



POLITECNICO
MILANO 1863

Sperimentazione di un sistema di monitoraggio elettrico permanente per la valutazione della vulnerabilità dei rilevati arginali in terra



GRETA TRESOLDI
greta.tresoldi@polimi.it



fondazione
cariplo

CONVEGNO TRA GEOLOGIA E GEOFISICA
XIV Workshop di Geofisica
Rovereto 30.11.2017

1. L'ambito

Tech-levee-Watch



**fondazione
c a r i p l o**

Ricerca dedicata al dissesto idrogeologico: un contributo per la previsione, la prevenzione e la mitigazione del rischio

Valutazione della stabilità arginale con metodologie geofisiche:

- Valutazione speditiva della situazione di filtrazione: GPR, FDEM
- Installazione del sistema di monitoraggio geoelettrico permanente nella porzioni più critiche
- Valutazione di soglie di rischio instabilità per generare allerte



**POLITECNICO
MILANO 1863**



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PARMA



**UNIVERSITÀ DEGLI STUDI
DI MODENA E REGGIO EMILIA**

2. Gli obiettivi

- Prospezioni geoelettriche *time lapse* per il riconoscimento di saturazione e filtrazione disomogenea
- Progettazione di un sistema di monitoraggio geoelettrico permanente
- Implementazione e installazione del sistema di monitoraggio, test di confronto con uno strumento commerciale
- Analisi dei dati di monitoraggio
- Studio della dipendenza che intercorre tra resistività e variabili esterne (livello dell'acqua, temperatura e precipitazioni)
- Calibrazione di una curva resistività/contenuto d'acqua
- Discussione dei vantaggi derivanti dall'utilizzo di dati provenienti dal monitoraggio per implementare analisi di filtrazione e stabilità

3. Il rischio idrogeologico connesso all'instabilità arginale

Rischio= f(Pericolosità, Esposizione, Vulnerabilità)

- Monitoraggio degli argini grazie a Vigilanza e Polizia Idraulica (R. D. 523/1904)
- Ricognizione grazie ai volontari della PC
- Manutenzione ordinaria ad opera dei Consorzi di Bonifica (L.R. 7/2003)
- Normative delle singole regioni

MONITORAGGIO PERIODICO E VISIVO AD OPERA DI PERSONALE TALVOLTA SENZA ADEGUATA PREPARAZIONE TECNICO-SCIENTIFICA



*Rottura dell'argine del Secchia
(Modena, gennaio 2014)*



*Scavo di un argine causato da nutrie
(Legnago, agosto 2015)*



*Rottura dell'argine del Serchio
(Nodica, dicembre 2009)*

5. Inquadramento del sito d'indagine



San Giacomo delle Segnate (MN)

- 1) Via Marconi
- 2) Via Dugale



6. Progettazione ed installazione del geo-resistivimetro

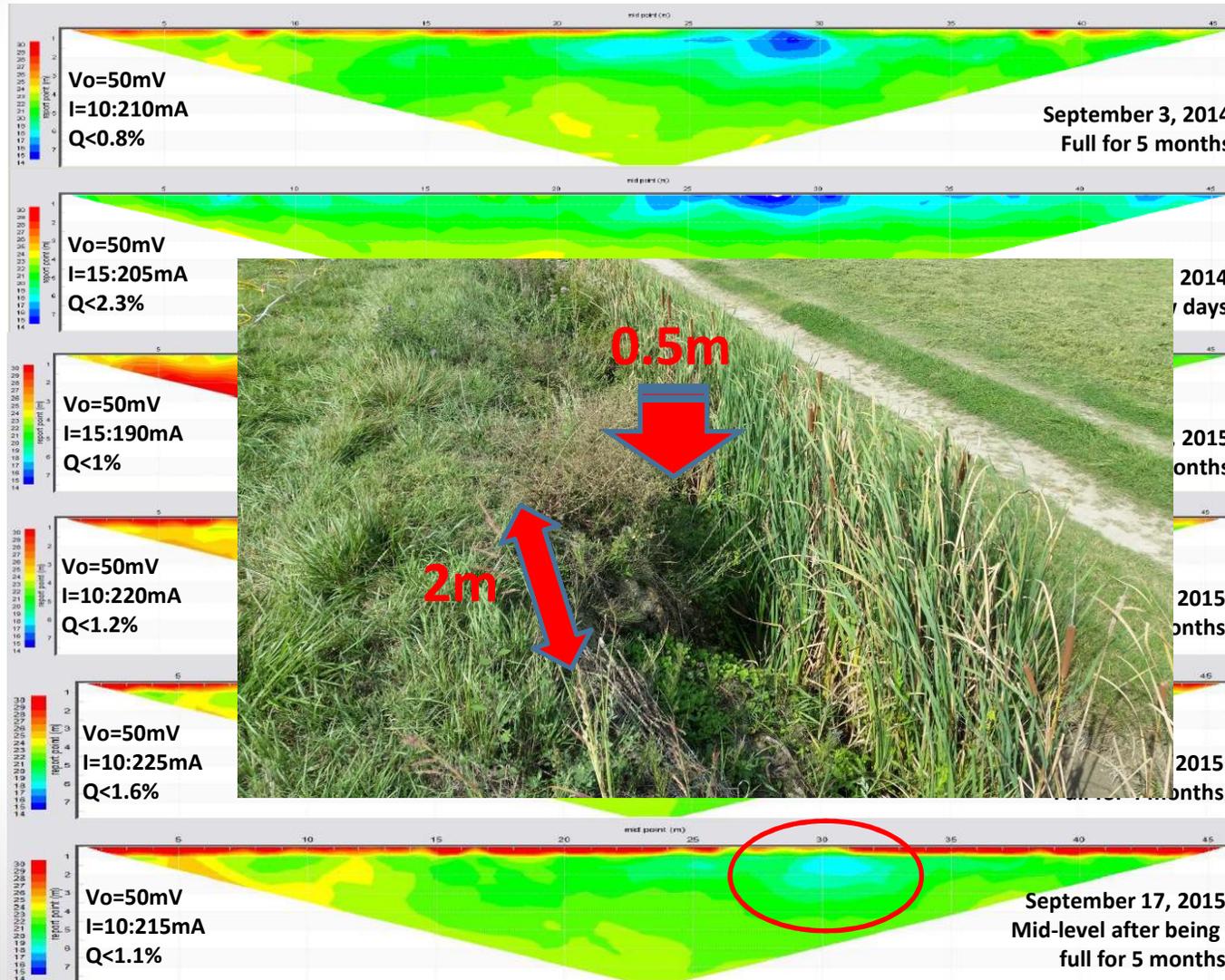
Criteri di progettazione:

- 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 limitata
- Costo contenuto

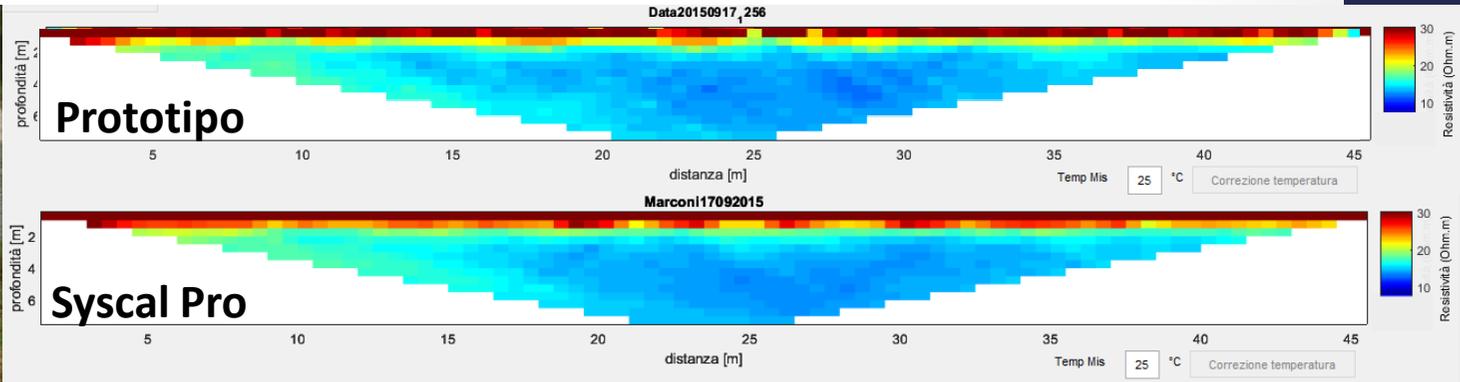


7.1 Misure preliminari

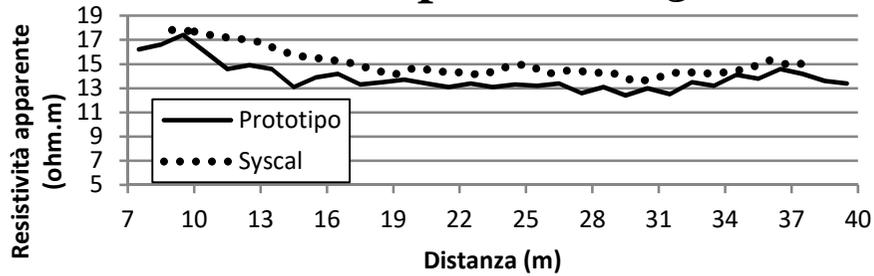
Via Dugale



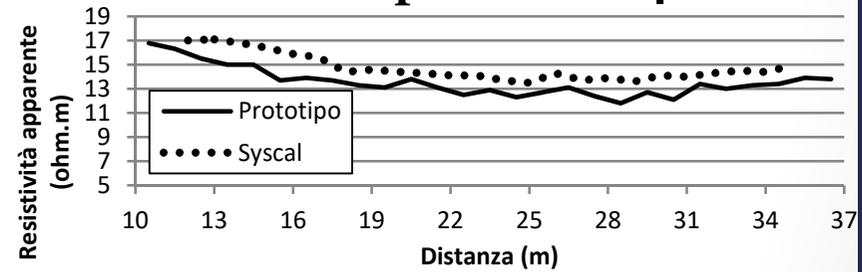
7.2 Misure di confronto



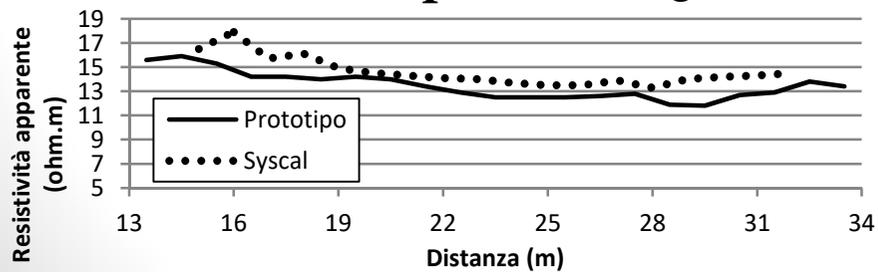
Pseudo profondità 3 m



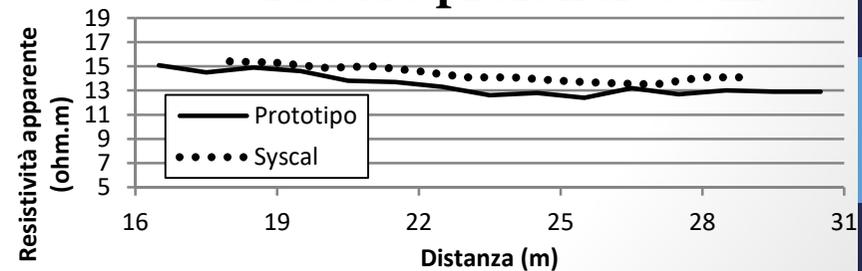
Pseudo profondità 4 m



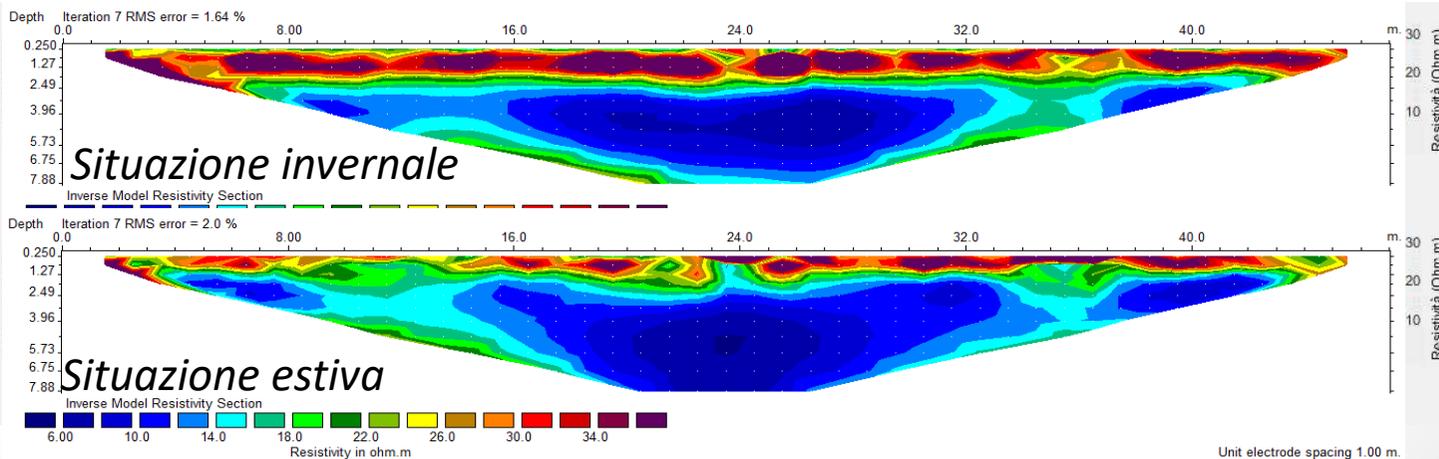
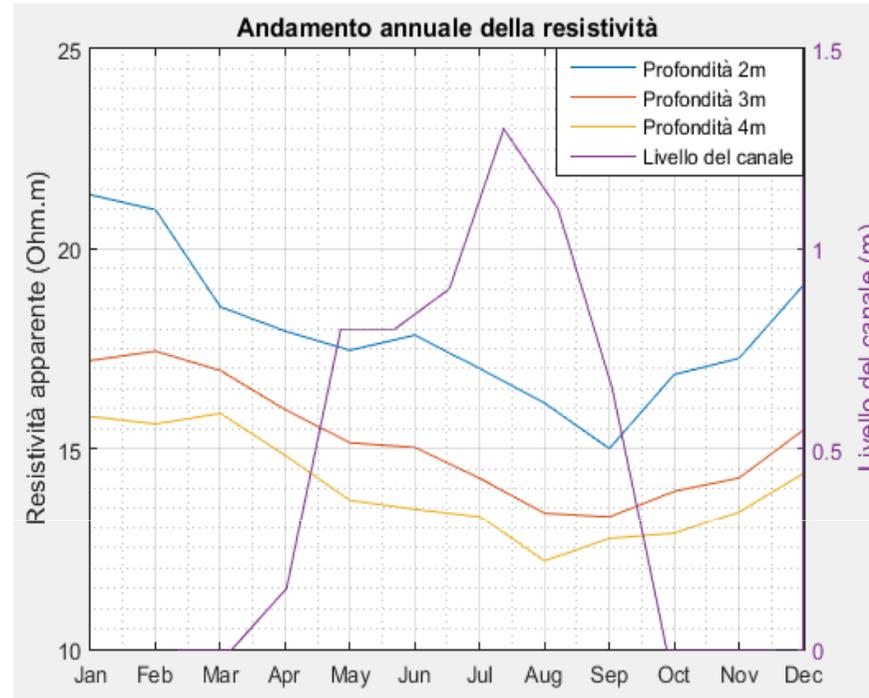
Pseudo profondità 5 m



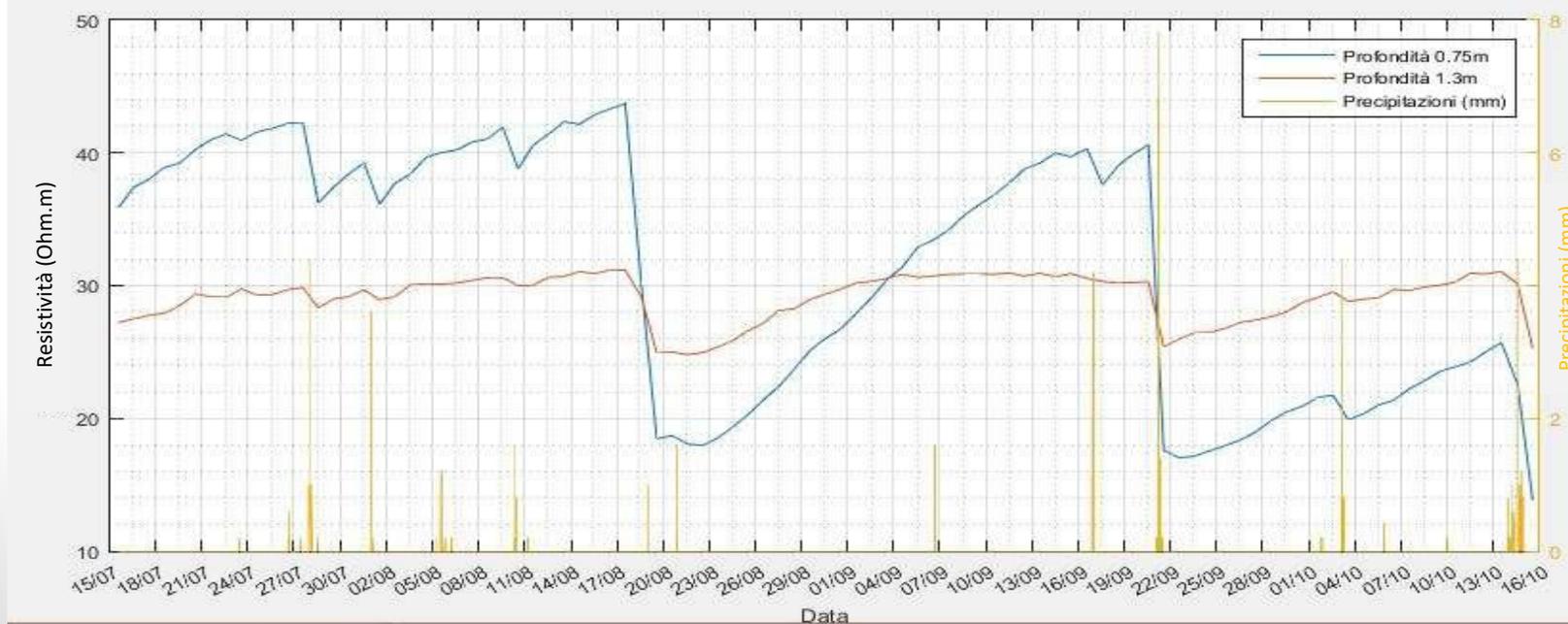
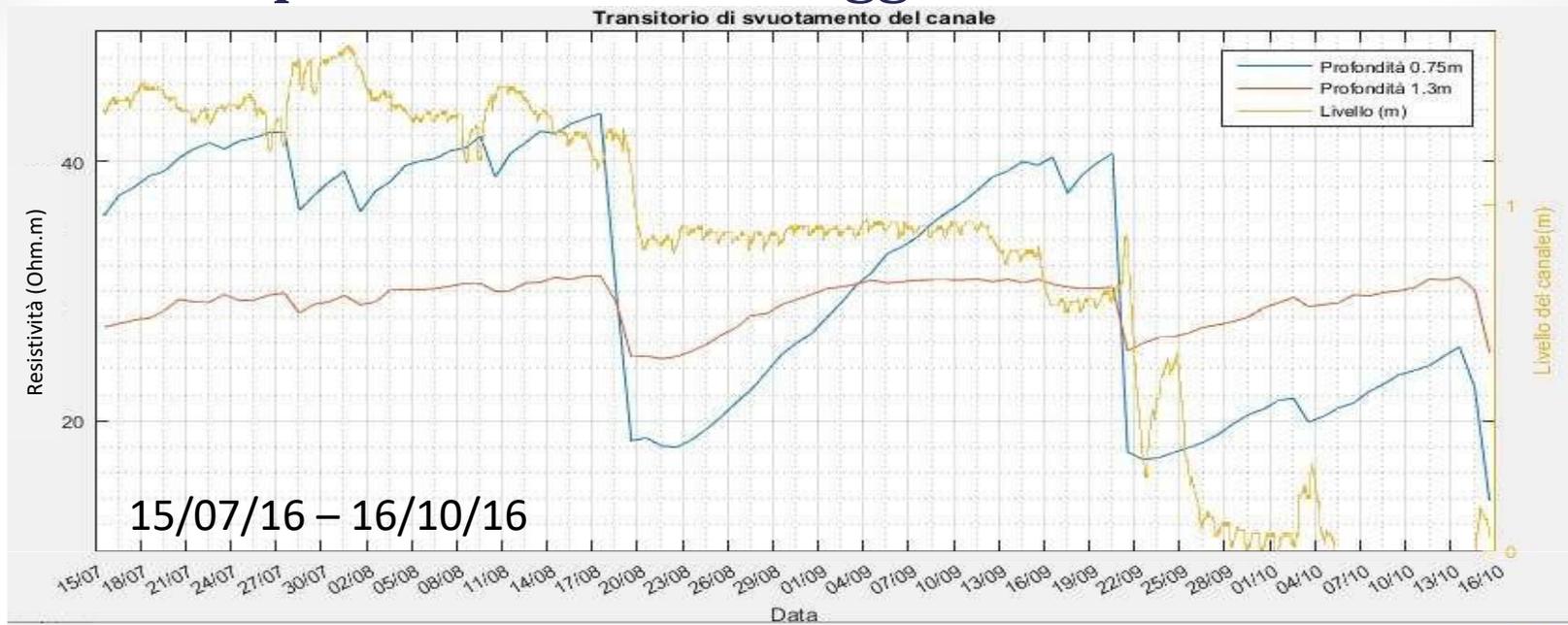
Pseudo profondità 6 m



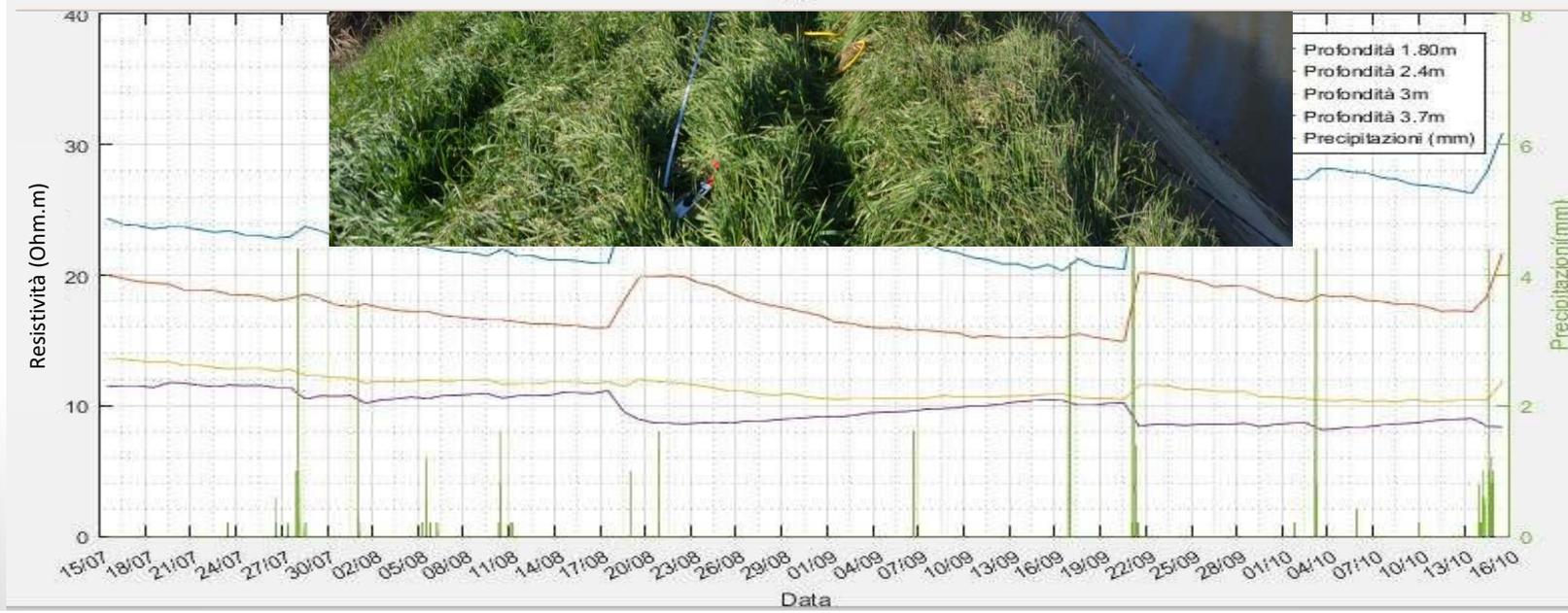
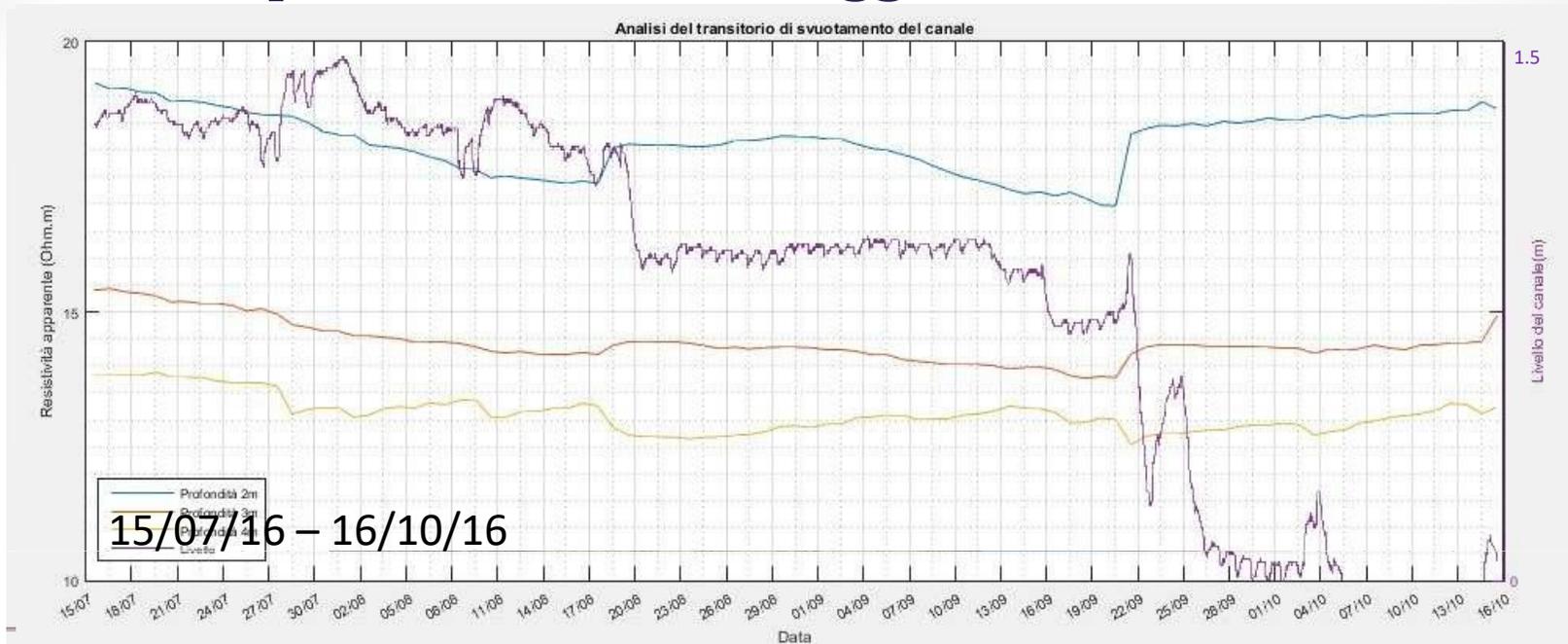
8. Il periodo di monitoraggio *Il livello del canale*



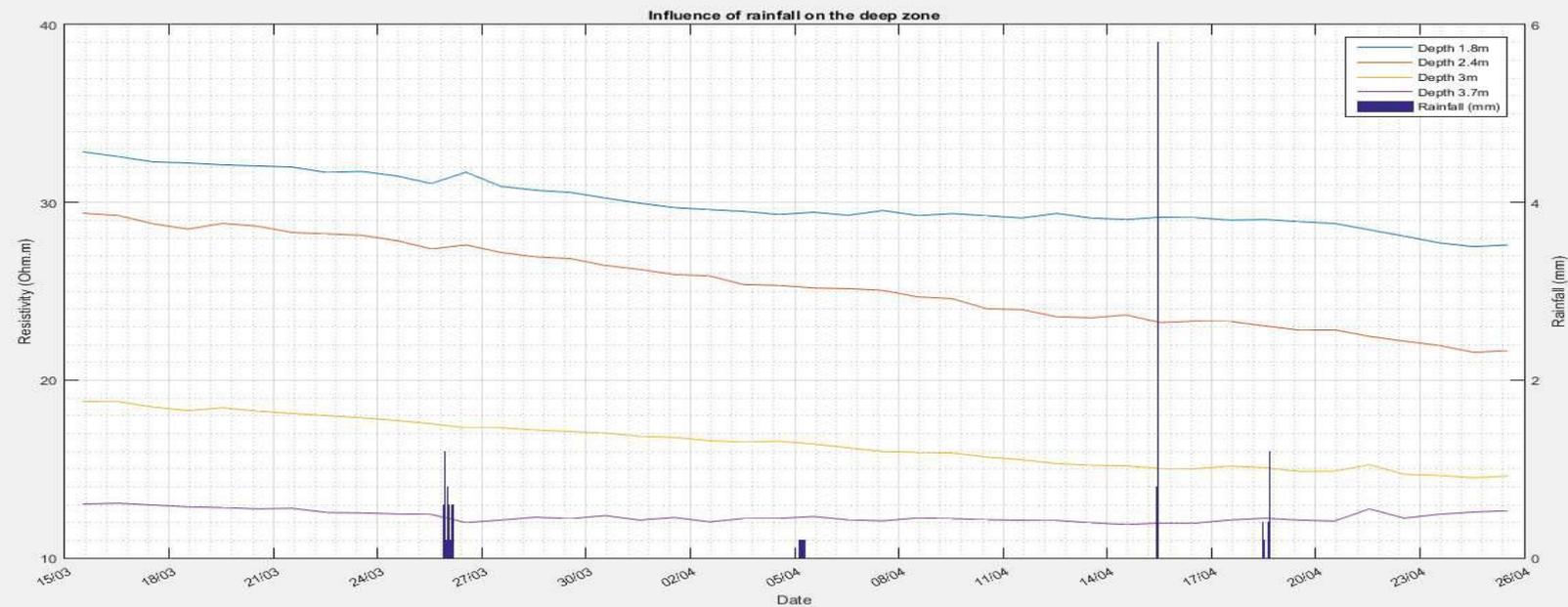
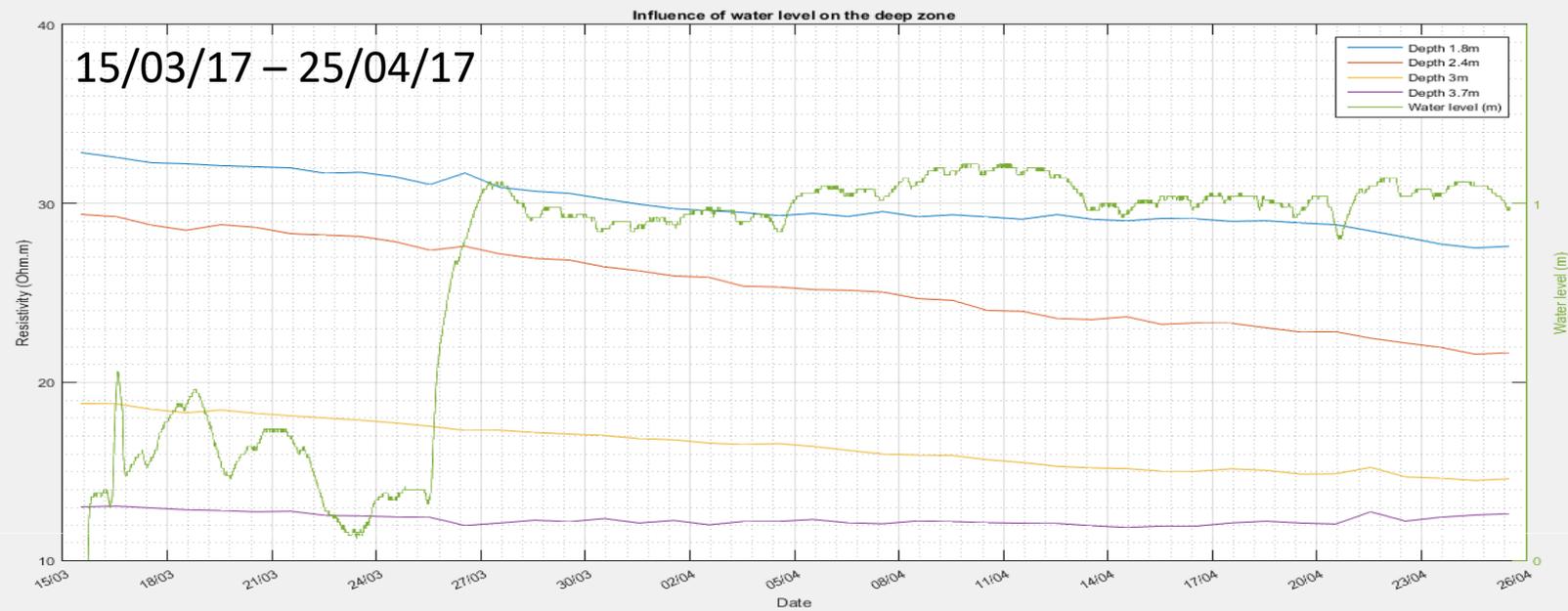
8. Il periodo di monitoraggio *Transitorio di svuotamento*



8. Il periodo di monitoraggio *Transitorio di svuotamento*

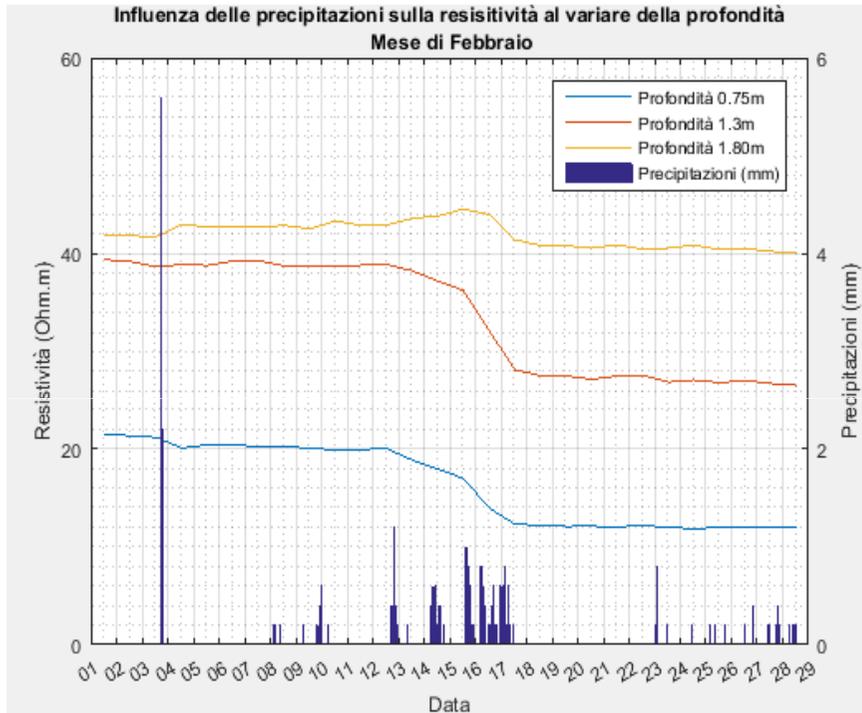


8. Il periodo di monitoraggio *Transitorio di riempimento*

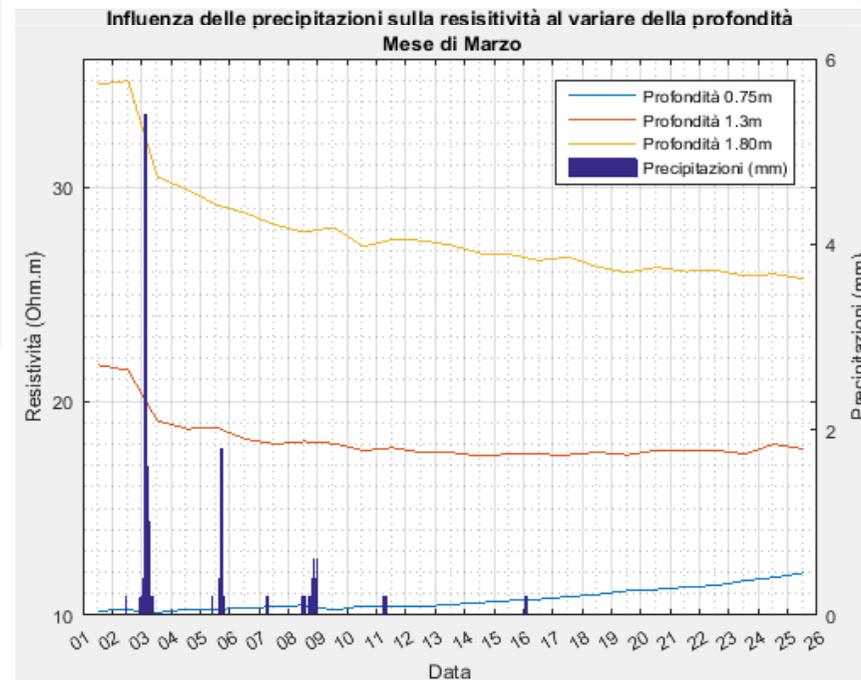


8. Il periodo di monitoraggio *Le precipitazioni*

Mese di febbraio 2016

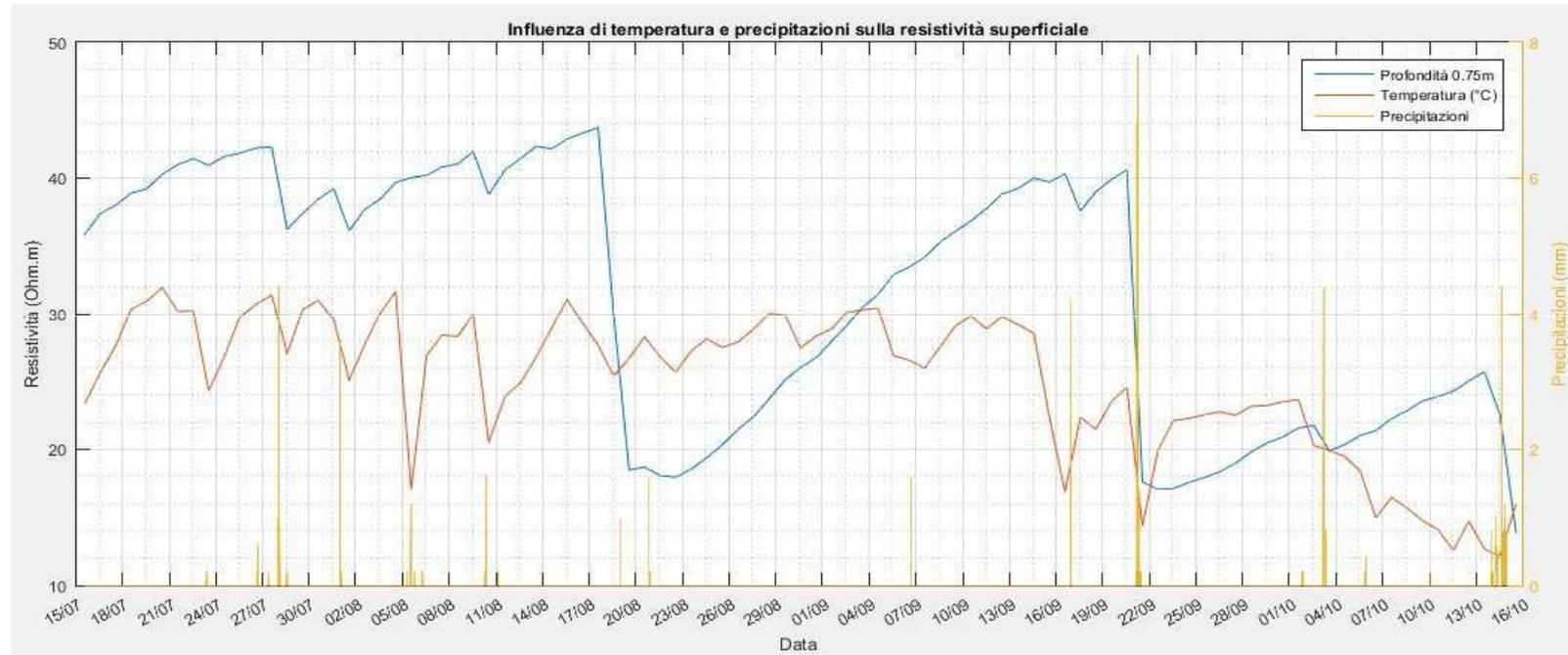


Mese di marzo 2016



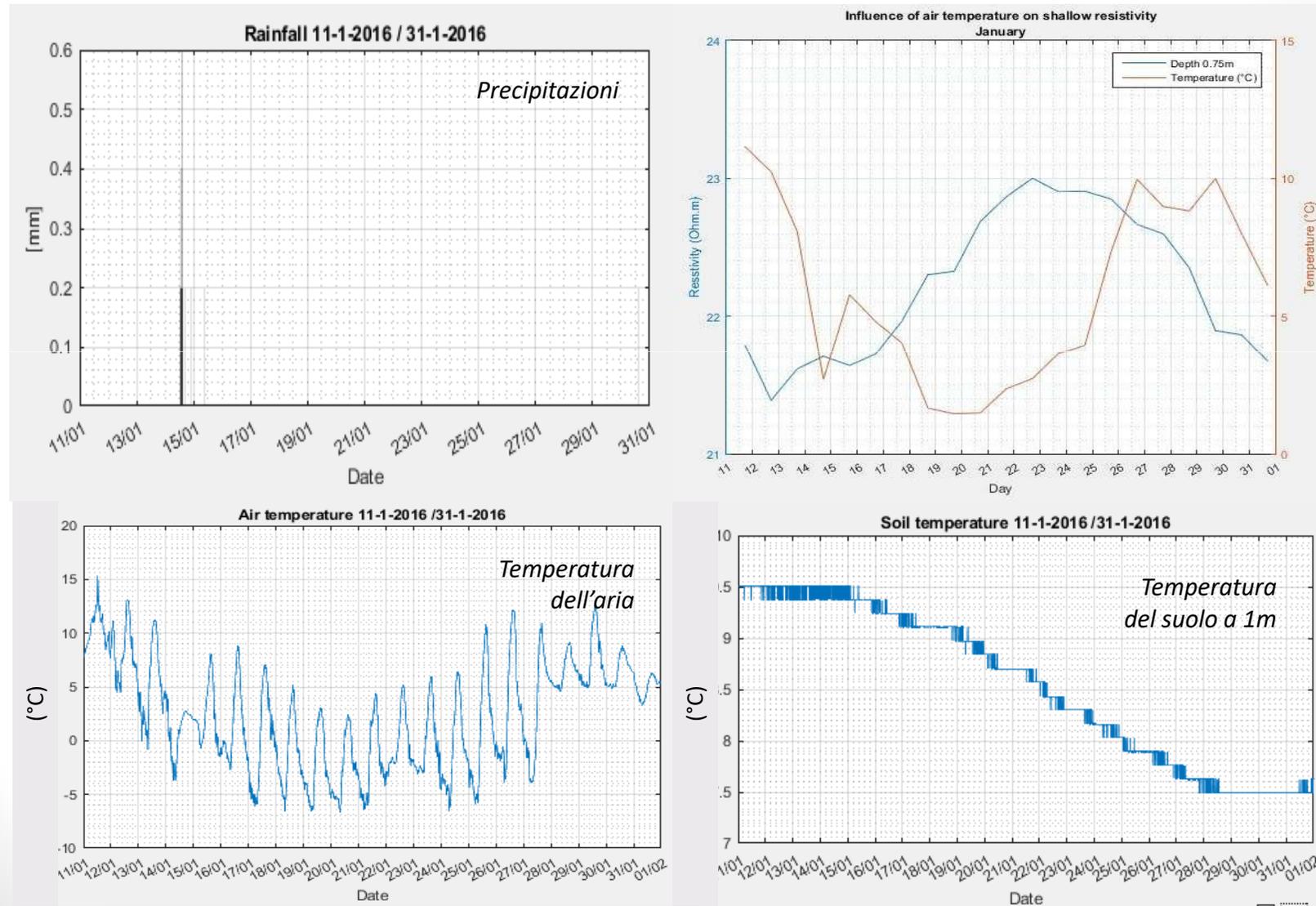
8. Il periodo di monitoraggio *La temperatura*

Transitorio di svuotamento



8. Il periodo di monitoraggio *La temperatura*

Mese di gennaio 2016

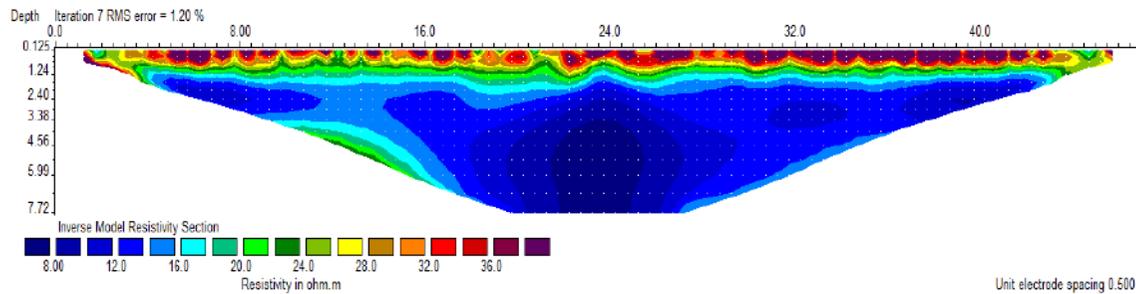


9. Calibrazione della relazione resistività/contenuto d'acqua

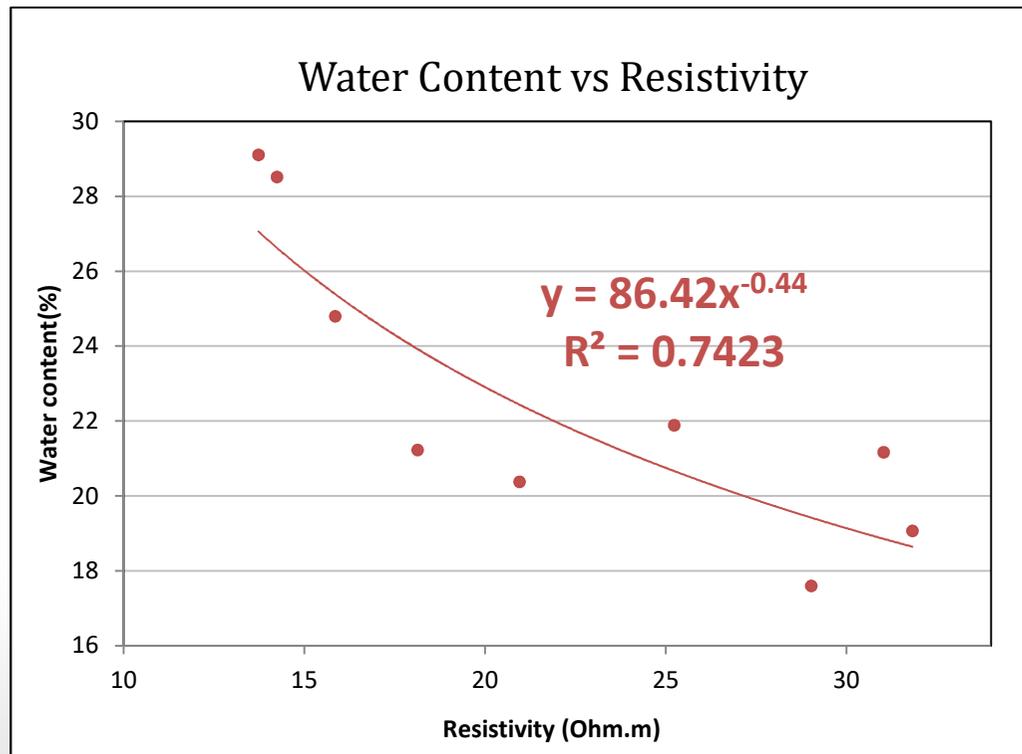
Il carotaggio (08 agosto 2016) e le analisi di laboratorio



9. Calibrazione della relazione resistività/contenuto d'acqua



Depth (m)	Water content (%)
0.48	17.59
0.83	17.69
1.09	19.07
1.2	21.17
1.57	21.89
1.93	20.38
2.26	21.23
2.74	24.80
3.15	28.52
3.3	29.11

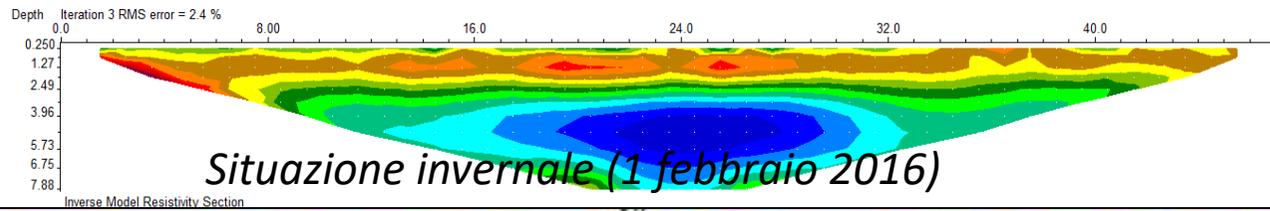


$$S = \alpha R^{-\beta}$$

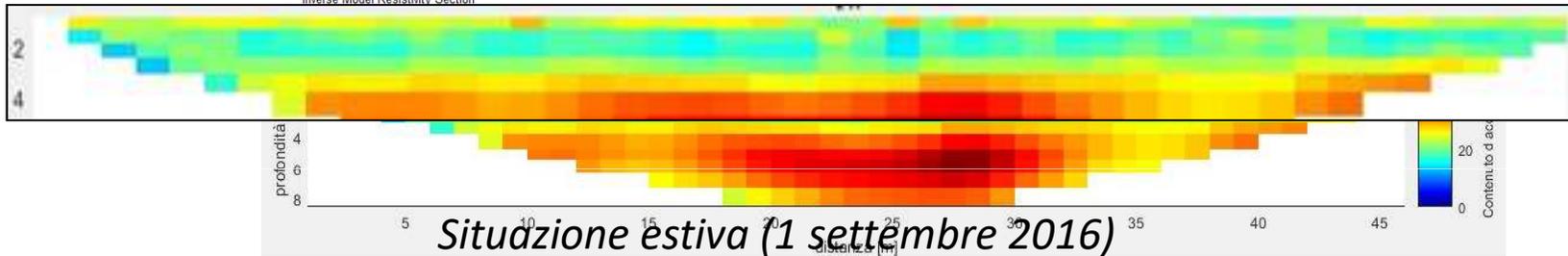
Data	α	β
G.R.E.T.A.	86.42	0.44

9. Ottenimento della relazione resistività/contenuto d'acqua

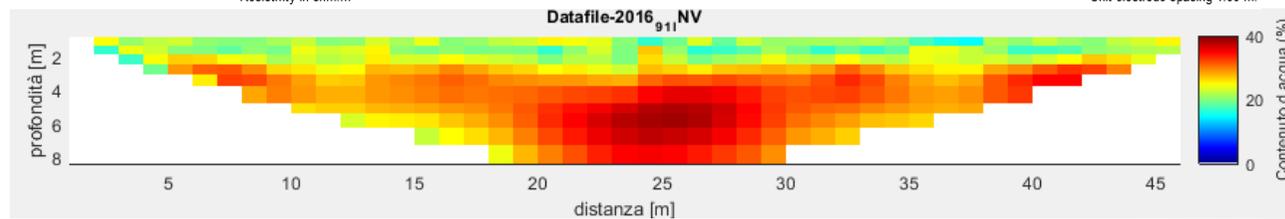
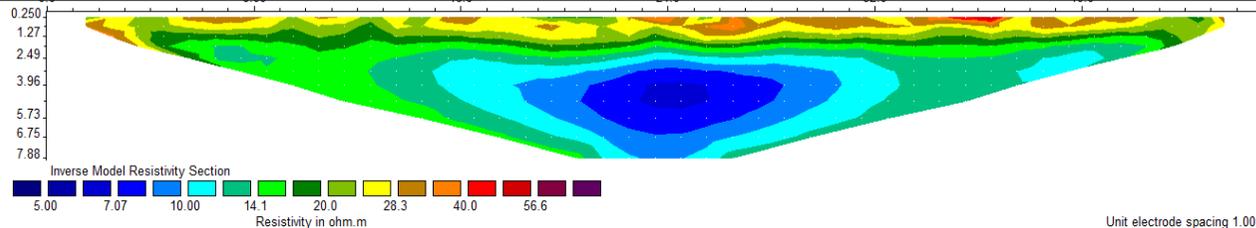
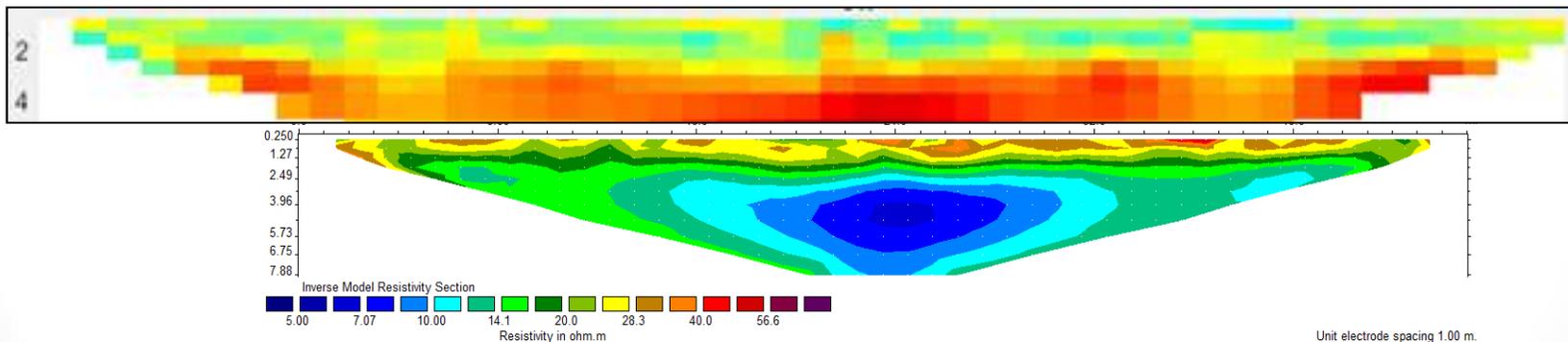
Situazione invernale (1 febbraio 2016)



Situazione invernale (1 febbraio 2016)



Situazione estiva (1 settembre 2016)



10. Le potenzialità derivanti dall'utilizzo dei dati di monitoraggio per un'analisi di filtrazione e stabilità

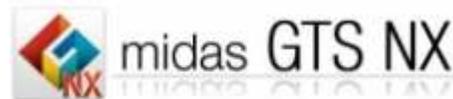
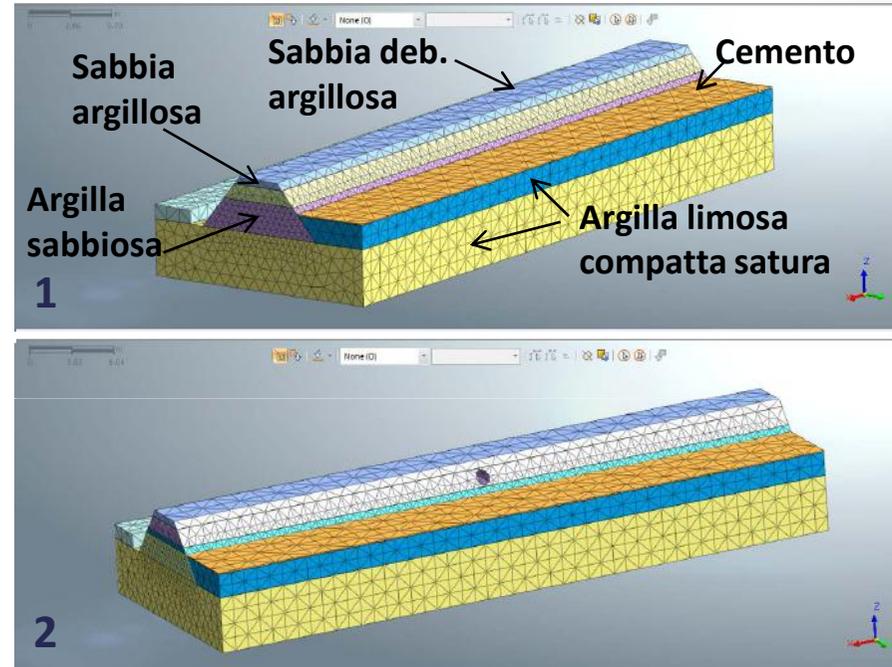
- *Caso 1*: Analisi di filtrazione senza la modellizzazione delle zona di *piping*
- *Caso 2*: Introduzione nella modellizzazione della zona di *piping*

Parametri geometrici piping

Lunghezza	3 m
Diametro	1 m
Profondità del centro dalla cresta	1 m

Stage analisi in transitorio

Incremento	Tempo (s)	Livello canale (m)
0	0	1.50
1	86400	1.20
2	172600	0.90
3	259200	0.60
4	345600	0.30
5	432000	0

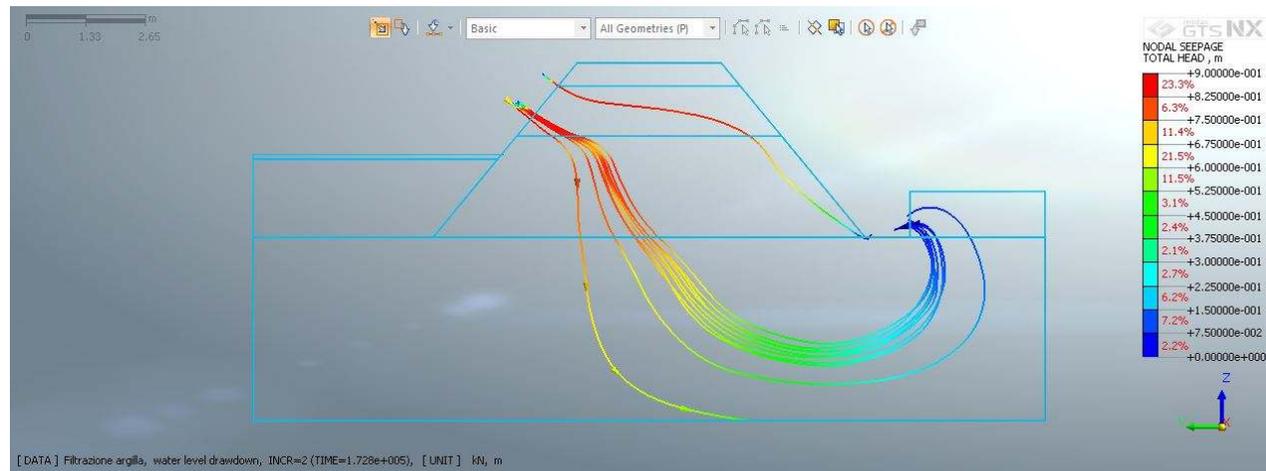
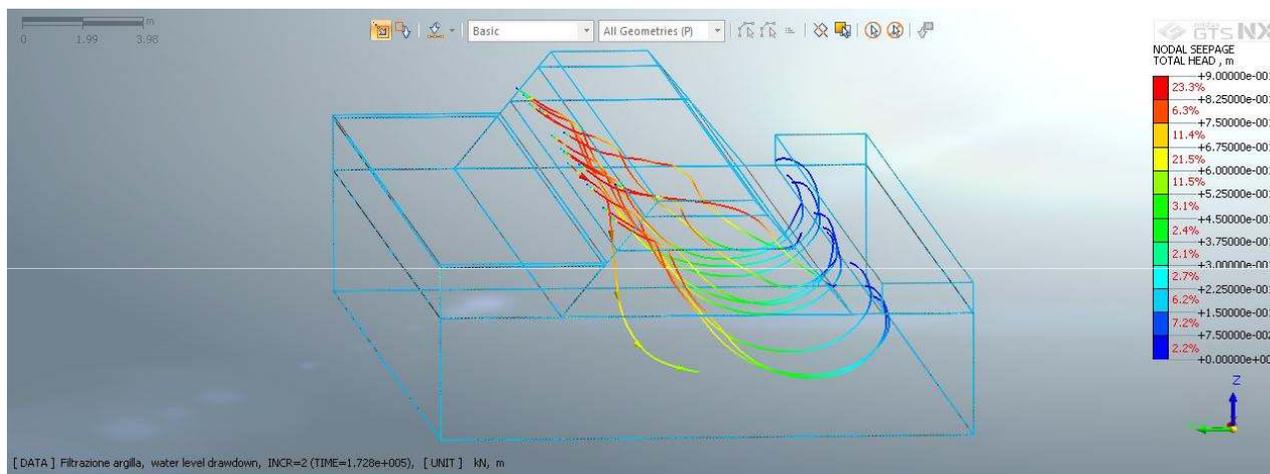


Parametri materiali del modello

Terreno	Angolo d'attrito ¹³ (°)	Coesione ^{13,14} (kPa)	Peso specifico ¹³ secco (kN/m ³)	Modulo di Young ¹⁵ (MPa)	Volume dei vuoti ¹³	Permeabilità ¹³ (m/s)
Sabbia deb. argillosa	38	0	21	50	0.4	10 ⁻⁶
Sabbia argillosa	35	10	19.5	20	0.3	10 ⁻⁷
Argilla sabbiosa	30	13	18.5	5	0.25	5.10 ⁻⁹
Argilla limosa compatta satura	32	13	20	20	0.5	10 ⁻⁹

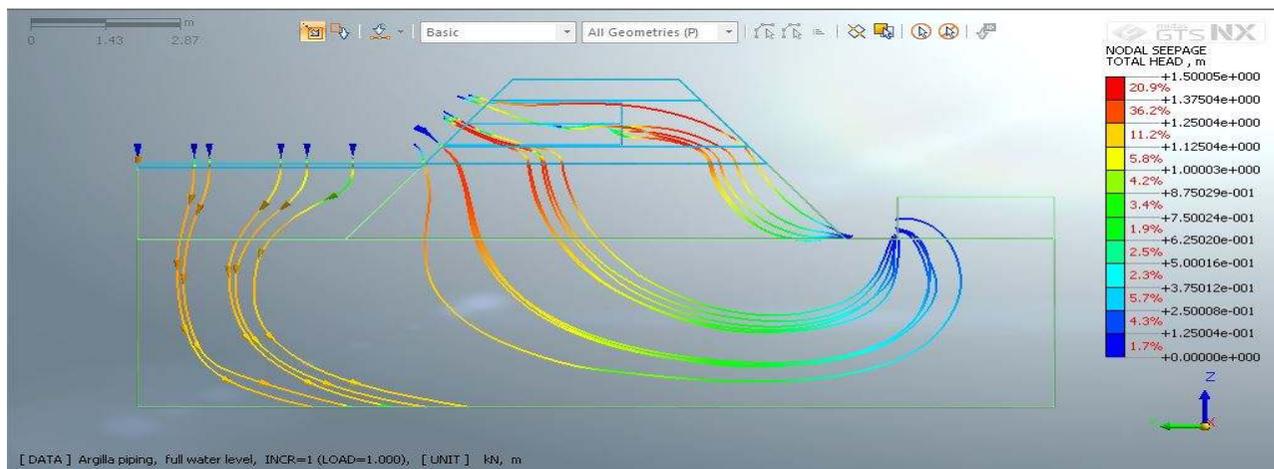
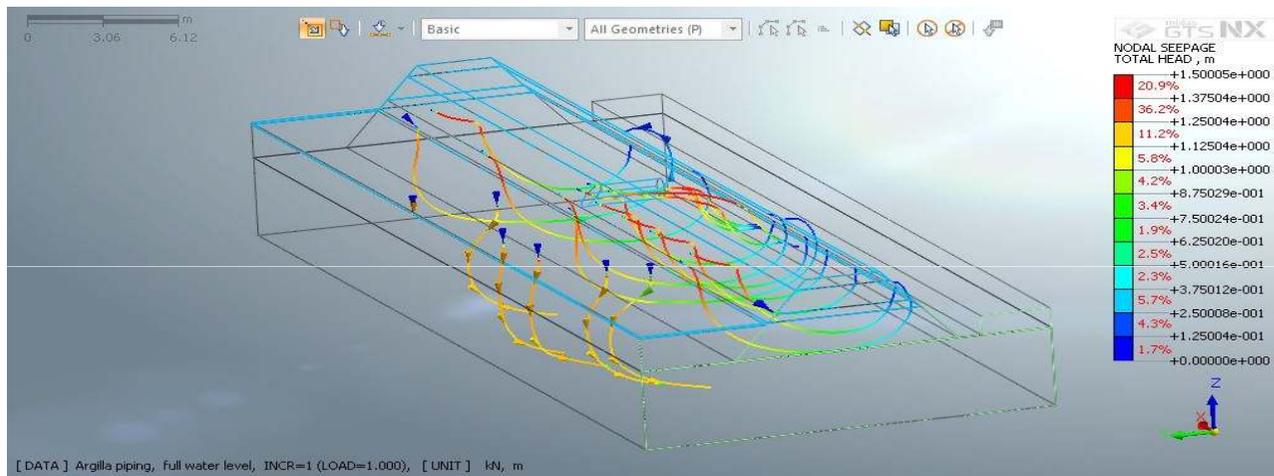
10. Le potenzialità derivanti dall'utilizzo dei dati di monitoraggio per un'analisi di filtrazione e stabilità

- *Caso 1: Analisi di filtrazione senza la modellizzazione delle zona di piping*



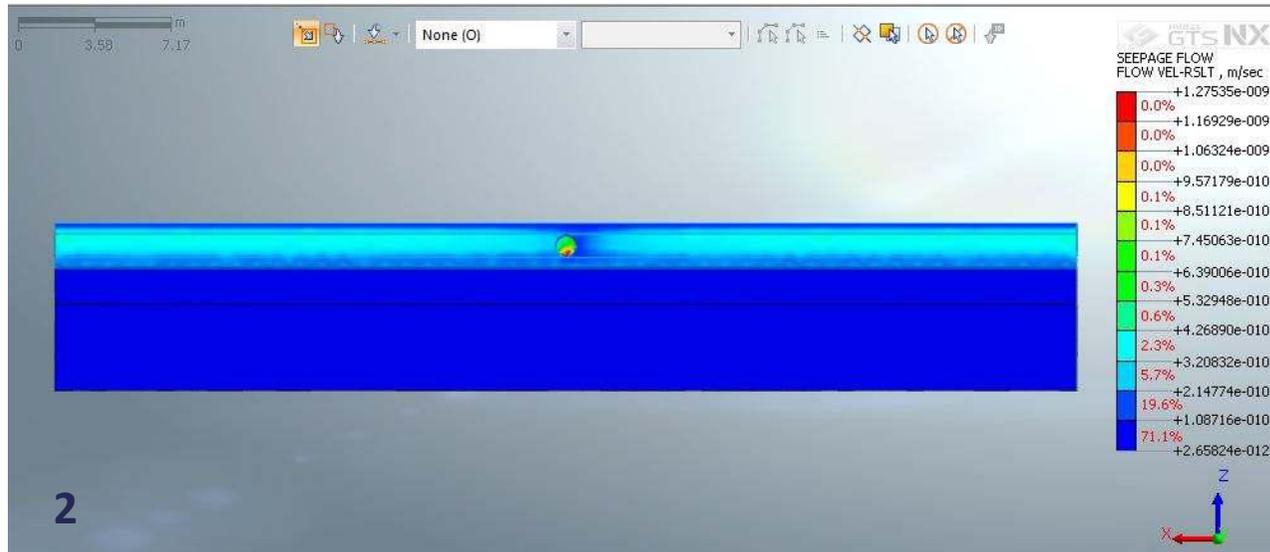
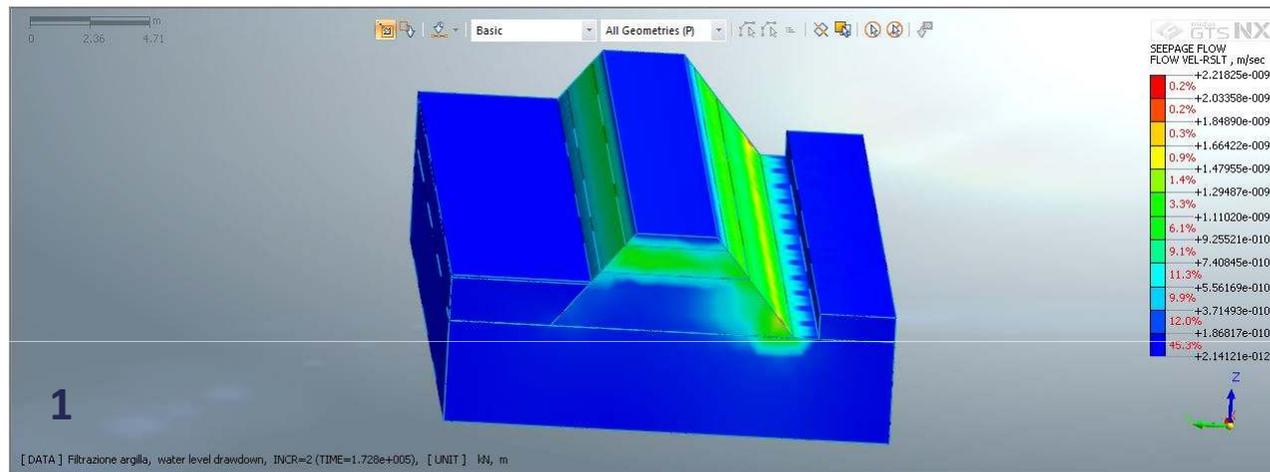
10. Le potenzialità derivanti dall'utilizzo dei dati di monitoraggio per un'analisi di filtrazione e stabilità

- *Caso 2*: Introduzione nella modellazione della zona di *piping*



10. Le potenzialità derivanti dall'utilizzo dei dati di monitoraggio per un'analisi di filtrazione e stabilità

Velocità di filtrazione



Conclusioni

- Adeguatezza della metodologia geoelettrica per il riconoscimento di zone di saturazione e filtrazione disomogenee
- Efficienza energetica, costo contenuto e risultati affidabili del prototipo
- Possibilità di comprendere le dinamiche di filtrazione nel rilevato ma necessità di ulteriori dati
- Differente influenza delle precipitazioni con la profondità in funzione del livello del canale
- Influenza della temperatura trascurabile
- Ottenimento di una relazione per conversione resistività/contenuto d'acqua in maniera empirica grazie ai dati di un carotaggio
- Miglioramento della modellizzazione in analisi di filtrazione e stabilità e risultati più affidabili utilizzando i dati di monitoraggio

Applicabilità

- Monitoraggio di zone ad alto rischio (pericolosità, esposizione, vulnerabilità)
- Implementazione di una rete di «punti a rischio»
- Monitoraggio da parte di PA e PC
- Determinazione delle priorità di intervento durante eventi straordinari o per la manutenzione

Sviluppi futuri

- Analisi di filtrazione e stabilità con dati da analisi geotecniche del terreno in sito
- Esecuzione di prove di laboratorio di rottura arginale
- Definizione di soglie di stabilità connesse a situazioni di contenuto d'acqua
- Installazione di un nuovo sistema di monitoraggio a seguito di una fase di fast scanning

Ringraziamenti





POLITECNICO
MILANO 1863

Sperimentazione di un sistema di monitoraggio elettrico permanente per la valutazione della vulnerabilità dei rilevati arginali in terra



GRETA TRESOLDI
greta.tresoldi@polimi.it



fondazione
cariplo

CONVEGNO TRA GEOLOGIA E GEOFISICA
XIV Workshop di Geofisica
Rovereto 30.11.2017