

## **COMUNE DI SERINO (AV)**

**OGGETTO: INDAGINI GEOFISICHE DI TOMOGRAFIE ELETTRICHE ESEGUITE PER LO  
STUDIO DI MESSA IN SICUREZZA DEL PARCO FAUNISTICO  
RIQUALIFICAZIONE AMBIENTALE IN LOCALITÀ MAGGESE IN  
AGRO DEL COMUNE DI SERINO –CUP E43C22000200005.**

**COMMITTENTE: ING. FRANCESCO FESTA**

## **REPORT GEOFISICO**

**IL GEOLOGO**

**DOTT. MARIA GRAZIA SOLDOVIERI**



## I N D I C E

1. PREMESSA .....	3
2. INDAGINE GEOFISICA .....	4
2.1 INDAGINE DI TOMOGRAFIA ELETTRICA .....	4
2.1 A Descrizione della metodologia della resistività elettrica .....	4
2.1 b Dispositivi di acquisizione .....	5
3. STRUMENTAZIONE UTILIZZATA E PARAMETRI DI ACQUISIZIONE .....	6
4. ANALISI ED ELABORAZIONE DEI DATI .....	8

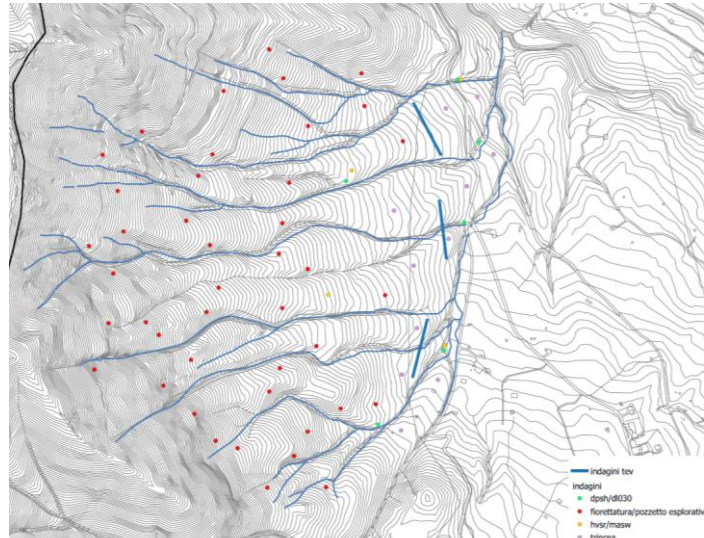
## ALLEGATI

- Allegato 01: Ubicazione indagini di tomografia elettrica con profilo topografico fornito dalla committenza
- Allegato 02: Foto indagini eseguite.
- Allegato 03: Certificati tomografici.

## 1. PREMESSA

La scrivente è stata incaricata dall'ing. Francesco Festa di eseguire delle indagini geofisiche di tipo *tomografie elettriche* per la ricostruzione elettrostratigrafica dell'area ubicata in località Maggese nel comune di Serino (foto di Figura 1) nell'ambito del progetto definitivo ed esecutivo per la Messa in sicurezza del parco Faunistico riqualificazione ambientale.

3



**Figura 1: ubicazione delle diverse indagini a farsi sulla zona di indagine come da progetto (fornito dalla committenza).**

Di seguito è la relazione su:

- Descrizione della metodologia dell'indagine geofisica realizzata;
- Definizione delle caratteristiche elettrostratigrafiche delle litologie presenti nella zona di indagine;
- Ricostruzioni elettrostratigrafiche in modo da delineare le variazioni bidimensionali del parametro resistività con la individuazione dello spessore dei terreni poggianti sul bedrock calcareo.

I diversi profili di tomografia elettrica sono stati ubicati (Figura 2) in modo da ricoprire la zona di indagine di maggiore interesse, secondo quanto specificamente richiesto dalla committenza e compatibilmente con le difficoltà logistiche. Le ubicazioni sono state definite in campo con il geol. Luca Guarino.

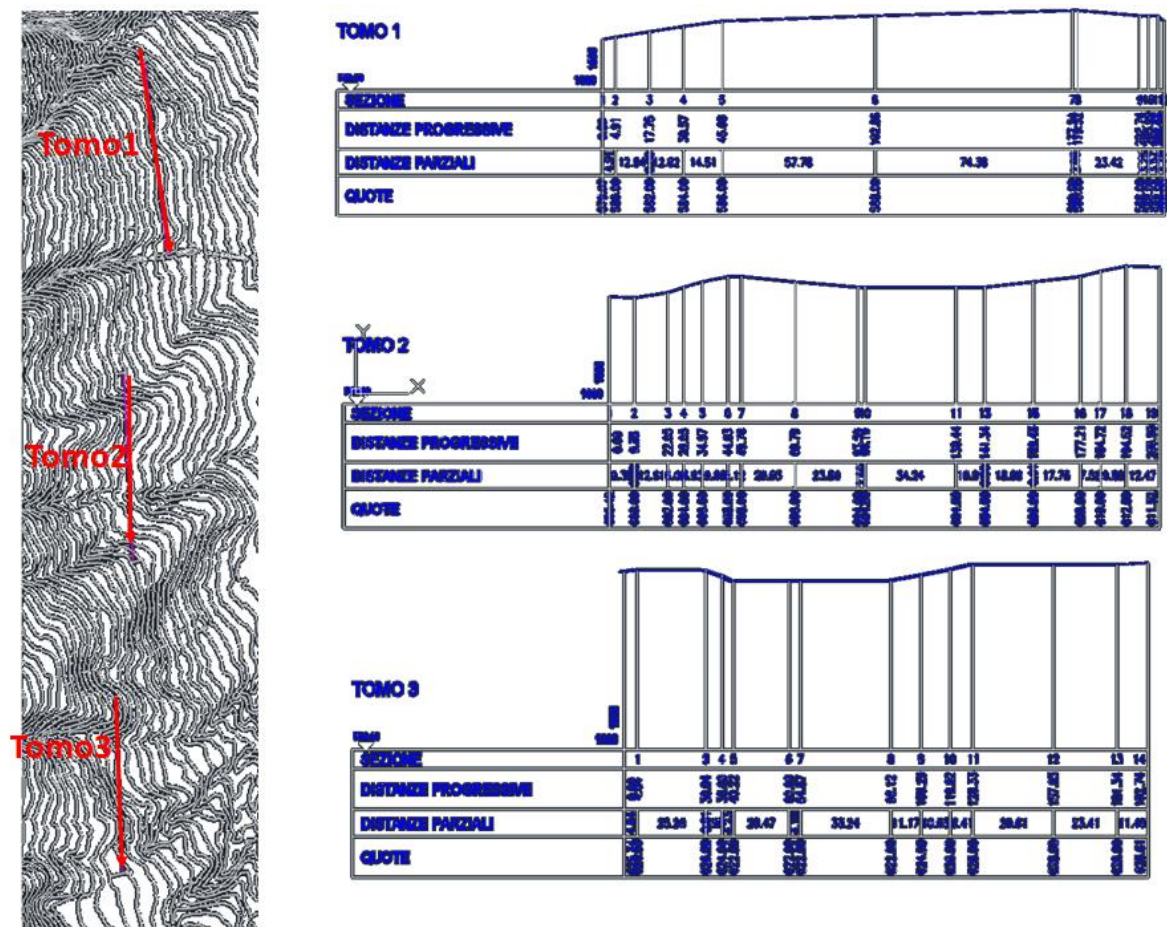


Figura 2: ubicazione e verso di acquisizione dei dati (base topografica fornita dal committente) con verso di lettura del profilo topografico

## 2. INDAGINE GEOFISICA

### 2.1 INDAGINE DI TOMOGRAFIA ELETTRICA

#### 2.1 A DESCRIZIONE DELLA METODOLOGIA DELLA RESISTIVITÀ ELETTRICA

Le prospezioni geoelettriche si basano, in generale, sugli effetti prodotti da una corrente elettrica, di origine naturale o artificiale, circolante nel sottosuolo e rilevabili attraverso misure di differenza di potenziale; il metodo di esplorazione adottato per lo studio di cui si discute è il metodo della resistività elettrica in corrente continua. Tale metodologia consiste nella determinazione sperimentale di un set di valori di resistività apparente che, in accordo con una formulazione matematica deducibile direttamente dalle leggi dell'elettromagnetismo per campi stazionari, descrivono una qualsiasi struttura complessa formata da materiali fisicamente diversi in contatto elettrico tra loro.

La resistività elettrica (l'inverso della conducibilità), esprime la maggiore o minore predisposizione di un materiale a farsi attraversare dalla corrente e dipende da molti fattori;

quelli più importanti sono rappresentati dalla presenza di acque ionizzate e/o dalla presenza di particelle minerali metalliche eventualmente presenti nella struttura dei pori della roccia.

Entrambi i fattori, infatti, possono dar luogo a traiettorie interne particolarmente conduttive, in contrasto con situazioni resistive caratterizzate da strutture compatte e/o da pori anidri. In particolare, la tecnica di tomografia elettrica lungo profili e o su griglie, entrambe utilizzate nella zona oggetto di studio, hanno consentito di ottenere gli andamenti della resistività elettrica nel sottosuolo in termini bidimensionali (2D).

5

## 2.1 B DISPOSITIVI DI ACQUISIZIONE

La misura della resistività elettrica del sottosuolo può essere ottenuta posizionando in superficie un dispositivo quadripolare costituito da una coppia di elettrodi detti di *energizzazione* e da una seconda coppia di elettrodi detti di *potenziale*.

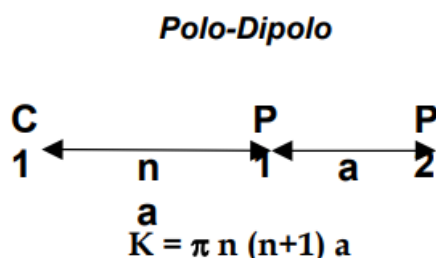
Attraverso la misura della corrente elettrica che circola nel terreno immessa nello stesso mediante gli elettrodi di corrente e la misura del potenziale che si viene a determinare ai capi degli elettrodi di potenziale a causa della corrente immessa, è possibile stimare la resistività elettrica apparente ( $\rho_a$ ) mediante la seguente relazione:

$$(1) \quad \rho_a = k (\Delta V / I),$$

dove  $k$  è il fattore geometrico ed è pari ad:

$$(2) \quad k = 2\pi / (1/r_1 - 1/r_2 - 1/r_3 + 1/r_4),$$

e dipende esclusivamente dalla posizione degli elettrodi di corrente rispetto a quelli di potenziale ( $r_1, r_2, r_3, r_4$  indicano le posizioni degli elettrodi). In funzione di come si dispongono tali elettrodi si distinguono diverse tipologie di array. In Figura 3 è riportato schematicamente il dispositivo Polo-Dipolo utilizzato per l'acquisizione dei dati. Si è scelto di utilizzare tale dispositivo in quanto questa configurazione, a parità di lunghezza degli stendimenti, consente di raggiungere una maggiore profondità di investigazione.



**Figura 3: Schema di acquisizione Polo-Dipolo con indicazione del valore del  $k$ . Con  $a$  si indica la distanza tra gli elettrodi.**

Sono stati eseguiti 3 profili ubicati secondo quanto schematizzato in Figura 2

L'inversione dei dati è stata eseguita utilizzando l'algoritmo di inversione, scritto da Loke and Barker nel 1996 (Res2Dinv), che rappresenta un metodo iterativo basato sulla deconvoluzione ai minimi quadrati ed è tra i più utilizzati in letteratura. Con questo algoritmo è necessario definire innanzitutto un modello iniziale, ottenuto discretizzando il sottosuolo in un numero di blocchi rettangolari le cui dimensioni sono legate ai parametri geometrici scelti in fase di acquisizione. Ad ognuno di questi blocchi è assegnato, automaticamente dal programma o a discrezione dell'operatore, un valore di resistività reale e l'algoritmo calcola il valore di resistività apparente che si otterrebbe se il sottosuolo investigato fosse rappresentato proprio dal modello iniziale ipotizzato. Il confronto tra il valore sperimentale e quello calcolato è stimato mediante lo scarto quadratico medio (RMS): il modello che minimizza tale scarto rappresenta il modello reale del sottosuolo investigato.

### 3. STRUMENTAZIONE UTILIZZATA E PARAMETRI DI ACQUISIZIONE

Le misure di tomografia elettrica, sono state acquisite con il georesistivimetro della M.A.E. è X612-EM+ prodotto dalla M.A.E. srl di nuova concezione. Con tale strumento è possibile eseguire misure di resistività, Tomografia Elettrica Multielettrodo, misura dei potenziali spontanei, caricabilità, polarizzazione indotta (I.P.) o S.E.V. (Sondaggio Elettrico Verticale). La strumentazione integra al suo interno tutto il necessario per effettuare prospezione geoelettrica SEV e multielettrodo con 72 o 96 elettrodi integrati. E' tuttavia possibile aumentare il numero di elettrodi gestibili dalla macchina tramite box di espansione esterni da 24 o 48 elettrodi ciascuno, permettendo di arrivare a gestire 288 elettrodi o superiori. Caratteristica principale di questa strumentazione è l'altissima velocità di esecuzione dei sondaggi, sia 2D che 3D, resa possibile dall'adozione di una nuova ed innovativa piattaforma di acquisizione dati che rende possibile l'acquisizione dati simultanea sulla quasi totalità dei canali che equipaggiano la strumentazione. La X612-EM+ è dotata della funzione "preview" che consente all'utente di visualizzare una anteprima della pseudosezione derivata dal treno di dati appena acquisiti direttamente in campagna. L'utilizzo di questa funzione consente all'operatore la verifica immediata dei dati registrati. La strumentazione effettua la misura oppure il ciclo di misura impostato dall'utente in modalità automatica. Una volta concluso il ciclo di misura i dati acquisiti possono essere immediatamente visualizzati tramite la funzione "preview", il cui utilizzo consente

all'operatore la verifica immediata dei dati registrati, e processati con i relativi software di elaborazione dati. La potenza di 250 Watt del generatore interno può essere incrementata fino a 600 Watt con l'utilizzo di un generatore esterno opzionale. La registrazione e il salvataggio dei dati avviene su memoria Disk on Module interna o su disk on key USB. L'unità è totalmente computerizzata e tutte le funzioni operative vengono selezionate toccando semplicemente il menù corrispondente sul monitor LCD a colori transflettivo 12,2" con touch screen integrato. Le specifiche tecniche sono schematizzate di seguito:

7

**Corrente in uscita:** Regolazione automatica (5 step)

- Intensità massima: 5 A a 50V
- Tensioni di uscita:  $\pm 50V$ ,  $\pm 100V$ ,  $\pm 250V$ ,  $\pm 500V$ ,  $\pm 800V$  (950V con generatore esterno opzionale)
- Potenza massima: 250W (600W con generatore esterno opzionale)
- Tempo di immissione: impostabile a partire da 0,25 sec. (visualizzazione grafica dell'onda impostata)
- Precisione della misura:  $\pm 0,2\mu A$

**Misura di potenziale:**

- Misura simultanea su tutti i canali impostati
- Auto range
- Fondo scala massimo:  $\pm 25V$
- Impedenza di ingresso: 2,5 MOHM
- Filtro frequenza di rete: 50 Hz
- Protezione: superiore
- Precisione della misura:  $\pm 1,5\mu V$  nel range  $\pm 25V$
- Riduzione del rumore: con media da 2 a 10 misure
- Azzeramento automatico del potenziale spontaneo
- Accuratezza della resistività misurata:  $\pm 0,5\%$
- Caricabilità misurata su quattro finestre temporali di durata complessiva di 1,2 sec.

**Generali:**

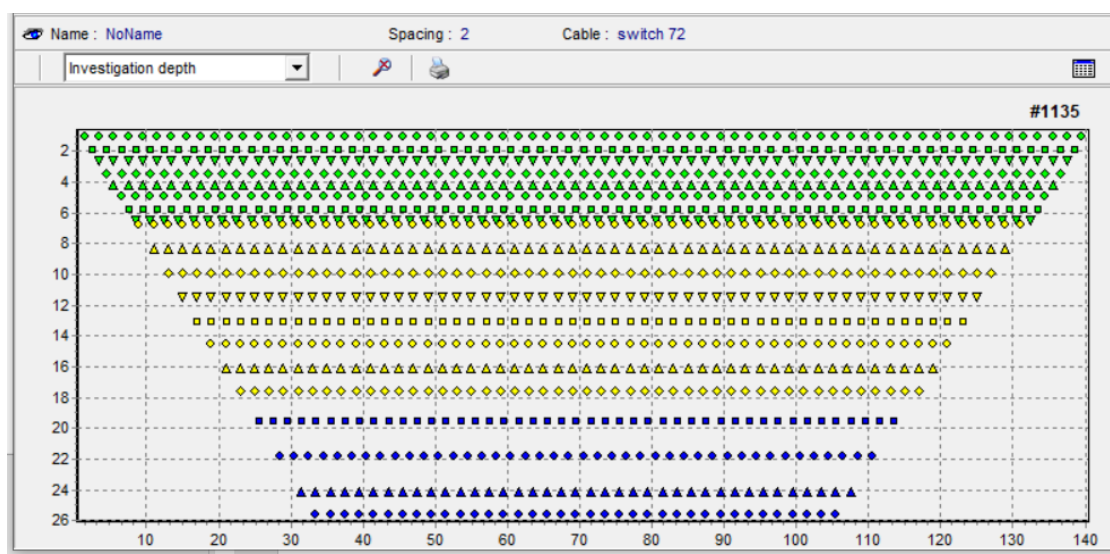
- Visualizzazione della pseudosezione in tempo reale
- Elettrodi gestibili: 72 o 96 senza espansione, espansioni con box da 24 o 48
- Alimentazione: 12V DC, fornita da apposito power box con batterie da 24Ah.
- Assorbimento medio: 2,5A, 20A di picco
- Formati dei dati: TSV, CSV, DAT
- Interfacce disponibili: LAN, USB, VGA
- Sistema Operativo: Windows Embedded Standard
- Condizioni ambientali di funzionamento:  $-20/90^{\circ}C$
- Display: LCD 12.2" con touch-screen integrato optical bonding
- Dimensioni e peso: 51x39x23 cm, 12 Kg (cavi e sensori esclusi)

E' possibile realizzare diverse sequenze di acquisizioni in quanto il software dello strumento è in grado di leggere dei file di testo opportunamente composti. L'acquisizione è stata eseguita secondo lo schema Polo-Dipolo in quanto questo dispositivo, a differenza degli altri array, consente di raggiungere una maggiore profondità di investigazione. I parametri geometrici con i quali sono stati riacquisiti i profili, sono riportati in tabella 1, l'ubicazione è riportata in allegato e in Figura 2 mentre la sequenza ricostruita appositamente per la problematica in esame e considerando un numero di elettrodi pari a 72 è riportata Figura 4. Per una ottimizzazione dei tempi e per eseguire misure di 200m, la misura su ciascuno stendimento è stata suddivisa in due parti una di 140m e una di 60m. Entrambe le misure sono state eseguite con la stessa sequenza ottimizzata rispetto al numero di elettrodi

utilizzati. Le due parti sono state poi sommate ed elaborate contemporaneamente con lo specifico software.

Tomografia	Numero elettrodi	Passo di campionamento	Lunghezza dello Stendimento
Tomo 1	103	2.0 m	200m
Tomo 2	103	2.0 m	200m
Tomo 3	103	2.0 m	200m

8



**Figura 4:** Schema della pseudosezione di tomografia di resistività elettrica realizzata considerando una distanza interelettrodi di 2.0m e dispositivo Polo-Dipolo. Sull'asse delle ascisse è riportata la distanza in metri tra gli elettrodi, sull'asse delle ordinate è riportata la pseudoprofondità raggiunta dall'investigazione. I diversi colori indicano le diverse distanze interelettrodeiche (il verde indica 2m-il giallo 4m e il blu 6m). La lunghezza complessiva del profilo è pari a 140m

#### 4. ANALISI ED ELABORAZIONE DEI DATI

Dopo aver eseguito un opportuno filtro sui dati volto ad eliminare alcuni spike i dati sono stati corretti rispetto alla variazione topografica fornita dalla committenza ed elaborati con l'algoritmo di inversione Res2DInv.

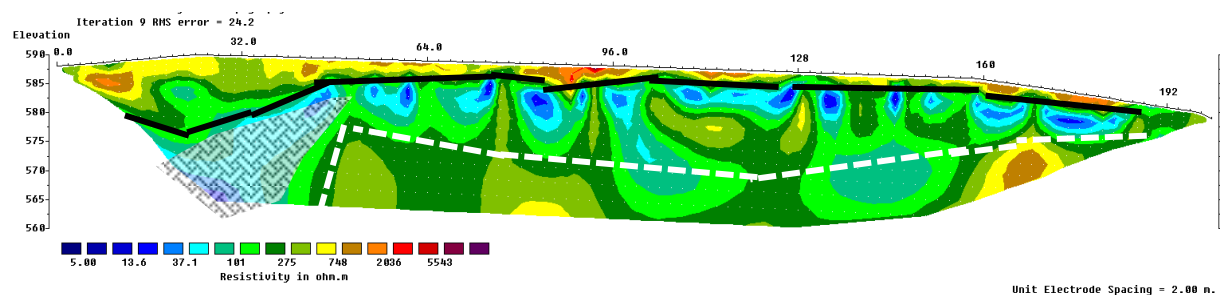
Le sezioni elettrostratigrafiche elaborate su ciascun profilo eseguito sono riportate nelle figure a seguire e, al di sotto di ciascun modello ricostruito, è riportata una descrizione sintetica di quanto elaborato con una descrizione dei diversi comportamenti elettrici discriminati su ciascun profilo.

Si precisa che, non avendo informazioni di carattere geologico, sono state discriminate le variazioni di resistività che risultano essere più significative.

Per rendere più immediato il confronto tra i vari profili è stata utilizzata la stessa scala colorimetrica.

È superfluo precisare che la ricostruzione elettrostratigrafica non dipende dalla scala colorimetrica utilizzata ma, di certo, una buona scala colorimetrica consente di evidenziare meglio alcune anomalie.

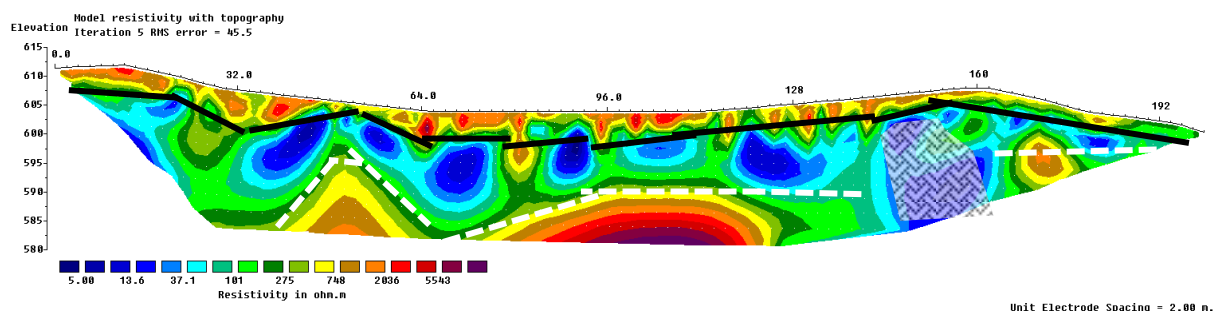
Come meglio precisato al di sotto di ciascun modello ricostruito, sono stati discriminati 3 diversi comportamenti elettrici di cui, l'elettrostrato il cui top è definito da una linea tratteggiata in bianco rappresenta il bedrock calcareo ovvero tutto il materiale presente al di sopra dello stesso, indicati come primo e secondo strato, rappresentano i terreni di copertura. Le aree circoscritte da polilinee con tratteggio in grigio sono da correlare con le fasce cataclastiche ovvero con zone di faglia. In alcuni casi, come rappresentato in Figura 8, tali aree coincidono con le zone di impluvio.



**Figura 5:** Sezione elettrostratigrafica relativa al profilo siglato come Tomo1. Il profilo presenta una lunghezza di 200m ed i parametri geometrici con il quale è stato acquisito, hanno consentito di raggiungere una profondità di investigazione di circa 30m. Nel modello ricostruito, è stato possibile discriminare i seguenti 3 diversi comportamenti elettrici:

- **primo elettrostrato**, delineato con una linea nera, continua lungo tutta la sezione e distinto da uno spessore piuttosto variabile (10m fino alla progressiva 32 e di 1.5m lungo la restante parte dello stendimento. I valori di resistività che lo caratterizzano sono di 300 Ohm m (isoresistive di colore verde).
- **secondo elettrostrato** distinto da valori di resistività inferiori a 30 Ohm m e di spessore medio pari a 15m. All'interno di tale elettrostrato, nella parte iniziale del profilo e lungo tutta la profondità investigata, è stata circoscritta con una polilinea con tratteggio in grigio una zona da correlare alla fascia cataclastica ovvero con la presenza di una faglia sepolta;
- **terzo elettrostrato**, delineato con una linea tratteggiata di colore bianco, continuo e con morfologia del botton piuttosto regolare. È discriminato fino alla massima profondità investigata e presenta valori di resistività maggiori di 4000 Ohm m. Tale elettrostrato è da correlare con il bedrock calcareo che, in questa zona si presenta maggiormente fratturato rispetto a quello intercettato dai profili siglati come Tomo2 e Tomo3

La pseudosezione di resistività apparente misurata e calcolata sono riportate nel relativo allegato.

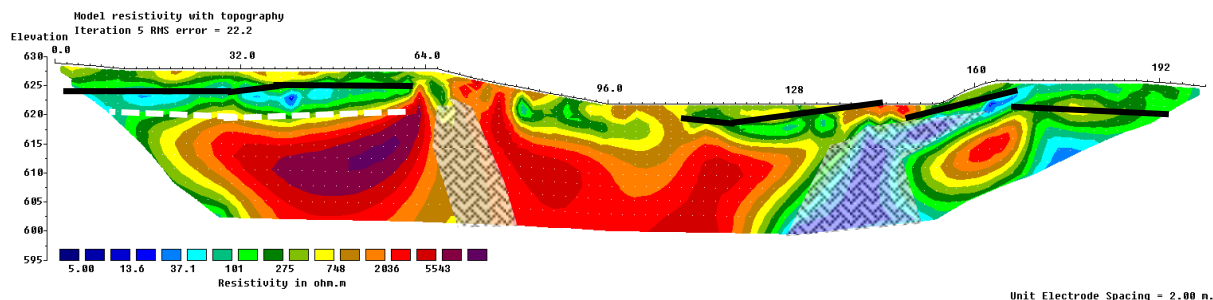


10

**Figura 6:** Sezione elettrostratigrafica relativa al profilo siglato come Tomo2. Il profilo presenta una lunghezza di 200m ed i parametri geometrici con il quale è stato acquisito, hanno consentito di raggiungere una profondità di investigazione di circa 35m. Nel modello ricostruito, è stato possibile discriminare i seguenti 3 diversi comportamenti elettrici:

- **primo elettrostrato**, delineato con una linea nera, continua lungo tutta la sezione e distinto da uno medio di circa 3m. I valori di resistività che lo caratterizzano sono di 500 Ohm m (isoresistive di colore verde).
- **secondo elettrostrato** distinto da valori di resistività inferiori a 30 Ohm m e di spessore medio pari a 15m. All'interno di tale elettrostrato, nella parte finale del profilo e lungo tutta la profondità investigata, è stata circoscritta con una polilinea con tratteggio in grigio una zona da correlare alla fascia cataclastica ovvero con la presenza di una faglia sepolta;
- **terzo elettrostrato**, delineato con una linea tratteggiata di colore bianco, continuo e con morfologia del bottom piuttosto regolare. È discriminato fino alla massima profondità investigata e presenta valori di resistività maggiori di 4000 Ohm m. Tale elettrostrato è da correlare con il bedrock calcareo.

La pseudosezione di resistività apparente misurata e calcolata sono riportate nel relativo allegato.

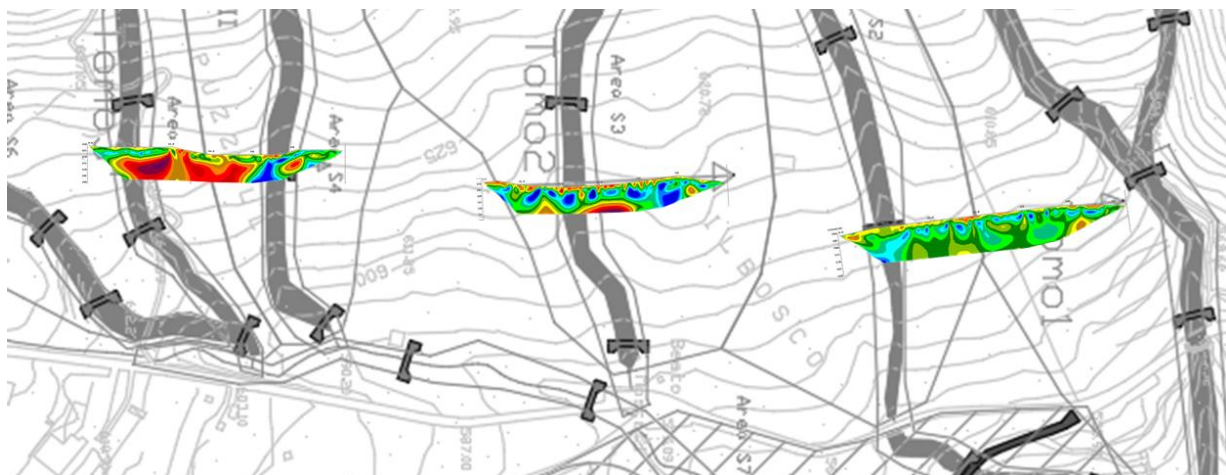


**Figura 7:** Sezione elettrostratigrafica relativa al profilo siglato come Tomo2. Il profilo presenta una lunghezza di 200m ed i parametri geometrici con il quale è stato acquisito, hanno consentito di raggiungere una profondità di investigazione di circa 30m. Nel modello ricostruito, è stato possibile discriminare solo 2 diversi comportamenti elettrici ovvero non è stato individuato quello che negli altri stendimenti è stato definito come „secondo elettrostrato“. Per uniformità di ricostruire rispetto agli altri stendimenti eseguiti, in questa zona non è stato discriminato il secondo elettrostrato:

- **primo elettrostrato**, delineato con una linea nera, continua lungo tutta la sezione e distinto da uno spessore piuttosto variabile (10m fino alla progressiva 32 e di 1.5m lungo la restante parte dello stendimento). I valori di resistività che lo caratterizzano sono di 300 Ohm m (isoresistive di colore verde).
- **secondo elettrostrato** distinto da valori di resistività inferiori a 30 Ohm m e di spessore medio pari a 15m.
- **terzo elettrostrato**, delineato con una linea tratteggiata di colore bianco, continuo e con morfologia del bottom piuttosto regolare. All'interno di tale elettrostrato, nella parte iniziale del profilo e lungo tutta la profondità investigata, è stata circoscritta con una polilinea con tratteggio in grigio una zona da correlare alla fascia cataclastica ovvero con la presenza di una faglia sepolta.

La pseudosezione di resistività apparente misurata e calcolata sono riportate nel relativo allegato.

La visualizzazione tridimensionale dei dati è riportata in Figura 8.



**Figura 8: visualizzazione tridimensionale dei dati**

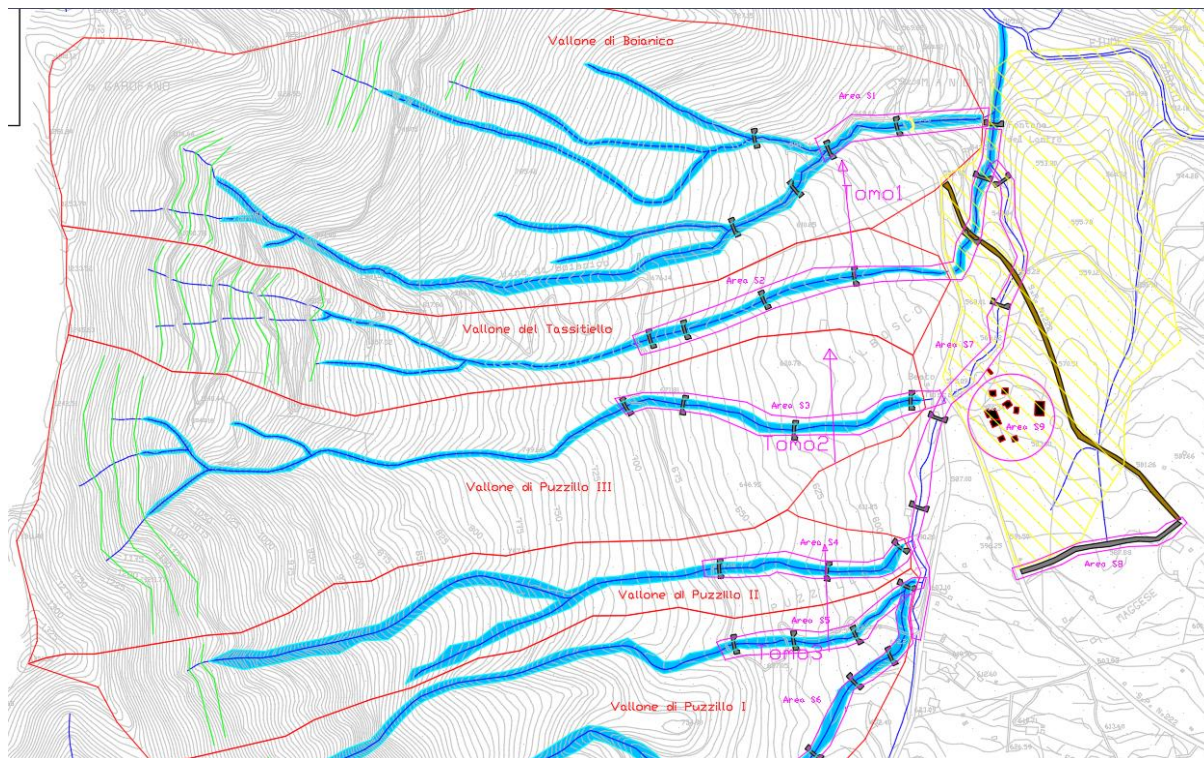
Tanto dovevasi in funzione dell'incarico ricevuto

Salerno, 25/03/2023

GEOL. MARIA GRAZIA SOLDOVIERI



## ALLEGATO UBICAZIONE INDAGINI



## ALLEGATO FOTOGRAFICO

### TOMO1

ELETTRODO REMOTO

13





## TOM02





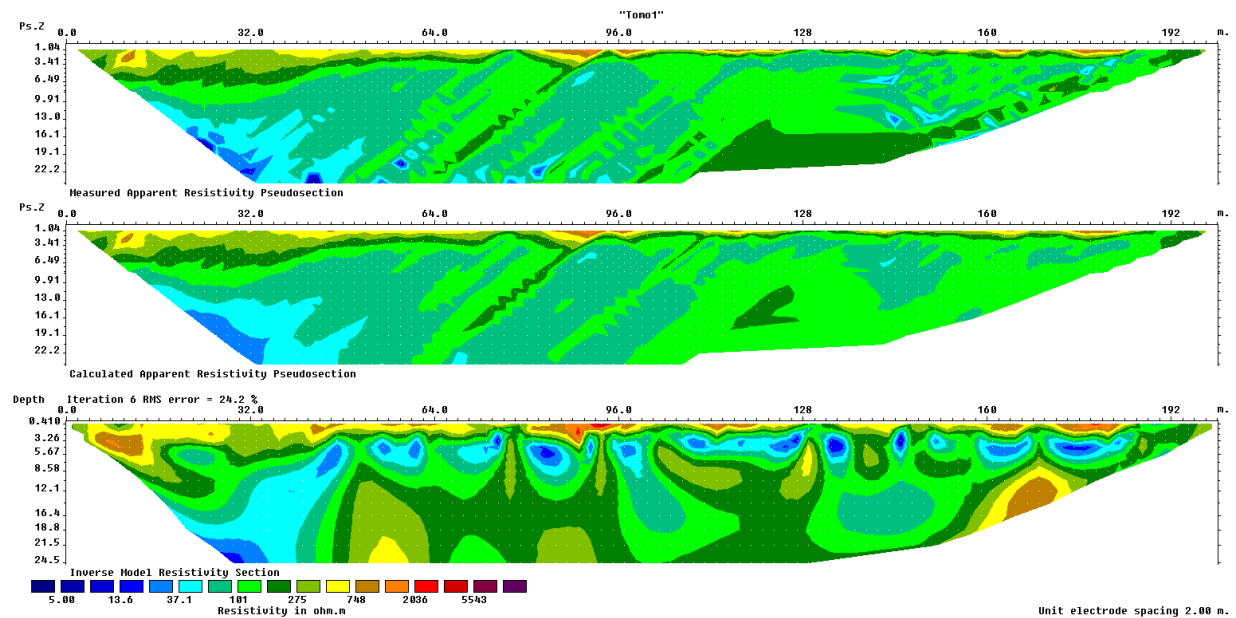
## TOM03





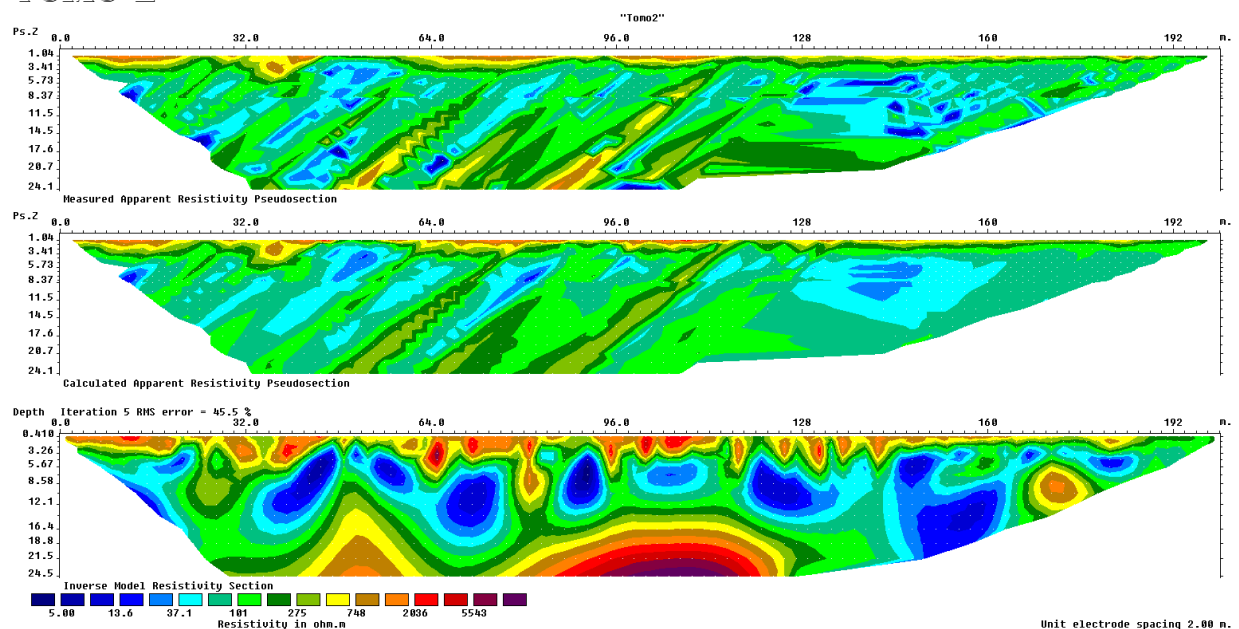
## ALLEGATO 03: CERTIFICATI TOMOGRAFICI

### TOMO1

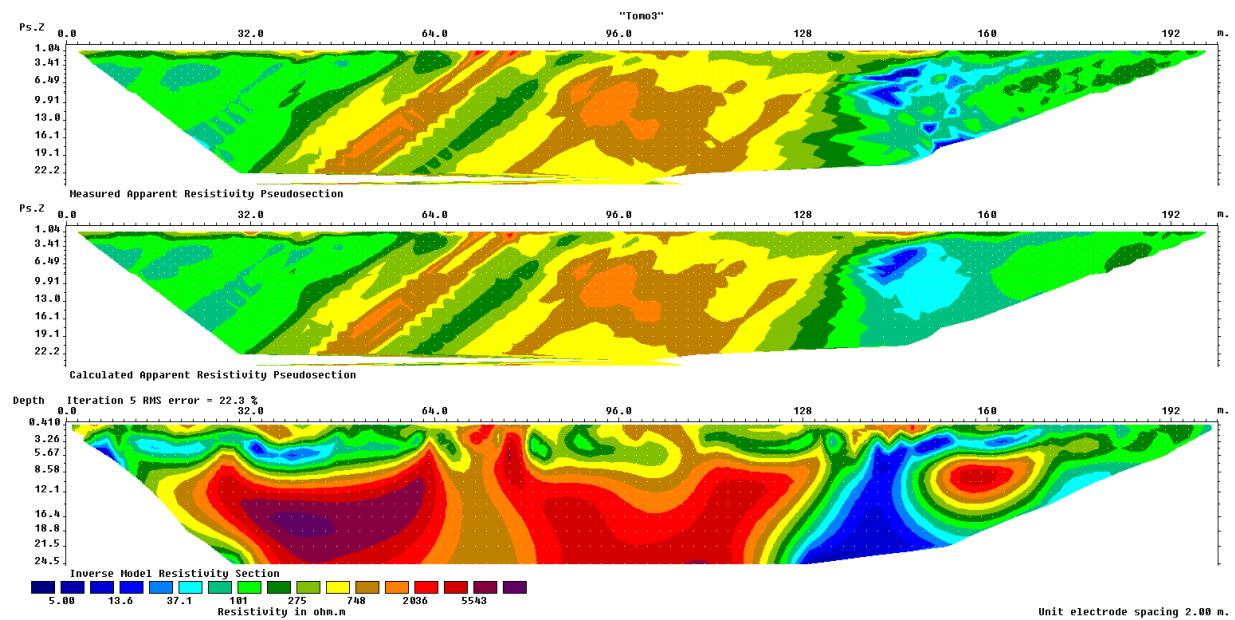


17

### TOMO 2



## TOMO 3



Idrografia

Limiti bacini idrografici

Fascinata di stabilizzazione versante

Area a fascinate di protezione spondale sui tratti torrentizi

Edifici in C.A. da riqualificare strutturalmente

Ponte in C.A. da demolire e ricostruire

Briglie in legname e gabbionate da realizzare

Strada provinciale da smantellare e riqualificare a livello ambientale

Strada provinciale - nuovo tracciato di raccordo da realizzare

Area faunistica a faggeta da sottoporre a riqualificazione ambientale

LEGENDA

Scala 1:2.500