

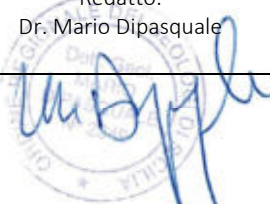
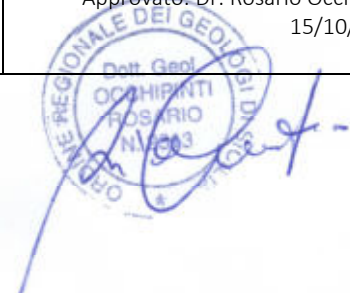
ESECUZIONE DI TOMOGRAFIE ELETTRICHE (ERT) PER L'INDIVIDUAZIONE DI CAVITA' DERIVANTI DALL'ESTRAZIONE MINERARIA IN SOTTOSUOLO – MINIERA CORTOLILLO, C.DA TABUNA – RAGUSA.

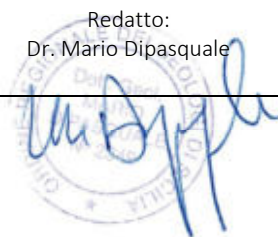


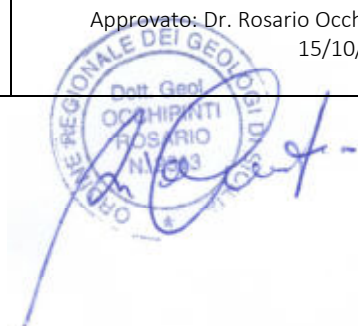
RAPPORTO DI PROVA

Committente: DE.SCA.T di Guastella Rosario

D.L.: Dott. Geol. Alfio Grassi

Ceratonìa Geophysics S.r.l. Via Costituzione, 120 97100 Ragusa c.f./P.I. 01430150886	Redatto: Dr. Mario Dipasquale 	Approvato: Dr. Rosario Occhipinti 15/10/2020 
---	---	--





1. INTRODUZIONE.....	3
2. TOPOGRAFIA AREALE IN STUDIO	5
3. TOMOGRAFIE ELETTRICHE (ERT).....	7
3.1 Generalità.....	7
3.2 Resistività delle rocce	7
3.3 Strumentazione ed acquisizione dati.....	9
4. INTERPRETAZIONE TOMOGRAFIE ELETTRICHE.....	11
ERT01	11
ERT02	12
ERT03	14
ERT04	15
ERT05	16
ERT06	17
ERT07	18
ERT08	19
ERT09	20
ERT10	22
5. CORRELAZIONI RISULTANZE ERT E CONCLUSIONI.....	23
ALLEGATO 1 - DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA	24

1. INTRODUZIONE

Le indagini oggetto del presente rapporto tecnico sono state eseguite per l'individuazione di cavità derivanti dall'estrazione mineraria in sottosuolo – Miniera Cortolillo, C.da Tabuna – Ragusa.

La campagna di indagini ha previsto l'esecuzione di n. 10 ERT (profili tomografici elettrici); la cui ubicazione è riportata in Fig. 1.

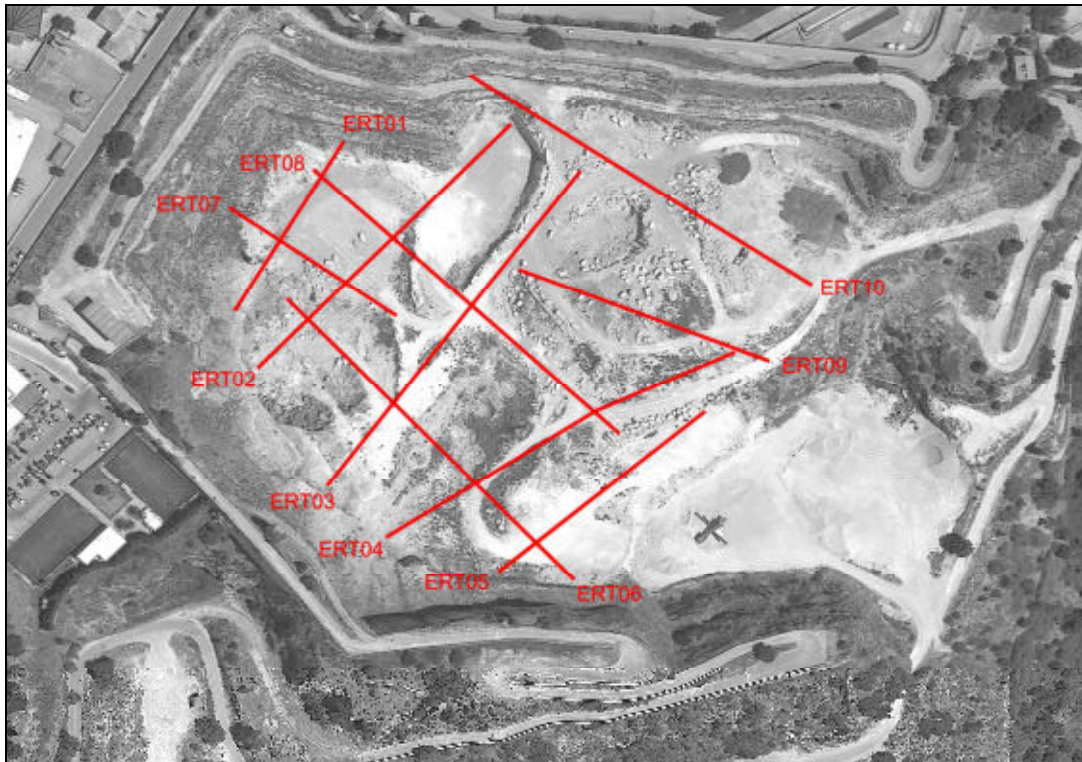


Figura 1 – Ubicazione sezioni tomografiche elettriche cava Tabuna-Cortolillo.

Dall'immagine si può notare che le stese tomografiche sono suddivisibili in due gruppi, tra loro sub-ortogonali, a formare una maglia circa regolare per meglio coprire l'areale di cava in questa prima fase di studio; con:

- le tomografie elettriche ERT n: 1÷5 tra loro circa parallele (direzione NE-SO) hanno permesso progressivamente di approfondire - da NO verso SE - le caratteristiche del sottosuolo dell'areale in studio;
- le tomografie elettriche ERT n: 6÷10, a loro volta tra loro circa parallele (direzione ONO-ESE) e, circa perpendicolari alle precedenti, hanno permesso progressivamente di ulteriormente di approfondire - da SO verso NE - l'areale in studio.

La maglia ottenuta ha consentito di ottenere una prima stima sia dell'eventuale presenza che della relativa estensione al di sotto dell'attuale piano di cava di eventuali vuoti minerari (gallerie minerarie di roccia asphaltica).

L'analisi delle risultanze ottenute verrà approfondita nei capitoli a seguire a cui si rimanda.

Per ciascuna sezione tomografica si riportano sovrapposte due immagini:

- i) la prima evidenza l'intero intervallo di resistività riscontrato in ciascuna sezione;
- ii) la seconda immagine enfatizza le zone di sviluppo di possibili vuoti minerali ($\Omega\text{m} > 1000 \div 2000 \Omega\text{m ca.}$) caratterizzate da valori di resistività ben al di sopra rispetto ai valori massimi di resistività apparente riconducibili agli spessori dell'ammasso roccioso ($\Omega\text{m} < 300 \div 600 \text{ca. } \Omega\text{m ca.}$).

2. TOPOGRAFIA AREALE IN STUDIO

L'areale oggetto di studio è contraddistinto dalla presenza di piani di coltivazione posti a quote diverse pertanto, per avere una precisa ricostruzione della topografia di ciascun profilo elettro-resistivo si è avuto cura di referenziare, per ciascuna stesa, la posizione dei singoli elettrodi di misura.

L'analisi delle caratteristiche topografiche dell'areale in studio (vedasi Fig. 2; tratta da rilievo topografico aggiornato della cava) evidenzia una generale riduzione delle quote del piano di coltivazione spostandosi progressivamente dal settore NE al settore SO, con scarti di quota quantificabili in un intervallo superiore anche ai 13÷15 metri tra zone più elevate (>483÷485 m s.l.m.) ed aree più depresse (<470 m s.l.m.) presenti rispettivamente a SO e a SE.

Da un punto di vista topografico possono essere distinte le seguenti n.7 zone a intervalli di quote approssimativamente omogenee.

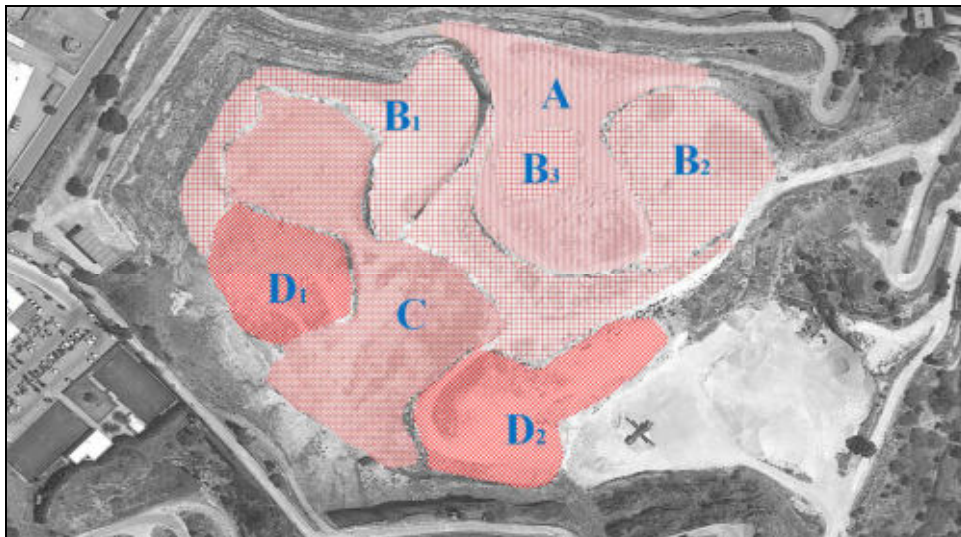


Figura 2 – zone con diverse quote piano di coltivazione cava Miniera Cortolillo.

- *Zona A*; tratto centrale del settore NE; zona altimetricamente più rialzata con intervalli di quote costantemente superiori ai 480÷485 m s.l.m.;
- *Zona B* (distinta arealmente in n. 3 sotto settori: B1, B2 e B3); tratti di cava con intervalli di quota compresi tra 480 e 475 m s.l.m. così distribuiti; a) *zona B1*; si estende lungo una striscia perimetrale più o meno ampia del settore NO della cava; b) *zona B2*; tratto a NE e centrale del piano di cava; c) *zona B3*; si riscontra nel tratto centrale della zona A;
- *Zona C*; interessa in modo irregolare il tratto occidentale e meridionale della zona di cava con forma grossolanamente a "L", con quote comprese tra 474 e 470 m s.l.m.;

- Zone D1 e D2; risultano le due zone a minore quota dell'intero areale in studio (< 470 m s.l.m.) con diversi tratti con quote minime di 468 m s.l.m. nella zona D1 e di 465 m s.l.m. nella zona D2. Arealmente risultano così ubicate: a) la prima si trova nel tratto SO (zona con vuoti minerari presenti lungo il tratto inferiore dell'attuale parete NO di cava); b) la seconda si trova presso il limite SE della stessa; tali due aree risultano tra loro separate da un tratto a maggiore quota (tratto meridionale dell'areale C).

3. TOMOGRAFIE ELETTRICHE (ERT)

3.1 Generalità

La “tomografia elettrica” (*Electrical Resistivity Tomography*, ERT), consiste nella determinazione di profili di resistività elettrica apparente attraverso la disposizione sul terreno di un numero significativo di elettrodi che immettono una corrente elettrica e, alternativamente, permettono di misurare le differenze di potenziale indotte attraverso un sistema di acquisizione di precisione.

Il set di dati così ottenuto consente la costruzione di una matrice di valori di resistività apparente la cui inversione, mediante algoritmi matematici, restituisce la definizione del mezzo investigato in “immagini” elettro-resistive.

3.2 Resistività delle rocce

La resistività elettrica delle rocce dipende principalmente dalla presenza di acqua nei pori e nelle fratture e dai minerali costituenti la roccia stessa.

La quantità dei pori nella roccia è definita dalla porosità, che è data dal rapporto tra il volume dei pori e quello della roccia, oltre che dal tipo di tessitura, ovvero dalla disposizione, forma e dimensioni dei granuli che la compongono e dai vuoti riempiti di acqua.

Nel caso di macrofessure o cavità nelle quali si riscontra la sola presenza dell'aria, la resistività tende a valori molto elevati.

I minerali che compongono le rocce e le suddette caratteristiche tessiturali hanno in genere comportamento anisotropo e variano nello spazio nelle tre direzioni.

L'anisotropia delle rocce, relativamente alla resistività, pertanto è il risultato di una combinazione di differenti caratteristiche spaziali legate a microfessurazioni, stratificazioni variabili, tessitura, porosità, composizione mineralogica e contenuto d'acqua.

In sintesi la resistività elettrica, oltre alle proprietà elettriche intrinseche del materiale indagato, dipende dai seguenti fattori (Loke M. H. 1997, 1999, 2000; Zhou, 2000):

- porosità;
- grado di saturazione dei pori;
- densità, ovvero lo stato d'addensamento (specie in terreni alluvionali) della

formazione;

- granulometria;
- grado di fratturazione;
- salinità del fluido presente nei pori;
- temperatura;
- presenza di sostanze organiche (idrocarburi, solventi, ecc.);
- composizione mineralogica, con particolare riferimento alla presenza di argilla.

In geoelettrica si osserva il “flusso” delle cariche attraverso le rocce, trascurando le tendenze allo squilibrio elettrico.

Il flusso di cariche è la corrente elettrica che scorre per convezione da un polo positivo (+) ad un altro negativo (-), viene misurata in Ampere (A) e definisce la quantità che passa in un punto del circuito nell’unità di tempo (1 secondo).

Il flusso di carica è definito dalla differenza di potenziale (*d.d.p.*) e cioè della differenza tra l'energia potenziale elettrica posseduta da una carica nei due punti a causa della presenza di un campo elettrico, divisa per il valore della carica stessa e viene misurata in Volt (V).

Nel caso delle rocce il flusso di corrente è direttamente proporzionale alla differenza di potenziale (V).

Il rapporto tra d.d.p. e corrente (I), a meno di un coefficiente geometrico (K), definisce la resistenza offerta da un corpo a farsi attraversare da un flusso di corrente elettrica.

Questo semplice rapporto, definito come legge di Ohm, introduce una terza grandezza: la **resistività elettrica** (ρ).

$$\rho = K \frac{V}{I}$$

In tabella 1 vengono riportati indicativamente gli intervalli di resistività di alcune rocce e sedimenti.

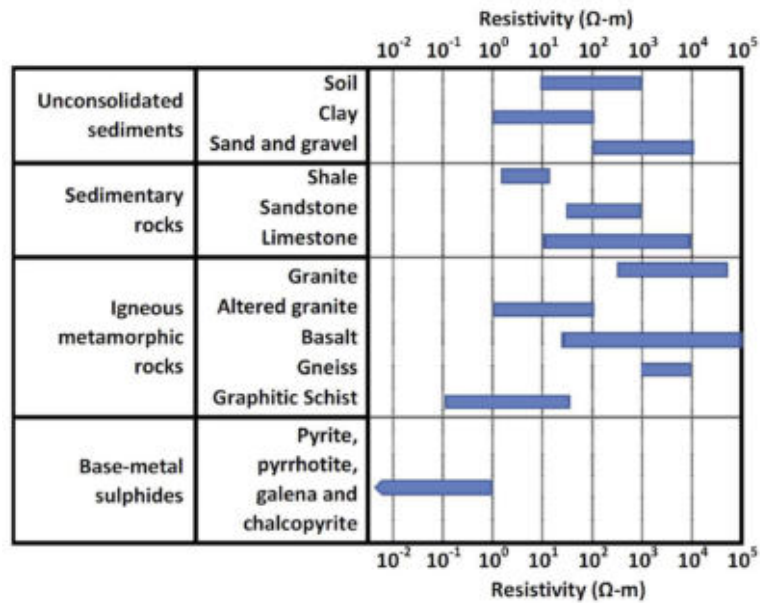


Tabella 1 – Intervalli di resistività media di alcune rocce e sedimenti (da Mwenifumbo, 2013).

3.3 Strumentazione ed acquisizione dati

La strumentazione utilizzata consiste in un georesistivimetro multielettrodo digitale (24 bit) con risoluzione fino a 100 microvolts, dotato di una gestione automatica delle sequenze, in grado di commutare gli elettrodi disposti lungo la sezione da investigare in elettrodi d'immissione ed in elettrodi di misura con tutte le possibili combinazioni quadripolari (fig. 3).

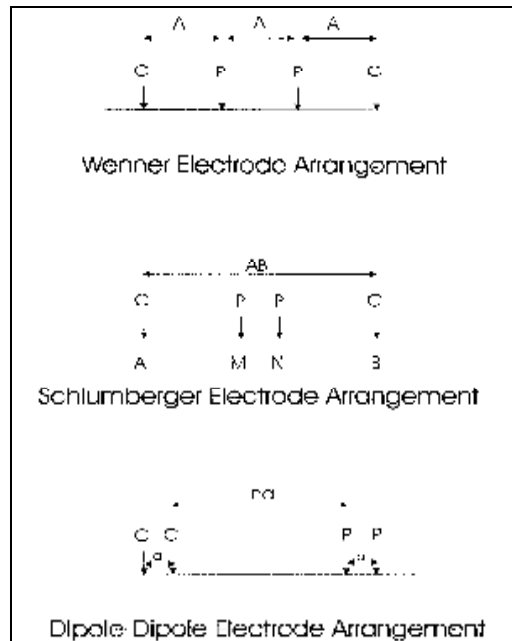


Figura 3 – Principali geometrie elettrode di acquisizione (da ASTM D6431 – 99).

L'acquisizione dei dati consiste nel misurare la differenza di potenziale che si genera nei picchetti di misura M – N, secondo le geometrie prefissate.

Nel dettaglio l'operazione d'acquisizione può essere riassunta così come segue:

- disposizione sul terreno degli elettrodi lungo un dato profilo;
- scelta della configurazione geometrica;
- annullamento dei potenziali spontanei;
- immissione della corrente;
- misura ed archiviazione dati.

Acquisizioni ed elaborazioni sono state condotte secondo quanto previsto dagli standard internazionali (ASTM D6431 – 99 (2010)).

Le acquisizioni sono state condotte utilizzando la configurazione dipolo-dipolo.

La restituzione dei dati avviene in forma matriciale consentendone l'immediata elaborazione preliminare; i dati acquisiti vengono invertiti attraverso algoritmi specifici scelti in funzione delle caratteristiche geologiche dell'area indagata e/o delle caratteristiche della singola indagine; anche in questo caso le misure sono state invertite tramite l'algoritmo di Occam (*Constable, 1987; deGroot-Hedlin & Constable, 1990*).

4. INTERPRETAZIONE TOMOGRAFIE ELETTRICHE

Di seguito vengono descritte ed interpretate le risultanze delle n. 10 sezioni tomografiche elettriche.

ERT01

Il profilo risulta ubicato lungo il limite Ovest dell'area di cava (vedasi Fig. 1), di lunghezza pari a 92 metri, si sviluppa in direzione SSO-NNE attraverso il posizionamento di n. 24 elettrodi (distanza interelettrodica pari a 4 metri) caratterizzato da: i) un intervallo di quota topografica compreso tra 476 m s.l.m. e 473,5 m s.l.m.; ii) una profondità d'investigazione di 22÷24 m ca.; iii) un intervallo di resistività compreso tra 100 Ω m ca. e 4000 Ω m ca.

L'analisi della sezione elettrostratigrafica (Fig. 4) evidenzia:

- uno spessore superficiale (Ω m <350÷400 Ω m ca.) che risulta approfondirsi lievemente passando dal tratto SSO verso NNE; tale spessore superficiale, a relativa minore resistività, risulta interrompersi presso la progressiva 14÷20 m ca. per la presenza di sottostanti vuoti minerari sub superficiali (punto A in sezione di Fig. 4); condizioni simili seppur meno evidenti si riscontrano con ogni probabilità anche presso le seguenti progressive: i) 36÷40 m ca.; ii) 77÷80 m ca.
- un picco di resistività apparente (>1500÷2000 Ω m ca.) si riscontra lungo le progressive 15÷30 m ca. indice di estesi vuoti minerari presenti in tale settore immediatamente al di sotto del piano di cava;
- la distribuzione di tali vuoti lungo la sezione tomografica (vedasi Fig. 3, sotto) sembra estendersi in modo più evidente nell'intervallo compreso tra le progressive 0 e 60 m ca. dall'origine, seppure non può escludersi una ulteriore estensione fino alla fine della stesa, con una profondità variabile tra 3÷5 m ca.;
- lo spessore dei vuoti minerari può stimarsi in un intervallo di 9÷13 m ca..

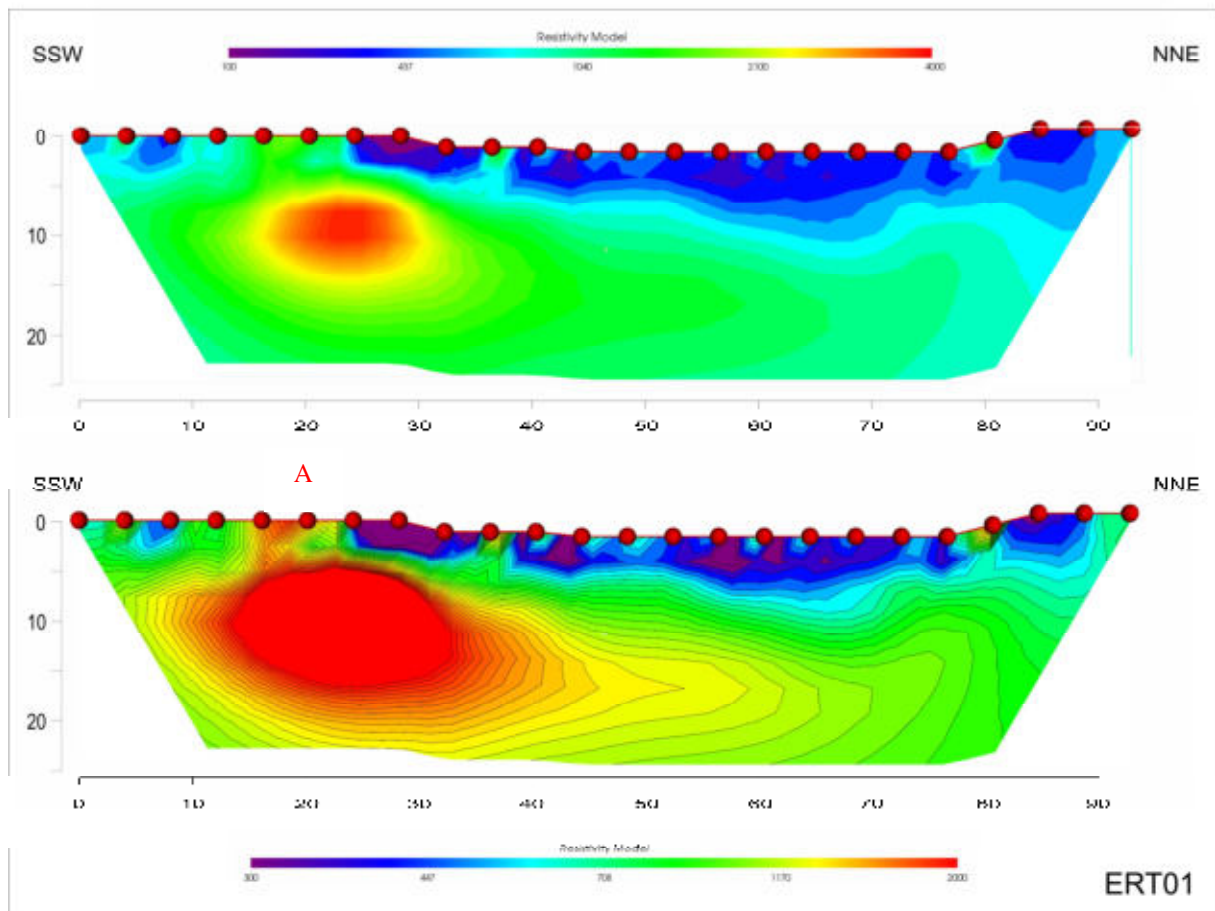


Fig. 4- Profilo elettrico ERT1: sezione di resistività apparente ottenuta dal processo di inversione (valori in Ωm).

ERT02

Il profilo, di lunghezza pari a 164 metri, è stato eseguito in direzione NE-SO, attraverso il posizionamento di n. 42 elettrodi (distanza interelettrodica pari a 4 metri), con: i) un intervallo di quota topografica compresa tra 475÷468 m s.l.m.; ii) una profondità d'investigazione di 35÷37 m ca; iii) un intervallo di resistività compreso tra 200 Ωm ca. e 4000 Ωm ca;

Il tratto terminale di tale sezione si estende sino al limitare dei vuoti minerari presenti lungo la parete SO dell'area di cava (vedasi immagine Fig. 5) con il tetto delle gallerie circa 2 metri più elevato dell'attuale piano di cava.

L'analisi della sezione elettrostratigrafica (fig. 6) evidenzia:

- la prosecuzione dei vuoti minerari al di sotto della stesa tomografica per quasi l'intero sviluppo laterale della sezione (>1000÷1500 Ωm ca.);

- lo spessore dei vuoti minerari risulta pressoché costante (8÷12 metri ca.);



Fig. 5- tratto finale Profilo elettrico ERT2 in prossimità dei vuoti di miniera

- i vuoti risultano essere pressoché superficiali dalla progressiva 70 m ca. sino alla fine della sezione; di converso sembrano risultare meno superficiali nel primo tratto (progressiva 30÷60 m ca. dall'origine); tale aspetto suggerisce un elevato rischio di stabilità potenziale, in particolare in tale specifico tratto.

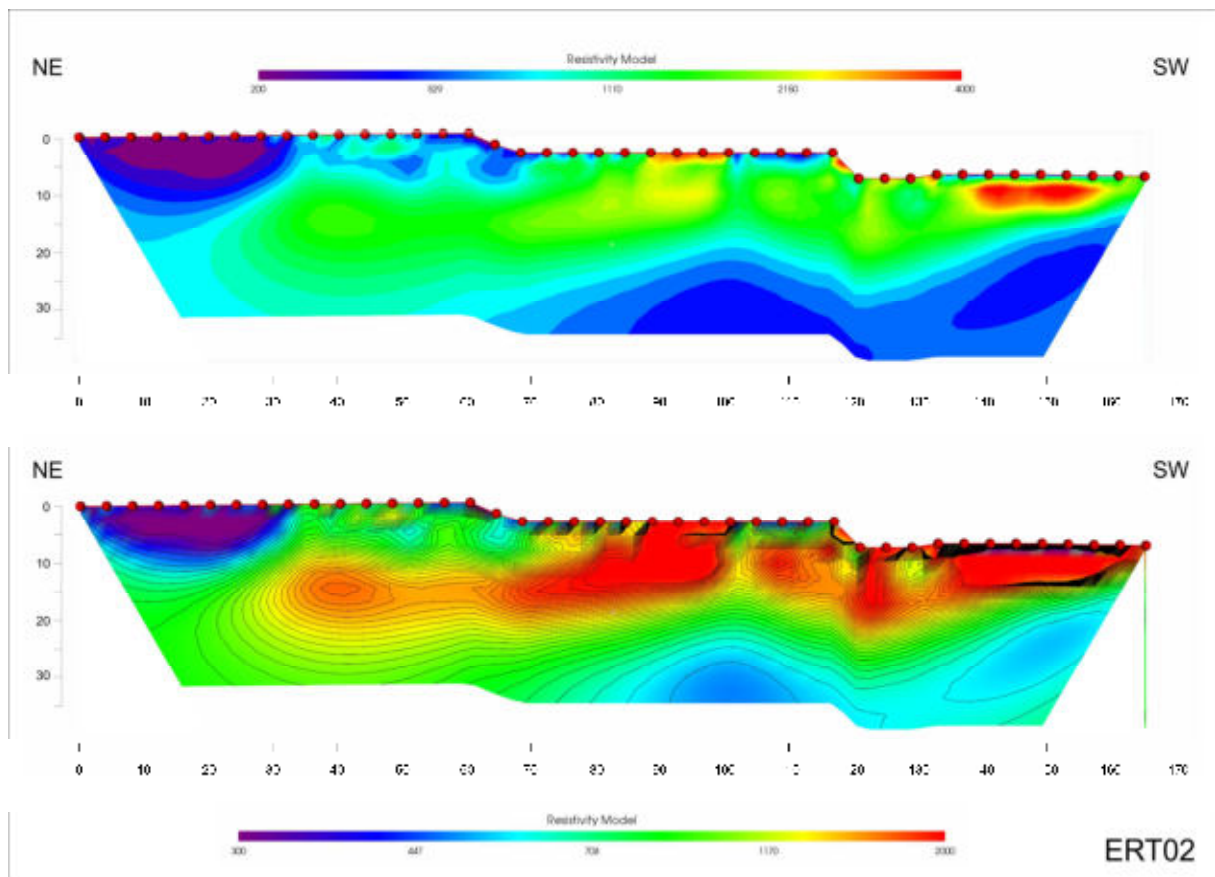


Fig. 6- Profilo elettrico ERT2: sezione di resistività apparente ottenuta dal processo di inversione (valori in Ωm).

ERT03

Il profilo, di lunghezza pari a 192 metri, è stato eseguito in direzione SO-NE, attraverso il posizionamento di n. 48 elettrodi (distanza interelettrodica pari a 4 metri), con: i) un intervallo di quota topografica compresa tra 474÷484 m s.l.m.; ii) una profondità d'investigazione di 40÷45 m ca.; iii) un intervallo di resistività compreso tra 120 Ωm ca. e 8000 Ωm ca; .

L'analisi della sezione elettrostratigrafica (fig. 7) evidenzia:

- presenza diffusa e continua di potenziali vuoti minerali ($\Omega\text{m} >1500\div2000$ ca.) dall'origine della stesa per circa 130 m verso SO; tali vuoti risultano particolarmente superficiali dall'origine sino alla progressiva 30 metri dall'origine per poi lievemente approfondirsi nel successivo tratto (intervallo 30÷70 metri dall'origine);
- si constata un'ulteriore zona alto resistività ($>1000\div1500$ Ωm ca.) praticamente superficiale lungo l'intervallo 70÷110 ca. metri dall'origine;
- un ulteriore intervallo alto resistivo ($>1000\div2500$ Ωm ca.) si riscontra nell'intervallo compreso tra le progressive 130÷170 m ca dall'origine.

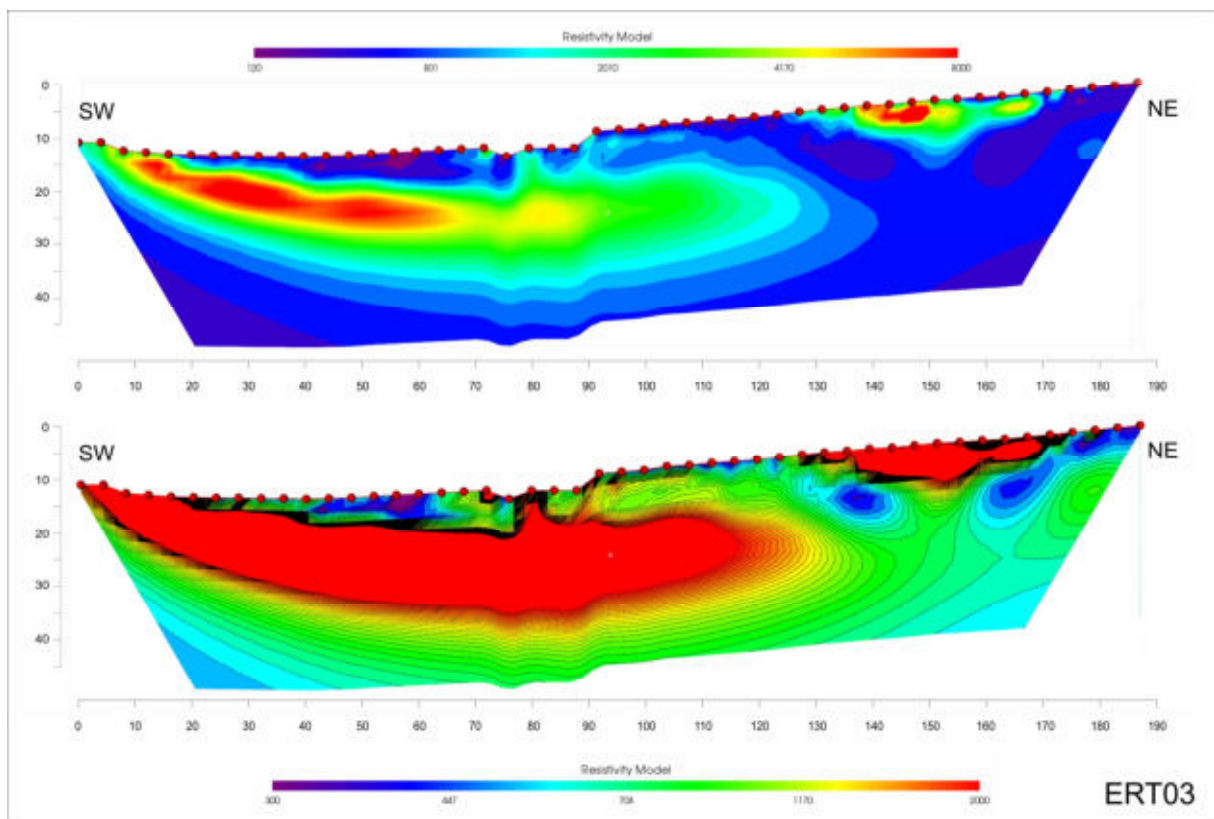


Fig. 7- Profilo elettrico ERT3: sezione di resistività apparente ottenuta dal processo di inversione (valori in Ωm).

ERT04

Il profilo, di lunghezza pari a 192 metri, è stato eseguito in direzione NE-SO, attraverso il posizionamento di n. 48 elettrodi (distanza interelettrodica pari a 4 metri), con: i) un intervallo di quota topografica compresa tra 468÷478 m s.l.m.; ii) una profondità d'investigazione di 35÷38 m ca.; iii) un intervallo di resistività compreso tra 120 Ω m ca. e 4000 Ω m ca; .

L'analisi della sezione elettrostratigrafica (fig. 8) evidenzia:

- presenza di vuoti minerari (>3000÷4000 Ω m ca.) praticamente superficiali dall'origine sino alla progressiva 70 metri ca.;
- altre due aree a maggiore resistività apparente (>1000÷1500 Ω m ca.) potrebbero indicare la presenza di possibili vuoti presso le seguenti progressive: a) una più estesa presso l'intervallo 140÷180 m dall'origine ca.; con profondità di 6÷8 m dal piano di cava; b) una più incerta presso l'intervallo 110÷125 m dall'origine ca.; con profondità di 8 m ca. dal piano di cava;

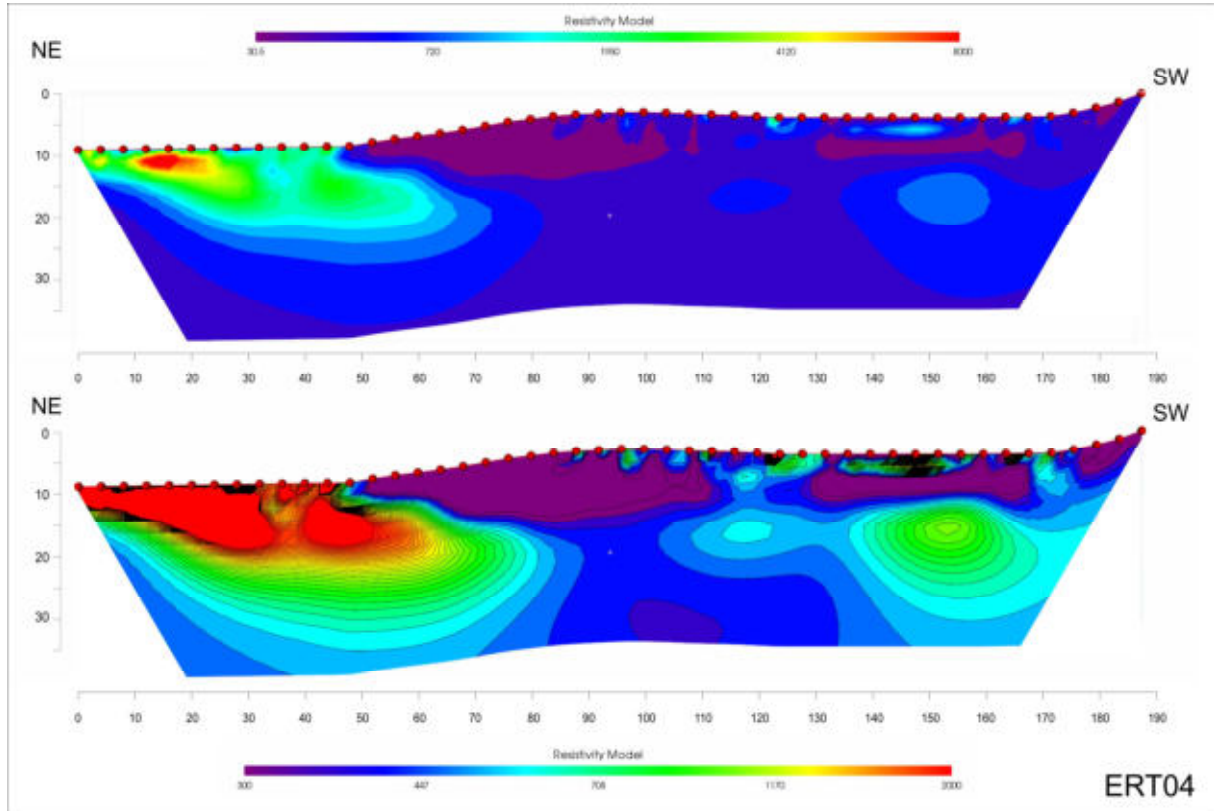


Fig. 8- Profilo elettrico ERT4: sezione di resistività apparente ottenuta dal processo di inversione (valori in Ω m).

- ulteriori evidenze minori di orizzonti a relativa elevata resistività ($>800\div 1000$ Ωm ca.) – seppur non continui - si riscontrano negli intervalli superficiali compresi tra $120\div 170$ m ca della sezione in questione che potrebbero essere ricondotti a: a) disposizione prossimale della stesa rispetto al vuoto minerario; b) presenza di materiali di crollo o riempimento di parte degli originari vuoti minerari; c) vuoti minerari di minore dimensione, d) possibile presenza di condotti a sviluppo sub-verticale (progressive $115\div 125$ ca. e $165\div 175$ ca.).

ERT05

Il profilo, di lunghezza pari a 126 metri, è stato eseguito in direzione SO-NE, attraverso il posizionamento di n. 42 elettrodi (distanza interelettrodica pari a 3 metri), con: i) un intervallo di quota topografica compresa tra $465\div 469$ m s.l.m.; ii) una profondità d'investigazione di $25\div 28$ m ca.; iii) un intervallo di resistività compreso tra 75 Ωm ca. e 4000 Ωm ca; .

L'analisi della sezione elettrostratigrafica (fig. 9) evidenzia:

- presenza di possibili vuoti minerari superficiali ($0\div 45$ m ca. dall'origine) seppur caratterizzati da valori sia di resistività ($>1500\div 2000$ Ωm ca.) che di spessore ($5\div 7$ m ca.) inferiori a quanto riscontrato nelle sezioni tomografiche ERT01÷ERT04 che potrebbero suggerire una zona periferica (verso SE) dei vuoti minerari evidenziati nelle precedenti sezioni;
- nel tratto terminale della stesa l'incremento della resistività apparente potrebbe essere determinata dalla presenza di potenziali vuoti ad una profondità maggiore, sebbene con valori di resistività, compresi in un intervallo tra $700\div 1200$ Ωm ca., inferiori a quanto riscontrato nelle precedenti sezioni tomografiche per le possibili cause a: a) disposizione prossimale della stesa rispetto al vuoto minerario; b) presenza di materiali di crollo o riempimento di parte degli originari vuoti minerari;
- il particolare sviluppo di tali zone più resistive potrebbe far ipotizzare anche il collegamento di vuoti più superficiali (evidenziati nel tratto terminale della sezione, vedasi progressiva $100\div 110$ m ca. dall'origine) con vuoti minerari più profondi.

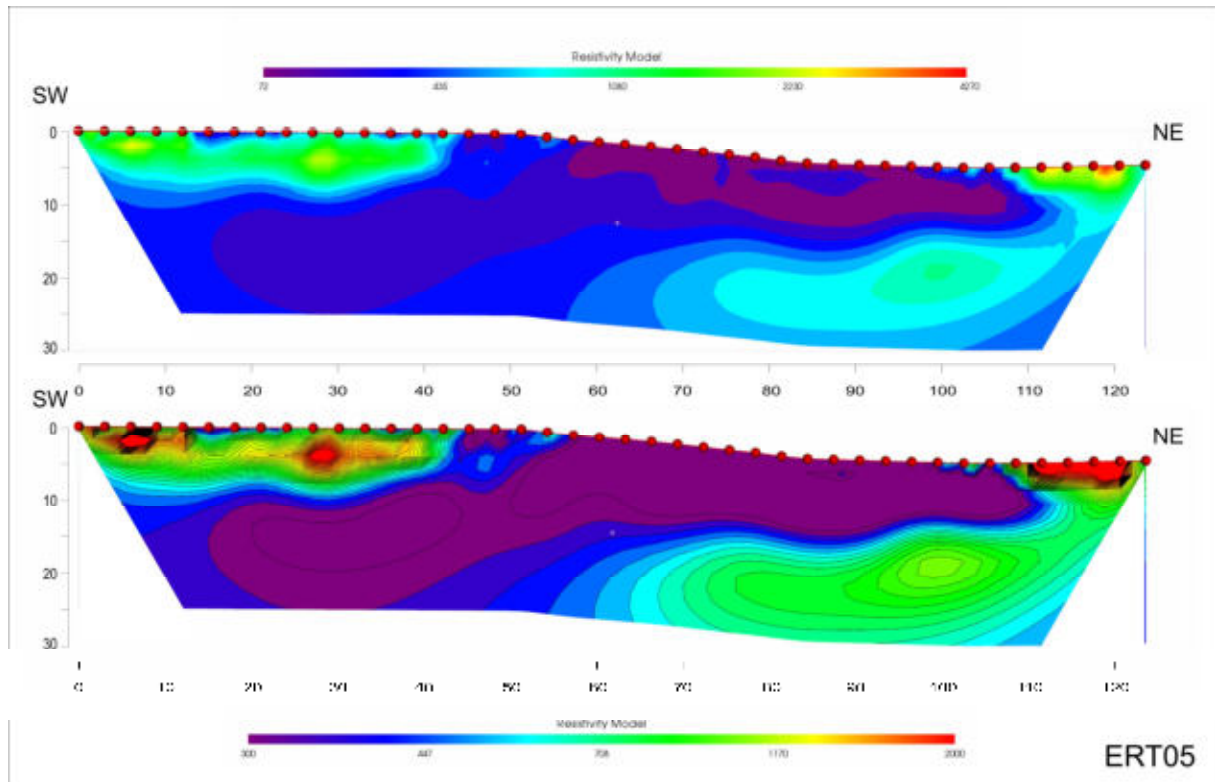


Fig. 9- Profilo elettrico ERT5: sezione di resistività apparente ottenuta dal processo di inversione (valori in Ωm).

ERT06

Il profilo, di lunghezza pari a 192 metri, è stato eseguito in direzione SE-NO (sub-ortogonale alle precedenti n. 5 sezioni tomografiche ERT01÷ERT05), attraverso il posizionamento di n. 48 elettrodi (distanza interelettrodica pari a 4 metri), con: i) un intervallo di quota topografica compresa tra 468÷473,5 m s.l.m.; ii) una profondità d'investigazione di 35÷38 m ca.; iii) un intervallo di resistività compreso tra 100 Ωm ca. e 8000 Ωm ca; .

L'analisi della sezione elettrostratigrafica (fig. 10) evidenzia:

- un pressoché continuo sviluppo di vuoti minerali dall'inizio della stesa (ad esclusione dei primi 10÷15 m) sino alla fine della stessa, confermando di fatto quanto evidenziato nelle precedenti tomografie (ERT01÷ERT05);
- si conferma, presso la progressiva 20÷40 m ca. dall'origine, un tratto di gallerie a spessore apparente minore (vedasi per confronto primo tratto ERT05); lo spessore dei vuoti sembra poi aumentare particolarmente nel tratto centrale e nel tratto più a NO del profilo;

- i risultati del profilo tomografico confermano – per tutto il settore SO dell’areale in studio - lo sviluppo continuo e la superficialità dei vuoti minerari rispetto al piano di coltivazione attuale (spessore $<1\div 3$ m) determinando un concreto rischio di crolli in tale specifico settore specie se interessati da future fasi lavorative;
- la disomogeneità nella distribuzione dei valori a maggiore resistività (> 2000 Ωm), chiaramente attribuibili a vuoti, potrebbe indicare anche la presenza di aree interessate da crolli che interrompono l’originario sviluppo delle gallerie di coltivazione .

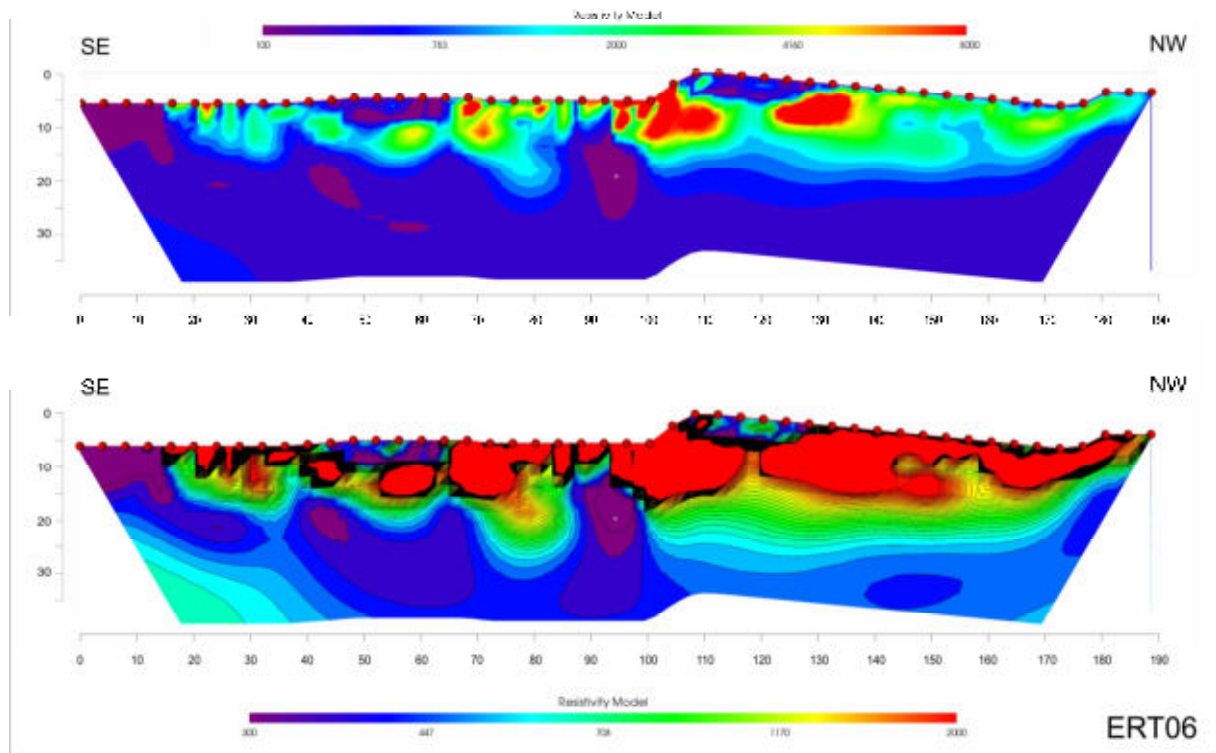


Fig. 10- Profilo elettrico ERT6: sezione di resistività apparente ottenuta dal processo di inversione (valori in Ωm).

ERT07

Il profilo, di lunghezza pari a 92 metri, è stato eseguito in direzione ONO-ESE, attraverso il posizionamento di n. 24 elettrodi (distanza interelettrodica pari a 4 metri), con: i) un intervallo di quota topografica compresa tra $473,5\div 476,5$ m s.l.m.; ii) una profondità d’investigazione di $23\div 25$ m ca.; iii) un intervallo di resistività compreso tra 150 Ωm ca. e 2000 Ωm ca; .

L’analisi della sezione elettrostratigrafica (fig. 11) evidenzia:

- lo sviluppo di vuoti dall'inizio della stesa sino alla fine;
- tali vuoti sembrano risultare particolarmente superficiali nei tratti iniziale (progressive 0÷10 m ca.) e finale (80÷90 mca.) e sub superficiali nei restanti tratti della sezione;
- lo spessore dei vuoti sembra inspessirsi (10÷12 m ca.) nel tratto centrale della stesa (progressiva 35÷75 m ca.);
- anche in questo caso, i tratti altoresistivi intermedi tra le aree chiaramente riconducibili a vuoti potrebbero essere determinati in parte da crolli/riempimenti sotterranei (progressive: i) 7÷30 m ca.; ii) 75÷80 m ca.).

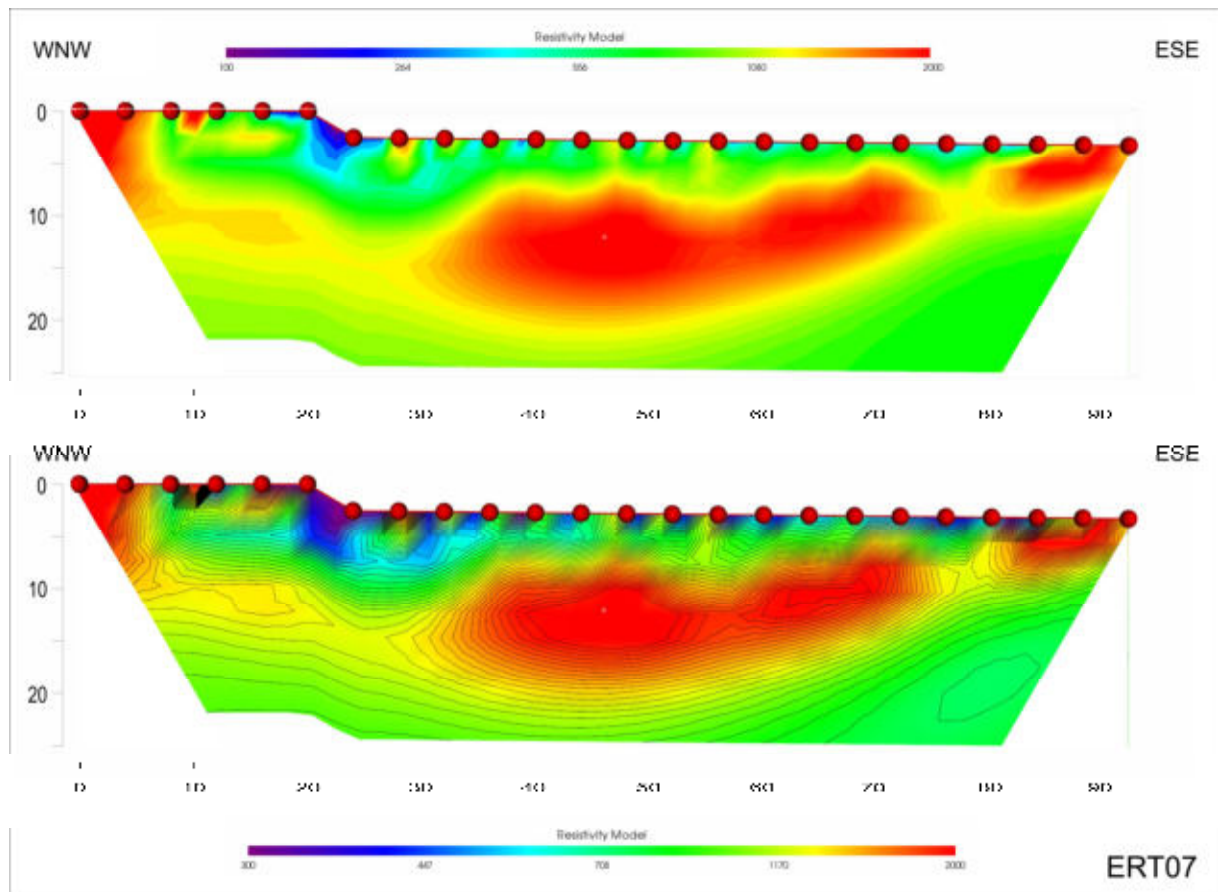


Fig. 11- Profilo elettrico ERT7: sezione di resistività apparente ottenuta dal processo di inversione (valori in Ωm).

ERT08

Il profilo, di lunghezza pari a 192 metri, è stato eseguito in direzione SE-NO, attraverso il posizionamento di n. 48 elettrodi (distanza interelettrodica pari a 4 metri), con: i) un intervallo di quota topografica compresa tra 473÷477 m s.l.m.; ii) una profondità

d'investigazione di 35÷38 m ca.; ii) un intervallo di resistività compreso tra 100 Ω m ca. e 4000 Ω m ca; .

L'analisi della sezione elettrostratigrafica (fig. 12) evidenzia:

- lo sviluppo di vuoti pressoché continuo nel tratto centrale e terminale della stesa tomografica (progressive 65÷180 m ca.);
- tali vuoti sembrano risultare particolarmente superficiali presso le seguenti progressive: a) 65÷80 m ca.; b) 93÷105 m ca.; c) 115÷130 m ca.; d) 145÷150 m ca. ;
- la potenziale minore evidenza di vuoti, in taluni settori di tale profilo tomografico, potrebbe essere ricondotta alle seguenti cause: a) presenza di cavità di minore dimensione; b) presenza di tratti di galleria interessati da crolli; c) sviluppo dei vuoti periferico alla sezione in oggetto che non ne consente una più chiara individuazione.

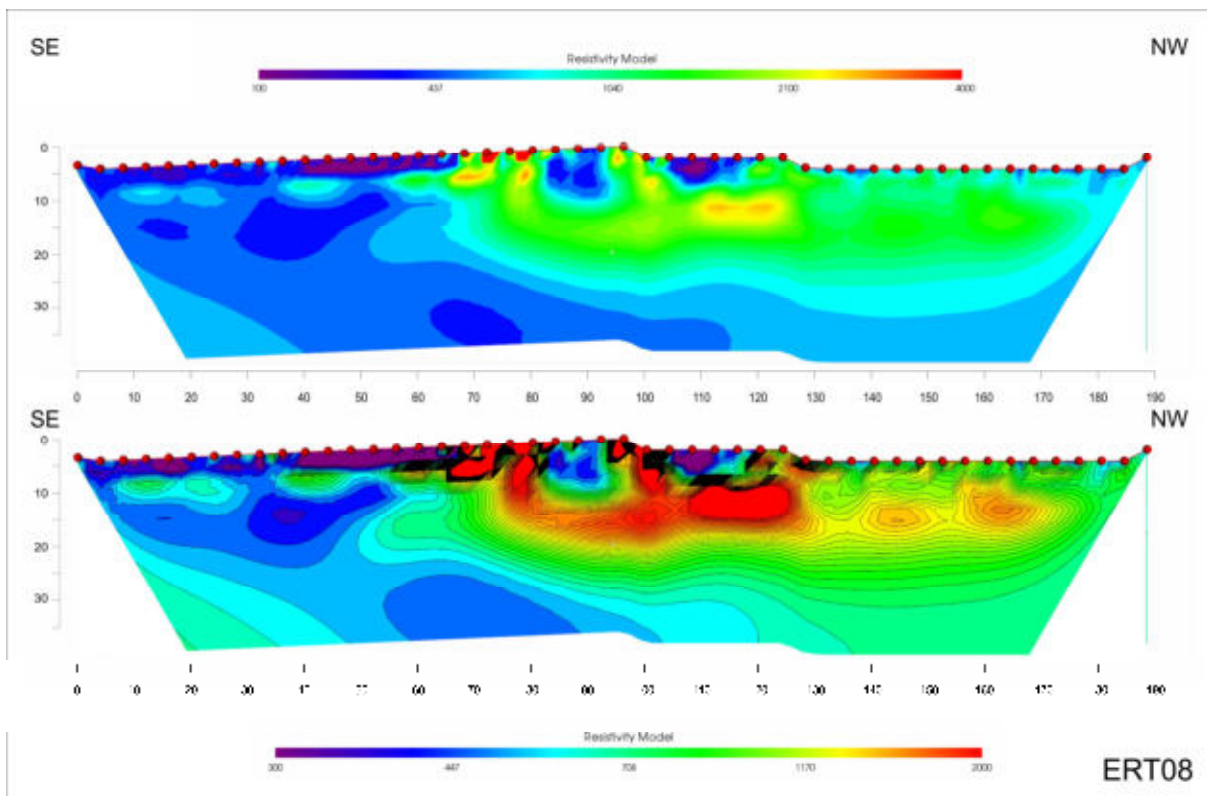


Fig. 12- Profilo elettrico ERT8: sezione di resistività apparente ottenuta dal processo di inversione (valori in Ω m).

ERT09

Il profilo, di lunghezza pari a 126 metri, è stato eseguito in direzione ESE-ONO, attraverso il posizionamento di n. 42 elettrodi (distanza interelettrodica pari a 3 metri), con:

i) un intervallo di quota topografica compresa tra 476÷482 m s.l.m.; ii) una profondità d'investigazione di 26÷28 m ca.; iii) un intervallo di resistività compreso tra 50 Ω m ca. e 3700 Ω m ca..

L'analisi della sezione elettrostratigrafica (fig. 13) evidenzia:

- in generale, la probabile assenza di grossi vuoti lungo la verticale della sezione;
- l'incremento dei valori di resistività (600÷900 Ω m ca) in tratti superficiali del profilo tomografico nelle seguenti progressive: a) 20÷30 m ca. (con potenziale sviluppo sub-verticale); b) 45÷65 m ca.; c) 93÷100 m ca.; d) 105÷115 m ca; consiglia l'esecuzione di ulteriori indagini di dettaglio così da escludere ogni possibilità di presenza di vuoti;
- la non acclarata evidenza dei vuoti in tale profilo tomografico potrebbe anche essere ricondotta alle seguenti cause: a) presenza di cavità di minore dimensione; b) presenza di tratti di galleria interessati da crolli; c) sviluppo dei vuoti adiacente alla sezione in oggetto che non consente una più chiara individuazione.

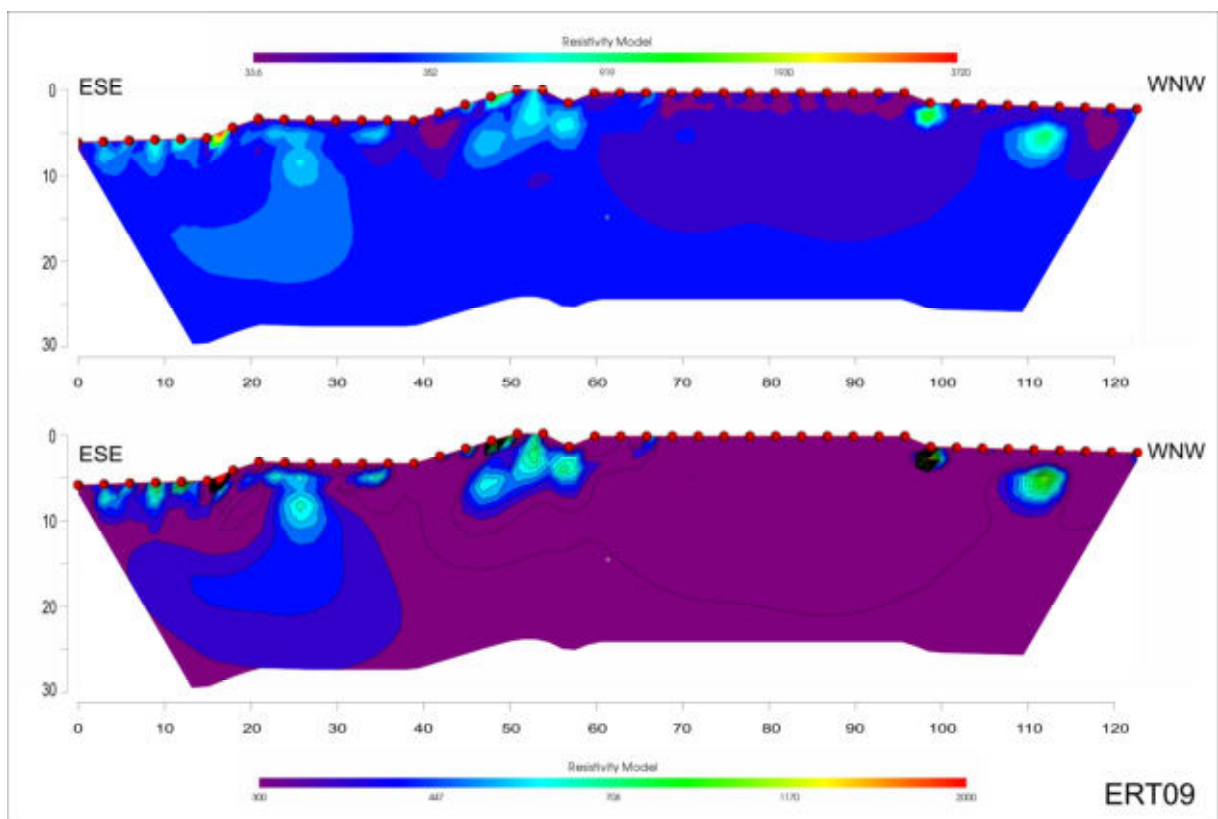


Fig. 13- Profilo elettrico ERT9: sezione di resistività apparente ottenuta dal processo di inversione (valori in Ω m).

ERT10

Il profilo, di lunghezza pari a 192 metri, è stato eseguito in direzione SE-NO, attraverso il posizionamento di n. 48 elettrodi (distanza interelettrodica pari a 4 metri), con: i) un intervallo di quota topografica compresa tra 476÷493 m s.l.m.; ii) una profondità d'investigazione di 40÷45 m ca.; iii) un intervallo di resistività compreso tra 20 Ωm ca. e 800 Ωm ca;. L'analisi della sezione elettrostratigrafica (fig. 14) evidenzia:

- uno spessore superficiale quasi continuo a ridotta resistività ($\Omega\text{m} < 150 \div 200$);
- l'incremento dei valori di resistività ($\Omega\text{m} > 600 \div 800$ ca) nelle seguenti progressive: a) 30÷50 m ca.; b) 95÷135 m ca. può far ipotizzare: a) presenza di cavità di minore dimensione; b) presenza di tratti di galleria interessati da crolli; c) sviluppo di vuoti minerari adiacente alla sezione in oggetto che non consente una più chiara individuazione di tali potenziali vuoti.
- possibili ulteriori vuoti superficiali, seppur di più ridotte dimensioni, potrebbero anche essere presenti lungo le seguenti progressive: a) 60÷70 m ca.; b) 100÷120 m ca .

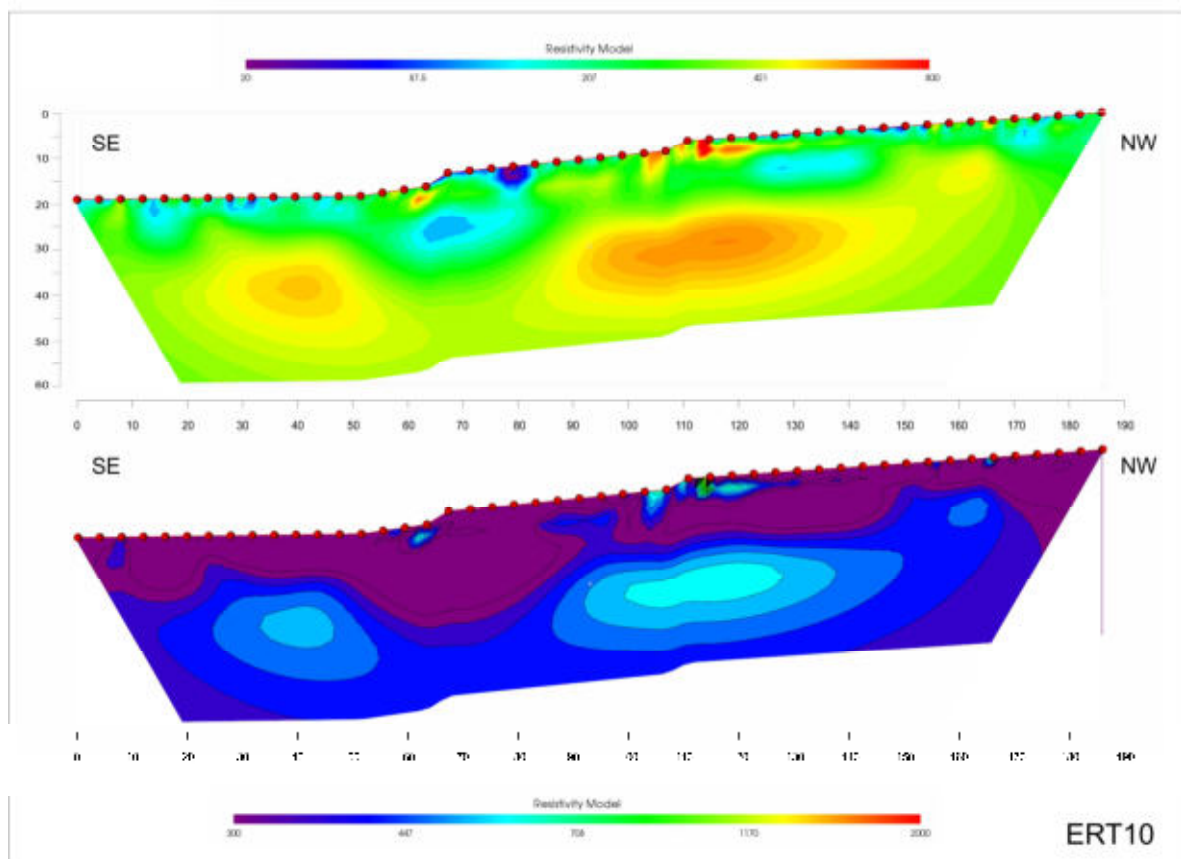


Fig. 14- Profilo elettrico ERT10: sezione di resistività apparente ottenuta dal processo di inversione (valori in Ωm).

5. CORRELAZIONI RISULTANZE ERT E CONCLUSIONI

La correlazione dei n. 10 profili tomografici elettrici, eseguiti presso l'areale della Miniera Cortolillo ha permesso pertanto di evidenziare:

- i settori Ovest e SO dell'areale in studio sono interessati, al di sotto dell'attuale piano di coltivazione, dalla presenza di estesi vuoti minerari; localmente, la continuità delle gallerie sembrerebbe interrotta dalla presenza di crolli/riempimenti;
- tali vuoti minerari risultano particolarmente superficiali soprattutto in corrispondenza di quei tratti nei quali il piano di coltivazione è caratterizzato da quote di coltivazione più ridotte (vedasi Fig. 2; settori: D1 e D2 ed, in parte il settore C); tali specifiche condizioni geologico-minerarie rendono l'intero tratto in questione caratterizzato da un elevato rischio di cedimenti e crolli;
- di converso, il settore NE dell'areale in studio è caratterizzato, seppur a livello generale, da una maggiore profondità dei vuoti minerari, causa anche l'incremento di quota dei piani di coltivazione, oltre che da gallerie generalmente meno estese rispetto al settore precedente;
- si constatano comunque diversi tratti in quasi tutti i profili tomografici nei quali sembrano riscontrarsi, anche in zone più superficiali, dei massimi di resistività associabili a potenziali vuoti minerari: si consiglia pertanto, anche per questo settore, un'estrema cautela nell'ipotesi di futuri lavori di scavo;
- in ultimo, in tale settore per le seguenti specifiche caratteristiche: a) potenziale minore dimensione dei vuoti minerari (come osservabile anche lungo dei fronti di scavo limitrofi); b) una potenziale minore frequenza e continuità laterale dei vuoti; c) un possibile sviluppo dei vuoti adiacente ai profili tomografici eseguiti, si ritiene utile l'esecuzione di un ulteriore numero di profili tomografici che consentano una maggiore conoscenza di dettaglio di tale zona così come del tratto ribassato a Est del settore D2 (zona nella quale si svolgono le attuali fasi lavorative di cava) non oggetto d'indagini in questa prima fase di lavori.

ALLEGATO 1 - DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA



Fasi di acquisizione ERT01



Fasi di acquisizione ERT02



Fasi di acquisizione ERT03



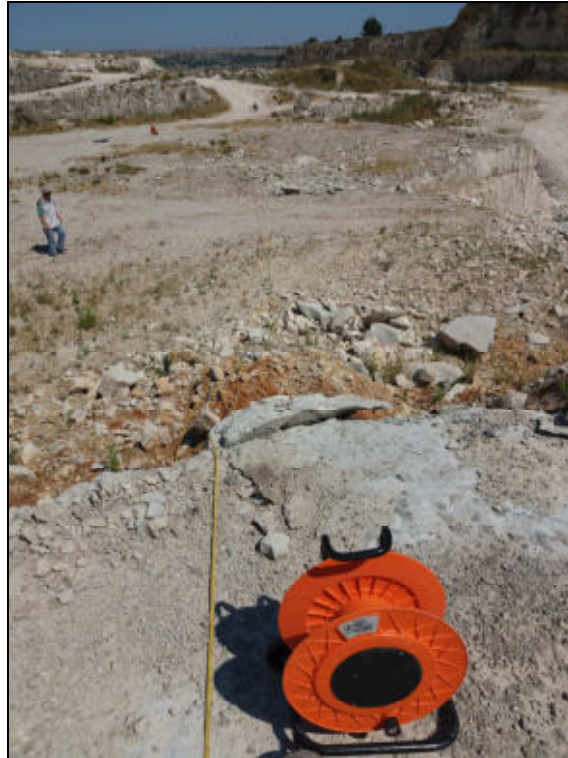
Fasi di acquisizione ERT04



Fasi di acquisizione ERT05



Fasi di acquisizione ERT06



Fasi di acquisizione ERT07



Fasi di acquisizione ERT08



Fasi di acquisizione ERT09



Fasi di acquisizione ERT10