

Workshop in Geofisica (2008)

Museo Civico di Rovereto

5 dicembre 2008

Caratterizzazione elettrica di depositi argillosi di origine glaciale, marina ed idrotermale attraverso indagini in situ ed in laboratorio

Tommaso Colonna

Laboratorio di Geofisica



Università degli studi di Siena

via Vetri Vecchi, 34, 52027 San Giovanni Valdarno (AR)

www.geotecnologie.unisi.it

colonna3@unisi.it

SOMMARIO

- **Riferimenti geografici, caratteri geologici e pianificazione delle indagini nelle 3 aree test**
- **Risultati delle indagini in situ**
- **Caratterizzazione mineralogica e geotecnica dei depositi argillosi**
- **Revisione dei risultati geoelettrici mediante un approccio sperimentale in laboratorio**

9. Conclusioni

RIFERIMENTI GEOGRAFICI

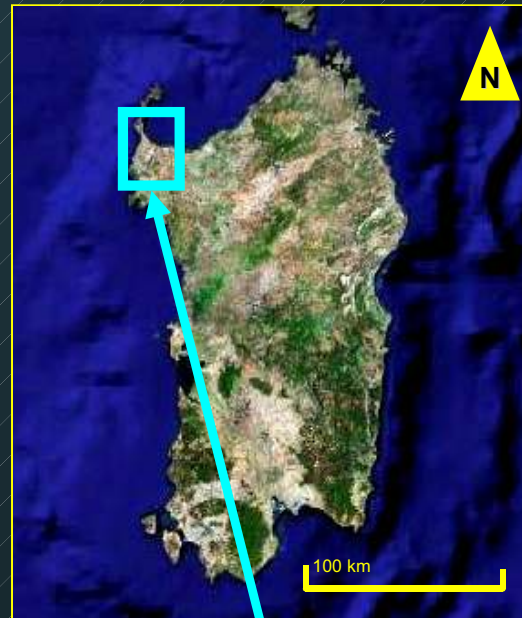
Depositi di origine glaciale



Brianza (MI)

✓ circa 40 Km
a Nord di
Milano

Depositi di origine marina



Nurra (SS)

✓ circa 4 Km a
Sud di Pozzo
S. Nicola (SS)

Depositi di origine idrotermale

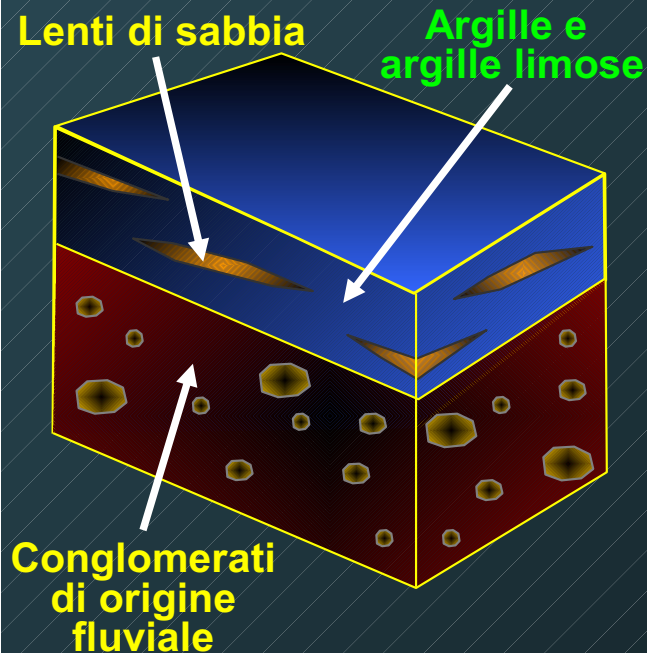


Gallura N-W (SS)

✓ circa 3 Km
a Nord-Est di
S. Maria la Palma

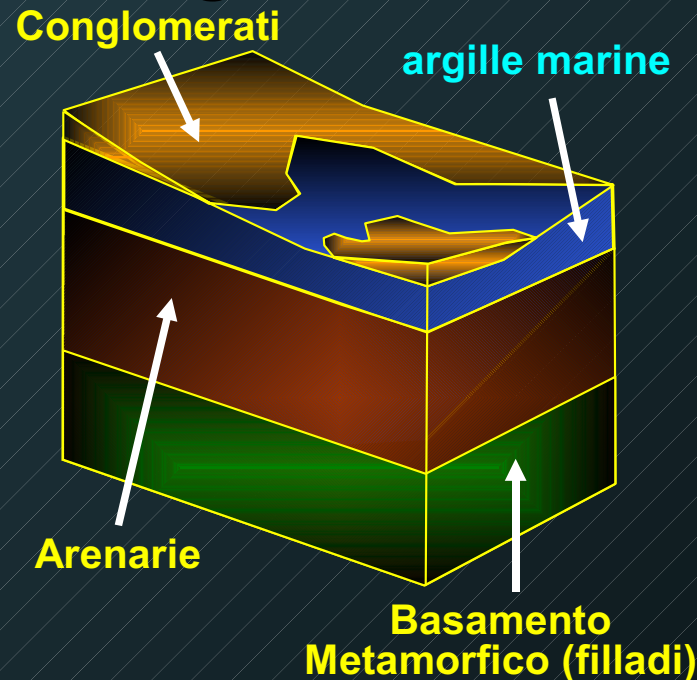
CARATTERI GEOLOGICI

Depositi di origine glaciale



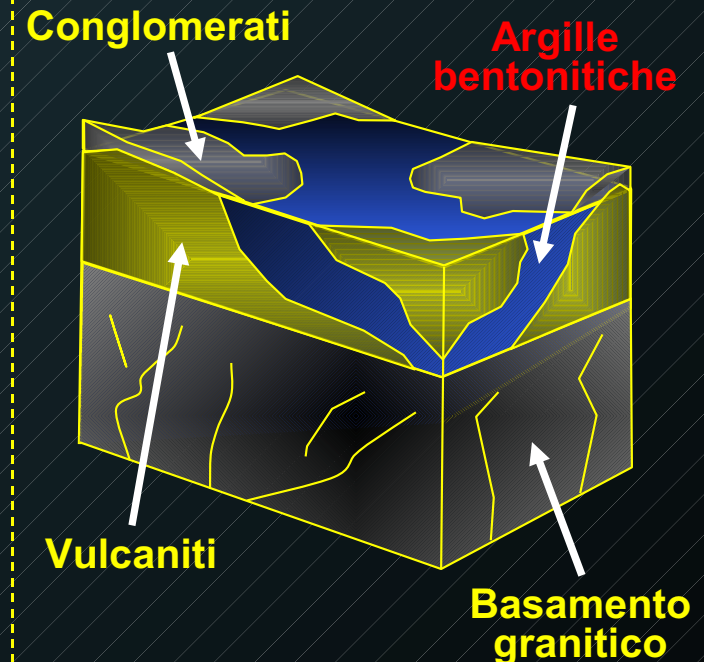
- ✓ tipiche colline "ferrettizzate"
- ✓ depositi glaciali molto eterogenei
- ✓ conglomerati di origine fluviale cementati in spessi banchi

Depositi di origine marina



- ✓ ritiro del mare (messiniano)
- ✓ morfologia erosiva riempita da sedimenti alluvionali
- ✓ paleosuoli di circa 10 m di spessore
- ✓ asportazione dei paleosuoli e formazione di argille per laterizi

Depositi di origine idrotermale



- ✓ apertura di bacini
- ✓ deposizione di vulcaniti
- ✓ copertura da parte dei conglomerati
- ✓ processo di alterazione idrotermale (bentonizzazione)

DEPOSITI
DI ORIGINE
GLACIALE

PIANIFICAZIONE DELL'INDAGINE

presenza di numerosi
sondaggi esplorativi

Georesistivimetro ad elettrodi:

- ✓ rilievo 1: 315 m – spaziatura 5 m
- ✓ rilievo 2: 126 m – spaziatura 2 m
- ✓ rilievo 3: 252 m – spaziatura 4 m
- ✓ rilievo 4: 63 m – spaziatura 1 m

Georesistivimetro ad accoppiamento capacitivo (OhmMapper):

Area 1:

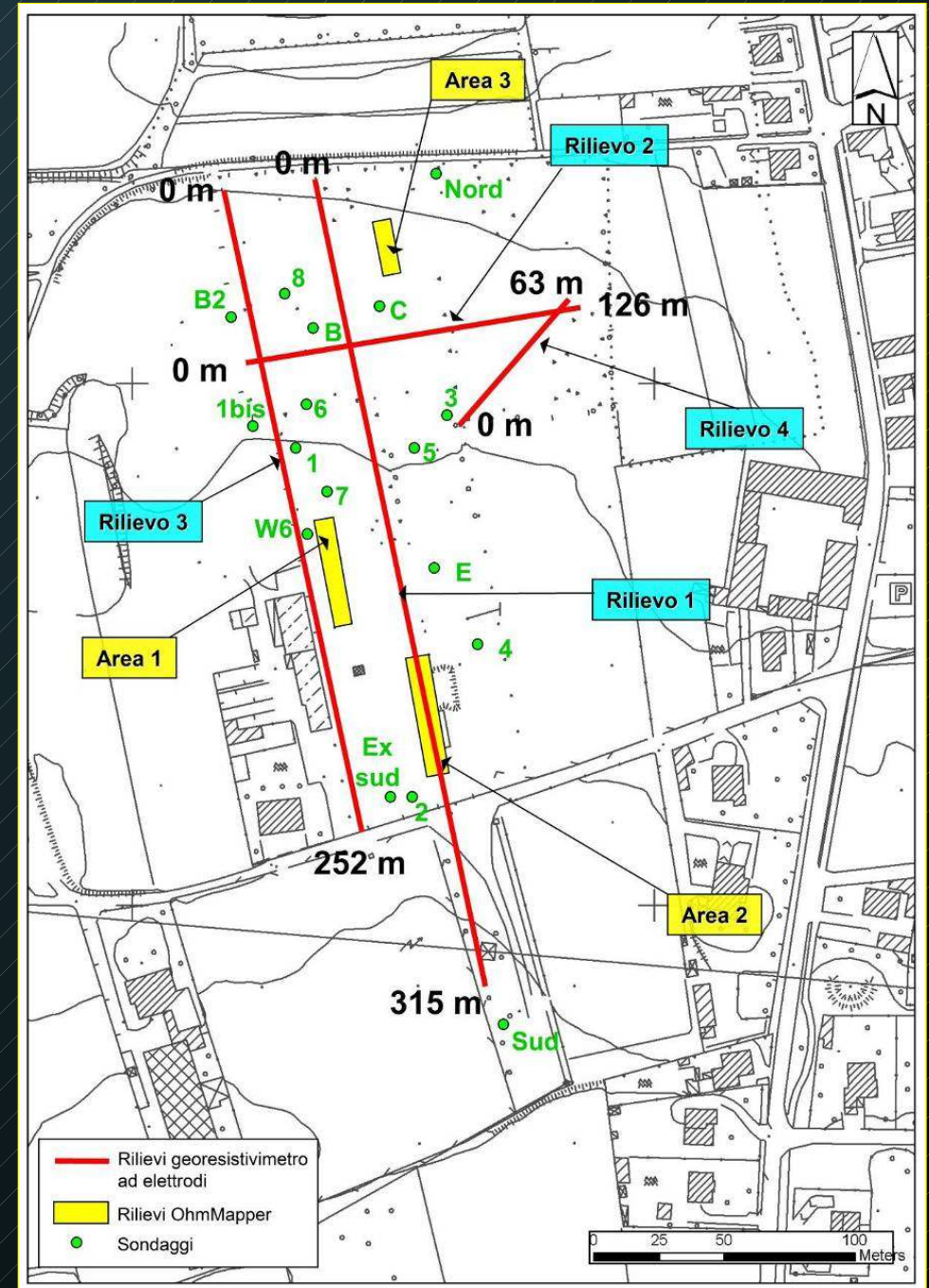
5 linee parallele: 40 m
spaziatura linee: 1,5 m
copertura totale 240 m²

Area 2

6 linee parallele: 45 m
spaziatura linee: 1,5 m
copertura totale: 337.5 m²

Area 3

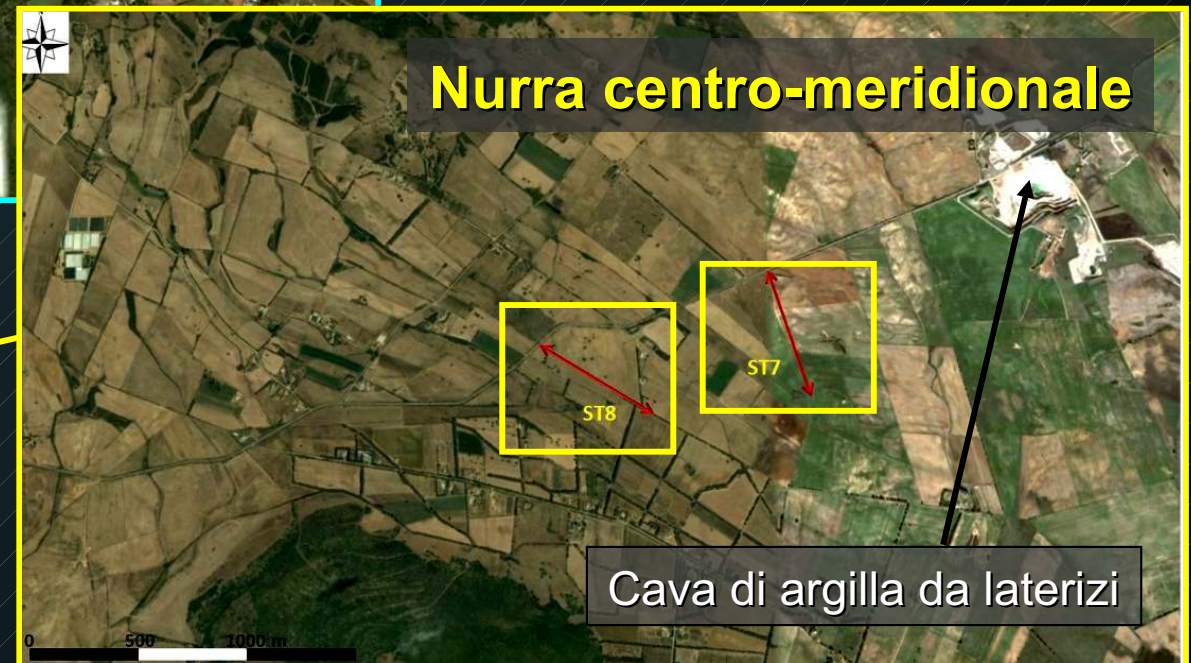
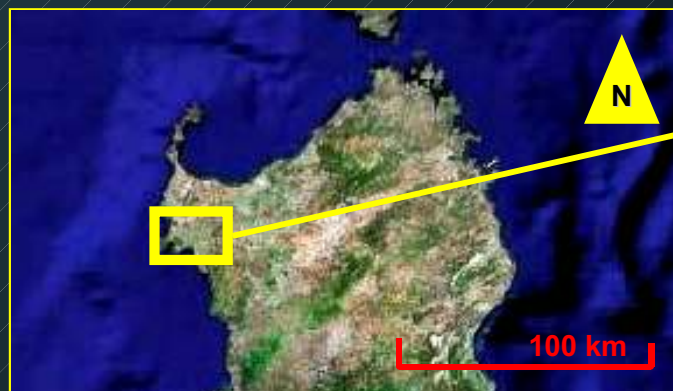
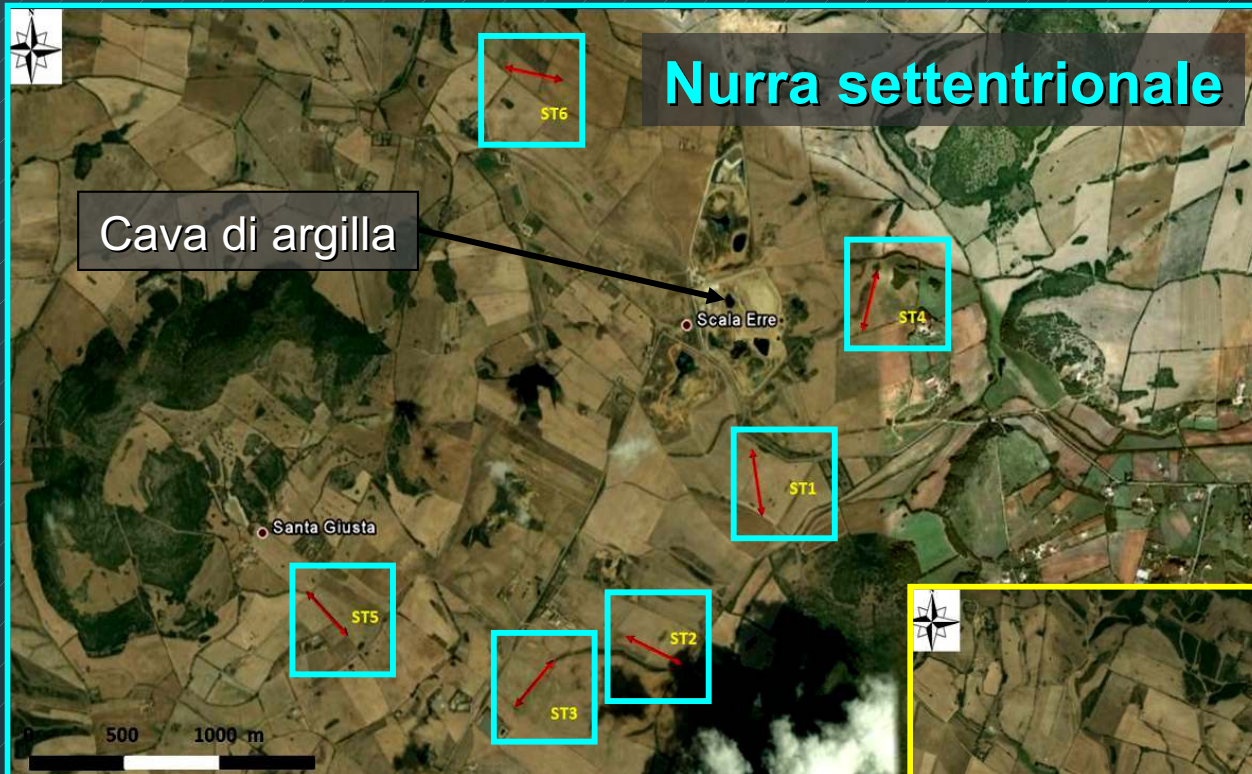
4 linee parallele: 20 m
spaziatura linee: 2 m
copertura totale: 120 m²



DEPOSITI
DI ORIGINE
MARINA

PIANIFICAZIONE DELL'INDAGINE

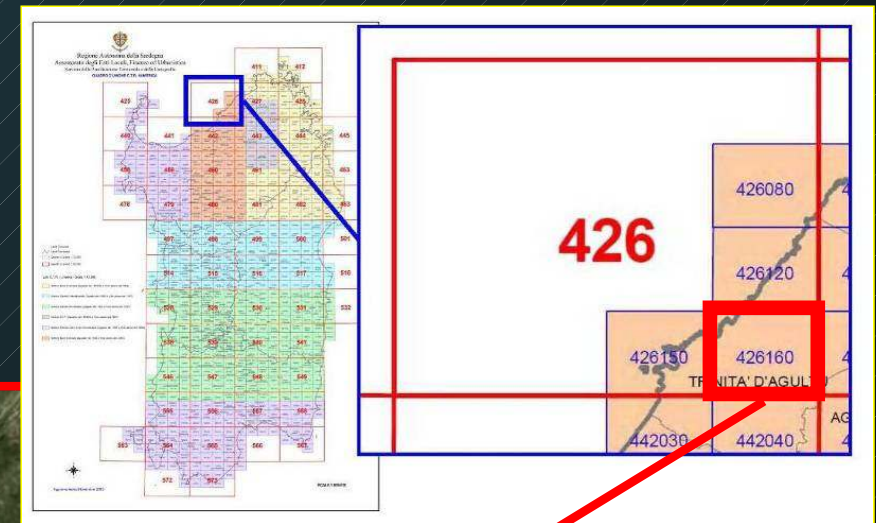
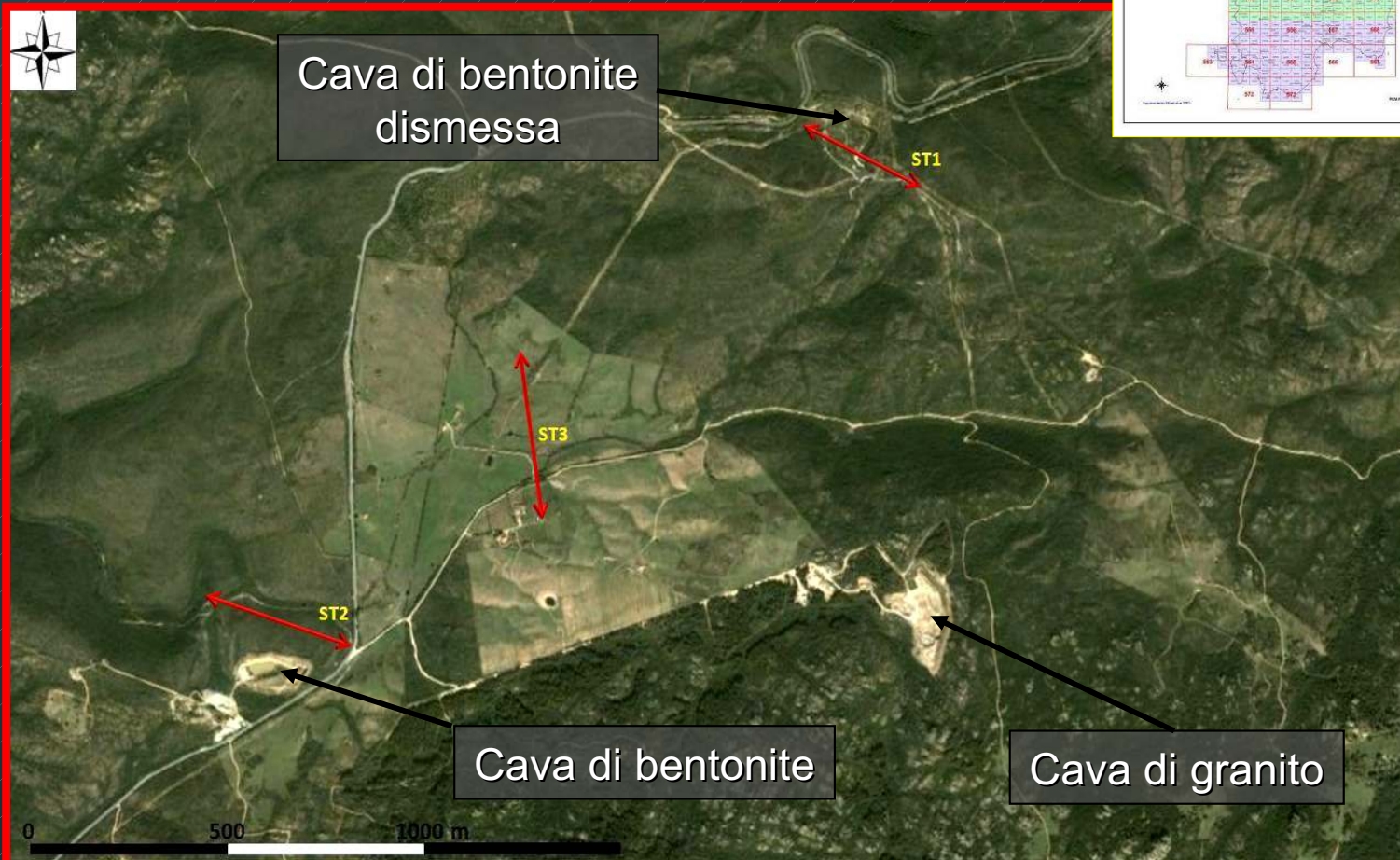
Georesistivimetro ad elettrodi: lungh. variabile da 126 a 630 m
*progettata in relazione alle
evidenze morfologiche*



DEPOSITI
DI ORIGINE
IDROTERMALE

PIANIFICAZIONE DELL'INDAGINE

Georesistivimetro ad elettrodi:
*progettata in relazione
all'assetto tettonico*



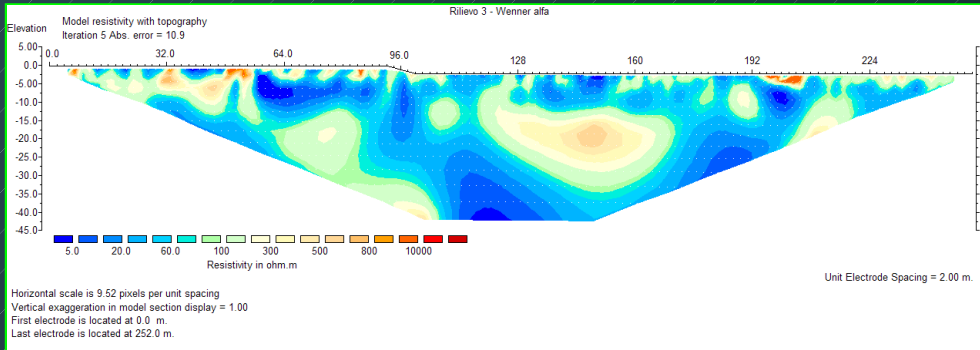
- ✓ **rilievo 1:** 378 m spaziatura el. 6 m
- ✓ **rilievo 2:** 441 m spaziatura el. 7 m
- ✓ **rilievo 3:** 470 m spaziatura el. 10 m

DEPOSITI
DI ORIGINE
GLACIALE

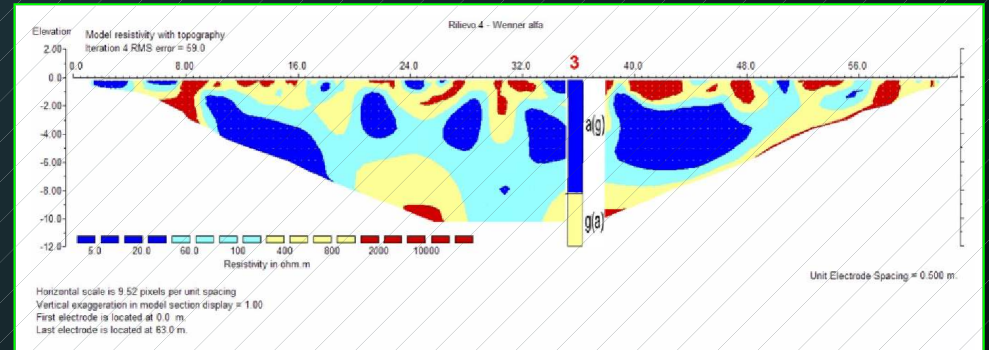
RISULTATI

Georesistivimetro ad elettrodi

Rilievo 3 – Interpretazione geologica



Rilievo 4 – Raffronto dati stratigrafici



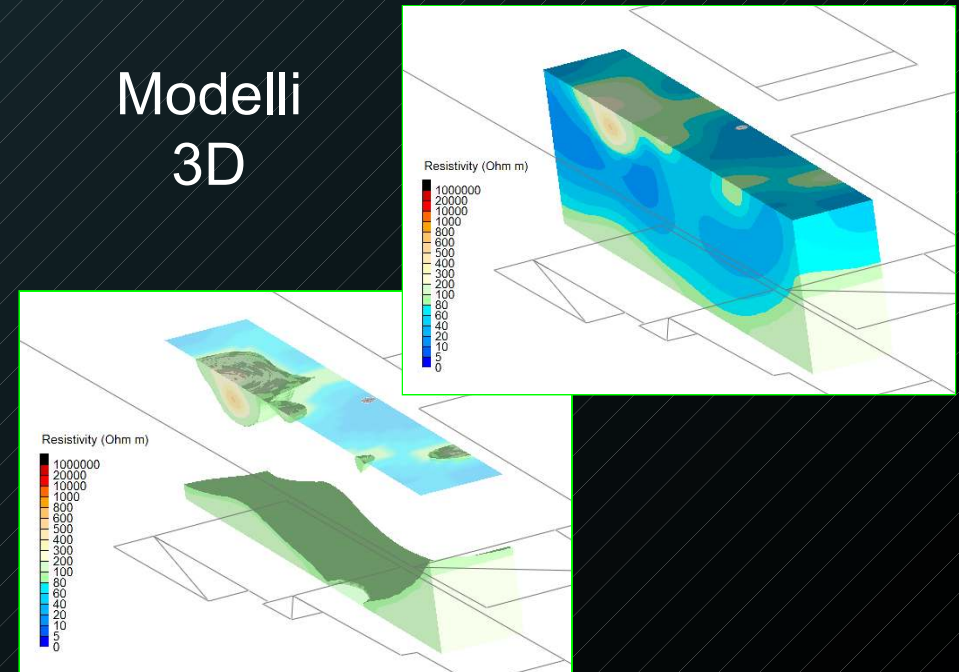
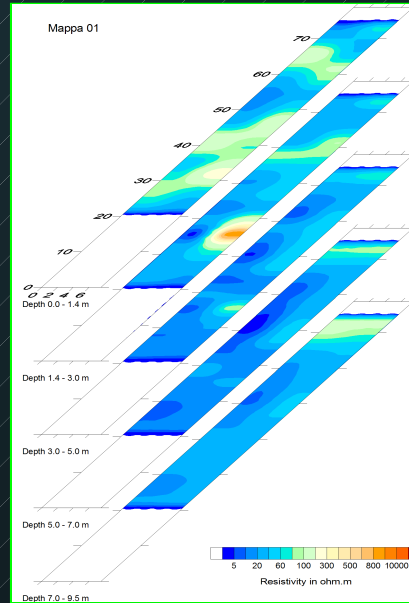
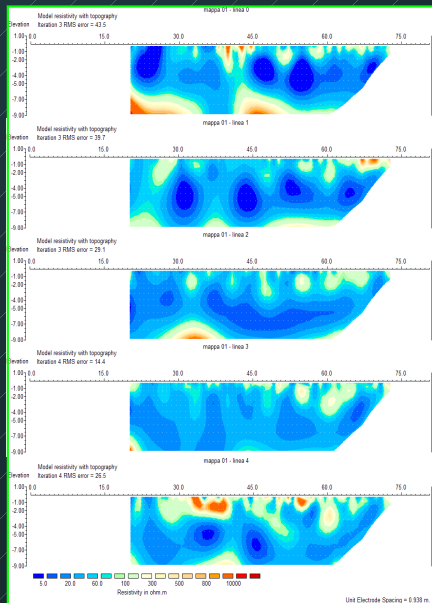
Georesistivimetro ad accoppiamento capacitivo (OhmMapper)

Sezioni

Piante

Modelli
3D

Area
1

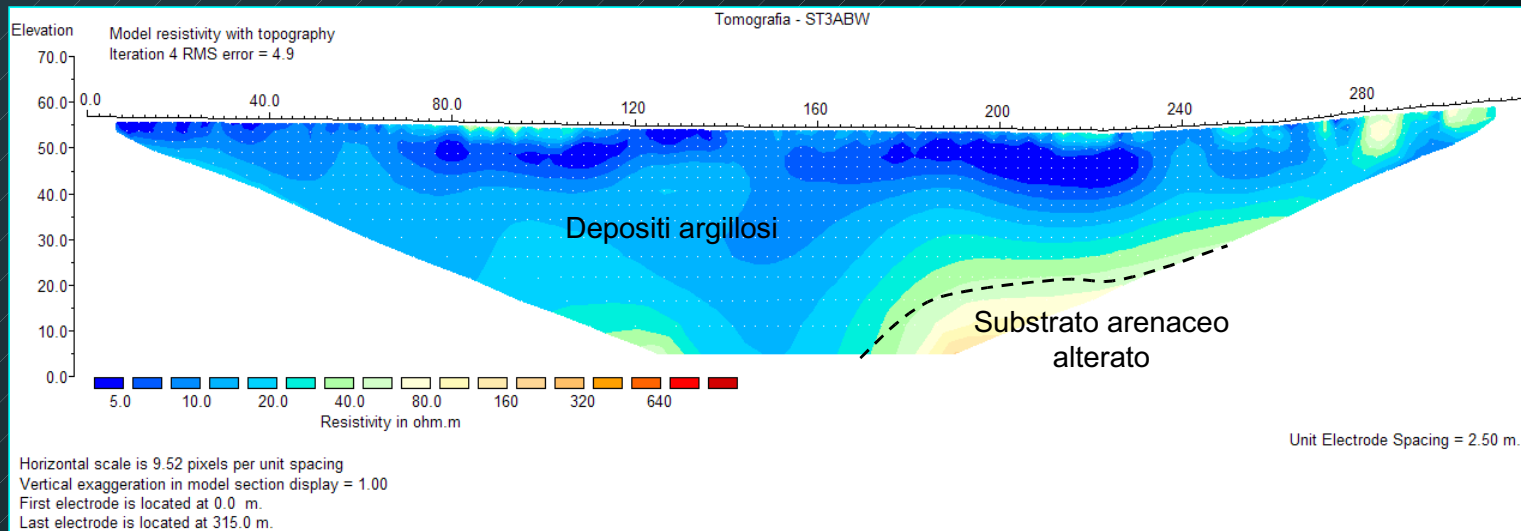
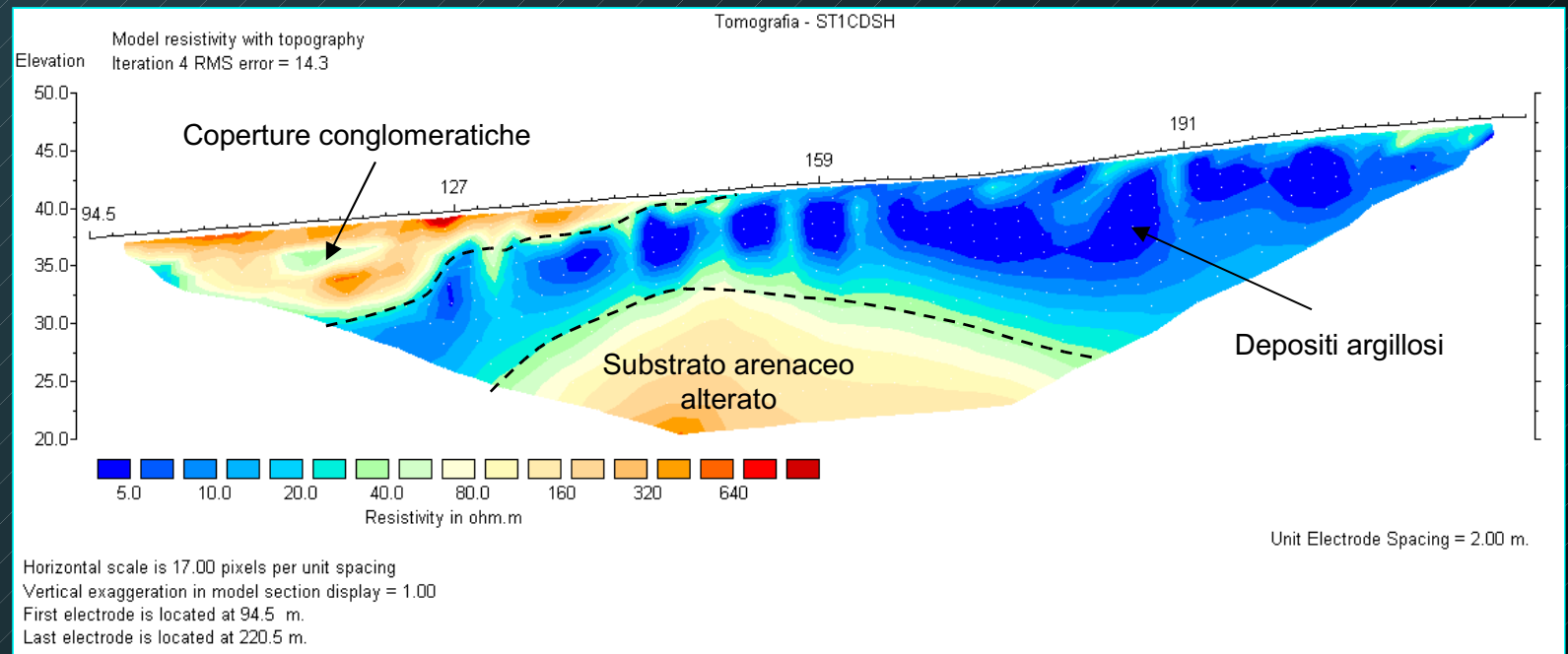


DEPOSITI
DI ORIGINE
MARINA

RISULTATI

Rilievo ST1CDW

Spaziatura: 2 m
Lunghezza: 126 m
Profondità: circa 25 m



Rilievo ST3ABW

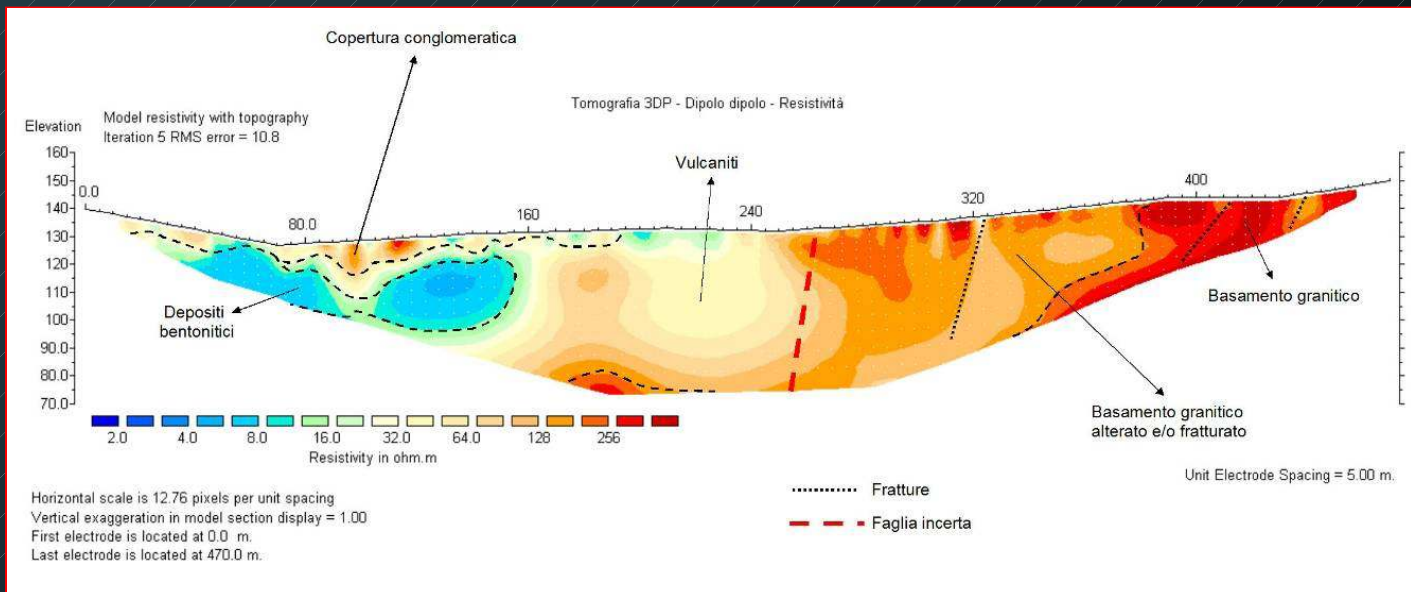
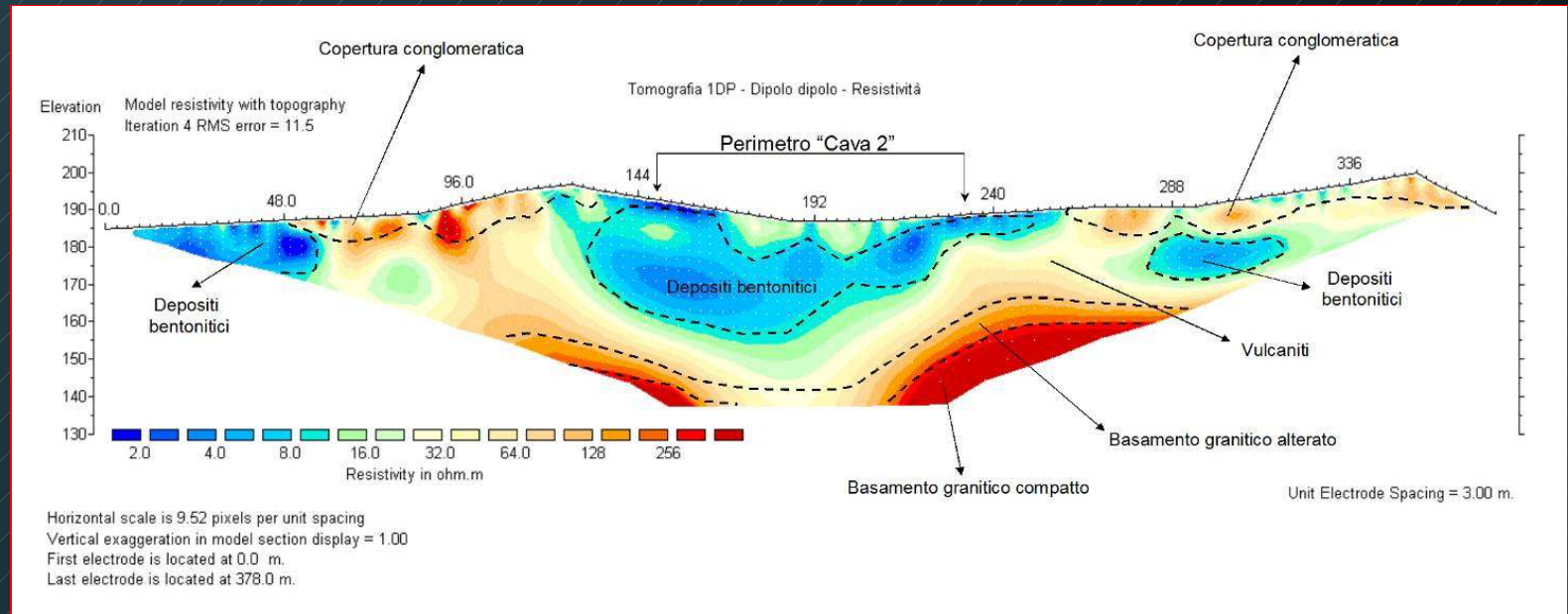
Spaziatura: 5 m
Lunghezza: 315 m
Profondità: circa 55 m

RISULTATI

**DEPOSITI
DI ORIGINE
IDROTERMALE**

**Rilievo
DP1**

**Spaziatura: 6 m
Lunghezza: 378 m
Profondità: circa 55m**

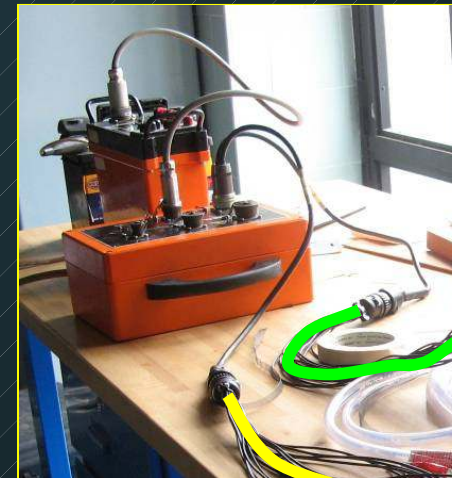
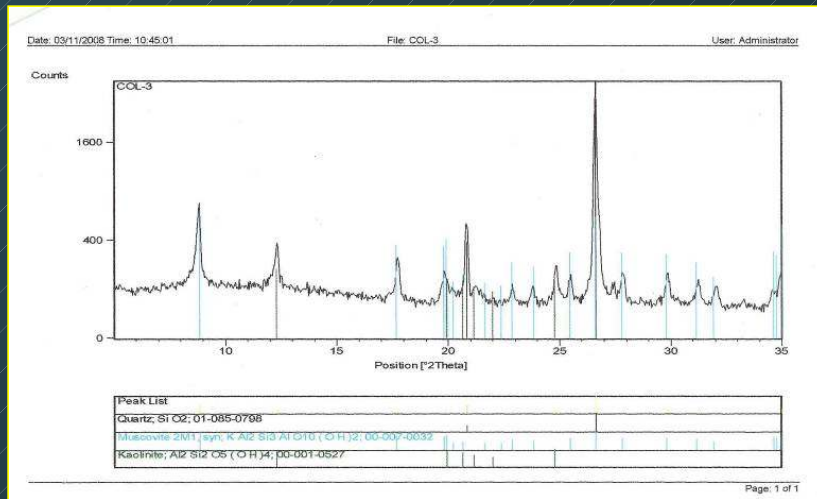


**Rilievo
DP3**

**Spaziatura: 10m
Lunghezza: 470 m
Profondità: circa 80 m**

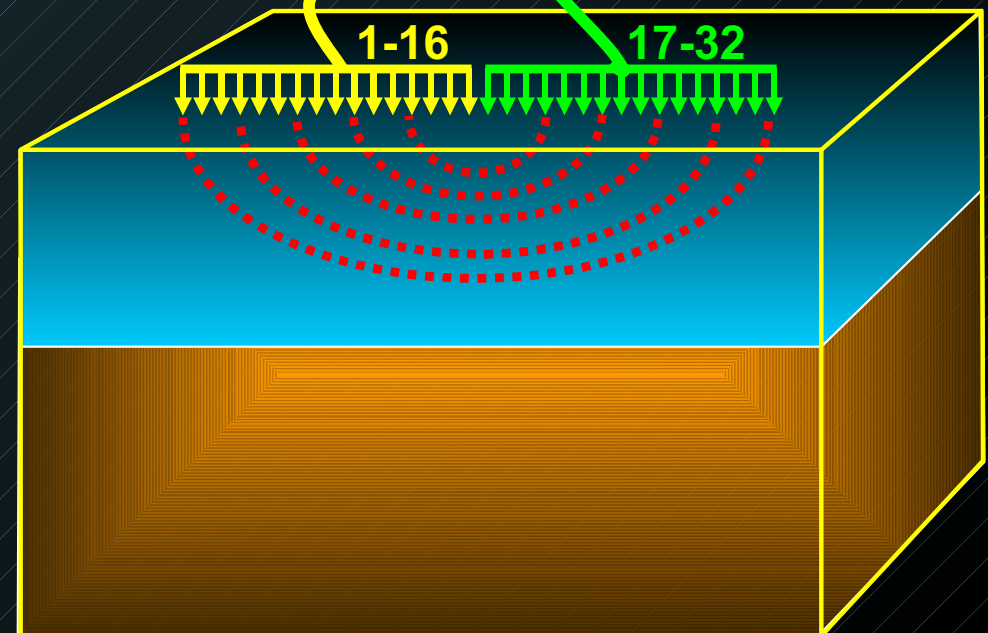
APPROCCIO IN LABORATORIO

Diffrazione a raggi X



Modello
fisico
ridotto

Prove di laboratorio su terre



ANALISI MINERALOGICA

Depositi di origine glaciale

- ✓ Quarzo SiO_2
- ✓ Clinoclorite
 $\text{Mg}_3\text{Mn}_2\text{AlSi}_3\text{AlO}_{10}$
- ✓ Muscovite
 $\text{KAi}_2\text{Si}_3\text{AlO}_{10}$

Depositi di origine marina

- ✓ Quarzo SiO_2
- ✓ Muscovite $\text{KAi}_2\text{Si}_3\text{AlO}_{10}$
- ✓ Caolinite $\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_5(\text{OH})_4$

Depositi di origine idrotermale

**Tosudite
(Montmorillonite)**
 $\text{NaO}_3\text{Al}_6(\text{Si},\text{Al})_8\text{O}_{20}(\text{OH})_{10}$
4H₂O

Valutazione ^[1]	CEC (meq/100g)
Bassa	< 10
Media	10-20
Alta	> 20

Minerale	CEC (meq/100g)
Montmorillonite – Tosudite ^{[2] [3] [4]}	80-150
Clorite ^[4]	10-40
Caolinite ^{[3] [4]}	0-15

La diffrazione a raggi X ha confermato i risultati attesi!

^[1] L.F. Goldberg; E. Arduino, La valutazione della fertilità in Chimica del suolo, Pàtron, p. 522

^[2] Eljo Passaglia. Zeoliti zeolititi e loro applicazioni, pp. 9. Università di Modena e Reggio Emilia, Dipartimento di Scienze della Terra.

^[3] S. Battaglia, L. Leoni; F. Sartori (2004). Determinazione della capacità di scambio cationico delle argille attraverso l'analisi in fluorescenza X di pastiglie di polvere Atti della Società Toscana Scienze Naturali, Memorie, Serie A 109: 103-113.

^[4] Belsito et al. Op. cit., p. 261.

PROVE DI LABORATORIO SU TERRE

Parametri alla condizione C_0 (500 ml)	Depositi di origine glaciale	Depositi di origine marina	Depositi di origine idrotermale	Assunzioni
Densità	1.24 g/cm ³	1.21 g/cm ³	1.24 g/cm ³	✓ Assenza di evaporazione
Contenuto H ₂ O	3.93 %	4.74 %	18.25 %	
500 ml	8.45%	7.41%	25.62%	✓ Assenza di perdite dalla parte inferiore del modello
750 ml	10.73%	8.75%	29.30%	
1000 ml	13.00%	10.08%	32.99%	
1250ml	15.28%	11.42%	36.67%	✓ Deposito omogeneo
1500ml	17.55%	12.76%	40.36%	
1750ml	19.83%	14.09%	44.04%	
2000ml	22.10%	15.43%	47.73%	✓ Deposito isotropo
2250ml	24.38%		51.41%	
2500ml	26.65%		55.10%	

PROVE DI LABORATORIO SU TERRE

Limiti
di
consistenza

Depositi
di origine
glaciale

Depositi
di origine
marina

Depositi di
origine
idrotermale

Limite liquido

36.8 %

31.1 %

74.7 %

Limite plastico

20.1 %

19.2 %

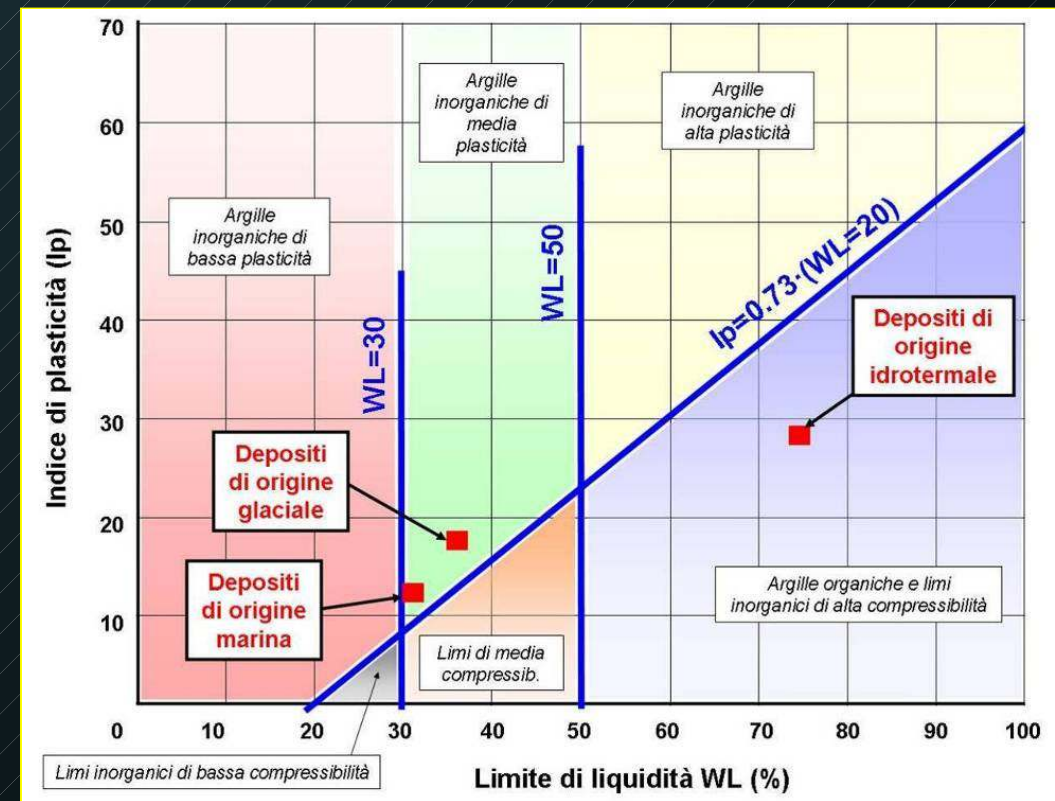
46.6 %

Origine del deposito	Ip Indice di plasticità	Ic Indice di consistenza
Glaciale	16.7	2.0
Marina	11.9	2.2
Idrotermale	28.1	2.0

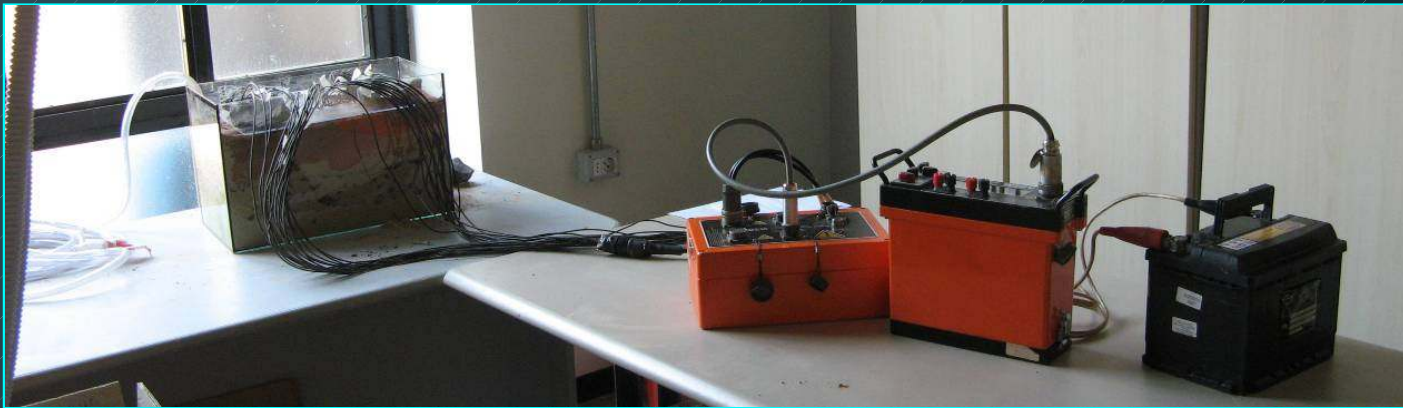
Ip

✓ contenuto percentuale di minerali argillosi

✓ sensibilità alle variazioni di contenuto d'acqua



MODELLO FISICO RIDOTTO - PIANIFICAZIONE



Condizione C_0

+
 500 ml
 +
 750 ml
 +
 1000 ml
 +
 ...

Contenuto idrico

Dati tecnici rilievi modello fisico ridotto	
lunghezza	31 cm
distanza interelettrodica	1 cm
numero elettrodi di misura	32
numero di letture	354
metodo di acquisizione	Dipolo-dipolo (n=2)
blocchi utilizzati per l'inversione	211
livelli del modello	11
punti utilizzati per l'inversione	354

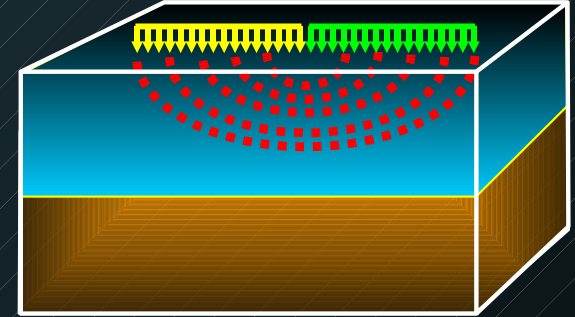
- ✓ Controllare ρ al variare del contenuto idrico per i 3 depositi
- ✓ Distinguere la risposta elettrica dei 3 depositi
- ✓ Rapportare le evidenze geoelettriche dello studio ai risultati mineralogici e geotecnici

OBIETTIVO

Indagine in situ



Indagine in laboratorio



Depositi
di origine
glaciale

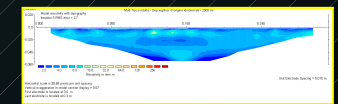
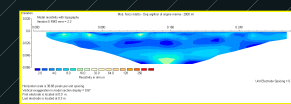
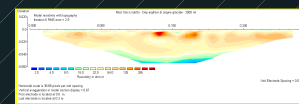
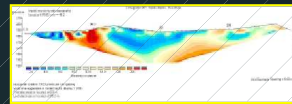
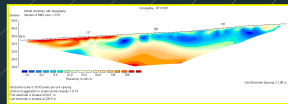
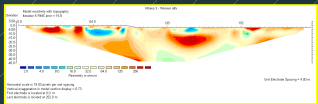
Depositi
di origine
marina

Depositi di
origine
idrotermale

Depositi
di origine
glaciale

Depositi
di origine
marina

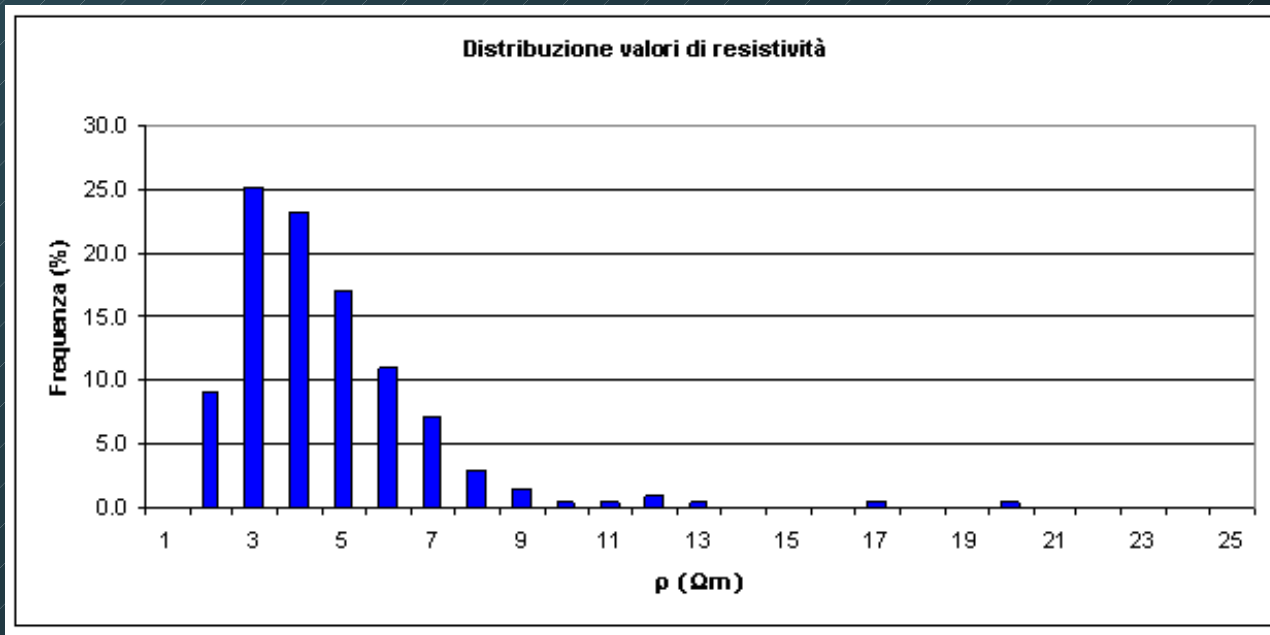
Depositi di
origine
idrotermale



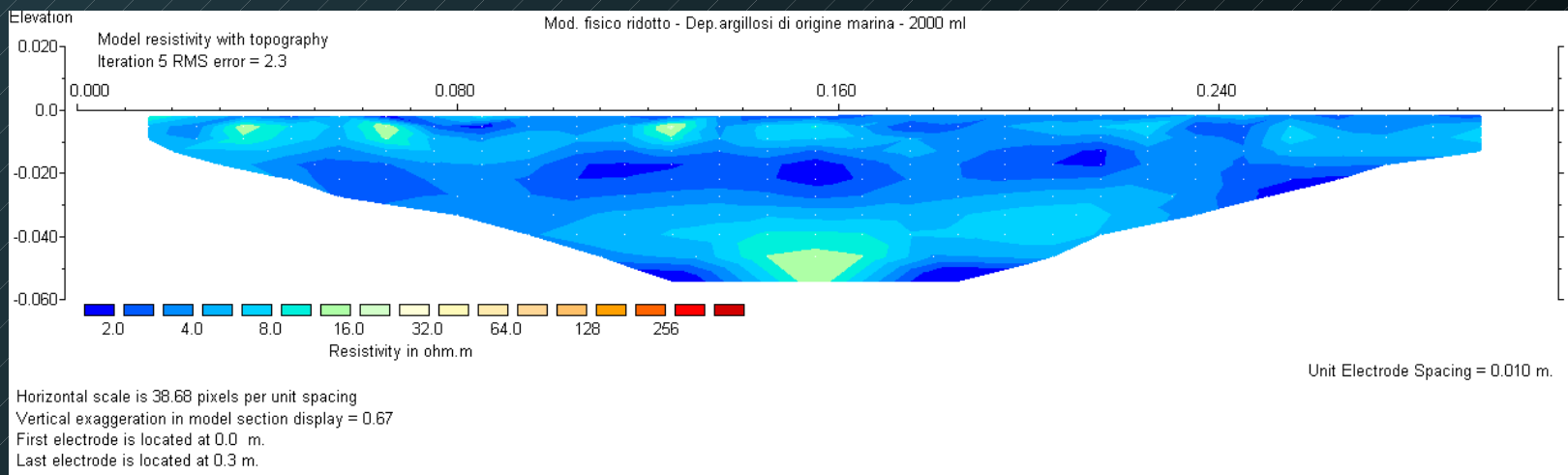
Le misure di laboratorio, confortate da misure diffrattometriche e fisico-meccaniche, permettono di caratterizzare meglio i depositi argillosi su scala di situ?

DEP. DI ORIGINE MARINA - MODELLO FISICO RIDOTTO

Condizione w: **15.43%**

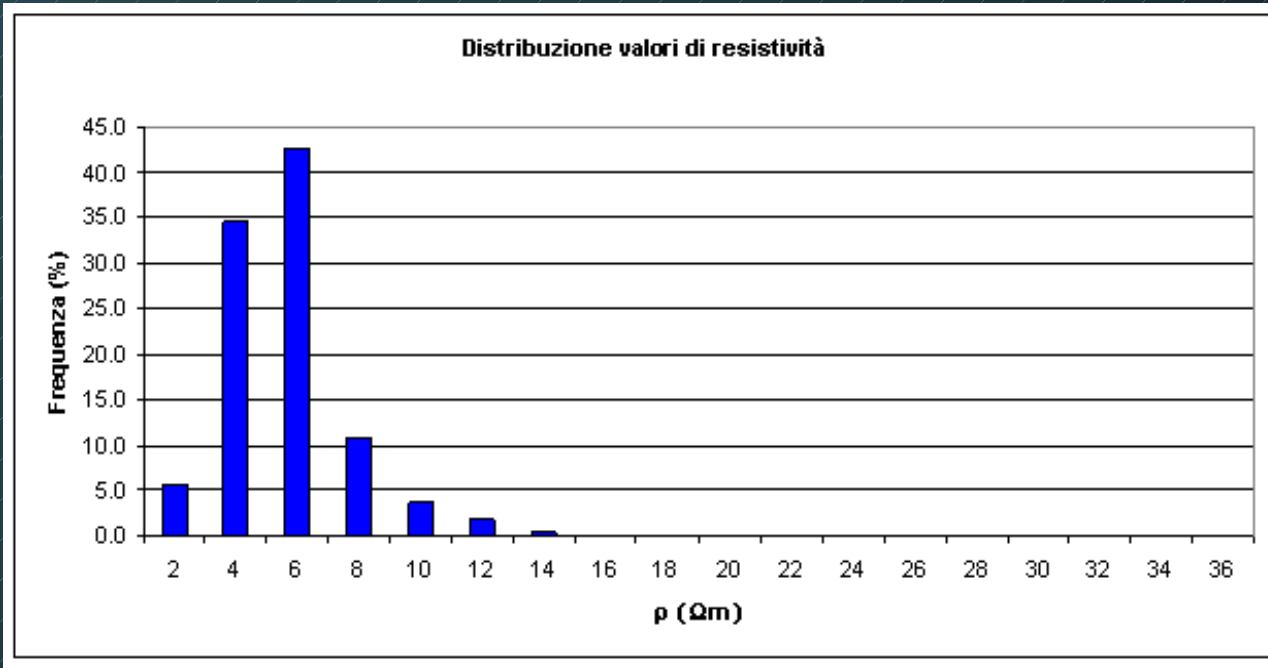


Incremento

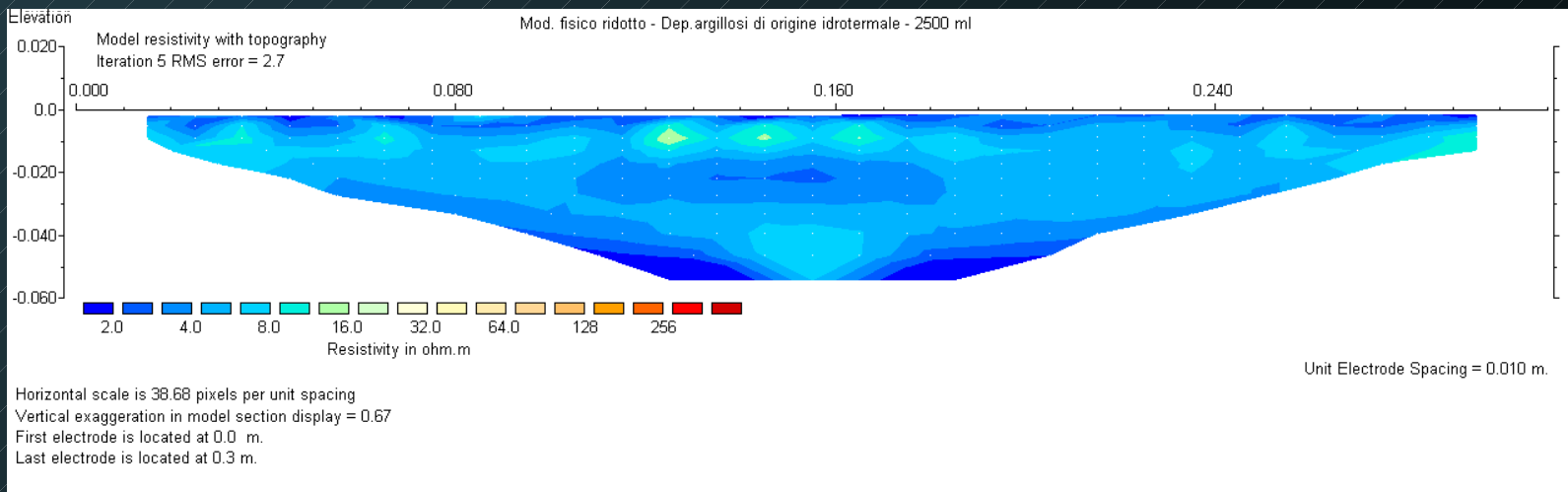


DEP. DI ORIGINE IDROTERMALE – MOD. FISICO RIDOTTO

Condizione w: **55.10%**

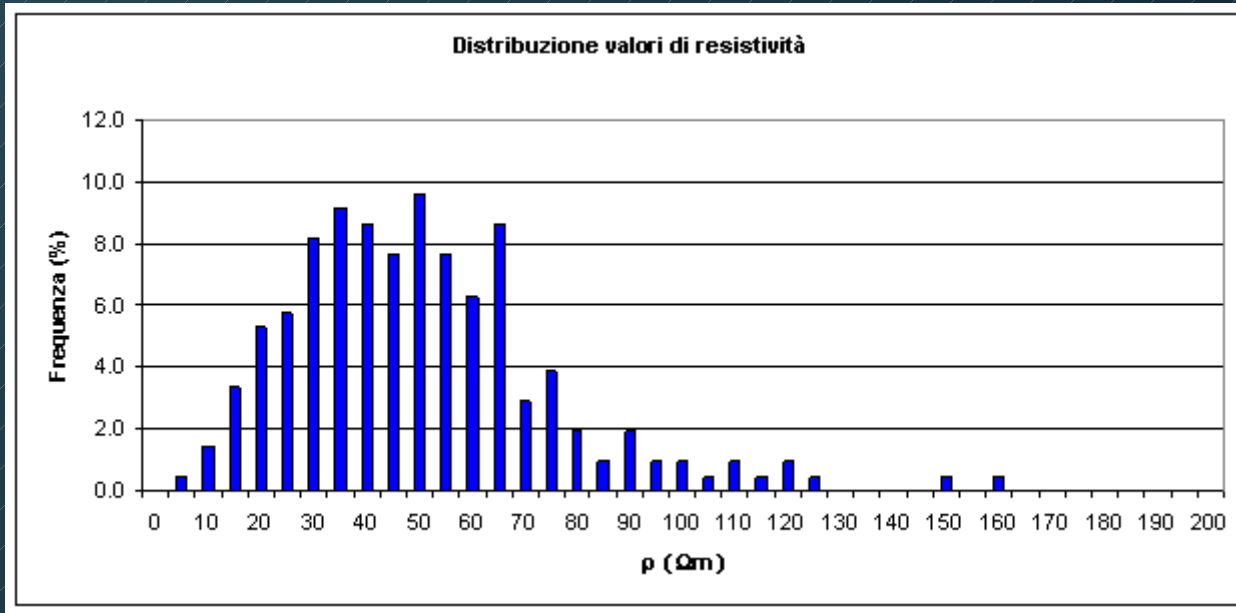


Incremento

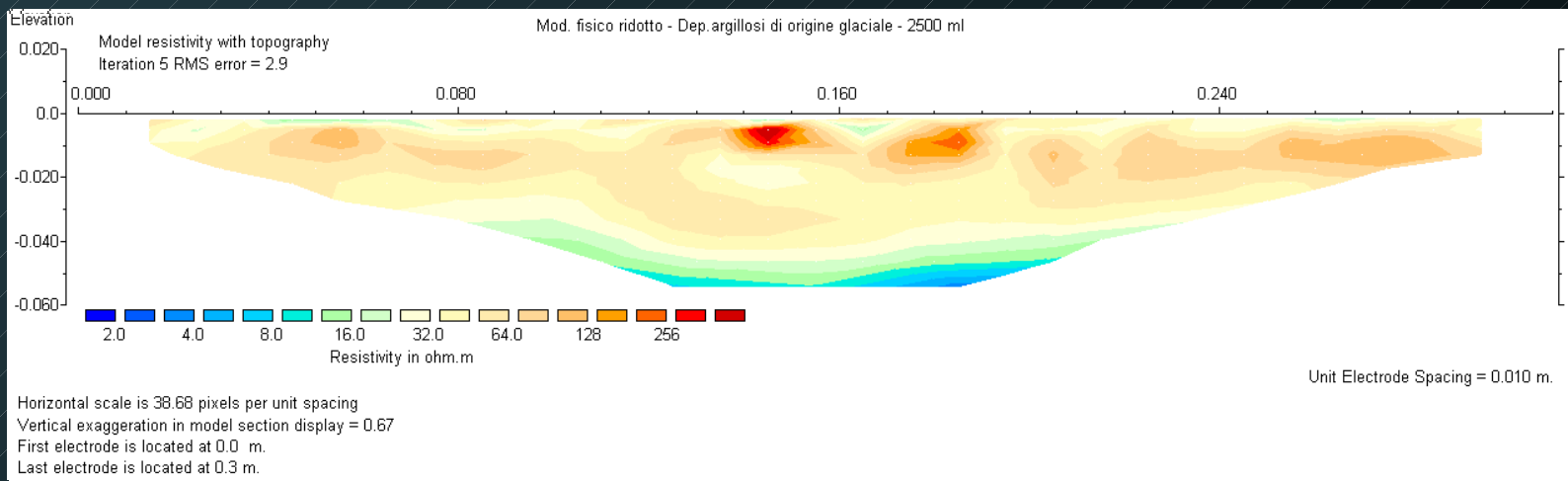


DEP. DI ORIGINE GLACIALE - MODELLO FISICO RIDOTTO

Condizione w: **26.65%**

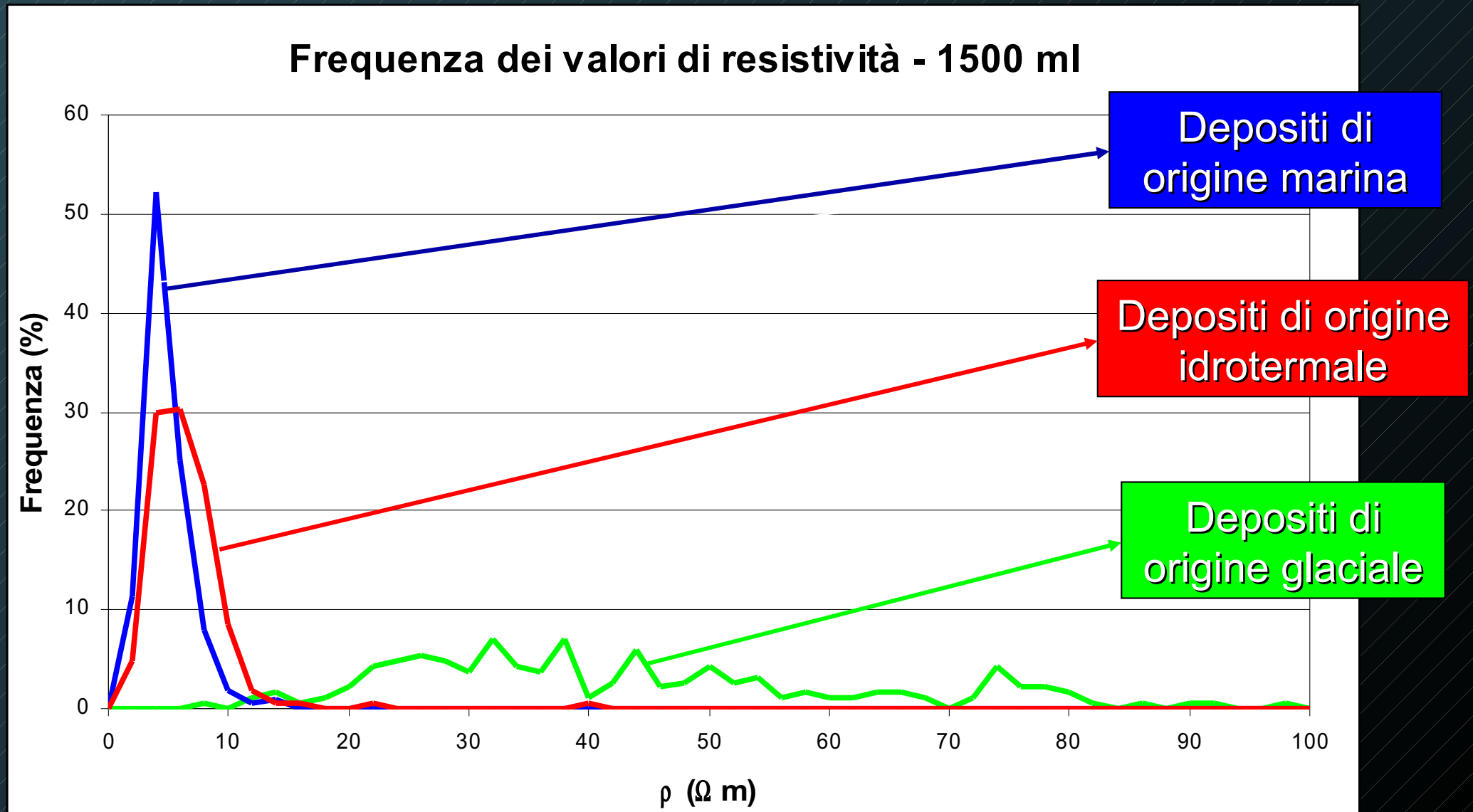


Incremento



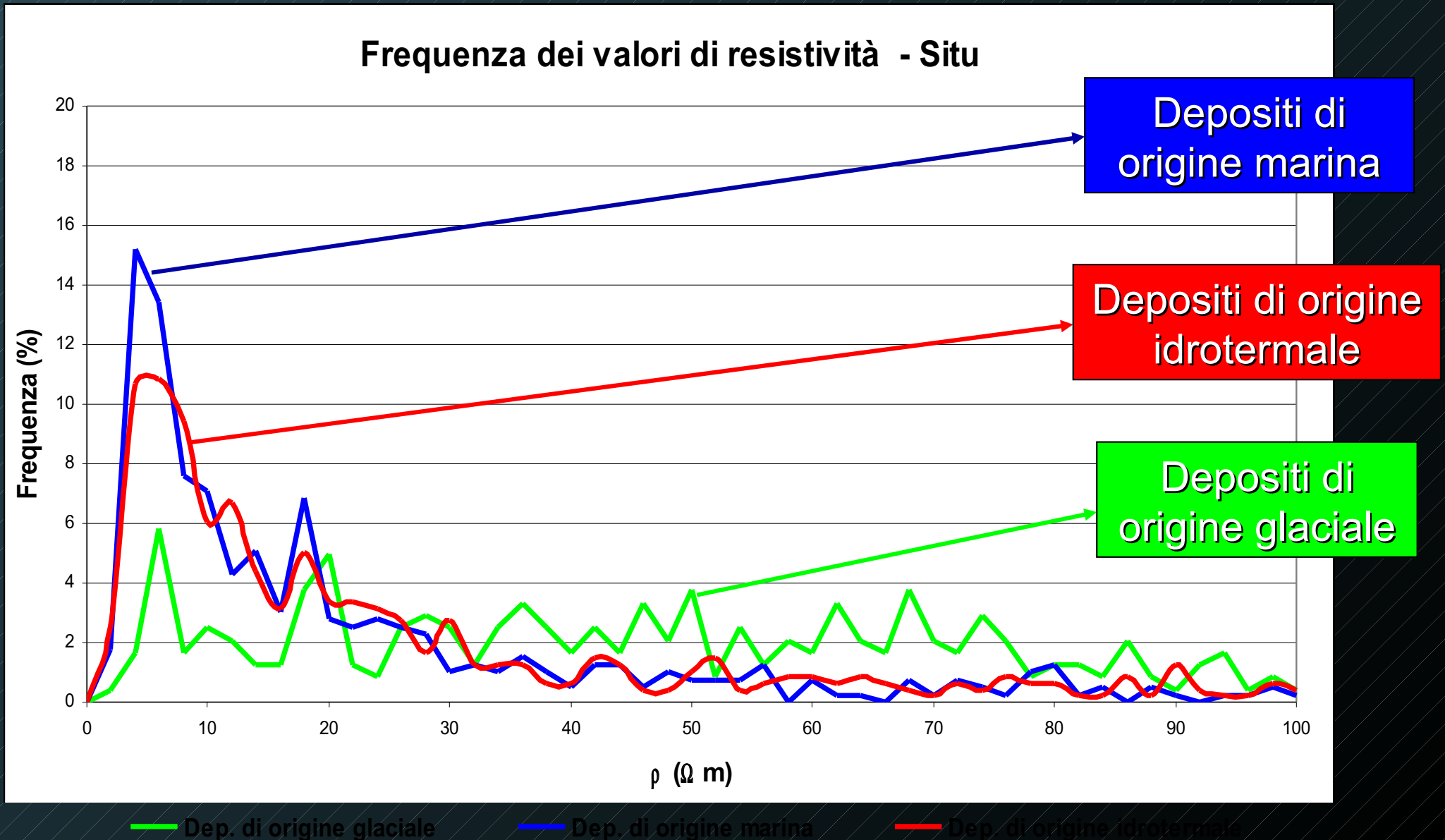
CARATTERIZZAZIONE DEI 3 DEPOSITI

Modello fisico ridotto



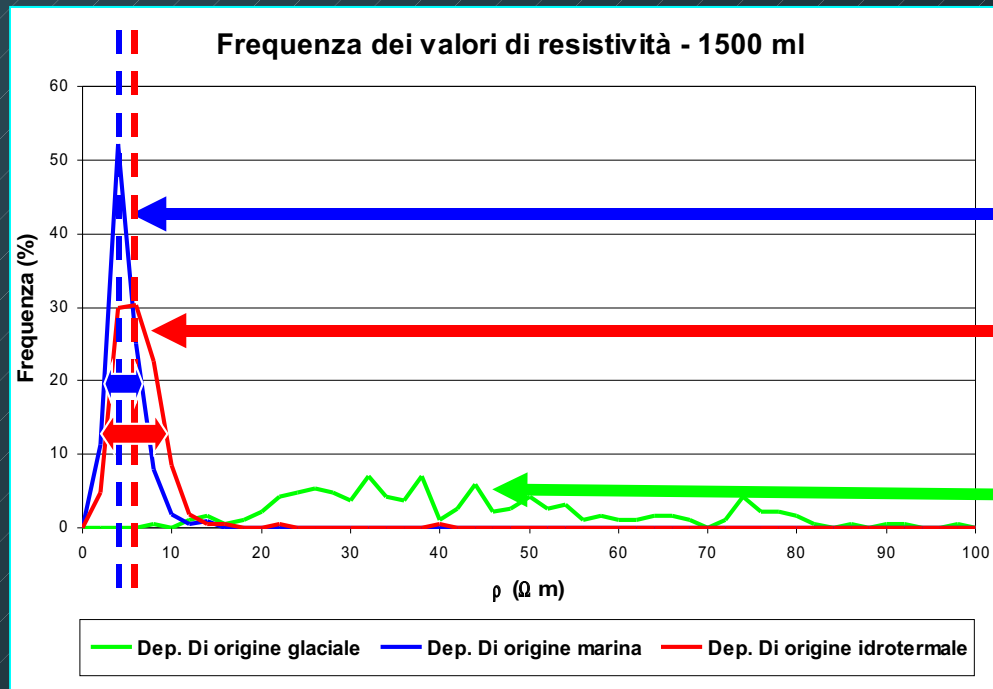
CARATTERIZZAZIONE DEI 3 DEPOSITI

Indagine in situ

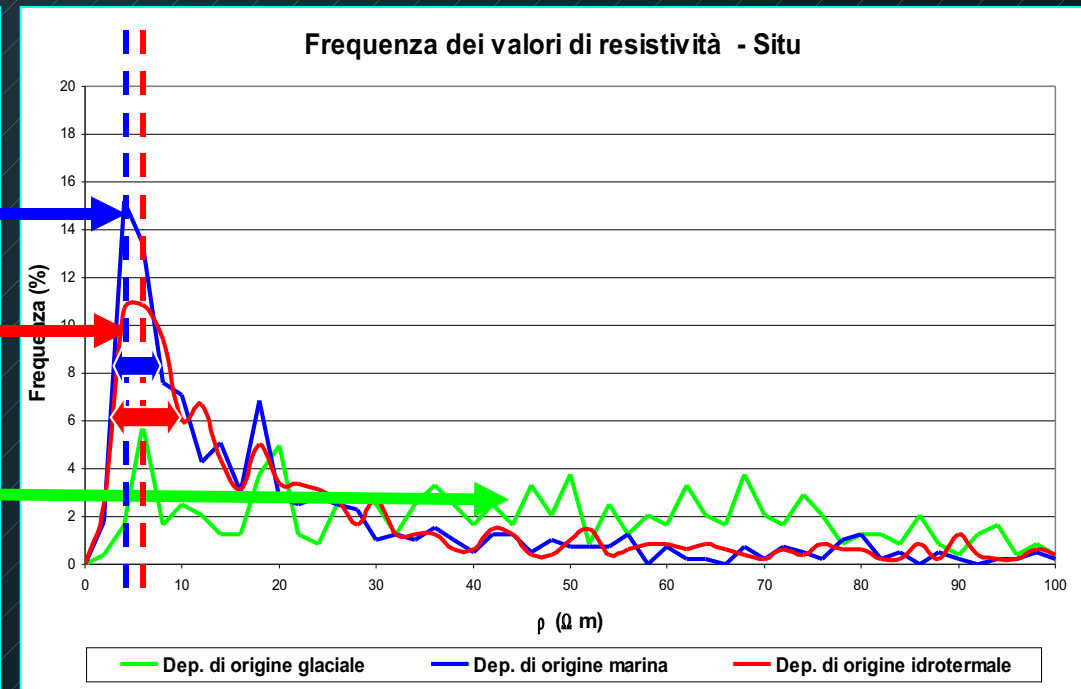


COMPARAZIONE

Indagine in laboratorio



Indagine in situ



- ✓ Buona “correlazione” tra le distribuzioni dei valori di resistività in situ ed in laboratorio.
- ✓ Le distribuzioni in situ ed in laboratorio permettono di distinguere i 3 diversi depositi argillosi.

CONCLUSIONI

- ✓ La diffrattometria a raggi X e le prove di laboratorio su terre hanno permesso una precisa caratterizzazione dei 3 depositi argillosi.
- ✓ **In situ** l'indagine ha permesso un'individuazione chiara dei depositi argillosi.
- ✓ **In laboratorio** l'indagine elettrica dei 3 depositi è stata seguita e controllata al variare del contenuto idrico.
- ✓ Le indagini **in situ** e **in laboratorio** hanno messo in luce una chiara e distinta caratterizzazione dei 3 depositi.

Grazie per l'attenzione.

