

**Dipartimento Tematico
GEOLOGIA E DISSESTO**

**Regional Agency for Environmental Protection
Dept. GEOLOGY AND NATURAL HAZARDS**

Aggiornamento sul monitoraggio dei fenomeni franosi: nuove tecnologie ed esperienze a confronto

Il sistema inclinometrico automatico MUMS: caratteristiche ed applicazioni

Torino, 15 dicembre 2016
Ing. A. Carri & Ing. C. Carini – ASE S.r.l.



Il problema della mitigazione del rischio rappresenta una sfida concreta e fondamentale nel contesto in cui operiamo. In particolare, le tecnologie di comunicazione consentono un monitoraggio in near-real time 'a distanza', fondamentale per le zone remote e difficili da raggiungere, tenendo conto anche delle condizioni metereologiche avverse che spesso coincidono con le situazioni più critiche.

Un sistema di monitoraggio in real-time:

- Fornisce importanti indicazioni sulle dinamiche in atto, aiutando le autorità nella politica di riduzione del rischio;
- Non può mai sostituire il giudizio esperto di un tecnico;
- Richiede multi-parametricità, in quanto un controllo integrato di informazioni fornite da grandezze di differente natura garantisce una maggiore confidenza sul risultato;
- Fornisce importantissimi strumenti per comprendere le dinamiche, i volumi coinvolti e il rapporto causa-effetto di fenomeni di instabilità, grazie all'elevata frequenza delle misure;
- E' fondamentale in contesti nel quale lo sviluppo umano si scontra con problemi di instabilità dei versanti, caduta massi, etc. (concetto di accettazione del rischio)
- Richiede in ultima istanza la validazione finale di un esperto.



Caratteristiche fondamentali di un Early Warning System

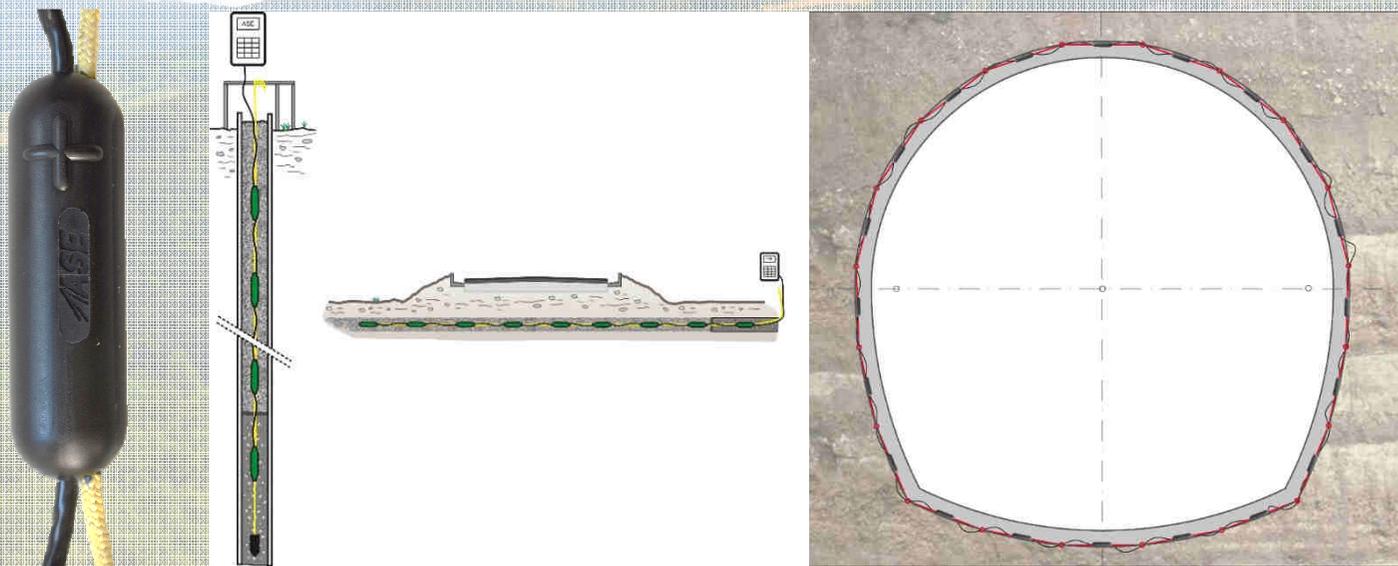
- Deve individuare l'accadimento di un fenomeno e le sue dinamiche (velocità, direzione, profondità, etc.);
- Deve essere progettato su misura per il tipo di problematica presente in sito;
- Deve essere multi-parametrico e ridondante;
- Deve avere un intervallo di campionamento coerente con il tipo di fenomeno monitorato;
- Deve garantire la trasmissione dati (o prevedere una cabina di monitoraggio locale);
- I sensori utilizzati devono avere una sensibilità adeguata al tipo di problematica da affrontare e un'ottima ripetibilità;
- Se di tipo inclinometrico, deve garantire un'ottima adattabilità ai movimenti che interessano il versante, garantendo inoltre molti dati locali di fondamentale importanza nella comprensione delle dinamiche oggetto di studio;
- Deve avere un grande livello di automazione ed un software dedicato, configurabile con altri software commerciali di gestione del monitoraggio;
- Deve sfruttare i migliori algoritmi e procedure di tipo statistico per ridurre al minimo i falsi allarmi e validare le letture con valutazioni automatiche oggettive.

Per rispondere a queste problematiche, ASE S.r.l. ha sviluppato il MUMS (Modular Underground Monitoring System).

**EARLY
WARNING
SYSTEM**

Il MUMS è progettato per monitorare i movimenti di versante (spostamenti orizzontali e/o cedimenti), le deformazioni di strutture geotecniche, le misure di convergenza e radiali in galleria. Lo strumento offre vantaggi in termini di performance, durata, uso di personale, costi, ecc.

Lo strumento si presenta come una catena di sensori di differente natura posti a distanze configurabili a seconda della problematica oggetto di studio. La centralina di raccolta dati acquisisce le misure in completa autonomia e da remoto, con una risoluzione in near-real time che può essere modificata in corso d'opera a seconda delle necessità.



Sensoristica

Ogni nodo può essere equipaggiato con un sensore differente, come ad esempio:

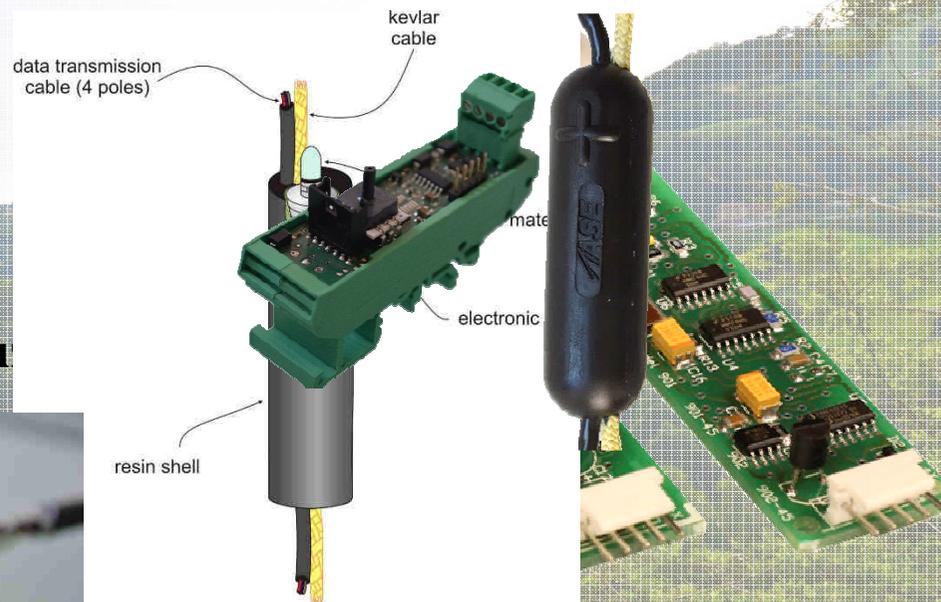
MEMS 3D

Cella elettrolitica 2D

Piezometro

Barometro

Termometro ad alta risoluzione



Centralina

La catena è connessa ad una centralina di raccolta dati che interroga i nodi a intervalli di tempo prefissati (e modificabili in corso d'opera).

La centralina può leggere ogni tipo di strumento tradizionale.

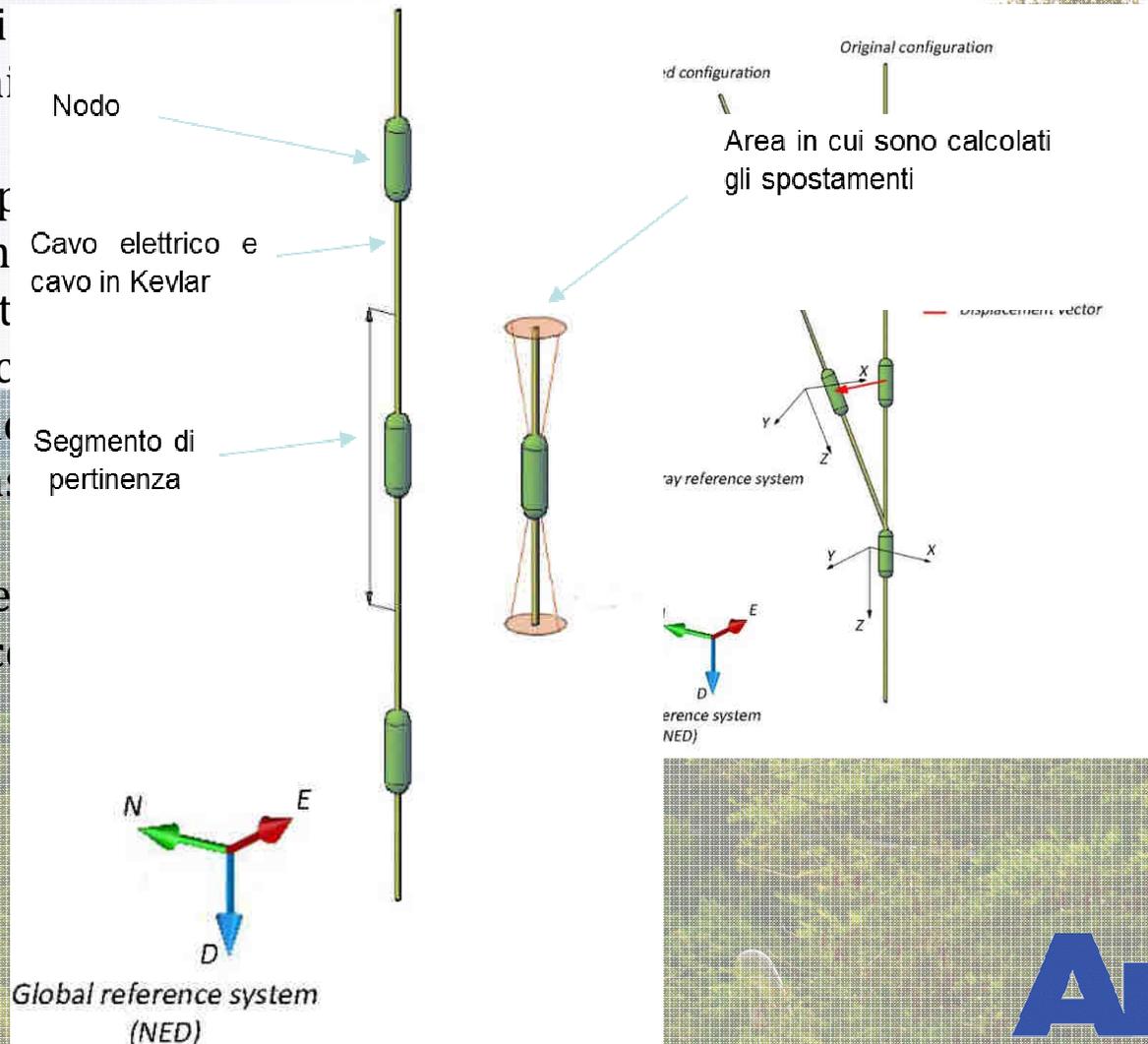


Procedura di calibrazione



Nodi inclinometrici

I nodi inclinometrici ospitano un circuito elettronico per misurare le 3 componenti gravitazionali e misurano lo spostamento lungo gli assi del sistema di riferimento interno. Questa procedura ricostruisce l'inclinazione del nodo. Ogni sensore è equipaggiato con un elemento importante per la calibrazione e la compensazione della temperatura.



Installazione semplice e veloce

Lo strumento MUMS ha un peso estremamente ridotto (0.2 kg per nodo) e data l'elevata modularità ha dimensioni contenute al massimo: una cinquantina di metri possono essere comodamente trasportate mediante le dimensioni intorno a 0.1 m³. L'installazione risulta semplice e veloce, risparmiando tempo e costi.

Esecuzione del foro

Preparazione del nodo piezometrico

Inserimento della catena

Cementazione del fondo foro

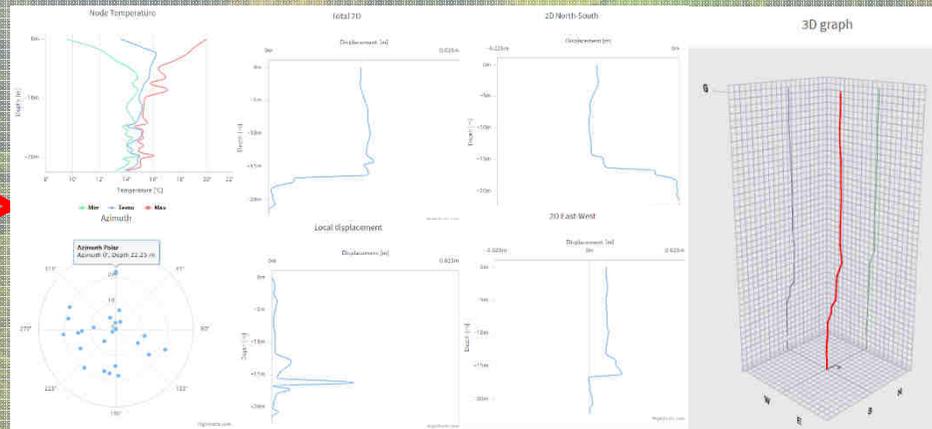
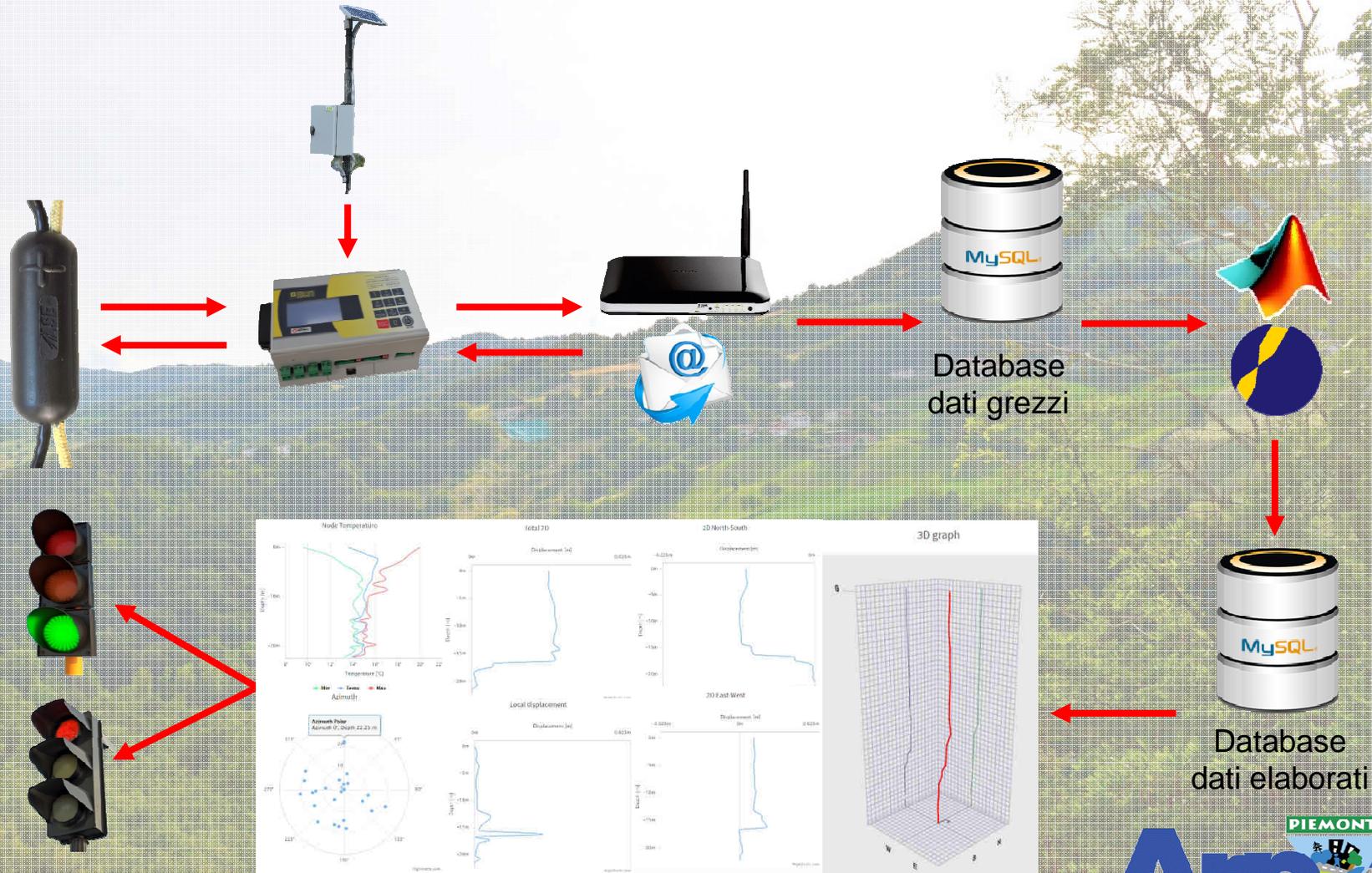
Inserimento/iniezione del materiale di riempimento

Posizionamento della centralina

Posizionamento del pannello solare

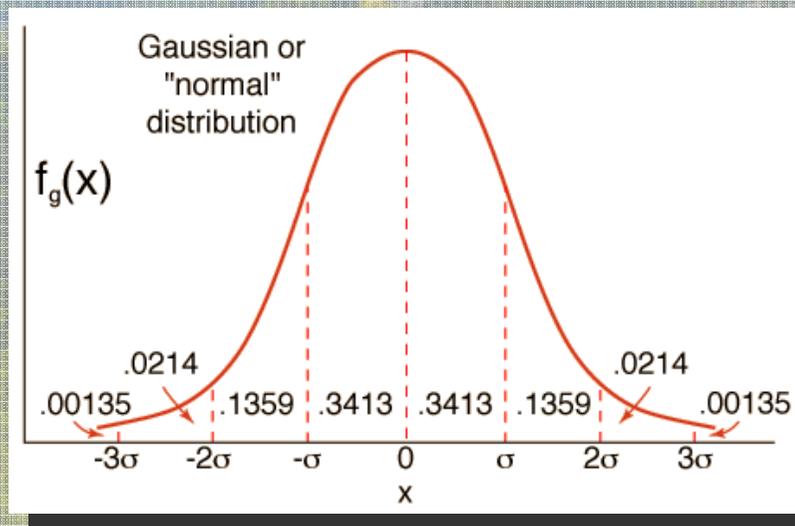


Sistema di monitoraggio



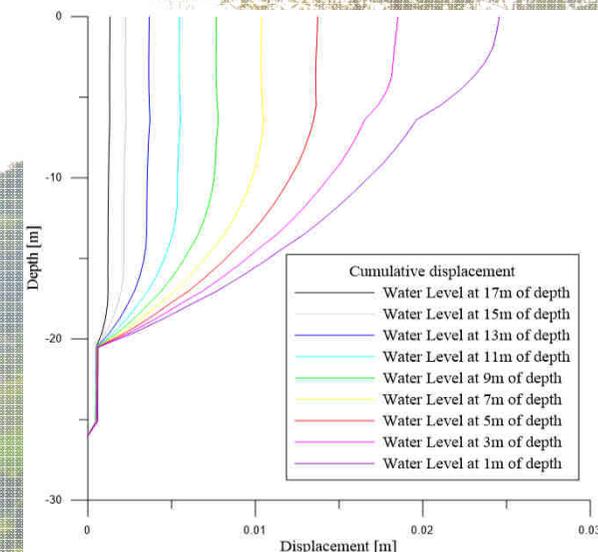
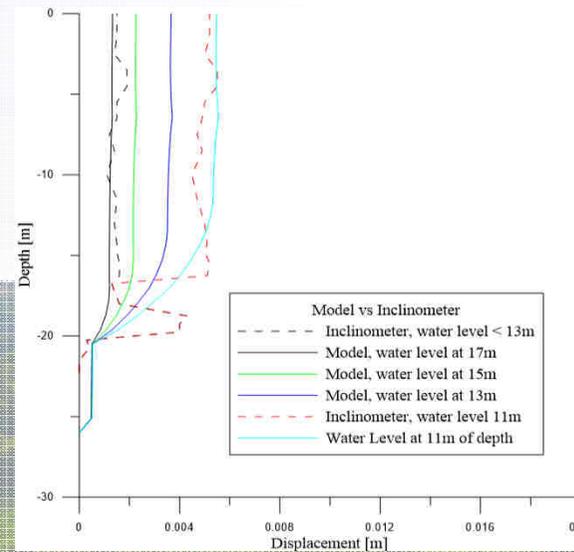
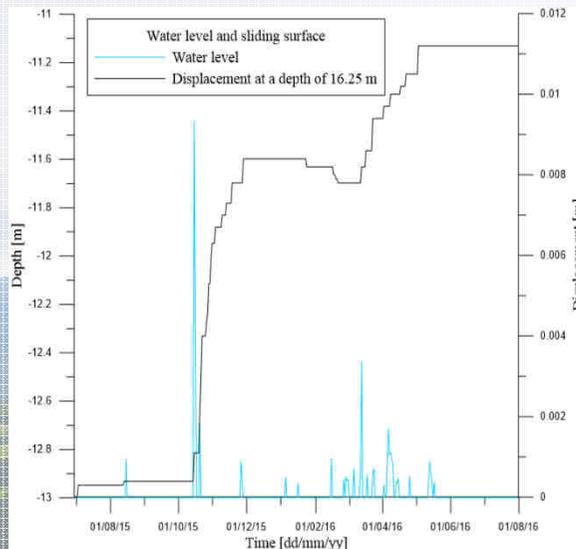
Affidabilità dei risultati

Gli strumenti tradizionali sono caratterizzati da un basso numero di letture, che non consentono di eseguire analisi statistiche degli errori. Al contrario, la creazione di un database con un grande numero di dati permette di controllare l'evoluzione temporale di un fenomeno e di validare i risultati dell'elaborazione. Le singole letture possono essere affette da errori accidentali o sistematici, caratterizzati da una distribuzione statistica di tipo gaussiano, e facilmente rimovibili.



Casi di studio #1

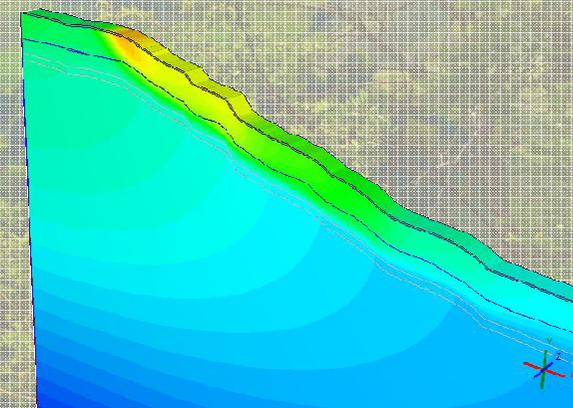
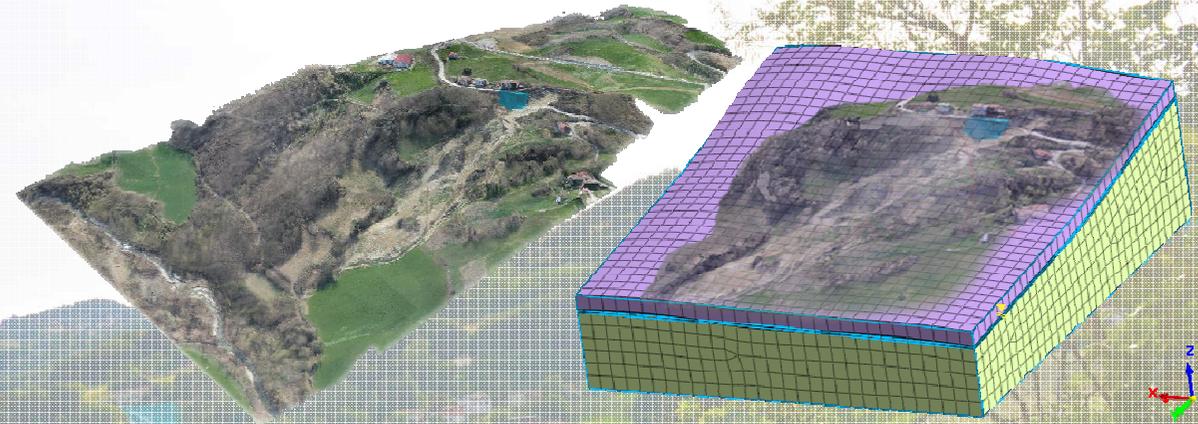
Monitoraggio di un'importante autostrada nel Centro-Sud Italia



* tratto da 'Study of an active landslide on A16 Highway (Italy): modeling, monitoring and triggering alarm', Carri A., Grignaffini C., Segalini A., Capparelli G., Versace P., Spolverino G., 4th WLF, Lubiana, Slovenia, 2017

Casi di studio #2

Monitoraggio di un movimento franoso nell'appennino parmense

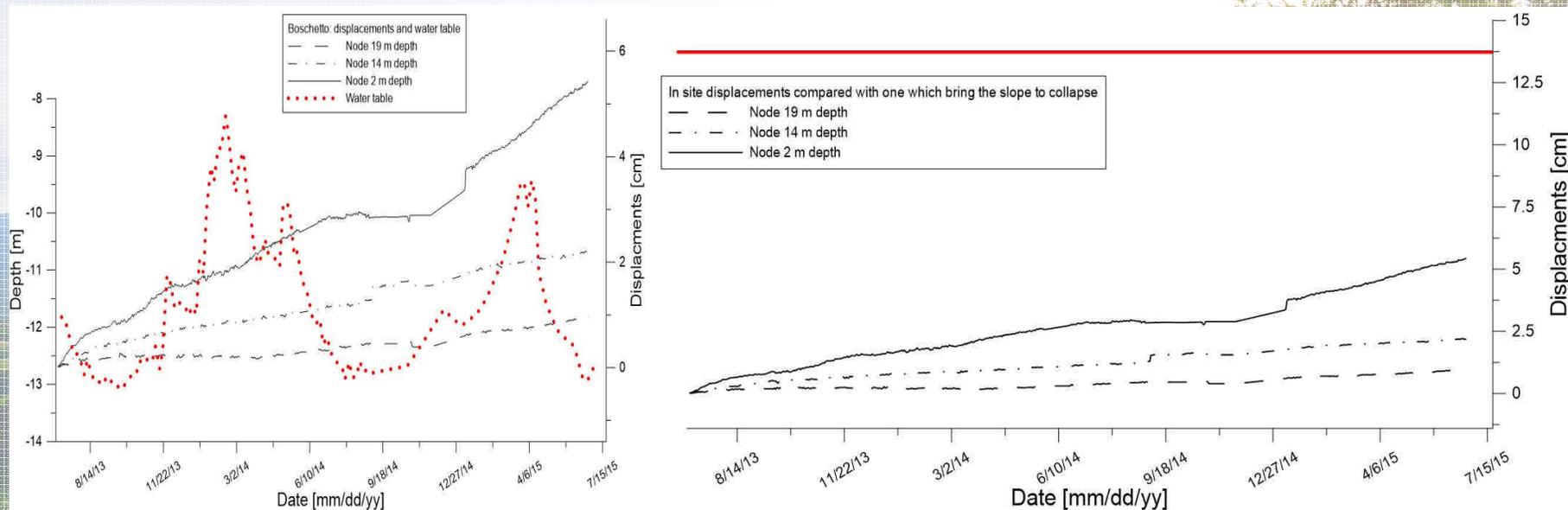


* tratto da *'Integrated analysis of data collected by an innovative monitoring system and results of a 3D numerical model in Boschetto landslide'*, Carri A., Chiapponi L., Giovanelli R. & Segalini A., ISL, Napoli, 2016

Ing. A. Carri & Ing. C. Carini – ASE S.r.l. - Torino, 15 dicembre 2016

Casi di studio #2

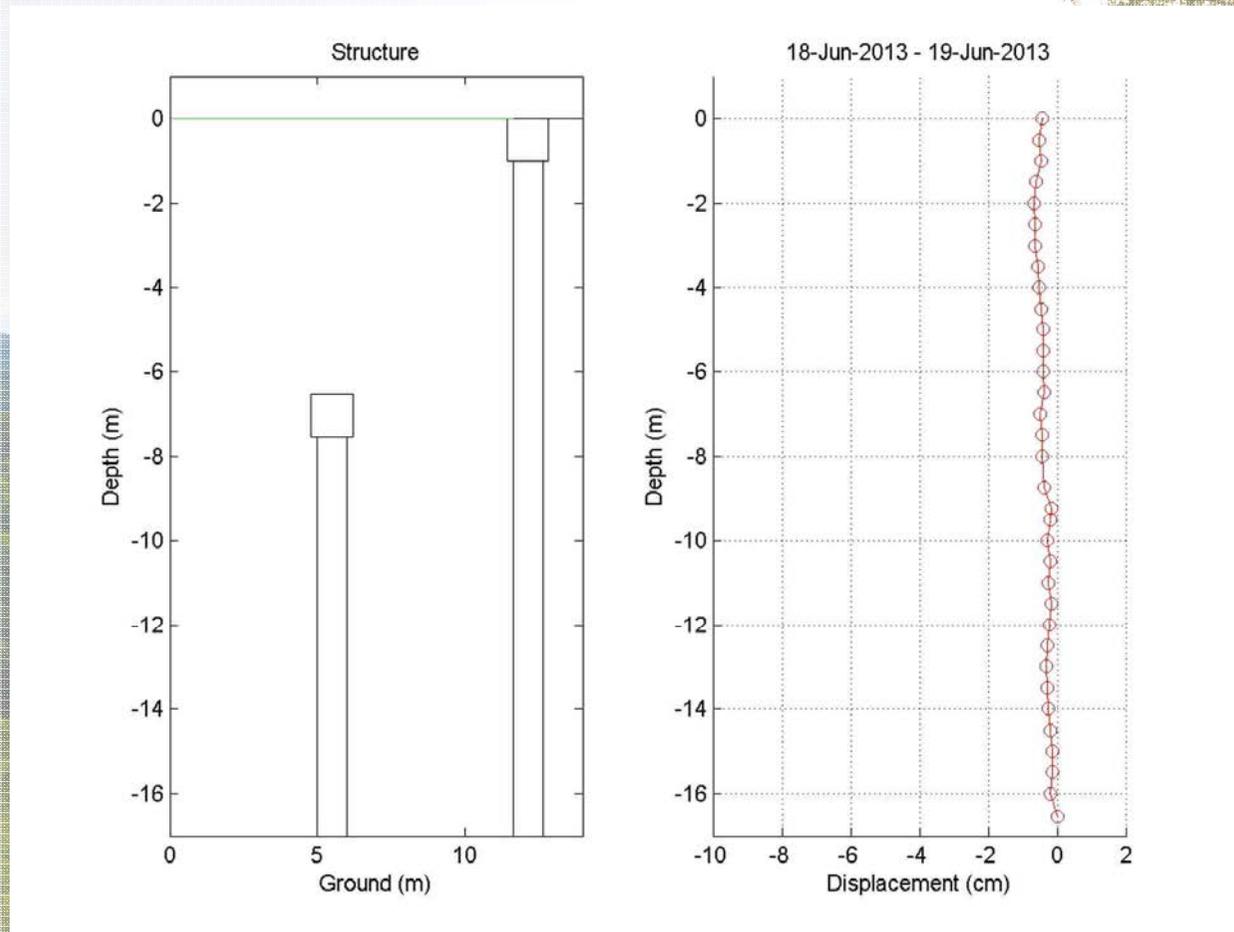
Monitoraggio di un movimento franoso nell'appennino parmense



* tratto da 'Integrated analysis of data collected by an innovative monitoring system and results of a 3D numerical model in Boschetto landslide', Carri A., Chiapponi L., Giovanelli R. & Segalini A., ISL, Napoli, 2016

Casi di studio #3

Monitoraggio di una paratia





Grazie per l'attenzione



ASE S.r.l.
0521 905973
www.aseltd.eu
info@aseltd.eu
andrea.carri@aseltd.eu
corrado.carini@aseltd.eu

Ing. A. Carri & Ing. C. Carini – ASE S.r.l. - Torino, 15 dicembre 2016

