



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI MILANO

FACOLTÀ DI SCIENZE E TECNOLOGIE

DIPARTIMENTO DI SCIENZE DELLA TERRA "A. DESIO"



LA MODELLISTICA APPLICATA ALL'AREA ZINGONIA

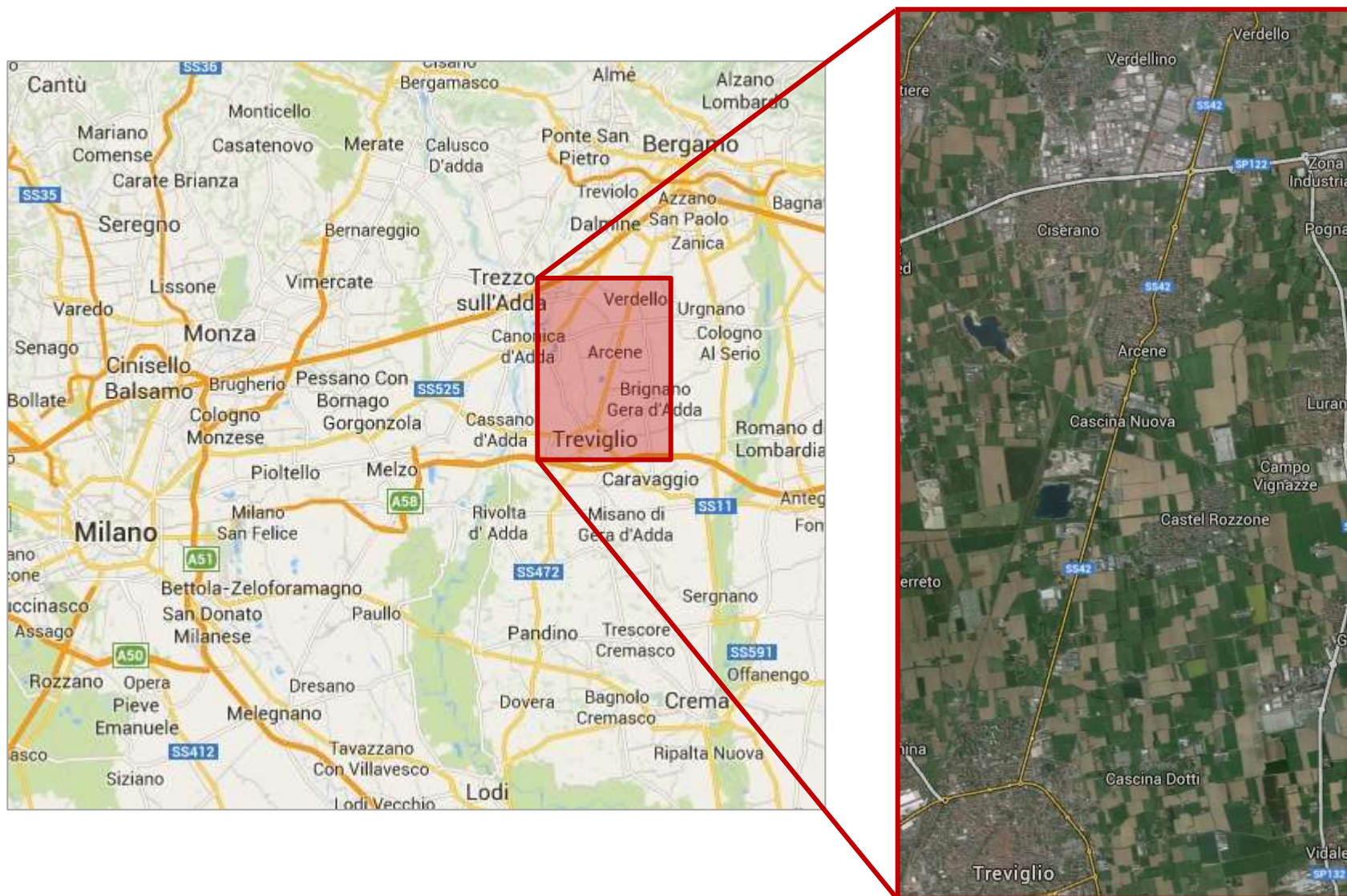
Marco Masetti

Dipartimento di Scienze della Terra

Università degli Studi di Milano

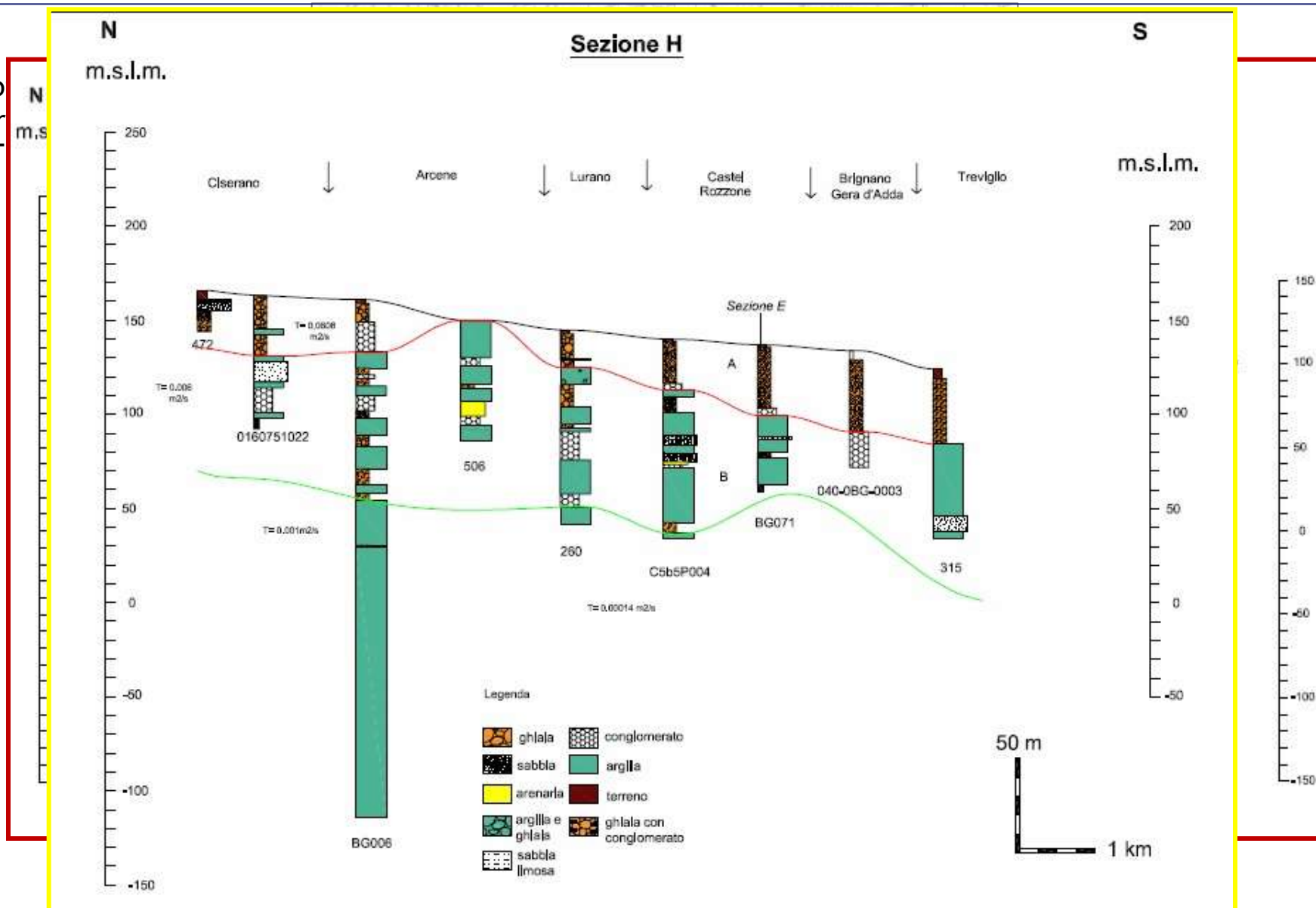
E-mail: marco.masetti@unimi.it

Ubicazione area di studio: Zingonia



Sezioni idro-stratigrafiche area Zingonia

Ub
idr
CT

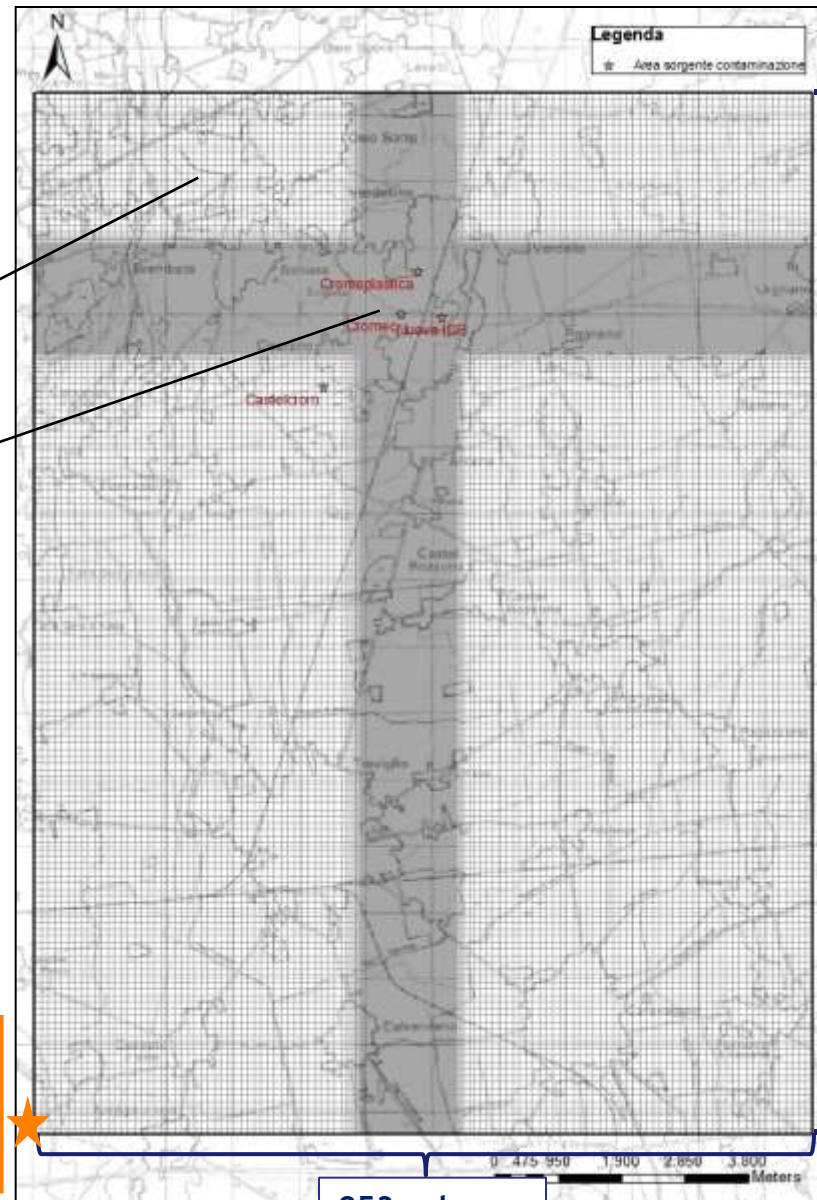


Griglia di elaborazione del modello di flusso

Estensione areale:
11,8 km x 15,8 km

100m x 100m
10m x 10m

x = 1542021.63 m
y = 5036658 m
Sistema di riferimento:
Monte Mario Italy 1



Elaborazione realizzata con il
software Groundwater Vistas 6

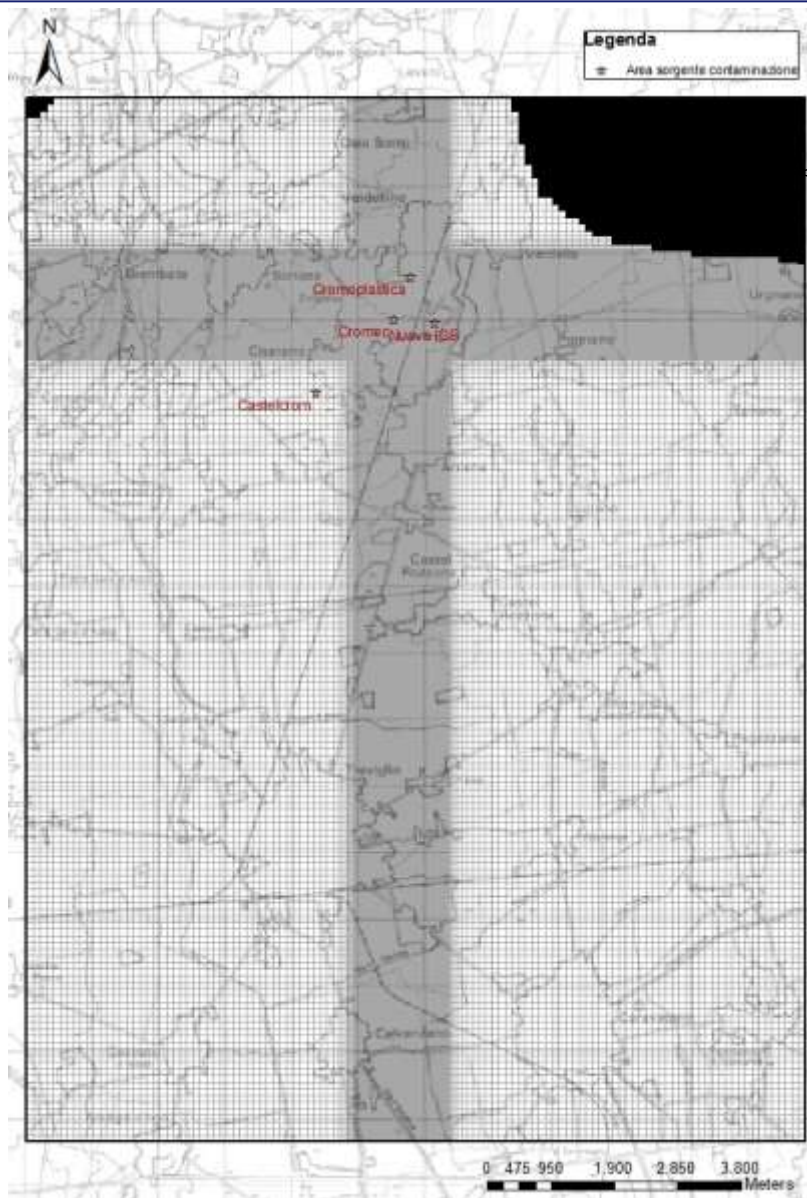
311 righe

253 colonne

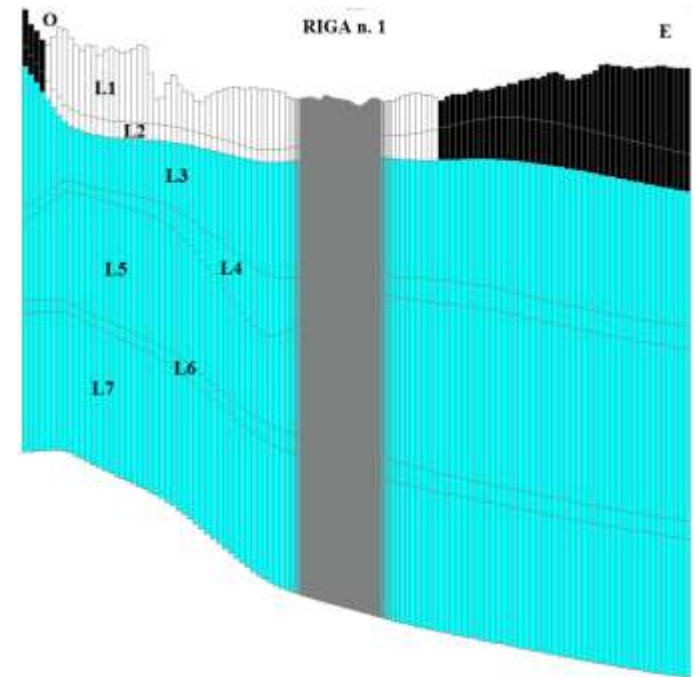


NO FLOW = celle a flusso nullo

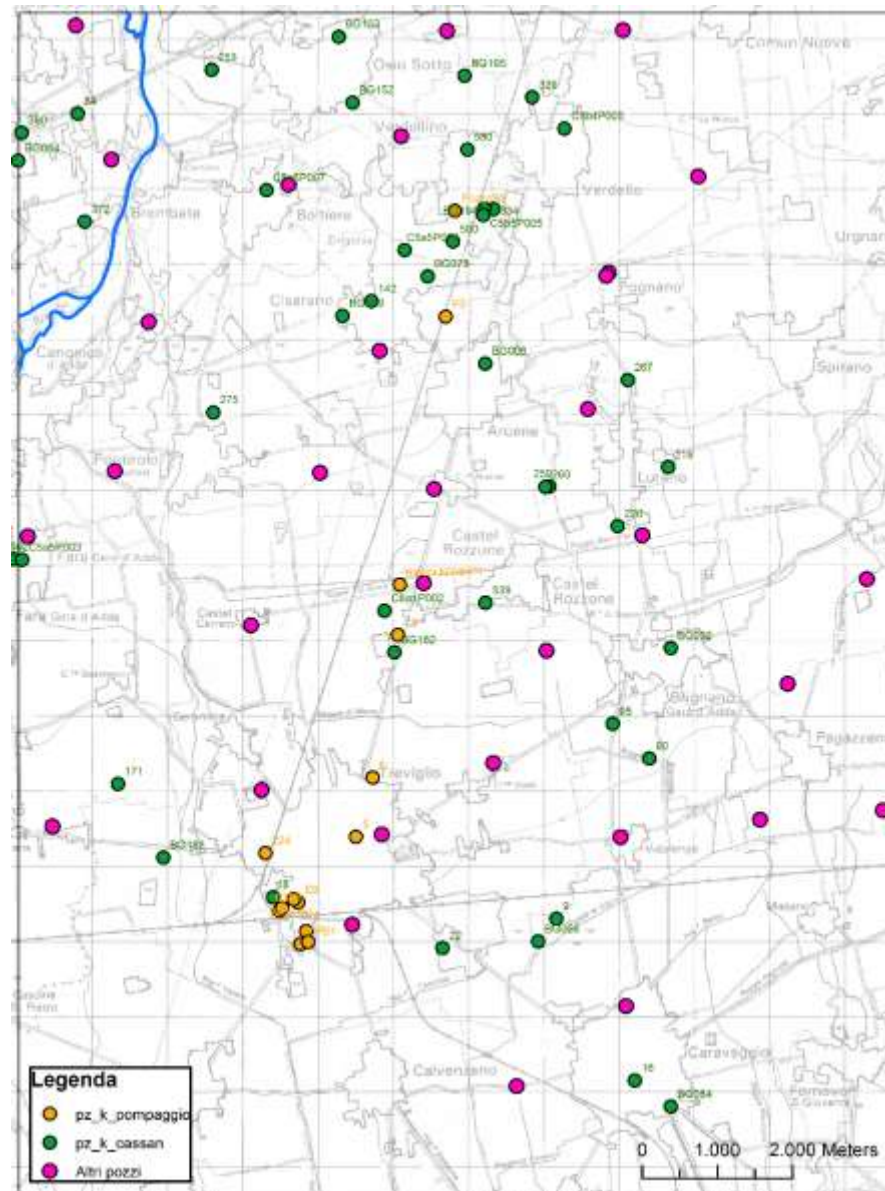
In nero:
celle a
flusso nullo
riferite ai
layers più
superficiali
(1 e 2); i
layers
sottostanti
(3÷7) non
presentano
alcuna
cella «no-
flow»



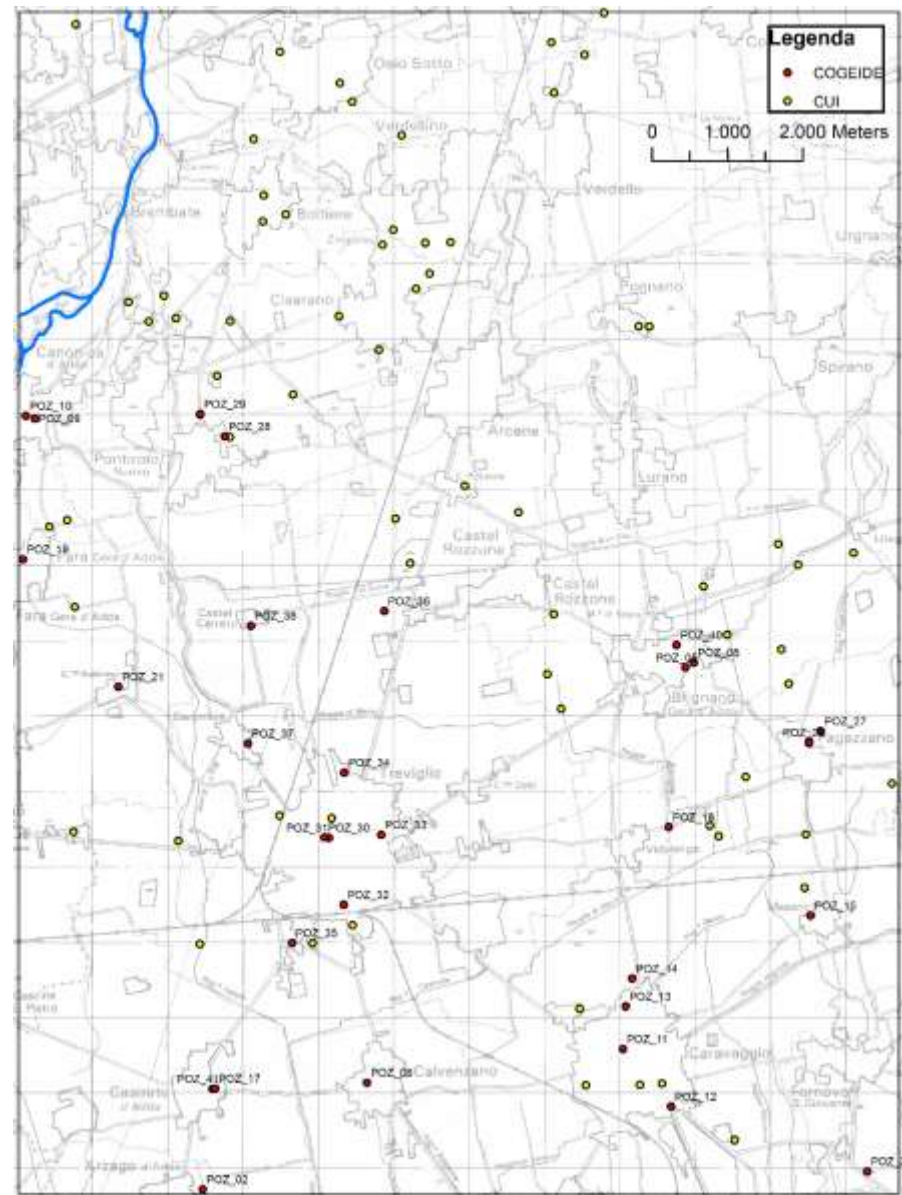
LAYER 1
LAYER 2



Conducibilità idraulica - k



Prelievi

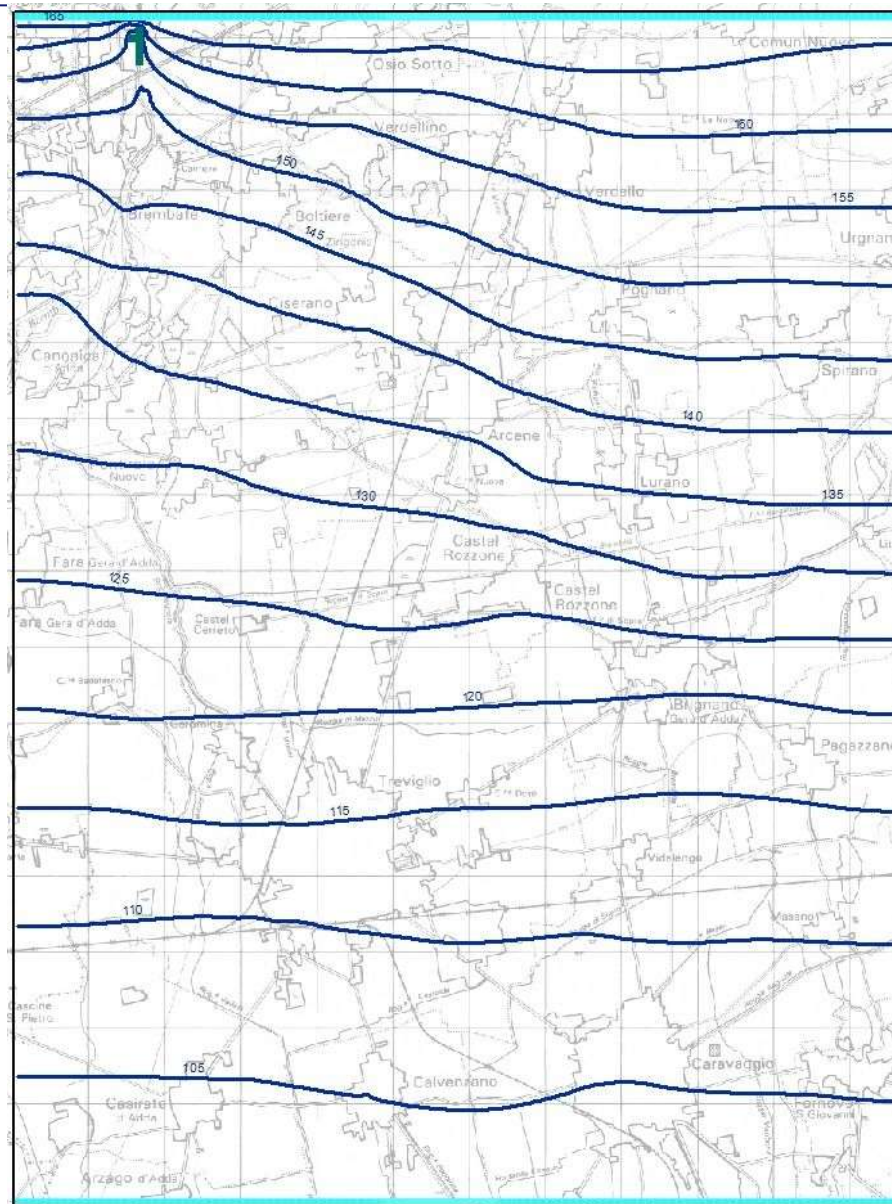


Prelievi - n. 94 pozzi (CUI e COGEIDE) di cui sono noti i seguenti dati:

- quota assoluta (m s.l.m.) dei filtri (tetto e base);
- acquifero captato;
- portata idrica prelevata dal pozzo (in m³/s)



RISULTATI MODELLO DI FLUSSO



LAYER 1

LAYER 2

LAYER 3

LAYER 4



Calibrazione del modello di flusso

PARAMETRO STATISTICO	PARAMETRO STATISTICO	VALORE
Errore medio	Errore medio	2.253
Errore medio assoluto	Errore medio assoluto	2.401
Scarto quadratico	Scarto quadratico medio	1.535
Scaled RMS Error	Scaled RMS Error	0.10
Coefficiente di correlazione	Coefficiente di correlazione	0.988



MODELLO DI TRASPORTO

del plume di contaminazione da Cr VI
per il periodo 2008÷2014 (giugno)



IMMAGAZZINAMENTO

Sy - potenzialità specifica

Gruppo acquifero A e B:
acquiferi liberi o misti

Gruppo acquifero B e C:
acquiferi confinati

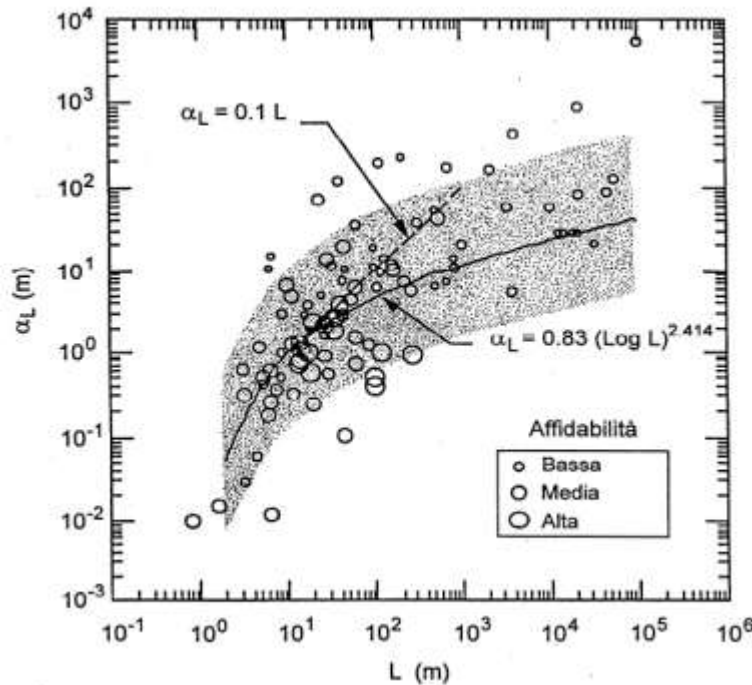
Parametro	Sigla	Unità di misura	Gruppo acquifero A e B: acquiferi liberi o misti				Gruppo acquifero B e C: acquiferi confinati		
			Layer 1	Layer 2	Layer 3	Layer 4	Layer 5	Layer 6	Layer 7
Immagazzinamento (potenzialità specifica)	S (Sy)	adimensionale	0.15	0.05	0.10	0.05	0.01	0.01	0.01
Immagazzinamento specifico	SS	1/m	0.15	0.05	0.10	0.05	0.01	0.01	0.01
Porosità efficace	ne	adimensionale	0.15	0.05	0.10	0.05	0.10	0.05	0.10



DISPERSIVITÀ

L'effetto scala, ovvero la distanza di migrazione e dispersività longitudinale (Gelhar L.W., Welt C., Rehfeldt K.R., 1992), calcola i parametri tramite la seguente formula empirica:

$a_l = 0.83(\text{Log } L)^{2.414}$ dove a_l è la dispersività longitudinale (in m) e L la lunghezza dell'area investigata (in m).



$$a_t = \frac{1}{10} a_l \quad a_z = \frac{1}{100} a_l$$

dove a_t è la dispersività trasversale (in m) a_z è la dispersività verticale (in m).

Parametri utilizzati nel modello:

Dispersività Longitudinale (m)	10
Dispersività Trasversale (m)	1
Dispersività Verticale (m)	0.1



ADSORBIMENTO

K_d - coefficiente di distribuzione solido/liquido (l/kg)

Cromo esavalente:

- *Isoterma di adsorbimento lineare*
- *Coefficiente di Ritardo $R = \max 2$*

È quindi possibile stimare il K_d del Cr VI dalla seguente formula:

$$R = 1 + K_d \frac{(1 - n)\rho_s}{n}$$

dove:

K_d è il coefficiente di distribuzione (l/kg);

n è la porosità efficace;

ρ_s è la densità della matrice solida (kg/l).

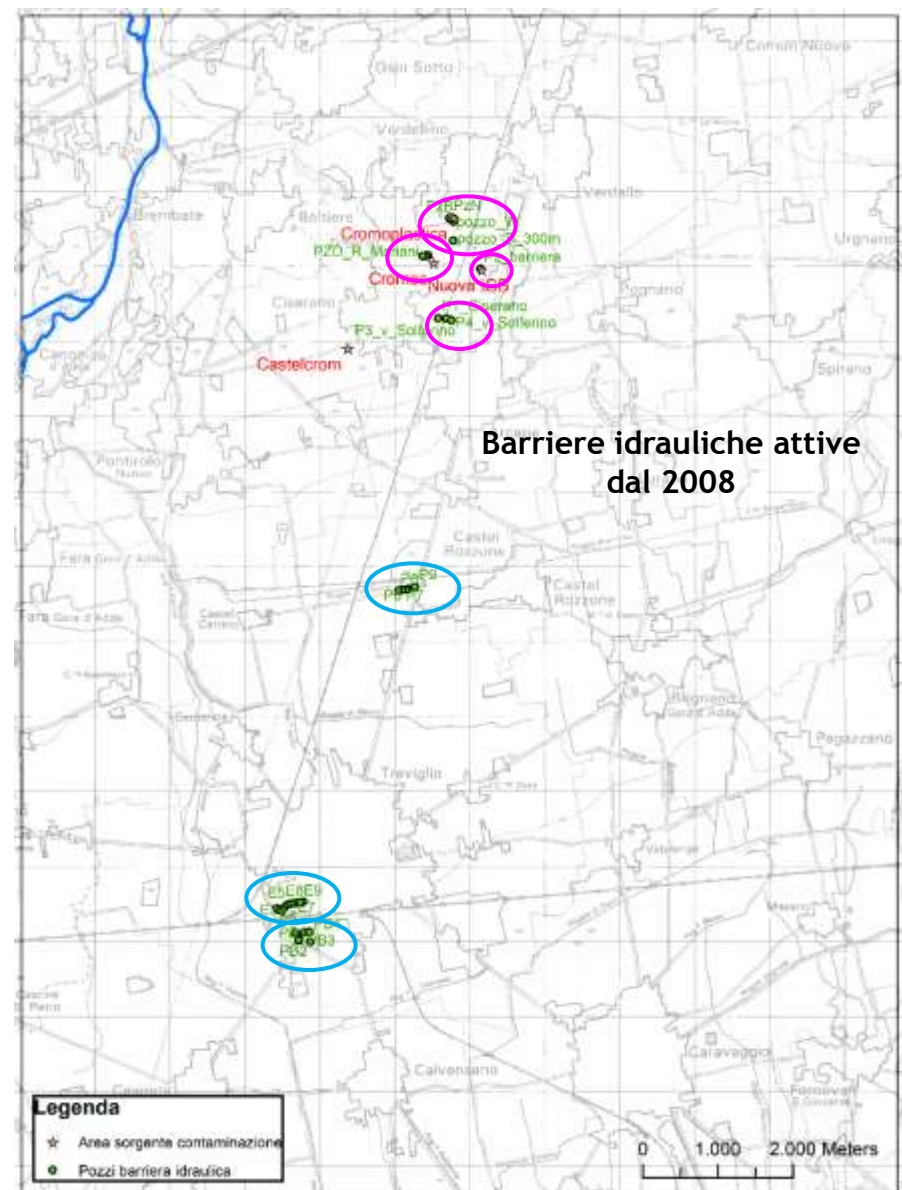
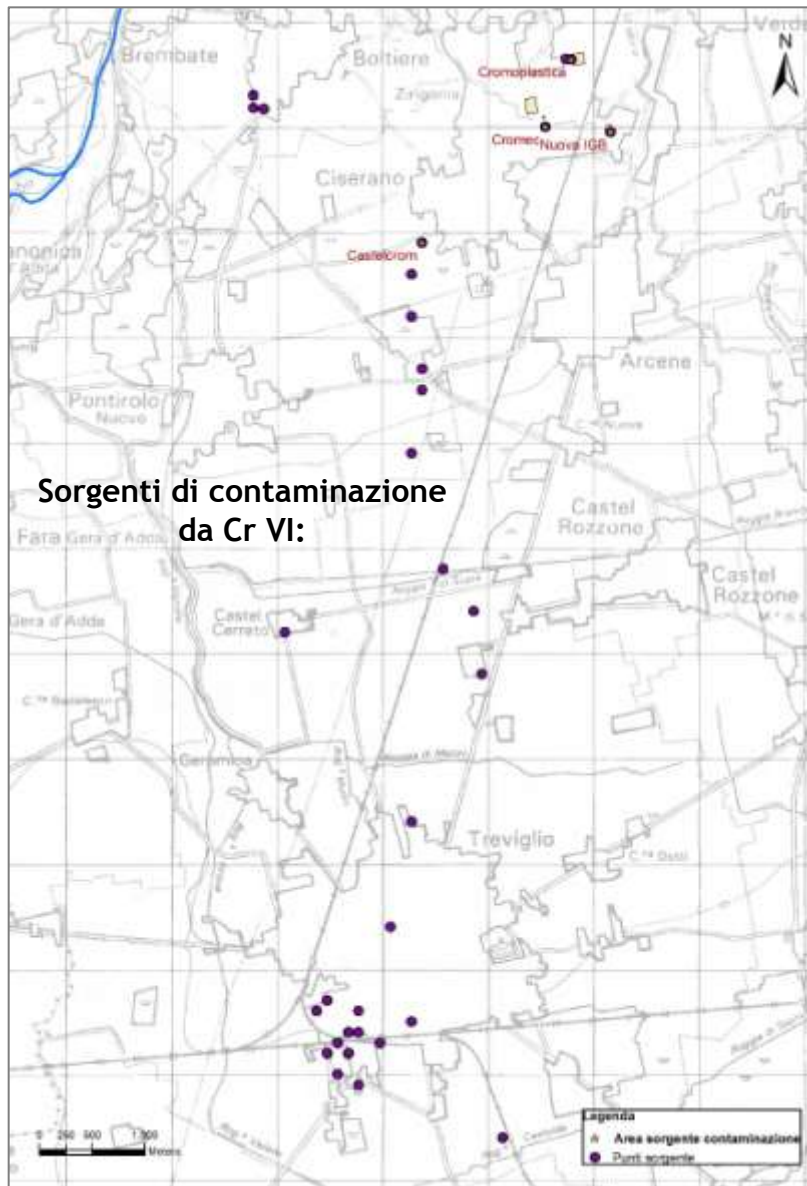
Nella modellazione si è quindi lavorato per tentativi alla stima del coefficiente di distribuzione, così da arrivare ad una soluzione ritenuta rappresentativa della realtà.

Parametri utilizzati nel modello:

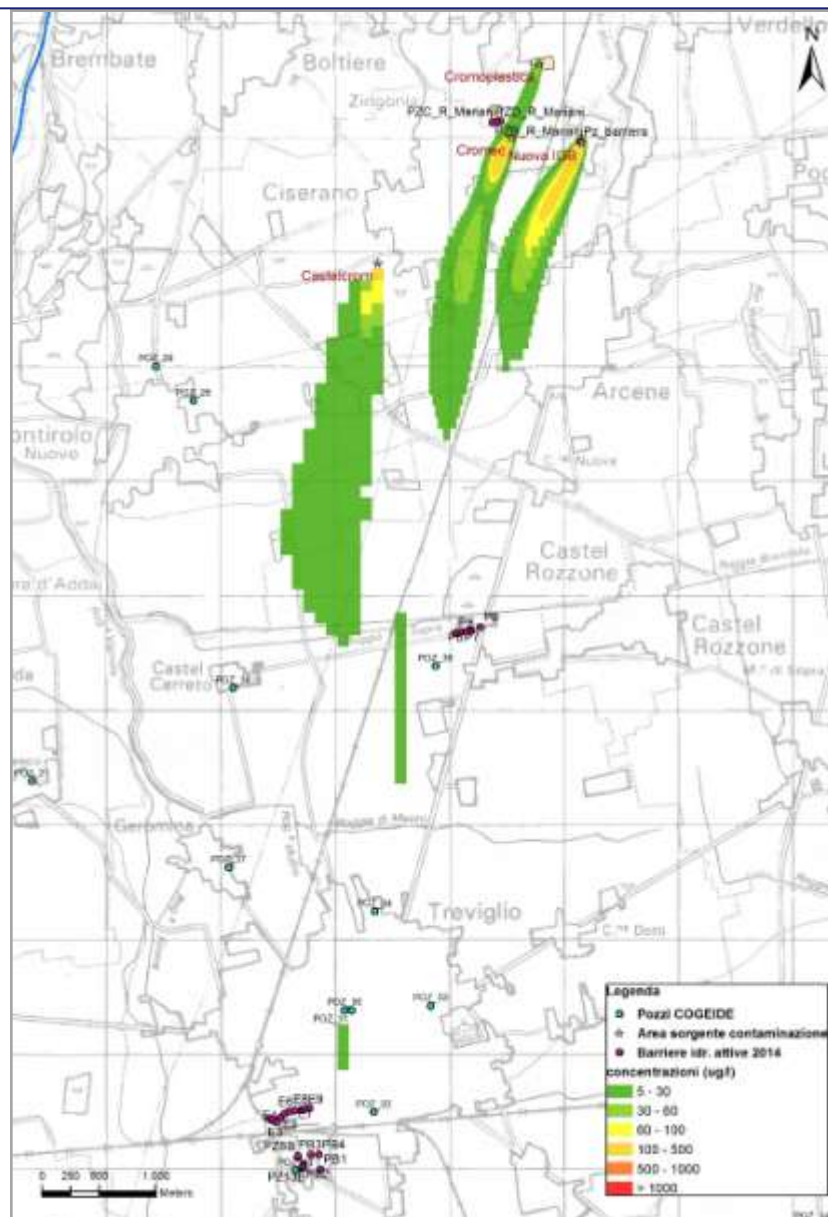
ρ_s - densità matrice solida (kg/l)	1.5
K_d (l/kg)	0.5



Sorgenti «I» e «II» e Pozzi barriera ($t_0 = 2008$)



RISULTATI MODELLO DI TRASPORTO Cr VI 2008÷2014 (giugno)



Anno 2008

Anno 2009

Anno 2010

Anno 2011

Anno 2012

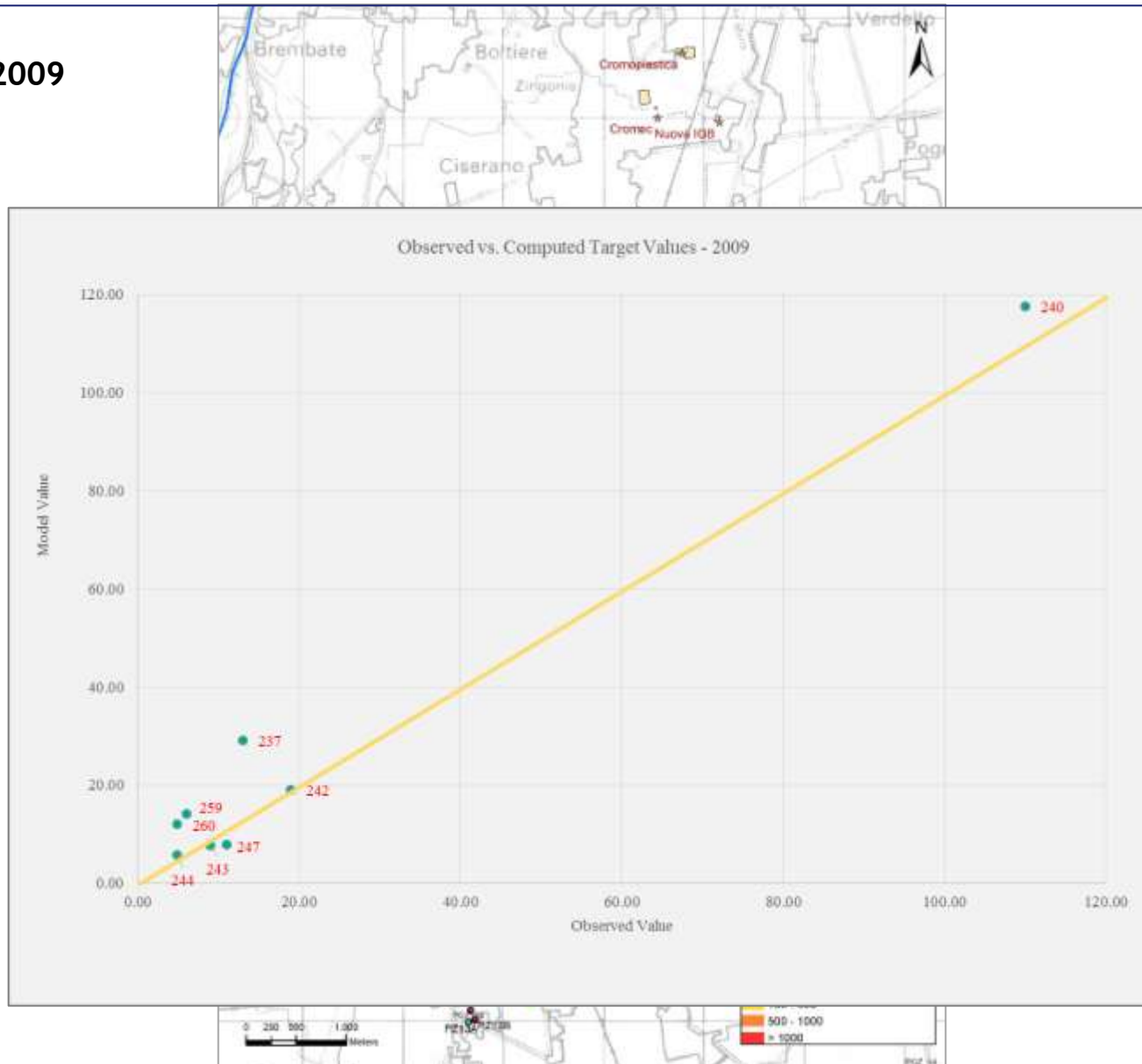
Anno 2013

Anno 2014 (giugno)



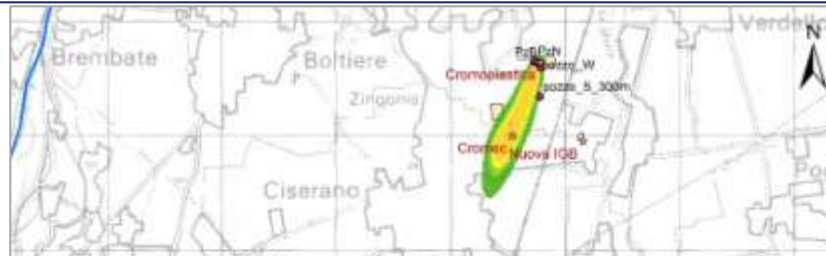
VALIDAZIONE MODELLO DI TRASPORTO Cr VI

Anno 2009



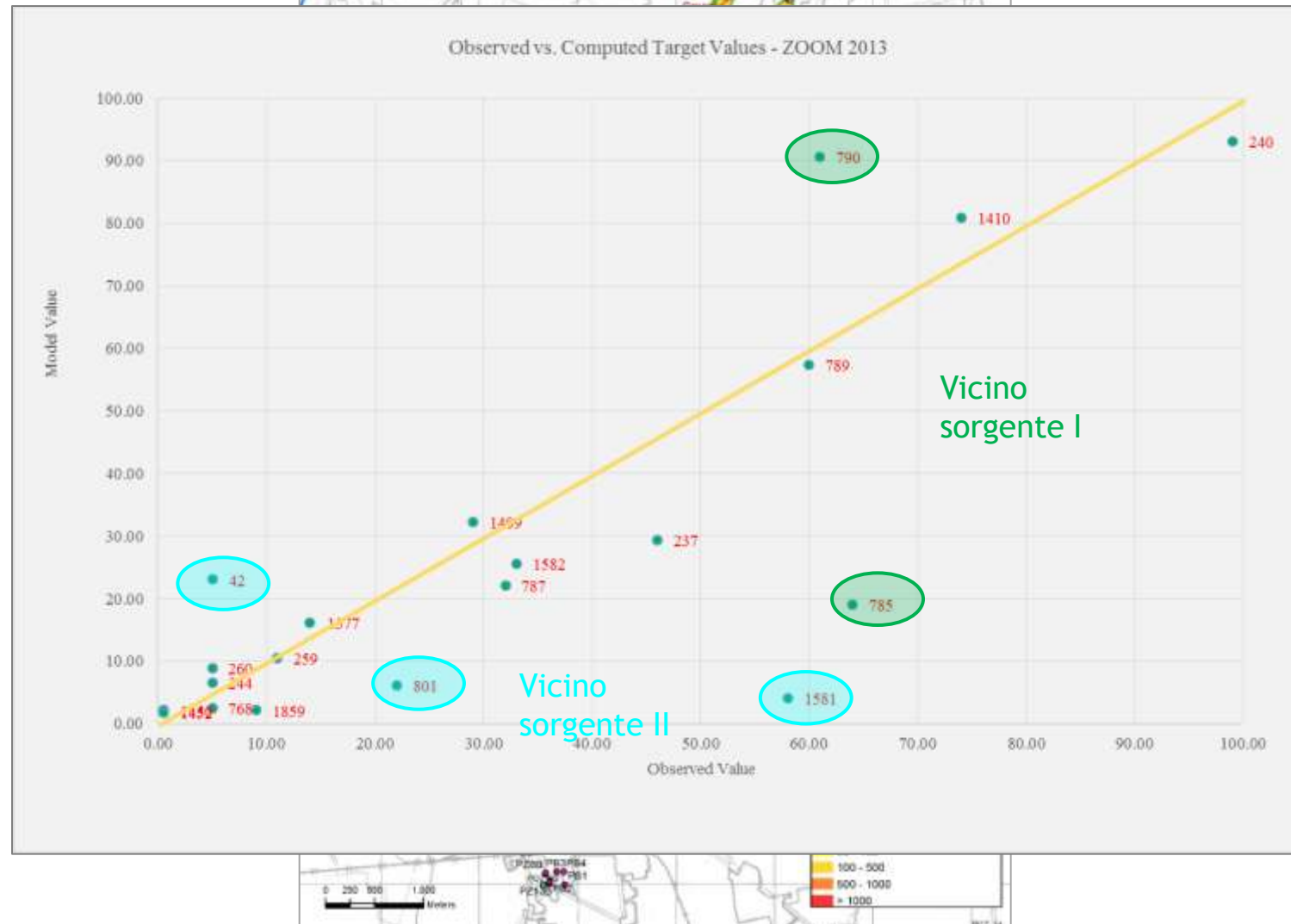
VALIDAZIONE MODELLO DI TRASPORTO Cr VI

Anno 2011



VALIDAZIONE MODELLO DI TRASPORTO Cr VI

Anno 2013



PLUME GIUGNO 2014 su carta geologica e piezometrica

CARTA GEOLOGICA

STRALCIO LEGENDA DEI DEPOSITI CONTINENTALI QUATERNARI E NEOGENICI

UNITA' UBIQUITARIE

119 - UNITA' POSTGLACIALE
c) depositi alluvionali.

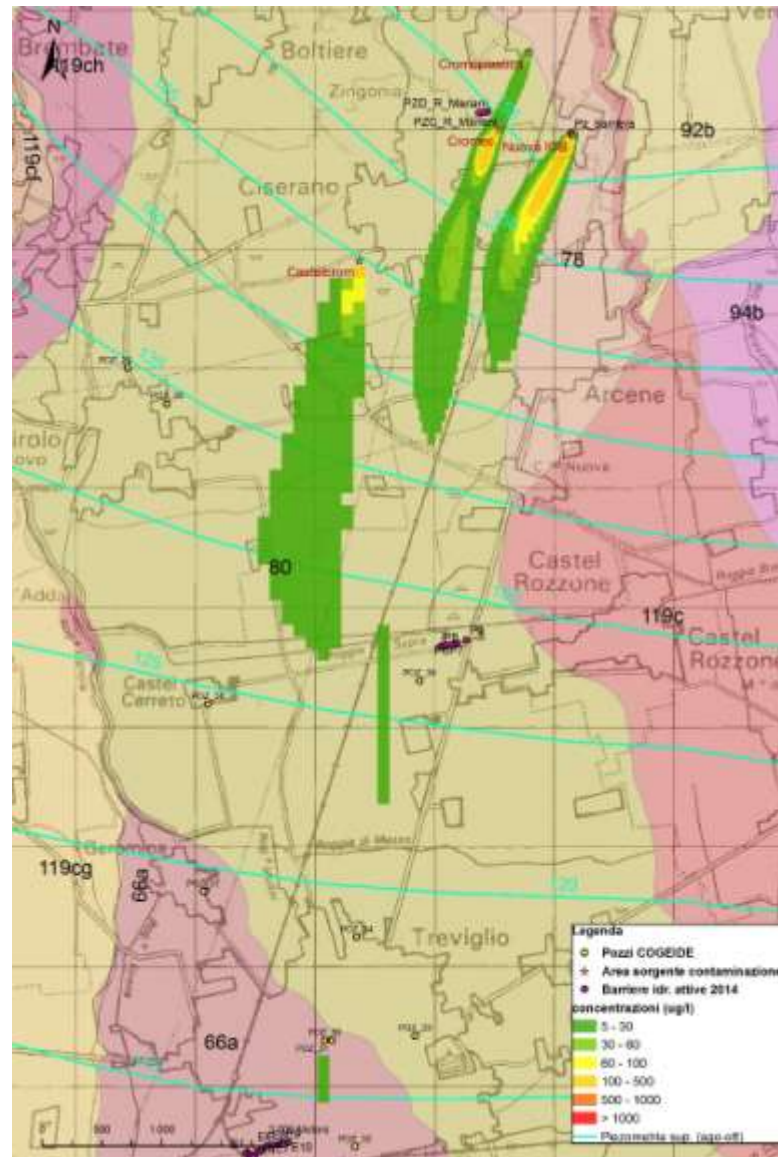
BACINO DEL BREMBO

80 - COMPLESSO DEL BREMBO

Depositi glaciali, fluvioglaciali alluvionali e di versante. Superficie limite superiore: morfologie ben conservate, profili di alterazione inferiori a 1,6 m, scarsa alterazione dei clasti e della matrice, colore tra 7.5YR e 10YR, copertura loessica assente. Comprensivo di: Unità dei Piani di Bobbio, Unità di Ornica, Unità di Mezzoldo, Unità di Bàresi, Unità della Cima di Menna, Unità dei Tre Pizzi, Unità di Val Mezzeno, Unità di Zogno, Unità di Treviglio. *Pleistocene superiore*

78 - UNITA' DI BREMBATE

Depositi fluvioglaciali e alluvionali. Superficie limite superiore- suoli di spessore massimo > 5 m, colore da 5YR a 7.5YR, copertura loessica sempre presente. *Pleistocene medio*



CARTE PIEZOMETRICHE

- Piezometria ottenuta dalla modellazione di flusso, realizzata preliminarmente al modello di trasporto di Cr VI nell'area di Zingonia.
- Piezometria dell'acquifero superficiale, realizzata con i dati della campagna piezometrica agosto÷ottobre 2014 di tutta la regione Lombardia.



MODELLO DI TRASPORTO PREVISIONALE del plume di contaminazione da Cr VI per il periodo 2014÷2020

IPOTESI INIZIALI:

- i *pozzi barriera idraulica* attivi nel 2014 sono stati assunti essere attivi fino al 2020;
- il *rilascio della contaminazione da Cr VI* concluso nel 2014.



RISULTATI MODELLO DI TRASPORTO PREVISIONALE 2008÷2020

Anno 2008

Anno 2009

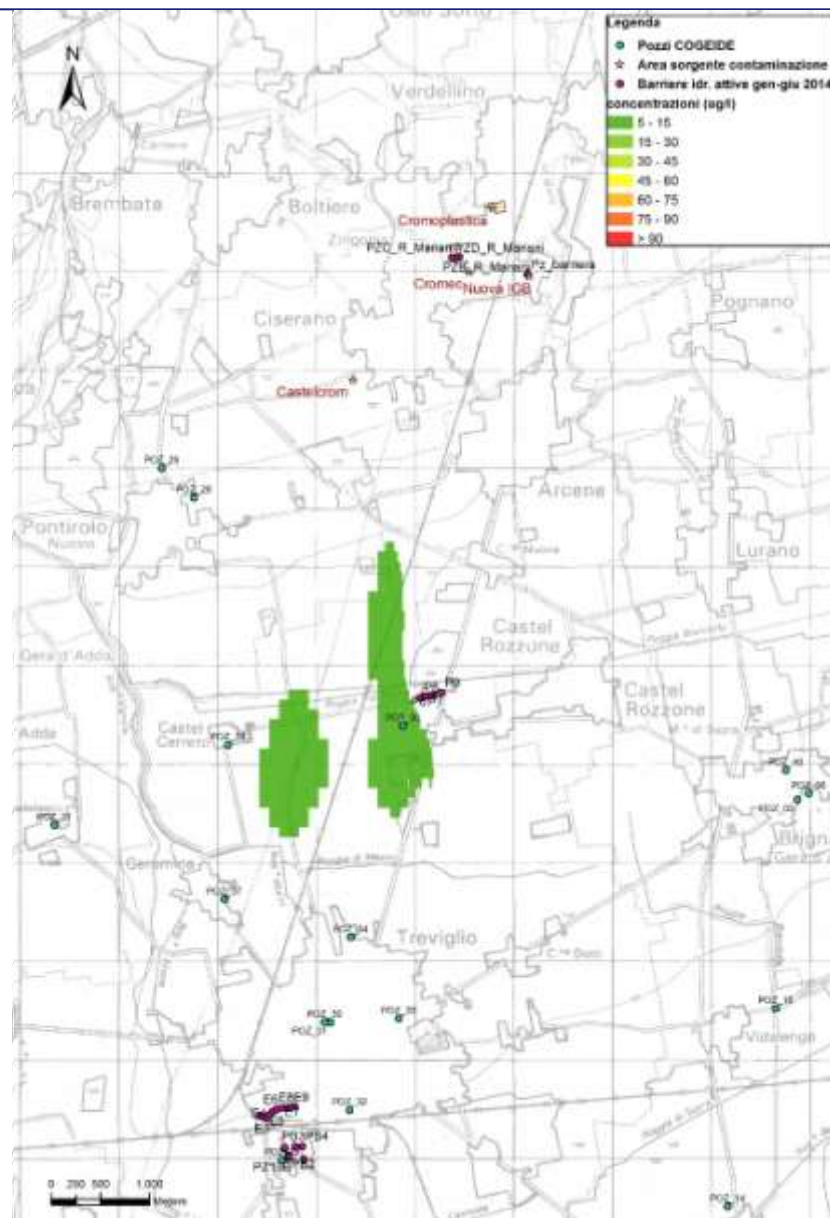
Anno 2010

Anno 2011

Anno 2012

Anno 2013

Anno 2014 (giugno)



Anno 2014

Anno 2015

Anno 2016

Anno 2017

Anno 2018

Anno 2019

Anno 2020

ATTENZIONE!
Nel modello previsionale,
modifica della
classificazione delle
concentrazioni di Cr VI!



CONCLUSIONI

- La struttura geologica ha influenzato sensibilmente il trasporto dei contaminanti nell'area;
- I risultati del modello di flusso sono stati validati anche da un set di dati indipendenti ottenuti da altri studi che erano in corso;
- Il modello di trasporto risulta ben calibrato anche in considerazione delle incertezze legate a vari fattori di input (date di rilascio contaminanti, dispersività..) e alla complessità del problema (fonti molteplici, area vasta)
- Il modello di trasporto può essere usato in fase previsionale per valutare l'effetto di interventi e/o modifiche climatiche



GRAZIE PER L'ATTENZIONE

Marco Masetti

Dipartimento di Scienze della Terra

Università degli Studi di Milano

E-mail: marco.masetti@unimi.it

