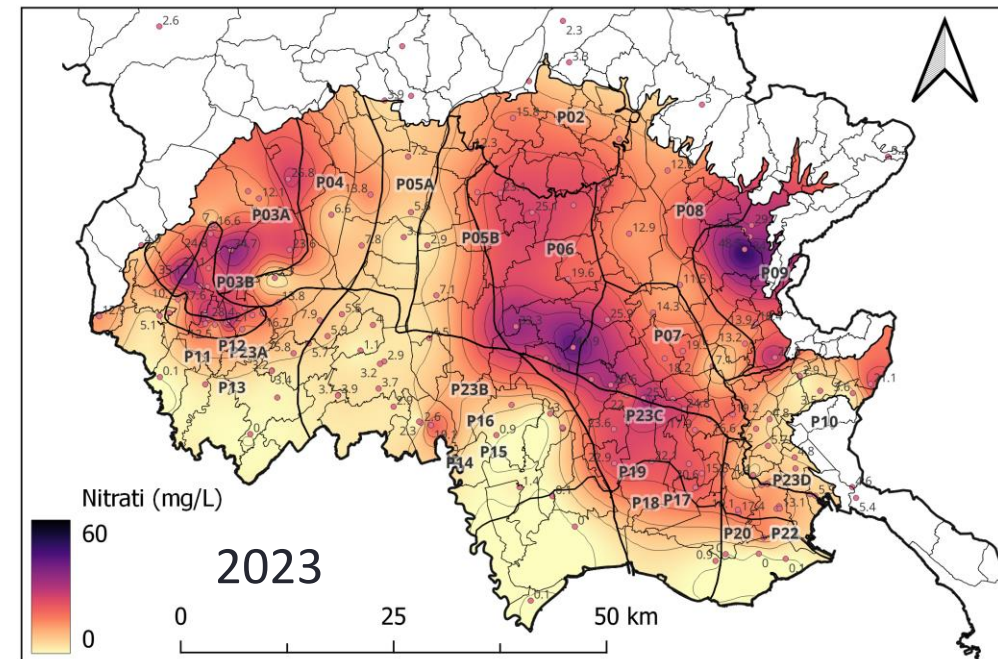
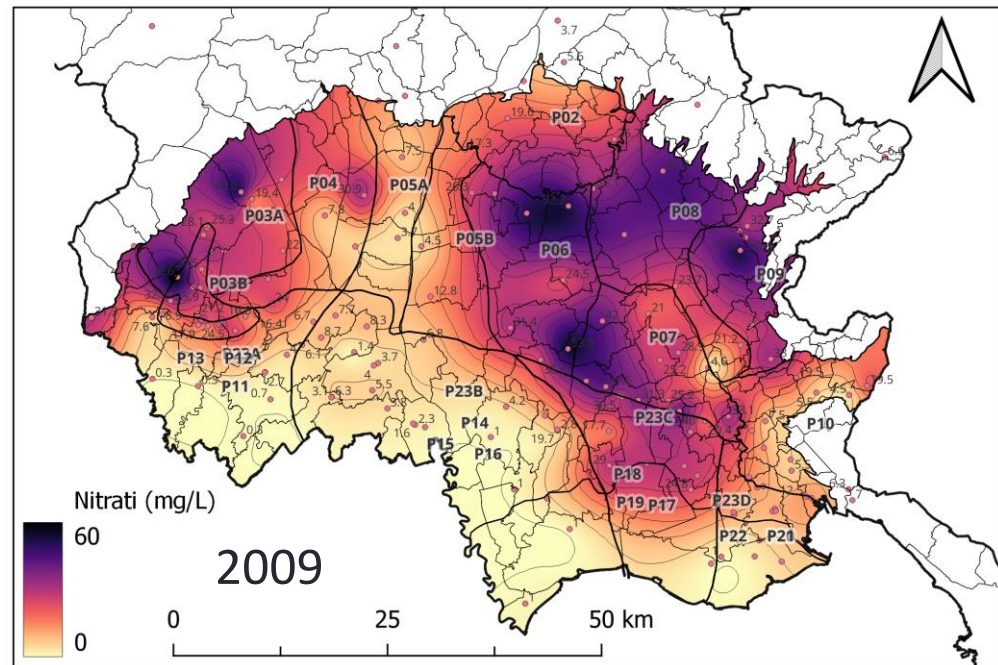
Inquinante	Standard di qualità
Nitrati	50 mg/L
Sostanze attive nei pesticidi, compresi i loro pertinenti metaboliti, prodotti di degradazione e di reazione *	0,1µg/L 0,5µg/L (totale) **

NITRATI

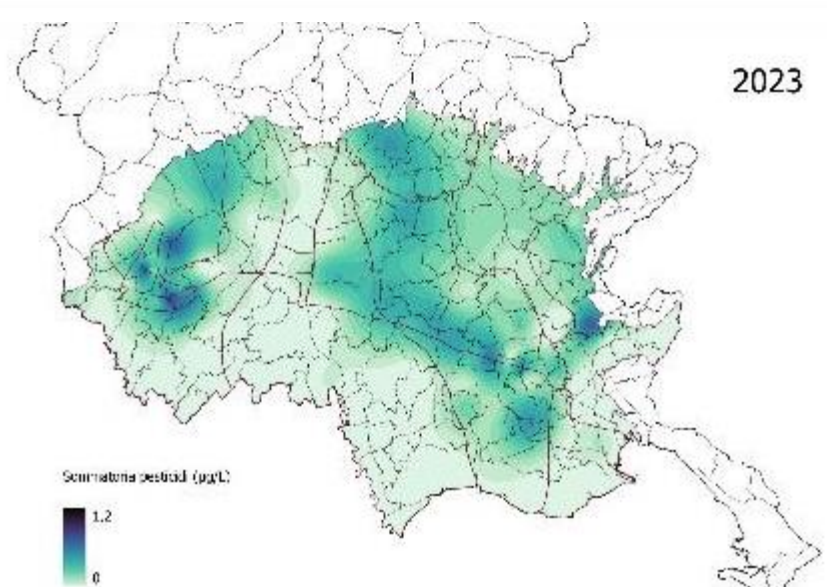
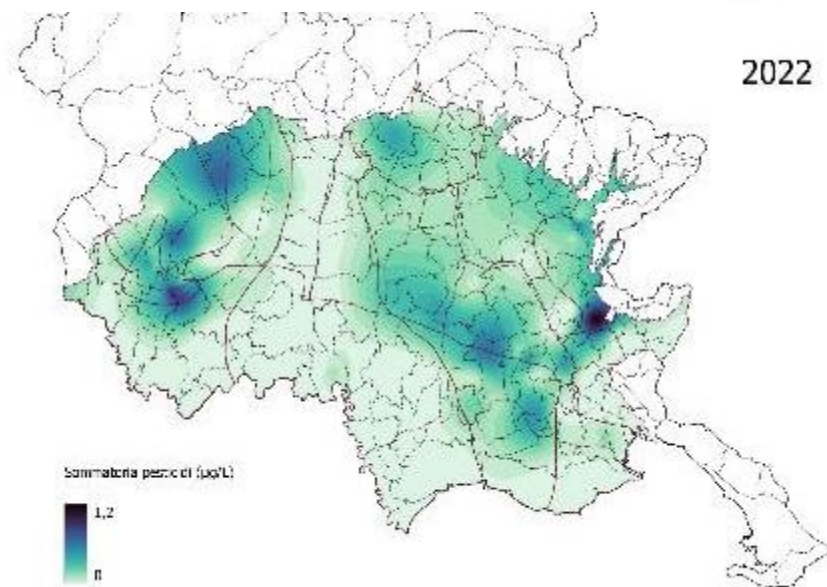
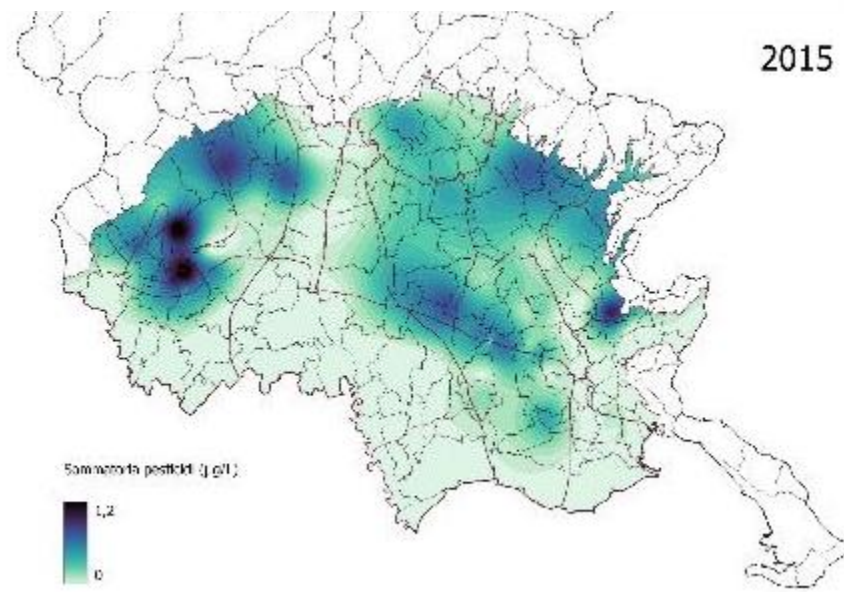
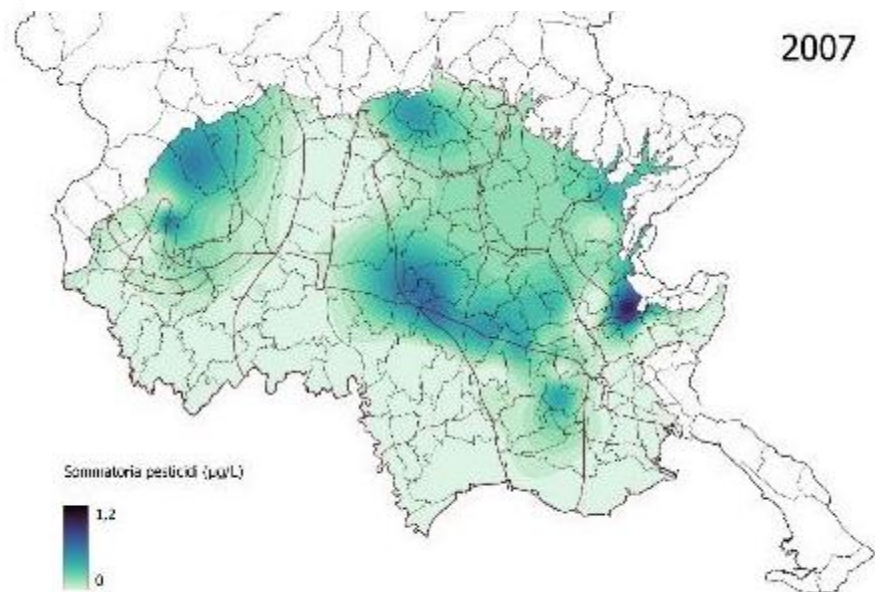
(SQ 50 mg/l)



Per il parametro **nitrati** si può affermare un **trend in diminuzione**



Parametro SOMMATORIA PESTICIDI (SQ = 0,5 $\mu\text{g}/\text{l}$)

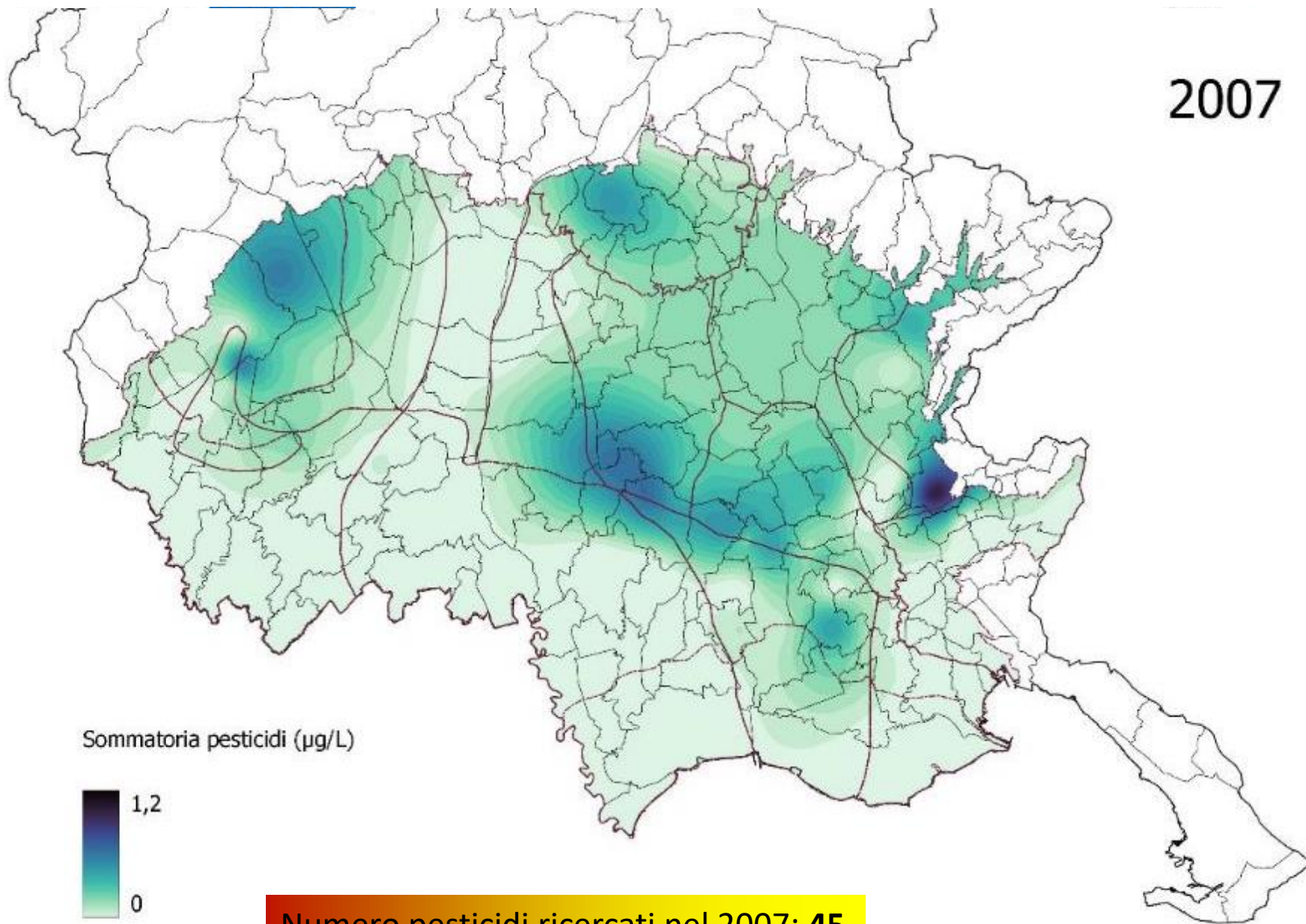


Una serie di rappresentazioni ed elaborazioni grafiche quali quelle precedenti, potrebbero indurre a conclusioni del tipo:

«INCREMENTO MASSICCIO DELL'USO DI PESTICIDI NEGLI ANNI SUCCESSIVI AL 2007 CON DECREMENTO REGISTRATO NEGLI ANNI '20»

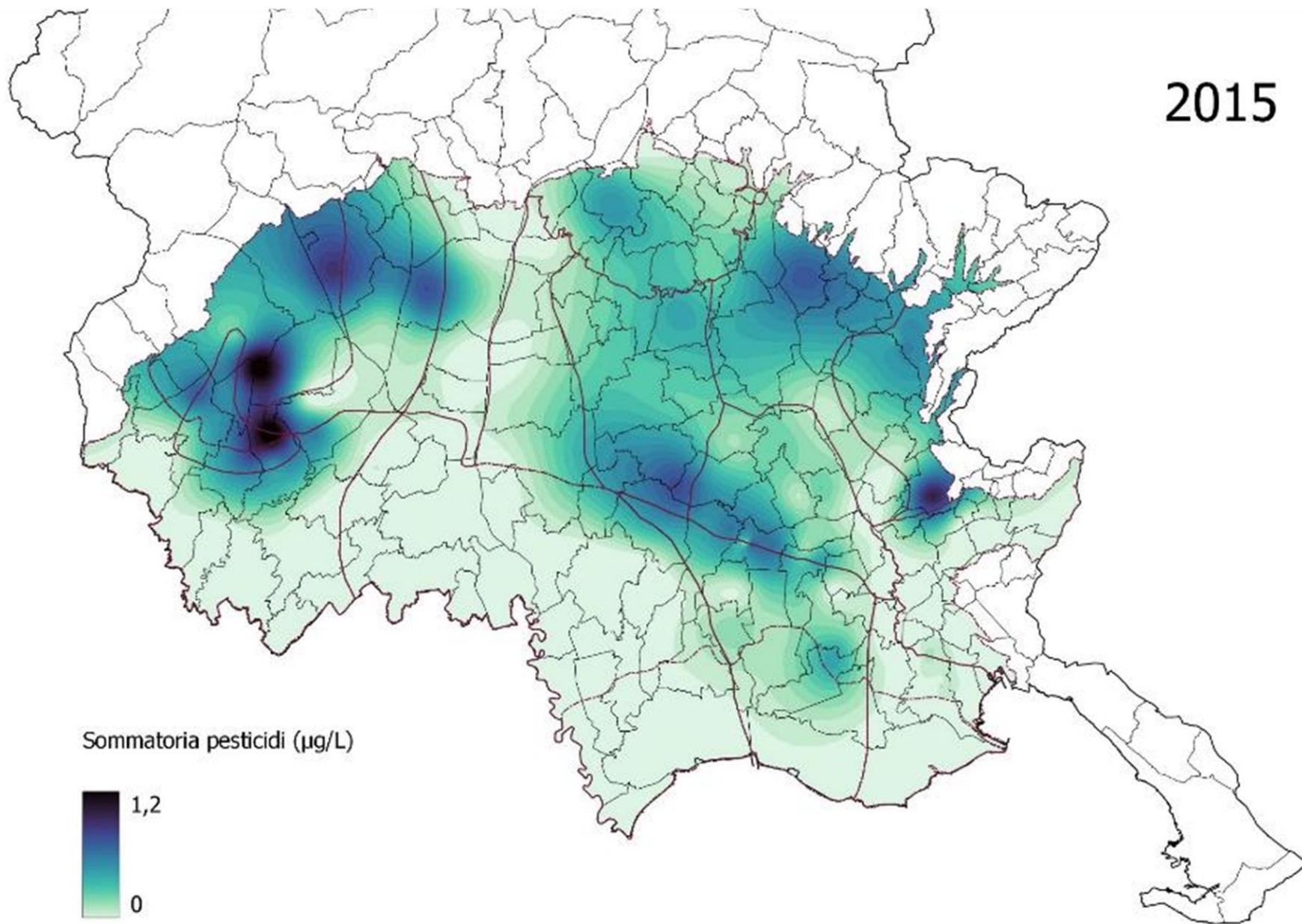
In realtà...

2007



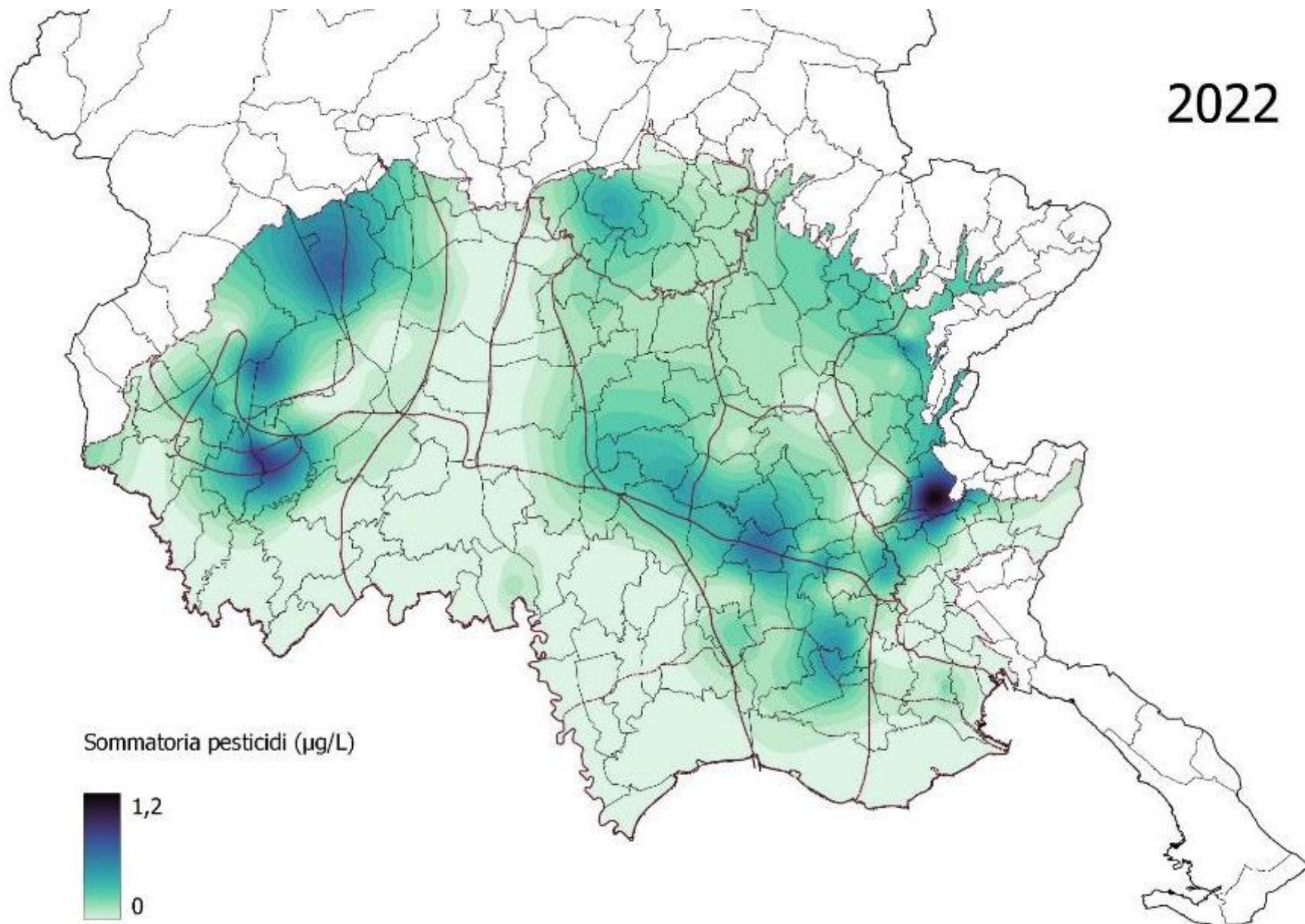
Numero pesticidi ricercati nel 2007: 45

2015

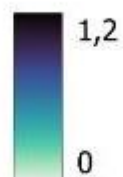


Numero pesticidi ricercati nel 2015: **100 (fra cui introdotta la DACT!)**

2022

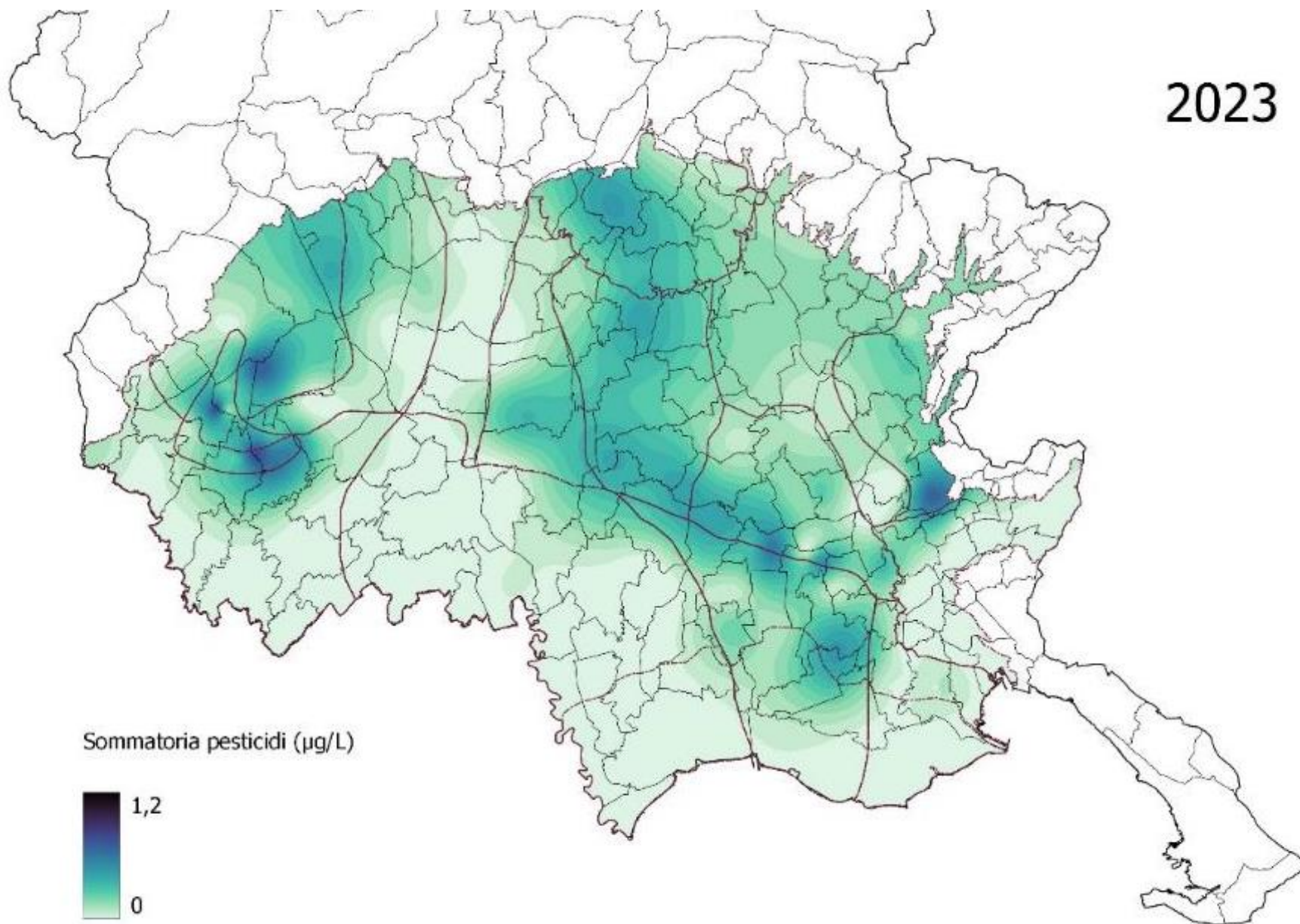


Sommatoria pesticidi ($\mu\text{g/L}$)



Numero pesticidi ricercati nel 2022: 170 – Ma anno critico per siccità

2023



Sommatoria pesticidi ($\mu\text{g/L}$)

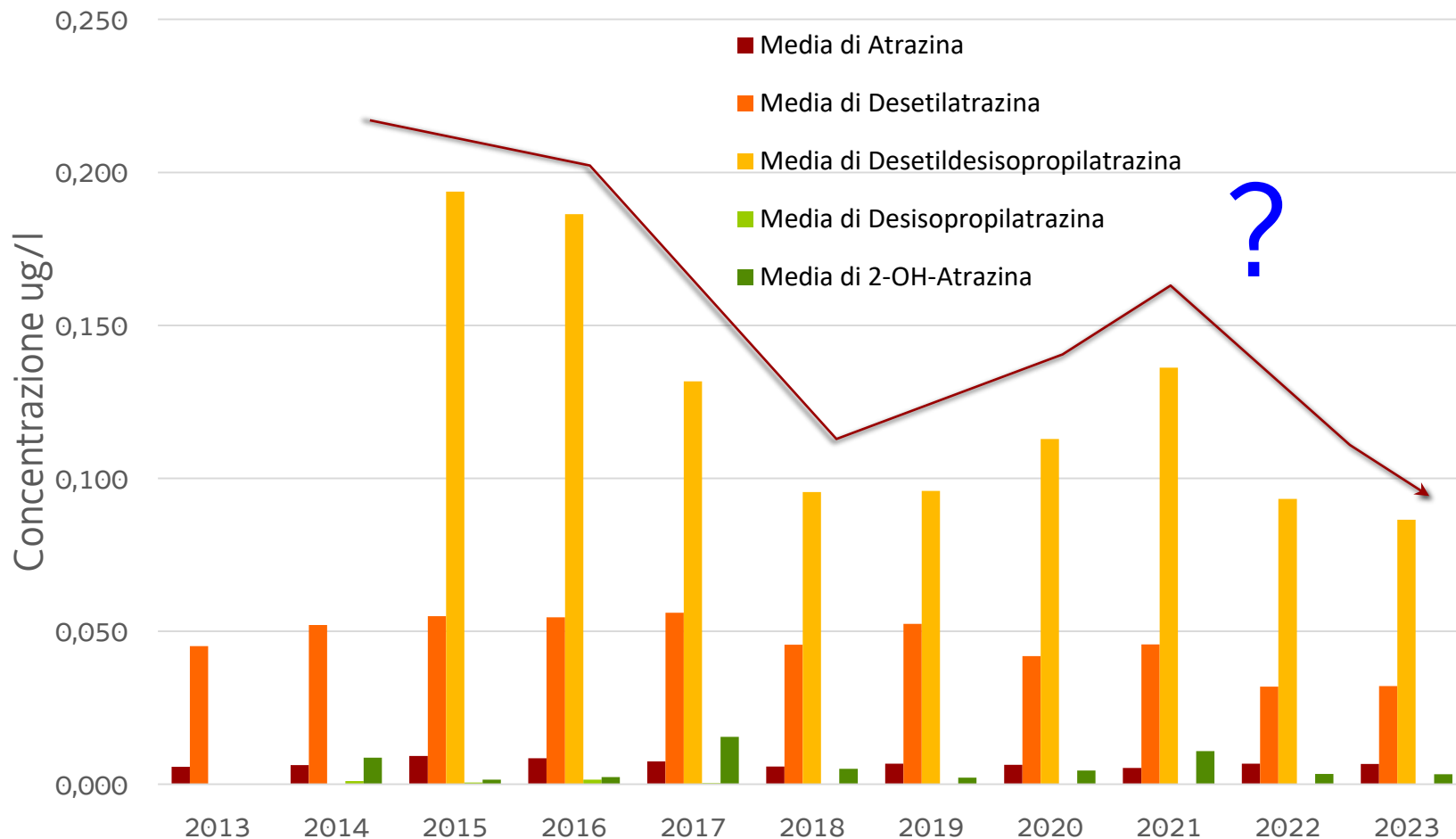


Numero pesticidi ricercati nel 2023: 184 – Ma anno di piovosità media

Analisi dei «trend»

concentrazioni medie

Atrazina e prodotti di degradazione – Corpi Idrici significativi

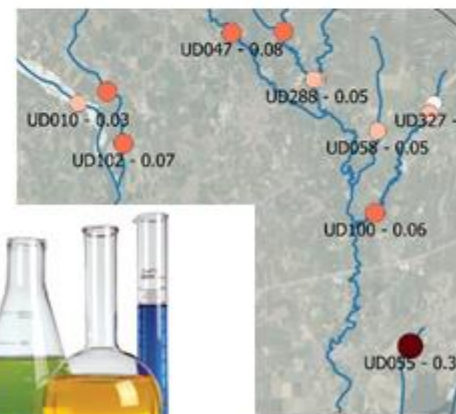


PRESSIONE...



MA COSA
SUCCEDE IN
MEZZO?
[BLACK BOX]

STATO...



IL SISTEMA E' COMPLESSO perché DIPENDE DA DIVERSE VARIABILI: di utilizzo



Tipo di principio attivo

Metaboliti e Prodotti di degradazione

Modalità di trattamento

Quantità e periodicità di utilizzo

Areale di utilizzo

Tipologia e caratteristiche del suolo

Soggiacenza falda

Protezioni spondali

Piovosità

Dilavamento

...



Spessore

Granulometria

Permeabilità

Presenza di carbonio organico

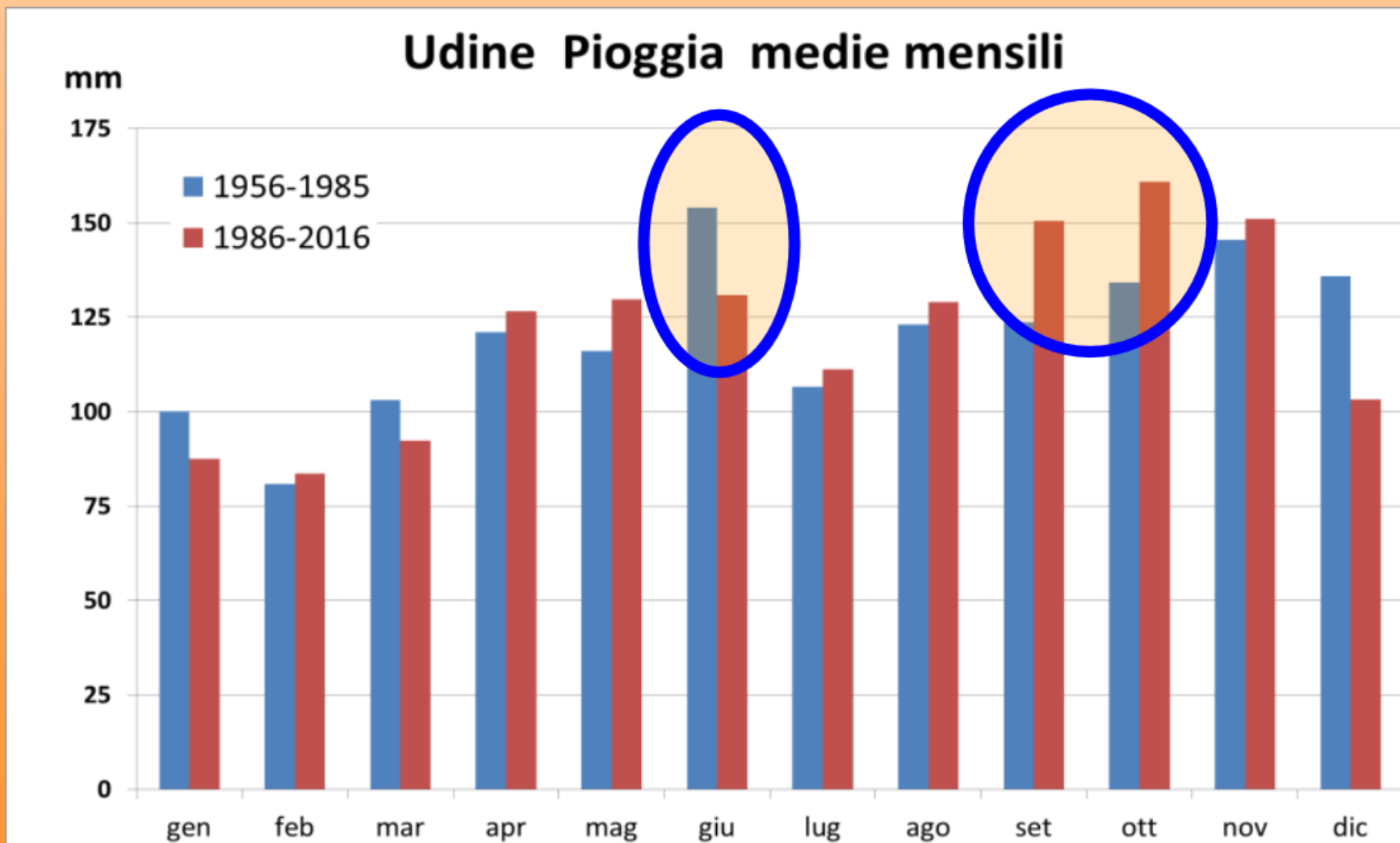
Presenza di humus

Specie vegetali

Tipologia di utilizzo



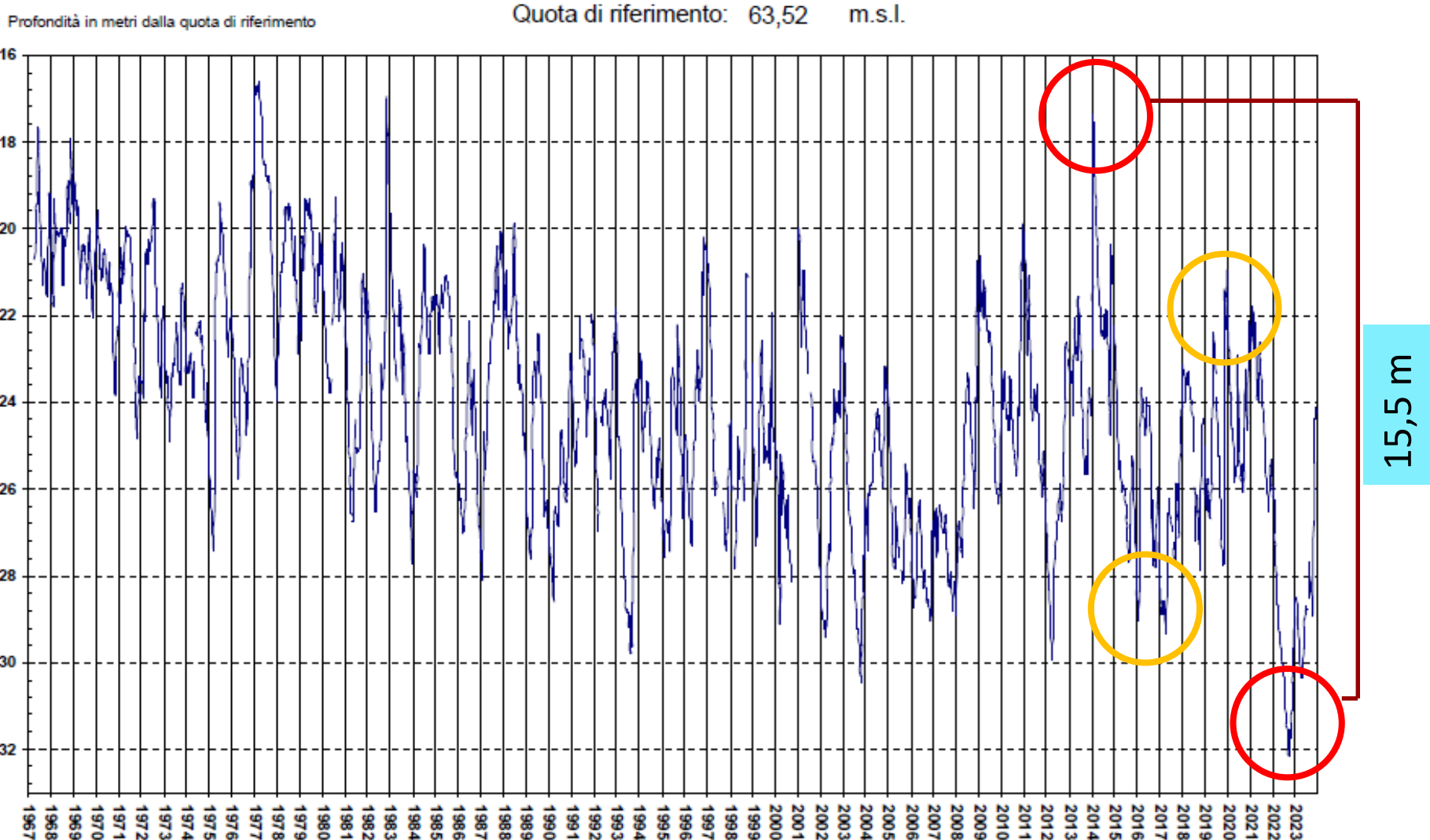
cambia la DISTRIBUZIONE delle piogge nel corso dell'anno: confronto tra due periodi di 30 anni



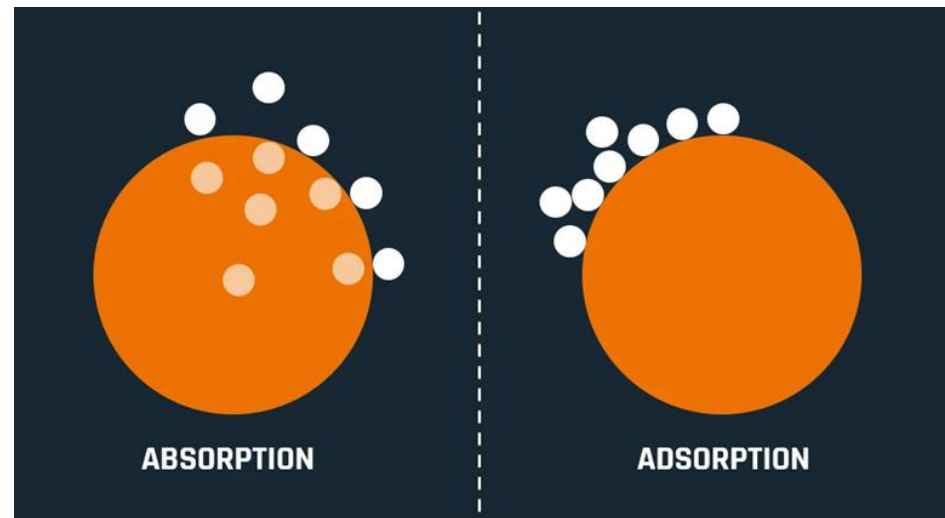
STAZIONE PIEZOMETRICA 0037

Località: BEANO, PIAZZA DUE FONTANE
Comune: CODROIPO
Coord. EST: 2367078
Coord. NORD: 5095525

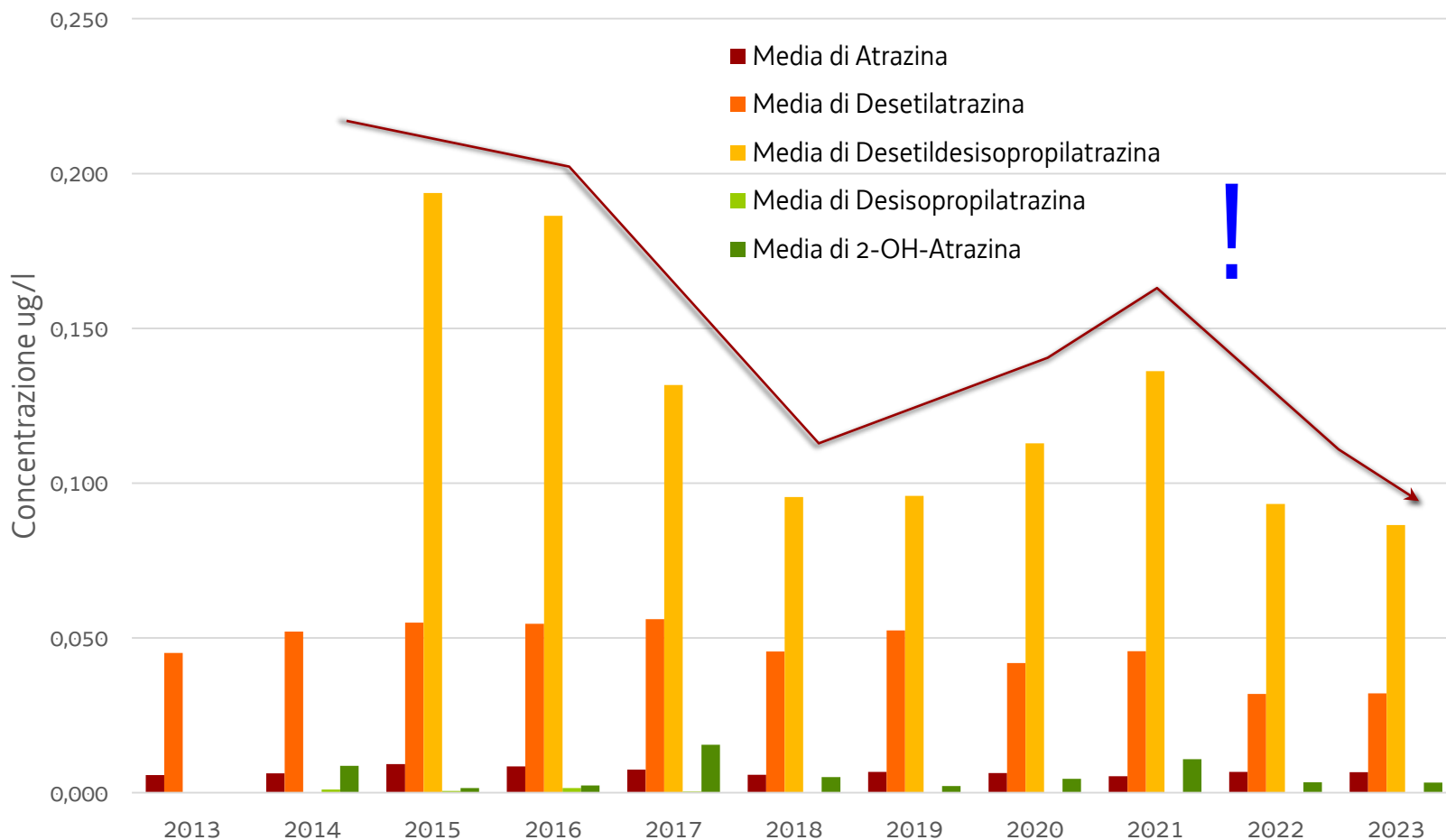
Profondità massima (magra): 32,15
Profondità minima (piena): 16,6
N. misure nel periodo: 2290

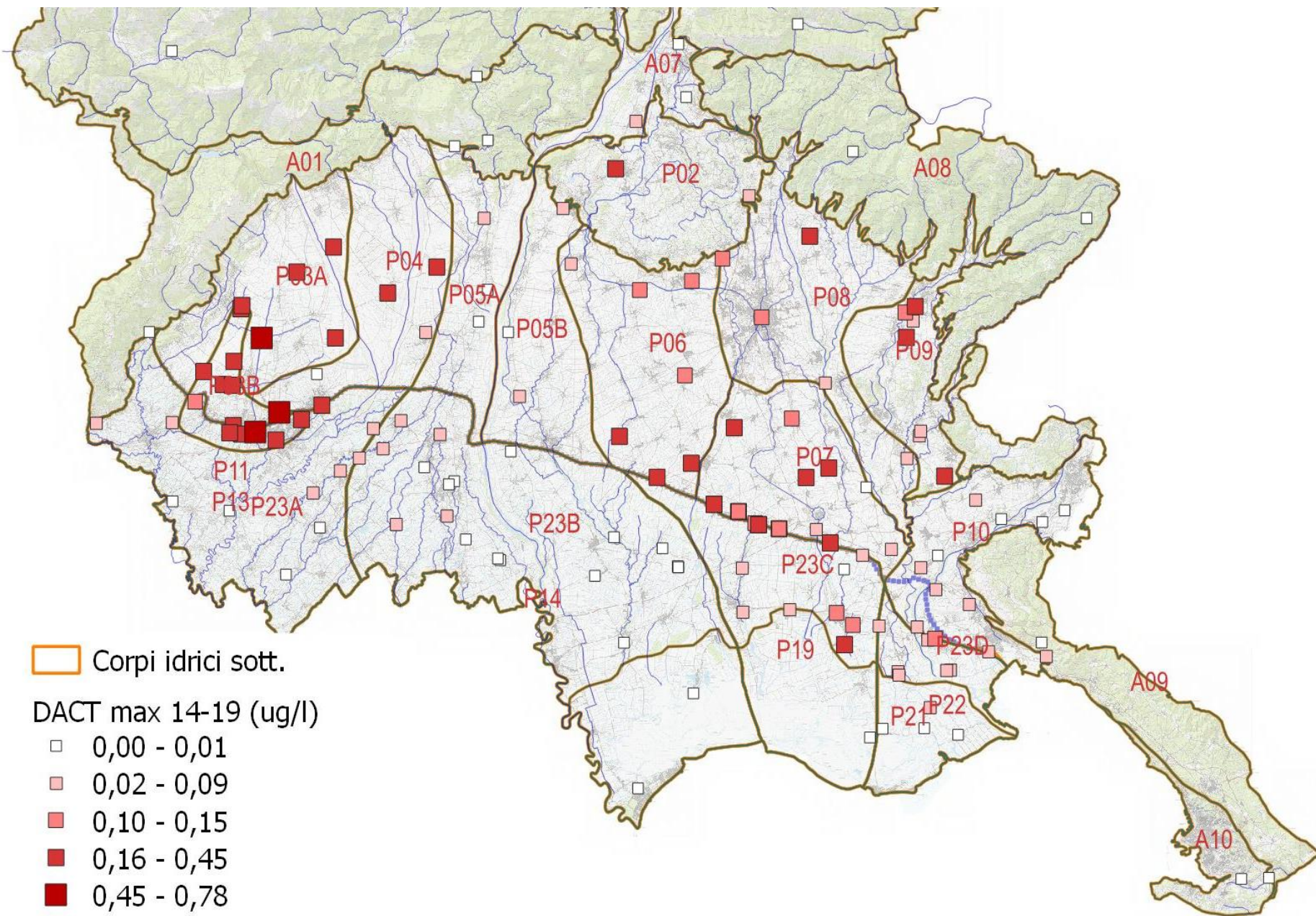


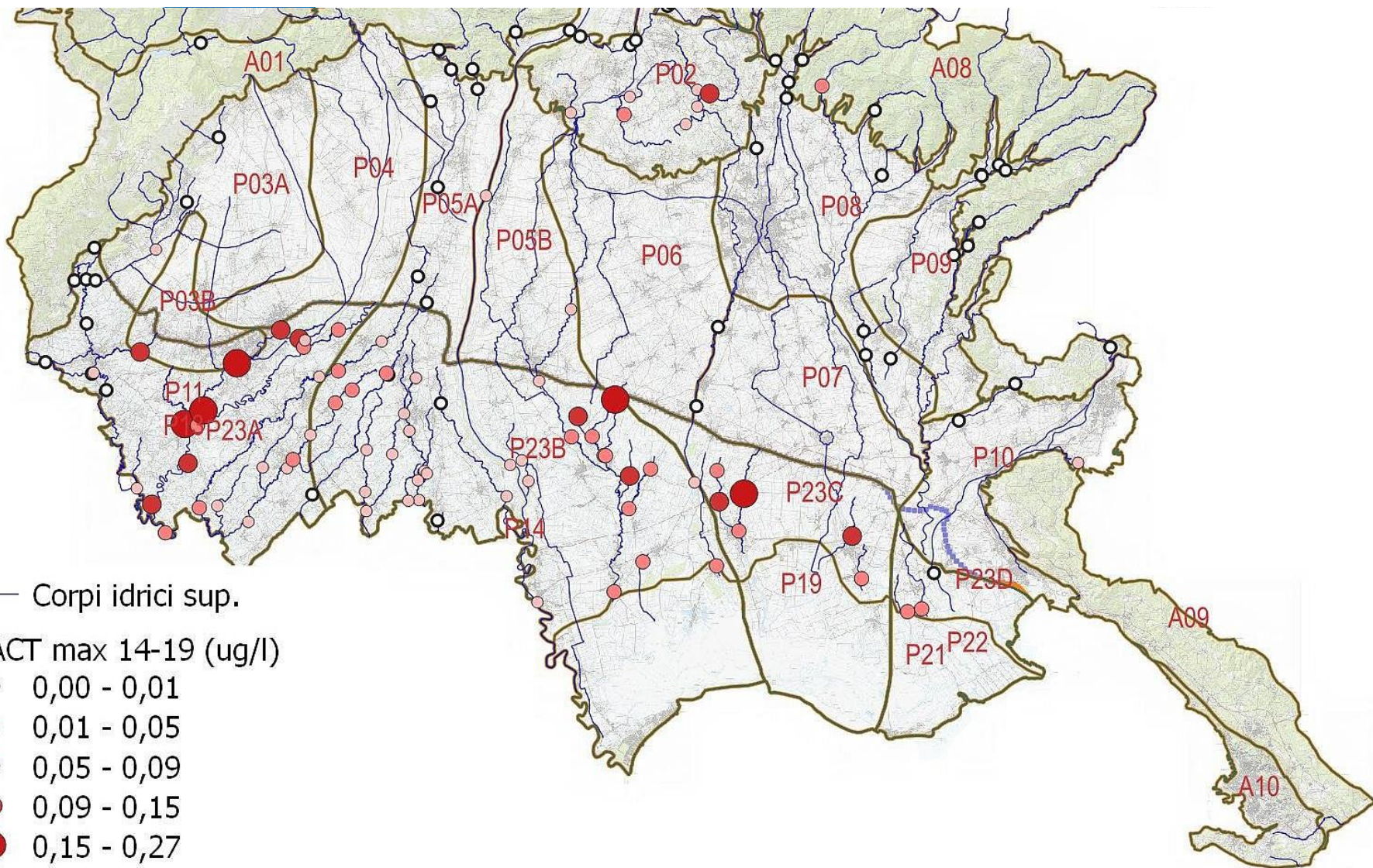
Il contaminante **disciolto** si muove nell'acqua di falda, ma il suo moto può essere molto **più lento** di quello dell'acqua, per effetto dell'**adsorbimento** al suolo, che trattiene il contaminante e non gli permette di avanzare fino a che non si sia adsorbita la quantità che compete all'**equilibrio di partizione**. Il rallentamento è tanto maggiore quanto più grande è k_d

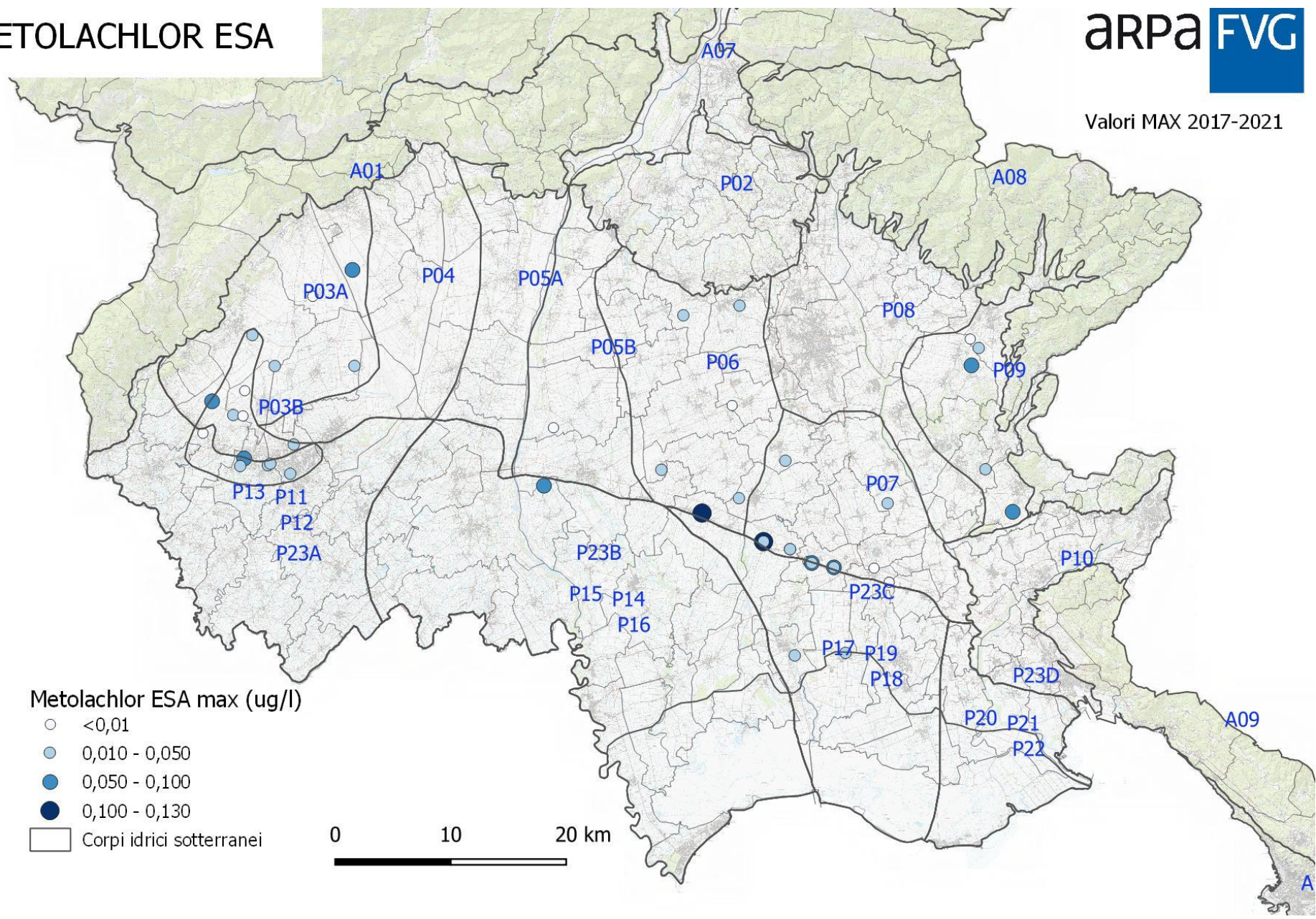


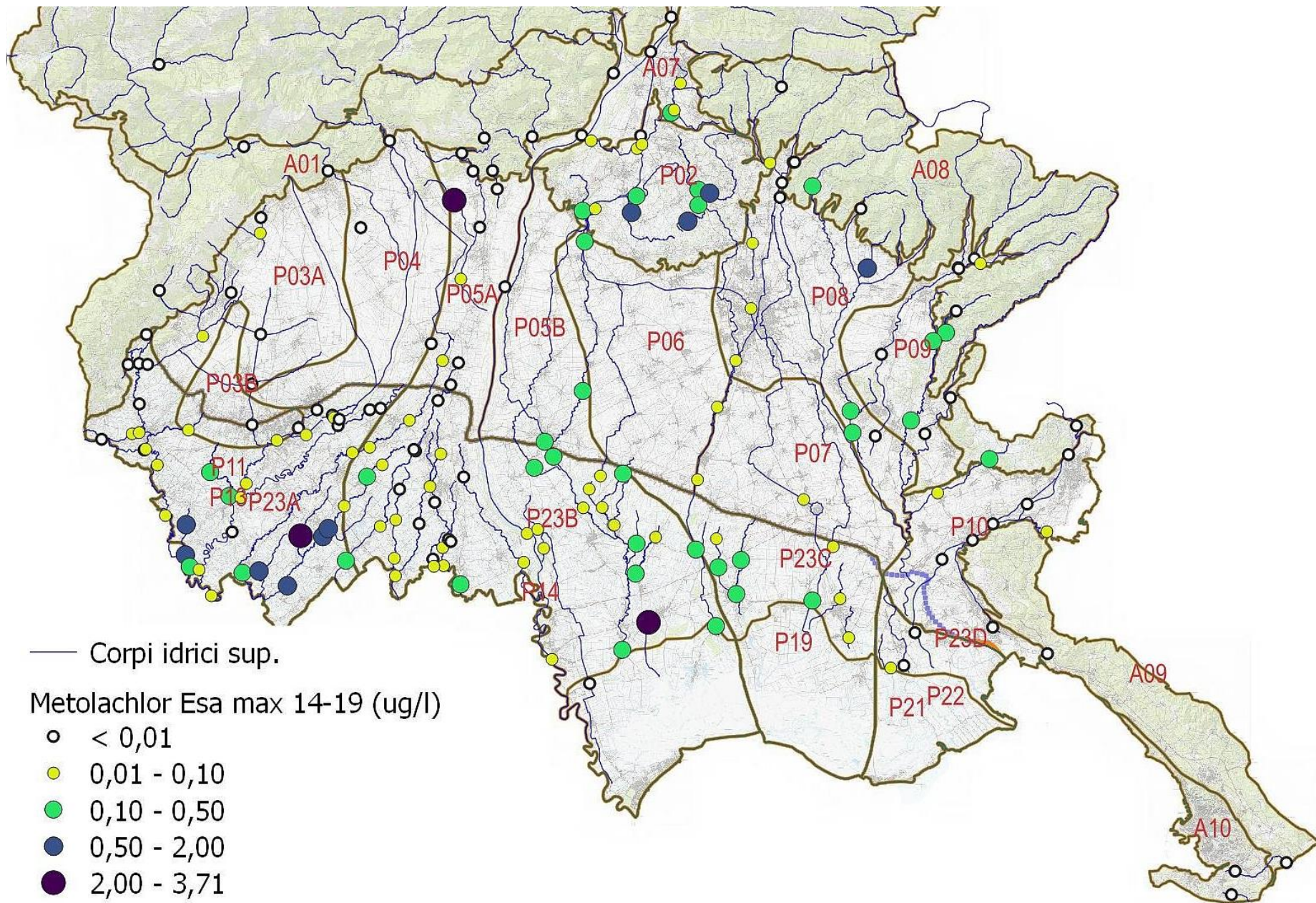
Atrazina e prodotti di degradazione – Corpi Idrici significativi







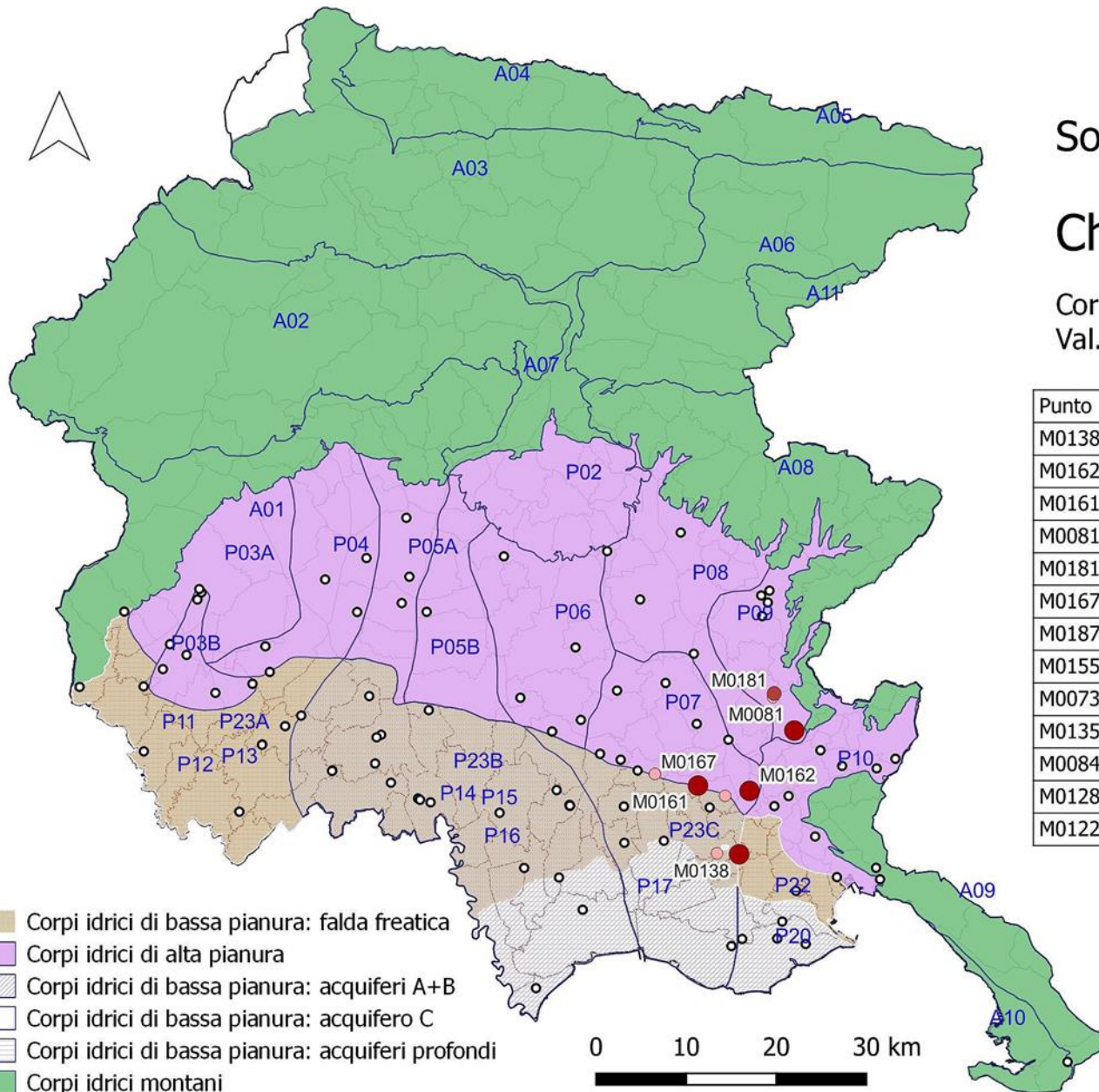




Sostanze EMERGENTI 2023

Chloridazon-desphenyl

Corpi Idrici Sotterranei
Val. max 2023 in microg/l



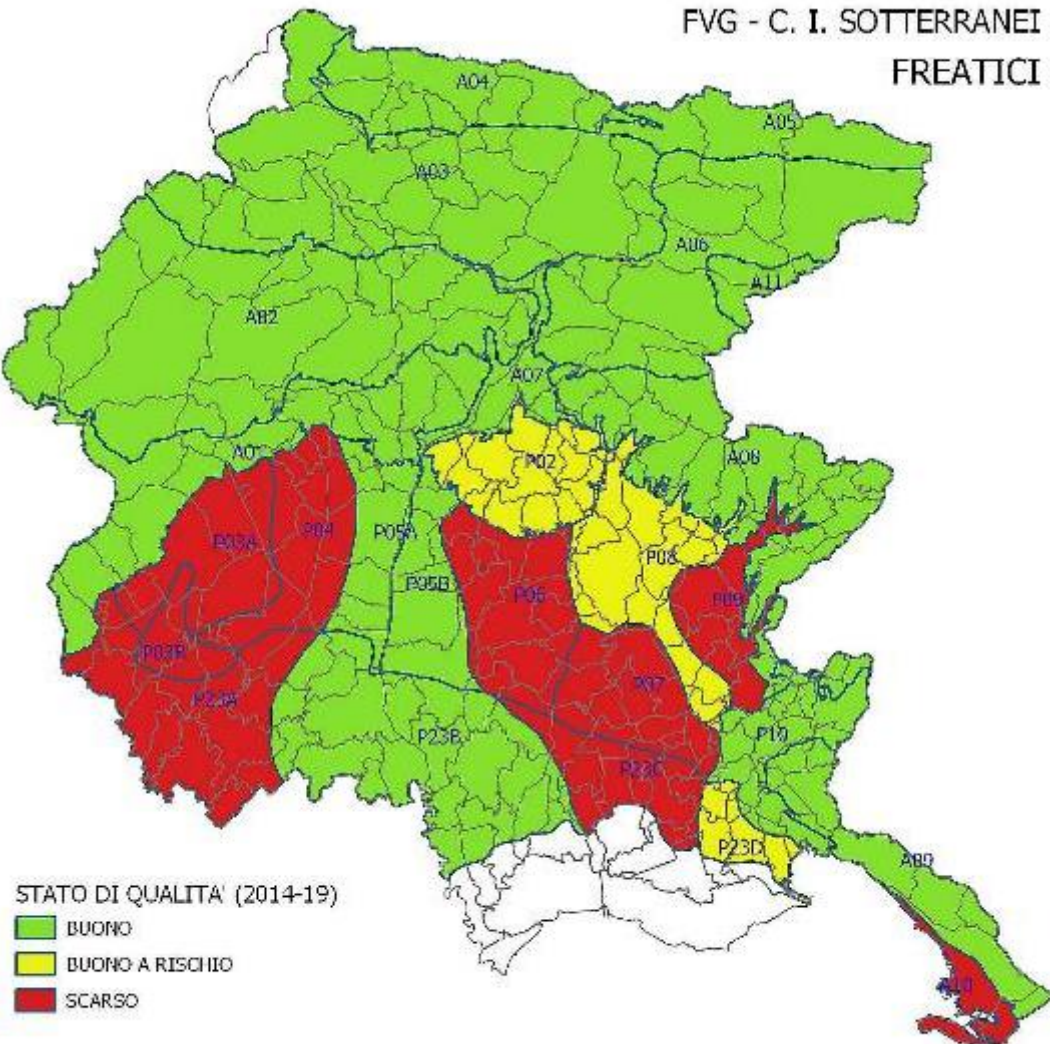
Punto	Chloridazo
M0138 - Villa Vicentina Candelettis	0,149
M0162 - Tapogliano Piazza Esercito	0,128
M0161 - Bagnaria Antonini	0,112
M0081 - Cormons Angoris	0,106
M0181 - Ecogest PZD	0,053
M0167 - Fauglis Felettis A	0,05
M0187 - Cervignano Rotonda	0,035
M0155 - San Canzian Stallone 1	0,031
M0073 - Fauglis Felettis B	0,029
M0135 - Terzo Plesso Scolastico	0,029
M0084 - Corno di R. Cascina Rinaldi	0,016
M0128 - Aiello Cavour	0,015
M0122 - Pocenia Viale Trieste	0

SQ: 0,1 ug/l

Chloridazon-desphenyl (ug/l)

- 0 - 0,01
- 0,01 - 0,05
- 0,05 - 0,1
- 0,1 - 0,149

FVG - C. I. SOTTERRANEI FREATICI



COD_FVG	TIPO	NOME	Connesso a corpi sup.	STATO_CHIM 2019	Parametri
A01	Corpi idrici montani	Fascia Prealpina sud occidentale	SI	BUONO	
A02	Corpi idrici montani	Fascia Prealpina nord occidentale	No	BUONO	
A03	Corpi idrici montani	Alpi Carniche	No	BUONO	
A04	Corpi idrici montani	Catena Paleocarnica occidentale	No	BUONO	
A05	Corpi idrici montani	Catena Paleocarnica orientale	No	BUONO	
A06	Corpi idrici montani	Alpi Giulie e Fascia Prealpina nord orientale	SI	BUONO	
A07	Corpi idrici montani	Campo di Osoppo Gemona e subalvea del Tagliamento	SI	BUONO	
A08	Corpi idrici montani	Fascia Prealpina sud orientale	No	BUONO	
A09	Corpi idrici montani	Carso classico isontino e triestino	SI	BUONO	
A10	Corpi idrici montani	Flysch triestino	No	NON BUONO	Nichel - Triclorometano
A11	Corpi idrici montani	Canin	SI	BUONO	
P02	Corpi idrici di alta pianura	Anfiteatro morenico	SI	BUONO A RISCHIO	DACT, DEA e S. Pest. (in 1 stazione)
P03A	Corpi idrici di alta pianura	Alta pianura pordenonese occidentale	SI	NON BUONO	DACT, Nitrati, PFOS*, DEA
P03B	Corpi idrici di alta pianura	Alta e bassa pianura pordenonese occidentale: areale interessato da plume clorurati	SI	NON BUONO	DACT, PFOS, DEA, TCE+PCE
P04	Corpi idrici di alta pianura	Alta pianura pordenonese del conoide Cellina-Meduna	SI	BUONO	
P05A	Corpi idrici di alta pianura	Alta pianura friulana centrale in destra Tagliamento	SI	BUONO	
P05B	Corpi idrici di alta pianura	Alta pianura friulana centrale in sinistra Tagliamento	SI	BUONO	
P06	Corpi idrici di alta pianura	Alta pianura friulana centrale	SI	NON BUONO	DACT, Glyphosate, Nitrati, PFOS*
P07	Corpi idrici di alta pianura	Alta pianura friulana orientale - areale meridionale	SI	NON BUONO	Cromo VI, Met ESA, PCE, TCE, DTZ, Nitrati (> VA)
P08	Corpi idrici di alta pianura	Alta pianura friulana orientale - areale settentrionale	No	BUONO A RISCHIO	DACT (in 1 staz.)
P09	Corpi idrici di alta pianura	Alta pianura friulana cividalese	No	NON BUONO	DACT, 2OH_atrazina, Bentazone, S. Pest., Nitrati, Ammonio, PFOS (nelle aree di discarica) > VA, Metolachlor > VA)
P10	Corpi idrici di alta pianura	Alta pianura isontina	SI	BUONO	
P23A	Corpi idrici di bassa pianura: freatica locale	Bassa pianura pordenonese: falda freatica locale	SI	NON BUONO	DACT, Dimetomorph E,Z
P23B	Corpi idrici di bassa pianura: freatica locale	Bassa pianura friulana centrale in destra e sinistra Tagliamento: falda freatica locale	SI	BUONO	
P23C	Corpi idrici di bassa pianura: freatica locale	Bassa pianura friulana orientale: falda freatica locale	SI	NON BUONO	DACT, DET, Glyphosate, AMPA
P23D	Corpi idrici di bassa pianura: freatica locale	Bassa pianura isontina: falda freatica locale	SI	BUONO A RISCHIO	IPA



STATO DI QUALITA' (2014-19)

- BUONO
- BUONO A RISCHIO
- SCARSO



CO D_F VGV	TIPO	NOME	Connesso a corpi sup.	STATO_CHI M 2019	Parametri
P11	Corpi idrici di bassa pianura: acquiferi A+B	Bassa pianura pordenonese: falde artesiane superficiali (falda A+B)	No	BUONO	
P12	Corpi idrici di bassa pianura: acquifero C	Bassa pianura pordenonese: falda artesiane intermedia (falda C)	No	BUONO	
P13	Corpi idrici di bassa pianura: acquiferi profondi	Bassa pianura pordenonese: falde artesiane profonde (falda D+profonde)	No	BUONO	
P14	Corpi idrici di bassa pianura: acquiferi A+B	Bassa pianura friulana centrale in destra e sinistra Tagliamento: falde artesiane superficiali (falda A+B)	No	BUONO	
P15	Corpi idrici di bassa pianura: acquifero C	Bassa pianura friulana centrale in destra e sinistra Tagliamento: falda artesiane intermedia (falda C)	No	BUONO	
P16	Corpi idrici di bassa pianura: acquiferi profondi	Bassa pianura friulana centrale in destra e sinistra Tagliamento: falde artesiane profonde (falda D+profonde)	No	BUONO	
P17	Corpi idrici di bassa pianura: acquiferi A+B	Bassa pianura friulana orientale: falde artesiane superficiali (falda A+B)	No	NON BUONO	DACT, Glyphosate, Nitrati < VA
P18	Corpi idrici di bassa pianura: acquifero C	Bassa pianura friulana orientale: falda artesiane intermedia (falda C)	No	NON BUONO	DACT, DEA
P19	Corpi idrici di bassa pianura: acquiferi profondi	Bassa pianura friulana orientale: falde artesiane profonde (falda D+profonde)	No	BUONO	
P20	Corpi idrici di bassa pianura: acquiferi A+B	Bassa pianura dell'Isonzo: falde artesiane superficiali (falda A+B)	No	BUONO	
P21	Corpi idrici di bassa pianura: acquifero C	Bassa pianura dell'Isonzo: falda artesiane intermedia (falda C)	No	BUONO	
P22	Corpi idrici di bassa pianura: acquiferi profondi	Bassa pianura dell'Isonzo: falde artesiane profonde (falda D+profonde)	No	BUONO *	IPA (in una staz.)

parametri e limiti normati a livello **nazionale**

(D.Lgs 30/09)



In queste sostanze
riconosciamo la tipologia
dell'inquinamento
«puntuale»



Tabella 3- Valori soglia da considerare per la valutazione dello stato chimico delle acque sotterranee

PARAMETRO	Numero Chemical Abstracts Service (CAS)	VALORI SOGLIA (µg L ⁻¹)	VALORI SOGLIA*
ELEMENTI IN TRACCIA			
Antimonio	7440-36-0		
Arsenico	7440-38-2		
Boro	7440-42-8		
Cadmio**	7440-43-9		
Cromo Totale	7440-47-3		
Cromo VI	non applicabile		
Mercurio	7439-97-6		0,07***
Nichel	7440-02-0	20	4 (SQA)
Piombo	7439-92-1	10	
Selenio	7782-49-2	10	
Vanadio	7440-62-2	50	
COMPOSTI E IONI INORGANICI			
Cianuro libero	57-12-5		
Fluoruro	16984-48-8		
Nitrito	14797-65-0		
Fosfato	98059-61-1		
Solfato	18785-72-3	250 (mg L ⁻¹)	
Cloruro	16887-00-6	250 (mg L ⁻¹)	
Ammoniacca (ione ammonio)	14798-03-9	500	
COMPOSTI ORGANICI AROMATICI			
Benzene	71-43-2	1	
Etilbenzene	100-41-4	50	
Tolbene	108-88-3	15	
Para-xilene	106-42-3	10	
POLICICLI AROMATICI			
Benzo(a)pirene	50-32-8	0,01	1,7 x10 ⁻⁴
Benzo(b)fluorantene	205-99-2	0,1	0,017***
Benzo(k)fluorantene	207-08-9	0,05	0,017***
Benzo(g,h,i)perilene	191-24-2	0,01	8,2 x10 ⁻³ ***
Dibenzo(a,h)antracene	53-70-3	0,01	
Indeno(1,2,3-c,d)pirene	193-39-5	0,1	
ALIFATICI CLORURATI			
Triclorometano	67-66-3	0,15	
Cloruro di Vinile	75-01-4	0,5	

1,1-Dicloroetano	107-06-2	3	
Tricloroetilene + Tetracloroetilene	(79-01-6) + (127-18-4)	10	
Esadloroetano	87-68-3	0,15	0,05
1,2-Dicloroetilene	540-59-0	60	
ALIFATICI ALOGENATI CANCEROGENI			
Dibromoclorometano	124-48-1	0,13	
Bromodichlorometano	75-27-4	0,17	
NITROBENZENI			
Nitrobenzene	98-95-3	3,5	
CLOROBENZENI			
Clorobenzene	108-90-7	40	
1,1,1-Tricloroetano	106-46-7	0,5	
1,1,2-Tricloroetano	120-82-1	190	
1,1,1,2-Tetracloroetano	12002-48-1		0,4
1,1,2,2-Tetracloroetano	608-93-5	5	0,007
1,1,1,2,2-Pentacloroetano	118-74-1	0,01	0,005
PESTICIDI			
Aldrin	309-00-2	0,03	
β-esaclorocicloesano	319-85-7	0,1	0,02 (Somma degli esaclorocicloesani)
DDT totale ****	non applicabile	0,1	0,025
p,p'-DDT	50-29-3		0,01
Dieldrin	60-57-1	0,03	
Sommatoria (aldrin, dieldrin, endrin, isodrin)	(309-00-2), (60-57-1), (72-20-8), (465-73-6)		0,01
DIOSSENE E FURANI			
Sommatoria PCDD, PCDF	non applicabile	4x10 ⁻⁴	
ALTRE SOSTANZE			
PCE*****	non applicabile	0,01	
Idrocarburi totali (espressi come n-esano)	non applicabile	350	
Conducibilità (µS cm ⁻¹ a 20°C)-acqua non aggressiva.	non applicabile	2500	
COMPOSTI PERFLUORURATI			
Acido perfluoropentanoico (PFPeA)	2706-90-3	3	
Acido perfluoroesanoico (PFHxA)	307-24-4	1	
Acido perfluorobutansolfonico (PFBS)	375-73-5	3	
Acido perfluoroottanoico (PFOA)	335-67-1	0,5	0,1
Acido perfluoroottansolfonico (PFOS)	1763-23-1	0,03	1,5x10 ⁻⁴

58 parametri

Come ce ne siamo accorti?

Nei principali casi, i riscontri erano organolettici...

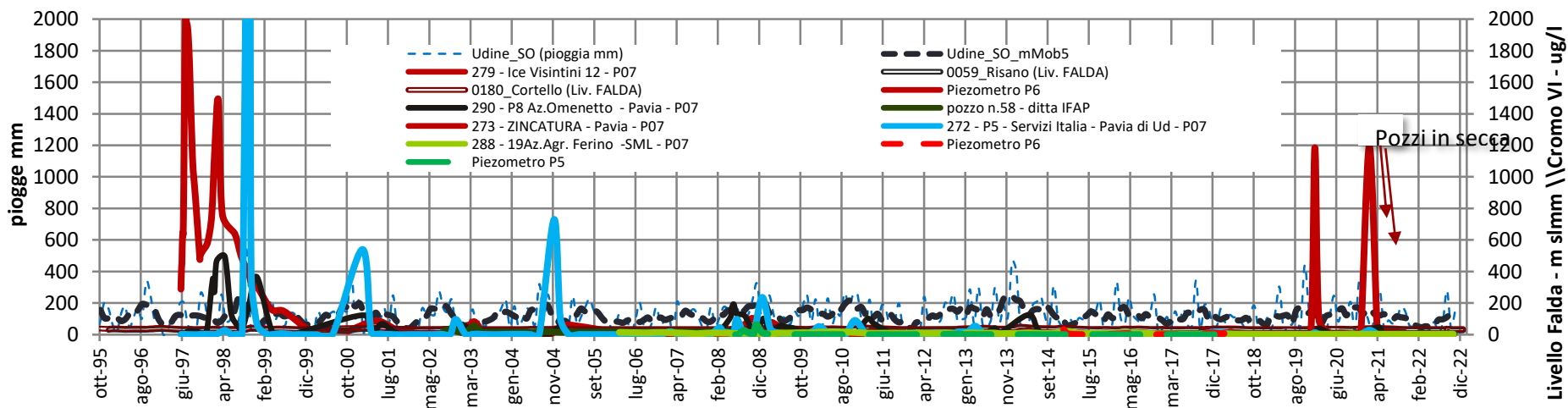
- 1987 Fontanafredda: odore di solvente nell'acqua potabile (PCE)
- 1997 Pavia di Udine: acqua di colore giallo in pozzo irriguo (Cr VI)
- 2002 Romans di Isonzo: odore di benzina in pozzo privato (Idrocarburi)...

Nella maggior parte dei casi attuali il riscontro è **ANALITICO**

A seguito del rilevamento di presenza di cromo (anno 1997) in falda sotterranea è stata richiesta all'Azienda da parte del Comune l'effettuazione di carotaggi per la realizzazione di pozzi piezometrici...

A distanza di oltre vent'anni, la situazione è in fase di risoluzione, ma il sito non è ancora «bonificato». Lo sversamento ha generato un «plume» molto esteso che ARPA monitora da diversi anni con frequenza semestrale: la c.d. «rete-cromo», costituita attualmente da 34 stazioni dislocate dal comune di Pozzuolo d.F. a quello di Cervignano d.F.

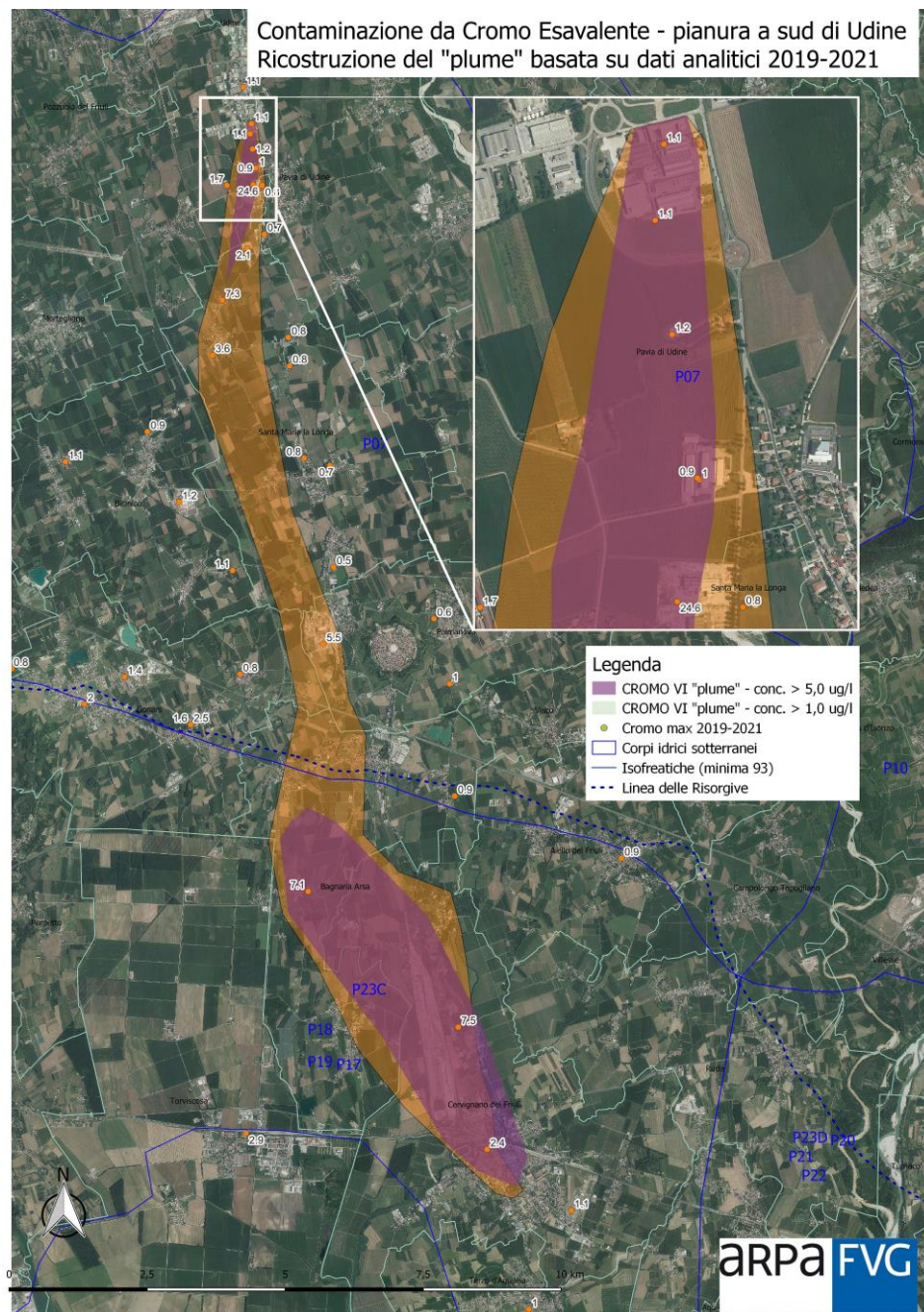
Cromo esavalente - sud Pavia di Udine



Pianura centrale friulana: contaminazione da CROMO ESAVALENTE

Nel corso del 2011 si è riscontrata la presenza di Cromo VI nei pozzi del Comune di Cervignano del Friuli. Un'attività di monitoraggio e campionamento svolta in sinergia con l'Azienda Sanitaria ha consentito di scongiurare l'interdizione dell'uso dei pozzi in quanto i valori rilevati erano sempre inferiori ai $10 \mu\text{g/l}$ di Cr VI.

Da notarsi che il parametro Cromo VI presente nella normativa sui siti contaminati non è presente nei limiti di riferimento delle acque potabili. Esiste solo il Cromo Totale, ma con limite $50 \mu\text{g/l}$.



Alta e Media Pianura pordenonese: contaminazione da **TETRACLOROETILENE (CSC 1,1 mg/l)**

A seguito del rilevamento di **Solventi clorurati** nei pozzi dell'acquedotto di **Fontanafredda** (anno 1987), una serie di terebrazioni in direzione nord (*anche attraverso la Base USAF*) riscontrava valori sempre più elevati di solvente (*superiore alle migliaia di ppb*) fino a trovare una concentrazione «nulla» nel pozzo a monte di un'azienda nell'area **industriale avianese**. Individuata l'area sorgente, con i monitoraggi successivi in falda sotterranea (*seguiti originariamente dall'ASS 5 e poi da Arpa FVG*) è stato individuato un **«plume» esteso oltre 12 km** ed esteso quasi una decina lungo la fascia delle risorgive.

P03B



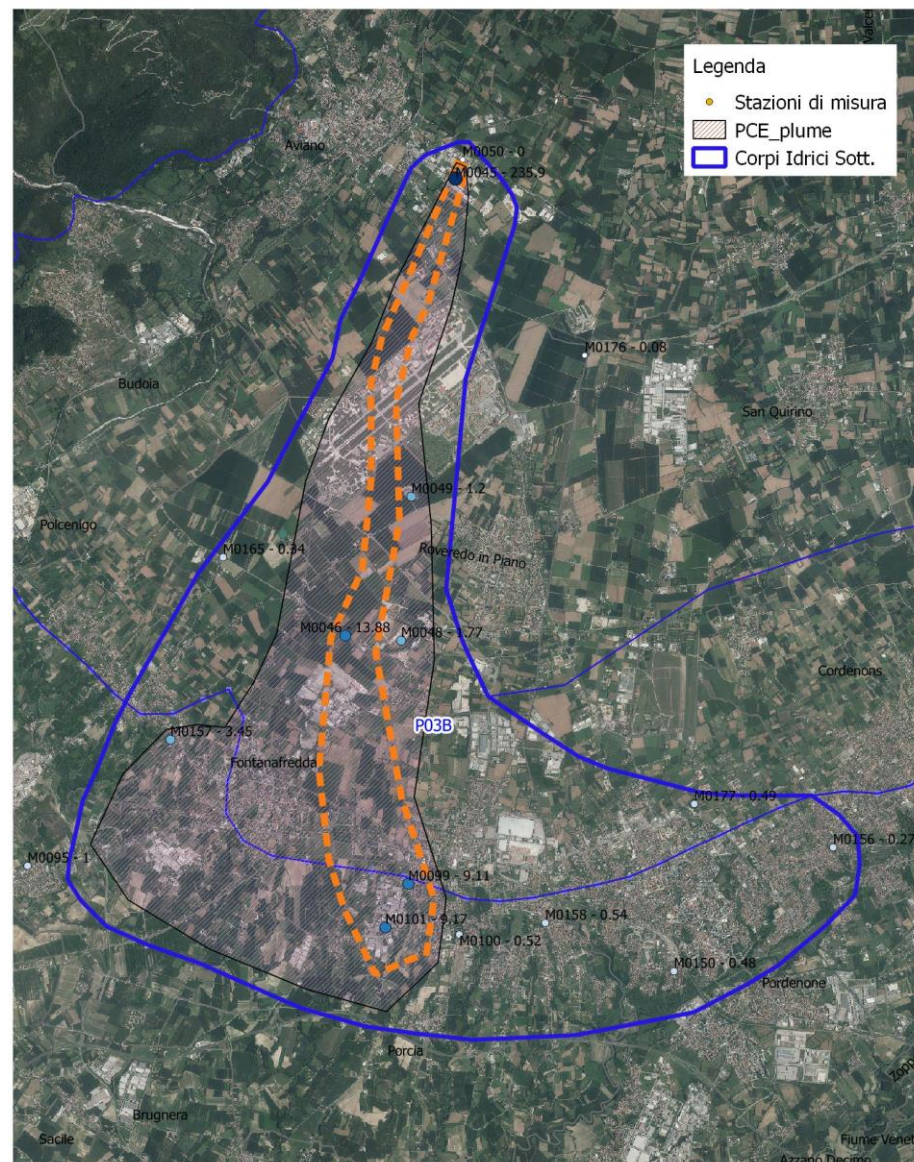
Alta e Media Pianura pordenonese: contaminazione da

TETRACLOROETILENE (CSC 1,1 µg/l)

Dopo oltre vent'anni il sito è in fase di bonifica e per la prima volta nei pozzi a valle del sito si è misurata una concentrazione di PCE < 1,1 mg/l

Nel corso del tempo si è registrato il lento e progressivo abbassamento delle concentrazioni, evidenziato dalla riduzione del «plume».

Da segnalare che nel decreto luglio 2016 il limite per Tetracloroetilene è stato modificato, da 1,1 mg/l (pari alla CSC) al valore 10 mg/l (PCE+TCE, pari al valore previsto per le acque potabili)



Stima dell'estensione del plume (concentrazioni > 1,1 µg/l) sulla base dei dati analitici disponibili ad ARPA FVG, come concentrazione massima per stazione nel triennio 2016-2018

«Capacità di un materiale di assorbire un urto senza rompersi»

In ecologia la resilienza è definita “la **velocità** con cui una comunità (*o un sistema ecologico*) **ritorna** al suo **stato iniziale**, **dopo** essere stata sottoposta a una **perturbazione** che l’ha allontanata da quello stato

➔ I **Corpi idrici SUPERFICIALI** hanno in genere **ELEVATA RESILIENZA**, legata a:



Per quanto elencato sopra, i **Corpi idrici SOTTERRANEI** hanno in genere BASSA RESILIENZA.

Fatti salvi particolari interventi attivi di bonifica in falda, l'unico modo per **abbassare** le concentrazioni di inquinanti consiste nel rimuovere la sorgente e affidarsi all'**attenuazione naturale per diluizione**



In FVG circa il **95%**
dell'**acqua potabile**
proviene da sorgenti e falde
idriche sotterranee.

Per garantirne le caratteristiche e
proteggerle, il **monitoraggio**
continuo ed il **controllo** delle
pressioni è **VITALE.**

