

G&GIS



GAT  
Geologia Ambiente Territorio

# Tecniche geofisiche congiunte per la caratterizzazione della frana di C.da Caira (Basilicata, Potenza)

## La caratterizzazione geofisica finalizzata alla progettazione di un intervento di stabilizzazione

M. Bavusi, G. Potenza<sup>1</sup>, D. Lacava<sup>2</sup>, E.F. Finizio, S. Laurita, G. Calvello<sup>3</sup> G. Colangelo<sup>4</sup>

<sup>1</sup>G. & G.I.S. Geological & Geophysical Investigation Service - <sup>2</sup>G.A.T. - Geologia Ambiente Territorio - <sup>3</sup>Commissario Straordinario Delegato, D.P.C.M. 21 Gennaio 2011, Matera - <sup>4</sup>Regione Basilicata, Dipartimento Infrastrutture OO. PP. e Mobilità, Ufficio Protezione Civile, Potenza



MUSEO CIVICO DI ROVERETO

# Il team

- Il gruppo di lavoro è formato da 6 professionisti:
- Dott. Geol. G.Potenza (sismica attiva e passiva)
- Dott. Geol. M.Bavusi (metodi elettromagnetici)
- Dott. Geol. E. Finizio (Cartografia e GIS)
- Dott. Geol. D. Lacava (Cartografia Penetrometria)
- Dott. Geol. S. Laurita (Petrografia)
- Dott. Geol. A. Falconieri (Termografia)



**G&GIS**

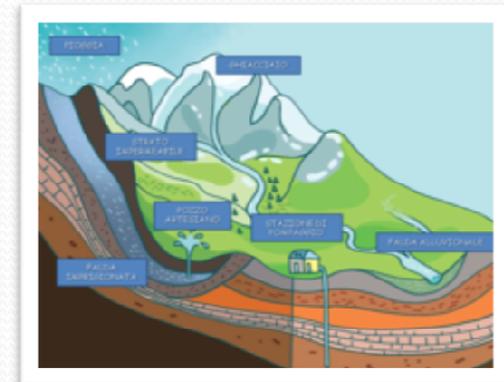
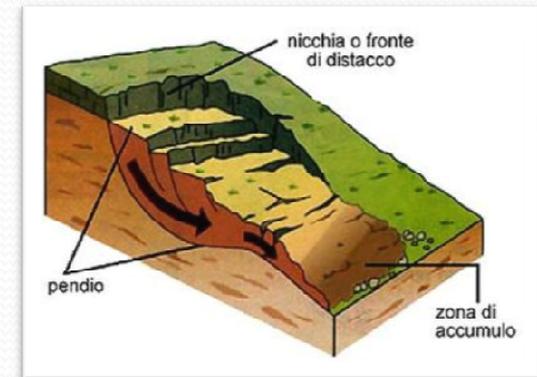
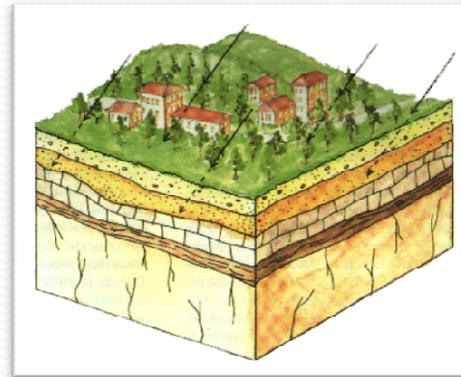
Geophysical and Geological Investigation Service del dott. Geol. G. Potenza

**GAT**  
Geologia Ambiente Territorio

Geologia Ambiente Territorio del dott. Geol. D. Lacava

# Settori di interesse

- Geologia applicata,
- Caratterizzazione delle instabilità di versante,
- Geotecnica
- Idrogeologia
- Ricerca archeologica.



# Le frane in Basilicata

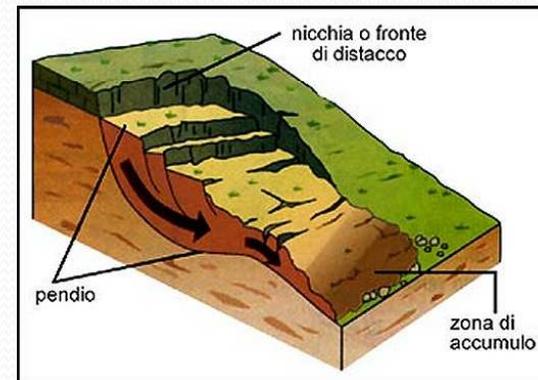
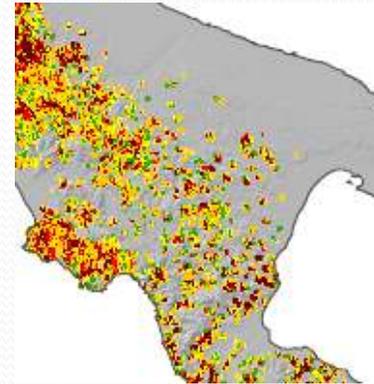
La Basilicata è una regione molto esposta al rischio frana;

Gran parte del suo territorio risulta modellata in terreni argillosi (Formazione delle Argille Varicolori e Formazione delle Argille Grigio-azzurre);

Repentino sollevamento tettonico avvenuto nel Quaternario;

La tipologia più diffusa è la frana rotazionale complessa con sviluppo di superfici di scivolamento secondarie ad evoluzione retrogressiva con possibile evoluzione in colata dell'accumulo di frana;

Gravi conseguenze sull'efficienza del sistema viario e più in generale sul sistema socio-economico regionale.



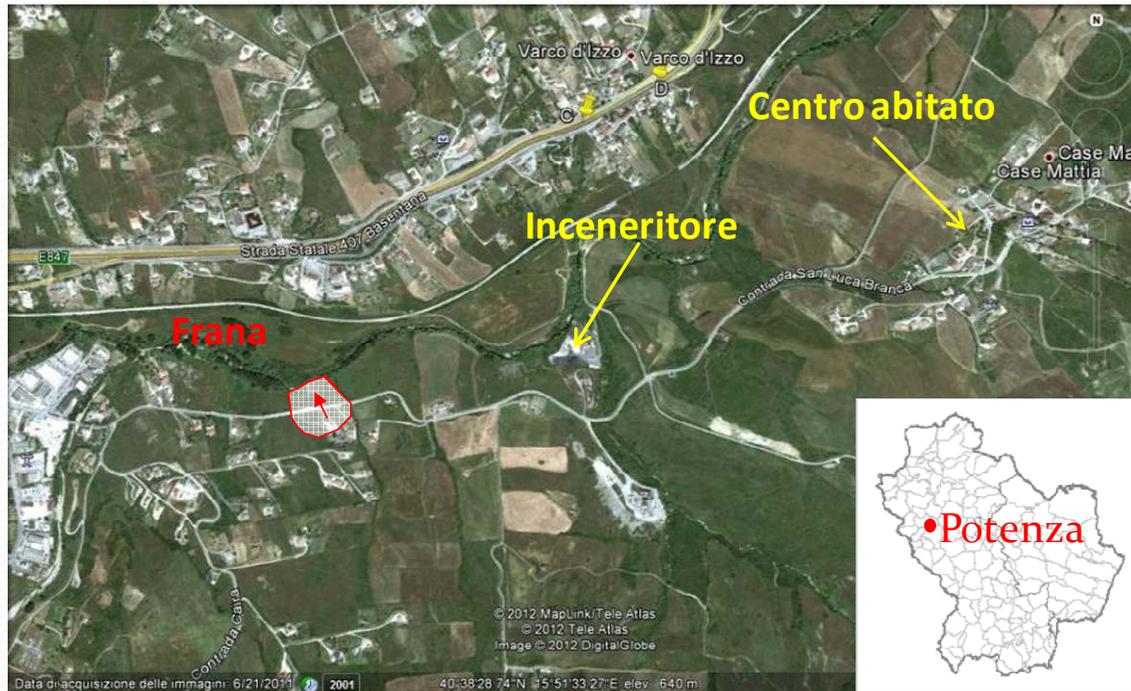
# Interventi di stabilizzazione

- Interventi di stabilizzazione basati su soluzioni progettuali dettate dalla prassi e dall'emergenza;
- Mancata caratterizzazione del corpo di frana dal punto di vista geometrico, geotecnico e idrogeologico;
- Sovradimensionamento delle opere di stabilizzazione
- Il problema si ripropone con cadenza stagionale.

**Al contrario, la progettazione di interventi di stabilizzazione efficienti e in grado di assicurare la loro azione stabilizzante sul lungo periodo richiedono una diagnosi preliminare del dissesto di versante che può essere affrontata con l'uso congiunto delle tecniche geofisiche.**

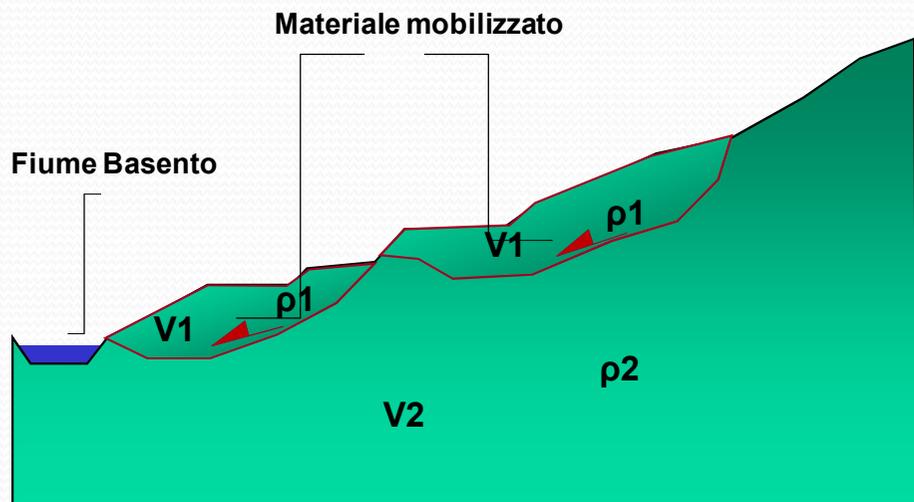


# La frana di S.Luca Branca (PZ)



- Piccola frana rotazionale di circa 300 m x 200 m che interessa l'unica via di accesso alla contrada S. Luca branca e ad un impianto di smaltimento rifiuti;
- 400K€ già spesi per interventi non risolutivi dal Comune di Potenza;
- Il Dipartimento Infrastrutture OO. PP. e Mobilità della Regione Basilicata e il Commissario Straordinario Delegato, D.P.C.M. 21 Gennaio 2011 commissionano un'indagine approfondita.

# La frana di S.Luca Branca (PZ)



 Formazione delle Argille Varicolori (Cretacico superiore – Oligocene; Selli 1962) - Formazioni Strutturalmente Complesse (A.G.I., 1979)

$V_1 < V_2$  Presenza di contrasti di impedenza sismica tra materiale mobilizzato e materiale in posto Méric et al., 2007; Jongmans et al., 2009)

$\rho_1 < \rho_2$  Presenza di contrasti di resistività elettrica tra materiale mobilizzato e materiale in posto (Lapenna et al. 2003; Perrone et al., 2005)

## Indagini proposte ed eseguite da G&GIS per conto del Dipartimento della Protezione Civile della Basilicata

- **LA SEZIONE DEI CONTRASTI DI IMPEDENZA SISMICA**, “vede” la differenza di densità (rigidità sismica) tra i diversi “orizzonti” del sottosuolo. Ottenuta mediante allineamento in array di diverse stazioni singole HVSR sincronizzate.
- **LA TOMOGRAFIA DI RESISTIVITA' ELETTRICA**, “vede” la resistenza al passaggio di corrente dei diversi “orizzonti” del sottosuolo, mediante un resistivimetro multielettrodo.

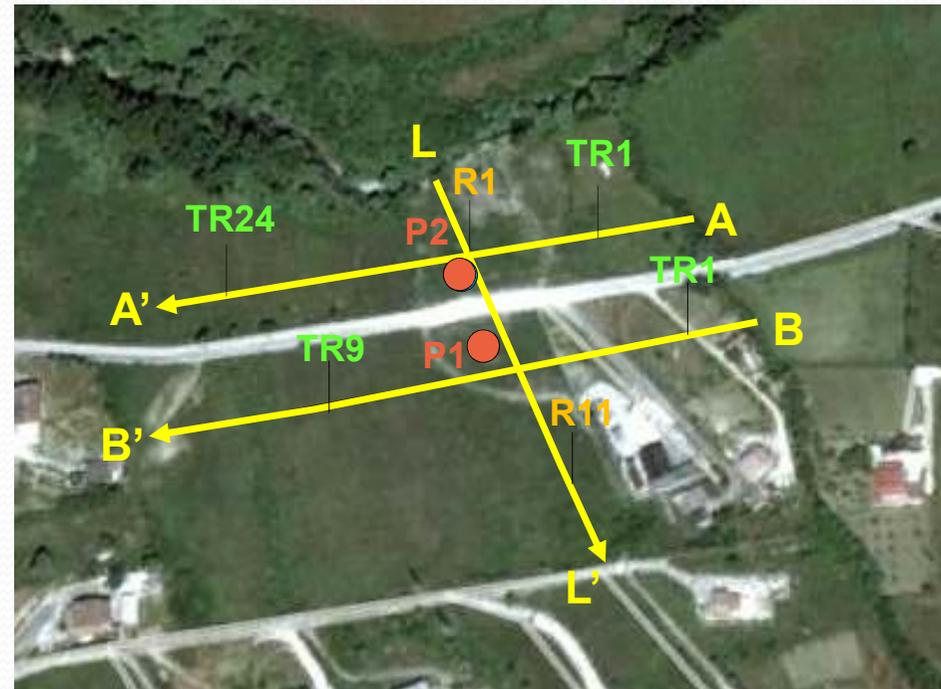
### COME SI CORRELANO LE DUE TECNICHE?

- (**HVSR**) - Una massa in frana ha una densità minore del materiale in posto non mobilitato, pertanto il contrasto di impedenza sismico è ben visibile, in questo caso il volume risonante è proprio il corpo di frana.
- (**ERT**) - Una massa in frana è solitamente più satura di acqua (conduttivo) del substrato in posto non mobilitato (resistivo), la superficie che separa i due orizzonti è la superficie di taglio.

**SI VEDE LA STESSA COSA CON DUE OCCHI DIVERSI..!!**

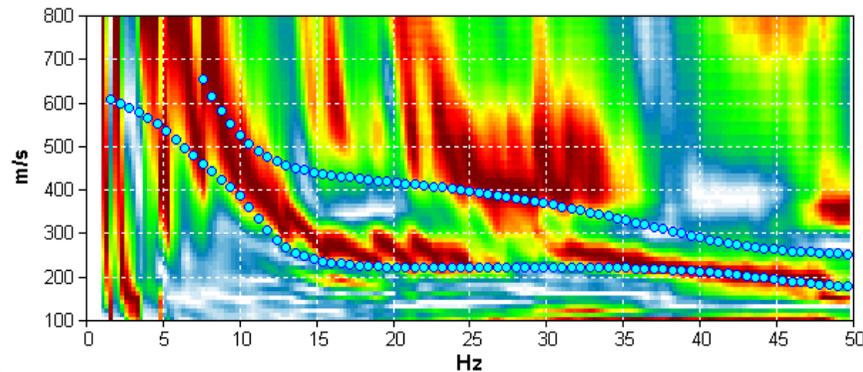
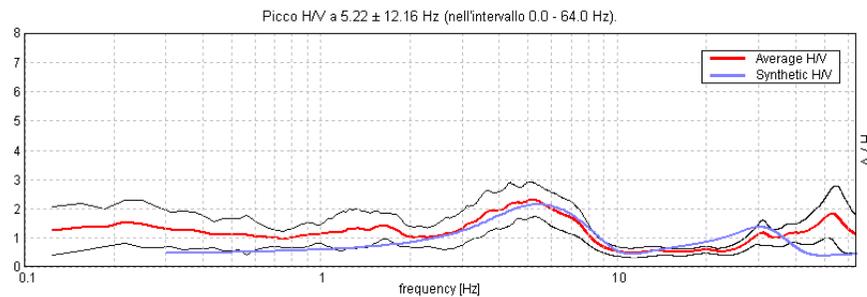
# Piano delle indagini

Tecnica utilizzata	Quantità
Sismica passiva per la misura ed analisi di microtremore ambientale di (H/V)	50 stazioni singole
Sismica attiva per l'analisi relativa alla propagazione delle onde superficiali nel sottosuolo (MASW)	2 stendimenti multicanale
Sismica passiva per l'analisi relativa alla propagazione delle onde superficiali nel sottosuolo (REMI)	2 stendimenti multicanale
Tomografie di Resistività Elettrica (ERT)	3 stendimenti multicanale
Prove penetrometriche Dinamiche (DPM)	2



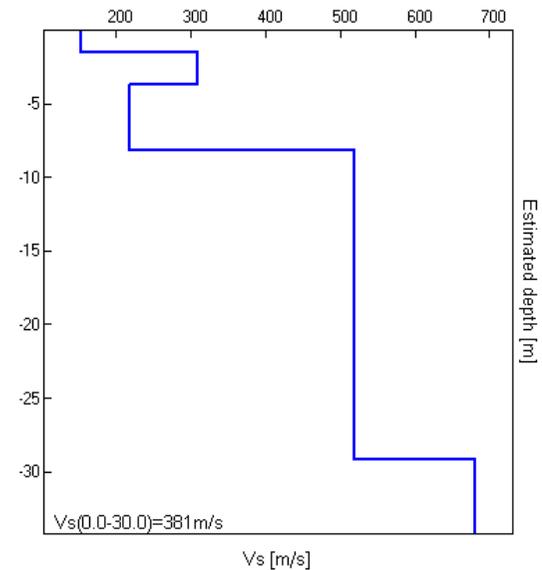
# Tecniche sismiche passive e attive

Curva di dispersione teorica delle onde Rayleigh  
Inversione congiunta con misura HVSR e MASW



Modello di  $v_s$  nei primi 30 m di sottosuolo  
 $v_s(0.0-30.0)=381$  m/s

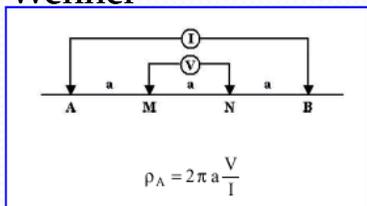
Profondità alla base dello strato [m]	Spessore [m]	$V_s$ [m/s]	Rapporto di Poisson
1.40	1.40	155	0.35
3.40	2.00	310	0.35
8.20	4.80	220	0.35
29.20	21.00	520	0.35
inf.	inf.	680	0.35



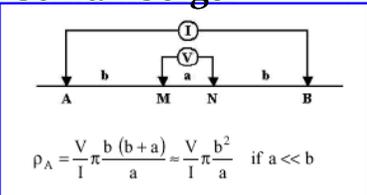
# Tomografia di resistività elettrica

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

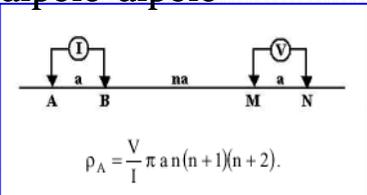
Wenner



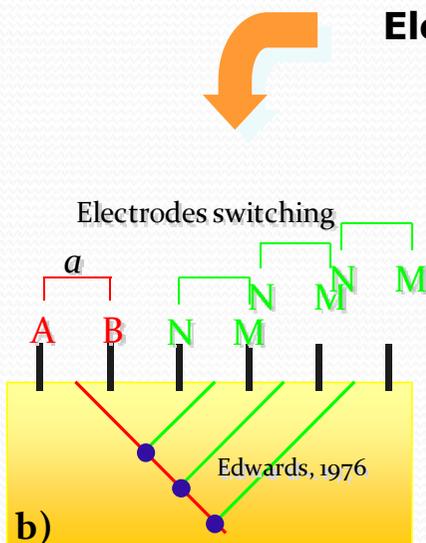
Schlumberger



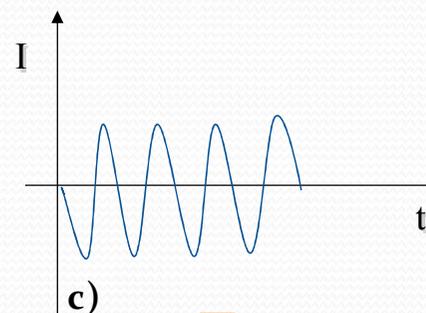
dipolo-dipolo



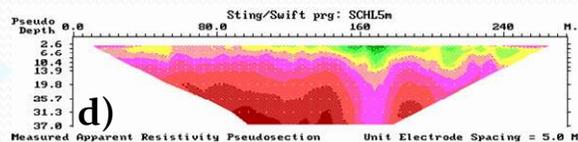
Electra® Micromed



2, 4, 8, Hz alternate current wave



Pseudosection

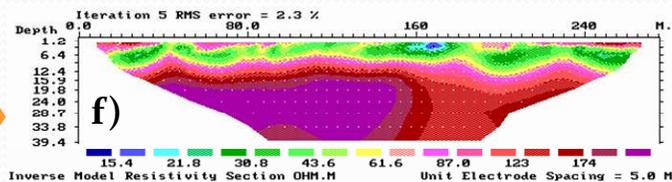


Inversion



RES2DInv  
Loke & Barker,  
1996

Tomography

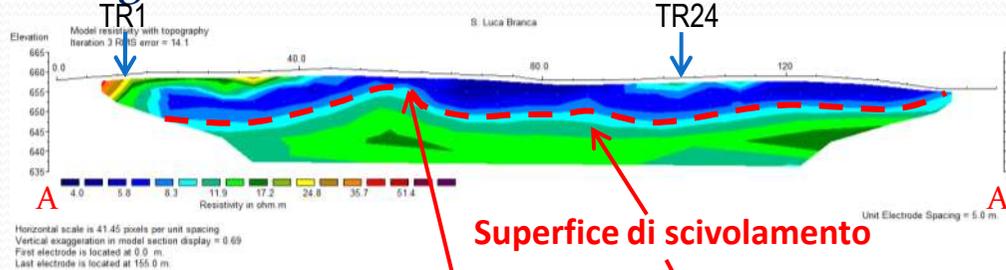


# Caratterizzazione geofisica della frana di S. Luca Branca

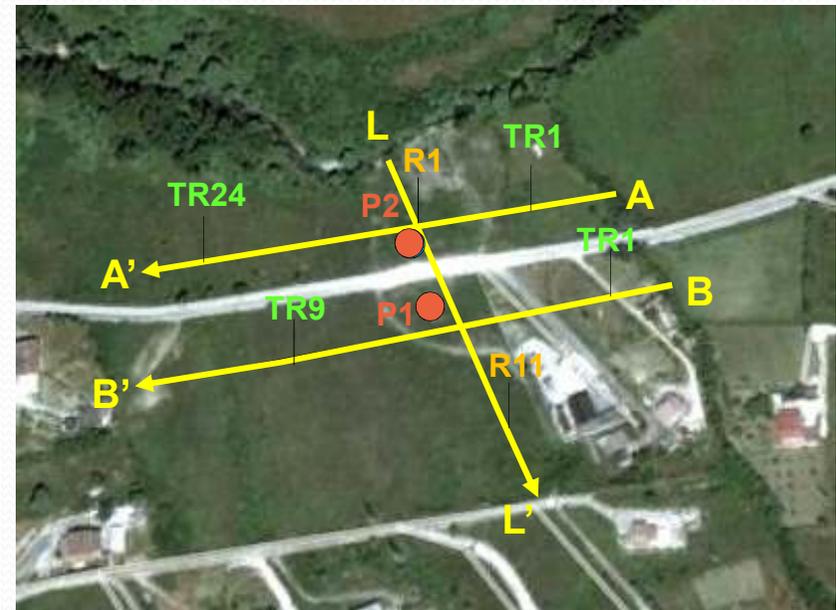
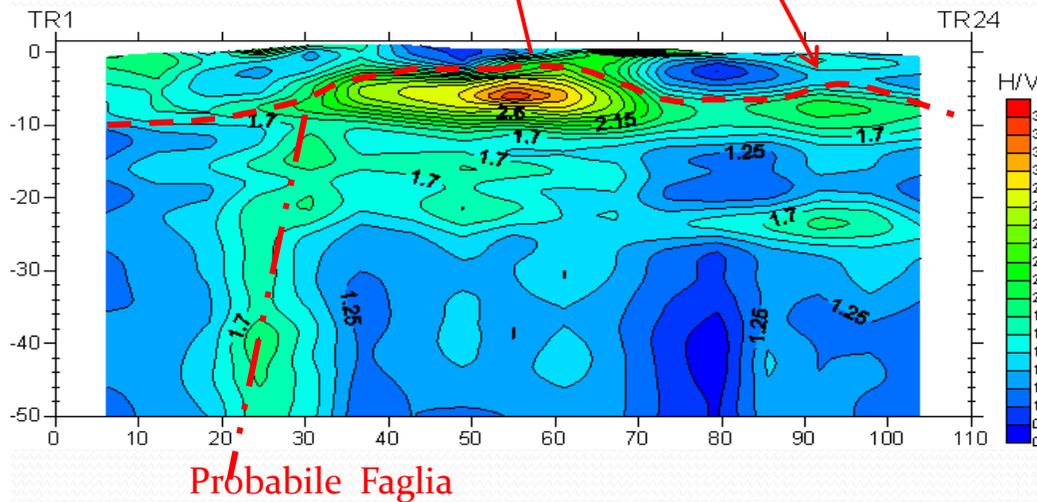
## Sezione W-TV

Strumentazione impiegata: Micromed Electra, 32 elettrodi a 5m di spaziatura

### Tomografia di Resistività Elettrica

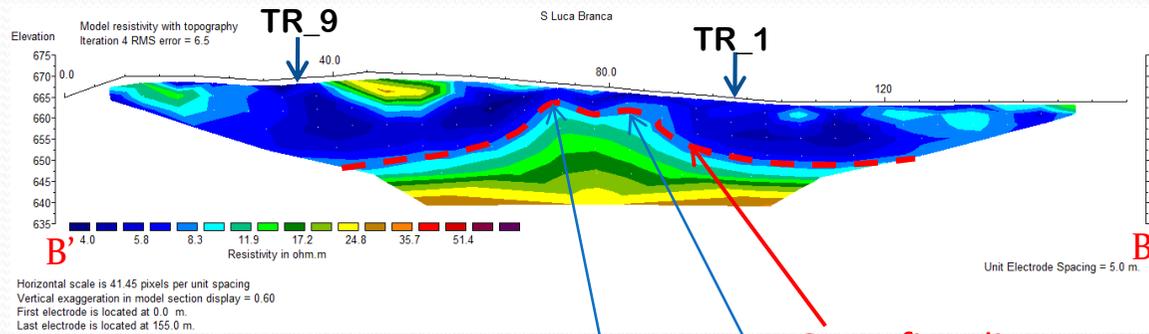


### Sezione dei contrasti di impedenza sismica



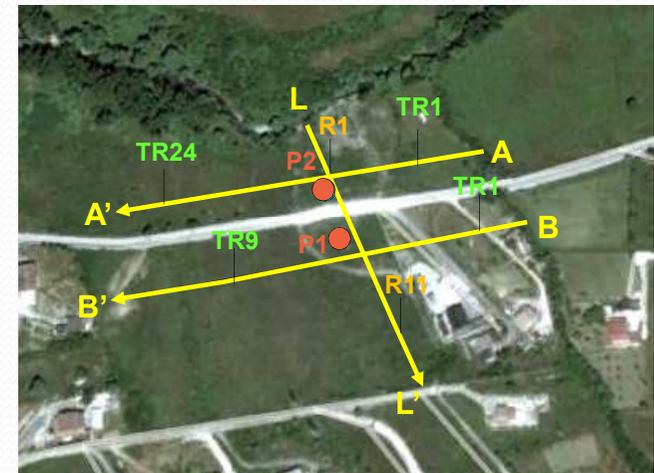
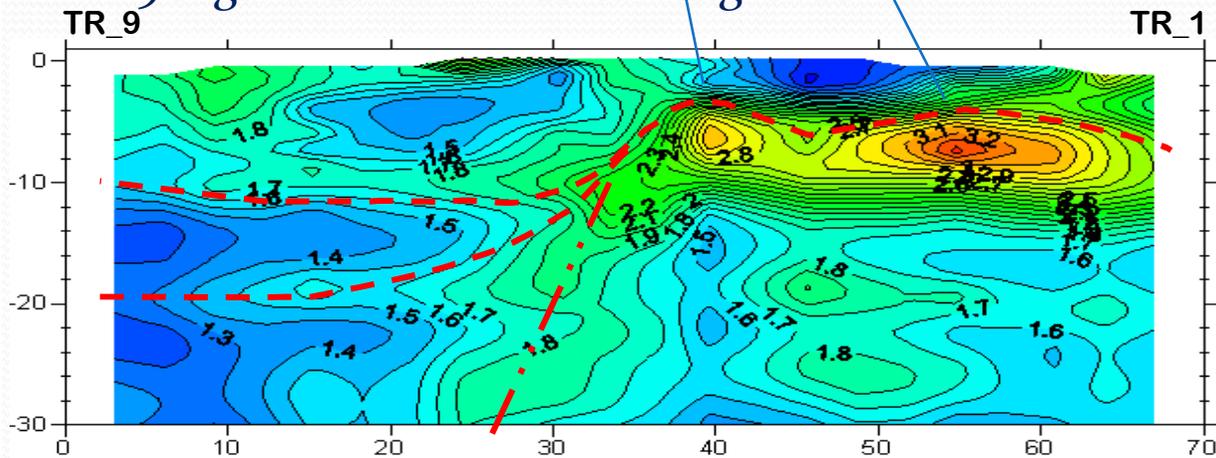
# Sezione W-TM

## Tomografia di Resistività Elettrica



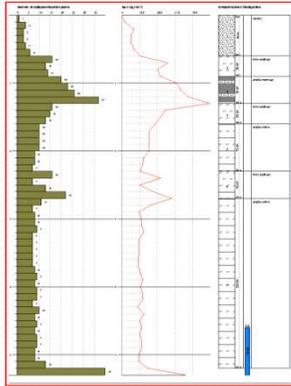
Superficie di scivolamento

## Sezione dei contrasti di impedenza sismica ottenuta da 9 registrazioni a stazione singola HVSR

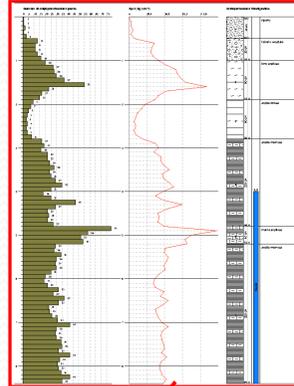


# Sezione L

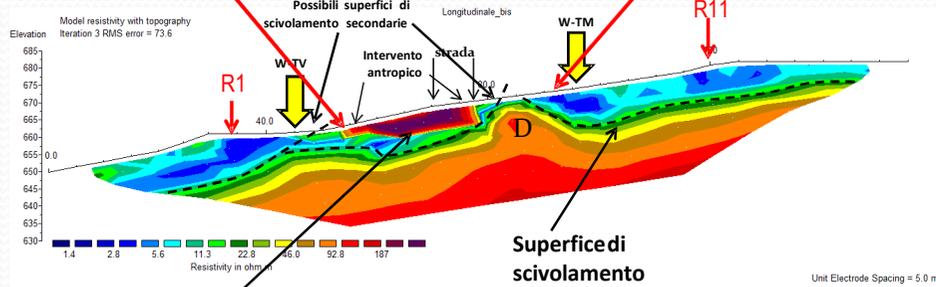
P2



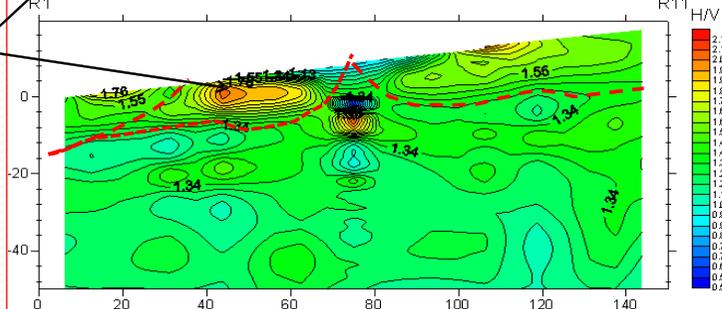
P1



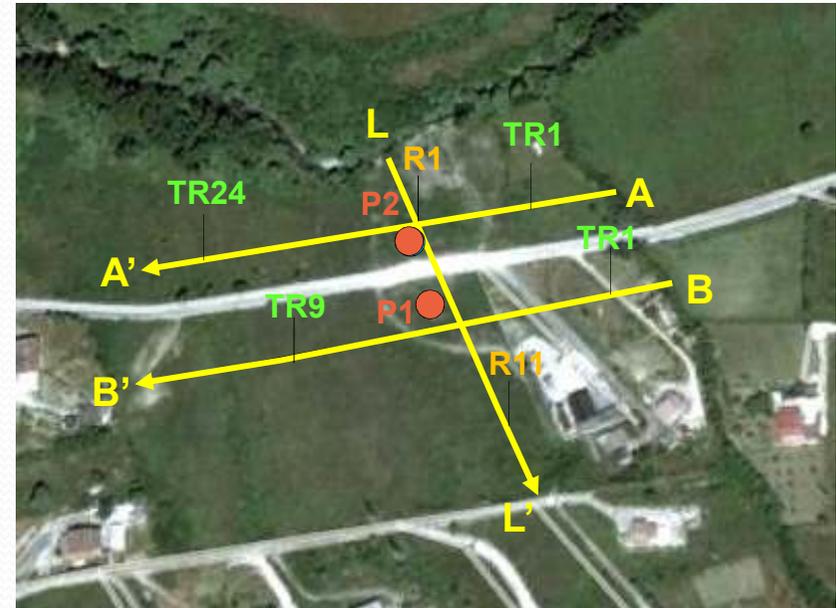
## Tomografia di Resistività Elettrica



## Sezione dei contrasti di impedenza sismica



Gabbioni in materiale lapideo sospesi su superficie di scivolamento



## Informazioni ottenute

## Indirizzi progettuali

8-15 m di materiale mobilizzato e geometria della superficie di distacco.



Opere di stabilizzazione deformabili la cui collocazione deve essere fatta in modo da sfruttare a vantaggio della stabilità le ondulazioni del substrato in posto.

Presenza d'acqua nei terreni movimentati, e conseguente riduzione della resistenza al taglio del materiale per aumento delle pressioni interstiziali e aumento del peso di volume.



Opere di drenaggio per ridurre il contenuto d'acqua del materiale franoso ed opere di canalizzazione atte ad impedire l'infiltrazione di acque meteoriche.

Superfici di scivolamento multiple ad evoluzione retrogressiva in possibile relazione con il continuo scalzamento al piede operato dal fiume Basento.



Le opere devono tener conto della posizione delle superfici di scivolamento e dovrebbero includere opere di difesa spondale sul tratto di fiume interessato dal piede della frana.

Osservare il rapporto tra le opere di stabilizzazione preesistenti e le caratteristiche della frana.



Rimodulazione del ruolo della gabbionata all'interno del nuovo intervento di stabilizzazione.

# Intervento realizzato





# Conclusioni

- La franosità diffusa del territorio della Basilicata determina gravi conseguenze sulla rete viaria;
- Gli interventi di ripristino della viabilità sono prevalentemente basati sulla prassi e su una logica di gestione dell'emergenza (ripristino funzionale limitato alla sede stradale e non esteso al versante);
- Tale approccio non consente interventi efficaci sul lungo termine perchè non rimuove le cause d'instabilità;
- Un approccio diagnostico multidisciplinare basato su tecniche geofisiche può guidare la progettazione di un intervento di stabilizzazione efficace esteso a tutto il versante in frana;
- Il monitoraggio e controllo futuro delle opere di stabilizzazione realizzate potrà consentire una valutazione dell'efficacia dell'approccio diagnostico e progettuale seguito.