



arpav

LA RELAZIONE TRA PROCESSI FISICI, CHIMICI E TERRITORIALI E LA QUALITA' AMBIENTALE DELLE ACQUE

ARPAV – Servizio Osservatorio Acque Interne – Ing. Italo Saccardo



Nei corpi idrici superficiali vengono effettuate misure che riguardano il monitoraggio chimico e microbiologico delle acque, ed il monitoraggio ecologico (Elementi di Qualità Biologica – EQB)



Prelievi e
analisi in
campo



ANALISI IN
LABORATORIO



COSA C'ENTRA L' IDROLOGIA ?

IMPORTANZA DEGLI ASPETTI QUANTITATIVI DI SUPPORTO ALLE MISURE DI QUALITA'



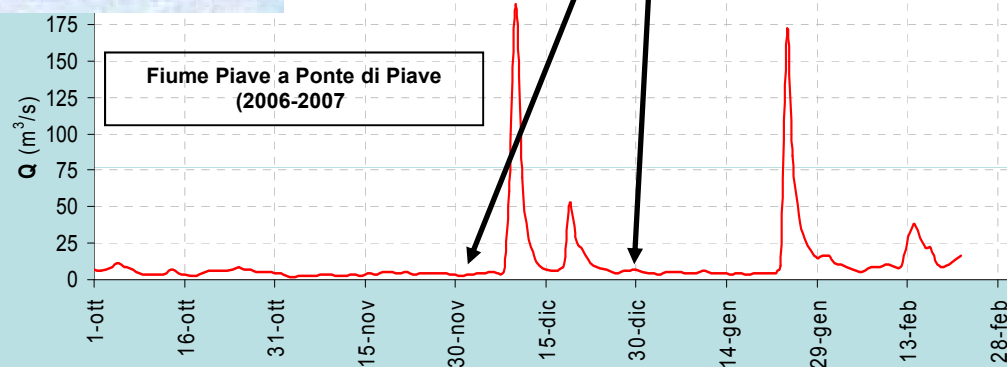
arpav

Per la comprensione dei risultati dei campionamenti delle acque (in particolare degli EQB), risulta essenziale poter conoscere anche l'entità ed il momento di accadimento degli eventi idrometrici occorsi in precedenza.



Una eventuale modifica nelle popolazioni bentoniche è imputabile alle modifiche d'alveo o di substrato del fiume, al drift, all'inquinamento ?

La stima della portata è poi essenziale per la valutazione dei carichi veicolati dal corso d'acqua.



$$\text{CARICO} = \text{CONCENTRAZIONE} \times \text{PORTATA}$$

DIFFICOLTA' DI INTEGRARE LE DIVERSE COMPONENTI CHE CONCORRONO ALLA STIMA DELLA QUALITA' AMBIENTALE DI UN CORSO D'ACQUA



arpav



Orticelli



Steccati



MISURA DEI LIVELLI DEI CORSI D'ACQUA E DELLE FALDE

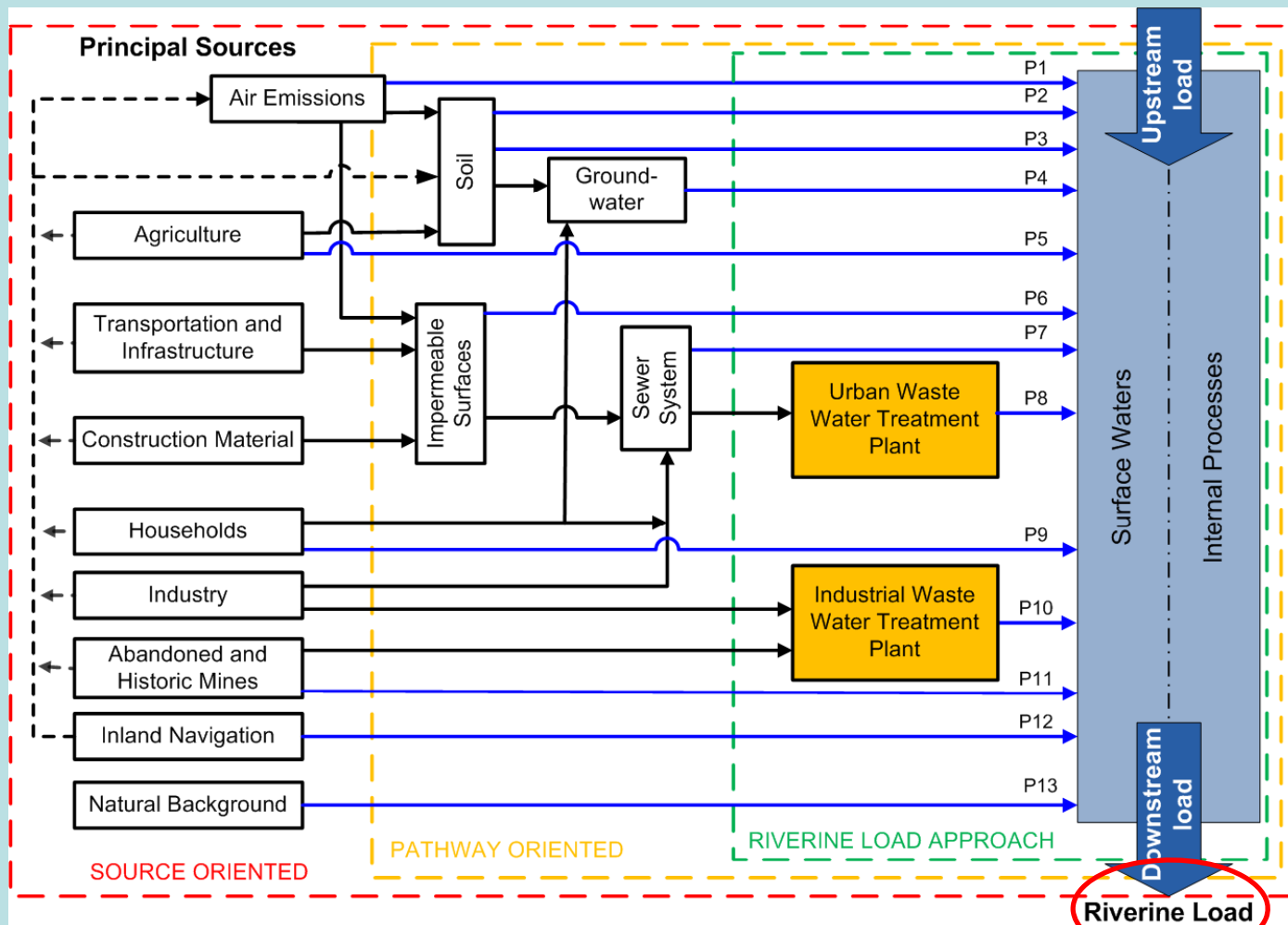
MISURA DELLE PORTATE E STIMA DEI DEFLUSSI

PIOGGIA MENSILE E ANNUA

CALCOLO DELLA PORTATA MEDIA MENSILE E MEDIA ANNUA

CURVE DI DURATA !!!!

Schema generale delle fonti e delle vie di trasporto delle sostanze prioritarie nelle acque superficiali.



Fonti puntuali (le più importanti sono gli scarichi industriali e i trattamenti di depurazione civile, le discariche e i siti di bonifica);

Fonti diffuse

- | | | |
|--|--|--|
| P1: Atmospheric Deposition directly to Surface Waters | P2: Erosion | P3: Surface Runoff from Unsealed Areas |
| P4: Interflow, Tile Drainage and Groundwater | P5: Direct Discharges and Drifting | P6: Surface Runoff from Sealed Areas |
| P7: Storm Water Outlets, Combined Sewer Overflows and Unconnected Sewers | P8: Urban Waste Water Treated | P10: Industrial Waste Water treated |
| P9: Individual - Treated and Untreated- Household Discharges | P11: Direct Discharges from Mining Areas | P12: Direct Discharges from Navigation |
| P13: Natural Background | | |

Come si calcolano i carichi fluviali per le sostanze rilevanti nelle acque superficiali.



Modalità di calcolo dei carichi fluviali da fonte diffusa riportate nelle linee guida emanate da ISPRA.

$$Ly = \frac{Q_d}{Q_{Meas}} \cdot \left(\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n C_i \cdot Q_i \cdot U_f \right)$$

Dove:

Ly = carico annuale (t/anno)

Qd = media aritmetica su base annuale delle portate giornaliere (m³/s)

Qmeas = media aritmetica delle portate giornaliere rilevate in concomitanza con la misurazione concentrazione della sostanza (m³/s)

Ci = concentrazione della sostanza (mg/l)

Qi = portata giornaliera misurata in concomitanza con la concentrazione della sostanza (m³/s)

Per semplificare la formula si propone di considerare sempre $U_f = 1$

n = numero dei monitoraggi di concentrazione della sostanza effettuati durante il periodo in esame

Come si calcolano i carichi fluviali per le sostanze rilevanti nelle acque superficiali.



Modalità di calcolo dei carichi fluviali da fonte diffusa riportate nelle linee guida emanate da ISPRA.

$$Ly = \frac{Q_d}{Q_{Meas}} \cdot \left(\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n C_i \cdot Q_i \cdot U_f \right)$$

A partire da Ly (carico fluviale di una sostanza rilevante), il carico da fonte diffusa viene stato stimato mediante la seguente formula:

$$LOd = Ly - Dp - LOb + R$$

Dove:

LOd = carico diffuso della sostanza di origine antropica

LOb = carico diffuso della sostanza di origine naturale

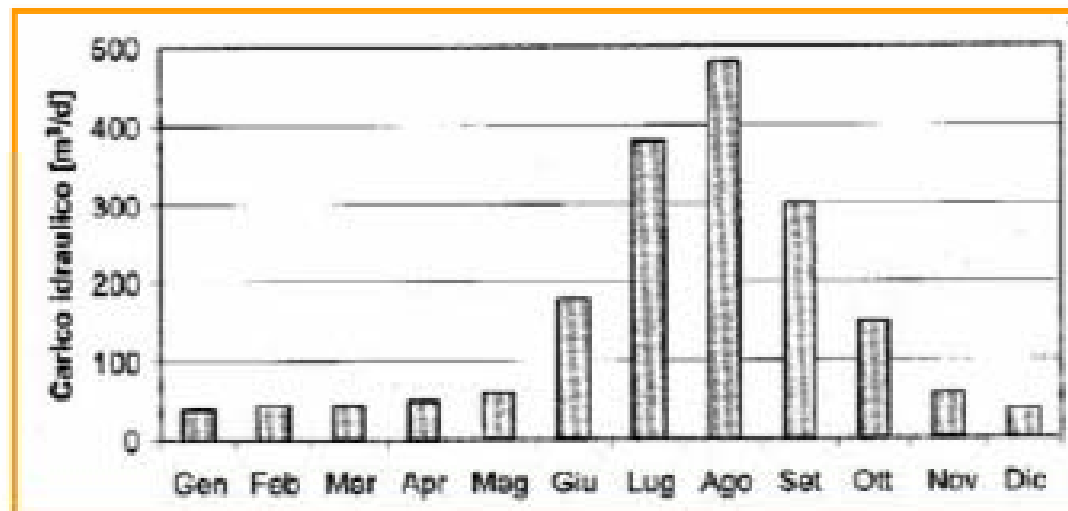
Dp = carico dovuto a scarichi puntuali

R = carico dovuto a fenomeni di ritenzione della sostanza (sedimentazione, adesione a substrato, trasformazione chimica, etc..).

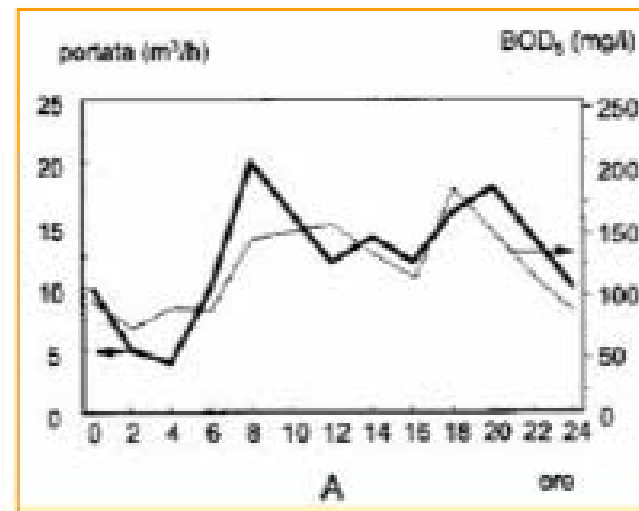
Anche il CARICO PUNTUALE di un impianto di depurazione non è mai costante nell'anno



Anche il carico può infatti avere significative variazioni giornaliere e stagionali



Stagionale



Giornaliera

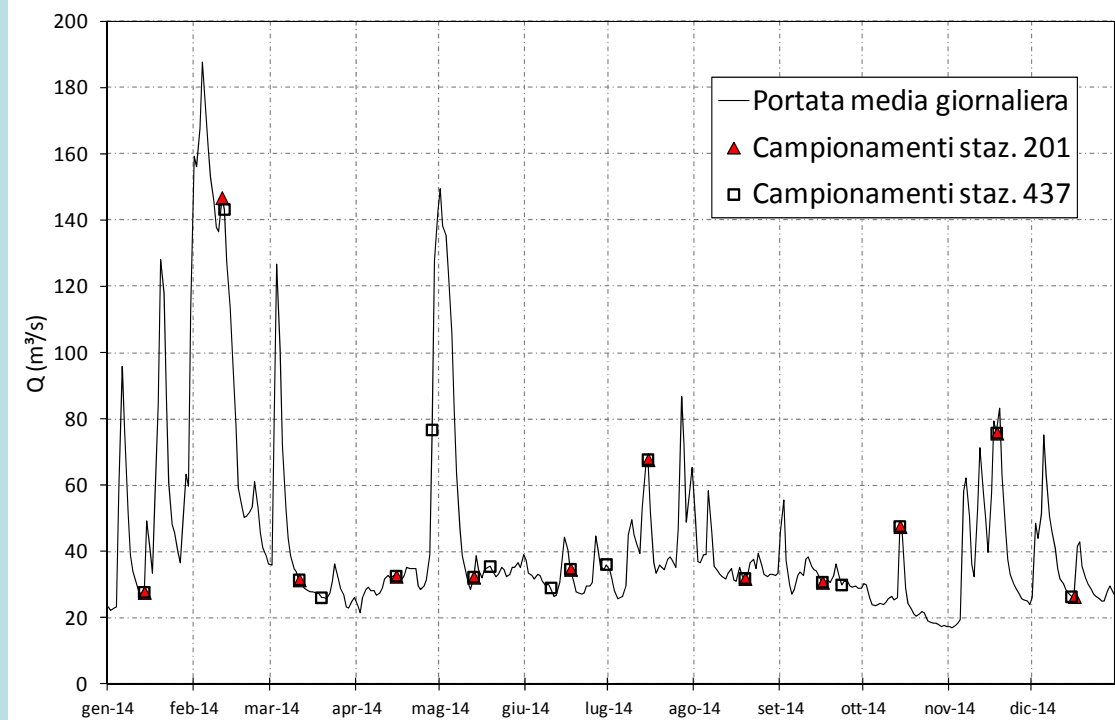
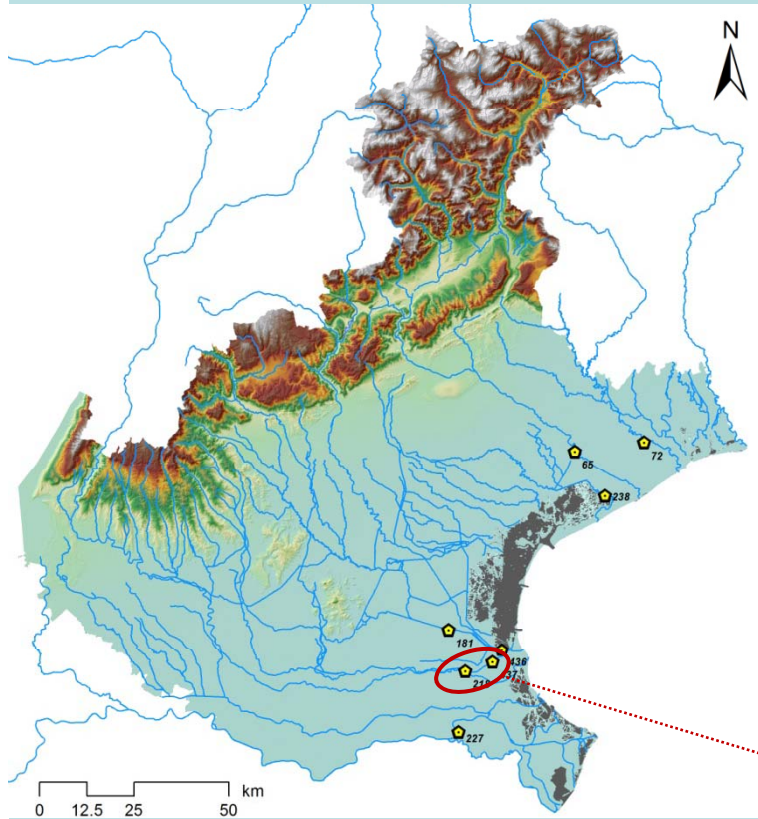
NELLA STIMA DEI CARICHI PUNTUALI MANCANO QUASI SEMPRE INFORMAZIONI SULLE PORTATE

Sarebbe importante conoscere le portate in ingresso, in uscita e gli sfiori.

Incertezza molto ampia, ma non tanto per le misure di portata:

- incertezza insita nelle analisi di laboratorio
- incertezza nel limite di rilevabilità
- a parità di dati di portata disponibili il risultato finale dipende dal momento in cui sono stati effettuati i campionamenti

Calcolo dei carichi fluviali



Fiume Gorzone a Stanghella

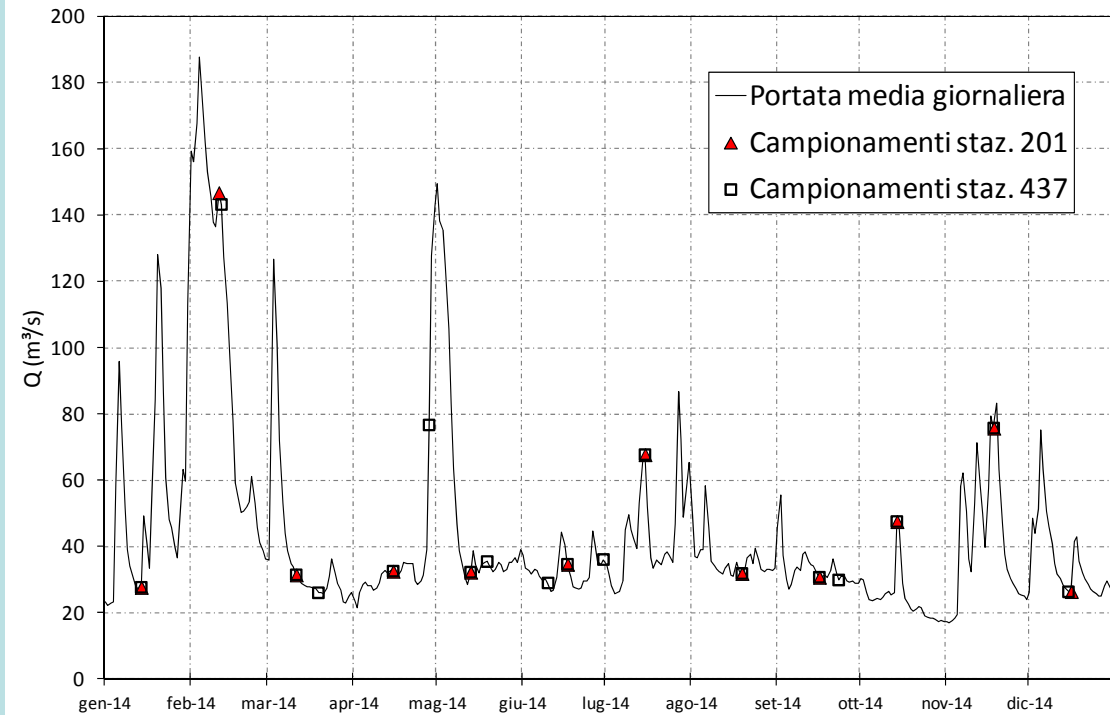
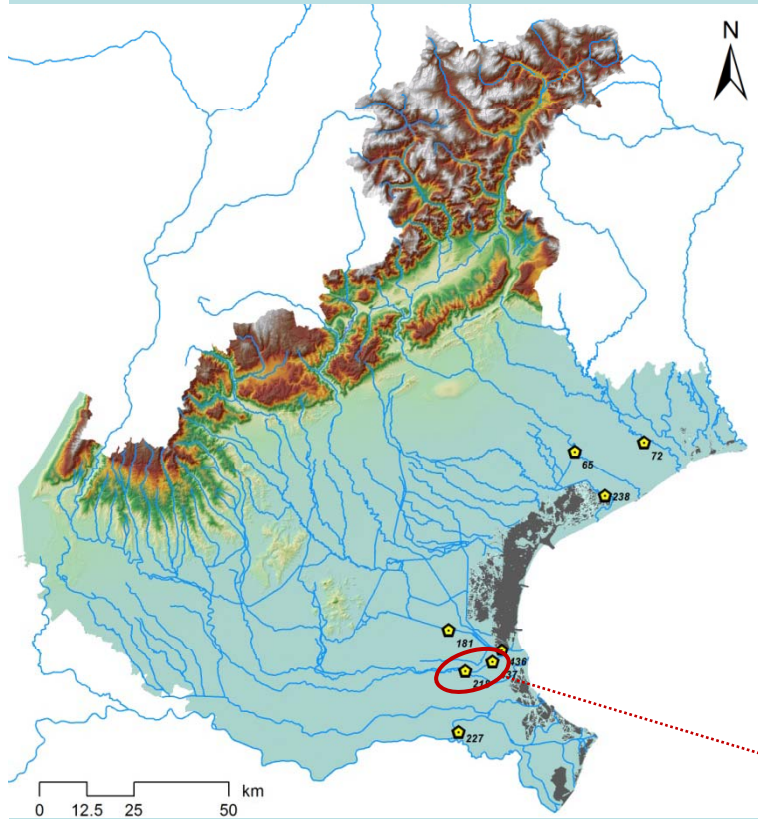
Stazioni utilizzate nell' "inventario"

$$Ly = \frac{Q_d}{Q_{Meas}} \cdot \left(\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n C_i \cdot Q_i \cdot U_f \right)$$

Serve solo :

- portata giornaliera in concomitanza con i prelievi
- portata media annua

Calcolo dei carichi fluviali



Fiume Gorzone a Stanghella

Stazioni utilizzate nell' "inventario"

$$Ly = \frac{Q_d}{Q_{Meas}} \cdot \left(\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n C_i \cdot Q_i \cdot U_f \right)$$

Serve solo :

- portata giornaliera in concomitanza con i prelievi
- portata media annua

Il Distretto del Po ha scelto di utilizzare il modello RIBASIM per la stima delle portate in tutte le stazioni utilizzate nell' "inventario"

Esempio di calcolo dei carichi fluviali a parità di portata sul fiume Adige nello stesso corpo idrico di confine



VENETO

| Sostanza | Carico [kg/anno] | | | |
|-----------|------------------|-------|-------|-------|
| | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 |
| Arsenico | 7800 | 12000 | 7300 | 6500 |
| Rame | | 8100 | 7600 | 4100 |
| Ferro | 230000 | | | |
| Piombo | | 3300 | | |
| Manganese | 27000 | 53000 | 20000 | 17000 |
| Zinco | | | 69000 | |

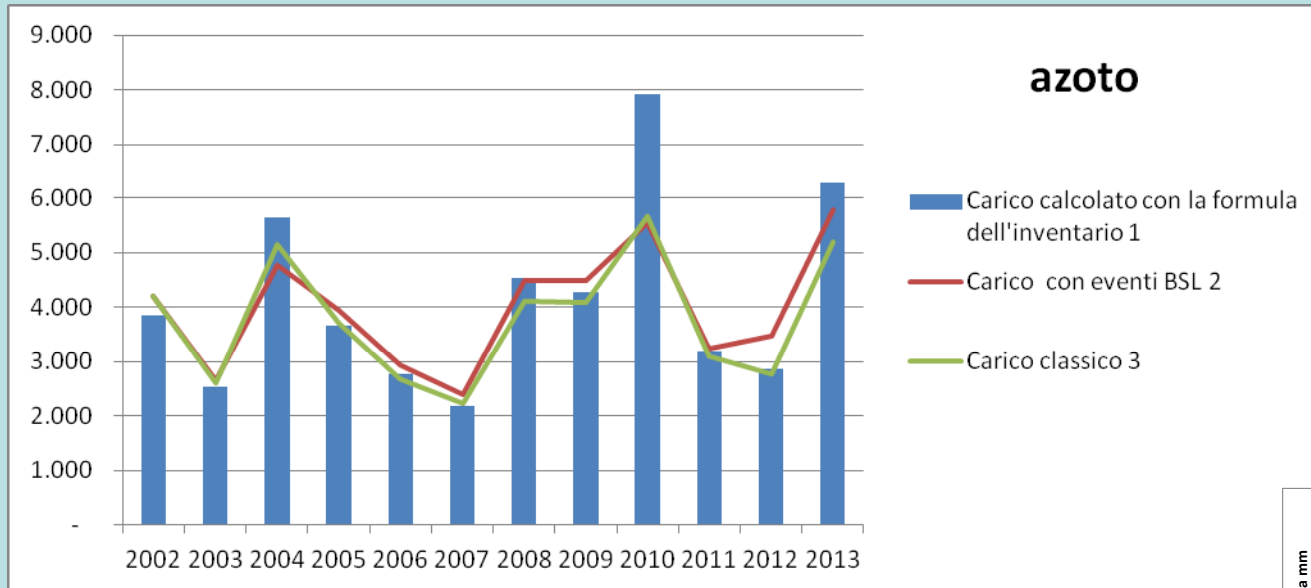
TRENTINO

| Sostanza | Carico [kg/anno] | | | |
|-----------|------------------|--------|--------|--------|
| | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 |
| Arsenico | 6000 | 6800 | 5400 | 4900 |
| Rame | 4200 | | | |
| Ferro | 570000 | 580000 | 440000 | 180000 |
| Piombo | 1300 | 4400 | 440 | 1500 |
| Manganese | 29000 | 40000 | 18000 | 14000 |
| Zinco | 2000 | 2700 | | 8700 |

| Sostanza | Rapporto Veneto/Trentino | | | |
|-----------|--------------------------|------|------|------|
| | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 |
| Arsenico | 130% | 176% | 135% | 133% |
| Rame | | | | |
| Ferro | 40% | | | |
| Piombo | | 75% | | |
| Manganese | 93% | 133% | 111% | 121% |
| Zinco | | | | |

I prelievi sono stati effettuati dalle rispettive Agenzie in momenti diversi

Esempio di diverse modalità di calcolo dei carichi nel Bacino scolante della Laguna di Venezia



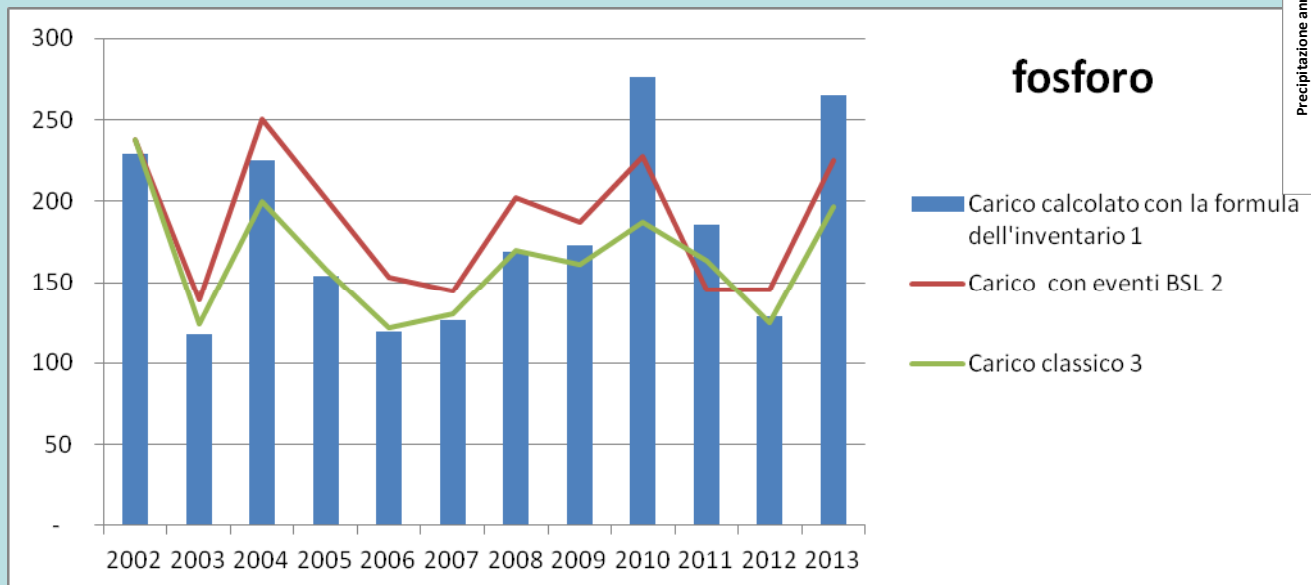
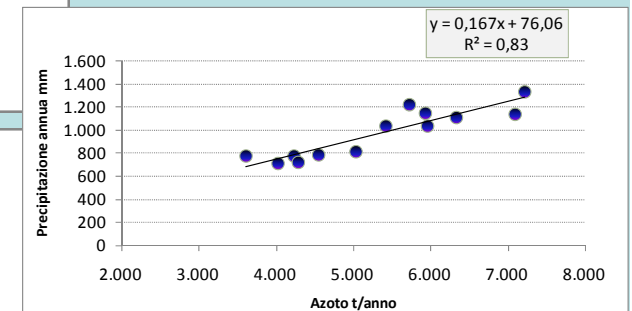
(1)

$$Ly = \frac{Q_d}{Q_{Meas}} \cdot \left(\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n C_i \cdot Q_i \cdot U_f \right)$$

(2)

se portata <95° percentile
Concent. del mese* Portata giornaliera

se portata >95° percentile
Stima carico ad hoc per ciascun bacino



(3)

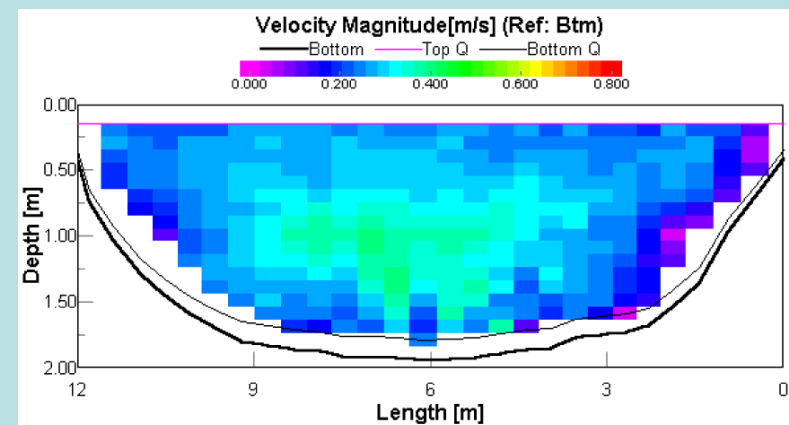
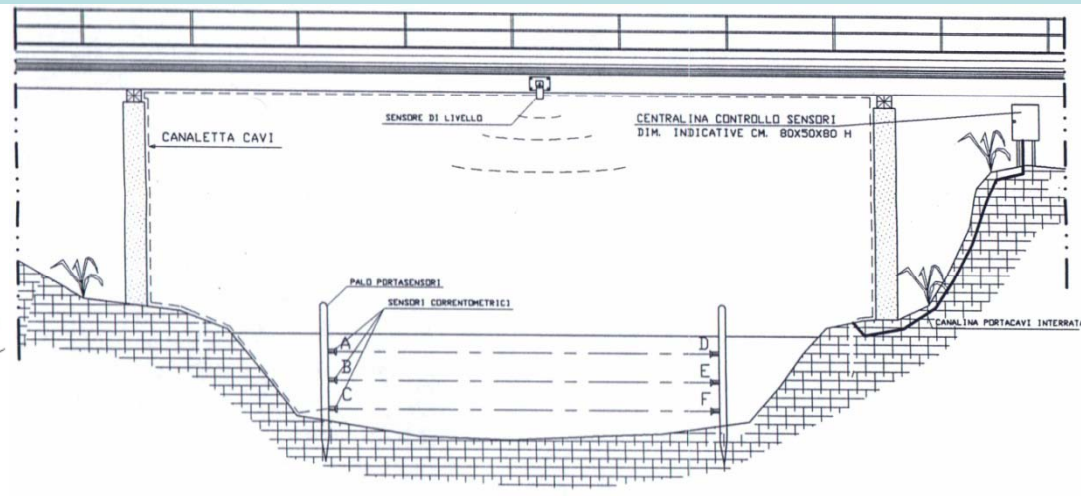
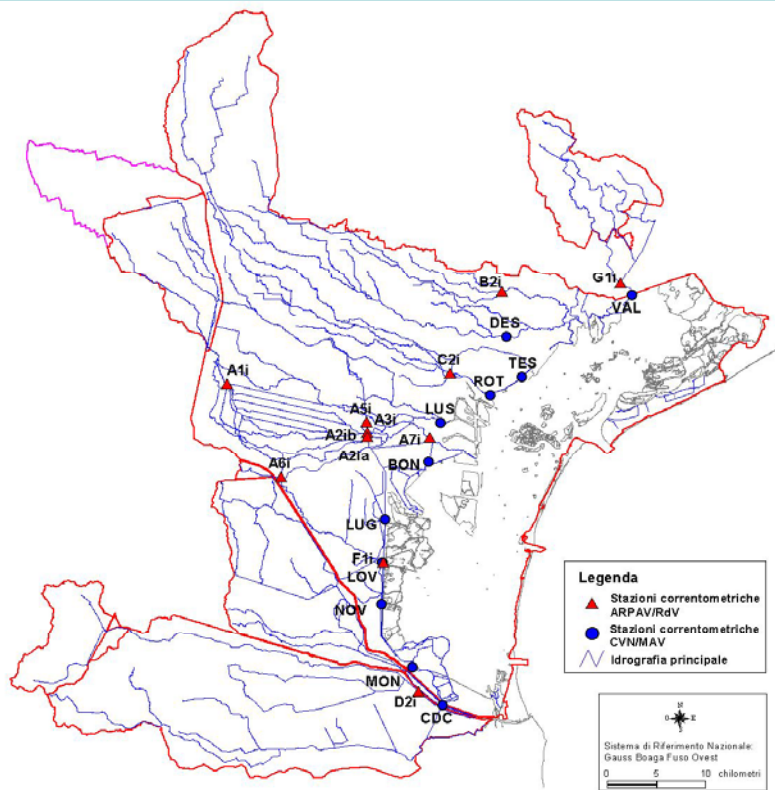
Concent. del mese* Portata mensile

Calcolo dei carichi alla Laguna di Venezia



Il Decreto del Ministro dell'Ambiente di concerto con il Ministro dei lavori Pubblici 9 febbraio 1999 fissa i carichi massimi ammissibili annui di inquinanti (nutrienti, microinquinanti inorganici, organici) provenienti da fonti puntuali e diffuse del bacino scolante e da acque di scarico dirette recapitate in laguna di Venezia.

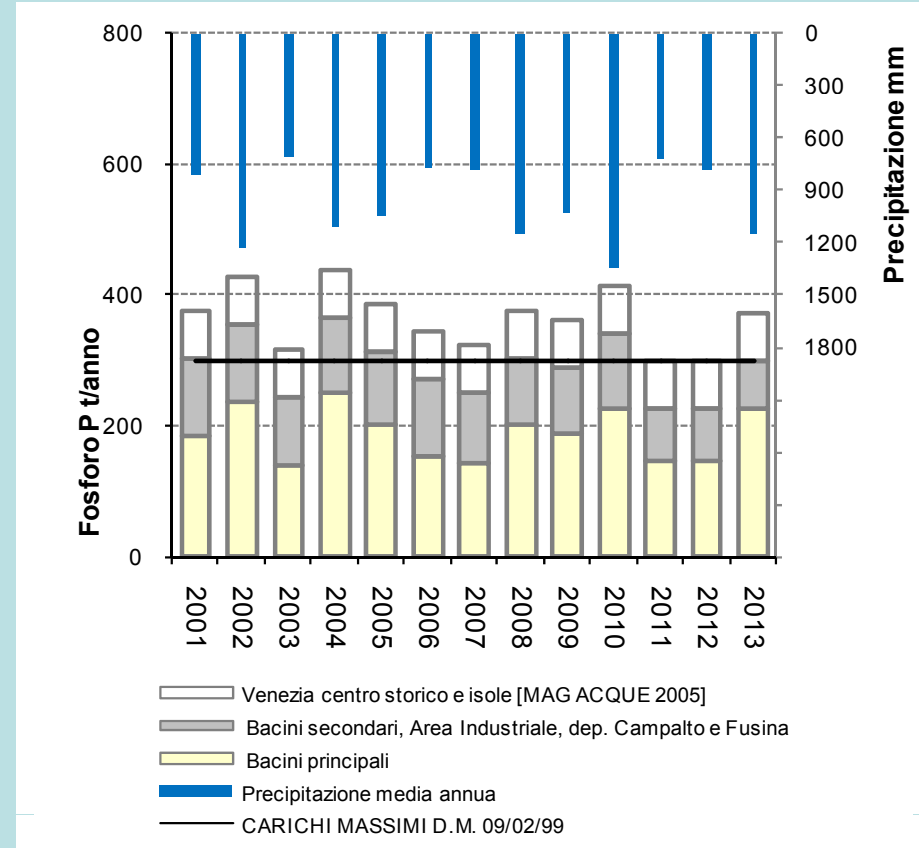
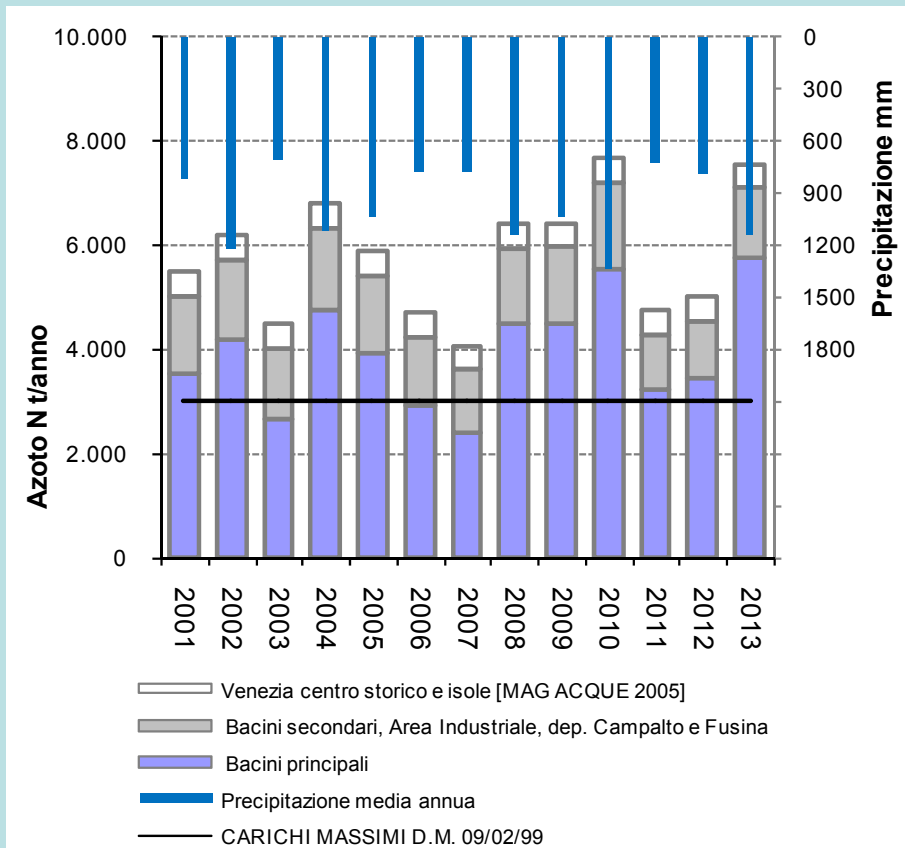
Dal 2002, ARPAV, nell'ambito delle attività stabilite dalla Regione ha realizzato un sistema di monitoraggio e controllo, per la verifica del raggiungimento degli obiettivi ambientali nel Bacino Scolante. Questo si avvale di stazioni di campionamento manuale e di stazioni automatiche per la misura delle portate, a corde ad ultrasuoni (per via della necessità di misurare portate in stazioni soggette a marea).



Calcolo dei carichi di Azoto e di Fosforo in Laguna di Venezia in relazione alla precipitazione annua

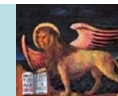


arpav

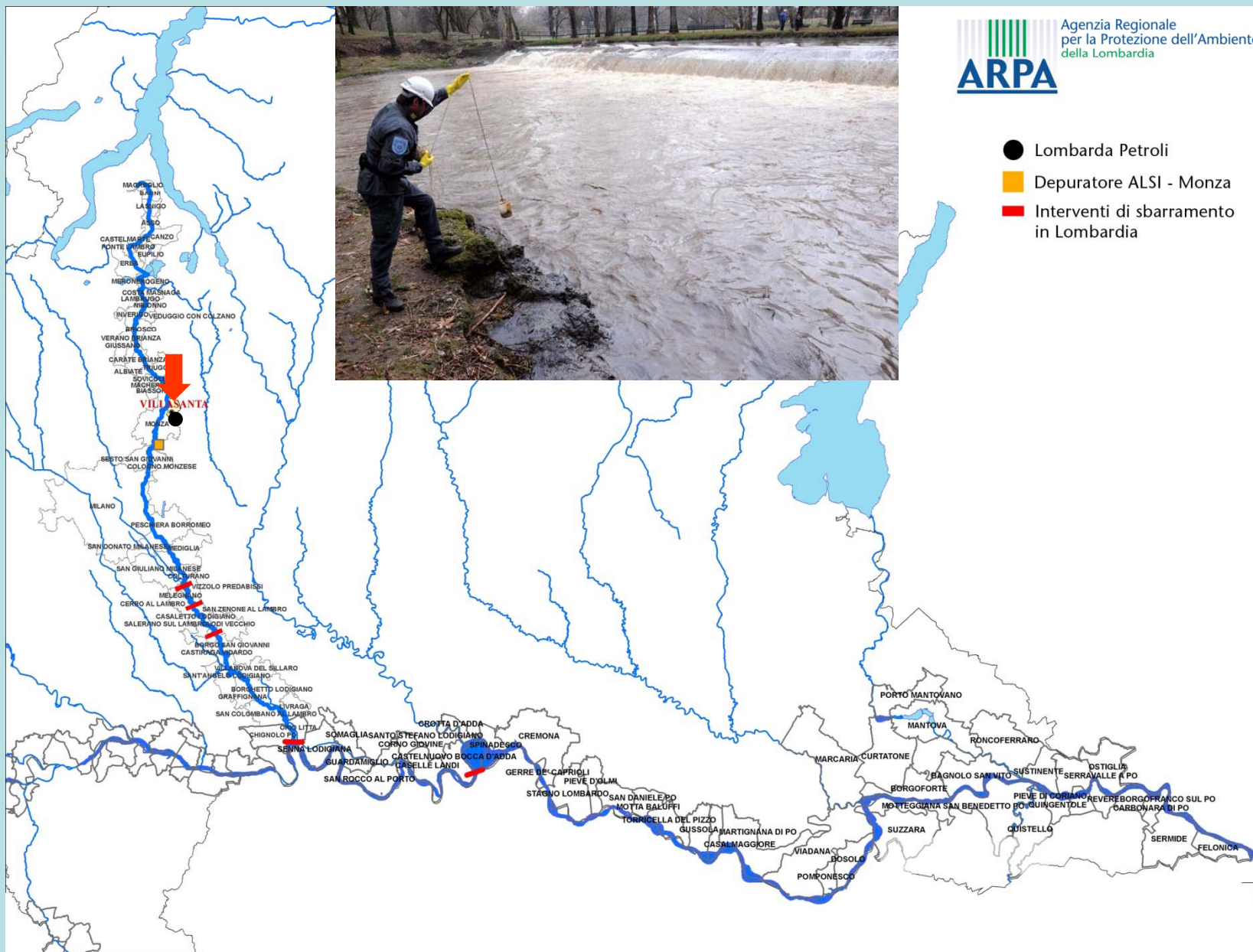


Due esempi in cui risulta palese l'importanza della informazione idrografica ed idrologica nella valutazione dell'evoluzione e della diffusione di inquinanti nei corsi d'acqua

Inquinamento del Lambro nel 2010



arpav



L'evidenza della presenza di sostanze perfluoroalchiliche (PFAS) in diversi corpi idrici superficiali e nei punti di erogazione delle acque potabili di alcuni comuni in provincia di Vicenza emerse da uno studio condotto da IRSA-CNR nel bacino del Po e nei principali bacini fluviali italiani; studio concluso nel 2013.

A fine maggio 2013 il Ministero dell'Ambiente chiese ad ARPAV di effettuare gli accertamenti necessari all'individuazione delle fonti di pressione.

Queste sostanze risultano particolarmente persistenti nell'ambiente.

Le sostanze perfluoroalchiliche, comunemente indicate con l'acronimo PFAS sono utilizzate principalmente per rendere resistenti ai grassi e all'acqua materiali quali tessuti (per es. Gore-Tex®), tappeti, carta, rivestimenti per contenitori per alimenti (es. Teflon® nelle pentole antiaderenti, sacchetti per popcorn da microonde), sono presenti in prodotti per spegnere incendi.

Sono sostanze così solubili che si presterebbero molto bene anche come traccianti per misure di portata.

Di particolare interesse, nell'ottica della protezione della salute e dell'ambiente, sono i composti a così detta catena lunga in quanto si sono dimostrati essere maggiormente bioaccumulabili rispetto agli omologhi a catena corta.

PFOS e PFOA sono i due acidi perfluoroalchilici a catena lunga maggiormente riportati e discussi nella letteratura scientifica.

In particolare il PFOS è da qualche tempo bandito e sostituito nelle produzioni industriali da altri PFAS.

Sino ad oggi in Italia per queste sostanze non ci sono ancora:

- **limiti allo scarico**
- **limiti ambientali nelle acque superficiali e/o sotterranee**
- **limiti per quanto riguarda le acque di approvvigionamento idropotabile.**

Nel giugno 2013 vennero subito avviati dalla Sanità della Regione e da ARPAV campionamenti:

- nelle acque potabili,
- nelle falde,
- nelle acque superficiali,
- in alcuni scarichi.

Contemporaneamente messe a punto le metodiche di analisi di laboratorio (si cercano i ng/l).

La campagna di campionamenti sulle acque superficiali è stata accompagnata da misure di portata effettuate contemporaneamente, mediante ADCP .

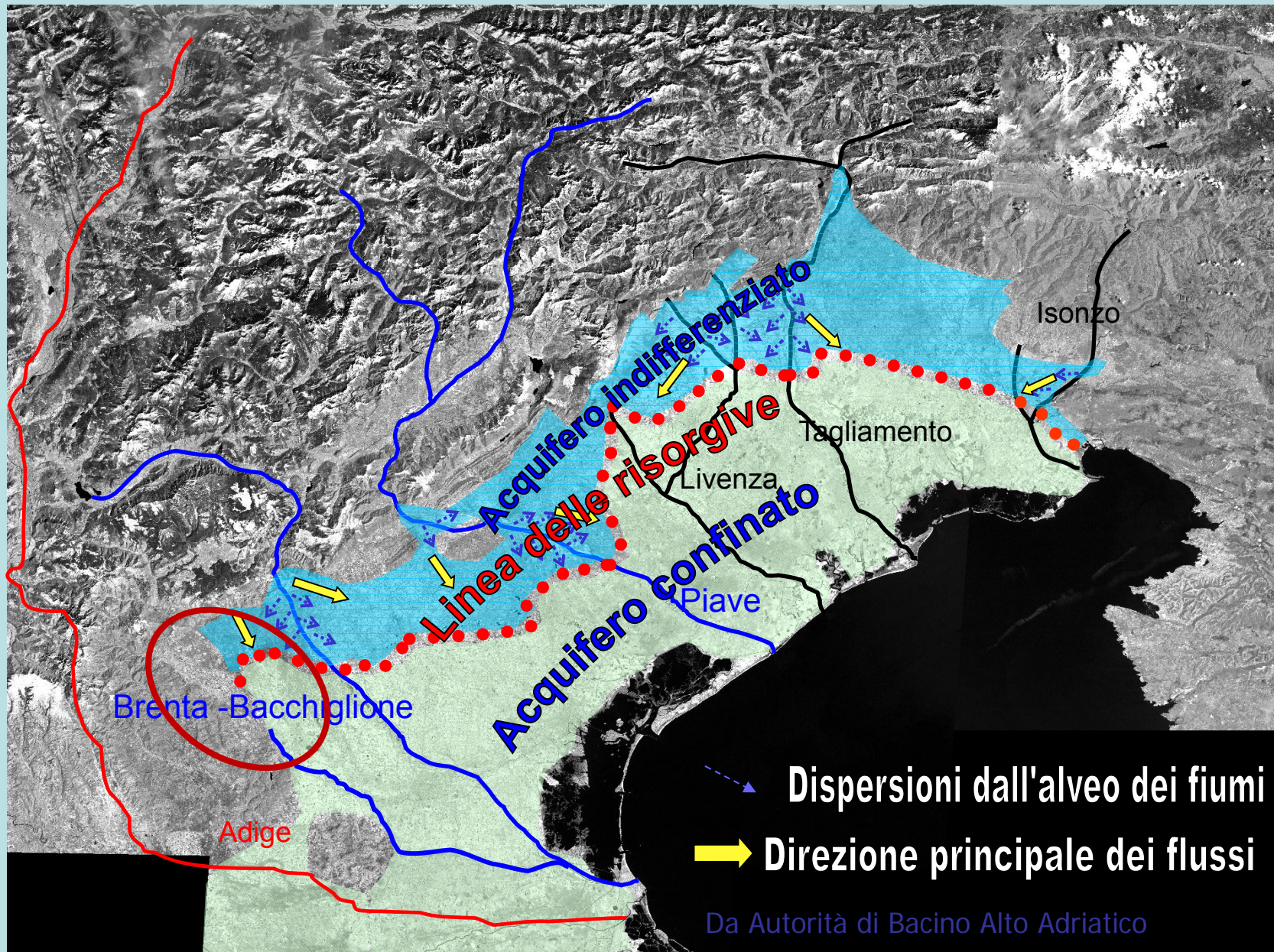
La principale fonte era già nota: si tratta di una fabbrica che produce queste sostanze da più di 30 anni.

La conoscenza della freaticimetria della zona e dell'origine dei corsi d'acqua (conoscenza idrologica e idrogeologica) ha permesso in pochi mesi di inquadrare la problematica.

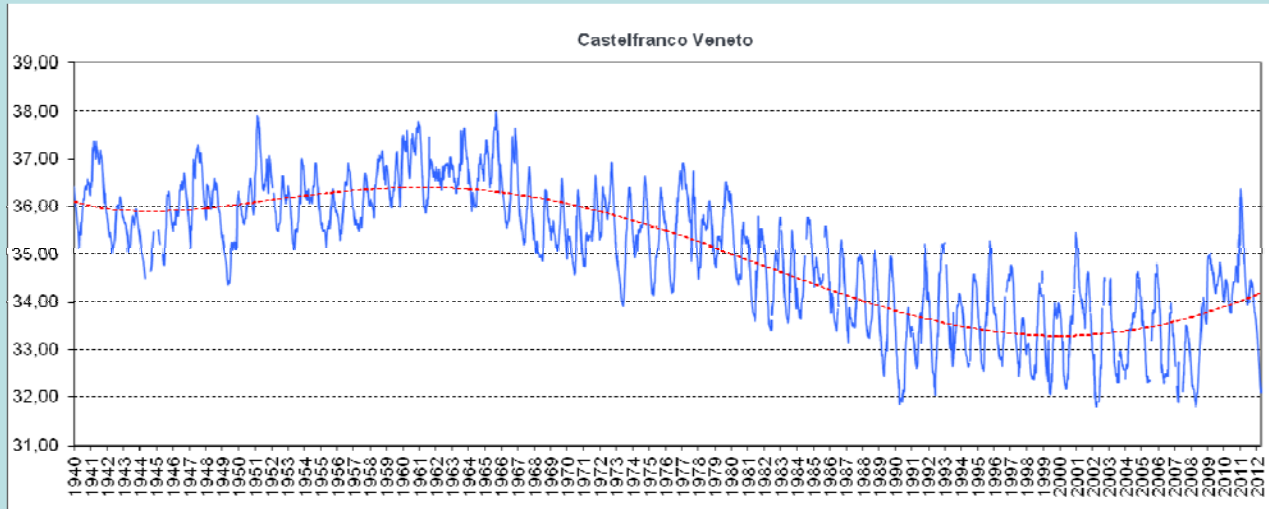
SISTEMA IDROGEOLOGICO DEL VENETO



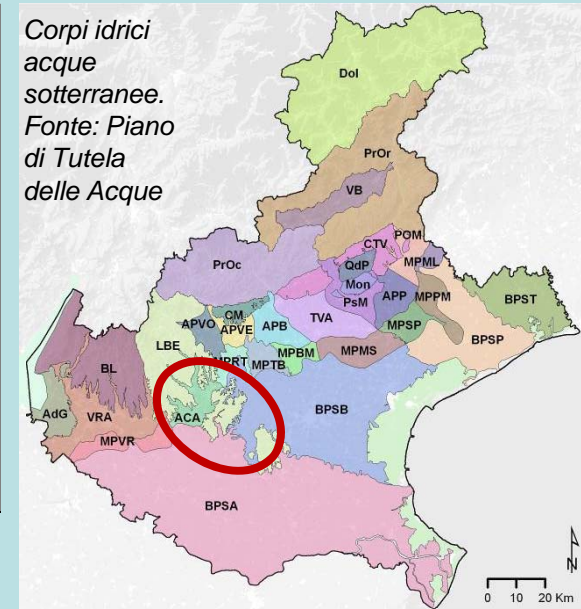
arpav



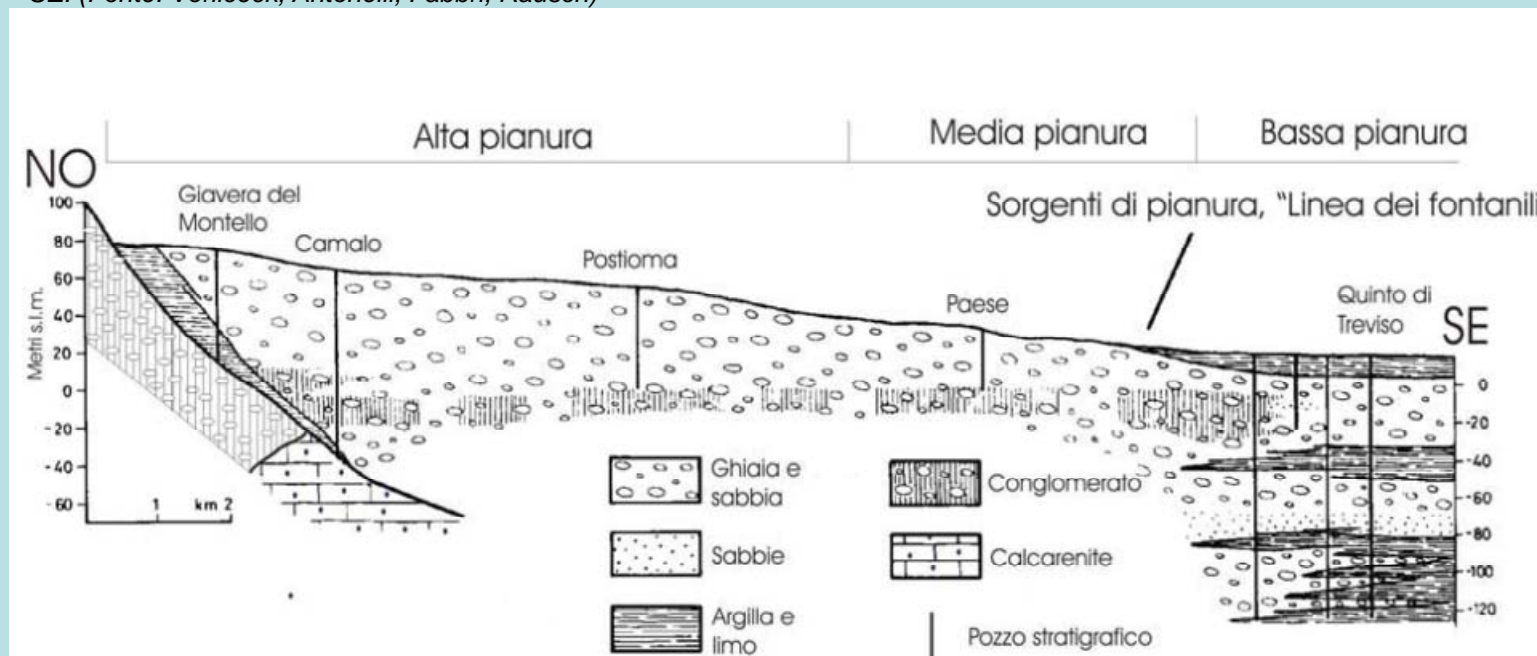
SISTEMA IDROGEOLOGICO DEL VENETO



Corpi idrici
acque
sotterranee.
Fonte: Piano
di Tutela
delle Acque



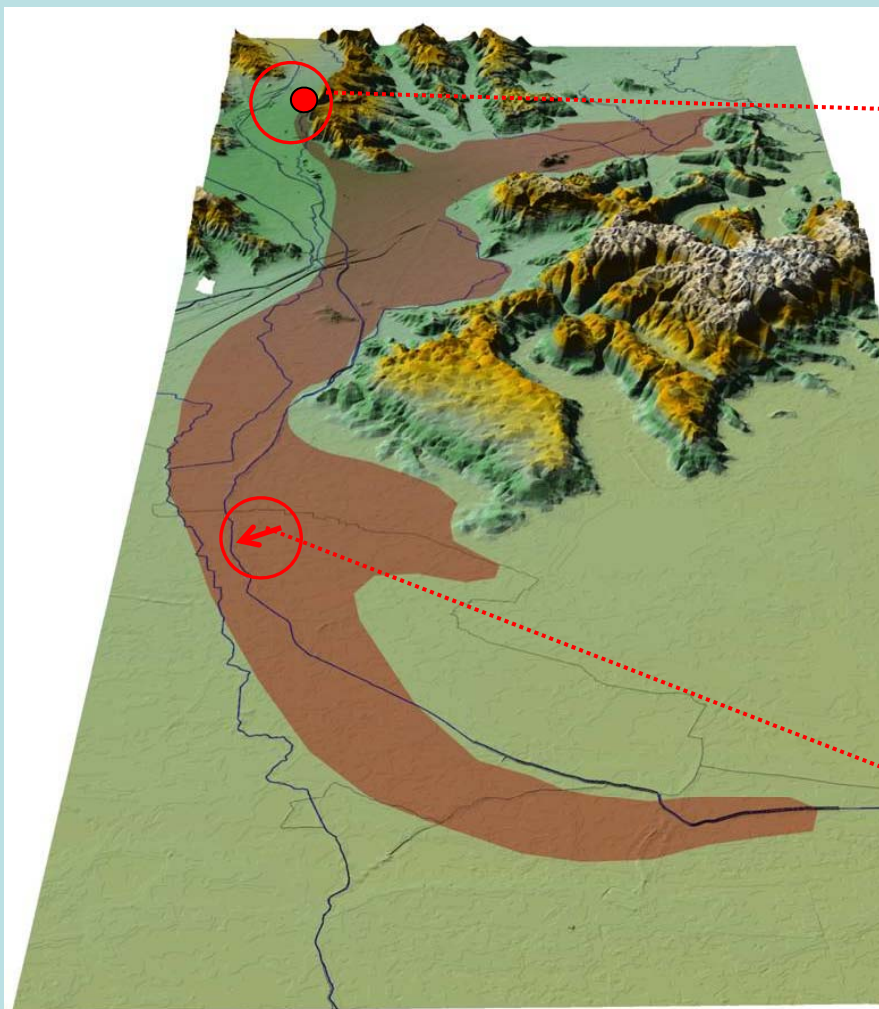
Sezione geologica schematica trasversale alla Pianura Veneta, con andamento NO – SE. (Fonte: Vorliceck, Antonelli, Fabbri, Rausch)



Inquinamento da PFAS in Veneto



arpav



Inquinamento delle falde per 180 km²

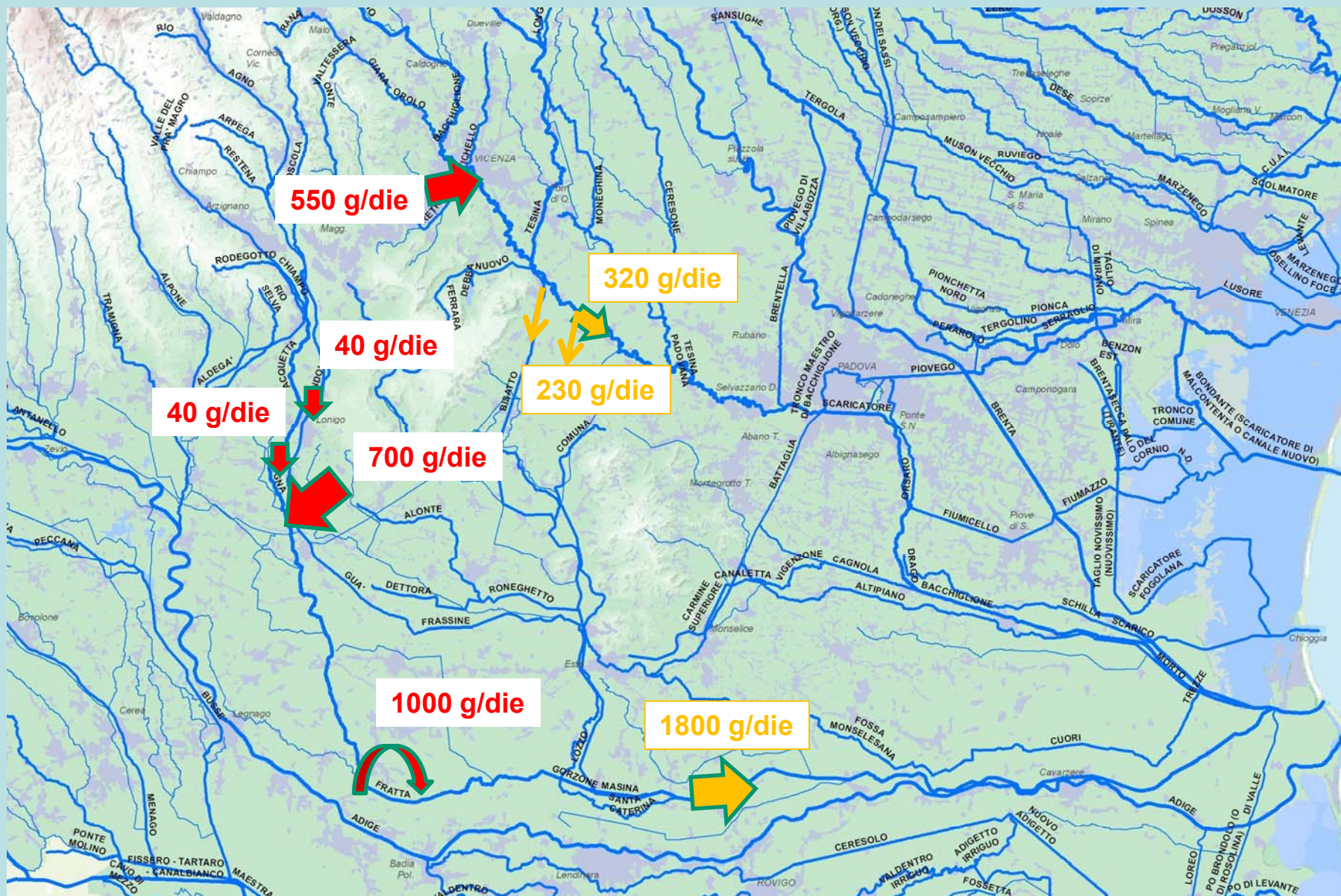


Collettore di 5 impianti di depurazione del distretto della "concia"

Stima del carico della somma PFAS veicolato dai principali corsi d'acqua nell'agosto 2013



arpav





La diffusione dell'inquinamento



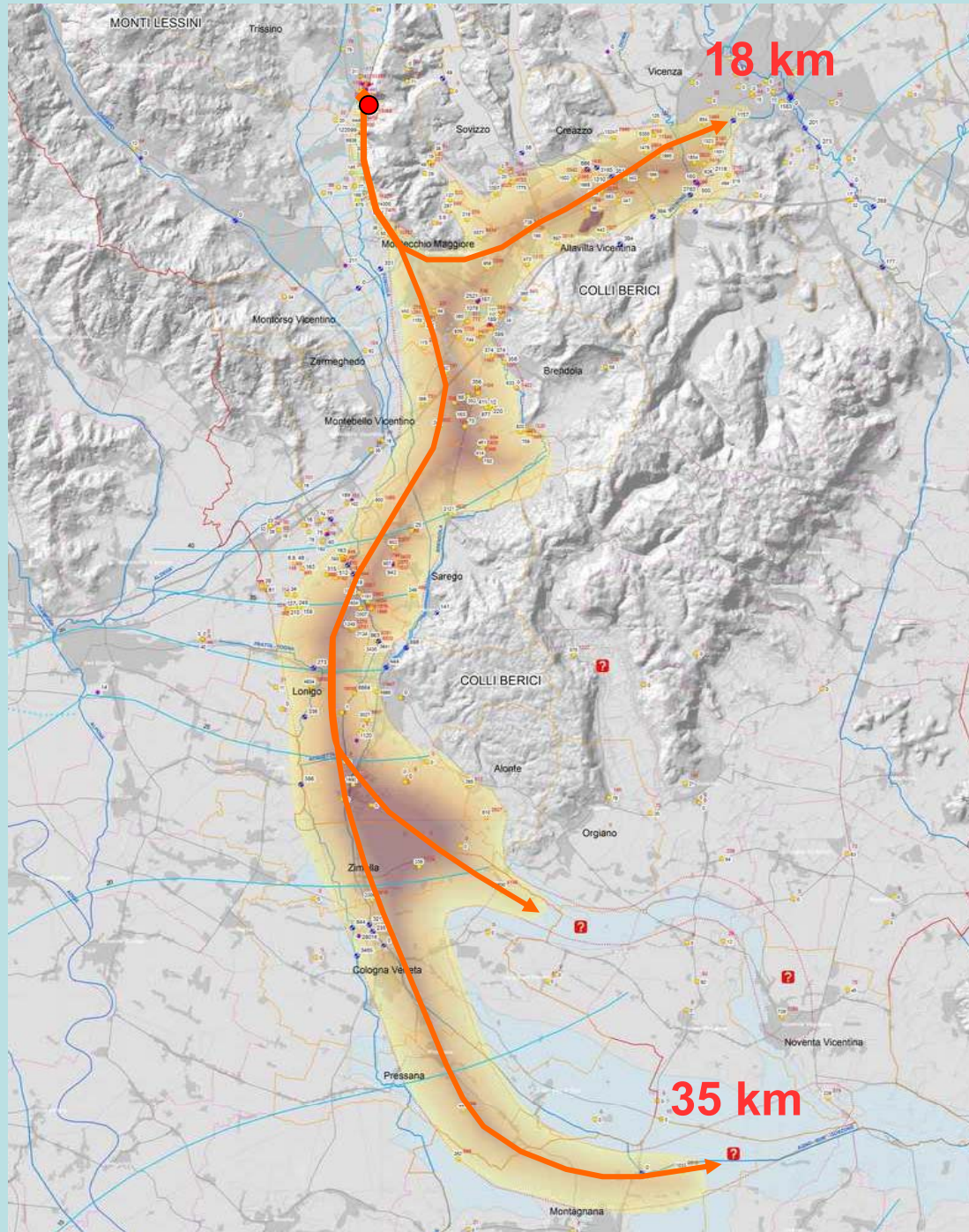
Dalle indagini svolte si può affermare che la contaminazione ha seguito due vie di propagazione principali:

- la prima, attraverso il reticolo delle acque superficiali con dinamiche di rapido trasporto anche a distanze ragguardevoli
- la seconda, più lenta, nelle acque sotterranee contaminate anche dalle percolazioni (scarichi, dilavamento, scolmatori fognari ecc.)

La diffusione quindi appare complessa e determinata da contaminazioni reciproche di acque superficiali e sotterranee .

Le acque superficiali drenano la falda contaminata (risorgive) e ne vengono alimentate. Ricevono inoltre gli scarichi di acque contaminate prelevate dal sottosuolo (a scopo irriguo, per usi industriali, nonché dal reticolo di bonifica attraverso le idrovore, ecc..).

A sua volta la falda nella parte meridionale è certamente alimentata da apporti del reticolo irriguo superficiale.



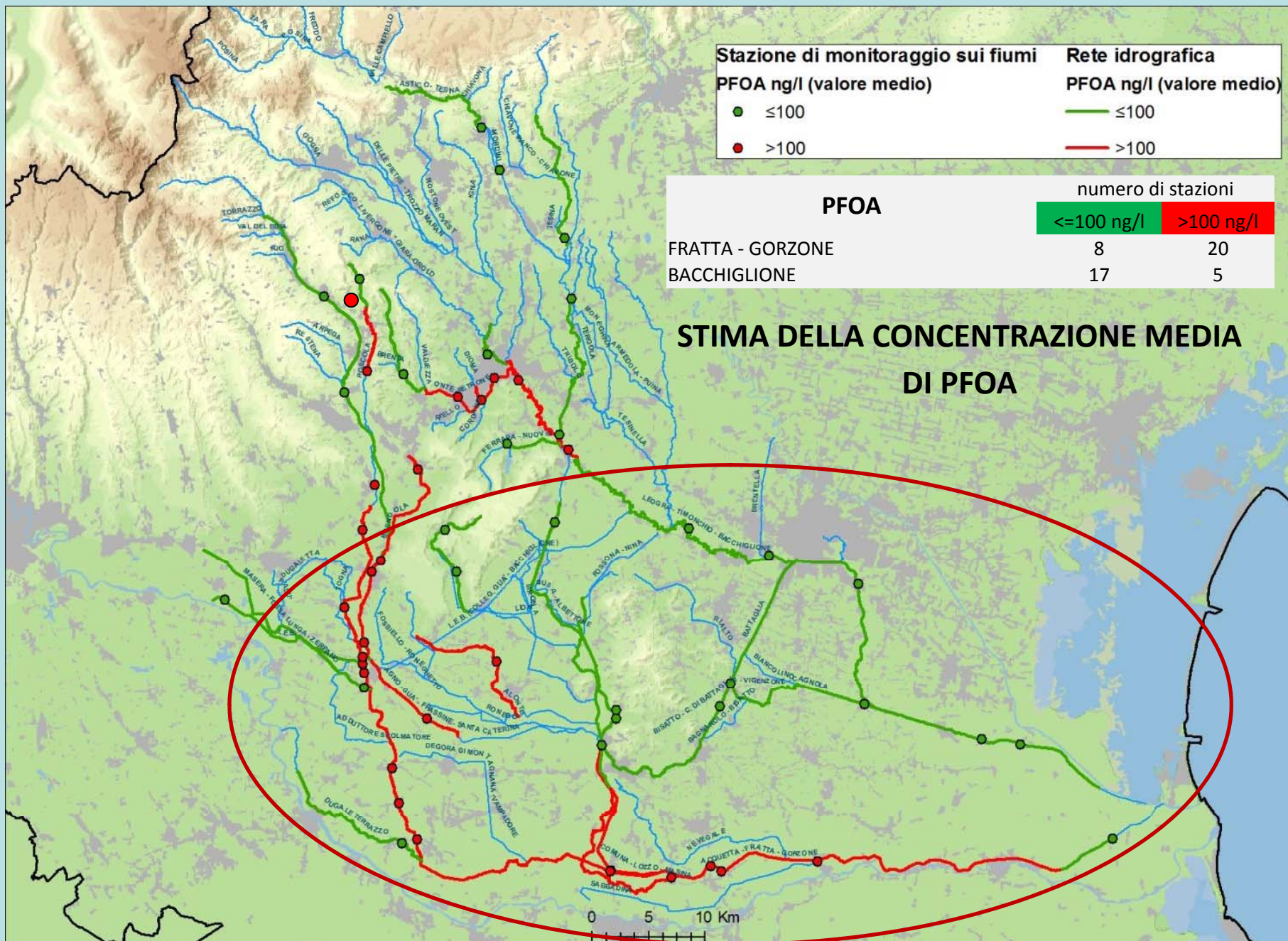
INQUINAMENTO DA PFAS

La specie inquinante ha dimostrato di avere caratteristiche chimico-fisiche che ne permettono una estrema diffusione nell'ambiente (l'estensione longitudinale dell'inquinamento nelle falde a sud ha superato i 35 km) dimostrando inoltre, per le sue specifiche proprietà di persistenza e bassa/nulla biodegradabilità, di essere un formidabile tracciante dei deflussi idrici sotterranei e superficiali

Stazioni della rete regionale acque superficiali



arpav





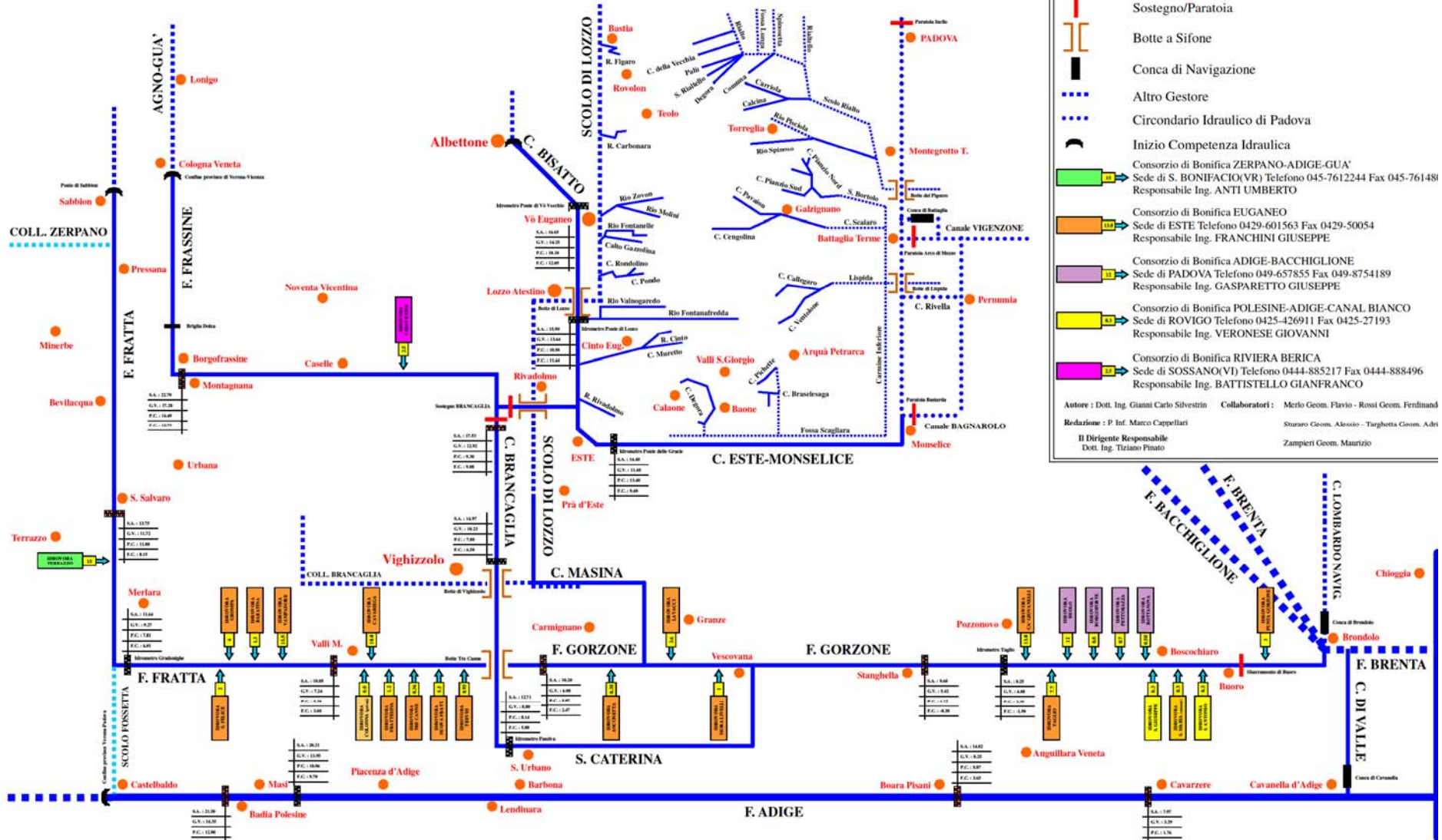
arpav



REGIONE DEL VENETO GENIO CIVILE DI PADOVA CIRCONDARIO IDRAULICO DI ESTE

LEGENDA

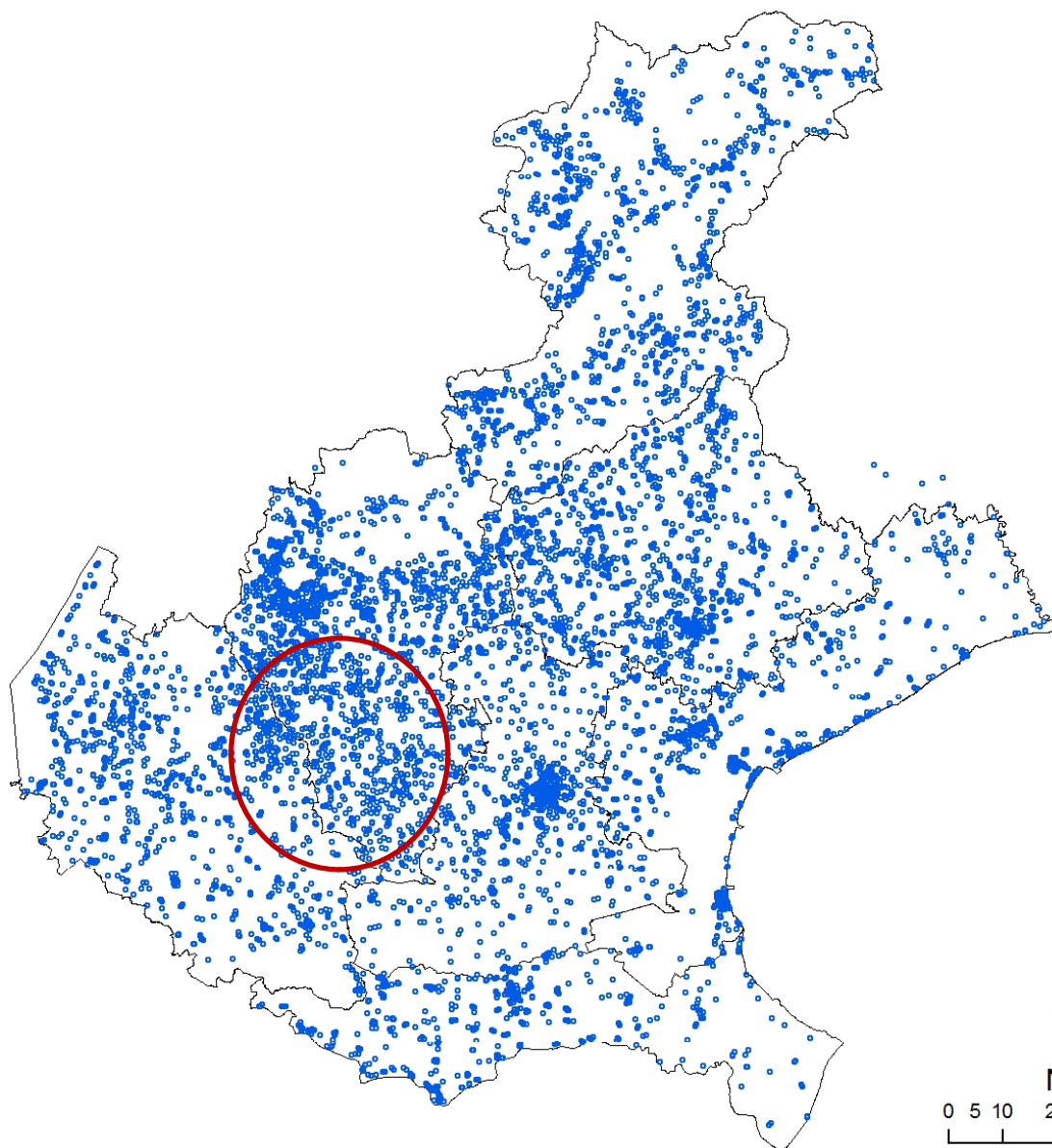
- Impianto Idrovoro Consorziale
Portata Max. mc / s
 - Teleidrometri (Sistema MARTE) - Quote assolute
 - Idrometri con lettura a vista - Quote assolute
 - Sostegno/Paratoia
 - Botte a Sifone
 - Conca di Navigazione
 - Altro Gestore
 - Circondario Idraulico di Padova
 - Inizio Competenza Idraulica
 - Consorzio di Bonifica ZERPAO-ADIGE-GUA'
Sede di S. BONIFACIO(VR) Telefono 045-7612244 Fax 045-761480
Responsabile Ing. ANTI UMBERTO
 - Consorzio di Bonifica EUGANEO
Sede di ESTE Telefono 0429-601563 Fax 0429-50054
Responsabile Ing. FRANCHINI GIUSEPPE
 - Consorzio di Bonifica ADIGE-BACCHIGLIONE
Sede di PADOVA Telefono 049-657855 Fax 049-8754189
Responsabile Ing. GASPARETTO GIUSEPPE
 - Consorzio di Bonifica POLESINE-ADIGE-CANAL BIANCO
Sede di ROVIGO Telefono 0425-426911 Fax 0425-27193
Responsabile Ing. VERONESE GIOVANNI
 - Consorzio di Bonifica RIVIERA BERICA
Sede di SOSSANO(VI) Telefono 0444-885217 Fax 0444-888496
Responsabile Ing. BATTISTELLO GIANFRANCO
- Autore : Dott. Ing. Gianni Carlo Silvestrin Collaboratori : Merlo Geom. Flavio - Rossi Geom. Ferdinando
 Redazione : P. Inf. Marco Cappellari Sturmo Geom. Alessio - Targheta Geom. Adri
 Il Dirigente Responsabile Zampieri Geom. Maurizio
 Dott. Ing. Tiziano Pinato



I punti di controllo delle acque distribuite al consumo umano: il SInAP

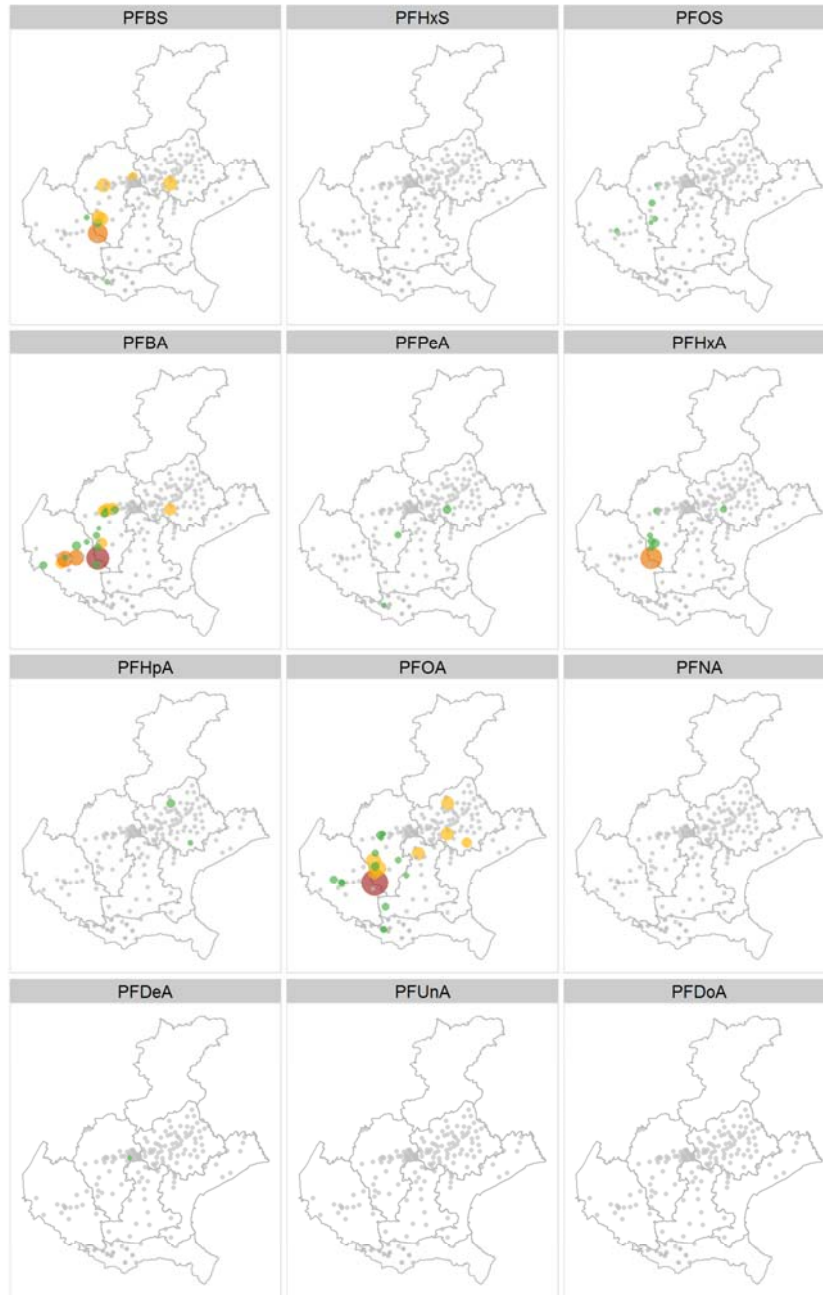


arpav

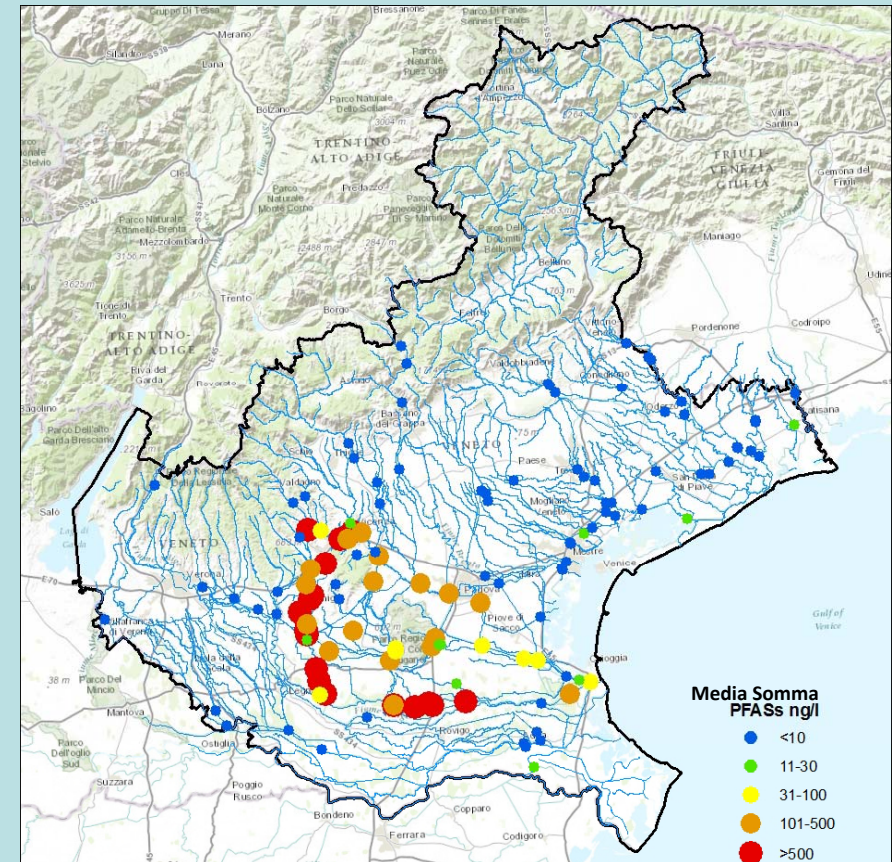


Il SInAP è un applicativo Web di registrazione dei dati anagrafici e di localizzazione dei punti di campionamento della rete dei controlli delle aziende ULSS del Veneto e di condivisione dei dati analitici dei laboratori ARPAV archiviati in SIRAV (Banca Dati dei Monitoraggi Ambientali).

Le stazioni SinAP attive in Veneto sono 8815 e ogni anno fra questi le ULSS ne scelgono circa 3700



concentrazione [ng/l] ● <10 ● 10-30 ● 31-100 ● 101-500 ● >500



Misure 2013-2014. Media concentrazioni somma PFAS nelle acque superficiali

**Campagna novembre 2015
PFAS acque sotterranee**

<http://www.arpa.veneto.it/temi-ambientali/acqua/file-e-allegati/documenti/acque-interne>

Ultime considerazioni di interesse idrologico prendendo spunto dall'esperienza della contaminazione PFAS in Veneto



Importanza degli scambi tra acque sotterranee e superficiali anche e soprattutto in riferimento alla qualità delle acque.

Ciò è risultato particolarmente rilevante anche per altre sostanze (nitrati, pesticidi, per alcuni metalli, ...)

Nelle falde, (.. poi nei corsi d'acqua), troviamo molto spesso sostanze che non vengono più utilizzate da tempo, per via della dinamica e dei tempi di propagazione dell'acqua negli acquiferi.

Ultime considerazioni di interesse idrologico prendendo spunto dall'esperienza della contaminazione PFAS in Veneto



Importanza della conoscenza del regime idrologico delle falde e dei corsi d'acqua, anche nella pianificazione di campionamenti e di campagne di misura di portata volte alla comprensione di fenomeni di inquinamento.

Importanza della conoscenza idrografica, intesa sia come conoscenza del reticolo idrografico e dei contributi di ciascun bacino o corso d'acqua, sia soprattutto come conoscenza delle opere di derivazione e di scarico e del loro funzionamento.

Come già visto è importante, per esempio, conoscere il regime di portata anche negli scarichi di impianti di trattamento di acque reflue.

**Ultime considerazioni di interesse idrologico prendendo
spunto dall'esperienza della contaminazione PFAS in Veneto**



**ANCORA : importanza delle misure di portata
nella stima dei carichi ... e non solo !!!**

isaccardo@arpa.veneto.it

LA RELAZIONE TRA PROCESSI FISICI, CHIMICI E TERRITORIALI E LA QUALITA' AMBIENTALE DELLE ACQUE



arpav



Strà - Villa Pisani (VE) vasca taratura molinelli 1915



ARPAV – Servizio Osservatorio Acque Interne – Ing. Italo Saccardo

isaccardo@arpa.veneto.it