



POLITECNICO  
MILANO 1863



# Sperimentazione di monitoraggio geoelettrico nella valutazione della vulnerabilità degli argini in terra

*Greta Tresoldi*  
[greta.tresoldi@polimi.it](mailto:greta.tresoldi@polimi.it)

*Andrea Certo*  
[andrea.certo@lsi-lastem.com](mailto:andrea.certo@lsi-lastem.com)

# Outline

- Le misure geoelettriche
- Il sito di San Giacomo delle Segnate (MN)
- Progettazione di G.RE.T.A.
- Il sito di Colorno (PR)
- Altre applicazioni
- Conclusioni

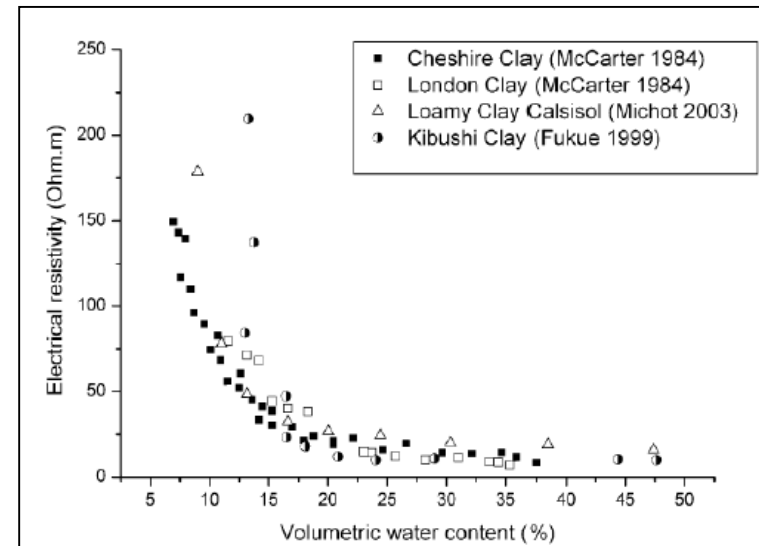
# Le misure geoelettriche



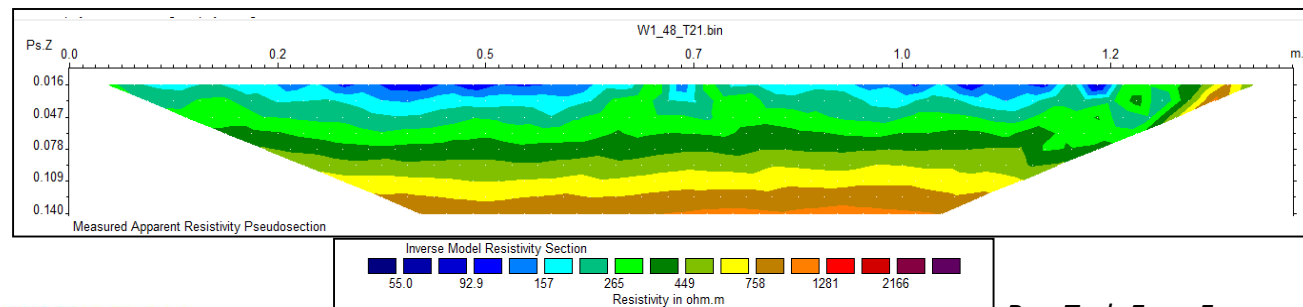
*Attitudine di un materiale ad opporre resistenza al passaggio di cariche elettriche ( $\Omega \cdot m$ )*

Funzione di:

- Natura dei componenti del suolo
- Caratteristiche spaziali dei vuoti
- **Contenuto d'acqua**
- Resistività dei fluidi circolanti
- Temperatura



$$\rho_a = C \frac{\Delta V}{I}$$

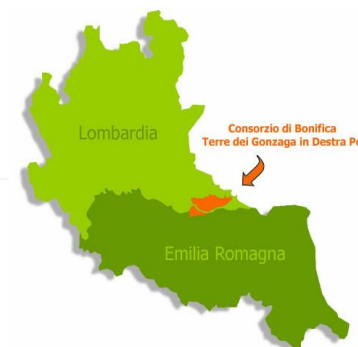




# Il sito di San Giacomo delle Segnate (MN)



**CONSORZIO di BONIFICA  
TERRE DEI GONZAGA  
IN DESTRA PO**

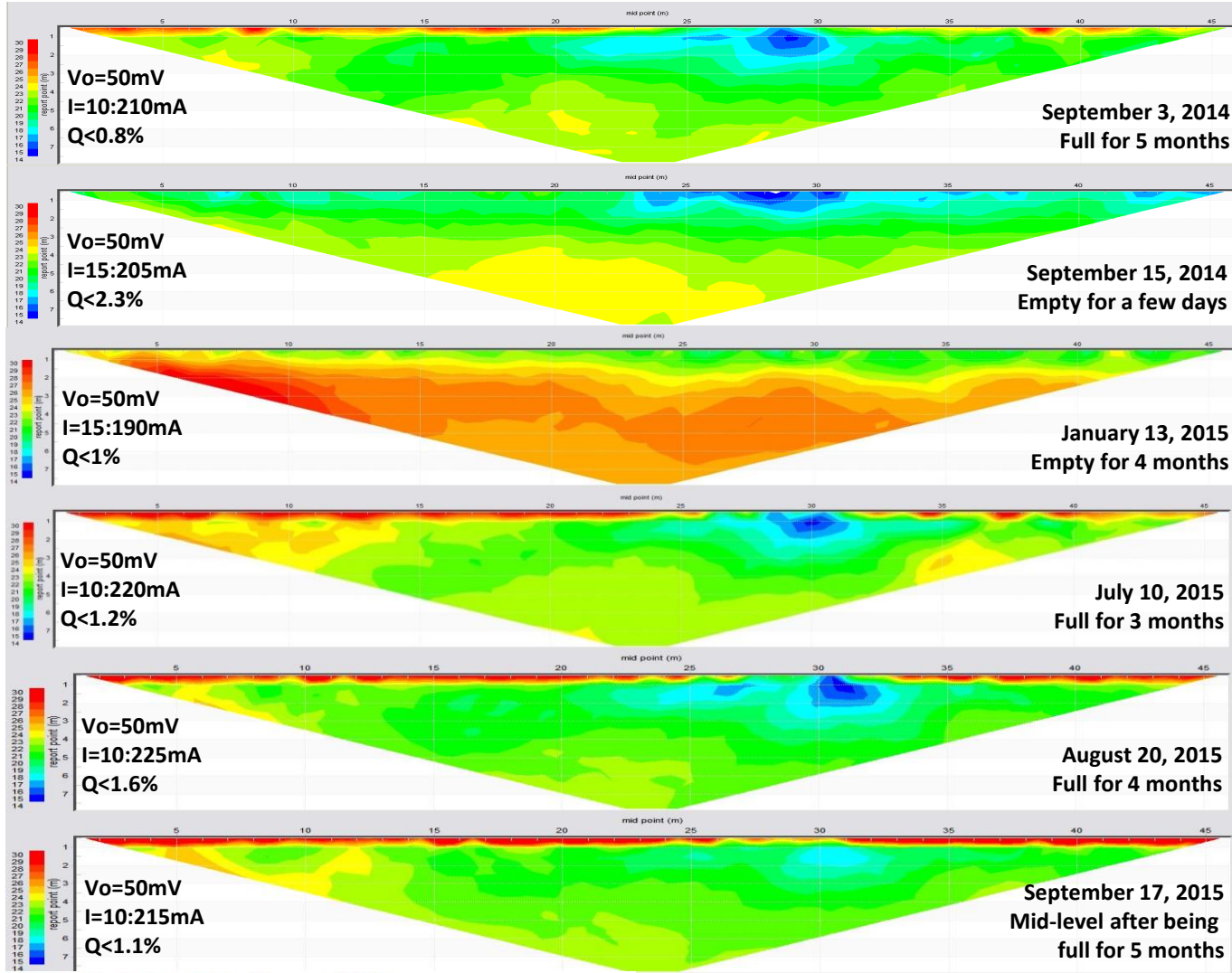


San Giacomo delle Segnate (MN)

- 1) Via Marconi
- 2) Via Dugale



# Il sito di San Giacomo delle Segnate (MN)

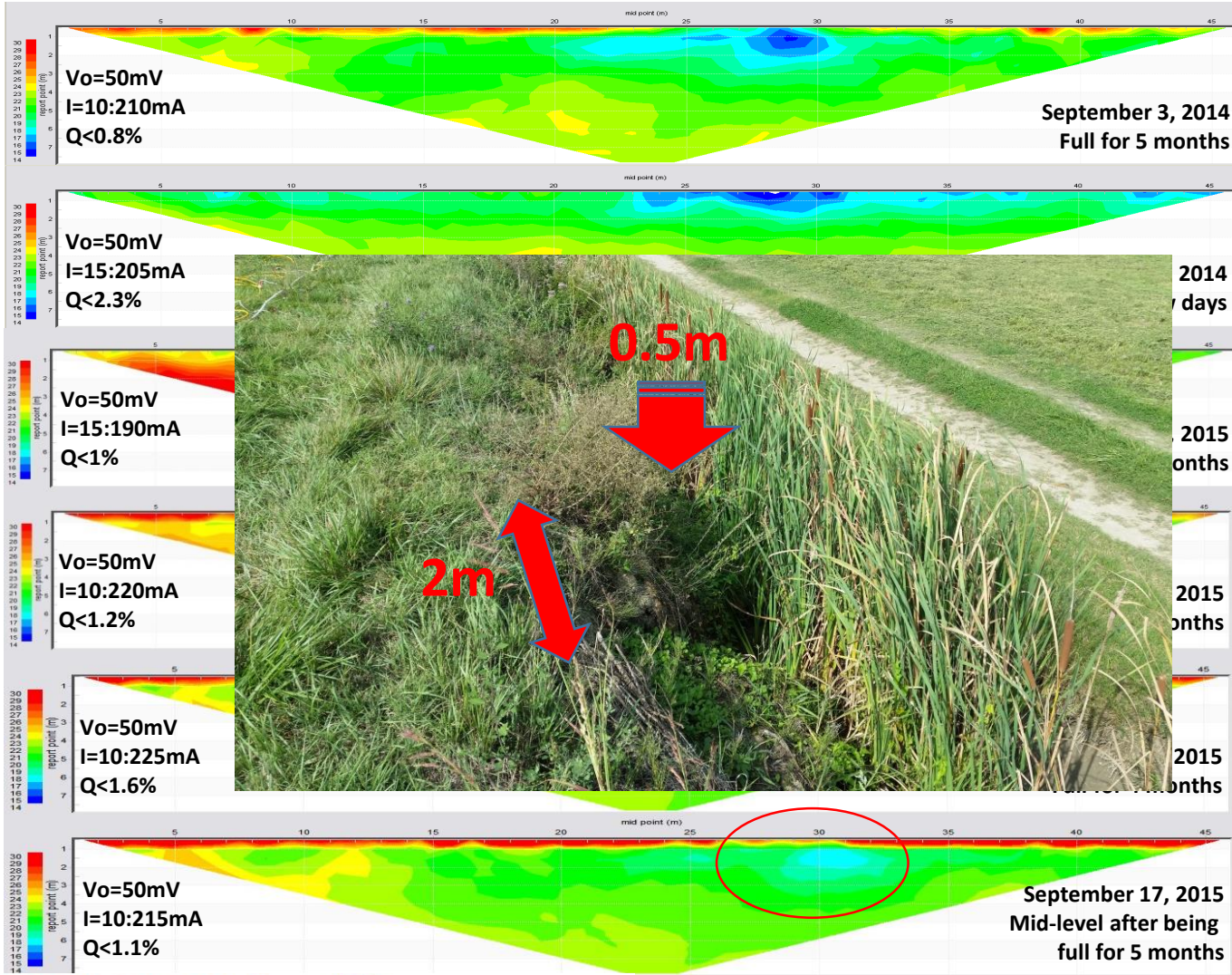


## Via Dugale





# Il sito di San Giacomo delle Segnate (MN)



## Via Dugale



# Progettazione di G.RE.T.A. (Geo RESistivimeter for Time-lapse Analysis)

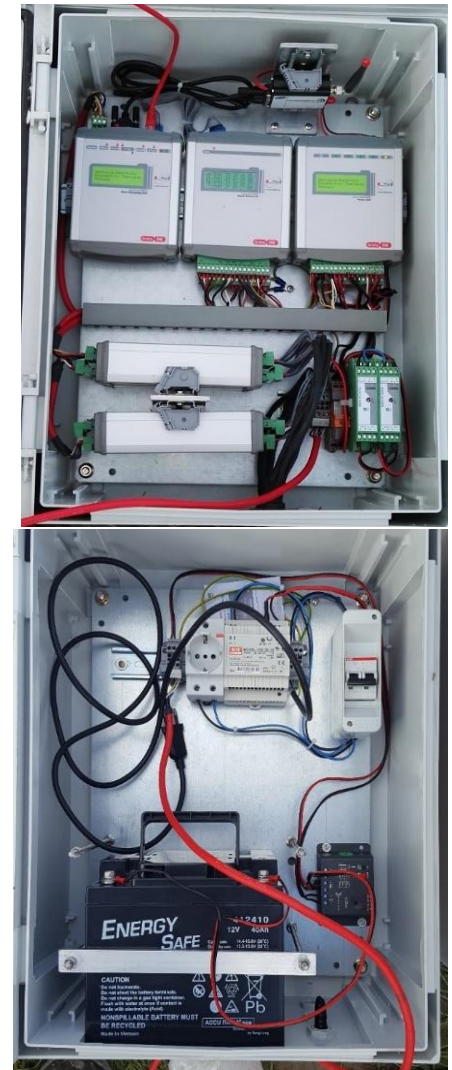
- Installazione permanente
- Parti sepolte resistenti agli agenti esterni
- Misure e programmazione da remoto
- Invio dati a frequenza prefissata via internet
- Strumento non esigente energeticamente
- Profondità di indagine adatta allo scopo





# Progettazione di G.RE.T.A. (Geo RESistivimeter for Time-lapse Analysis)

- 2 cavi con 48 elettrodi
- Massima corrente iniettabile 400 mA
- Sensibilità della tensione a 25  $\mu\text{V}$
- Profondità di indagine di circa 20 m
- Filtro notch a 50 Hz
- Registrazione dei parametri di misura: corrente iniettata, tensione misurata, deviazione standard
- Misura delle resistenze di contatto
- Modifica da remoto dei parametri e dell'intervallo di misura
- Modem per invio dei dati
- Cloud di gestione del sistema





# Il sito di San Giacomo delle Segnate (MN)





# Il sito di San Giacomo delle Segnate (MN)

**Elettrodi a piastra:**  
Spaziati 1 m  
Guaina anti-roditore  
Resina bicomponente



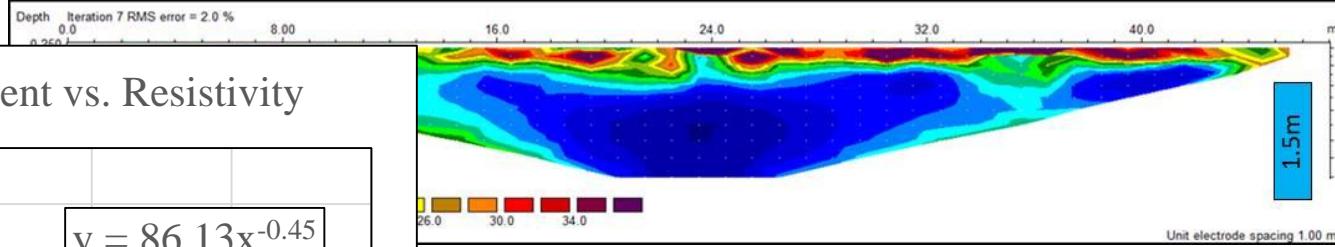
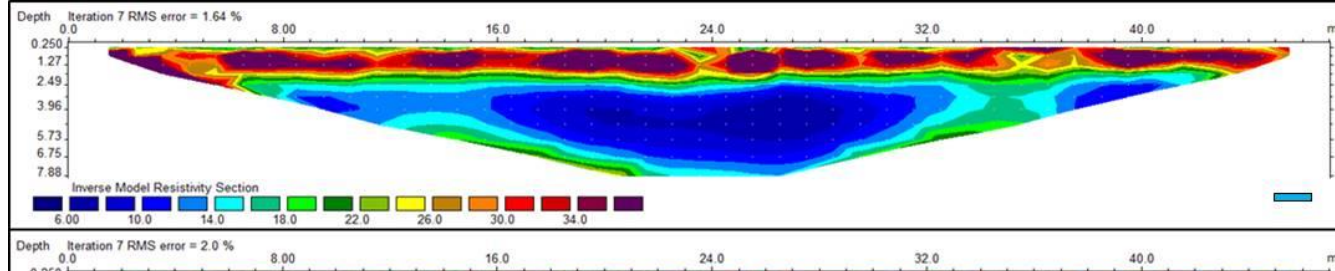
**Stazione meteo:**  
-Precipitazioni  
-Temperatura aria  
-Umidità aria  
-Livello canale  
-Sonda TDR



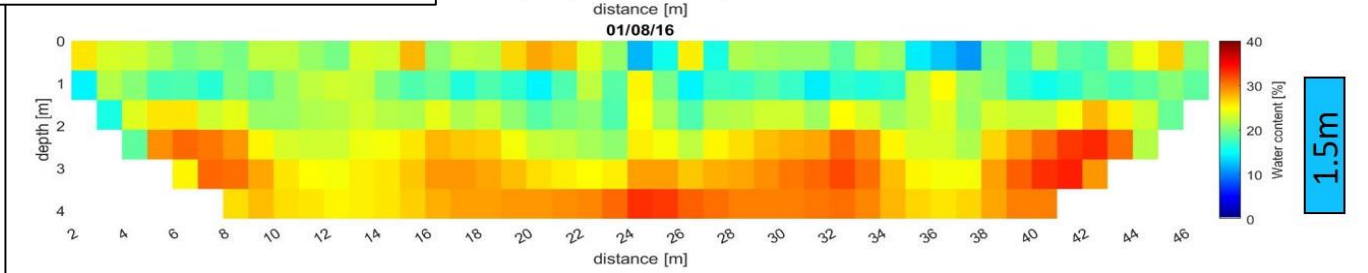
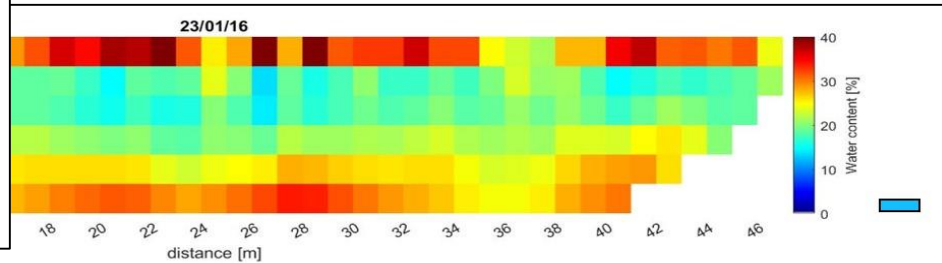
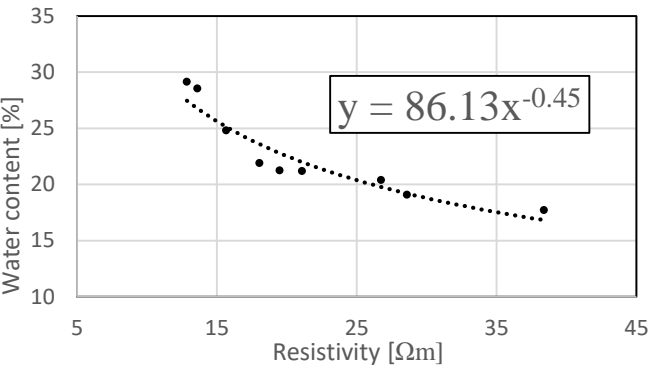
**Sonda TDR**  
-Temperatura suolo  
-Costante dielettrica



# Il sito di San Giacomo delle Segnate (MN)



Water content vs. Resistivity



## Il sito di Colorno (PR)



**12 dicembre 2017** : durante la piena del Torrente Parma fuoriuscite di acqua al piede di due tratti di argine a Colorno -> identificazione tubo di flusso forse per fratturazione argilla nella stagione secca





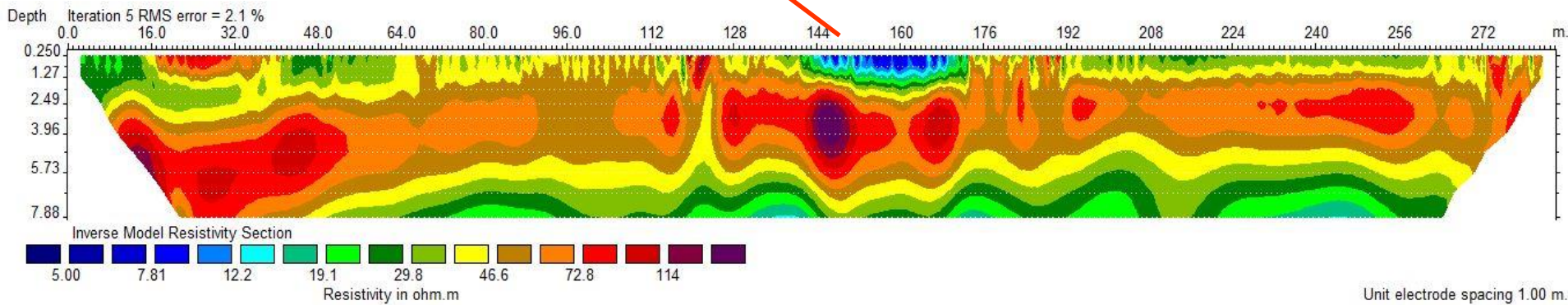
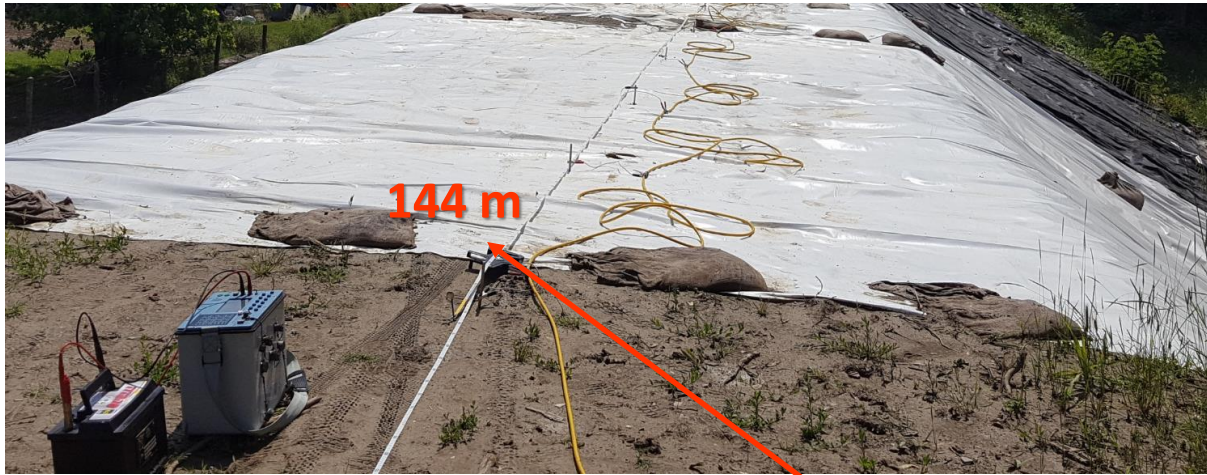
# Il sito di Colorno (PR)





# Il sito di Colorno (PR)

*Sito La Penza*





# Il sito di Colorno (PR)



## *Installazione*

LA PENZA

26-11-18

- Scavo della trincea
- Lunghezza 94m
- Asse longitudinale centrale del top dell'argine
- Profondità 0.5m
- Posizionamento degli elettrodi a piastra
- Distanza tra gli elettrodi 2m







# Il sito di Colorno (PR)

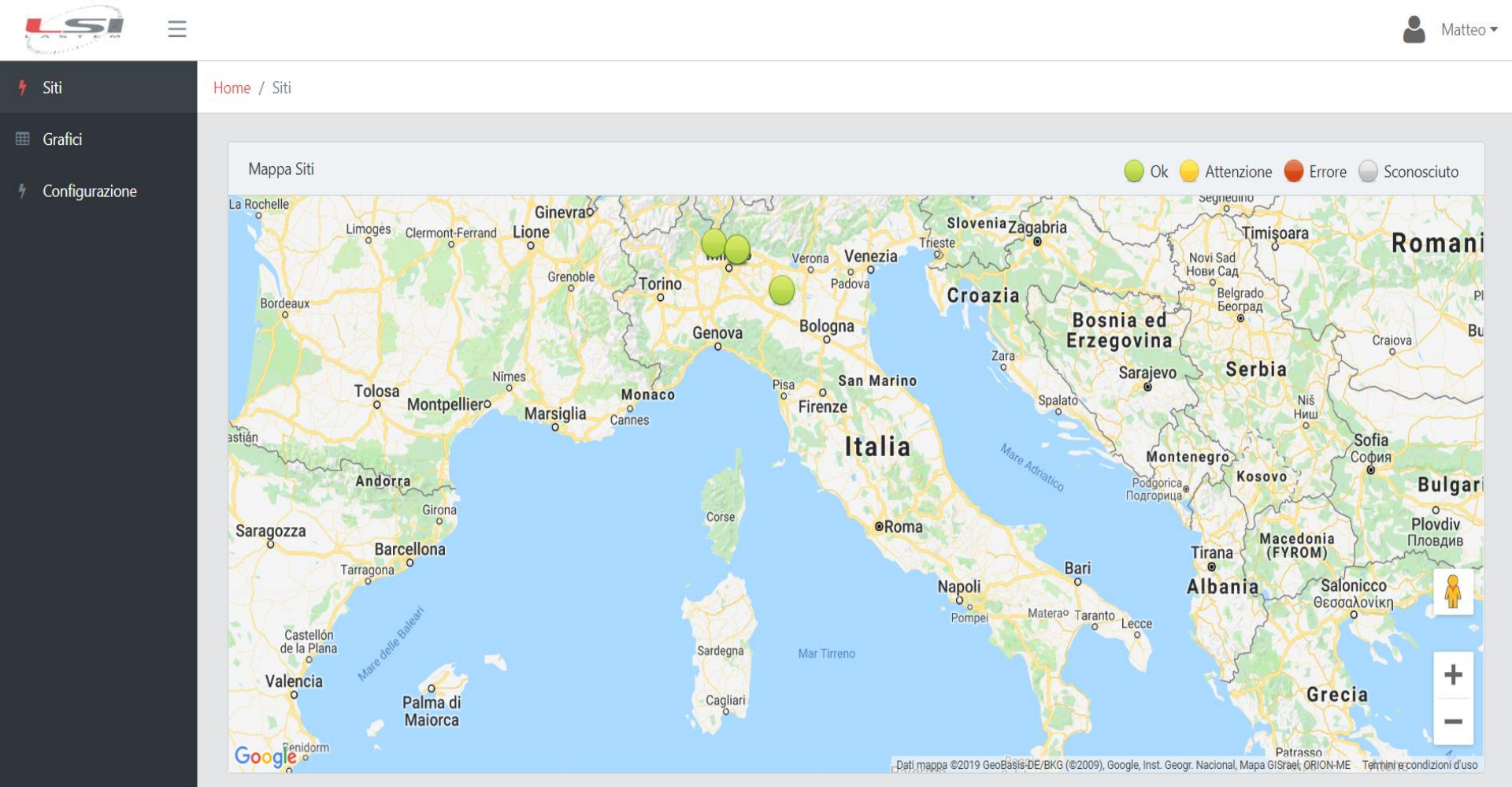


- Installazione sulla cresta
- Box del resistivimetro
- Box della batteria
- Pannello solare



# Il sito di Colorno (PR)


## La comunicazione






# Il sito di Colorno (PR)

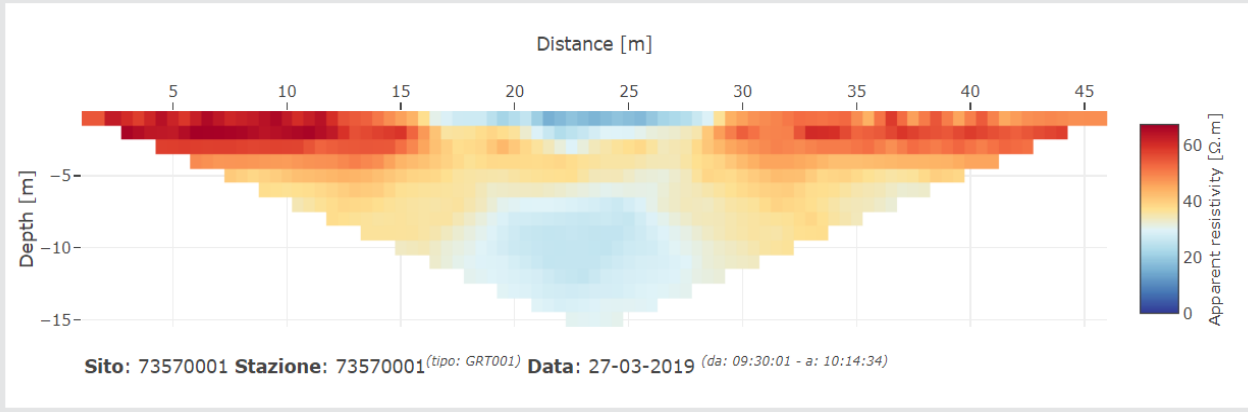
## La comunicazione



 Matteo ▾

-  Siti
-  Grafici
-  Configurazione

Home / Grafici




**Sito**  
73570001

**Stazione**  
73570001

**Misura**  
Resistività apparente ▾

**Strumenti**

**Sessioni** 29 da: 27 feb 2019 a: 27 mar 2019

**Comparatore** 

|  |
|--|
| <b>24 MAR 2019</b><br>09:30:01<br>10:14:52 |
| <b>25 MAR 2019</b><br>09:30:01<br>10:15:17 |
| <b>26 MAR 2019</b><br>09:30:01<br>10:15:12 |
| <b>27 MAR 2019</b><br>09:30:01<br>10:14:34 |



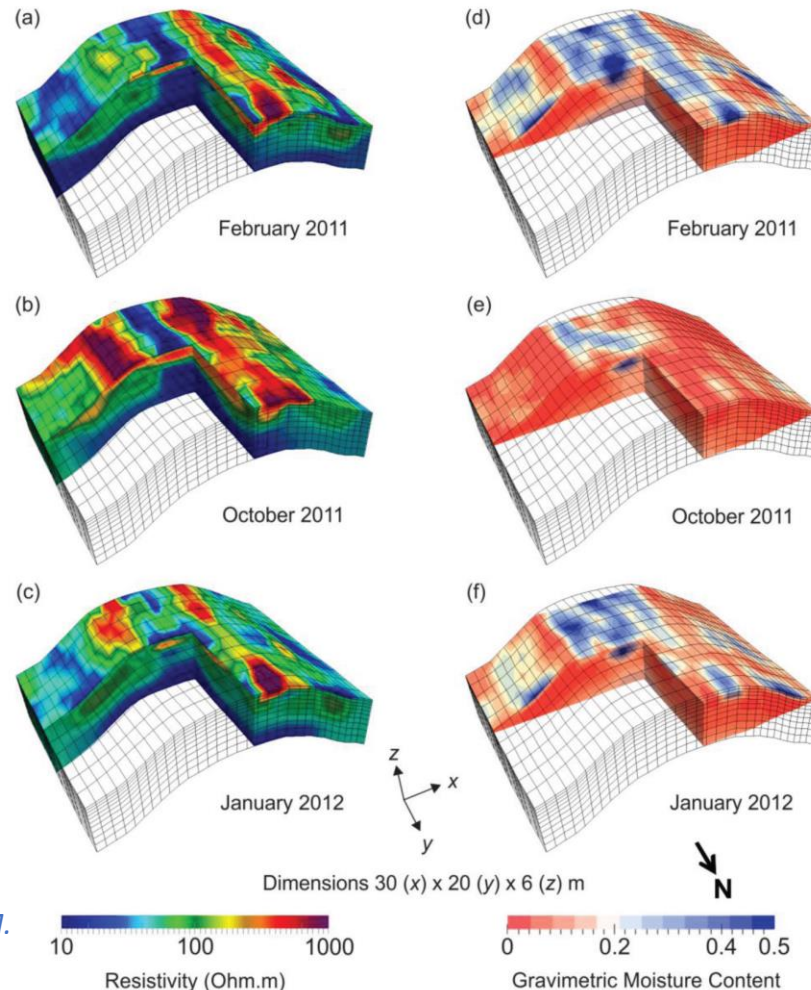
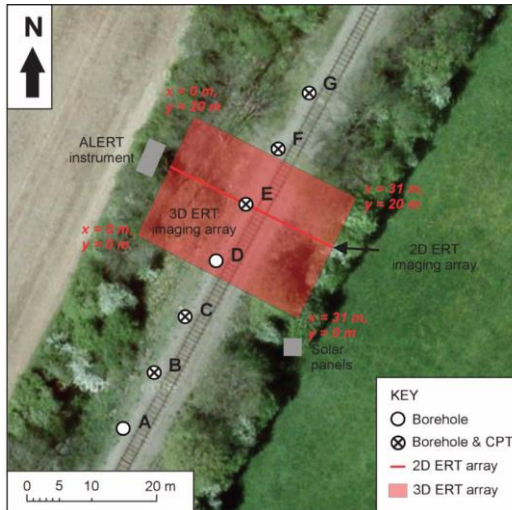
# Altre applicazioni del monitoraggio geoelettrico

- Massicciate ferroviarie e stradali
- Acque sotterranee
- Discariche e siti contaminati
- Frane

- British Geological Survey (BGS)
- ALERT System
- Esempio di applicazione 2D e 3D a
- Holling Hill, North Yorkshire (UK)



**British Geological Survey**  
NATURAL ENVIRONMENT RESEARCH COUNCIL



*“4D electrical resistivity tomography monitoring of soil moisture dynamics in an operational railway embankment”*

*J.E. Chambers, D.A. Gunn, P.B. Wilkinson, P.I. Meldrum, E. Haslam, S. Holyoake, M. Kirkham, O. Kuras, A. Merritt and J. Wragg (2012)*

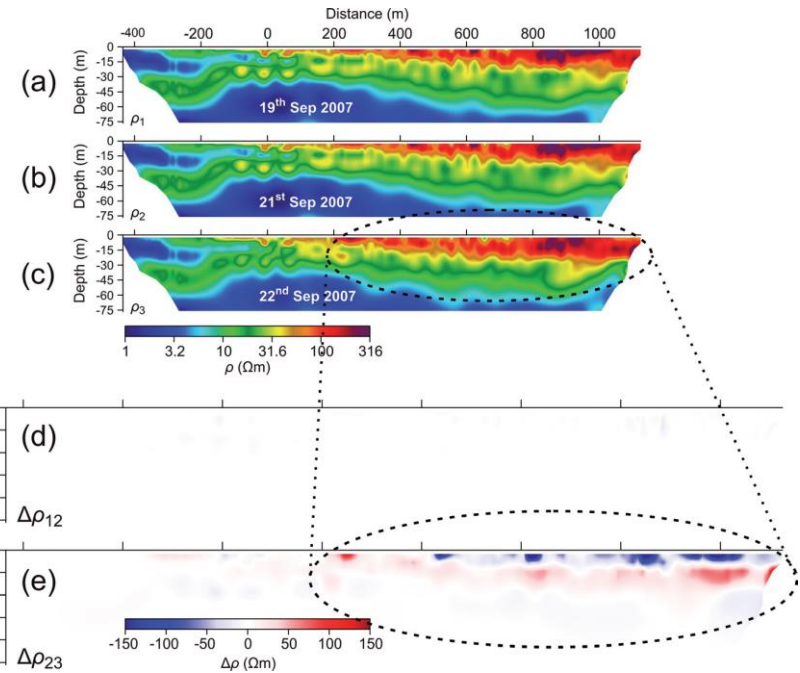
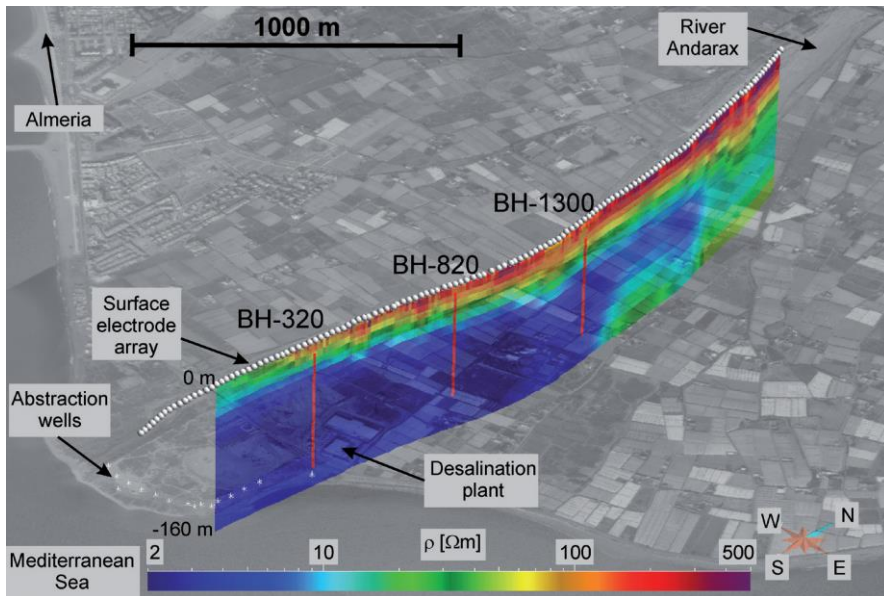


# Acque sotterranee

- British Geological Survey (BGS)
- ALERT System
- Esempio di applicazione 2D sul Fiume Andarax (Almeria, Spagna): interazione acqua dolce e salata. 1.6km di stendimento, elettrodi sepolti



**British Geological Survey**  
NATURAL ENVIRONMENT RESEARCH COUNCIL



*“Automated monitoring of coastal aquifers with electrical resistivity tomography”*

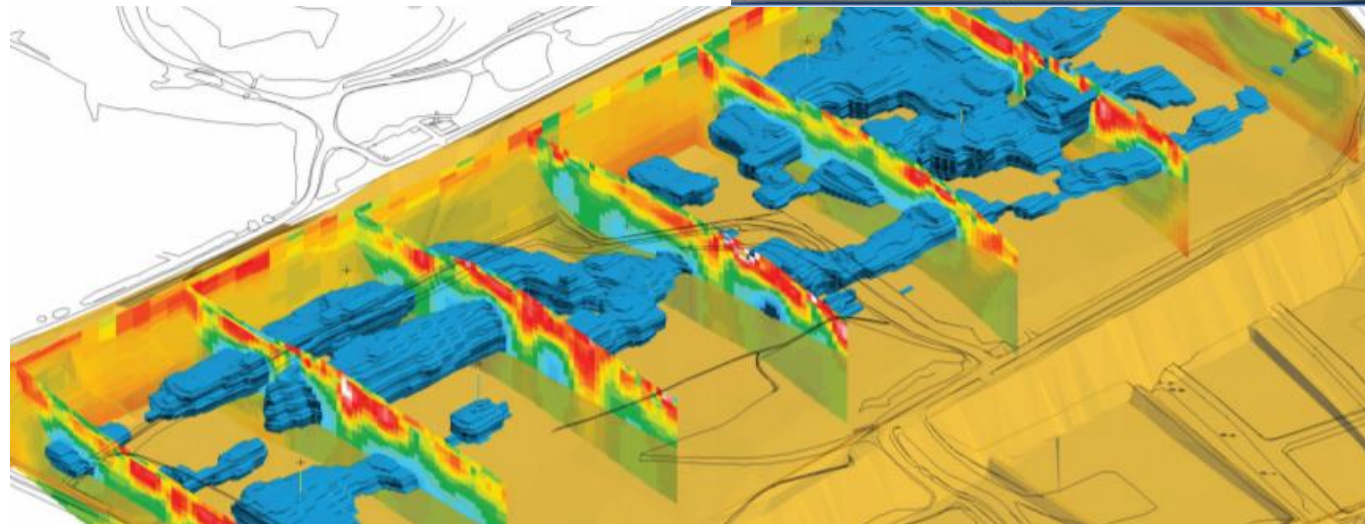
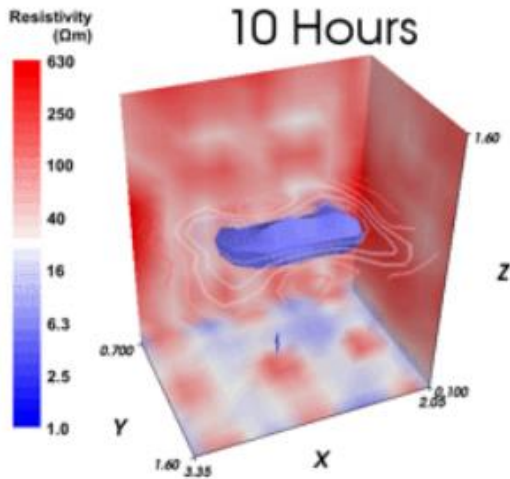
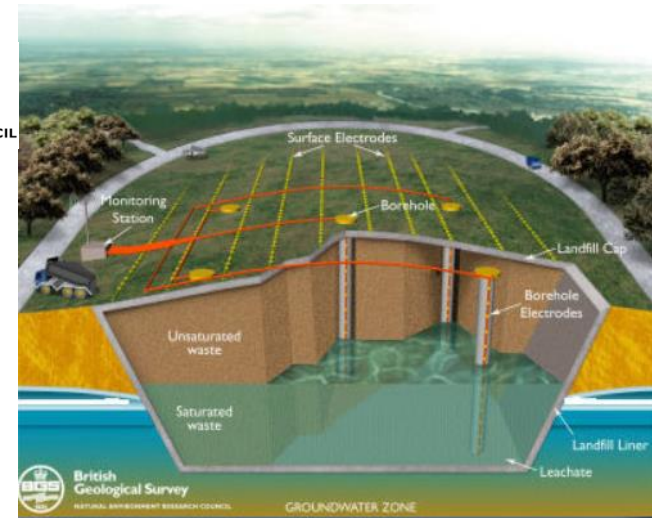
R.D. Ogilvy, P.I. Meldrum, O. Kuras, P.B. Wilkinson, J.E. Chambers, M. Sen, A. Pulido-Bosch, J. Gisbert, S. Jorreto, I. Frances, P. Tsourlos (2009)

# Discariche e siti contaminati

- British Geological Survey (BGS)
- ALERT System
- Esempio di applicazione 3D in superficie e in pozzo per monitorare discariche o zone contaminate



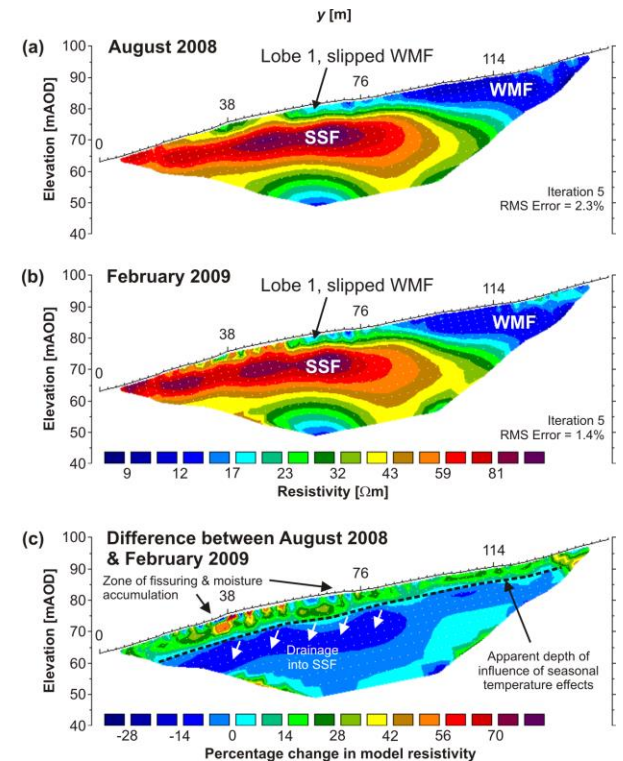
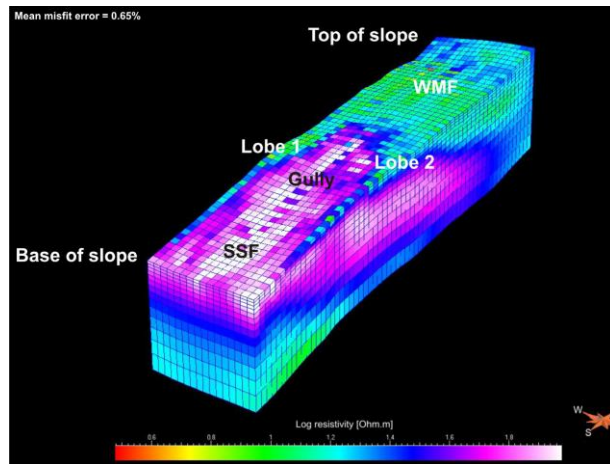
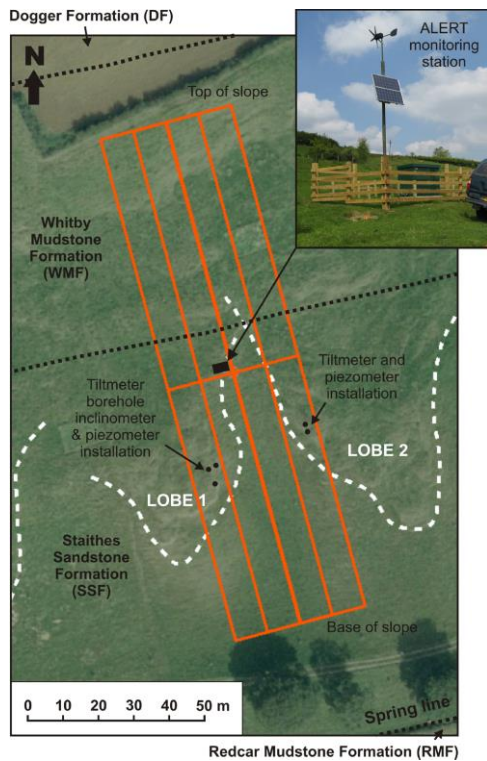
**British Geological Survey**  
 NATURAL ENVIRONMENT RESEARCH COUNCIL



<https://www.bgs.ac.uk/research/tomography/wasteManAlert.html>



- British Geological Survey (BGS)
- ALERT System
- Esempio di applicazione 3D a Malton, North Yorkshire((UK)



*“Hydrogeophysical Monitoring of Landslide Processes Using Automated Time-Lapse Electrical Resistivity Tomography (ALERT)”*  
J.E. Chambers, P.I. Meldrum, D.A. Gunn, P.B. Wilkinson, O. Kuras, A.L. Weller, R.D. Ogilvy (2009)

# Conclusioni

- Misure geoelettriche in diversi Consorzi di Bonifica: Consorzio di Bonifica Terre dei Gonzaga in Destra Po, Consorzio di Bonifica Est Ticino Villoresi, AIPO
- Aiuto concreto ai Consorzi per chiarire la natura di problemi alla rete irrigua e per prevenire e prevedere il rischio idrogeologico
- Nei siti più critici è stata effettuata un'installazione di G.RE.T.A.: San Giacomo delle Segnate (MN) e Colorno (PR)
- Il monitoraggio geoelettrico è applicabile in diversi ambiti (argini, massicciate ferroviarie, acque sotterranee, discariche e siti contaminati, ammassi fratturati, frane...)
- In tutti i casi la comunicazione e gestione da remoto appare l'elemento chiave
- La possibilità di rilevare anomalie e cambiamenti è fondamentale se si intende lo strumento come parte di una procedura di allerta





POLITECNICO  
MILANO 1863



# Il sistema G.Re.T.A.



POLITECNICO  
MILANO 1863



Grazie per l'attenzione!

Con il contributo di



MINISTERO DELL'AMBIENTE  
E DELLA TUTELA DEL TERRITORIO E DEL MARE





POLITECNICO  
MILANO 1863



# Sperimentazione di monitoraggio geoelettrico nella valutazione della vulnerabilità degli argini in terra

*Greta Tresoldi*  
[greta.tresoldi@polimi.it](mailto:greta.tresoldi@polimi.it)

*Andrea Certo*  
[andrea.certo@lsi-lastem.com](mailto:andrea.certo@lsi-lastem.com)