



Università degli studi di siena

FACOLTÁ DI SCIENZE MATEMATICHE, FISICHE E NATURALI
CENTRO DI GEOTECNOLOGIE

Corso di Laurea in GeoTecnologie

Studio dell'efficacia del metodo della resistività elettrica su rocce Zeolitizzate nella zona del Mejlogu (SS)

Relatore:

Dott. Fabio Mantovani

Co-Relatore:

Dott. Tommaso Colonna

**Tesi di Laurea di:
Riccardo Bianchi**

ANNO ACCADEMICO 2007/2008

SOMMARIO

- ✓ **Inquadramento geologico e studio delle fasi deposizionali vulcaniche**
- ✓ **Individuazione delle caratteristiche chimico fisiche delle zeoliti**
- ✓ **Obiettivi dello studio**
- ✓ **Strumentazione e metodo utilizzato**
- ✓ **Scelte operative**
- ✓ **Risultati delle misure e interpretazione dei modelli di resistività**
- ✓ **Conclusioni**



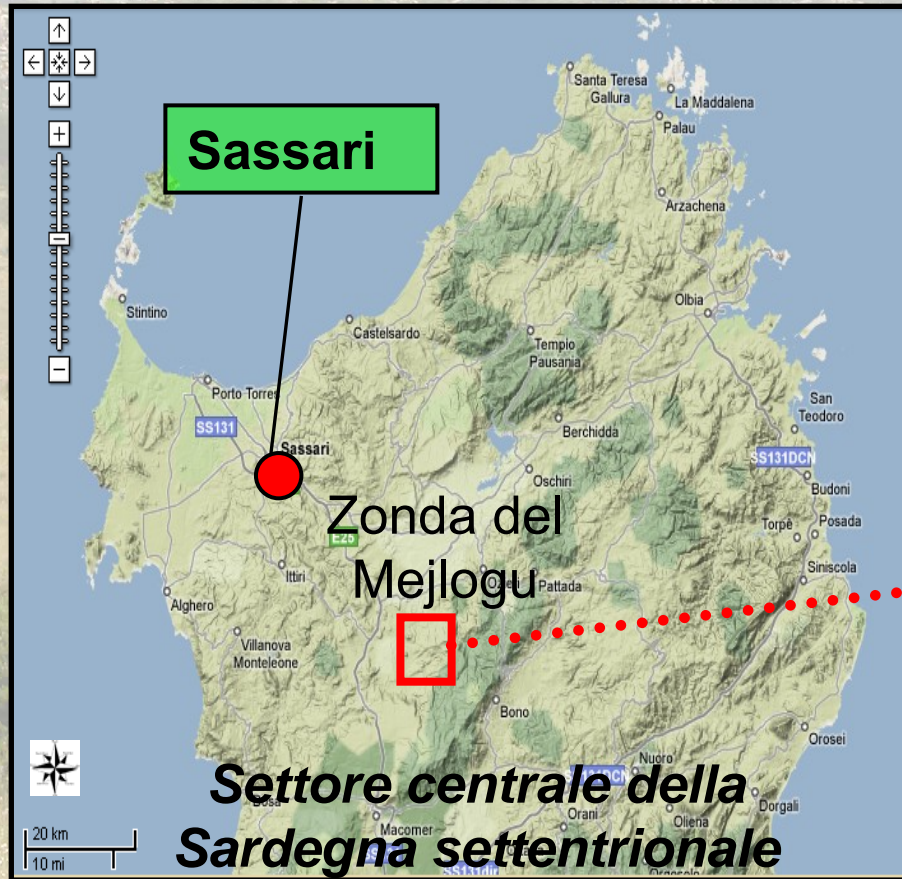
LOCALIZZAZIONE DELLE ZONE DI INTERESSE

Area 1 Funtana Tenera

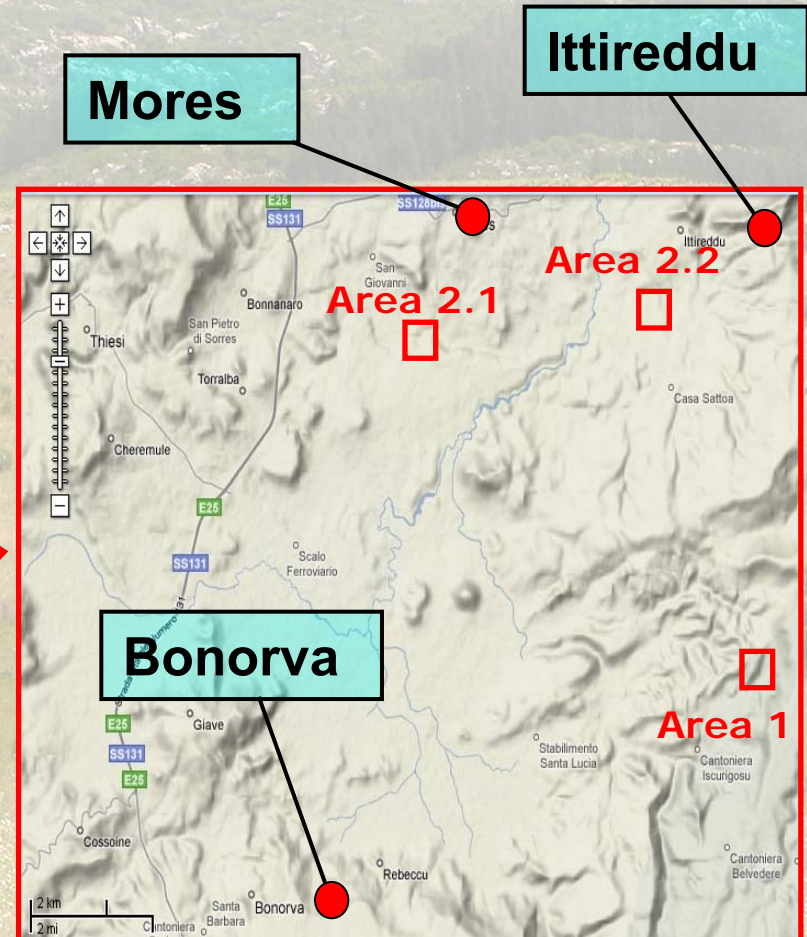
- 12 km nord-est da Bonorva

Area 2 Tres Nuraghes (2.1- 2.2)

- Area 2.1 4 km sud di Mores
- Area 2.2 a 4 km sud-ovest da Ittireddu



50 Km nord - est da Sassari



INQUADRAMENTO GEOLOGICO REGIONALE

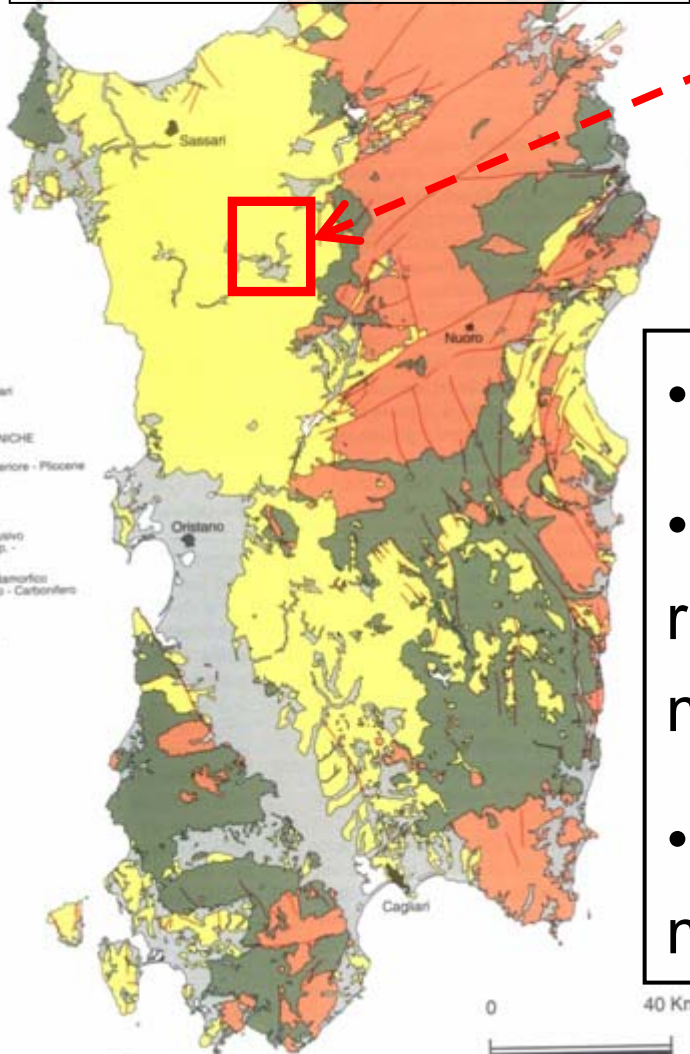
ENTITÀ PRINCIPALI

- Depositi quaternari
- Coperture post-erciniche
- Basamento ercinico

ZONA DI STUDIO :
Mejlogu (SS)

Sequenza degli eventi
magmatici post-ercinici

- Fase di stasi finita nell'Oligocene
- Oligocene - Miocene inferiore, riattivazione, principale evento magmatico effusivo (Ignimbriti)
- Pliocene-Pleistocene, evento magmatico di colata (Basalti)



STRATIGRAFIA DI RIFERIMENTO

Basalto
Flusso piroclastico (ignimbrite sup.) moderatamente zeolitizzato
Epiclastiti di ambiente lacustre zeolitizzato
Flusso piroclastico (ignimbrite inf.) Facies poco saldata, zeolitizzato
Flusso piroclastico Facies fortemente saldata

β

**Ipotesi genetica
dei livelli zeolitizzati**

UI

Processo di tipo epitermale

E



LIt

favorito da fratturazione
mediante fluidi idrotermali che
zeolitizzano le porzioni porose

LIW

Tipo	Caratteristiche deposito	Zeolitizzazione
Piroclastiti di flusso	<ul style="list-style-type: none"> fratture e microfratture depositi massivi non stratificati e non confinati al tetto da livelli impermeabili minore porosità 	disomogenea
Epiclastiti	<ul style="list-style-type: none"> deposito stratificato base: ignimbrite più o meno saldata tetto: coperture basaltiche o conglom. maggior porosità 	omogenea (si espande lateralmente seguendo lo strato)

INQUADRAMENTO GEOLOGICO LOCALE

Stratigrafia dei depositi vulcanici

Area 2.1
Tres
Nuraghes

Area 2.2
Tres
Nuraghes



β Basalti



UI Ignimbrite superiore (moderatamente zeolitizzate)



E Epiclastite (zeolitizzata)



Llt Flusso piroclastico (zeolitizzato a livelli)



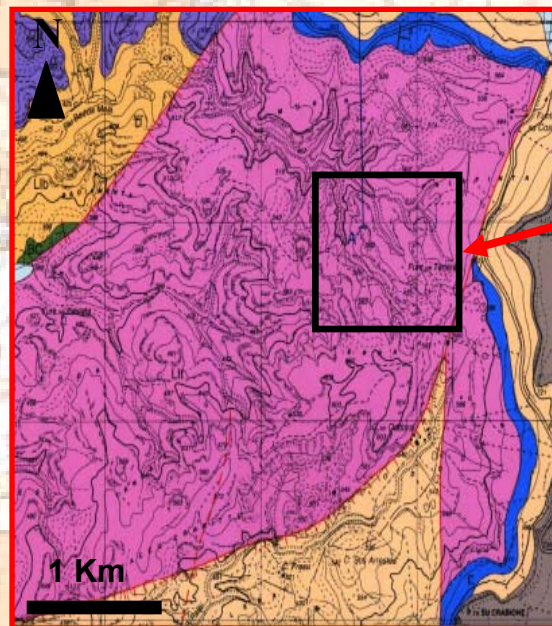
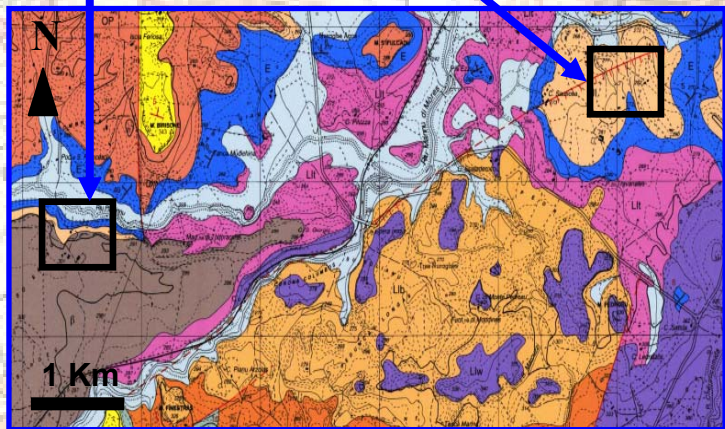
Llw



Llb

— — — — — Faglie dirette

Area 1
Funtana
Tenera



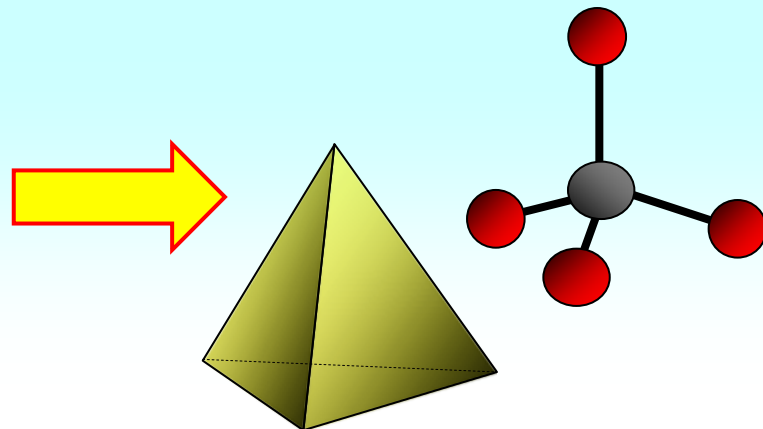
CARATTERIZZAZIONE CHIMICA DELLE ZEOLITI

- Zeo lithos dal greco 'bollire' e 'pietra'
- Minerali cristallini microporosi di colore bianco

Struttura cristallina

• Tectoallumosilicati

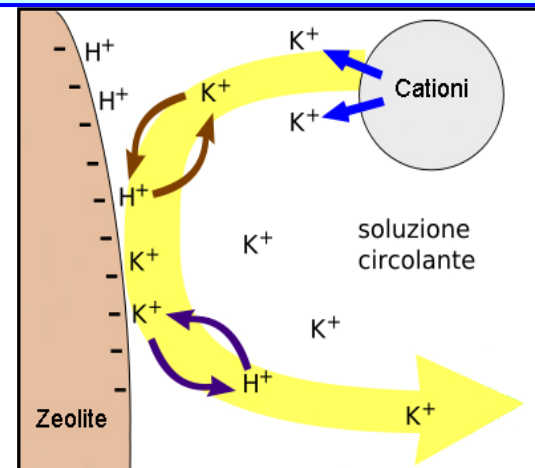
- Unità di base = Tetraedri TO_4 , $T = Si^{4+}$ o Al^{3+}
- Complesso SiO_4 neutro
- Complesso AlO_4 con valenza 1-



Formula chimica



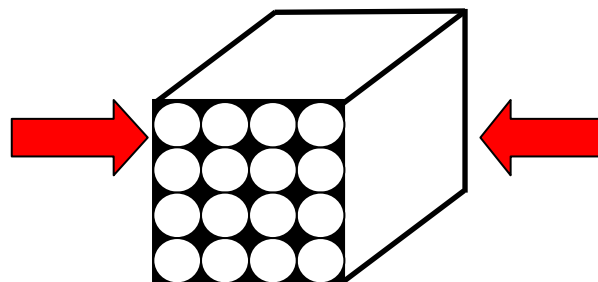
- $[AlO_4]^-$: è lo ione che domina i legami chimici
- M_x : x cationi liberi di valenza 1+ (K^+ , Na^+ , ..)
- $M_{x/2}$: x/2 cationi liberi di valenza 2+ (Ca^{2+} , Mg^{2+} , ..)
- H_2O : z molecole, il cui numero dipende dal tipo di zeolite



MODELLO GEOMETRICO DELLA STRUTTURA DELLA

ZEOLITE

Modello geometrico a cilindri regolari
Cubo contenente cilindri
(raggio del cilindro
 $r \sim 10^{-6}\text{m}$)



Questo semplice modello ha permesso di studiare la struttura molecolare delle zeoliti

- ✓ il rapporto $\left[\frac{\text{Volume vuoti}}{\text{Volume totale}} \right] = \frac{\pi}{4}$: questo rapporto non varia all'aumentare del numero dei cilindri
- ✓ il rapporto $\left[\frac{\text{Superficie libera}}{\text{Volume totale}} \right] = \frac{\pi}{2r}$: questo rapporto aumenta al diminuire del raggio dei cilindri
- ✓ Conoscendo i raggi misurati dei cilindri dei "micropori" si confrontano i risultati del modello con quelli ricavati dalla bibliografia:

Raggio dei "cilindri"	m^2/m^3 (calcolato)	m^2/m^3 (misurato*)
Min 1,5 μm	4,5 10^5	4,0 10^5
Max 3,5 μm	10,0 10^5	7,0 10^5

Valori così elevati indicano una grande quantità di ioni disponibili con conseguente aumento della conducibilità elettrica

* M.A. Urbiztondo et al. - 2007

Il modello presenta due principali semplificazioni:

- E' stato trascurato lo spessore dei cilindri
- Sono state trascurate le discontinuità dei cilindri

Il modello descrive correttamente la struttura fisica del materiale

OBIETTIVI DELLO STUDIO

Partendo dalle conoscenze di base fin qui acquisite :

Ricostruzione stratigrafica
delle deposizioni vulcaniche

Caratteristiche fisico-
chimiche delle zeoliti

Posso indicare 3 obiettivi

1. Caratterizzazione delle rocce zeolitizzate all'interno dell'ignimbrite

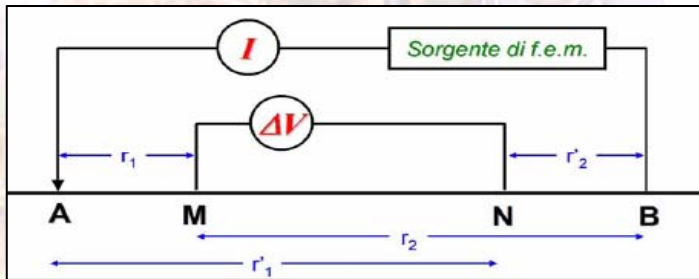
2. Caratterizzazione di rocce zeolitizzate all'interno dell'epiclastite

3. Test del metodo geoelettrico per la caratterizzazione geologica

STRUMENTAZIONE E METODO UTILIZZATO

Georesistivimetro monocanale

Quadripolo



64 elettrodi

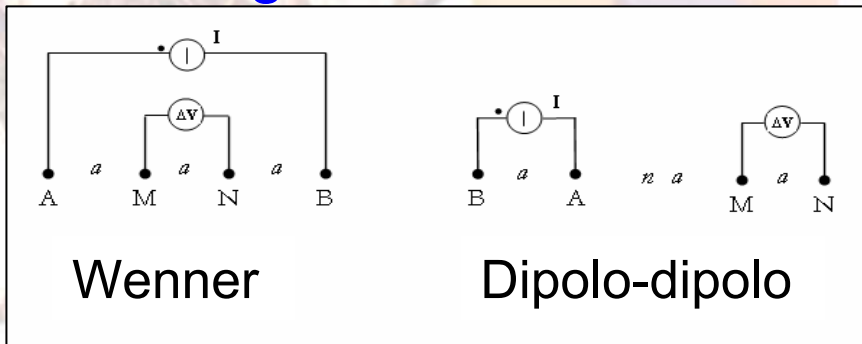


ABEM Terrameter SAS 1000



- A e B = Elettrodi di corrente, immettono corrente nel terreno
- M e N = Elettrodi di potenziale, misurano la differenza di potenziale elettrico

Configurazioni utilizzate



Resistività
apparente

Corrente
immessa

$$\Delta V = \rho_a \frac{1}{k} I$$

Differenza di
potenziale

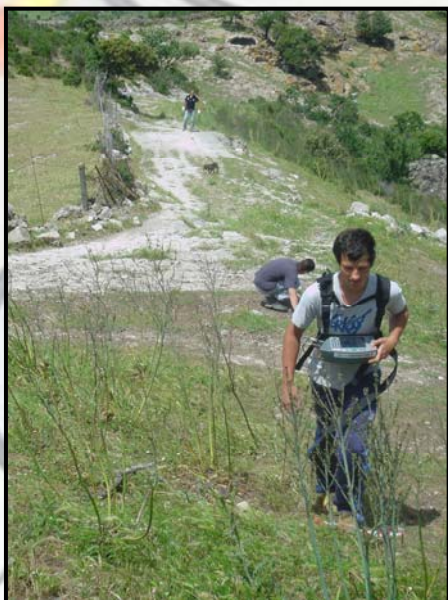
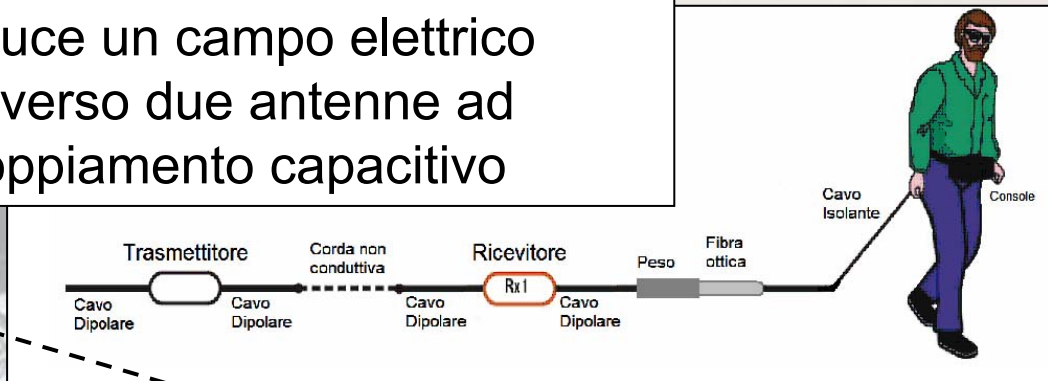
Fattore
geometrico

STRUMENTAZIONE E METODO UTILIZZATO

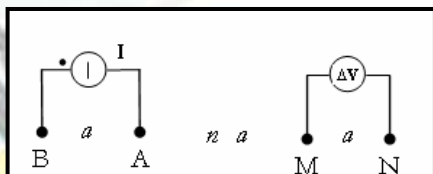
OhmMapper Geometrics Inc.(US)



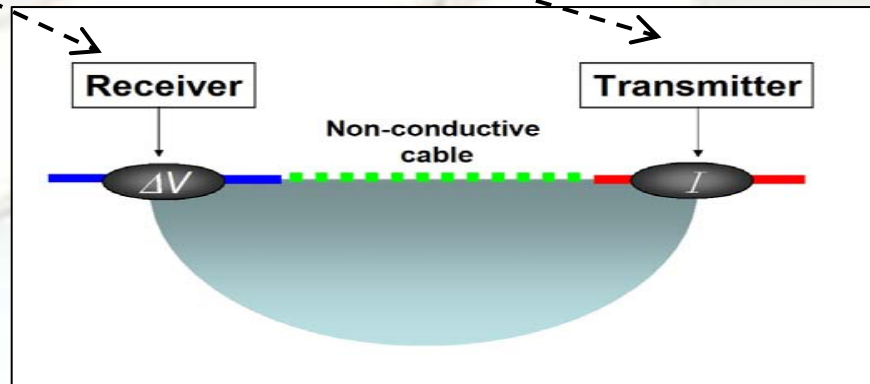
È uno strumento non invasivo, produce un campo elettrico attraverso due antenne ad accoppiamento capacitivo



Configurazione



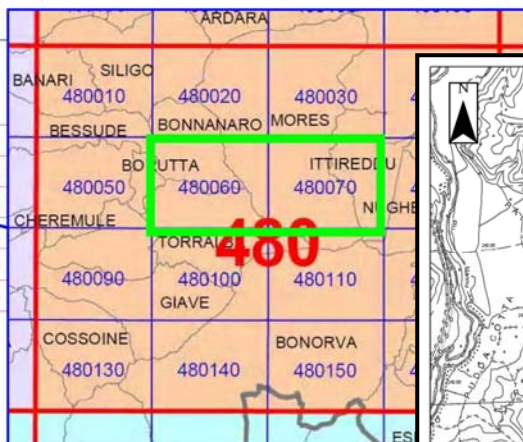
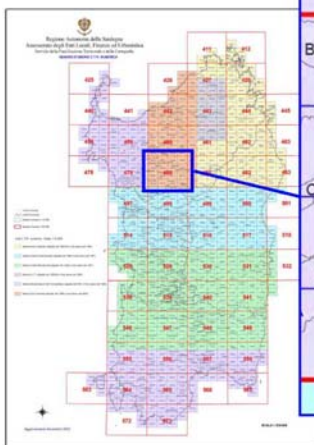
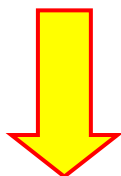
Dipolo-dipolo



LOCALIZZAZIONE DEGLI STENDIMENTI

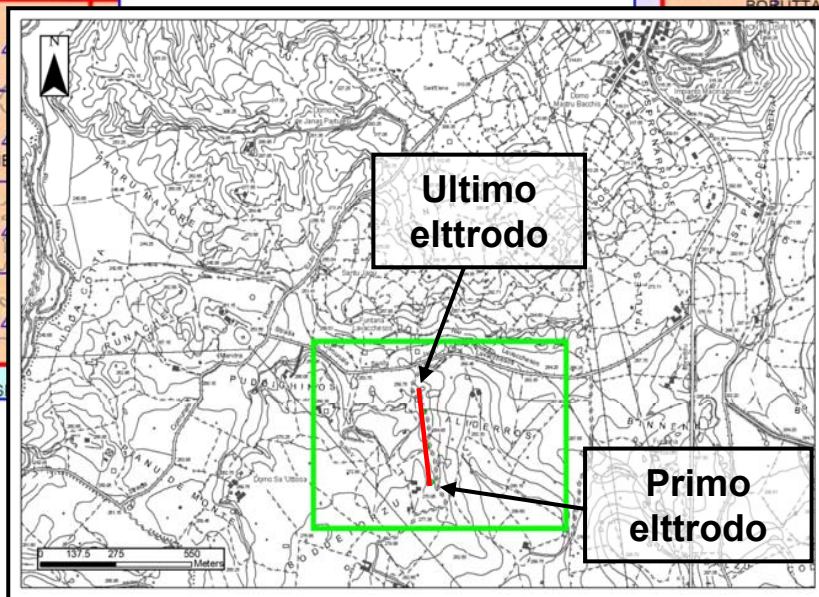
Area 1 Funtana Tenera

- Sezioni 486060 “Bonnanaro” e 486070 “Ittireddu”



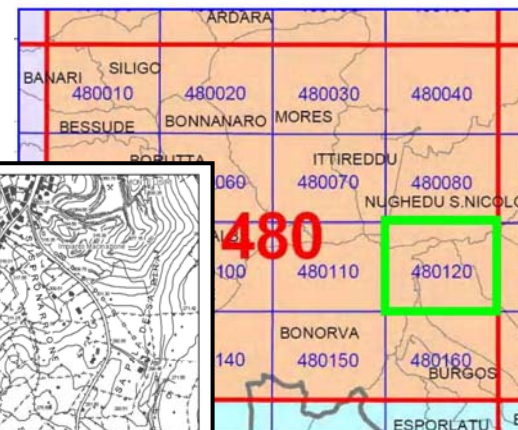
**Stendimenti
posizionati con
strumentazione
GPS**

CTR 1:10.000



Area 2 Tres Nuraghes

- Sezione 480120 “Pranu Mannu”



SCELTE OPERATIVE

Strumento utilizzato

• Area 1 Funtana Tenera



Perché utilizzare questo strumento?

- Roccia affiorante
- Difficile infissione degli elettrodi
- Lunghezza ridotta del rilievo (60-70 m)
- Profondità di indagine <10 m



SCELTE OPERATIVE

- Area 2 Tres Nuraghes



Strumento utilizzato

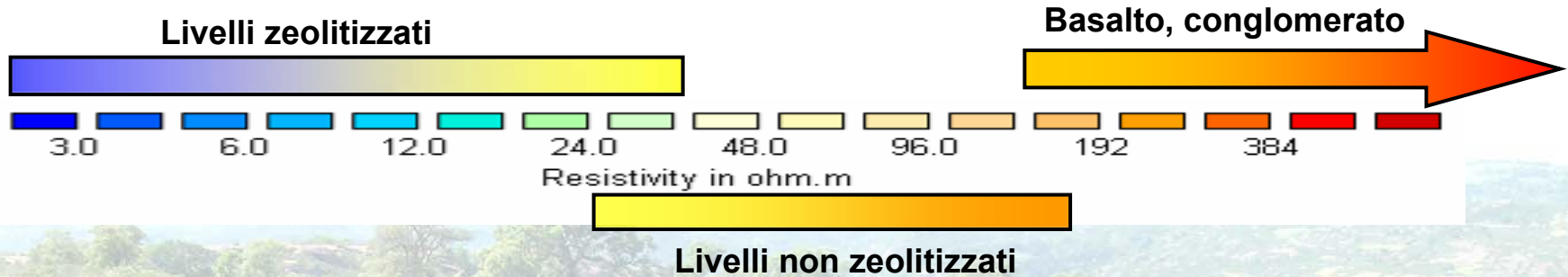


Terrameter

Perché utilizzare questo strumento?


- Possibilità infissione elettrodi
- Vasta area per gli stendimenti (254 m)
- Zona di lavoro facilmente accessibile
- Profondità di indagine > 40 m

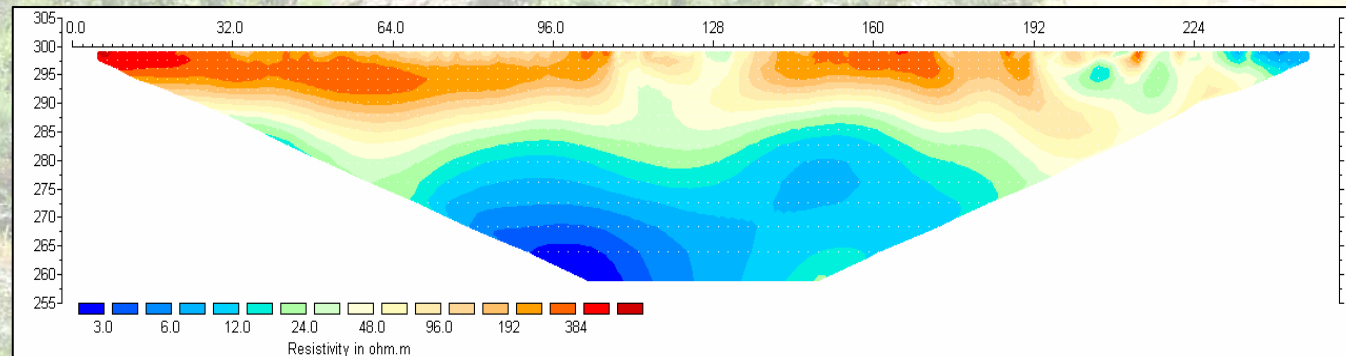
SCELTA DEGLI INTERVALLI DI RESISTIVITÀ



➤ **16 tonalità di colore, associate ad un range di valori che varia da 3 a oltre 400 Ω m**

➤ **A questo range di valori sono stati associati 3 livelli caratteristici adeguati allo studio**

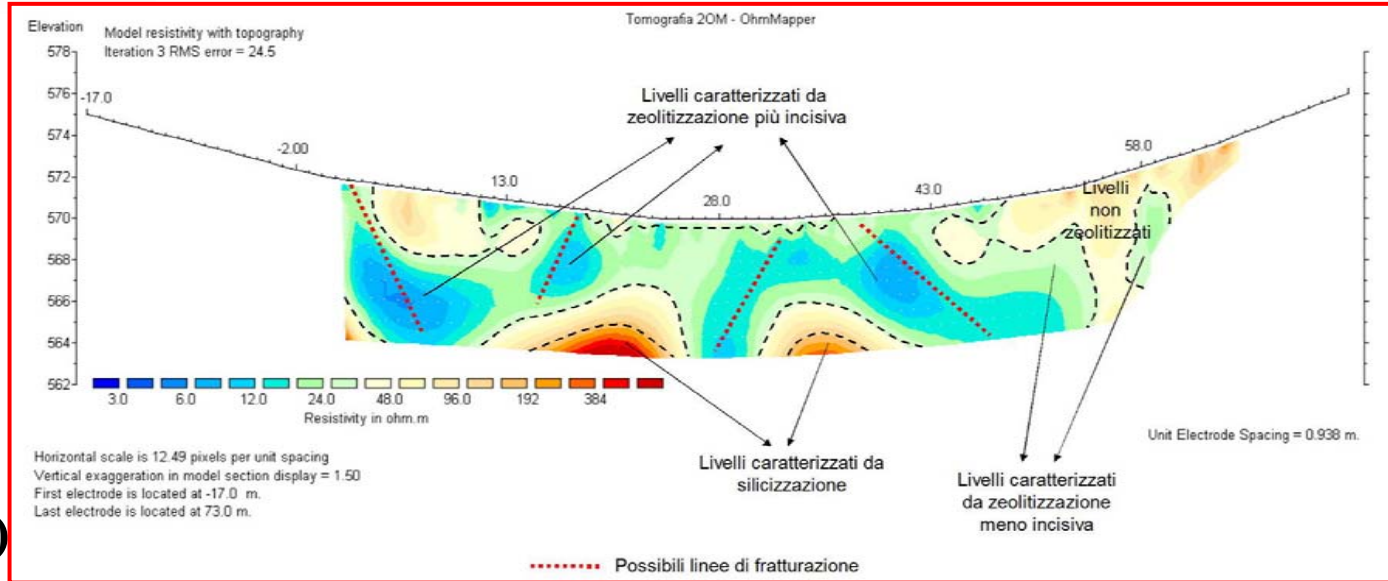
- 
- **Basalto-conglomerato >150 Ω m**
 - **Livello non zeolitizzato = 30–70 Ω m**
 - **Livello zeolitizzato <30 Ω m**



RISULTATI

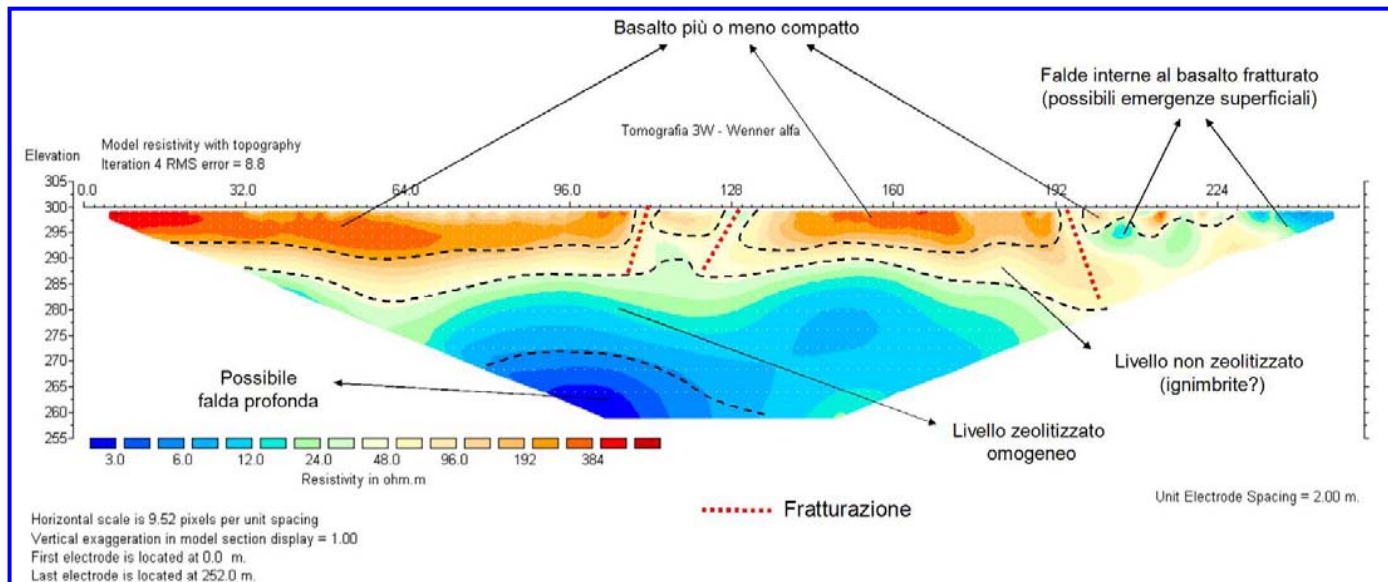
Area 1 Funtana Tenera

- **Zeolitizzazione disomogenea**
- Fratturazione
- Zeolitizzazione
- Campionatura (conferma la presenza delle zeoliti)



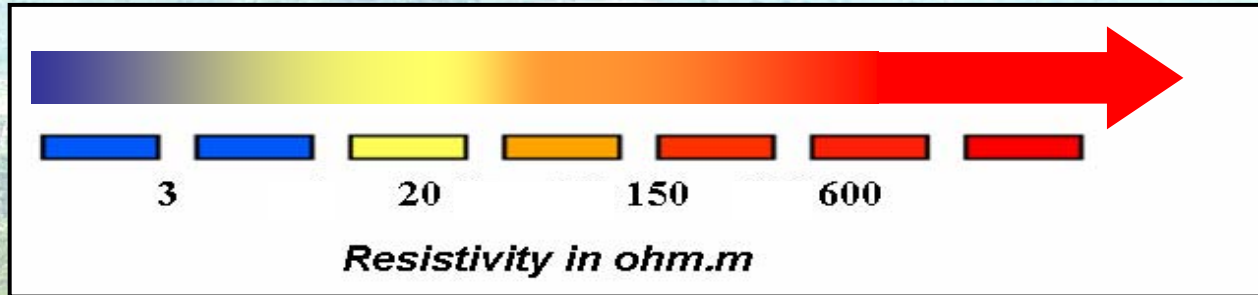
Area 2 Tres Nuraghes

- **Zeolitizzazione omogenee**
- Spessore di copertura (alto resistivo)
- Livello non zeolitizzato
- Livello zeolitizzato

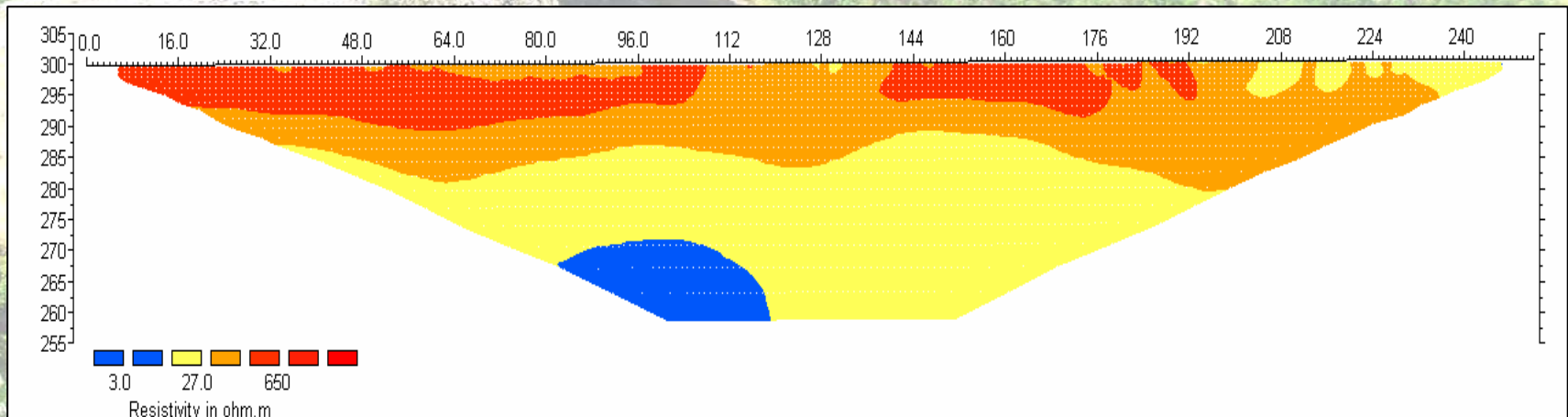


SCELTA DEGLI INTERVALLI DI RESISTIVITÀ

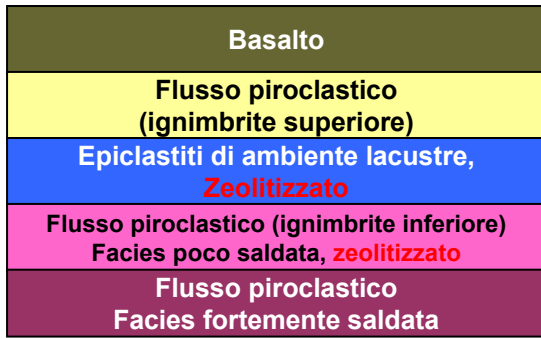
Controllo dell'affidabilità del metodo per la ricostruzione stratigrafica:



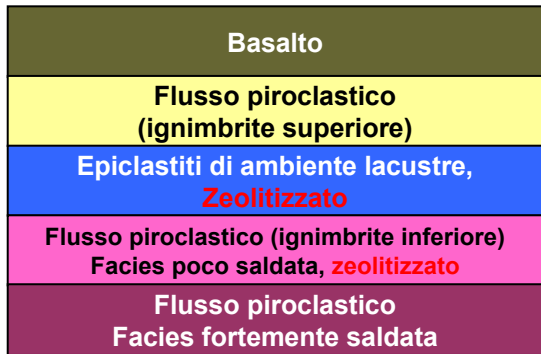
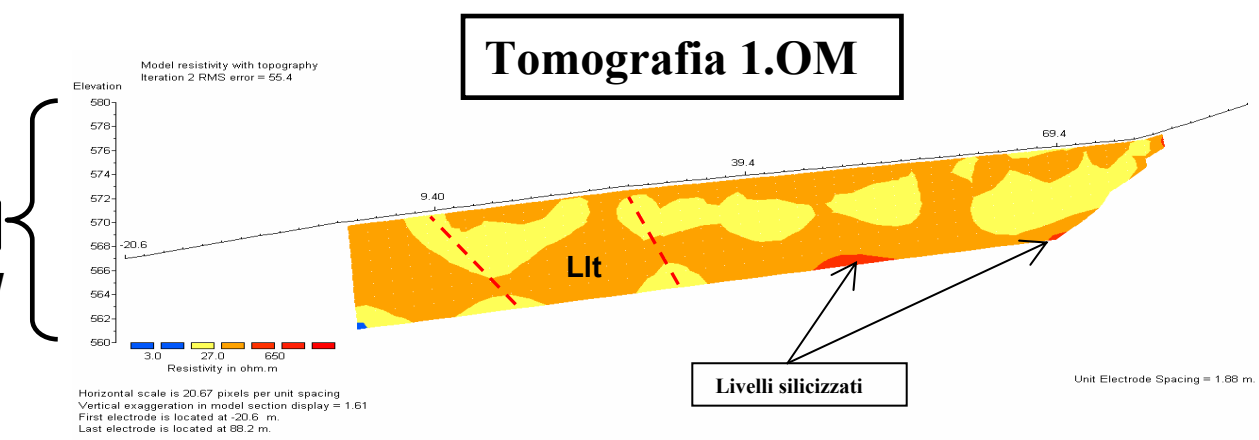
Si è scelta una scala con un intervallo di resistività che va da 3 a oltre 600 Ωm , distribuita in 4 colori. Così composta risulta molto funzionale all'analisi dei livelli deposizionali vulcanici



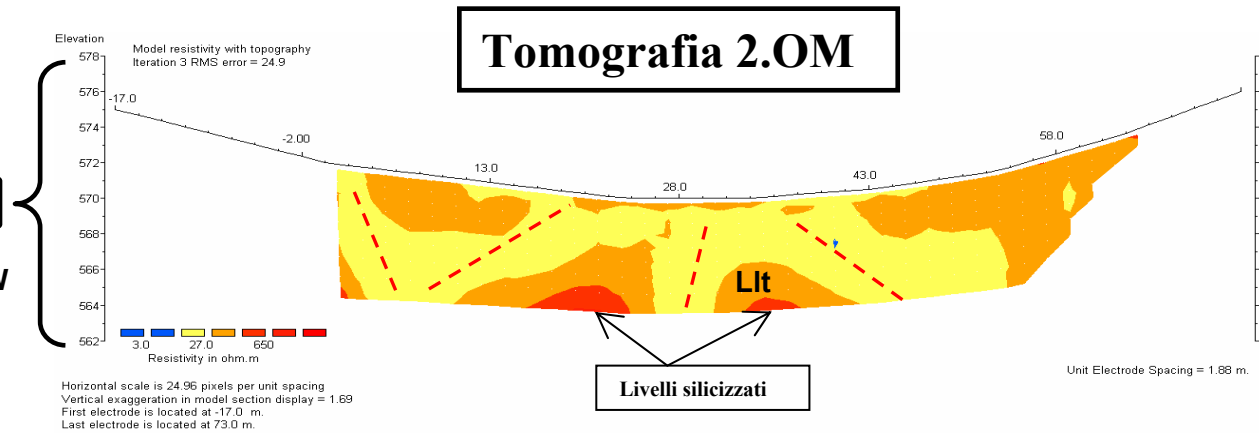
RICOSTRUZIONE STRATIGRAFICA - IGNIMBRITE



β
UI
E
Lit
LIW



β
UI
E
Lit
LIW



L'indagine ha interessato il livello ignimbrico inferiore individuando queste caratteristiche:

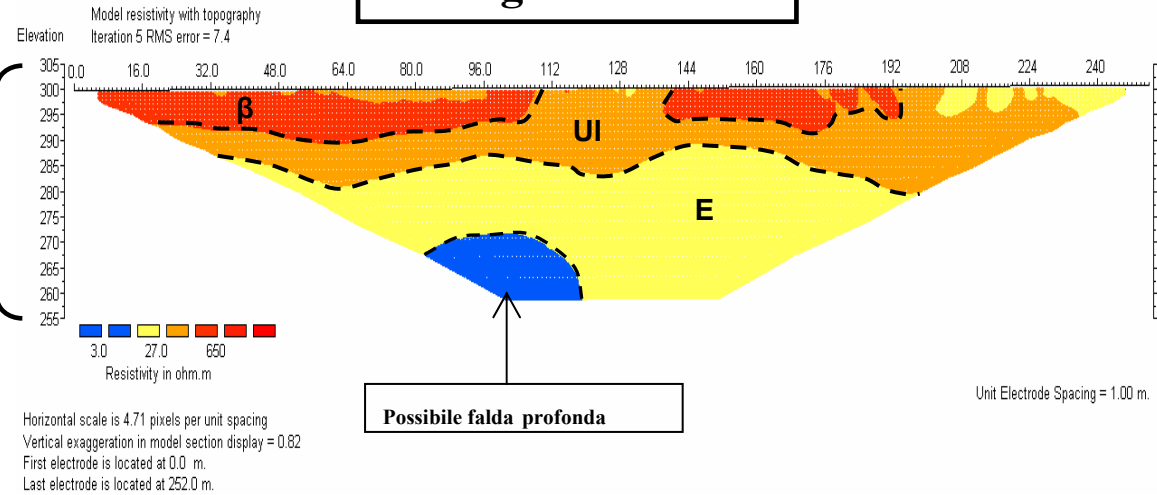
- Fratture
- Zeolitizzazione
- Livelli silicizzati

Tutte le caratteristiche sono riscontrabili nei modelli di resistività: è possibile ricollegare la tomografia al modello stratigrafico

RICOSTRUZIONE STRATIGRAFICA – EPICLASTITE (COPERTURA BASALTICA)

Tomografia 3W

Stratigrafia



La profondità di investigazione permette di intercettare più livelli della stratigrafia:

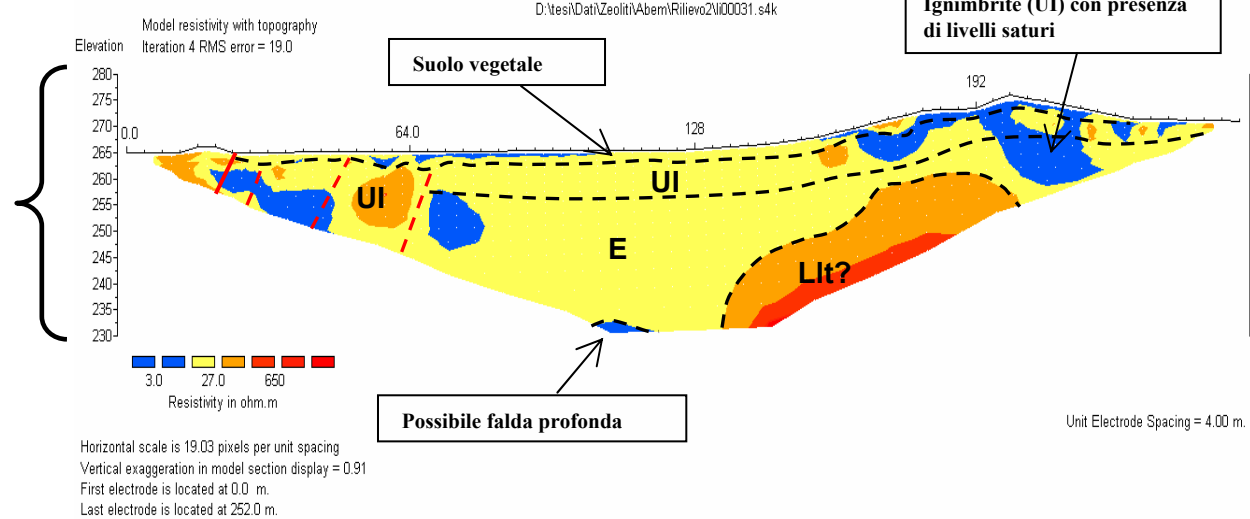
- Basalti
- Ignimbrite superiore
- Epiclastite

il netto contrasto di resistività e l'assetto prevalentemente orizzontale hanno permesso di individuare tali contatti con una notevole precisione

RICOSTRUZIONE STRATIGRAFICA – EPICLASTITE (SENZA COPERTURA)

Tomografia 4DP

Stratigrafia



Nonostante la profondità di investigazione e una notevole risoluzione del modello di resistività:

- l'epiclastite e l'ignimbrite superiore presentano una sovrapposizione dei valori di resistività
- nelle porzioni esterne il modello risulta di difficile interpretazione:

- Fratturazione
- Presenza di faglia
- Livelli saturi

alcuni elementi del modello consentono di ricostruire parzialmente la stratigrafia ma si sono riscontrate difficoltà nel discriminare limiti geologici netti.

CONCLUSIONI

Le indagini geoelettriche compiute nell'area del Mejlogu (SS), finalizzate allo studio dell'efficacia del metodo della resistività elettrica su rocce zeolitizzate, hanno prodotto i seguenti risultati:

- ✓ **lo studio di un modello strutturale teorico delle zeoliti ha permesso di stimare il rapporto *Superficie libera / Volume totale* che caratterizza questi minerali**
- ✓ **i modelli di resistività relativi all'area 1 (ignimbrite inferiore) hanno mostrato zone zeolitizzate disomogenee: si riconosce un processo legato ai flussi piroclastici massivi in un contesto di elevata fratturazione**
- ✓ **i modelli di resistività relativi all'area 2 (epiclastite) hanno mostrato una distribuzione dei valori di resistività con caratteristiche di omogeneità: si riconosce un'azione idrotermale che investe gran parte dello strato, espandendosi lateralmente**
- ✓ **il metodo geoelettrico è risultato affidabile per la ricostruzione della geologia dell'area. Laddove si hanno marcate zone di fratturazione, alterazione ed assenza di copertura, la ricostruzione è risultata più difficile.**

Grazie per la gentile attenzione.