



Università di Ferrara  
Dipartimento di Fisica e Scienze della Terra

***Ricarica artificiale degli acquiferi. Studio geochimico sulla  
composizione delle riserve idriche nel sito test di Copparo  
(Emilia Romagna).***

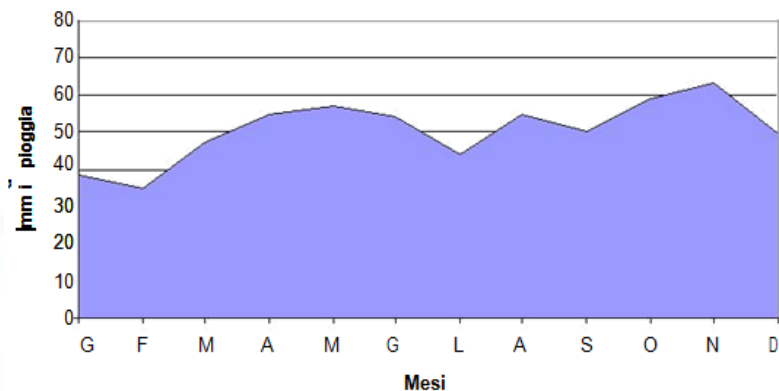


A.Di Roma,S. Pepi,C.D'Antone, S.Russo, C.Vaccaro

## Attività sul campo:

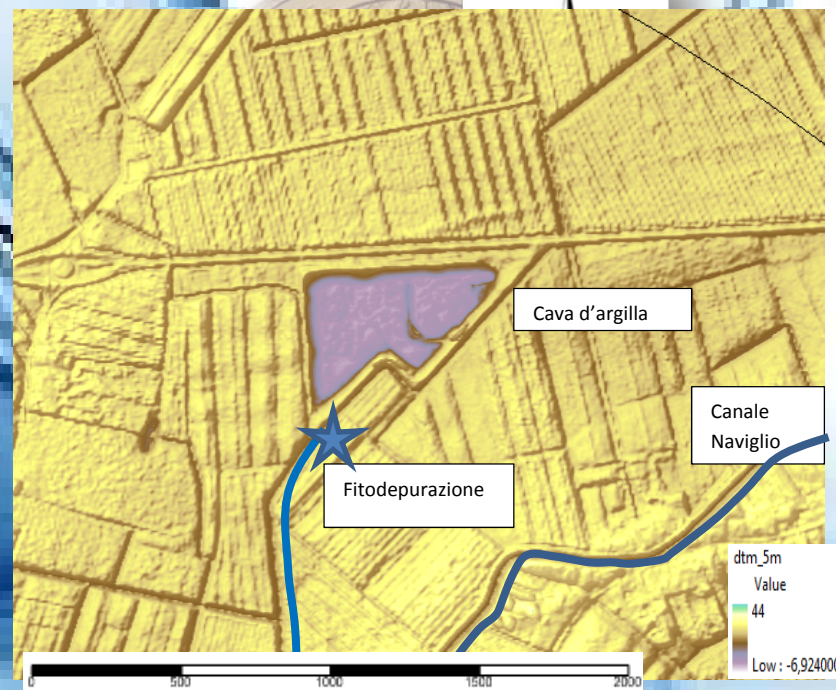
- Monitoraggio bimestrale parametri chimico fisici;
- Monitoraggio di acque sotterranee perimenti minori e in radonometriche

Precipitazioni medie mensil Copparo

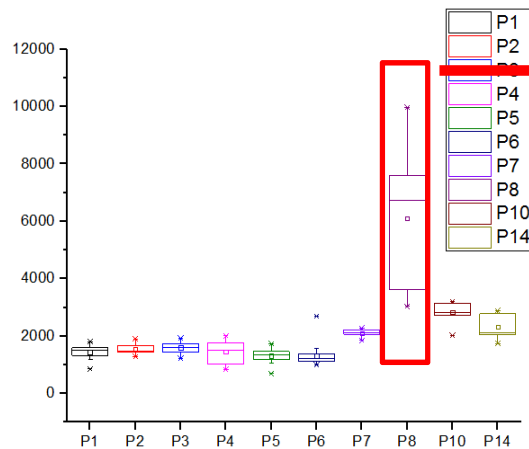


periodo di

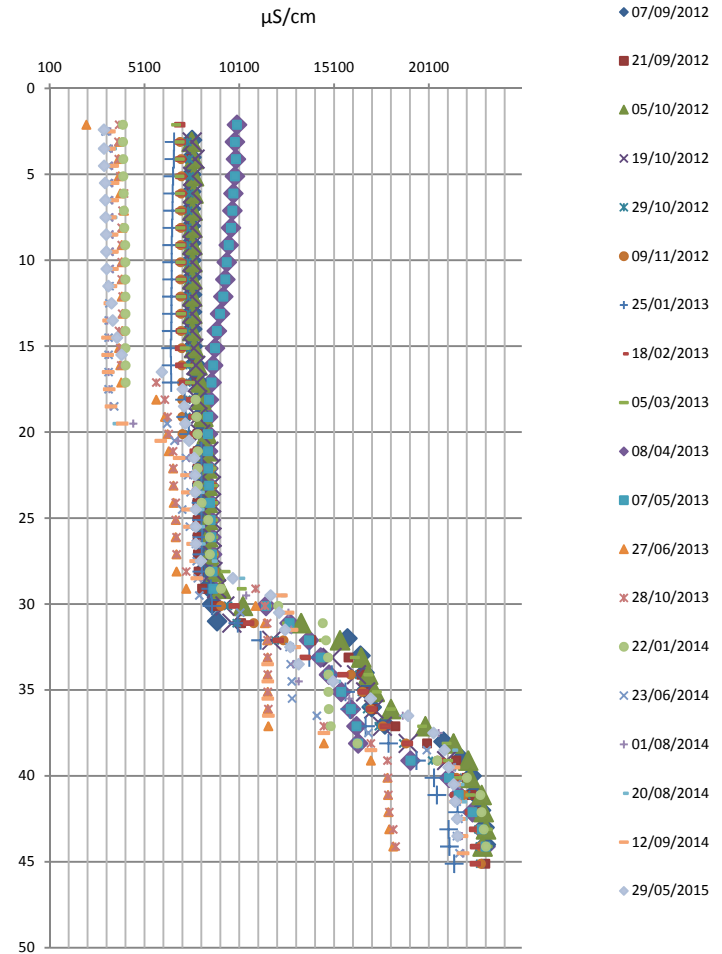
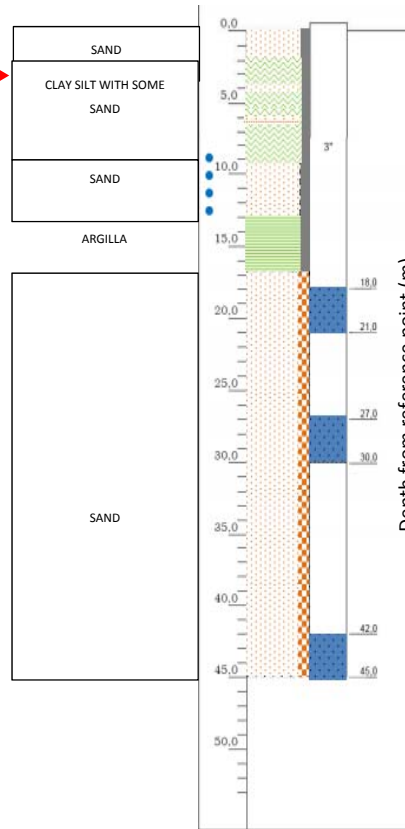
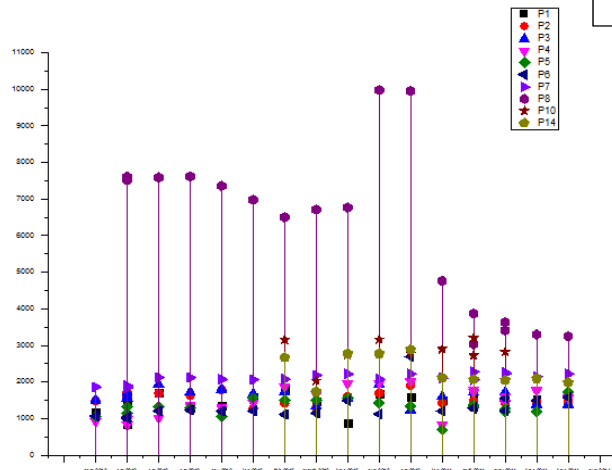
**CRITICITA' CLIMATICA DELL'AREA, CHE IN MOMENTI DI SICCITA' PARTICOLARMENTE IMPORTANTI PRESENTA FORTI SOFFERENZE PER L'APPROVVIGIONAMENTO DI ACQUA.**



# VARIAZIONI DELLA CONDUCIBILITÀ ELETTRICA NEI PIEZOMETRI MONITORATI, LOG PIEZOMETRO 8



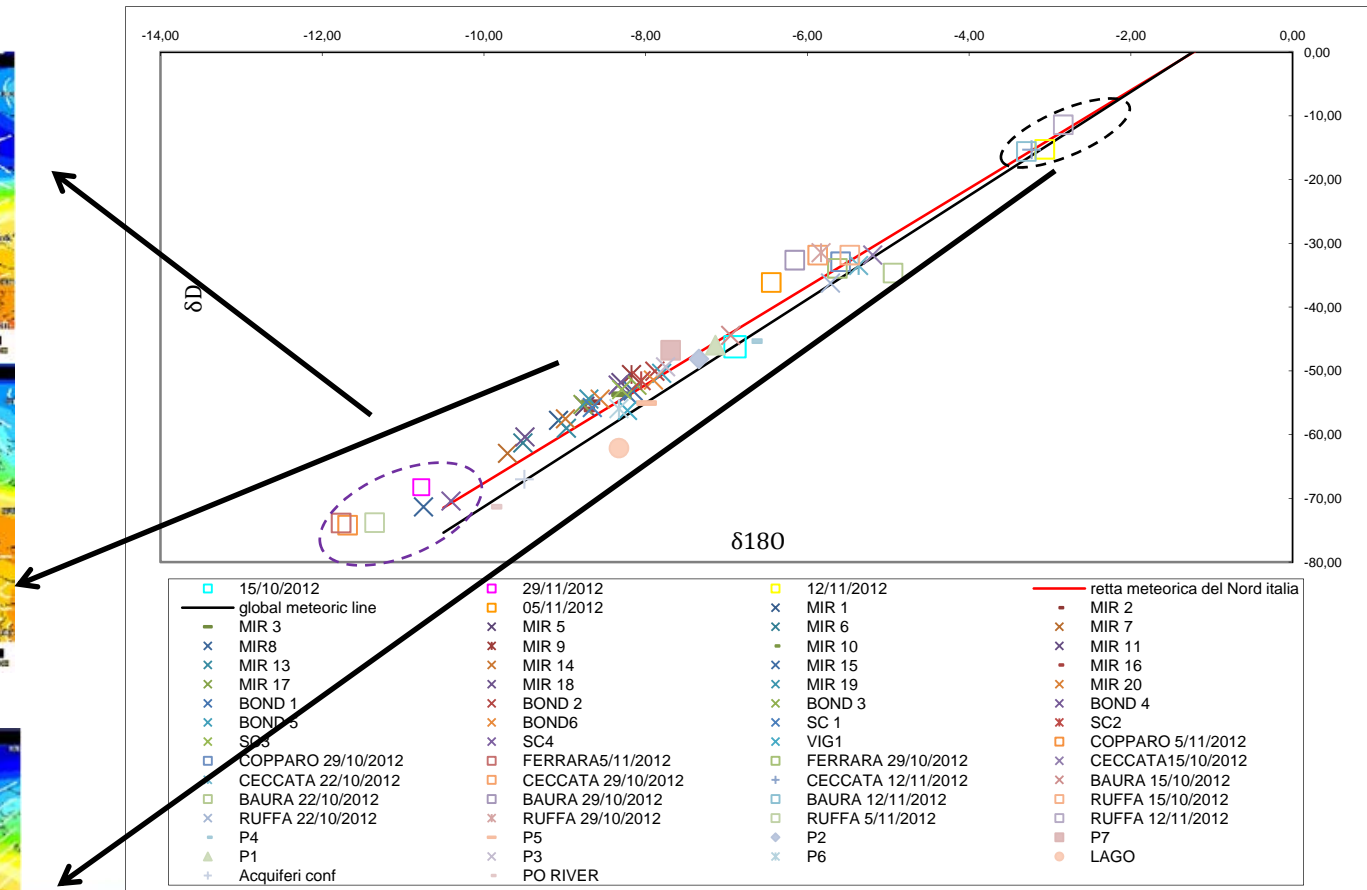
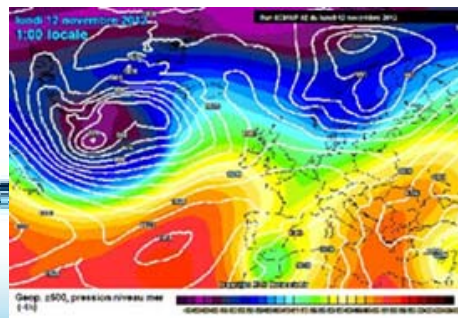
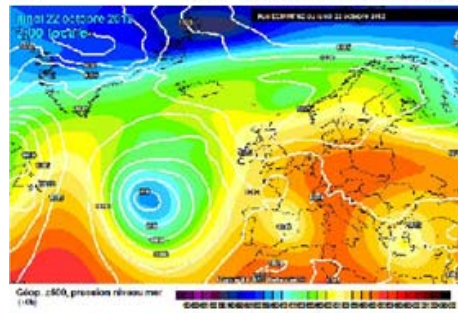
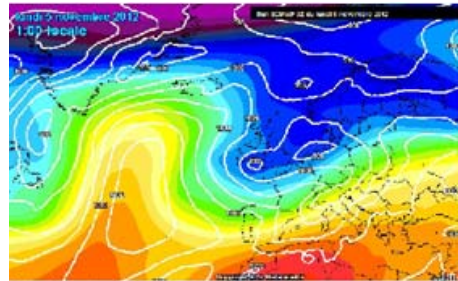
BOX PLOT DISPERSIONE  
VALORI NEI VARI PIEZOMETRI



ANDAMENTO DEL PARAMETRO DELLA CONDUCIBILITÀ  
ELETTRICA NEL CORSO DEI MONITORAGGI



# ANALISI ISOTOPICHE ACQUE SOTTERRANEE E ACQUE METEORICHE. STUDIO MICROCLIMATICO E GEOCHIMICO SULL'ORIGINE DELLE PRECIPITAZIONI, SULLA LORO COMPOSIZIONE ISOTOPICA E SULLA RICARICA NATURALE DELLE ACQUE SOTTERRANEE.



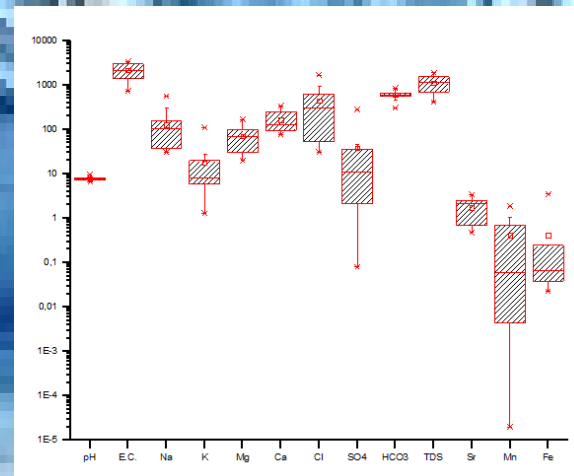
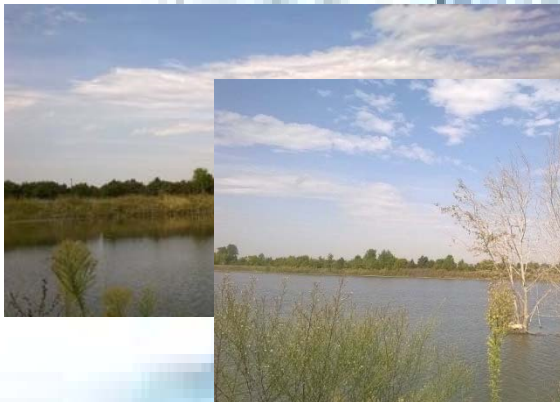
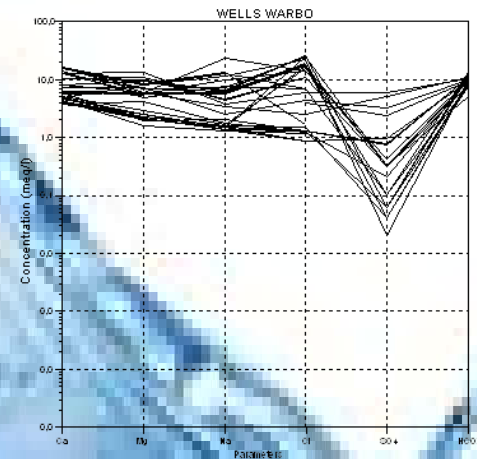


# ANALISI CHIMICHE SU CAMPIONI DI ACQUE SOTTERRANEE

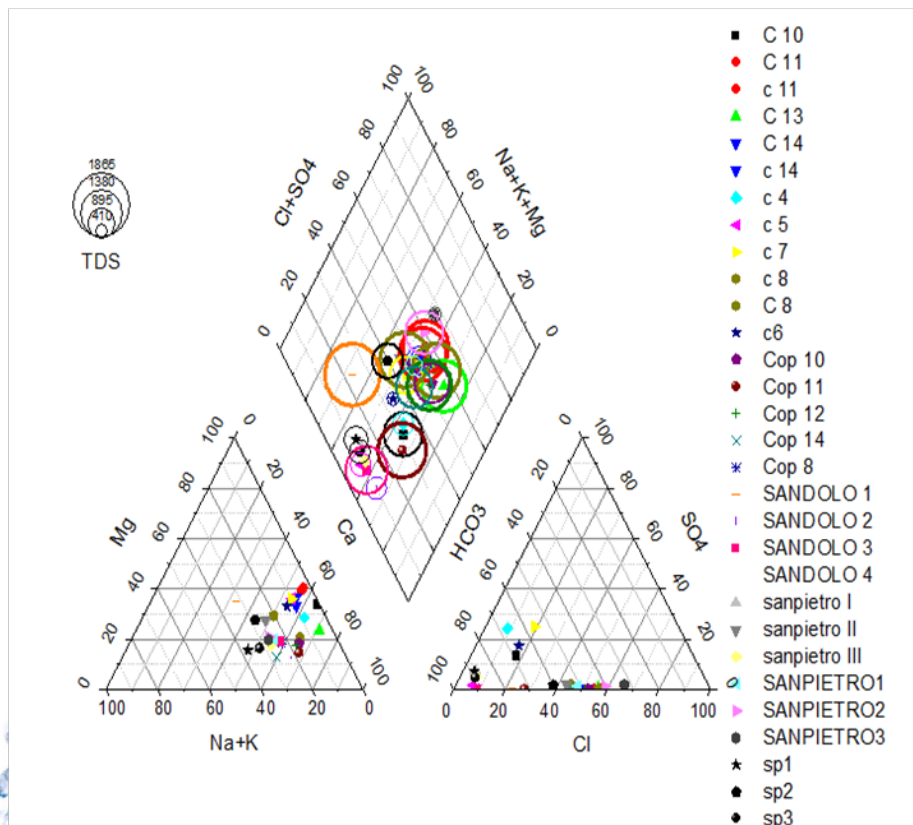


Punti di campionamento:

- 14 punti nell'area test del progetto WARBO,
- 3 a Ponte San Pietro;
- 4 nel Comune di Sandolo



# ANALISI CHIMICHE SU CAMPIONI DI ACQUE SOTTERRANEE: Piper diagram.



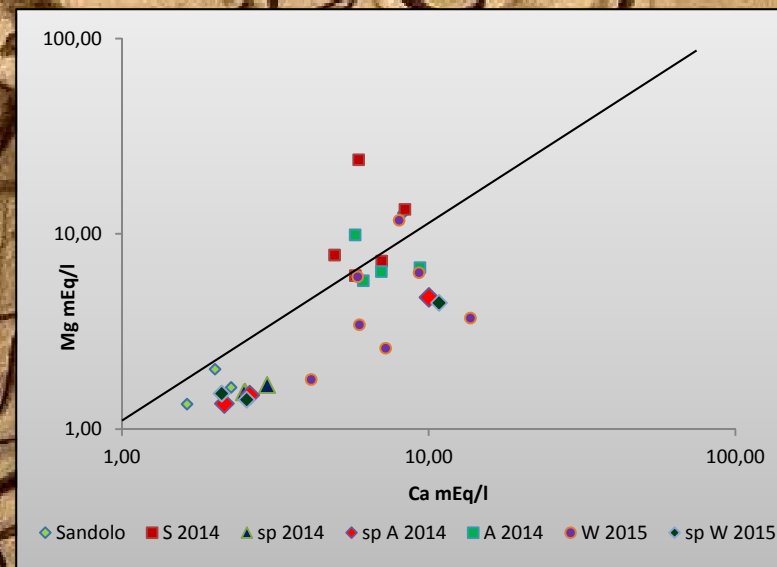
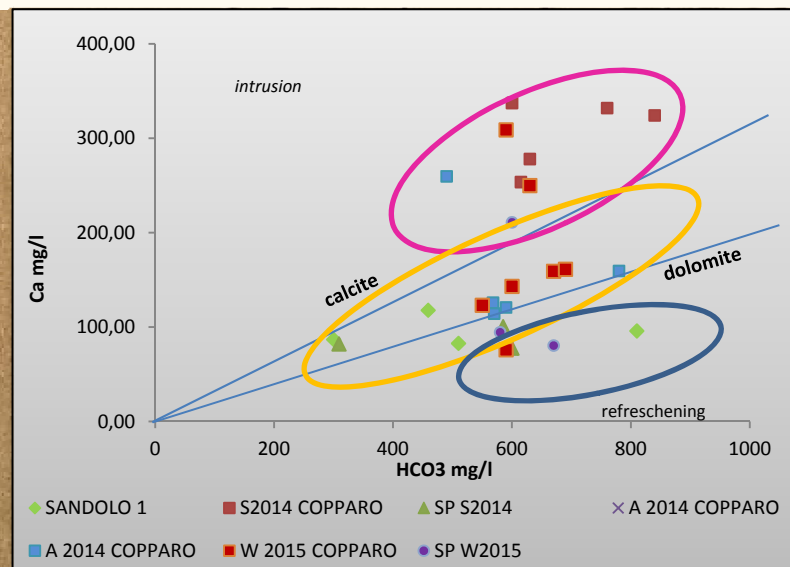
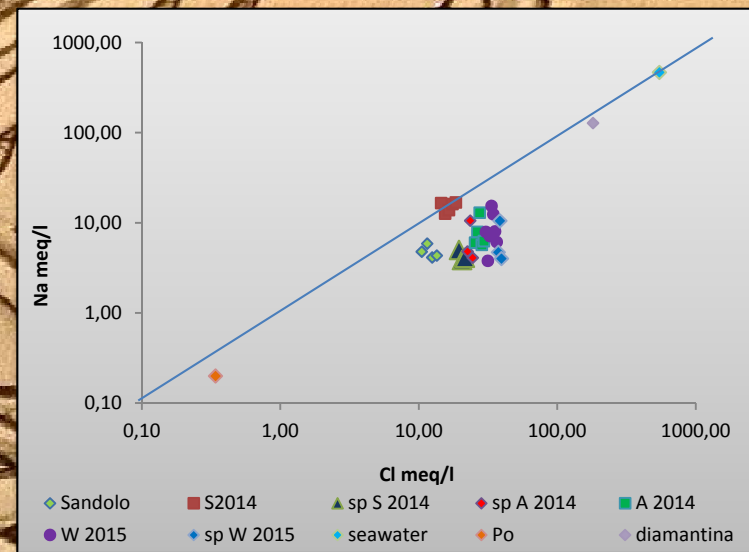
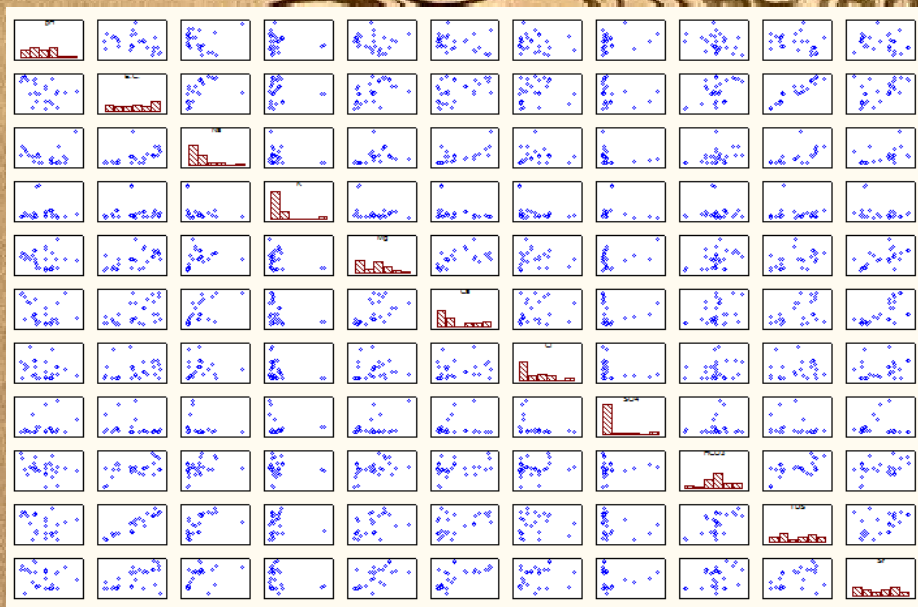
Ca(Mg)-HCO<sub>3</sub> composizione tipica degli acquiferi nelle regioni temperate →

Na(K)Cl composizione comune in acque marine e acque fossili

Na(K)HCO<sub>3</sub>: composizione caratteristica di acque profonde che indica un processo di scambio ionico.

Parametro TDS nel Piper diagram conferma la tendenza delle acque al mescolamento.

# INTERPRETAZIONE GEOCHIMICA DEI DATI: DIAGRAMMI DI CORRELAZIONE

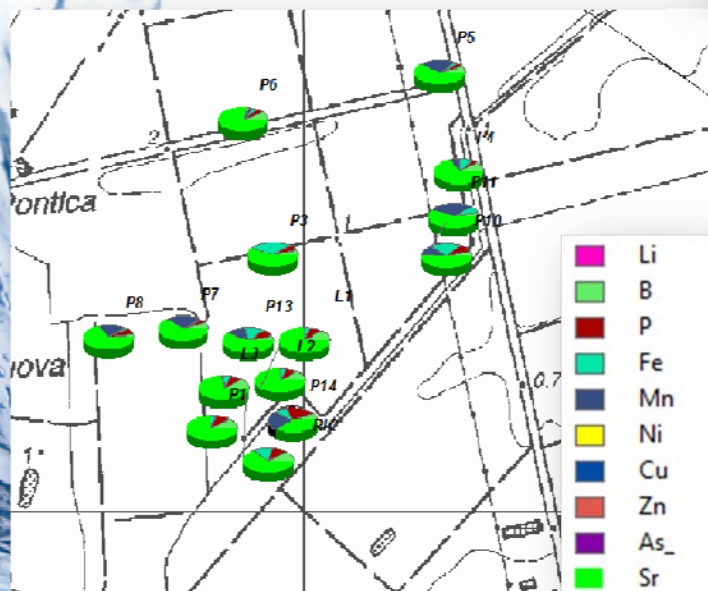




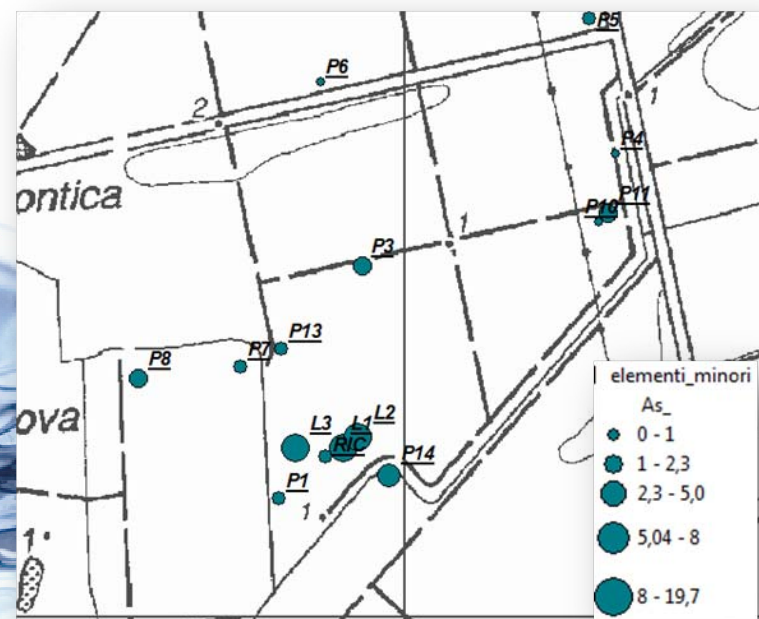
## ELEMENTI MINORI E IN TRACCIA

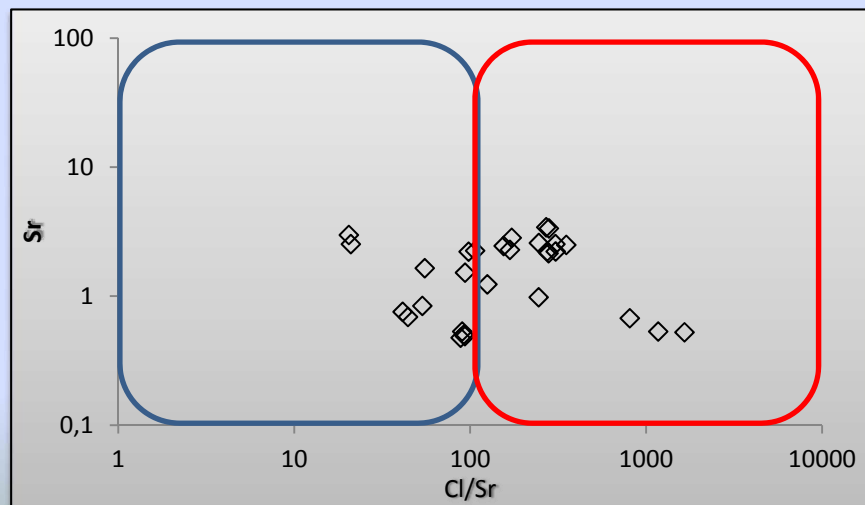
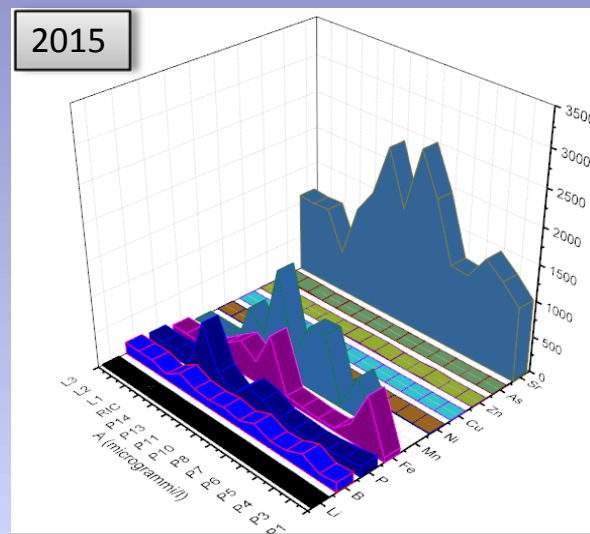
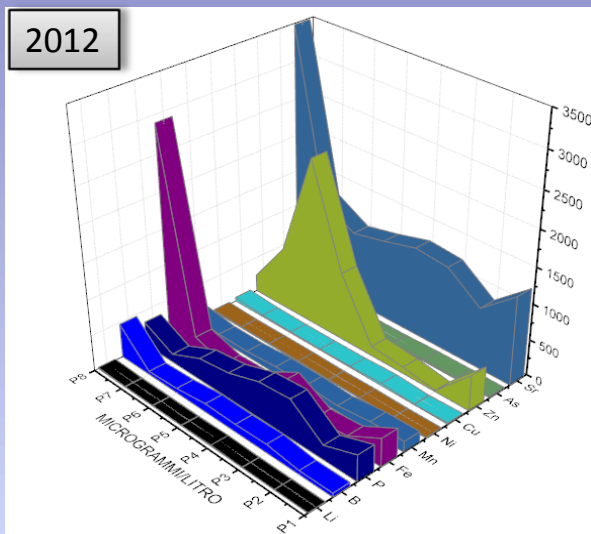


Le acque fossili sono caratterizzate da alti valori di alcuni elementi come As e B, il loro mescolamento ad acque che arrivano a pochi metri dalla superficie determina inquinamento ambientale.



ABBONDANZA DI ELEMENTI MINORI E IN TRACCIA NEI PIEZOMETRI MONITORATI E NELL'AREA CIRCONSTANTE LA ZONA DI RICARICA.



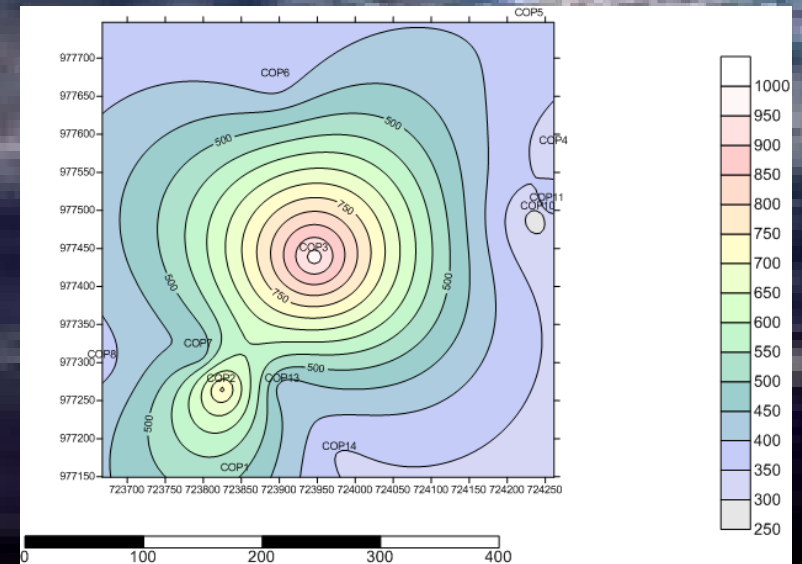
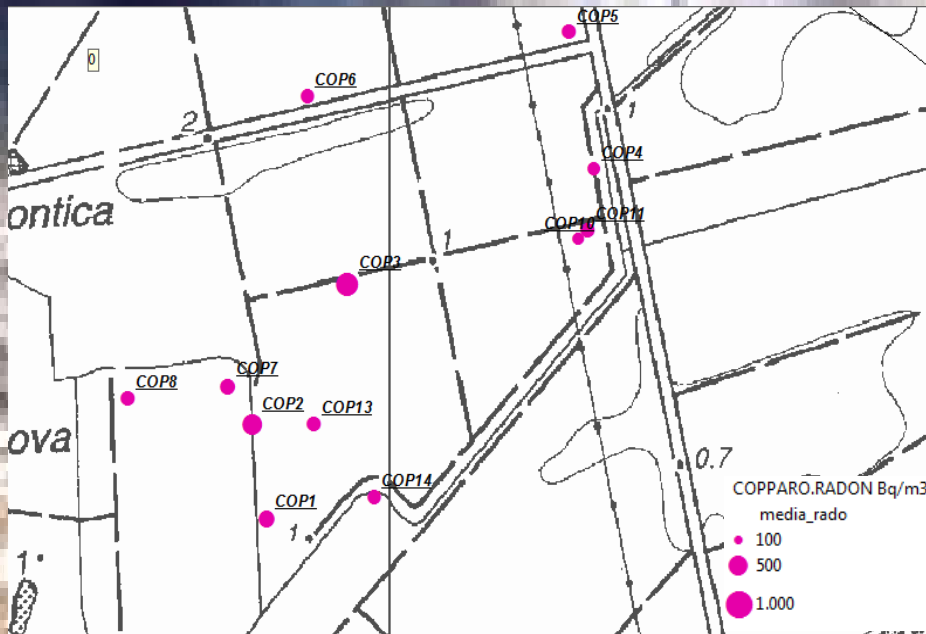


Acque dolci: rapporto  $\text{Cl/Sr-Sr} < 100$ ,  
valori  $> 1000 \rightarrow$  deterioramento della  
qualità delle acque.

Nel grafico il gruppo dei tre campioni che  
si avvicina e supera il valore di 1000 è il  
gruppo dei campioni di Ponte San Pietro,  
superano i 100 invece i campioni del  
piezometro 8 e 14

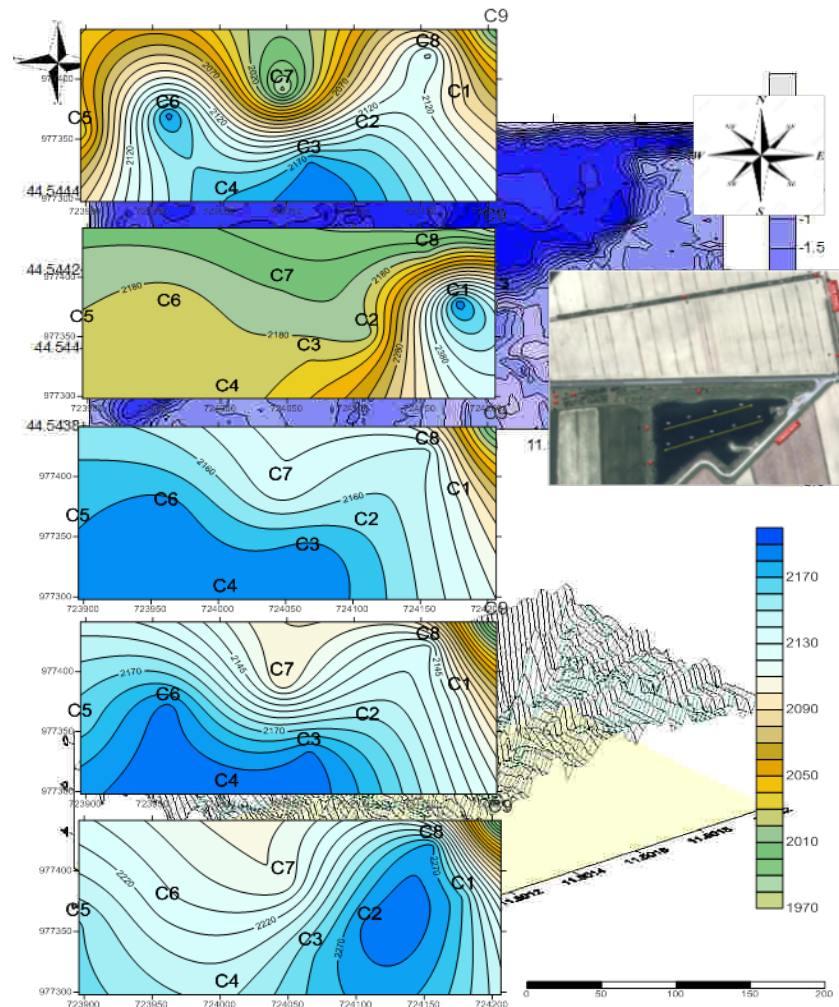
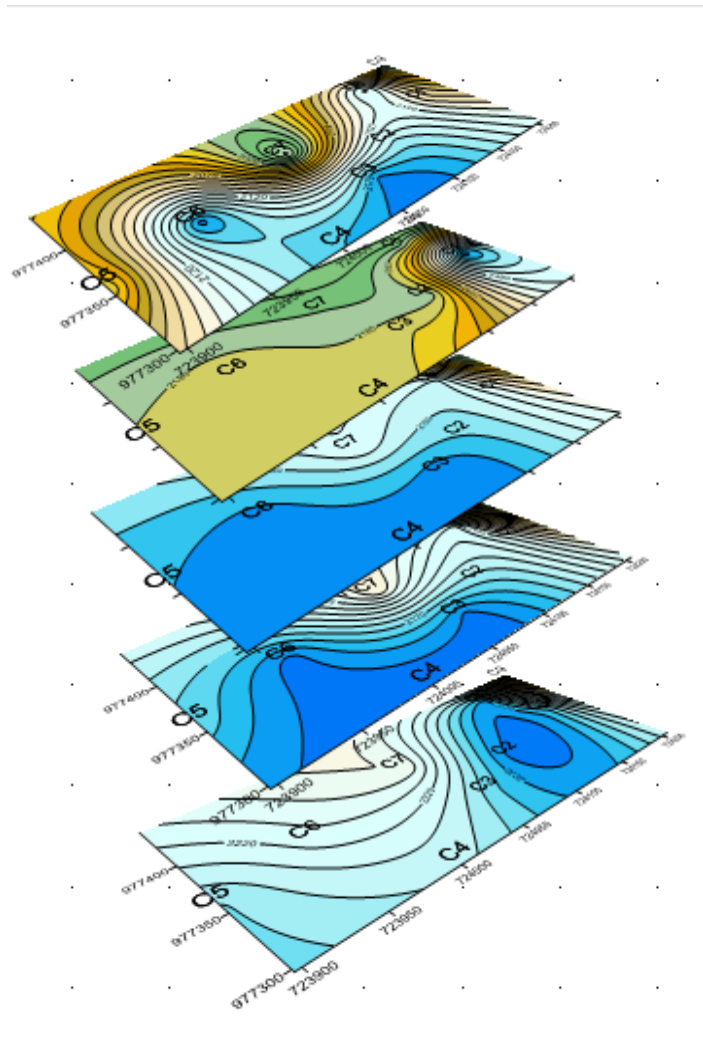
## RADON NELLE ACQUE SOTTERRANEE DEL SITO TEST

Le concentrazioni di Radon rilevate sono basse rispetto alla media regionale (300- 1600 Bq/m<sup>3</sup>), la presenza di Radon nelle acque viene fortemente influenzata dalla velocità di circolazione dei fluidi e dal coefficiente di permeabilità dei suoli. I coefficienti di permeabilità del suolo sono bassi ( $10^{-7}$ ,  $10^{-5}$ ) il che influisce anche sulla dinamica della concentrazione del gas, sul passaggio dal suolo al liquido e sulla sua permanenza nelle acque sotterranee.



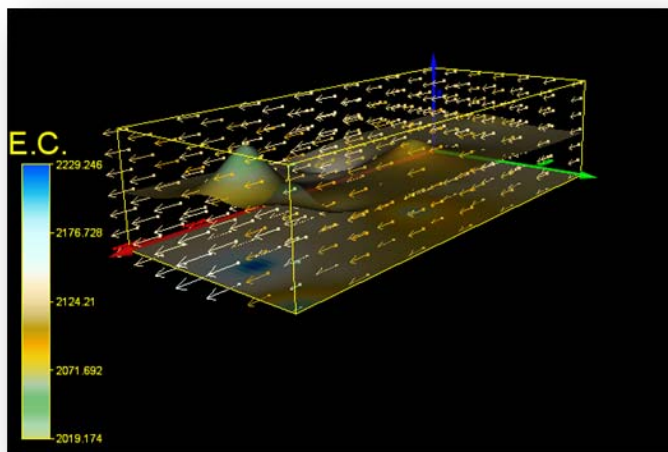


# MONITORAGGIO ACQUE DELL'INVASO ARTIFICIALE SUCCESSIVE ALLE AZIONI DI RICARICA ARTIFICIALE. EFFETTI DELLA RICARICA E DELLA FITODEPURAZIONE SULLA QUALITA' DELLE ACQUE.

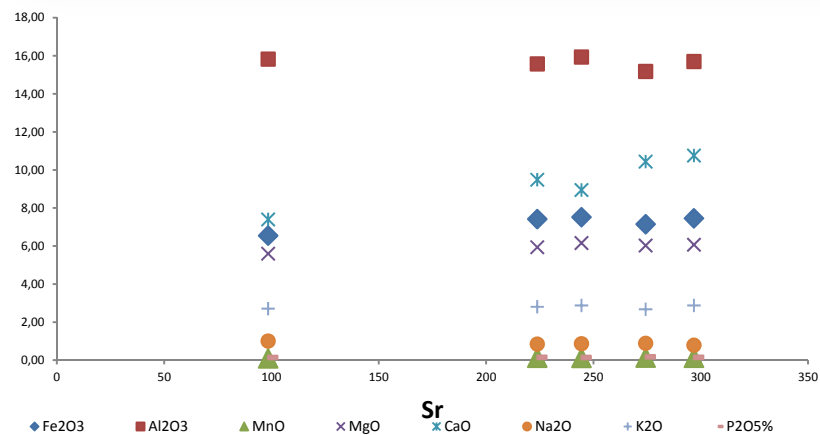
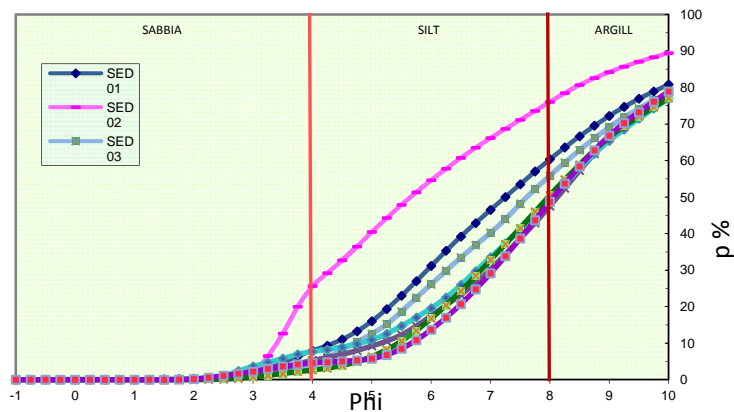
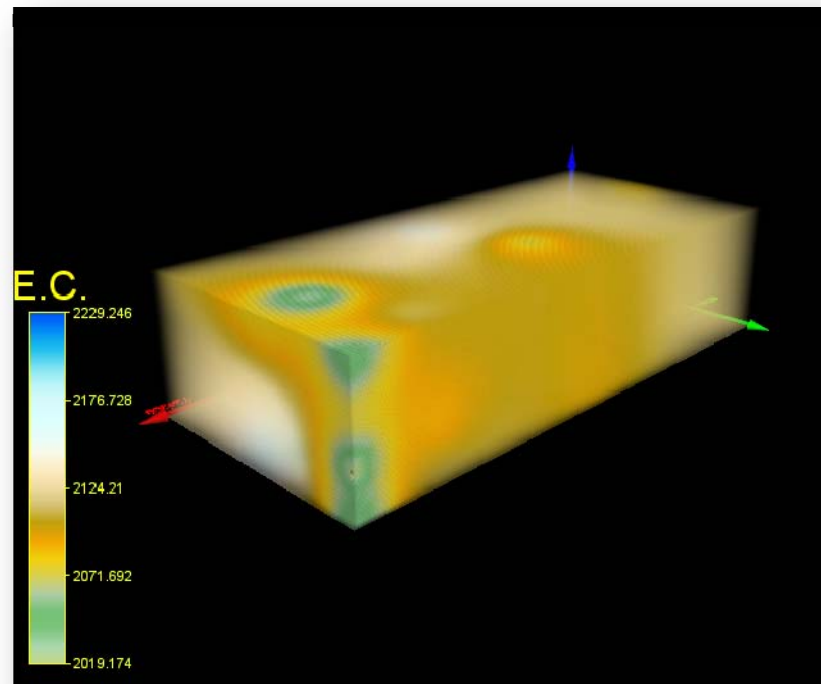


BATIMETRI DELL'INVASO E MODELLO TRIDIMENSIONALE

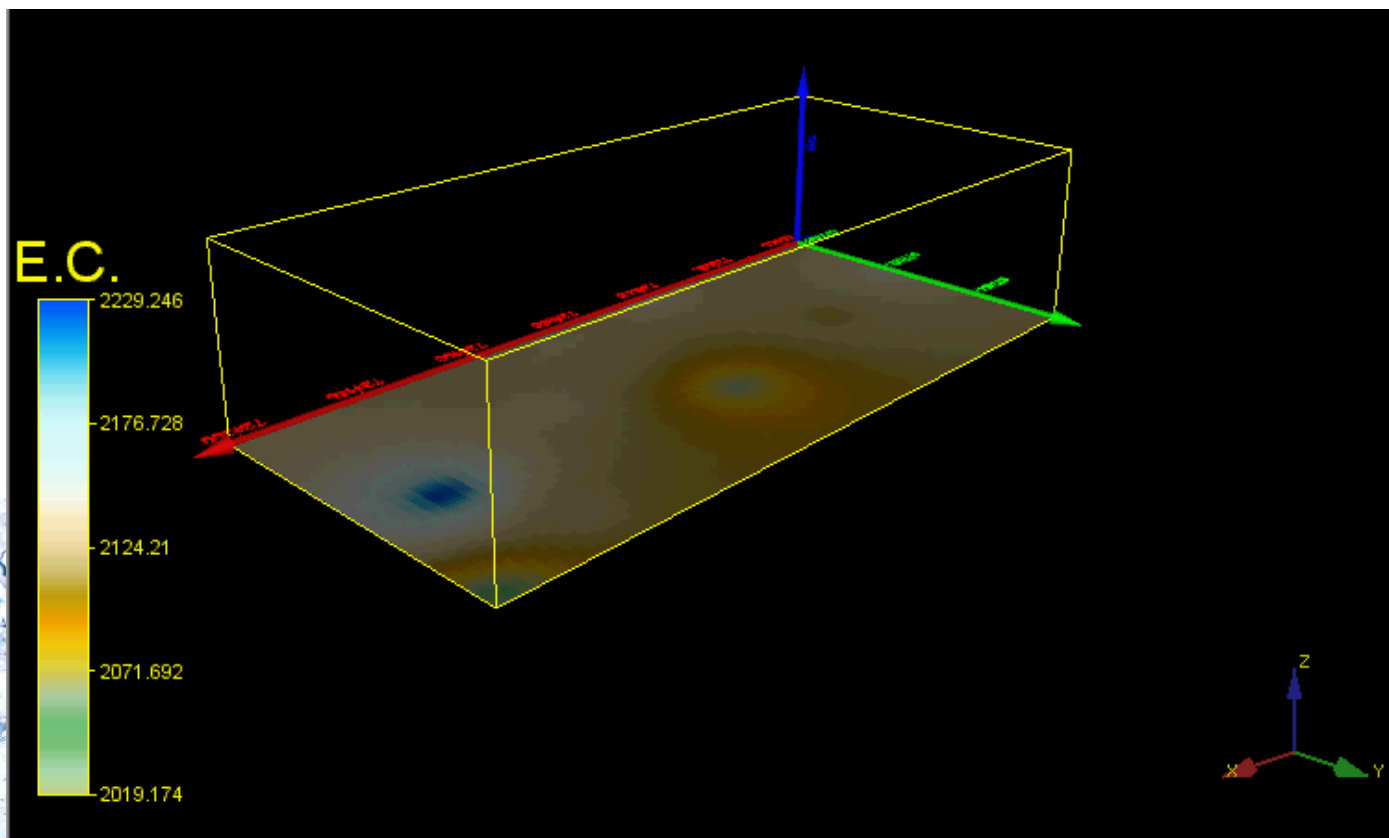
# MODELLI TRIDIMENSIONALI DELLA DISTRIBUZIONE DELLA CONDUCIBILITA' ELETTRICA IN PROFONDITA'.



VALORI ELEVATI DI CONDUCIBILITA' SEMBRANO AVERE UN INPUT PROVENIENTE DA SUD EST.



# ISOSURFACE CONDUCTIBILITA' ELETTRICA





# CONCLUSIONI

*La ricarica artificiale ha comportato nel test site di Ponte San Pietro un miglioramento delle condizioni chimico fisiche delle acque dell'invaso grazie all' apporto di acque di buona qualità valorizzate anche dall'impianto di fitodepurazione realizzato fra il canale di alimentazione e l'invaso.*

*Il monitoraggio del sito condotto dall'Università di Ferrara, consentirà di valutare gli effetti delle azioni progettuali nel tempo.*