

“VILLAROSA”

Progetto di impianto di accumulo idroelettrico

Comuni di Calascibetta, Enna e Villarosa (EN)

COMMITTENTE



PROGETTAZIONE

STRATEGIES FOR WATER



Progettista: Ing. Luigi Lorenzo Papetti

Tomografie Elettriche

REV.	DESCRIZIONE	DATA	REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO
0	PRIMA EMISSIONE		G. Barreca	C. Pasqua	L. Papetti
Codice commessa: 1388		Codifica documento: 1388-A-CT-A-04-0			

 SIDERCem [®] <small>s.r.l.</small> <small>ISTITUTO DI RICERCA E SPERIMENTAZIONE</small> <small>C.F. – Iscr.C.C.I.A.A. di Caltanissetta: 01754820874</small> <small>P.I.V.A.: 01479620856 Capitale Sociale: € 102.774,92 i.v.</small>	Timbro a secco	Accettazione	
		Certificato	In bozza
		Data prova	Giugno 2022

1.0 Premessa

Nell'ambito delle “*Indagini geognostiche e geofisiche nel Comune di Villarosa (EN)*” sono state programmate e condotte n°3 prove di tomografia elettrica superficiale. L’ubicazione e il posizionamento degli stendimenti elettrici sono stati pianificati su indicazioni della committenza e alla luce delle ristrettezze logistiche dello stato dei luoghi, con il fine di ottenere un’ottimale copertura dell’area. Le caratteristiche di ogni stendimento sono riportate nella seguente tabella riepilogativa:

Tomografia Elettrica superficiale	Lunghezza Stendimento (m)	Step – elettrodi (interasse in m.)	n° elettrodi
TomoE_VLL-01	235,0	5,00	48
TomoE_VLL-02	235,0	5,00	48
TomoE_VLL-03	235,0	5,00	48

Nelle Figure 1.0.a-c vengono riportate le ubicazioni delle indagini effettuate.



Figura 1.0.a: Ubicazione indagini effettuate, con in rosso lo stendimento VLL-01

 SIDERCEM [®] s.r.l. ISTITUTO DI RICERCA E SPERIMENTAZIONE C.F. - Iscr.C.C.I.A.A. di Caltanissetta: 01754820874 P.I.V.A.: 01479620856 Capitale Sociale: € 102.774,92 i.v.	Timbro a secco	Accettazione	
		Certificato	In bozza
		Data prova	Giugno 2022

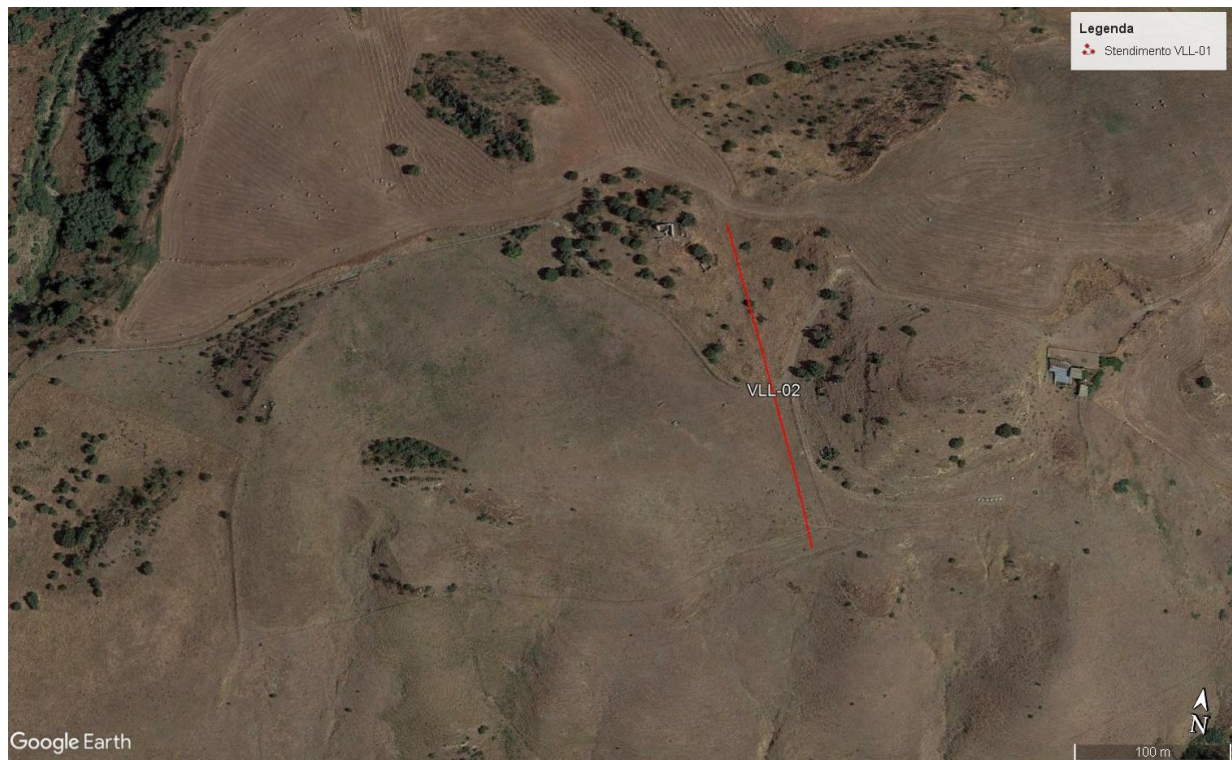


Figura 1.0.b: Ubicazione indagini effettuate, con in rosso lo stendimento VLL-02

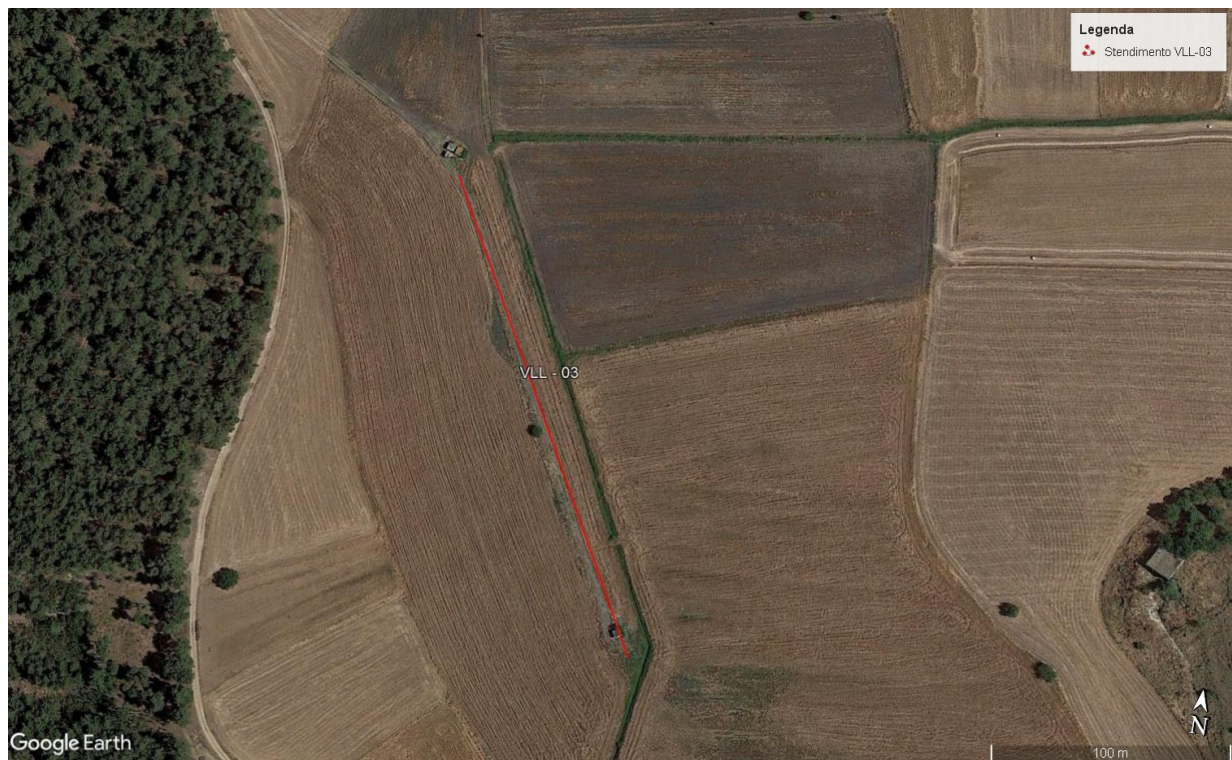


Figura 1.0.c: Ubicazione indagini effettuate, con in rosso lo stendimento VLL-03

 <small>s.r.l.</small> <small>ISTITUTO DI RICERCA E SPERIMENTAZIONE</small> <small>C.F. – Iscr.C.C.I.A.A. di Caltanissetta: 01754820874</small> <small>P.I.V.A.: 01479620856 Capitale Sociale: € 102.774,92 i.v.</small>	<i>Timbro a secco</i>	Accettazione	
		Certificato	In bozza
		Data prova	Giugno 2022

2.0 FINALITA', METODOLOGIA E FASI DI LAVORO

In relazione alle caratteristiche morfologiche dell'area da studiare, si è proceduto all'esecuzione di una indagine geofisica con metodo di tomografia elettrica mediante la realizzazione di n° 3 profili di resistività, con acquisizione dei dati ad alta definizione.

L'utilizzo di metodi geofisici non invasivi permette di esplorare il sottosuolo con notevole precisione senza la necessità di effettuare scavi o perforazioni, fornendo indicazioni preliminari di elevato dettaglio, utili a mirare le successive indagini dirette di verifica. L'impiego delle tecniche geofisiche non persegue l'obiettivo di sostituire le indagini dirette, ma di indirizzarne e meglio mirarne l'esecuzione. Il lavoro è stato realizzato in tre fasi con una progressione di intervento crescente, modificata in funzione dei dati ottenuti dalle fasi precedenti, al fine di costruire un modello realistico dell'assetto del sottosuolo.

Fase 1 - Studio preliminare

Si è operato mediante un'indagine sui dati bibliografici esistenti sull'area che hanno permesso di esaminare le condizioni generali del sito e ricostruirne l'assetto e l'evoluzione geologico-ambientale. Inoltre ci si avvale di una personale esperienza per la conoscenza del substrato dell'area in studio, utile per la definizione del modello elettrostratigrafico.

Fase 2 - Acquisizione dei dati

La seconda fase è rappresentata dalla realizzazione di indagini elettriche eseguite mediante l'acquisizione di dati di resistività nei terreni del sottosuolo con configurazione elettroica di tipo "Wenner" e successivamente elaborati mediante inversione tomografica e restituiti in forma di profili di resistività reale. Il lavoro è consistito nella esecuzione di n° 3 profili tomografici elettrici Tom_EVLL1, Tom_EVLL2 e Tom_EVLL3 .

Fase 3 - Interpretazione dei dati e relazione di sintesi

L'ultima fase è rappresentata dalla relazione geofisica tecnica conclusiva costituita dall'elaborazione e la correlazione dei dati ottenuti dalle osservazioni di campagna e dalle indagini geofisiche effettuate, con la ricostruzione di un modello significativo della distribuzione delle anomalie presenti nel sottosuolo.

 <small>s.r.l.</small> <small>ISTITUTO DI RICERCA E SPERIMENTAZIONE</small> <small>C.F. - Iscr.C.C.I.A.A. di Caltanissetta: 01754820874</small> <small>P.I.V.A.: 01479620856 Capitale Sociale: € 102.774,92 i.v.</small>	<i>Timbro a secco</i>	Accettazione	
		Certificato	In bozza
		Data prova	Giugno 2022

3.0 ESECUZIONE DELLE INDAGINI DI TOMOGRAFIA ELETTRICA

3.1 Metodologia d'indagine ed attrezzatura utilizzata per la tomografia elettrica 2D

L'indagine geofisica di tomografia elettrica è stata effettuata per ottenere una efficace ricostruzione dell'elettrostratigrafia del terreno fino alla profondità utile massima di indagine di circa 40,0 metri dal piano di campagna.

L'indagine è stata eseguita con il georesistivimetro multielettrodo bicanale Ambrogeo MANGUSTA 2GET.

3.2 Indagini geoelettriche multielettrodo (metodo di tomografia elettrica)

Il sistema dei profili elettrici superficiali con dispositivo multi-array per Tomografia Elettrica di Resistività è una metodologia innovativa in quanto evoluzione delle misure geoelettriche classiche, intesa ed applicata in modo tale da ottenere risoluzioni spaziali elevate. Il sistema permette di ricostruire la distribuzione spaziale in due dimensioni della resistività reale nel sottosuolo con una risoluzione che dipende dalla distanza tra gli elettrodi.

Tutti gli elettrodi sono collegati, mediante un apposito cavo multiconduttore, allo strumento di acquisizione. La corrente viene applicata ad una coppia di elettrodi misurando poi la differenza di potenziale tra tutte le altre coppie di elettrodi disponibili nella configurazione scelta. Si passa poi ad una seconda coppia di trasmissione e così via fino a raggiungere il numero massimo di misure indipendenti sui poli e dipoli disponibili. Si ottengono così centinaia di misure per ciascuna sezione di interesse e con un apposito algoritmo di inversione, è possibile ricostruire la distribuzione bidimensionale di resistività reale del sottosuolo.

Le misure sono state interpretate mediante uno specifico software dedicato "RES2DINV" capace di ricostruire la distribuzione di resistività reale in due dimensioni, legata alle caratteristiche geologico-stratigrafiche, al contenuto d'acqua nel suolo, alla presenza di inquinanti (idrocarburi, percolati, solventi, ecc.) nel terreno e/o in falda e alla presenza di "oggetti" anomali interrati (fusti metallici, strutture in muratura o in calcestruzzo, ecc.), alla presenza di aree a densità anomala attribuibili a variazioni dello stato tensionale dei terreni fino alla presenza di cavitazioni, cavità e gallerie.

Lo strumento di acquisizione utilizzato, il georesistivimetro multielettrodo bicanale Ambrogeo MANGUSTA 2GET, costituito da una centralina hardware di controllo, da un computer portatile che gestisce il processo di misura, dalle unità periferiche (elettrodi + picchetti metallici) e dai moduli esterni di energizzazione. Il sistema consente di ricavare già in campagna, lungo una sezione verticale, il valore di resistività apparente.



s.r.l.
ISTITUTO DI RICERCA E SPERIMENTAZIONE

C.F. - Iscr.C.C.I.A.A. di Callanissetta: 01754820874

P.I.V.A.: 01479620856 Capitale Sociale: € 102.774,92 i.v.

Timbro a secco

Accettazione

Certificato

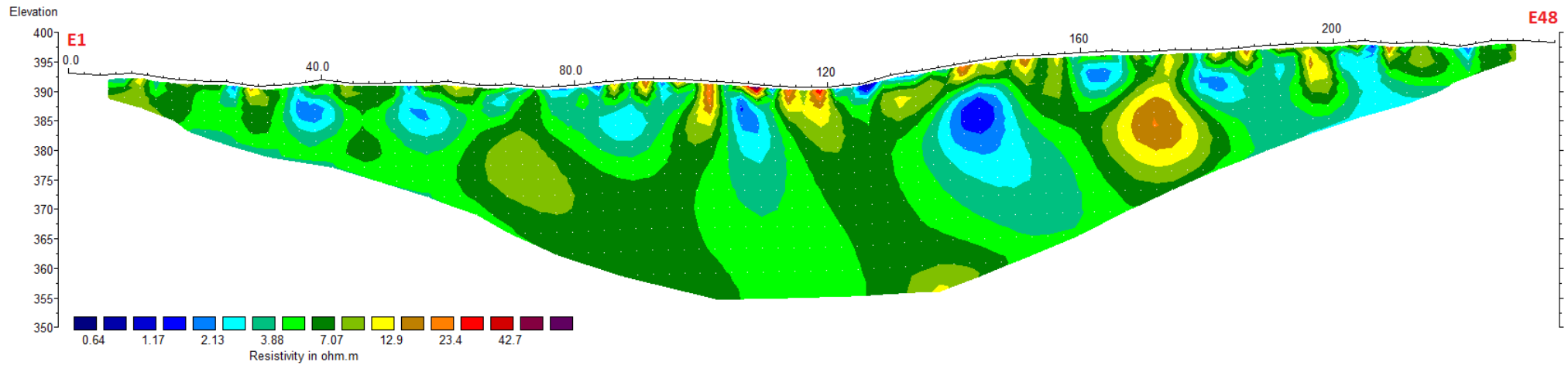
Data prova

In bozza

Giugno 2022

TOMOGRAFIA ELETTRICA SUPERFICIALE 2D

TomE_VLL-01



First electrode is located at 0.0 m.
Last electrode is located at 235.0 m.

È vietata la riproduzione anche parziale del presente certificato, senza l'autorizzazione.



s.r.l.
ISTITUTO DI RICERCA E SPERIMENTAZIONE

C.F. - Iscr.C.C.I.A.A. di Callanissetta: 01754820874

P.I.V.A.: 01479620856 Capitale Sociale: € 102.774,92 i.v.

Timbro a secco

Accettazione

Certificato

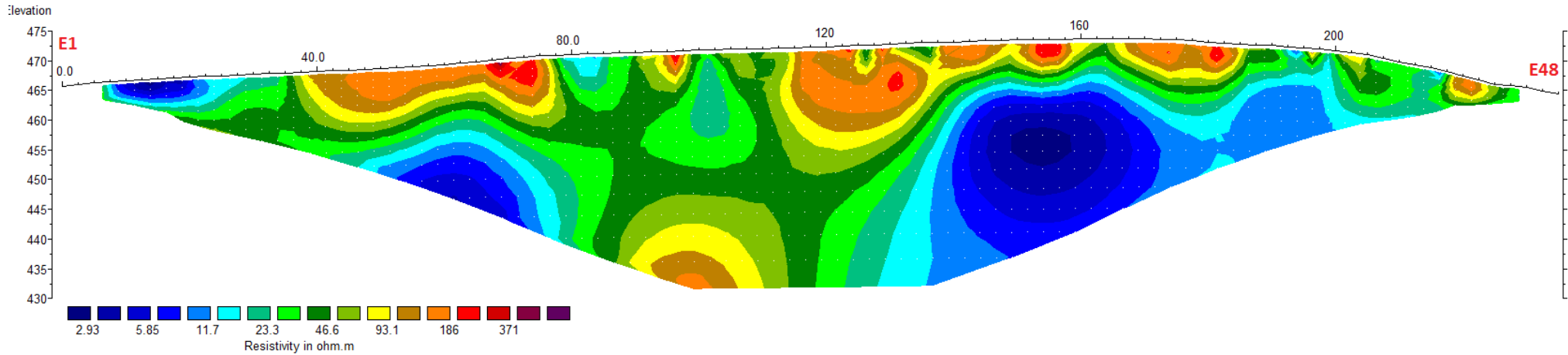
Data prova

In bozza

Giugno 2022

TOMOGRAFIA ELETTRICA SUPERFICIALE 2D

TomE_VLL-02



First electrode is located at 0.0 m.
Last electrode is located at 235.0 m.

È vietata la riproduzione anche parziale del presente certificato, senza l'autorizzazione.



s.r.l.
ISTITUTO DI RICERCA E SPERIMENTAZIONE

C.F. - Iscr.C.C.I.A.A. di Callanissetta: 01754820874

P.I.V.A.: 01479620856 Capitale Sociale: € 102.774,92 i.v.

Timbro a secco

Accettazione

Certificato

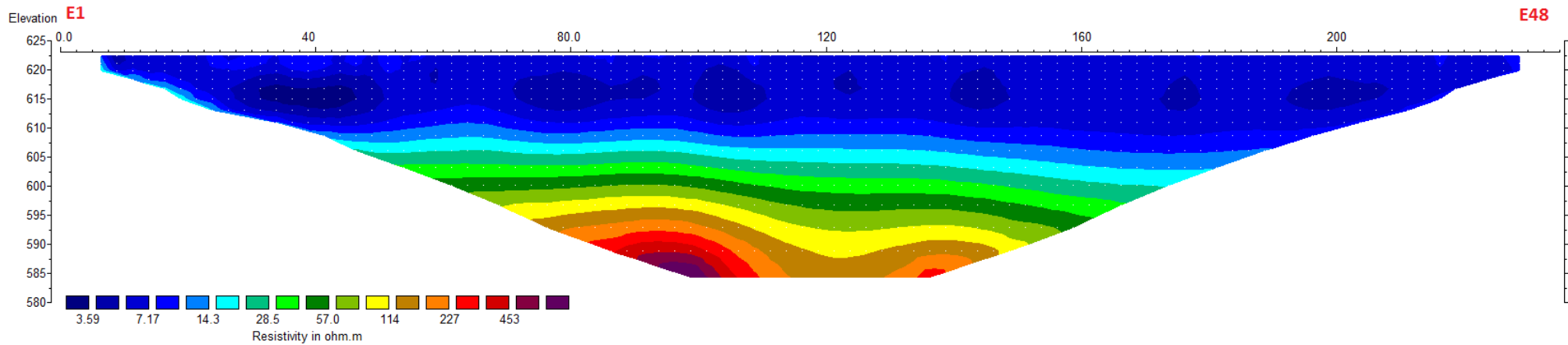
Data prova

In bozza

Giugno 2022

TOMOGRAFIA ELETTRICA SUPERFICIALE 2D

TomE_VLL-03



First electrode is located at 0.0 m.
Last electrode is located at 235.0 m.

È vietata la riproduzione anche parziale del presente certificato, senza l'autorizzazione.

 <small>s.r.l.</small> <small>ISTITUTO DI RICERCA E SPERIMENTAZIONE</small> <small>C.F. – Iscr.C.C.I.A.A. di Caltanissetta: 01754820874</small> <small>P.I.V.A.: 01479620856 Capitale Sociale: € 102.774,92 i.v.</small>	Timbro a secco	Accettazione	
		Certificato	In bozza
		Data prova	Giugno 2022

4.0 RISULTATI DELLE INDAGINI DI TOMOGRAFIA ELETTRICA SUPERFICIALE 2D

Dall’osservazione delle immagini di resistività del profilo, acquisite con metodo di tomografia elettrica ad alta definizione e interpretate in diverse successive iterazioni mediante applicazione di metodi geostatistici, i valori di resistività reale vengono rappresentati attraverso curve di iso-resistività e gli intervalli (range) di resistività sono evidenziati adottando specifiche colorazioni (dal blu al rosso-viola), secondo gli standard internazionali.

Dall’analisi dei profili risulta che i terreni investigati presentano tre distinti intervalli elettrostratigrafici di seguito descritti:

- Aree con valori di resistività comprese tra circa 1,0-20,0 Ω m nella (toni di blu-blu chiaro-celeste) sono riconducibili a terreni conduttivi di natura argillosa ma soprattutto a maggiori profondità a materiali con un discreto grado di umidità.
- Aree con valori di resistività comprese tra circa 20,0-110,0 Ω m riscontrabili nella TomE_VLL-02 e nella TomE_VLL-03 (toni di celeste e verde scuro-giallo) sono da riferire a terreni medio-basso conduttivi, prevalentemente sedimenti a granulometria medio-fine e medio grossolana, che rappresentano il “medio resistivo” dell’area, ovvero la componente elettroresistiva più rappresentata nell’area, riferita ad un comportamento elettrico medio dei terreni ed indicativa della componente litologica prevalente nell’area.
- Aree con valori di resistività maggiori di 110,0 Ω m (colore dal marrone-arancione rosso scuro al viola) rappresentano aree anomale ovvero nettamente difformi dal comportamento medio dei terreni presenti nel sottosuolo, che in funzione della morfometria complessiva dell’andamento delle isoanomale, possono essere attribuite a zone con terreni rimaneggiati ed areati, od alla presenza di sedimenti a granulometria grossolana, oppure se riscontrati in profondità al passaggio stratigrafico verso materiali a maggior grado di addensamento e/o da semi litoidi a litoidi

Descrizione dei profili di resistività

Dall’analisi e dall’elaborazione dei dati ottenuti dalle tomografie elettriche superficiali, si è ottenuto un modello di riferimento rappresentativo della zona oggetto di studio.

TomE_VLL-01:

Il profilo di resistività è stato posizionato secondo la disposizione indicata in planimetria allegata. Dall’elaborazione della sezione elettrostratigrafica, si evidenzia un assetto geoelettrico che rispecchia le caratteristiche elettrostratigrafiche dell’area in studio.

 <small>s.r.l.</small> <small>ISTITUTO DI RICERCA E SPERIMENTAZIONE</small> <small>C.F. – Iscr.C.C.I.A.A. di Caltanissetta: 01754820874</small> <small>P.I.V.A.: 01479620856 Capitale Sociale: € 102.774,92 i.v.</small>	<i>Timbro a secco</i>	Accettazione	
		Certificato	In bozza
		Data prova	Giugno 2022

Dalla pseudosezione i valori di resistività misurati definiscono un substrato caratterizzato da materiali a grana medio fine ad elevata componente limo argillosa. Infatti i valori di resistività media misurati, ovvero quelli della componente elettrica media più rappresentativa dell'area in studio, varia mediamente dai 4,0 Ω m ai circa 10,0 Ω m. Da notare nella porzione sommitale dello stendimento delle sacche basso resistive, che possono rappresentare aree a maggior grado di umidità o con una maggiore componente argillosa. Si segnala la presenza di una sacca intercettabile lungo la progressiva a circa 140,0 m e ad una profondità di circa 10,0 dal p.c., che presenta valori di resistività di circa 1,0 Ω m, correlabili verosimilmente ad aree ad elevato grado di umidità latente.

TomE_VLL-02:

Dalla pseudosezione, si nota la presenza di materiali superficiali medio-alto resistivi (170,0-200,0 Ω m), piuttosto areati che raggiungono spessori medi di circa 5,0 m e talora anche di 10,0 m. Si tratta perlopiù di materiali sciolti di natura sabbiosa. Nel complesso i valori medi di resistività rappresentativi del substrato, definibili tra un range di 40,0 Ω m e di 200,0 Ω m, giustificano un substrato di natura sabbiosa-sabbiosa limosa. Degne di nota due anomalie basso resistive, con valori di resistività minori di 5,0 Ω m, localizzabili lungo la progressiva dello stendimento a circa 65,0 m e a circa 150,0 m, rispettivamente ad una profondità di circa 20,0 m e 10,0 m dal piano di campagna. Si tratta verosimilmente della presenza di aree ad elevato grado di umidità dove non si esclude la presenza di falda idrica.

TomE_VLL-03:

Dalla pseudosezione si nota un orizzonte superficiale con spessore medio di circa 10-15,0 m, riferibile a materiali a grana medio fine, di natura argillosa che presenta valori di resistività minori di 10,0 Ω m. A partire da 10-15, m fino a circa 20,0-25,0 m di profondità, i valori di resistività si attestano tra i 60,0-115,0 Ω m, per la presenza di materiali argillosi a maggior componente sabbiosa. A seguire profondità, quindi a partire da 20,0-25,0 m dal piano di campagna, si nota un ulteriore aumento dei valori di resistività, per il passaggio a materiali a maggior componente sabbiosa e grossolana. Da segnalare una difformità alto resistiva, con valori maggiori di 500,0 Ω m, intercettabile lungo la progressiva dello stendimento a circa 95,0 m e ad una profondità circa 30,0 m, tale anomalia ipotizza la presenza di materiali a maggior grado di addensamento o a consistenza pseudolitoide.

	Timbro a secco	Accettazione	
		Certificato	In bozza
		Data prova	Giugno 2022

5.0 CONCLUSIONI

Sulla base dei risultati ottenuti dall'indagine geofisica con metodo di tomografia elettrica 2D si possono trarre le seguenti considerazioni:

L'interpretazione dei profili tomografici ha avuto un soddisfacente riscontro con l'assetto litotecnico dell'area in studio. Le interpretazioni fornite, trovano un alto grado di correlatività con la stratigrafia derivante dai sondaggi geognostici.

E' stato possibile quindi determinare l'assetto elettrostratigrafico delle aree in studio caratterizzando il comportamento resistivo dei materiali rappresentativi il substrato. A seguire si riportano le seguenti considerazioni riepilogative:

- Nella elaborazione della sezione tomografica TomEVLL1 si è evidenziata la presenza di una diffusa componente litologica di natura argillosa contraddistinta da bassi valori di resistività, che risultano compresi tra circa 4,0-10,0 Ω m. La porzione sommitale della pseudosezione evidenzia una copertura di 5,0 m di terreni piuttosto alterati contraddistinti da valori "medio-bassi" resistivi, compresi tra circa 10,0 e 40,0 Ω m. Nel complesso, il substrato dell'area interessata dallo stendimento tomografico, presenta una contenuta eterogeneità litologica, che interessa verosimilmente materiali di natura limo-argillosa con deboli variazioni al suo interno della componente argillosa.
- Nella pseudosezione TomEVLL2 si nota una copertura superficiale di terreni di natura sabbiosa caratterizzati da uno spessore medio di circa 5,0 m, che a tratti assume valori massimi di 10,0 m, in particolar modo visibile in sezione a circa 130,0 m lungo la progressiva dello stendimento. Tali materiali che costituiscono il cappellaccio di alterazione superficiale sono caratterizzati da valori "medio-alto" resistivi, collocabili all'interno di una range compreso tra 170,0-200,0 Ω m. A seguire verso il basso, si nota il passaggio a materiali di natura "sabbiosa-sabbiosa limosa" poco addensati, che rappresentano la componente elettro-resistiva più diffusa, ovvero quella caratterizzata in gran parte da valori "medio medio-alti resistivi" compresi tra 40,0 Ω m e 200,0 Ω m. Come sopra riportato, lungo la pseudosezione si è riscontrata la presenza di anomalie basso resistive, caratterizzate da valori di resistività inferiori a 5,0 Ω m. La prima anomalia, è individuabile a 65,0 m dalla posizione dell'elettrodo E1, e ad una profondità di circa 10,0 m; la seconda anomalia, è localizzabile a 150,0 m dall'elettrodo n.1 e ad una profondità di circa 20,0 m. Tali difformità resistive, possono essere riconducibili, con ogni probabilità, a zone con elevata presenza di umidità latente e/o falda idrica.

 <small>s.r.l.</small> <small>ISTITUTO DI RICERCA E SPERIMENTAZIONE</small> <small>C.F. – Iscr.C.C.I.A.A. di Caltanissetta: 01754820874</small> <small>P.I.V.A.: 01479620856 Capitale Sociale: € 102.774,92 i.v.</small>	<i>Timbro a secco</i>	Accettazione	
		Certificato	In bozza
		Data prova	Giugno 2022

- Dall'analisi della sezione tomografica elettrica TomEVLL3, si nota un evidente orizzonte di copertura superficiale, con uno spessore di circa 10,0-15,0 m. Tale coltre superficiale, risulta di natura argillosa-limosa e presenta valori "basso resistivi" attestabili a circa 10,0 Ω m. A seguire in profondità, si individua un secondo elettrostrato, collocabile tra i 10,0-15,0 m e 20,0-25,0 m di profondità. I valori di resistività al suo interno rientrano in un range compreso tra i 60,0-115,0 Ω m, e fanno riferimento a materiali di natura argillosa, con un elevato grado di componente sabbio-limosa. Infine, a partire da circa 20,0-25,0 m dal piano di campagna, si nota un aumento di resistività con valori maggiori di 115,0 Ω m, riferibili quest'ultimi, a materiali sabbiosi con elevata componente grossolana. Degno di nota risulta una anomalia "alto resistiva", con valori misurati maggiori di 500,0 Ω m, quest'ultima localizzabile a circa 90,0 m dalla posizione dell'elettrodo n.1 (E1), e ad una profondità di circa 30,0 m, riferibile verosimilmente, al passaggio verso materiali ad elevato grado di addensamento e/o a consistenza pseudolitoide-litoide

 <p>SIDERCEM[®] s.r.l. ISTITUTO DI RICERCA E SPERIMENTAZIONE</p> <p>C.F. – Iscr.C.C.I.A.A. di Caltanissetta: 01754820874 P.I.V.A.: 01479620856 Capitale Sociale: € 102.774,92 i.v.</p>	<p><i>Timbro a secco</i></p>	Accettazione	
		Certificato	In bozza
		Data prova	Giugno 2022

Documentazione Fotografica



Stendimento elettrico superficiale TomE_VLL-01



Stendimento elettrico superficiale TomE_VLL-02

 <p>SIDERCem[®] s.r.l. ISTITUTO DI RICERCA E SPERIMENTAZIONE</p> <p>C.F. – Iscr.C.C.I.A.A. di Caltanissetta: 01754820874 P.I.V.A.: 01479620856 Capitale Sociale: € 102.774,92 i.v.</p>	<p><i>Timbro a secco</i></p>	Accettazione	
		Certificato	In bozza
		Data prova	Giugno 2022



Stendimento elettrico superficiale TomE_VLL-03