

MODELLAZIONE STRUTTURALE E GEOCINEMATICA DEL MOVIMENTO GRAVITATIVO PROFONDO DEL VERSANTE MERIDIONALE DELLA DORSALE DI C.MA STORTA, IN LOC.PANAROTTA – LEVICO TERME (TN):

**UN APPROCCIO INTEGRATO DEI METODI DI INDAGINE GEOELETRICA,
SISMICA ED AUDIOMAGNETOTELLURICA.**

dott. geol. Lorenzo CADROBBI
dott. geol. Daniele FIORONI

Geologia  Applicata
STUDIO ASSOCIATO

Dott. Lorenzo Cadrobbi
Dott. Michele Nobile
Dott. Stefano Paternoster
Dott. Claudio Valle

Mezzocorona (TN)
Via del Teroldego, 1
TEL: 0461/605904
FAX: 0461/606500
E-MAIL: info@geologiaapplicata.it

dott. geol. Tomas GARBARI
dott. geol. Luigi VERONESE



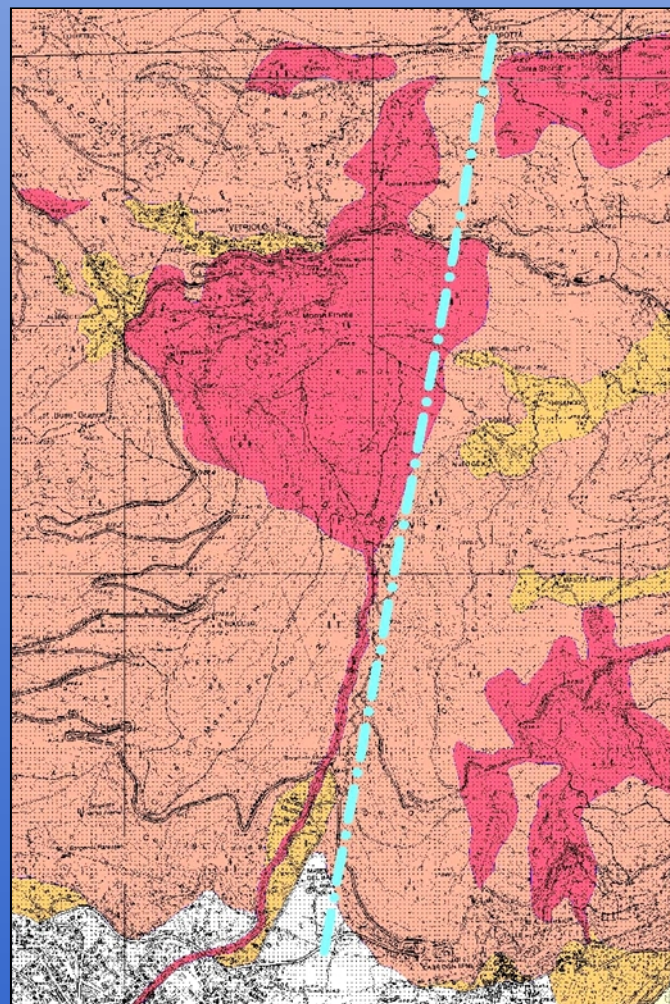
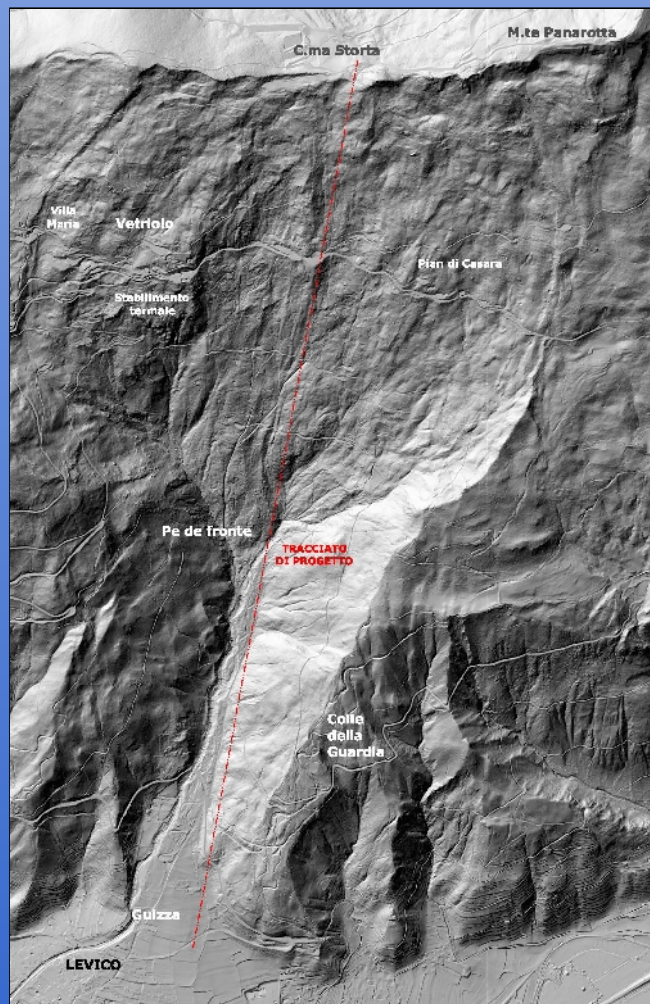
GG Service sas
via Bellavista, 13/A
38069 Torbole s/G (TN)
P.Iva/C.F./Reg. TN: 01999920224
tel/fax: 0464-664799/506041
infoggservice@gmail.com

COLLEGAMENTO FUNIVIARIO LEVICO TERME-VETRIOLO-PANAROTTA

COMMITTENTE: TRENTINO SVILUPPO S.p.A.

STUDIO GEOLOGICO-GEOTECNICO DI FATTIBILITÀ

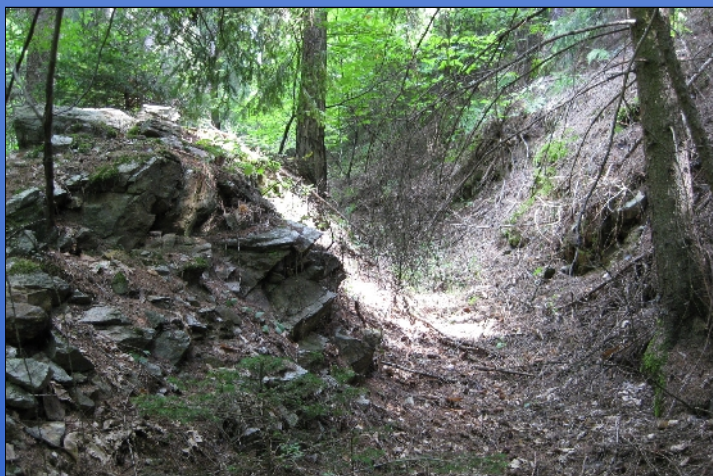
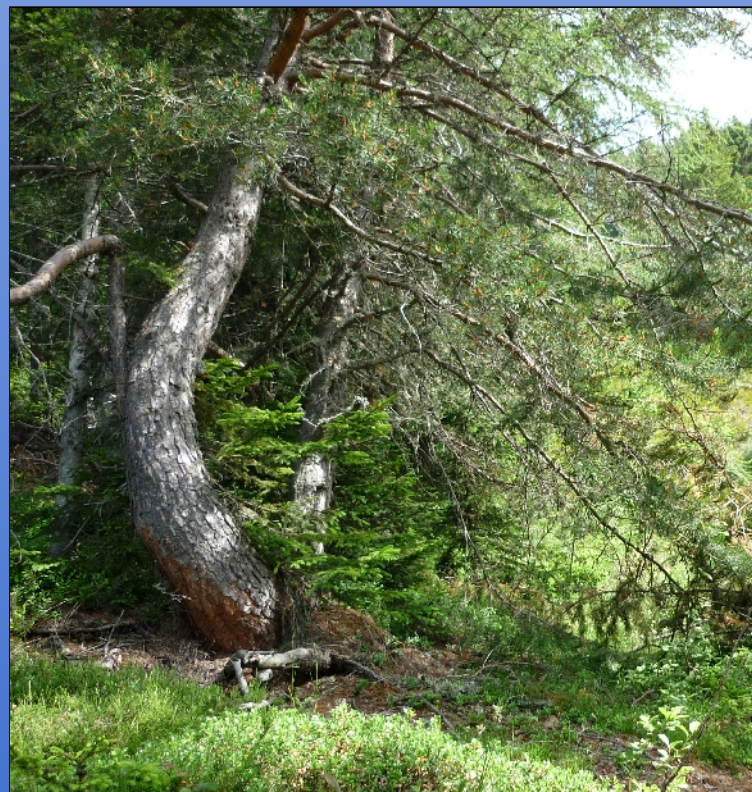
IN UN'AREA AD ELEVATA PERICOLOSITÀ GEOLOGICA DOVUTA ALLA PRESENZA
DI UN FENOMENO GRAVITATIVO PROFONDO



COLLEGAMENTO FUNIVIARIO LEVICO TERME-VETRIOLO-PANAROTTA

STUDIO GEOLOGICO-GEOTECNICO DI FATTIBILITÀ

STATO DEI LUOGHI ED EVIDENZE GEOMORFOLOGICHE “SPIE” DEL MOVIMENTO



COLLEGAMENTO FUNIVIARIO LEVICO TERME-VETRIOLO-PANAROTTA

STUDIO GEOLOGICO-GEOTECNICO DI FATTIBILITÀ

DANNI A MANUFATTI ED INFRASTRUTTURE



COLLEGAMENTO FUNIVIARIO LEVICO TERME-VETRIOLO-PANAROTTA

STUDIO GEOLOGICO-GEOTECNICO DI FATTIBILITÀ

OBIETTIVI DELLO STUDIO GEOLOGICO

- MODELLO GEOLOGICO E GEOCINEMATICO DEL VERSANTE LUNGO IL TRACCIATO DI PROGETTO
- VALUTAZIONE GEOTECNICA DELLE INTERAZIONI TERRENO-STRUTTURA (AMMISSIBILITÀ IN FUNZIONE DEGLI ACCORGIMENTI COSTRUTTIVI)
- SOSTENIBILITÀ GEOLOGICA DELL'INTERVENTO DI PROGETTO – **NO!**

COLLEGAMENTO FUNIVIARIO LEVICO TERME-VETRIOLO-PANAROTTA

STUDIO GEOLOGICO-GEOTECNICO DI FATTIBILITÀ

PIANO DELLE INDAGINI E GRADO DI APPROFONDIMENTO DELLO STUDIO GEOLOGICO:

- **FOTOINTERPRETAZIONE ED ANALISI GEOMORFOLOGICA SU FOTO AEREE E DTM (LIDAR)**
- **RILIEVO GEOMORFOLOGICO E GEOMECCANICO IN SITO**
- **INDAGINI INDIRETTE: TOMOGRAFIE ELETTRICHE, RE-MI, AUDIO-MAGNETO-TELLURICA (AMT)**
- **INDAGINI DIRETTE: SONDAGGI GEOGNOSTICI E STRUMENTAZIONE PER IL MONITORAGGIO (INCLINOMETRI)**
- **CAMPAGNA DI MONITORAGGIO INCLINOMETRICO**

INDAGINI DIRETTE ED INDIRECTE ESEGUITE

Indagini di tomografia elettrica e di sismica passiva per il dimensionamento dei sondaggi meccanici (bando di gara)

(where) Ubicazione in corrispondenza delle strade forestali raggiungibili dai macchinari

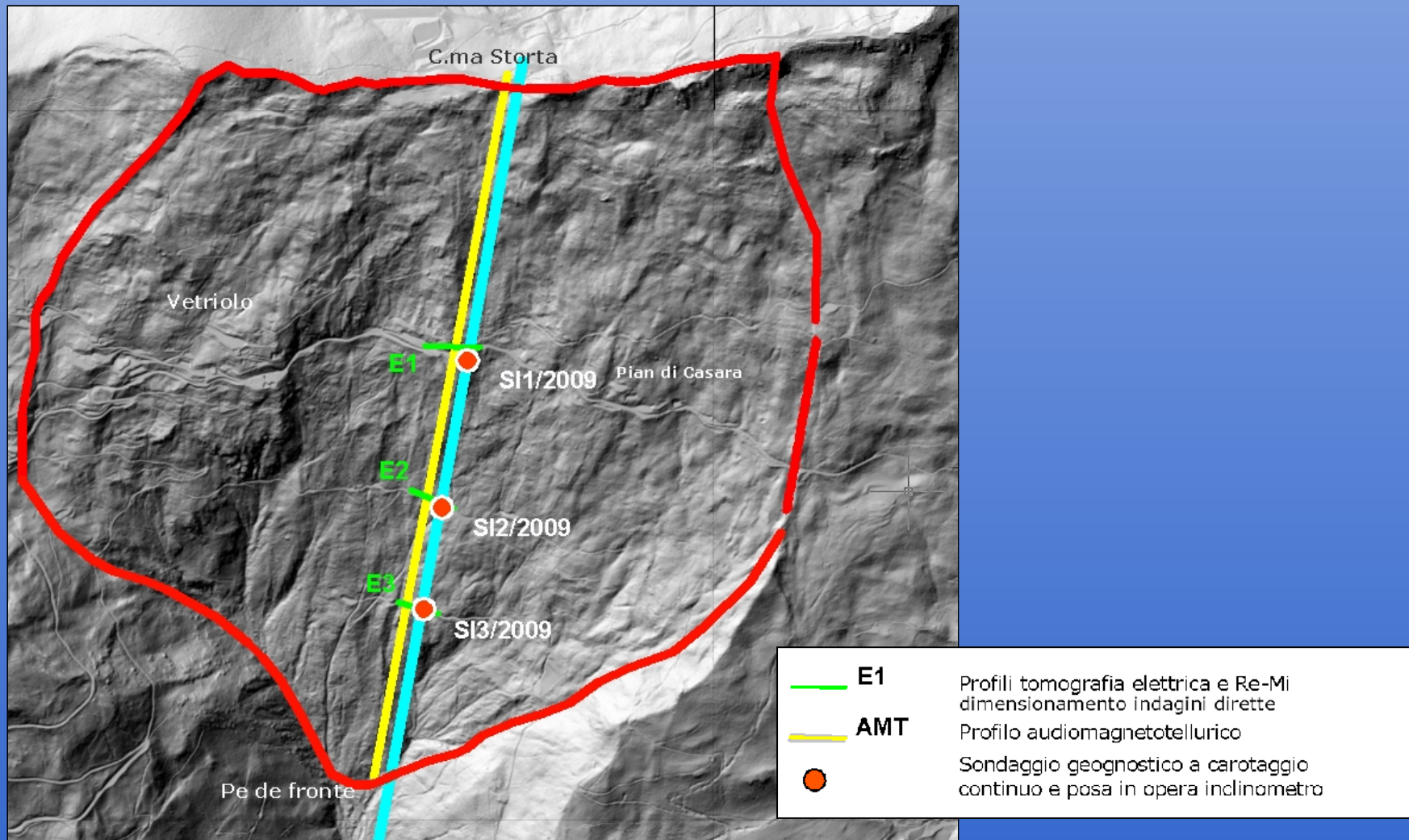
(why) Verificare la presenza del substrato roccioso entro i 30-40m come da apparenze geologiche (sondaggi di Vetriolo paese)

Modello geologico complesso con materiali rigidi e plastici, presenza d'acqua e morfologia accidentata: opzione investigativa a favore della tomografia elettrica con sismica passiva di supporto.

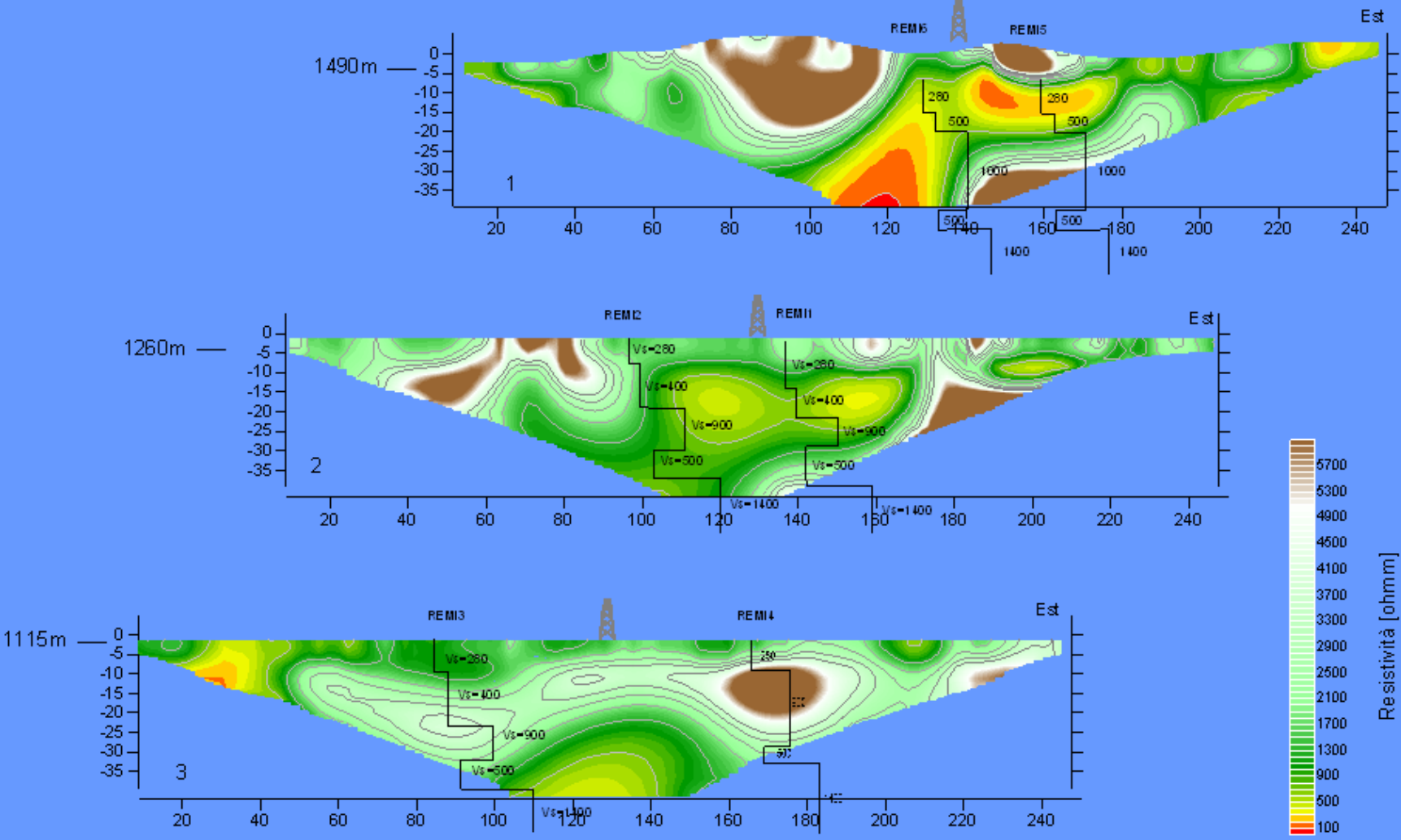
COLLEGAMENTO FUNIVIARIO LEVICO TERME-VETRIOLO-PANAROTTA

STUDIO GEOLOGICO-GEOTECNICO DI FATTIBILITÀ

UBICAZIONE INDAGINI DIRETTE ED INDIRETTE ESEGUITE



INDAGINI INDIRETTE ESEGUITE



INDAGINI INDIRETTE ESEGUITE - ESITI-

- Sottosuolo contraddistinto da una elevata eterogeneità sia verticale che laterale anche in presenza di affioramenti del substrato che appare quindi sradicato
- Assenza di un'interfaccia di riferimento roccia/copertura
- Presenza di nuclei resistivi (profilo 1) di dimensioni notevoli sostenuti da materiali decisamente più conduttivi
- I modelli verticali di velocità Vs sono compatibili con alternanze di corpi a differente rigidità con il probabile bedrock al di sotto dei 40m
- Compatibilità con una struttura geologica caratterizzata da zolle di substrato mobilizzate
- Lunghezza dei sondaggi inclinometrici proposta non inferiore a 50m

INDAGINI DIRETTE ESEGUITE

START!

a conclusione delle indagini di tomografia elettrica hanno inizio le perforazioni dei punti di sondaggio S1, S2 ed S3 previsti per lunghezze pari a $L=50\text{ml}$

durante la perforazione dell'S1

criticità del substrato

indagine
AMT

prolungamento
fino a 60ml



SI1 L=60.0ml
SI2 L=50.0ml
SI3 L=58.0ml

INDAGINE AMT

Scelta metodologica suggerita dalla complessità morfologica del sito e dai forti dislivelli (900m)

Necessità di raggiungere profondità significative (2-300m)

Strumentazione leggera (30Kg-spalleggiati) con personale ridotto (2 addetti)

Produzione di un modello geologico non di dettaglio a basso impatto economico (causa limitazione di budget)

Proposta iniziale di 2 profili ortogonali (per fornire interpretazione pseudo3D)

Soluzione concessa 1 profilo lungo la massima pendenza (con interpretazione pseudo2D)

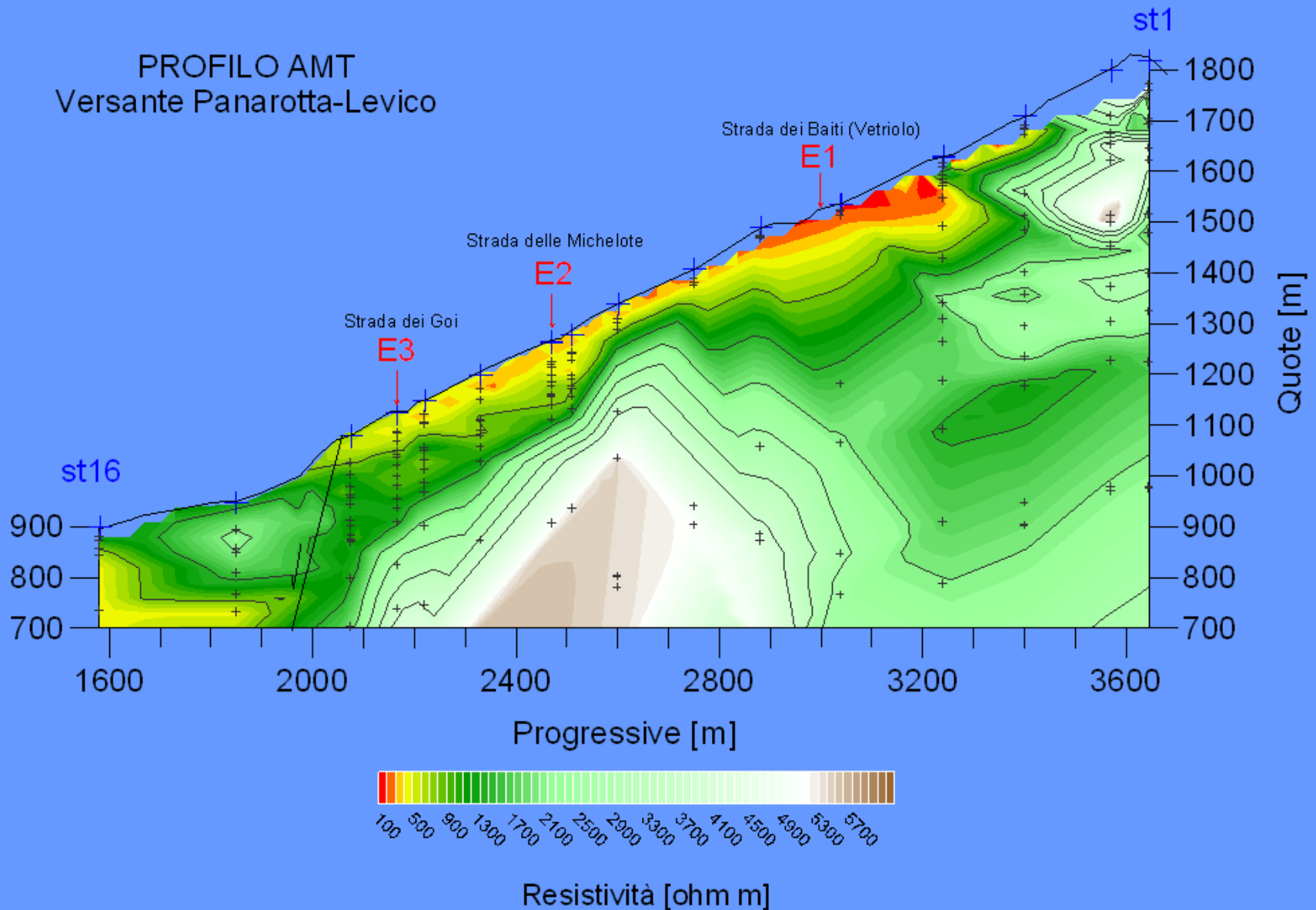
Acquisizione dati 1giorno per 16 stazioni di misura

INDAGINE AMT



INDAGINE AMT

PROFILO AMT Versante Panarotta-Levico



INDAGINE AMT -Esiti-

Pur in presenza di condizioni estremamente difficili, per i forti dislivelli, i dati acquisiti hanno permesso di produrre una sezione di resistività congruente con il modello geologico ipotizzato

Evidenza di una coltre superficiale conduttiva sopra un substrato con caratteristiche elettromagnetiche ben differenziate lungo tutto il suo sviluppo.

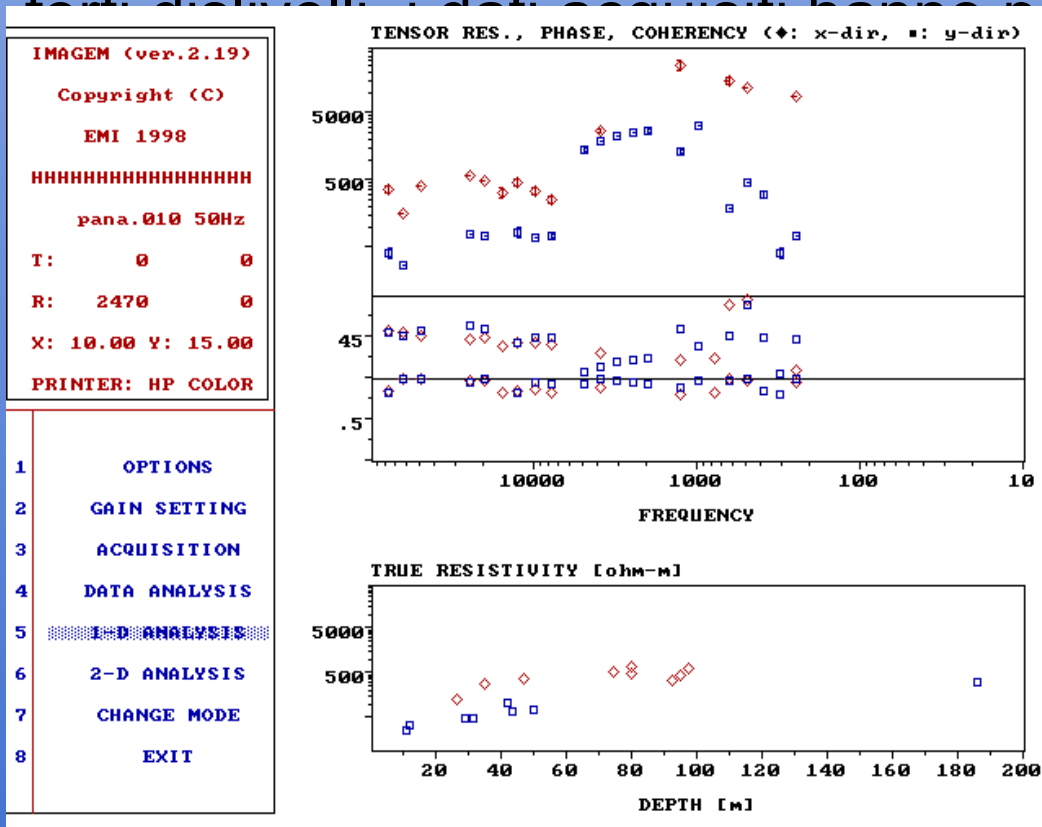
Presenza di un nucleo altoresistivo tra progr.2000-3000m di progetto

Il conduttore è strutturato in accumuli controllati dalla morfodinamica del versante con spessori maggiori nella zona di Vetriolo dove possono superare i 70-80m.

Il nucleo resistivo costituisce una proiezione su un piano di un oggetto tridimensionale la cui reale posizione non è definibile sulla base di un solo profilo. Spalla o soglia?

INDAGINE AMT - Esiti-

Pur in presenza di condizioni estremamente difficili, per i forti livelli di dati acquisiti ha permesso di produrre un modello con il modello



ESEMPIO DI SONDAGGIO AMT.

Curva di resistività apparente del tensore, fase e coerenza del segnale

Nel riquadro in basso modellazione 1D Bostick

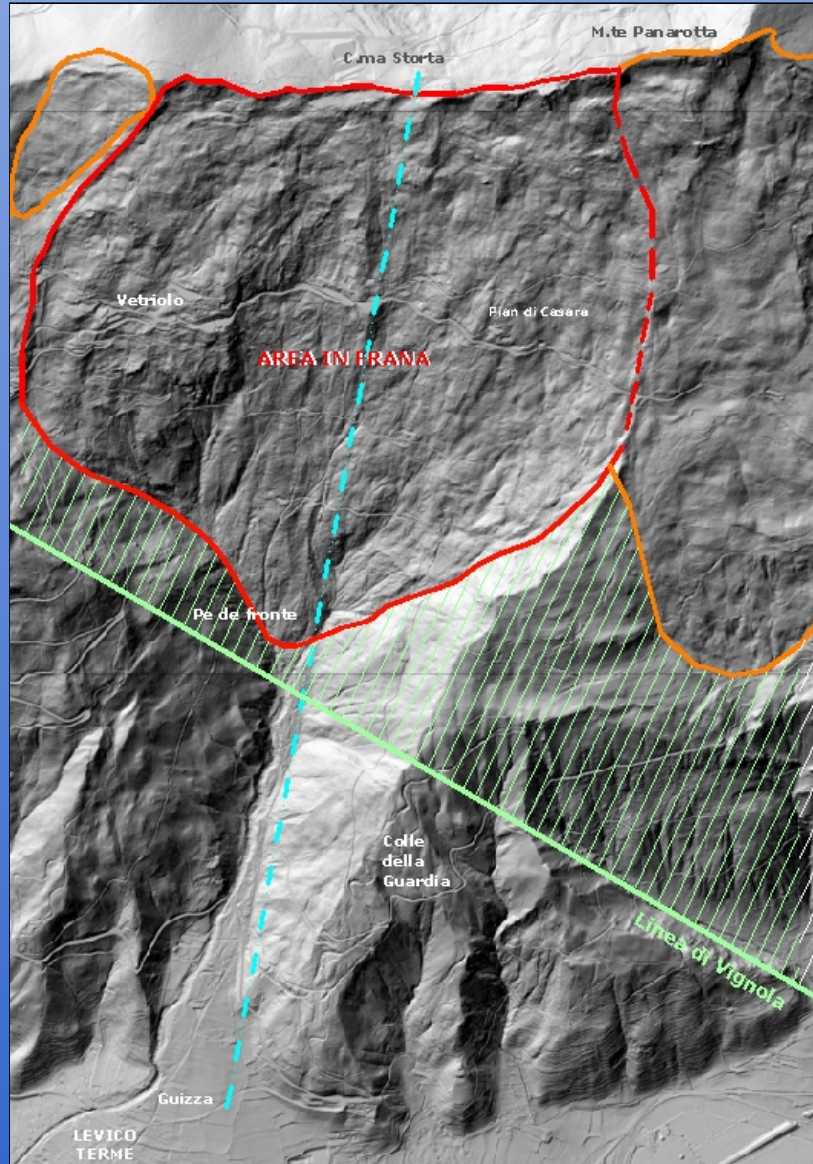
li controllati dalla ssonori maggiori nella are i 70-80m.

Il nucleo resistivo costituisce una proiezione su un piano di un oggetto tridimensionale la cui reale posizione non è definibile sulla base di un solo profilo. Spalla o soglia?

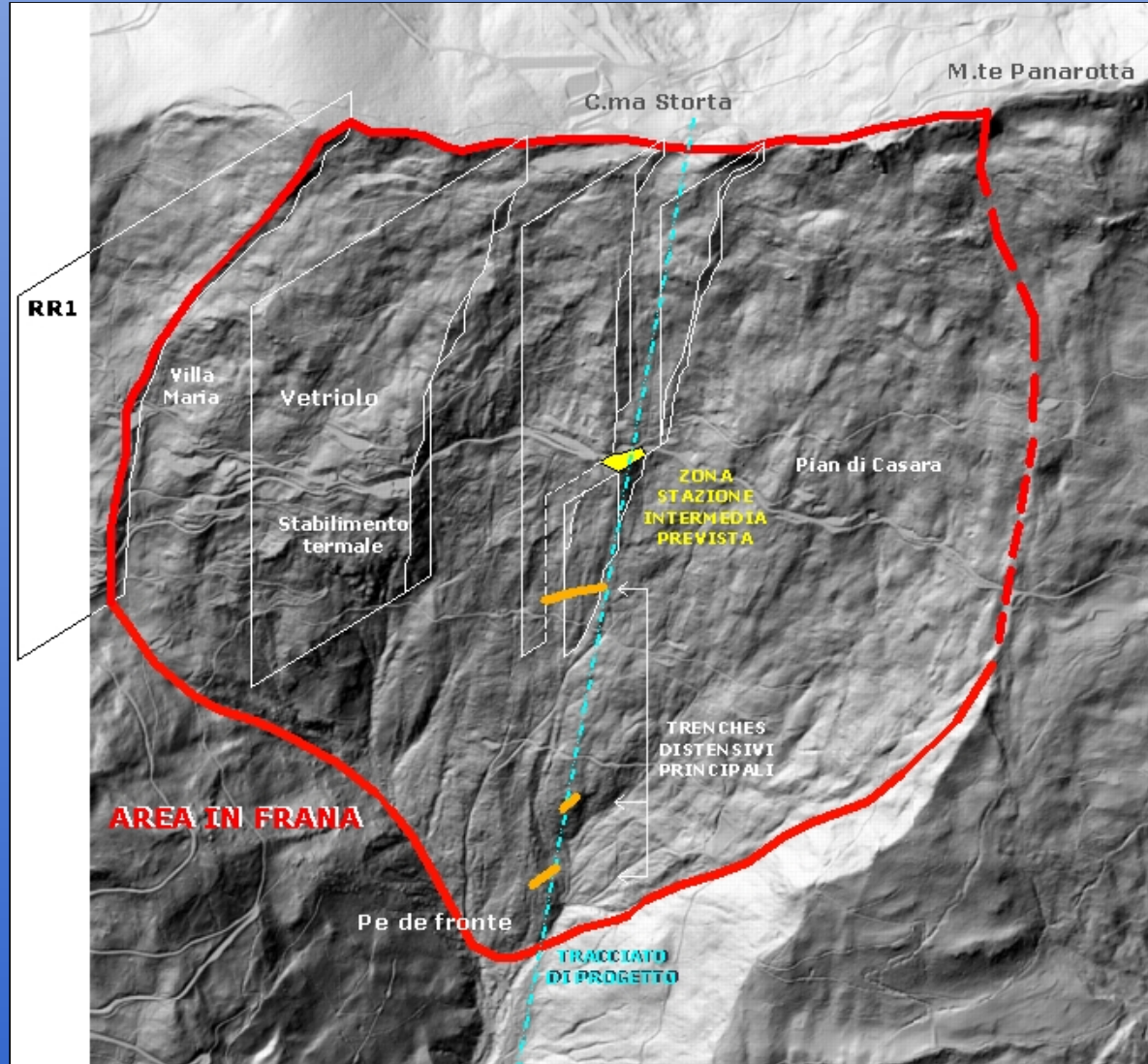
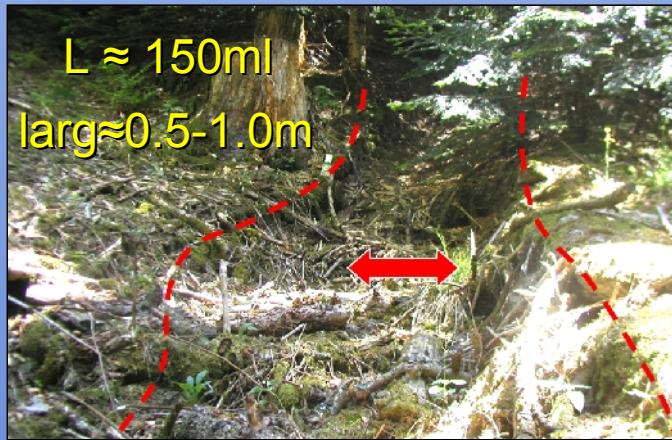
COLLEGAMENTO FUNIVIARIO LEVICO TERME-VETRIOLO-PANAROTTA

STUDIO GEOLOGICO-GEOTECNICO DI FATTIBILITÀ

ELEMENTI MESOSTRUTTURALI E MODELLO GEOCINEMATICO DEL VERSANTE



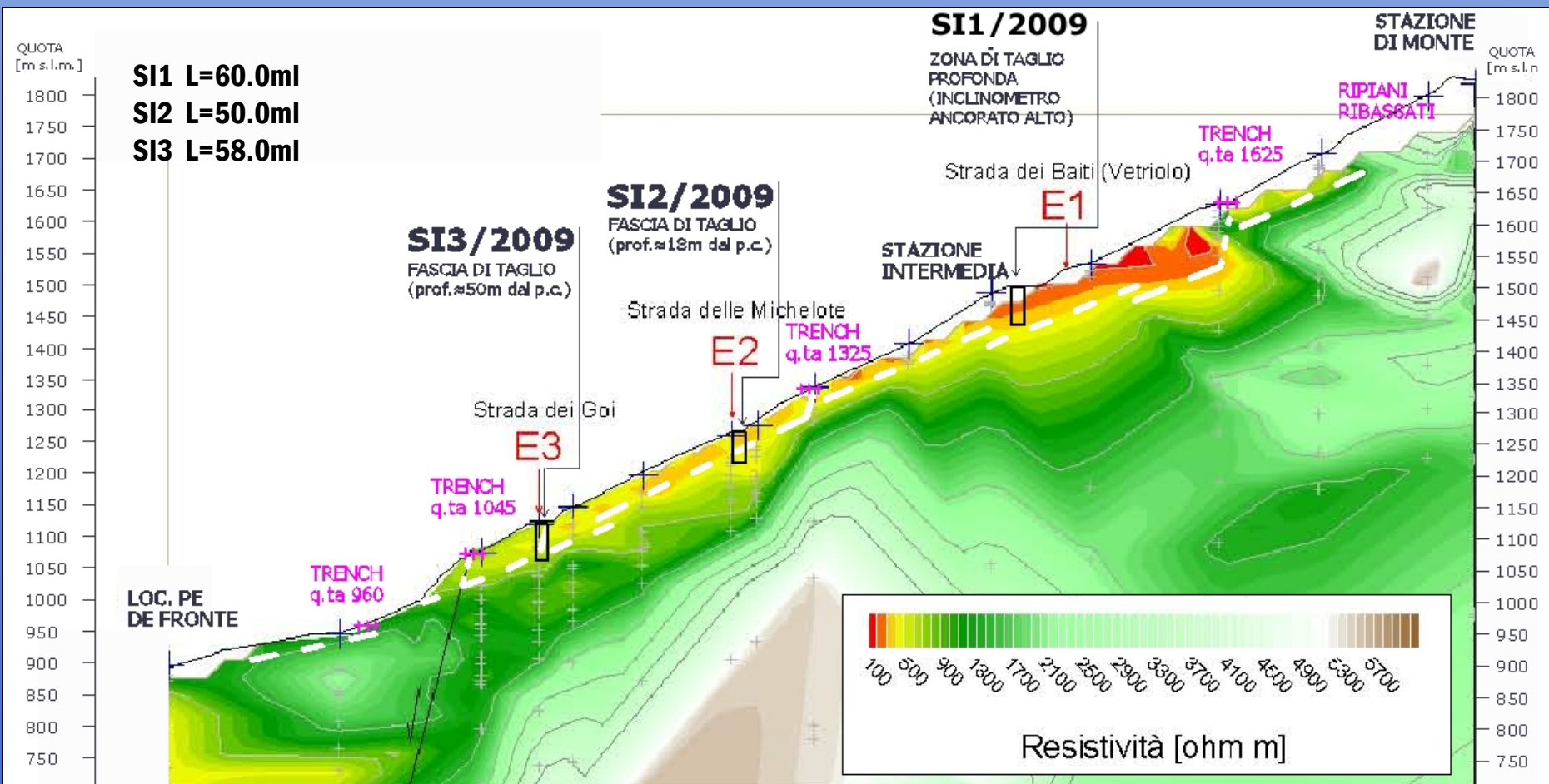
ELEMENTI MESOSTRUTTURALI E MODELLO GEOCINEMATICO DEL VERSANTE



COLLEGAMENTO FUNIVIARIO LEVICO TERME-VETRIOLO-PANAROTTA

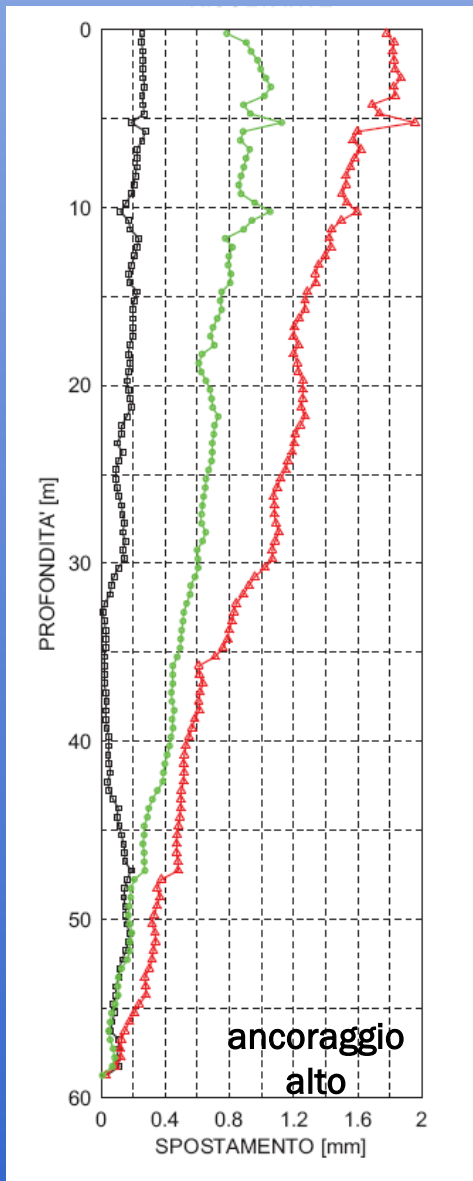
STUDIO GEOLOGICO-GEOTECNICO DI FATTIBILITÀ

ELEMENTI MESOSTRUTTURALI E MODELLO GEOCINEMATICO DEL VERSANTE

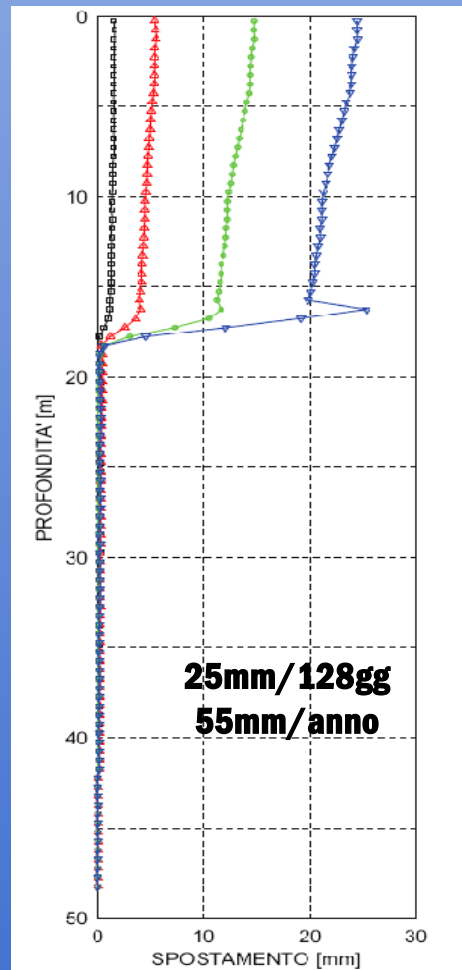


ESITI DEL MONITORAGGIO INCLINOMETRICO

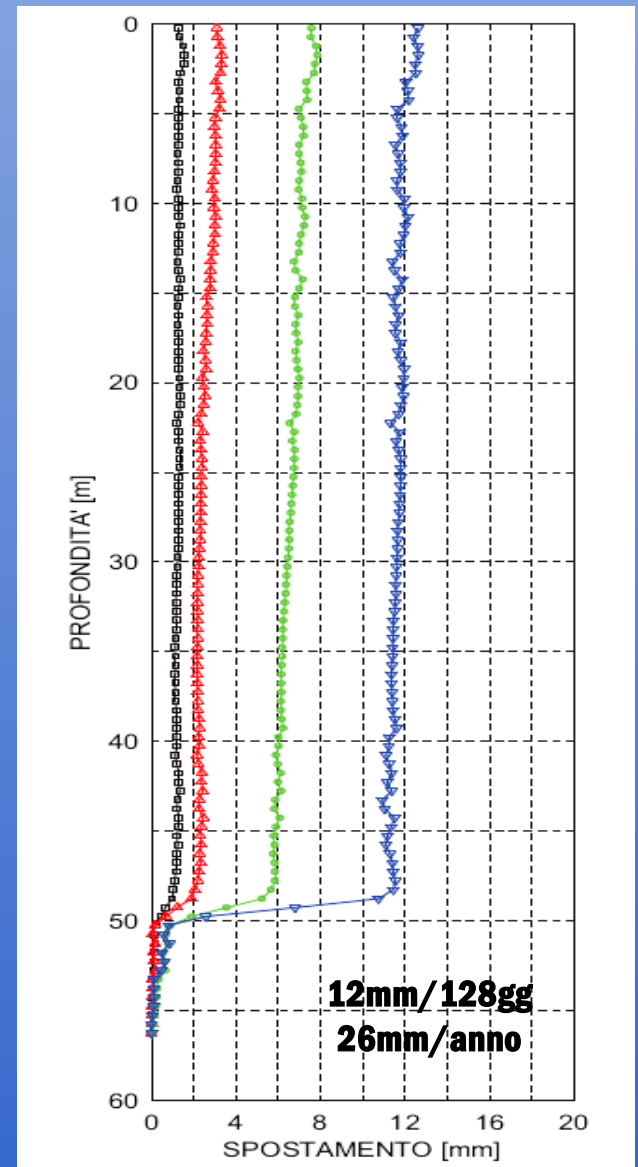
SI1/2009



SI2/2009



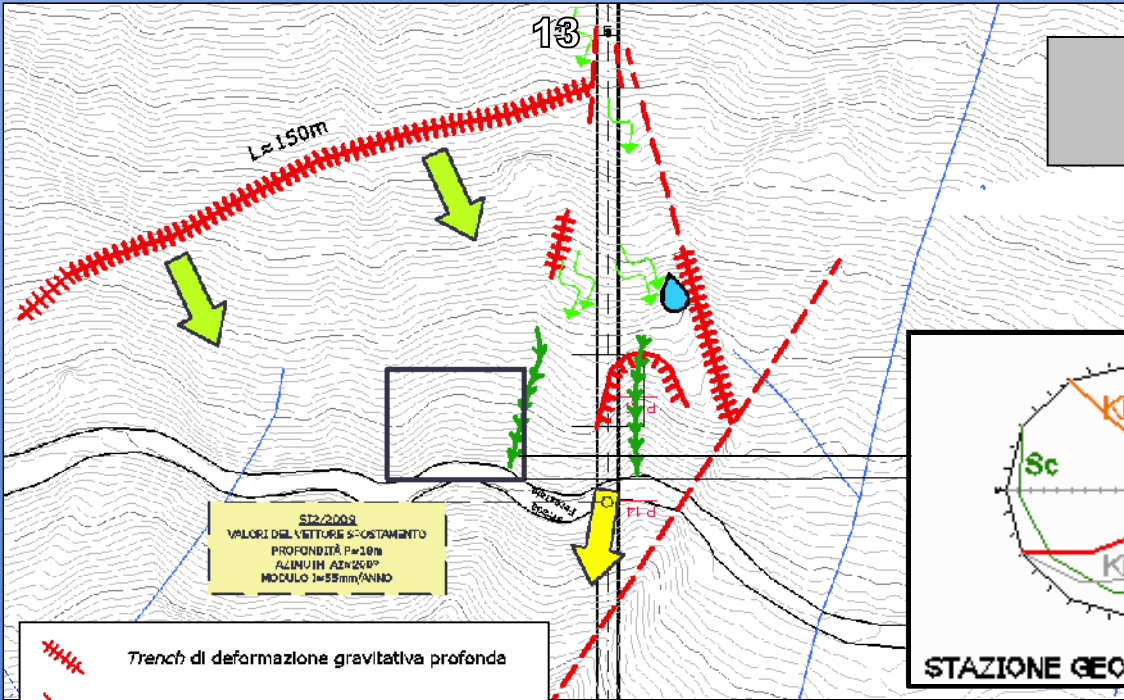
SI3/2009



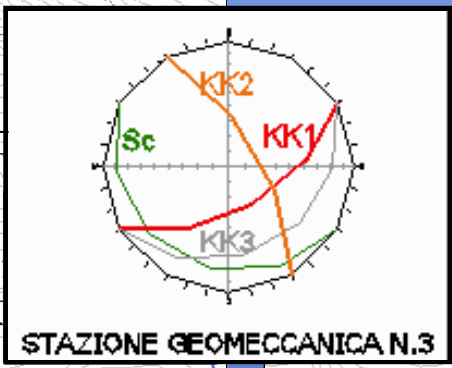
COLLEGAMENTO FUNIVIARIO LEVICO TERME-VETRIOLO-PANAROTTA

STUDIO GEOLOGICO-GEOTECNICO DI FATTIBILITÀ

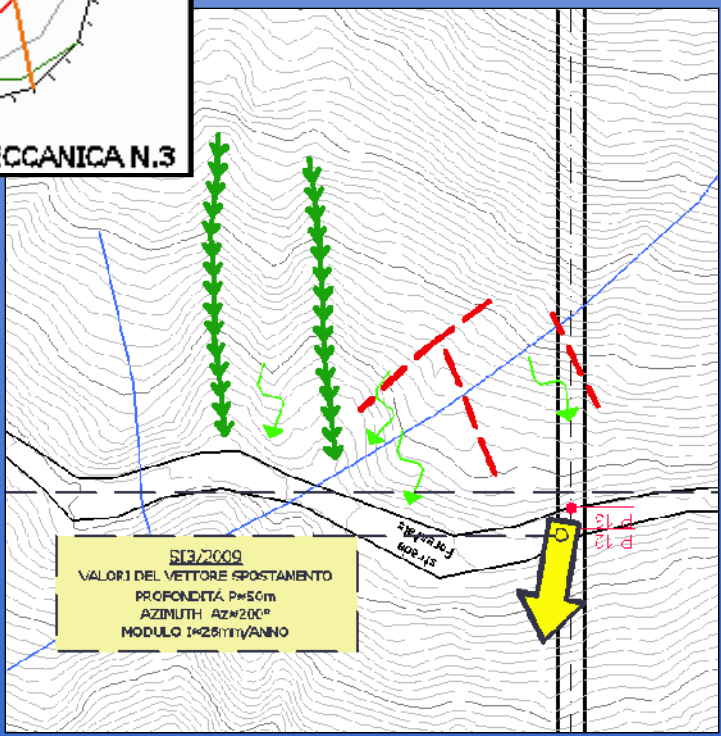
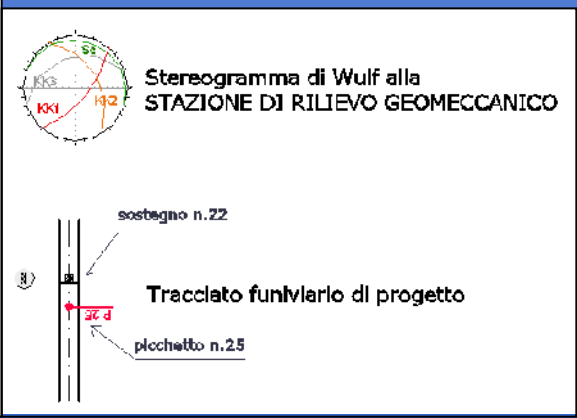
VETTORI DI SPOSTAMENTO ED ASSE DEL TRACCIATO FUNIVIARIO



ST2/2009
VALORI DEL VETTORE SPOSTAMENTO
PROFONDITÀ P=18m
AZIMUTH Az=200°
MODULO I=55mm/ANNO



- Trench di deformazione gravitativa profonda
- Lineazione strutturale attivata dalla gravità
- Vettore spostamento di superficie dedotto da evidenze geomorfologiche
- Vettore spostamento di profondità misurato con la campagna di monitoraggio inclinometrico
- Scarpata di erosione (nicchia di frana)
- Soliflusso e reptazione
- Solchi di erosione concentrata
- Venuta d'acqua
- Reticolo idrografico (da rilievo di progetto)



ST3/2009
VALORI DEL VETTORE SPOSTAMENTO
PROFONDITÀ P=50m
AZIMUTH Az=200°
MODULO I=25mm/ANNO

CONCLUSIONI DELLO STUDIO GEOLOGICO

STAZIONE INTERMEDIA: - CRITICITÀ GEODINAMICA (*creep*)
- PERICOLOSITÀ GEOLOGICA (*debris flow*)

SOSTEGNI: - CRITICITÀ GEODINAMICA (vettori spostamento divergenti da asse impianto)
- FENOMENI DI CROLLO (opere di mitigazione del rischio)
- SOLIFLUSSO SUPERFICIALE (opere di mitigazione del rischio)
- INSTABILITÀ GEOMORFOLOGICA LOCALIZZATA (opere di consolidamento)

**IL TRACCIATO SCELTO IN VIA PRELIMINARE
PER LA REALIZZAZIONE DELL'IMPIANTO FUNIVIARIO
NON È GEOLOGICAMENTE SOSTENIBILE**

....GRAZIE DELL'ATTENZIONE !

