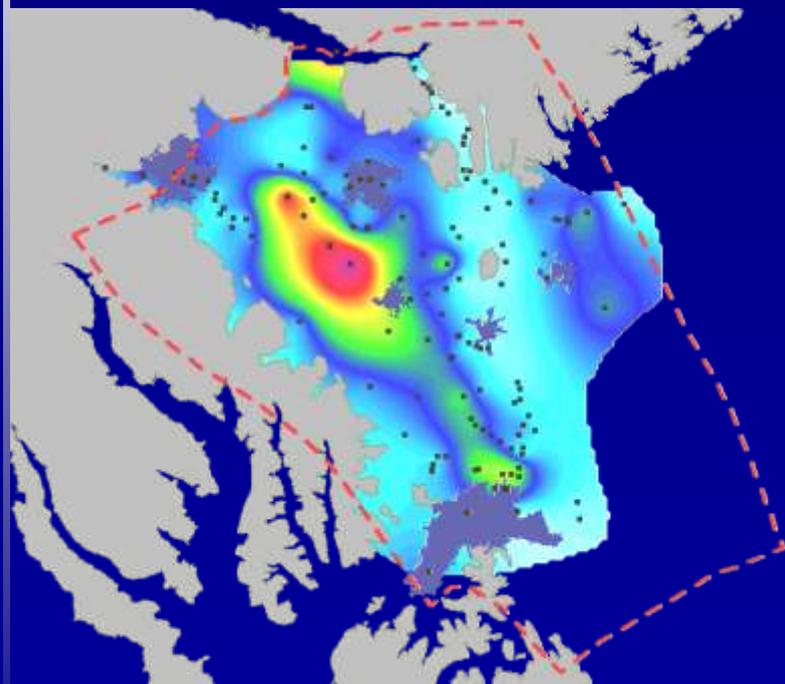
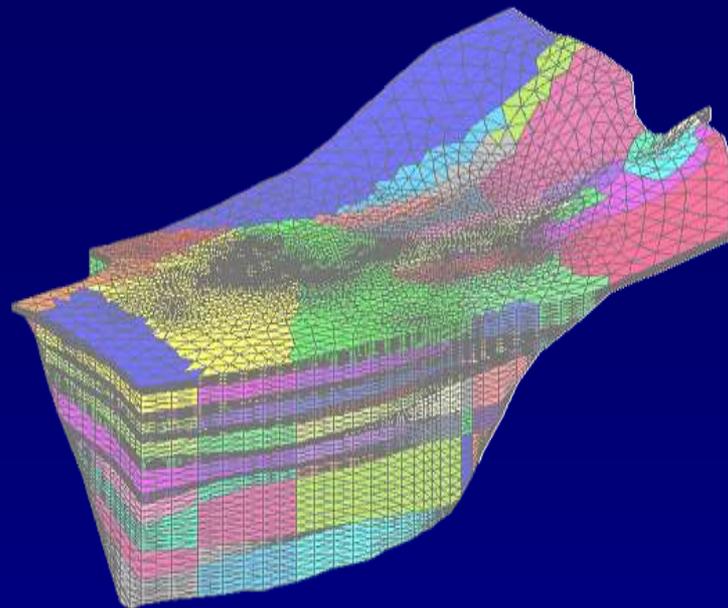


*Istituto Veneto di Scienze, Lettere ed Arti
Venezia, 21 marzo 2014*

Vulnerabilità e inquinamento degli acquiferi del Veneto centrale

Lorenzo Altissimo
Centro Idrico Novoledo srl



Inquinata la falda acquifera che da Trissino giunge alle porte di Vicenza

Sovizzo Creazzo e Monteviale da oggi senza acqua potabile

Allarme per Altavilla e Montecchio Maggiore: atteso da Roma il responso

Da oggi, a partire dalle ore 12, le falde acquifere che in Trissino, Sovizzo e Monteviale si intersecano inquinano i vari livelli. C'è un allarme che si ripete — ancora accentratissimo — ma, che impedisce la qualità della situazione a tutto livello. In questi giorni, la qualità della situazione è stata compromessa dal inquinamento del sistema idrico. La zona dell'acquifero è stata una falda che si trova nella valle del Reno, a Vicenza, che arriva a pochi metri sotto il piano di campagna. La falda è stata inquinata da un liquido che, per essere, è stato portato a Creazzo e Monteviale. In questi giorni, la qualità della situazione è stata compromessa dal inquinamento del sistema idrico. La zona dell'acquifero è stata una falda che si trova nella valle del Reno, a Vicenza, che arriva a pochi metri sotto il piano di campagna. La falda è stata inquinata da un liquido che, per essere, è stato portato a Creazzo e Monteviale.

Qual è la fase di inquinamento?

La falda è stata inquinata da un liquido che, per essere, è stato portato a Creazzo e Monteviale. In questi giorni, la qualità della situazione è stata compromessa dal inquinamento del sistema idrico. La zona dell'acquifero è stata una falda che si trova nella valle del Reno, a Vicenza, che arriva a pochi metri sotto il piano di campagna. La falda è stata inquinata da un liquido che, per essere, è stato portato a Creazzo e Monteviale.

Una riunione drammatica

La riunione è stata molto drammatica. I dirigenti della Rimar si sono riuniti per discutere della situazione. La riunione è stata molto drammatica. I dirigenti della Rimar si sono riuniti per discutere della situazione. La riunione è stata molto drammatica. I dirigenti della Rimar si sono riuniti per discutere della situazione.

Dei giardini

Dei giardini, si è parlato molto. La situazione è molto preoccupante. I giardini sono stati danneggiati dall'inquinamento. La situazione è molto preoccupante. I giardini sono stati danneggiati dall'inquinamento.



Un fulmine e del sereno

Un fulmine e del sereno, la giornata è stata molto particolare. Il tempo è stato molto variabile. Un fulmine e del sereno, la giornata è stata molto particolare. Il tempo è stato molto variabile.

9 sett. 1977

16 sett. 1977

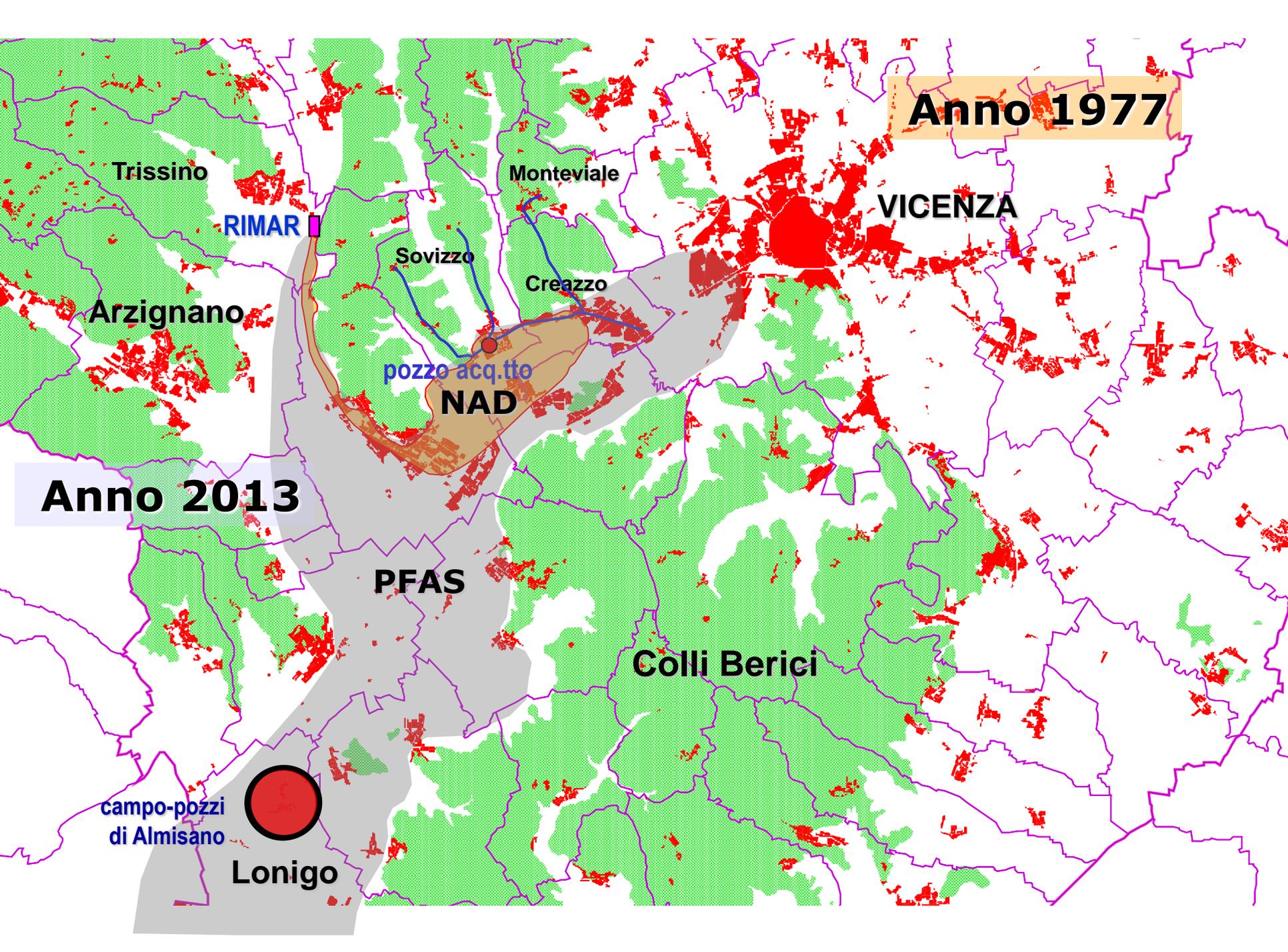
Svolta nella vicenda degli inquinamenti a Creazzo, Sovizzo e Monteviale

Due comunicazioni giudiziarie inviate dal Pretore ai dirigenti della Rimar

L'atto del magistrato rivolto all'attuale e alla precedente gestione dell'azienda chimica di Trissino, che a Sovizzo chiuse anche l'ultimo pozzo utilizzabile - Creazzo allacciata alle AIM, ma per la potabilità si attendono le analisi

Comunicazioni giudiziarie alla Rimar per gli inquinamenti. Le ha inviate il pretore di Vicenza, mons. De M... (text continues with details of the legal proceedings and the state of the water supply in the affected areas).





Vulnerabilità - Rischio - Inquinamento

1. La vulnerabilità dei corpi idrici sotterranei

- definizioni di vulnerabilità
- esempi di calcolo dell'indice di vulnerabilità

2. I fattori di rischio

- centri di pericolo, fonti diffuse di inquinamento, "bersagli", campo di moto → **mappe della vulnerabilità integrata**
- classificazione del rischio di inquinamento per pozzi di attingimento

3. Propagazione degli inquinanti in falda

- il problema dei metaboliti

Definizioni di vulnerabilità

- la vulnerabilità di un corpo idrico sotterraneo è definita dalla **possibilità di penetrazione e propagazione** degli inquinanti nell'acquifero (*B. Marcolongo - 1987*)
- è la **suscettibilità** specifica dei sistemi acquiferi nelle loro diverse parti componenti e nelle diverse situazioni geometriche e idrodinamiche, **ad ingerire e diffondere**, anche mitigandone gli effetti, un inquinante fluido o idroveicolato tale da produrre impatto sulla qualità dell'acqua sotterranea nello spazio e nel tempo. (*M. Civita - 1992*)

Vulnerabilità intrinseca

- **La vulnerabilità intrinseca considera essenzialmente le caratteristiche:**
 - **litostrutturali** (pedologia e stratigrafia),
 - **idrogeologiche** (spessore insaturo),
 - **idrodinamiche del sottosuolo** (apporto meteorico, dispersioni).
- **E' riferita a inquinanti generici e non considera le caratteristiche chemio-dinamiche delle sostanze.**

▼ livello di falda

Calcolo dell'indice di vulnerabilità

- Sono stati introdotti dei metodi empirici per valutare l'indice di vulnerabilità dei corpi idrici sotterranei.
- Sono sistemi basati sulla gerarchizzazione dei singoli parametri **geostrutturali, idrogeologici ed idrodinamici** ai quali vengono empiricamente attribuiti dei valori numerici.

La procedura si basa su tre fasi:

- a. **selezione dei parametri** da utilizzare per valutare la vulnerabilità del sito,
- b. **attribuzione di un punteggio** a ciascun parametro, suddiviso in intervalli di valore e/o tipologia,
- c. **somma, incrocio in matrice o prodotto** tra i valori numerici (*con coefficienti "pesati"*) per ottenere il valore finale.

Il metodo DRASTIC

E' stato proposto da Aller ed altri (1987) utilizzando il concetto di **area idrogeologica** (→ somma di tutti i fattori geologici ed idrogeologici che condizionano il movimento della falda).

D	profondità della falda (<i>depth</i>)
R	ricarica netta (<i>recharge</i>)
A	caratteristiche dell'acquifero
S	caratteristiche del terreno (<i>soil</i>)
T	topografia del terreno (<i>pendenza</i>)
I	impatto della zona insatura
C	conducibilità idraulica

Il metodo SEISMIC

- Definito da Hollis (1991) come integrazione della classificazione idrogeologica dei terreni; la classificazione viene integrata introducendo anche il contenuto di sostanza organica dello strato radicale.
- Vengono definite varie classi di vulnerabilità all'inquinamento sia delle acque profonde, sia delle acque superficiali.
- La combinazione di queste classi con i valori di **mobilità** e di **persistenza** dei diversi composti e con i **parametri climatici**, permette di effettuare valutazioni di vulnerabilità in modo puntuale e particolareggiato.

I parametri utilizzati sono: profondità della falda, fluttuazione della superficie di falda,

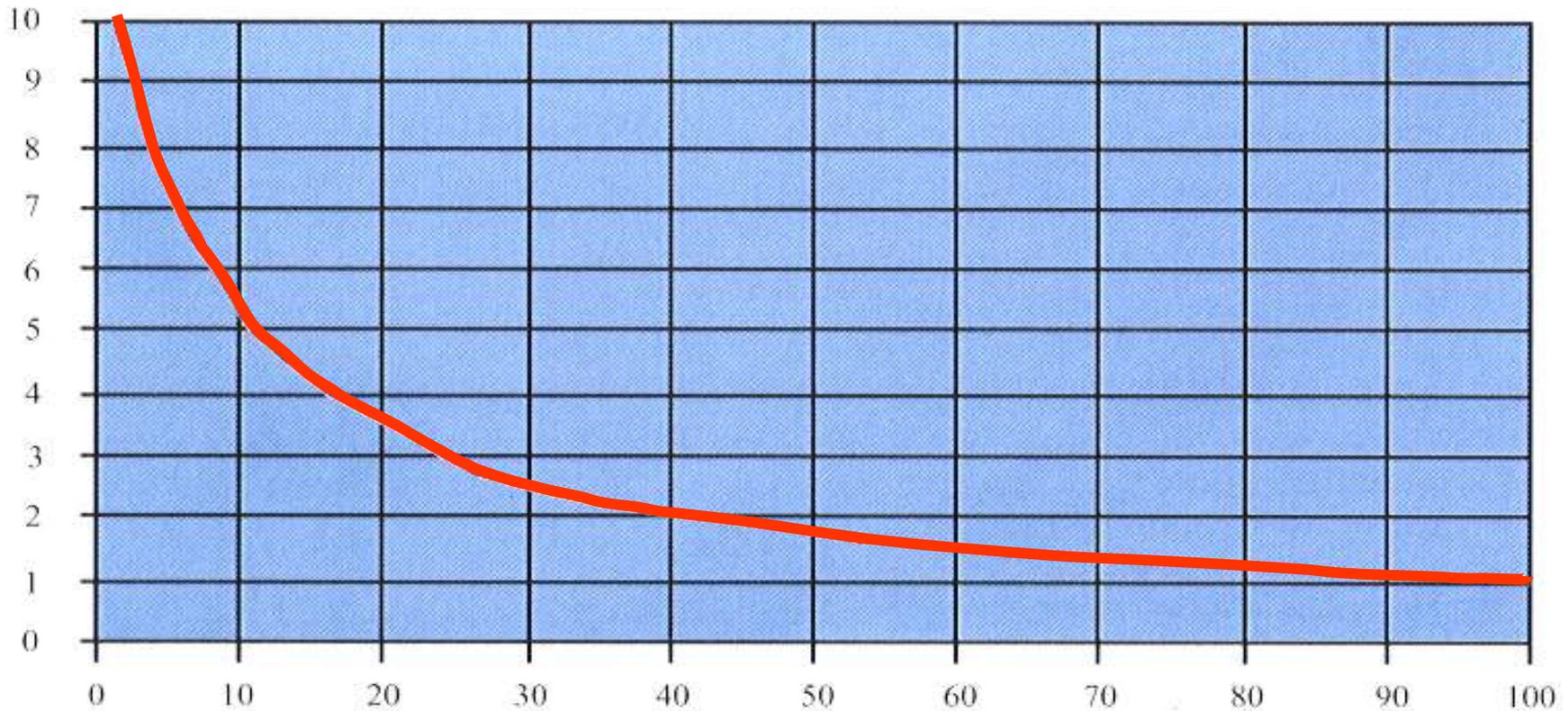
Il metodo SINTACS

Proposto da Civita (Civita e De Maio, 1997) nell'ambito del Gruppo CNR-GNDCI, è oggi il sistema più diffuso in Italia per la valutazione dell'indice di vulnerabilità.

S	Soggiacenza (<i>punteggio basso con profondità > 30 m</i>)
I	Infiltrazione (<i>max con infiltrazione 250-300 mm/a</i>)
N	Non saturo (<i>max per alluvioni grossolane</i>)
T	Tipologia copertura (<i>effetto depurazione primo strato terreno</i>)
A	Acquifero (<i>caratteristiche idrogeologiche: massimo per calcari fessurati</i>)
C	Conducibilità idraulica (<i>critica quando è $>10^{-6}$ m/s</i>)
S	Superficie topografica (<i>acclività: max per terreni piani</i>)

Esempio di punteggio per soggiacenza falda

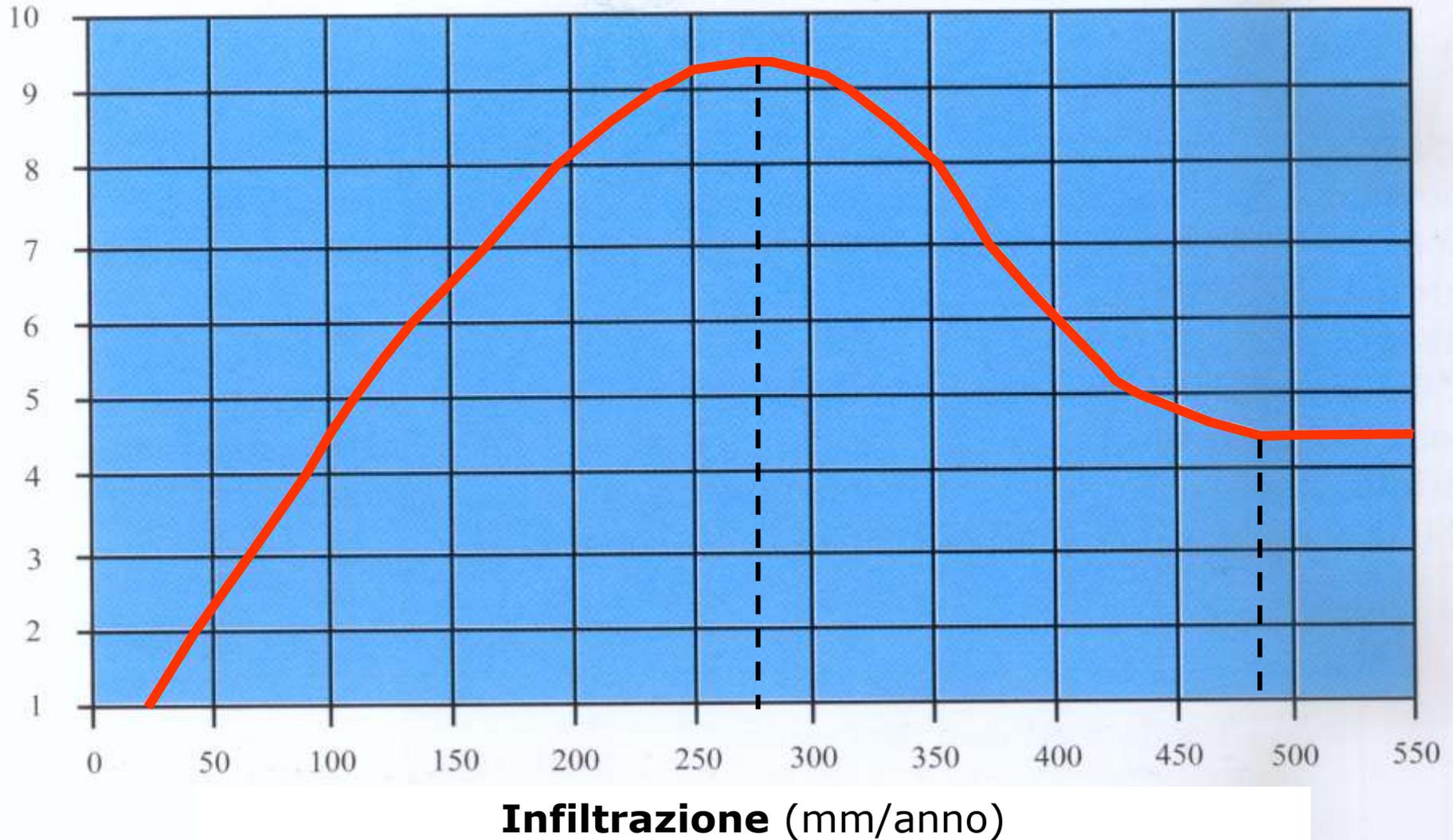
Punteggio



Profondità falda (m)

Esempio di punteggio per l'infiltrazione

Punteggio



Attribuzione dei punteggi

- Tutti i parametri possono assumere valori compresi tra **1 e 10**.
- I punteggi ottenuti vengono moltiplicati per "pesi" che, sommati, devono essere **uguali a 26**.
- L'indice così ottenuto, con valori compresi tra 1 e 260, viene poi **normalizzato a 100**.

Gradi di vulnerabilità

<i>Punteggio SINTACS_{norm}</i>	<i>Grado di vulnerabilità</i>
0 - 24	Molto basso (Bb)
25 - 35	Basso (B)
36 - 49	Medio (M)
50 - 69	Alto (A)
70 - 79	Elevato (E)
80 - 100	Estremamente elevato (Ee)



Carta della Vulnerabilità Intrinseca della falda freatica della pianura veneta (ottobre 2006)

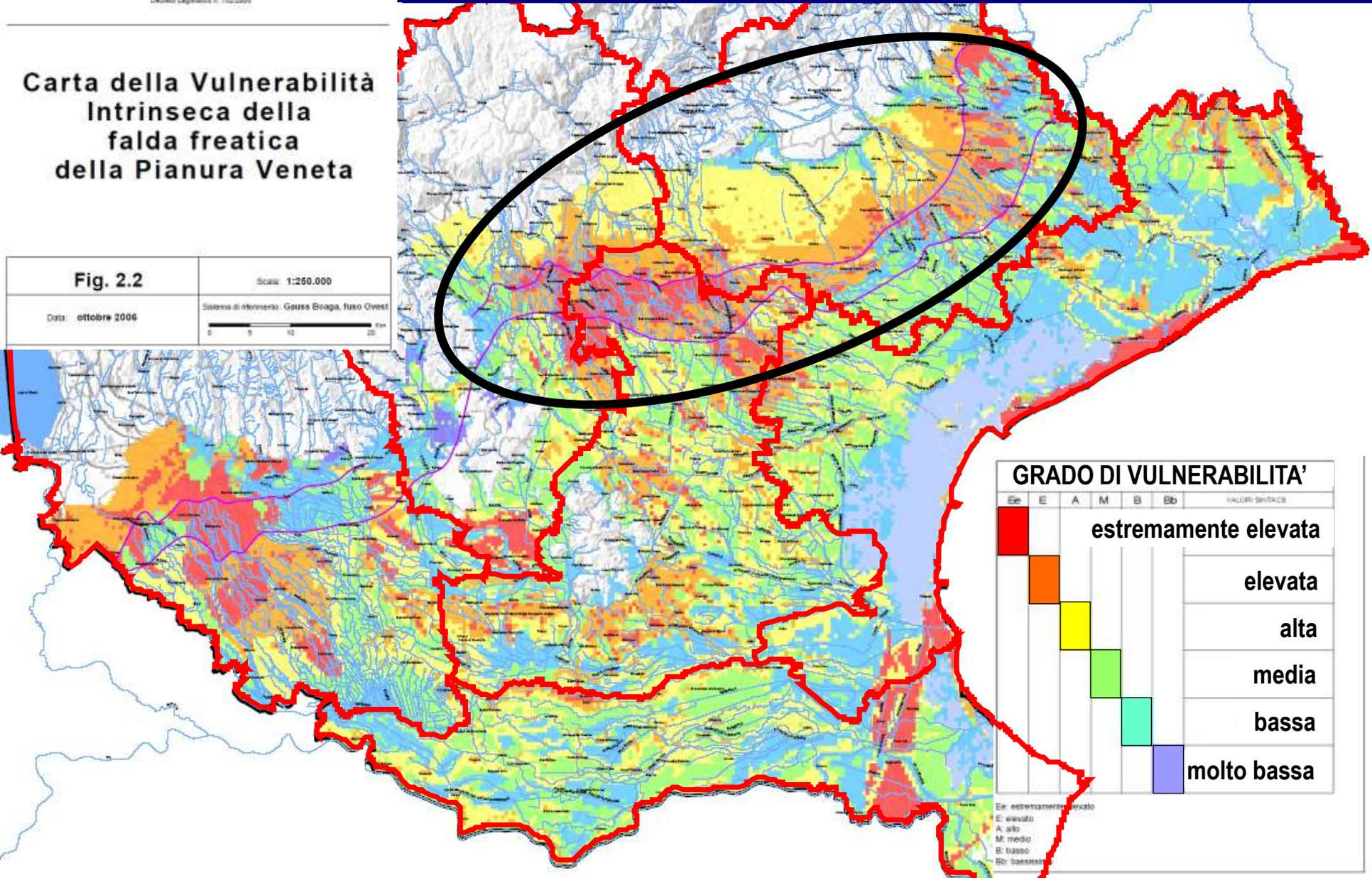
Carta della Vulnerabilità Intrinseca della falda freatica della Pianura Veneta

Fig. 2.2

Scala: 1:250.000

Data: ottobre 2006

Sistema di riferimento: Gauss Boaga, fuso Ovest

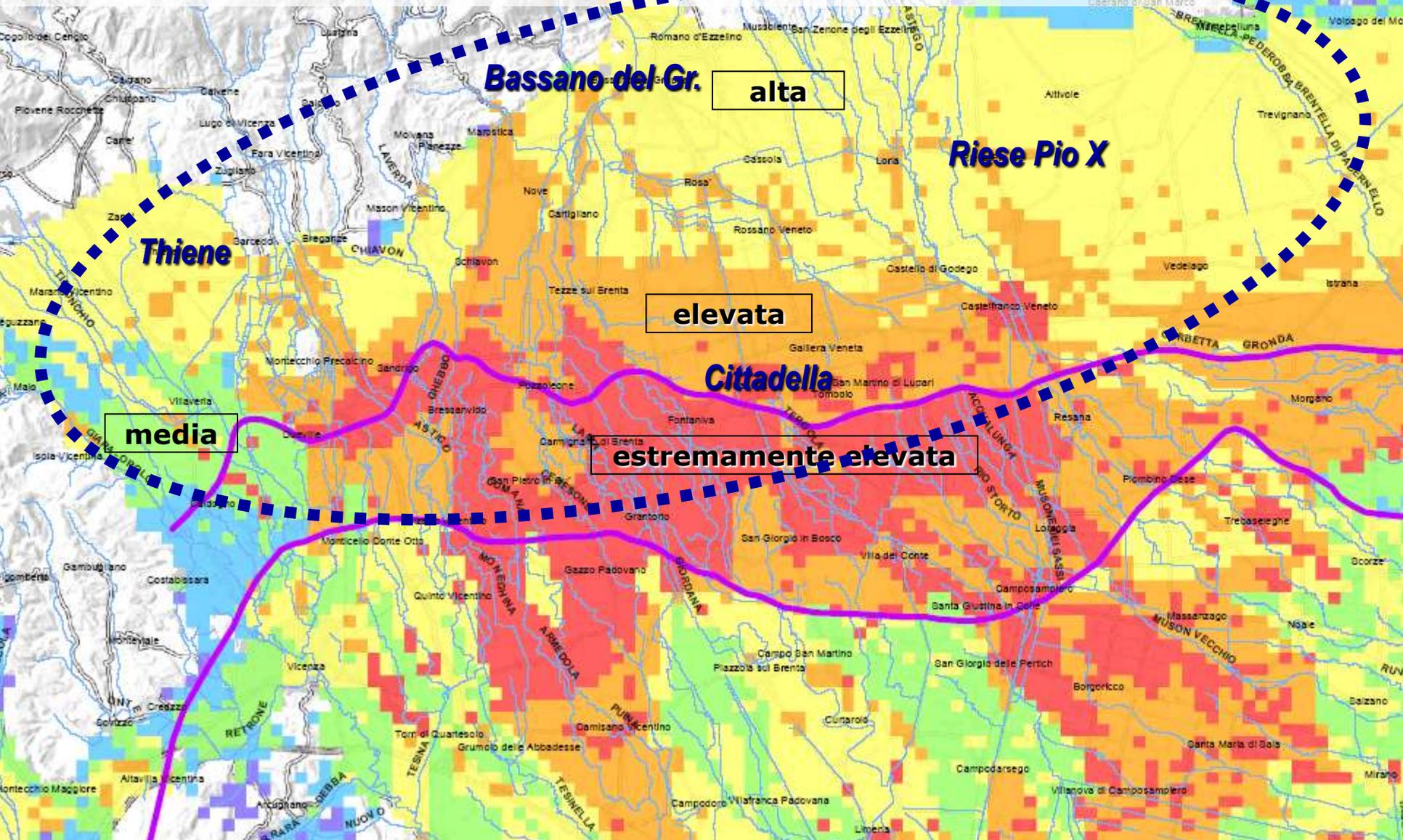


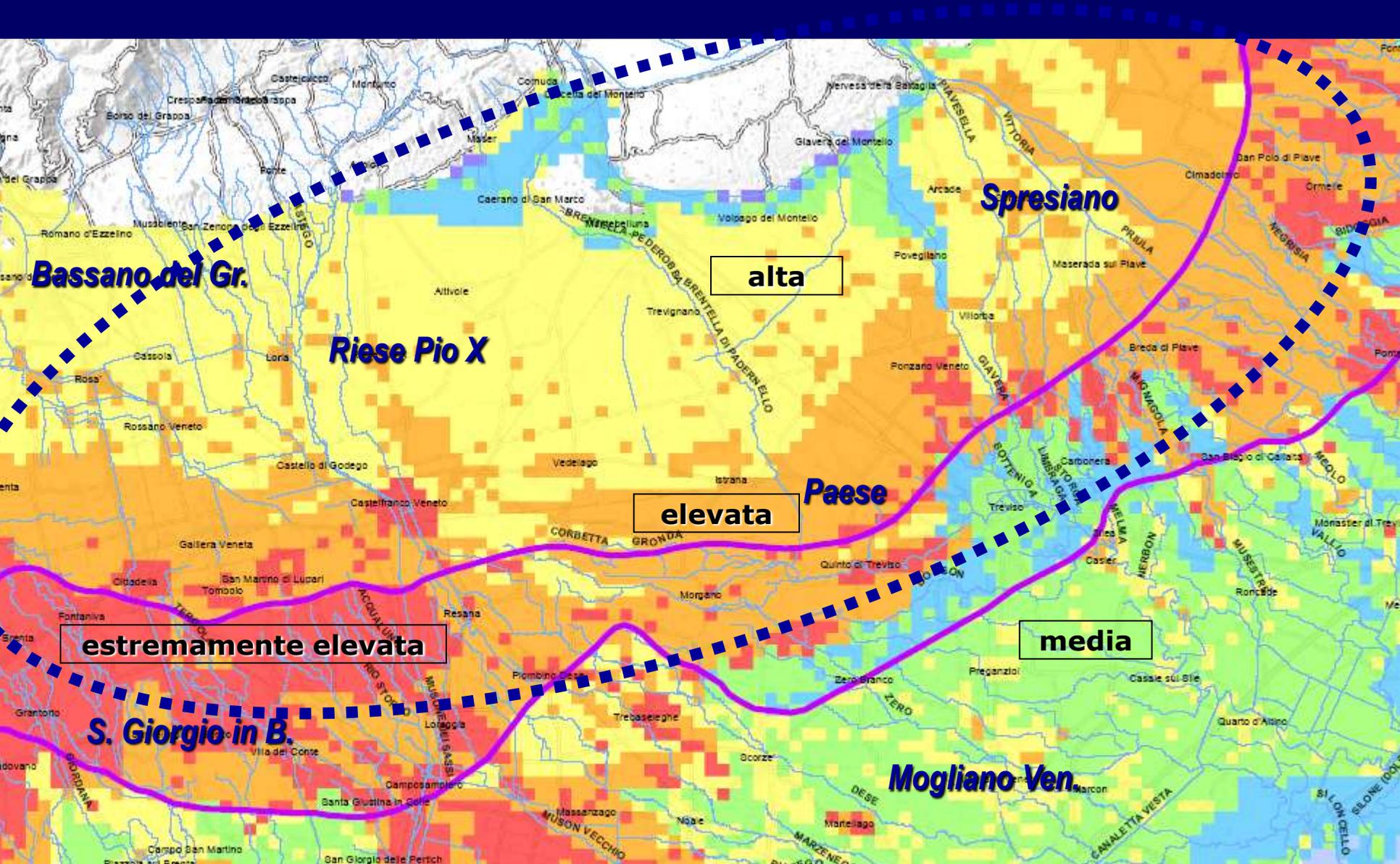
GRADO DI VULNERABILITA'

Ee	E	A	M	B	Bb	VALORI SINTACI
						estremamente elevata
						elevata
						alta
						media
						bassa
						molto bassa

Ee: estremamente elevata
 E: elevata
 A: alta
 M: medio
 B: basso
 Bb: bassissimo

La *Carta della Vulnerabilità Intrinseca della falda freatica del Veneto centrale* indica un grado di vulnerabilità compreso tra “alto” ed “estremamente elevato” (livelli tra 4° e 6° in una scala da 1 a 6).





La Carta della Vulnerabilità Intrinseca della falda freatica del Veneto centrale indica un grado di vulnerabilità compreso tra “alto” ed “estremamente elevato” (livelli tra 4° e 6° in una scala da 1 a 6).

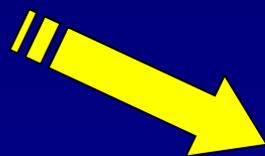


"sorgenti" di inquinamento (CDP)

La vulnerabilità intrinseca, da sola, non è sufficiente per valutare se esiste un "rischio di inquinamento"



"percorsi" (campo di moto)

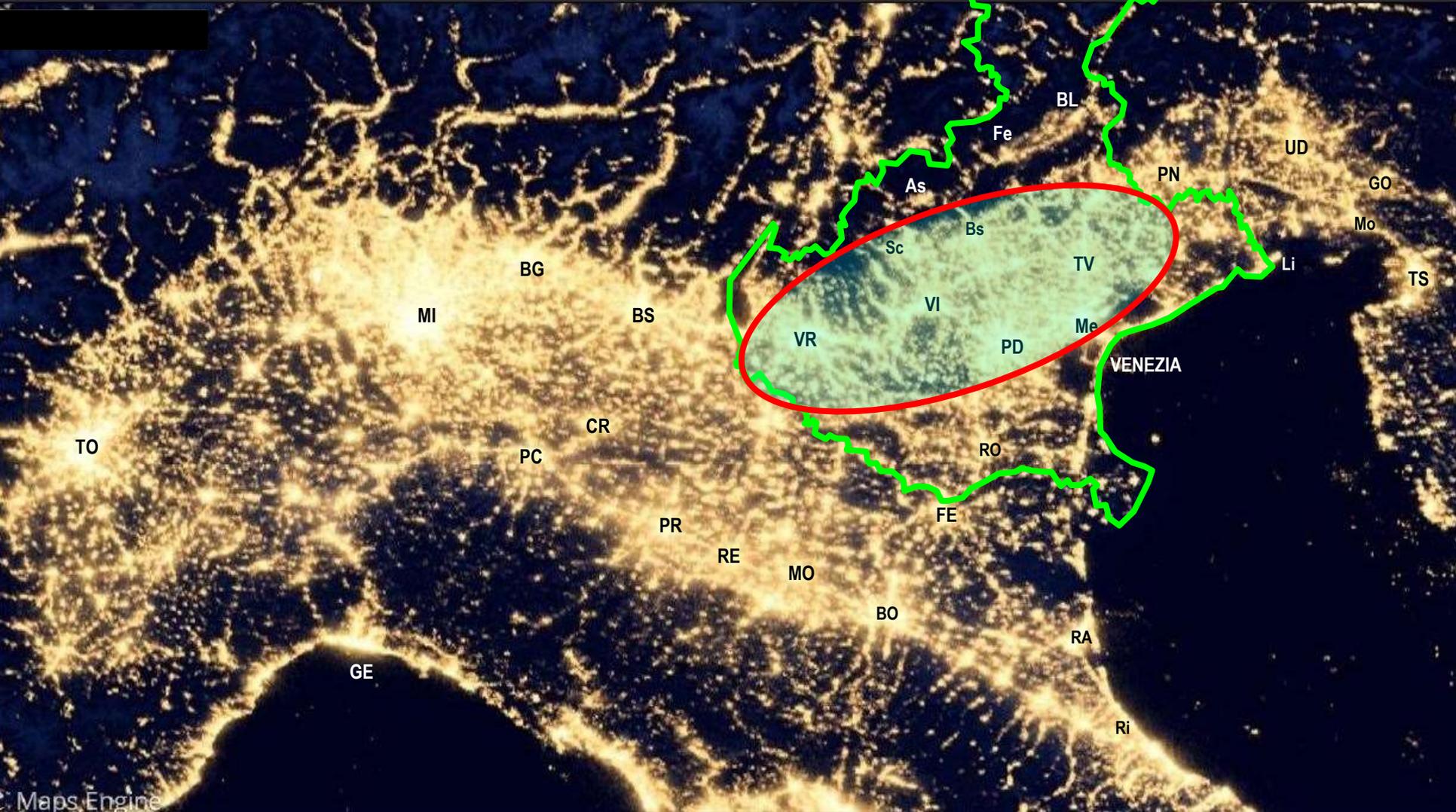


"bersagli" (RIS)



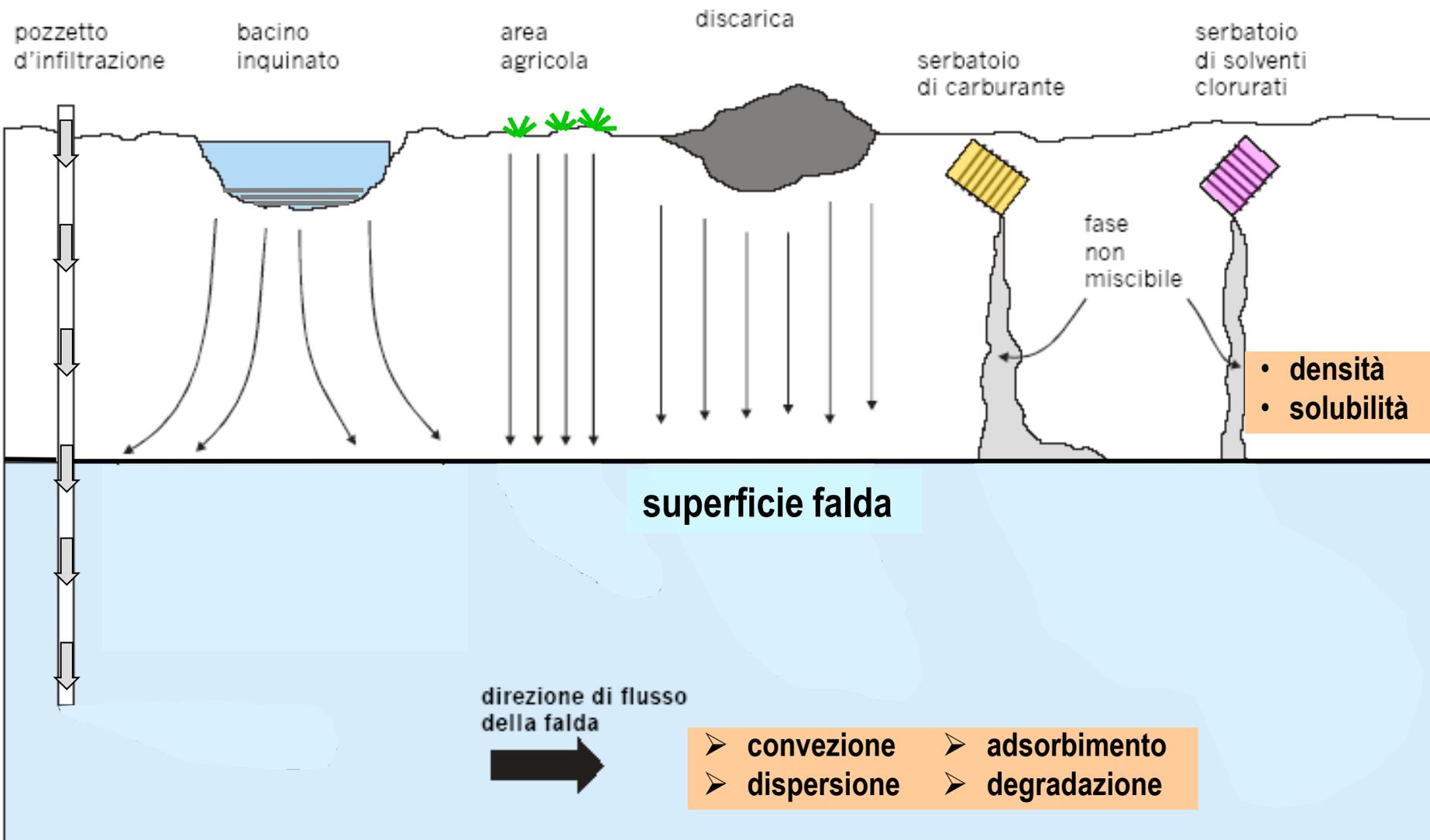
Vulnerabilità integrata

Acquiferi del Veneto centrale



“Night lights” da Google Earth – immagine 2012

Sorgenti d'inquinamento delle falde idriche

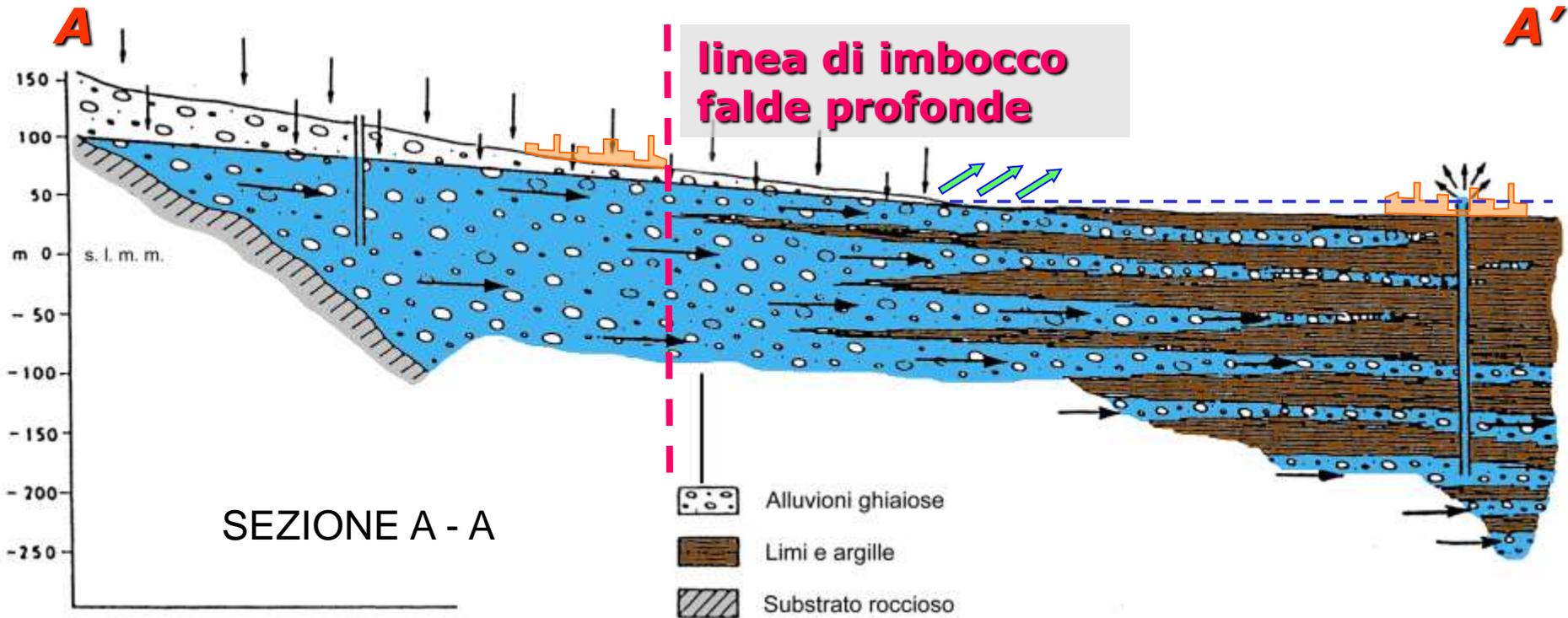


PROFILO IDROGEOLOGICO

ZONA DI RICARICA FALDA

ZONA DELLE
RISORGIVE

ZONA DI
ACCUMULO



ACQUIFERO
INDIFFERENZIATO

SISTEMA delle FALDE
IN PRESSIONE

INQUINAMENTO DELLE FALDE

ZONA DI RICARICA

ZONA DELLE
RISORGIVE

ZONA DI
ACCUMULO



INQUINAMENTO DELLE FALDE

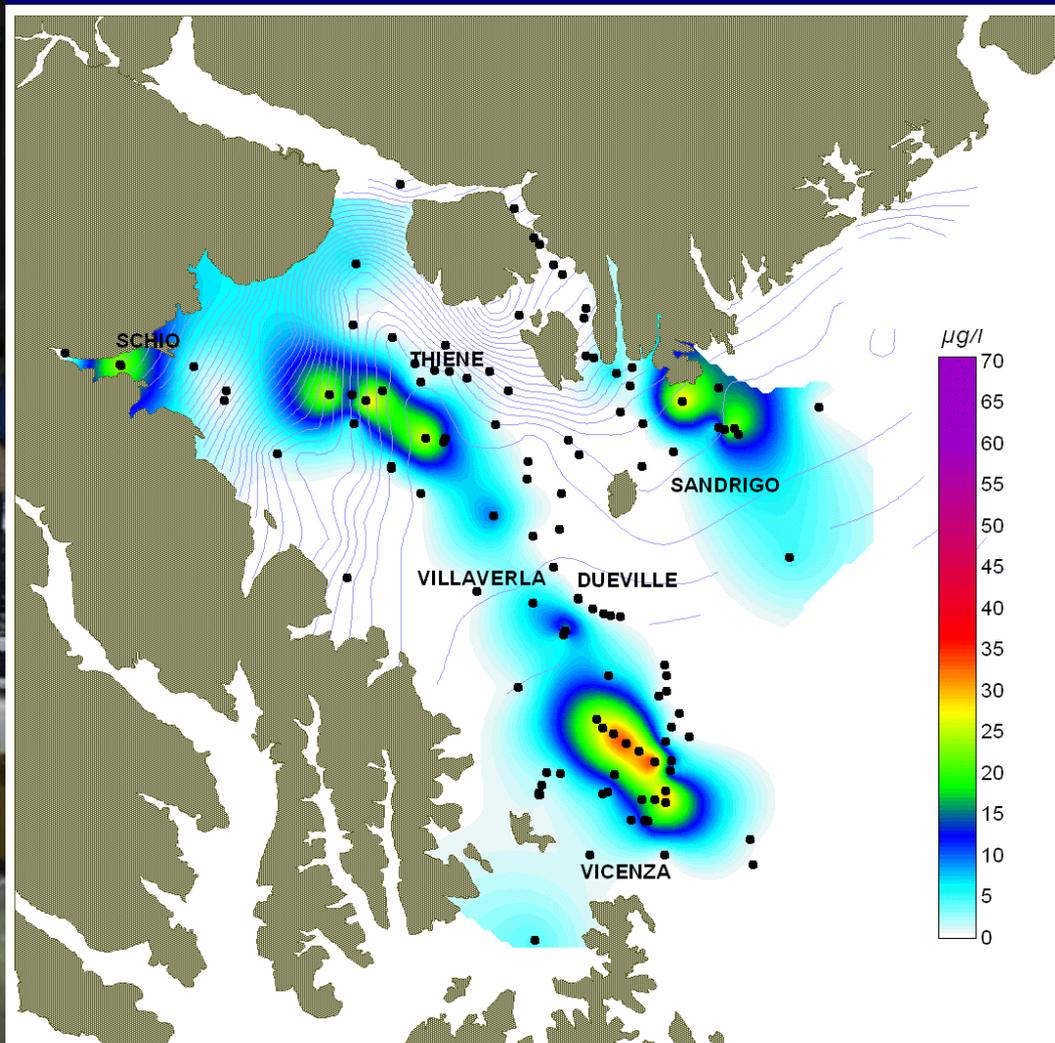
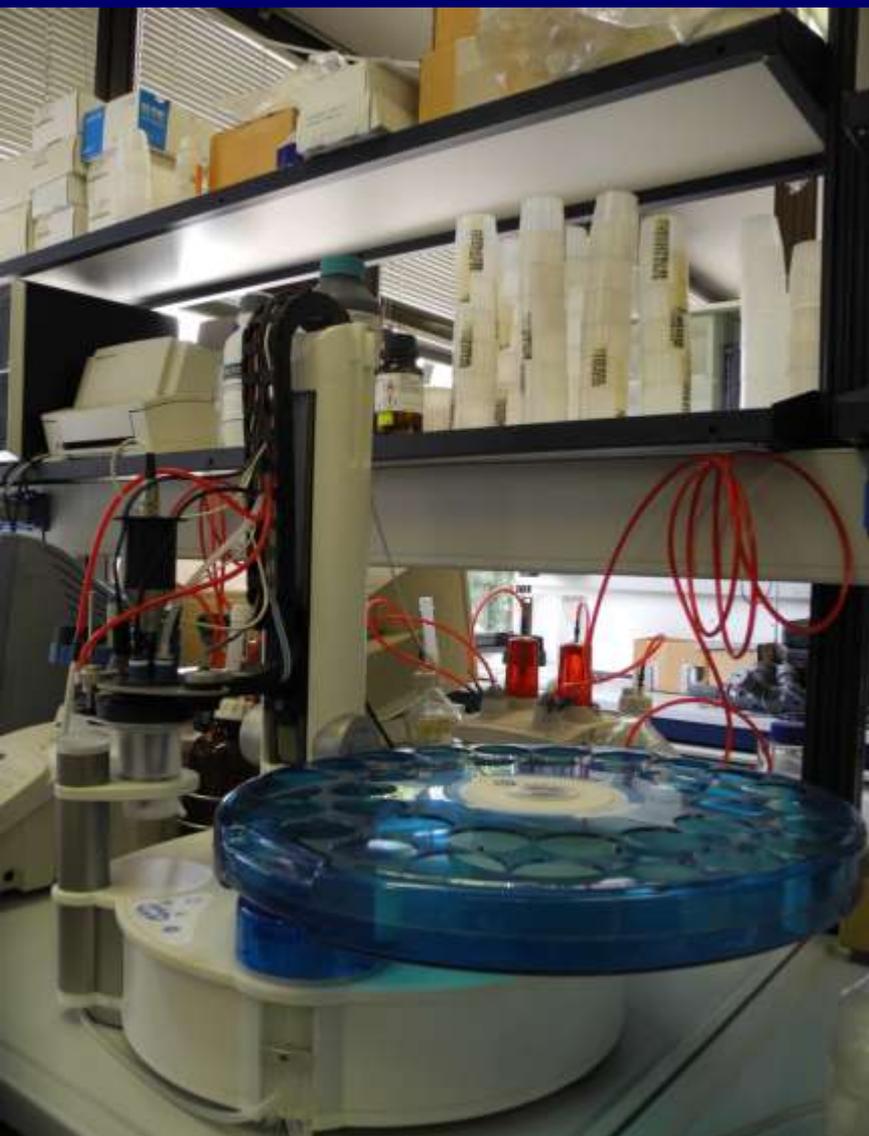
ZONA DI RICARICA

ZONA DELLE
RISORGIVE

ZONA DI
ACCUMULO

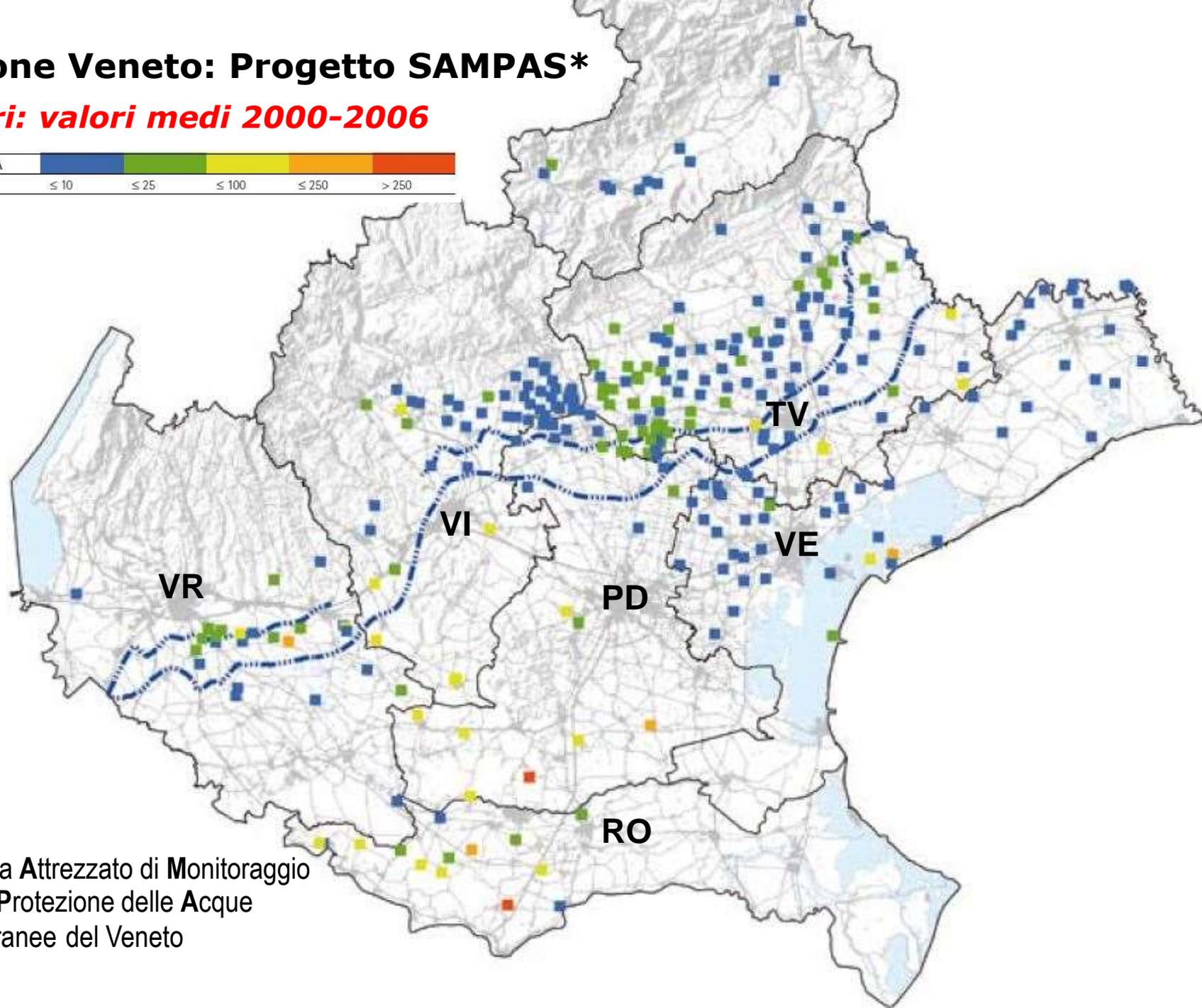
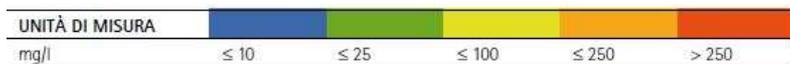


Monitoraggio delle acque sotterranee e casi di inquinamento



Regione Veneto: Progetto SAMPAS*

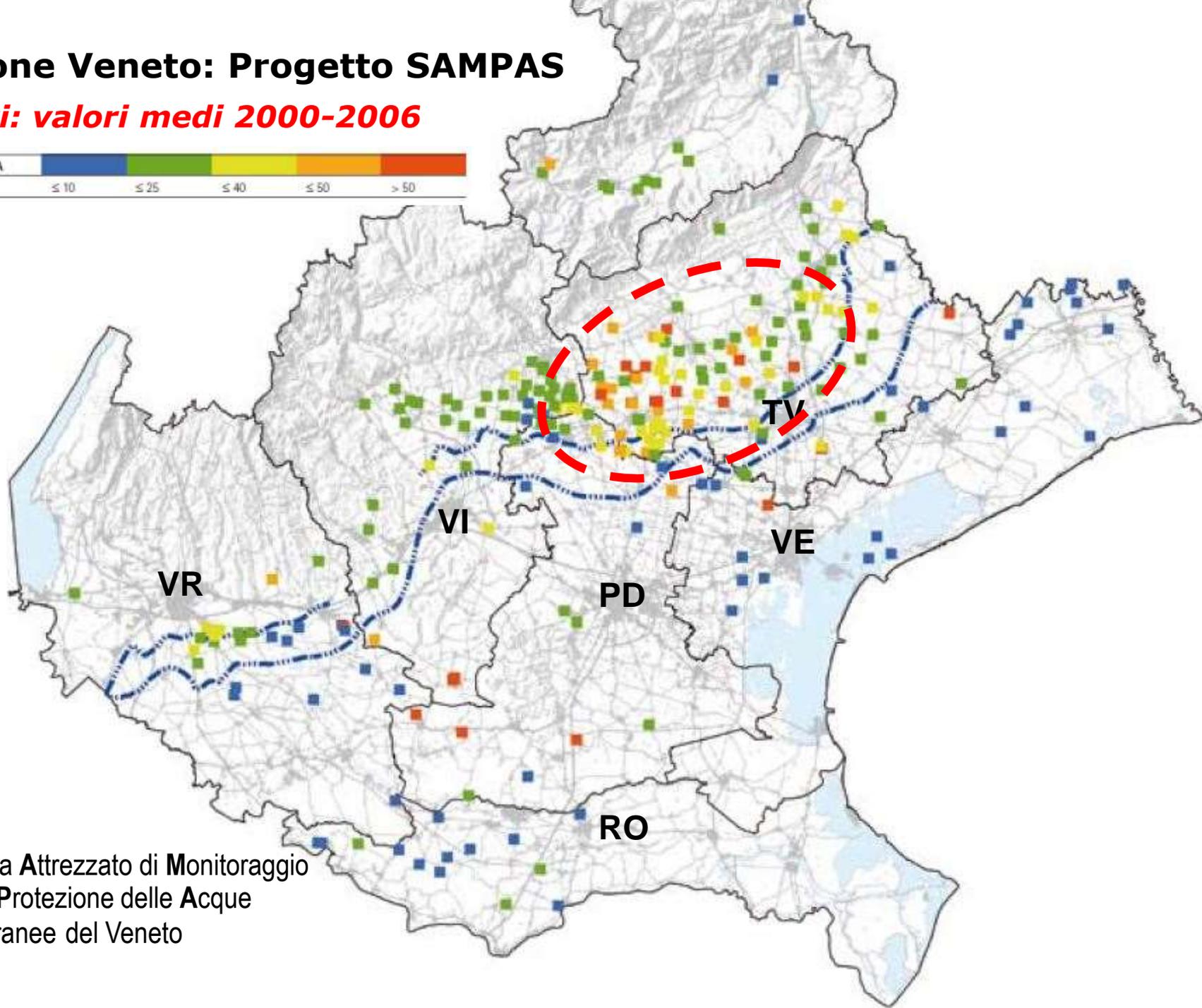
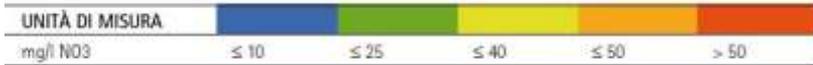
Cloruri: valori medi 2000-2006



* Sistema Attrezzato di Monitoraggio per la Protezione delle Acque Sotterranee del Veneto

Regione Veneto: Progetto SAMPAS

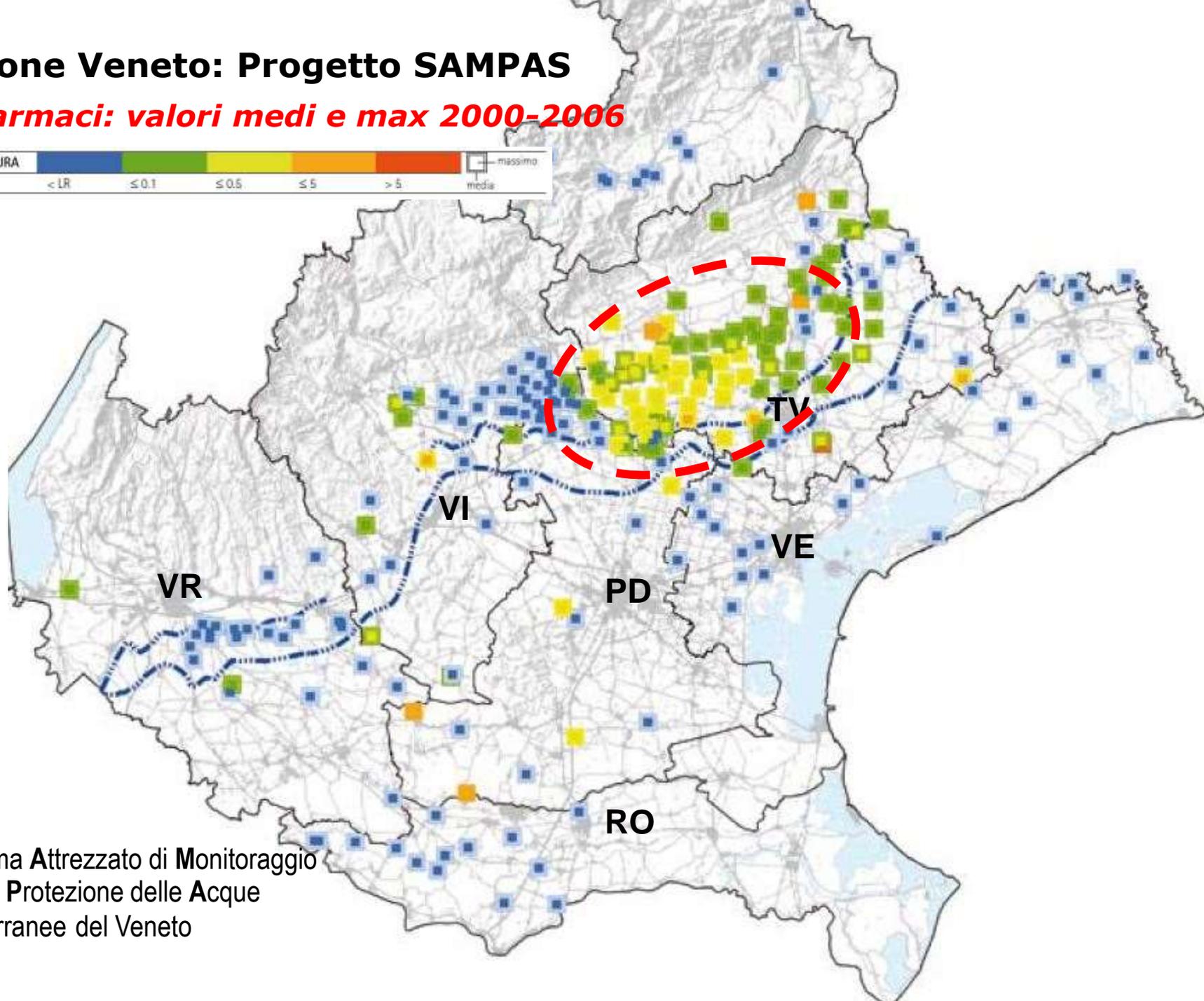
Nitrati: valori medi 2000-2006



* Sistema Attrezzato di Monitoraggio
per la Protezione delle Acque
Sotterranee del Veneto

Regione Veneto: Progetto SAMPAS

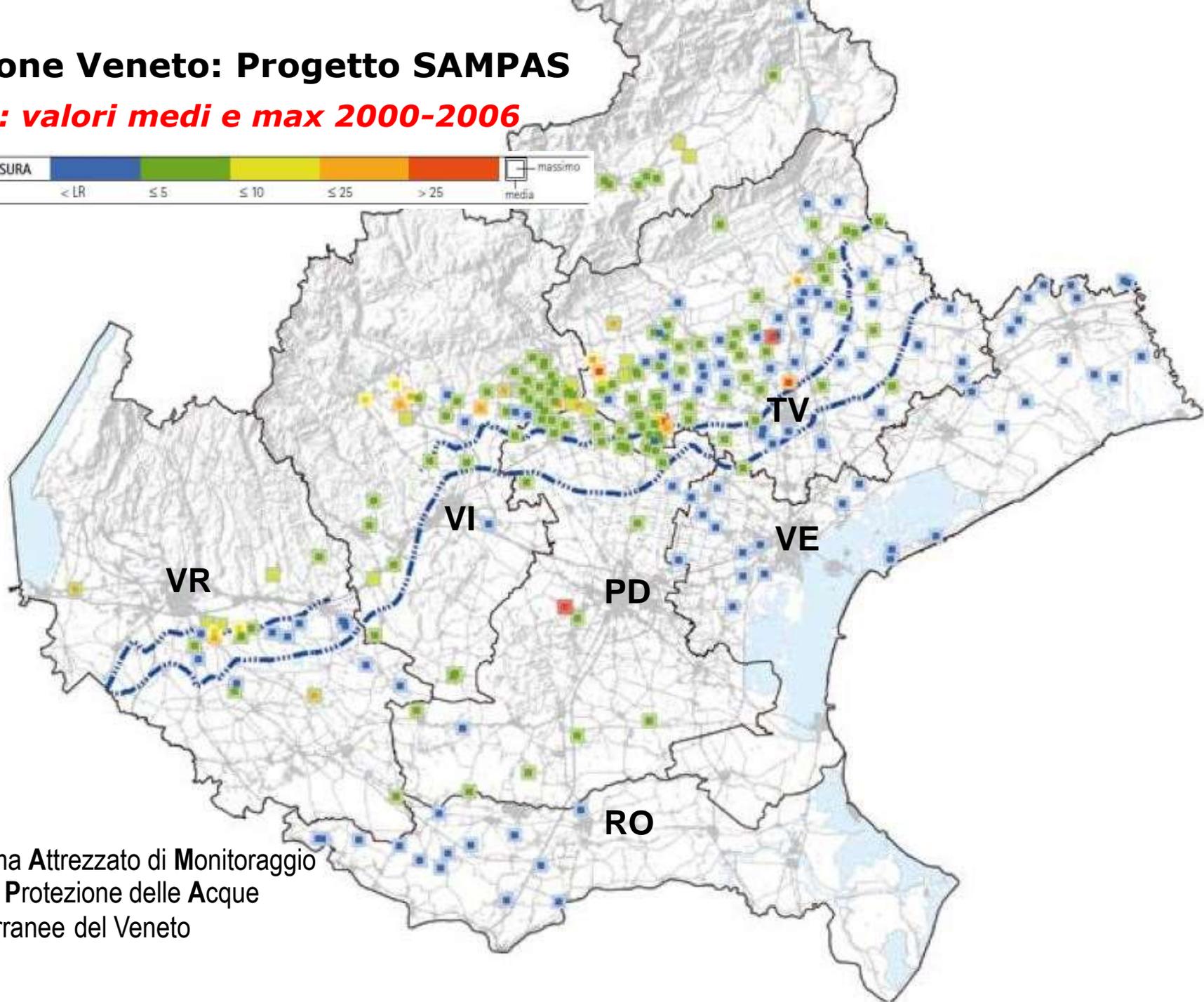
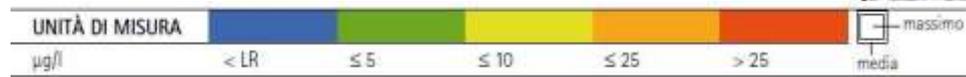
Fitofarmaci: valori medi e max 2000-2006



* Sistema Attrezzato di Monitoraggio per la Protezione delle Acque Sotterranee del Veneto

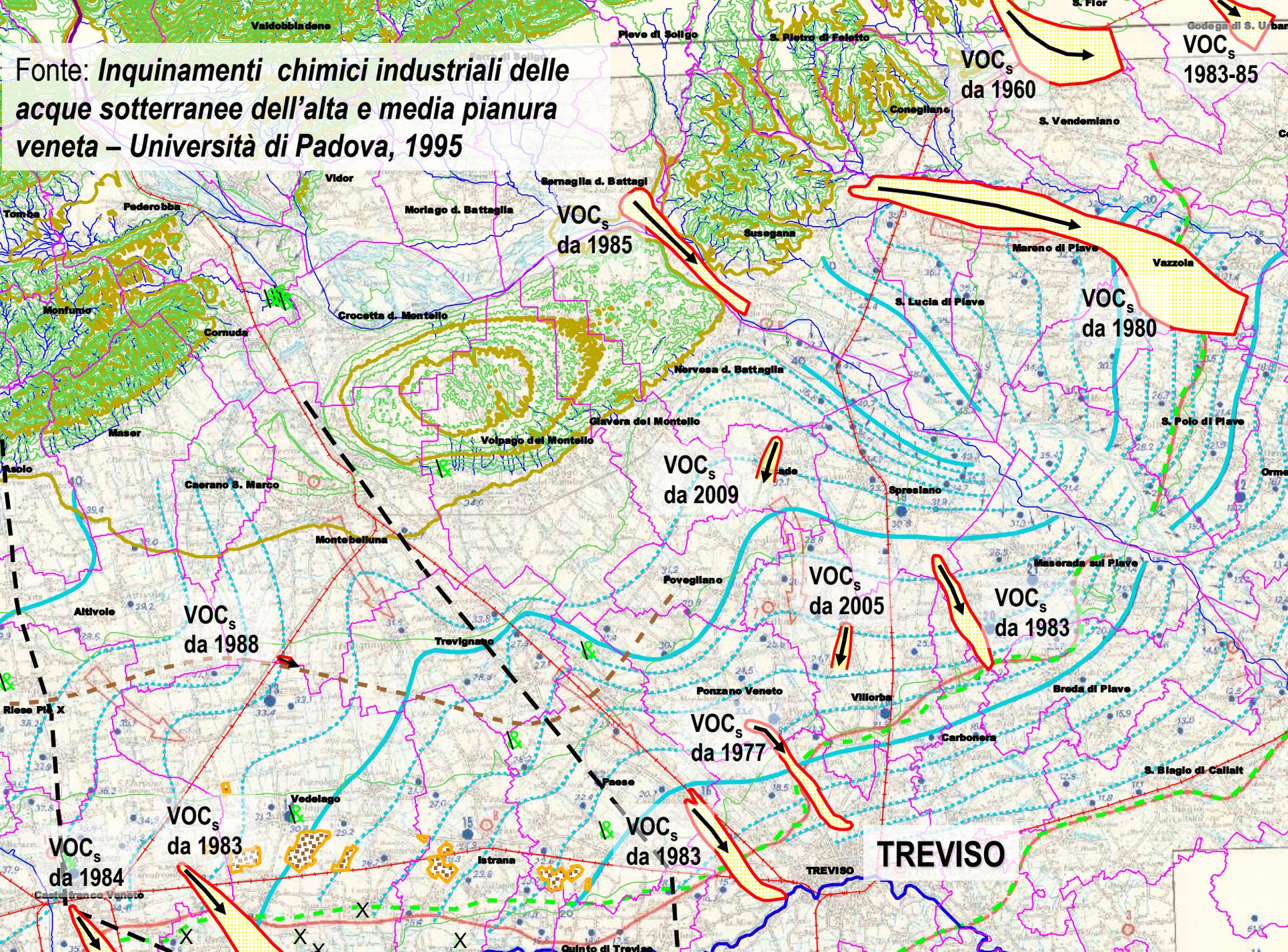
Regione Veneto: Progetto SAMPAS

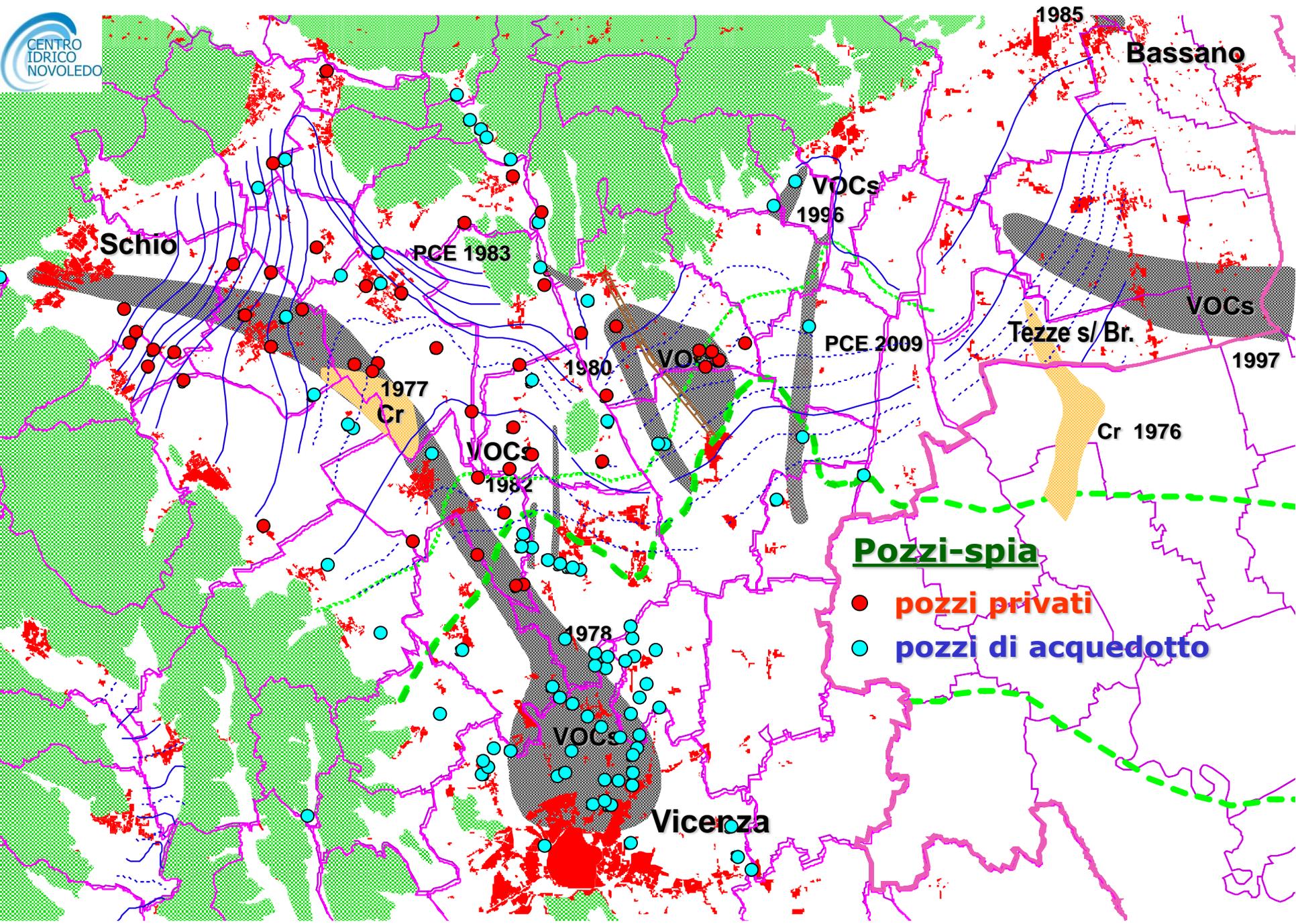
VOCs: valori medi e max 2000-2006



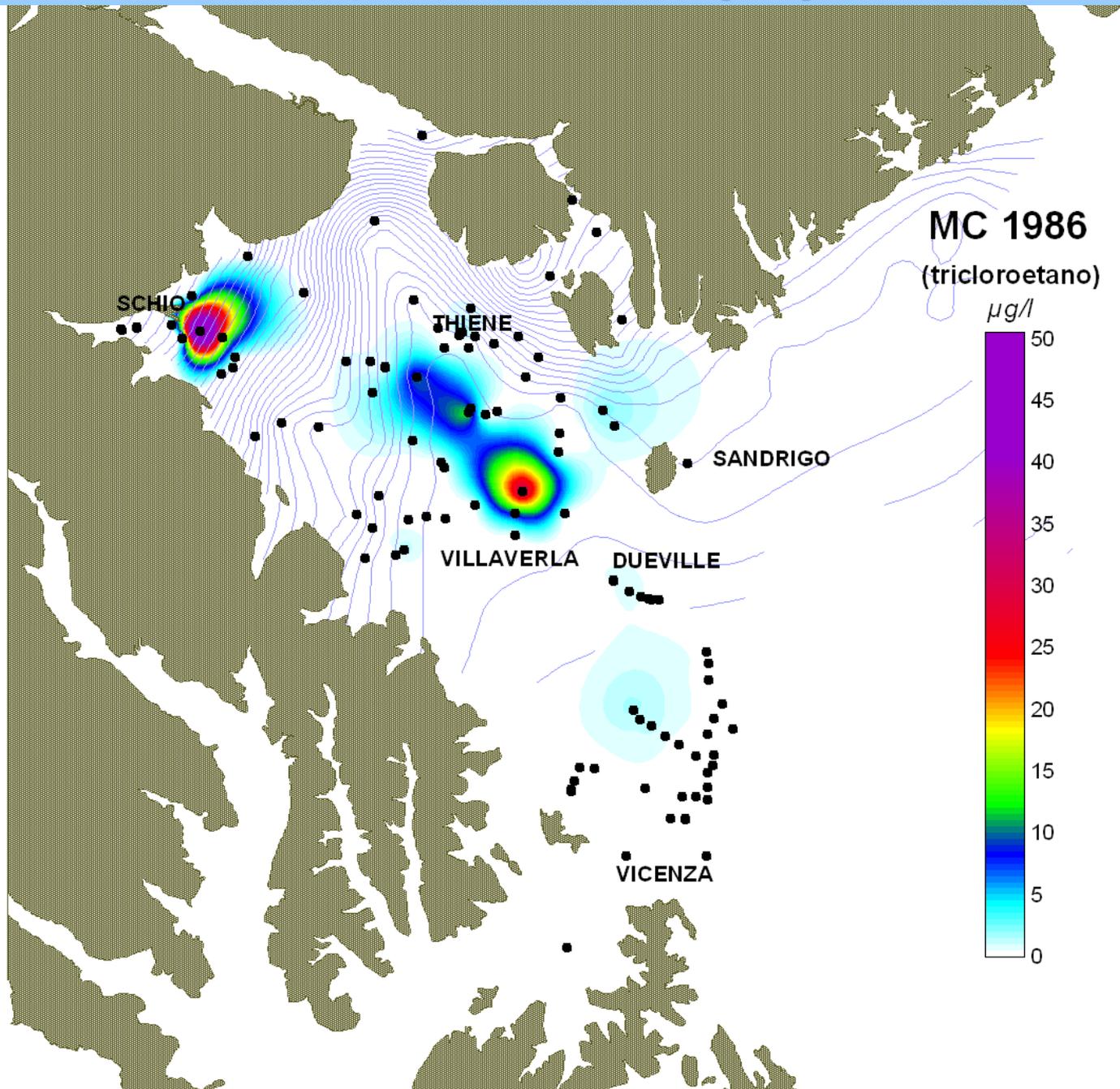
* Sistema Attrezzato di Monitoraggio per la Protezione delle Acque Sotterranee del Veneto

Fonte: *Inquinamenti chimici industriali delle acque sotterranee dell'alta e media pianura veneta – Università di Padova, 1995*

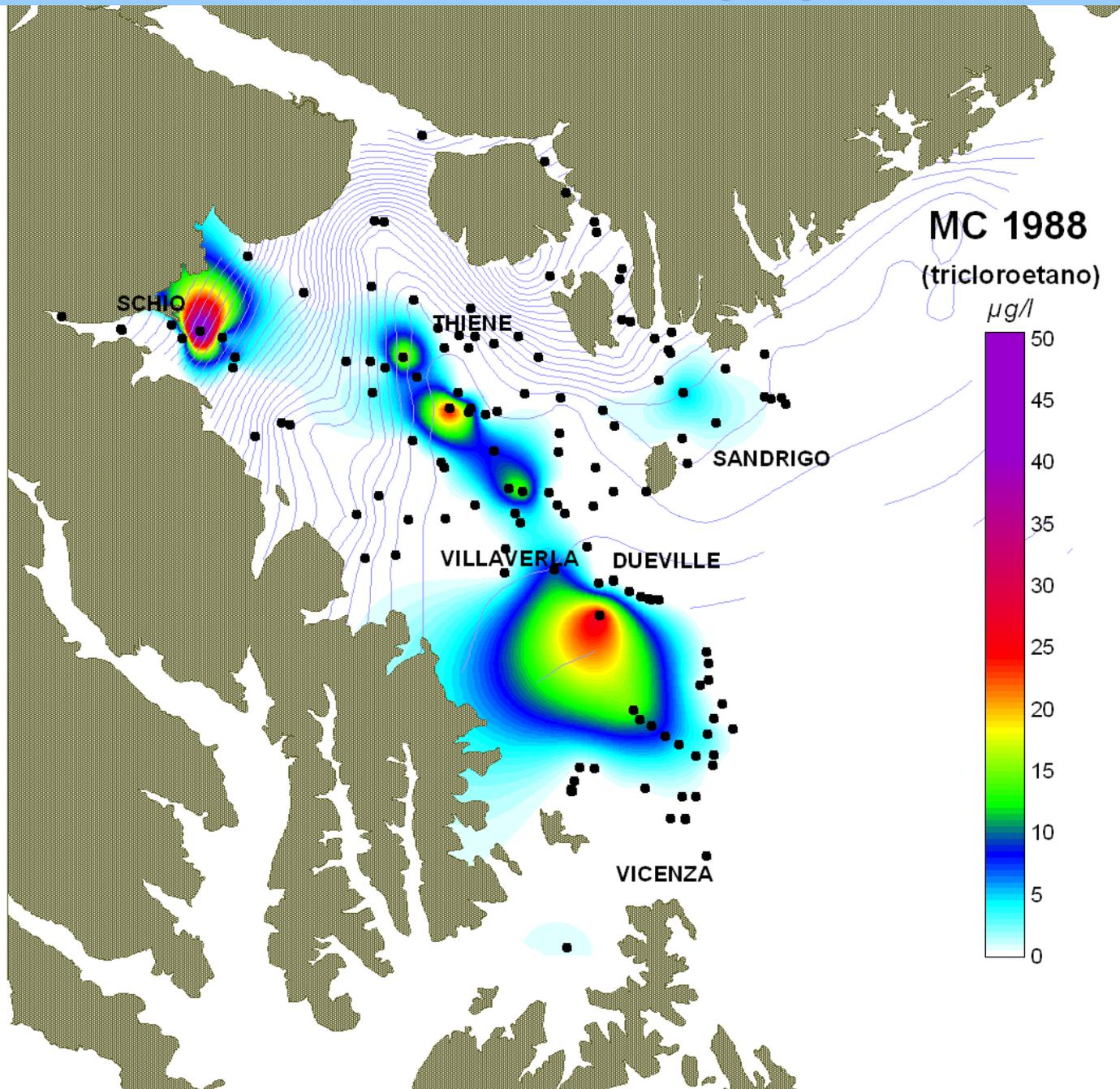




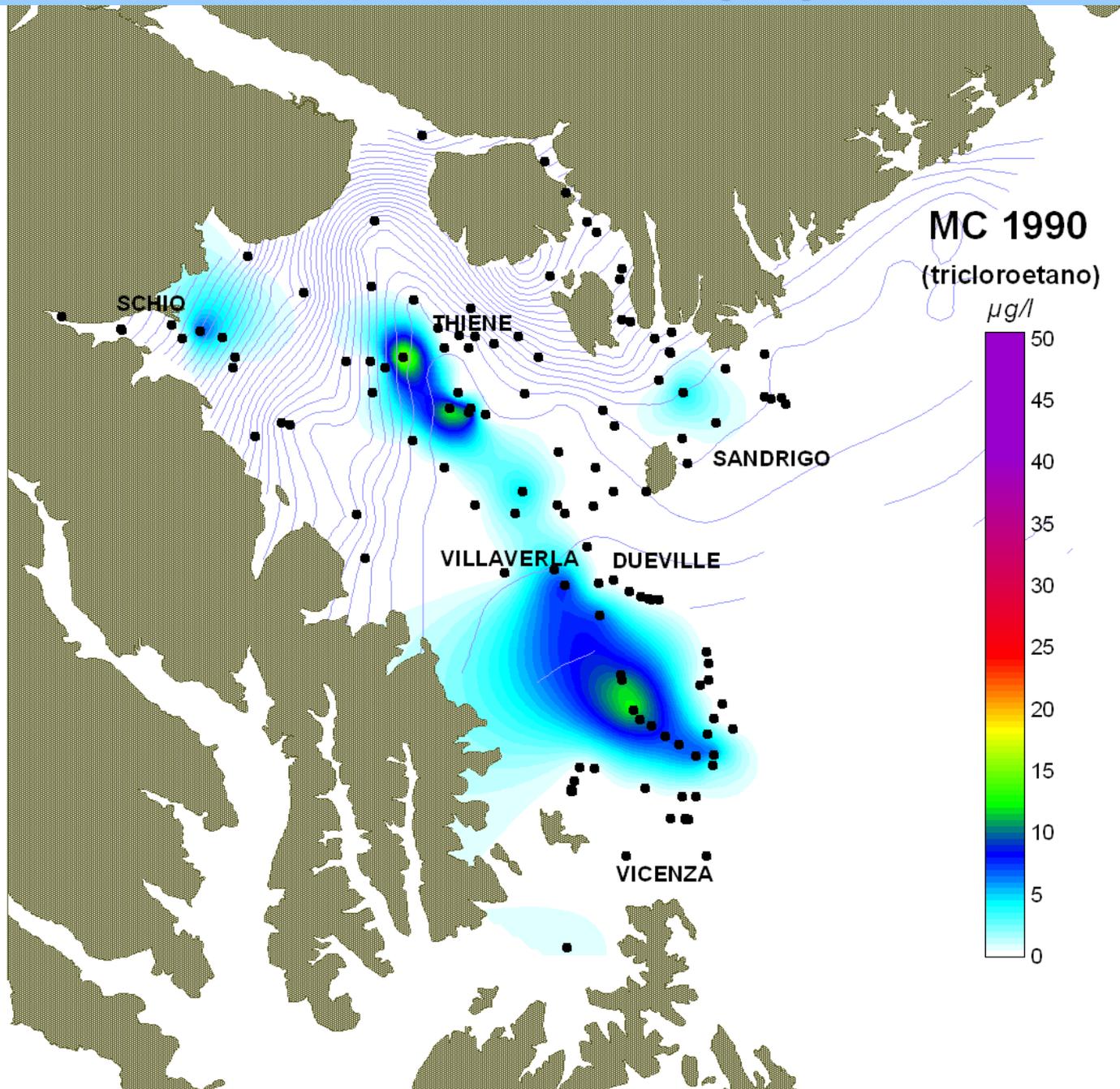
Inquinamento da 1,1,1-tricloroetano (MC): 1986 - 2004



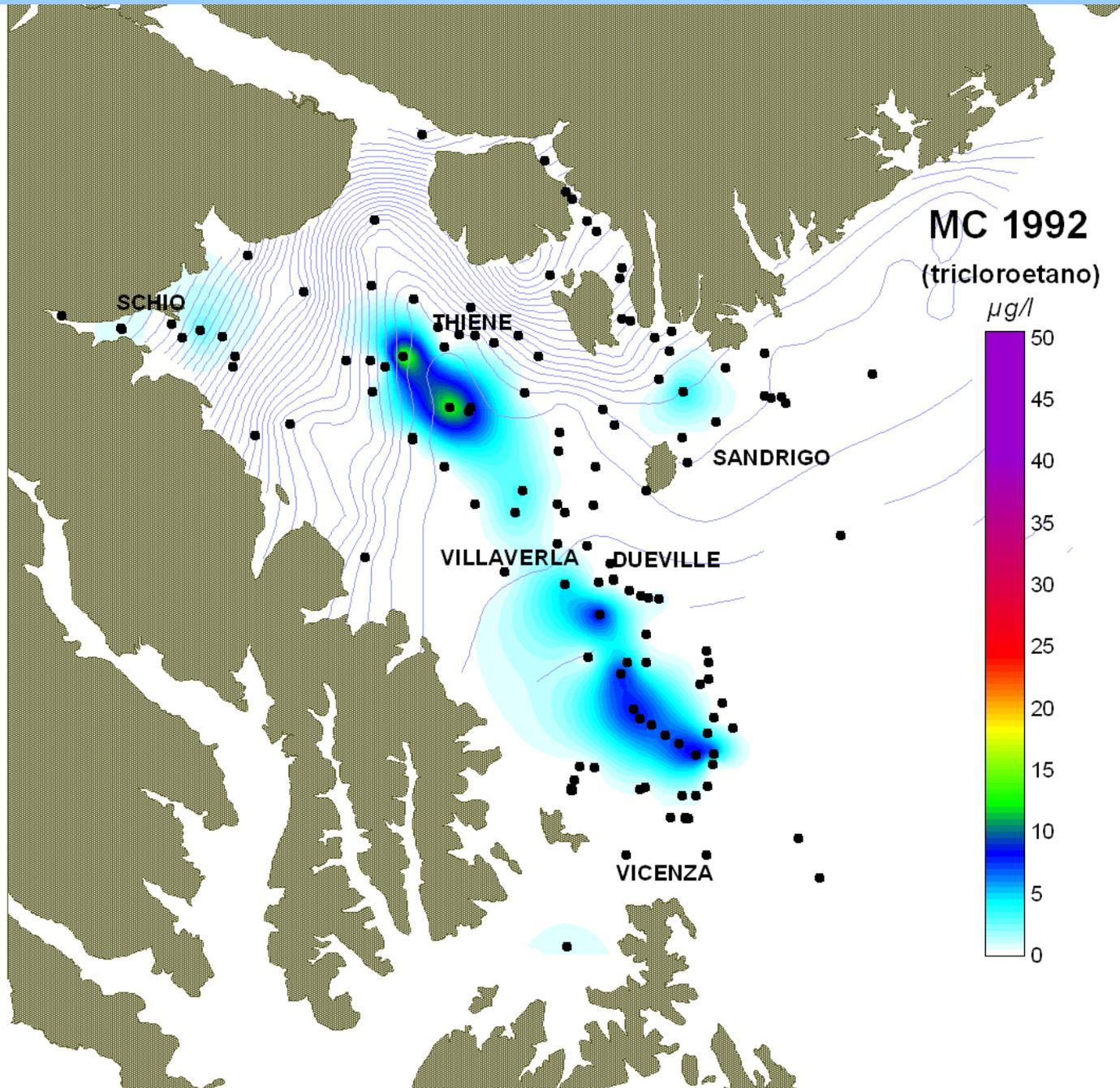
Inquinamento da 1,1,1-tricloroetano (MC): 1986 - 2004



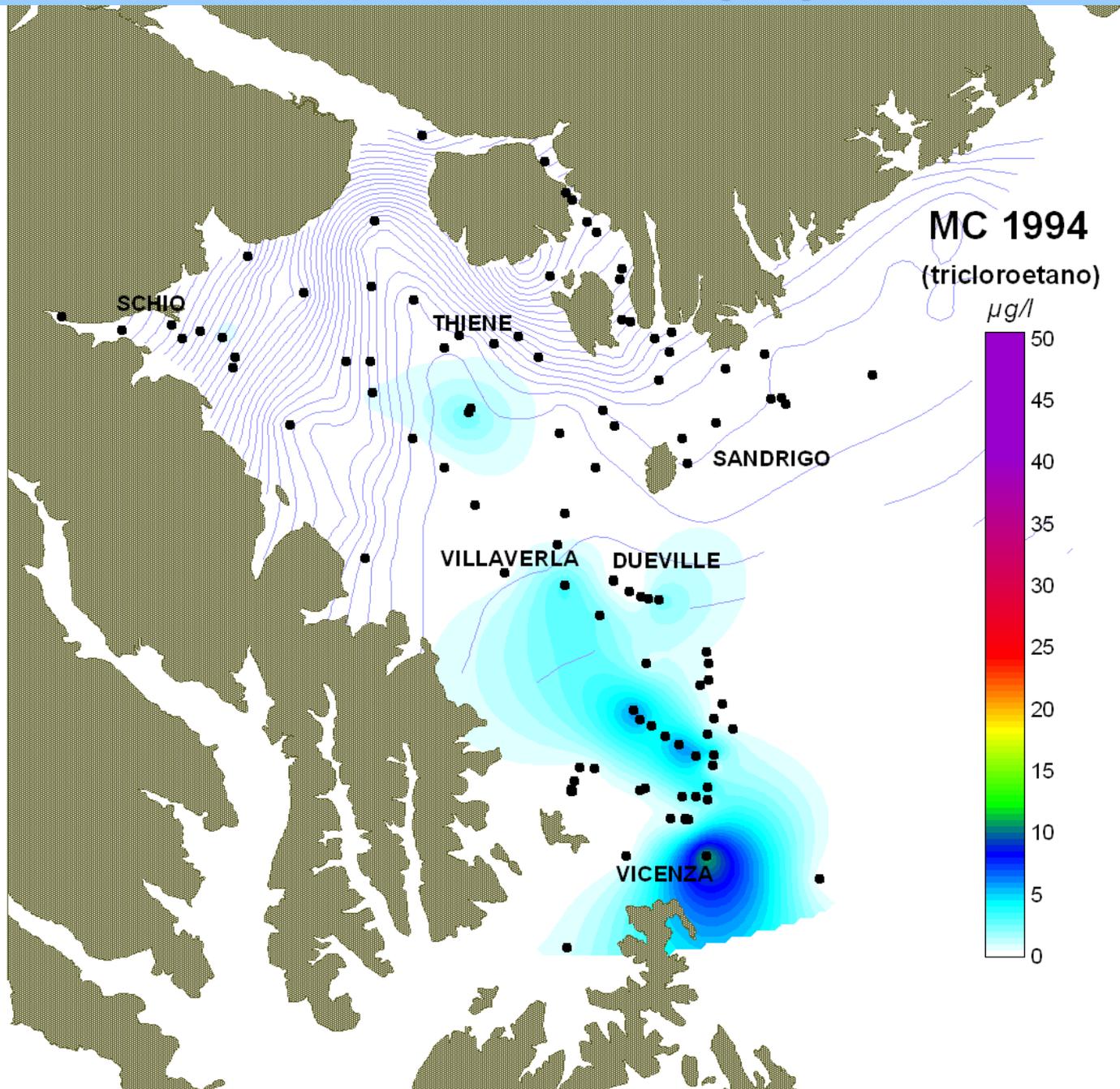
Inquinamento da 1,1,1-tricloroetano (MC): 1986 - 2004



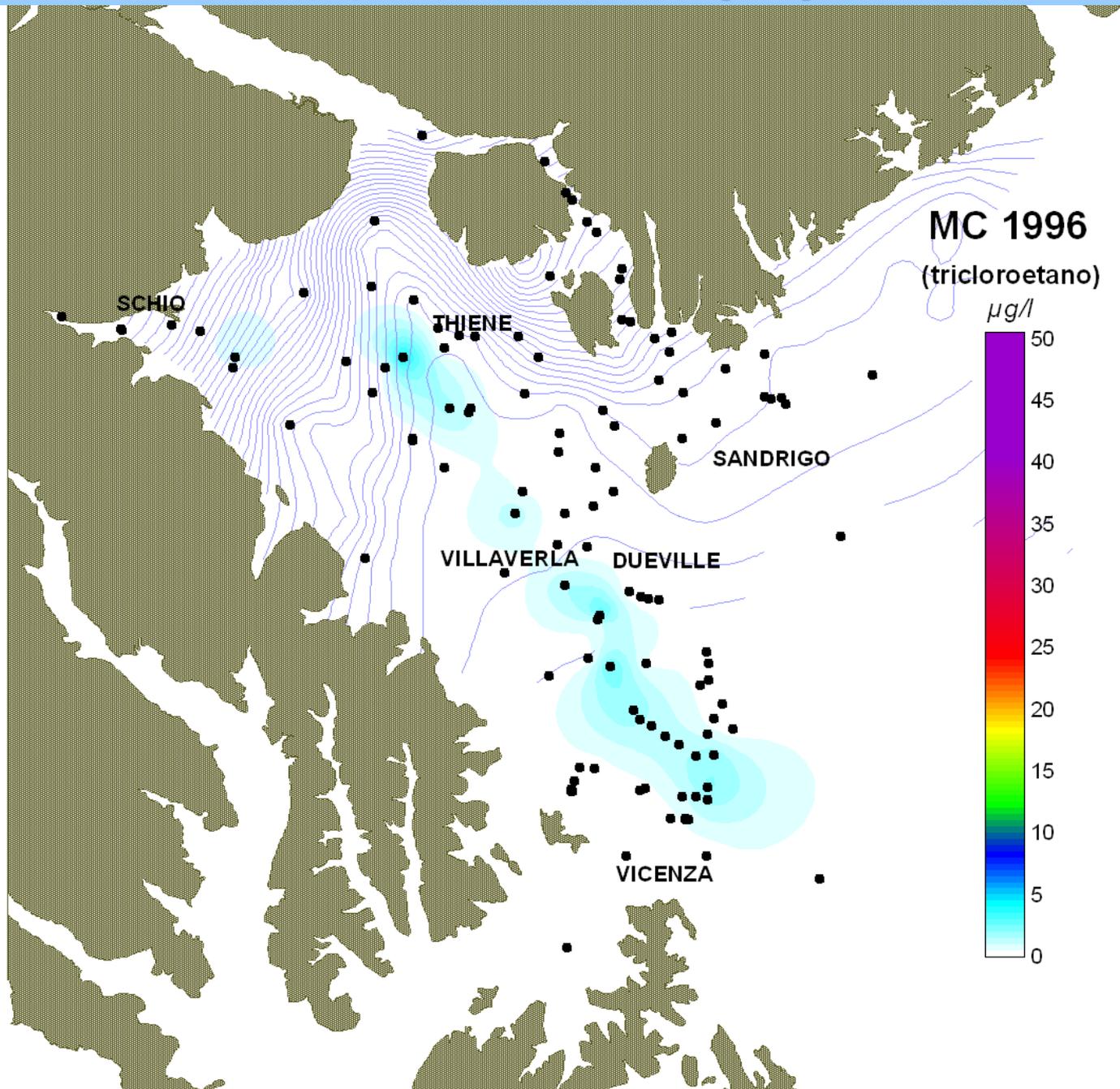
Inquinamento da 1,1,1-tricloroetano (MC): 1986 - 2004



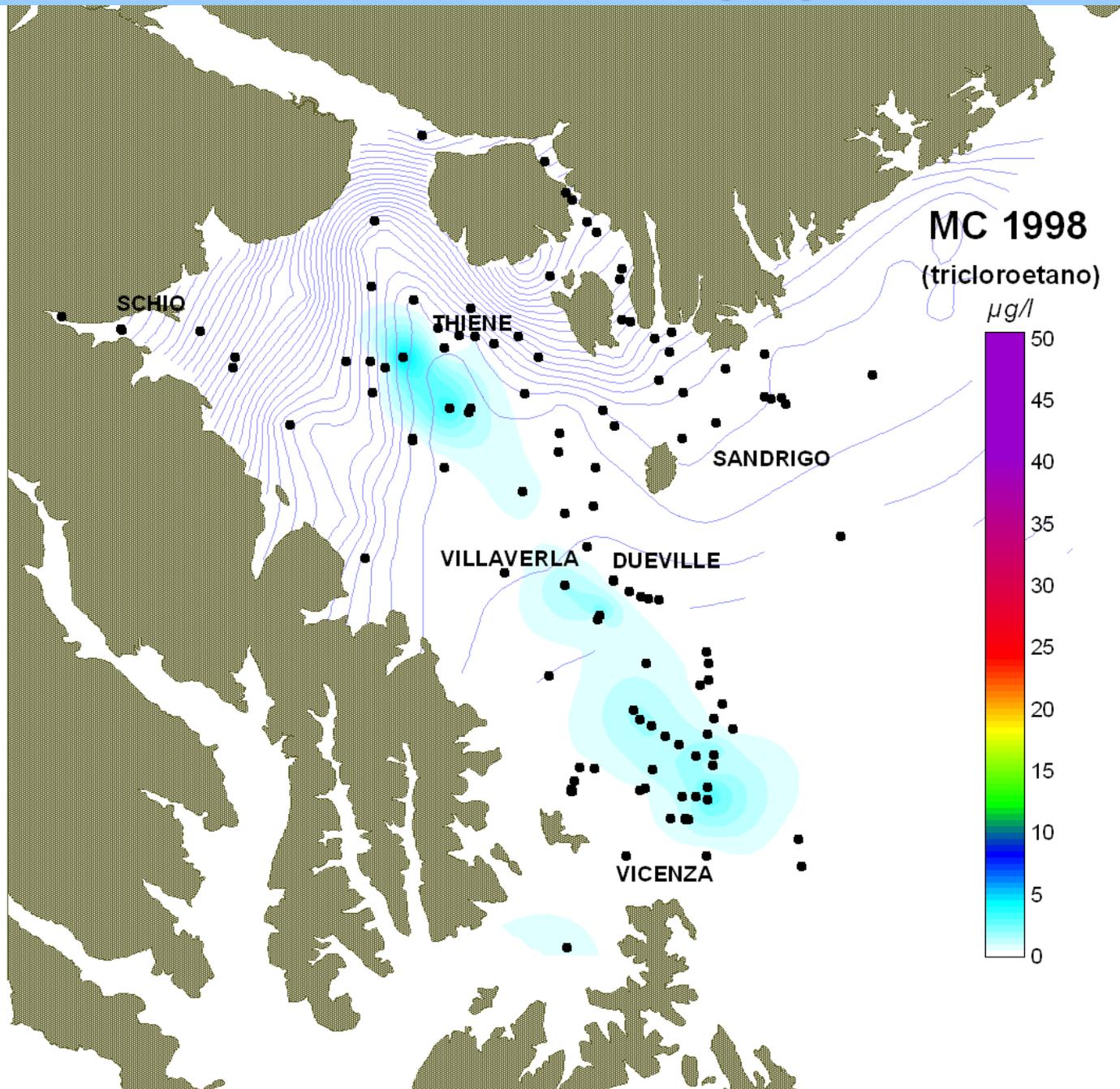
Inquinamento da 1,1,1-tricloroetano (MC): 1986 - 2004



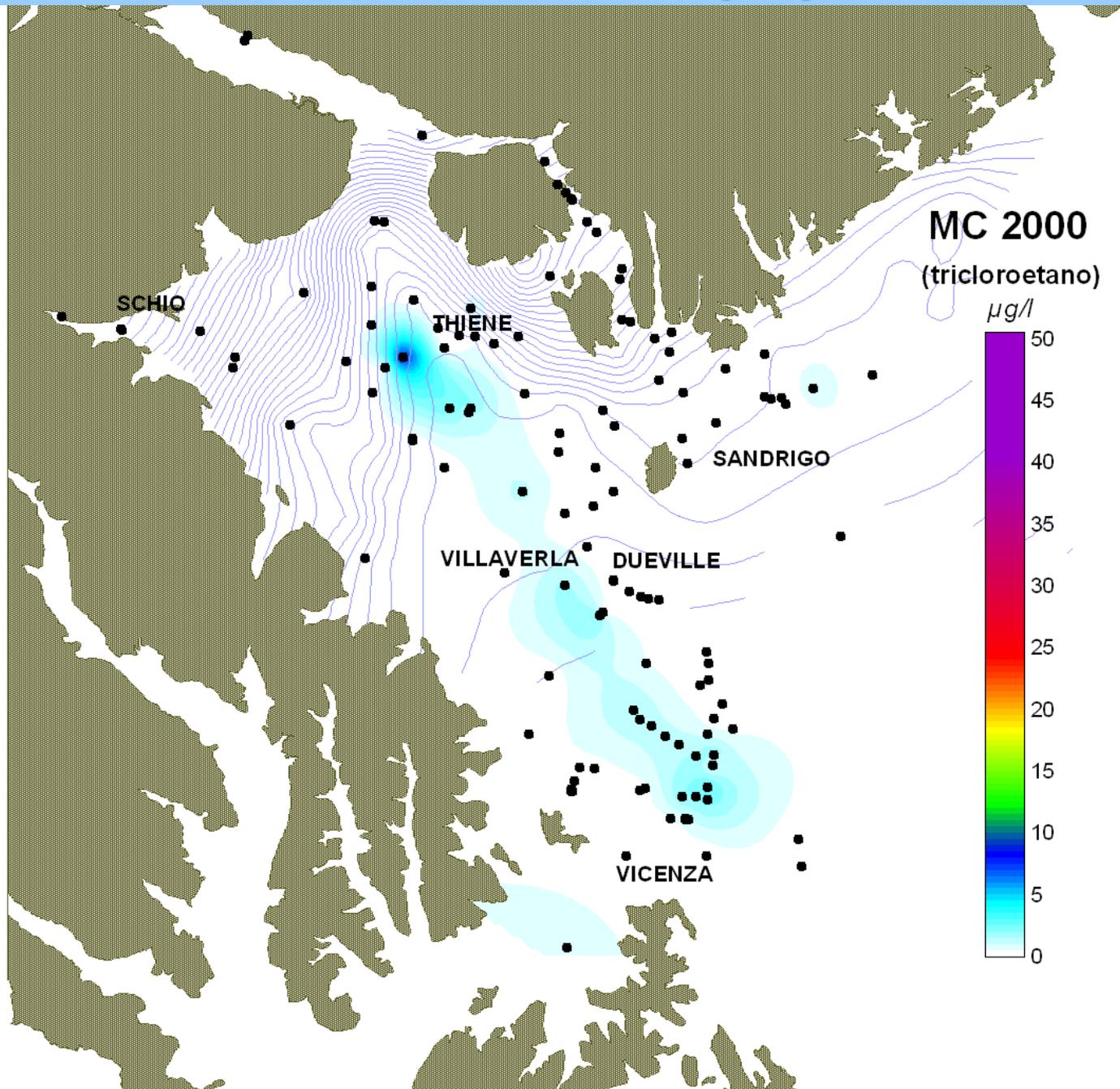
Inquinamento da 1,1,1-tricloroetano (MC): 1986 - 2004



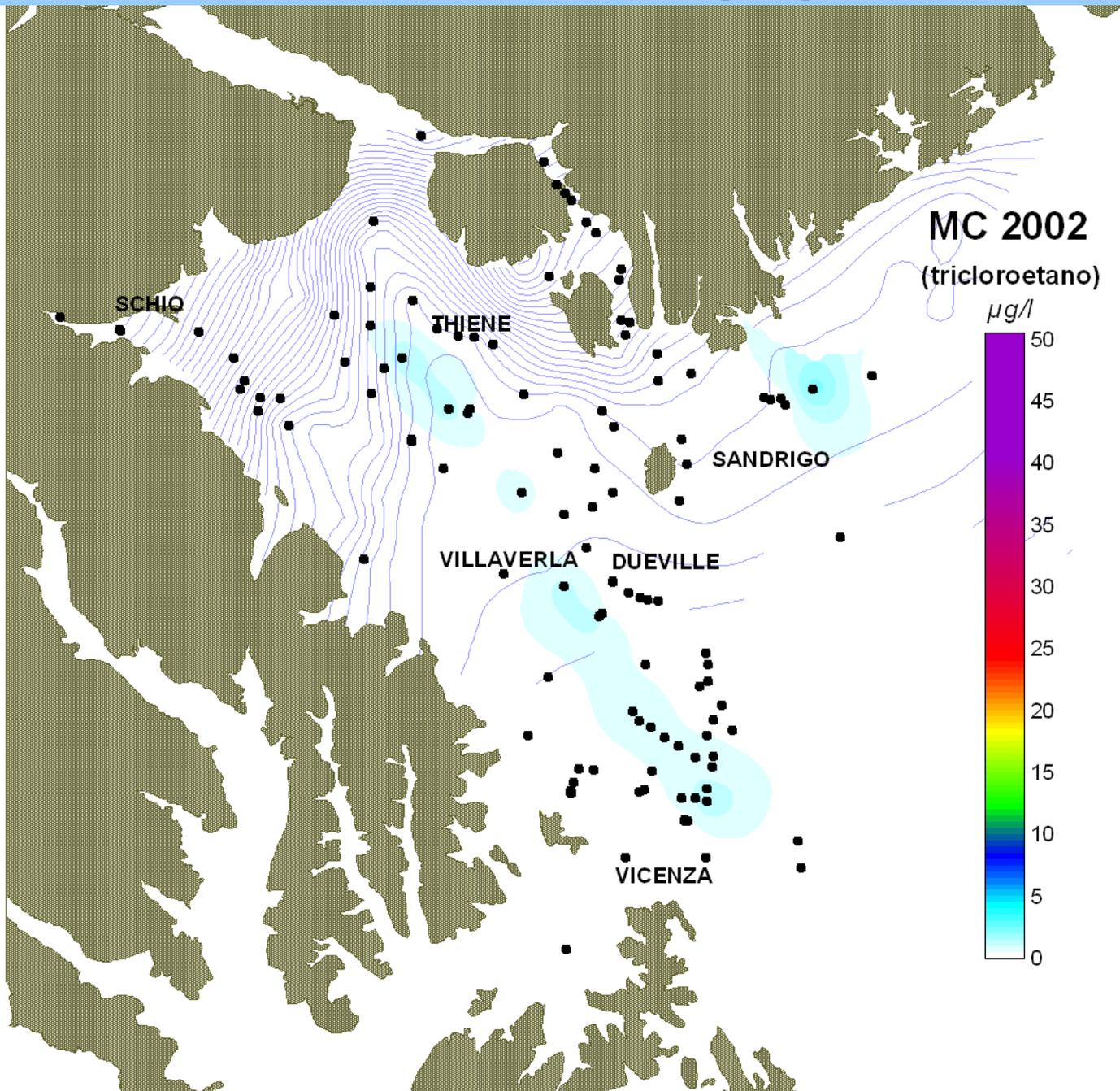
Inquinamento da 1,1,1-tricloroetano (MC): 1986 - 2004



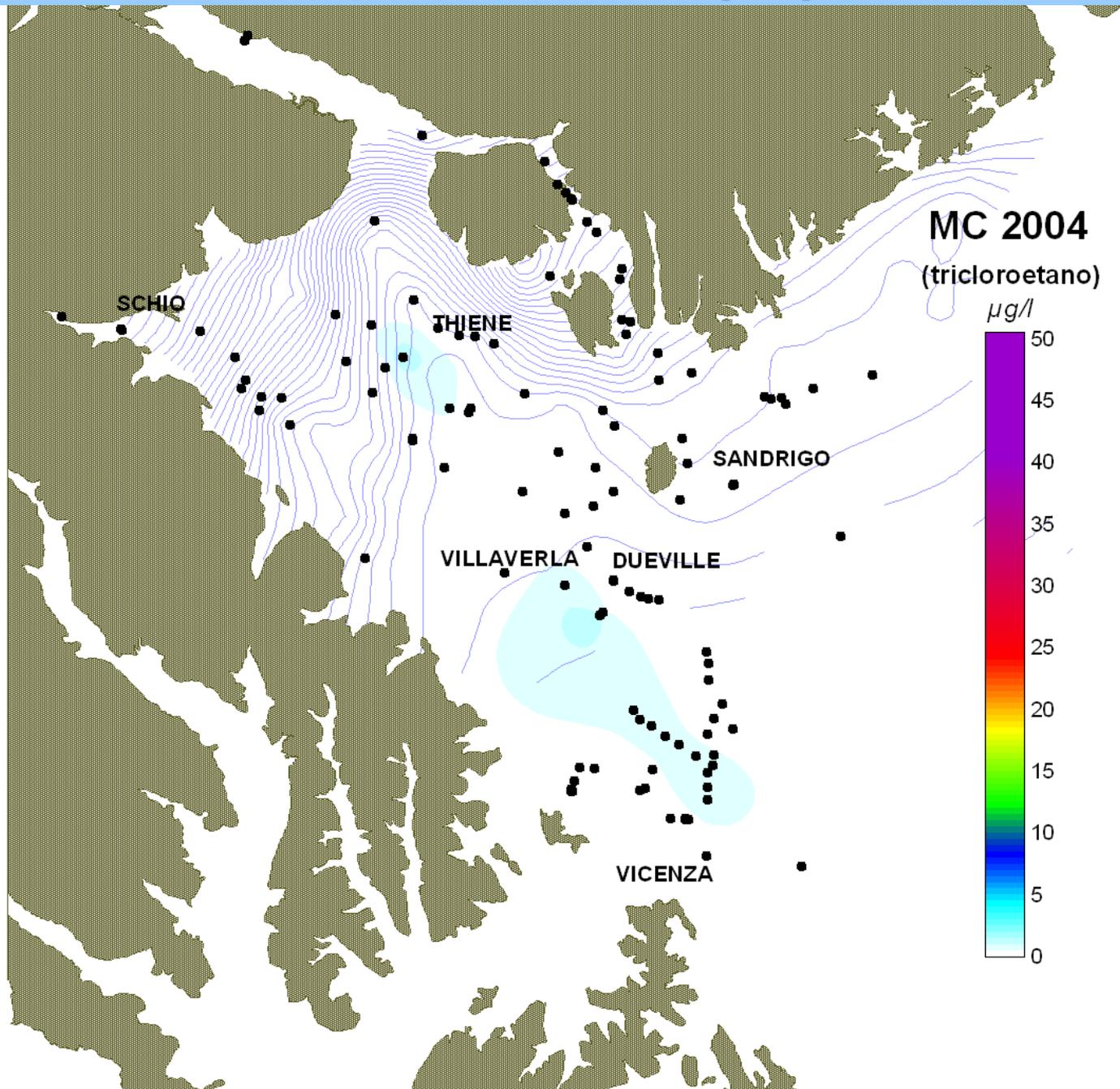
Inquinamento da 1,1,1-tricloroetano (MC): 1986 - 2004



Inquinamento da 1,1,1-tricloroetano (MC): 1986 - 2004

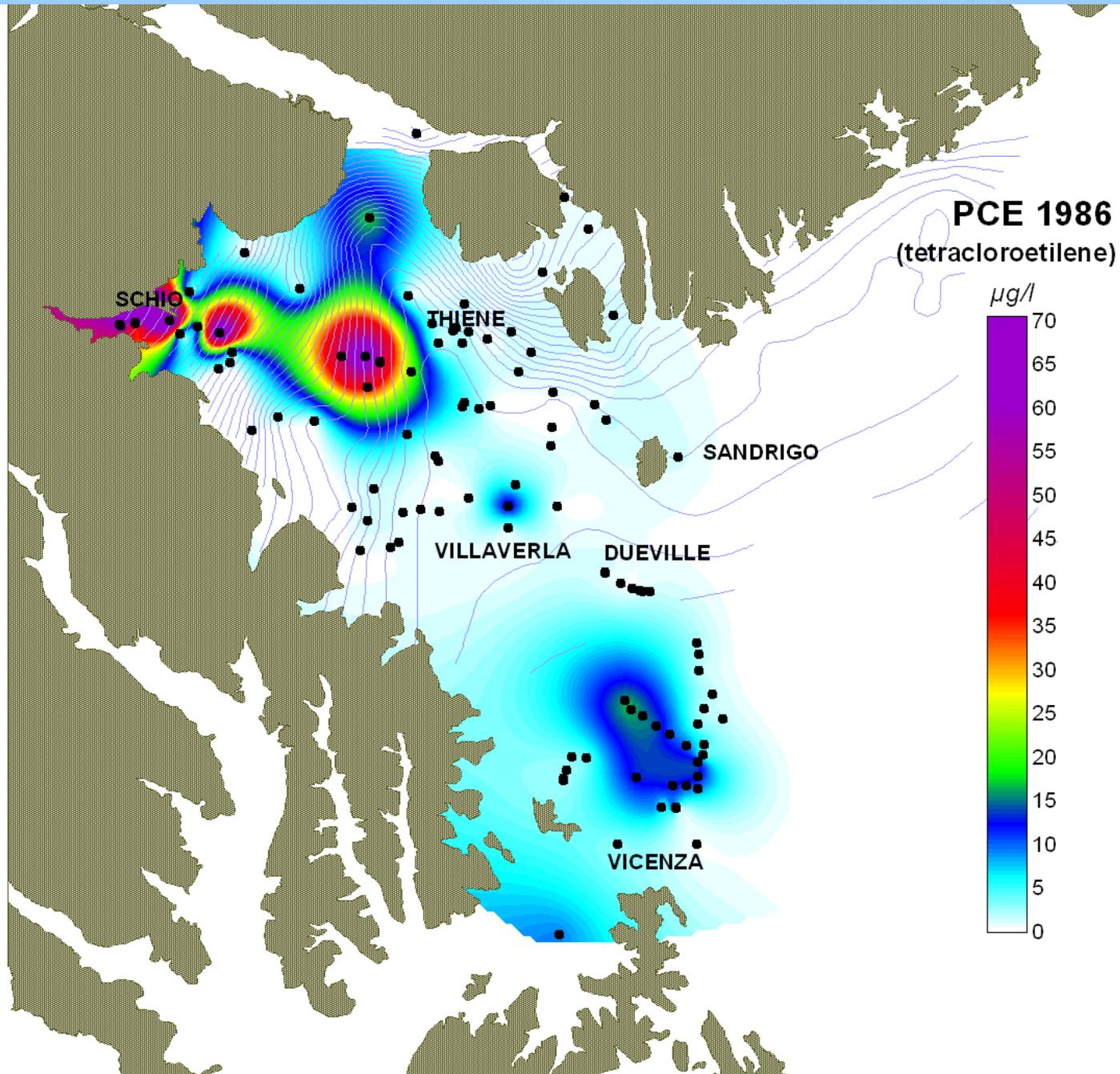


Inquinamento da 1,1,1-tricloroetano (MC): 1986 - 2004



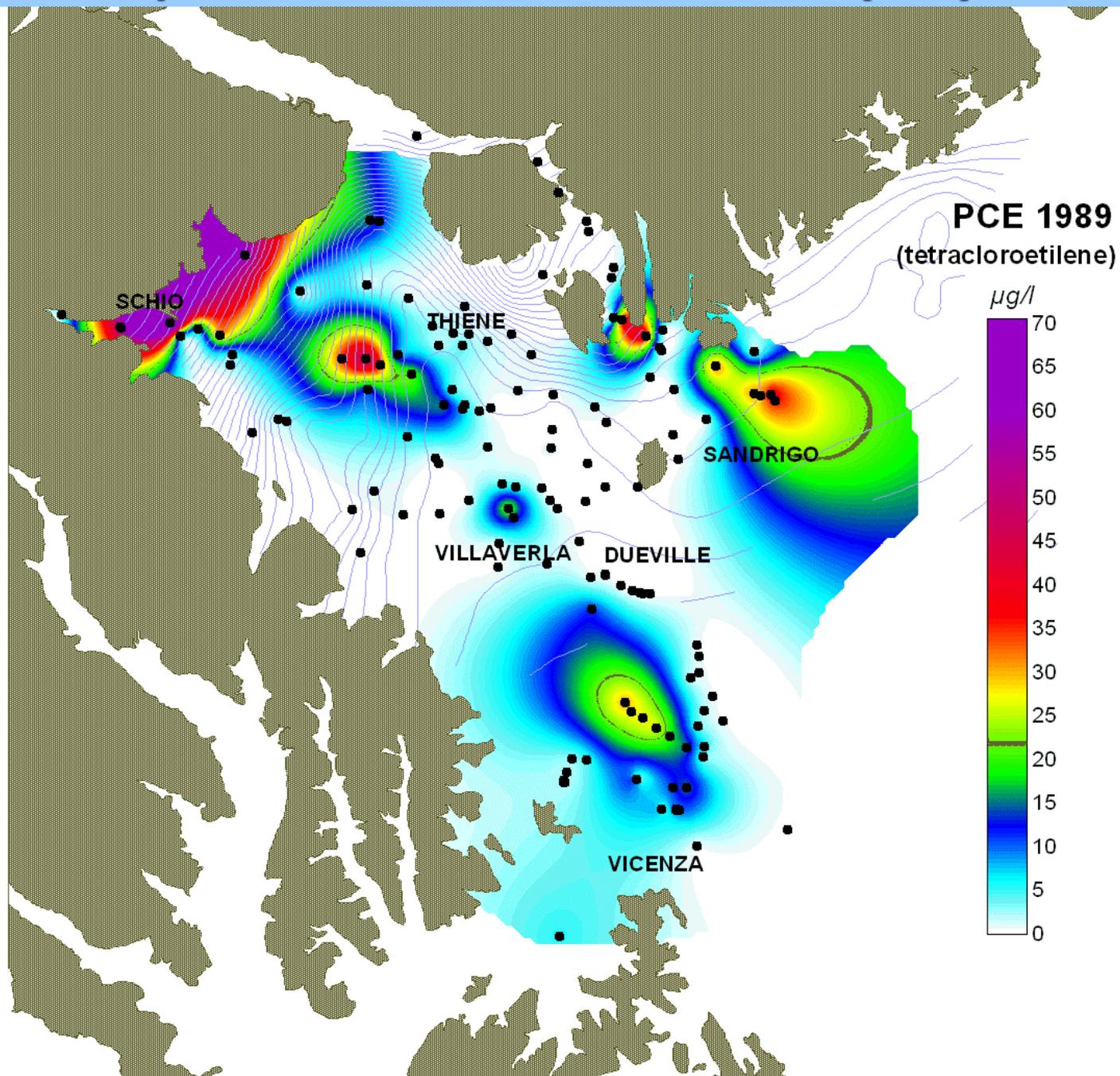
Inquinamento da tetracloroetilene (PCE): 1986 - 2004

Solvente organico
(reattivo)

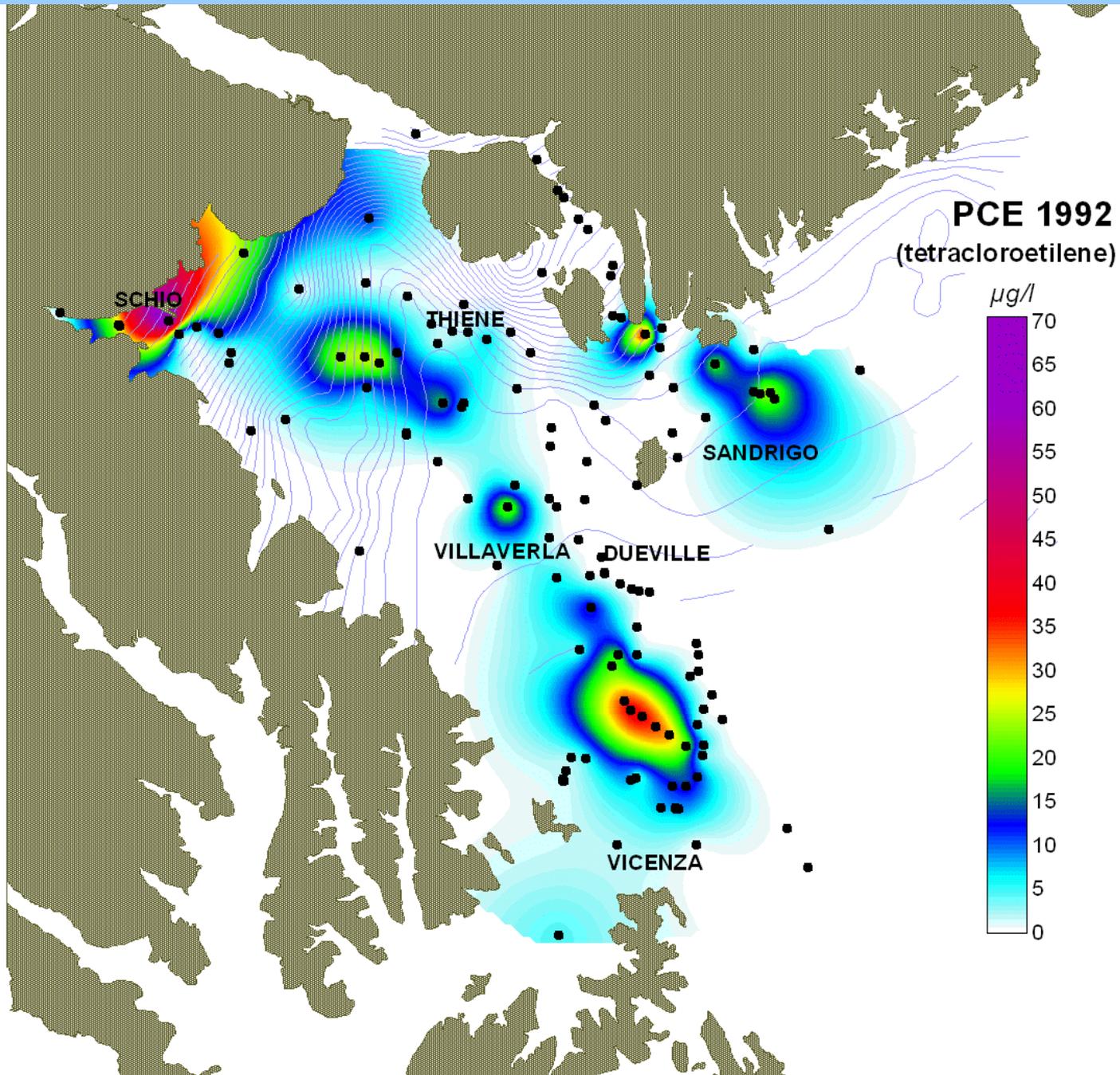


Inquinamento da tetracloroetilene (PCE): 1986 - 2004

Solvente organico
(reattivo)



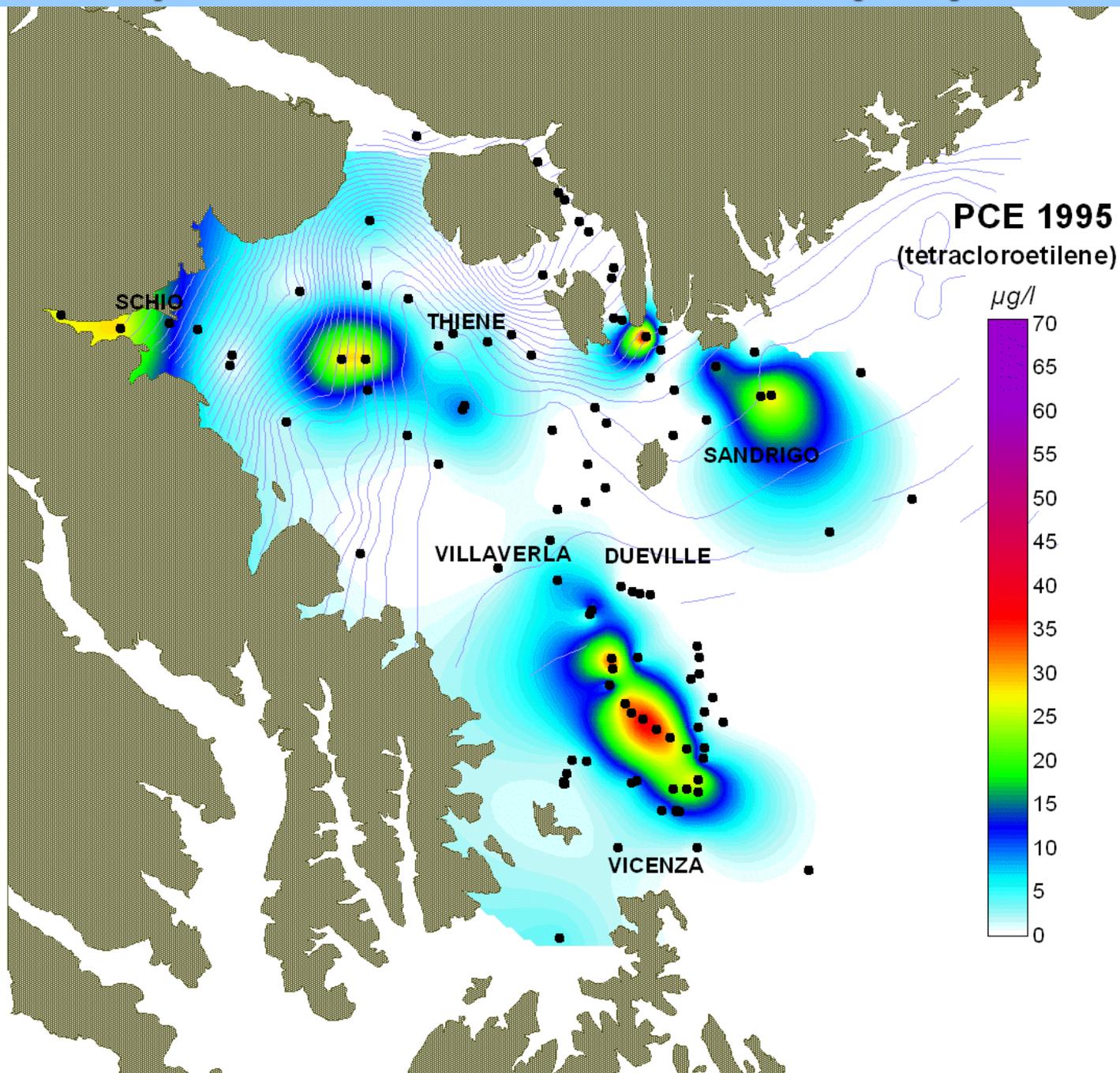
Inquinamento da tetracloroetilene (PCE): 1986 - 2004



Solvente
organico
(reattivo)

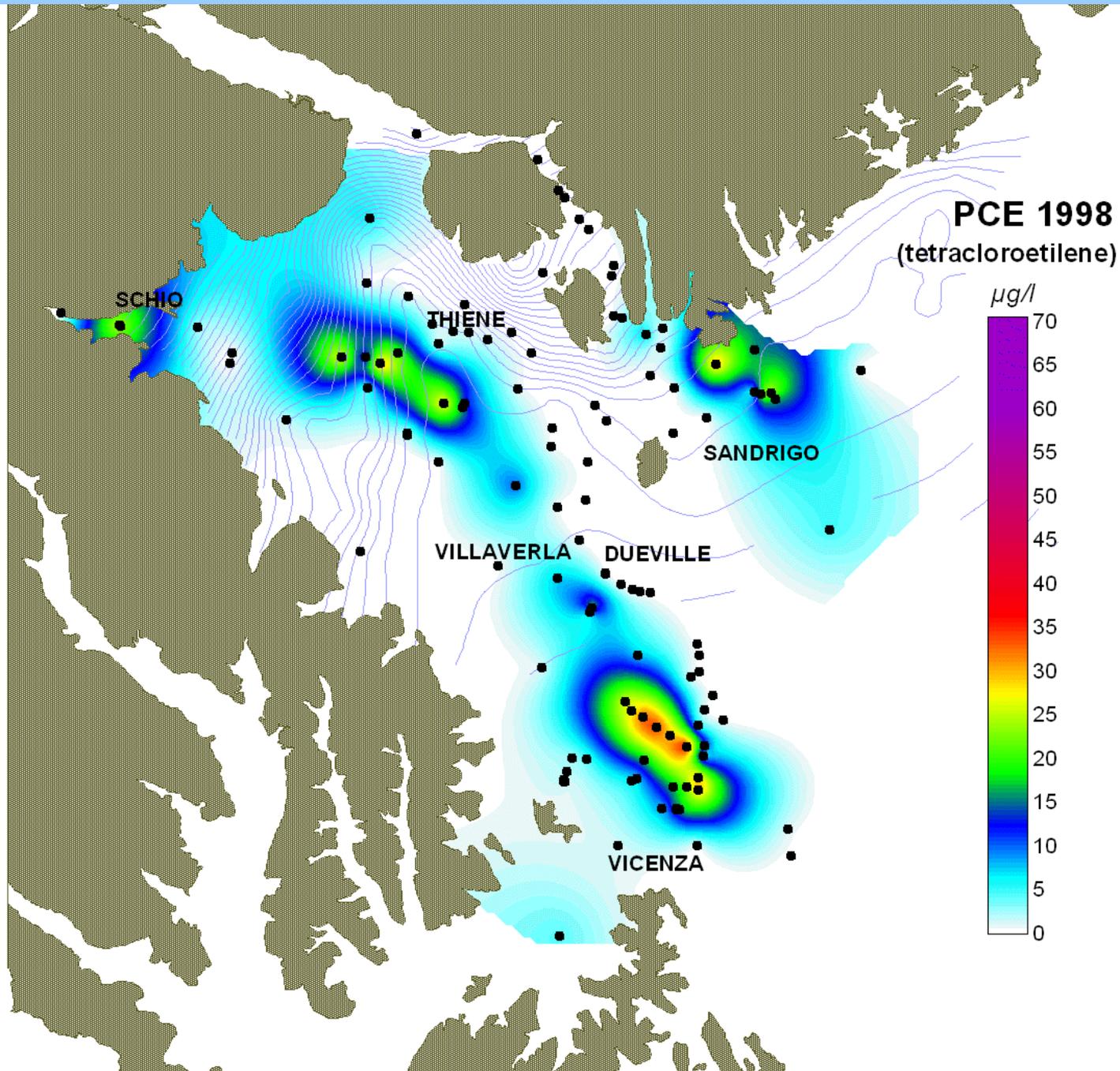
Inquinamento da tetracloroetilene (PCE): 1986 - 2004

Solvente organico
(reattivo)



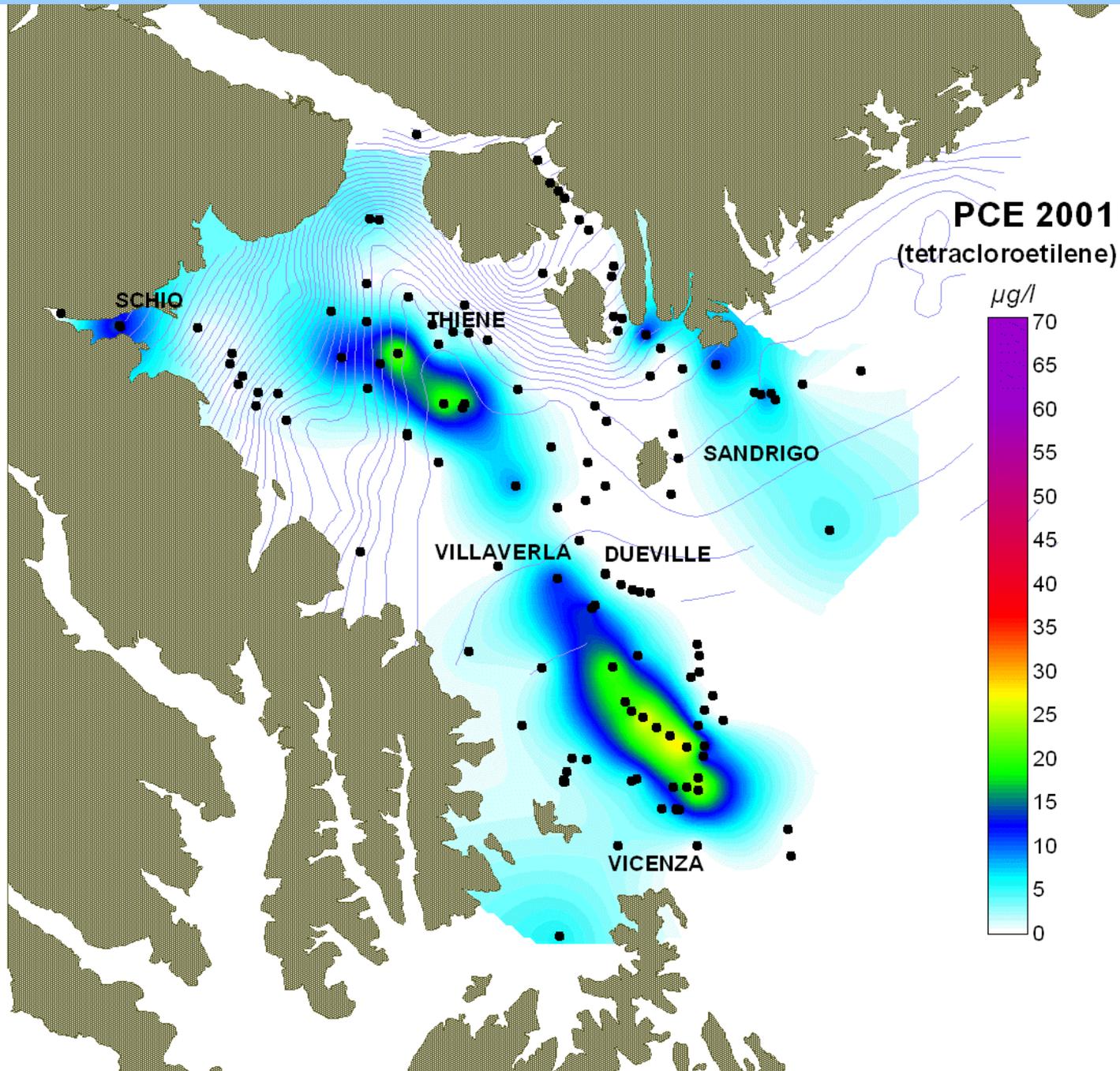
Inquinamento da tetracloroetilene (PCE): 1986 - 2004

Solvente organico
(reattivo)



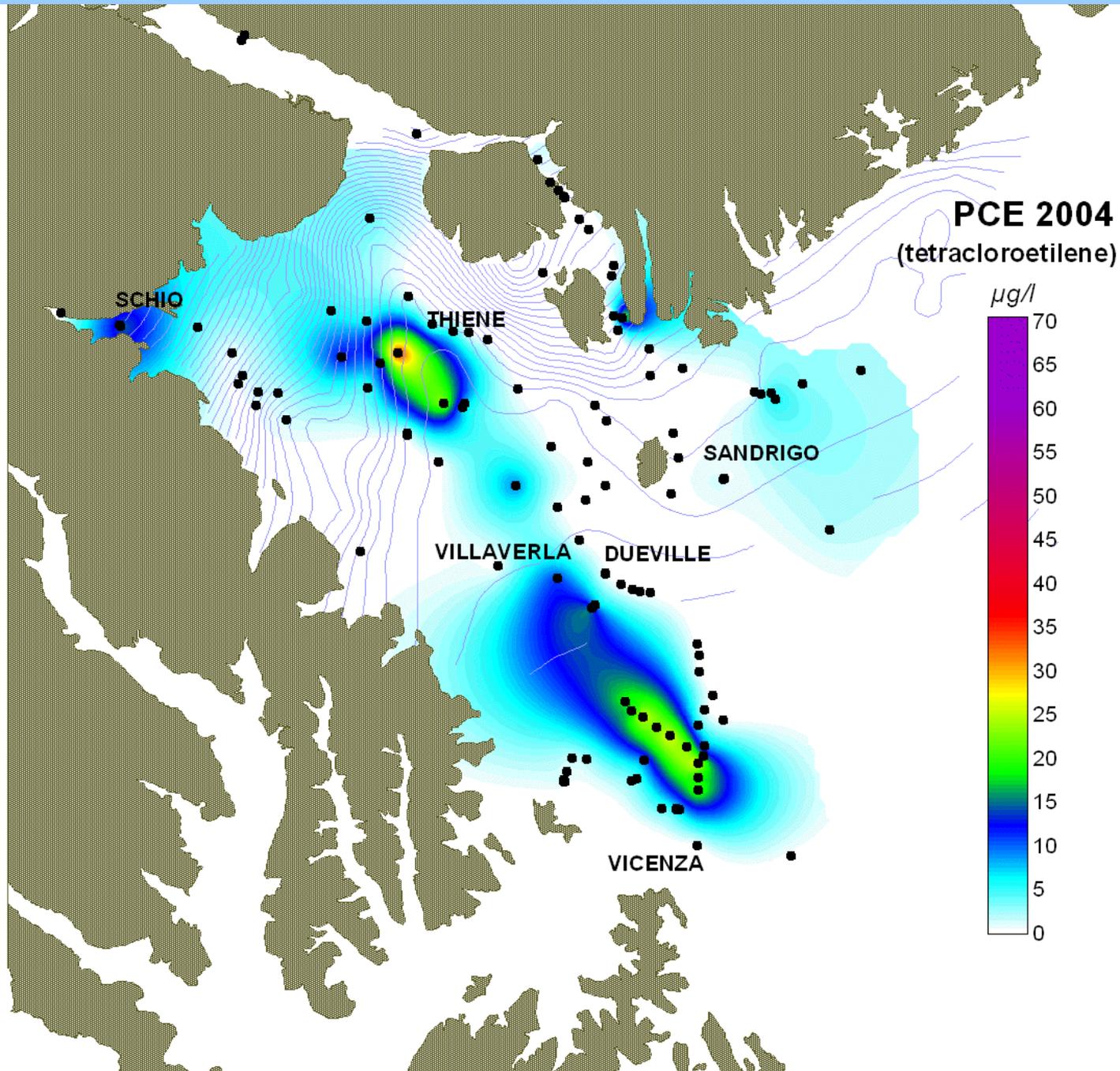
Inquinamento da tetracloroetilene (PCE): 1986 - 2004

Solvente organico
(reattivo)

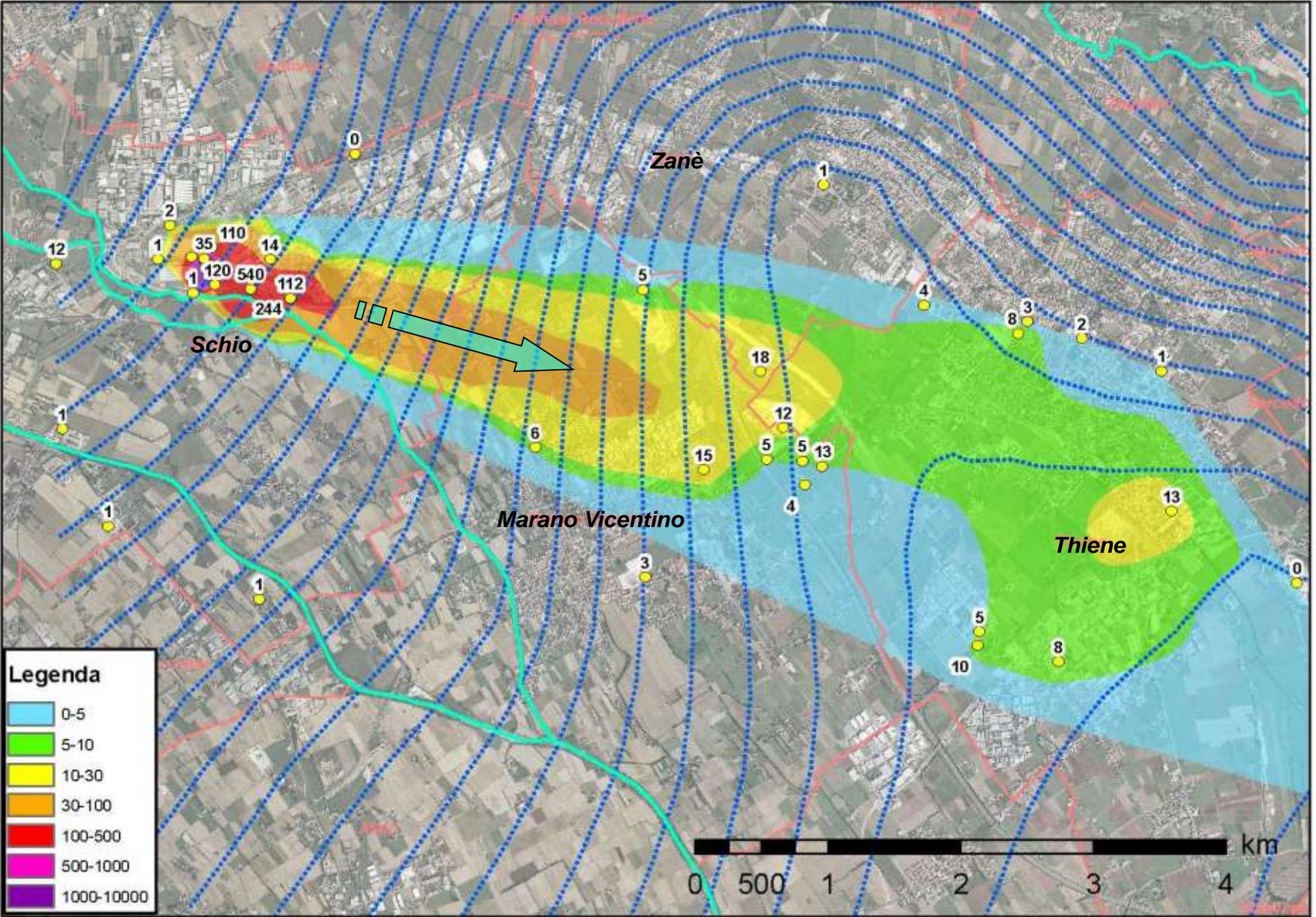


Inquinamento da tetracloroetilene (PCE): 1986 - 2004

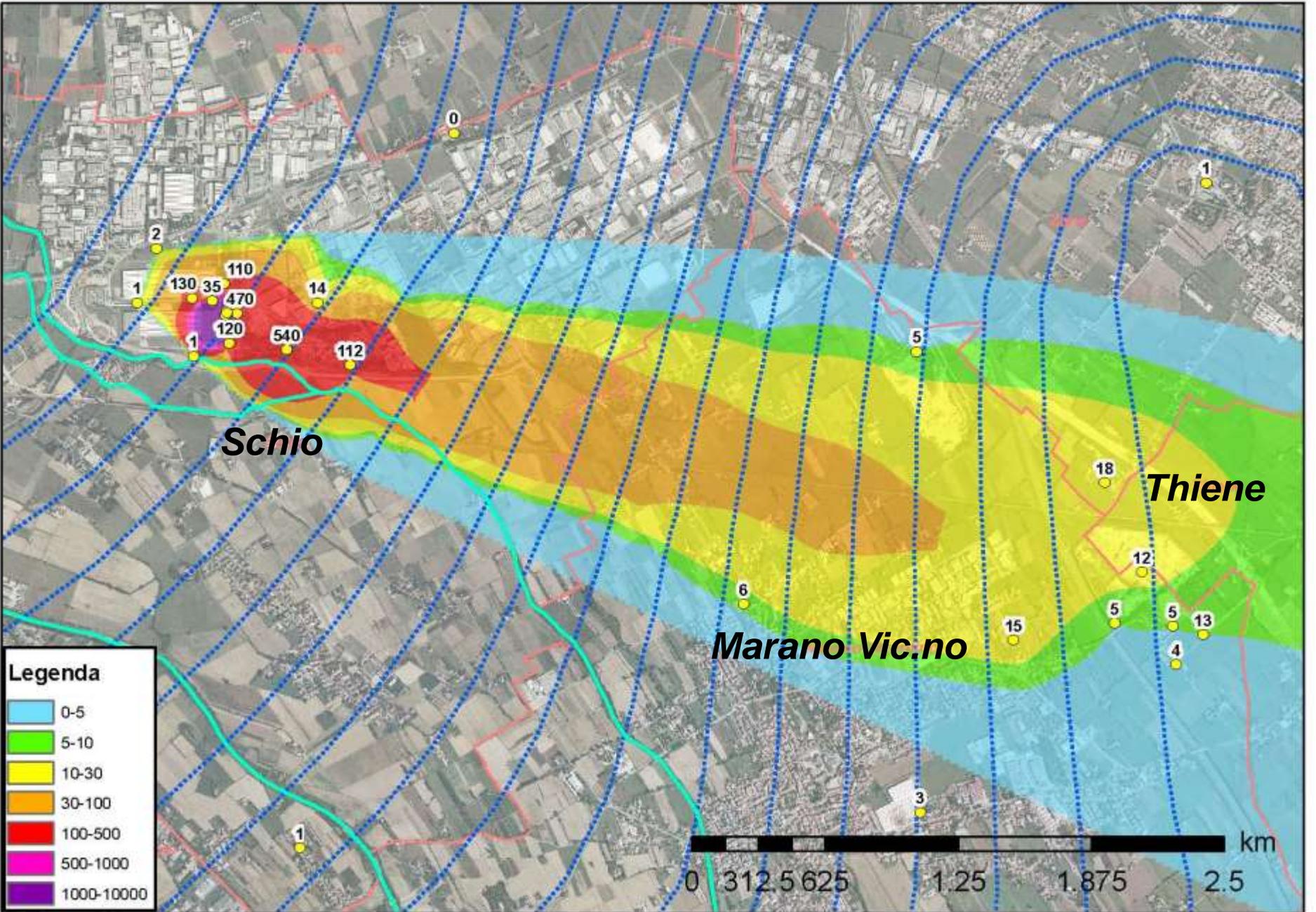
Solvente organico
(reattivo)



Inquinamento da *percloroetilene* da Schio verso Marano Vic. - Thiene



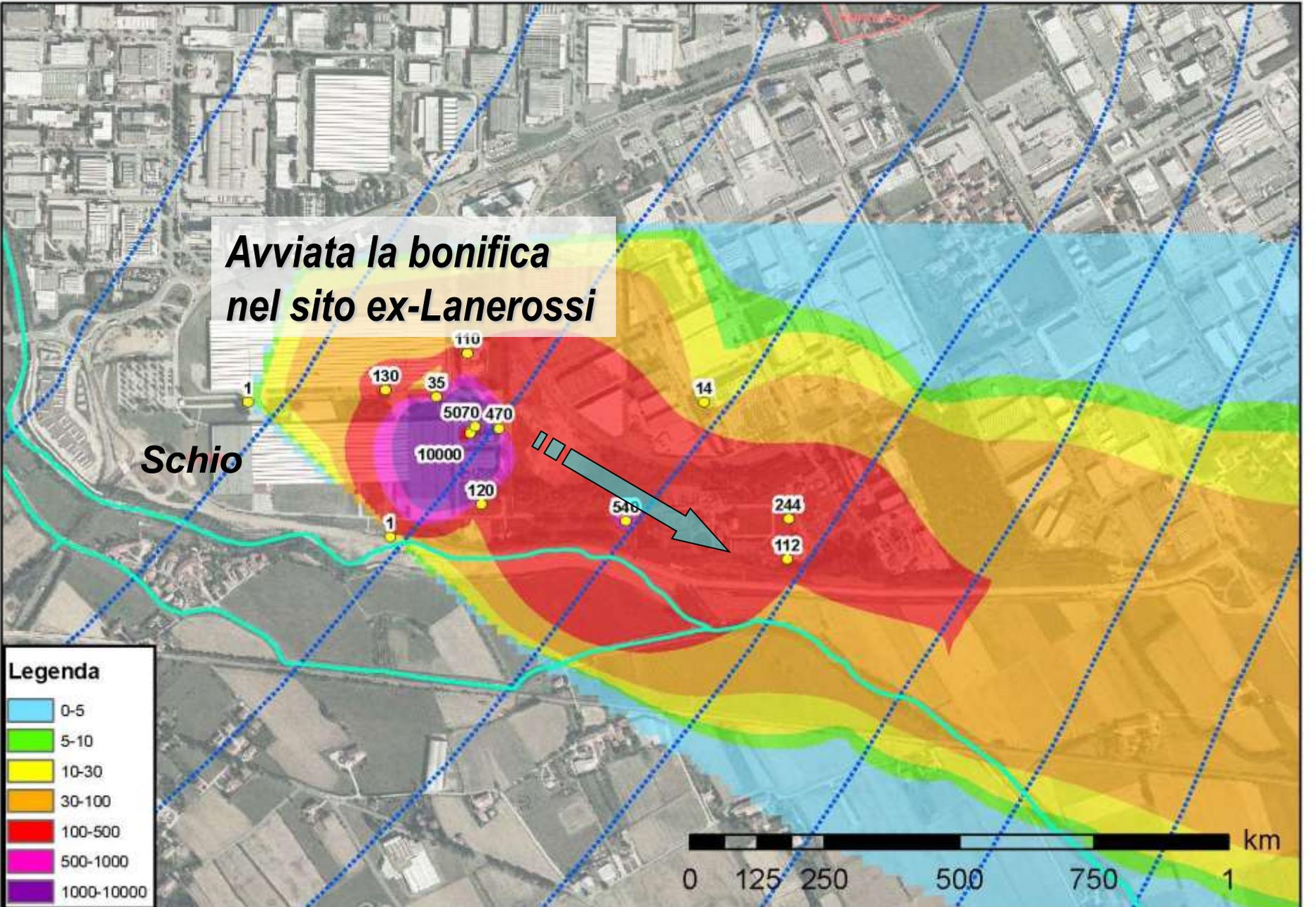
Inquinamento da *percloroetilene* da Schio verso Marano Vic. - Thiene



Inquinamento da *percloroetilene* da Schio verso Marano Vic. - Thiene

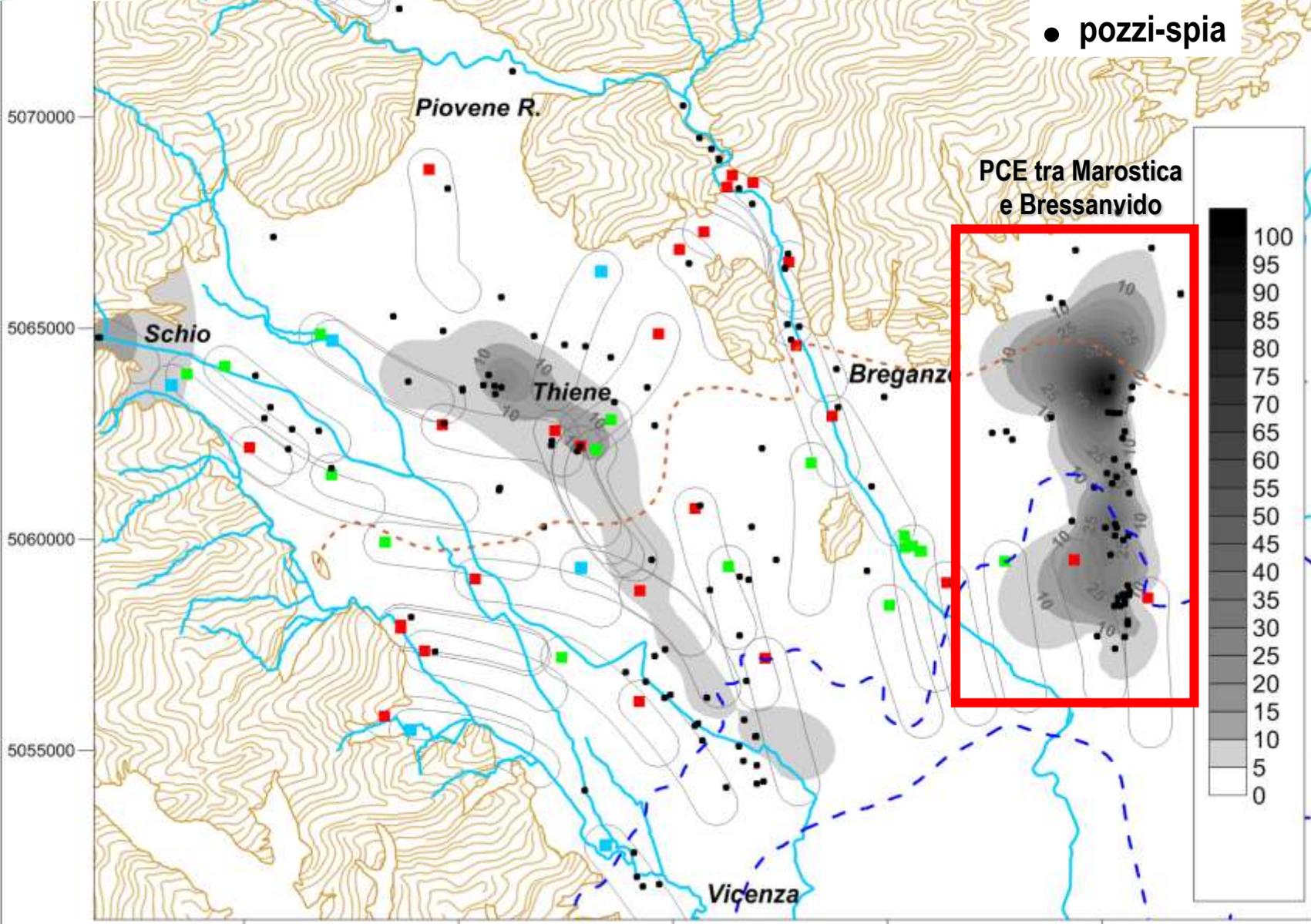
Avviata la bonifica nel sito ex-Lanerossi

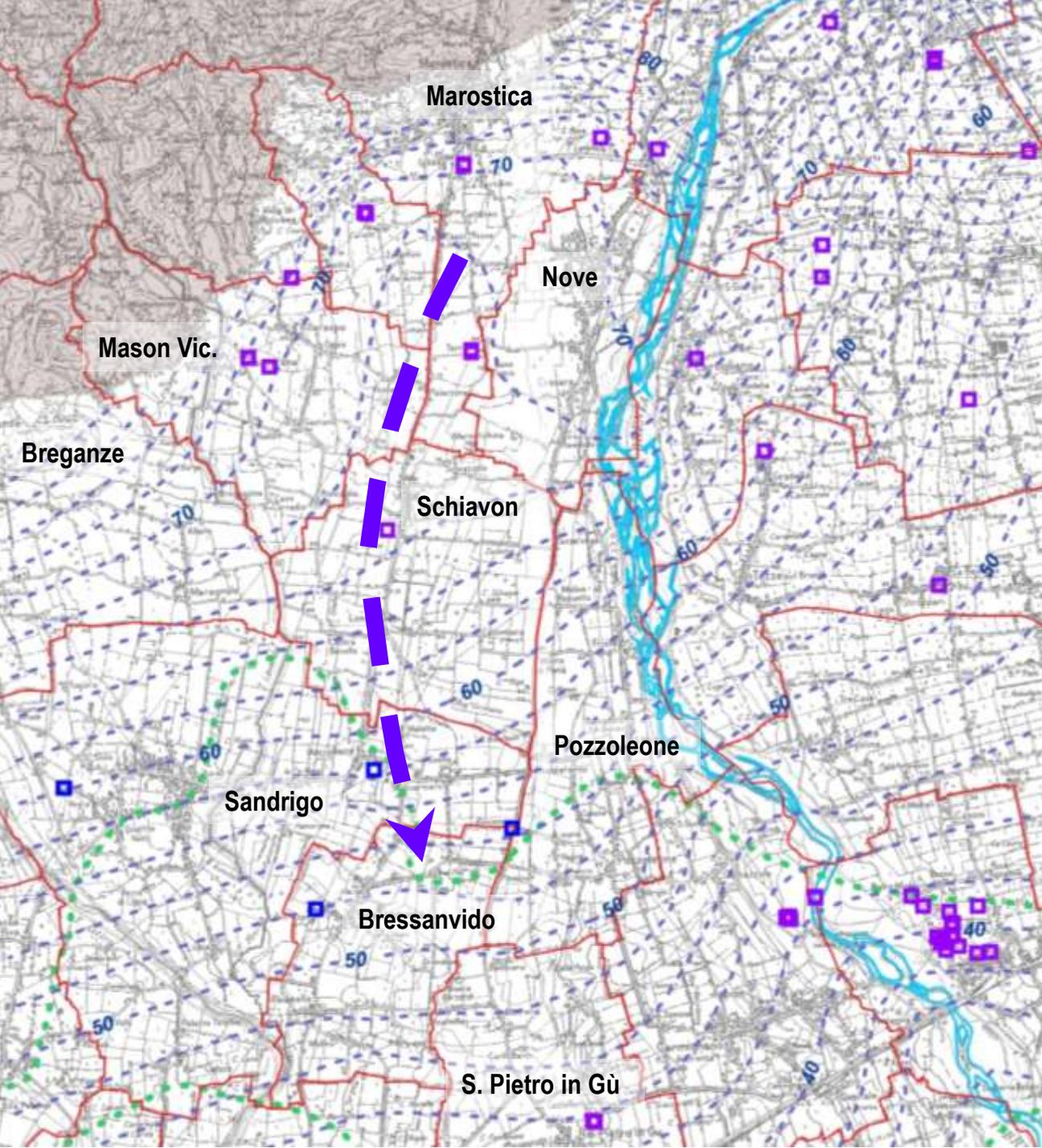
Schio



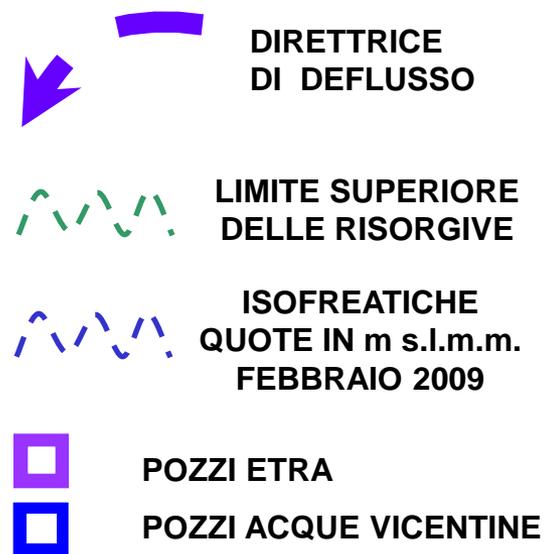
Percloroetilene ($\mu\text{g/l}$) - 2009

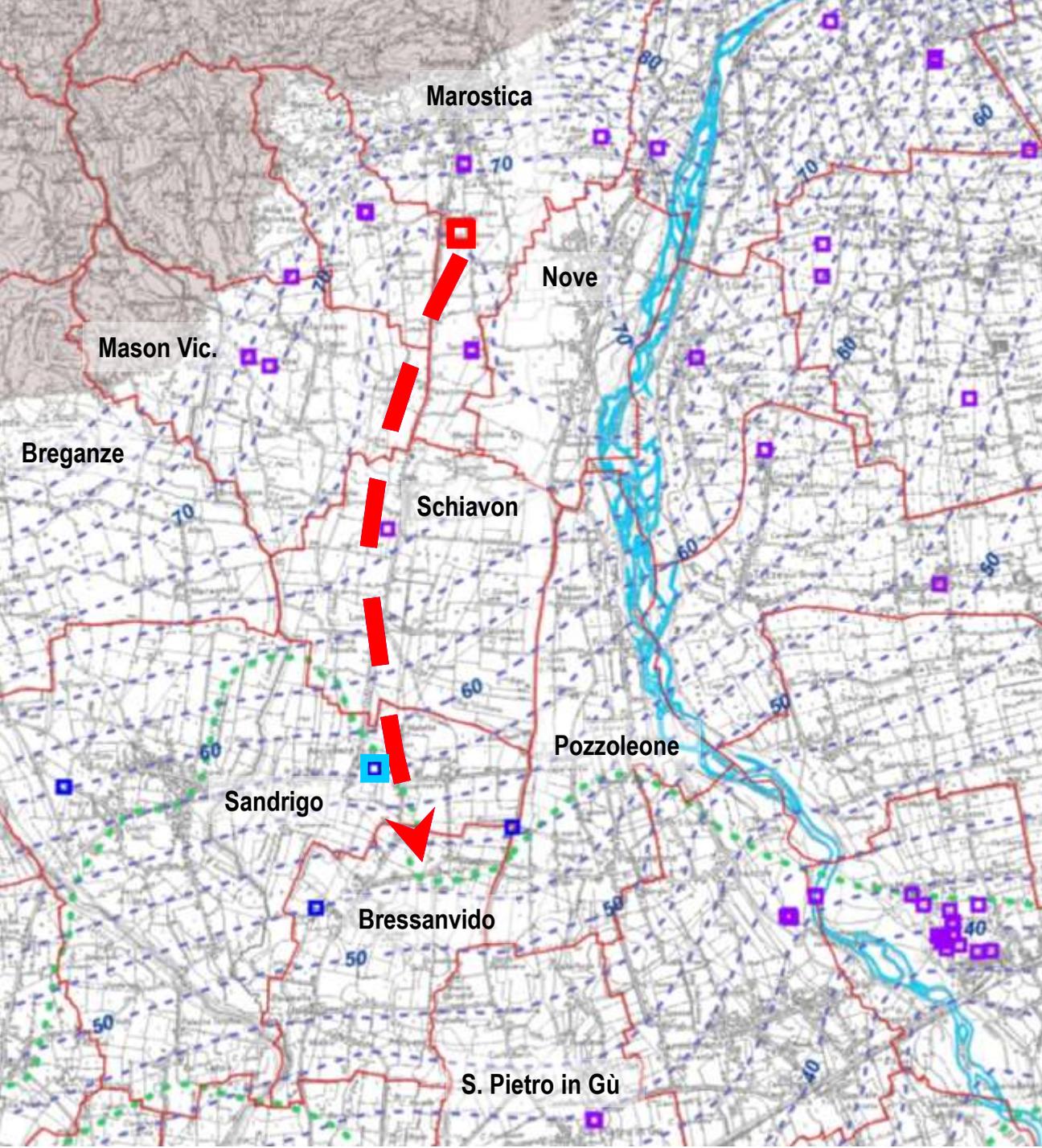
● pozzi-spia





2009-2011: INQUINAMENTO DA PERCLOROETILENE





2009-2011: INQUINAMENTO DA PERCLOROETILENE

 SORGENTE INQUINAMENTO

 "BERSAGLIO"

 LIMITE SUPERIORE
DELLE RISORGIVE

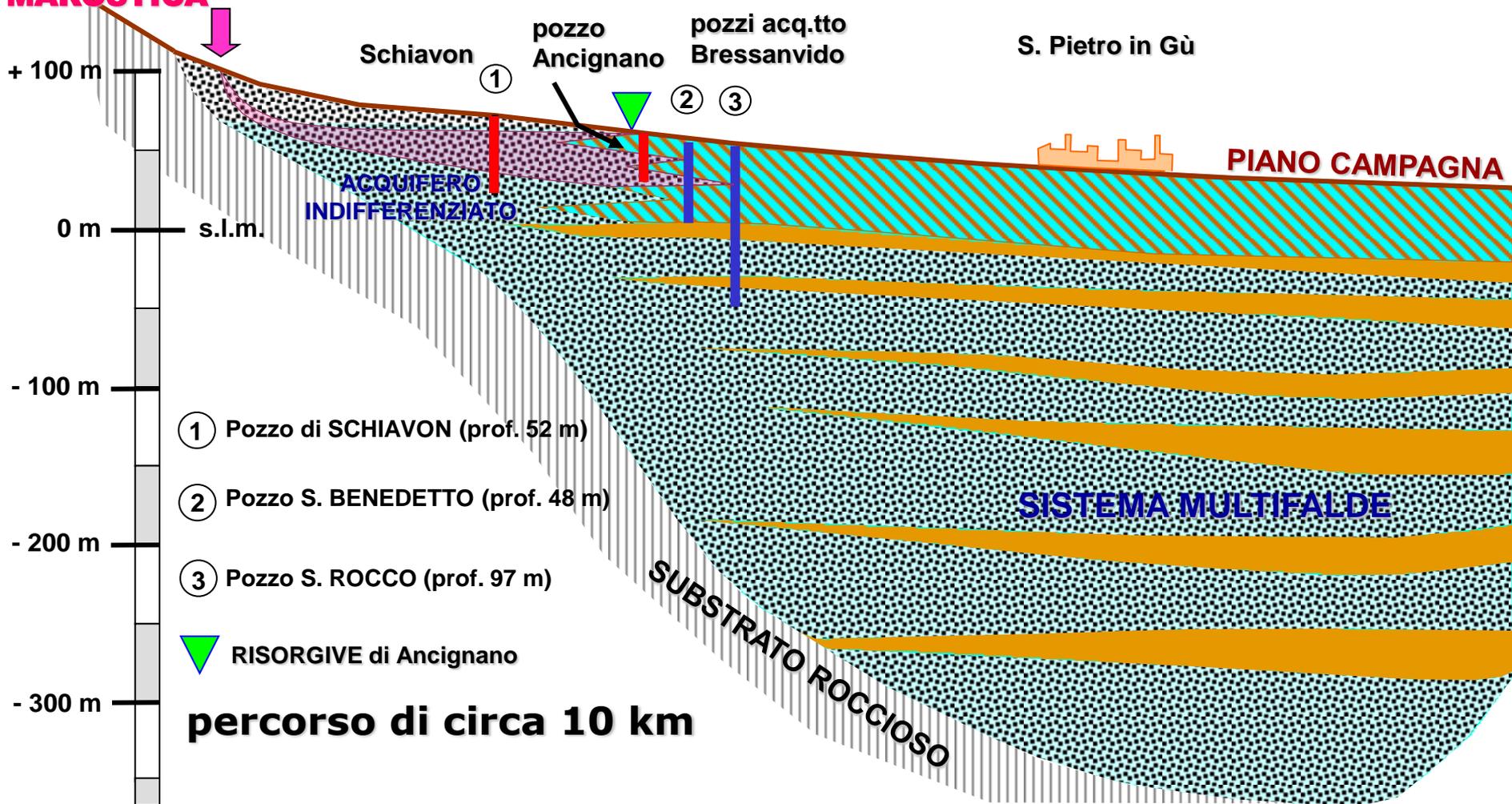
 ISOFREATICHE
QUOTE IN m s.l.m.
FEBBRAIO 2009

 POZZI ETRA

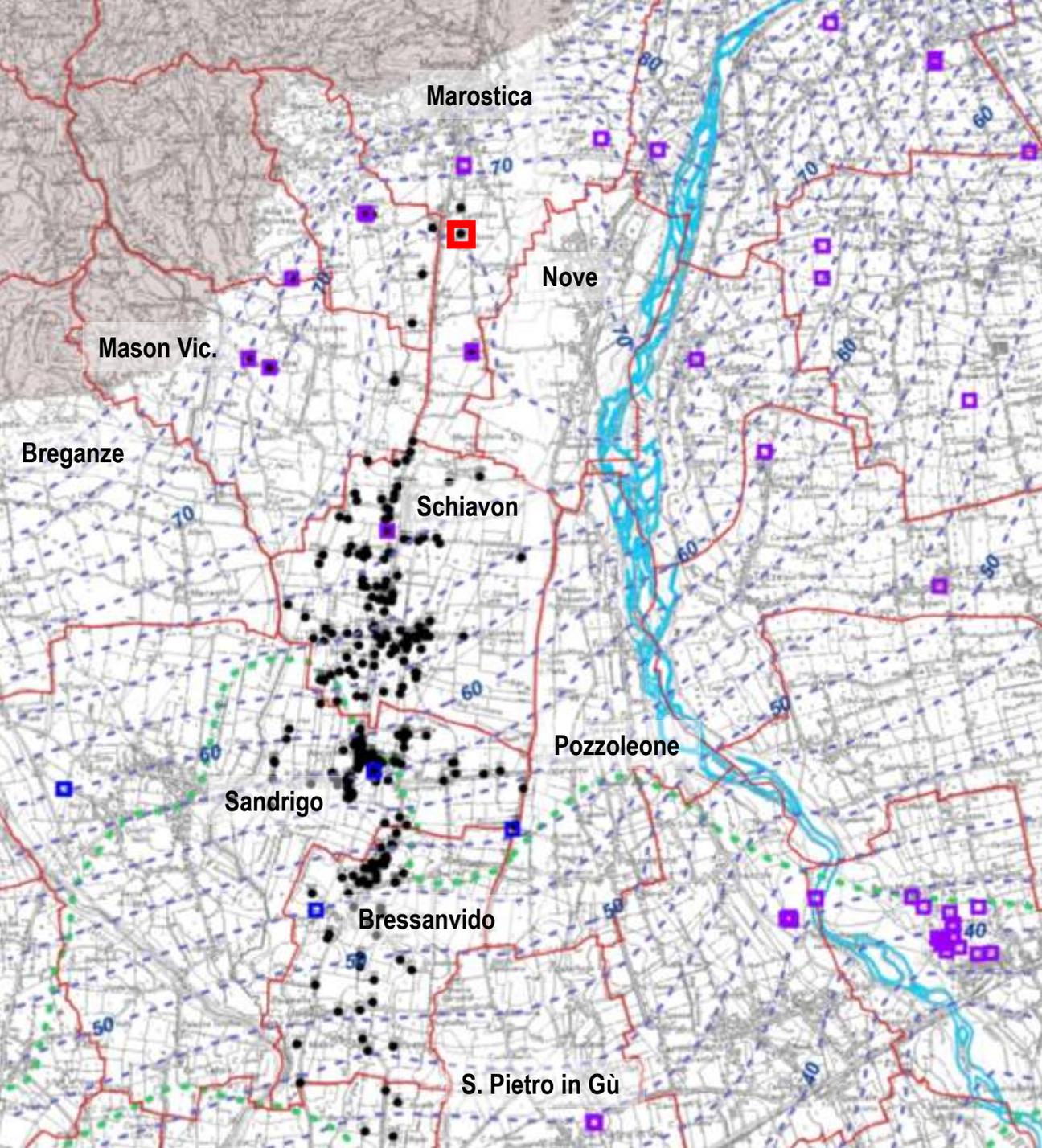
 POZZI ACQUE VICENTINE



MAROSTICA



Profilo stratigrafico



2009-2011: INQUINAMENTO DA PERCLOROETILENE

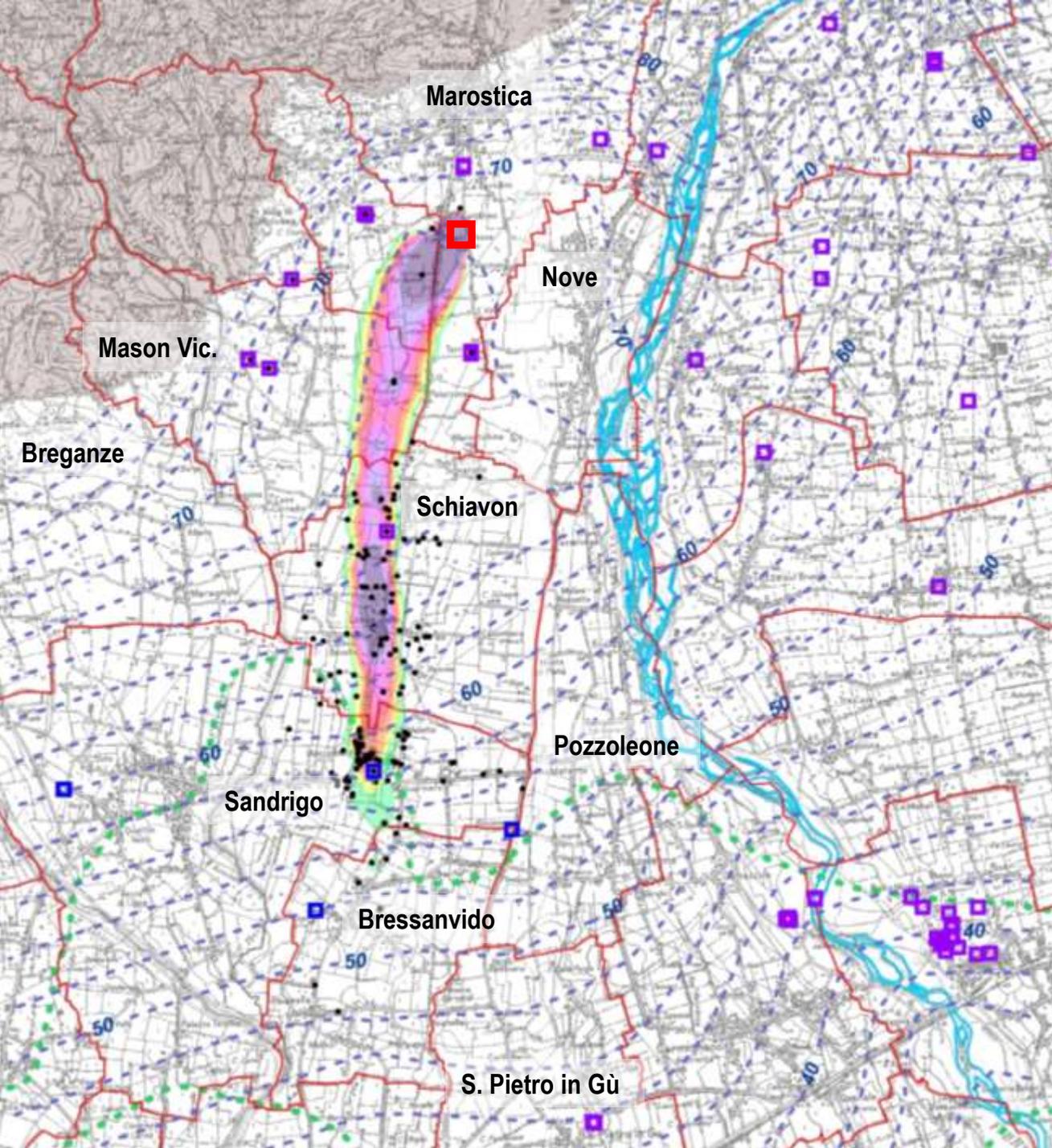
● RETE DI MONITORAGGIO:
260 POZZI

--- LIMITE SUPERIORE
DELLE RISORGIVE

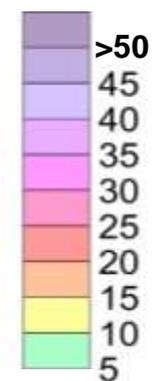
--- ISOFREATICHE
QUOTE IN m s.l.m.
FEBBRAIO 2009

□ POZZI ETRA

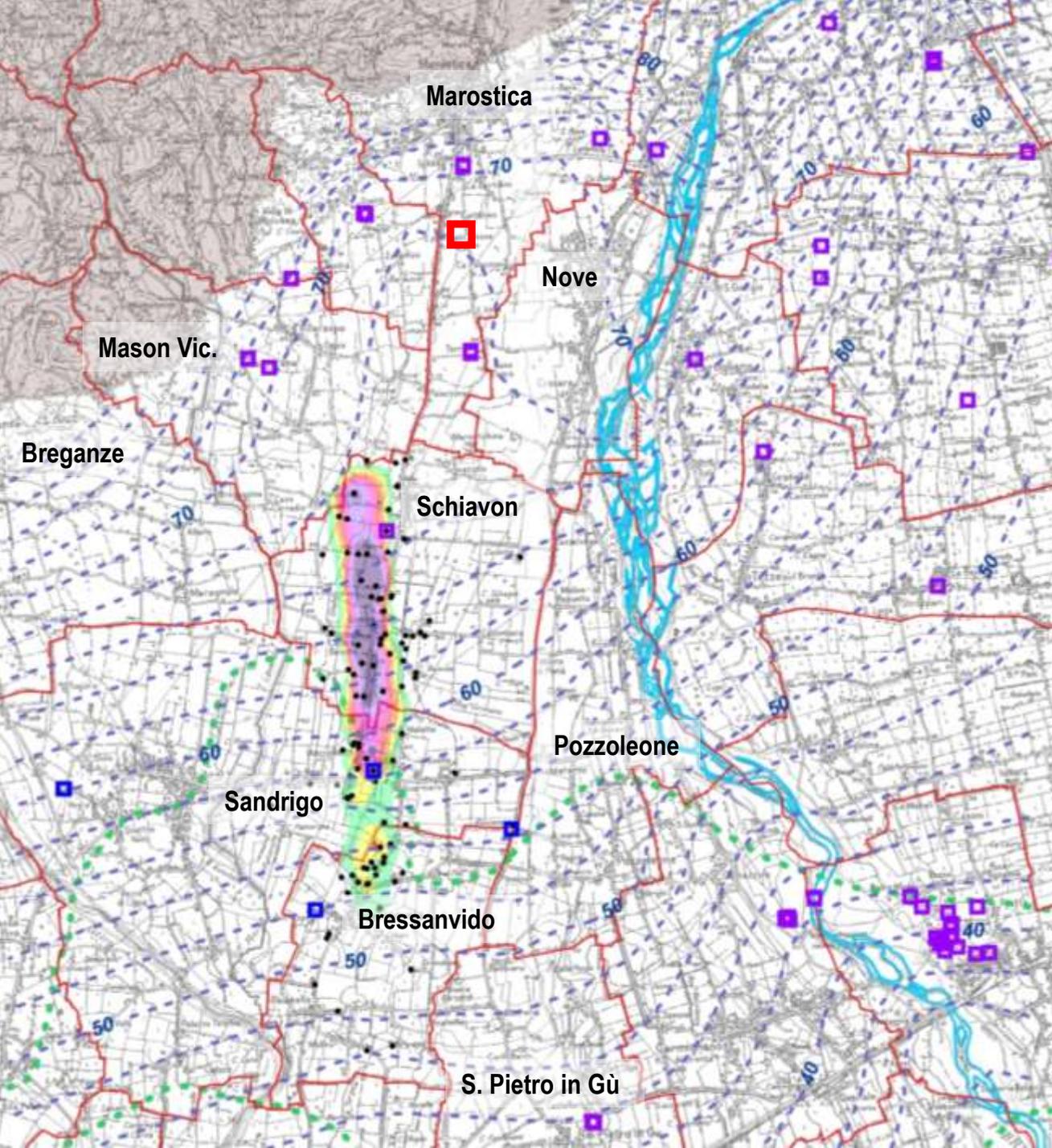
□ POZZI ACQUE VICENTINE



**2009-2011: INQUINAMENTO
DA PERCLOROETILENE**



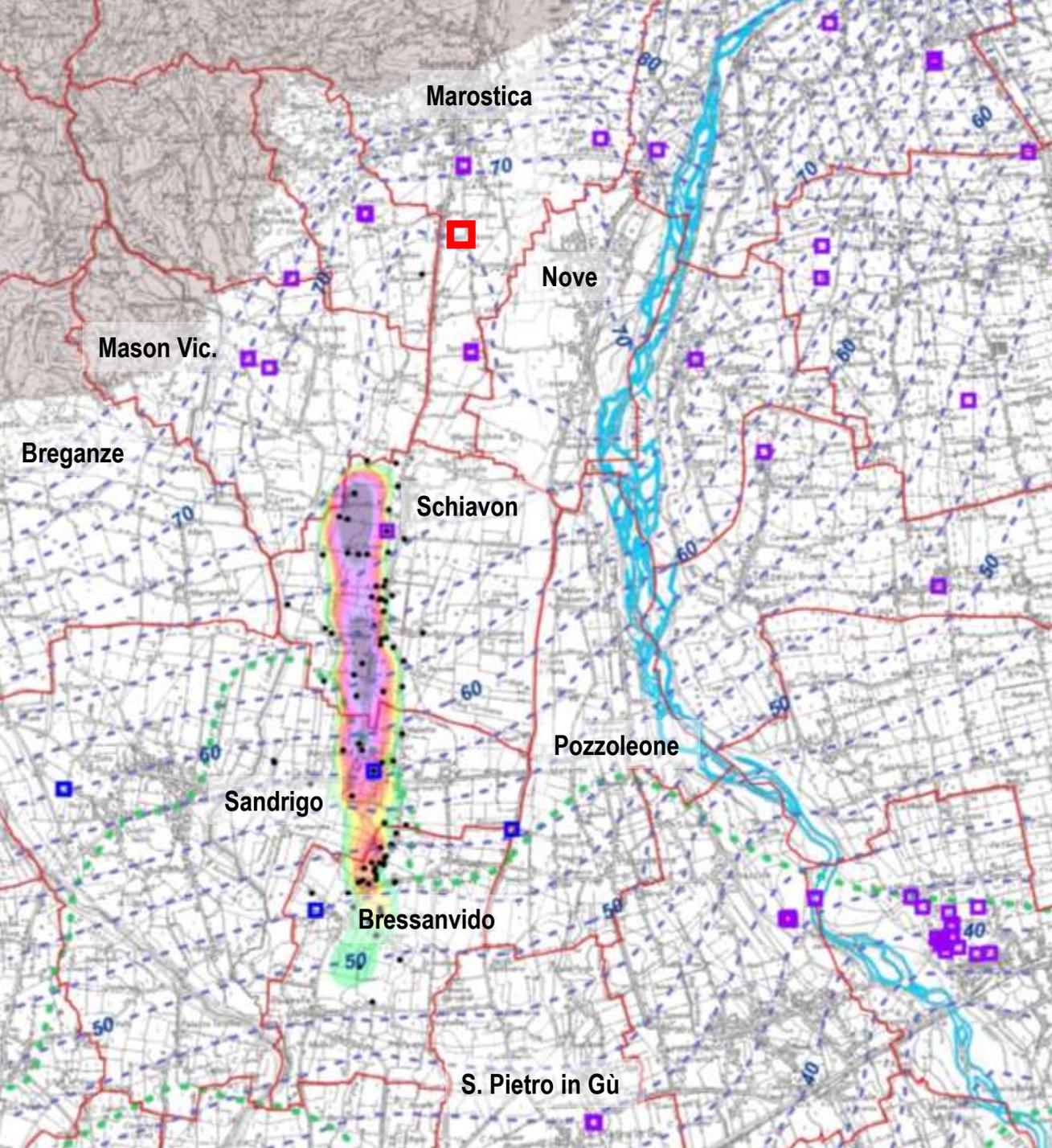
ESTATE 2009
**(150 PUNTI DI
MONITORAGGIO)**



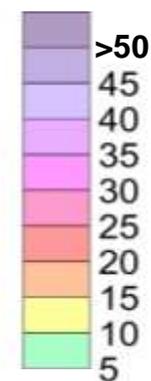
**2009-2011: INQUINAMENTO
DA PERCLOROETILENE**



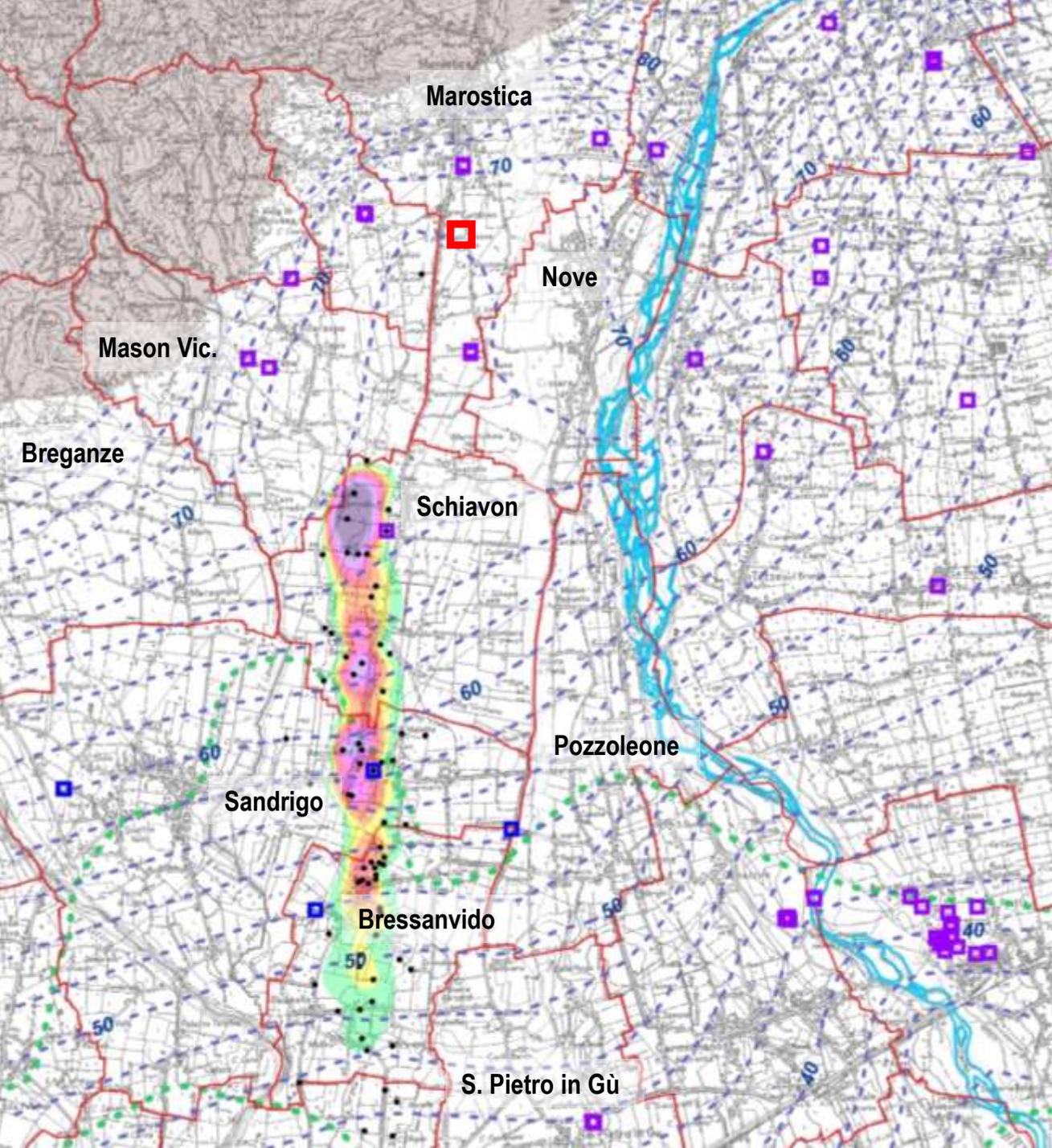
AUTUNNO 2009
**(103 PUNTI DI
MONITORAGGIO)**



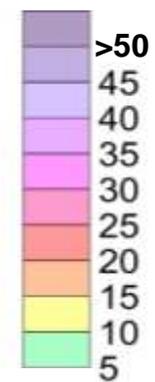
**2009-2011: INQUINAMENTO
DA PERCLOROETILENE**



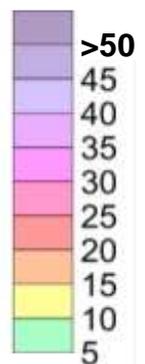
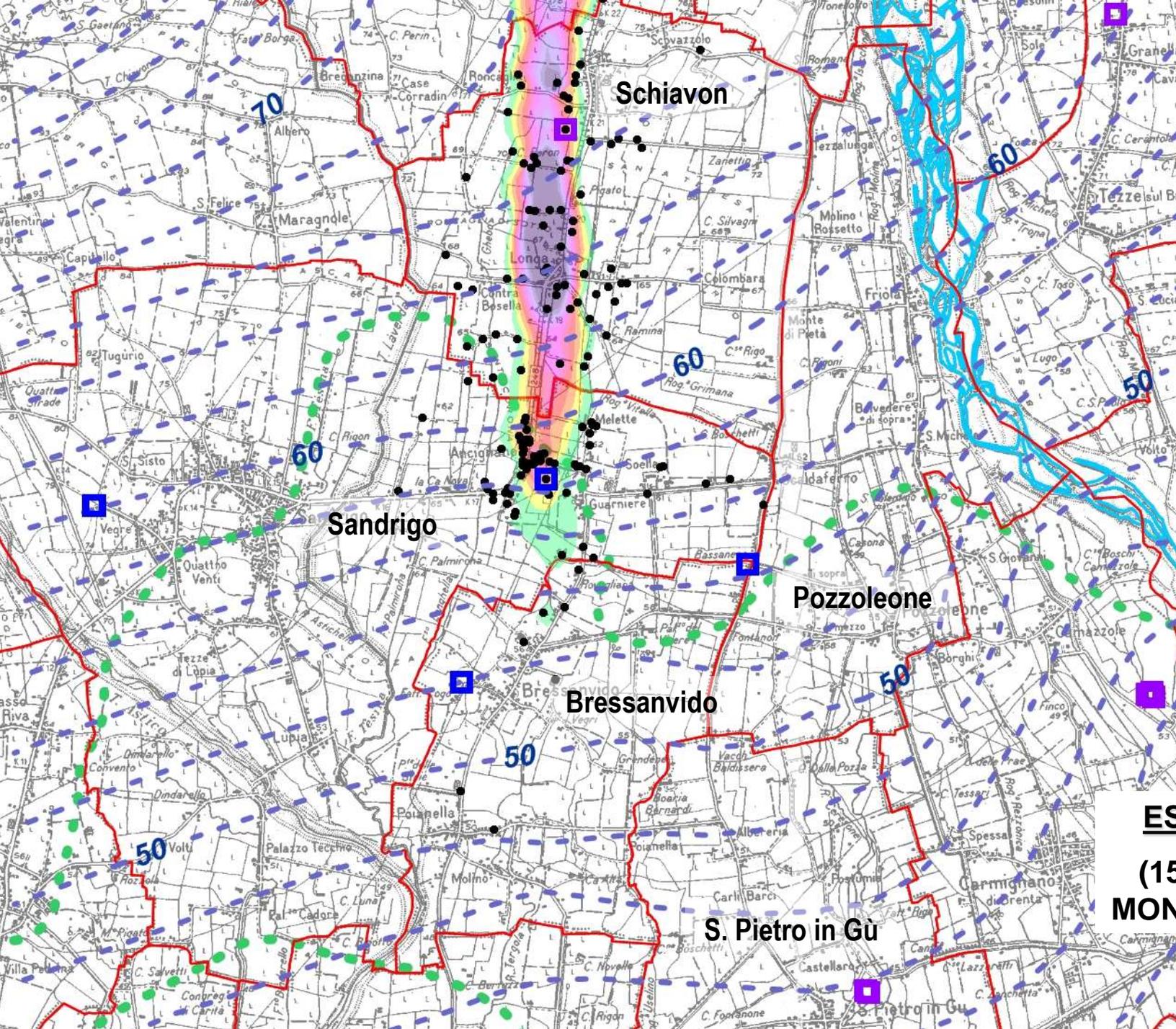
INIZIO 2010
**(85 PUNTI DI
MONITORAGGIO)**



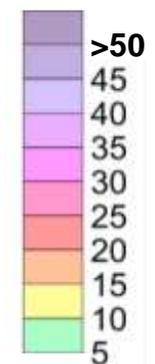
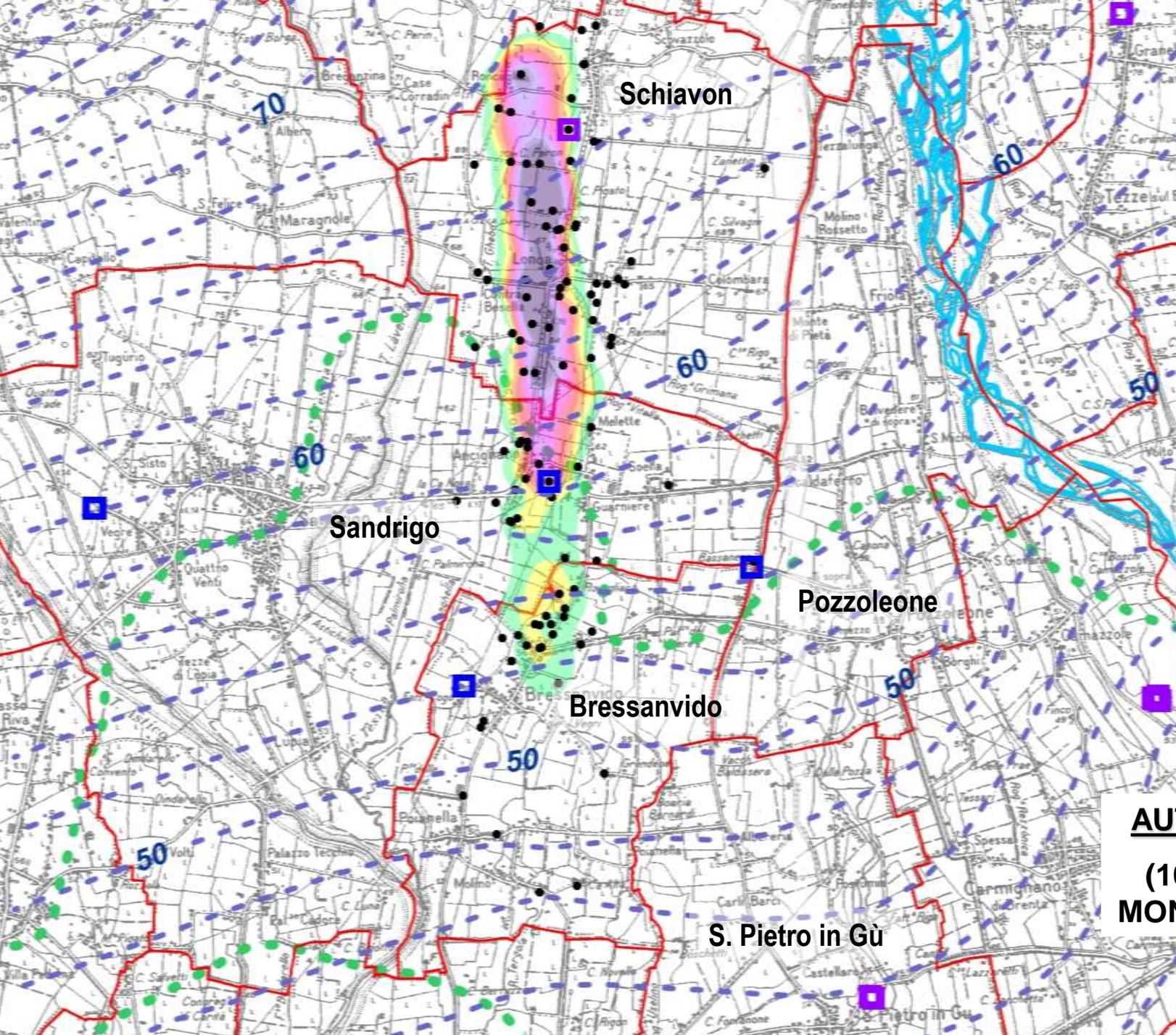
**2009-2011: INQUINAMENTO
DA PERCLOROETILENE**



FINE 2010
**(72 PUNTI DI
MONITORAGGIO)**



ESTATE 2009
(150 PUNTI DI
MONITORAGGIO)



AUTUNNO 2009
**(103 PUNTI DI
MONITORAGGIO)**

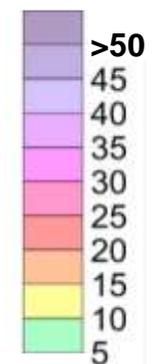
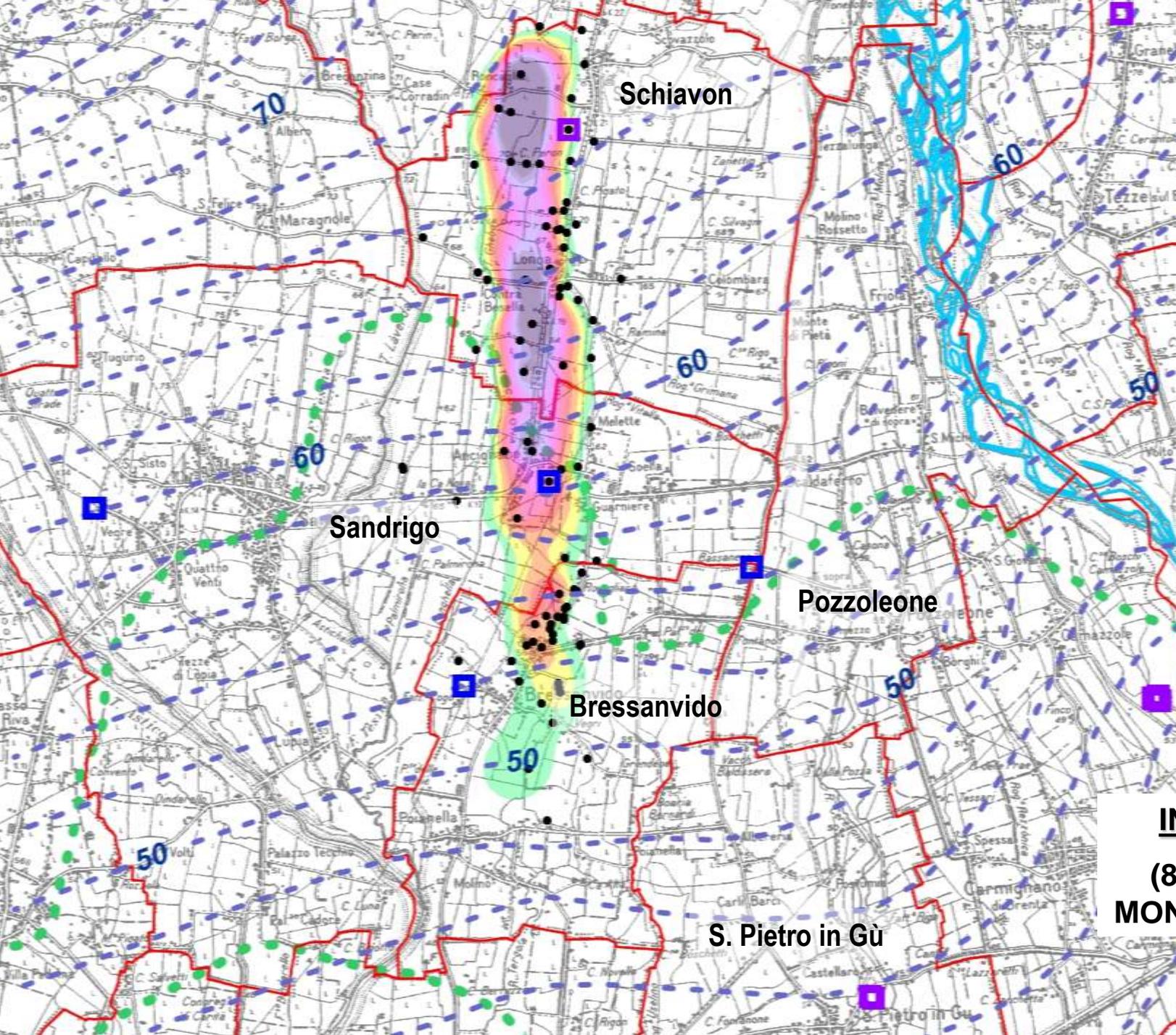
Schiavon

Sandrigo

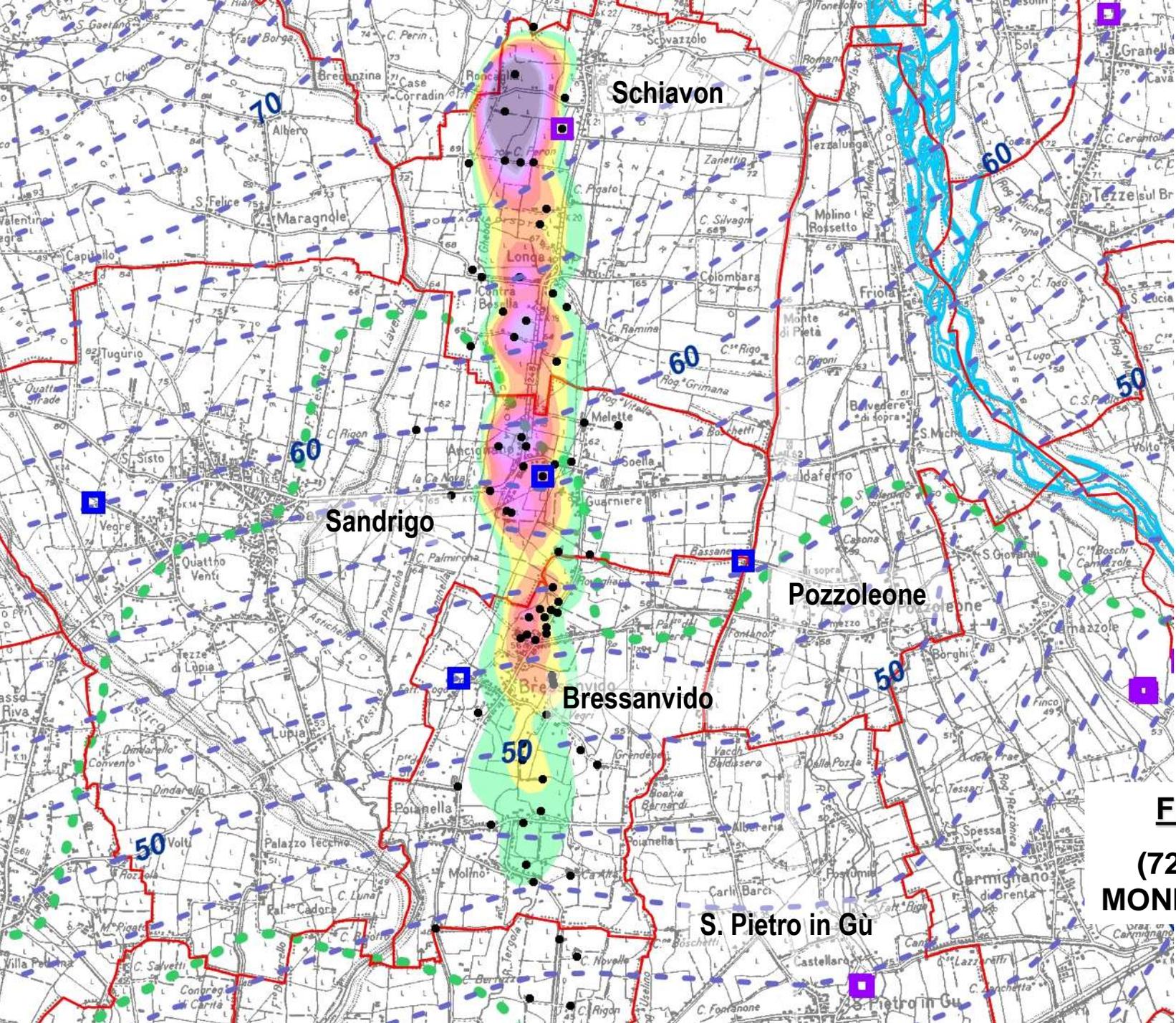
Bressanvido

Pozzoleone

S. Pietro in Gù



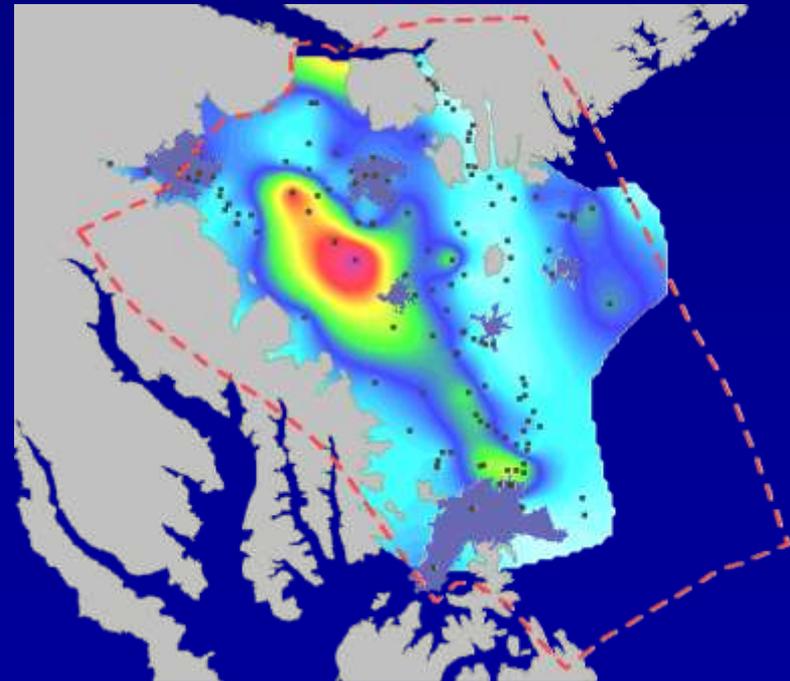
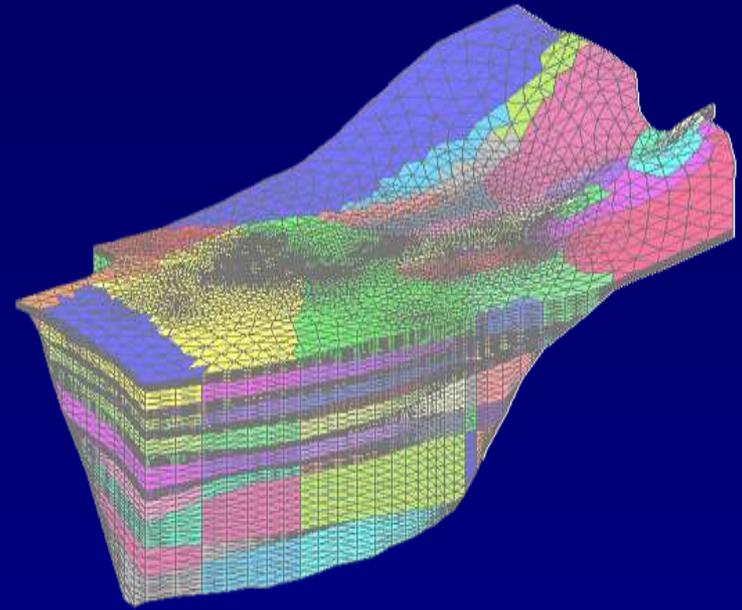
INIZIO 2010
(85 PUNTI DI
MONITORAGGIO)



FINE 2010

**(72 PUNTI DI
MONITORAGGIO)**

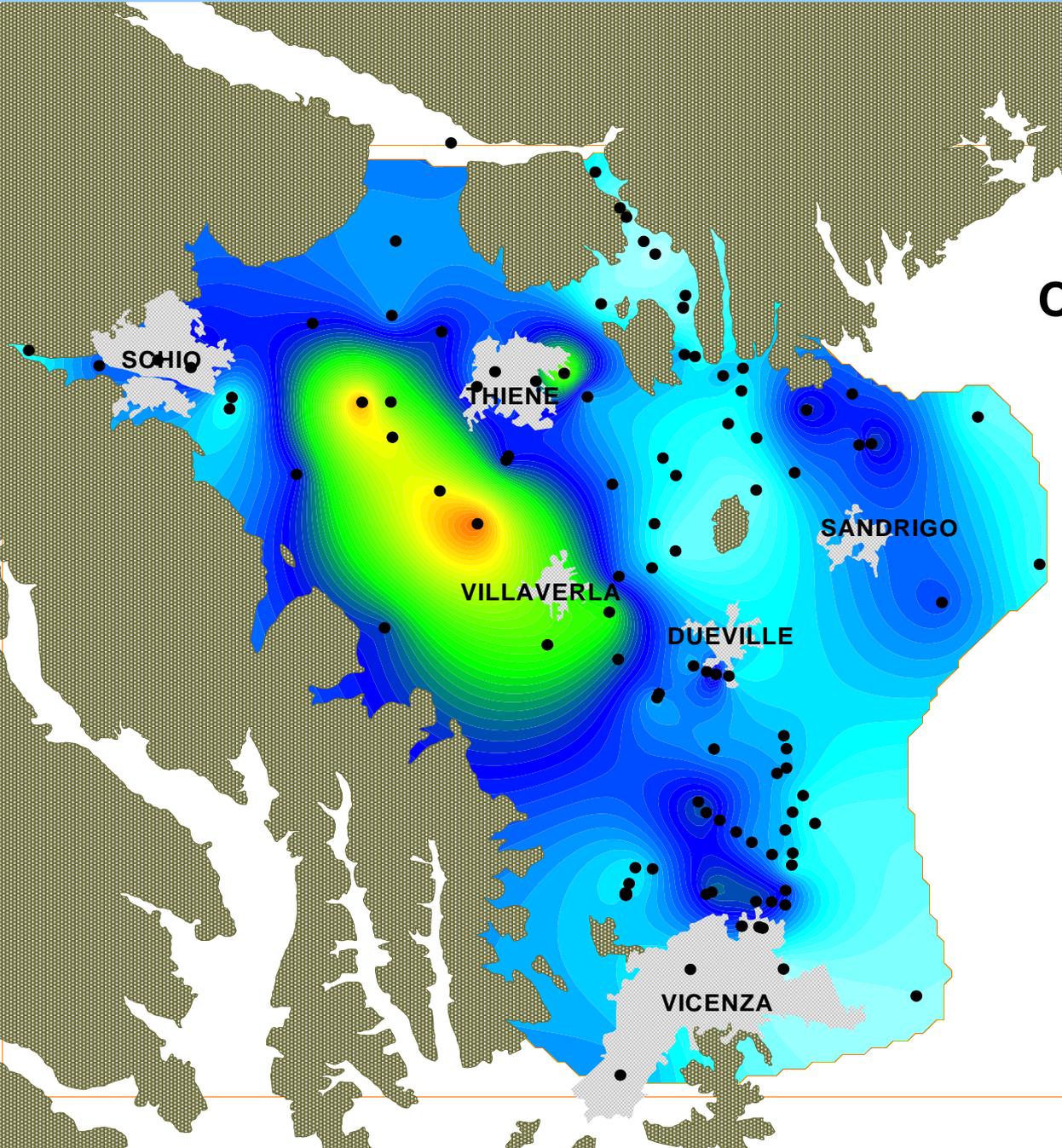
**Utilizzo di dati
sperimentali per tarare
modelli di trasporto 2-D**



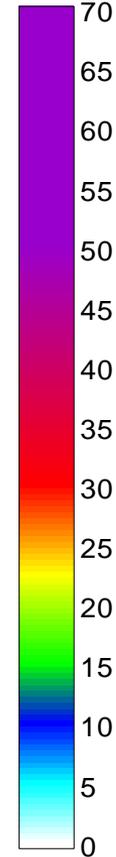
Inquinamento da cloruri (dati di monitoraggio)

1995

CJORURI



mg/l

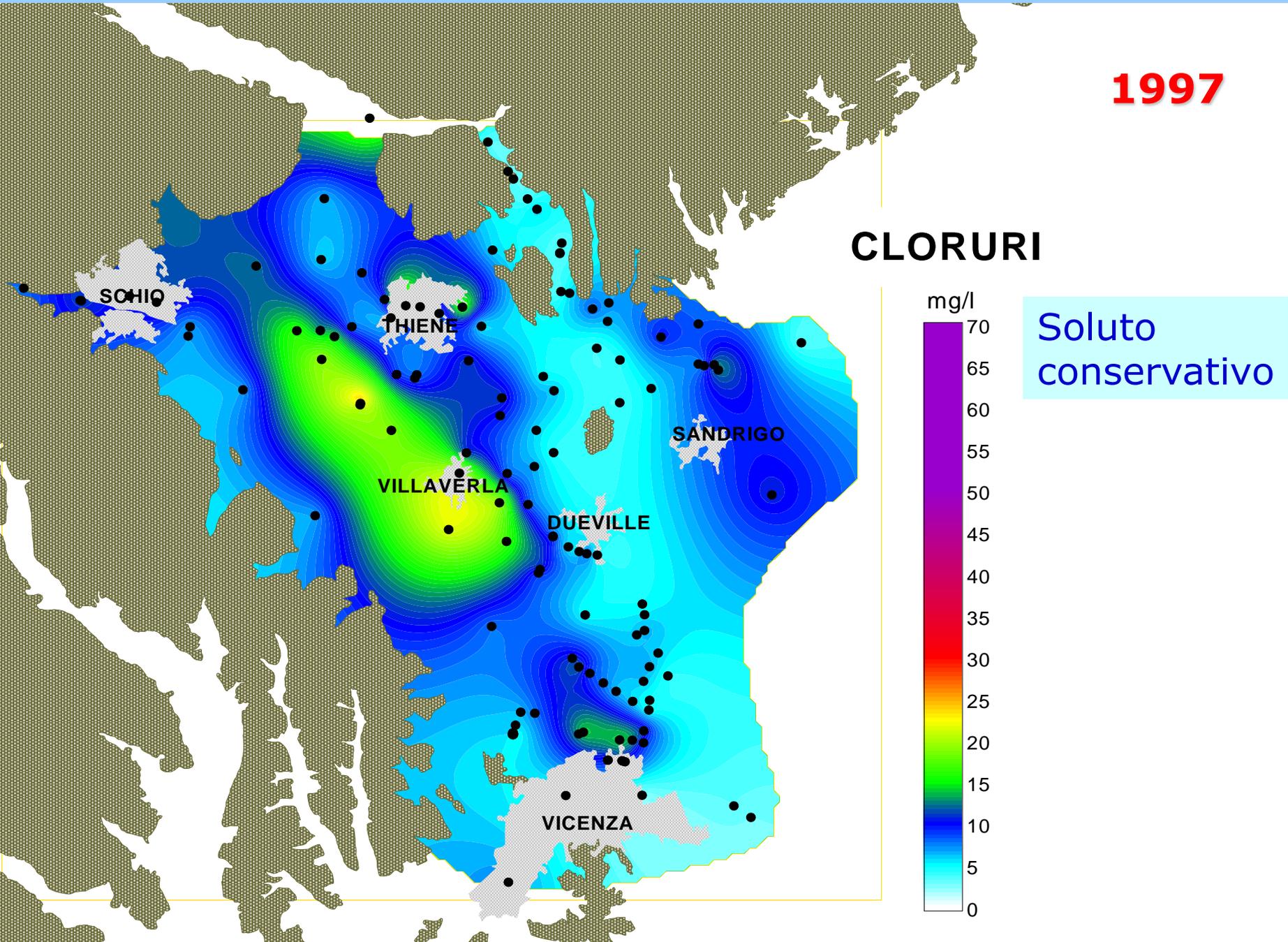


Soluto
conservativo

Inquinamento da cloruri (dati di monitoraggio)

1997

CJORURI



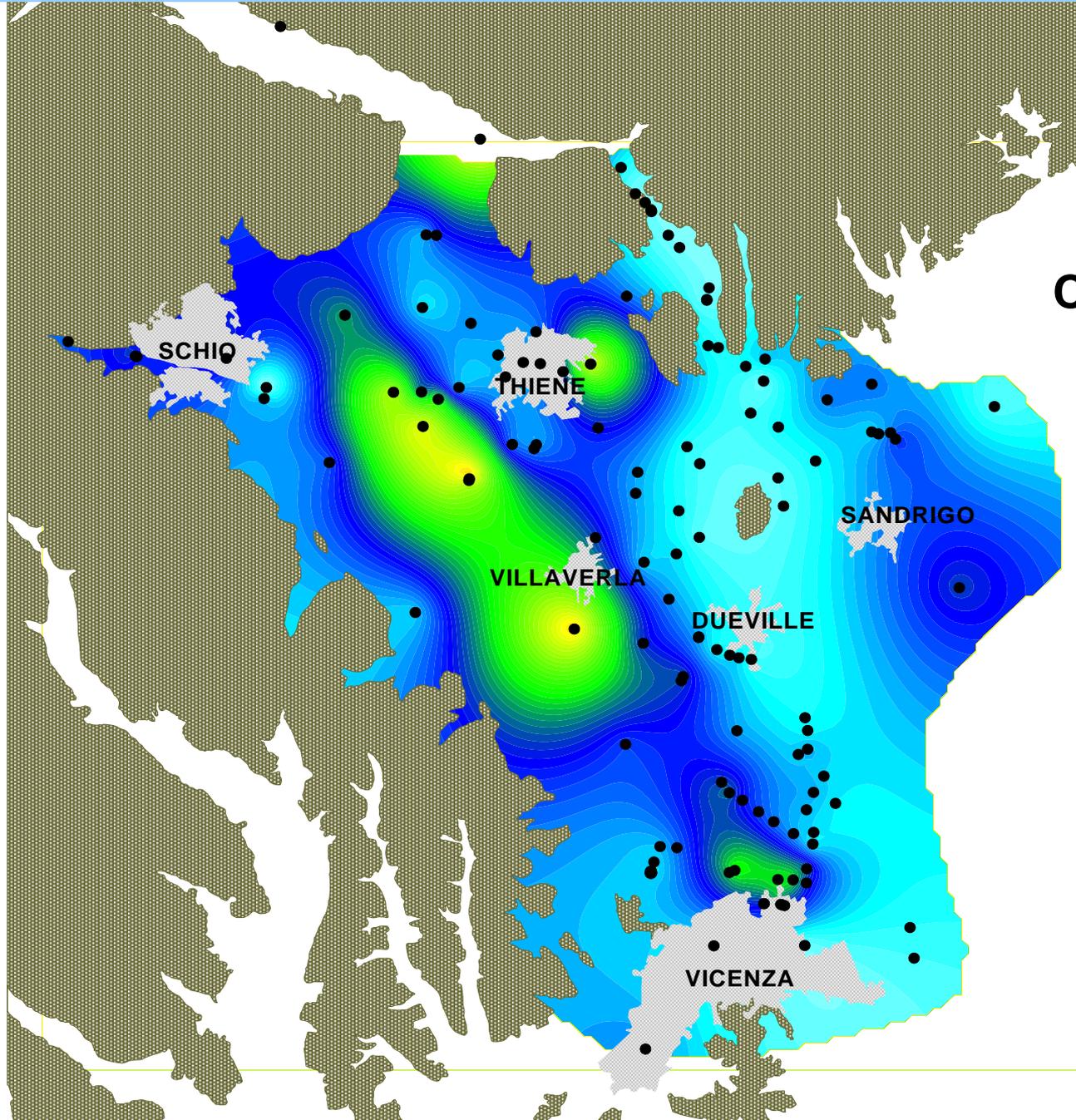
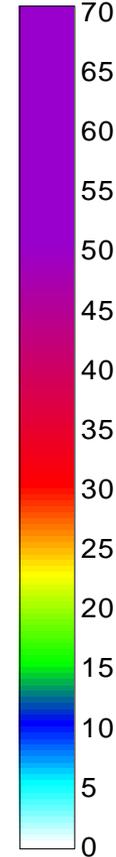
Inquinamento da cloruri (dati di monitoraggio)

1999

CIORURI

mg/l

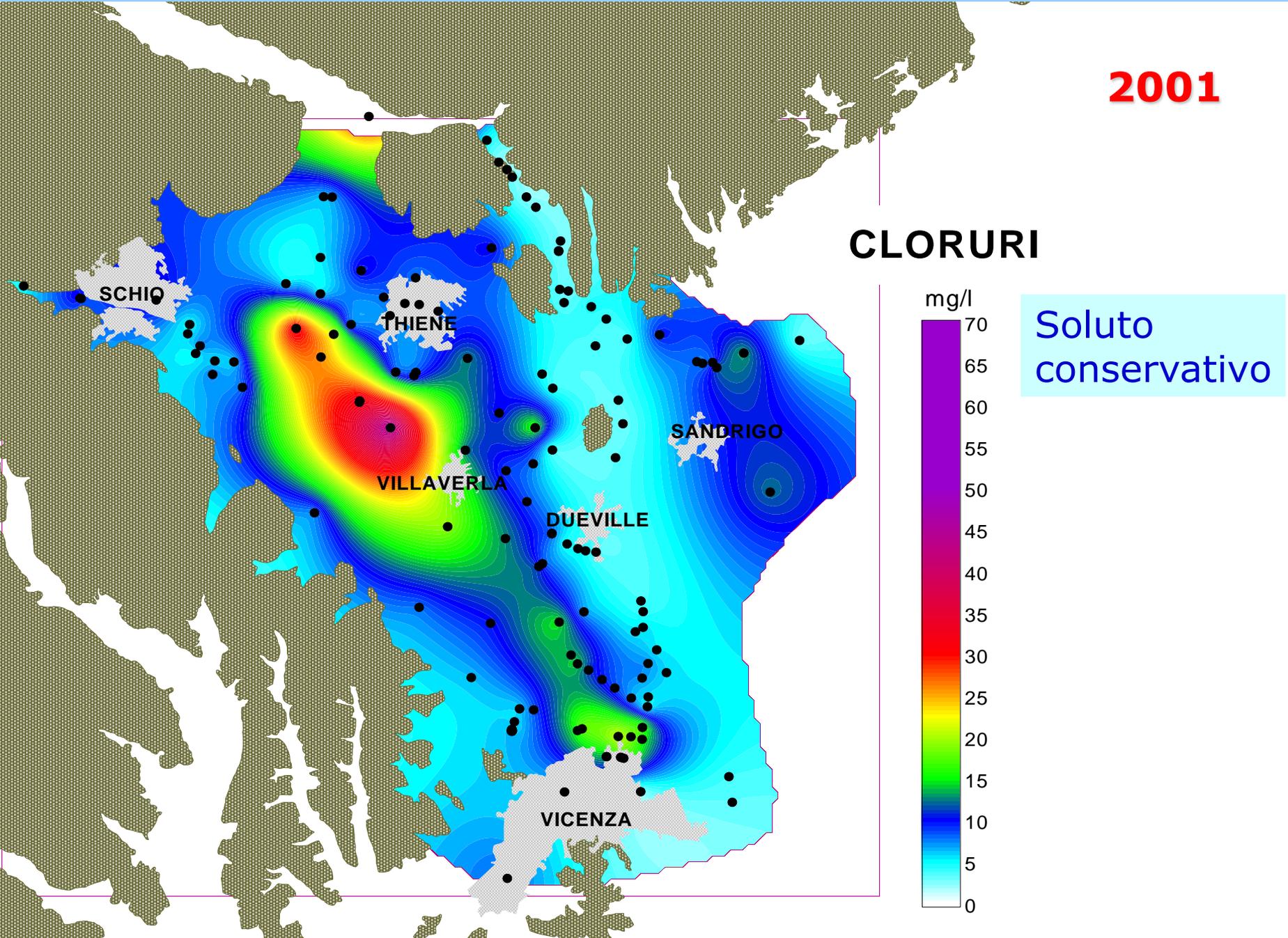
Soluto
conservativo



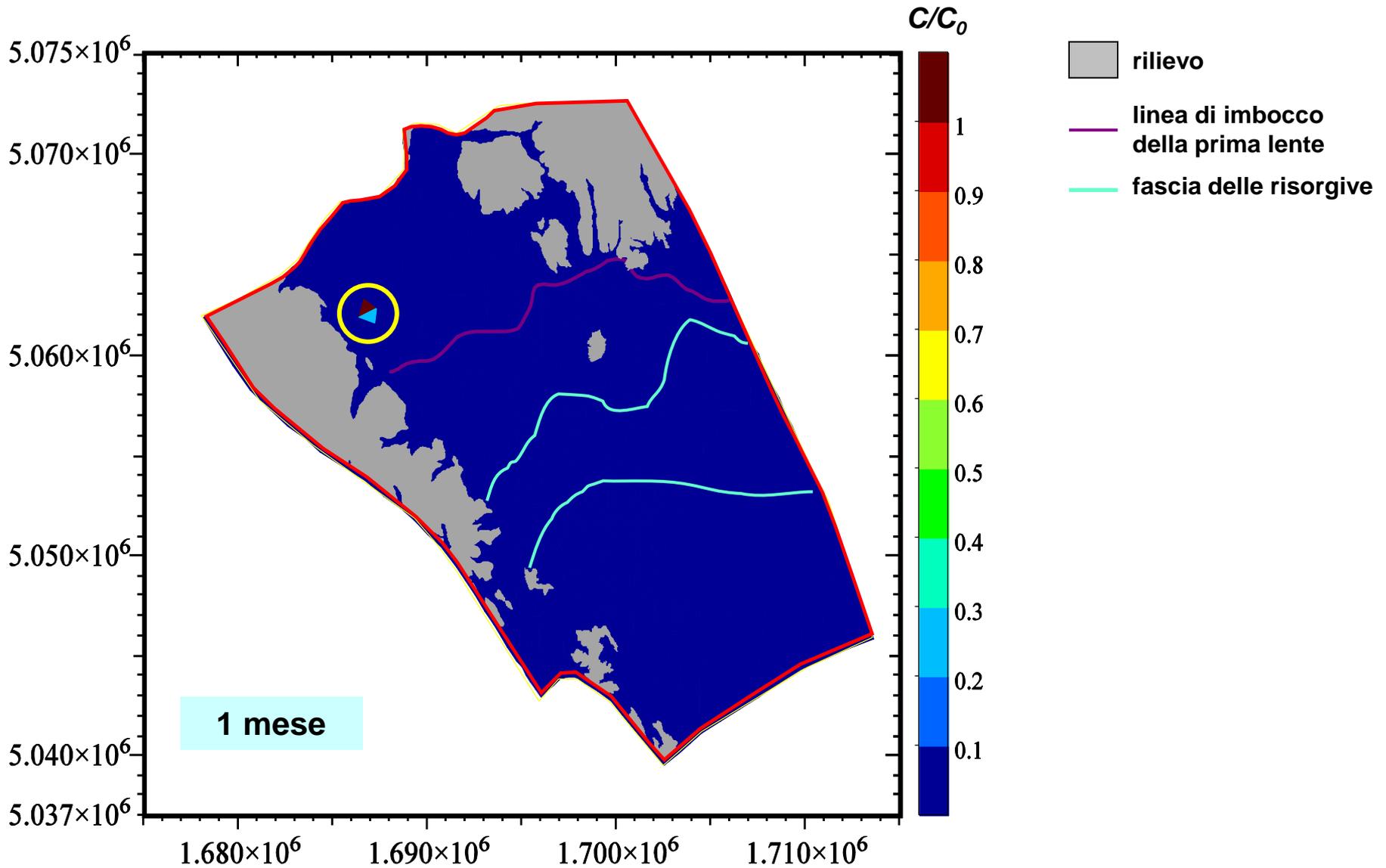
Inquinamento da cloruri (dati di monitoraggio)

2001

CJORURI

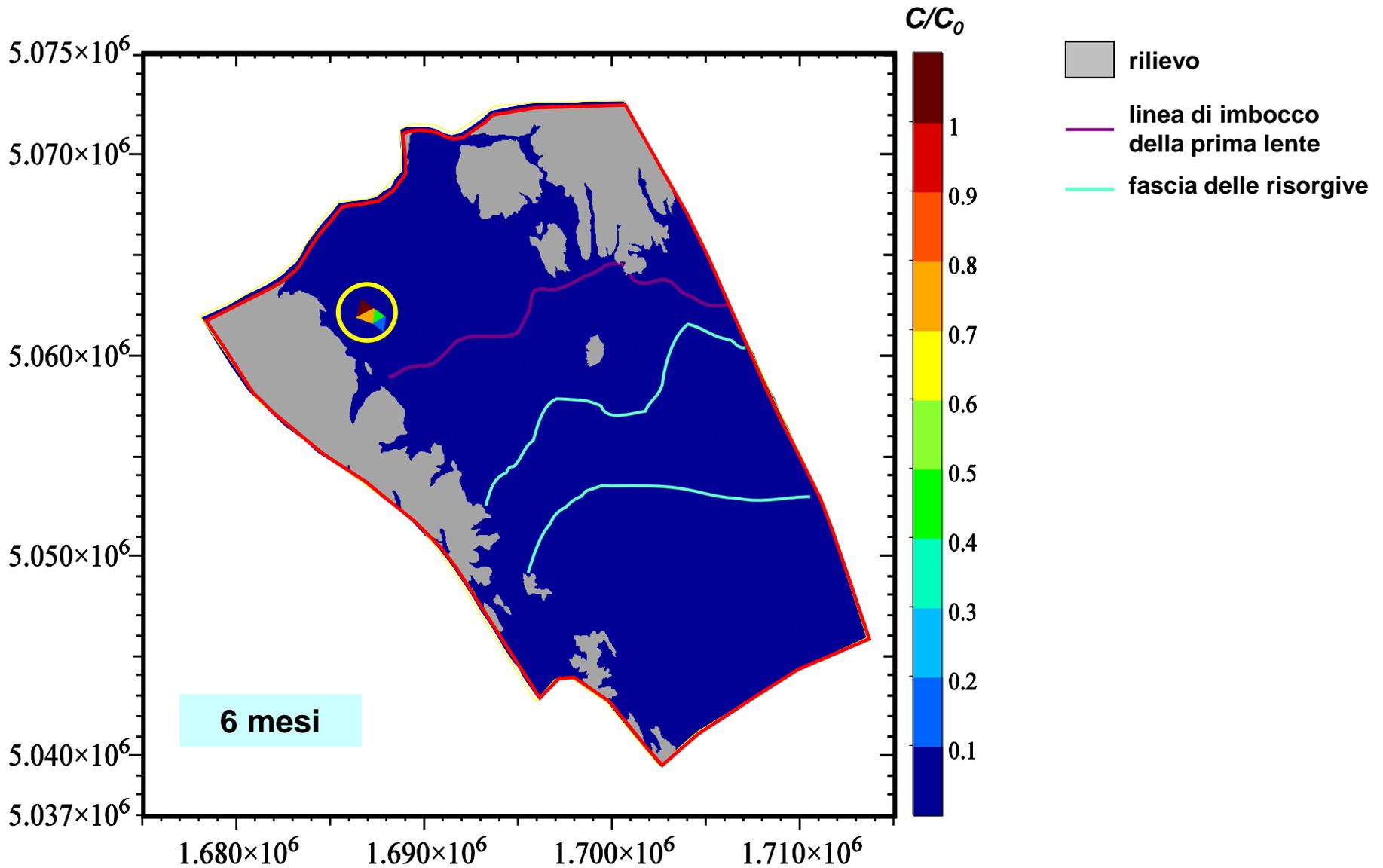


IMPLEMENTAZIONE DI UN MODELLO DI TRASPORTO 2-D



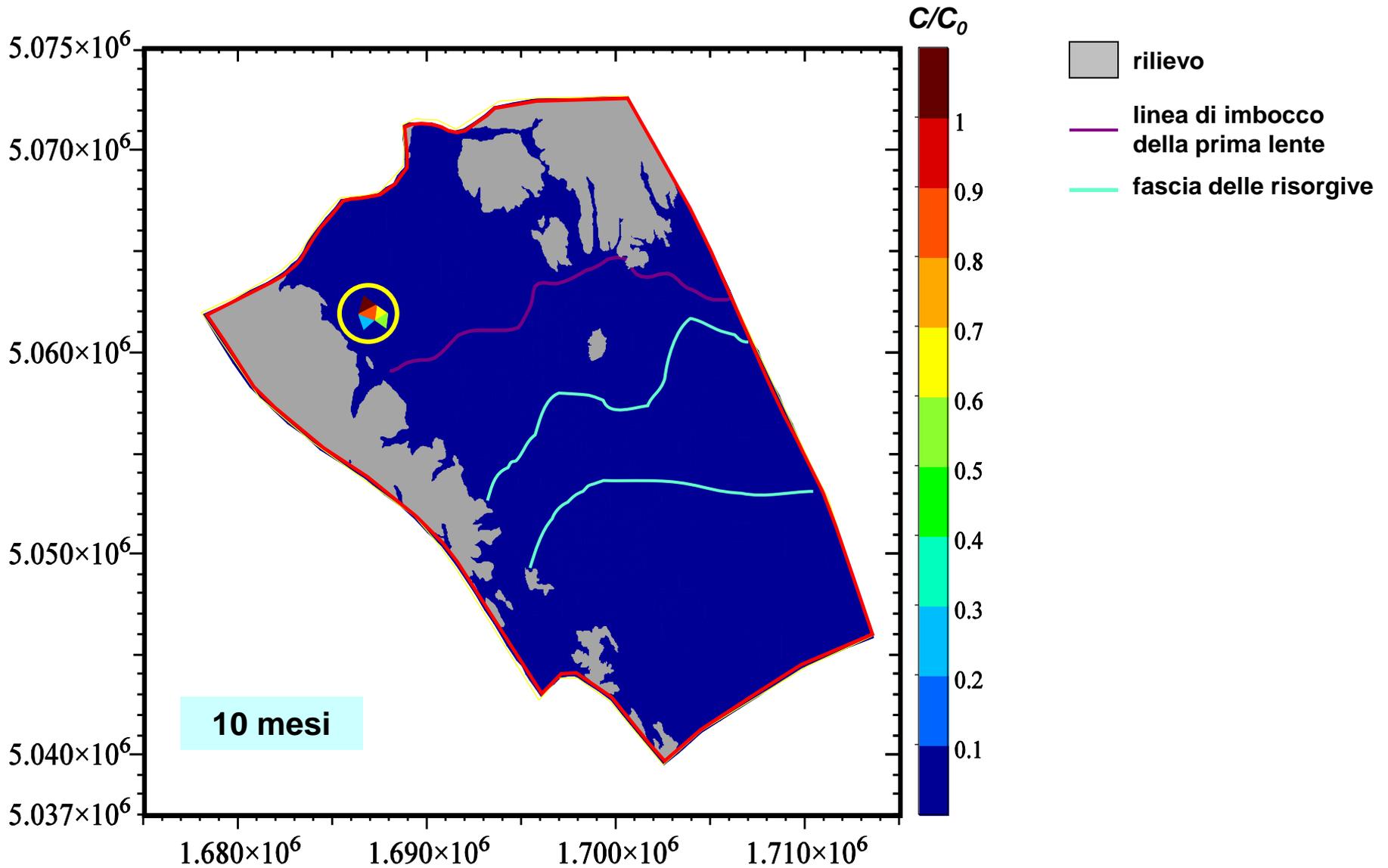
Evoluzione fenomeno di inquinamento generato da iniezione continua in falda di Cl^- (scarico del depuratore di Schio)

IMPLEMENTAZIONE DI UN MODELLO DI TRASPORTO 2-D



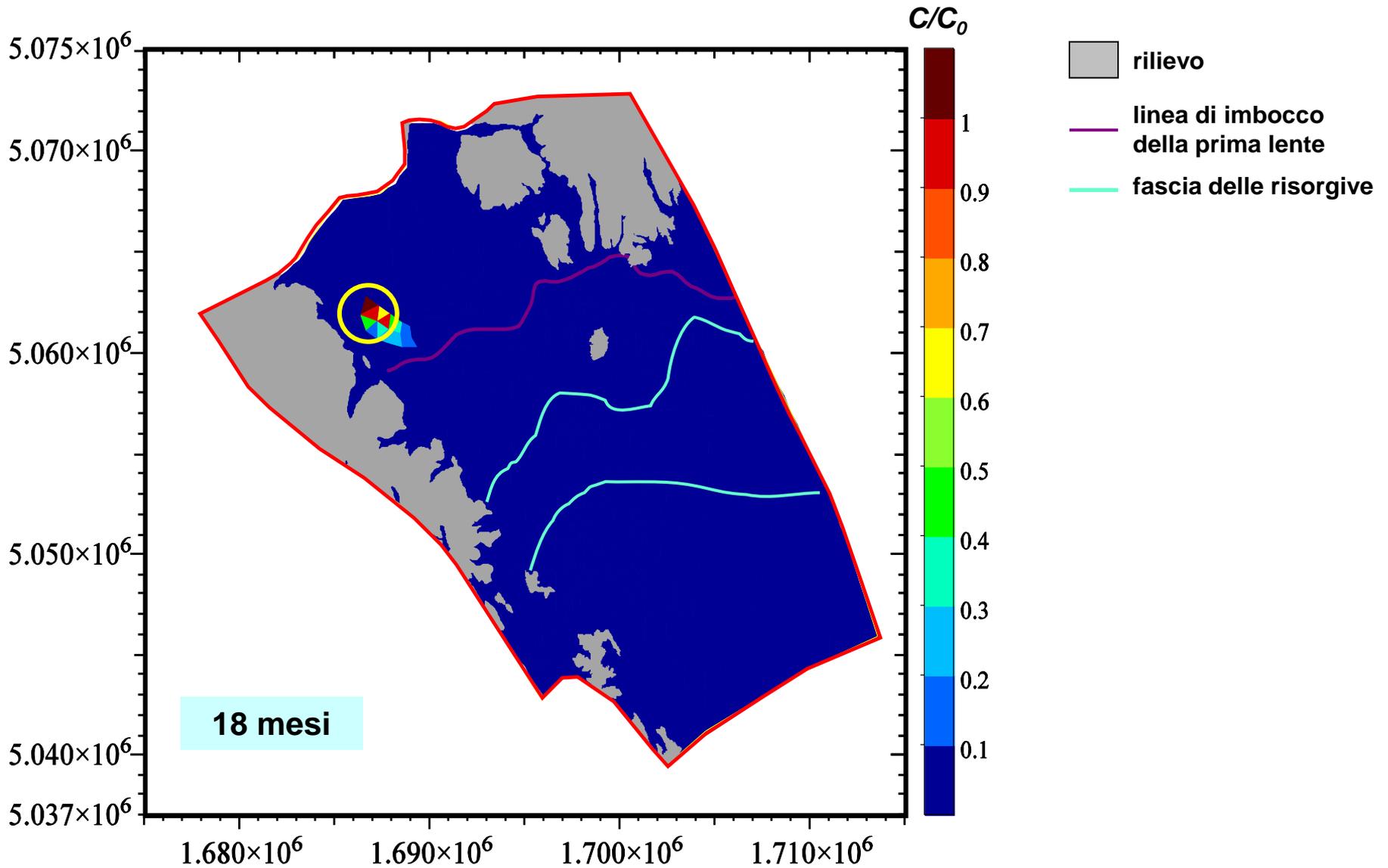
Evoluzione fenomeno di inquinamento generato da iniezione continua in falda di Cl^- (scarico del depuratore di Schio)

IMPLEMENTAZIONE DI UN MODELLO DI TRASPORTO 2-D



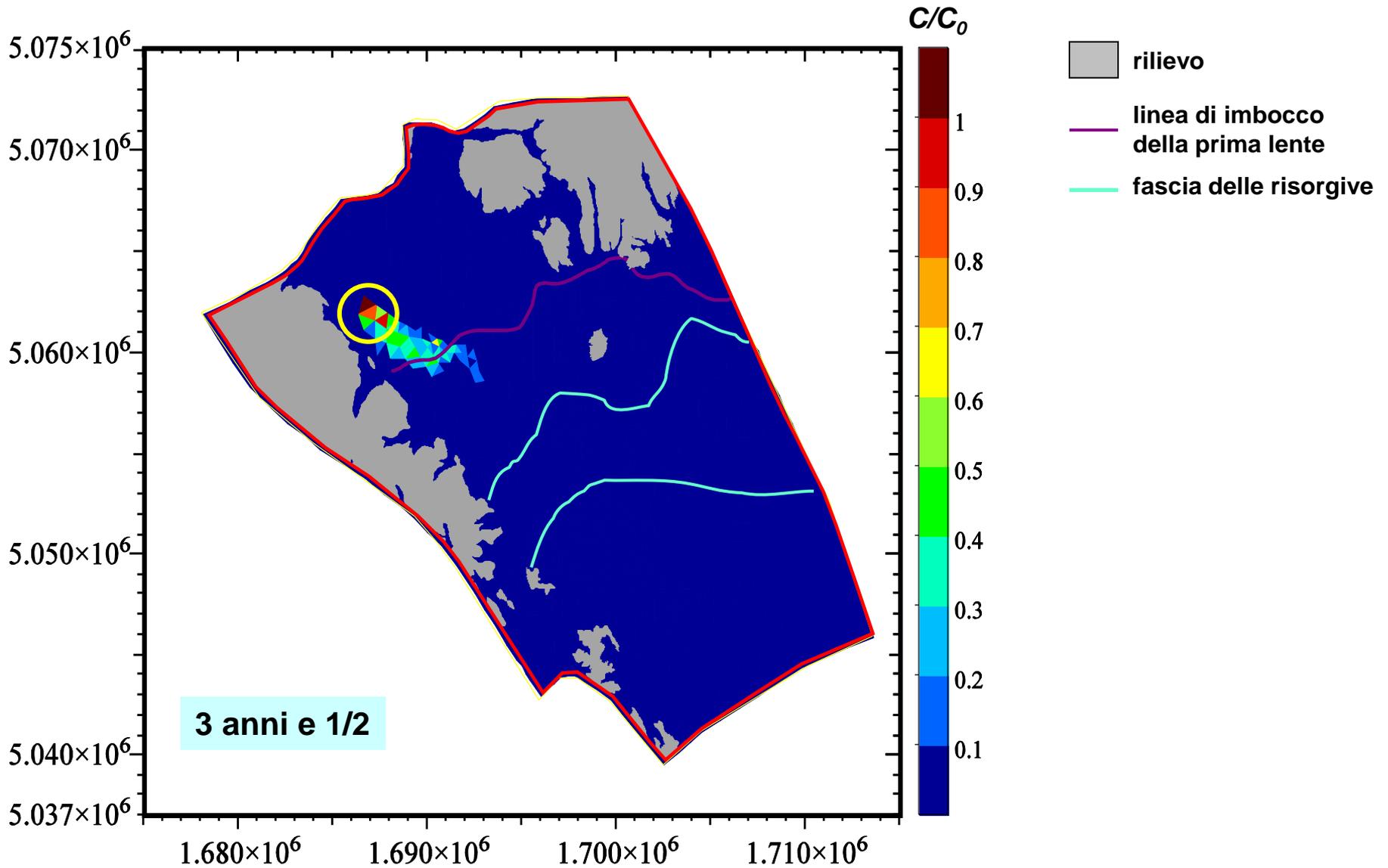
Evoluzione fenomeno di inquinamento generato da iniezione continua in falda di Cl^- (scarico del depuratore di Schio)

IMPLEMENTAZIONE DI UN MODELLO DI TRASPORTO 2-D



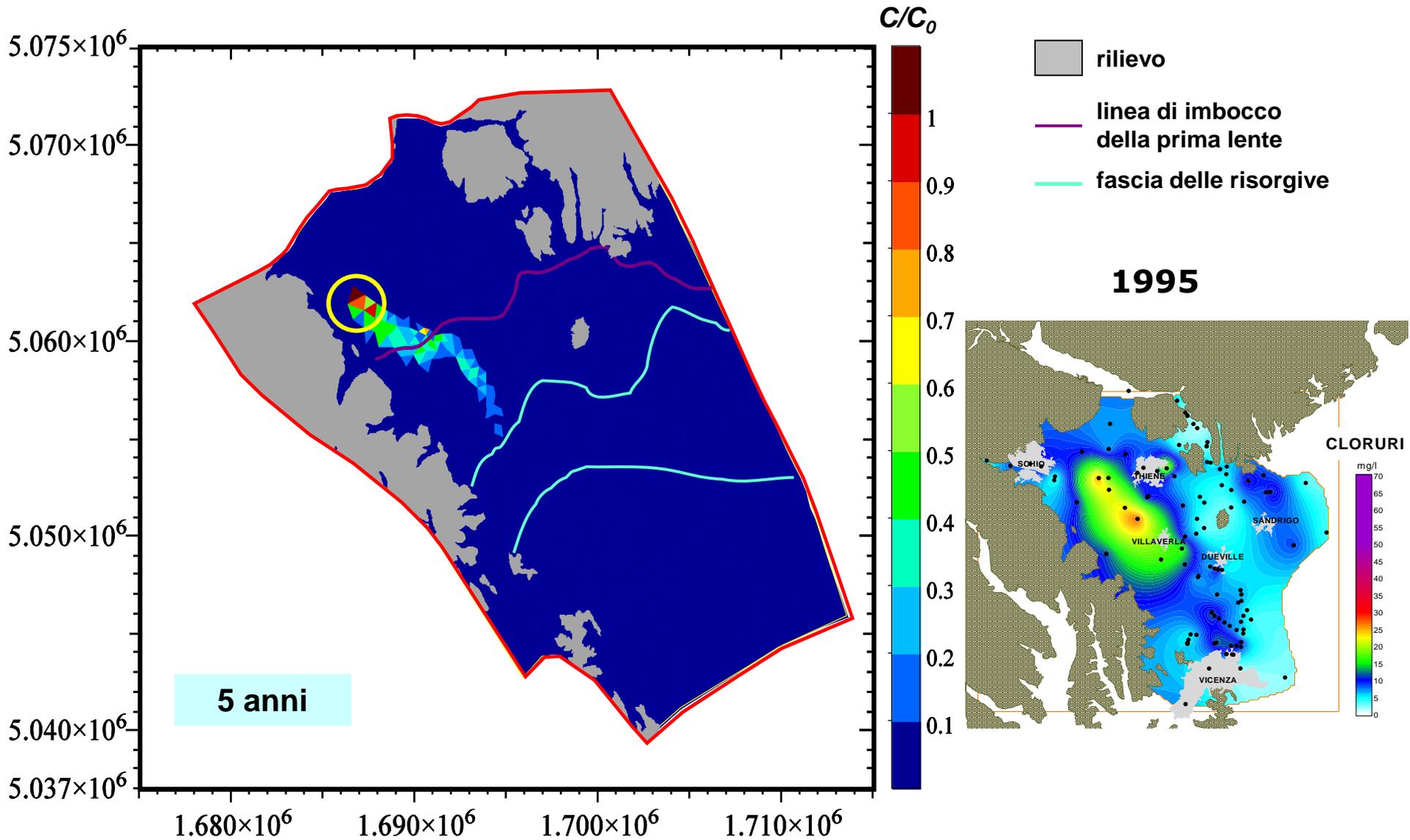
Evoluzione fenomeno di inquinamento generato da iniezione continua in falda di Cl^- (scarico del depuratore di Schio)

IMPLEMENTAZIONE DI UN MODELLO DI TRASPORTO 2-D



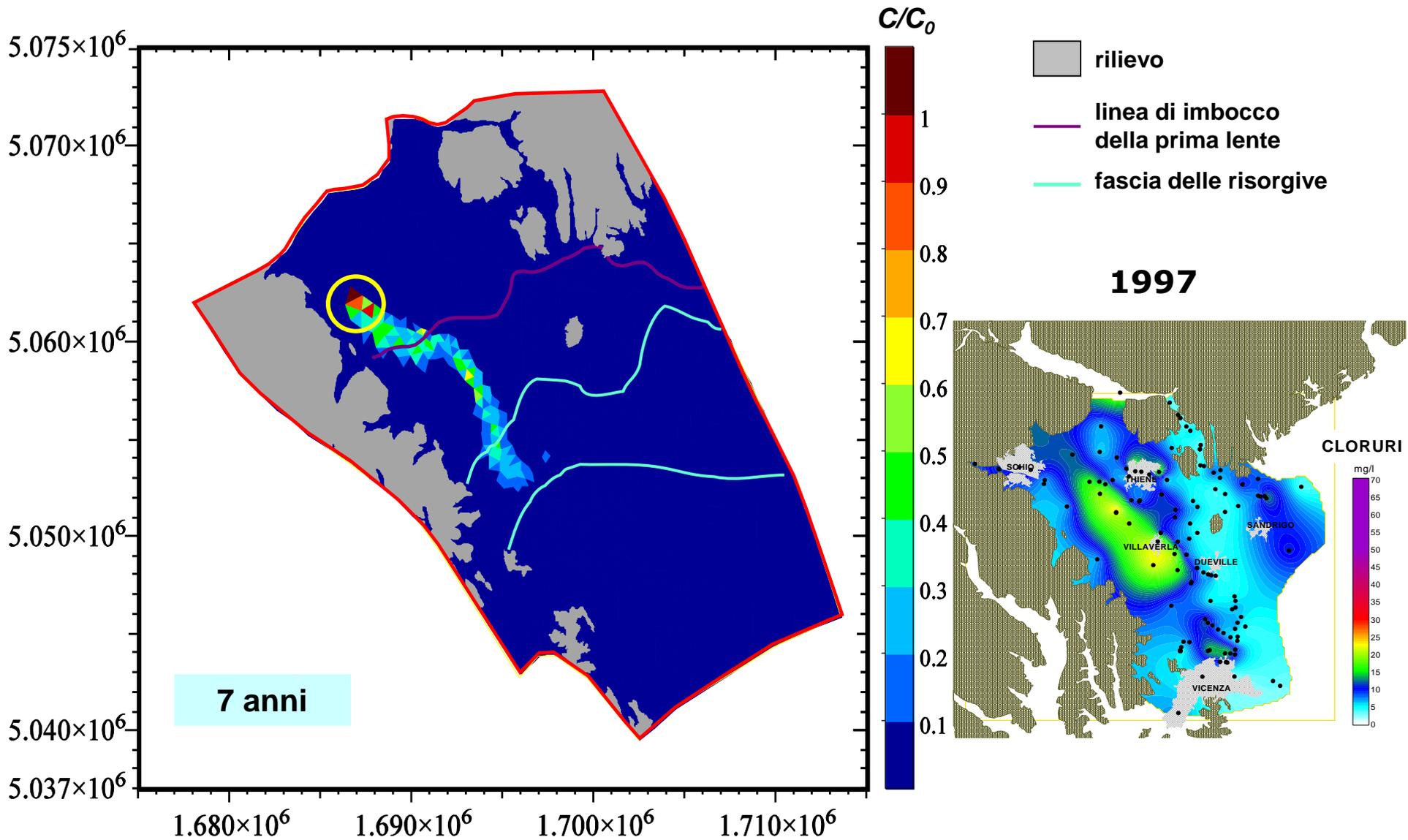
Evoluzione fenomeno di inquinamento generato da iniezione continua in falda di Cl^- (scarico del depuratore di Schio)

IMPLEMENTAZIONE DI UN MODELLO DI TRASPORTO 2-D



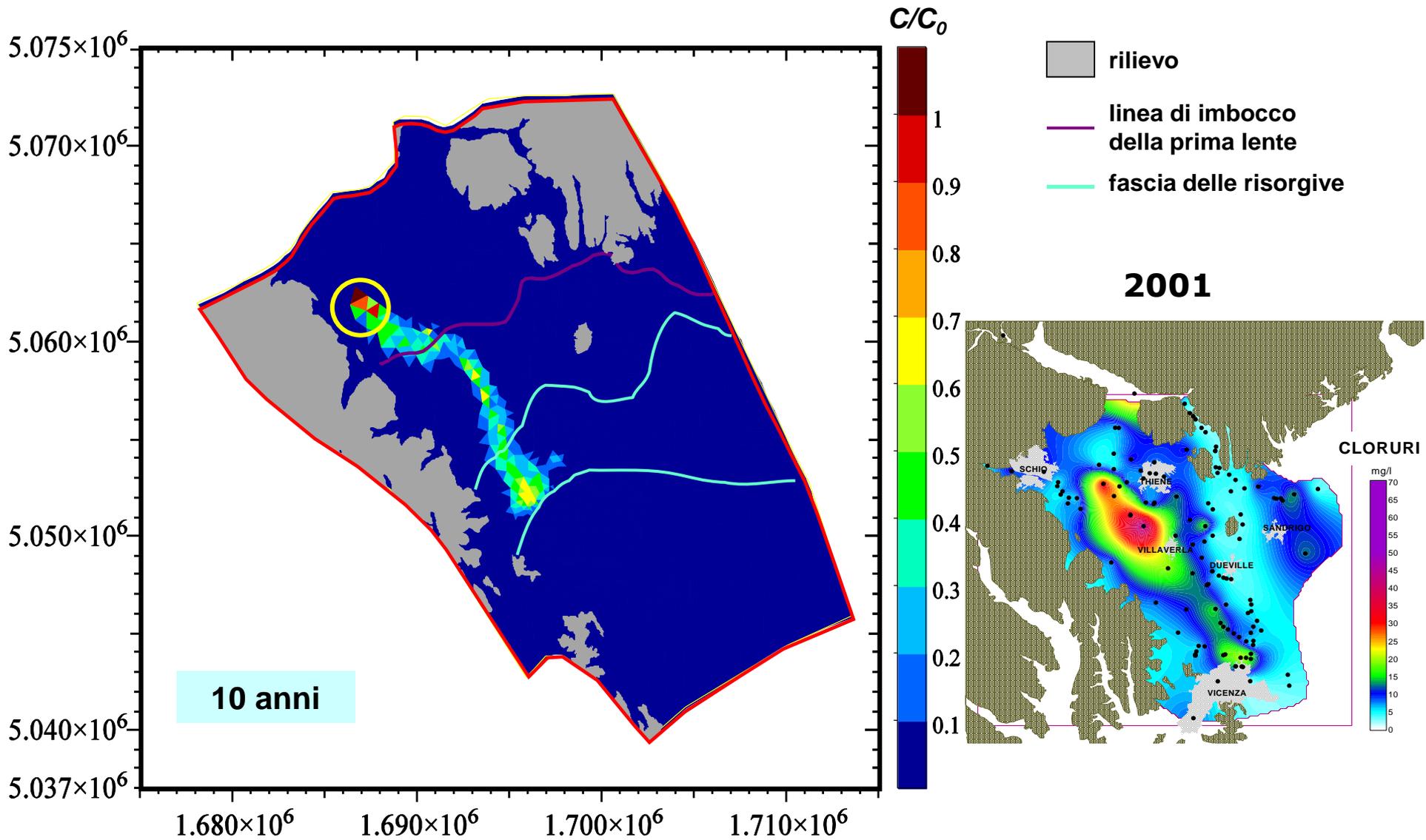
Evoluzione fenomeno di inquinamento generato da iniezione continua in falda di Cl^- (scarico del depuratore di Schio)

IMPLEMENTAZIONE DI UN MODELLO DI TRASPORTO 2-D



Evoluzione fenomeno di inquinamento generato da iniezione continua in falda di Cl^- (scarico del depuratore di Schio)

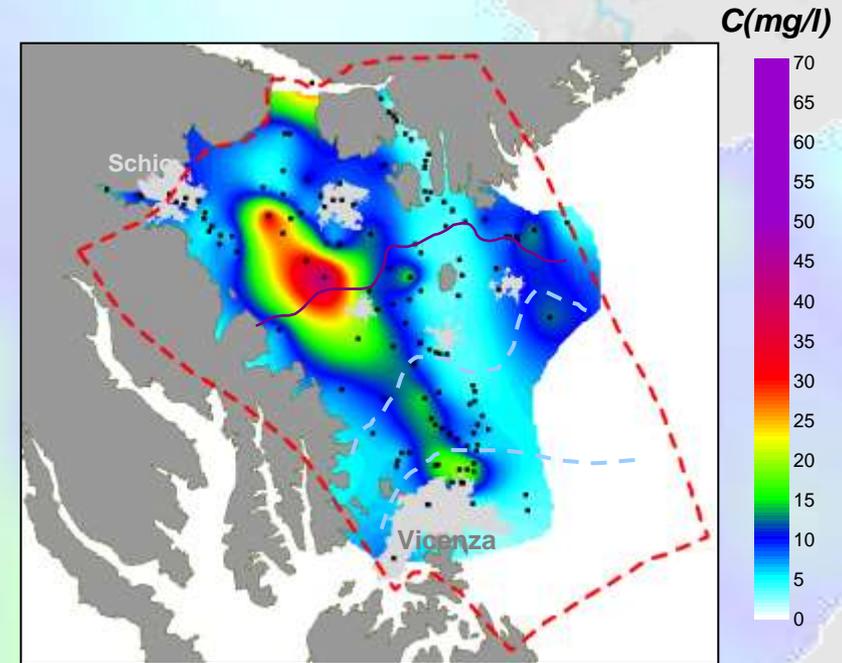
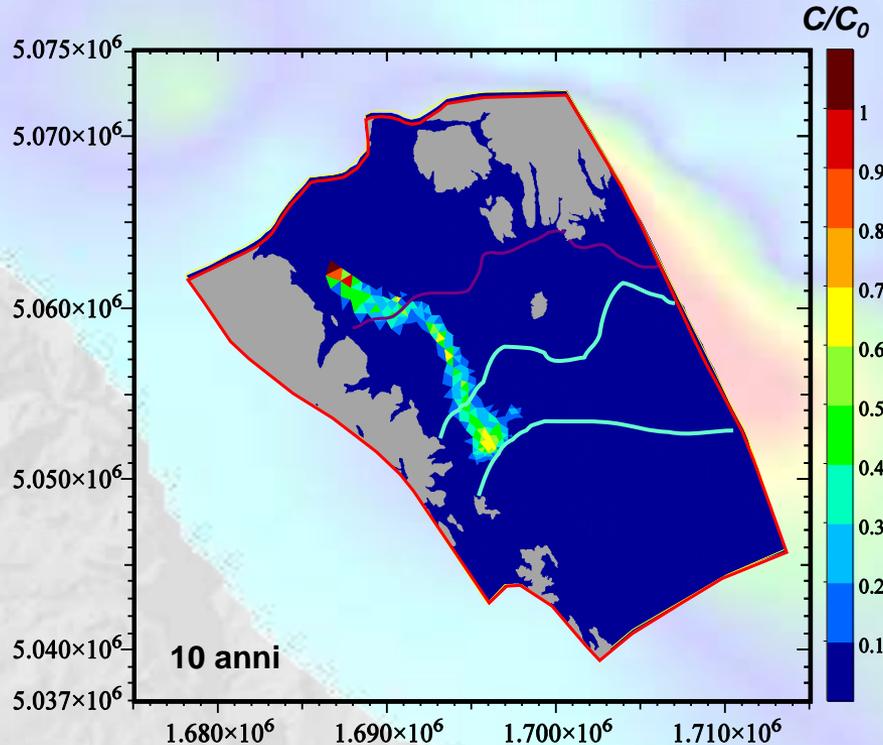
IMPLEMENTAZIONE DI UN MODELLO DI TRASPORTO 2-D



Evoluzione fenomeno di inquinamento generato da iniezione continua in falda di Cl⁻ (scarico del depuratore di Schio)

APPLICAZIONE AL MODELLO DI TRASPORTO DEI PARAMETRI SPERIMENTALI

Confronto tra il *plume* simulato (a sinistra) e quello derivante dall'interpolazione delle concentrazioni misurate (a destra)

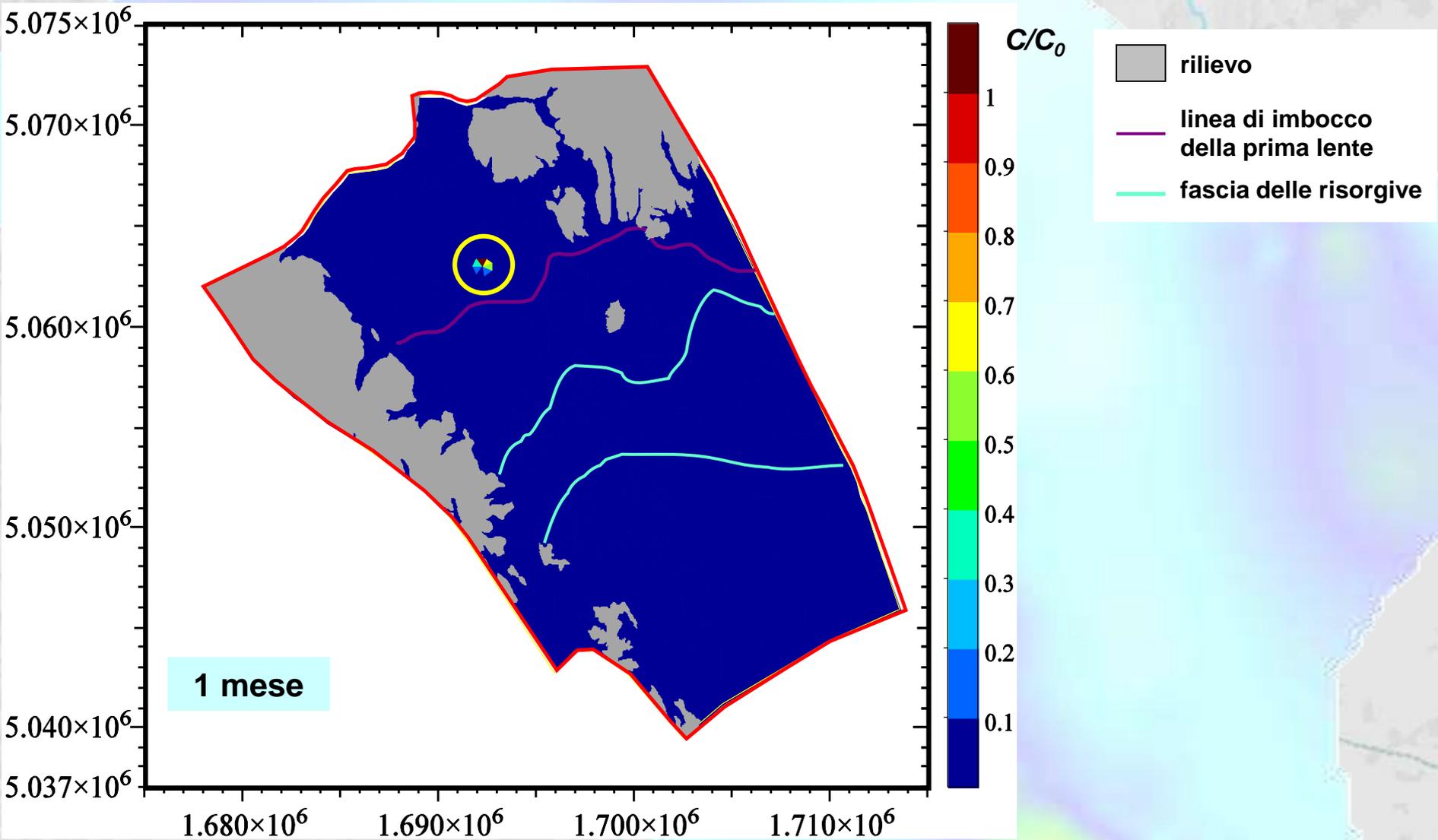


Buona corrispondenza tra simulazione e dati sperimentali in termini di velocità del fronte inquinante.

Molto simile la distribuzione spaziale delle concentrazioni di cloruro:

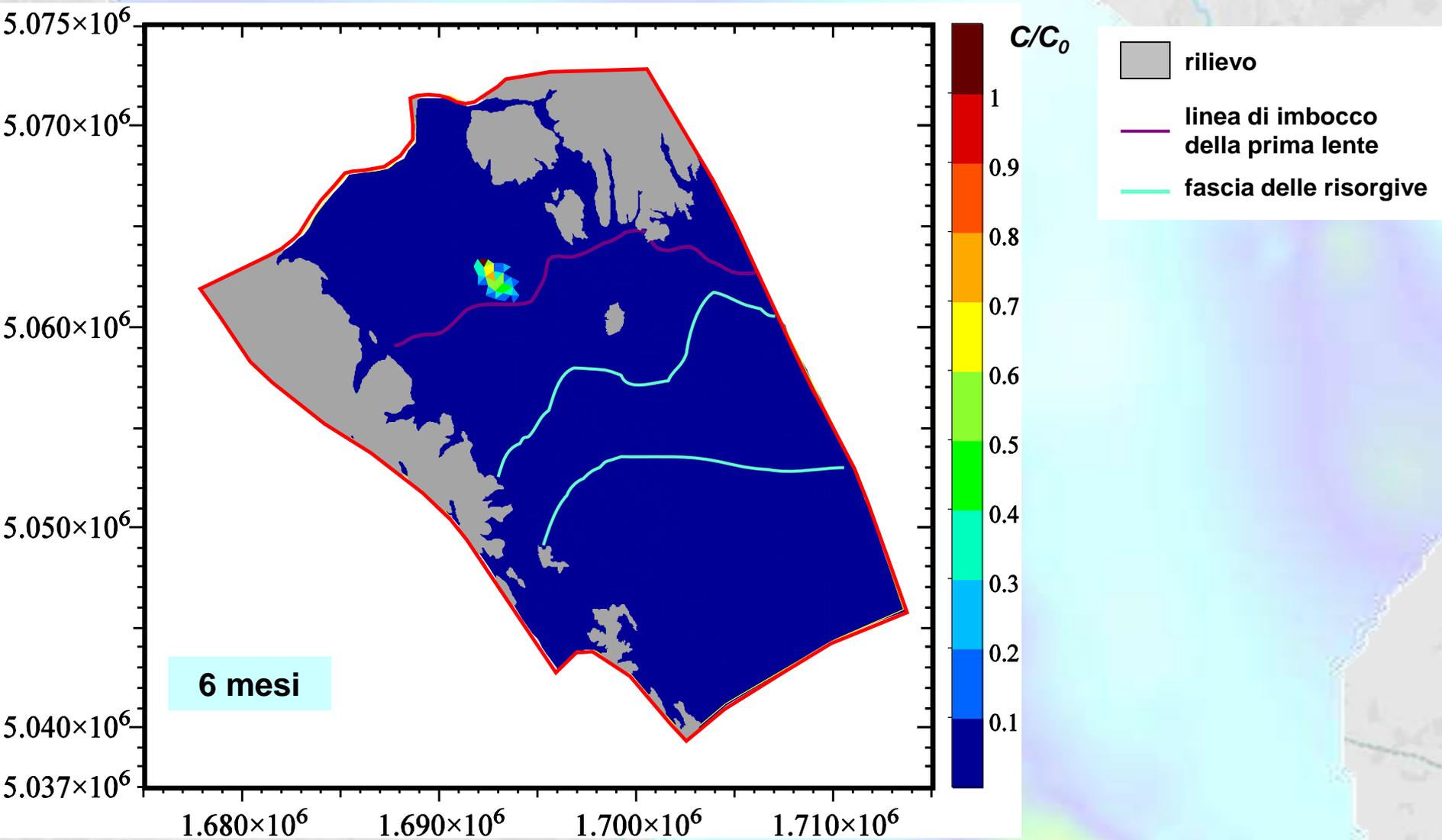
- elevate in prossimità della sorgente, più basse a valle,
- di nuovo elevate in corrispondenza delle risorgive.

APPLICAZIONE DEL MODELLO DI TRASPORTO AD UN CASO SIMULATO



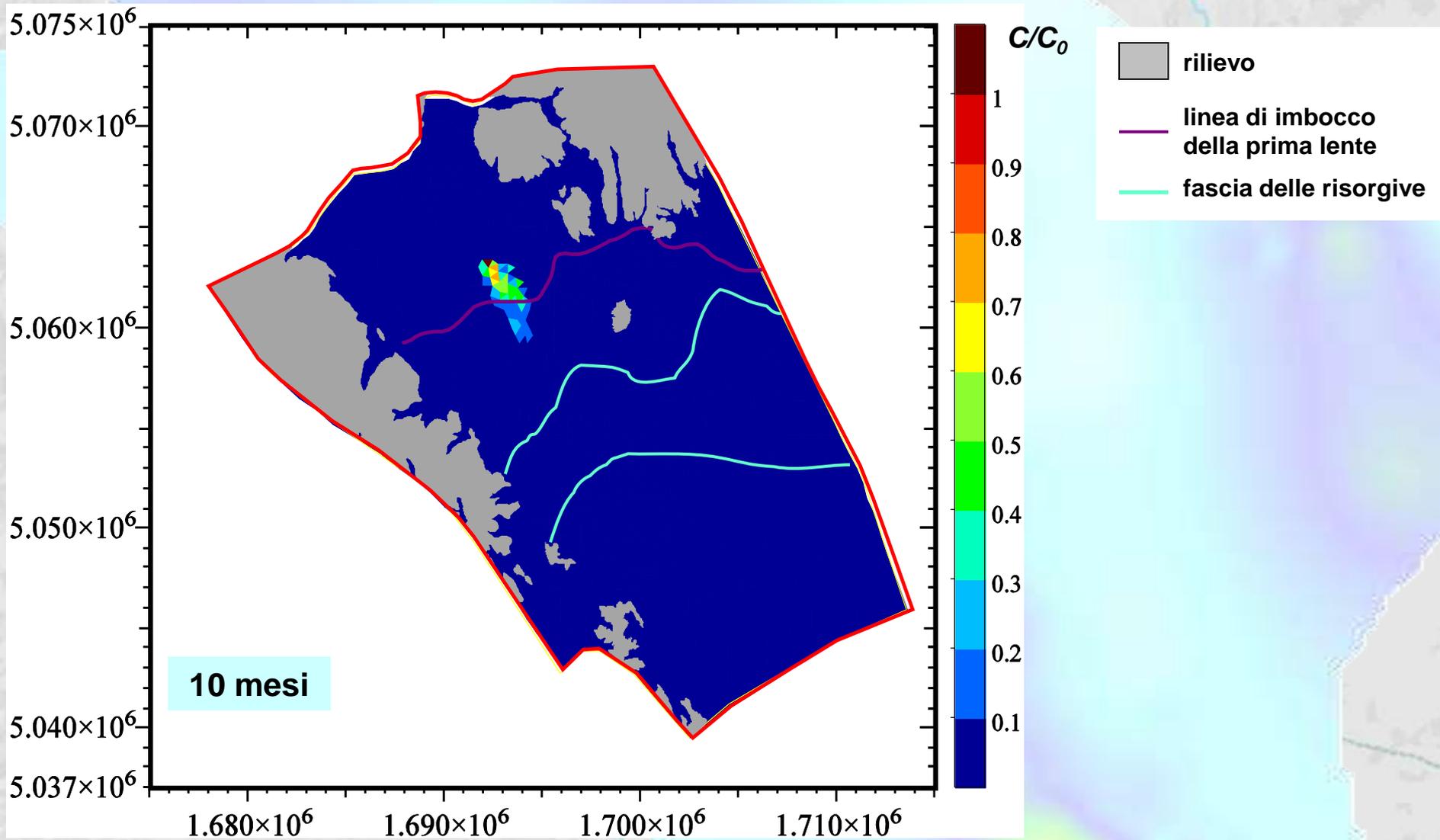
Evoluzione di un fenomeno di inquinamento generato da iniezione continua in falda (zona di paleoalveo)

APPLICAZIONE DEL MODELLO DI TRASPORTO AD UN CASO SIMULATO



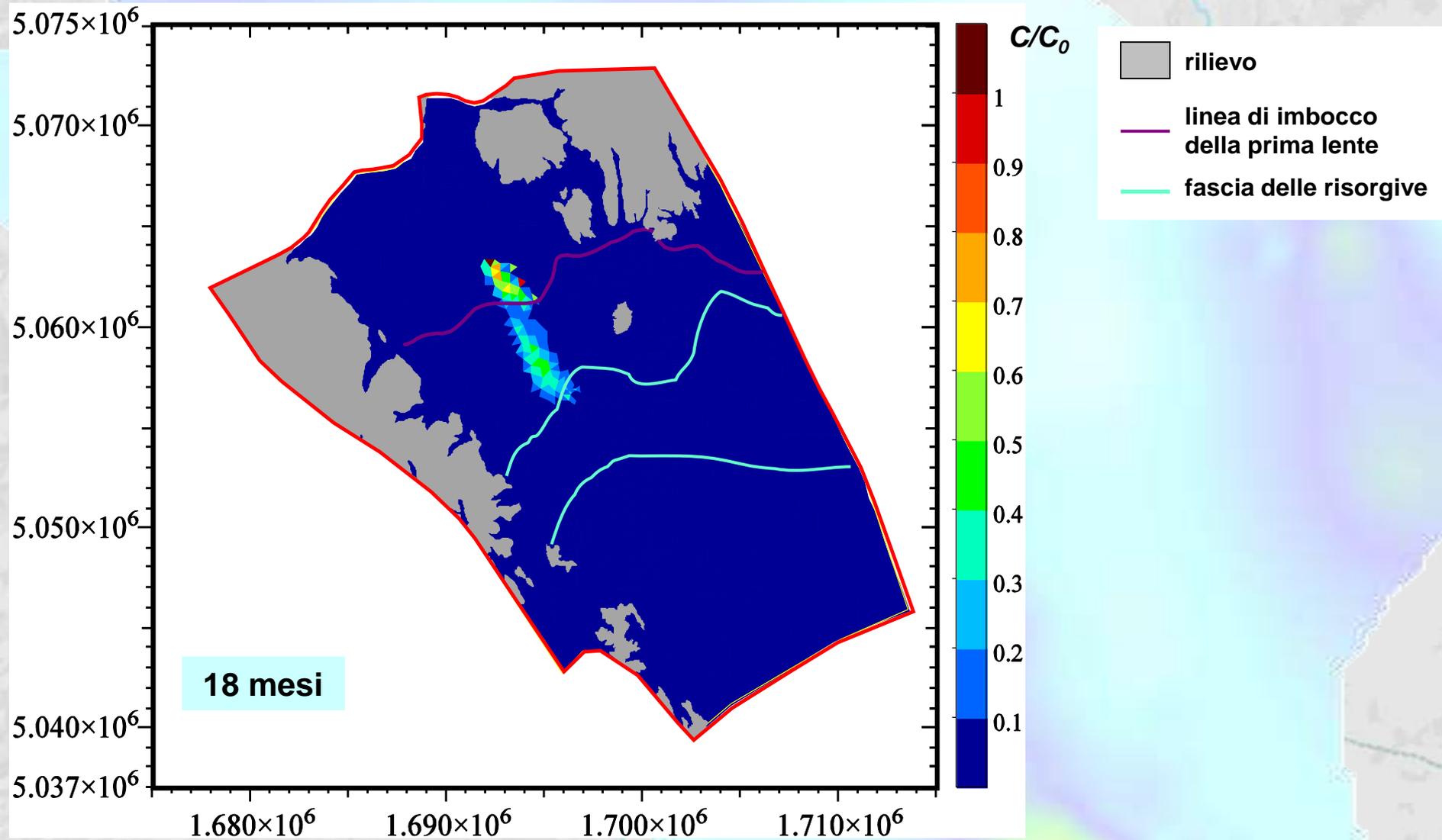
Evoluzione di un fenomeno di inquinamento generato da iniezione continua in falda (zona di paleoalveo)

APPLICAZIONE DEL MODELLO DI TRASPORTO AD UN CASO SIMULATO



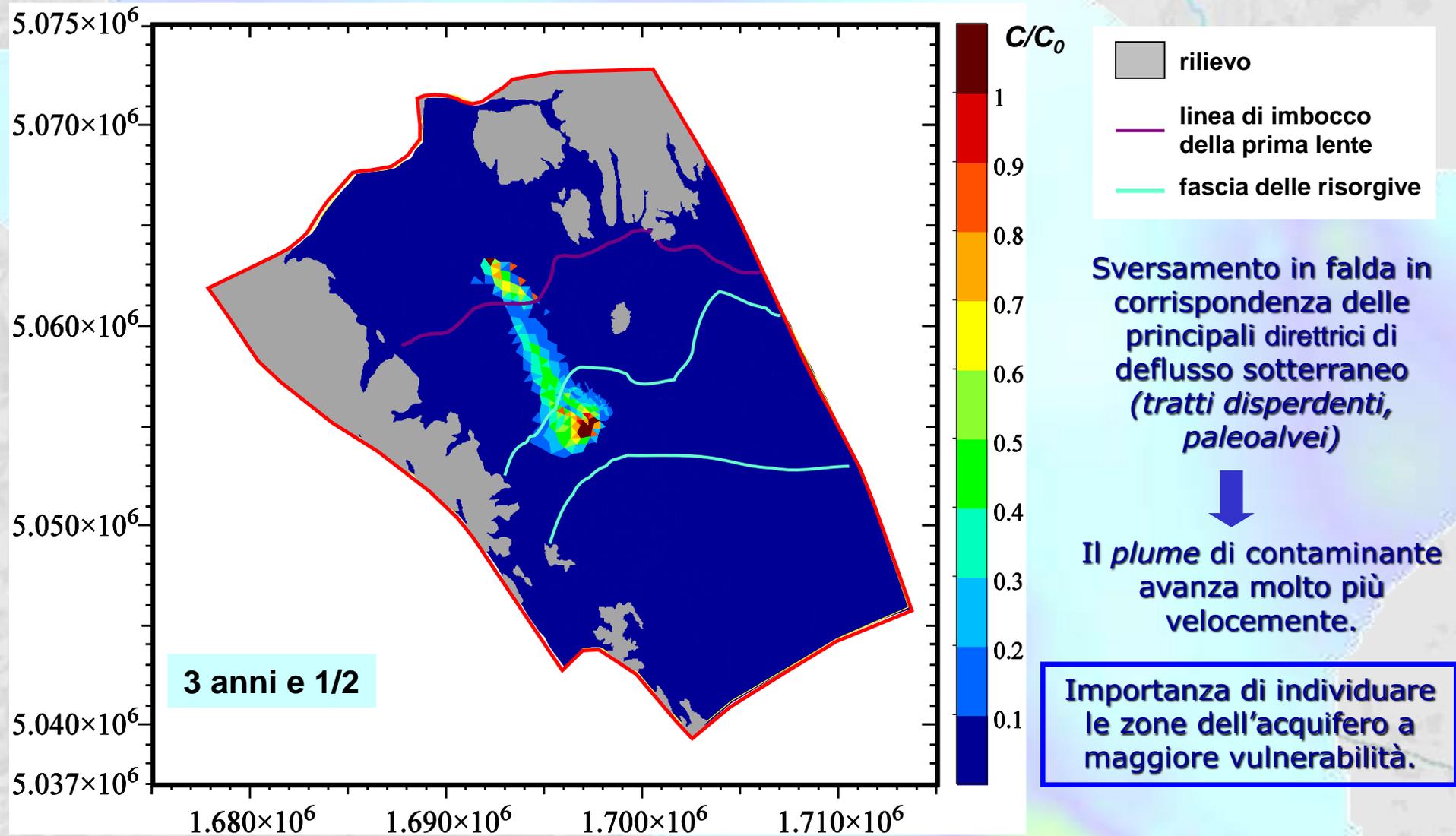
Evoluzione di un fenomeno di inquinamento generato da iniezione continua in falda (zona di paleoalveo)

APPLICAZIONE DEL MODELLO DI TRASPORTO AD UN CASO SIMULATO



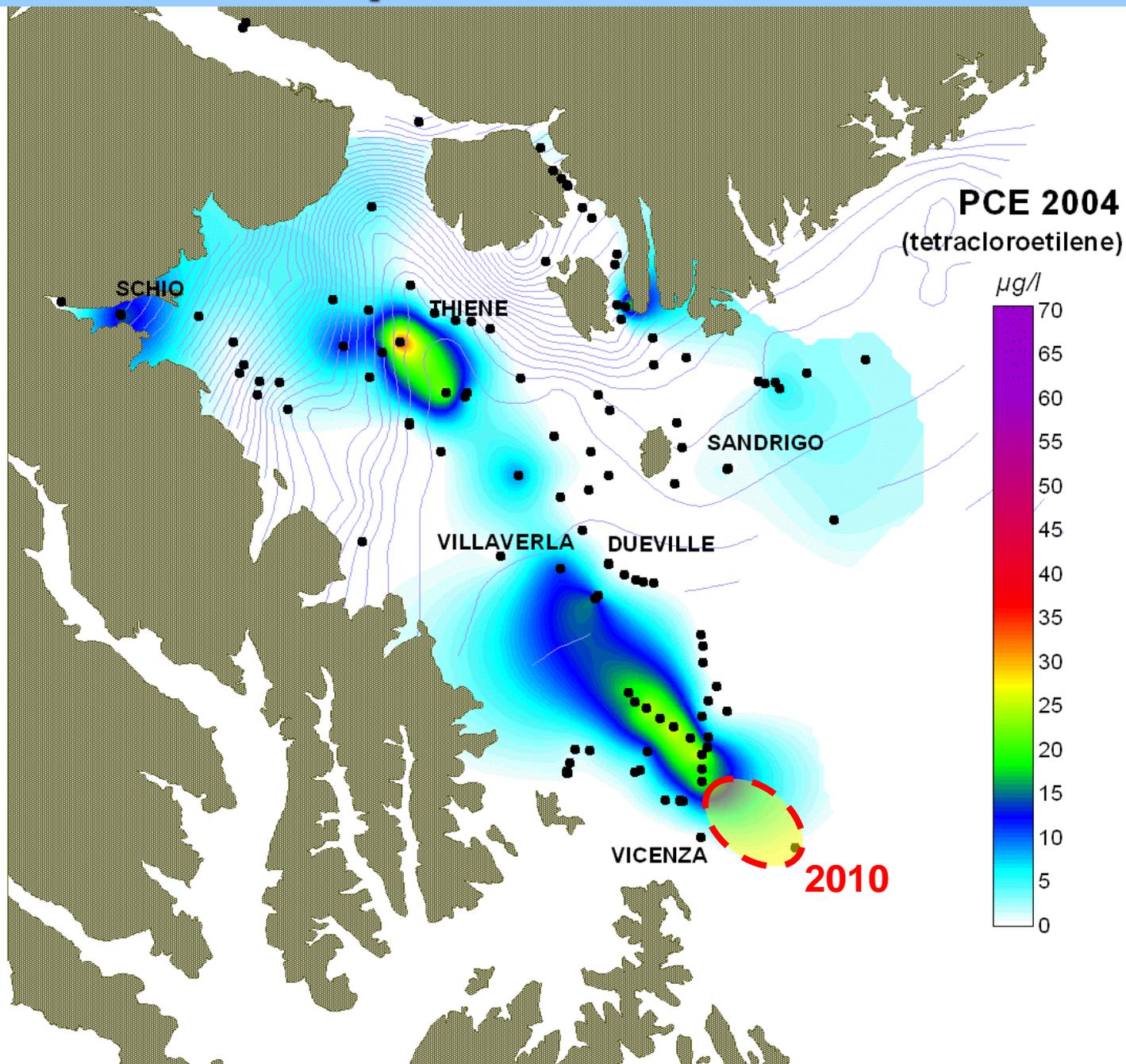
Evoluzione di un fenomeno di inquinamento generato da iniezione continua in falda (zona di paleoalveo)

APPLICAZIONE DEL MODELLO DI TRASPORTO AD UN CASO SIMULATO



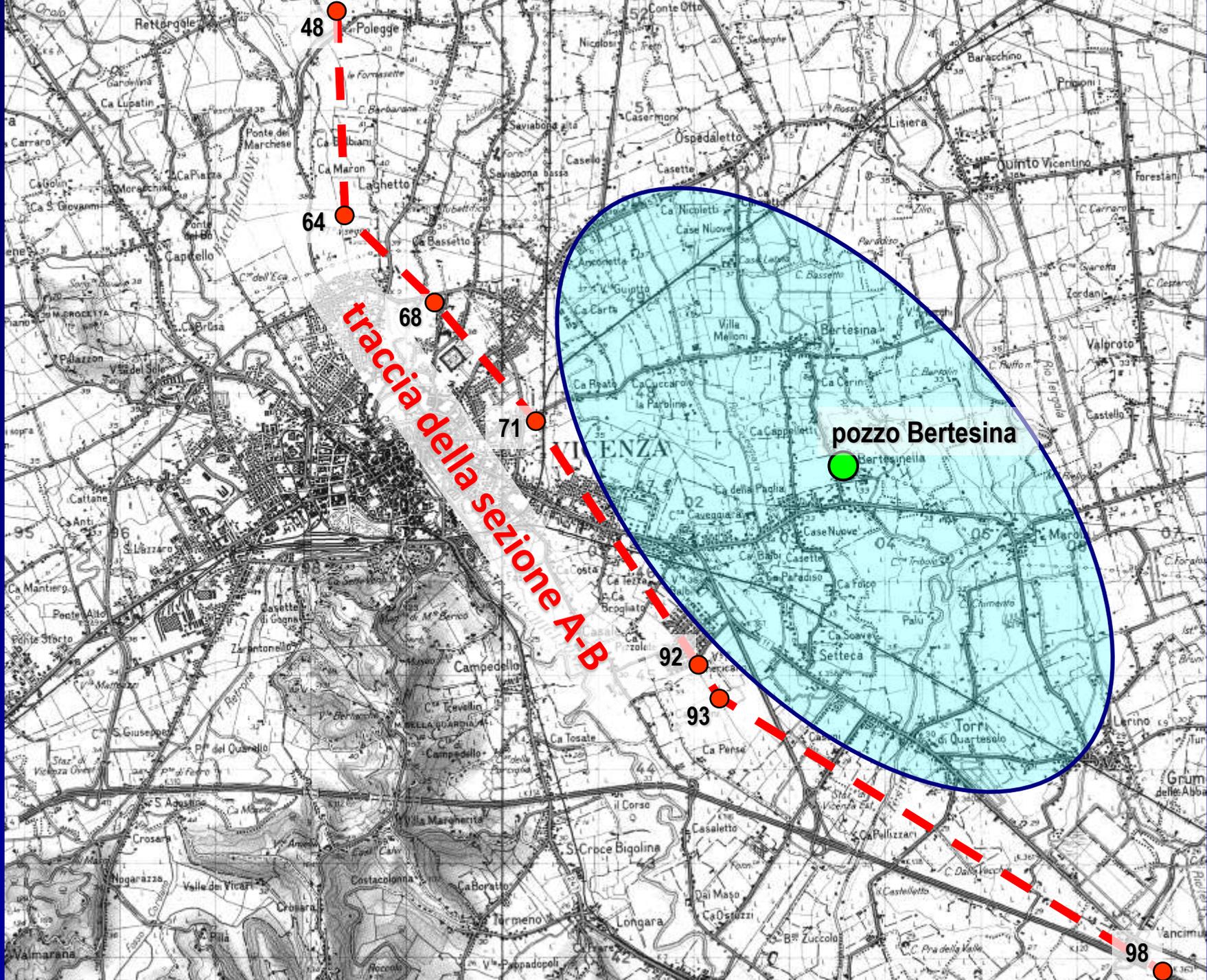
Evoluzione di un fenomeno di inquinamento generato da iniezione continua in falda (zona di paleoalveo)

Il problema dei metaboliti



Solvente
organico
(reattivo)





48

64

68

71

92

93

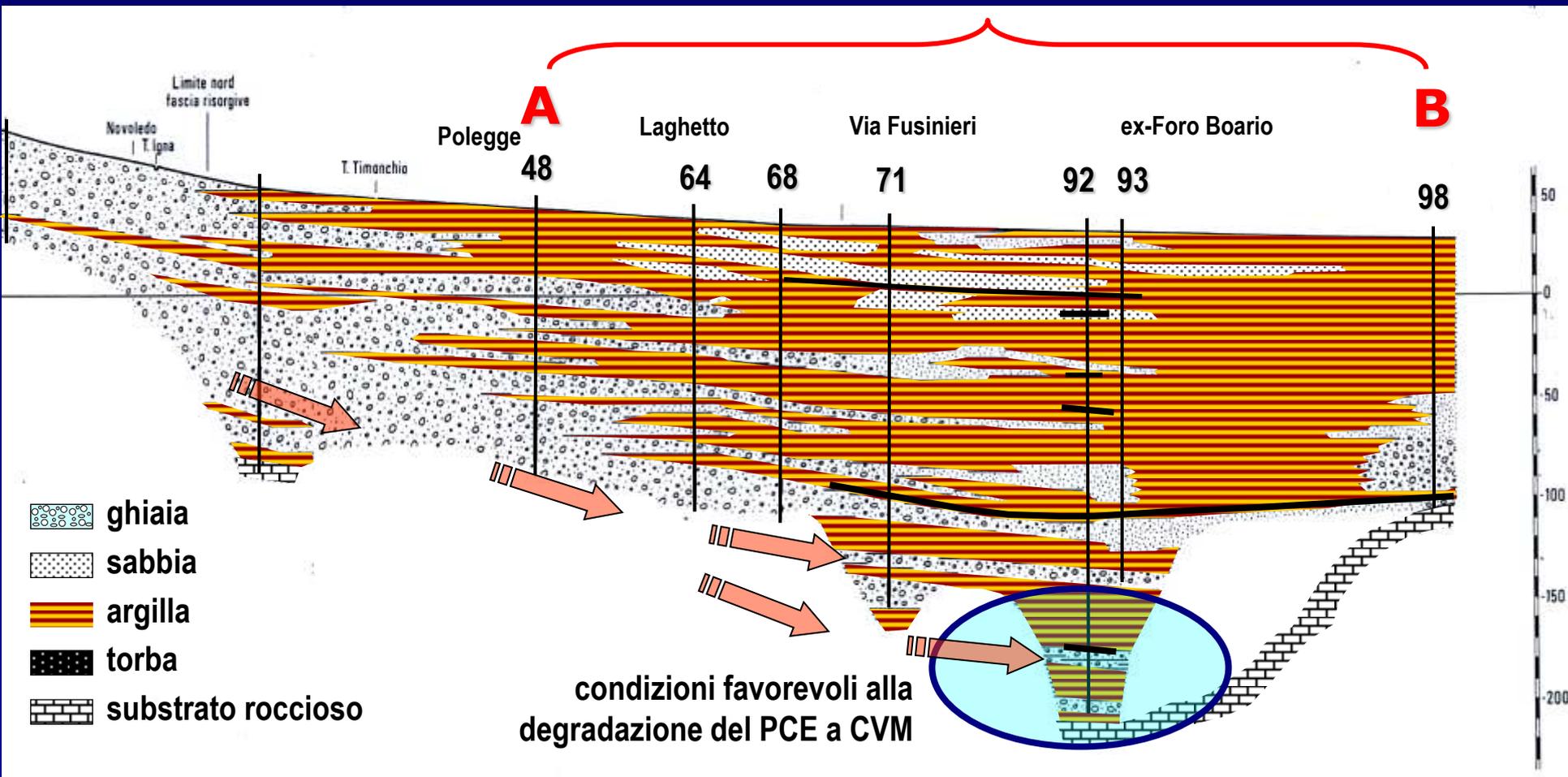
98

traccia della sezione A-B

pozzo Bertesima

Bertesina

Sezione A - B



Conclusioni

La vulnerabilità degli acquiferi del Veneto centrale è mediamente alta/elevata.

Le fonti di pressione sono numerosissime ed il rischio di inquinamento è sempre molto elevato.

I casi di inquinamento segnalati negli ultimi 40 anni sono alcune decine → molti sono ancora attivi.

Per ridurre il rischio di inquinamento delle acque (al di là di quanto previsto dalle norme) è necessario:

- un maggiore senso civico da parte di tutti (operatori economici, singoli cittadini),**
- maggiore controllo preventivo su quanti utilizzano sostanze a "rischio ambientale",**
- un monitoraggio qualitativo sistematico per cogliere sul nascere nuovi episodi di inquinamento.**

