



Municipio XV – Roma Capitale

Via Braccianese Claudia 304

Indagini geofisiche

Prospezioni geoelettriche





INDICE

PREMESSA	2
1 - Tomografia elettrica – Ubicazione e schema misure	3
2 - Tomografia elettrica – Metodi geoelettrici	3
3 - Tomografia elettrica – Strumentazione ed elaborazione dati	8
4 - Tomografia elettrica – Risultati	10
5 - Tomografia elettrica – elaborati grafici	11
6 – Conclusioni	23



PREMESSA

Il rapporto tecnico illustra l'attività e i risultati dell'indagine geoelettrica condotta presso il sito di Via Braccianese Claudia n. 304, situato nel Municipio XV di Roma.

Il lavoro è stato svolto su incarico della società Roma Biometano Srl, con sede a Roma in Via della Camilluccia n. 103.

L'indagine geofisica è rivolta alla ricerca di strutture ipogee nel sedime dell'impianto industriale in progetto di realizzazione ed è stata realizzata nelle 11 trincee archeologiche di lunghezza compresa tra 160 e 190 metri.

All'interno di ciascuna trincea, in posizione centrale, è stato impostato un profilo geoelettrico che è formato da due stendimenti multielettrodo, disposti in modo da sovrapporsi della metà della lunghezza: ogni stendimento è composto di 96 elettrodi, con la sovrapposizione tra l'elettrodo 49 del primo stendimento e l'elettrodo n. 1 del secondo.

Le misure di resistività sono state acquisite in due configurazioni elettrodiche che offrono elevata sensibilità alle variazioni orizzontali e verticali, il metodo Wenner-Schulmberger e il Dipolo-Dipolo.

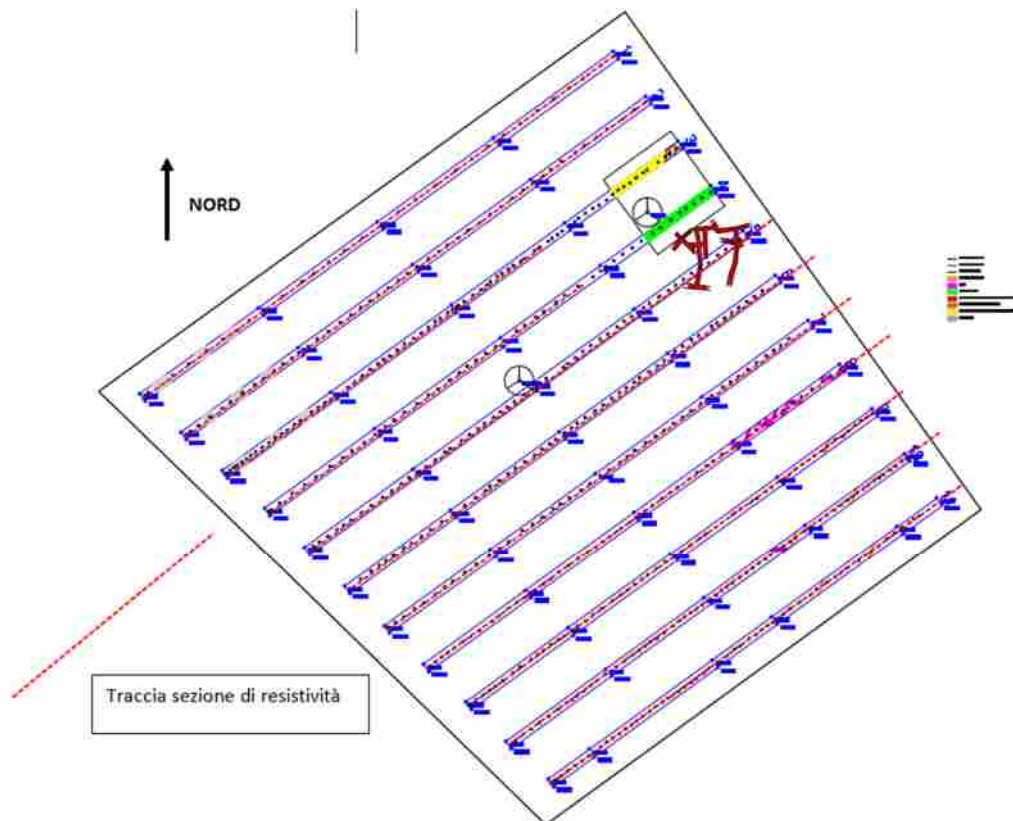
La versatilità del software di elaborazione, che unisce gli elettrodi degli stendimenti di ciascuna trincea e i dati dei due metodi, ha restituito un'unica sezione di resistività per ogni trincea, dall'estremità SW alla NE.

Il rapporto si sviluppa su 5 capitoli, ognuno dedicato a una fase dell'indagine, mentre il capitolo 6 chiude con le conclusioni. Gli allegati al testo sono gli elaborati grafici delle sezioni tomografiche di resistività e la documentazione fotografica.



1 - Tomografia elettrica – Ubicazione e schema misure

Nella planimetria sono ubicati i profili delle prospezioni geoelettriche eseguite nell'area e in tabella è riportata la geometria della prospezione e i metodi di misura.



Stendimento geoelettrico	Elettrodi (n.)	Passo elettrodi (m)	Lunghezza (m)	Metodi di misura	Quota topografica estremità SW estremità NE (m slm)
TE1	96 + 96	1.30	185.90	Wenner-Schulmberger Dipolo-Dipolo	134.0 141.8
TE2	96 + 96	1.30	185.90	Wenner-Schulmberger Dipolo-Dipolo	134.7 142.3
TE3	96	1.30	123.50	Wenner-Schulmberger Dipolo-Dipolo	136.3 143.8
TE4	96	1.30	123.50	Wenner-Schulmberger Dipolo-Dipolo	138.3 144.6
TE5	96 + 96	1.30	185.90	Wenner-Schulmberger Dipolo-Dipolo	140.7 143.0



Stendimento geoelettrico	Elettrodi (n.)	Passo elettrodi (m)	Lunghezza (m)	Metodi di misura	Quota topografica estremità SW estremità NE (m slm)
TE6	96 + 96	1.30	185.90	Wenner-Schulmberger Dipolo-Dipolo	143.0 142.5
TE7	96 + 96	1.30	185.90	Wenner-Schulmberger Dipolo-Dipolo	144.4 142.0
TE8	96 + 96	1.30	185.90	Wenner-Schulmberger Dipolo-Dipolo	144.5 141.8
TE9	96 + 96	1.20	162.00	Wenner-Schulmberger Dipolo-Dipolo	143.3 141.7
TE10	96 + 96	1.20	162.00	Wenner-Schulmberger Dipolo-Dipolo	142.7 141.9
TE10	96 + 96	1.20	162.00	Wenner-Schulmberger Dipolo-Dipolo	142.4 142.2

2 - Tomografia elettrica – metodi geoelettrici

I metodi geoelettrici impiegati si basano sulla misura della resistività dei terreni e delle rocce, che la grandezza fisica che esprime l'attitudine di un materiale a essere attraversato da una corrente elettrica. L'unità di misura della resistività è l'Ohm*m, che corrisponde alla resistività di un prisma di roccia di sezione di 1 m² e altezza pari a 1 m.

Generalmente, tranne rare eccezioni, le rocce presentano resistività molto elevate, dell'ordine di migliaia di Ohm*m, e i terreni sciolti resistività più basse.

Tra le proprietà fisiche la porosità efficace influisce notevolmente sui valori di resistività dei terreni e delle rocce; quando nei vuoti c'è umidità o acqua più o meno mineralizzata la resistività si abbassa rispetto alla condizione di vuoti asciutti.

Il metodo geoelettrico della resistività (ρ) prevede l'energizzazione del terreno (generalmente attraverso una batteria) con corrente continua (I) e una misurazione diretta, sulla superficie del suolo, della differenza di potenziale (ΔV). Combinando le equazioni precedenti si ottiene: $\rho_a = K \left(\frac{\Delta V}{I} \right)$ dove con K si indica un fattore geometrico, misurato in



metri e con ρ_a la resistività apparente, misurata ohm*metri ($\Omega \cdot m$), la quale è influenzata dal contributo delle diverse resistività degli elementi presenti nel sottosuolo (matrice e fluido).

La resistività è influenzata dalla natura dei litotipi investigati e il suo valore dipende dalla natura mineralogica dei terreni, dalla presenza di eventuali fluidi di saturazione, dalla temperatura, dalla porosità e dal grado di cementazione. A differenza del modello cilindrico precedentemente descritto, nel caso di una misura geofisica, non si verificano quasi mai le condizioni di omogeneità ed isotropia del mezzo. Il sottosuolo infatti, è generalmente molto eterogeneo ed anisotropo dal punto di vista elettrico. Un successivo processo d'inversione consente di passare dalle misure di resistività apparente al modello di resistività reale (Jaeger, 1972). Essendo note le resistività di diversi materiali, a seconda dell'andamento della corrente, è possibile evidenziare e studiare le eventuali anomalie riscontrate nella porzione di suolo considerata.

A titolo di esempio, si riportano, su base bibliografica, i valori indicativi della resistività per rocce, terre sciolte, minerali e acque a diversa % di contenuto in sale:

Materiale	Resistività elettrica [$\Omega \cdot m$]
Acqua di falda	1 → 100
Acqua di mare	0.2
Lignite	9 → 200
Argilla cotta	30
Argille	1 → 100
Ghiaie	100 → 1500
Terreni Quaternari sabbiosi	50 → 100
Terreni sabbiosi drenati	80 → 1000
Sabbie argillose/Argille sabbiose	30 → 220
Sabbie con ghiaie	30 → 220
Conglomerati	$2 \cdot 10^3 \rightarrow 10^4$
Tufo	$2 \cdot 10^3 \rightarrow 10^5$
Calcere	50 → 10^7
Arenaria	1 → $7 \cdot 10^5$
Granito	300 → 10^5
Marna	3 → 70
Marmo	$10^4 \rightarrow 10^8$
Basalto	10 → 10^7
Dolomite	$3.5 \cdot 10^2 \rightarrow 5 \cdot 10^3$

LITOTIPO	ρ ($\Omega \cdot m$)
Acqua	10 → 100
Acqua di mare	2 → 3
Arenarie	200 → 5000
Argille	1 → 50
Calcari	300 → 10000
Detrito alluvionale	50 → 1000
Dolomie	500 → 10000
Sabbie e Ghiaie	70 → 700
Graniti	1000 → 20000
Marne	100 → 500
Piroclastiti	50 → 600
Rocce ignee	100 → 10000
Suolo di copertura	10 → 200
Tufi	150 → 900

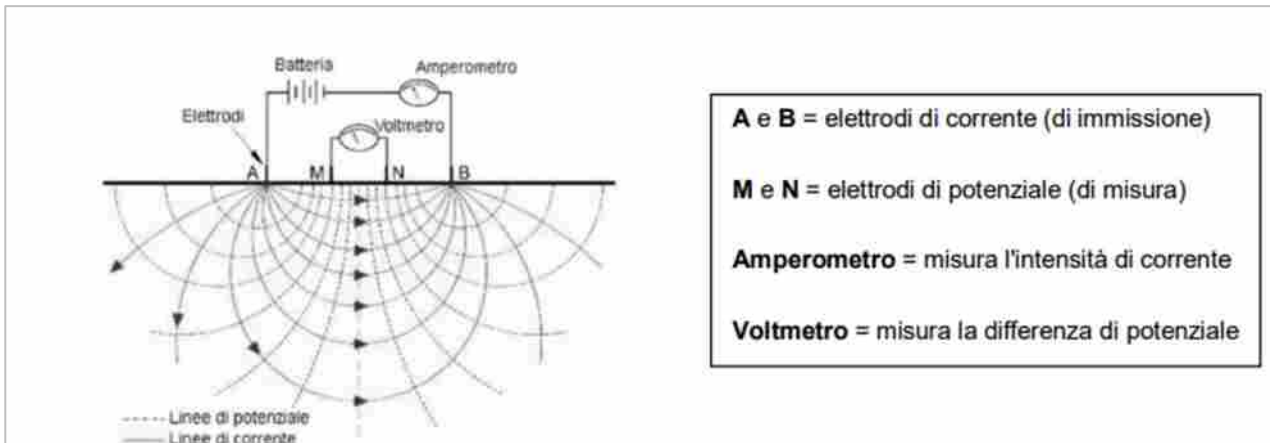
ESEMPI DI RESISTIVITÀ DI ALCUNI TIPI DI ROCCE E DI TERRENI	
natura litologica	resistività specifica (Ωm)
marne	0.5-20
argille (acqua dolce)	10-100
argille (acqua salata)	1-10
rocce scistose	50-1.000
calcari	100-5.000 e più
arenarie	60-10.000
arenarie quarzose (quarziti)	20.000
graniti	300-15.000 e più
rocce eruttive compatte	500-20.000
rocce eruttive alterate	50-500
alluvioni, sabbie, ghiaie	100-1.000
suoli argillosi	10-20

Come esempio, se siamo in presenza di sabbie la resistività aumenta, mentre diminuisce con le argille. A causa di queste numerose variabili la resistività non può essere rappresentata da un solo valore, ma da un intervallo più o meno ampio entro il quale esso può ricadere. Inoltre spesso i range di resistività delle varie litologie si sovrappongono tra loro, comportando ulteriori problemi in fase di elaborazione dei dati e di identificazione del tipo di materiale.

I metodi di misura della resistività, in studi geologici, utilizzano picchetti (elettrodi) di materiale conduttore infissi nel terreno e disposti secondo le geometrie prestabilite dai medesimi metodi.



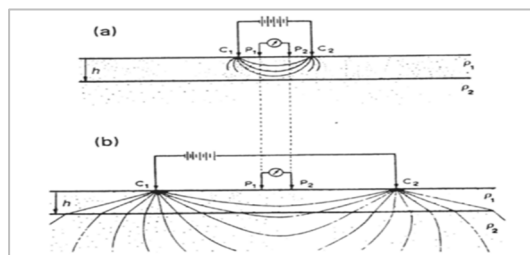
Un esempio di configurazione Quadripolare è dato dalla seguente immagine, nel caso di un terreno omogeneo, in cui è previsto il posizionamento di 4 elettrodi, di cui due di corrente (A e B) e due di potenziale (M e N), posti ad una distanza nota.



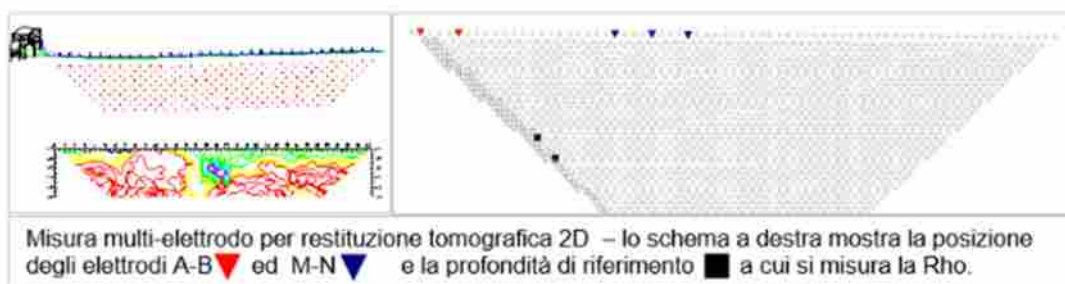
Nella figura sono rappresentate anche le linee di corrente e quelle di potenziale. Queste linee seguono traiettorie curve semisferiche che si espandono in direzione radiale rispetto alla sorgente.

Le cariche, nel passare da un elettrodo all'altro, percorrono linee di corrente a profondità diverse: maggiore è la separazione tra A e B, maggiore sarà la diffusione della corrente nel terreno e, conseguentemente, la profondità raggiunta, e minore risulterà la differenza di potenziale registrato in superficie al centro tra M e N.

All'aumentare della distanza tra gli elettrodi, aumenta anche la profondità indagata, pur mantenendo la stessa quantità di corrente immessa nel suolo.



Nelle prospezioni multielettrodo lo scambio continuo degli elettrodi di misura sia come posizione sia come distanza tra i medesimi produce centinaia/migliaia di misure, come mostrato nell'immagine in basso, e quindi l'elaborazione di una tomografia di resistività 2D.



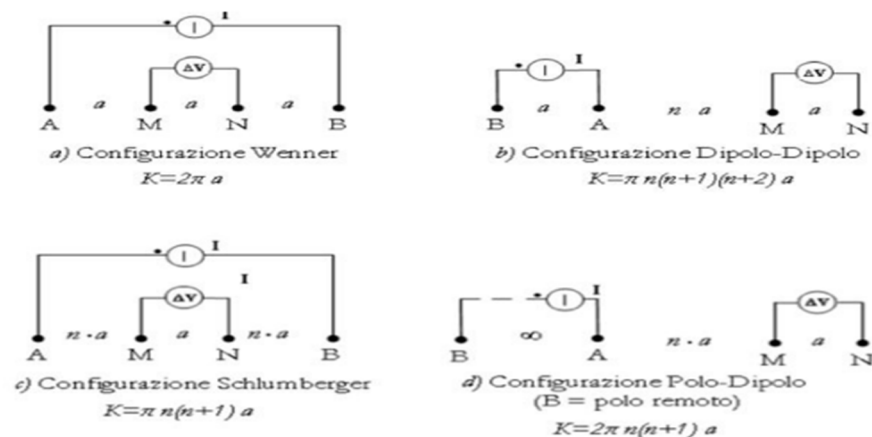


In tutti i tipi possibili di modellizzazione del sottosuolo, la metodologia di acquisizione può variare a seconda di come vengono posizionati sul terreno gli elettrodi di corrente e quelli di potenziale. Esistono diverse metodologie per disporre gli elettrodi al suolo che consentono di individuare un volume con forma e risoluzione differente, inoltre la densità dell'indagine è in funzione della profondità.

A seconda delle configurazioni per il posizionamento dei picchetti viene determinato un diverso coefficiente geometrico (rapporto segnale/rumore). Esso è misurabile secondo la formula seguente: $K = 2$

$$K = \frac{2\pi}{\frac{1}{AM} - \frac{1}{AN} - \frac{1}{MB} + \frac{1}{NB}}$$

K è il fattore geometrico (adimensionale), calcolabile come rapporto tra la costante della semisfera (2π) e la somma algebrica dei reciproci delle distanze tra gli elettrodi



Principali configurazioni simmetriche con il rispettivo fattore geometrico (K)

I metodi utilizzati sono stati due tra quelli più usati nelle prospezioni geoelettriche:

1) **Wenner - Schlumberger**: unisce lo schema d'acquisizione Wenner e lo Schulmberger, nel quale la distanza tra gli elettrodi A-M e N-B risulta essere un multiplo n (dove questo fattore "n" corrisponde al rapporto tra la distanza AM e l'interdistanza MN) della distanza degli elettrodi di corrente A e B. Questa configurazione è il compromesso migliore quando si vogliono ottenere delle buone risoluzioni sia verticali che orizzontali, oppure quando è necessaria una buona potenza di segnale.



2) **Dipolo-Dipolo**: il potenziale elettrico è misurato all'interno della linea ideale che congiunge gli elettrodi di corrente: lo schema del quadripolo è dunque A B M N. Questo assetto è particolarmente sensibile alle strutture verticali e adatto all'indagine stratigrafica orizzontale: per questa ragione può essere particolarmente efficace in contesti archeologici il cui obiettivo spesso è quello di evidenziare strutture antropiche (muri, cisterne, trincee, ecc.) che provocano forti discontinuità orizzontali di resistività. Per ottenere una buona risoluzione orizzontale sono necessari: uno strumento sufficientemente sensibile e un buon contatto con il suolo (Loke and Barker, 1996a);

3 – Tomografia elettrica - Strumentazione ed elaborazione dati

Le misure sono state eseguite con un georestivimetro IRIS, modello SYSCAL PRO 96E in grado di erogare nel terreno, mediante batteria 12 V (70-100 Ah), una tensione fino a 800 volt e corrente continua fino a 1Amp: la tensione è regolabile da 50 a 800 V e anche la corrente immessa da 50 mA a 1A, la scelta dipende dal contesto conduttivo o resistivo in cui si opera e dalla lunghezza del profilo.



Come elettrodi di corrente e di potenziale sono stati impiegati picchetti in acciaio inox ad alta conducibilità, che sono collegati tramite morsetti a cavi multipolari connessi a loro volta alle prese dello strumento.

Prima di avviare le misura è stato eseguito un test di resistenza elettrica tra elettrodi contigui che serve a controllare che il contatto col terreno determini valori simili.

I valori misurati in tutte le prospezioni hanno oscillato tra 0.3 e 0.6 KOhm.



Le misure sono gestite automaticamente dallo strumento che in un intervallo di tempo di circa 60 minuti ha registrato le 4348 misure del Dipolo-Dipolo e le 3266 del Wenner-Schlumberger. Lo strumento, mentre legge V e I, calcola e mostra il valore di resistività apparente che può essere visualizzato col software Field-View caricato su pc esterno collegato allo strumento.

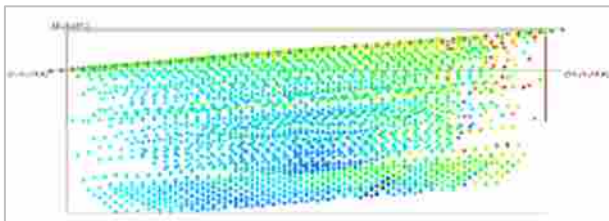
Per ogni misura, il valore di resistività è calcolato o sulla media di 3 cicli di misure, se lo scarto tra il primo e il secondo valore è inferiore al 5% e del 20% per la IP, o automaticamente fino a un massimo di 6 cicli.

Il dato di output dallo strumento è il file di estensione “.bin” che viene letto dal software di elaborazione ERTLlab64.

L'analisi preliminare dei dati consiste in 3 passaggi: l'eventuale correzione della geometria reale degli elettrodi modificando le coordinate xz per il 2D e xyz per il 3D rispetto a quella preimpostata; il controllo e filtraggio di valori anomali di V, I, K e Rho; il controllo della mesh generata automaticamente (le celle che definiscono il dominio in esame e un suo intorno);



Geometria degli elettrodi vista in pianta



Profilo verticale (Z) degli elettrodi

Distribuzione misure di Rho apparente sulla sezione 2D

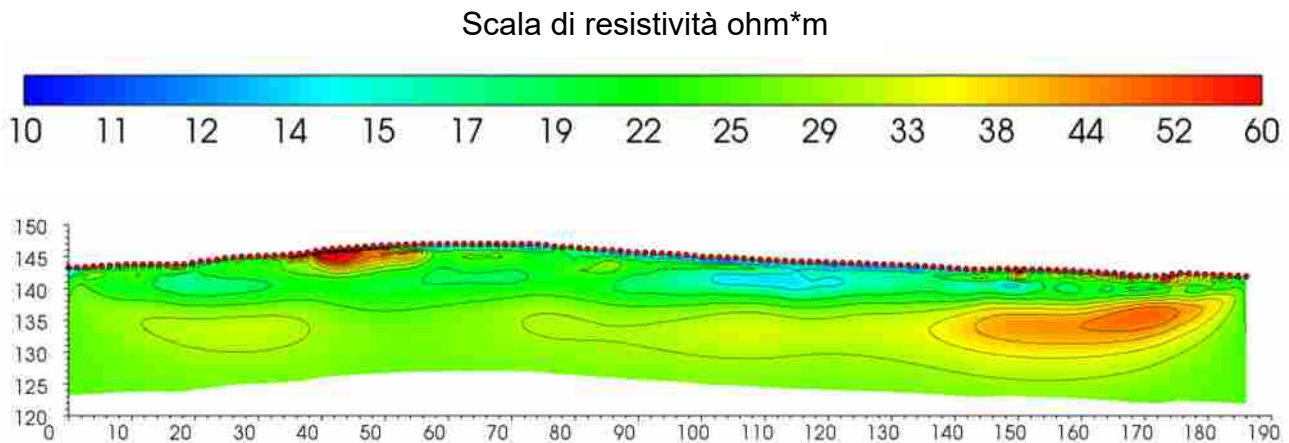
ID	cA	A	cB	B	cM	M	cN	N	V/I (Ohm)	V/I Rec.(Ohm)	V (mV)	I (mA)	K	Rho	q	IP	Skip
1	1	32	1	31	1	30	1	29	-2.043739		-1345.22	658.2	-18.8	38.5	0.00	3.600000	0
2	1	32	1	31	1	29	1	28	-0.721665		-475.01	658.2	-75.4	54.4	0.00	8.930000	0
3	1	32	1	31	1	27	1	26	-0.171074		-112.60	658.2	-377.0	64.5	0.00	6.200000	0
4	1	32	1	31	1	26	1	25	-0.077829		-51.23	658.2	-659.7	51.3	0.00	3.520000	0
5	1	32	1	31	1	39	1	38	0.104214		193.22	1854.1	608.2	63.4	0.00	1.610000	0
6	1	32	1	31	1	37	1	36	0.296434		549.61	1854.1	279.8	82.9	0.00	5.370000	0
7	1	32	1	31	1	35	1	34	-0.394573		-383.56	972.1	-153.7	60.7	0.00	49.290000	0
8	1	32	1	31	1	33	1	32	0.429855		427.58	972.1	138.6	61.0	0.00	3.090000	0



Pre-Processing: Controllo qualità e filtraggio



Il processo di elaborazione tramite l'inversione dei dati trasforma i valori di resistività apparente misurati in campo in resistività reale, che è rappresentata nella tomografia 2D mostrata nel seguente esempio (Trincea 6), con scala dei valori a colori, determinanti per cogliere le variazioni di resistività.



Nell'esempio, la tomografia mostra che il terreno attraversato dalla corrente è conduttivo, in relazione ai bassi valori di resistività, compresi tra 10 e 60 ohm*m: gran parte del sottosuolo ha resistività compresa tra 20 e 30 ohm*m (in verde chiaro), e solo sul lato destro c'è una lente più resistiva (> 40 ohm*m), mentre in superficie compaiono placche e nuclei più resistivi (rosso-ocra tra i 40 e i 60 metri e a 152 metri) e lenti più conduttive (azzurro-celeste tra 104 e 126 metri).

Dal punto di vista litologico il sito è caratterizzato da depositi vulcanici piroclastici, cineritici, sia di tipo massivo sia stratificato, a granulometrica prevalentemente limo-sabbiosa e argillosa.



4 – Tomografia elettrica – risultati

La resistività dei terreni del sito in esame è compresa in un intervallo di valori di poche decine di $\text{ohm} \cdot \text{m}$, da un minimo intorno ai 10 $\text{ohm} \cdot \text{m}$ a un massimo di poco più o poco meno di 60 $\text{ohm} \cdot \text{m}$, e a questo intervallo di riferimento è uniformata la scala di resistività per le 11 tomografie.

L'uniformità della scala di resistività all'intervallo 10-60 $\text{ohm} \cdot \text{m}$, ha permesso di comprendere il modello di resistività del sito e individuare all'interno di esso zone di anomalia di resistività che sono correlabili a strutture ipogee di interesse archeologico, che sono l'obiettivo dell'indagine.

Tale ricerca è stata avvantaggiata dalla conoscenza del sistema ipogeo scoperto nella trincea 5, che è stato elemento di taratura, fondamentale, per stabilire la resistività associata a tali strutture.



I valori di resistività registrati sopra il sistema caveale sono superiori a 40 $\text{ohm} \cdot \text{m}$, corrispondenti all'ocra-rosso della scala cromatica, mentre allontanandosi da esso la resistività ritorna ai valori di 20-25 $\text{ohm} \cdot \text{m}$, che sono caratteristici dello strato vulcanico, riconoscibili sul modello di resistività dalla estesa fascia di colore verde chiaro.

E' opportuno precisare che la fascia ocra-rosso che si osserva nelle sezioni di resistività delle trincee da 1 a 5, diffusa in senso orizzontale, è correlabile a uno strato tufaceo sottostante quello che ospita le strutture ipogee.

A parte l'anomalia di resistività corrispondente al noto sistema caveale, altre anomalie compaiono nei modelli di resistività delle trincee, tuttavia alcune per forma ed estensione sono, a parere dello scrivente, da considerare livelli di piroclastiti granulometricamente differenziate.

Nelle sezioni compaiono lenti di colore azzurro dovute a bassa resistività, soprattutto nelle sezioni da 7 a 11, probabilmente per un maggiore contenuto d'acqua che provoca nei terreni una riduzione della resistività.

Nel capitolo 5 sono riportati i modelli di resistività con le anomalie suddivise in:

- anomalia riferibile a piroclastiti granulometricamente differenziate, indicata con 
- anomalia riferibile a struttura antropica: indicata con 

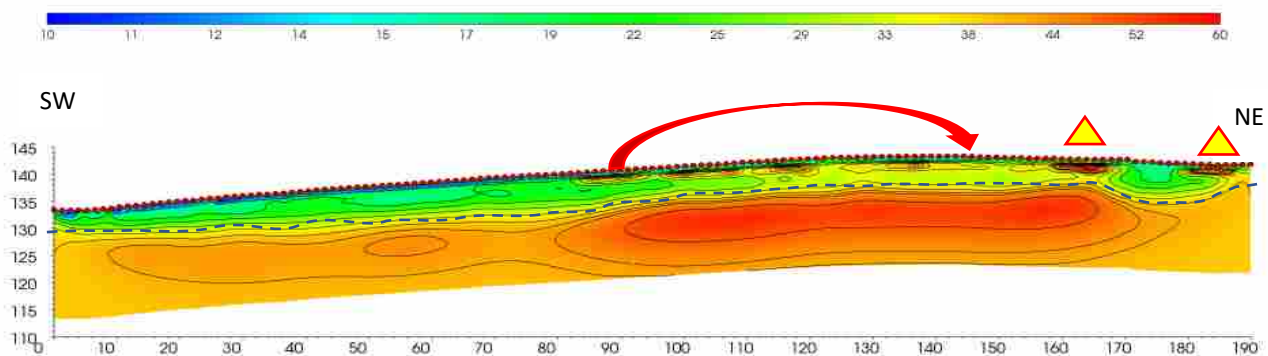


5 – Tomografia elettrica – elaborati grafici

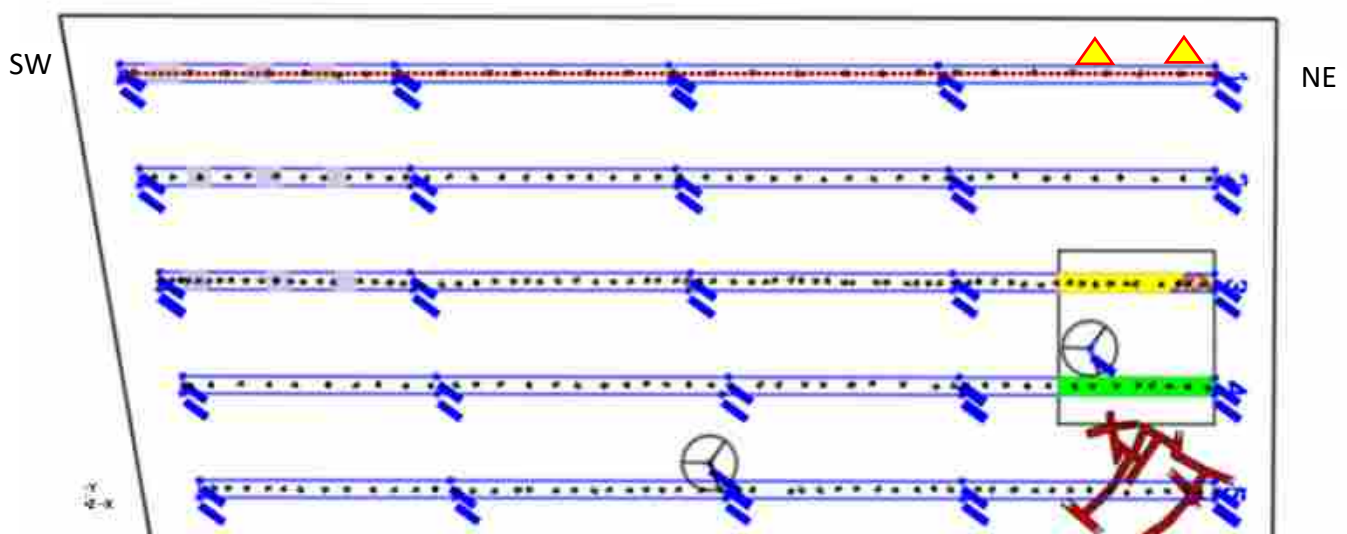
Tomografia Trincea 1

Modello a 2 strati, in quello superficiale tra 90 e 150 metri alcune anomalie riconducibili a piroclastiti differenziate, da verificare fino a un metro di profondità quelle indicate dalle frecce a 165 e 185 metri.

Sezione di resistività (ohm*m)



Ubicazione del profilo geoelettrico sulla planimetria

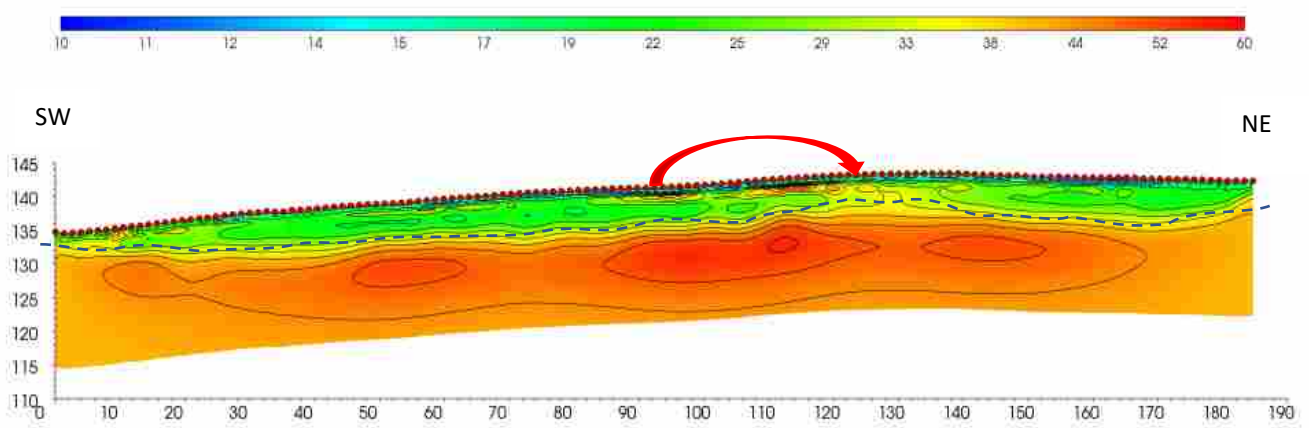




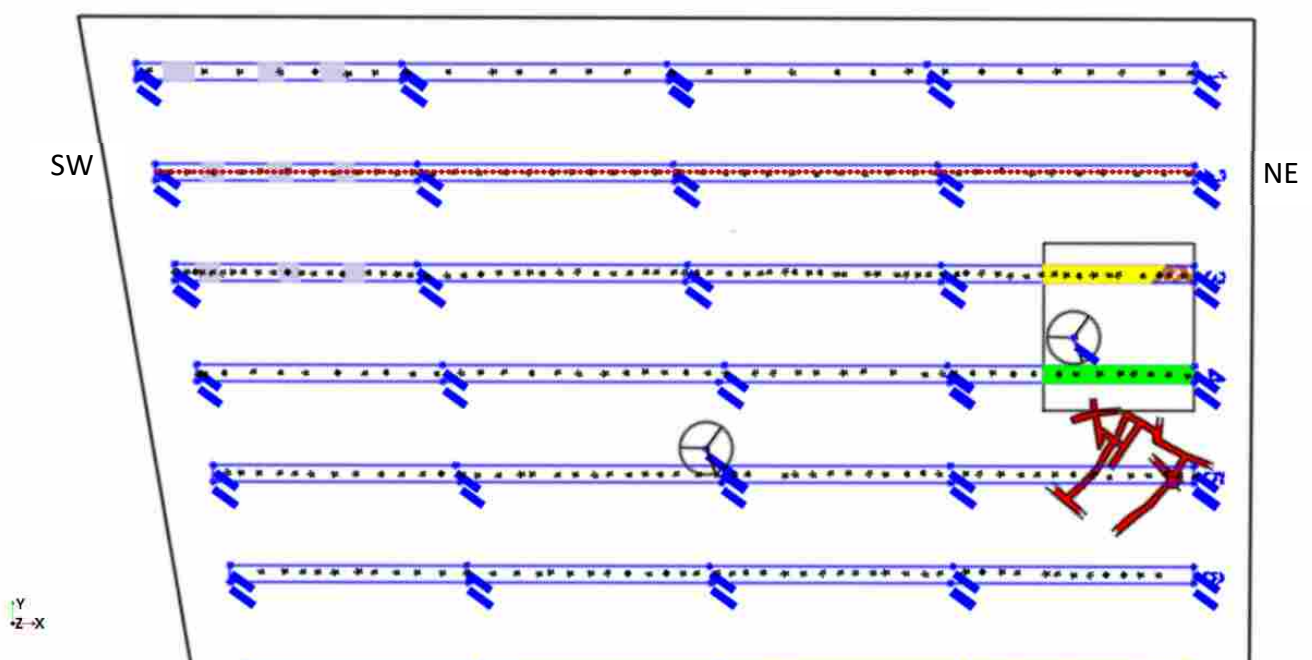
Tomografia Trincea 2

Modello a 2 strati, in quello superficiale tra 90 e 130 metri alcune anomalie riconducibili a livelli piroclastici differenziati.

Sezione di resistività (ohm*m)



Ubicazione del profilo geoelettrico sulla planimetria

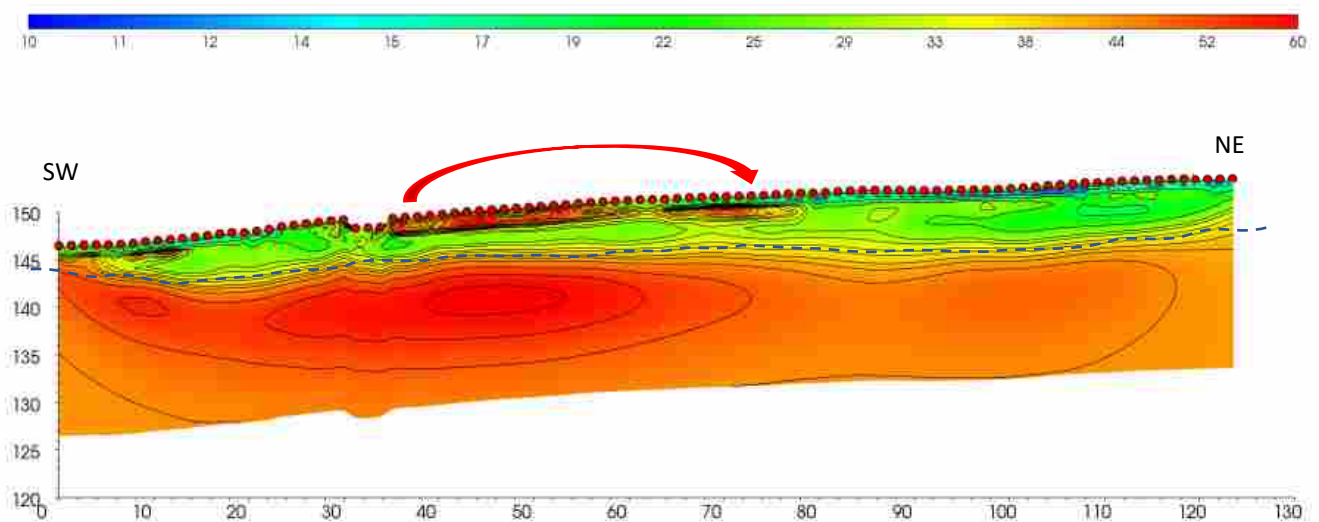




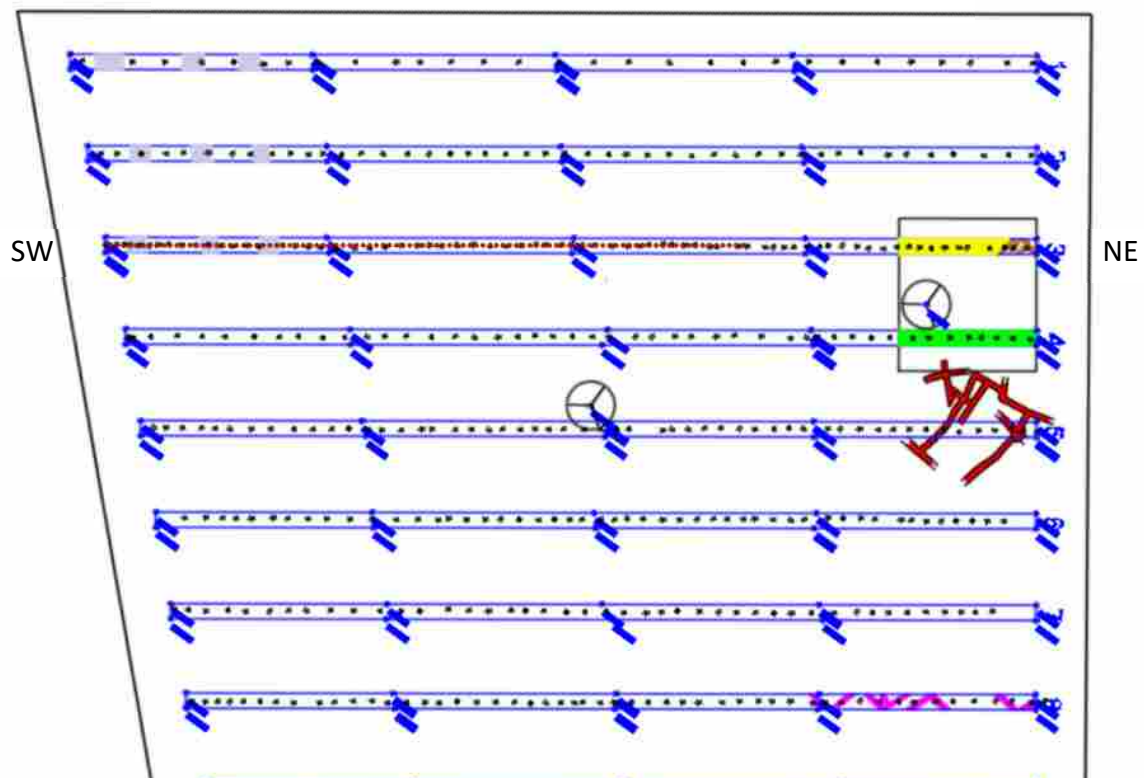
Tomografia Trincea 3

Modello a 2 strati, in quello superficiale tra 35 e 80 metri una anomalia continua riconducibile a livelli piroclastici differenziati.

Sezione di resistività (ohm*m)



Ubicazione del profilo geoelettrico sulla planimetria

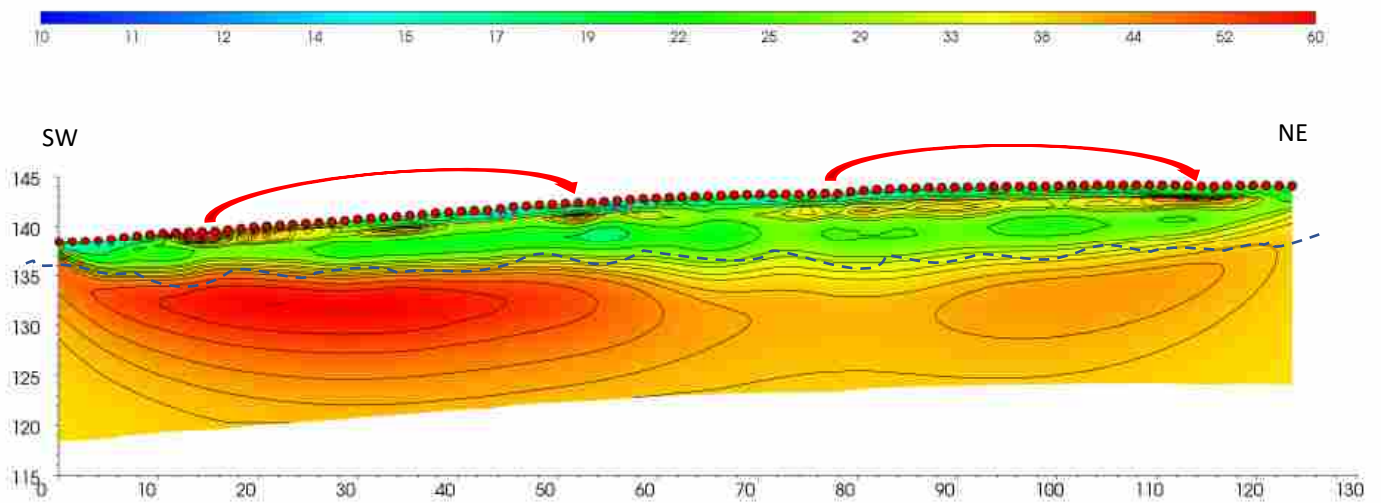




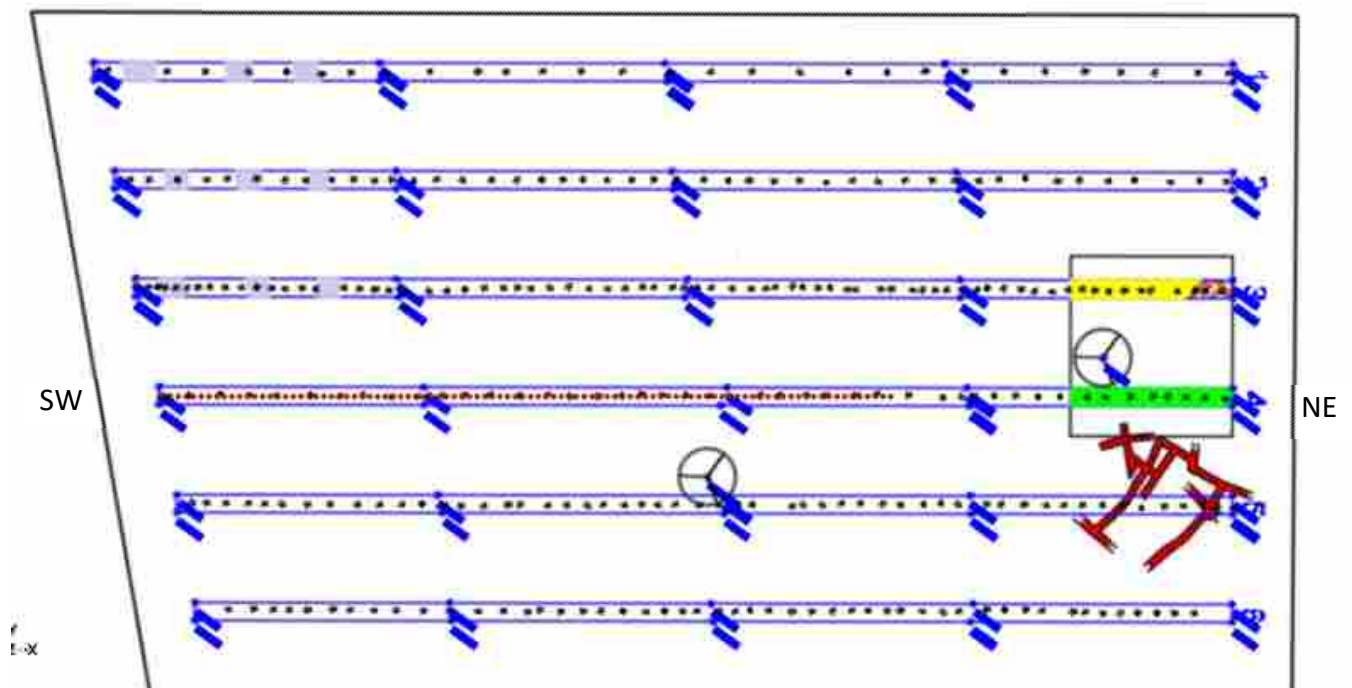
Tomografia Trincea 4

Modello a 2 strati, in quello superficiale tra 15 e 55 metri e tra 75 e 115 le anomalie sono riconducibili a livelli piroclastici differenziati.

Sezione di resistività (ohm*m)



Ubicazione del profilo geoelettrico sulla planimetria

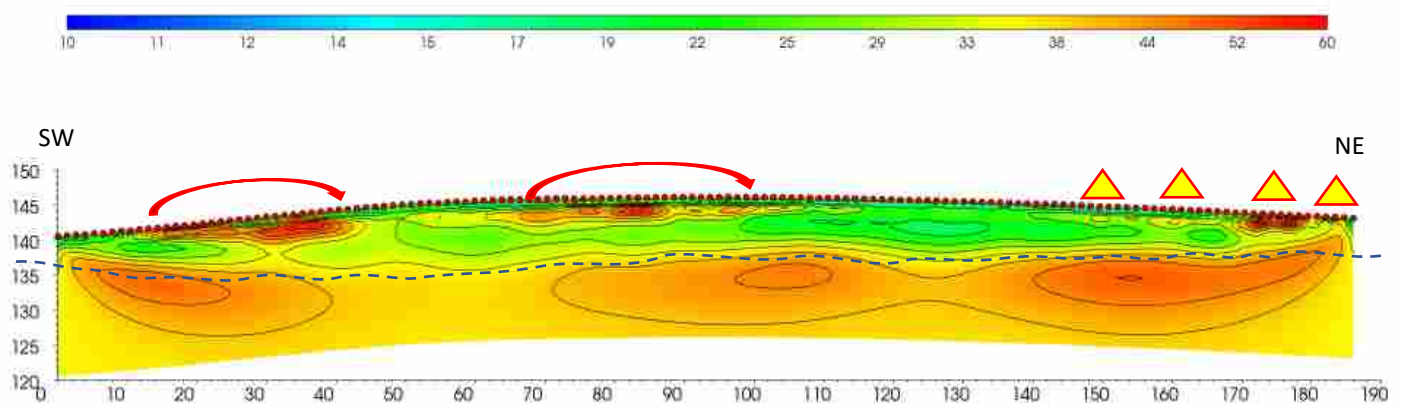




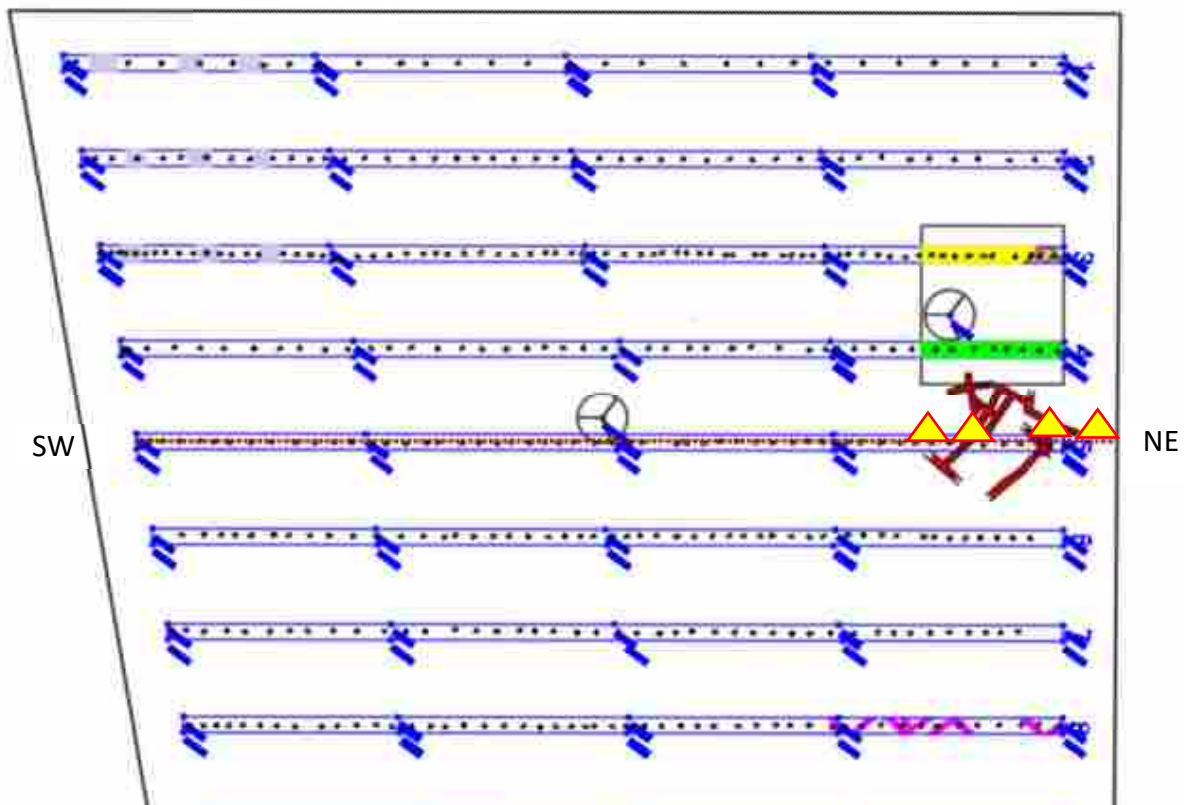
Tomografia Trincea 5

Modello a 2 strati, in quello superficiale tra 15 e 40 metri e tra 70 e 110 le anomalie sono riconducibili a livelli piroclastici differenziati, mentre tra 150 e 185 è verificata la presenza delle strutture ipogee lineari (gallerie).

Sezione di resistività (ohm*m)



Ubicazione del profilo geoeletttrico sulla planimetria

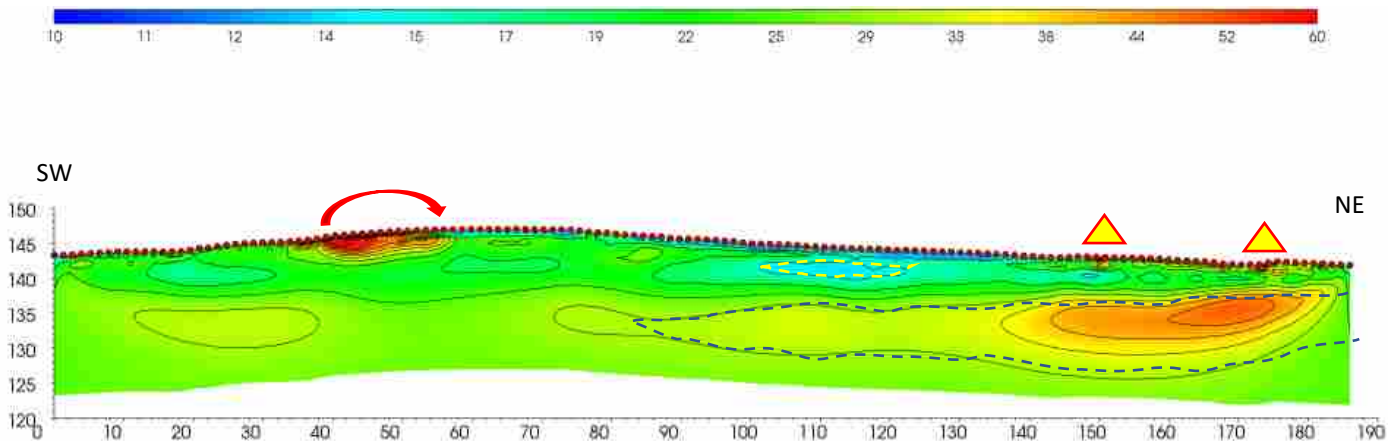




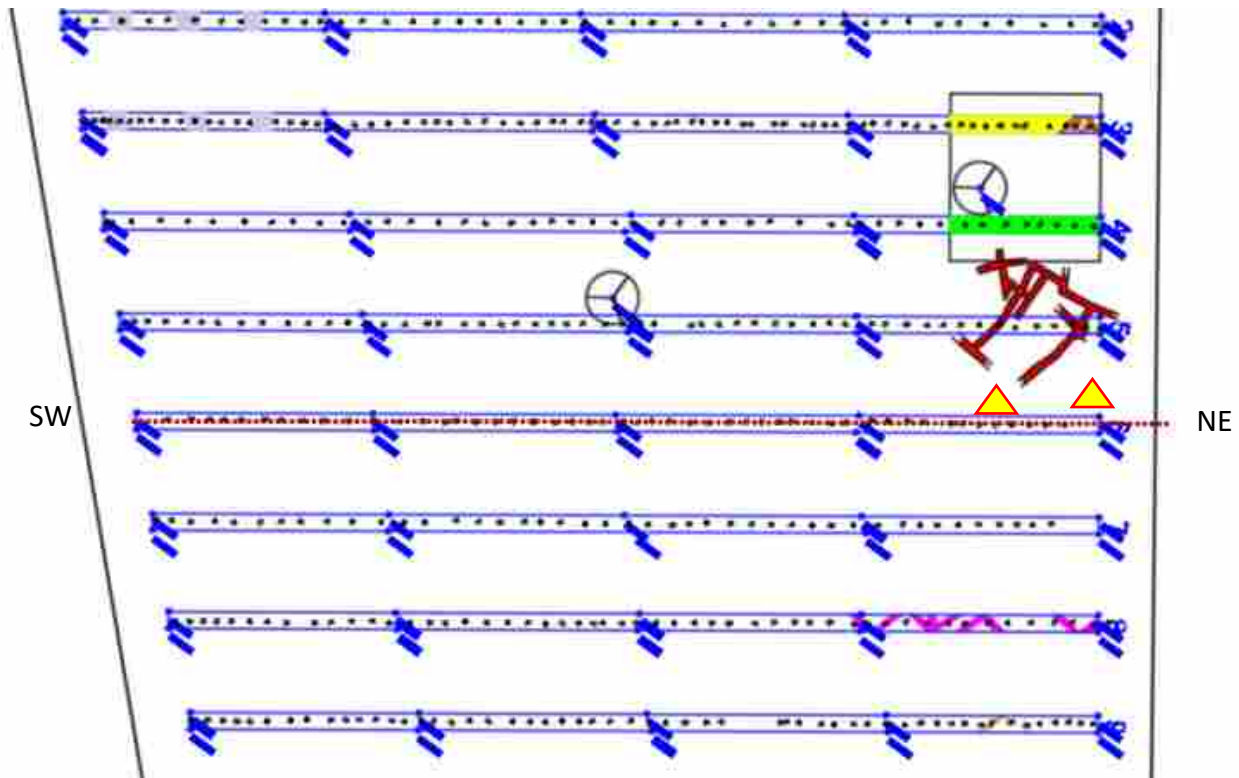
Tomografia Trincea 6

Modello a uno strato con blanda variazione verticale e lente più resistiva verso NE. Nella parte superficiale l'anomalia tra 40 e 60 metri è riconducibile a livelli piroclastici differenziati, in continuità con quelli presenti nella trincea 5, mentre è da verificare le modeste anomalie a 150 e 176, perché prosecuzione delle gallerie del sistema caveale scoperto in trincea 5.

Sezione di resistività (ohm*m)



Ubicazione del profilo geoelettrico sulla planimetria

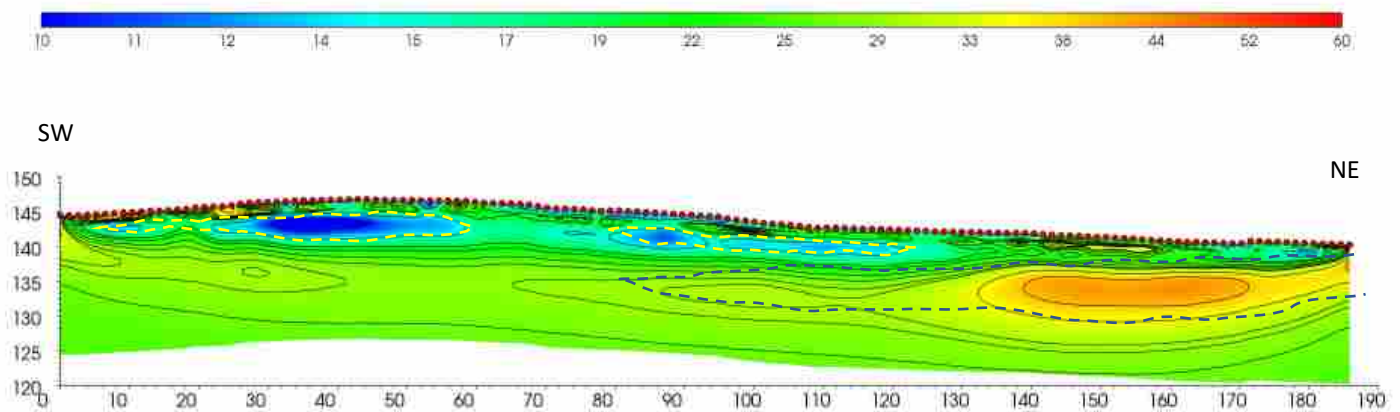




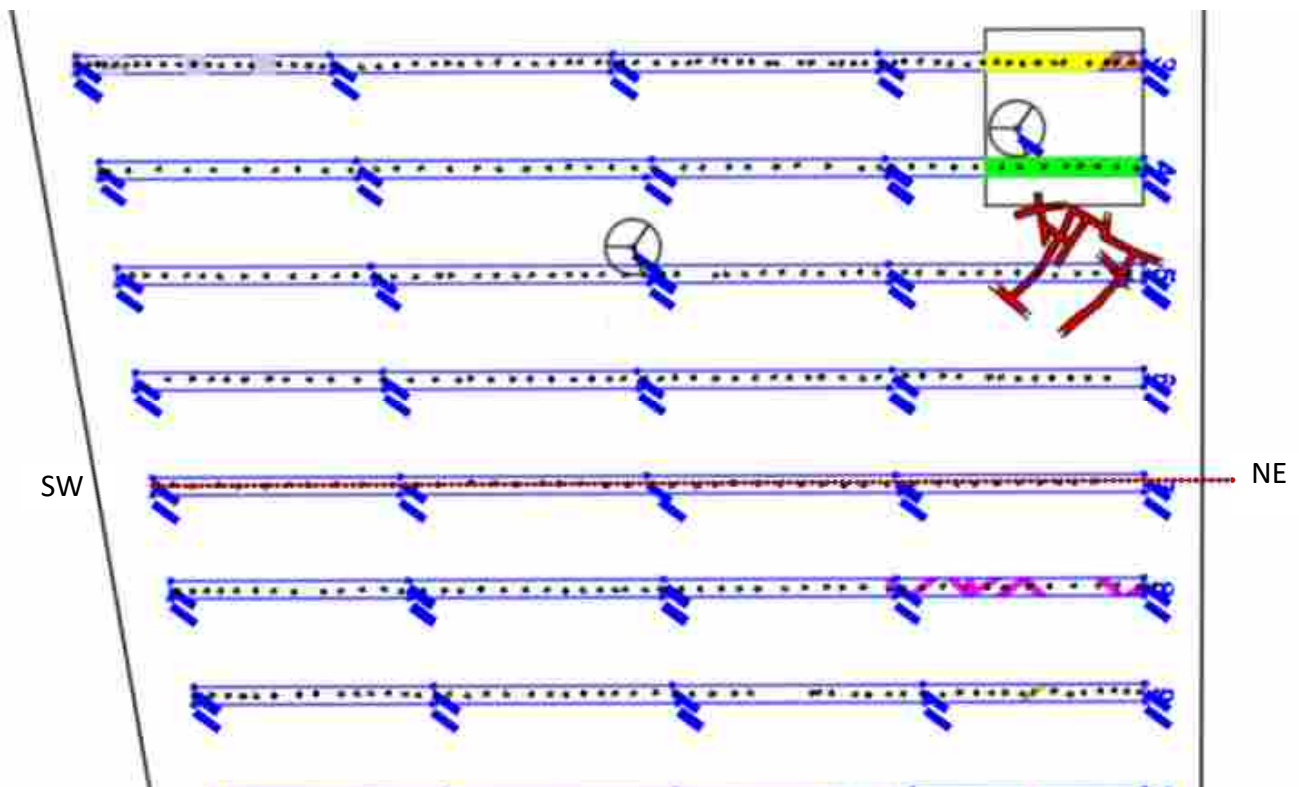
Tomografia Trincea 7

Modello a uno strato con blanda variazione verticale, intercalata una lente più resistiva verso NE e una a più bassa resistività che va dal centro verso SW. Non si osservano anomalie di resistività significative nella fascia superficiale.

Sezione di resistività (ohm*m)



Ubicazione del profilo geoelettrico sulla planimetria

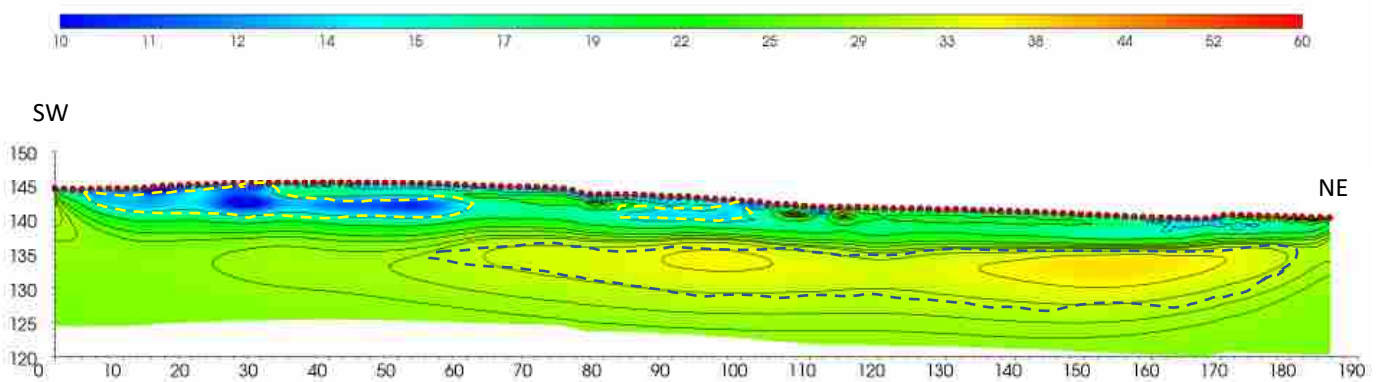




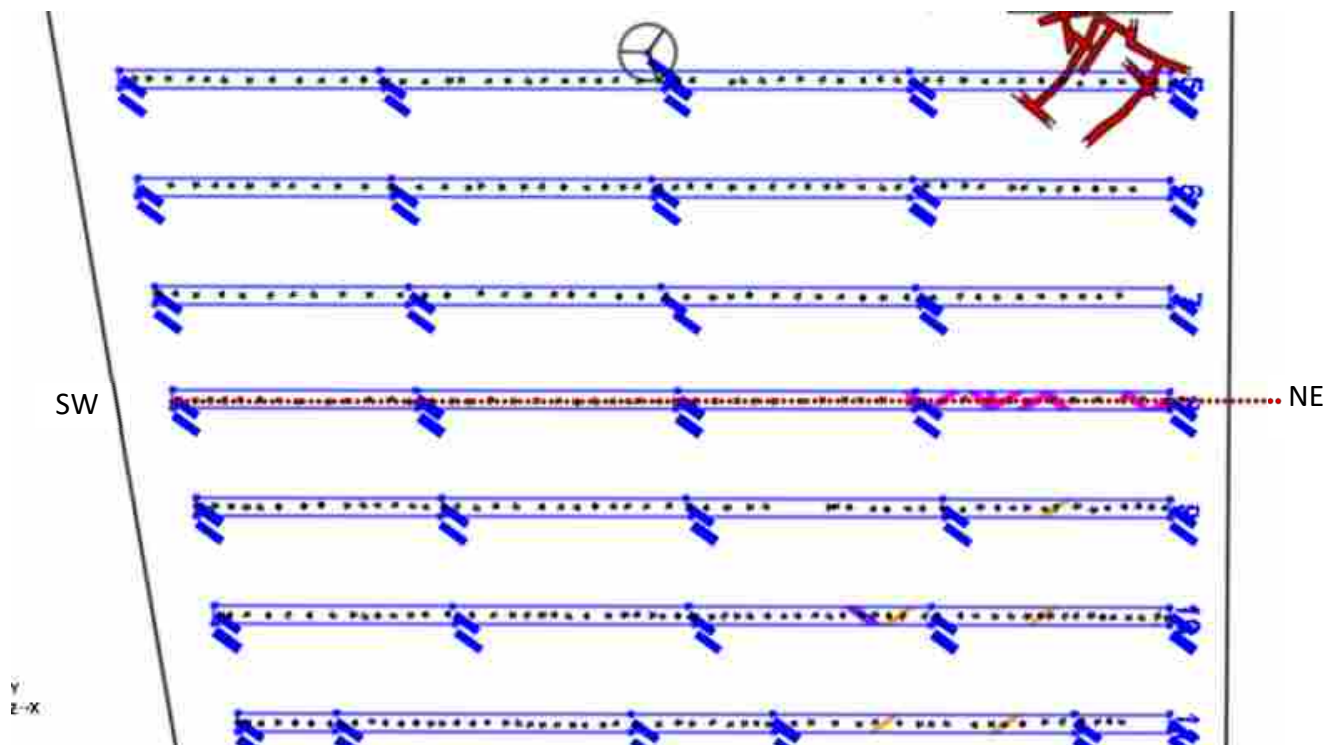
Tomografia Trincea 8

Modello a uno strato con blanda variazione verticale, intercalata una lente più resistiva verso NE e una a più bassa resistività che va dal centro verso SW. Non si osservano anomalie di resistività significative nella fascia superficiale.

Sezione di resistività (ohm*m)



Ubicazione del profilo geoelettrico sulla planimetria

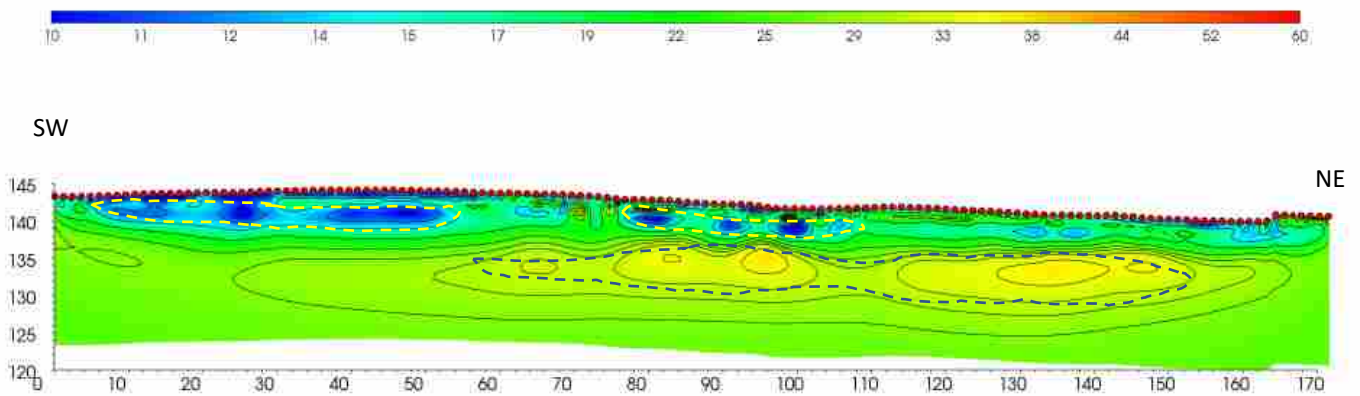




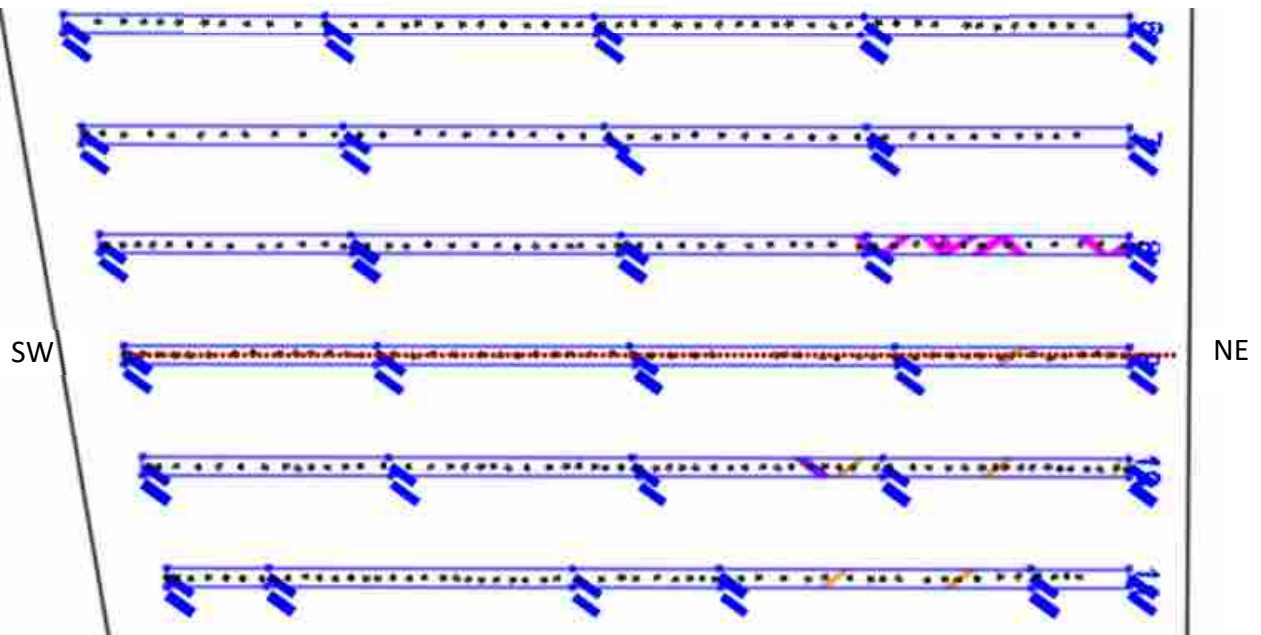
Tomografia Trincea 9

Modello a uno strato con blanda variazione verticale, intercalata una lente più resistiva verso NE e una a più bassa resistività che va dal centro verso SW. Non si osservano anomalie di resistività significative nella fascia superficiale.

Sezione di resistività (ohm*m)



Ubicazione del profilo geoelettrico sulla planimetria

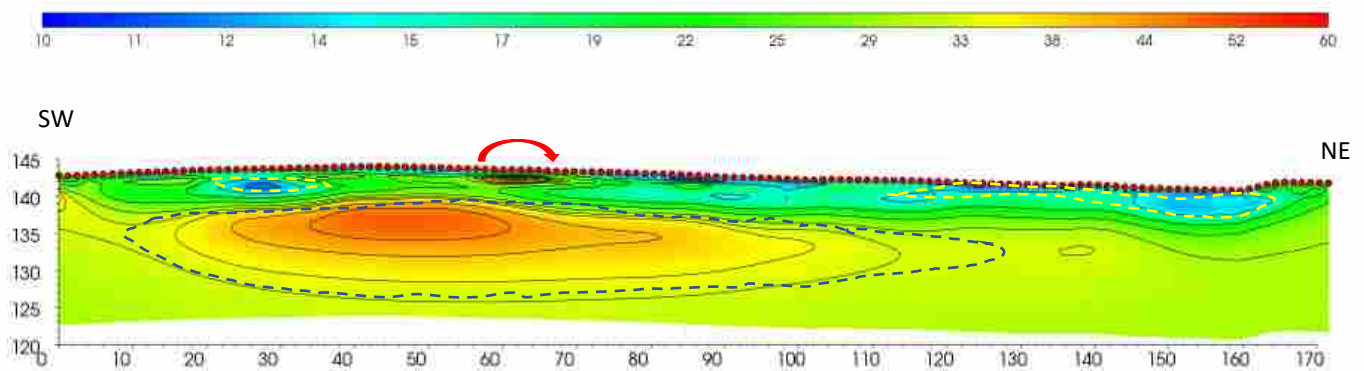




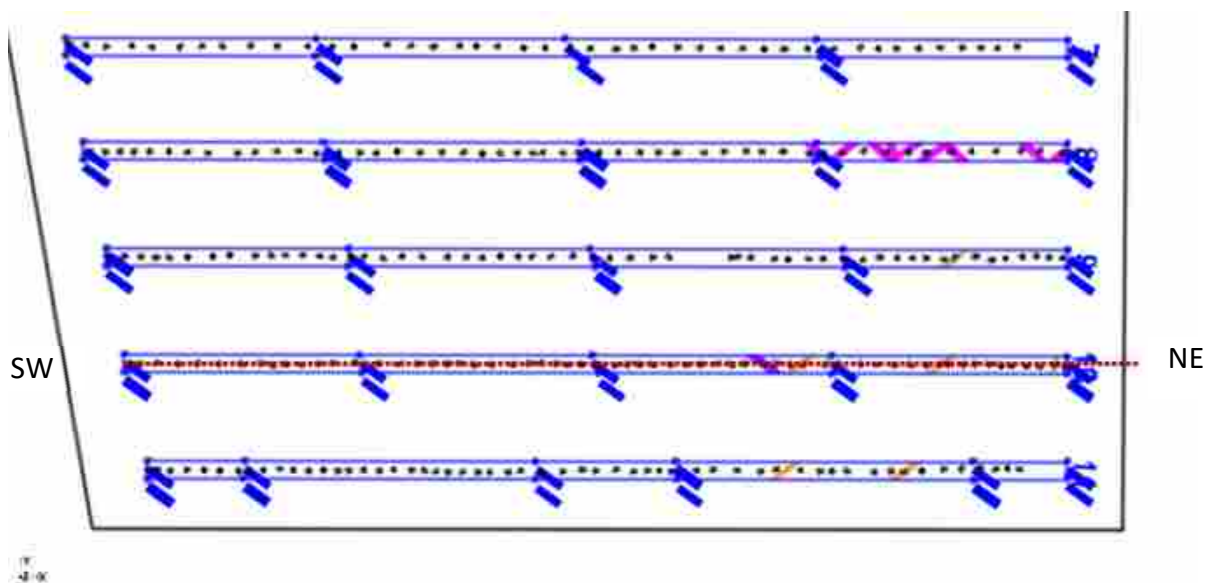
Tomografia Trincea 10

Modello a uno strato con blanda variazione verticale, intercalata una lente più resistiva verso NE e una a più bassa resistività che va dal centro verso SW. Non si osservano anomalie di resistività significative nella fascia superficiale a parte una sottile anomalia tra 56 e 70.

Sezione di resistività (ohm*m)



Ubicazione del profilo geoeletttrico sulla planimetria



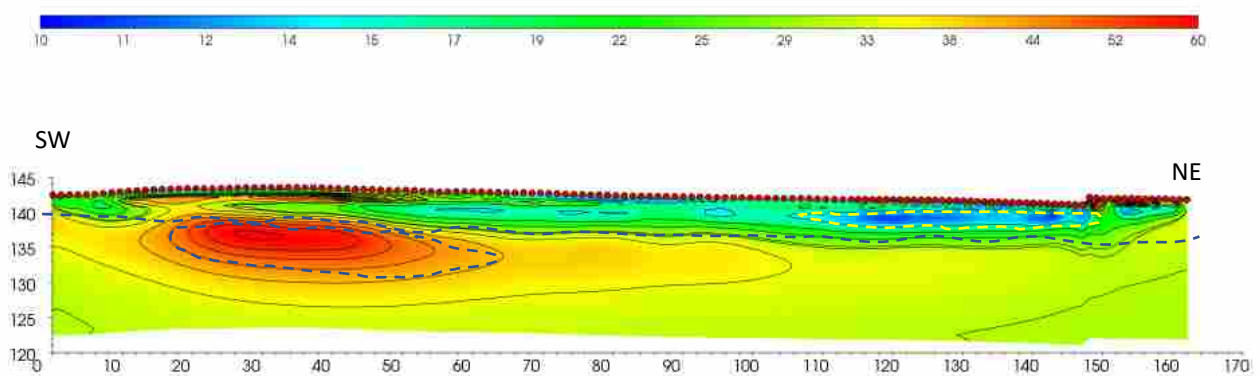


Tomografia Trincea 11

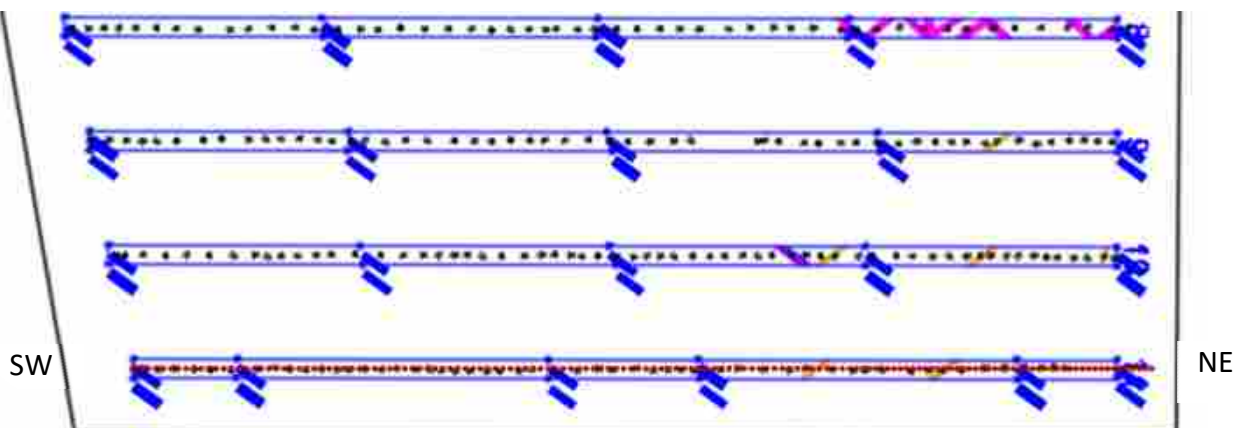
Modello a 2 strati con lente più resistiva verso SW che risale fino alla superficie, sul lato SW e una a bassa resistività che si estende appena sotto la superficie sul lato NE.

Non si osservano anomalie di resistività significative nella fascia superficiale.

Sezione di resistività (ohm*m)



Ubicazione del profilo geoelettrico sulla planimetria





6 – Tomografia elettrica – Conclusioni

L'indagine geoelettrica è stata condotta per localizzare strutture ipogee nel sedime delle 11 trincee eseguite per l'esame archeologico del sito, in seguito al rinvenimento nella trincea 5 di un sistema ipogeo formato da una cisterna e da gallerie drenanti che da essa si diramano in varie direzioni.

In ciascuna trincea è stato realizzato uno stendimento multielettrodo formato da due sezioni di 96 elettrodi sovrapposti del 50% per un totale effettivo di 144 punti di misura. Il profilo altimetrico è rilevato con strumento ottico con quote riferite al piano quotato del rilievo drone.

Il materiale litologico, piroclastico cineritico a tessitura limo-sabbiosa e argillosa, presenta resistività tendente a valori bassi con il valore minimo medio di 10 ohm*m e il massimo medio di 60 ohm*m. E a questo intervallo è uniformata la scala di resistività per tutte le tomografie.

Il modello di resistività mostra una generale stratificazione dei terreni con valori di 20-30 ohm*m che formano la parte superficiale, mentre in basso prevalgono valori maggiori di 40 ohm*m.

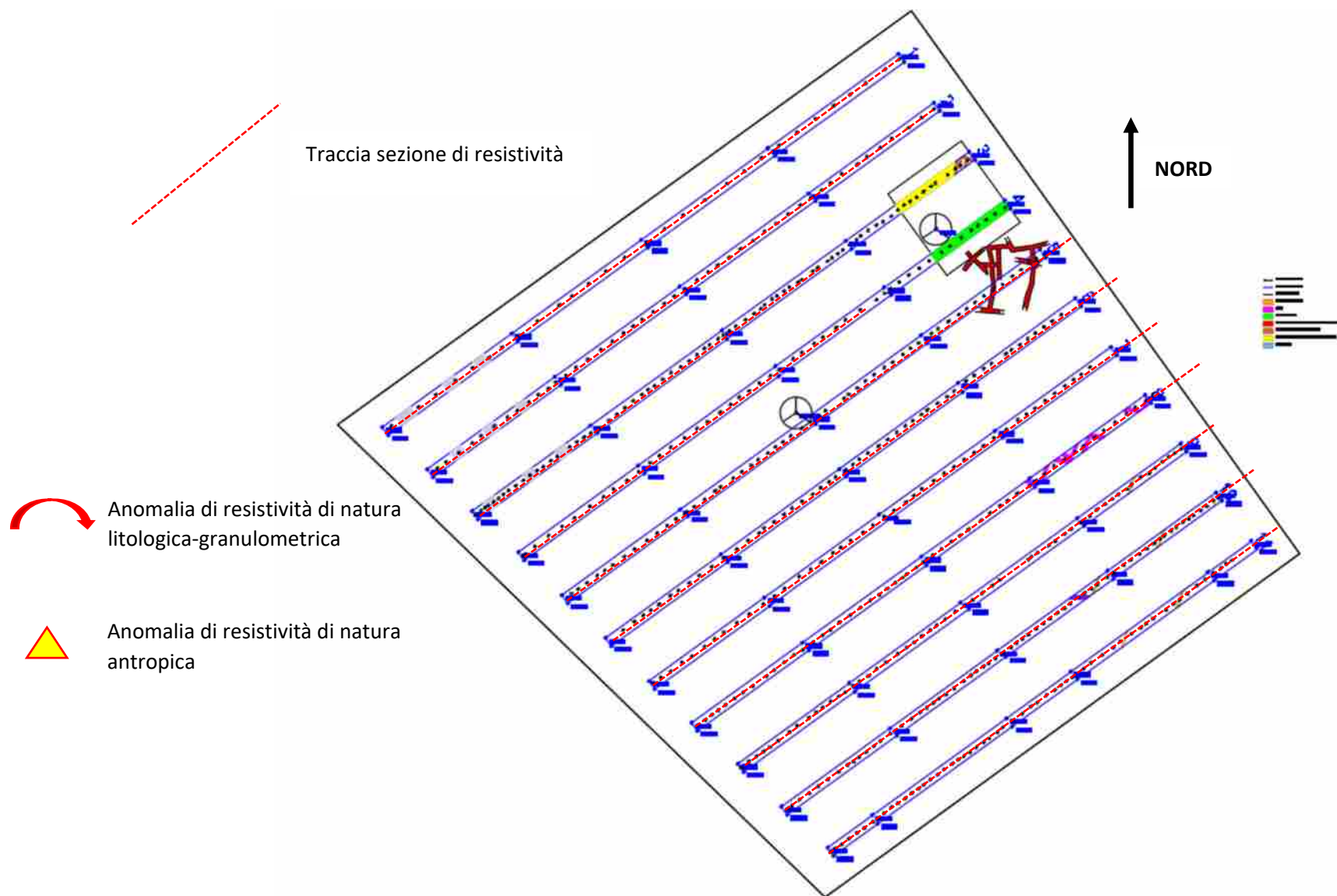
Tuttavia, nello strato superficiale si individuano discontinuità ovvero anomalie di resistività la cui interpretazione è condizionata dal fatto che le misure in corrispondenza del sistema caveale mostrano valori non di molto superiori a 40 ohm*m. Certamente, osservando l'interno del sistema caveale si nota l'abbondanza di acqua nel letto delle gallerie, fattore che facilita il passaggio della corrente riducendone nell'intorno i valori di resistività, che in condizioni asciutte sarebbero più alti.

Quindi, sono state prese in considerazione le anomalie distribuite nella parte superficiale delle trincee distinguendole tra anomalie collegate a orizzonti piroclastici differenziati e anomalie collegate a strutture ipogee.

Le une e le altre sono riportate nelle sezioni del capitolo 5 e negli elaborati allegati.

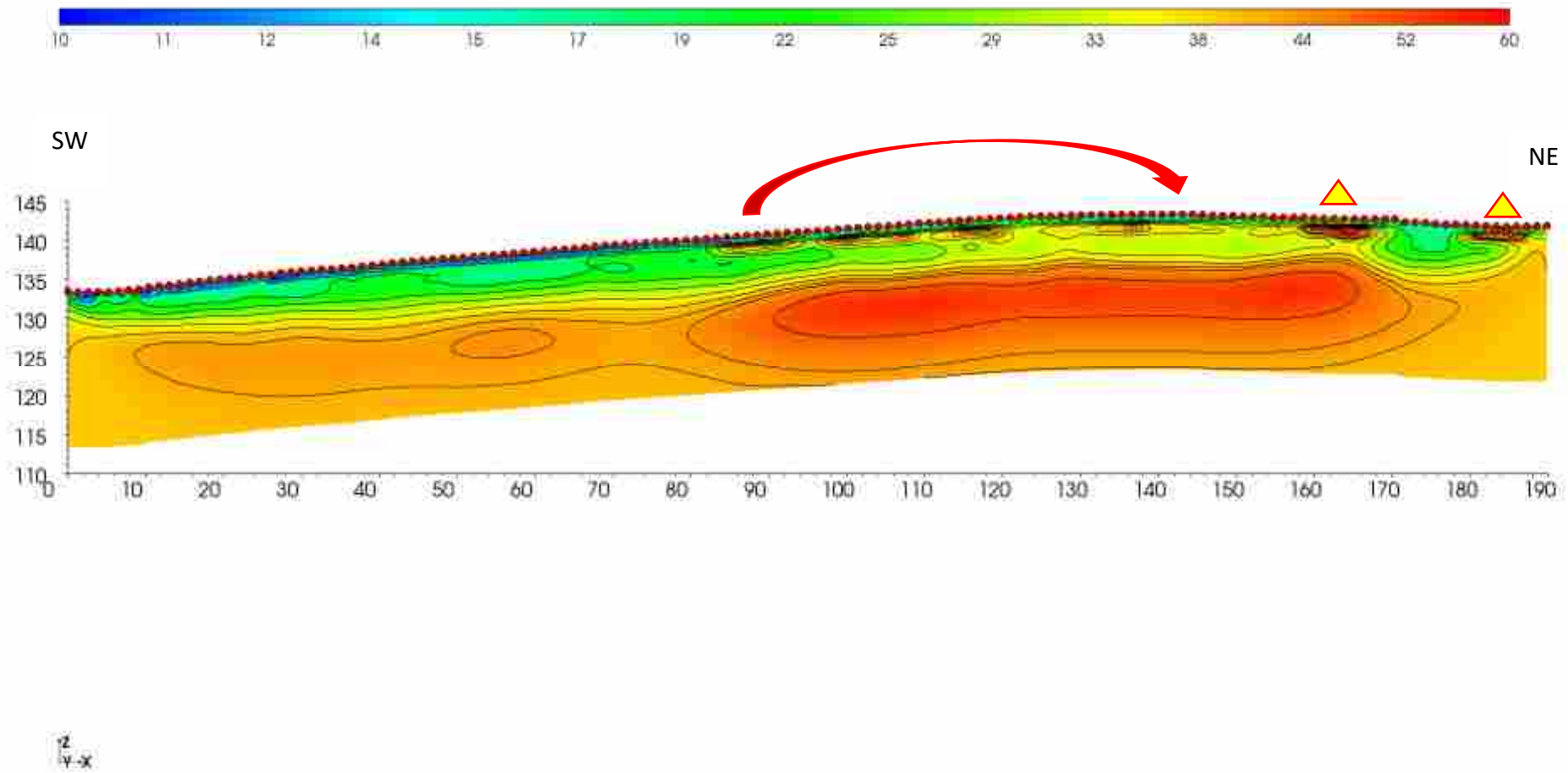
Sulle anomalie segnalate con il simbolo triangolo è consigliata una verifica diretta con saggio fino a 1,5 metri di profondità.

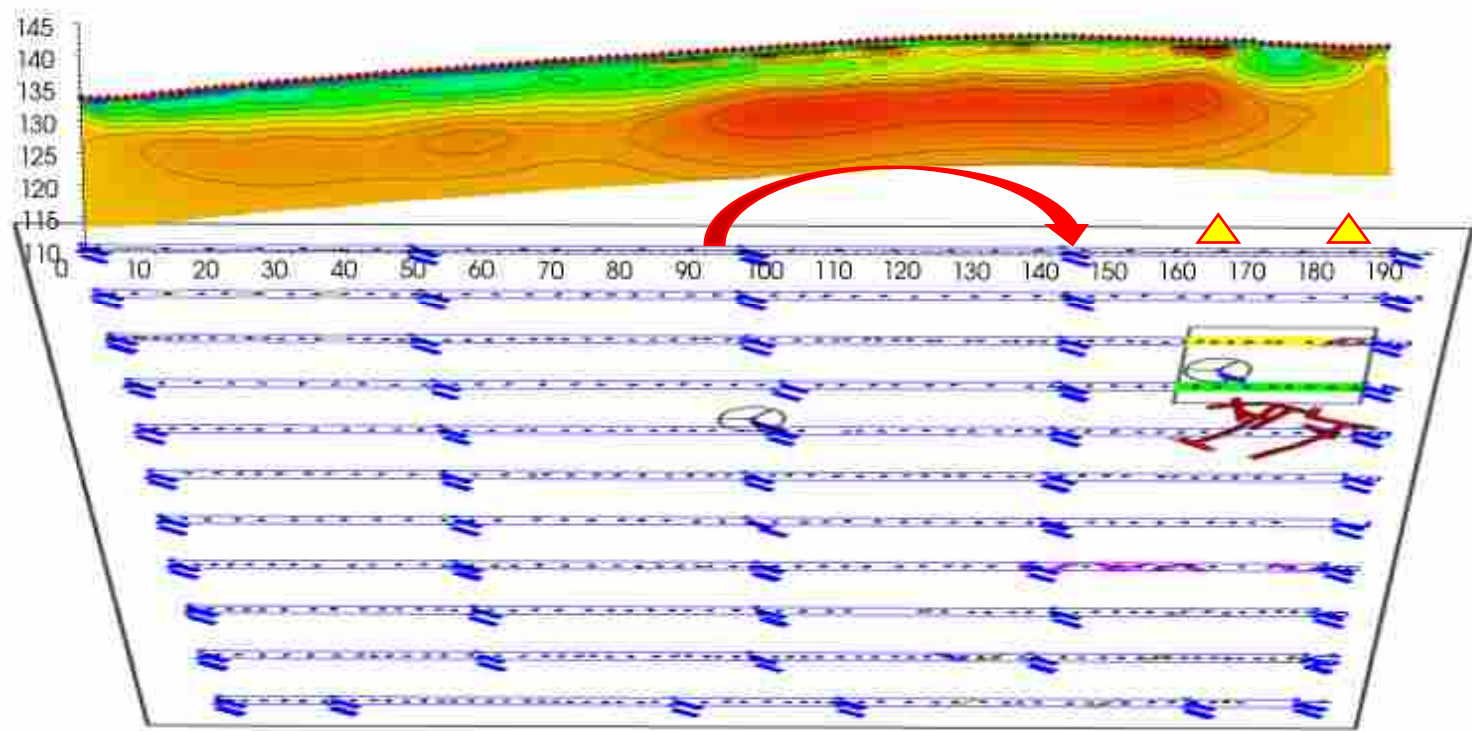
Allegato – Sezioni di resistività





SEZIONE di RESISTIVITA' - Trincea 1

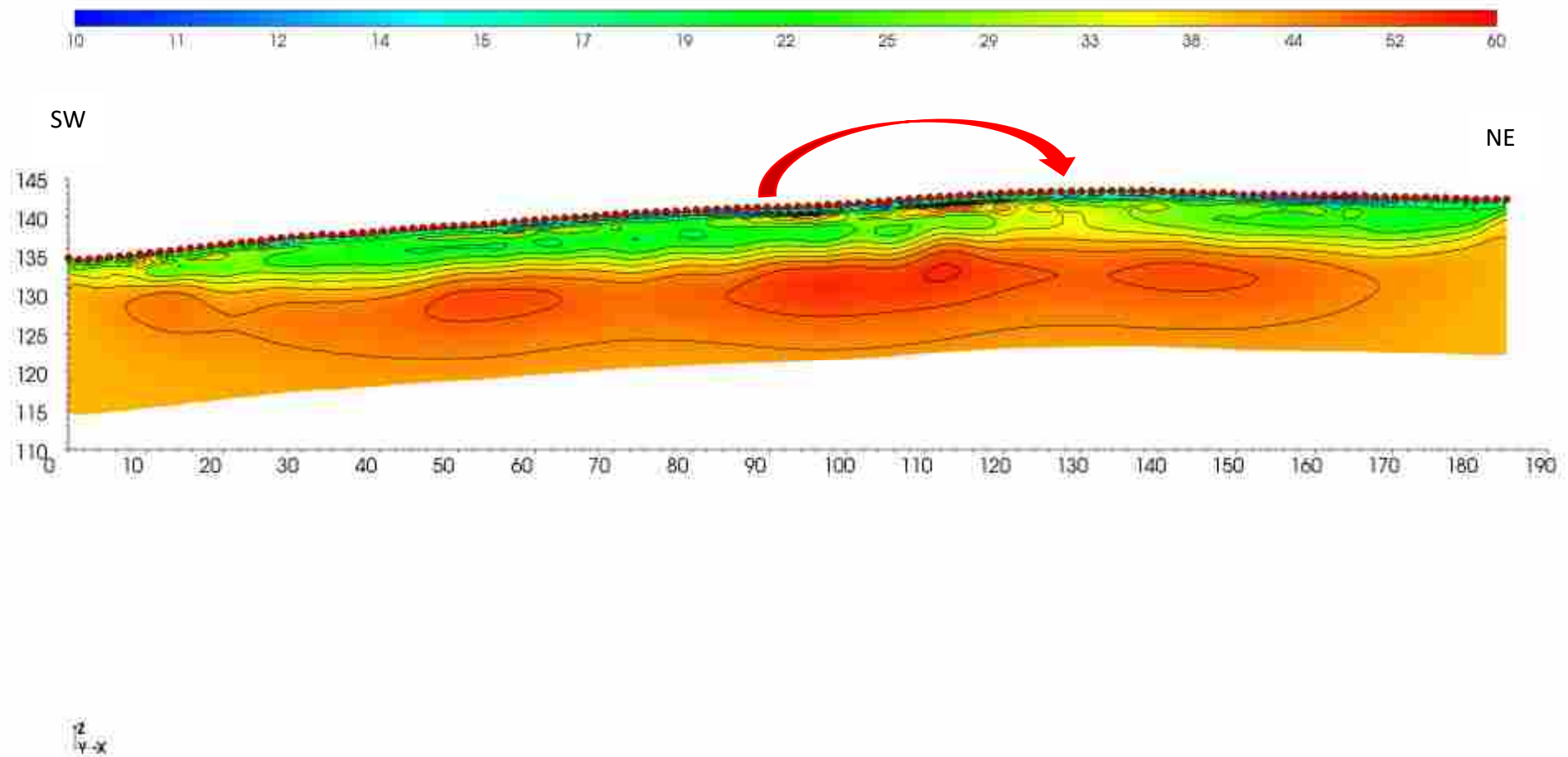


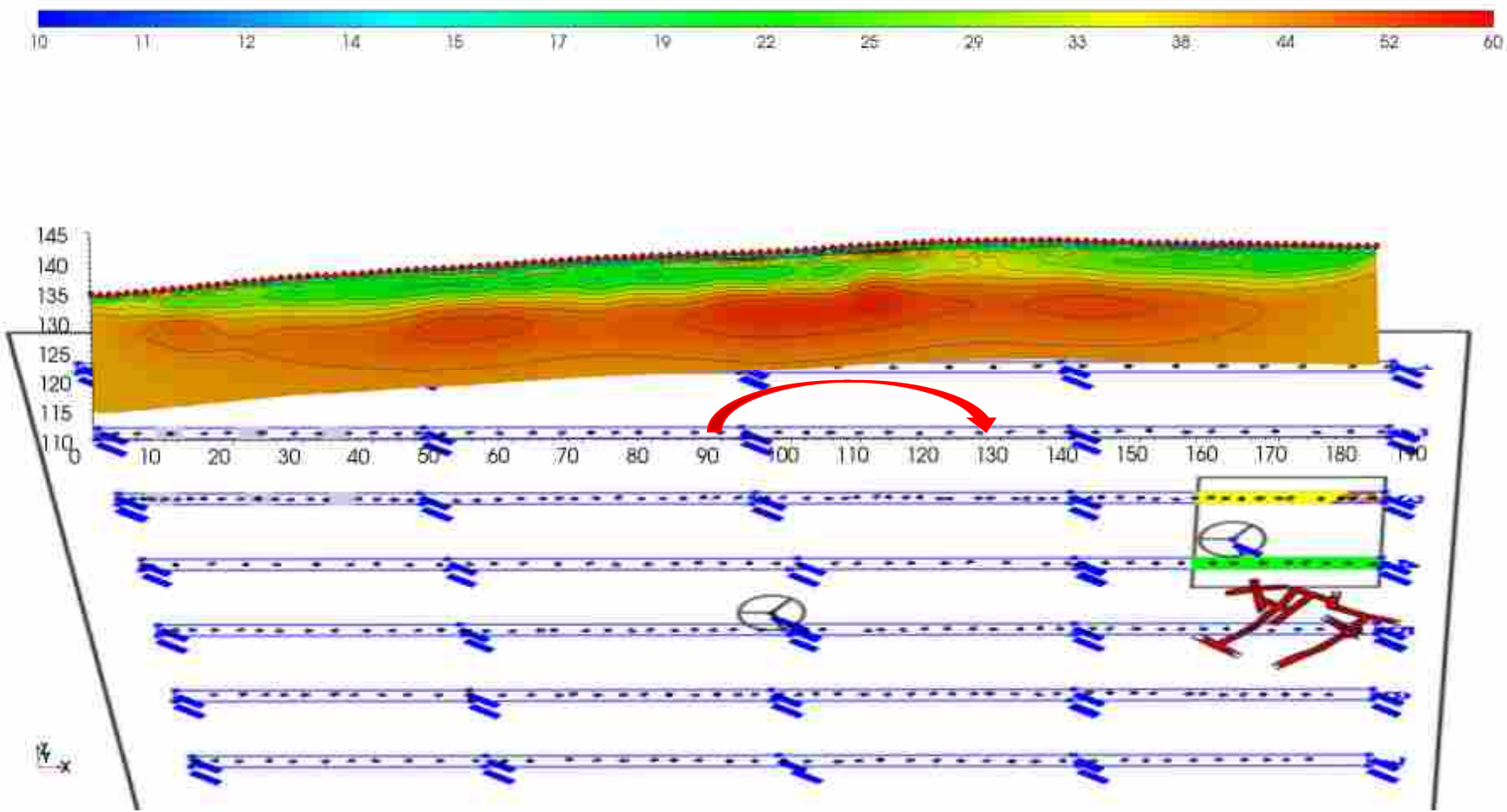


100
110
120
130
140
145



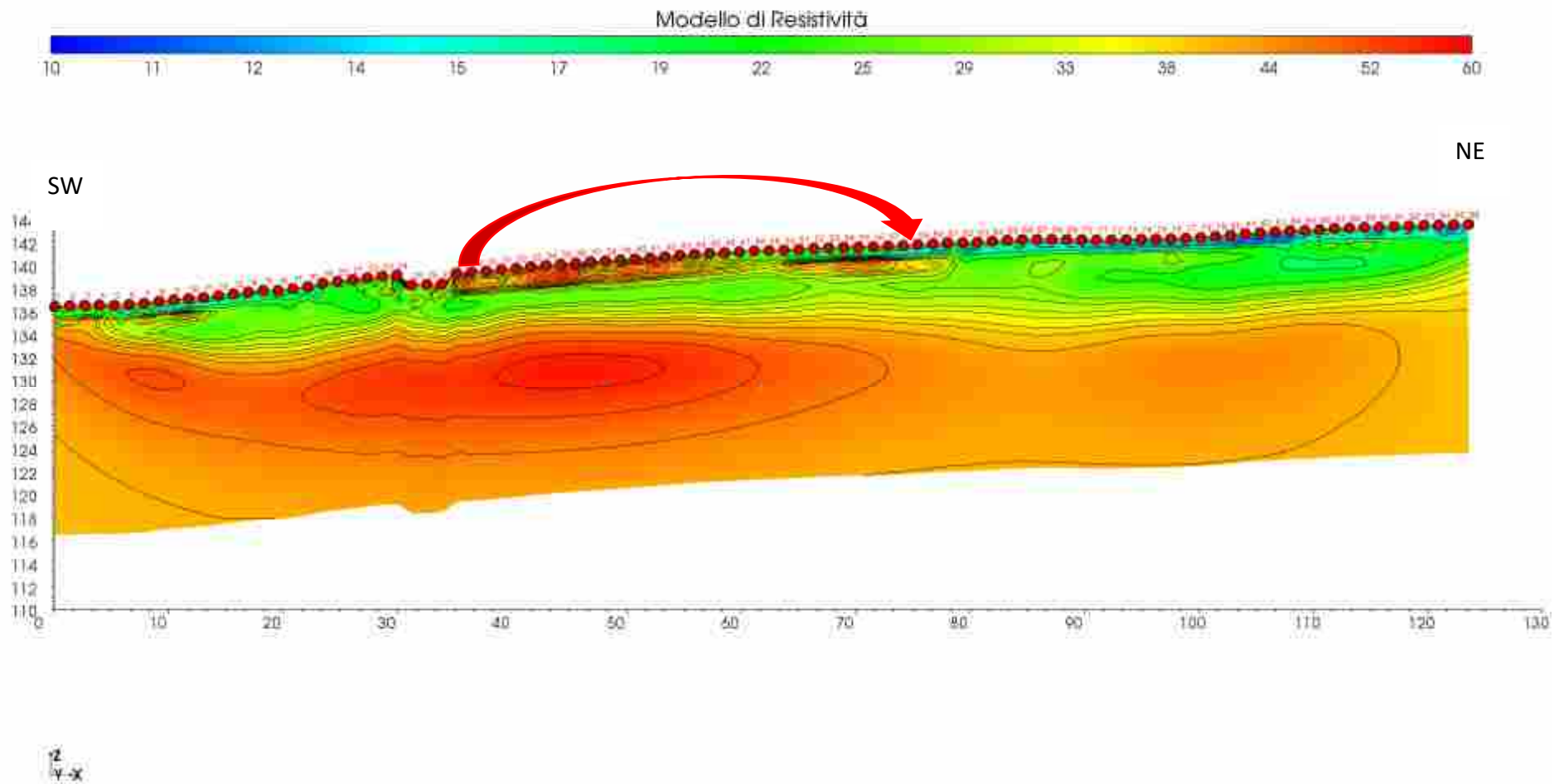
SEZIONE di RESISTIVITA' - Trincea 2

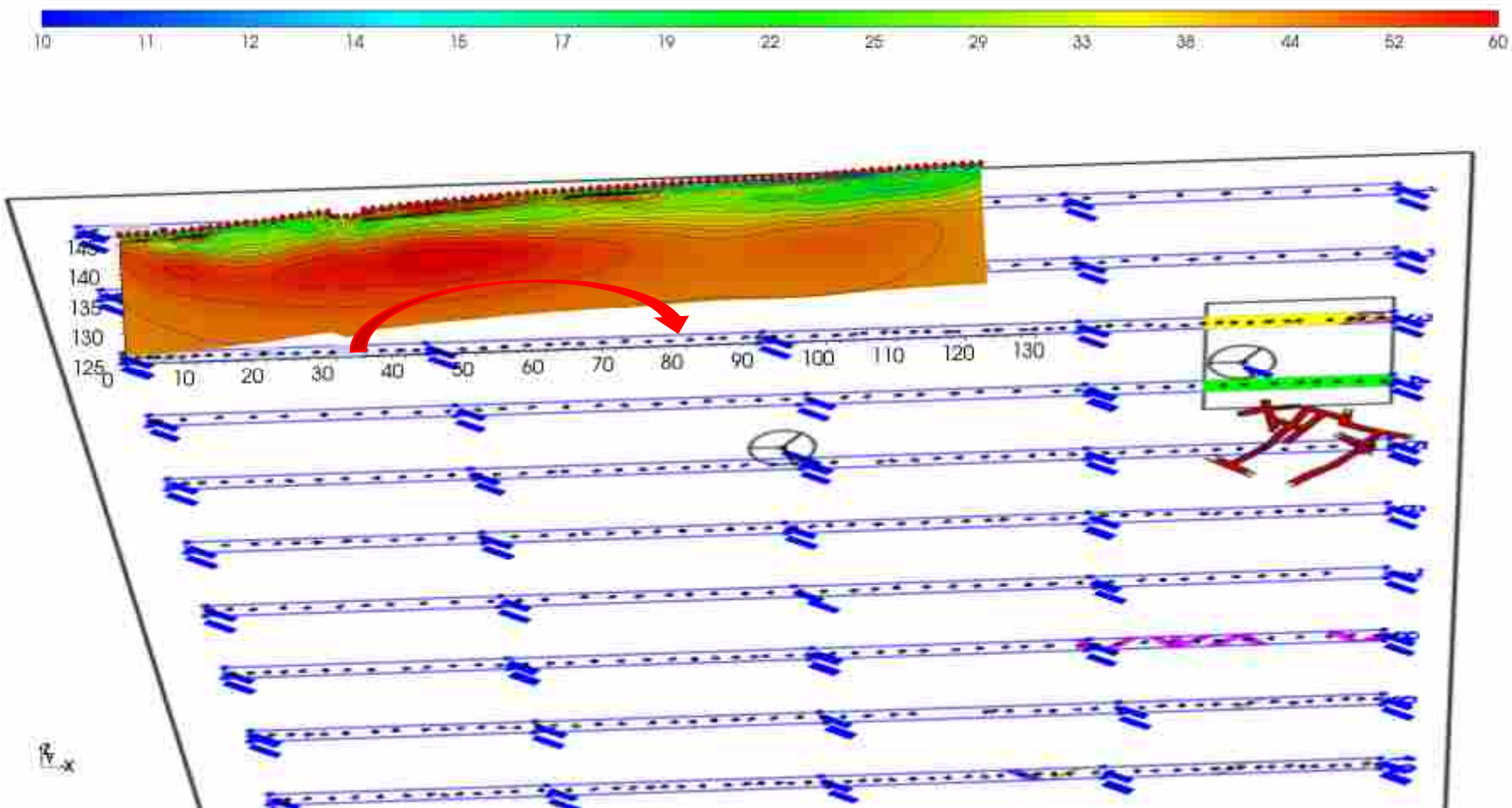






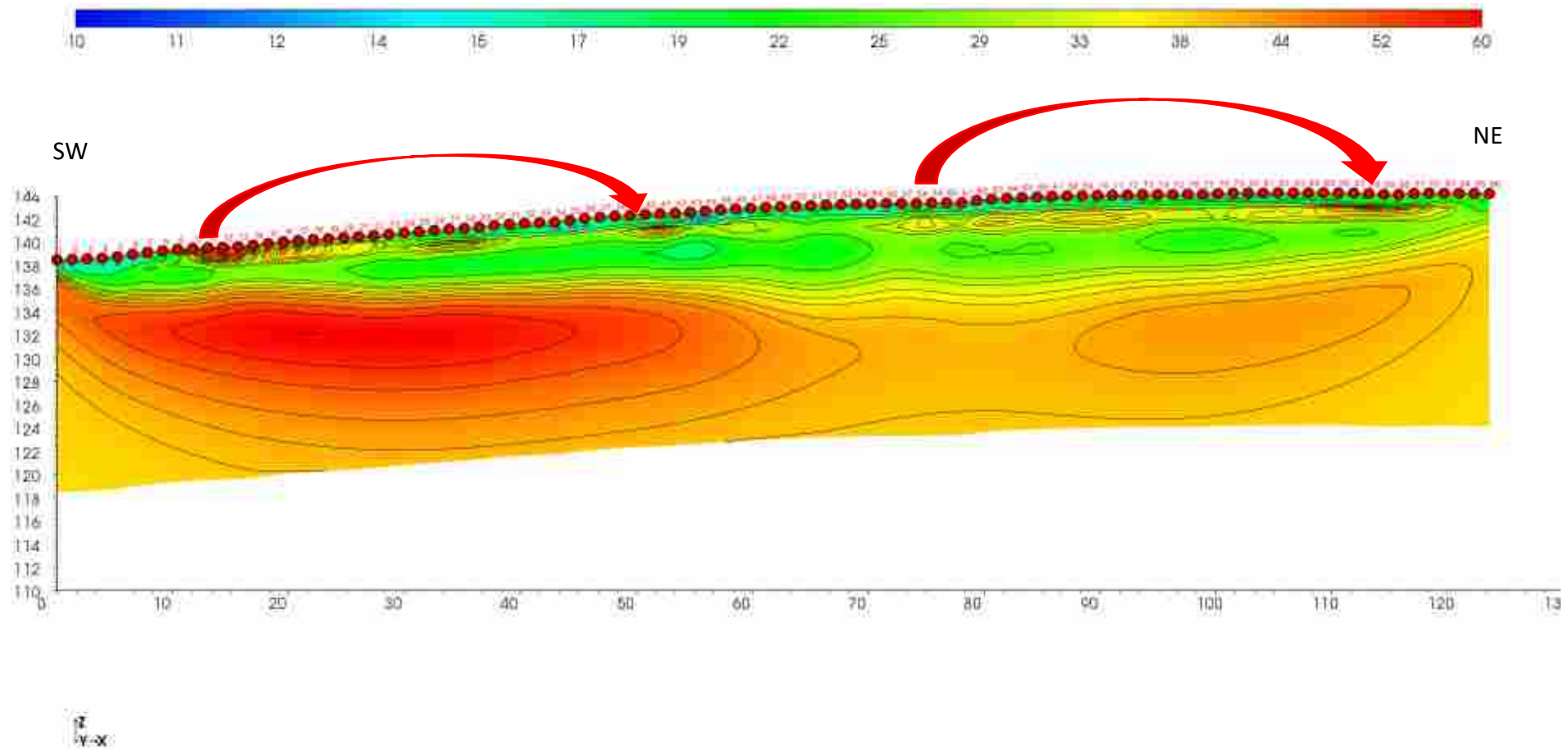
SEZIONE di RESISTIVITA' - Trincea 3

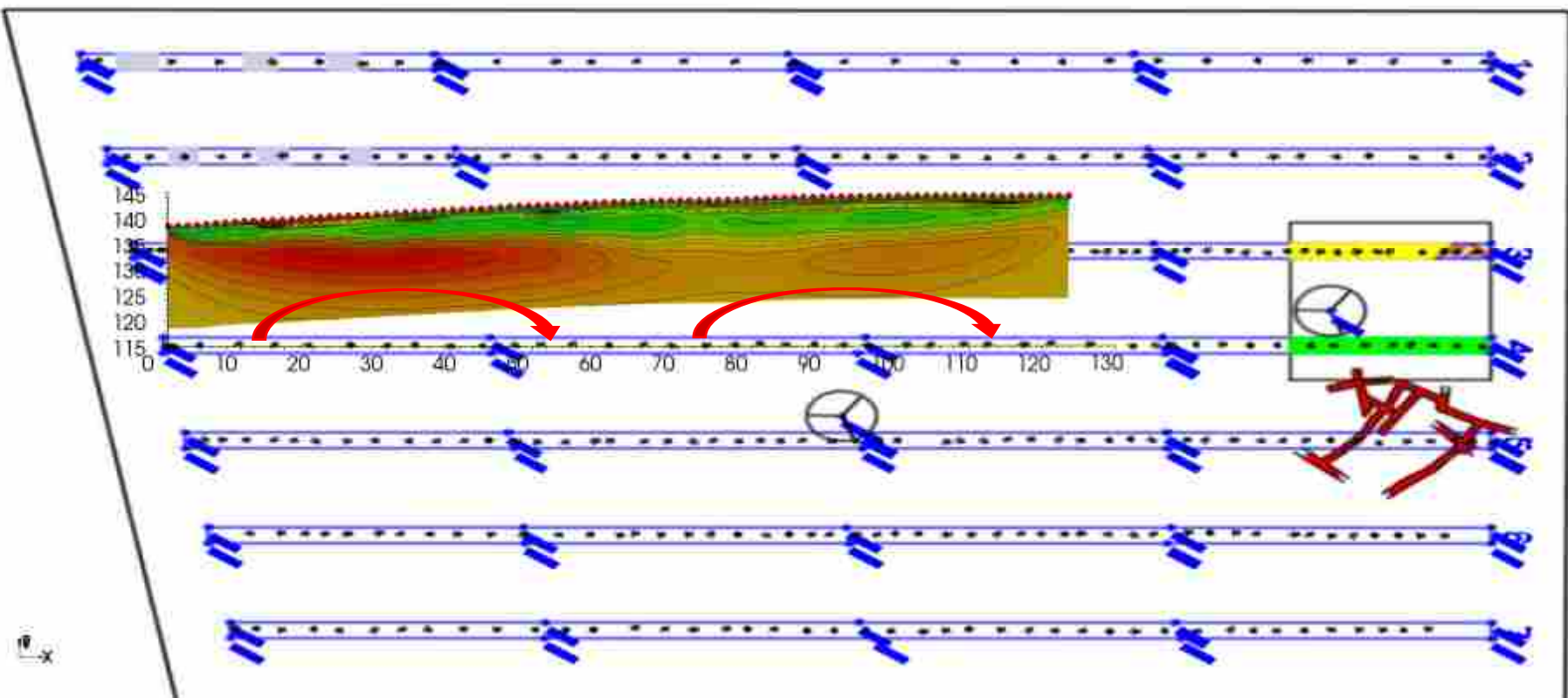






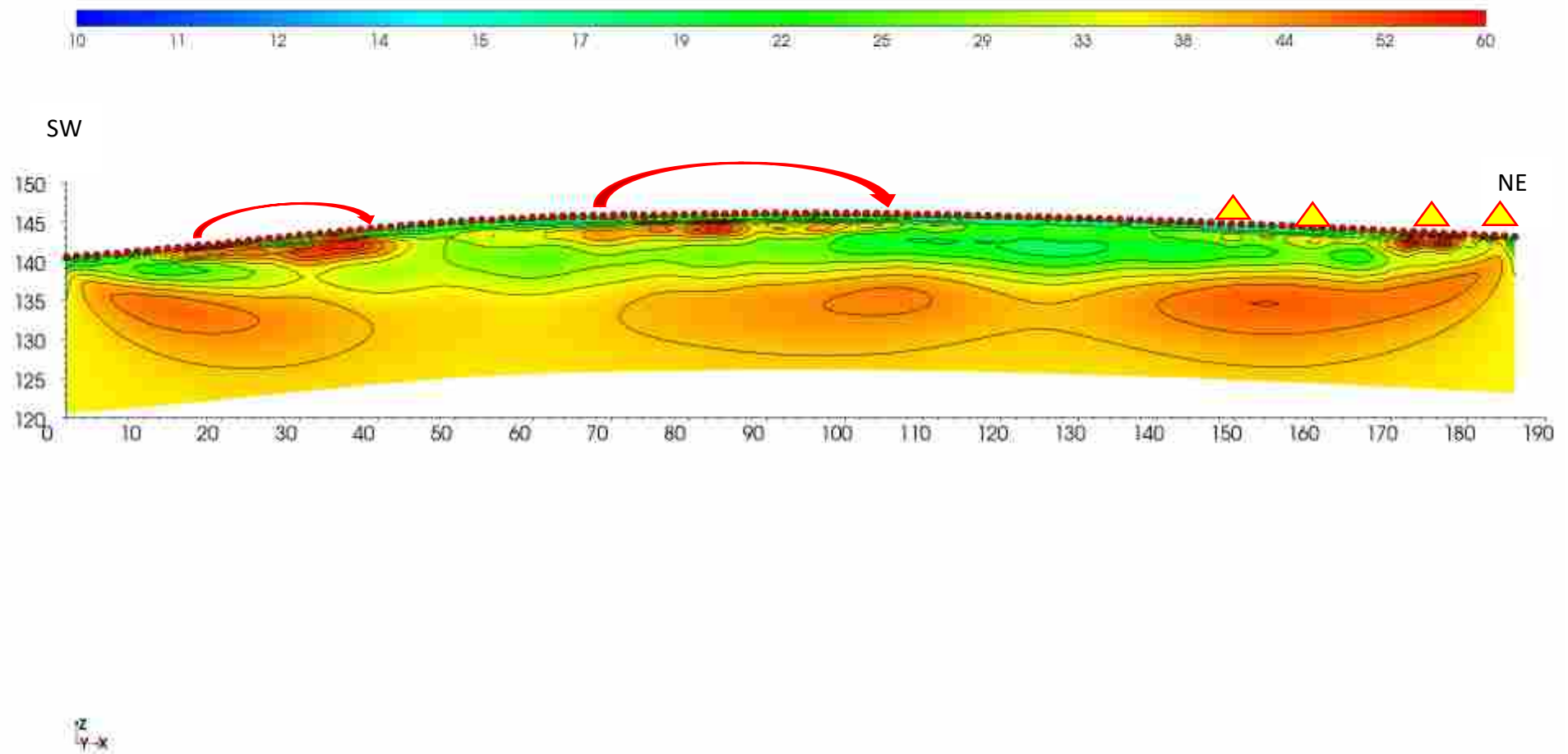
SEZIONE di RESISTIVITA' - Trincea 4

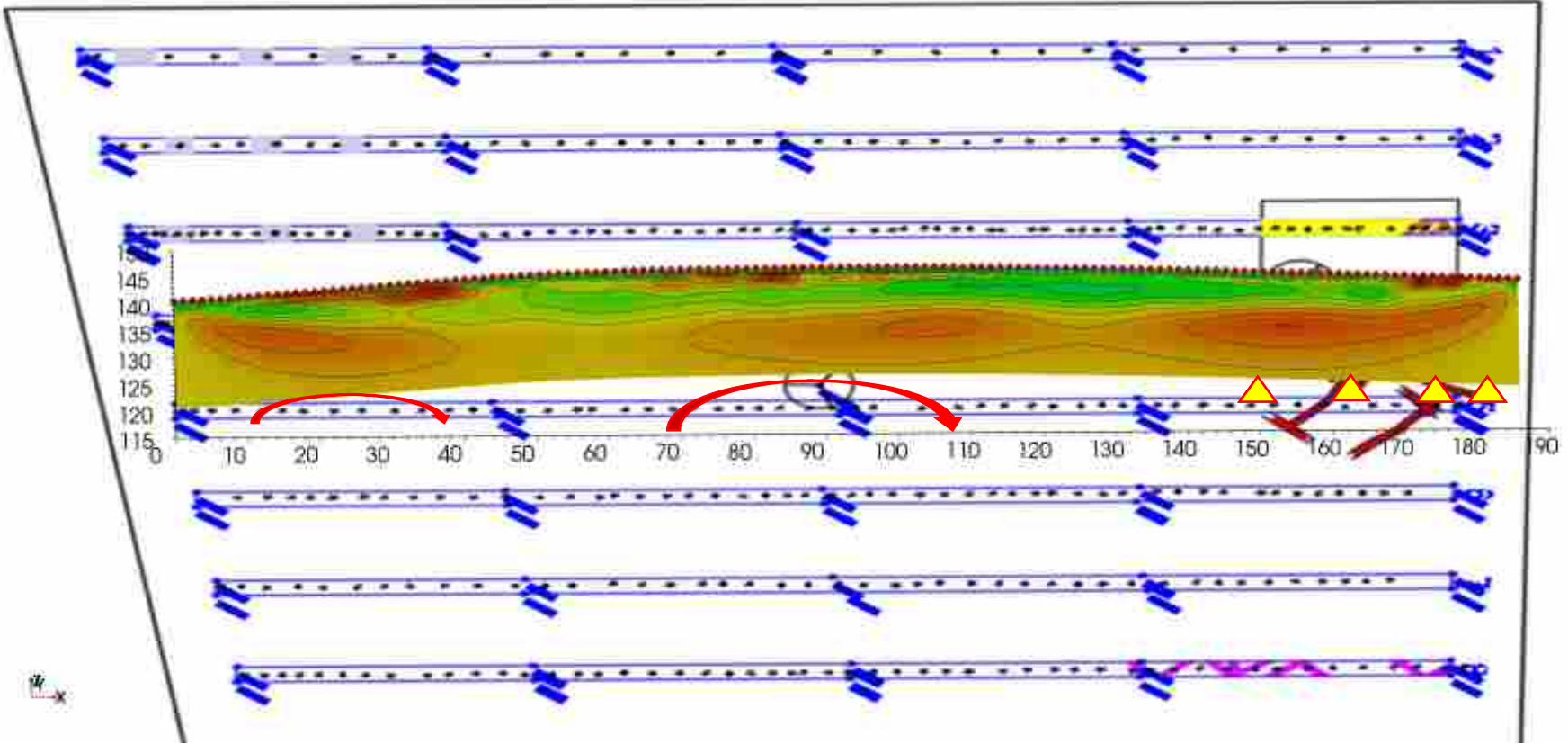






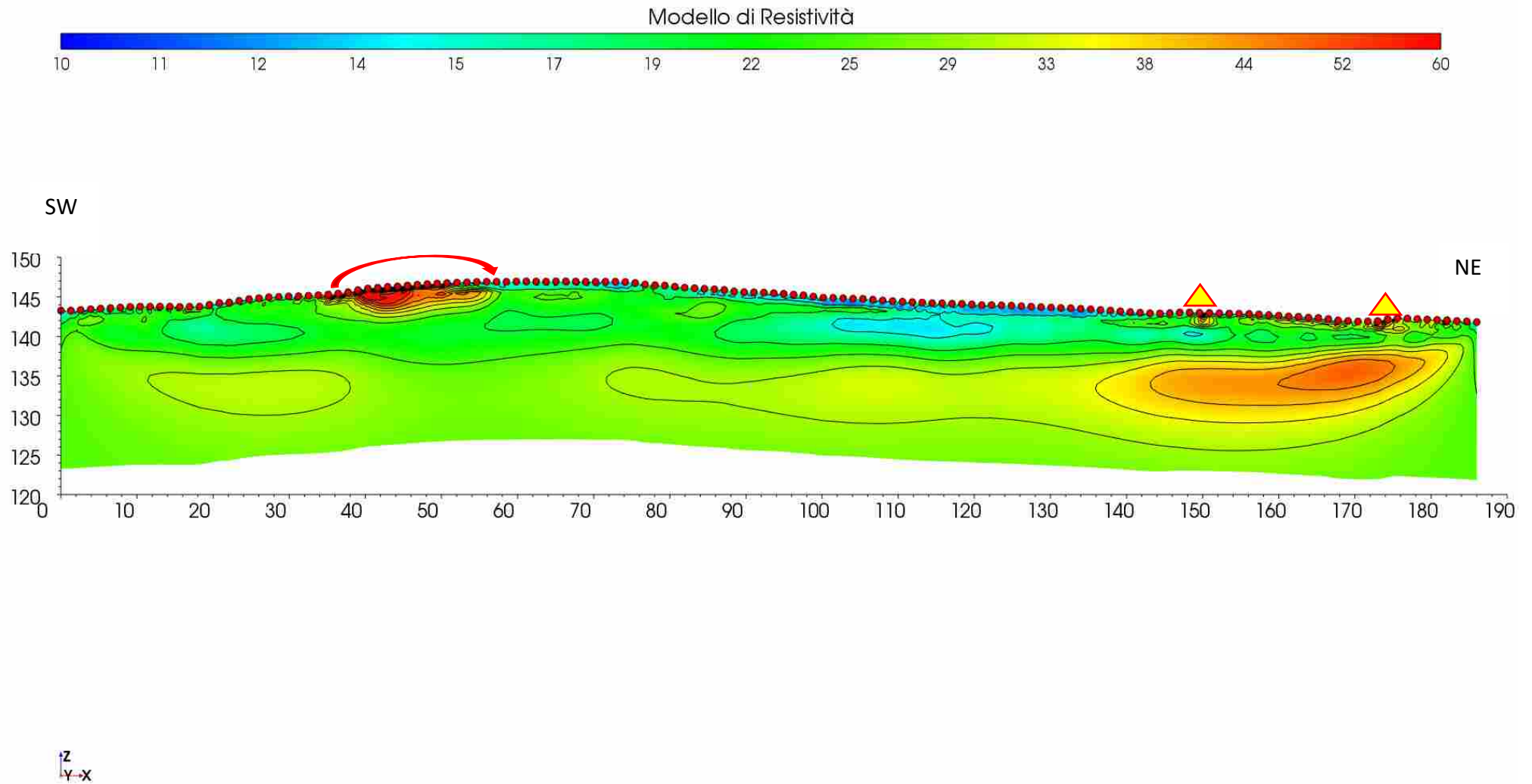
SEZIONE di RESISTIVITA' - Trincea 5



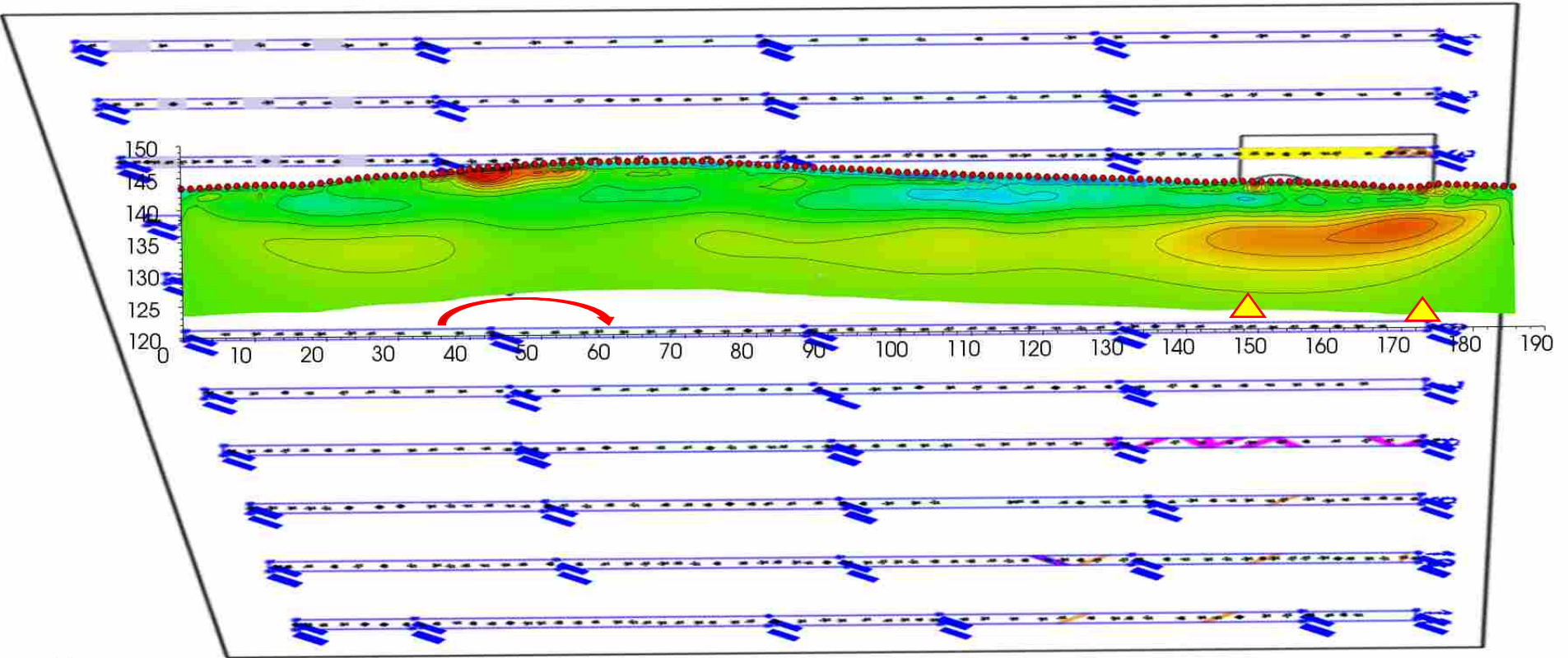




SEZIONE di RESISTIVITA' - Trincea 6

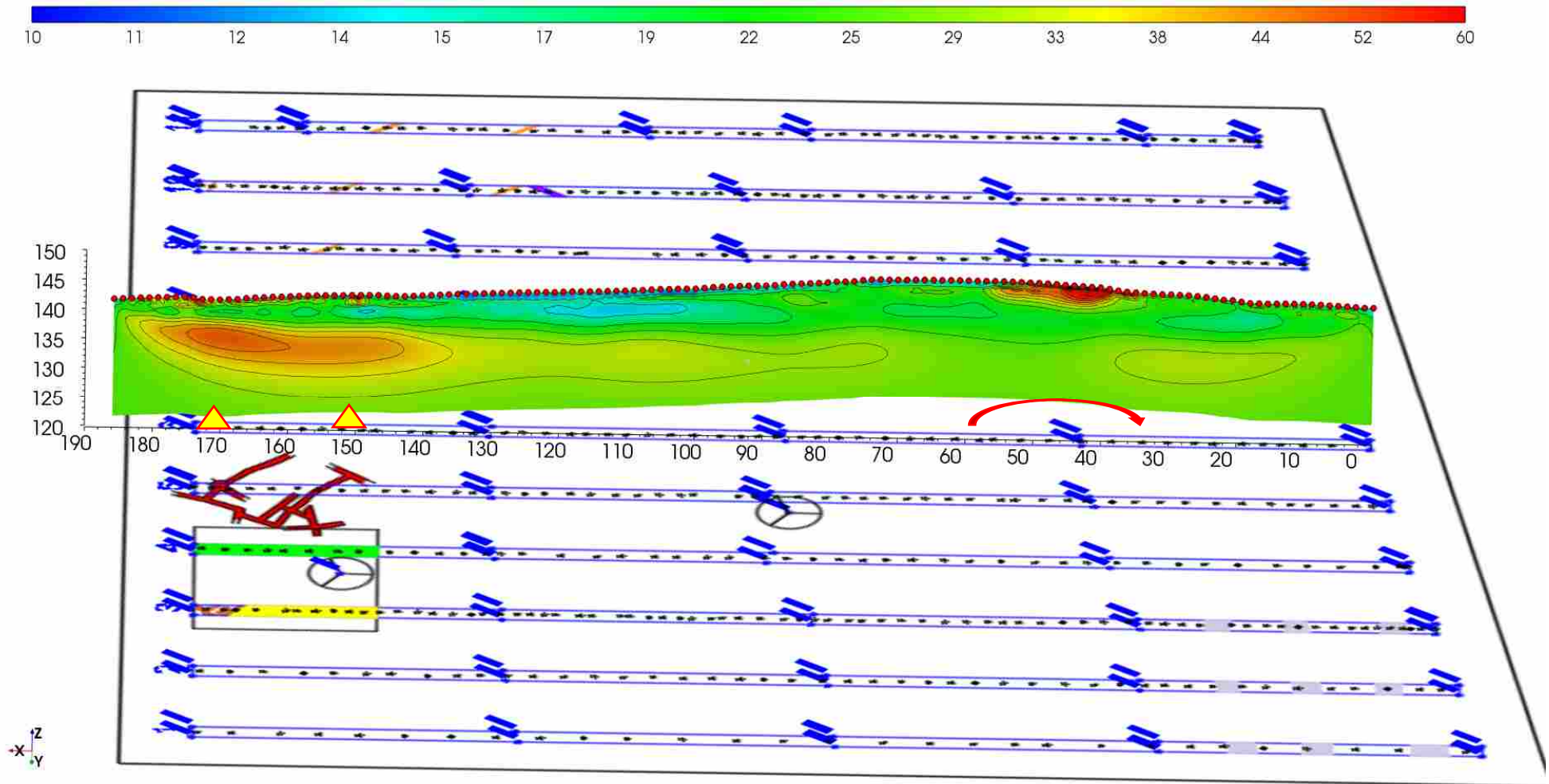


CMRC-2025-0105860 del 19/05/2025 13:30 - ENTRATA



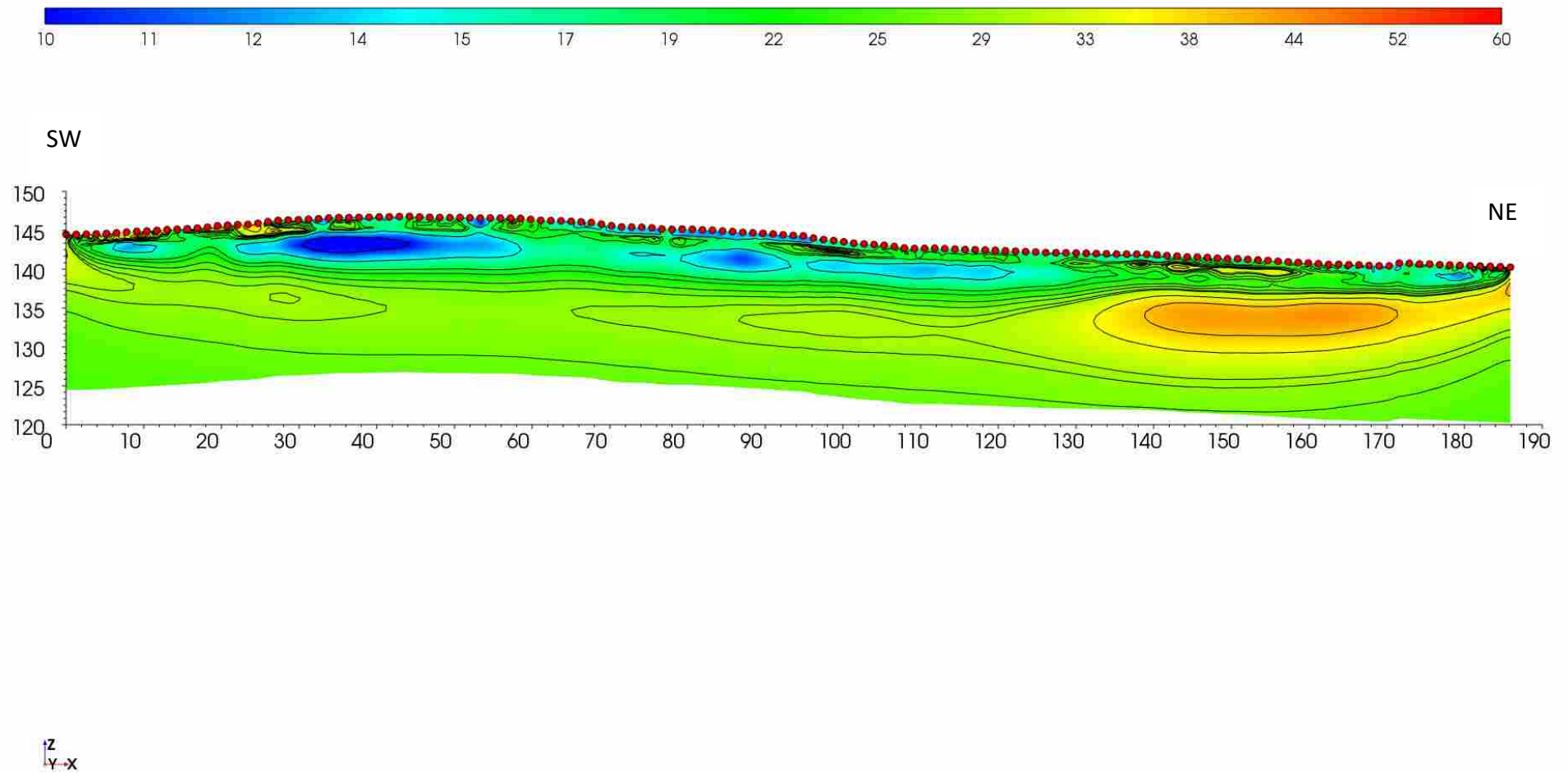


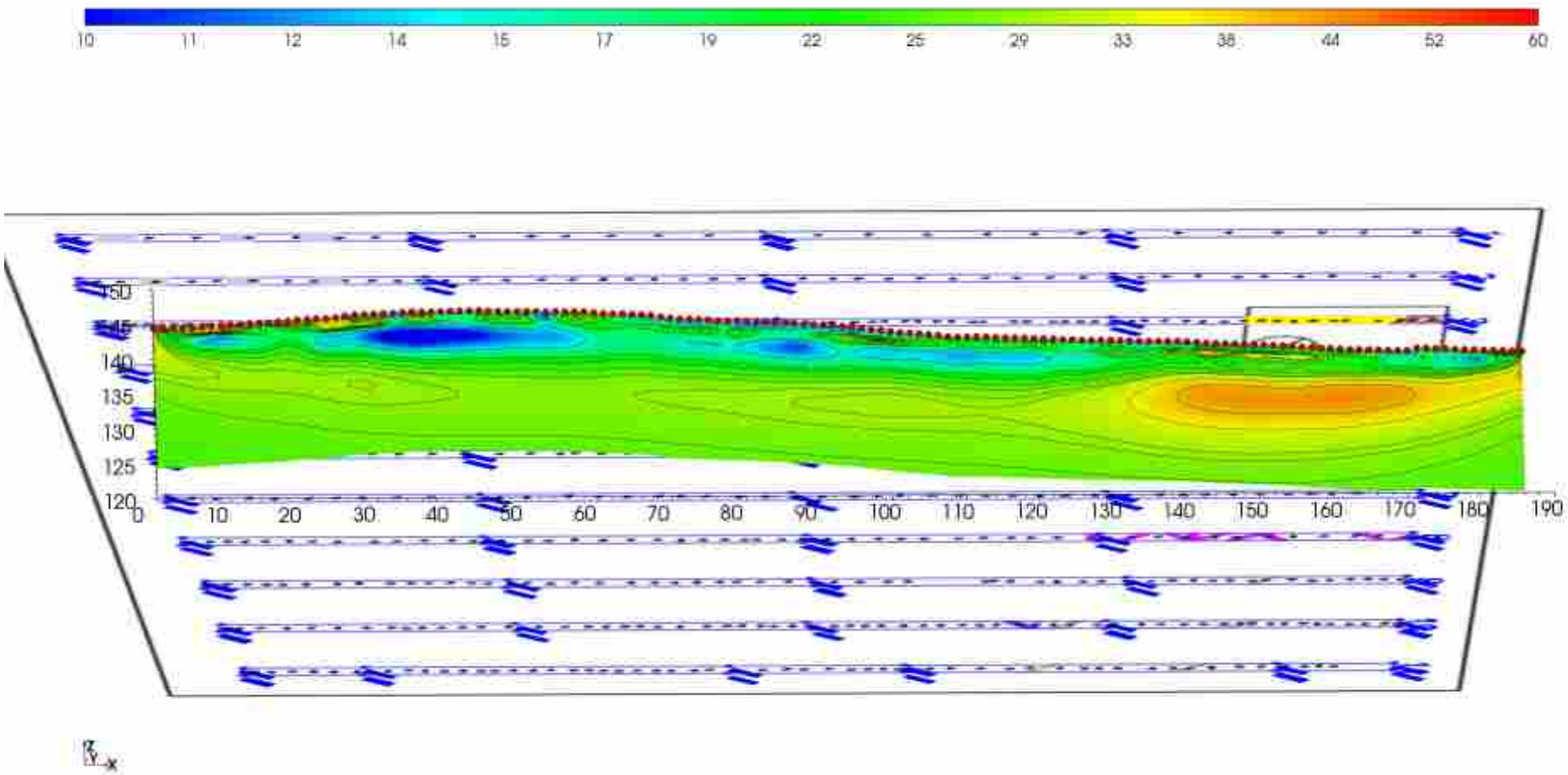
SEZIONE di RESISTIVITA' RUOTATA 180°- Trincea 6





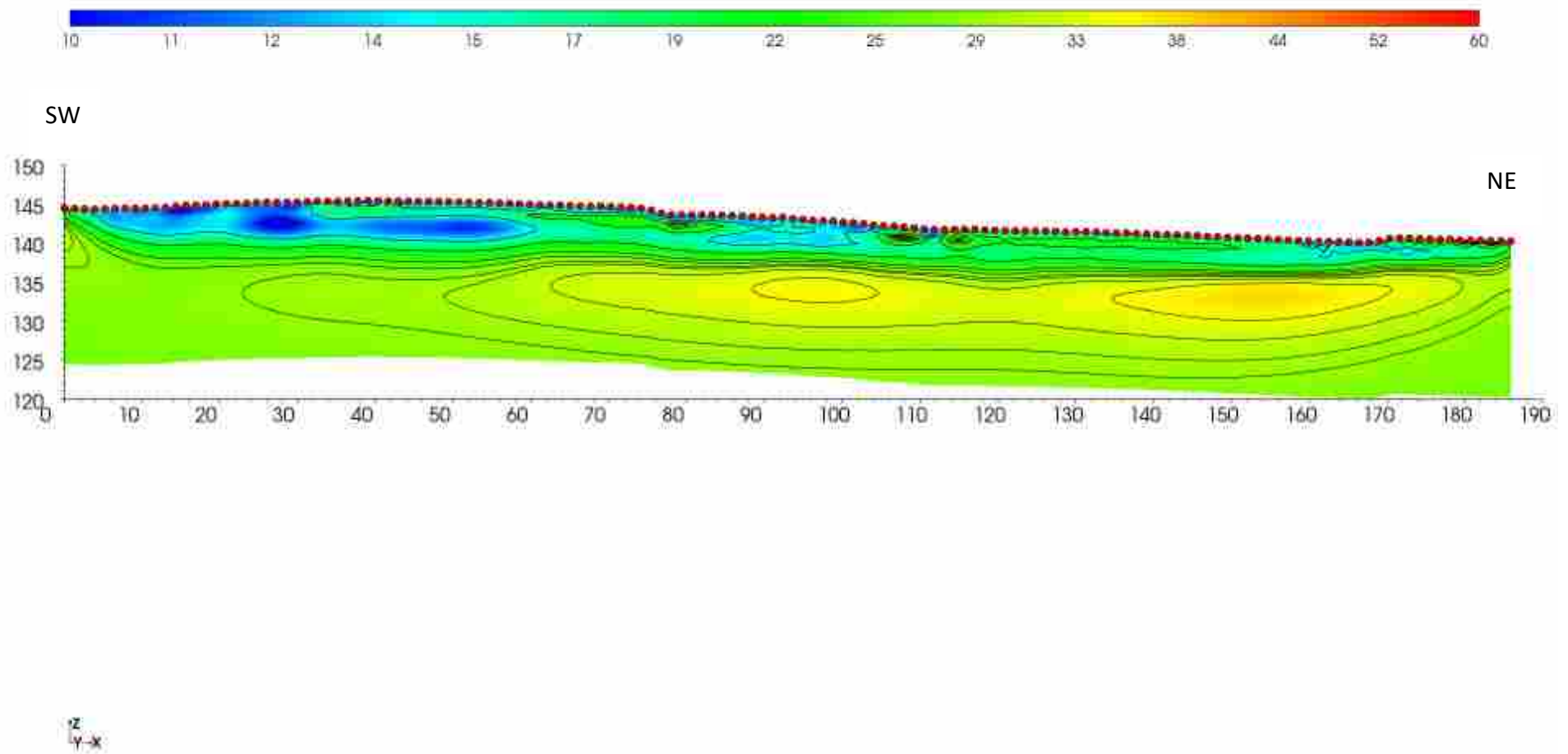
SEZIONE di RESISTIVITA' - Trincea 7

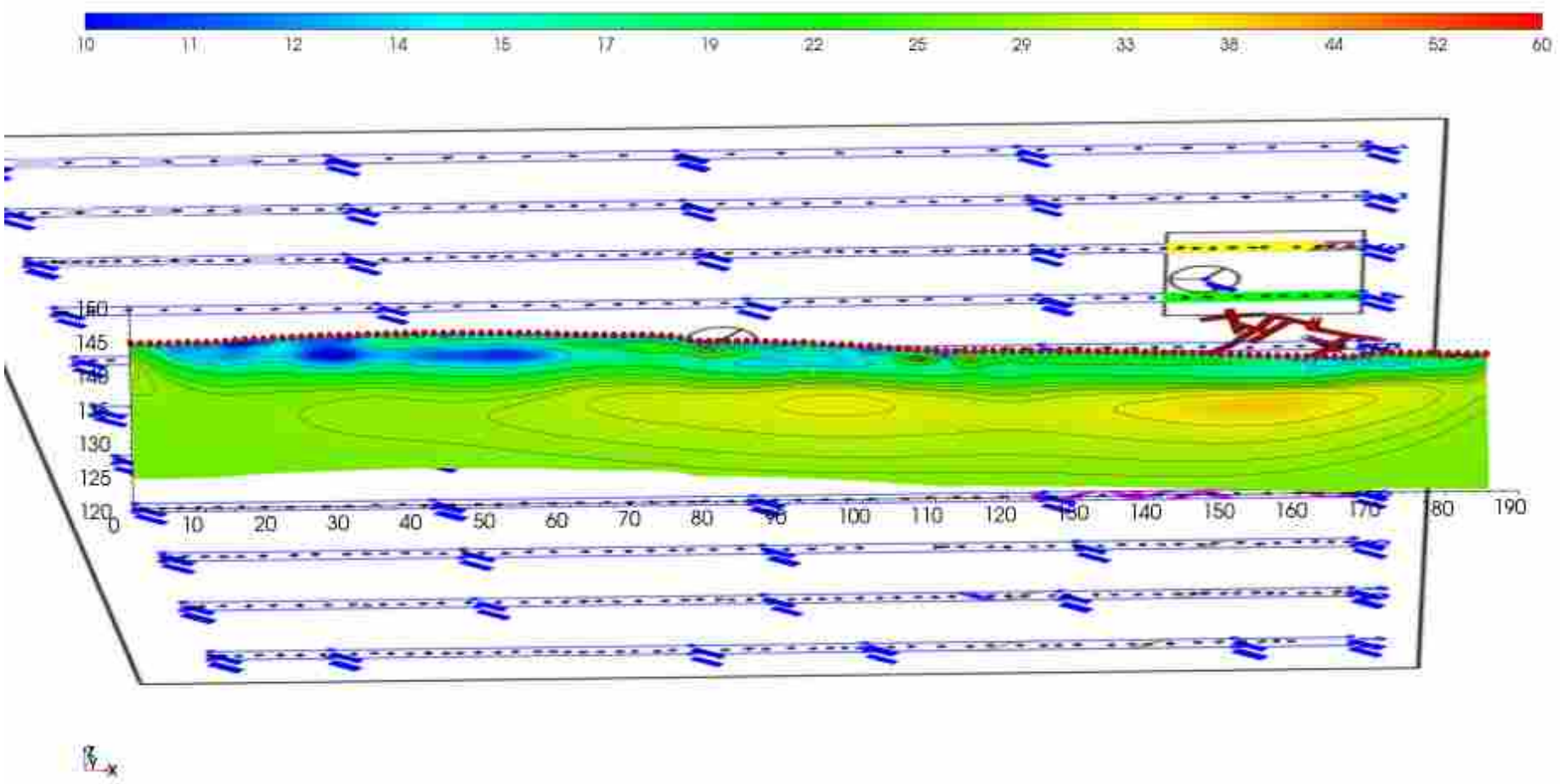






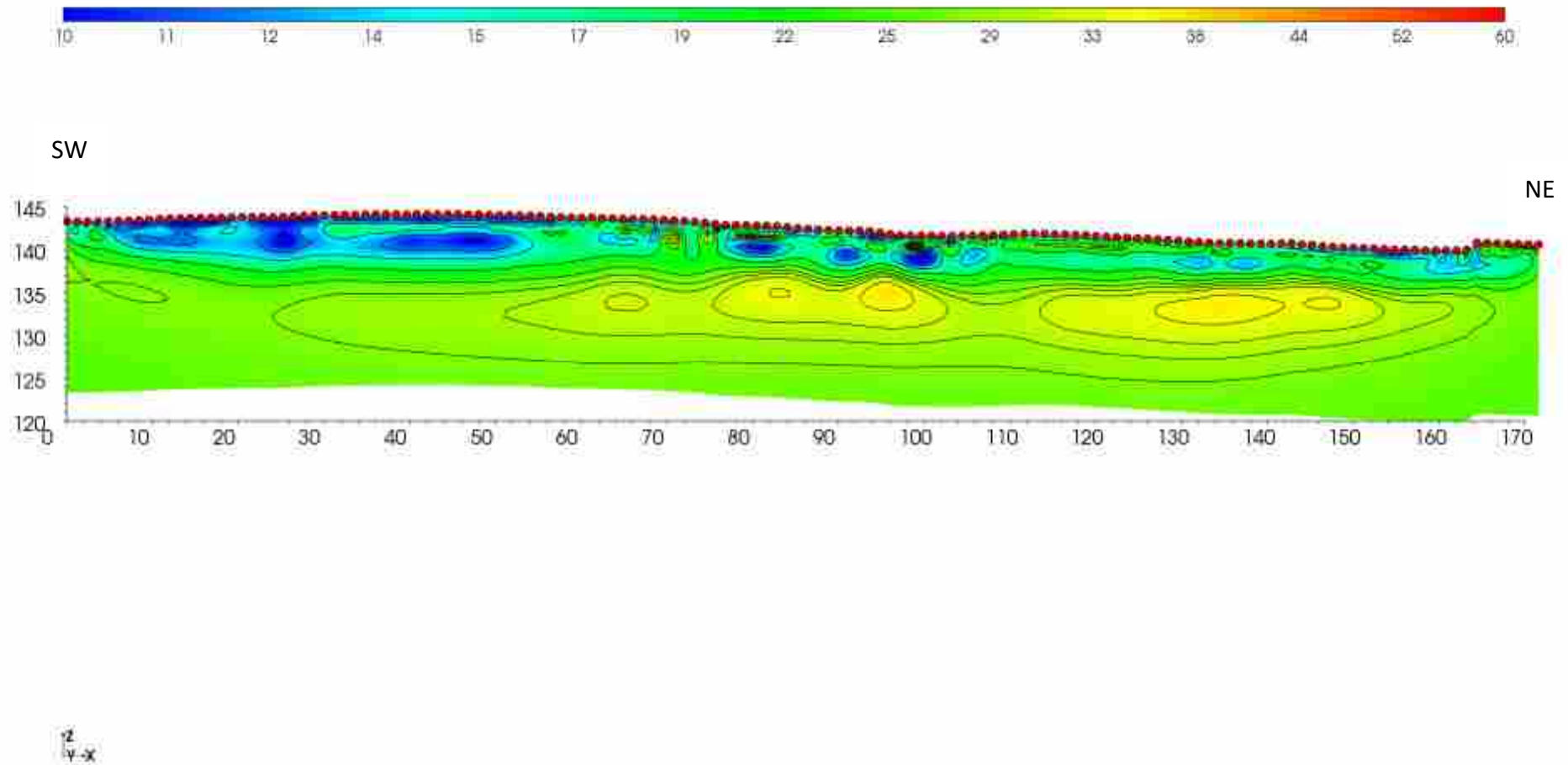
SEZIONE di RESISTIVITA' - Trincea 8





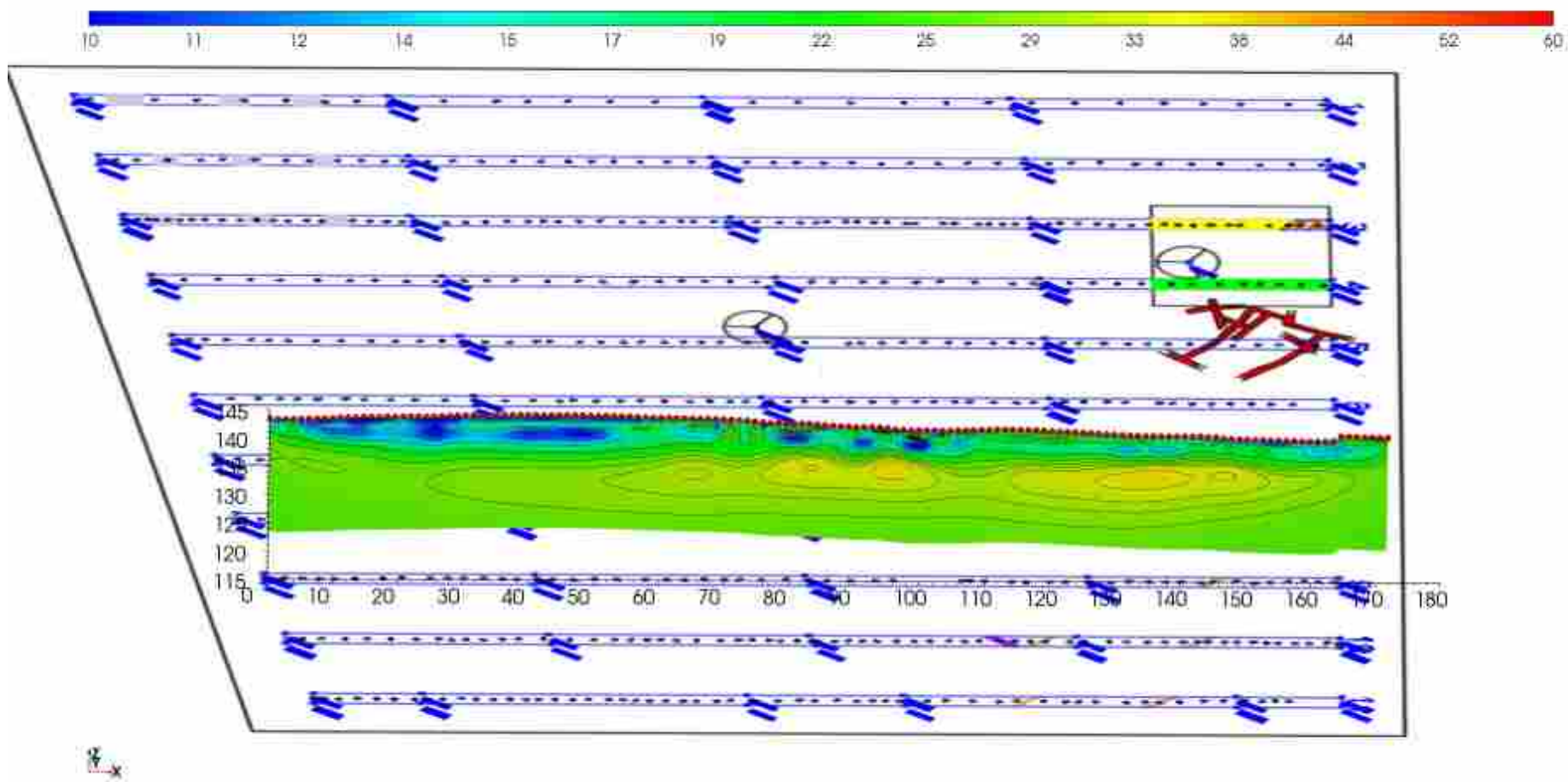


SEZIONE di RESISTIVITA' - Trincea 9



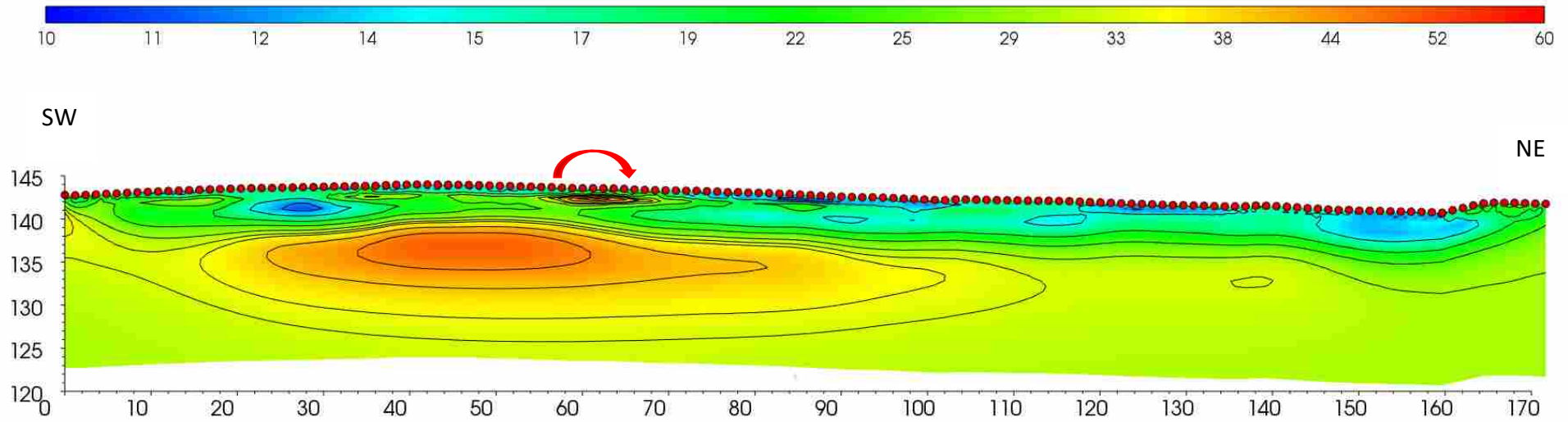


CMRC-2025-0105860 del 19/05/2025 13:30 - ENTRATA

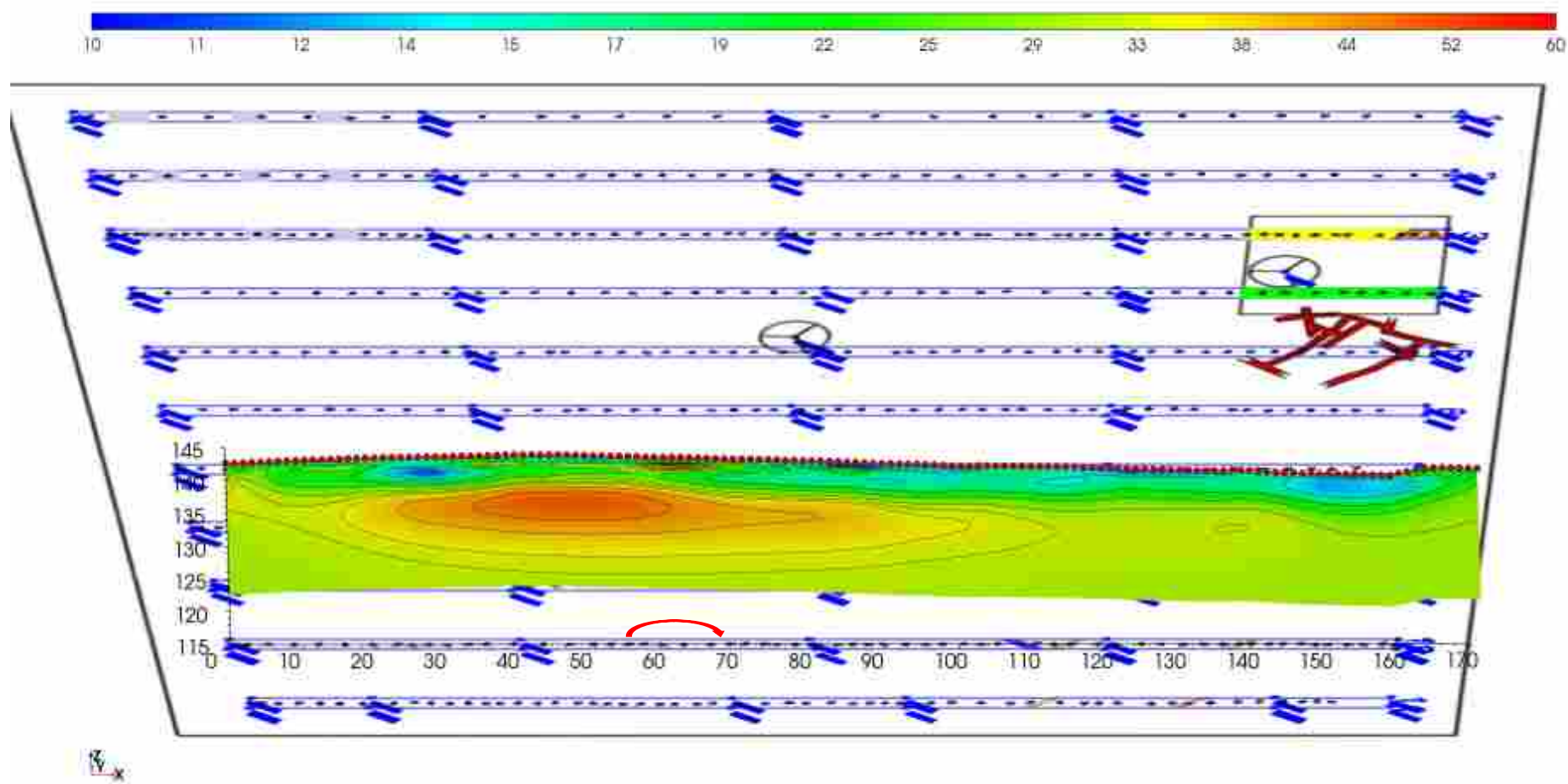




SEZIONE di RESISTIVITA' - Trincea 10

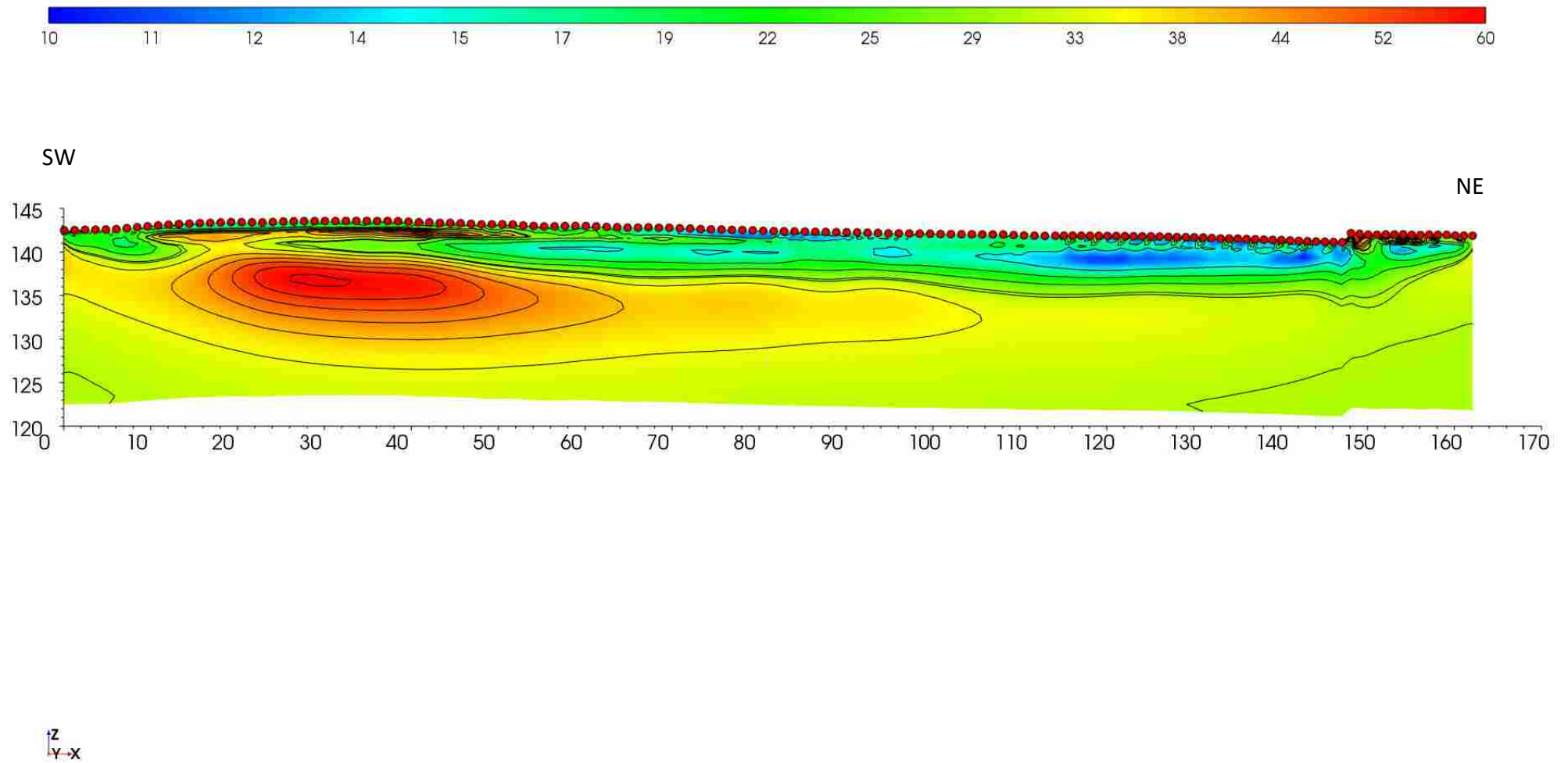


z
y-x

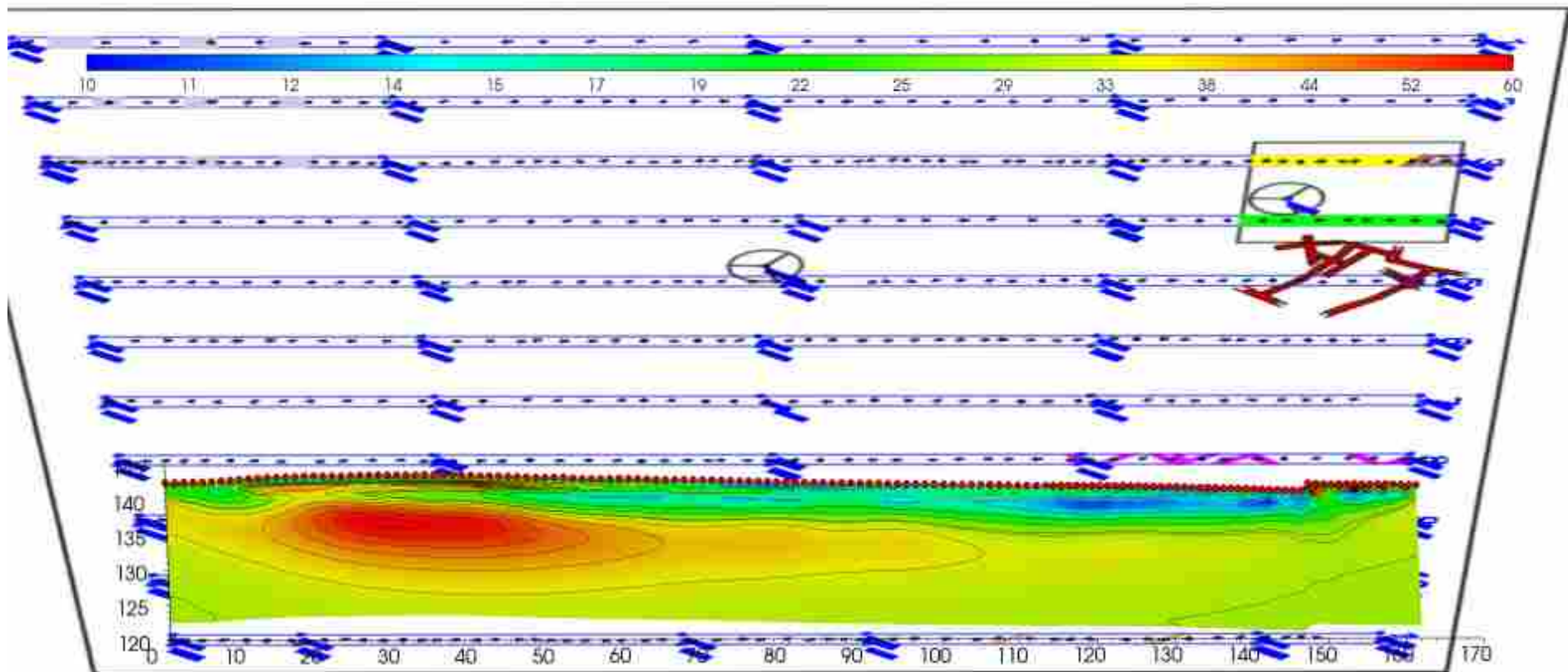




SEZIONE di RESISTIVITA' - Trincea 11



CMRC-2025-0105860 del 19/05/2025 13:30 - ENTRATA



Allegato

Documentazione fotografica







Trincea 1





Trincea 2





Trincea 3





Trincea 4





Trincea 5





Trincea 6





Trincea 7





Trincea 8





Trincea 9





Trincea 10





Trincea 11

