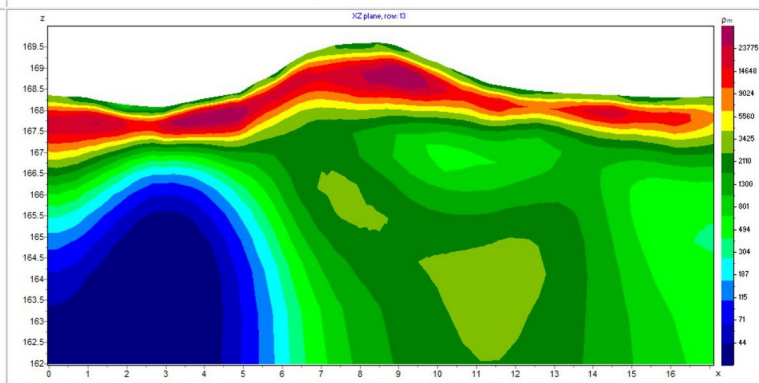
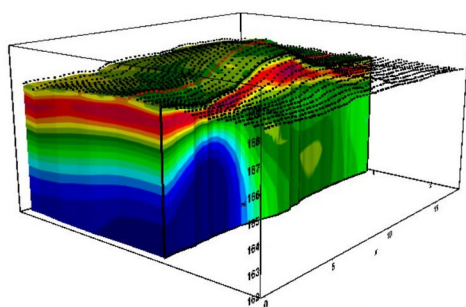
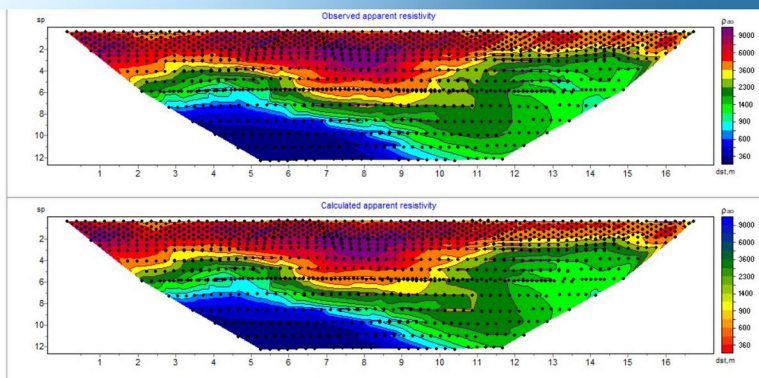
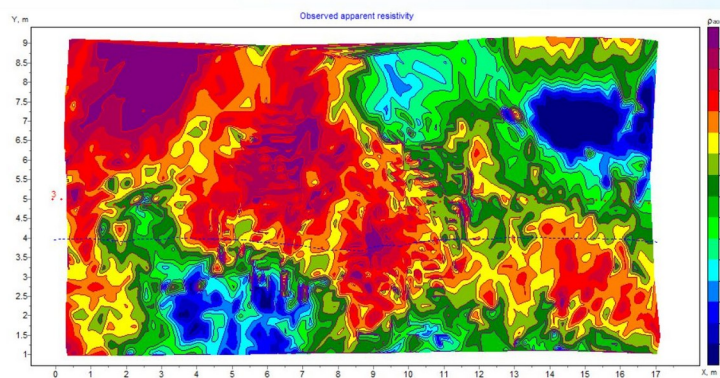


**Zond
Software**

ZondRes3D



Indice

<i>Introduzione.....</i>	<i>5</i>
<i>Requisiti di sistema.....</i>	<i>5</i>
<i>Installazione e rimozione del programma.....</i>	<i>5</i>
<i>Brevi cenni teorici.....</i>	<i>6</i>
<i>Avvio del programma.....</i>	<i>9</i>
Barra degli strumenti.....	9
Sottomenu per l'uso del modello 3D.....	11
Descrizione delle funzioni del menu principale.....	12
Barra di stato.....	30
Tasti di scelta rapida.....	30
<i>Creazione dello schema di acquisizione.....</i>	<i>30</i>
<i>Caricamento dei dati di campo da file.....</i>	<i>39</i>
Formati supportati.....	39
Importazione di dati di campagna da un file di testo o da una tabella Excel.....	46
Editor dei profili.....	48
Finestra di configurazione della mesh del modello.....	52
<i>Visualizzazione dei dati.....</i>	<i>63</i>
Planimetria dei grafici.....	64
Pseudosezione.....	65
3D pseudosezione.....	72
<i>Preparazione dei dati per l'inversione.....</i>	<i>73</i>
Modulo di controllo della qualità dei dati.....	73
<i>Modellazione.....</i>	<i>80</i>
Modifica del modello.....	82

Salvataggio e utilizzo dei dati del modello.....	86
<i>Inversione dei dati.....</i>	<i>87</i>
Impostazioni dei parametri di inversione.....	87
Inversione dei dati di tomografia tra pozzi.....	99
Inversione dei parametri IP.....	100
Inversione dei dati di monitoraggio.....	101
Valutazione dell'errore di fit risultante dall'inversione.....	102
<i>Informazioni a priori.....</i>	<i>102</i>
Uso di immagini di sfondo per modelli 2D e 3D.....	102
Creazione di dati di pozzo.....	104
<i>Risultati dell'interpretazione.....</i>	<i>109</i>
Modalità e parametri di visualizzazione della sezione del modello.....	109
Modalità e parametri di visualizzazione del modello 3D (volumetrico).....	110
Ritaglio del modello.....	116
Utilizzo di più modelli in un unico progetto.....	117
<i>Salvataggio dei risultati.....</i>	<i>118</i>
<i>Configurazione dei parametri grafici.....</i>	<i>119</i>
Finestra di configurazione dell'immagine esportata.....	119
Finestra di configurazione dei parametri della mappa delle isolinee e della pseudosezione	120
Finestra di dialogo per l'impostazione della tavolozza.....	123
Editor del set di grafici.....	124
Editor del grafico.....	125
Editor degli assi.....	127
Finestra di dialogo per configurare i parametri di visualizzazione del modello.....	130
Finestra di anteprima di stampa.....	132

<i>Finestre ausiliarie del programma.....</i>	<i>134</i>
Finestra Project information (Project information).....	134
Finestra Help info (Help info).....	135
Finestra Send message (Send message).....	135
 <i>Bibliografia.....</i>	 <i>136</i>
 <i>Materiali aggiuntivi:.....</i>	 <i>137</i>

Introduzione

Il programma **ZondRes3D** è destinato all'interpretazione tridimensionale dei dati di tomografia di resistività elettrica (ERT), mediante il metodo della resistività, della polarizzazione indotta (IP) e del metodo della caricabilità, nelle varianti terrestre, in foro e acquatica.

Il programma **ZondRes3D** costituisce uno strumento pratico per l'interpretazione automatica e interattiva dei dati di tomografia di resistività elettrica e può essere utilizzato su personal computer compatibili IBM PC con sistema operativo Windows. **ZondRes3D** dispone di un potente sistema di visualizzazione dei dati areali e di un editor delle misure.

ZondRes3D utilizza un formato di file semplice e intuitivo, che consente di combinare diversi tipi di configurazione sulla stessa area. Le grandezze misurate possono essere la resistività apparente, il rapporto segnale/corrente e la caricabilità apparente.

In **ZondRes3D** è disponibile un sistema di modellazione che comprende tutti i principali tipi di configurazione utilizzati nel metodo della resistività. L'utente seleziona i parametri della configurazione e il numero di punti di misura tramite un'apposita finestra di dialogo. Nello sviluppo del problema inverso è stata dedicata particolare attenzione all'inclusione delle informazioni a priori.

L'interfaccia intuitiva e le ampie possibilità di rappresentazione dei dati consentono di affrontare con la massima efficacia il problema geologico in esame.

Requisiti di sistema

Il programma **ZondRes3D** può essere installato su un computer con sistema operativo Windows a 64 bit, versione 7 o superiore. Requisiti minimi di sistema: processore P IV da 2 GHz, 4 GB di memoria (si consigliano almeno 32 GB), risoluzione dello schermo 1024 X 768 (non modificare la risoluzione dello schermo mentre si lavora con i dati), modalità colore True color.

Poiché il programma utilizza le risorse del registro di sistema, sui sistemi successivi a Windows XP deve essere eseguito come amministratore (fare clic con il pulsante destro del mouse sull'icona del programma e selezionare «Esegui come amministratore»).

Installazione e rimozione del programma

Il programma **ZondRes3D** viene distribuito tramite Internet. Il pacchetto include il presente Manuale. Gli aggiornamenti più recenti del programma possono essere scaricati dal sito: <http://zond-geo.com/>.

Per installare il programma, salvarlo nella directory desiderata (ad esempio, C:\Zond). Per installare un aggiornamento, è sufficiente sovrascrivere la versione precedente del programma con quella nuova.

Prima di avviare il programma per la prima volta, è necessario installare il driver della chiave di protezione SenseLock. A tale scopo, aprire la cartella SenseLock (il driver può essere scaricato dal sito) ed eseguire il file InstWiz3.exe. Una volta installato il driver, inserire la chiave. Se tutto funziona correttamente, nella barra delle applicazioni in basso apparirà un messaggio che conferma il rilevamento della chiave.

Per rimuovere il programma, eliminare la directory di lavoro del programma.

Brevi cenni teorici

Resistività elettrica

La resistività elettrica (RE), misurata in $\text{ohm}\cdot\text{m}$ ($\Omega\cdot\text{m}$), caratterizza la capacità delle rocce di opporre resistenza al passaggio della corrente ed è la proprietà elettromagnetica più universale. Nelle rocce e nei minerali varia in un intervallo molto ampio: da 10^{-3} a $10^{15} \Omega\cdot\text{m}$. Per le rocce sedimentarie, ignee e metamorfiche più comuni, la resistività elettrica dipende dalla composizione mineralogica, dalle proprietà fisico-meccaniche e idriche delle rocce, dalla concentrazione di sali nelle acque sotterranee e, in misura minore, dalla loro composizione chimica, nonché da altri fattori (temperatura, profondità, grado di metamorfismo ecc.) [Khmelevskoy, 1997].

La resistività elettrica dei minerali dipende dai loro legami intracristallini. I minerali dielettrici (quarzo, miche, feldspati ecc.), caratterizzati prevalentemente da legami covalenti, presentano resistività molto elevate (10^{12} - $10^{15} \text{ Ohm}\cdot\text{m}$). I minerali semiconduttori (carbonati, solfati, alogenuri ecc.) presentano legami ionici e si distinguono per resistività elevate (10^4 - $10^8 \text{ Ohm}\cdot\text{m}$). I minerali argillosi (idromiche, montmorillonite, caolinite ecc.) hanno legami ionico-covalenti e si distinguono per la resistività piuttosto bassa.

I minerali metalliferi (elementi nativi, alcuni ossidi) sono caratterizzati da conduzione elettronica e conducono molto bene la corrente. I primi due gruppi di minerali costituiscono lo scheletro «rigido» della maggior parte delle rocce. I minerali argillosi formano uno scheletro «plastico», capace di adsorbire acqua legata, mentre le rocce composte da minerali «rigidi» possono saturarsi soltanto di soluzioni e acqua libera, cioè quella che può essere estratta dalla roccia.

La resistività elettrica delle acque sotterranee libere varia da frazioni di $\Omega\cdot\text{m}$, in caso di elevata mineralizzazione totale, fino a $1000 \Omega\cdot\text{m}$ in caso di bassa mineralizzazione. La composizione chimica dei sali disciolti nell'acqua non ha un ruolo significativo; pertanto, sulla base dei dati di prospezione elettrica è possibile determinare soltanto la mineralizzazione totale delle acque

sotterranee. La resistività elettrica delle acque legate, adsorbite dalle particelle solide della roccia, è bassa e varia poco (da 1 a 100 $\Omega \cdot m$). Ciò è dovuto alla loro mineralizzazione sufficientemente costante (3-1 g/L). La mineralizzazione media delle acque oceaniche è pari a 36 g/L.

Poiché l'acqua nei pori (libera e legata) ha una resistività elettrica notevolmente inferiore a quella dello scheletro minerale della maggior parte delle rocce, la resistività delle rocce praticamente non dipende dalla composizione mineralogica, ma è determinata da parametri quali porosità, fratturazione e saturazione d'acqua. All'aumentare di questi parametri, la resistività delle rocce diminuisce per effetto dell'aumento della concentrazione ionica nell'acqua sotterranea. La conduzione elettrica della maggior parte delle rocce è quindi ionica (elettrolitica).

Con l'aumento della temperatura di 40°, la resistività diminuisce di circa 2 volte, per effetto dell'aumento della mobilità degli ioni. Quando le rocce gelano, la resistività aumenta bruscamente, poiché l'acqua libera diventa praticamente un isolante e la conduzione elettrica è determinata soltanto dall'acqua legata, che congela a temperature molto basse (inferiori a -50° C). L'aumento della resistività durante il congelamento varia da una roccia all'altra: aumenta di alcune volte nelle argille, fino a 10 volte nelle rocce compatte, fino a 100 volte nei limi e nei limi sabbiosi e fino a 1000 volte o più nelle sabbie e nelle rocce grossolane.

Nonostante la dipendenza della resistività da numerosi fattori e il suo ampio intervallo di variazione tra le diverse rocce, le principali regolarità della resistività elettrica sono ben definite. Le rocce magmatiche e metamorfiche sono caratterizzate da resistività elevate (da 500 a 10 000 $\Omega \cdot m$). Tra le rocce sedimentarie, presentano resistività elevate (100 - 1000 $\Omega \cdot m$) il salgemma, i gessi, i calcari, le arenarie e alcune altre rocce. In generale, le rocce sedimentarie clastiche presentano una resistività tanto maggiore quanto più grandi sono i granuli che le compongono; la resistività dipende quindi soprattutto dal contenuto di argilla. Passando dalle argille ai limi, ai limi sabbiosi e alle sabbie, la resistività elettrica varia da frazioni e unità di $\Omega \cdot m$ fino a decine e centinaia di $\Omega \cdot m$ [Khmelevskoy, 1997].

Caricabilità delle rocce

La polarizzazione è un complesso processo elettrochimico che si verifica quando si fa passare attraverso la roccia una corrente continua o alternata a bassa frequenza (fino a 10 Hz). I minerali con conduzione elettronica (solfuri, solfosali, alcuni metalli nativi, alcuni ossidi, grafite, antracite) presentano la caricabilità più elevata. L'origine di questi potenziali IP è legata alla cosiddetta polarizzazione di concentrazione e di elettrodo dei minerali metalliferi. Sopra depositi sciolti saturi d'acqua contenenti particelle argillose si osservano coefficienti di caricabilità fino al 2-6%. La loro caricabilità è dovuta alle deformazioni degli strati esterni dei doppi strati elettrici che si formano al contatto tra la fase solida e quella liquida. La maggior parte delle rocce ignee, metamorfiche e sedimentarie saturate di acqua mineralizzata è debolmente polarizzabile.

Per quantificare l'intensità della polarizzazione indotta si usa generalmente il rapporto tra la forza elettromotrice di polarizzazione ΔU_{IP} e la differenza di potenziale del campo esterno ΔU_{pr} , misurato dopo un determinato intervallo di tempo dall'interruzione della corrente. Questo rapporto è detto coefficiente di caricabilità (caricabilità) delle rocce ed è espresso in %. Nella prospezione elettrica in Russia, durante le indagini sul campo con il metodo IP in modalità impulsiva, per caricabilità si intende il valore normalizzato della tensione nella linea di ricezione misurato 0.2-0.5 s dopo l'interruzione della corrente:

$$\eta^{0.5} = \frac{U_{\text{BП}}(0.5c)}{U_{\text{ПП}}} \cdot 100\%$$

Nei modelli teorici e nello studio delle caratteristiche spettrali IP si utilizza ampiamente il valore limite della caricabilità per $t=0$. Questo valore è detto stazionaria o caricabilità asintotica, ma talvolta semplicemente caricabilità.

Dal punto di vista della reiezione dei disturbi è più conveniente utilizzare un parametro integrale, ossia il valore medio della tensione in una determinata finestra temporale Δt – caricabilità:

$$M = \frac{1}{\Delta t} \int_{t_1}^{t_2} \frac{U_{\text{BП}}(t)}{U_{\text{ПП}}} dt$$

Problema diretto e inverso della tomografia di resistività elettrica

Il calcolo della risposta geofisica di un modello con geometria e proprietà fisiche note è detto soluzione del problema diretto. Il processo inverso, che consiste nel determinare la geometria e le proprietà fisiche del modello a partire dai valori osservati, è detto soluzione del problema inverso.

Per la soluzione del problema diretto e del problema inverso (inversione), il programma utilizza il metodo degli elementi finiti, che fornisce risultati migliori rispetto ai metodi a griglia [Dey&Morrison, 1979; Lowry et al, 1989]. Per modellare il campo di una sorgente puntiforme, il mezzo viene suddiviso in una mesh di celle con resistività elettriche diverse. Il potenziale all'interno di ciascuna cella viene approssimato con una funzione di base lineare.

Per modellare il campo di una sorgente puntiforme, il mezzo viene suddiviso in una mesh di celle con resistività elettriche diverse. Il potenziale all'interno di ciascuna cella viene approssimato con una funzione di base lineare.

$$N(x, z) = \frac{(a + bx + cy + dz)}{2A}$$

$$\frac{\partial}{\partial x} \left(\sigma \frac{\partial \varphi}{\partial x} \right) + \frac{\partial}{\partial z} \left(\sigma \frac{\partial \varphi}{\partial y} \right) - \frac{\partial}{\partial z} \left(\sigma \frac{\partial \varphi}{\partial z} \right) = -I \delta(x) \delta(z)$$

$$\frac{\partial \varphi}{\partial n} + \nu \cdot \varphi = 0$$

dove – valore del potenziale, ϕI - valore della corrente, σ – conducibilità elettrica del mezzo, δ - funzione delta di Dirac.

Per la soluzione del problema inverso (inversione) si utilizza il metodo dei minimi quadrati con regolarizzazione. La regolarizzazione aumenta la stabilità della soluzione e consente di ottenere una distribuzione più uniforme della resistività o della caricabilità nel mezzo [Constable, 1987].

$$(A^T W^T W A + \mu C^T R C) \Delta m = A^T W^T \Delta f - \mu C^T R C m$$

dove A – matrice delle derivate parziali dei valori misurati rispetto ai parametri della sezione (jacobiano), C – operatore di smoothing, W – matrice degli errori relativi di misura, m – vettore dei parametri della sezione, μ - parametro di regolarizzazione, Δf – vettore degli errori di fit (misfit) tra i valori osservati e quelli calcolati, R – operatore di focalizzazione.

Nello sviluppo del problema inverso, è stata prestata particolare attenzione all'inclusione delle informazioni a priori (pesi delle singole misure, intervalli di variazione dei parametri).

Avvio del programma

In questa sezione vengono descritti l'aspetto generale del programma, le funzioni del menu principale, i pulsanti della barra degli strumenti e i tasti di scelta rapida.

Per visualizzare un suggerimento relativo a un'opzione di menu durante l'uso del programma, si fa clic con il pulsante destro del mouse sull'opzione.

Barra degli strumenti

La barra degli strumenti o barra di accesso rapido consente di richiamare rapidamente le funzioni del programma utilizzate più di frequente. Contiene i seguenti pulsanti funzionali (da sinistra a destra):

	Apre la finestra di dialogo per selezionare un file di dati o un progetto. In base al filtro selezionato, il programma carica un file in un formato supportato; per alcuni formati è possibile selezionare più file.
	Apre la finestra di dialogo di salvataggio. In base al filtro selezionato, consente di salvare il progetto o i dati; quando si salvano i dati, viene creato un file di testo con estensione .z3d. Nell'intestazione del file sono indicati il profilo, le coordinate degli elettrodi in X, Y e Z, il peso e la resistività o la resistività con segno; se sono disponibili dati IP, vengono aggiunti il peso IP e eta_a, mentre per i dati di monitoraggio vengono aggiunti i campi dei canali e i relativi tipi.
	Apre la finestra Program setup per configurare i parametri del programma. Se, dopo aver confermato le impostazioni, è necessario ricostruire la mesh, il

	programma la ricostruisce; se la mesh viene modificata nella modalità resistività, viene visualizzato un avviso che ricorda di ricalcolare il problema diretto prima di modellare i dati IP.
	Data editor — apre la finestra dell'editor dei dati, se nel progetto sono presenti dati osservati o teorici.
	Apre il sottomenu delle impostazioni del modello 3D.
 	Passa alla sezione orizzontale precedente/successiva del modello.
	Copia nel buffer la sezione 2D corrente del modello.
	Facendo clic con il pulsante sinistro del mouse, il modello presente nel buffer viene caricato nella sezione corrente del modello. Facendo clic con il pulsante destro del mouse, viene visualizzato il menu delle opzioni per il riempimento del modello: <i>Current</i> – inserisce nella sezione corrente il modello dal buffer per il parametro selezionato. <i>Current&+</i> – inserisce nella sezione corrente e in tutte quelle successive il modello dal buffer per il parametro selezionato. <i>Current&-</i> – inserisce nella sezione corrente e in tutte quelle precedenti il modello dal buffer per il parametro selezionato. <i>All params</i> – applica la modalità di inserimento selezionata a tutti i parametri della sezione selezionata (resistività e caricabilità).
	Avvia il calcolo del problema diretto per il modello caricato. Durante il calcolo, i pulsanti di calcolo e inversione sono temporaneamente disattivati; al termine, il programma carica i risultati ottenuti.
 	Avvia l'inversione; premendo nuovamente il pulsante, il processo in corso viene interrotto. L'inversione è disponibile se sono presenti dati osservati. Prima dell'inversione IP è necessario modellare la resistività.
	Passa alla modalità di interpretazione della resistività e carica le impostazioni di questa modalità. Il passaggio è disponibile se è caricata una mesh del modello.
	Passa alla modalità di interpretazione della caricabilità (IP) e carica le impostazioni di questa modalità. Prima di passare, è necessario modellare la resistività; il passaggio è disponibile se è caricata una mesh del modello.
	Seleziona il profilo attivo. Dopo la selezione, vengono aggiornati la visualizzazione dei dati e la posizione del profilo nella visualizzazione 3D; l'elenco è disponibile se nel progetto sono presenti profili.

	Seleziona il livello attivo di pseudoprofondità, corrispondente al fattore del dispositivo dei dati; dopo la selezione, viene ricostruita la visualizzazione dei dati. Facendo clic con il pulsante destro del mouse, si imposta la larghezza della finestra dei livelli adiacenti, da 0 a 5.
	Seleziona il canale attivo dei dati di monitoraggio o IP. Quando si cambia canale, il programma salva le impostazioni del canale corrente, carica quelle del canale selezionato e aggiorna la visualizzazione dei dati.

Sottomenu per l'uso del modello 3D

Per richiamare questo sottomenu si utilizza il pulsante  sulla barra degli strumenti della finestra principale del programma. Il sottomenu contiene le seguenti voci:

3D view settings	Aprire la finestra di dialogo per configurare i parametri del modello 3D.
Print preview	Finestra di dialogo per la configurazione della stampa del modello 3D.
Plane cut	Selezionare l'orientamento della sezione del modello (XZ, YZ, XY).
Model	Impostare i parametri del modello iniziale <i>Halfspace value</i> – impostare un nuovo valore del parametro per il mezzo ospite. <i>Clear model</i> – cancellare il modello corrente. <i>Clear limits</i> – eliminare i limiti di variazione dei parametri impostati. <i>MinMax auto</i> – determinare automaticamente i limiti di variazione dei parametri. <i>Smooth/raster model</i> – eseguire lo smoothing/la rasterizzazione del modello. Utilizzando la procedura <i>rasterization</i>, il raggruppamento delle celle con parametri simili avviene in funzione del parametro di contrasto (<i>Degree</i>). In modalità Smoothing, i parametri delle celle del modello vengono mediati in funzione del fattore di smoothing (<i>Degree</i>).
Axes settings	Aprire la finestra di dialogo per configurare i parametri dell'asse (X,Y,Z) del modello 3D.
Show	Selezionare gli oggetti da visualizzare (per selezionarli, spuntare

	le caselle accanto agli oggetti desiderati): <i>Cutting plane</i> – mostrare la posizione della sezione orizzontale sul modello 3D; <i>Survey points</i> – mostrare le posizioni degli elettrodi; <i>Boreholes</i> – mostrare i dati dei log di pozzo (carotaggi) e della litologia; <i>Background</i> – mostrare l’immagine di sfondo 3D .
Synchronous cut	Modificare la posizione della sezione orizzontale sul modello 3D in sincronia con le modifiche apportate alla vista 2D mediante i pulsanti .
X:Y:Z 1:1:1	Impostare la stessa scala per tutti e tre gli assi.

Descrizione delle funzioni del menu principale

Di seguito sono elencate le voci del menu principale e le relative funzioni:

File	
File / Create survey	Aprire la finestra di dialogo per creare uno schema di acquisizione sintetico per un sistema mult profilo. In questo caso, i singoli profili non saranno collegati tra loro (Pseudo 3D). È possibile selezionare i parametri del cavo e una delle configurazioni tradizionali. Lo schema di acquisizione creato può essere esportato in un file di testo contenente la sequenza di misura.
File / Change array	Aprire la finestra di dialogo per configurare lo schema di acquisizione e modificare il tipo di configurazione nel progetto caricato. Dopo la conferma, il programma applica le modifiche al progetto; questa operazione non consente di modificare la geometria del cavo.
File / 3D sequencer	Aprire la finestra di dialogo per creare uno schema di acquisizione areale. Dopo averla chiusa, il programma ricalcola la spaziatura massima dello schema.
File / Open file	Aprire la finestra di dialogo per selezionare un file e caricare dati o un progetto. Per i tipi di dati che lo prevedono è possibile selezionare più file.
File / Import text/excel	Importare dati da un file di testo arbitrario (a più colonne) o da

	una tabella Excel. L'utente deve specificare i nomi delle colonne nella prima riga della tabella.
File / Mesh for MN only	La mesh verrà costruita utilizzando solo le posizioni degli elettrodi di potenziale. Attivare questa opzione prima di caricare il file.
File / Show data filter	Se l'opzione è attivata, durante il caricamento delle misure viene visualizzato il filtro dei dati.
File / Save file	Avviare il salvataggio dei dati o del progetto; l'operazione viene assegnata al pulsante di salvataggio sulla barra di accesso rapido.
File / Edit file	Aprire in Notepad il file di dati utilizzato dal programma, se esistente.
File / Print preview	Aprire l'anteprima di stampa della finestra principale. Se la mesh del modello non è caricata, il comando termina senza aprire l'anteprima di stampa.
File / Recent	Aprire l'elenco dei file utilizzati di recente.
File / Exit	Chiudere il programma.
Options	
Options / Quality control module	Passare alla finestra per il controllo della qualità e la modifica dei dati originali del profilo corrente. Il modulo di controllo della qualità può essere utilizzato per ispezionare ed elaborare i dati. Il modulo include una serie di opzioni per l'analisi automatica e semiautomatica degli errori nei dati. Prima di chiudere la finestra, non dimenticare di premere il pulsante app&exit o del&exit.
Options / Project information	Aprire le informazioni sul progetto caricato. I valori modificati vengono salvati nei parametri del progetto alla chiusura della finestra.
Options / Mesh constructor	Aprire il costruttore della maglia per il modello. Include opzioni per la creazione automatica della mesh e per la sua configurazione dettagliata da parte degli utenti esperti. La scelta corretta dei parametri della mesh è uno dei compiti principali dell'interprete.
Options / Program setup	Aprire le impostazioni del programma tramite la finestra di dialogo richiamata dal pulsante delle impostazioni sulla barra degli strumenti.
Options / Set survey lines	Aprire la finestra di dialogo per definire le linee dei profili. Questa opzione non influisce sul risultato dell'interpretazione, ma

	è molto utile per la visualizzazione dei dati. Quando lo schema di acquisizione è costituito da un insieme di profili non collegati tra loro, i profili vengono creati automaticamente. Se i profili non sono definiti, i dati vengono visualizzati come nuvola di punti nella sezione in alto a destra della finestra (unstructured).
Options / Inversion	Aprire il sottomenu dei parametri di inversione.
Options / Inversion / Whole model inv	Utilizzare questa opzione se non si è certi di aver scelto correttamente la profondità massima di indagine o se il risultato dell'inversione presenta distorsioni ai bordi del modello. In genere, ciò è dovuto all'influenza di oggetti esterni al profilo di indagine. Se l'opzione è attivata, il programma inverte anche le celle al di fuori dell'area visibile (mesh esterna); in caso contrario, ai bordi della sezione viene utilizzato un modello 1D.
Options / Inversion / Set apriori boundaries	Aprire l'editor per definire i limiti a priori sulla mesh del modello. Se la finestra viene chiusa senza conferma, i limiti creati con questo editor vengono eliminati.
Options / Inversion / Show progress	Se l'opzione è attivata, viene visualizzata la finestra di avanzamento dell'inversione. Se l'opzione è disattivata, viene chiusa la finestra di visualizzazione dell'RMS.
Options / Inversion / Optimization	Aprire il sottomenu di ottimizzazione.
Options / Inversion / Optimization / Line search	Ricerca del parametro di smorzamento ottimale a ogni iterazione (rallenta il processo di inversione di circa 3-7 volte). Nella maggior parte dei casi, questa opzione consente di raggiungere l'errore di fit minimo in poche iterazioni, ma aumenta il tempo di esecuzione di ogni iterazione e può far convergere la soluzione verso un minimo locale. Se l'opzione è disattivata, il comportamento del parametro di smorzamento è controllato da due parametri: smoothing factor (valore iniziale) e factor (coefficiente di riduzione).
Options / Inversion / Optimization / Dec factor	Se l'opzione line search è disattivata, Factor controlla il comportamento del parametro di smorzamento durante l'inversione. Alla prima iterazione viene utilizzato il valore di Smoothing factor; a ogni iterazione successiva, tale valore viene diviso per il coefficiente specificato dall'utente. Smoothing factor può essere selezionato automaticamente attivando la casella di

	controllo accanto al campo di inserimento Smoothing factor (nella scheda Inversion di Program setup).
Options / Inversion / Optimization / Length-step	Attivare o disattivare l'ottimizzazione Length-step, che contribuisce a rendere più graduale la convergenza.
Options / Inversion / Optimization / All in one group	Attivare o disattivare la casella di controllo All in one group e svuotare l'elenco dei gruppi corrente.
Options / Inversion / Optimization / Lim based inv	Se si impostano limiti generali ristretti per le variazioni dei parametri o limiti individuali per alcune celle, l'inversione tenterà continuamente di portare i parametri oltre i limiti specificati. Ciò può rallentare notevolmente la convergenza. In questo caso, si consiglia di attivare questa modalità di inversione, che riduce da un lato il contributo delle celle che superano i limiti e dall'altro utilizza norme dei parametri specifiche per ostacolare il superamento dei limiti.
Options / Inversion / Optimization / Layered term	Aprire le impostazioni di smoothing con il termine stratificato. Applicare la casella di controllo e i parametri specificati, compresi il coefficiente e il numero di strati superiori.
Options / Inversion / Resolution	Insieme di parametri per aumentare la risoluzione dell'inversione. Questa opzione consente di aumentare il contributo delle celle a bassa sensibilità e ridurre quello delle celle ad alta sensibilità (in prossimità degli elettrodi). In questo modo aumenta la risoluzione, ossia la possibilità di individuare oggetti più piccoli in profondità. Utilizzare queste opzioni con cautela.
Options / Inversion / Resolution / none	Impostare la modalità senza ulteriore ridimensionamento della risoluzione.
Options / Inversion / Resolution / x 1	Impostare il fattore di scala della risoluzione x 1 .
Options / Inversion / Resolution / x 2	Impostare il fattore di scala della risoluzione x 2 .
Options / Inversion / Resolution / x 4	Impostare il fattore di scala della risoluzione x 4 .
Options / Inversion / Resolution / LinLog factor	Impostare il coefficiente di normalizzazione pseudologaritmica LinLog. La finestra di dialogo propone il valore -1 oppure valori compresi tra 0,001 e 100; questa opzione riguarda l'elaborazione delle resistività, comprese quelle negative.

Options / Inversion / Smoothness	Questo insieme di opzioni controlla la levigatezza e l'operatore di smoothing. Può influire notevolmente sul risultato dell'inversione. Le opzioni si riferiscono al secondo termine della funzione obiettivo $C^C \cdot (m - m_0)$.
Options / Inversion / Smoothness / Median	m_0 (modello di riferimento) è la mediana del modello all'iterazione corrente. L'obiettivo principale dell'inversione è ridurre l'errore di fit mantenendo il modello il più possibile regolare. La regolarità è controllata dal parametro Smoothing factor. Questa modalità è disponibile per le inversioni Occam e Focused. È l'opzione migliore quando si utilizza l'inversione Focused.
Options / Inversion / Smoothness / Start model	m_0 (modello di riferimento). È un «modello di riferimento» definito dall'utente oppure ottenuto come risultato di un'inversione. L'obiettivo principale è ridurre l'errore di fit mantenendo la massima somiglianza con il «modello di riferimento». Il grado di somiglianza è controllato dal parametro Smoothing factor. Questa modalità è disponibile per le inversioni Occam e Focused.
Options / Inversion / Smoothness / Previous	m_0 (modello di riferimento) è il modello dell'iterazione precedente. L'obiettivo principale è ottenere l'errore di fit minimo mantenendo la massima somiglianza con il modello ottenuto all'iterazione precedente. La velocità di convergenza è controllata dal parametro Smoothing factor. Nell'inversione Focused, talvolta il risultato desiderato (un modello a tratti costante) potrebbe non essere raggiunto.
Options / Inversion / Smoothness / Norm	Aprire il sottomenu per selezionare la norma di smoothing: L0 , L1 o L2 .
Options / Inversion / Smoothness / Norm / L0	Selezionare la norma L0 per lo smoothing.
Options / Inversion / Smoothness / Norm / L1	Selezionare la norma L1 per lo smoothing.
Options / Inversion / Smoothness / Norm / L2	Selezionare la norma L2 per lo smoothing.
Options / Inversion / Smoothness / Diagonal filter	Smoothing diagonale durante l'inversione. Utilizzare questa opzione se la sezione contiene strutture inclinate.
Options / Inversion /	Attivare o disattivare la modalità Robust .

Smoothness / Robust	
Options / Inversion / Smoothness / Stabilizer	Impostare il valore dello stabilizzatore nella finestra di dialogo. L'intervallo consentito è 0,01–1.
Options / Inversion / Cross-gradient	Aprire il sottomenu per l'inversione congiunta cross-gradient e visualizzare lo stato della casella di controllo IP data .
Options / Inversion / Cross-gradient / Pushing factor	Parametro principale dell'inversione congiunta, che controlla il grado di somiglianza delle immagini (cross-gradient) dei modelli relativi ai due metodi. In genere si seleziona per tentativi nell'intervallo 0-1000. Con valore zero, i modelli vengono determinati in modo completamente indipendente. Valori elevati del parametro possono causare un errore di fit per uno o entrambi i metodi.
Options / Inversion / Cross-gradient / Off layers num	Molto spesso la parte superiore della sezione è fortemente eterogenea e presenta caratteristiche diverse per i vari parametri geofisici. In questi casi, si consiglia di escludere alcuni strati dall'operatore cross-gradient. La parte superiore potrà così variare liberamente.
Options / Inversion / Cross-gradient / CC criteria	Utilizzare il criterio di correlazione complessiva tra i due modelli per l'inversione congiunta. Se si seleziona questo algoritmo, i valori di pushing factor devono essere compresi nell'intervallo 0-2.
Options / Inversion / Cross-gradient / IP data	Selezionare i dati IP per l'inversione congiunta. Si noti che l'inversione congiunta richiede il doppio della memoria RAM.
Options / Inversion / Cross-gradient / Reduced IP	Attivare o disattivare la casella di controllo Reduced IP .
Options / Inversion / Underwater options	Aprire il sottomenu delle impostazioni per i rilievi subacquei e aggiornare le etichette dei parametri di resistività, del numero di sottostrati e del livello dell'acqua, nonché lo stato della casella di controllo Invert .
Options / Inversion / Underwater options / Resistivity	Impostare la resistività elettrica dell'acqua tramite la finestra di dialogo di inserimento.
Options / Inversion / Underwater options / Invert	Se l'opzione è attivata, la resistività dell'acqua viene invertita insieme agli altri parametri del modello.
Options / Inversion / Underwater options /	Impostare il numero di sottostrati verticali dello strato d'acqua. Intervallo: 3–10. Dopo la modifica, contrassegnare la mesh come

Sublayers number	modificata.
Options / Inversion / Underwater options / Water level	Impostare il livello dell'acqua. Dopo la modifica, aggiornare la mesh e ricalcolare i dati, quindi ridisegnare le curve osservate e la pseudosezione.
Options / Data	Aprire il sottomenu di visualizzazione dei dati e aggiornare i segni di spunta delle modalità selezionate. La disponibilità delle singole voci dipende dalla modalità Resistance o IP e dalla presenza di dati osservati.
Options / Data / Pseudosection	Passare alla visualizzazione dei dati in pseudosezione e aggiornare le curve osservate. Se è già selezionata la pseudosezione, non modificare nulla.
Options / Data / Graphics plot	Passare alla visualizzazione dei dati in grafici e aggiornare le curve osservate. Se i grafici sono già selezionati, non modificare nulla.
Options / Data / Contour map	Passare alla visualizzazione dei dati in una mappa a isolinee e ridisegnarli. Se è selezionata la visualizzazione puntuale, ripristinare la visualizzazione standard delle isolinee.
Options / Data / Point map	Passare alla visualizzazione puntuale dei dati e ridisegnarli. Se la modalità puntuale è già selezionata, non modificare nulla.
Options / Data / 3D pseudosection	Visualizzare i dati come pseudosezione 3D al posto della mappa a isolinee. Il colore dei punti corrisponde al valore del parametro visualizzato.
Options / Data / Observed data	Visualizzare i dati osservati. La voce non è disponibile se non sono presenti dati osservati; selezionandola, si aggiorna la visualizzazione dei dati.
Options / Data / Calculated data	Visualizzare i dati calcolati e aggiornare la visualizzazione dei dati e i grafici.
Options / Data / Data misfit	Visualizzare l'errore di fit dei dati e aggiornare la visualizzazione dei dati e i grafici. La voce non è disponibile se non sono presenti dati osservati.
Options / Data / Apparent resistivity	Visualizzare la resistività apparente al posto del segnale di resistività; aggiornare i grafici e la visualizzazione dei dati.
Options / Data / Resistance	Visualizzare la resistività al posto della resistività apparente; aggiornare i grafici e la visualizzazione dei dati.
Options / Data / Point position	Imposta il punto di rappresentazione per: 3 electrodes - per una configurazione a 3 elettrodi $((M+N)/2 -$

	punto medio di MN, $(A+M)/2$ – punto medio di AM); 4 electrodes - per una configurazione a 4 elettrodi (Auto – automaticamente, MN/2: punto medio di MN, AB-O-MN: punto medio tra AB e MN).
Options / Data / Point position / 3 electrodes	Sottomenu per selezionare il punto di rappresentazione per una configurazione a tre elettrodi.
Options / Data / Point position / 3 electrodes / $(M+N)/2$	Per una configurazione a tre elettrodi, usare il punto medio della linea di potenziale MN come coordinata orizzontale del punto di rappresentazione. Ricalcolare la posizione dei dati e aggiornare la visualizzazione.
Options / Data / Point position / 3 electrodes / $(A+M)/2$	Per una configurazione a tre elettrodi, usare il punto medio di AM come coordinata orizzontale del punto di rappresentazione. Ricalcolare la posizione dei dati e aggiornare la visualizzazione.
Options / Data / Point position / 4 electrodes	Sottomenu per selezionare il punto di rappresentazione per una configurazione a quattro elettrodi.
Options / Data / Point position / 4 electrodes / Auto	Per una configurazione a quattro elettrodi, selezionare automaticamente la posizione del punto di rappresentazione. Ricalcolare la posizione dei dati e aggiornare la visualizzazione.
Options / Data / Point position / 4 electrodes / MN/2	Per una configurazione a quattro elettrodi, usare il punto medio di MN come coordinata orizzontale del punto di rappresentazione. Ricalcolare la posizione dei dati e aggiornare la visualizzazione.
Options / Data / Point position / 4 electrodes / AB-O-MN	Per una configurazione a quattro elettrodi, usare il punto medio tra la linea di corrente AB e la linea di potenziale MN come coordinata orizzontale del punto di rappresentazione. Ricalcolare la posizione dei dati e aggiornare la visualizzazione.
Options / Data / ABMN normed	Visualizzare i valori dei segnali normalizzati rispetto alla lunghezza delle linee di potenziale e di corrente. Questa opzione è applicabile quando è attiva la modalità Resistance. È utile se la lunghezza della linea di potenziale varia considerevolmente.
Options / Data / Type graphics	Selezionare il metodo di visualizzazione dei grafici: Iso-AB – ogni grafico corrisponde a una posizione specifica della linea di corrente; Iso-MN – ogni grafico corrisponde a una posizione specifica della linea di potenziale; Iso-psz – ogni grafico corrisponde a una specifica spaziatura (coefficiente di configurazione).

Options / Data / Type graphics / Iso-AB	Raggruppare i grafici in base alla posizione della linea di corrente. Ridisegnare le curve osservate.
Options / Data / Type graphics / Iso-MN	Raggruppare i grafici in base alla posizione della linea di potenziale. Ridisegnare le curve osservate.
Options / Data / Type graphics / Iso-psz	Raggruppare i grafici in base al fattore geometrico della configurazione (G). Ridisegnare le curve osservate.
Options / Data / Error gates	Se l'opzione è attiva, visualizzare gli intervalli di confidenza (errori di misura) nei grafici. Aggiornare la visualizzazione delle curve.
Options / Data / IP units	Selezionare le unità di misura dell'IP: percentuale o mV/V (differiscono di un fattore 10). L'opzione è disponibile solo in modalità IP.
Options / Data / IP units / Percent	Visualizzare i valori di IP in percentuale. Aggiornare le unità di misura del modello, le curve e la visualizzazione dei dati.
Options / Data / IP units / mV/V	Selezionare le unità di misura dell'IP mV/V. Dopo la selezione, si aggiornano la visualizzazione del modello e i grafici dei dati osservati; se mV/V è già impostato, la nuova selezione non ha effetto.
Options / Data / IP units / Misfit in percents	Attivare o disattivare la visualizzazione dell'errore di fit in percentuale. Quando si cambia questa impostazione, il valore dell'errore di fit viene ricalcolato e aggiornato nella barra di stato.
Options / Model	Sottomenu Model : selezionare la visualizzazione del modello a blocchi o smussata, la modalità 2D, l'orientamento della sezione e il ridimensionamento automatico; aprire l'istogramma, configurare la scala cromatica o definire un modello 1D. Qui sono disponibili anche la visualizzazione di parametri aggiuntivi — MF factor, parametri Cole-Cole e riepilogo del monitoraggio; la disponibilità di alcune voci dipende dai dati caricati e dall'inversione eseguita.
Options / Model / Block- section	Visualizzare il modello a blocchi. Il passaggio a questa modalità disattiva la visualizzazione smussata e ridisegna la sezione.
Options / Model / Smooth section	Visualizzare il modello come immagine interpolata uniforme o come isolinee. Per visualizzare il modello con una tavolozza interpolata uniforme, attivare la funzione «Continuous» nella scheda Colors. La scheda Colors si trova nella finestra di dialogo Model setup.

Options / Model / 2D mode	Si utilizza quando sono disponibili dati relativi a un solo profilo o si modella una sezione 2D. In tal caso, le celle nella direzione Y vengono unite.
Options / Model / Plane	Sottomenu Plane : selezionare l'orientamento della sezione del modello — XZ, YZ o XY — e attivare o disattivare il ridimensionamento automatico.
Options / Model / Plane / XZ	Passare all'orientamento XZ della sezione e aggiornare i dati visualizzati.
Options / Model / Plane / YZ	Passare all'orientamento YZ della sezione e aggiornare i dati visualizzati.
Options / Model / Plane / XY	Passare all'orientamento XY della sezione e aggiornare i dati visualizzati.
Options / Model / Plane / Autosize	Se l'opzione è attiva, la scala della sezione viene regolata automaticamente sugli assi. Quando si cambia questa impostazione, la sezione corrente viene aggiornata.
Options / Model / Model histogram	Visualizzare il grafico della distribuzione dei dati e dei parametri delle celle del modello. La finestra di dialogo consente di impostare i valori minimo e massimo della scala cromatica del parametro.
Options / Model / Colorscale auto	Attivare o disattivare la scala cromatica automatica.
Options / Model / Copy colorscale	Copiare la tavolozza cromatica del modello nelle tavolozze delle pseudosezioni, aggiornarne i colori e ridisegnare la visualizzazione 3D. Se per il modello è attiva la visualizzazione smussata, la modalità corrispondente viene applicata anche quando si aggiornano le pseudosezioni.
Options / Model / Set 1D model	Aprire il costruttore di modelli 1D utilizzando la mesh corrente del modello e i relativi nodi di profondità. Dopo la conferma, i valori del parametro specificati vengono assegnati a tutte le celle alla profondità corrispondente e vengono applicati anche i limiti delle celle impostati nel costruttore; quindi si aggiornano la sezione e la visualizzazione del modello. Gli intervalli iniziali del parametro e il tipo di scala nel costruttore sono diversi per la resistività e l'IP.
Options / Model / MF factor display	Se è stata eseguita l'inversione della resistività e dell'IP, è possibile visualizzare il fattore metallico nell'editor del modello e

	nella sezione 3D.
Options / Model / Timelapse summary	Attivare o disattivare la visualizzazione della variazione complessiva percentuale per il monitoraggio. La voce è disponibile se sono presenti i dati di monitoraggio corrispondenti.
Options / Model / Cole-cole model	La funzione consente di visualizzare uno dei parametri Cole-Cole nell'editor del modello e nella sezione 3D. L'opzione è disponibile dopo la procedura Cole-Cole inversion, se nel progetto sono presenti dati IP nel dominio del tempo o della frequenza.
Options / Model / Cole-cole model / Chargeability	Attivare o disattivare la visualizzazione del parametro Cole-Cole Chargeability nell'editor del modello e nella sezione 3D.
Options / Model / Cole-cole model / Time constant	Attivare o disattivare la visualizzazione del parametro Cole-Cole Time constant nell'editor del modello e nella sezione 3D.
Options / Model / Cole-cole model / C exponent	Attivare o disattivare la visualizzazione del parametro Cole-Cole C exponent nell'editor del modello e nella sezione 3D.
Options / Cutting	Sottomenu Cutting : impostare gli angoli di taglio lungo X e Y, selezionare il contorno del rilievo o un poligono personalizzato, configurare la visualizzazione dell'area ritagliata e il raggruppamento delle celle tagliate per l'inversione.
Options / Cutting / Cut angle X	Impostare l'angolo di taglio del modello lungo l'asse X. In genere, la forma della sezione risultante dovrebbe essere simile a quella della pseudosezione 3D; l'angolo di taglio dipende dal tipo di configurazione elettrodica. Si determina sperimentalmente ed è applicabile all'editor del modello e ad alcune modalità di visualizzazione 3D.
Options / Cutting / Cut angle Y	Impostare l'angolo di taglio del modello lungo l'asse Y. In genere, la forma della sezione risultante dovrebbe essere simile a quella della pseudosezione 3D; l'angolo di taglio dipende dal tipo di configurazione elettrodica. Si determina sperimentalmente ed è applicabile all'editor del modello e ad alcune modalità di visualizzazione 3D.
Options / Cutting / Survey contour	Utilizzare il contorno del rilievo per tagliare il modello. Il poligono personalizzato viene disattivato, quindi il contorno e il modello vengono ricalcolati.
Options / Cutting / User polygon	Attivare o disattivare il taglio tramite poligono personalizzato. Quando si attiva l'opzione, si apre la finestra di modifica del

	poligono; dopo la conferma, il poligono viene applicato al modello. Se Blanking cut è disattivato, viene attivato alla conferma.
Options / Cutting / Groups cutted off cells	Se l'opzione è attivata, raggruppa le celle tagliate in strati 1D per l'inversione.
Options / Cutting / Blanking cut	Tagliare il modello in base agli angoli specificati. L'opzione si applica a tutti i tipi di visualizzazione 3D, tranne «Pie-cut».
Options / Import/Export	Sottomenu Import/Export : caricare o rimuovere un'immagine di sfondo per una sezione 2D o un modello 3D, importare ed esportare modelli, salvare immagini e trasferire dati ad altri programmi.
Options / Import/Export / Background 2D	Sottomenu Background 2D : caricare un'immagine di sfondo per la sezione 2D corrente oppure rimuovere l'immagine di sfondo di questa sezione.
Options / Import/Export / Background 2D / Load background	Caricare un file grafico da usare come immagine di sfondo per la sezione 2D corrente. Verrà richiesto di inserire le coordinate degli angoli dell'immagine.
Options / Import/Export / Background 2D / Remove current	Rimuovere l'immagine di sfondo della sezione 2D corrente e aggiornarne la visualizzazione.
Options / Import/Export / Background 3D	Sottomenu Background 3D : caricare un'immagine di sfondo o una mappa satellitare per il modello 3D oppure rimuovere l'immagine di sfondo corrente.
Options / Import/Export / Background 3D / Load background	Caricare un file grafico da usare come immagine di sfondo per il modello 3D. Il file grafico verrà visualizzato nel modello 3D. Durante il caricamento, è necessario specificare le coordinate dei vertici dell'immagine di sfondo nelle tre dimensioni (per impostazione predefinita, vengono utilizzate le posizioni dei vertici della sezione corrente del modello). Se necessario, è possibile selezionare un colore dell'immagine di sfondo da rendere trasparente.
Options / Import/Export / Background 3D / Load satellite map	Caricare una mappa satellitare per il modello 3D tramite lo strumento per l'utilizzo delle mappe Bing.

Options / Import/Export / Background 3D / Remove background	Rimuovere l'immagine di sfondo corrente del modello 3D e ridisegnare la visualizzazione 3D.
Options / Import/Export / Build-in mod3d	Incorporare nel modello 3D corrente un modello da un file MOD3D o da un file di testo XYZV (quattro colonne: X, Y, Z e valore del parametro). I valori delle celle della mesh corrente vengono calcolati a partire dai 12 punti più vicini del file, con il metodo delle distanze inverse (per ulteriori informazioni, vedere la sezione «Salvataggio e utilizzo dei dati del modello»).
Options / Import/Export / Export mod3d	Salvare il modello 3D corrente in un file di testo con estensione MOD3D. Il file contiene informazioni sul programma e sulle unità (m), la topografia, le dimensioni e le coordinate della mesh, i nodi di profondità, l'elenco dei parametri e i valori del modello. Formato del file: il file MOD3D di testo contiene record denominati software, units, topoc, xyt_grid, coordinate dei nodi della mesh in pianta, z_grid, paramnumb e, per ciascun parametro, paramname, islog e paramvalues con i dati delle celle. Le unità di coordinate sono indicate come m; la struttura completa degli array numerici è definita dal formato MOD3D.
Options / Import/Export / Build-in mod2d's	Importare un insieme di modelli 2D da file in formato MOD2D (tenendo conto delle relative coordinate in pianta) e incorporarli nel modello 3D corrente. Questa opzione può essere utilizzata per importare i risultati dell'inversione 2D in un modello 3D.
Options / Import/Export / Export mod2d	Esportare la sezione 2D corrente del modello in un file in formato MOD2D. Dopo il salvataggio, il modello può essere aperto in ZondRes2D oppure caricato in un'altra sezione del modello 3D. Formato del file: il file MOD2D di testo contiene informazioni sul programma, sulle unità (m), sulle coordinate degli estremi della sezione in pianta, sul flag topoc, sulle coordinate lungo X, sui nodi di profondità z_grid, sulla griglia topografica topo_grid e sul relativo offset topo_shift; seguono le informazioni sui parametri e i valori del modello. L'ordine esatto di tutti i dati numerici è definito dal formato MOD2D.
Options / Import/Export / Export line to z2d	Esportare i dati calcolati per il profilo corrente nel formato del programma di inversione 2D ZondRes2D. Formato del file: la prima riga contiene le intestazioni c1 c2 p1 p2, poi sres in

	modalità signed oppure res negli altri casi, weight e, se sono presenti dati IP, eta_a. Seguono le righe di misura per il profilo attivo: posizioni degli elettrodi A, B, M, N lungo il profilo (per un elettrodo assente si scrive *), valore della resistività e peso; se sono presenti dati IP, viene scritto anche eta_a. Per la resistività in modalità signed viene mantenuto il segno; altrimenti viene salvato il valore assoluto.
Options / Import/Export / Plot MOD2D model	Aprire un file di modello con estensione MOD2D o LAY e caricarlo nello strumento di visualizzazione dei modelli 2D.
Options / Import/Export / Create video	Aprire la finestra di gestione della creazione video e avviare l'aggiornamento dei fotogrammi video finché la finestra non termina l'operazione.
Options / Import/Export / Save rotations	Salvare una sequenza di 11 immagini BMP del modello 3D, ruotandolo di 18° tra un fotogramma e il successivo. Le immagini vengono salvate nella cartella selezionata, con numeri progressivi nel nome.
Options / Import/Export / Save slides	Salvare immagini BMP del modello 3D per le posizioni successive del piano di sezione corrente. Il piano attraversa temporaneamente le posizioni disponibili, quindi ritorna alla posizione iniziale.
Options / Import/Export / Save 3D image	Salvare l'immagine 3D corrente in formato BMP. Prima del salvataggio è possibile impostare la larghezza e l'altezza, da 100 a 2000 pixel; la scala dell'immagine viene regolata temporaneamente in base alle dimensioni selezionate.
Options / Import/Export / Output settings	Aprire la finestra di dialogo per configurare la scala e la risoluzione delle immagini di output.
Options / Import/Export / Export to Paraview	Aprire la finestra di dialogo di salvataggio ed esportare il modello 3D corrente in un file VTK. Il file viene scritto in formato VTK 3.0 ASCII testuale come STRUCTURED_GRID: contiene le dimensioni della griglia, le coordinate dei nodi e un valore scalare in ogni punto: lg10(rho) per il modello di resistività o IP per il modello di polarizzazione indotta. Formato del file: file di testo VTK 3.0 ASCII: intestazione, riga DATASET STRUCTURED_GRID, dimensioni DIMENSIONS, elenco delle coordinate dei punti POINTS (tre coordinate per riga), quindi POINT_DATA, dichiarazione del campo scalare SCALARS e

	LOOKUP_TABLE. Viene quindi scritto un valore del campo per ogni punto; il nome del campo è lg10(rho) o IP.
Options / Import/Export / Draw to surfer	Aprire la finestra di dialogo per impostare le profondità e i parametri di creazione delle mappe in Surfer. Dopo la conferma, generare le mappe alle profondità selezionate; il tipo di mappe di output dipende dai parametri selezionati nella finestra di dialogo. Per la creazione delle mappe viene utilizzato Surfer; se non viene trovato, il programma chiede di specificare il percorso di Scripter.exe.
Options / Import/Export / Draw to voxler	Creare un modello 3D in Voxler. Prima della creazione, è necessario specificare il percorso di Scripter.exe (questa operazione va eseguita una sola volta).
Options / Boreholes	Sottomenu per creare e modificare i dati di pozzo, caricare ed eliminare i log di pozzo e le colonne litologiche, impostare la larghezza delle colonne e modificarne la posizione.
Options / Boreholes / Create/Edit borehole data	Aprire l'editor dei dati di pozzo per creare o modificare i log di pozzo e le colonne litologiche. L'editor è disponibile nelle sezioni XZ e YZ; negli altri piani il programma propone di passare a XZ o YZ e non apre l'editor.
Options / Boreholes / Load borehole data	Aprire un file con dati di log di pozzo e colonne litologiche (crt), nonché file in formato mod1d (file di interpretazione 1D e pseudopozzi).
Options / Boreholes / Remove borehole data	Eliminare dal progetto i dati di pozzo, i log di pozzo e le colonne litologiche, quindi aggiornare la visualizzazione del modello 3D.
Options / Boreholes / Set column's width	Impostare la larghezza delle colonne litologiche visualizzate nella sezione.
Options / Boreholes / Edit positions	Aprire l'editor della posizione dei pozzi e delle relative colonne litologiche in pianta.
Options / Extra	Sottomenu con operazioni aggiuntive sui dati: elaborare le misure ripetute, eliminare le registrazioni in base all'errore di fit o all'instabilità, gestire le registrazioni eliminate e quelle rimosse dal progetto, modificare gli elettrodi eliminati, eseguire la correzione EM coupling e copiare i valori calcolati in quelli misurati. All'apertura del sottomenu, la disponibilità della voce Copy calc to measured cambia in base alla presenza di dati misurati.

Options / Extra / Process repeats	Se l'opzione è attivata, elaborare le registrazioni ripetute calcolandone la media. Vengono mediate tutte le ripetizioni presenti nel file.
Options / Extra / Remove data with big misfit	Eliminare i dati con un errore di fit superiore al livello specificato. L'inversione preliminare al filtraggio deve essere avviata con l'opzione robust reweighting scheme attivata. Selezionando questa opzione, viene visualizzata una finestra di dialogo con la distribuzione dell'errore di fit, in cui occorre impostare il valore di soglia.
Options / Extra / Remove unstable records	Eliminare le registrazioni instabili. Quando i coefficienti del dispositivo sono molto sensibili agli errori nella posizione degli elettrodi, questa opzione esclude tali misure dall'inversione. La distribuzione degli errori potenziali è mostrata come percentuale del valore teorico. Il valore di soglia si imposta nel campo di inserimento corrispondente o con il mouse.
Options / Extra / Remove masked records	Eliminare definitivamente dal progetto tutte le registrazioni rimosse con le opzioni precedenti. Dopo aver utilizzato questa opzione, la velocità del problema diretto e del problema inverso può aumentare.
Options / Extra / Set user weights	Aprire la finestra di dialogo per impostare pesi personalizzati per le registrazioni.
Options / Extra / Edit remote electrodes	Questa opzione consente di modificare le coordinate degli elettrodi "remote". Se tali elettrodi sono sufficientemente lontani dall'area di misura, è preferibile convertirli in elettrodi "infinite".
Options / Extra / Remote to infinite	Se per le misure è stato utilizzato un elettrodo "remote" di cui sono state specificate le coordinate, applicando questa opzione l'elettrodo verrà considerato "infinite".
Options / Extra / Make all finite	Azzerare l'indicazione di elettrodo infinito per tutti gli elettrodi, impostandoli come finiti, quindi aggiornare la visualizzazione dei dati misurati.
Options / Extra / EM coupling removal	Se le misure sono state eseguite in modalità ad alta frequenza (solitamente per sistemi senza contatto), questa opzione consente di riportare i dati alla frequenza zero.
Options / Extra / Copy calc to measured	Copiare i valori calcolati di resistività e IP nei campi dei valori misurati, inclusi i valori originali memorizzati. Aggiornare quindi l'indicatore della presenza di dati misurati e ridisegnare i grafici e

	la pianta dei dati.
Time lapse	
Time lapse / Channels	Aprire la tabella dei canali e modificarne i parametri. La tabella mostra il numero del canale, il tempo di ritardo o la frequenza (a seconda del tipo di dati), il nome del canale e la casella di controllo che ne determina la partecipazione all'inversione; le modifiche vengono salvate nella configurazione dei canali e aggiornano l'elenco dei canali nella finestra principale.
Time lapse / Channel plot	Aprire la finestra delle curve di monitoraggio per il punto di misura corrente: visualizzare le curve di decadimento temporale, le curve di frequenza o i dati IP. Se non è selezionato alcun punto, per la visualizzazione viene utilizzato il punto con indici 0, 0.
Time lapse / Time lapse inversion	Eseguire in sequenza l'inversione per il canale di monitoraggio corrente e per quelli successivi. Per ogni canale viene salvato un modello distinto; se l'opzione Next from previous è attivata, il risultato del canale precedente viene utilizzato come modello iniziale per il canale successivo. Per i canali successivi si applica il numero massimo di iterazioni impostato.
Time lapse / Cole-cole inversion	Avviare l'inversione Cole-Cole.
Time lapse / Next from previous	Se l'opzione è attivata, utilizzare il risultato dell'inversione del canale precedente come modello iniziale per il canale successivo.
Time lapse / Max iter numb for next	Impostare il numero massimo di iterazioni per ciascun canale successivo durante l'inversione sequenziale.
Time lapse / Clear all models	Sostituire i modelli di tutti i canali di monitoraggio con il modello di semispazio omogeneo per la modalità corrente: resistività o IP. Quindi caricare il modello del canale corrente e aggiornare la visualizzazione.
Buffer	
Buffer / Model 1	Salvare il modello corrente nella prima cella del buffer oppure caricare il modello da essa. Se la cella è già occupata, il programma chiede di scegliere se salvare il modello corrente o caricare quello dal buffer.
Buffer / Model 2	Salvare il modello corrente nella seconda cella del buffer oppure caricare il modello da essa. Se la cella è già occupata, il programma chiede di scegliere se salvare il modello corrente o

	caricare quello dal buffer.
Buffer / Model 3	Salvare il modello corrente nella terza cella del buffer oppure caricare il modello da essa. Se la cella è già occupata, il programma chiede di scegliere se salvare il modello corrente o caricare quello dal buffer.
Buffer / Model 4	Salvare il modello corrente nella quarta cella del buffer oppure caricare il modello da essa. Se la cella è già occupata, il programma chiede di scegliere se salvare il modello corrente o caricare quello dal buffer.
Buffer / Open	Aprire la finestra con i modelli del buffer per la sezione corrente.
Buffer / Only current	Carica nel buffer solo il modello di resistività elettrica o di caricabilità, a seconda della modalità di lavoro dell'utente.
Help	
Help / About	Mostrare la schermata iniziale del programma.
Help / Manual	Aprire il file di istruzioni ZondRes3D_eng.pdf . Il programma cerca il file prima nella cartella corrente, poi nella cartella del programma.
Help / Server	Sottomenu di selezione del server.
Help / Server / zond-geo.com	Selezionare il server zond-geo.com per le successive connessioni al server.
Help / Server / zond-geo.co	Selezionare il server zond-geo.co per le successive connessioni al server.
Help / Server / kaminae.narod.ru	Selezionare il server kaminae.narod.ru per le successive connessioni al server.
Help / Check for updates	Verificare la disponibilità di aggiornamenti sul server selezionato.
Help / Restart library	Riavviare le librerie DLL. Se il processo di calcolo si interrompe a ogni avvio dell'inversione, controllare le impostazioni dell'antivirus. L'antivirus potrebbe bloccare la libreria DLL.
Help / Map type	Sottomenu di selezione del tipo di mappa da visualizzare.
Help / Map type / Sat1	Selezionare il tipo di mappa Sat1 .
Help / Map type / Sat2	Selezionare il tipo di mappa Sat2 .
Help / Map type / Sat3	Selezionare il tipo di mappa Sat3 .
Help / Map type / Streets	Selezionare il tipo di mappa Streets .
Help / Map type / Topo	Selezionare il tipo di mappa Topo .
Help / Show news	Se l'opzione è attivata, vengono visualizzate le notizie. La scelta viene salvata nelle impostazioni degli aggiornamenti.

Help / Send message to us	Inviare un messaggio allo sviluppatore. I messaggi vengono trasmessi correttamente solo se scritti in caratteri latini. Si consiglia quindi di usare la traslitterazione.
---------------------------	---

Barra di stato

La barra di stato si trova nella parte inferiore della finestra di lavoro del programma ed è suddivisa in più sezioni, ciascuna contenente informazioni diverse:

- Coordinate del cursore e della cella attiva.
- Parametri della cella attiva.
- Modalità di lavoro dell'editor del modello.
- Indicatore di processo.
- Errore di fit relativo.
- Informazioni aggiuntive. Ad esempio, il numero di misure e di celle del modello oppure lo stato del processo durante l'inversione.

Tasti di scelta rapida

Tasti freccia / cursore nell'editor del modello	Modificare la cella attiva del modello.
Delete / cursore nell'editor del modello	Ripristinare per la cella il valore iniziale assegnato al semispazio.
Insert / cursore nell'editor del modello	Assegnare alla cella attiva il valore corrente.
X / cursore nell'editor del modello	Usare lo strumento che seleziona le celle con valori simili.
V / cursore nell'editor del modello	Rimuovere la selezione.
Ctrl+C / cursore nell'editor del modello	Tenendo premuti i tasti, spostare l'area selezionata con il mouse.
Freccia su/giù / cursore sulla scala dei colori	Modificare il valore corrente.

Creazione dello schema di acquisizione

Per eseguire un rilievo 3D, esistono 2 modalità per creare la rete. La prima prevede l'acquisizione lungo profili 2D paralleli (**sistema di misure 2D multiprofilo, Pseudo 3D**). Nella seconda modalità, gli elettrodi sono installati sull'intera area e le misure vengono effettuate tra combinazioni arbitrarie di elettrodi, lungo direzioni qualsiasi(**True 3D**).

Sistema di misure 2D multiprofilo

Per aprire la finestra di dialogo con le opzioni di selezione dei parametri dello schema di acquisizione, si può utilizzare la voce del menu principale: **File / Create survey**.

La scheda **Settings** consente di creare una configurazione di misure utilizzando qualsiasi dispositivo elettrodo tradizionale.

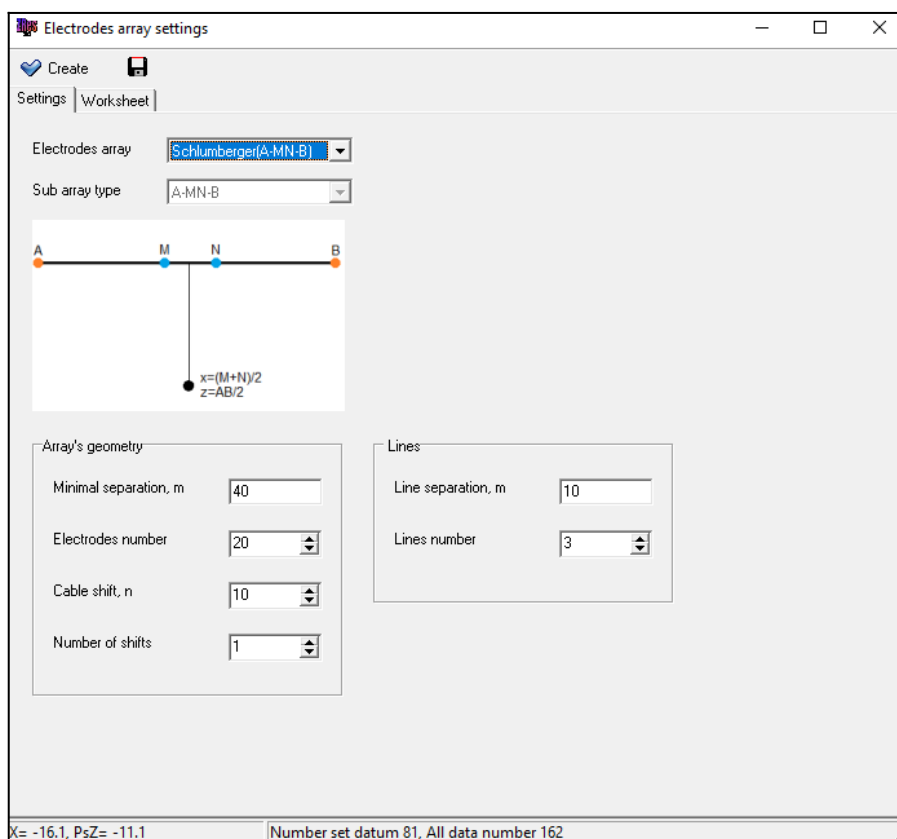


Fig. 1 Finestra di dialogo «Electrodes array settings», scheda «Settings»: selezione del tipo e delle caratteristiche geometriche principali del dispositivo elettrodo

Nella parte superiore della scheda è possibile selezionare il tipo di dispositivo elettrodo nell'elenco a discesa **Electrodes array**: dispositivo bipolare (Pole-Pole, A-M), tripolare (Pole-Dipole, A-MN), dipolare (Dipole-Dipole, AB-MN), Wenner (Wenner, A-M-N-B), Schlumberger (Schlumberger, A-MN-B) e gradiente (Gradient, A-MN-B). Nella parte centrale della scheda **Settings** viene visualizzato lo schema corrispondente del dispositivo:

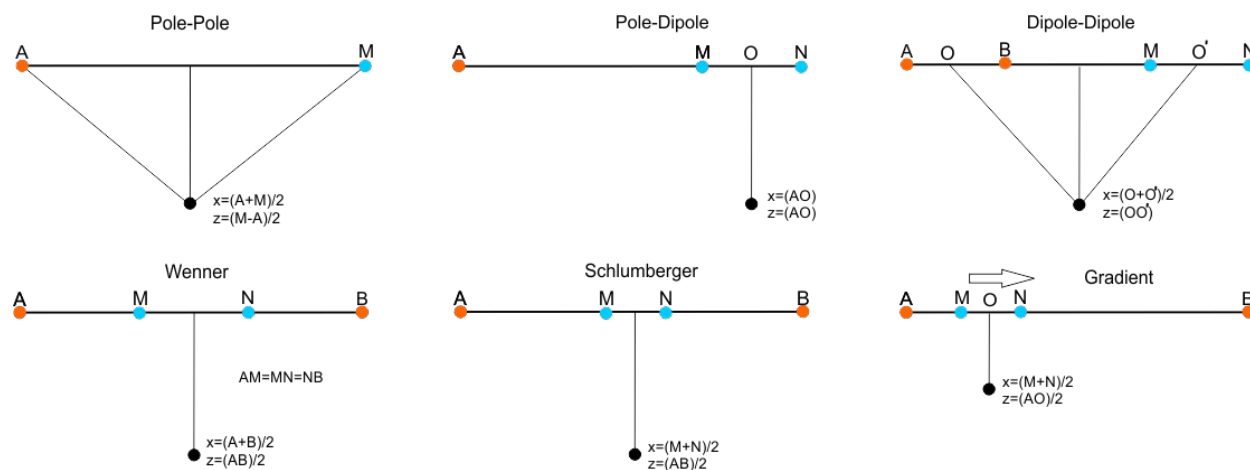


Fig. 2 **Tipi dei dispositivi elettrodi più diffusi**

Elenco a discesa **Sub array type** consente di selezionare il sottotipo del dispositivo definito sopra (disposizione degli elettrodi). I sottotipi dipendono dal dispositivo: per Pole-Pole — Forward A-M, Reverse M-A o A-M & M-A; per Pole-Dipole — Forward A-MN, Reverse MN-A o A-MN & MN-A; per Dipole-Dipole — Forward AB-MN, Reverse MN-AB o AB-MN & MN-AB; per Wenner — Alpha, Betta o Gamma; per Schlumberger è disponibile solo A-MN-B; per Gradient — A-MN-B o MN-A-MN-B-MN.

Nella parte inferiore sinistra della scheda **Settings** si trovano le impostazioni **Array's geometry**, che definiscono i principali parametri geometrici della configurazione di misura da creare:

Minimal separation, m – spaziatura minima tra gli elettrodi, in metri;

Electrodes number – numero di elettrodi in un cavo;

Cable shift, n – valore dello spostamento tra cavi adiacenti, espresso in unità della spaziatura tra gli elettrodi («Minimal separation, m»);

Number of shifts – numero di spostamenti del cavo lungo il profilo. Se in questo campo si seleziona 0, verrà visualizzato un solo cavo.

Nella parte inferiore destra della scheda **Settings** si trovano le impostazioni **Lines**, che definiscono la distanza tra i profili (**Line separation, m**) e il numero di profili (**Lines number**).

Campo	Funzione e valori consentiti
Minimal separation, m	Impostare la spaziatura tra gli elettrodi; il valore predefinito è 5 m, l'intervallo consentito è 0,01–1000 m.
Electrodes number	Impostare il numero di elettrodi in un cavo; il valore predefinito è 48, l'intervallo consentito è 1–512.
Cable shift, n	Impostare lo spostamento del cavo; il valore predefinito è 24, l'intervallo consentito è 1–256.
Number of shifts	Impostare il numero di posizioni del cavo durante lo spostamento; il valore predefinito è 0, l'intervallo consentito è 0–10.

Line separation, m	Impostare la distanza tra profili paralleli; il valore predefinito è 10 m.
Lines number	Impostare il numero di profili; il valore predefinito è 3, l'intervallo consentito è 1–20.

La scheda **worksheet** (vedere la figura seguente) consente di specificare ulteriori caratteristiche della geometria di acquisizione. Si tratta, in sostanza, di uno strumento completo per creare una sequenza di misura con il dispositivo selezionato.

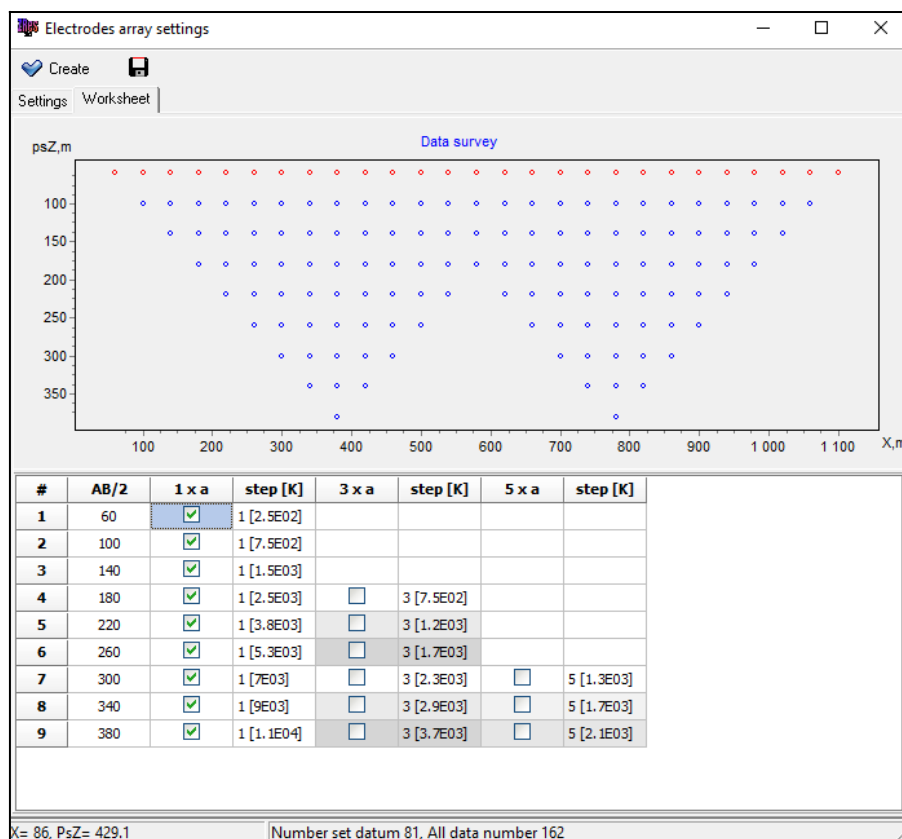


Fig. 3 Finestra di dialogo «Electrodes array setting», scheda «Worksheet», caratteristiche aggiuntive della geometria

Nella parte superiore della scheda **worksheet** si trova la finestra **Data survey**, che contiene una rappresentazione grafica della configurazione di misura creata. Nella finestra **Data survey** la posizione dei punti di misura è rappresentata schematicamente da cerchi. L'asse orizzontale mostra la distanza lungo il profilo in metri, mentre quello verticale mostra la spaziatura del dispositivo in metri. Posizionando il cursore su un punto di misura, è possibile visualizzare i numeri degli elettrodi corrispondenti. Ad esempio, **C1C4P2P3** per il dispositivo **Schlumberger(A-MN-B)** indica che, per questo punto di misura, come elettrodi di corrente (**Current**) sono stati utilizzati gli elettrodi **1** e **4**, mentre come elettrodi di potenziale (**Potential**) sono stati utilizzati gli elettrodi **2** e **3**.

Nella parte inferiore della scheda **worksheet** si trova una **tabella**. La prima colonna della tabella contiene tutti i possibili valori delle spaziature in metri (**AO**, **OO**, **AB/2** o **AM/2** a seconda del tipo

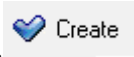
di dispositivo selezionato). Per includere una spaziatura nello schema di acquisizione, si può utilizzare la colonna «**M**» per il dispositivo **Pole-pole(A-M)**. Per gli altri dispositivi, l'inclusione della spaziatura è determinata dalla colonna «**n x a**» (in), dove **n** è un numero dispari, ad esempio «**1 x a**» oppure «**5 x a**». Il valore «**n x a**» indica la lunghezza della linea di potenziale, dove **a** è «**Minimal separation, m**», ovvero la distanza minima tra gli elettrodi del cavo. Ogni colonna successiva «**step[K]**» dopo la colonna «**n x a**» («**M**») determina la frequenza (densità) delle misure per la rispettiva spaziatura. Il valore **step** può essere impostato manualmente per ogni spaziatura e determina la frequenza (densità) delle misure, mentre il valore **[K]** (fattore geometrico del dispositivo) viene calcolato automaticamente. Ad esempio, se nella colonna «**step[K]**» si imposta il valore 3 nella prima riga (prima spaziatura), le misure vengono effettuate su uno ogni tre punti possibili. Nella parte superiore di **Data survey** rimane quindi soltanto ogni terzo punto di acquisizione.

Fare clic con il pulsante sinistro del mouse sull'intestazione di una colonna della tabella per attivare le misure corrispondenti per tutte le spaziature; fare clic con il pulsante destro per deselezionarle. Dopo aver modificato la selezione, il programma aggiorna la configurazione di misura e la relativa rappresentazione.

Aprire il menu contestuale del grafico con il clic destro. Selezionare **Filling by max coeff** per impostare una soglia del fattore geometrico e completare i livelli in base a questo criterio; selezionare **Filling by max coeff [full]** per eseguire il completamento nella modalità completa. Per entrambe le voci, il programma richiede una soglia compresa tra 10 e 10000; il valore predefinito è 2000.

Premere **Create** per salvare la configurazione creata nel file temporaneo tmp.z3d e aprirlo come dati di misura.

La sequenza di misura del profilo può essere salvata nei formati Syscal sequence (*.txt), ABEM sequence (*.xml), MAE sequence (*.sem), Multimax sequence (*.txt), AGI sequence (*.cmd) e MAE instrument (*.sem) mediante il pulsante  nell'angolo superiore sinistro della finestra di dialogo.

Dopo aver configurato i parametri del dispositivo di misura, fare clic su Create. 

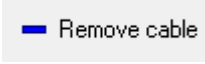
Per cambiare il sistema di misura mantenendo invariati il modello e la geometria dei cavi, si può utilizzare l'opzione del menu principale del programma **File / Change array**, che riapre la finestra di dialogo per la creazione del sistema di misura.

Sistema di misura areale

Per accedere alla finestra di dialogo che contiene le opzioni per selezionare i parametri del sistema di misura areale, si può utilizzare l'opzione del menu principale del programma: **File / 3D sequencer**.

Nella scheda **Cables setup** (vedere la figura seguente) si può definire la geometria del cavo con il mouse sul tablet.

Add cable	Aggiunta di un cavo: aprire la finestra di dialogo Add cable , impostare la spaziatura degli elettrodi e il loro numero, quindi creare il cavo. Dopo aver confermato, aggiungere i nodi facendo clic con il pulsante sinistro del mouse sul grafico; terminare la costruzione con un clic destro.
Remove cable	Elimina il cavo attivo.
Add sequence	Aggiunge una sequenza di misura per il cavo attivo utilizzando le impostazioni del dispositivo selezionate.
Remove sequence	Elimina la sequenza di misura attiva.
Cable#	Seleziona il cavo attivo.
Sequence#	Seleziona la sequenza di misura attiva.
Save	Aprire il salvataggio e selezionare il formato Sequence project (.swz), ZondRes3D (.z3d), MAE sequence (.sem) oppure SWI (.swi).
Load	Caricare il progetto Sequence project (.swz).
Modelling	Salva la configurazione corrente in tmp.z3d e la apre come set di dati per passare alla modellazione.

Si aggiunge un cavo con il pulsante ; occorre specificare il numero di elettrodi e la spaziatura tra di essi, in metri. Si elimina un cavo con il pulsante . Dall'elenco a discesa **Cable#** si può selezionare il cavo (o la coppia di cavi) su cui si opera.

Finestra di dialogo Add cable

Campo o pulsante	Funzione
Spacing	Imposta la distanza tra gli elettrodi; il valore predefinito è 5.
Numb of electrodes	Imposta il numero di elettrodi; il valore predefinito è 48, l'intervallo consentito è 16–256.
Create	Conferma la creazione del cavo con i parametri specificati e passa alla sua costruzione sul grafico.

Il clic destro termina la creazione del cavo sul tablet.

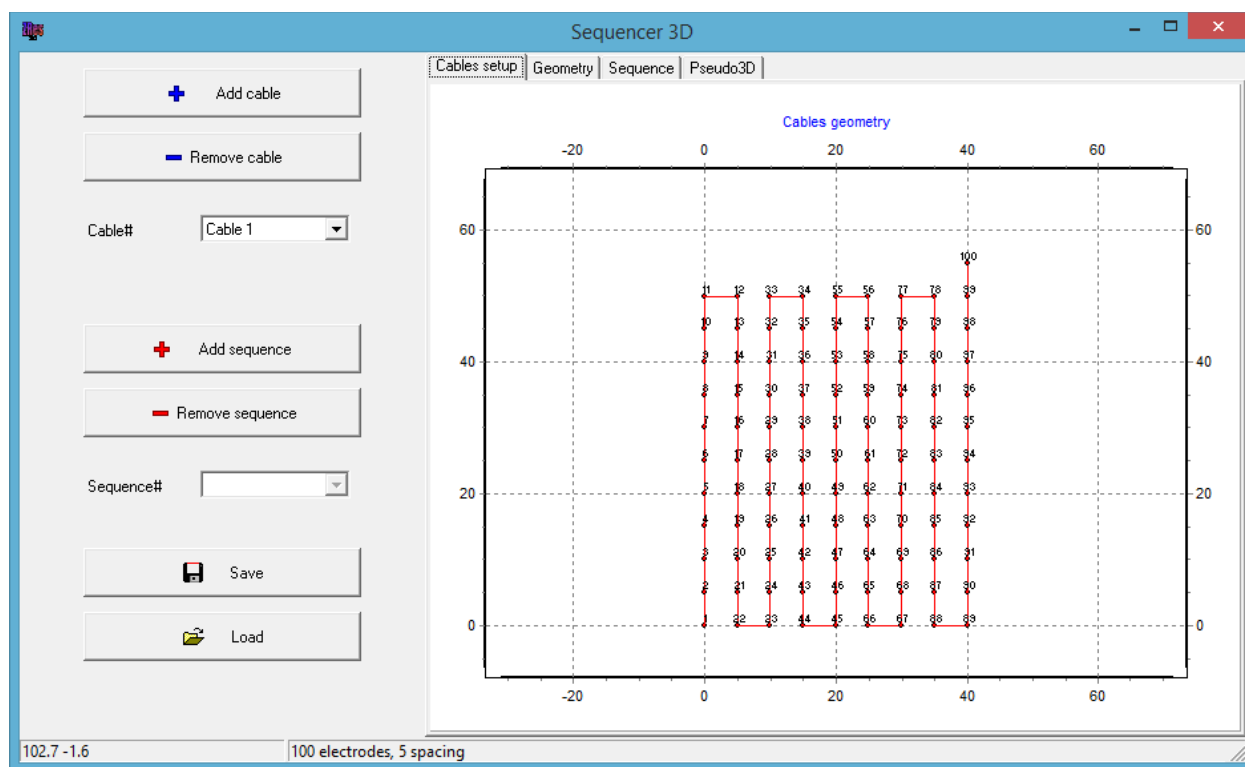


Fig. 4 Finestra di dialogo «Sequencer 3D», scheda «Cables setup»

Nella scheda **Geometry** (vedere la figura seguente) si può modificare la geometria degli elettrodi nella tabella.

La colonna **Ind** consente di impostare un indice intero per ciascun elettrodo.

Selezionando la casella nella colonna **rmt** si indica che l'elettrodo è considerato «a distanza infinita».

Selezionando la casella nella colonna **skp** si esclude l'elettrodo dal cavo durante la creazione della sequenza di misura.

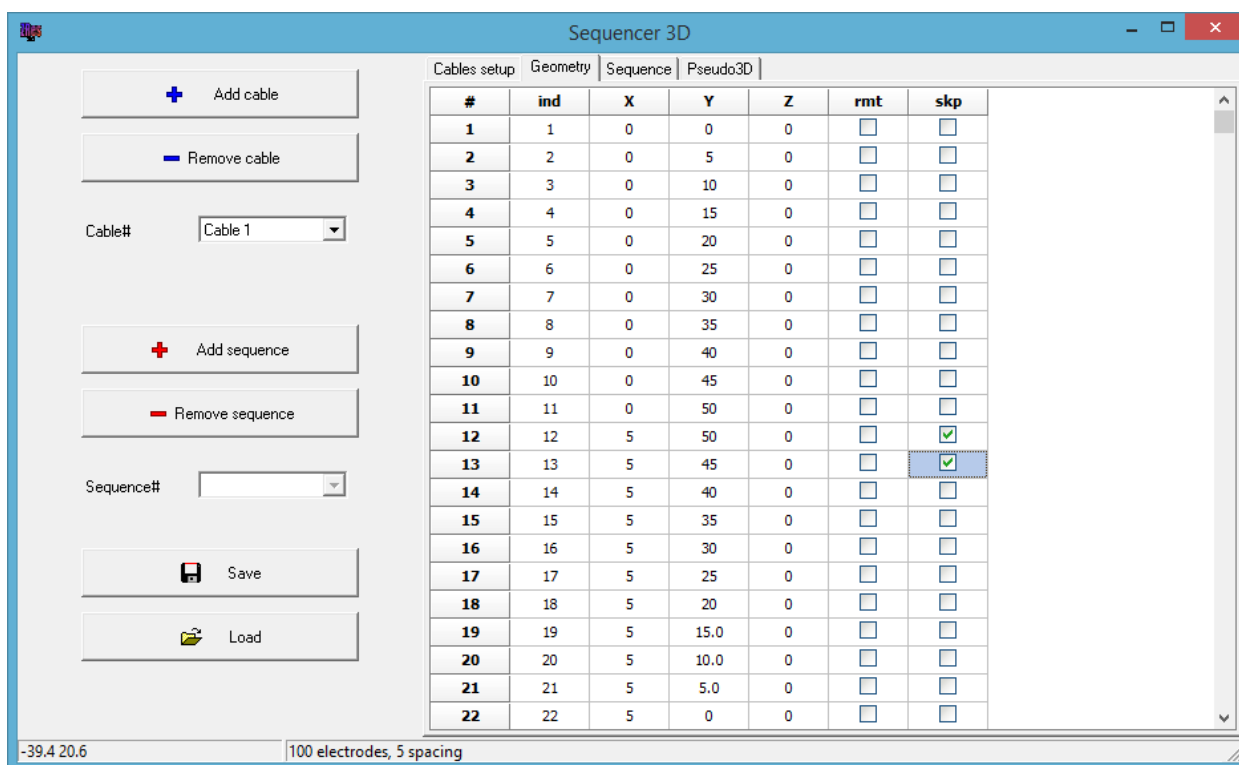


Fig. 5 Finestra di dialogo «Sequencer 3D», scheda «Geometry»

La scheda **Sequence** (vedere la figura seguente) serve a creare la sequenza di misura. Gli elenchi a discesa **Array** e **Subarray** consentono di selezionare il tipo e il sottotipo di dispositivo. L'elenco a discesa **Geometry** consente di selezionare l'orientamento dei dipoli.

Nell'elenco **Array** sono disponibili Pole-Pole, Pole-dipole, Dipole-dipole, Bipole-bipole, Wenner e Gradient. Le opzioni dell'elenco **Subarray** e la disponibilità di **Geometry** dipendono dal dispositivo selezionato. Per Wenner sono disponibili Alpha, Betta e Gamma; per Pole-dipole, Inline e Arbitrary; per Dipole-dipole e Bipole-bipole, Inline, Parallel e Arbitrary.

Nella scheda **Sequence** impostare i limiti **MaxK**, **MinDIP** e **MaxDIP**. I valori predefiniti sono rispettivamente 1000, 0 e 200. Selezionare **Add reciprocity** per aggiungere misure reciproche per i dispositivi con due o quattro elettrodi; selezionare **Unstable check** per escludere le misure instabili rispetto agli errori nella geometria degli elettrodi. Fare clic su una riga della tabella per visualizzare lo schema degli elettrodi selezionati; selezionare **skip** per escludere la spaziatura dalla sequenza di misura.

Nella scheda **Cables setup** fare clic con il pulsante destro sul grafico per terminare la costruzione del cavo attivo. Per passare da un cavo creato all'altro, utilizzare **Cable#**; per passare da una sequenza di misura all'altra del cavo attivo, utilizzare **Sequence#**.

Il file ZondRes3D (.z3d) viene scritto come tabella di testo: la prima riga contiene le intestazioni C1X, C1Y, C1Z, C2x, C2Y, C2Z, P1X, P1Y, P1Z, P2x, P2Y, P2Z e ro_a. Ogni riga successiva corrisponde a una misura e contiene le coordinate degli elettrodi A, B, M e N (tre valori per

elettrodo), seguite dal valore 100 nella colonna ro_a. Per un elettrodo mancante, al posto delle coordinate vengono scritti tre caratteri *.

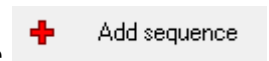
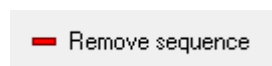
Quando si salva in SWI il programma crea un file di testo separato per ogni coppia «cavo — sequenza di misura». Il file contiene innanzitutto le righe degli elettrodi con indice e coordinate x, y, z, quindi le righe delle misure con il numero della misura e gli indici A, B, M, N. Per un elettrodo assente si scrive 0. Le righe iniziano con le intestazioni # X Y Z e # A B M N.

Nel campo **Filter** si impostano il coefficiente geometrico massimo (**MaxK**), la lunghezza minima e massima del dipolo (**MinDIP** e **MaxDIP**) e il controllo dei valori instabili (**Unstable check**). Sono considerati instabili i valori per i quali i coefficienti del dispositivo sono molto sensibili agli errori nella geometria degli elettrodi.

Add reciprocity – aggiunge misure reciproche per un dispositivo a 2 o 4 elettrodi.

Facendo clic su una riga della tabella, si apre la finestra **Array**, che mostra la posizione degli elettrodi selezionati. La colonna **skip** consente di escludere questa spaziatura.

Si crea una sequenza di misura per il cavo e il dispositivo selezionati con il pulsante Add sequence. Si elimina la sequenza attiva con il pulsante Remove sequence.



Per ciascun cavo (o coppia di cavi) è possibile creare più sequenze con dispositivi diversi. Il dispositivo attivo si seleziona dall'elenco a discesa **Sequence#**.

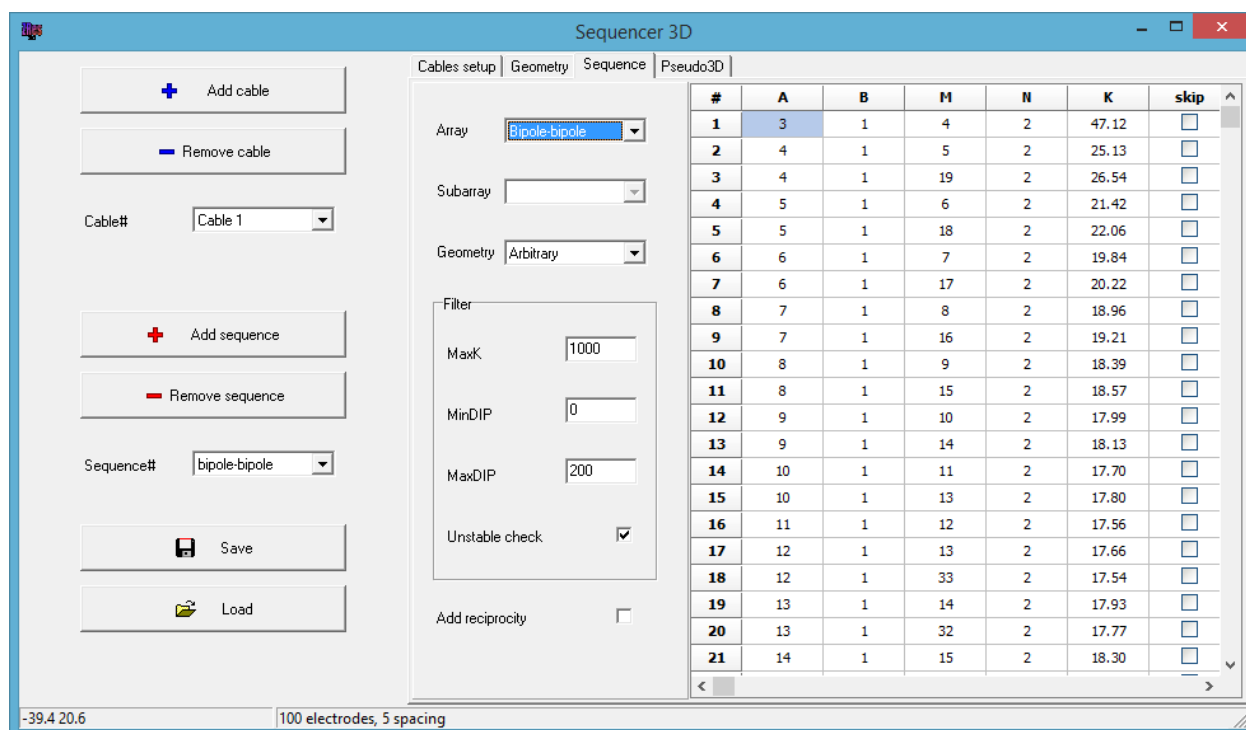


Fig. 6 Finestra di dialogo «Sequencer 3D», scheda «Sequence»

Nella scheda **Pseudo3D** (vedere la figura seguente) viene visualizzata la nuvola di punti della pseudosezione. Il cavo corrente è visualizzato in rosso.

Lo schema di acquisizione creato può essere salvato con il pulsante Save nei formati Sequence project (.swz), ZondRes3D (.z3d), MAE sequence (.sem) o SWI (.swi).  Save

Lo schema di acquisizione può essere caricato  Load da un file in formato **Sequence project**.

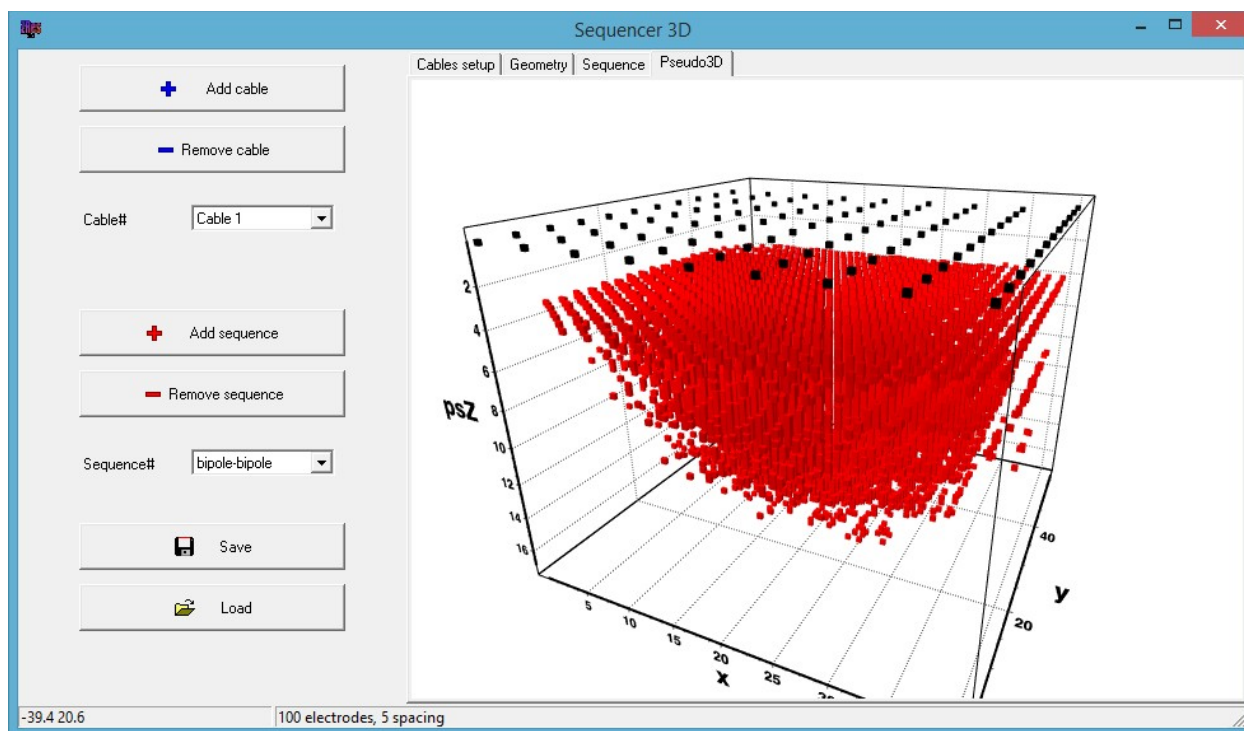


Fig. 7 Finestra di dialogo «Sequencer 3D», scheda «Pseudo3D»

Caricamento dei dati di campo da file

Formati supportati

Per iniziare a utilizzare il programma **ZondRes3D** è necessario creare un file di dati in un formato specifico, contenente le coordinate degli elettrodi, la topografia e i risultati delle misure.

I file di dati testuali organizzati nel formato del programma **ZondRes3D** hanno l'estensione «*.z3d» (per i dettagli, vedere la sezione «**formato del file di dati principale *.z3d**»).

Per il corretto funzionamento del programma, il file di dati non deve contenere:

- caratteri non convenzionali come separatori dei record nella riga (utilizzare i caratteri TAB o SPACE);
- valori assurdi dei parametri di misura (ad esempio, valori negativi della resistività apparente).

È consigliabile che il numero totale di misure contenute in un singolo file non superi 300 000 e che il numero di posizioni uniche degli elettrodi non superi 10000.

ZondRes3D supporta anche formati di dati diffusi, quali Res3dInv(Geotomo Software, M.H. Loke), ABEM (Sweden), AGI (Advanced Geosciences, Inc., USA), Syscal (Iris Instruments, France) e altri. Selezionando la voce di menu «**File** / Open» file viene richiesto di selezionare il formato del file:

ZondRes3D files	Aprire un file di dati oppure un file di dati o di progetto ZondRes3D.
ZondRes2D files	Aprire file di dati in formato ZondRes2D per unirli in un unico progetto. All'utente viene richiesto di inserire le coordinate planimetriche dell'inizio e della fine di ciascun profilo.
Geosoft file	Aprire un file di dati in formato Geosoft.
Syscal text file	Aprire un file di dati in formato Syscal.
ABEM text file	Aprire un file di dati in formato ABEM.
AGI data file	Aprire un file di dati in formato AGI.
Res3dInv	Aprire un file di dati in formato Res3dInv.
GDD files	Aprire un file di dati in formato GDD.
Skala 48/64 csv	Aprire un file di dati in formato Skala 48/64.
Smartem24 files	Aprire un file di dati in formato Smartem24.
ERTLab data	Aprire un file di dati del programma ERTLab.
LGM device	Aprire un file di dati dell'apparecchiatura LGM.

Il programma **ZondRes3D** consente di caricare file di dati testuali in formato *.z2d. A tale scopo, nella finestra di dialogo « Apri» impostare nel campo «Tipo di file» il tipo di dati ZondRes2D files e selezionare i file desiderati. Verrà quindi visualizzata la finestra di dialogo **Multi-files case** (vedere la figura seguente), nella quale occorre selezionare Collect from 2D.

Se sono selezionati più file Z3D, è possibile unirli anche tramite questa finestra di dialogo.

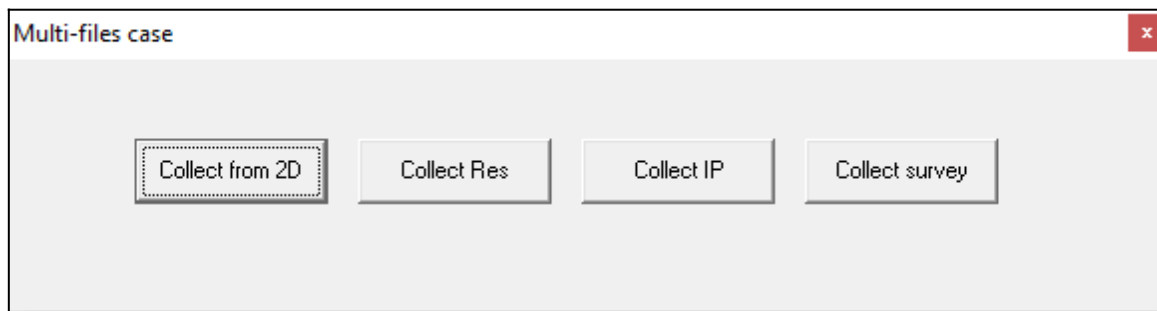


Fig. 8 Finestra di dialogo per la selezione del tipo di dati da caricare

Il programma consente di unire i dati nelle seguenti modalità:

Collect from 2D – unisce i dati di diversi profili 2D nell’area. Se i dati 2D contengono solo la coordinata orizzontale X, dopo aver selezionato questa opzione viene visualizzata una finestra di dialogo per l’immissione delle coordinate di ciascun profilo. In essa si devono specificare le coordinate iniziali e finali di ogni profilo selezionato:

Finestra di dialogo «2D to 3D converter»

Quando si modificano le coordinate, si aggiornano la lunghezza della linea **L=** e l’angolo **A=**.

Se la casella di controllo accanto al campo **A=** è deselezionata, l’angolo **A=** viene calcolato automaticamente in base alle coordinate degli estremi della linea. Selezionare la casella per modificare manualmente l’angolo; in tal caso vengono visualizzati anche la dicitura **RoundUP** e un campo aggiuntivo, inizialmente contenente «*».

Fig. 9 Finestra di dialogo per l’immissione delle coordinate dei profili 2D

Collect Res – utilizzare questa opzione per misurazioni ripetute senza modificare la posizione del dispositivo (monitoraggio). Selezionando questa opzione, sulla barra degli strumenti viene visualizzato un elenco aggiuntivo , che consente di selezionare il canale attivo (acquisizione).

Collect IP – opzione analoga alla precedente, che consente di raccogliere i dati di caricabilità apparente da file diversi (di norma, tutti i canali di caricabilità sono registrati in un unico file).

Quando si caricano dati di tipo **Collect Res** e **Collect IP**, si attiva il menu **Time lapse**, che consente di impostare l’inversione per i dati di monitoraggio e IP.

Collect survey – questa opzione consente di riunire in un unico progetto i dati in formato testuale *.z3d provenienti da più aree di rilevamento. Dopo aver selezionato questa opzione, il programma richiede di specificare gli offset XY in metri per ciascun file di dati selezionato.

Per i dati di tomografia tra pozzi, la coordinata verticale degli elettrodi deve avere valori negativi rispetto alla superficie.

Formato del file di dati principale *.z3d

Il file *.z3d è un formato di dati universale che include le coordinate degli elettrodi di corrente e di potenziale, le quote relative della topografia e i valori misurati (segnale normalizzato oppure resistività apparente e caricabilità apparente).

I file in formato *.z3d possono avere strutture diverse: possono essere file di dati testuali (la cui struttura è descritta di seguito) oppure file di progetto binari (creati dal programma al momento del salvataggio). Il file di progetto è binario e può essere letto solo con **ZondRes3D**. Contiene tutte le informazioni utilizzate durante il lavoro sul progetto: dati osservati, dati calcolati, modelli, informazioni a priori inserite e così via.

Il file di dati testuale può essere suddiviso convenzionalmente in due parti: 1) dati osservati, 2) dati topografici (se presenti).

I parte del file di dati: dati osservati

Se il file contiene dati di monitoraggio o dati IP multicanale, prima della prima riga viene indicata la configurazione delle acquisizioni:

time_#chann 1 2 3 n,

dove i numeri indicano le acquisizioni di monitoraggio oppure i valori di tempo/frequenza per la modalità IP.

La riga successiva contiene le chiavi di controllo che indicano al programma quali dati sono contenuti in ciascuna colonna.

Prof - indice del profilo sul quale è stata effettuata la misurazione (utilizzato per visualizzare separatamente i dati dei diversi profili 2D).

In **ZondRes3D** si utilizzano le seguenti denominazioni (chiavi) per le coordinate degli elettrodi:

Elettrodi **C1x C2x C1z C2z C1y C2y** di corrente (dall'inglese Current)

Elettrodi di **P1x P2x P1z P2z P1y P2y** potenziale (dall'inglese Potential)

Z: le coordinate degli elettrodi si inseriscono se necessario, ad esempio per misure tra pozzi o rilievi su specchi d'acqua. Quando si inseriscono le coordinate Z degli elettrodi, occorre ricordare che i valori negativi indicano l'immersione dell'elettrodo rispetto alla superficie di misura (al di sotto di essa). Le coordinate positive si utilizzano per l'opzione acquatica, quando l'elettrodo è collocato sulla superficie o nello strato d'acqua, oppure per indicare la topografia.

Il segno * davanti alla chiave di un elettrodo (ad esempio, *C1x) indica che l'elettrodo è considerato «remoto all'infinito» (remote): le sue coordinate vengono considerate nei calcoli, ma l'elettrodo non partecipa alla costruzione della maglia né viene visualizzato.

Per i valori misurati si utilizzano le seguenti chiavi:

Ro_a - resistività apparente;

Res - modulo del segnale normalizzato (rapporto tra la differenza di potenziale e il valore della corrente);

SRes - segnale normalizzato con segno (ad esempio, per le misurazioni tra pozzi).

Per i dati di monitoraggio, alla chiave viene aggiunto l'indice dell'acquisizione corrispondente (ad esempio, **ro_a1 ro_a2 oppure res1, res2**).

Si consiglia di utilizzare SEMPRE la grandezza **Res** o **SRes** quando si crea un file di dati, per evitare errori in presenza di dati topografici.

I valori teorici calcolati del segnale normalizzato con segno durante la modellazione vengono salvati nel file con la chiave **Tres**.

La caricabilità apparente **Eta_a** espressa in percentuale.

Come **Eta_a** si può utilizzare la caricabilità apparente misurata nel dominio del tempo e calcolata con la formula:

$$\text{Eta_a (\%)} = (\Delta V_{IP} / \Delta V_{pr}) \cdot 100\%,$$

dove ΔV_{pr} – differenza di potenziale al momento del passaggio della corrente, ΔV_{IP} – durante la pausa. Quando si utilizzano dati di campagna relativi alla caricabilità apparente, i valori misurati devono essere preliminarmente divisi per 10.

Nella modalità in frequenza, il parametro della polarizzazione indotta è la fase (φ_{IP}).

Le misure IP multicanale sono definite dalle chiavi **ip1-ipin** (in percentuale) nel dominio del tempo **mod1-mod2** e **pha1-phan** (in gradi) nel dominio della frequenza.

L'errore, ovvero il peso delle misure, è specificato nella colonna con chiave **Weight** e **WeightIP** (per IP) e determina la qualità delle misure. I pesi delle misure devono essere compresi tra zero e uno. Se non sono disponibili informazioni sugli errori di misura (ossia se manca la colonna con chiave **Weight**), il programma assegna automaticamente il peso **1** a ogni misura.

Le righe successive contengono i dati veri e propri, corrispondenti a ciascuna misura e registrati nello stesso ordine delle chiavi di controllo della prima riga.

Se su un profilo vengono utilizzati dispositivi diversi (con un numero diverso di elettrodi), al posto delle coordinate dell'elettrodo mancante si inserisce il simbolo *.

Successivamente si inserisce la colonna dei nodi aggiuntivi della mesh orizzontale, se necessario. Le coordinate XY di ciascun nuovo nodo vengono inserite dopo il simbolo ***. I nodi aggiuntivi della mesh vengono generalmente introdotti per estendere l'area del modello oltre gli elettrodi

terminali del profilo; in presenza di una topografia ripida al di fuori dell'area del profilo, è inoltre utile inserire nodi aggiuntivi per la tomografia elettrica tra pozzi (cross-hole).

Dopo la lettura del file, se necessario, i dati vengono normalizzati mediante la formula corrispondente alla resistività apparente in corrente continua.

$$\rho_a = G \cdot \frac{|U|}{C},$$

dove G è il fattore geometrico del dispositivo, U è il valore misurato e C è il valore della corrente.

Esempio di file:

```
prof c1x c2x p1x p2x c1y c2y p1y p2y c1z c2z p1z p2z weight res weightip eta_a
0 3800 3600 3550 3575 100 100 100 100 0 0 0 0 1 0.28 1 0.15
0 3800 3600 3525 3550 100 100 100 100 0 0 0 0 1 0.12 1 0.26
0 3800 3600 3275 3375 100 100 100 100 0 0 0 0 1 0.021 1 0.32
.....
1 3800 3600 3550 3575 200 200 200 200 0 0 0 0 1 0.24 1 0.16
1 3800 3600 3525 3550 200 200 200 200 0 0 0 0 1 0.082 1 0.18
1 3800 3600 3475 3525 200 200 200 200 0 0 0 0 1 0.081 1 0.27
.....
```

Il file di dati può essere fornito nel formato per una mesh trapezoidale (in questo caso i nodi della mesh sono associati a determinati elettrodi). In tal caso, il file è costituito da due blocchi: la descrizione degli elettrodi e la descrizione dei dati.

Il primo blocco inizia dopo la riga **#electrodes** e comprende 5 colonne. La prima indica la coordinata X, la seconda la coordinata Y, la terza la quota; la quarta e la quinta indicano gli indici dei nodi della mesh lungo le direzioni X e Y. Ogni riga successiva alla riga **#electrodes** corrisponde a un elettrodo, il cui numero coincide con il numero della riga nel blocco.

Il secondo blocco inizia dopo le chiavi di controllo C1, C2 ecc. Il secondo blocco differisce di poco dal formato descritto sopra; l'unica eccezione è che, al posto delle posizioni effettive degli elettrodi, vengono specificati i numeri degli elettrodi del primo blocco.

Esempio di file:

#electrodes

```
0 0 0 0 0
2 0 0 1 0
4 0 0 2 0
6 0 0 3 0
8.1 0 0 4 0
10 0 0 5 0
```

12	0.1	0	6	0
14	0	0	7	0
16	0	0	8	0
18	0	0	9	0
20	0	0	10	0

.....

c1	p1	p2	ro_a
1	2	3	100
1	3	4	100
1	4	5	100

Il parte del file di dati: dati topografici

Se sono disponibili dati sul rilievo, dopo la descrizione dei dati e delle coordinate degli elettrodi si inserisce una riga con la parola **topo**, seguita da un elenco di coordinate e quote del rilievo nel formato X Y Z. Per l'interpretazione che tiene conto della topografia, è preferibile utilizzare come dati iniziali i valori **res** (per evitare errori nella gestione della topografia).

topow – questa chiave viene utilizzata quando si lavora con dati acquisiti in ambiente acquatico (sulla superficie dell'acqua e sul fondo). In questo caso, come coordinate della topografia si utilizza il profilo del fondo o del fondo che prosegue sulla terraferma (se si utilizzano misure miste). Nella stessa riga, separati da spazi, è necessario specificare il livello dell'acqua (rispetto al profilo del fondo definito di seguito, nel sistema di coordinate in cui è specificato il rilievo), la resistività elettrica dell'acqua e il numero di suddivisioni aggiuntive dello strato d'acqua (3-10). Gli ultimi due parametri possono essere modificati tramite il menu delle funzioni della finestra principale del programma. È possibile definire sistemi combinati, nei quali le misure vengono effettuate sul fondo e sulla superficie dello strato d'acqua. A tale scopo, le coordinate verticali degli elettrodi devono essere specificate rispetto al livello del profilo del fondo.

topo* – nel caso di ambiente acquatico, questa chiave semplifica l'inserimento dei dati topografici quando il cavo si trova sulla superficie dell'acqua.

Esempio di file:

prof c1x c2x p1x p2x c1y c2y p1y p2y c1z c2z p1z p2z weight res

.....

10	7280	7680	7160	7080	2000	2000	2000	2000	0	0	0	0	1	0.23
10	7280	7680	7080	7000	2000	2000	2000	2000	0	0	0	0	1	0.093
10	7280	7680	7000	6840	2000	2000	2000	2000	0	0	0	0	1	0.076
10	7280	7680	6840	6680	2000	2000	2000	2000	0	0	0	0	1	0.030

```

.....
Topo
.....
-5.200000000000000E+0002  0.000000000000000E+0000  5.576400000000000E+0002
-4.800000000000000E+0002  0.000000000000000E+0000  5.546300000000000E+0002
-4.400000000000000E+0002  0.000000000000000E+0000  5.514800000000000E+0002
-4.000000000000000E+0002  0.000000000000000E+0000  5.484700000000000E+0002
-3.600000000000000E+0002  0.000000000000000E+0000  5.459000000000000E+0002
.....

```

La topografia può essere rappresentata anche nelle colonne c1z ...p2z; in questo caso non è necessario inserire il blocco **topo**.

È importante notare che nei sistemi combinati (con elettrodi immersi), gli elettrodi situati in superficie (del terreno o del fondo del bacino) hanno coordinata Z uguale a 0. Gli elettrodi immersi in un pozzo hanno coordinate Z negative. Se nel sistema di misura sono presenti elettrodi immersi e di superficie, è necessario inserire le informazioni sulla topografia nel blocco topo e le profondità di immersione nelle colonne c1z ...p2z.

Importazione di dati di campagna da un file di testo o da una tabella Excel

Il programma consente di importare dati da un formato di testo arbitrario o da una tabella. Per caricare dati da un file di testo tabellare o da un file MS Excel, selezionare la funzione **File / Import from text/excel**. Dopo aver selezionato il file, viene visualizzata la finestra di dialogo Imported data (vedere la figura seguente). I pulsanti **Start** e **End** nella barra superiore della finestra di dialogo consentono di impostare la riga iniziale e quella finale dei dati. Selezionare la riga desiderata e premere il pulsante corrispondente. La prima e l'ultima riga vengono evidenziate in grigio nella tabella.

N	None	None	None	None	None	None	None	None	None
1	prof	None	c2x	p1x	p2x	c1y	c2y	p1y	
2	0	C1x	*	10.40	14.02	4.46	*	4.37	
3	0	C2x	*	9.26	12.76	4.46	*	4.25	
4	0	P1x	*	8.06	11.53	4.46	*	4.15	
5	0	P2x	*	6.84	10.40	4.46	*	4.28	
6	0	C1y	*	5.53	9.02	4.46	*	4.41	
7	0	C2y	*	4.17	7.56	4.46	*	4.47	
8	0	-0.051	*	5.33	6.39	4.46	*	4.44	
9	0	-0.051	*	4.41	5.53	4.46	*	4.47	
10	0	-0.051	*	3.43	4.65	4.46	*	4.50	
11	0	-0.051	*	2.44	3.68	4.46	*	4.46	
12	0	-0.051	*	1.94	3.18	4.46	*	4.41	
13	0	-0.051	*	1.44	2.68	4.46	*	4.45	
14	0	-0.051	*	1.94	2.18	4.46	*	4.41	
15	0	-0.051	*	1.69	1.94	4.46	*	4.44	
16	0	-0.051	*	1.44	1.69	4.46	*	4.45	
17	0	-0.051	*	1.19	1.44	4.46	*	4.47	
18	0	-0.051	*	0.95	1.19	4.46	*	4.49	
19	0	-0.051	*	0.70	0.95	4.46	*	4.48	
20	0	-0.051	*	0.44	0.70	4.46	*	4.47	
21	0	-0.051	*	0.20	0.44	4.46	*	4.47	
22	0	0.20	*	9.50	13.02	4.47	*	4.24	
23	0	0.20	*	8.32	11.78	4.47	*	4.15	
24	0	0.20	*	7.08	10.64	4.47	*	4.24	
25	0	0.20	*	5.75	9.26	4.47	*	4.38	
26	0	0.20	*	4.41	7.81	4.47	*	4.47	

Fig. 10 Finestra di dialogo per l'importazione dei dati «Imported data»

Nella barra superiore è inoltre disponibile un elenco a discesa in cui si deve selezionare il tipo di dati: **Land** – dati di rilievi terrestri, **Underwater** – misure in ambiente acquatico, **Cross-boreholes** – dati tra pozzi (cross-hole).

Nel menu a discesa adiacente si devono impostare le unità di misura della caricabilità: **IP %** - percentuale fino a 100, **IP mV/V** – mV/V fino a 1000, **IP deg** e **IP mrad** – per le misure nel dominio della frequenza, la fase è espressa rispettivamente in gradi o milliradiani (sempre minore di zero).

Nella prima riga di ogni colonna della tabella dei dati è presente un elenco a discesa che consente di specificare il tipo di dato: line – numero del profilo di misura; C1x, C2x, C1y, C2y, C1z, C2z – coordinate degli elettrodi di corrente; P1x, P2x P1y, P2y, P1z, P2z – coordinate degli elettrodi di potenziale; ro_a – resistività apparente; res – modulo del segnale normalizzato; IP – caricabilità apparente.

Dopo aver premuto il pulsante **OK**, i dati vengono caricati nel programma.

Editor dei profili

Dopo aver caricato un file di dati o creato un sistema sintetico, viene visualizzata la finestra di dialogo di configurazione delle linee dei profili «**Set lines for survey**» (vedere la figura seguente). Questa finestra di dialogo consente di creare, eliminare e modificare le linee dei profili, modificare le coordinate degli elettrodi e caricare un'immagine o una carta topografica come immagine di sfondo.

L'editor dei profili può essere richiamato durante il lavoro sul progetto dal menu principale del programma **Options / Set survey lines**.

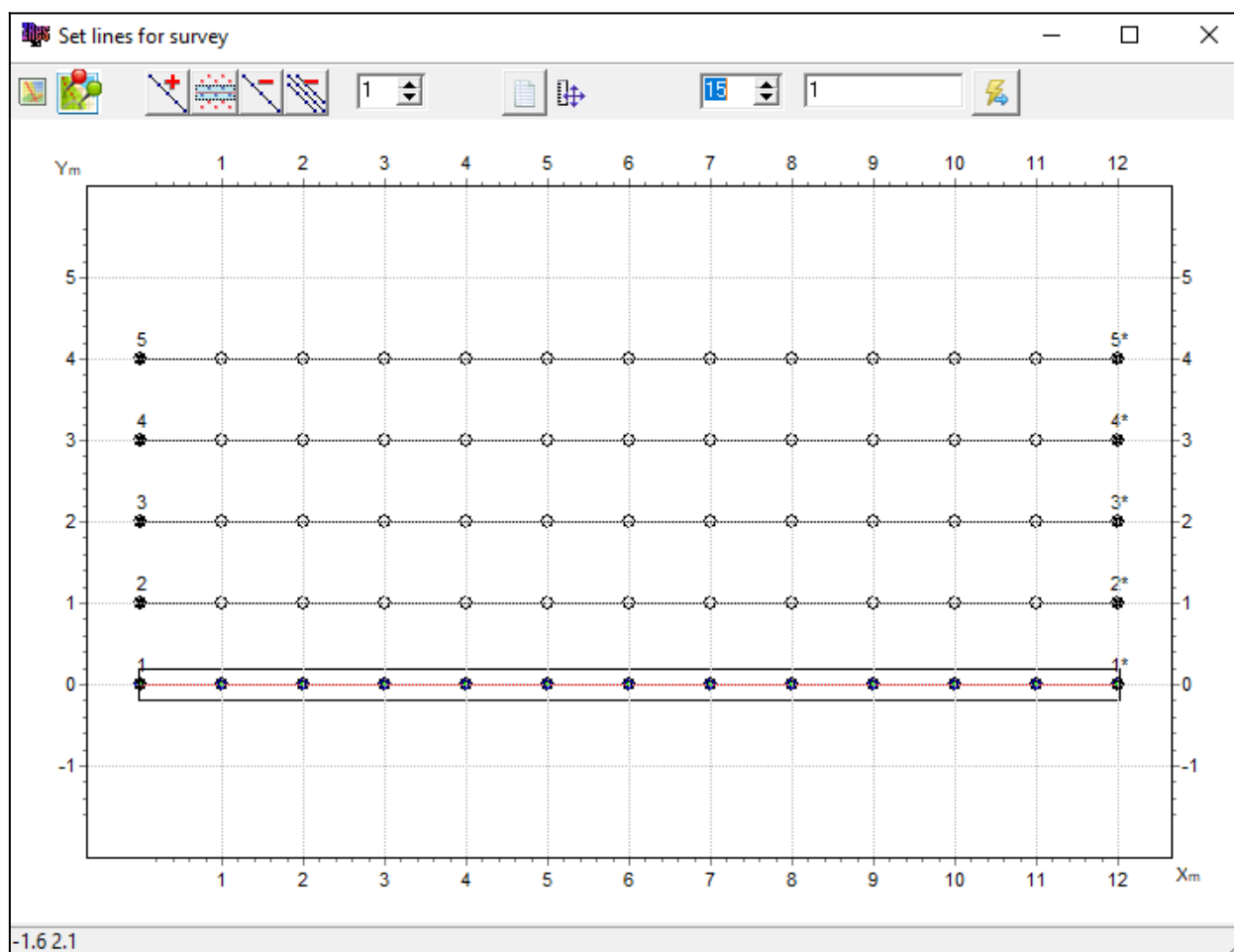
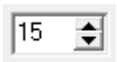


Fig. 11 Finestra di dialogo per la configurazione delle linee dei profili «**Set lines for survey**»

La barra degli strumenti di questa finestra di dialogo contiene le seguenti opzioni:

	Aprire il menu Map/Topography: caricare un file di immagine di sfondo tramite Map oppure visualizzare i dati topografici tramite Topography.
	Caricare un'immagine satellitare come immagine di sfondo. Per utilizzare questa funzione, si dovrà specificare la zona UTM. Le coordinate degli elettrodi devono essere espresse nel formato UTM.

	Aggiungere una linea di profilo. Con il clic sinistro si specificano i punti della linea di profilo; con il clic destro si imposta il punto finale. Il clic destro apre un menu contestuale con opzioni aggiuntive. <i>Set line coordinates</i> – consente di specificare manualmente le coordinate della linea; <i>Cursor to near point</i> – se l'opzione è attiva, la linea di profilo passa per gli elettrodi più vicini al cursore; <i>Invert line</i> – invertire la linea di profilo; <i>Create lines auto</i> – creare automaticamente le linee dei profili.	
	Includere nel profilo i punti che ricadono nell'area rettangolare attorno alla linea specificata.	
	Eliminare il profilo corrente.	
	Eliminare tutti i profili.	
	Impostare il numero del profilo attivo.	
	Aprire e modificare la tabella delle coordinate degli elettrodi (finestra di dialogo Locations).	
	Selezionare una scala dell'immagine isotropa oppure con riempimento massimo dell'area della finestra.	
	Impostare la dimensione dell'area per la selezione automatica dei punti di misura nel profilo.	
	Impostare il nome del profilo attivo.	
	Passare alla modalità di inversione dei dati per lo schema di profili selezionato.	
Load map as background, or hide map (right click)	Fare clic con il pulsante sinistro per aprire il menu Map e Topography . Fare clic con il pulsante destro per nascondere l'immagine di sfondo caricata.	
Wideness of selection rectangle, %	Impostare la larghezza dell'area di selezione dei punti in percentuale; sono ammessi valori da 1 a 100, il valore predefinito è 15.	
Active line index	Impostare il numero del profilo attivo. Se non sono presenti profili, è disponibile il valore 0; altrimenti il numero può variare da 1 al numero totale di profili.	

Finestra di dialogo UTM zone

Impostare la zona nel campo con il suggerimento **positive for northern hemisphere / negative for southern hemisphere**: un valore positivo corrisponde all'emisfero settentrionale, uno negativo a quello meridionale; sono ammessi valori da -60 a 60, il valore predefinito è 30. Selezionare un paese nell'elenco **Find UTM zone by country** per impostare la zona corrispondente. Fare clic con il pulsante destro sull'immagine della mappa per selezionare una zona in base a un punto: il programma arrotonda la coordinata orizzontale al numero di zona compreso tra 1 e 60 e ne determina il segno in base all'emisfero.

Finestra di dialogo Settings (creazione automatica dei profili)

La finestra di dialogo si apre prima della creazione automatica delle linee dei profili (voce del menu contestuale dell'editor dei profili). Il programma collega in sequenza i punti di misura adiacenti in catene, quindi unisce i segmenti con direzione simile in profili.

Max curvature angle 0:90	Angolo massimo (in gradi) tra segmenti adiacenti della catena. Il punto successivo viene aggiunto al profilo solo se in quel punto la linea cambia direzione di un angolo non superiore a questo valore. Il valore predefinito è 30. Valori inferiori producono profili più rettilinei e interrompono le linee in corrispondenza delle curve; valori superiori consentono di seguire profili curvilinei.
Max misfit %	Aumento ammesso della deviazione media dei punti dalla retta quando si uniscono due segmenti in un unico profilo (0–100 %, valore predefinito 10). Ogni segmento viene approssimato con una retta mediante il metodo dei minimi quadrati; i segmenti vengono uniti se, dopo l'unione, la deviazione media aumenta non più della percentuale specificata.
Style	Metodo di ricerca dei punti vicini: Auto — considerando i quattro vicini più prossimi, senza una direzione preferenziale; Force SN , Force WE , Force NW , Force NE — le distanze perpendicolari alla direzione selezionata (nord–sud, ovest–est, nord-ovest, nord-est) vengono moltiplicate artificialmente per 5; le catene si formano quindi prevalentemente lungo tale direzione; Parallel lines (auto) — vedere sotto.

Lo stile **Parallel lines (auto)** è progettato per rilievi eseguiti lungo profili paralleli, anche leggermente non rettilinei, con spaziatura irregolare e punti mancanti. Il programma determina la

direzione prevalente dei profili mediante l'istogramma delle direzioni verso i punti vicini più prossimi, ruota il sistema di coordinate lungo tale direzione, stima la distanza tipica tra i profili (mediana) e raggruppa i punti in base alla coordinata trasversale: inizia una nuova linea quando la distanza trasversale supera la metà di tale distanza. All'interno di ogni linea, i punti vengono ordinati lungo il profilo; se lungo la linea si verifica una discontinuità superiore a sei volte la distanza tra i profili, la linea viene suddivisa in profili separati. Ogni profilo viene approssimato con una retta. In questa modalità i campi **Max curvature angle** e **Max misfit %** non vengono utilizzati. Se la direzione di acquisizione non è evidente (punti disposti in modo caotico), è preferibile utilizzare **Auto**.

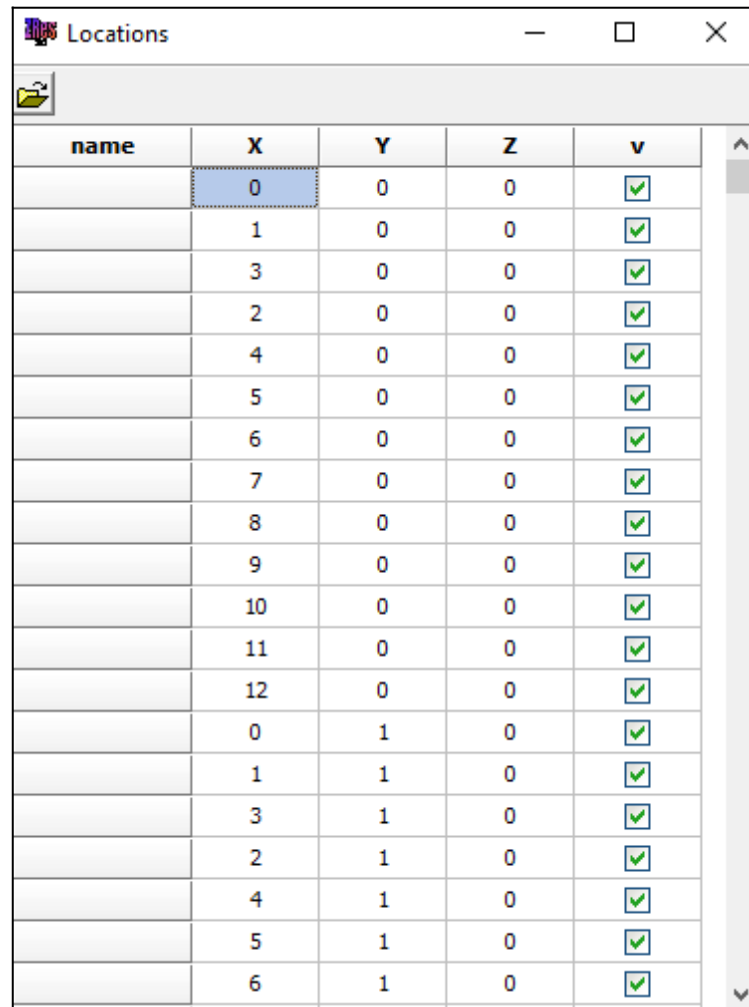
Quando si passa alla modalità di interpretazione, vengono eliminati i profili vuoti, nei quali non è stato selezionato alcun punto di misura.

Per modificare le coordinate degli elettrodi, utilizzare il pulsante , che apre la finestra di dialogo **Locations** (vedere la figura seguente). Le coordinate degli elettrodi possono essere caricate da un file di testo: il programma cerca nella riga la sigla dell'elettrodo; i primi due valori numerici riconosciuti definiscono le coordinate X e Y, il terzo, se presente, la coordinata Z. In alternativa, le coordinate possono essere copiate direttamente da una tabella excel.

Finestra di dialogo Locations

Importare le coordinate con il pulsante di importazione in formato testo. Il file viene letto riga per riga: il programma cerca nella riga la sigla dell'elettrodo, senza distinzione tra maiuscole e minuscole, quindi utilizza i primi due valori numerici riconosciuti come X e Y, e il terzo, se presente, come Z.

Ordinare le righe della tabella facendo clic sull'intestazione della colonna X, Y o Z: se si ordina per X o Y, l'altra colonna delle coordinate orizzontali viene utilizzata come chiave secondaria.



name	X	Y	Z	v
	0	0	0	☒
	1	0	0	☒
	3	0	0	☒
	2	0	0	☒
	4	0	0	☒
	5	0	0	☒
	6	0	0	☒
	7	0	0	☒
	8	0	0	☒
	9	0	0	☒
	10	0	0	☒
	11	0	0	☒
	12	0	0	☒
	0	1	0	☒
	1	1	0	☒
	3	1	0	☒
	2	1	0	☒
	4	1	0	☒
	5	1	0	☒
	6	1	0	☒

Fig. 12 **Finestra di dialogo per l'impostazione delle coordinate dei punti di osservazione**
Locations

Per uscire dalla finestra di dialogo dell'editor dei profili e passare alla modalità di interpretazione, fare clic sul pulsante .

Finestra di configurazione della mesh del modello

Dopo aver caricato i dati con una delle modalità disponibili e selezionato lo schema dei profili, viene visualizzata la finestra di dialogo per la configurazione dei parametri della mesh **Mesh constructor**

La finestra di dialogo è inoltre accessibile dal menu principale del programma **Options / Mesh constructor**.

La finestra **Mesh constructor** include due schede: **XY view** e **XYZ view**. Nella scheda **XY view** si configurano tutti i parametri di discretizzazione della mesh:

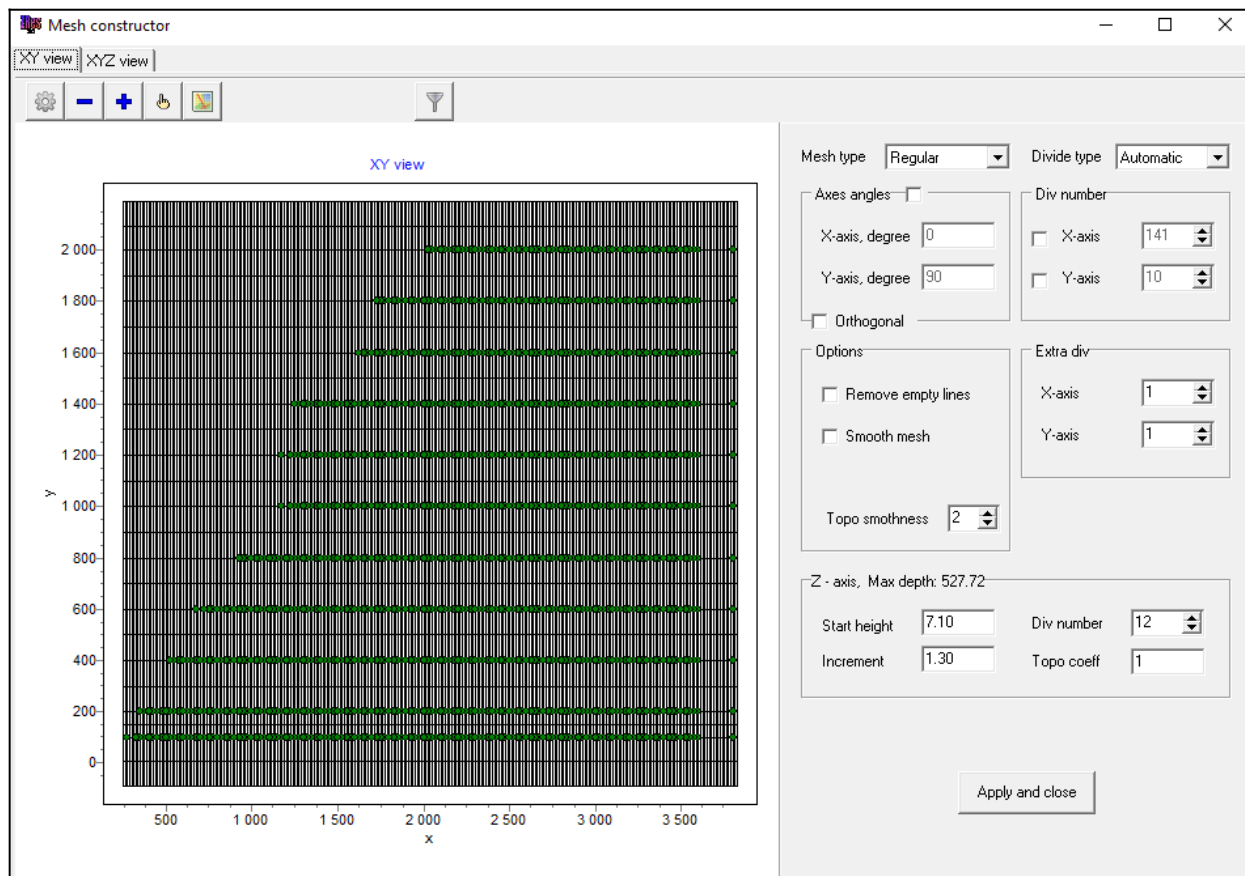


Fig. 13 Finestra di dialogo «Mesh constructor», scheda «XY view»

La scheda è suddivisa in due aree. Nell'area sinistra viene visualizzata la **planimetria**, mentre l'area destra contiene le **impostazioni di discretizzazione della mesh**. La barra degli strumenti include i seguenti pulsanti:

	Ricostruire la mesh in base ai parametri impostati.
	Eliminare una riga o una colonna della mesh. In modalità di eliminazione, fare clic con il pulsante sinistro del mouse sul nodo da eliminare. Con il clic destro si apre il menu per selezionare la riga o la colonna.
	Aggiungere una riga o una colonna. In modalità di aggiunta, fare clic con il pulsante sinistro del mouse nel punto in cui aggiungere il nodo. Con il clic destro si apre il menu per selezionare la riga o la colonna.
	Attivare la modalità di modifica della posizione dei nodi con il mouse.
	Mostrare o nascondere la mappa topografica come immagine di sfondo (clic sinistro del mouse). Con il clic destro si apre il menu delle operazioni con la topografia e le coordinate.

	Verificare che non vi siano più elettrodi nella stessa cella. Evitare che nella stessa cella ricadano un elettrodo di potenziale e un elettrodo di corrente della stessa misura.
X-subdiv, Y-subdiv	Nel menu contestuale dei pulsanti per eliminare e aggiungere nodi, selezionare la direzione di discretizzazione: X o Y. La direzione selezionata è contrassegnata da una casella di controllo.
Correct mesh	Nel menu contestuale della modalità di modifica dei nodi, eseguire la correzione della mesh; la mesh viene quindi ridisegnata.
Autocorrection	Attivare o disattivare la correzione automatica dei nodi durante la ricostruzione della mesh.
Import topography	Aprire un file di testo della topografia e caricarne le coordinate e le quote.
Remove topography	Eliminare la topografia caricata e azzerare le quote topografiche nei dati e nei nodi; aggiornare la visualizzazione della mesh.
Save topography	Salvare la topografia in un file di testo. Scrivere un punto per riga, indicando le coordinate X e Y e la quota Z; separare i valori con spazi. Se è specificata una topografia esterna, vengono salvati i relativi punti; altrimenti, vengono salvati i punti dei dati per i quali è definita una quota.
Import coordinates	Aprire un file di testo con le coordinate degli elettrodi; dopo l'importazione, se completata correttamente, aggiornare la planimetria e ricostruire la mesh.
Export coordinates	Salvare le coordinate degli elettrodi in un file di testo.
Satellite topography	Acquisire le quote topografiche per i nodi della mesh XY e aggiornare i dati topografici.

Il file della topografia viene letto riga per riga: da ogni riga vengono utilizzati i primi tre valori numerici, X, Y e Z; durante il caricamento, la quota Z cambia segno. Durante il salvataggio vengono registrati X, Y e il valore della quota con segno opposto.

Le impostazioni di discretizzazione della mesh includono:

L'elenco a discesa **Mesh type** definisce il tipo di mesh. Sono disponibili i seguenti tipi di suddivisione: *Regular* – adatto alla maggior parte degli schemi di acquisizione standard, in cui gli elettrodi sono disposti sull'area in modo più o meno uniforme, *General* – per schemi di acquisizione relativamente disordinati, *One line* – per i casi in cui lo schema di acquisizione è costituito da un solo profilo.

Nella modalità **General** (rilievi irregolari), la spaziatura della mesh lungo ciascun asse viene adattata alla densità degli elettrodi. Il programma calcola una distribuzione smussata della densità degli elettrodi lungo l'asse e dispone i nodi in modo che le celle siano più piccole nelle aree con elettrodi ravvicinati e più grandi negli intervalli tra i gruppi di elettrodi. Le dimensioni delle celle adiacenti variano in modo graduale: la larghezza di due celle adiacenti differisce al massimo di un fattore 1,5 e, negli intervalli vuoti, la spaziatura non diventa eccessivamente grande. Il numero di nodi è impostato nei campi **Div number** (oppure determinato automaticamente) e **Extra div**, come nella modalità **Regular**.

L'area **Axes angles** definisce gli angoli locali degli assi X e Y del modello (X-axis, degree e Y-axis, degree rispettivamente). Se è selezionata la casella di controllo **Orthogonal**, gli assi rimangono ortogonali.

L'area **Div. number** consente di impostare il numero di suddivisioni lungo gli assi X e Y, se sono selezionate le opzioni corrispondenti.

L'elenco a discesa **Divide type** consente di scegliere la modalità automatica (valore *Automatic*) o manuale (valore *Manual*) per definire la mesh.

Axes angles	Impostare gli angoli delle due direzioni principali della maglia. Se è attiva la casella di controllo per l'impostazione delle singole direzioni, i valori X-axis e Y-axis vengono impostati indipendentemente. Se è attiva l'opzione Orthogonal , modificando un angolo si imposta automaticamente il secondo con una differenza di 90°.
Div number	Impostare il numero di suddivisioni lungo X-axis e Y-axis. Per ciascuna direzione, una casella di controllo separata consente di impostare il numero di suddivisioni. I valori dei campi vanno da 2 a 500; il valore iniziale è 2. Facendo clic con il pulsante destro del mouse sul campo, con la casella di controllo attiva, è possibile impostare la spaziatura della mesh; nell'apposita richiesta è ammesso un valore compreso tra 0,01 e 10 000.
Topography	Selezionare il metodo di interpolazione della topografia nei nodi della mesh: Triangulation — interpolazione lineare sui triangoli di Delaunay costruiti a partire dai punti topografici (al di fuori dell'area di triangolazione, i valori vengono assegnati in base ai nodi più vicini); Krigging — interpolazione basata su tutti i punti topografici, mediante la risoluzione di un sistema di equazioni (fornisce il risultato più smussato e richiede più tempo quando il numero di punti è elevato); Near neighbours — valore del punto topografico più vicino (metodo più rapido). Topo smoothness definisce il numero di cicli di

	smussamento della topografia: da 0 a 5; il valore iniziale è 1. Il valore 0 mantiene la topografia senza smussamento.
Extra div	Impostare suddivisioni aggiuntive della mesh di base lungo X-axis e Y-axis. I valori ammessi vanno da 0 a 10; il valore iniziale è 1.
Insert extra nodes	Attivare o disattivare l'inserimento di nodi aggiuntivi.
Secondary	Attivare la modalità secondary calculation scheme.

Quando è selezionata l'opzione **Divide type – Automatic**, sono attive le seguenti aree:

Nell'area Topography sono disponibili le impostazioni della topografia:

Topo smoothness – impostare il grado di smussamento della topografia (valori da 0 a 5, dove 5 corrisponde al grado massimo di smussamento).

L'area **Extra div** consente di impostare il numero di celle intermedie rispettivamente per gli assi X e Y.

Quando è selezionata l'opzione **Divide type – Manual**, diventa attiva l'area **Axes Range**, (modalità di suddivisione uniforme della mesh), in cui è possibile impostare i valori minimi e massimi delle coordinate degli assi X e Y.

I campi **Axes ranges** definiscono le coordinate minime e massime della mesh lungo X-axis e Y-axis. Nella suddivisione manuale, i valori minimi corrispondono ai primi nodi e i valori massimi agli ultimi. La casella di controllo dell'area attiva l'impostazione manuale dei limiti.

L'area **Z-axis, Max depth**: è destinata alla configurazione della suddivisione lungo l'asse verticale. Si tenga presente che la profondità massima non deve essere eccessiva, poiché l'influenza dei parametri della sezione geotetica diminuisce con la profondità. **Start height** – imposta lo spessore del primo strato. Questo valore deve essere approssimativamente pari alla lunghezza della cella e rispettare la risoluzione. **Increment** – imposta il rapporto tra gli spessori degli strati adiacenti. I valori di questo parametro sono generalmente compresi tra 1 e 2. **Div number** – imposta il numero di strati del modello. In genere, per descrivere il modello sono sufficienti 12-20 strati. È sconsigliabile assegnare valori elevati a questo parametro, poiché ciò riduce la velocità dei calcoli. **Topo coeff** – imposta il coefficiente di appiattimento della forma della topografia con la profondità. 0 – la topografia di ogni strato successivo riproduce quella dello strato precedente. 1 - la topografia si appiattisce con la profondità; l'ultimo strato è piatto. 5 – il confine tra il primo e il secondo strato è graduale. Il funzionamento del coefficiente è illustrato nella figura:

Start height	Impostare l'altezza del primo strato; il valore iniziale è 1.
Increment	Impostare il rapporto tra lo spessore dello strato inferiore e quello dello strato immediatamente superiore; il valore iniziale è 1,1.
Div number	Impostare il numero di strati verticali; i valori ammessi vanno da 3 a 500; il valore iniziale è 12.

Per le misurazioni **Z - axis** tra pozzi può essere visualizzata un'area con il pulsante **Load**. Caricare un file di testo con le coordinate verticali: il programma legge le righe, utilizza il primo valore numerico di ciascuna riga come profondità dalla superficie, ne prende il valore assoluto e ordina i valori ottenuti. Se la profondità del primo valore letto non è zero, all'inizio dell'elenco viene aggiunto 0. Il campo **Div number** accetta valori da 0 a 100; **Extra div** — da 0 a 5, con valore iniziale 1. La casella di controllo **Regular dividing** attiva l'aggiunta di nodi supplementari alla mesh verticale.

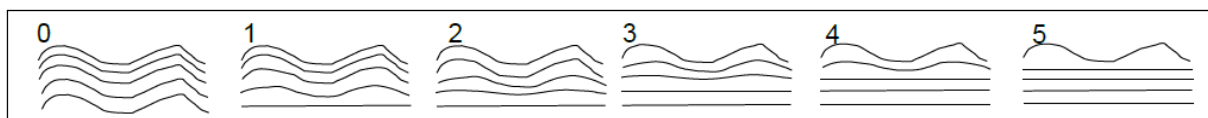


Fig. 14 **Appiattimento degli strati del modello in funzione della profondità mediante il parametro «Topo coeff» da 0 a 5**

La scheda **XYZ view** contiene la visualizzazione 3D della mesh costruita (vedere la figura seguente). Per ruotare l'immagine, utilizzare il pulsante sinistro del mouse. Per ingrandire o ridurre l'immagine, utilizzare la rotellina di scorrimento. Per spostarsi lungo gli assi, utilizzare il pulsante destro del mouse. Facendo clic con il pulsante destro del mouse su un asse tenendo premuto il tasto Shift, è disponibile la finestra di dialogo per la configurazione dei parametri degli assi (vedere la sezione Opzioni aggiuntive).

Rotate surveys geometry by angle	Ruotare la geometria del rilievo dell'angolo specificato nel campo dell'angolo di rotazione e ricostruire la mesh.
Undo rotation	Annullare la rotazione della geometria del rilievo.
Set trapezoidal mesh	Aprire la finestra di dialogo per definire una mesh trapezoidale. Dopo la conferma, utilizzare i nodi definiti nella finestra di dialogo per ricostruire la mesh.
Set simple mesh	Aprire la finestra di dialogo per definire una mesh semplice. Dopo la conferma, utilizzare i nodi definiti nella finestra di dialogo per ricostruire la mesh.
Choose plot scale 1:1 or for best fitting	Alternare la scala del grafico tra la scala uguale degli assi 1:1 e la scala adattata.

Il file di coordinate contiene righe con quattro o cinque colonne numeriche: le coordinate originali X e Y, seguite dalle nuove coordinate X e Y; la quinta colonna, durante l'importazione, viene letta come Z. Durante l'esportazione viene scritto l'intestazione «xo yo xn yn z» e nelle righe di

dati vengono scritti quattro valori di coordinate (le coordinate originali X e Y, seguite dagli stessi valori X e Y); il valore Z non viene scritto separatamente. Il separatore nelle righe esportate è uno spazio.

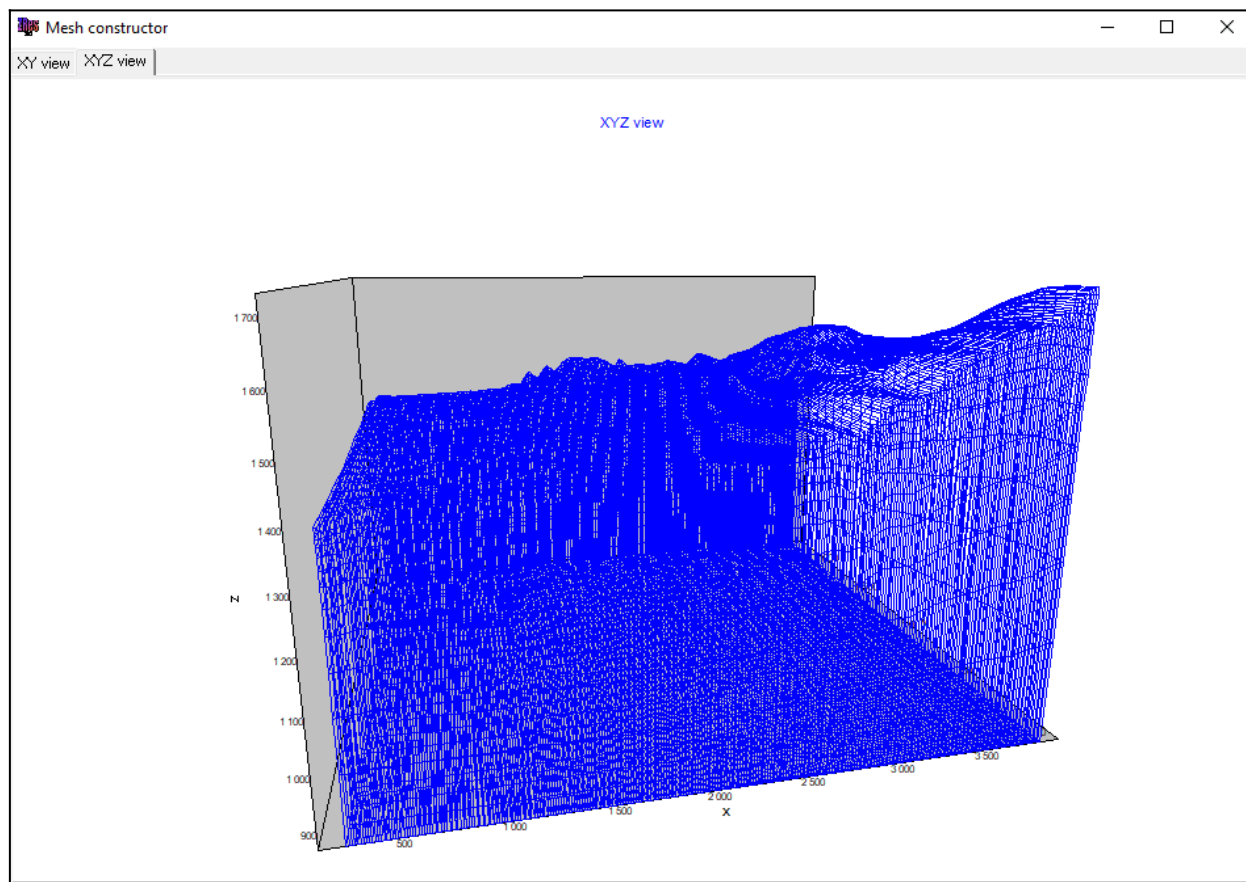


Fig. 15 Finestra di dialogo «Mesh constructor», scheda «XYZ view»

Per chiudere la finestra di dialogo e creare la mesh, premere il pulsante Apply and close. Successivamente si attivano le sezioni operative della finestra principale del programma e nella barra di stato vengono visualizzate informazioni sintetiche sul nuovo progetto (numero di punti di acquisizione e celle del modello 3D).

Costruzione di una mesh trapezoidale (Trapezoidal mesh)

La finestra si apre con il pulsante Set trapezoidal mesh sulla barra degli strumenti del costruttore della maglia (Mesh constructor). Alla finestra vengono trasferite le coordinate dei nodi della mesh corrente.

Add new line (ctrl+A)	Aggiungere una linea nella direzione corrente. Alla nuova linea viene assegnato un indice successivo al più alto indice esistente; il campo Line index passa a essa.
Automatic search for	Eseguire la ricerca automatica della linea ottimale nella direzione

optimal grid	selezionata. Per selezionare la direzione, fare clic con il pulsante sinistro del mouse. Con il clic destro si apre il menu Vertical / Horizontal . La ricerca aggiunge la linea trovata e può essere ripetuta.
Remove current line	Eliminare la linea corrente nella direzione selezionata. Gli indici delle linee successive vengono scalati; se viene eliminata l'ultima linea della direzione, vengono azzerate le assegnazioni delle linee ai nodi corrispondenti.
Remove all lines	Eliminare tutte le linee della direzione corrente e azzerare le relative assegnazioni ai nodi.
Cross lines mode	Alternare le due direzioni delle linee. Quando si cambia modalità, vengono aggiornati la visualizzazione e l'indice della linea corrente.
Line index	Selezionare la linea corrente. L'indice interno corrisponde al valore inserito meno uno; l'intervallo viene corretto in base alle linee esistenti. Il valore iniziale è 0.
Elenco delle etichette	Selezionare gli indici da visualizzare sui nodi: no label, i1, i2 o i1&i2 .
Pulsante con icona: attivazione dello strumento di assegnazione delle linee	Attivare lo strumento per assegnare la linea corrente ai nodi nel diagramma. I clic con il pulsante sinistro e destro del mouse assegnano o rimuovono la corrispondenza tra la linea e il nodo.
Pulsante con icona: disattivazione dello strumento	Disattivare lo strumento di assegnazione delle linee.
Pulsante con icona: modalità cursore	Attivare la visualizzazione del cursore nel diagramma; premendo nuovamente il pulsante quando la modalità è già attiva si cambia la direzione del cursore.
Pulsante con icona: controllo degli assi	Disattivare lo strumento del diagramma, ripristinare i limiti automatici degli assi e consentire il ridimensionamento.
Add/remove node(left/right click)	Attivare la modalità di aggiunta ed eliminazione dei nodi: fare clic con il pulsante sinistro per aggiungere un nodo e con il pulsante destro per eliminarlo. Per il nodo aggiunto, gli indici delle linee vengono azzerati.
Rotate points (due pulsanti)	Ruotare i punti visualizzati in una direzione o nell'altra. Un clic normale modifica l'angolo di 1°, mentre un clic con Ctrl lo modifica di 0,1°.
Undo rotation	Azzerare l'angolo di rotazione.

Build and preview mesh	Ricalcolare gli indici e verificare la mesh. Nella barra di stato visualizzare All right oppure il messaggio Not enough connections or bad connections.
Use created mesh in mesh constructor	Ricalcolare gli indici e trasferire la mesh al costruttore se la verifica ha esito positivo. Se la verifica non viene superata, la finestra non conferma il trasferimento.
Diagramma	Visualizzare i nodi e le linee. A seconda dello strumento attivo, i clic sul diagramma assegnano linee ai nodi, aggiungono nodi o ne modificano le assegnazioni.
Vertical / Horizontal	Selezionare la direzione utilizzata per la ricerca automatica.

Procedura: selezionare la direzione delle linee, aggiungere le linee manualmente oppure avviare la ricerca automatica, quindi assegnare le linee ai nodi. Se necessario, aggiungere o eliminare nodi, modificare l'angolo di rotazione e verificare il risultato con il pulsante **Build and preview mesh**. Per trasferire la mesh al costruttore, premere **Use created mesh in mesh constructor**.

Creazione di una mesh semplice (Simple grid maker)

La finestra si apre con il pulsante Set simple mesh sulla barra degli strumenti del costruttore della maglia (Mesh constructor). Le coordinate dei nodi della mesh corrente vengono trasferite alla finestra. Dopo la conferma, le intersezioni delle linee costruite formano una matrice di nodi della mesh, che viene trasferita di nuovo al costruttore.

Automatic search for optimal grid. You may need several repeats to achieve success.	Aprire la finestra Set search range , impostare i limiti della ricerca e trovare le linee per la direzione corrente. Le linee trovate sostituiscono quelle di tale direzione.
Pulsante con icona — cambio di direzione	Passare da una direzione delle linee all'altra.
Add remove node	Attivare la modalità di aggiunta delle linee facendo clic sul diagramma. La nuova linea appartiene alla direzione corrente; le linee troppo vicine a quelle esistenti non vengono aggiunte.
Add fence mode	Attivare la modalità cursore per lavorare con la linea di delimitazione sul diagramma.
Pulsante con icona: controllo degli assi	Disattivare lo strumento del diagramma, ripristinare i limiti automatici degli assi e consentire lo zoom e la panoramica.

Pulsante con icona — rotazione in una direzione	Modificare l'angolo della direzione corrente di -1° oppure, tenendo premuto Ctrl, di $-0,1^\circ$. Le linee della direzione selezionata vengono cancellate per consentirne la ricostruzione.
Pulsante con icona — rotazione nella direzione opposta	Modificare l'angolo della direzione corrente di $+1^\circ$ oppure, tenendo premuto Ctrl, di $+0,1^\circ$. Le linee della direzione selezionata vengono cancellate per consentirne la ricostruzione.
Pulsante con icona — accettazione della mesh	Se sono definite le linee di entrambe le direzioni, calcolarne le intersezioni a coppie e trasferire la matrice di nodi risultante al costruttore. Se manca una delle direzioni, la finestra si chiude senza eseguire il calcolo.
Diagramma	Visualizzare linee e nodi. In modalità di aggiunta, facendo clic sul diagramma si crea una linea nella direzione corrente.

Procedura: costruire le linee della prima direzione, passare alla seconda direzione e costruirne le linee. Le linee possono essere aggiunte manualmente o trovate automaticamente. Per la ricerca automatica, impostare l'intervallo nella finestra **Set search range**. Dopo aver costruito le linee di entrambe le direzioni, accettare la mesh con il pulsante di calcolo delle intersezioni delle linee.

Intervallo di ricerca automatica (Set search range)

La finestra si apre da **Simple grid maker** quando si avvia la ricerca automatica della mesh ottimale.

Min grid size	Impostare il limite minimo di ricerca. Il valore iniziale è 20; l'intervallo consentito va da 2 a 200.
Max grid size	Impostare il limite massimo di ricerca. Il valore iniziale è 40; l'intervallo consentito va da 2 a 200.
Search	Confermare l'intervallo e chiudere la finestra. Se il valore minimo è maggiore di quello massimo, il programma li scambia prima della ricerca.

Impostare entrambi i limiti e premere **Search**. La ricerca viene eseguita per la direzione selezionata in **Simple grid maker**.

Angoli (Corners)

La finestra consente di inserire le coordinate dei quattro angoli sugli assi X, Y e Z.

X0, Y0, Z0	Impostare le coordinate dell'angolo 0. I valori iniziali di tutti e tre i
-------------------	---

	campi sono 0.
X1, Y1, Z1	Impostare le coordinate dell'angolo 1. I valori iniziali di tutti e tre i campi sono 0.
X2, Y2, Z2	Impostare le coordinate dell'angolo 2. I valori iniziali di tutti e tre i campi sono 0.
X3, Y3, Z3	Impostare le coordinate dell'angolo 3. I valori iniziali di tutti e tre i campi sono 0.
Insert topography	Attivare l'opzione di inserimento della topografia.
Transparent color	Attivare l'opzione del colore trasparente.

Impostazione del rettangolo (Set rectangle)

La finestra viene visualizzata quando si carica un'immagine di sfondo nella finestra di acquisizione: per i file BMP si impostano i limiti di georeferenziazione dell'immagine, mentre per i file DXF i campi vengono compilati con i limiti extents del file. La finestra viene utilizzata anche per specificare le coordinate di una linea; in tal caso, i campi vengono inizializzati a zero.

Left	Impostare la coordinata sinistra del rettangolo. Per i file BMP, il valore iniziale corrisponde al minimo dell'asse orizzontale del diagramma; per specificare le coordinate di una linea, il campo è impostato a 0.
Top	Impostare la coordinata superiore del rettangolo. Per i file BMP, il valore iniziale corrisponde al massimo dell'asse verticale, tenendo conto della scala e dello spostamento; per specificare le coordinate di una linea, il campo è impostato a 0.
Right	Impostare la coordinata destra del rettangolo. Per i file BMP, il valore iniziale corrisponde al massimo dell'asse orizzontale del diagramma; per specificare le coordinate di una linea, il campo è impostato a 0.
Bottom	Impostare la coordinata inferiore del rettangolo. Per i file BMP, il valore iniziale corrisponde al minimo dell'asse verticale, tenendo conto della scala e dello spostamento; per specificare le coordinate di una linea, il campo è impostato a 0.

Quando si carica un file BMP, i limiti del rettangolo vengono utilizzati per georeferenziare l'immagine sulle coordinate del diagramma. Quando si carica un file DXF, i campi vengono compilati con i limiti sinistro, destro, superiore e inferiore del file. Quando si specificano le

coordinate di una linea, i valori inseriti vengono utilizzati come coordinate dei due estremi della linea.

Visualizzazione dei dati

Il programma consente di visualizzare i dati sotto forma di pseudosezione **Options / Data / Pseudo-section**, di grafici **Options / Data / Graphics-plot** lungo i profili, di mappa a isolinee o di pseudosezione 3D **Options / Data / 3D pseudosection ON**. Il profilo corrente può essere selezionato dall'elenco  sulla barra delle attività; il numero del profilo corrisponde all'indice **Prof** nel file dei dati.

La finestra **Multi-channel plot** visualizza i dati dei canali per il punto selezionato. Utilizzare i pulsanti per passare al punto precedente e successivo e modificare il punto attivo; a ogni passaggio vengono aggiornati il grafico e la posizione del punto attivo. Con il pulsante **Undo changings** si annullano le modifiche al grafico caricando lo stato salvato.

Smooth curve	Smussa la curva attiva. Facendo clic con il pulsante destro del mouse, si smussano i dati di tutti i punti e si aggiorna la visualizzazione.
Removing mode	Attiva o disattiva la modalità di eliminazione dei punti. In questa modalità, facendo clic con il pulsante sinistro del mouse accanto a un punto, si elimina la relativa osservazione del canale.
Delete point	Elimina l'osservazione selezionata del canale.
Smooth point	Smussa la serie della curva attiva e sostituisce il valore dell'osservazione selezionata con il valore smussato.
Origin point	Ripristina il valore originale dell'osservazione selezionata.
Delete all	Elimina le osservazioni di tutti i canali per il punto selezionato.

Tabella Channels	Mostra il numero del canale, il relativo valore di tempo o frequenza, il nome e l'indicazione dell'inclusione nell'inversione. Le unità nell'intestazione dipendono dal tipo di dati: cycle, time, s o frq, Hz. Le modifiche ai valori, ai nomi e alle caselle di controllo vengono applicate alla chiusura della finestra.
Delete unchecked	Elimina i canali le cui caselle di controllo sono deselezionate.

Nella modalità di lavoro con il modello di resistività, i dati possono essere visualizzati:

- in resistività apparente (**Option / Data / Apparent resistivity**);
- come segnali normalizzati rispetto alla corrente (**Option / Data / Resistance**);

- come segnali normalizzati rispetto alla lunghezza delle linee di potenziale e di corrente e alla corrente (**Option / Data / ABMN normed**). Questa opzione è applicabile quando è attiva la modalità Resistance.

Planimetria dei grafici

La planimetria dei grafici serve a visualizzare i valori di resistività apparente lungo il profilo sotto forma di grafici.

Nel menu principale del programma è possibile selezionare il metodo di costruzione dei grafici: in corrispondenza di una determinata pseudoprofondità **Options / Data / Type graphics / Iso-PsZ** in funzione del fattore del dispositivo, oppure in corrispondenza di una determinata posizione della linea di corrente **Options / Data / Type graphics / Iso-AB** o della linea di potenziale **Options / Data / Type graphics / Iso-MN** (vedere la figura seguente).

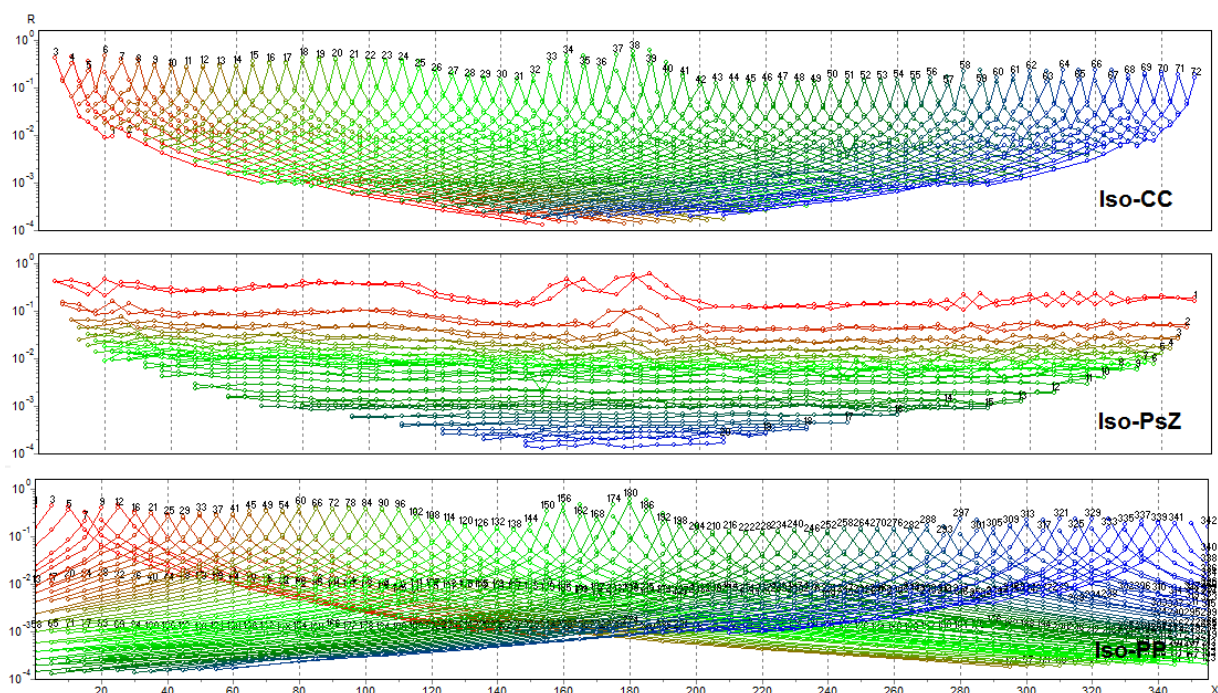


Fig. 16 **Planimetria dei grafici costruita per determinate posizioni della linea di corrente (Iso-CC), per determinate posizioni della linea di potenziale (Iso-PP) e per determinate pseudoprofondità (Iso-PsZ)**

L'interazione con la planimetria dei grafici avviene tramite il mouse:

L'ingrandimento di una porzione o il suo spostamento si effettuano in modalità con il pulsante premuto.

Facendo clic con il pulsante sinistro del mouse su un punto del grafico, si nascondono gli altri grafici e si visualizzano le posizioni degli elettrodi per il punto attivo (finché non si rilascia il

pulsante del mouse). I valori misurati si modificano trascinando il punto del grafico con il pulsante destro del mouse premuto.

L'editor dei grafici si apre facendo clic con il pulsante destro del mouse sul grafico mentre si tiene premuto SHIFT. L'editor degli assi si apre facendo clic con il pulsante destro del mouse sull'asse desiderato mentre si tiene premuto SHIFT.SHIFT sull'asse desiderato.

Per selezionare un grafico ed eliminare gli altri, fare clic con il pulsante del mouse sulla legenda tenendo premuto SHIFT. Facendo nuovamente clic, si ripristina la visualizzazione di tutti i grafici.

Per scorrere i grafici si utilizza la rotellina del mouse. A tale scopo, si selezionano più grafici adiacenti nella legenda e si ruota la rotellina con il cursore posizionato sulla legenda. Gli indici dei grafici attivi cambiano.

Pseudosezione

La pseudosezione rappresenta in prima approssimazione la distribuzione del parametro lungo il profilo e in profondità.

La rappresentazione sotto forma di isolinee viene costruita utilizzando due assi:

- asse orizzontale – coordinata del punto di misura sul profilo;
- asse verticale – spaziatura.

La scala cromatica è visualizzata a destra della pseudosezione. La scala definisce la corrispondenza tra il valore rappresentato e il colore.

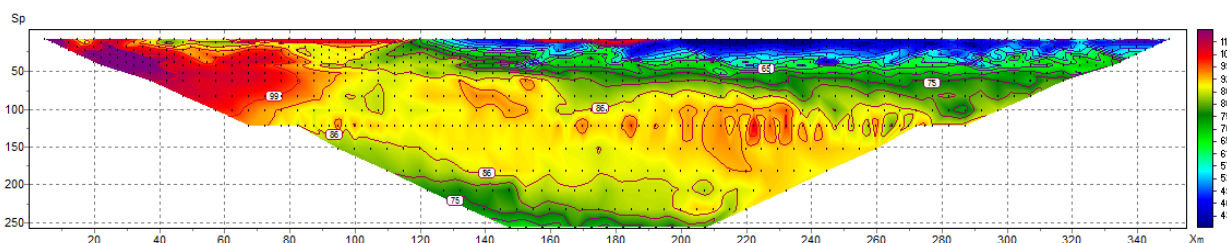


Fig. 17 **Pseudosezione della resistività apparente**

Facendo clic con il pulsante destro del mouse nell'area degli assi dell'oggetto, si apre un menu contestuale con le seguenti opzioni:

Log data scale	Utilizzare una scala logaritmica per la scala cromatica.
Smooth mode	Utilizzare una palette di interpolazione uniforme / una sezione a isolinee.
Display grid point	Visualizzare i marcatori dei punti di misura.
Display ColorBar	Visualizzare la scala cromatica.
Setup	Aprire la finestra di dialogo per configurare i parametri della pseudosezione.

Print preview	Aprire l'anteprima di stampa della pseudosezione.
Save picture	Salvare la pseudosezione in un file grafico *.bmp, *.png.
Save XYZ file	Salvare la pseudosezione in un file di testo *.dat.
X:Y=1:1	Impostare scale uguali per gli assi orizzontali.
Default	Ripristinare i valori predefiniti dei parametri della pseudosezione.
Draw in Surfer	Generare l'immagine in Golden Software Surfer.
Box margins (pixels)	Impostare i margini sinistro, superiore, destro e inferiore in pixel. Per ogni margine sono ammessi valori da 0 a 100; il valore predefinito è 0. Modificare i margini se una parte dell'immagine non rientra nella finestra.
ColorScale — Num levels	Impostare il numero di livelli delle isolinee: da 2 a 100; il valore predefinito è 2.
Isolines	Se l'opzione è attivata, vengono visualizzate le isolinee.
Labels	Se l'opzione è attivata, vengono visualizzate le etichette delle isolinee.
Fixed	Se l'opzione è attivata, le impostazioni della scala cromatica vengono bloccate.
User data limits — Minimum, Maximum	Impostare manualmente i valori minimo e massimo delle isolinee. Per modificare questi valori, attivare la casella di controllo User data limits .
Settings	Aprire la finestra Edit levels per configurare i livelli e i colori.
Apply	Si applicano le impostazioni, si ricostruiscono la texture dei colori e le isolinee e si aggiorna la pseudosezione.
Cancel	Si chiude la finestra di dialogo senza eseguire il comando di applicazione.
Font	Si configura il carattere della scala dei colori.

Finestra Edit levels

Nella tabella si modificano i livelli e i relativi parametri di visualizzazione. Fare clic con il pulsante destro del mouse sulla cella del colore per modificare il colore dell'isolinea o del riempimento. Facendo clic con il pulsante destro del mouse sulla cella della riga superiore per impostare l'intervallo, si apre una finestra di dialogo per specificare i valori minimo e massimo; in questa finestra i livelli vengono calcolati linearmente o logaritmicamente, a seconda che la casella di controllo sia selezionata o meno. Nella riga superiore della tabella, fare clic con il pulsante sinistro del mouse sulla cella di attivazione delle isolinee per attivarle per tutti i livelli oppure fare clic con il pulsante destro per disattivarle.

Tabella dei livelli	Si modificano i livelli e i relativi colori e parametri delle isolinee.
Load levels from file	Si caricano i livelli da un file. Dopo il caricamento, si indica che i livelli sono stati modificati; tornando alle impostazioni, i valori minimo e massimo vengono aggiornati in base all'intervallo caricato.
Save levels to file	Si salvano i livelli in un file con estensione .lvl.

Il file .lvl viene scritto con due righe di intestazione: **LVL2** e una riga con i nomi dei campi. Seguono una riga per ogni livello. La riga contiene il valore numerico del livello, un flag (1 per il primo livello, 0 per tutti gli altri), il colore dell'isolinea in formato RGB, lo stile dell'isolinea (Solid o Invisible), la larghezza della linea 0, il colore del riempimento in formato RGB, quindi i valori "Black", "Solid", 1, 1, 1. I campi sono separati da spazi; i colori RGB sono racchiusi tra virgolette. Durante il caricamento, il valore del livello viene diviso per il fattore di scala delle unità e i colori vengono letti dai campi relativi al colore dell'isolinea e del riempimento.

L'editor degli assi si richiama facendo clic con il pulsante destro del mouse, tenendo premuto SHIFT, sull'asse desiderato (quando il cursore del mouse si trasforma in una mano con l'indice teso). Viene visualizzato un menu contestuale con tre voci: *Options*, *Default*, *Fix range* (vedere la sezione «Configurazione dei parametri grafici - «Editor degli assi»).

La finestra di dialogo per configurare i punti della pseudosezione si richiama facendo clic con il pulsante destro del mouse, tenendo premuto SHIFT, su un punto (vedere la sezione «Opzioni aggiuntive» - «Editor del grafico»).

Il metodo di costruzione della pseudosezione varia a seconda delle configurazioni:

- per la *configurazione Wenner (Wenner)* i punti sulla pseudosezione sono disposti nel modo seguente: la coordinata X corrisponde al centro della configurazione, mentre la coordinata Y corrisponde a $\frac{1}{4}$ della distanza tra l'elettrodo esterno e il centro della configurazione;
- per la *configurazione polo-dipolo (Pole-Dipole)* i punti sulla pseudosezione sono disposti nel modo seguente: la coordinata X corrisponde al punto medio tra gli elettrodi di potenziale, mentre la coordinata Y corrisponde alla spaziatura (distanza dall'elettrodo di corrente al punto medio tra gli elettrodi di potenziale). Per questa configurazione, il programma prevede due metodi di calcolo della coordinata orizzontale:

Options / Data / Point position / 4 electrodes	Questo insieme di opzioni consente di selezionare il metodo di calcolo della coordinata orizzontale (pseudosezione) del punto di misurazione per una configurazione a quattro elettrodi. È possibile calcolare automaticamente la coordinata orizzontale (« Auto »), collocarla al centro tra gli elettrodi di potenziale (« M-
--	---

	O-N) oppure tra i dipoli di corrente e di potenziale (« AB-O-MN »).
Options / Data / Point position / 3 electrodes	Questo insieme di opzioni consente di selezionare il metodo di calcolo della coordinata orizzontale (pseudosezione) del punto di misura per una configurazione a tre elettrodi. « (A+M)/2 » - il primo caso, in cui la coordinata orizzontale si trova a metà tra l'elettrodo di corrente A e l'elettrodo di potenziale M. « (M+N)/2 » - il secondo caso, in cui la coordinata orizzontale si trova a metà tra gli elettrodi di potenziale M e N.

- per la *configurazione dipolo-dipolo (Dipole-Dipole)* la coordinata X corrisponde al centro della configurazione, mentre la coordinata Y corrisponde a $\frac{1}{2}$ della distanza tra i centri dei dipoli (degli elettrodi di potenziale e di corrente);
- per la *configurazione gradiente (Gradient)* la coordinata X corrisponde al punto medio tra gli elettrodi di potenziale, mentre la coordinata Y corrisponde a $\frac{1}{2}$ della spaziatura dall'elettrodo di corrente più vicino al punto medio tra gli elettrodi di potenziale;
- per la *configurazione polo-polo (Pole-Pole)* la coordinata X corrisponde al centro della configurazione, mentre la coordinata Y corrisponde a $\frac{1}{2}$ della distanza tra gli elettrodi A e M;
- per la *configurazione SEV (Schlumberger)* la coordinata X corrisponde al centro della configurazione, mentre la coordinata Y corrisponde a $\frac{1}{2}$ della distanza tra gli elettrodi di corrente esterni.

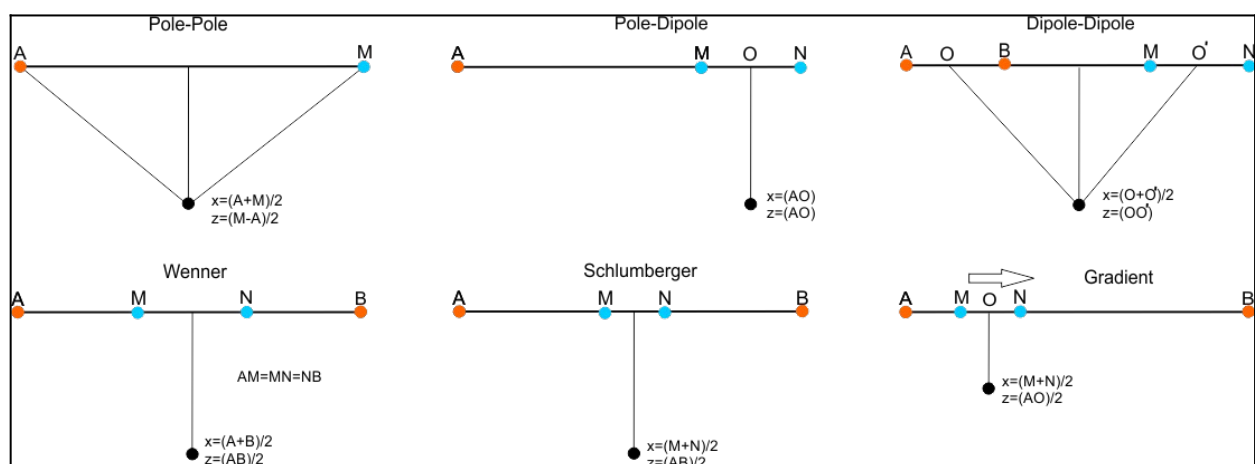


Fig. 18 **Principali tipi di configurazioni elettrodeiche per prospezioni elettriche**

Oltre alla resistività apparente e alla caricabilità è possibile visualizzare sotto forma di pseudosezione l'errore di fit relativo di ciascuna misura **Options / Data / Data Misfit**.

La finestra **Histogram** mostra la distribuzione dei valori calcolati e dei dati osservati per il parametro selezionato. Per i dati osservati vengono utilizzati i valori di resistività o di caricabilità, a seconda della modalità attiva. Il titolo del grafico e la modalità logaritmica dell'asse dipendono dal parametro selezionato; i limiti dell'asse sono determinati dai valori minimo e massimo correnti della scala del modello.

Mappa delle isolinee per una determinata spaziatura

Nell'area di lavoro del programma, sopra il modello 3D, viene visualizzata una mappa delle isolinee relativa alla pseudoprofondità selezionata. Su questa mappa è possibile rappresentare le seguenti informazioni:

- dati osservati (Options / Data / Observed);
- dati calcolati (risultato della soluzione del problema diretto) (**Options / Data / Calculated data**);
- errore di fit (misfit) tra i dati osservati e quelli calcolati (**Options / Data / Misfit**).

La pseudoprofondità (o spaziatura) si può selezionare dall'elenco  sulla barra di accesso rapido (facendo clic con il pulsante destro sull'elenco, si può impostare la finestra da considerare quando non sono disponibili dati alla spaziatura selezionata).

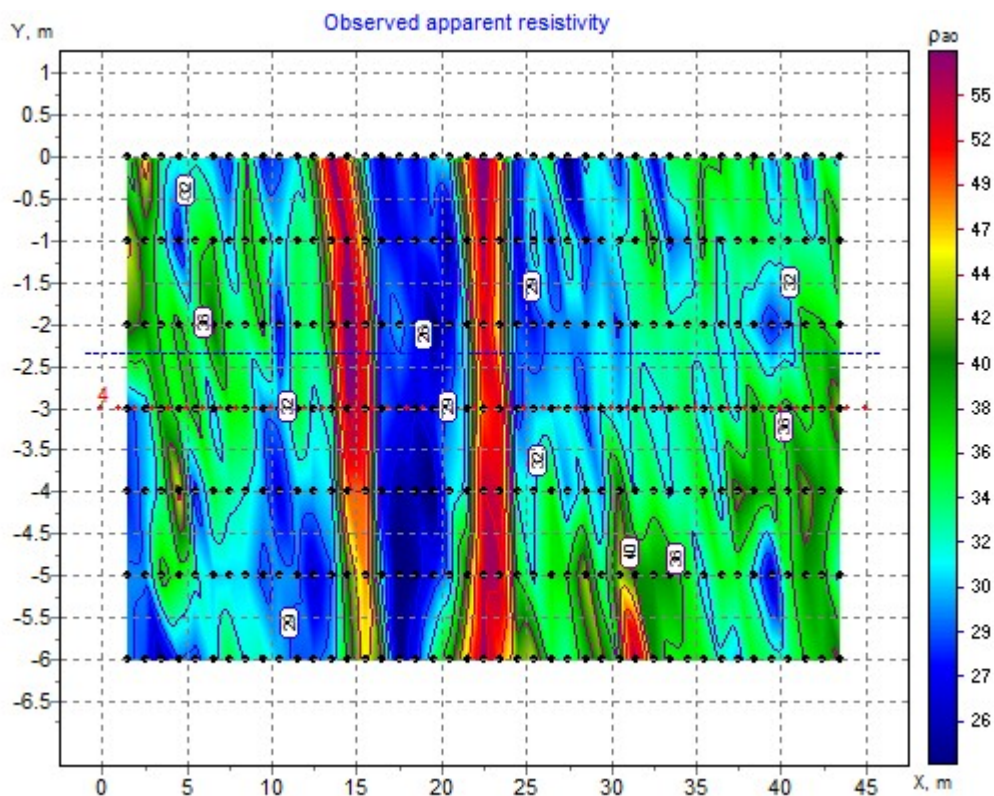


Fig. 19 **Esempio di mappa delle isolinee**

Nella mappa delle isolinee, i punti rossi indicano la posizione del profilo, i cui grafici (pseudosezioni) sono mostrati nell'area di visualizzazione dei dati del profilo (finestra in alto a destra del programma). La linea blu indica la posizione corrente della sezione 3D del modello.

La posizione del pozzo sulla mappa delle isolinee è indicata da una croce nera.

La posizione degli elettrodi del punto attivo viene mostrata facendo clic con il pulsante destro su un punto della mappa delle isolinee.

Facendo clic con il pulsante destro sul perimetro della mappa delle isolinee, si apre un menu contestuale con le seguenti opzioni:

Log data scale	Utilizzare una scala logaritmica per la scala cromatica.
Smooth mode	Utilizzare una palette di interpolazione uniforme / una sezione a isolinee.
Display grid point	Visualizzare i marcatori dei punti di misura.
Display ColorBar	Visualizzare la scala cromatica.
Setup	Aprire la finestra di dialogo per impostare i parametri della mappa delle isolinee.
Print preview	Aprire l'anteprima di stampa della mappa delle isolinee.
Save picture	Salvare la mappa delle isolinee in un file grafico *.bmp, *.png.
Save XYZ file	Salvare la mappa delle isolinee in un file di testo *.dat.

X:Y=1:1	Impostare scale uguali per gli assi orizzontali.
Load background	Caricare un'immagine come immagine di sfondo (file grafico).
Load bingmap	Caricare una mappa satellitare come immagine di sfondo.
Remove background	Eliminare l'immagine di sfondo corrente.
Draw in Surfer	Creare una mappa in Golden Software Surfer.
Copy BG from model	Questa opzione è disponibile se è selezionata la sezione XY. In questo caso, l'immagine grafica della sezione corrente può essere utilizzata come immagine di sfondo della mappa delle isolinee.

L'opzione *Load background* consente di caricare come immagine di sfondo un qualsiasi file raster; l'immagine diventa semitrasparente. Questa opzione è utile per confrontare i dati misurati con le mappe topografiche, gli schemi strutturali e tettonici, le carte geologiche e i dati di altri metodi (geofisici, geochimici ecc.). La figura seguente mostra un esempio di utilizzo di una mappa della topografia come immagine di sfondo.

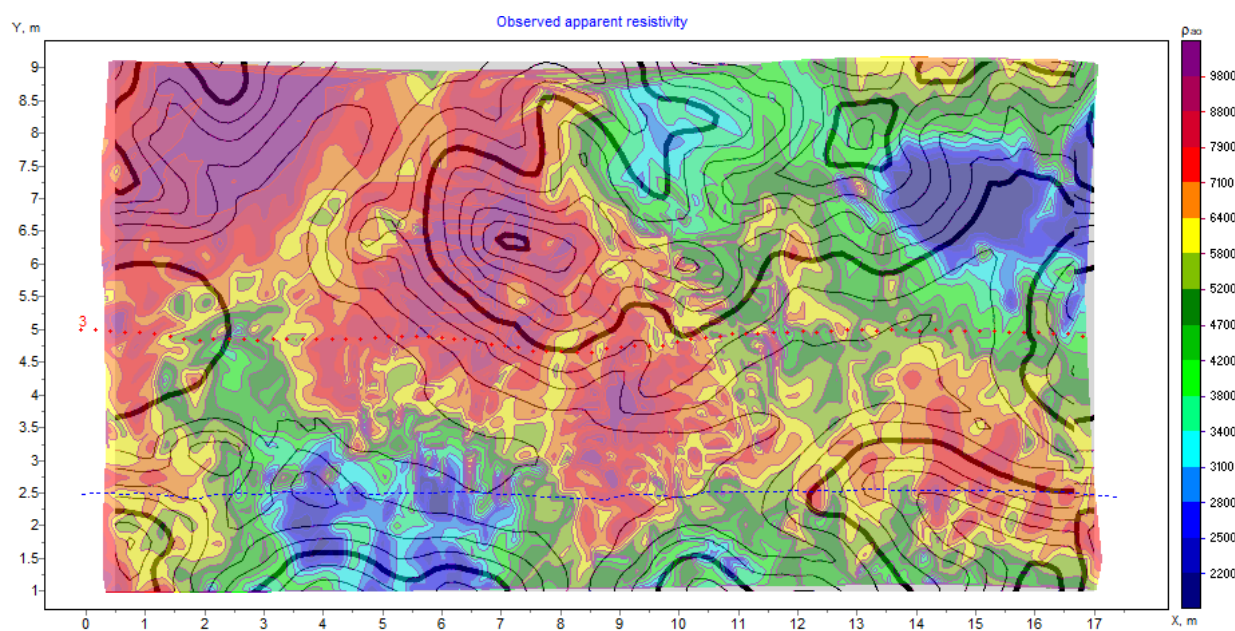


Fig. 20 **Esempio di confronto della mappa delle isolinee dei dati misurati con una mappa della topografia**

L'opzione *Load bingmap* consente di caricare una mappa satellitare in base alle coordinate specificate degli elettrodi. In questo caso, le coordinate degli elettrodi devono essere nel formato UTM. Dopo aver selezionato questa opzione, si apre la finestra UTM zone (vedere la figura seguente), in cui occorre selezionare il numero della zona.

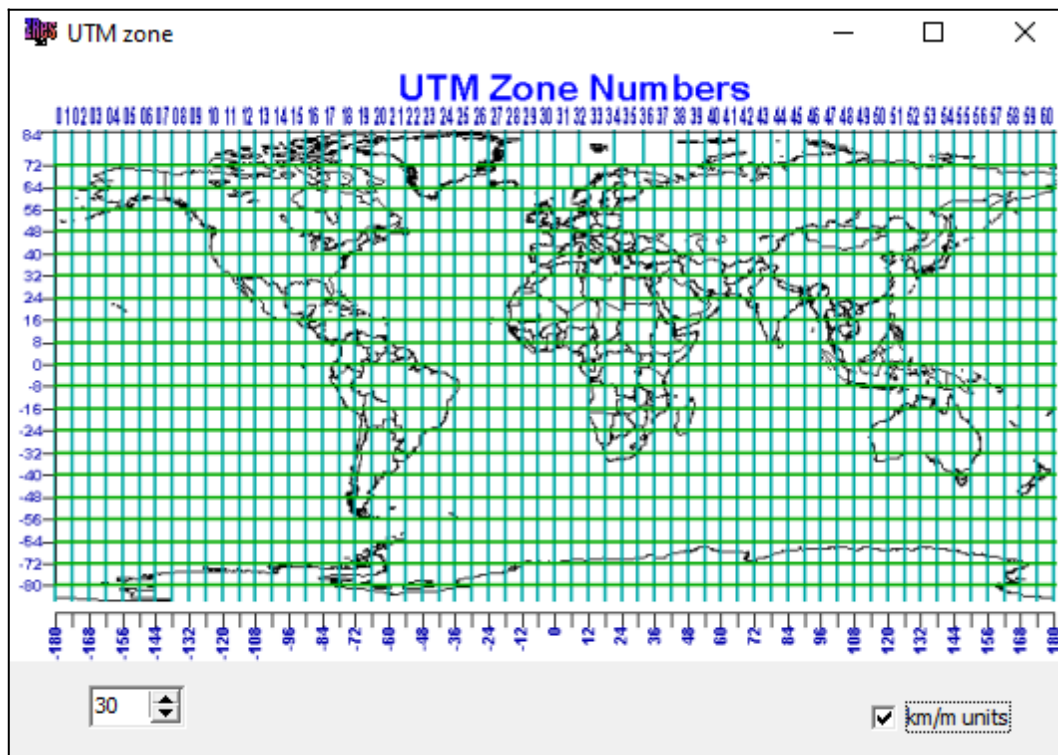


Fig. 21 Finestra di dialogo per la selezione della zona UTM zone

3D pseudosezione

La pseudosezione 3D è utile per visualizzare i dati di uno schema di acquisizione areale o quando si desidera visualizzare contemporaneamente i dati di tutte le misure di profilo.

La funzione **Options / Data / 3D pseudosection ON (OFF)** rappresenta i dati sotto forma di pseudosezione 3D (vedere la figura seguente) nella sezione in alto a sinistra della finestra. I valori delle misure sono rappresentati mediante colori.

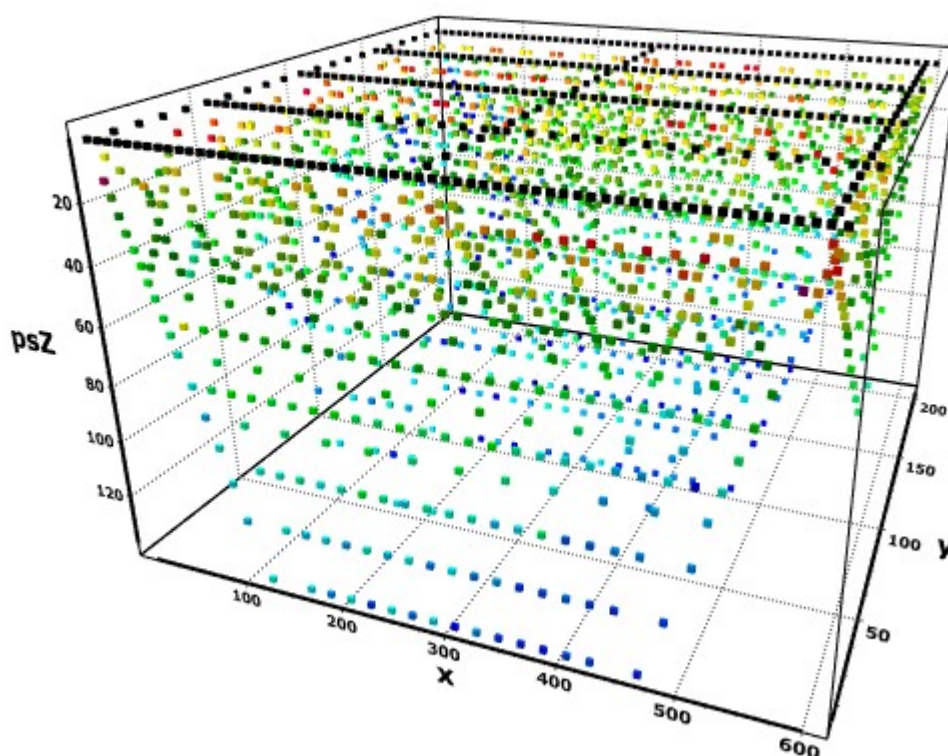


Fig. 22 **Rappresentazione delle pseudosezioni nel volume**

Preparazione dei dati per l'inversione

La preparazione dei dati per l'inversione comprende le seguenti operazioni: valutazione della qualità dei dati di campagna e rimozione delle misure di scarsa qualità;

Modulo di controllo della qualità dei dati

Per il controllo della qualità e la modifica dei dati, in **ZondRes3D** è stato implementato un modulo specifico, accessibile dal menu **Options / Quality control module**. Il modulo consente di eseguire le seguenti operazioni sui dati:

- visualizzare i risultati delle misure sotto forma di grafici di diversi parametri e di pseudosezioni dei dati relativi a diversi dispositivi;
- se possibile, valutare la qualità dei dati (determinare i pesi delle misure) in base al principio di reciprocità;
- eliminare i dati direttamente dai grafici dei parametri visualizzati.

La possibilità di raggruppare i dati per dispositivo, segnale, diversi parametri geometrici e pesi delle misure, insieme alle opzioni di eliminazione manuale e automatica, consente di eseguire l'intero ciclo di controllo della qualità dei dati durante la preparazione per l'inversione.

Le funzionalità descritte di seguito sono disponibili per il sistema di profili 2D. Per uno schema di acquisizione areale, le funzionalità del modulo di controllo della qualità sono notevolmente ridotte.

La finestra del modulo di controllo della qualità contiene una barra degli strumenti e tre schede: grafici dei parametri visualizzati (*Data graphics*, vedere la figura seguente), selezione dei parametri da visualizzare (*Settings*) e pseudosezioni (*Pseudo*).

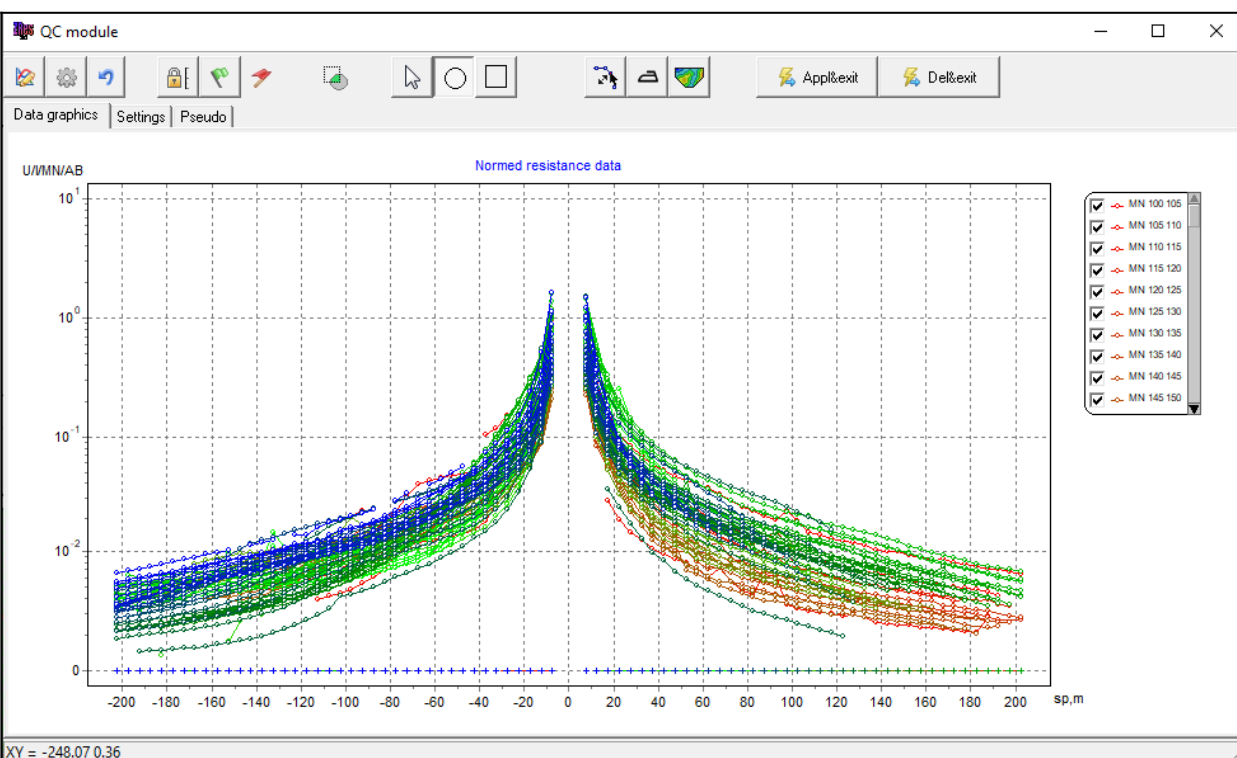
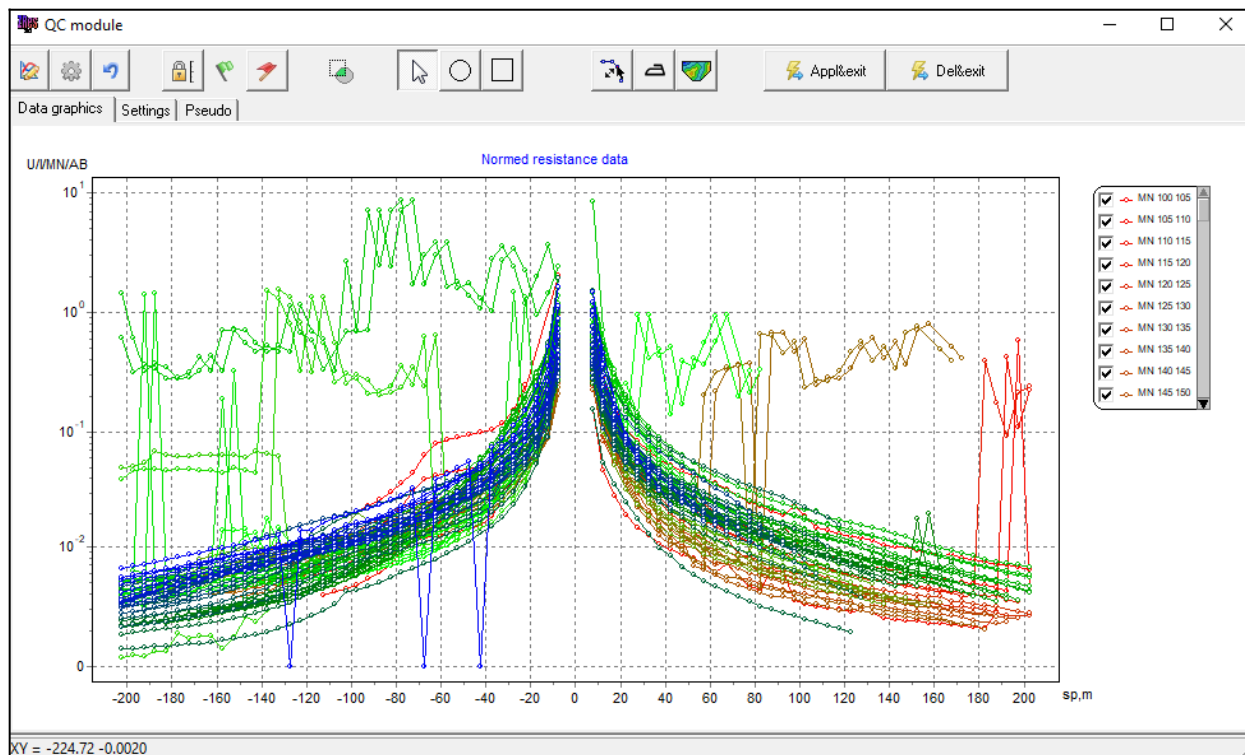


Fig. 23 Modulo di controllo della qualità, scheda «Data graphics». I dati sono presentati nella modalità di visualizzazione Iso-MN centered. In alto sono riportati i dati originali. In basso, quelli modificati.

La scheda **Settings** consente di:

Electrodes array	Visualizzare o nascondere i sottoinsiemi, presenti nel set di dati: AMN , MNA , ABMN , MNAB , Symmetrical , NON-standard , Gradient ,
-------------------------	--

	AM e MA . Deselezionando la casella di controllo si nasconde il sottoinsieme corrispondente.
Graphics type — Iso-PSZ	Suddividere i grafici per livelli di pseudoprofondità (coefficiente G).
Graphics type — Iso-AB	Suddividere i grafici in base alle posizioni degli elettrodi di corrente.
Graphics type — Iso-AB centered	Suddividere i grafici in base alle posizioni degli elettrodi di corrente, assumendo il centro della linea di corrente come zero.
Graphics type — Iso-MN	Suddividere i grafici in base alle posizioni degli elettrodi di potenziale, come adatto alla configurazione PD.
Graphics type — Iso-MN centered	Suddividere i grafici in base alle posizioni degli elettrodi di potenziale, assumendo il centro della linea di potenziale come zero, come adatto alla configurazione PD.
Graphics type — R-G plot	Tracciare il grafico della resistività V/I in funzione del coefficiente geometrico G.
Graphics type — Misfit	Tracciare i dati calcolati rispetto a quelli misurati.
Shifted	Se l'opzione è attiva, spostare i grafici al livello medio.

- mostrare o nascondere i sotto-array rappresentati nel set di dati (Electrodes array);
- specificare il parametro di raggruppamento dei dati (per spaziatura, pseudoprofondità, posizione degli elettrodi di corrente, degli elettrodi di potenziale, ecc.) (**Graphics Type**);
- selezionare la grandezza da visualizzare: segnale normalizzato ($V/MN/AB/I$ o V/I), resistività apparente o caricabilità apparente (vedere la figura seguente);

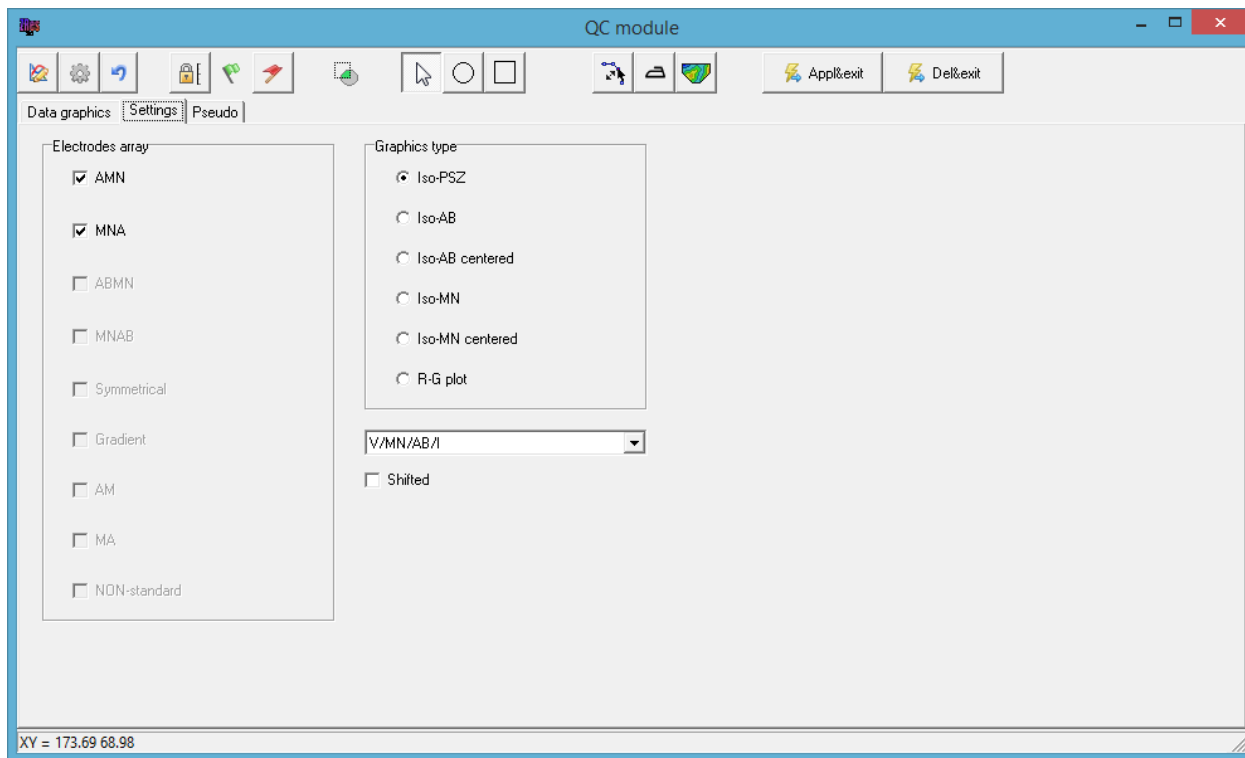


Fig. 24 Modulo di controllo della qualità, scheda «Settings»

La scheda **Pseudo** visualizza la pseudosezione.

I grafici dei parametri selezionati sono visualizzati nella scheda *Data graphics*. Qui è possibile elaborare i dati in modo interattivo utilizzando la barra degli strumenti. Le misure sono visualizzate come punti sui grafici. La posizione degli elettrodi corrispondente alla misura viene visualizzata nella parte inferiore della finestra dei grafici quando si seleziona il punto di misura con il clic sinistro del mouse. I valori dei parametri relativi alla misura selezionata vengono visualizzati passando il mouse sul punto corrispondente del grafico.

Graphics settings	Aprire le impostazioni di visualizzazione dei grafici.
Operations and routines	Aprire il menu delle operazioni sui punti: selezionare i punti visibili o nascosti, deselezionare tutti i punti, smussare i punti selezionati, assegnare loro pesi o correggerne i segni in base ai dati calcolati.
Undo last changing	Annullare l'ultima modifica.
Fix axes ranges	Attivare o disattivare il ridimensionamento automatico degli assi. L'attivazione o la disattivazione modifica la modalità di ridimensionamento automatico degli assi sinistro e inferiore.
Show or hide selected points	Attivare o disattivare la visualizzazione dei punti selezionati.

Draw calculated data. If inspection goes after inversion.	Attivare o disattivare la visualizzazione dei dati calcolati; questa funzione è prevista per la verifica dopo l'inversione.
Selection mode	Attivare o disattivare la modalità di selezione dei punti. Quando la modalità è attiva, il clic destro contrassegna un punto per le operazioni sui dati selezionati, mentre il clic sinistro rimuove il contrassegno.
Select points by standart-cursor	Selezionare il cursore standard per la selezione dei punti; per selezionare si utilizza il clic destro.
Select points in circle-cursor	Selezionare i punti all'interno dell'area circolare del cursore; le dimensioni dell'area si modificano con la rotellina del mouse e per selezionare si utilizza il clic destro.
Select points in rectangle-cursor	Selezionare i punti all'interno dell'area rettangolare del cursore; le dimensioni dell'area si modificano con la rotellina del mouse e per selezionare si utilizza il clic destro.
Edit mode by mouse	Attivare o disattivare la modalità di modifica dei punti con il mouse. In questa modalità, è possibile trascinare un punto verso l'alto o verso il basso per modificarne il valore.
Smooth data. It is not recommended.	Smussare i dati. In modalità pozzo, il pulsante non esegue lo smussamento.
Redraw pseudosection	Ridisegnare la pseudosezione.

Nel menu **Operations and routines**, il comando **Select visible** seleziona i punti delle serie attive, mentre **Select invisible** seleziona i punti delle serie inattive. Il comando **Deselect all** deselecta tutti i punti. **Smooth selected** smussa i punti selezionati. **Set weights selected** assegna un peso ai punti selezionati tramite una richiesta di inserimento del valore, con l'intervallo consigliato 0..1 e il valore iniziale 1; il codice non verifica che il valore inserito rientri in questo intervallo. Il peso viene registrato come peso IP se è visualizzata la caricabilità e come peso normale in tutte le altre modalità. **Correct signs by calc** cambia il segno della grandezza misurata se è diverso da quello calcolato; si consiglia di eseguire prima l'inversione. Segni errati sono tipici delle misure tra pozzi.

Per ingrandire o spostare una porzione del grafico, si tiene premuto il clic sinistro.

Per visualizzare temporaneamente un solo grafico, fare clic sulla sua linea con il pulsante sinistro del mouse: tutti gli altri grafici diventeranno invisibili. Per mantenere visualizzato uno o più grafici selezionati, utilizzare l'elenco, che funge da legenda dei grafici nella parte destra della finestra. Se i

grafici sono attivi (inattivi), tenendo premuto Shift e selezionando uno dei grafici, tutti gli altri diventano inattivi (attivi).

La qualità dei dati può essere controllata in tre modi: in base ai pesi delle misure (forniti dallo strumento o calcolati in base al principio di reciprocità), visivamente in base alla regolarità dei grafici e confrontando i dati originali con la soluzione del problema diretto calcolata a partire dal modello di inversione.

La visualizzazione dei grafici calcolati per il modello di inversione (tracciati con linea tratteggiata) è controllata dal pulsante . Se i punti dei dati originali non corrispondono bene a quelli calcolati, le cause possono essere diverse:

- I dati sono fortemente influenzati dal rumore. In tal caso, si devono eliminare.
- L'intervallo di variazione della resistività è troppo ristretto oppure il problema è eccessivamente regolarizzato. In tal caso, si devono modificare le impostazioni e ripetere l'inversione.

Per eliminare i dati di scarsa qualità, si devono selezionare i punti corrispondenti con il pulsante  premuto (modalità di selezione dei punti). È possibile selezionare i punti facendo clic destro su ciascuno di essi (deve essere attivo lo strumento ) oppure su un'area del grafico (strumenti  o ). I punti selezionati sono visualizzati sui grafici con una croce. Per nascondere o visualizzare i punti selezionati, si utilizza il pulsante .

Con il pulsante  premuto, è possibile modificare le misure trascinando il punto con il pulsante sinistro del mouse verso l'alto o verso il basso fino al valore desiderato.

L'impostazione dei parametri di visualizzazione dei grafici si effettua tramite il pulsante  (parametri delle linee e dei punti: spessore, colore ecc.). Per fissare i limiti di variazione degli assi, in modo che non cambino automaticamente durante il lavoro con i dati, si può usare il pulsante .

Le procedure per elaborare i valori dei grafici lungo il profilo si richiamano con il pulsante . Premendo questo pulsante si possono selezionare/deselezionare tutti i punti, smussare i punti selezionati (operazione sconsigliata), assegnare un peso ai punti selezionati e correggerne il segno (più o meno).

Il pulsante  consente di smussare i dati. Ogni pressione successiva del pulsante aumenta il grado di smussamento. Questa opzione è sconsigliata, poiché distorce i dati. Si consiglia di utilizzarla solo in casi estremi e per dati fortemente influenzati dai disturbi.

Il pulsante  serve ad aggiornare la pseudosezione (scheda **Pseudo**).

Per annullare l'ultima operazione si può usare il pulsante .

Per impostazione predefinita, le modifiche apportate ai dati durante la modifica nel QC module non vengono salvate. Per applicare le modifiche e passare all'inversione si può usare il pulsante **Appl&exit**: questo disattiva i punti selezionati.  Per eliminare i punti selezionati e passare all'inversione si può usare il pulsante **Del&exit**.  Con il clic destro sul sottomenu si apre il menu contestuale:

Il pulsante **Del&exit** apre un menu contestuale aggiuntivo con il clic destro. La voce **Remove Rho&Eta** elimina il punto selezionato di resistività apparente e il valore IP corrispondente su tutti i canali; la voce **Remove all IP chan** elimina i valori IP del punto selezionato su tutti i canali.

«Remove Rho&Eta» è disponibile solo nella modalità di modifica dei valori di resistività apparente. Elimina il punto di resistività selezionato e il valore di caricabilità corrispondente su tutti i canali.

«Remove all IP chan» elimina il valore di caricabilità del punto selezionato su tutti i canali. È disponibile solo nella modalità di modifica dei valori di caricabilità apparente.

Il modulo di controllo qualità elabora i dati del profilo attivo; per elaborare un altro profilo è necessario aprirlo separatamente.

Si segnala inoltre l'opzione Options/Extra/Remove data with big misfit, che consente di eliminare rapidamente singoli dati con valori elevati dell'errore di fit (dopo aver eseguito l'inversione).

Finestra Data misfits

All'apertura della finestra, il titolo è **Misfit of records**. La scheda **Scatter plot** contiene il grafico degli errori di fit; la scheda **Cross-plot** contiene il grafico incrociato. La modifica della soglia aggiorna i limiti sui grafici. La casella di controllo **with IP** viene visualizzata quando sono disponibili i dati IP nella modalità corrispondente; in tal caso, è selezionata all'apertura della finestra. Il pulsante **Apply&exit** chiude la finestra dopo la conferma.

Modellazione

La modellazione è una fase importante che precede i lavori sul campo. Sulla base delle informazioni a priori sull'obiettivo di ricerca, sulle sue proprietà fisiche e sui parametri dell'ambiente circostante, il geofisico può definire un modello teorico corrispondente alle condizioni geologiche attese. Il risultato della modellazione consente di determinare il livello del segnale e la

capacità di risoluzione dello schema di acquisizione scelto. L'analisi preliminare permette di ottimizzare la metodologia dei lavori sul campo. Questo approccio è considerato professionale.

Il programma **ZondRes3D** consente di modellare i dati dei metodi della resistività e della polarizzazione indotta in 3D, tenendo conto della topografia. Per eseguire la modellazione sono necessari come dati di input la geometria dello schema di acquisizione e il modello del mezzo. È possibile creare gli schemi di acquisizione e i modelli del mezzo direttamente nel programma **ZondRes3D** oppure utilizzare schemi di misura creati con programmi esterni. Inoltre, è possibile costruire modelli geoelettrici a partire da altri modelli del pacchetto **Zond** e da sezioni geologiche definite come immagini raster.

Finestra Start model and constraints

Aprire la finestra di dialogo per definire un modello 1D. Specificare il numero di strati nel campo **Number of layers**: sono ammessi valori da 1 a 300; il valore iniziale è 1. Quando si modifica il numero di strati, il programma ricostruisce il modello stratificato e i grafici visualizzati.

Se la casella di controllo **Set limites +/-** è selezionata, specificare nel campo adiacente l'ampiezza dei limiti del parametro rispetto al suo valore. Il calcolo dei limiti dipende dalla modalità del parametro: in modalità logaritmica si usa una tolleranza percentuale relativa, mentre in modalità lineare si aggiunge e si sottrae il valore specificato.

Premere **Apply** per creare il modello stratificato e i vincoli per i suoi parametri. Questi vengono trasferiti al modello.

Finestra Set apriori boundaries

Add user defined polygon	Attivare la modalità di definizione di un contorno personalizzato: fare clic sui punti del poligono, quindi fare clic con il pulsante destro del mouse per chiuderlo. Il contorno creato viene salvato per la sezione corrente.
Add whole plane	Creare un contorno lungo il perimetro dell'intero piano della sezione corrente.
Remove current boundary	Eliminare il contorno della sezione corrente.
Caurrent boundary index	Selezionare l'indice del contorno. Quando si cambia indice, viene visualizzato il contorno corrispondente; la didascalia indica la profondità.
Copy boundaries to project and close	Terminare il lavoro con i contorni e trasferirli al progetto. Se si chiude la finestra senza confermare, i contorni vengono eliminati.

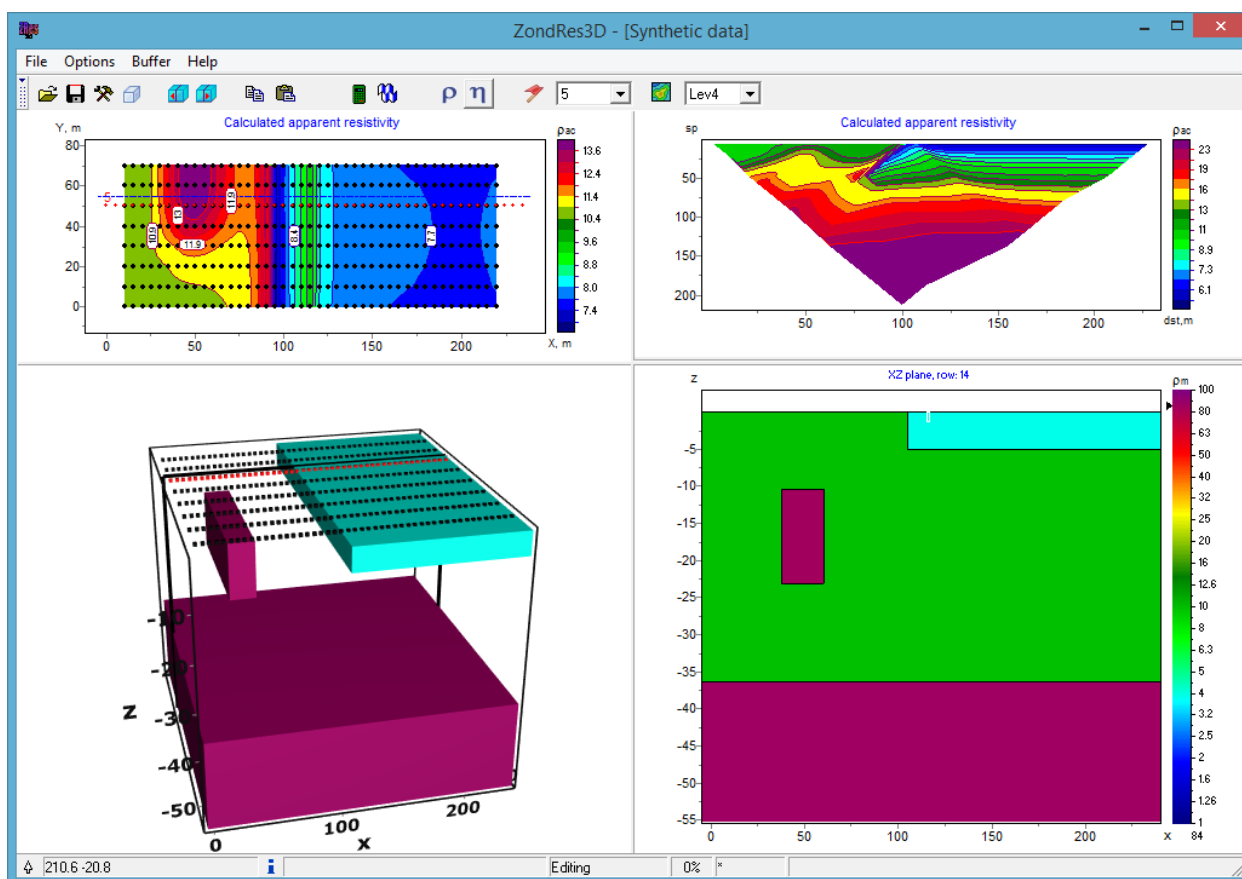


Fig. 25 Finestra principale del programma in modalità di modellazione

Modifica del modello

La modifica del mezzo geoelettrico si esegue nell'area **editor del modello**, la sezione grafica in basso a destra della finestra del programma nella modalità **Options / Model / Block-section**.

L'editor del modello serve a modificare con il mouse i parametri delle singole celle del modello. A destra dell'area di modifica del modello si trova una scala cromatica che associa i colori ai valori di resistività. Per selezionare il valore corrente, fare clic destro sulla scala; il valore viene visualizzato sotto la scala cromatica.

Con l'opzione **Options / Model / Plane** è possibile selezionare l'orientamento della sezione del modello (XZ, YZ, XY). L'orientamento della sezione può essere modificato utilizzando i tasti di scelta rapida:

«Alt+1» – sezione nel piano XZ;

«Alt+2» – sezione nel piano YZ;

«Alt+3» – sezione nel piano XY.

L'interazione con le celle del modello è simile alla modifica di un'immagine raster nei programmi di grafica. Quando il cursore si sposta nell'area del modello, nella barra di stato inferiore della finestra principale del programma vengono visualizzati le coordinate e i parametri della cella

attiva, ovvero quella su cui si trova il cursore. La cella attiva è racchiusa in un rettangolo, che funge da cursore. La cella selezionata o bloccata è contrassegnata da una trama di punti bianchi o neri.

Per creare rapidamente un modello, il programma dispone di diverse modalità di selezione delle celle: rettangolare, ellittica, a mano libera e in base a un determinato valore del parametro. Le opzioni corrispondenti si richiamano facendo clic destro nell'area dell'editor del modello:

Display cell setup	Richiamare la finestra di dialogo per la configurazione dei parametri della cella.
Cell to cursor value	Utilizzare il parametro della cella attiva come valore corrente.
Edit mode	Attivare la modalità di modifica.
Selection \ Free form selection	Selezionare con il mouse un gruppo di celle nell'area di modifica. L'area è delimitata dai confini impostati dall'utente.
Selection \ Rectangular selection	Selezionare con il mouse un gruppo di celle nell'area di modifica. L'area è rettangolare.
Selection \ Elliptical selection	Selezionare con il mouse un gruppo di celle nell'area di modifica. L'area è ellittica.
Selection \ Magic wand	Selezionare con il mouse un gruppo di celle nell'area di modifica. Vengono selezionate la cella attiva e le celle adiacenti con parametri simili al suo. Il grado di somiglianza si imposta nella finestra di dialogo di configurazione dei parametri del modello.
Selection \ Remove selection	Rimuovere la selezione.
Clear model	Cancellare la sezione orizzontale corrente.

Facendo clic con il pulsante sinistro del mouse su una cella, il suo parametro viene impostato sul valore corrente.

Per ingrandire una porzione o spostarla, si utilizza la modalità **Zoom&Scroll** con il pulsante premuto. Per selezionare la porzione da ingrandire, spostare il cursore del mouse verso il basso e a destra tenendo premuto il pulsante sinistro. Per ripristinare la scala iniziale, eseguire la stessa operazione spostando il mouse verso l'alto e a sinistra.

Premendo il pulsante del mouse mentre si tiene premuto CTRL è possibile spostare con il mouse il gruppo di celle selezionato all'interno dell'area di modifica. Quando la selezione viene spostata tenendo premuto il pulsante sinistro del mouse, il contenuto delle celle selezionate viene copiato nella nuova posizione. Quando la selezione viene spostata tenendo premuto il pulsante destro del mouse, il contenuto delle celle selezionate viene tagliato e copiato nella nuova posizione.

È inoltre possibile impostare i valori dei parametri delle celle selezionate utilizzando la finestra di dialogo di configurazione dei parametri della cella **Display Cell setup**:

Apply	Applicare i parametri impostati alla cella o alla selezione e chiudere la finestra di dialogo.
Cancel	Chiudere la finestra di dialogo senza applicare i parametri impostati.

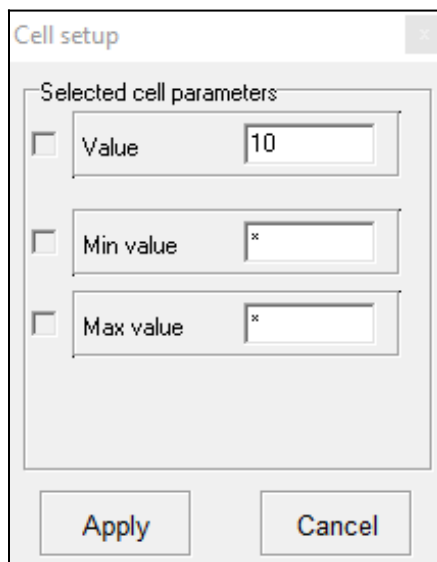


Fig. 26 Finestra di dialogo «Display Cell setup»

La finestra di dialogo consente di selezionare i parametri di una singola cella o di un gruppo di celle selezionate.

Value – imposta il valore del parametro della cella.

Min value, *Max value* – definisce l'intervallo di variazione del parametro della cella durante l'inversione.

Facendo clic destro nelle diverse aree dell'editor del modello, vengono visualizzati menu contestuali con le seguenti opzioni:

Area superiore sopra il modello	Display model mesh	Indica se visualizzare la mesh.
	Display objects border	Indica se visualizzare il contorno dell'oggetto.
	Display color bar	Indica se visualizzare la scala cromatica.
	Setup	Richiamare la finestra di dialogo per la configurazione dei parametri del modello.
	Zoom&Scroll	Attivare la modalità di zoom e scorrimento.
	Print preview	Stampare il modello.
	X:Y=1:1	Impostare la stessa scala per gli assi orizzontale e verticale.

Scala cromatica	Set range	Impostare i valori minimo e massimo della scala cromatica.
	Automatic	Determinare automaticamente i valori minimo e massimo della scala cromatica in base ai parametri della sezione (come limiti della scala vengono utilizzati i valori minimo e massimo del parametro del modello).
	Log scale	Scala logaritmica della scala cromatica.
	Smooth image	Visualizzare il modello con una palette a interpolazione uniforme.
	Set cursor value	Posizionare il cursore su un valore specifico della scala.

Finestra di dialogo Model setup

Aprire **Setup** nel menu contestuale del modello per configurare i colori e i parametri di visualizzazione.

Colors	Aprire la scheda di configurazione dei colori.
Mesh	Impostare il colore della mesh del modello.
Body border	Impostare il colore dei confini tra le celle a contrasto.
Selection	Impostare il colore del tratteggio della selezione.
Fixed	Impostare il colore del tratteggio della cella bloccata per impedirne la modifica.
Palette	Aprire le impostazioni della scala cromatica. La finestra mostra la distribuzione dei valori del parametro del modello negli intervalli della palette.
Options	Aprire la scheda di configurazione dei parametri di visualizzazione.
Selection admissibility, %	Impostare la soglia di tolleranza per lo strumento Magic wand; l'intervallo del campo è compreso tra 0 e 200.
Transparency	Impostare la trasparenza dell'immagine in percentuale; l'intervallo è compreso tra 0 e 80.
Left margin, Top margin, Right margin, Bottom margin	Impostare i margini corrispondenti dell'immagine in pixel. Per ciascun margine sono ammessi valori da 0 a 100; il valore iniziale è 0.
Font	Aprire le impostazioni del carattere della scala cromatica.

Apply	Salvare le impostazioni e aggiornare la palette e l'immagine del modello.
Cancel	Chiudere la finestra di dialogo.

Salvataggio e utilizzo dei dati del modello

Per utilizzare i valori calcolati come dati di campagna nell'inversione, è necessario salvare il risultato in modalità **Calculated data**. I dati vengono salvati in un file di testo. Successivamente, il file salvato può essere aperto come dati osservati. In alternativa, si può utilizzare l'opzione **Project with calculated**, ma prima dell'inversione sarà necessario svuotare il modello corrente. Per esportare i risultati della modellazione 3D in 2D si utilizza l'opzione **Export line to z2d**.

Successivamente, è possibile invertire questi dati e analizzare le differenze tra il modello ricostruito e quello originale.

Questo meccanismo consente di testare gli schemi di acquisizione e verificare diverse ipotesi.

Finestra di dialogo Extra layered term

Enable	Attivare o disattivare il termine stratificato aggiuntivo.
Pushing factor	Impostare il valore del fattore. Il valore iniziale del campo è 1; durante la lettura, il programma accetta numeri compresi tra 0 e 1000.
Num top layers off	Impostare il numero di strati superiori da escludere dall'elaborazione; sono ammessi valori da 0 a 5, il valore iniziale è 0.
Window size	Impostare la dimensione della finestra; sono ammessi valori da 1 a 5, il valore iniziale è 1.

La voce **Build-in mod3d** (Options / Import/Export) consente di integrare nella mesh corrente un modello ottenuto in un altro progetto o con un programma di terze parti. Oltre ai file MOD3D, è supportato il file di testo XYZV: ogni riga contiene quattro numeri, le coordinate X, Y, Z del centro della cella (punto) e il valore del parametro (resistività o caricabilità, a seconda della modalità corrente); le righe contenenti meno di quattro numeri vengono ignorate. Lo stesso tipo di file viene creato quando si salva il modello nel formato XYZV [*.dat]. Il valore in ciascuna cella della mesh corrente viene calcolato utilizzando i 12 punti più vicini del file, con il metodo delle distanze inverse (i punti più vicini hanno un peso maggiore; per i parametri su scala logaritmica si calcola la media dei logaritmi). Il calcolo viene eseguito in parallelo su tutti i core del processore.

Inversione dei dati

Il programma consente di invertire i risultati delle misure di resistività e polarizzazione indotta. È possibile eseguire l'inversione dei soli valori di resistività apparente oppure l'inversione congiunta dei dati di resistività apparente e caricabilità apparente (opzione **Options / Inversion / Cross-gradient**).

Se sono disponibili dati IP, sulla barra degli strumenti compaiono i pulsanti  e , che consentono di passare tra le modalità di visualizzazione dei dati di resistività e di caricabilità.

Impostazioni dei parametri di inversione

Dopo aver caricato il file dei dati e impostato il modello iniziale, il passaggio successivo consiste nel selezionare il tipo di inversione e configurarne i parametri. La finestra di dialogo per la configurazione dei parametri di inversione può essere aperta con il pulsante  o tramite la voce di menu **Option / Program setup**.

La finestra di dialogo consente di configurare i parametri relativi alla soluzione del problema diretto e del problema inverso.

La scheda **Inversion** consente di configurare i parametri di inversione:

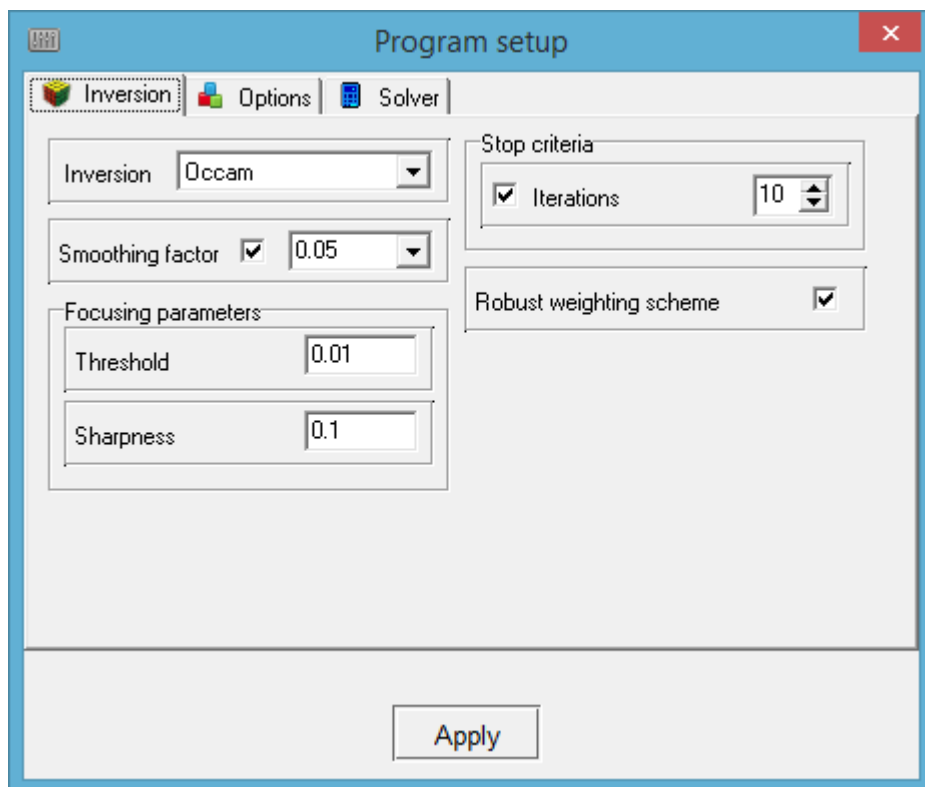


Fig. 27 Finestra di dialogo «Program setup», scheda «Inversion»

L'opzione **Inversion** definisce l'algoritmo utilizzato per risolvere il problema inverso.

Esaminiamo i diversi algoritmi di inversione utilizzando come esempio una sezione 2D di un modello del sottosuolo costituito da diversi blocchi (vedere la figura seguente):

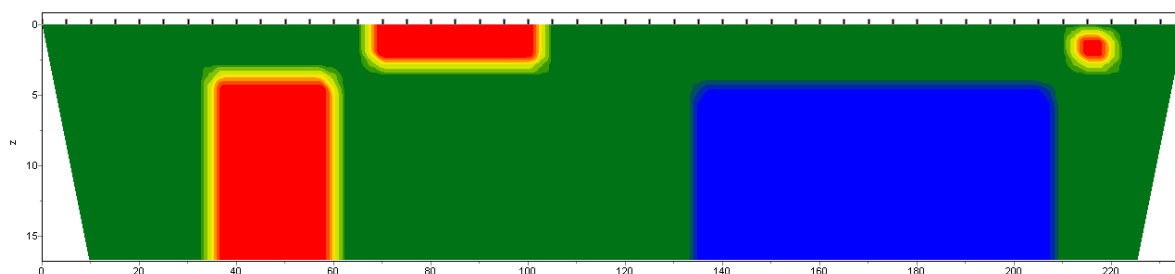


Fig. 28 Modello di prova del sottosuolo

Per testare gli algoritmi, è stata calcolata la risposta teorica del modello e al risultato è stato aggiunto rumore gaussiano del 5%.

Smoothness constrained – inversione ai minimi quadrati con l'impiego di un operatore di levigatezza. Questo algoritmo produce una distribuzione dei parametri regolare (senza limiti netti) e stabile (vedere la figura seguente).

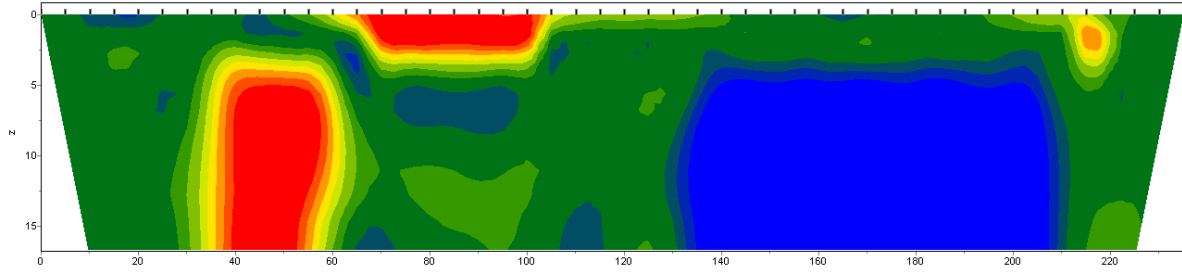


Fig. 29 **Modello ricostruito con l'inversione Smoothness constrained**

L'equazione matriciale per questa variante di inversione è la seguente:

$$(A^T W^T W A + \mu C^T C) \Delta m = A^T W^T \Delta f$$

Come mostra l'equazione, durante l'inversione il programma non minimizza il contrasto del modello. Questo algoritmo consente di ottenere valori minimi dell'errore di fit. Nella maggior parte dei casi, se ne consiglia l'uso nelle fasi iniziali dell'interpretazione.

Occam – inversione ai minimi quadrati con l'impiego di un operatore di levigatezza e l'ulteriore minimizzazione del contrasto del modello [Constable, 1987]. Questo algoritmo produce la distribuzione dei parametri più regolare (vedere la figura seguente).

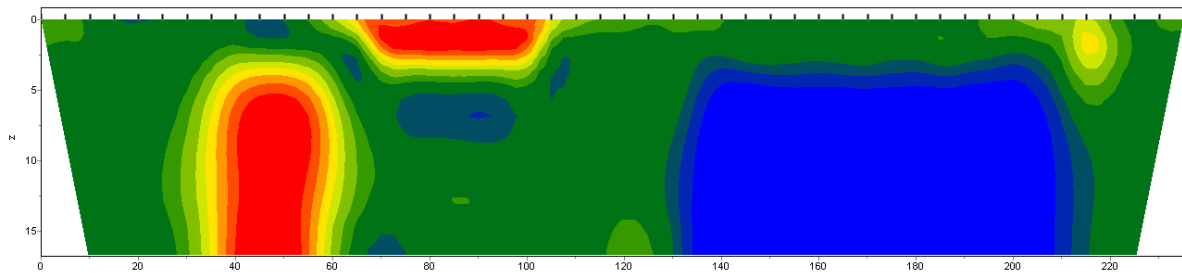


Fig. 30 **Modello ricostruito con l'inversione Occam**

L'equazione matriciale per questa variante di inversione è la seguente:

$$(A^T W^T W A + \mu C^T C) \Delta m = A^T W^T \Delta f - \mu C^T C m$$

Il grado di levigatezza del modello risultante è direttamente proporzionale al valore di **Smoothness factor**. Si noti che valori troppo elevati del parametro possono causare un aumento dell'errore di fit.

Marquardt – algoritmo classico di inversione ai minimi quadrati con regolarizzazione mediante un parametro di smorzamento (**Ridge regression**) [Marquardt, 1963]. Se la sezione contiene pochi parametri, l'algoritmo consente di ottenere un modello del sottosuolo contrastato (vedere la figura seguente).

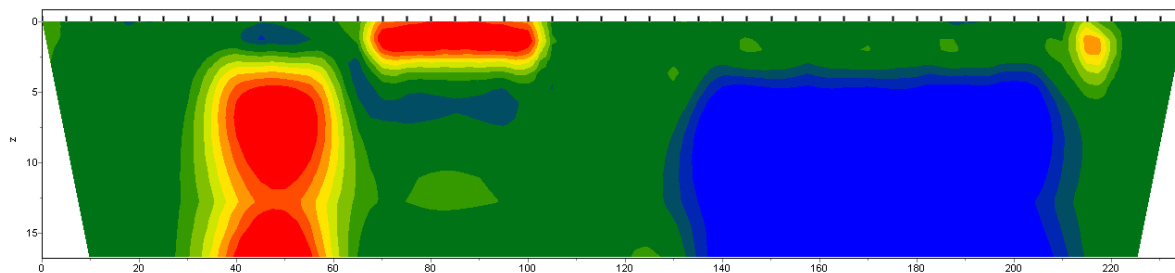


Fig. 31 **Modello ricostruito con l'inversione Marquardt**

L'equazione matriciale per questa variante di inversione è la seguente:

$$(A^T W^T W A + \mu I) \Delta m = A^T W^T \Delta f$$

L'uso imprudente di questa variante dell'inversione può portare a risultati instabili o a un aumento dello scarto quadratico medio, ovvero alla divergenza dell'algoritmo.

È preferibile applicare il metodo **Marquardt** come metodo di rifinitura (per ridurre l'errore di fit), dopo aver eseguito l'inversione con gli algoritmi **Smoothness constrained** o **Occam**.

Blocks – adattamento dei parametri di singole aree con resistività differenti. Le aree con la stessa resistività sono considerate come blocchi unici (vedere la figura seguente).

L'equazione matriciale di questa variante di inversione è identica a quella dell'algoritmo **Marquardt**:

$$(A^T W^T W A + \mu I) \Delta m = A^T W^T \Delta f$$

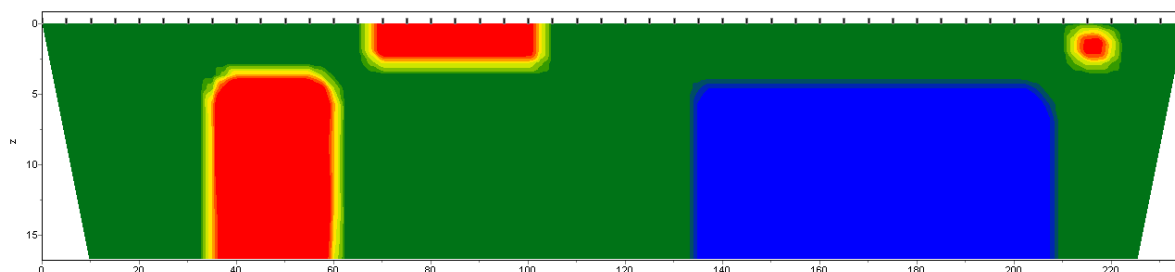


Fig. 32 **Modello ricostruito mediante l'inversione Blocks**

È preferibile utilizzare l'algoritmo per rifinire i risultati ottenuti con i metodi precedenti (preferibilmente **Focused**), dopo aver unito le celle nei blocchi desiderati con l'opzione **Smooth/Raster**.

Per selezionare manualmente i singoli blocchi, utilizzare l'editor del modello e assegnare parametri diversi alle varie aree. Durante l'uso della finestra di dialogo, i singoli blocchi sono delimitati da un bordo.

Focused – inversione con il metodo dei minimi quadrati, che utilizza un operatore di smoothing e una focalizzazione aggiuntiva del contrasto [Portniaguine, 2000]. Questo algoritmo produce una

distribuzione dei parametri a tratti uniformi, ossia un modello costituito da blocchi con resistività costante (vedere la figura seguente).

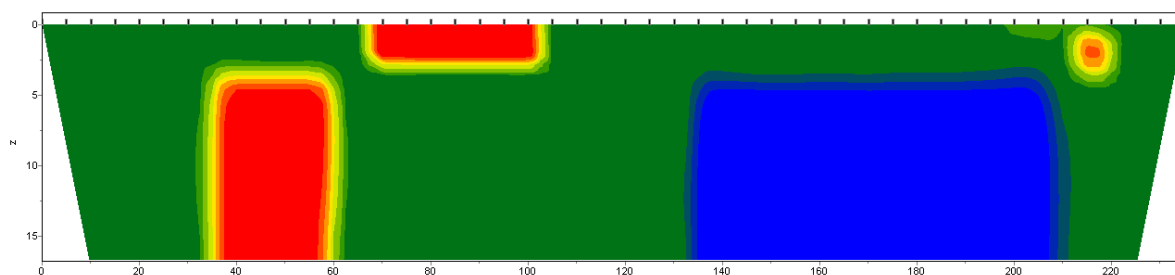


Fig. 33 **Modello ricostruito mediante l'inversione *Focused***

L'equazione matriciale per questa variante di inversione è la seguente:

$$(A^T W^T W A + \mu C^T R C) \Delta m = A^T W^T \Delta f - \mu C^T R C m$$

L'uso di questa variante di inversione richiede un'attenta scelta del parametro di contrasto soglia *Threshold* (impostato nella scheda ***Inversion***). Questo parametro determina il valore soglia del contrasto tra celle adiacenti, oltre il quale i parametri di tali celle non vengono mediati tra loro (ossia si considera che tra le celle passi un confine). La dipendenza del grado (o peso) di mediazione tra due celle adiacenti R_i dal contrasto soglia e e dal contrasto tra queste celle r_i è la seguente:

$$R_i = \frac{e^2}{e^2 + r_i^2}.$$

Per selezionare manualmente i singoli blocchi, utilizzare l'editor del modello e assegnare parametri diversi alle varie aree. Durante l'uso della finestra di dialogo, i singoli blocchi sono delimitati da un bordo.

Smoothing factor – determina il rapporto tra la minimizzazione dell'errore di fit dei dati e quella dell'errore di fit del modello (ad esempio, la sua regolarità). Per dati con un elevato livello di rumore, o per ottenere una distribuzione dei parametri più regolare e stabile, si scelgono valori relativamente alti del parametro di smoothing: 0.5 - 2; per misure di elevata qualità si utilizzano valori pari a: 0.005 - 0.01. Valori elevati del parametro di smoothing producono generalmente un errore di fit dei dati maggiore (vedere la figura seguente). È utilizzato negli algoritmi di inversione ***Occam*** e ***Focused***.

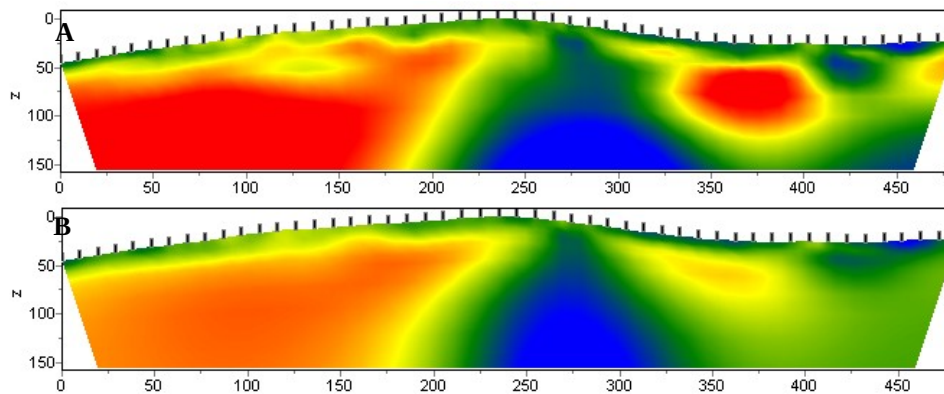


Fig. 34 **Modelli geoelettrici ottenuti mediante l'inversione *Occam* con il parametro smoothing factor: 0.01 (A) e 1.0 (B).**

Robust weighting scheme – attivare questa opzione se nei dati sono presenti singoli valori anomali elevati, dovuti a errori sistematici di misura. Se la quantità di dati errati è paragonabile a quella delle misure di qualità, questo algoritmo potrebbe non dare risultati positivi.

L'area *Stop criteria* contiene i criteri di arresto dell'inversione.

Iterations – se l'opzione è attivata, il processo di inversione si arresta al raggiungimento del numero di iterazioni impostato.

L'area *Focusing parameters*.

Threshold – imposta il valore soglia del contrasto tra celle adiacenti, oltre il quale i parametri di tali celle non vengono mediati tra loro (ossia si considera che tra le celle passi un confine). Il valore di questo parametro si sceglie empiricamente (0.001-1) (vedere la figura seguente). Un valore troppo basso può causare la divergenza dell'algoritmo (in tal caso è necessario aumentarlo). Valori troppo elevati producono una distribuzione regolare.

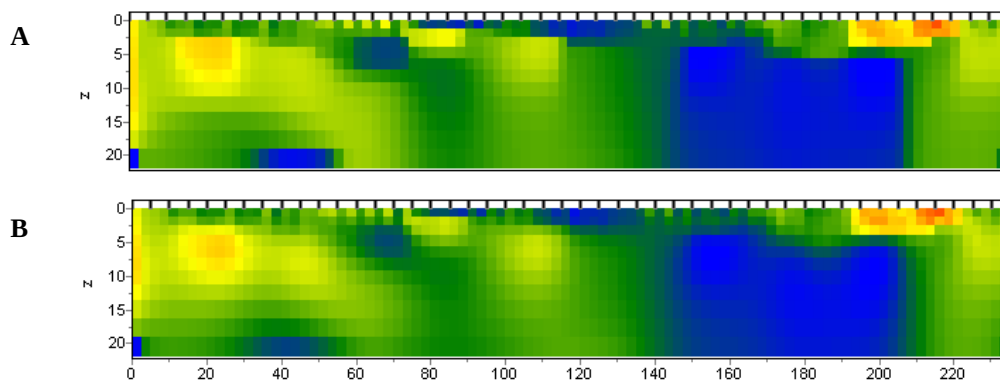


Fig. 35 **Modelli geoelettrici ottenuti mediante l'inversione *Focused* con il parametro Threshold: 0.01 (A) e 0.1 (B)**

Sharpness – determina il rapporto tra la minimizzazione del volume degli oggetti che generano anomalie (0) e l'ottenimento di una distribuzione a tratti uniformi nel mezzo (1) (vedere la figura seguente). Il valore di questo parametro si sceglie empiricamente.

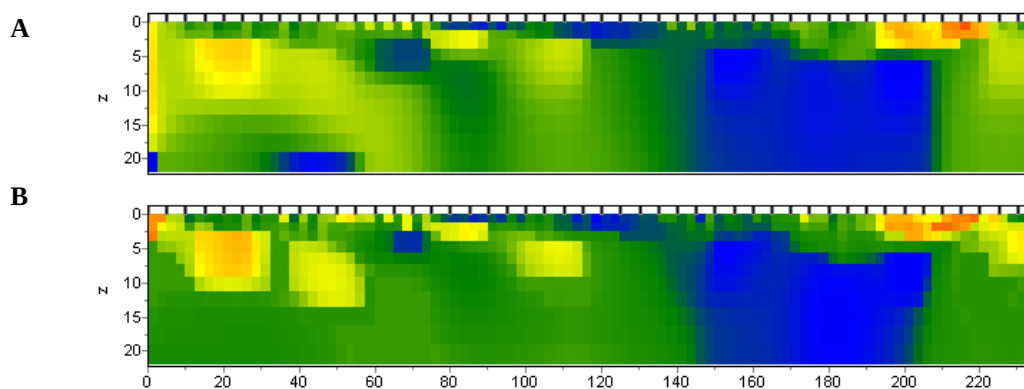


Fig. 36 **Modelli geoelettrici ottenuti mediante l'inversione *Focused* con il parametro Sharpness: 0.8 (A) e 0.2 (B)**

La seconda scheda **Options** serve a configurare i parametri aggiuntivi dell'inversione:

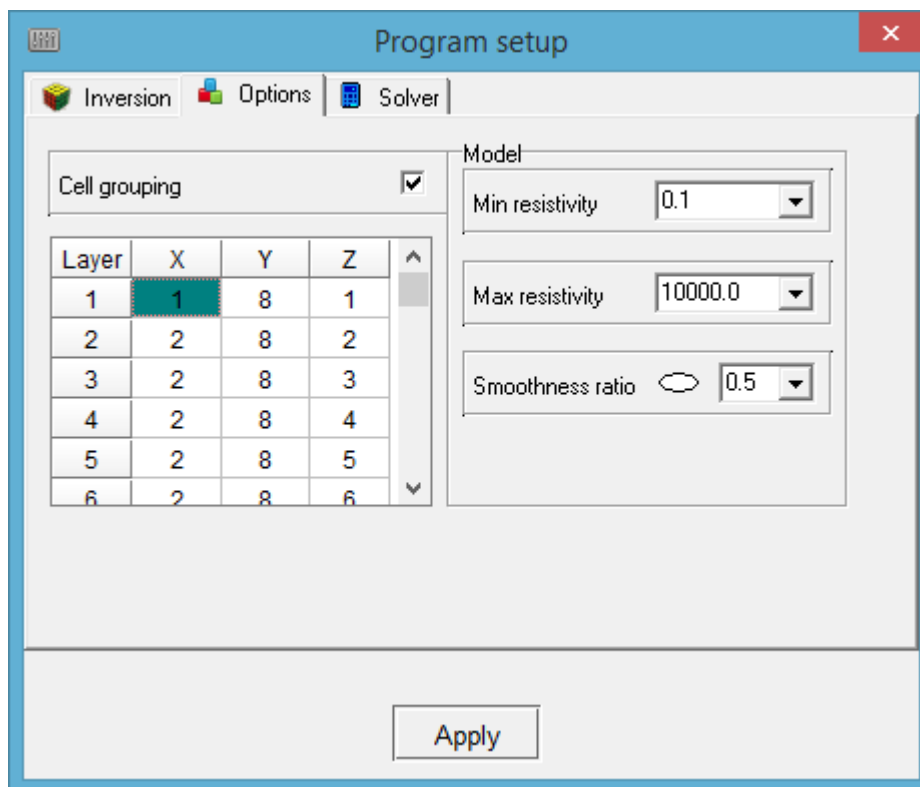


Fig. 37 Finestra di dialogo «Program setup», scheda «Options»

Area **Model**:

Min resistivity (polarizability), *Max resistivity (polarizability)* – imposta i limiti di variazione dei parametri del modello durante l'inversione. Se questi limiti sono noti con sufficiente precisione, si consiglia di attivare l'opzione *lim based inv* dal menu principale.

Smoothness ratio – determina il rapporto tra il grado di smoothing nelle direzioni orizzontale e verticale. Per strutture stratificate orizzontalmente, utilizzare valori di questo parametro <1 ; per strutture stratificate verticalmente, >1 . In genere, si utilizzano valori compresi tra 0.2 e 1 (vedere la figura seguente).

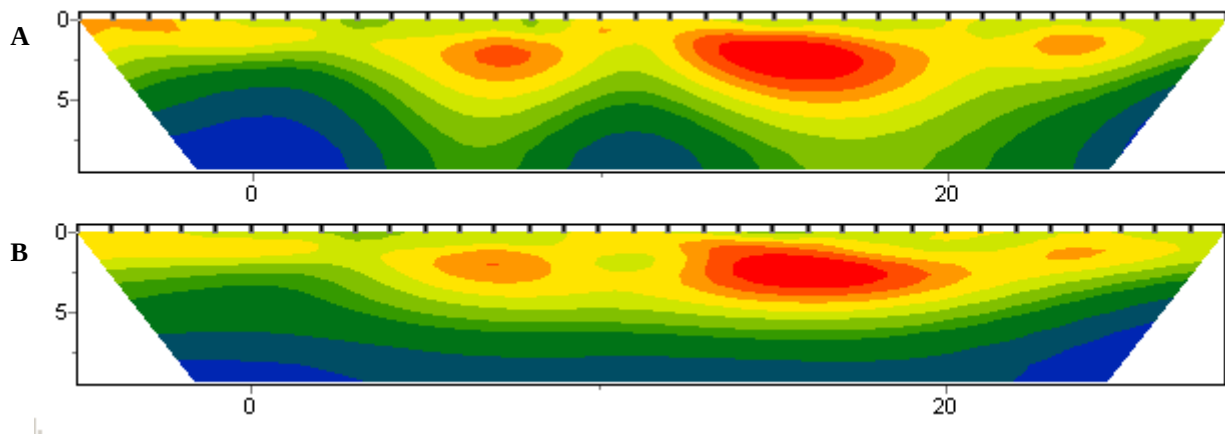


Fig. 38 **Modelli geoelettrici ottenuti mediante inversione «smooth» con il parametro Smoothness ratio: 1 (A) e 0.3 (B)**

Cell grouping – si utilizza questa opzione per i modelli di grandi dimensioni. L'opzione attiva una tabella che consente di raggruppare celle adiacenti e ridurre il numero di parametri da determinare durante l'inversione. Utilizzando questa opzione, il numero di celle per la soluzione del problema diretto rimane invariato, mentre diminuisce il numero di celle per l'inversione. Idealmente, il numero di parametri da stimare dovrebbe essere paragonabile al numero di dati.

La tabella contiene quattro colonne: nella prima (**Layer**) è indicato il numero del layer del modello originale; nelle tre colonne successive (**X, Y, Z**) si deve specificare il numero di celle (nella direzione corrispondente) contenute in ciascuna cella della mesh di inversione, per il layer in questione. La mesh di inversione viene visualizzata nell'editor del modello e nel modello 3D durante la configurazione. Facendo clic con il pulsante destro del mouse su una cella nella colonna X o Y, è possibile impostare la larghezza del gruppo di celle in direzione orizzontale per il layer in questione e per tutti i layer sottostanti.

Di seguito sono riportati esempi di tre mesh di inversione per la sezione XZ del modello: nella prima, la mesh di inversione coincide con quella del modello (vedere la figura seguente, A); nella seconda, a partire dal sesto layer, le celle sono raggruppate a due a due in direzione orizzontale X (vedere la figura seguente, B); nella terza, a partire dal sesto layer, le celle sono raggruppate a due a due e, dal dodicesimo layer, a quattro a quattro in direzione orizzontale X (vedere la figura seguente, C).

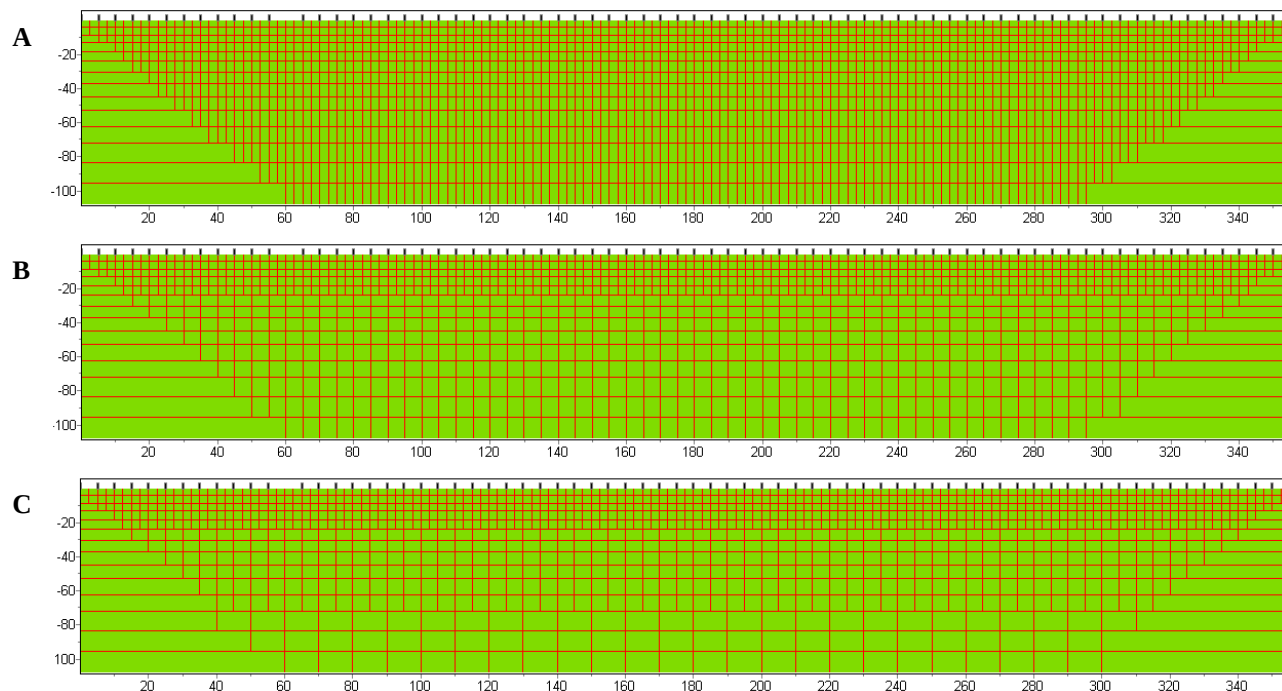
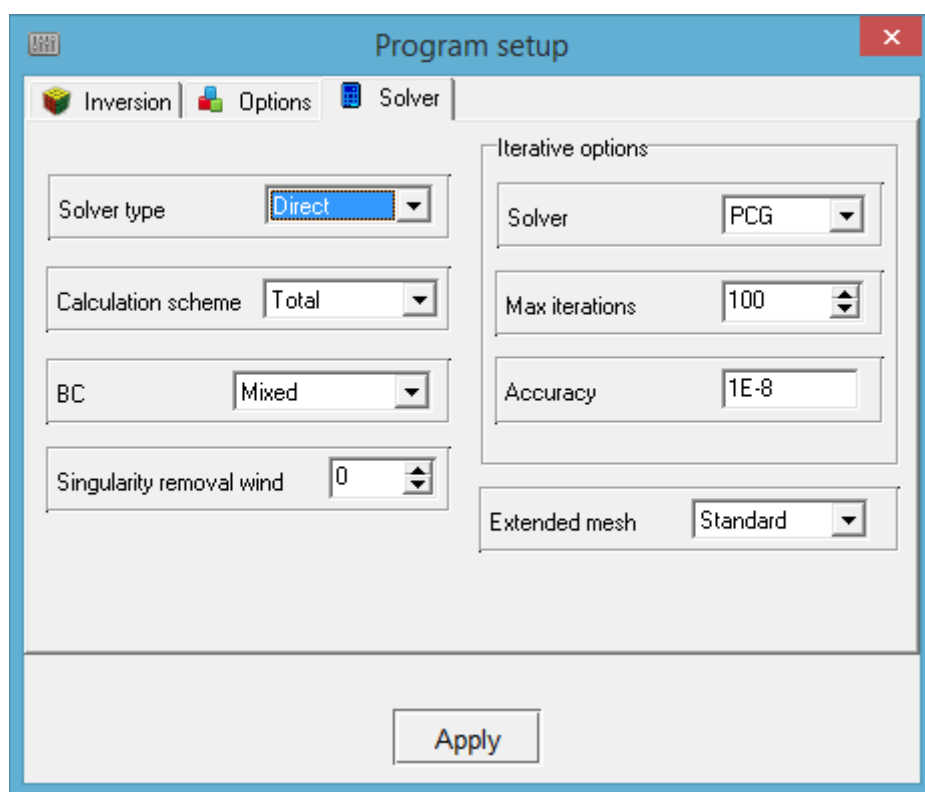


Fig. 39 Esempi di mesh di inversione

La terza scheda **Solver** è destinata alla configurazione dei parametri per la soluzione del problema diretto.



L'opzione *Solver type* imposta il metodo di soluzione del sistema di equazioni del problema diretto. Il valore *Direct* utilizza un metodo diretto per risolvere il sistema di equazioni ed è consigliato nella maggior parte dei casi. Il valore *Iterative* utilizza un metodo iterativo per risolvere il sistema di equazioni ed è consigliato per i modelli molto grandi o quando il numero di posizioni

delle sorgenti è relativamente ridotto. Se si seleziona *Iterative*, l'area **Iterative solver** diventa disponibile per configurare i parametri del metodo iterativo.

L'opzione *Calculation scheme* definisce lo schema utilizzato per calcolare il potenziale della sorgente. Il valore *Total* prevede il calcolo del potenziale totale ed è utilizzato per impostazione predefinita. È lo schema di calcolo più rapido e stabile, ma, a causa della singolarità della sorgente, può causare errori elevati nel calcolo del potenziale in prossimità della sorgente e rendere quindi necessaria una mesh più fitta in prossimità degli elettrodi. Il valore *Secondary* utilizza lo schema di calcolo del potenziale secondario (rispetto al semispazio) e riduce notevolmente la singolarità in prossimità della sorgente, ma è più lento del primo metodo.

L'opzione *Singularity removal window* è un'opzione sperimentale originale per ridurre la singolarità in prossimità delle sorgenti nello schema *Total*. Consente di dimezzare l'errore di calcolo in prossimità delle sorgenti per il dispositivo potenziale. La dimensione della finestra (in nodi della mesh) è determinata dalla distanza tra la sorgente e l'elettrodo di misura più vicino. Se tra la sorgente e il ricevitore è presente un nodo della mesh, si consiglia di impostare questo parametro su tre o più. In caso di errori elevati in prossimità delle sorgenti, si consiglia di utilizzare lo schema *secondary* invece di questa opzione, poiché è più efficace e richiede calcoli aggiuntivi.

Nel campo *Extended mesh* selezionare *Double se*, per un'acquisizione allungata in una direzione, è necessario ampliare la mesh esterna; ciò amplia la mesh esterna e rallenta i calcoli, ma consente di ottenere risultati più accurati.

L'area **Iterative solver** serve a configurare i parametri per la soluzione del sistema con il metodo iterativo.

L'opzione *Solver* imposta il tipo di metodo iterativo utilizzato per risolvere il sistema. Il valore *PCG* imposta il metodo semplice dei gradienti coniugati preconditionato. Per raggiungere un livello di errore accettabile (10^{-8} - 10^{-9}) sono generalmente necessarie 60–100 iterazioni. Il valore *biPCGstab* imposta il metodo stabilizzato dei gradienti biconiugati preconditionato, più stabile e con una convergenza migliore, ma questo metodo richiede il doppio del costo computazionale per ogni iterazione (40–80 iterazioni).

L'opzione *Max iterations* imposta il numero massimo di iterazioni per la soluzione del sistema. Se il livello di accuratezza specificato viene raggiunto prima, il processo iterativo termina.

L'opzione *Accuracy* imposta il livello di accuratezza della soluzione (10^{-8} - 10^{-10}), al cui raggiungimento il processo iterativo termina.

Apply	Salvare le impostazioni, quindi caricarle nel modulo e chiudere la finestra di dialogo confermando. Dopo la chiusura della finestra, il programma ricostruisce la mesh, se necessario, e aggiorna la visualizzazione 3D.
Iterations	Attivare l'arresto dell'inversione non lineare dopo un numero

	specificato di iterazioni. Il campo del numero di iterazioni è disponibile quando la casella è selezionata; l'intervallo consentito è 1–150, il valore iniziale è 1.
Casella di controllo per la selezione automatica del valore iniziale di Smoothing factor	Attivare la selezione automatica del parametro di smoothing iniziale. Questa selezione non garantisce il valore migliore, ma assicura una convergenza stabile.
Smoothing factor	Nell'elenco sono disponibili i valori 0.005, 0.01, 0.02, 0.05, 0.1 e 0.2. L'effetto del parametro dipende dall'utilizzo di line search e dalle impostazioni di smoothing.
Min resistivity (polarizability) e Max resistivity (polarizability)	Per il limite inferiore sono disponibili nell'elenco i valori –500, –200, –100, –50, –10, 0 e 1; per quello superiore, 500, 200, 100, 50, 10, 1 e 0. Durante l'inversione, i valori del parametro inferiori al minimo o superiori al massimo vengono troncati. Se l'intervallo è noto con precisione, si consiglia di attivare lim based inv.
Smoothness ratio	Nell'elenco sono disponibili i valori 1, 0.5, 0.1, 2 e 10.
Number of surface layers	Impostare il numero di strati superficiali nell'intervallo 0–3; il valore predefinito è 0. In presenza di un tratto superficiale eterogeneo e contrastante, l'operatore di smussamento può propagare le eterogeneità al resto del modello.
Extended mesh	Selezionare Standard o Double. Per i rilievi estesi lungo una sola direzione, una maglia di dimensioni doppie può migliorare la precisione.
Singularity removal window	Impostare la dimensione della finestra di soppressione delle singolarità in nodi della mesh: l'intervallo consentito è 0–7, il valore predefinito è 0. Il campo è disponibile quando si seleziona Total in Calculation scheme . I valori tipici sono 3–5.
Max iterations	Impostare il numero massimo di iterazioni del risolutore iterativo nell'intervallo 30–200; il valore predefinito è 100. Se si seleziona PCG, il valore viene impostato a 100; se si seleziona biPCGstab, viene impostato a 60.
Accuracy	Impostare la precisione del risolutore iterativo. Il valore predefinito è 1e-8; l'intervallo tipico è 1e-8–1e-10.

Inversione dei dati di tomografia tra pozzi

Si ricorda che, per descrivere gli elettrodi immersi, è necessario utilizzare la coordinata Z con segno meno (profondità dalla superficie). Quando si carica un file di questo tipo, il programma chiede di confermare che si tratta di dati di pozzo:

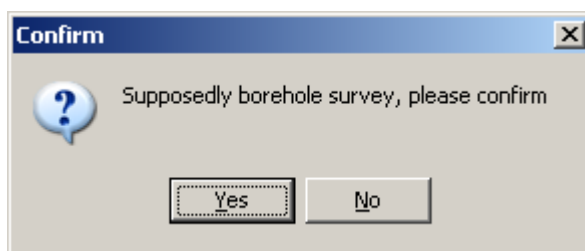


Fig. 40 Finestra di dialogo per la conferma delle misure tra pozzi

Nella finestra **Mesh constructor** che si apre, nell'area di suddivisione dell'asse verticale Z-axis si deve impostare il tipo di asse *Borehole*. In questo caso, il programma suddivide automaticamente l'asse verticale in base alle posizioni degli elettrodi.

Esempio 3D del modello per un progetto con dati di tomografia tra pozzi è mostrato nella figura seguente. Per visualizzare tutti gli elettrodi, selezionare la casella di controllo nelle impostazioni del modello 3D **Show / Survey points**.

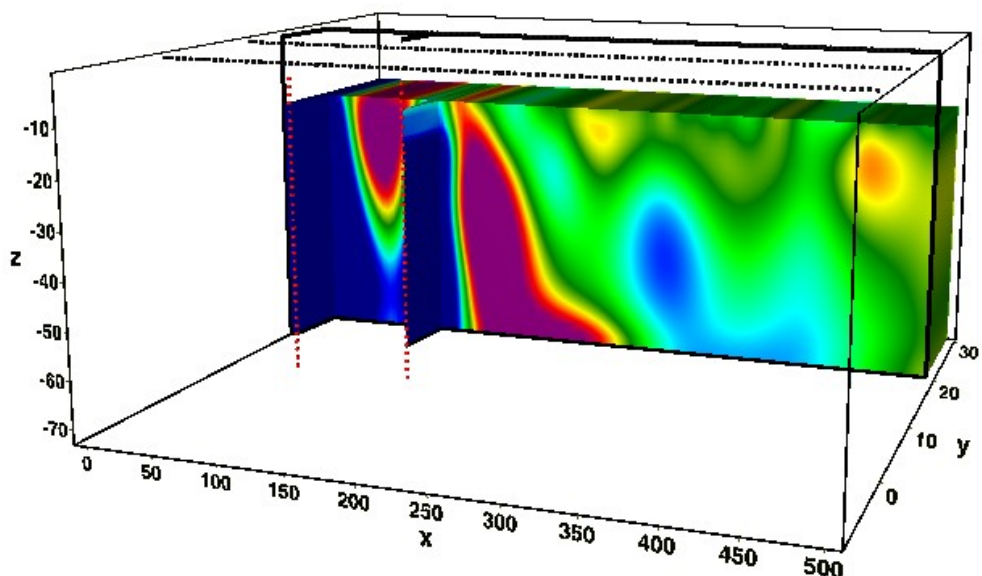


Fig. 41 Esempio 3D del modello per dati di tomografia tra pozzi

Inversione dei parametri IP

Per passare alla modalità di inversione IP, si può fare clic sul pulsante  nella barra degli strumenti. In questo caso, facendo clic sul pulsante  si avvia l'inversione dei dati di caricabilità tenendo conto della sezione di resistività corrente.

Se nel progetto sono presenti dati IP, nel menu **Options / Model** compare l'opzione **MF factor display** – visualizzazione del fattore metallico nell'area del modello. Dopo aver eseguito l'inversione dei dati di caricabilità, è possibile visualizzare questo parametro.

Se nel progetto sono presenti misure IP multicanale (nel dominio del tempo o della frequenza), è possibile eseguire l'inversione Cole-Cole. Questa voce di menu compare nella modalità di inversione IP (dopo l'inversione di tutti i canali, ad esempio con la procedura Time-lapse inversion) nel menu principale del programma **Time lapse / Cole-cole inversion**. I parametri del modello Cole-Cole possono essere visualizzati nell'area del modello al termine dei calcoli. A tale scopo, nel menu principale del programma, in **Options / Model / Cole-cole model** selezionare il parametro desiderato: **Chargeability, Time constant, C exponent**.

Le voci di menu **Time lapse**, relative all'inversione dei dati IP sono descritte di seguito.

L'opzione **Time lapse / Channels** apre la tabella dei tempi dei canali (che devono essere definiti). È possibile modificare i ritardi temporali o le frequenze di misura e le intestazioni dei valori definiti (che verranno visualizzate nell'elenco a discesa sulla barra degli strumenti della finestra principale del programma).

L'opzione **Time lapse / Channel plot** apre una finestra (vedere la figura seguente) che mostra le curve di decadimento (o le dipendenze dalla frequenza) per la misura corrente. Per passare a un'altra

misura, usare il mouse (sulla mappa delle isolinee o sul grafico) oppure i pulsanti  e ; nella parte superiore della finestra vengono visualizzate le coordinate degli elettrodi di corrente e di potenziale del punto di misura selezionato. È possibile modificare un singolo punto della curva visualizzata tramite le voci di menu che compaiono facendo clic con il pulsante destro del mouse sul punto. È possibile eliminarlo (**Delete point**), spostarlo o sostituirlo con un valore smussato (**Smooth point**), ripristinarne la posizione originale (**Origin point**) oppure eliminare tutti i punti (**Delete All**). Il pulsante  sulla barra degli strumenti della finestra consente di smussare la curva corrente.

Lo strumento  consente di eliminare selettivamente le misure.

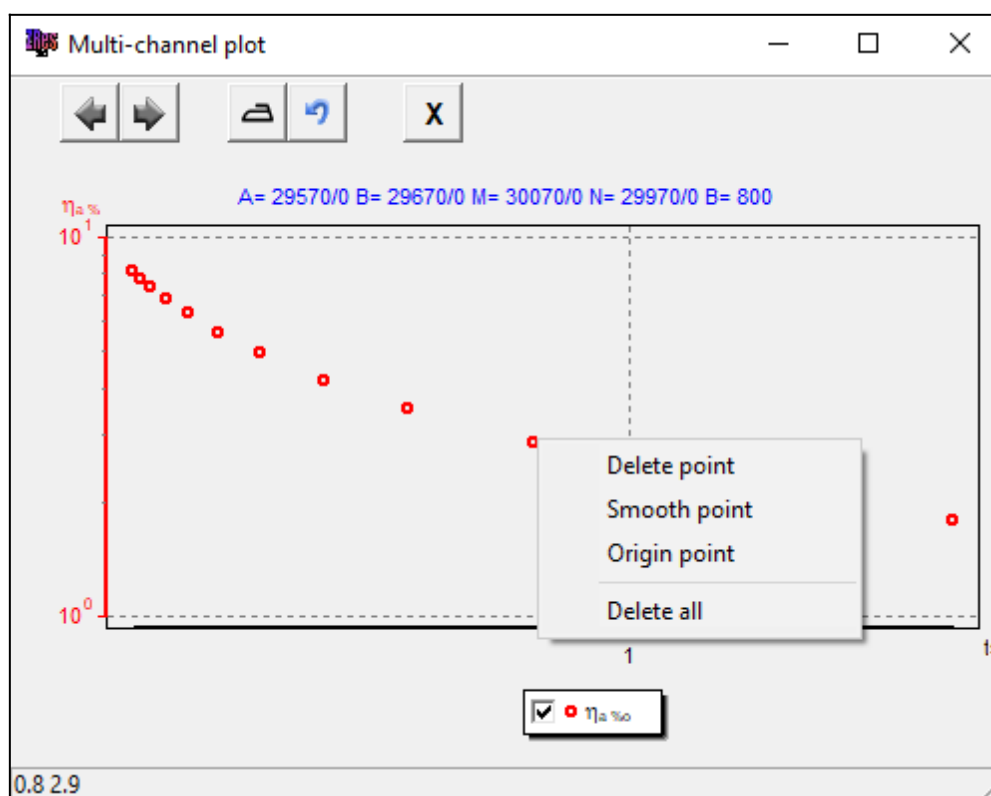


Fig. 42 Finestra di modifica della dipendenza temporale IP

Inversione dei dati di monitoraggio

Quando si lavora con dati di monitoraggio, nel menu principale del programma compare la scheda aggiuntiva **Time Lapse**, che consente di configurare l'inversione per tutte le acquisizioni contemporaneamente. La scheda contiene le seguenti voci:

Time lapse / Channels	Apre l'elenco dei canali. È possibile assegnare un nome a ciascun canale (colonna name) e indicare se invertirlo o meno (colonna inv).
Time lapse / Channel plot	Mostrare i grafici della variazione del parametro in funzione

	dell'acquisizione.
Time lapse / Time lapse inversion	Avviare l'inversione per tutti i canali/le misure.
Time lapse / Next from previous	Invertire l'acquisizione successiva basandosi sui risultati ottenuti con la precedente. Se l'opzione non è attivata, come approssimazione iniziale per ogni acquisizione successiva viene utilizzato il modello corrente di tale acquisizione.
Time lapse / Max iter numb for next	Impostare il numero massimo di iterazioni per ogni acquisizione successiva.
Time lapse / Clear all models	Eliminare i modelli per tutti i canali.

Se sono disponibili modelli per più acquisizioni di monitoraggio, nella scheda del menu **Options / Model** compare la voce aggiuntiva **Time lapse summary**, che consente di valutare la velocità di variazione del parametro nel tempo.

Valutazione dell'errore di fit risultante dall'inversione

Una valutazione rapida del risultato dell'inversione può essere effettuata in base al valore dell'errore relativo di fit. Questo parametro è visualizzato in percentuale nella parte centrale della barra di stato (5^a sezione). In genere, quando la qualità dei dati è soddisfacente, il valore non dovrebbe superare il 5%.

La convergenza, per ciascuna misura, tra i valori osservati e quelli calcolati può essere valutata sulla mappa delle isolinee o sulla pseudosezione, mediante l'opzione **Options / Data / Data Misfit**.

Le stime dell'errore di fit consentono di eseguire un'ulteriore selezione dei dati. È possibile escludere i dati con un errore di fit elevato mediante l'opzione **Options / Extra / Remove data with big misfit**.

Informazioni a priori

Uso di immagini di sfondo per modelli 2D e 3D

Tra i metodi più efficaci per migliorare la qualità dell'interpretazione dei dati vi sono l'integrazione di metodi di prospezione geofisica e l'utilizzo di informazioni a priori. Il programma offre diversi metodi per visualizzare le informazioni a priori. Mediante l'opzione **Options / Import/Export** è possibile caricare diversi tipi di informazioni geologiche e geofisiche:

modelli provenienti da progetti di altri programmi Zond, immagini grafiche come sfondo della sezione (ad esempio, una sezione geologica o sismica) (vedere la figura seguente).

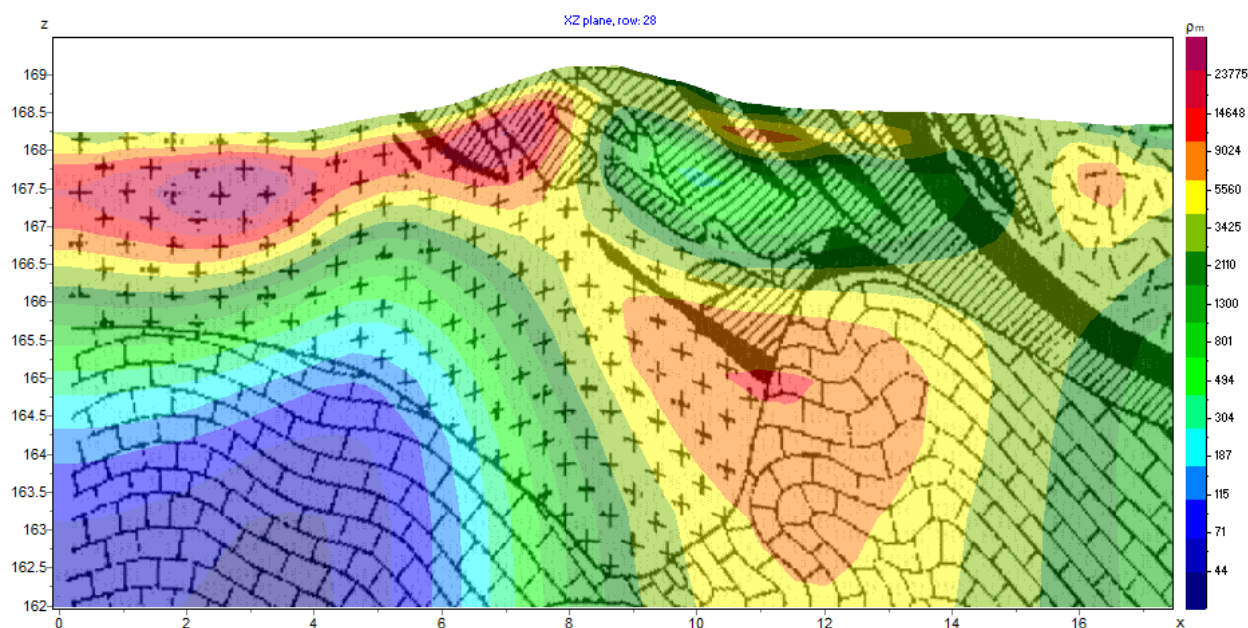


Fig. 43 Esempio di utilizzo della funzione «Background 2D»

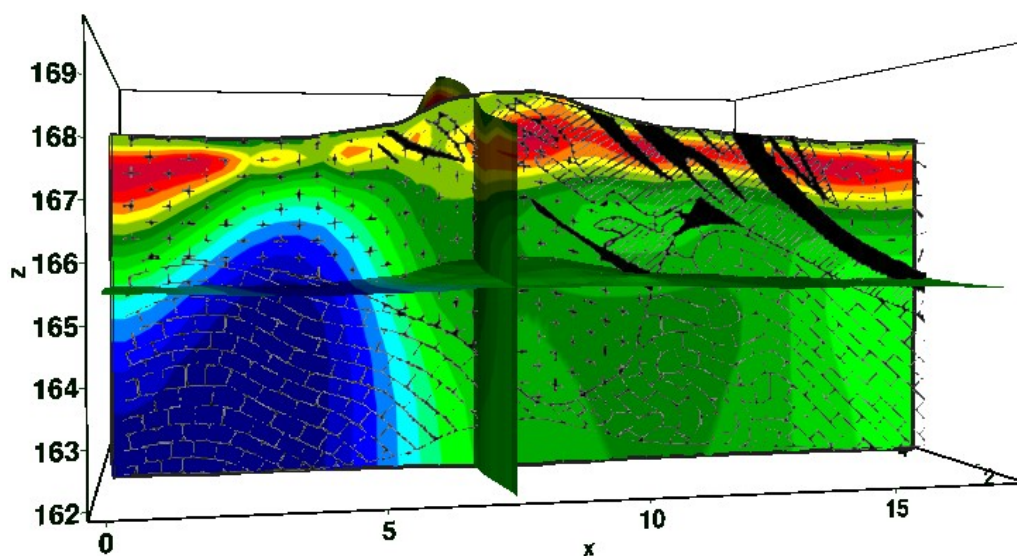


Fig. 44 Esempio di utilizzo della funzione «Background 3D»

Per confrontare i risultati di metodi diversi, è inoltre comodo utilizzare le funzioni **Import mod2d's** e **Import mod3d**. Queste opzioni consentono di caricare nel modello corrente modelli salvati in altri programmi Zond, come file con estensione MOD3D e MOD2D, .

Creazione di dati di pozzo

L'aggiunta di dati di log di pozzo e litologia si esegue nell'apposito modulo **Options / Borehole / Create / Edit borehole data** (vedere la figura seguente). Il modulo consente di creare, modificare e visualizzare colonne litologiche e dati di log di pozzo lungo il profilo di acquisizione.

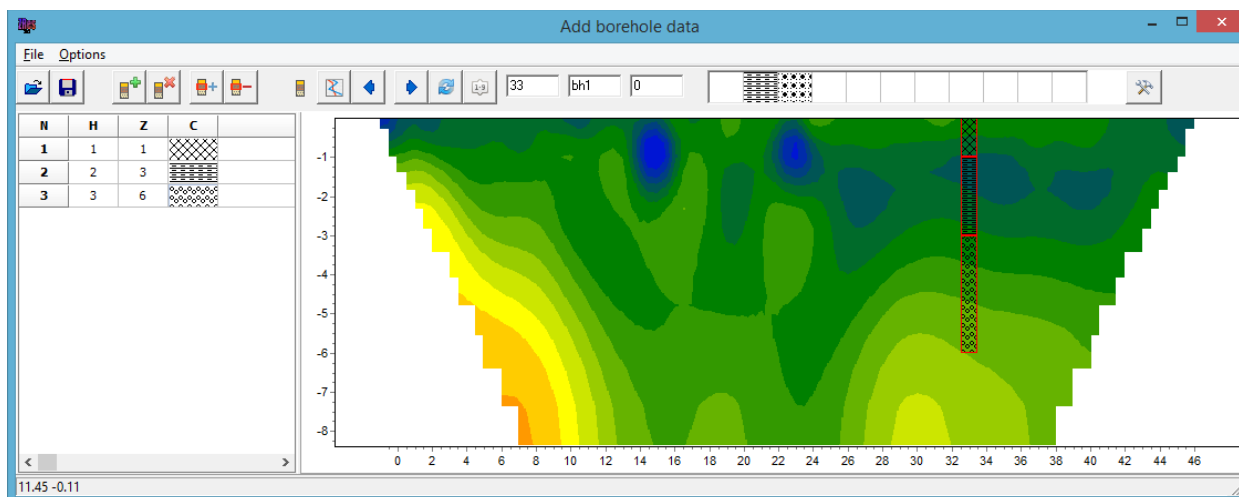


Fig. 45 dati di log di pozzo e litologia

La barra degli strumenti della finestra di dialogo contiene i seguenti pulsanti:

	Aprire un progetto o un'immagine di sfondo
	Salvare un progetto o esportare le immagini dei pozzi
	Creare un nuovo pozzo
	Eliminare un pozzo
	Aggiungere uno strato nel pozzo
	Eliminare uno strato nel pozzo
	Modalità colonne litologiche
	Modalità dati di log di pozzo
	Passare al pozzo precedente
	Passare al pozzo successivo
	Aggiornare la finestra di visualizzazione dei dati
	Ordinare i pozzi in base alla coordinata

	Imposta la coordinata orizzontale (lungo il profilo)
	Etichetta del pozzo
	Angolo di inclinazione del pozzo nel piano XZ.
	Opzioni aggiuntive

Il modulo contiene due finestre principali. A sinistra si trova la **Finestra dei dati**, che contiene una tabella con le seguenti colonne: **N** – numero progressivo dello strato, **H** – spessore dello strato in metri, **Z** – profondità della base dello strato in chilometri, **C** – tipo di riempimento. Nella finestra a destra i dati dei pozzi sono visualizzati graficamente.

Per iniziare a creare un file di dati litologici, si deve fare clic sul pulsante  nella barra degli strumenti. A questo punto, nella sezione a sinistra apparirà una nuova tabella. Con il pulsante  si deve impostare il numero di strati desiderato. Si deve quindi modificare la tabella, impostando lo spessore o la profondità della base di ciascuno strato e selezionando il tipo di riempimento corrispondente alla litologia. La finestra di dialogo di impostazione del riempimento **Pattern Color Editor** si apre facendo doppio clic con il tasto sinistro del mouse nella colonna **C** della finestra dei dati (Fig. 48). Il programma offre un'ampia scelta di riempimenti litologici. Nell'opzione **Color** è possibile selezionare il colore del riempimento.



Fig. 46 **Finestra dell'editor dei riempimenti**

Al termine dell'inserimento dei dati del pozzo, si deve fare clic sul pulsante  e il pozzo apparirà nella finestra grafica. A questo punto, si deve impostare la posizione orizzontale del pozzo; sulla barra degli strumenti non è presente un campo separato per la coordinata verticale. Il pozzo verrà quindi visualizzato in base alle sue coordinate. Nella finestra grafica il pozzo attivo è visualizzato in rosso.

Per semplificare il lavoro con un numero elevato di pozzi, il programma consente di creare una tavolozza. Per creare una tavolozza, si seleziona il riempimento desiderato nella colonna dei riempimenti della **Finestra dei dati**, quindi si fa clic con il tasto destro del mouse nell'area dei riempimenti della barra principale del programma. In questo modo è possibile creare un insieme di riempimenti, che può poi essere salvato. A tale scopo, si deve fare clic sul pulsante  e selezionare **Save default palette**. L'insieme di riempimenti salvato può essere utilizzato per creare un nuovo file di dati litologici e di log di pozzo ( - **Load default palette**).

Set borehole width, disponibile facendo clic sul pulsante  imposta la larghezza dei pozzi come percentuale della lunghezza del profilo.

Dopo aver salvato il file di dati, viene salvato il file di progetto *.crt, che può essere aperto nel programma ZondRes3D

I dati di log di pozzo possono essere caricati tramite lo strumento . Per creare un file di dati di log di pozzo si utilizzano i formati *.txt, *.dat e *.las.

File / Open project	Aprire un progetto contenente dati dei pozzi oppure selezionare un file di immagine di sfondo. Per il file di sfondo è disponibile un'opzione di filtro separata nella finestra di dialogo.
File / Save project	Salvare il progetto in CRT o esportare le immagini dei pozzi in BMP. Durante l'esportazione, le immagini vengono salvate nella cartella selezionata; l'estensione del nome file viene sostituita con .bmp.
Remove background	Disattivare la visualizzazione dell'immagine di sfondo caricata.
Show background	Attivare la visualizzazione dell'immagine di sfondo caricata.
Pulsante  per selezionare il colore di sfondo della finestra grafica	Aprire il selettore di colori e impostare il colore selezionato come sfondo della finestra grafica.
Exchange P&&C	Sostituire sia il tipo di riempimento sia il colore degli strati di tutti i pozzi che corrispondono al tipo di riempimento e al colore originali.
Exchange P	Sostituire il tipo di riempimento degli strati di tutti i pozzi con lo stesso tipo di riempimento originale.
Exchange C	Sostituire il colore degli strati di tutti i pozzi che corrispondono al tipo di riempimento e al colore originali.

Parametri dei dati di log di pozzo

Quando si caricano i log di pozzo, il programma apre la finestra **Settings**. In **To logarithm** si attiva la trasformazione logaritmica. In **Type of norming** si seleziona il limite comune, il limite comune con mediana oppure la mediana. In **Data index** si imposta un indice da 0 a 5. In **Color** si seleziona il colore della serie; in **Title** il relativo titolo. In **Depth units** si seleziona l'unità di profondità: m, km oppure ft.

Per aprire un'immagine di sfondo grafica si utilizza un file di testo: nella prima riga si specifica il percorso del file immagine, nella seconda quattro valori numerici delle coordinate di due punti di riferimento (X1, Z1, X2, Z2). Se il percorso specificato dell'immagine non viene trovato, il programma cerca un file con lo stesso nome nella cartella del file di testo.

Il caricamento di TXT e DAT avviene riga per riga: per elaborare una riga, il programma deve ricavarne almeno due valori numerici. Il primo valore viene utilizzato come profondità, il secondo come misura. Per LAS è disponibile una finestra di dialogo separata per selezionare le colonne e l'intervallo di righe.

Selezione dei dati del file di testo

Nella finestra **Export text data**, per importare i dati, selezionare le intestazioni delle colonne nella prima riga della tabella. Utilizzare i pulsanti **Start** e **End** per impostare la prima e l'ultima riga dei dati. Premere **OK** per confermare la selezione.

Struttura del file *.txt: la prima colonna contiene la profondità del punto di registrazione (dalla superficie terrestre), la seconda colonna contiene le misure di log di pozzo. Durante la lettura di TXT e DAT vengono utilizzati i primi due valori numerici della riga; la terza e la quarta colonna non vengono utilizzate durante il caricamento.

Di seguito è riportato un esempio di file di dati di log di pozzo visualizzati sulla sezione sotto forma di grafici (vedere la figura seguente):

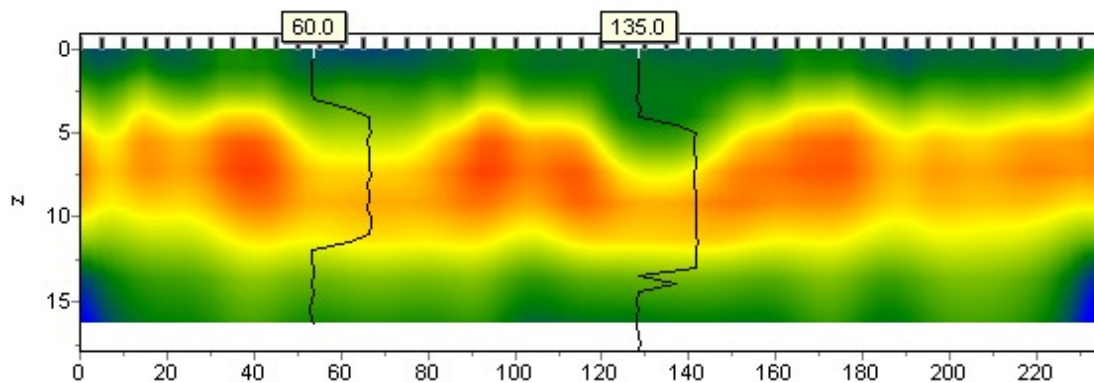


Fig. 47 **Modello con diagrammi di log di pozzo sovrapposti**

Per creare un file con informazioni litologiche si utilizza la struttura seguente: la prima colonna contiene la profondità (dalla superficie terrestre) dell'orizzonte litologico; la seconda colonna deve contenere zeri; la terza colonna contiene il colore dello strato sulla colonna litologica, la quarta il tipo di tratteggio sulla colonna litologica. Le colonne sono separate da spazi. Nella figura seguente è riportato un esempio di modello con colonne litologiche sovrapposte.

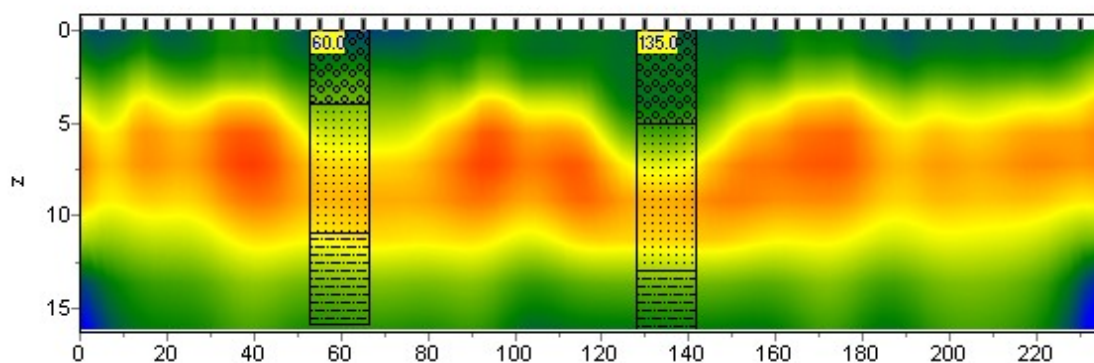


Fig. 48 **Modello con colonne litologiche sovrapposte**

Di seguito è riportato un elenco dei primi 23 tipi di tratteggio utilizzabili per creare una colonna litologica.

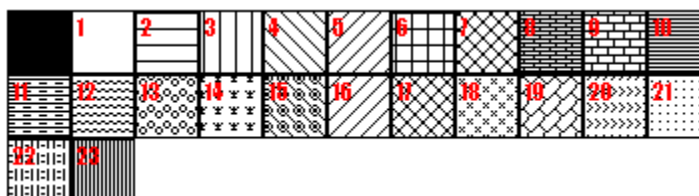


Fig. 49 **Varianti di tratteggio della colonna litologica**

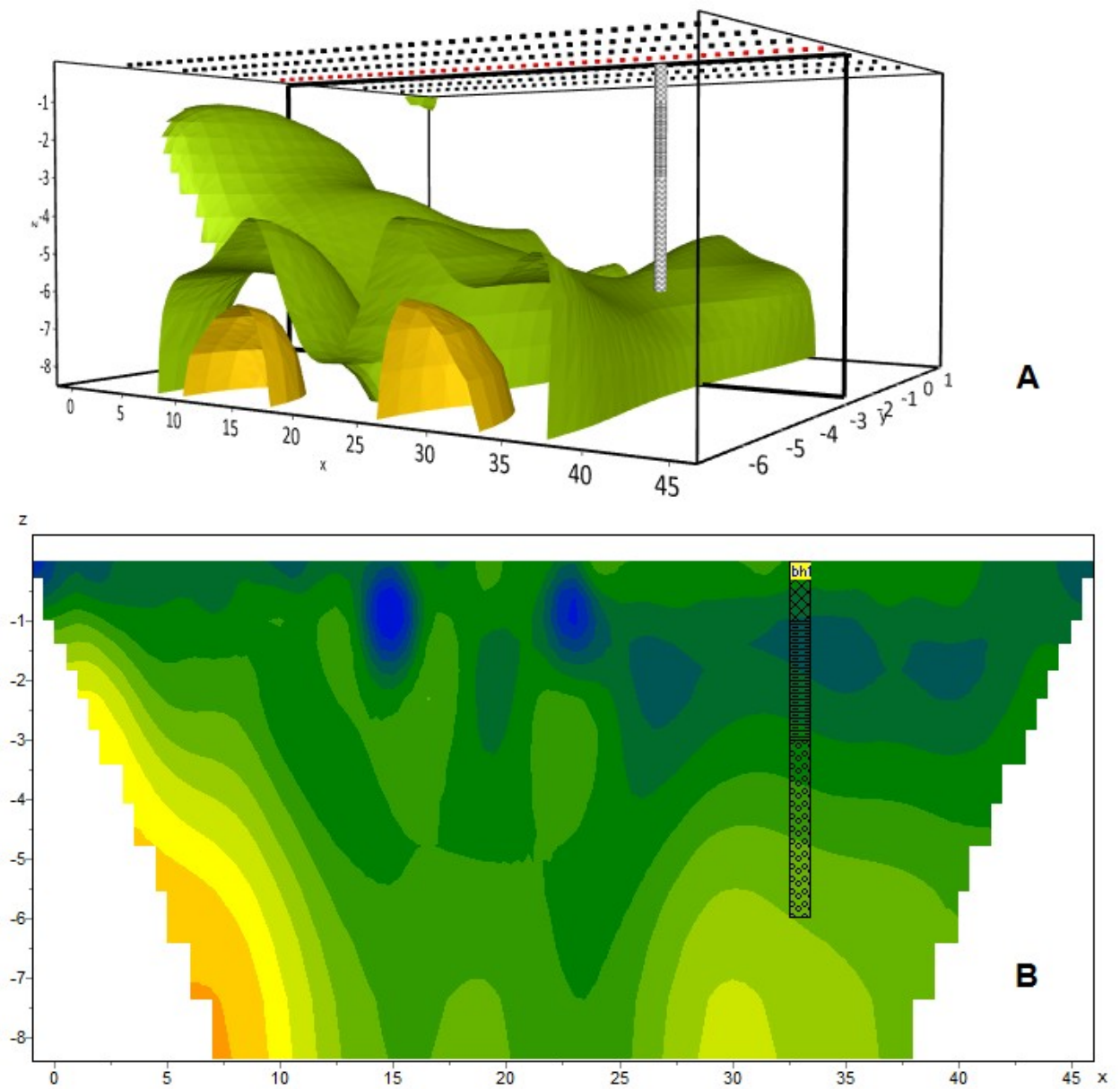


Fig. 50 Visualizzazione delle informazioni dei pozzi nel modello 3D(A) e sulla sezione(B).

Risultati dell'interpretazione

Modalità e parametri di visualizzazione della sezione del modello

La sezione del modello può essere visualizzata come celle in **Options / Model / Block-section** (vedere la figura seguente) oppure con una tavolozza di interpolazione uniforme in **Options / Model / Smooth-section** (vedere la figura seguente).

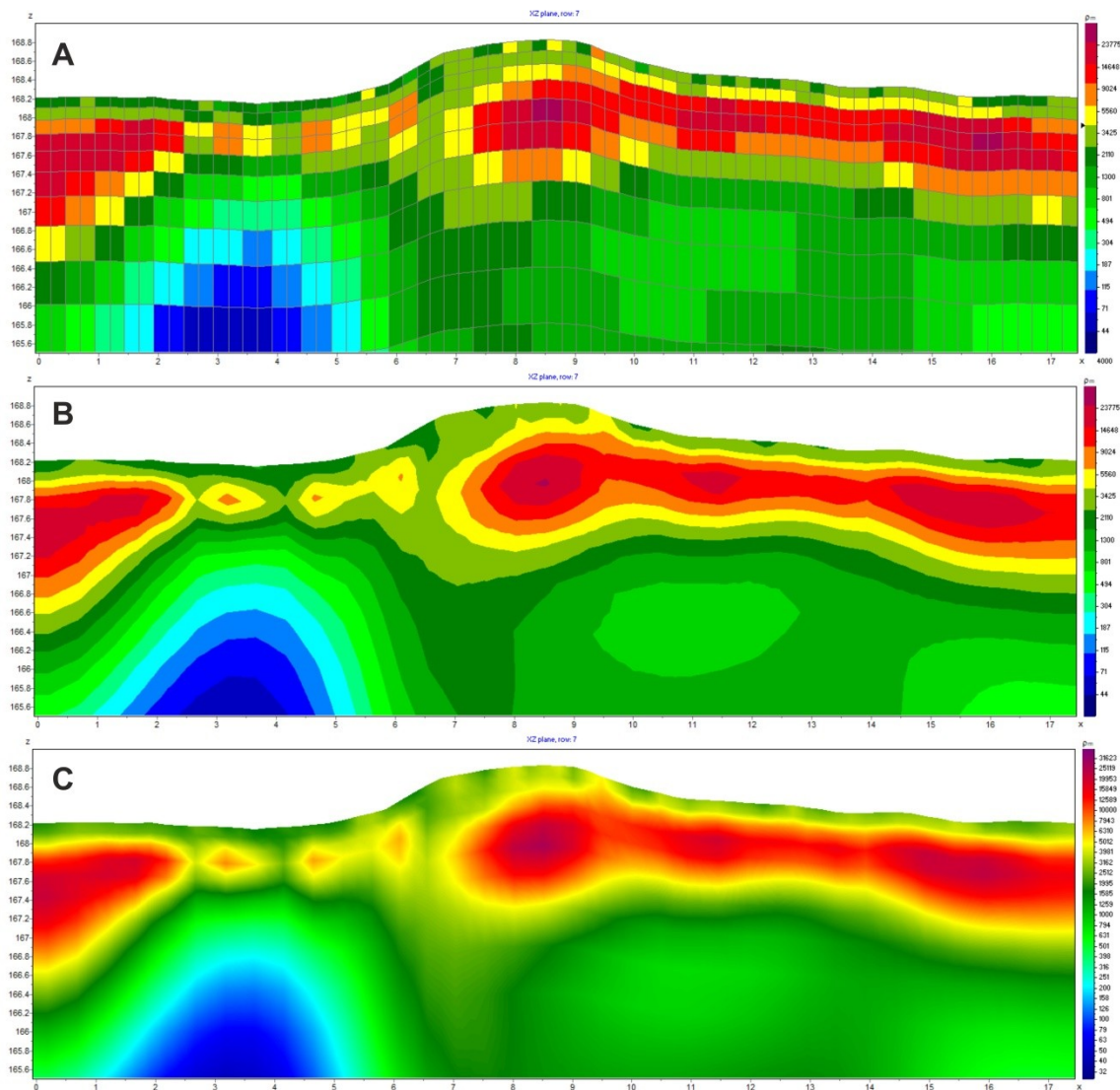


Fig. 51 **Modalità di visualizzazione del modello: Block-section (A), Smooth-section come sezione di isolinee (B) e Smooth-section come modello con tavolozza di interpolazione uniforme (C)**

Per visualizzare un modello a isolinee con una tavolozza di interpolazione uniforme, è necessario attivare la funzione **«Continuous»** nella scheda **«Colors»**. La scheda **«Colors»** si trova nella finestra di dialogo **«Model setup»** (vedere la sezione **«finestra di dialogo per la configurazione della visualizzazione dei parametri del modello»**).

Modalità e parametri di visualizzazione del modello 3D (volumetrico)

Il modello 3D (volumetrico) serve a visualizzare il risultato in tre dimensioni. La scala dell'immagine si controlla con la rotellina del mouse. Per ruotare il modello, tenere premuto il pulsante sinistro del mouse.

Le opzioni aggiuntive di visualizzazione sono disponibili facendo clic con il pulsante destro del mouse nell'area del modello 3D; si apre quindi la finestra di dialogo **3D Options**.

3D view settings

Aprire la finestra di dialogo delle impostazioni dell'immagine 3D.

Print preview	Aprire l'anteprima di stampa dell'immagine 3D.
Plane cut	Selezionare la direzione della sezione: XZ , YZ oppure XY .
Model / Halfspace value	Impostare il valore del semispazio.
Model / Clear model	Riportare il modello al semispazio.
Model / Clear limits	Eliminare i vincoli delle celle del modello.
Model / MinMax auto	Adattare automaticamente l'intervallo della scala cromatica.
Model / Smooth/raster	Aprire la finestra di dialogo per lo smoothing o la rasterizzazione del modello.
Axes settings / X - axis, Y - axis, Z - axis	Aprire l'editor delle impostazioni dell'asse corrispondente.
Show / Cutting plane	Attivare o disattivare la visualizzazione del rettangolo del piano di sezione.
Show / Survey points	Attivare o disattivare la visualizzazione degli elettrodi.
Show / Boreholes	Attivare o disattivare la visualizzazione dei pozzi; per impostazione predefinita, la casella di controllo è selezionata.
Show / Background	Attivare o disattivare l'immagine di sfondo XY, se caricata; per impostazione predefinita, la casella di controllo è selezionata.
Synchronous cut	Attivare o disattivare il ridisegno del modello 3D quando si modifica l'indice del piano di sezione.
X:Y:Z = 1:1:1	Attivare o disattivare la scala uguale lungo gli assi del modello.
Current, Current&&+, Current&&-, All params	Selezionare una voce di menu.

Finestra di dialogo di configurazione dei parametri dell'immagine 3D è composta da cinque schede. Nella parte inferiore si trova l'opzione **Opacity** (0-100), che consente di impostare la trasparenza complessiva del modello. Per una configurazione più dettagliata dei parametri di trasparenza del modello, si utilizza il pulsante  (vedere la figura seguente).

La trasparenza complessiva del modello si imposta nel campo **Opacity**: i valori ammessi sono compresi tra 0 e 100; il valore iniziale è 50. Il profilo di trasparenza in funzione del valore del parametro si apre con il pulsante **Sets opacity vs parameter**. Nella finestra **Opacity vs parameter**

value, un clic destro sul grafico imposta il livello di trasparenza per tutti i punti del profilo all'altezza selezionata; i valori sono limitati all'intervallo 0–100. Quando si tiene premuto Shift, il profilo non viene modificato.

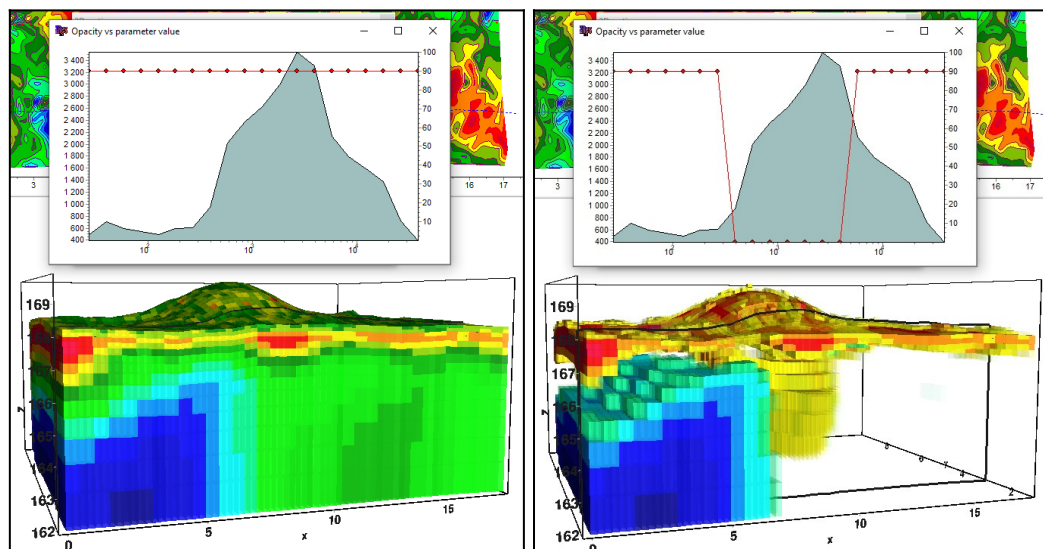
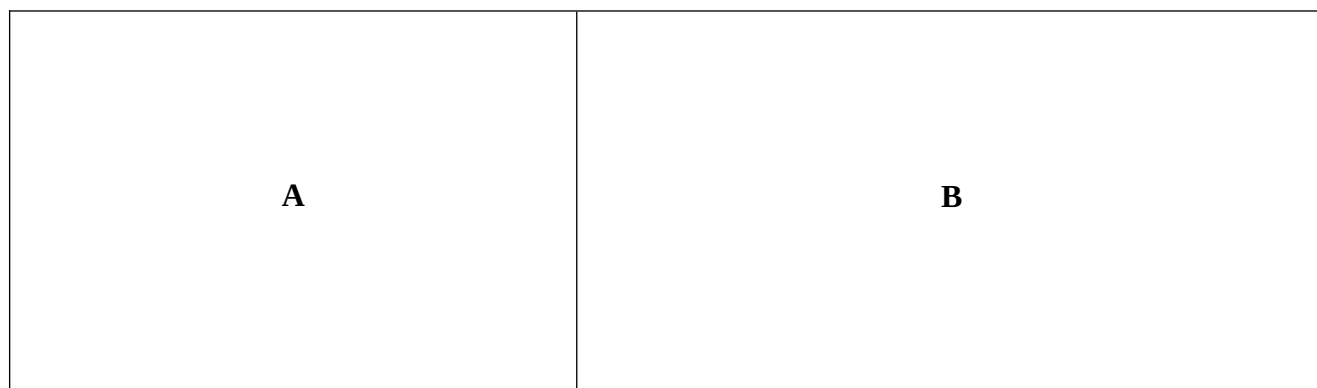


Fig. 52 Esempio di utilizzo della finestra di dialogo **Opacity vs parameter value**

Nella finestra *Opacity vs parameter value* il grafico azzurro (riempito) mostra la distribuzione del parametro corrente. Il grafico rosso mostra il valore della trasparenza in funzione del parametro. In genere, il valore del parametro del mezzo ospitante corrisponde al massimo del grafico di distribuzione. Se si desidera visualizzare solo gli oggetti anomali, si riduce la trasparenza dei valori del parametro prossimi a quello del mezzo ospitante. Il profilo di trasparenza si modifica con un clic destro sul grafico; tenendo premuto Shift, il profilo non cambia.

La scheda **Pie-cut** crea un modello delimitato dalle sezioni selezionate dall'utente (vedere la figura seguente).

L'opzione *Smooth* attiva la modalità di rappresentazione grafica del modello con riempimento interpolato continuo. Tre cursori determinano la posizione dei limiti di ritaglio del modello.



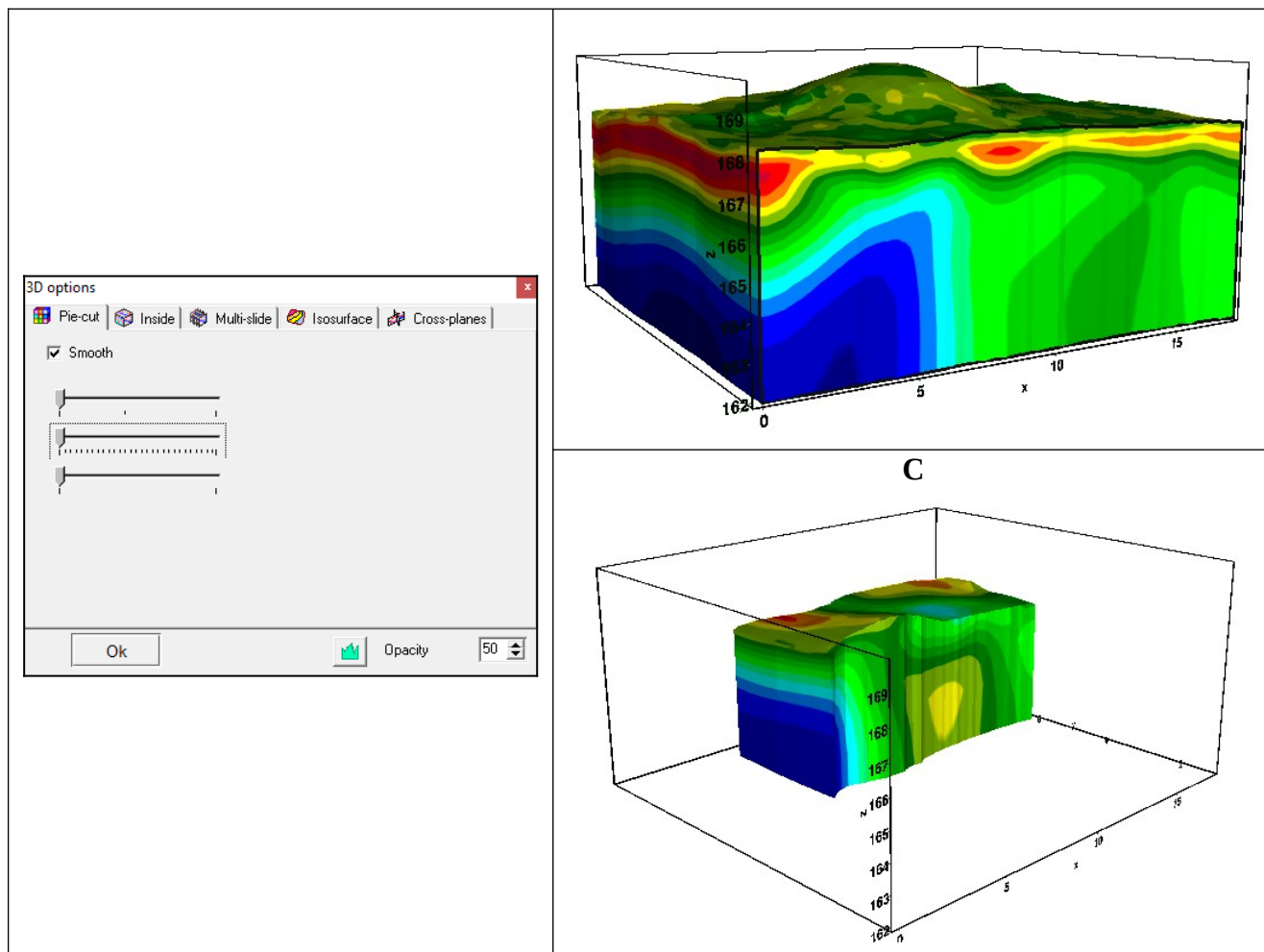


Fig. 53 Finestra di dialogo 3D options, scheda Pie-cut (A) ed esempi della visualizzazione corrispondente del modello (B, C)

La scheda **Inside** crea il modello sotto forma di blocchi (vedere la figura seguente). La trasparenza dei blocchi si controlla con l'opzione *Opacity*. Il cursore nella parte superiore imposta la dimensione relativa della cella, da 0 a 100 per cento. L'opzione *Hide half-space* impedisce di disegnare i blocchi il cui valore coincide con quello del semispazio (utile nella modalità di modellazione).

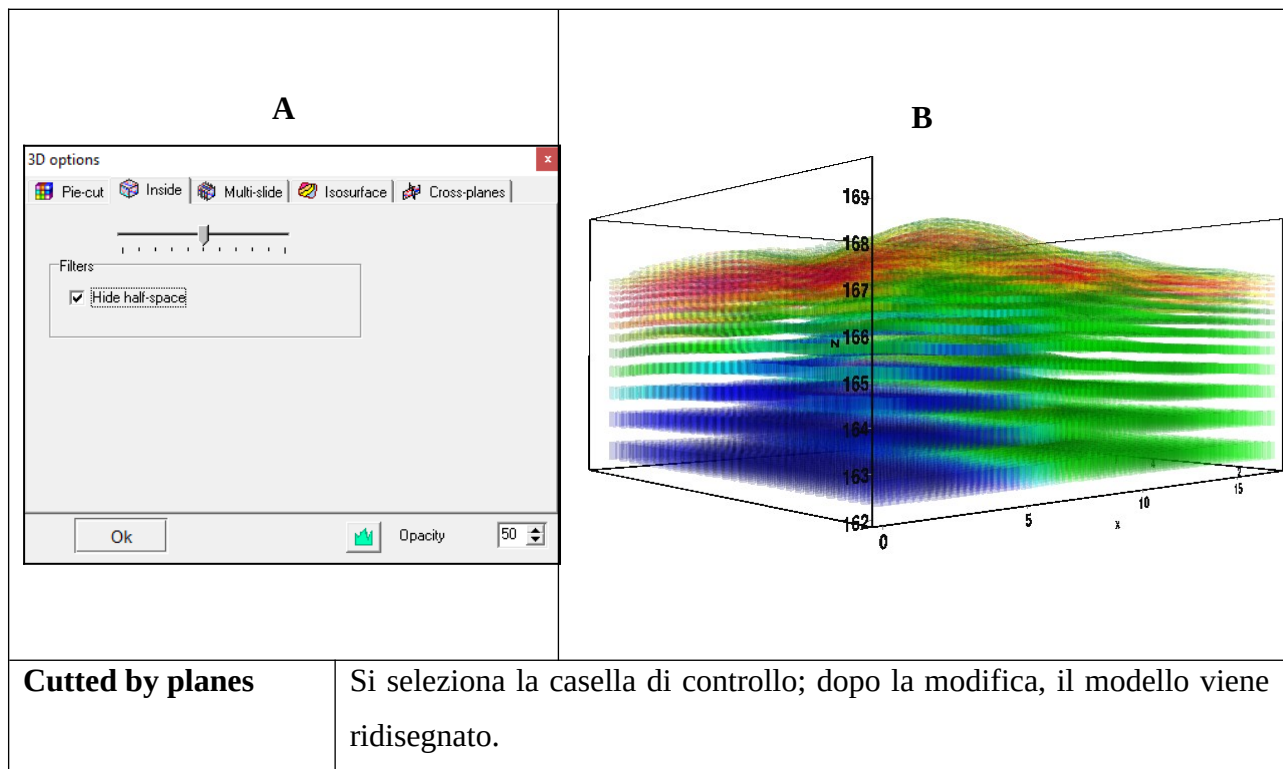


Fig. 54 **Finestra di dialogo 3D options, scheda Inside (A) ed esempi della visualizzazione corrispondente del modello (B)**

La scheda **Multi-slide** visualizza una serie di sezioni semitrasparenti del modello lungo una delle direzioni (vedere la figura seguente). L'opzione **Smooth** attiva la modalità di rappresentazione grafica del modello con riempimento interpolato continuo. L'opzione **Automatic** attiva la selezione automatica della direzione della serie di sezioni in funzione dell'angolo di visualizzazione.

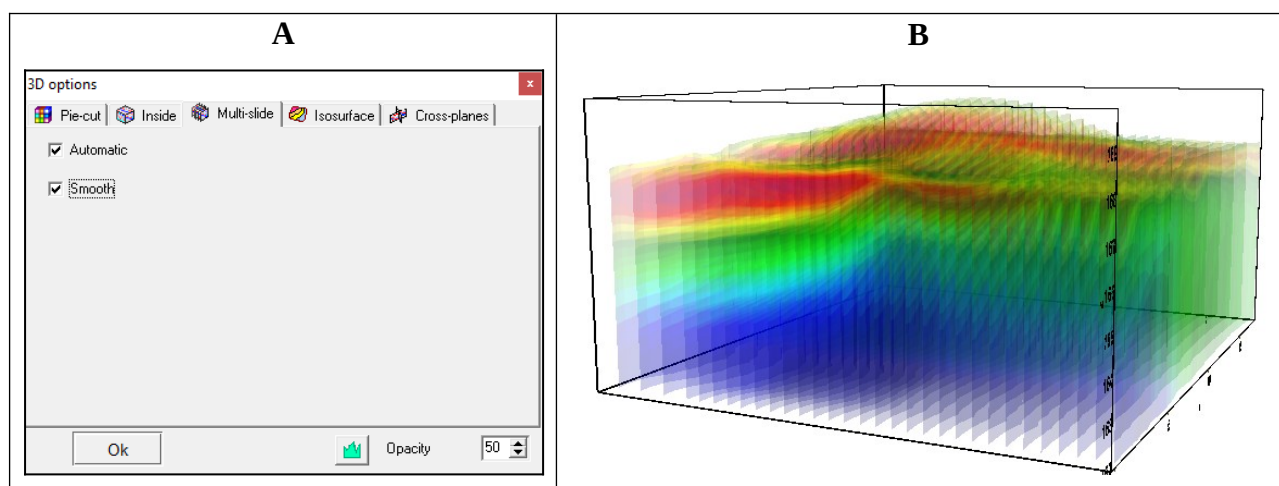
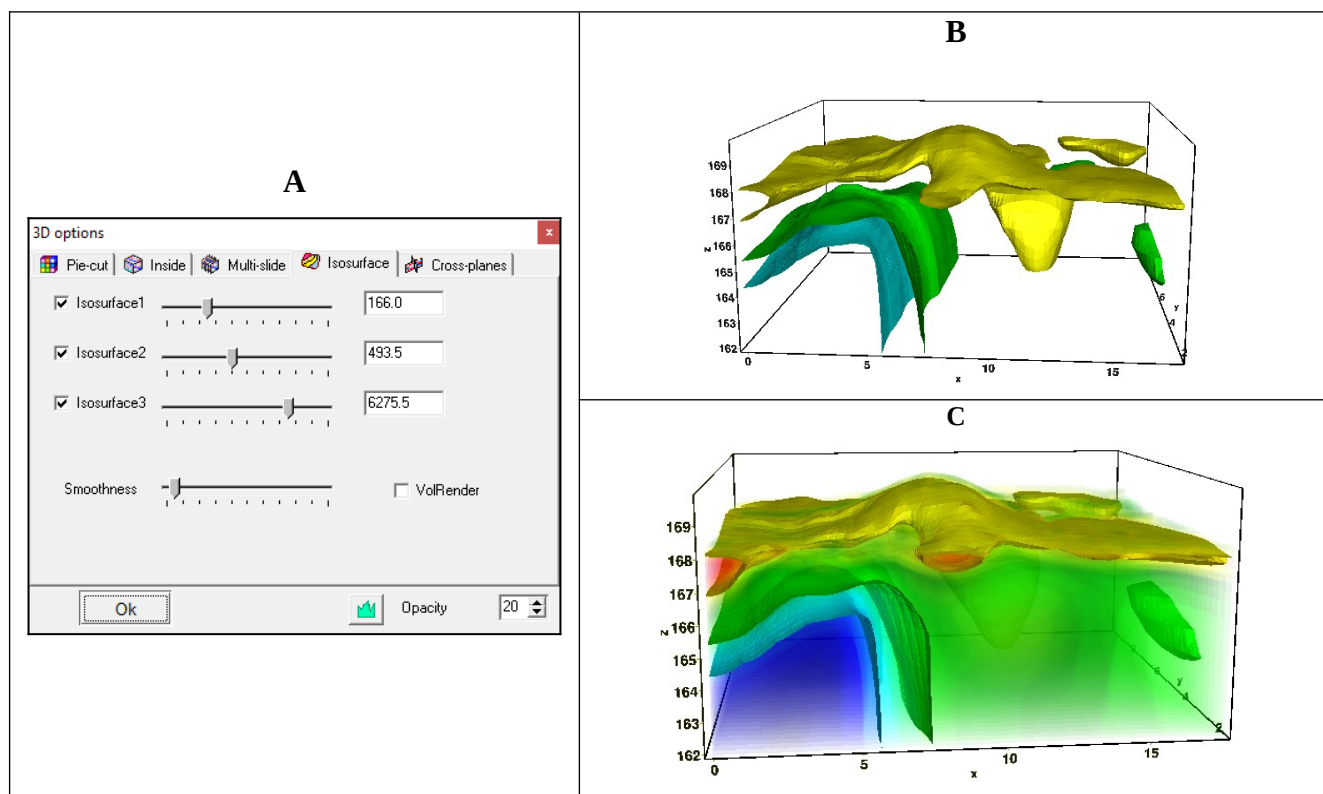


Fig. 55 **Finestra di dialogo 3D options, scheda Multi-slide (A) ed esempio della visualizzazione corrispondente del modello (B)**

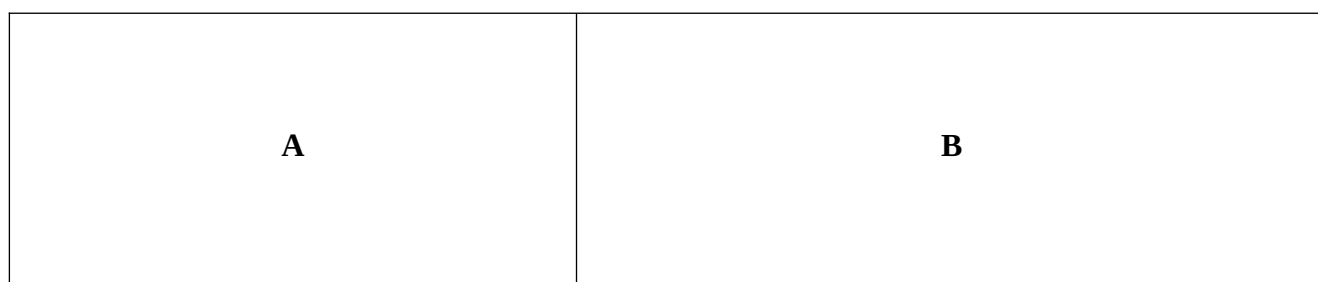
La scheda Isosurface visualizza le isosuperfici 3D del parametro del modello (vedere la figura seguente). Tre cursori determinano i valori in corrispondenza dei quali vengono create le isosuperfici. Il cursore *Smoothness* determina il grado di levigatezza dell'isosuperficie. L'opzione *VolRender* attiva la modalità di visualizzazione di una nebbia semitrasparente, il cui colore è determinato dai parametri del modello.



I valori delle isosuperfici si impostano con gli appositi cursori o campi di inserimento; se l'isosuperficie è attiva, la modifica del suo valore aggiorna l'immagine.

Fig. 56 **Finestra di dialogo 3D options, scheda Isosurface (A) ed esempi della visualizzazione corrispondente del modello (B, C)**

La scheda **Cross-planes** visualizza tre piani semitrasparenti che si intersecano reciprocamente (vedere la figura seguente). L'opzione *Smooth* attiva la modalità di rappresentazione grafica del modello con riempimento interpolato continuo. Tre cursori determinano la posizione dei piani di intersezione del modello.



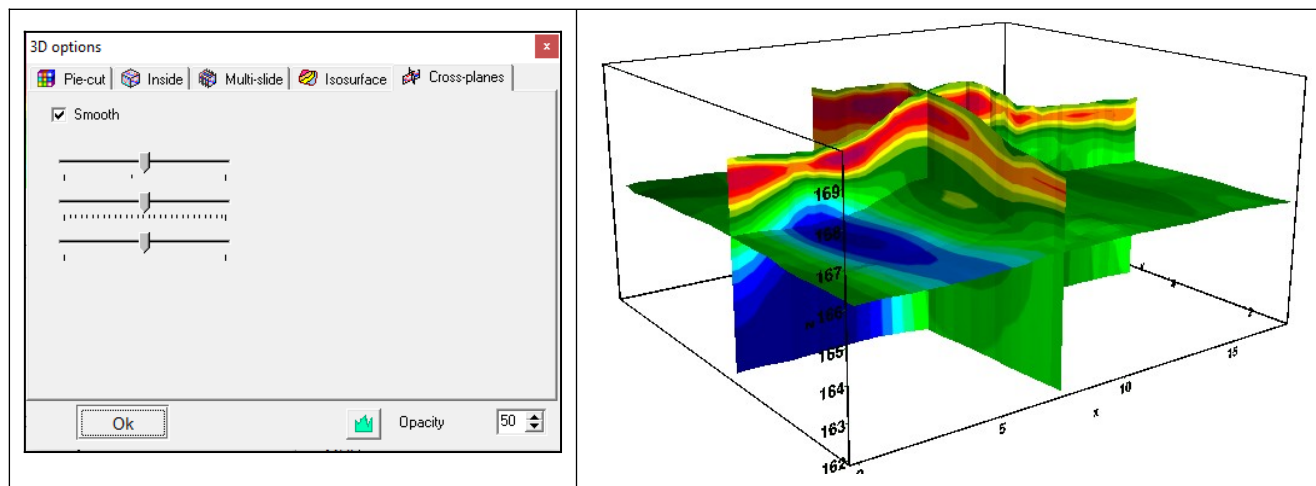


Fig. 57 Finestra di dialogo 3D options, scheda Cross-planes (A) ed esempio della visualizzazione corrispondente del modello (B)

Le opzioni di ritaglio si applicano a tutti i tipi di immagini 3D, eccetto «Pie-cut».

Dialogo Smooth/raster model

Operation	Selezionare Rasterization oppure Smoothing . Al cambio di selezione, l'operazione viene eseguita nuovamente e l'immagine viene aggiornata.
Degree	Impostare il grado dell'operazione da 1 a 20; il valore iniziale è 5. Quando il valore viene modificato, l'operazione viene eseguita nuovamente e l'immagine viene aggiornata.
Apply	Chiudere la finestra di dialogo confermando l'azione modale.

Ritaglio del modello

Le parti marginali del modello sono in genere caratterizzate da una risoluzione peggiore. Molto spesso queste aree contengono numerose anomalie spurie. L'opzione **Options / Cutting** consente di nascondere i bordi del modello specificando l'angolo di ritaglio in gradi.

È possibile impostare l'angolo di ritaglio del modello sia lungo l'asse X sia lungo l'asse Y (**Cut angle X** e **Cut angle Y**). Queste funzioni sono attive solo se è selezionata l'opzione *Blanking cut*.

Non è possibile eseguire il ritaglio per tutti i tipi di modelli 3D.

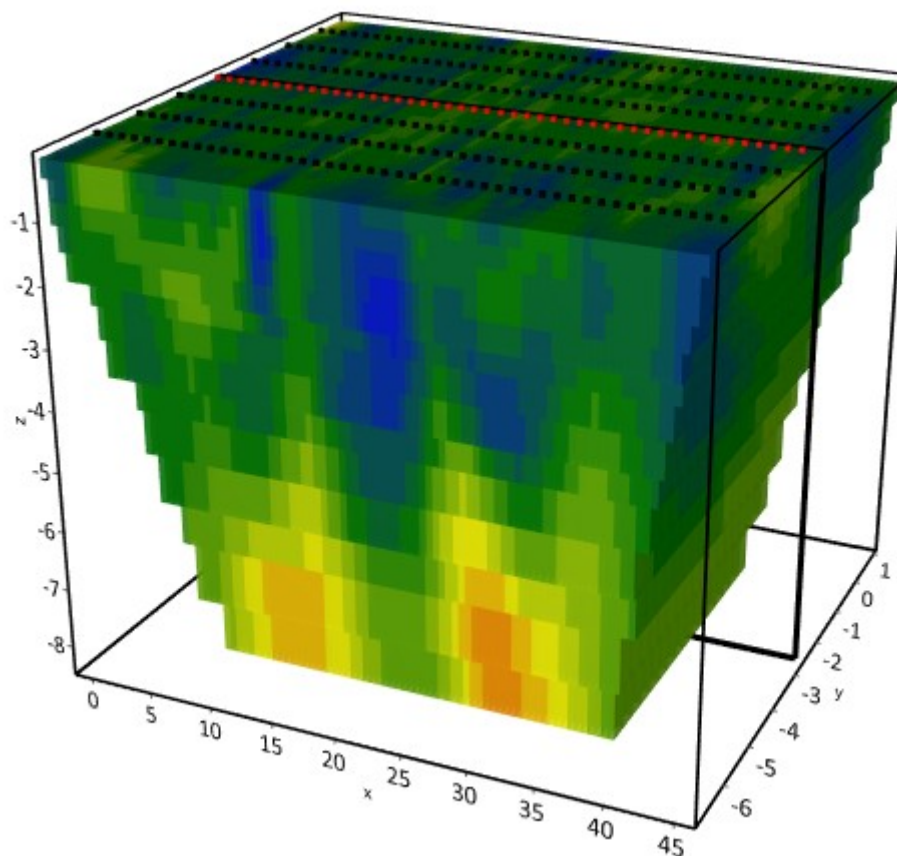


Fig. 58 **Esempio di modello con ritaglio dei bordi**

Utilizzo di più modelli in un unico progetto

L'opzione **Buffer/Open** del menu principale del programma consente di confrontare modelli ottenuti con parametri di inversione diversi. Con questa opzione, tutti i modelli calcolati vengono visualizzati con la stessa palette di colori e le stesse scale.

Per registrare il modello corrente nel buffer, è necessario fare clic su uno dei pulsanti corrispondenti alle celle del buffer. Nella finestra di dialogo che si apre si può inserire il nome del modello, che verrà quindi visualizzato sul pulsante corrispondente nell'elenco **Buffer** e come intestazione durante la visualizzazione del modello.

Il pulsante **Buffer / Open** consente di visualizzare in un'unica finestra tutti i modelli caricati nel buffer, facilitandone il confronto (per la sezione selezionata).

Dopo aver creato il primo modello, nell'editor dei modelli si può cancellare il modello corrente e crearne uno nuovo.

Se la cella selezionata nel buffer non è vuota, il programma chiederà se si desidera aprire questo modello (**From Buffer**) oppure sovrascriverlo con quello corrente (**To buffer**). Se si seleziona **From Buffer** il modello contenuto nel buffer verrà caricato al posto del modello attivo corrente nell'editor delle sezioni.

Se si utilizza l'opzione *Only current*, il programma carica nel buffer soltanto il modello di resistività elettrica o di caricabilità, a seconda della modalità in uso.

Salvataggio dei risultati

Il risultato dell'interpretazione (progetto) è archiviato in un file binario nel formato **ZondRes3D** (estensione *.z3d). Il file contiene i dati di campo e calcolati, i valori dei pesi relativi delle misure, il modello corrente del sottosuolo e altro ancora.

Per salvare il risultato dell'interpretazione, si può fare clic sul pulsante  della barra degli strumenti oppure selezionare la voce di menu corrispondente **File / Save file**.

Le opzioni di salvataggio disponibili sono riportate nella tabella:

Project file [*.z3d]	Salva i valori misurati, il modello corrente del sottosuolo e tutte le impostazioni in un file di progetto.
Project with calculated data [*.z3d]	Salva i valori misurati, il modello corrente del sottosuolo e tutte le impostazioni in un file di progetto. In questa modalità, i valori osservati vengono sostituiti da quelli calcolati. Ciò è molto utile per testare l'inversione con modelli diversi.
Observed [*.z3d]	Salva i valori osservati in un file di testo nel formato z3d.
Calculated data [*.z3d]	Salva i valori calcolati in un file di testo nel formato z3d.
XYZV [*.dat]	Salva il modello come file di testo. Questo file può essere utilizzato da un programma di terze parti per visualizzare il modello 3D.
XYZ [*.dat]	Salva la sezione corrente come file di testo. Questo file può essere utilizzato da un programma di terze parti per creare una griglia e visualizzare la sezione 2D del modello.

Finestra Set depths

Finestra di configurazione delle profondità per la creazione di mappe in Surfer. Inserire nella tabella le profondità delle sezioni e fare clic su **Build**. Verranno utilizzati solo i valori compresi nell'intervallo di profondità dei dati. Per la creazione si utilizzano le dimensioni della griglia impostate per X e Y.

X grid number	Impostare il numero di nodi della griglia lungo X: da 10 a 10000; valore predefinito: 100.
Y grid number	Impostare il numero di nodi della griglia lungo Y: da 10 a 10000; valore predefinito: 100.
XY slice number	Impostare il numero di sezioni: da 1 a 6; valore predefinito: 3. Quando

		si modifica il numero di sezioni, viene aggiornato anche il numero di righe della tabella delle profondità.
Tabella delle profondità		Inserire la profondità di ciascuna sezione.
3D		Se l'opzione è attivata, costruisce un fence tridimensionale a partire dalle sezioni; se è disattivata, dispone le singole sezioni su un unico foglio. L'opzione è attivata per impostazione predefinita.
From surface		Se l'opzione è attivata, calcola la profondità a partire dalla superficie; se è disattivata, utilizza la profondità assoluta. L'opzione è attivata per impostazione predefinita.
Build		Crea in Surfer le mappe con i parametri specificati.

Configurazione dei parametri grafici

Finestra di configurazione dell'immagine esportata

La finestra di dialogo Picture settings consente di impostare la scala verticale **Vertical scale** (in metri per centimetro), la scala orizzontale **Horizontal scale** (in metri per centimetro), la risoluzione dell'immagine esportata Print resolution (in DPI) e la dimensione dei caratteri **Font size**.

Font size	Impostare l'incremento della dimensione dei caratteri dell'immagine importata; valore predefinito: 0.
Automatic	Se l'opzione è attivata, mantiene le dimensioni originali dell'immagine. L'opzione è attivata per impostazione predefinita.
Ok	Applica le impostazioni. Le impostazioni si applicano solo al formato BMP.

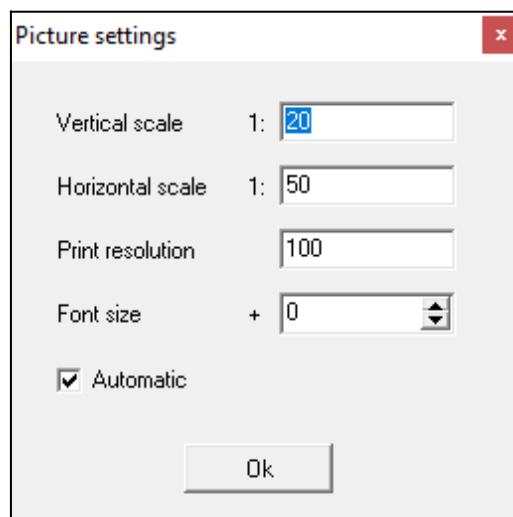


Fig. 59 **Finestra di dialogo Picture settings**

Finestra di configurazione dei parametri della mappa delle isolinee e della pseudosezione

La finestra di dialogo viene richiamata dal menu contestuale (**Setup**) nell'area della pseudosezione o della mappa delle isolinee.

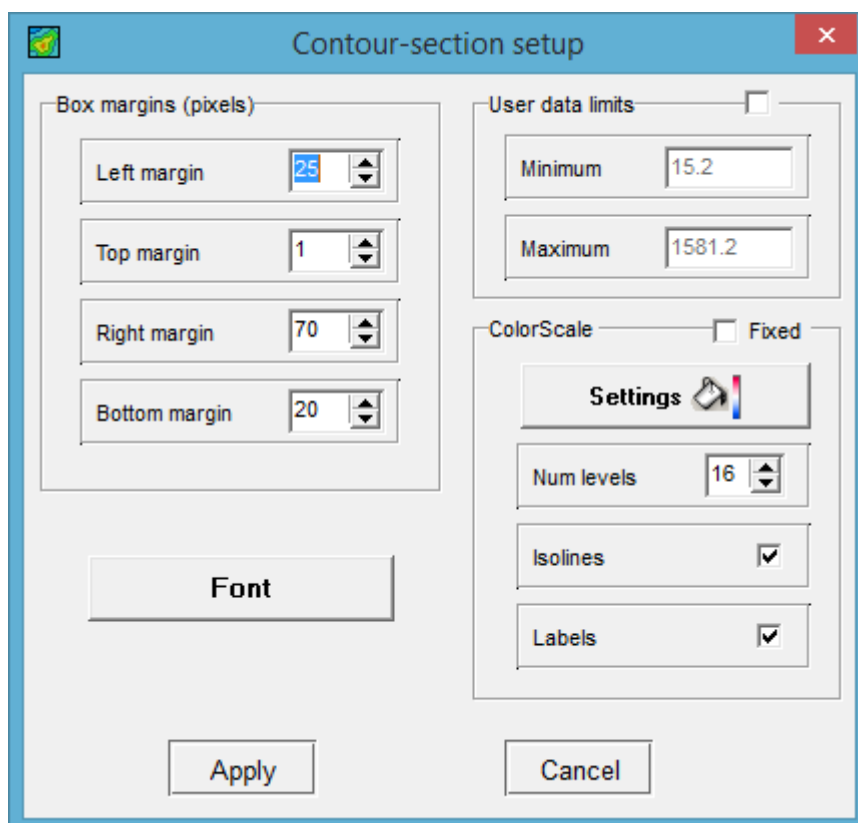


Fig. 60 **Finestra di dialogo «Contour-section setup»**

La finestra di dialogo serve a configurare i parametri del contorno e della mappa delle isolinee.

Area Box margins:

Il campo **Left margin** imposta il margine (in pixel) tra l'immagine e il bordo sinistro della finestra.

Il campo **Right margin** imposta il margine (in pixel) tra l'immagine e il bordo destro della finestra.

Il campo **Top margin** imposta il margine (in pixel) tra l'immagine e il bordo superiore della finestra.

Il campo **Bottom margin** imposta il margine (in pixel) tra l'immagine e il bordo inferiore della finestra.

L'opzione **User data limits** indica al programma di utilizzare i valori minimi e massimi dei dati oppure i valori dei campi Minimum e Maximum per definire gli intervalli delle isolinee.

Il campo **Minimum** imposta il valore minimo per definire gli intervalli delle isolinee.

Il campo **Maximum** imposta il valore massimo nella definizione dei livelli delle isolinee.

Finestra di dialogo Automatic per l'impostazione dei livelli delle isolinee

La finestra di dialogo si apre facendo clic con il pulsante destro del mouse sull'intestazione corrispondente della tabella dei livelli. Specificare i valori minimo e massimo dei livelli, quindi fare clic su **Apply**. Se è attiva l'opzione **Logarithmic**, i livelli vengono distribuiti logaritmicamente; altrimenti, linearmente. Il valore minimo deve essere inferiore a quello massimo e, per la distribuzione logaritmica, entrambi i valori devono essere positivi. Dopo la conferma, i livelli vengono ricalcolati con spaziatura uniforme tra i limiti impostati.

Minimal value	Impostare il limite inferiore dei livelli.
Maximal value	Impostare il limite superiore dei livelli.
Logarithmic	Se l'opzione è attiva, distribuire i livelli logaritmicamente; altrimenti, linearmente.
Apply	Confermare i valori immessi e chiudere la finestra di dialogo applicando le modifiche.

Area ColorScale:

Settings imposta la tavolozza dei colori (vedere la figura seguente):

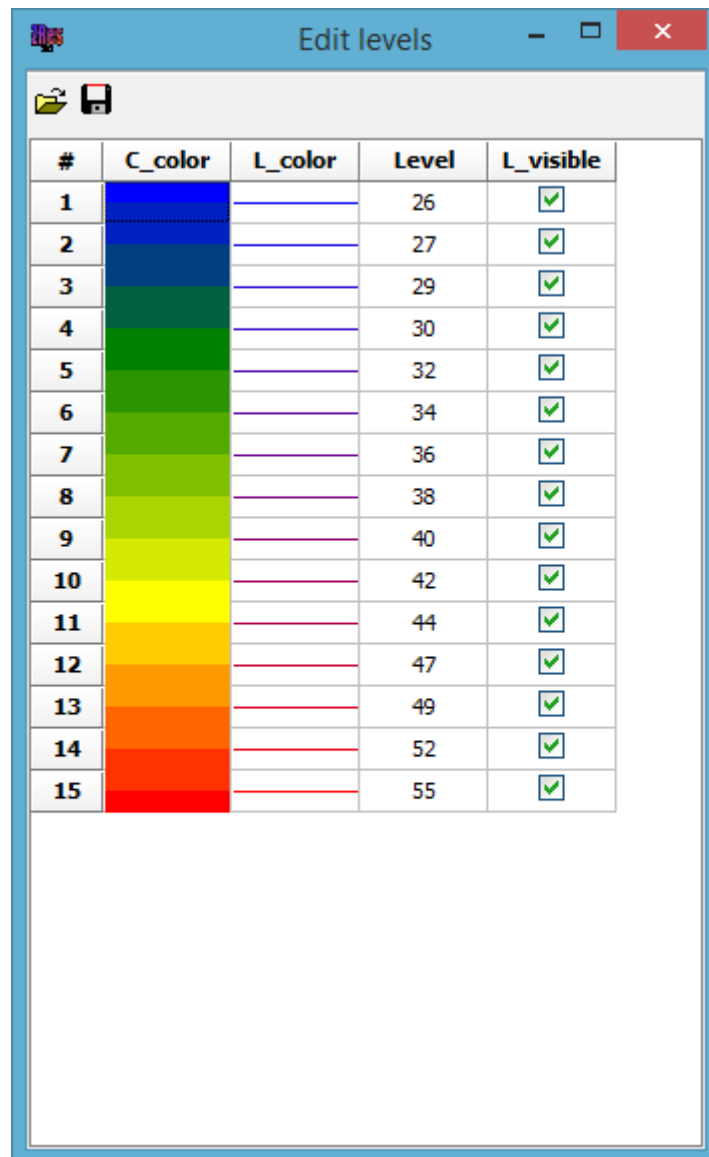


Fig. 61 Finestra di dialogo «Edit levels»

Facendo clic con il pulsante destro del mouse sulle intestazioni della tabella si apre un menu aggiuntivo:

C_color apre la finestra per modificare il colore della scala dei valori.

L_color apre la finestra per modificare il colore delle tacche della scala dei colori.

Level apre la finestra per modificare i limiti della scala dei colori.

La finestra di dialogo consente di modificare i colori, i parametri delle isolinee, i valori dei parametri e la visualizzazione di un colore specifico. È possibile caricare e salvare tavolozze di colori nel formato *.clr di Surfer.

Il campo **Num levels** definisce il numero di livelli delle isolinee. I livelli delle isolinee sono distribuiti con intervallo lineare o logaritmico uniforme, a seconda del tipo di dati.

L'opzione **Isolines** indica se disegnare le isolinee.

L'opzione **Labels** indica se visualizzare le etichette delle isolinee.

Il pulsante **Font** apre la finestra di dialogo per impostare il carattere della legenda.

Finestra di dialogo per l'impostazione della tavolozza

La finestra di dialogo serve a impostare la tavolozza dell'oggetto del programma e si apre con il pulsante Palette (Fig. 64). Consente di selezionare una delle tavolozze predefinite (arcobaleno diretto e inverso, scala di grigi ecc.) oppure di creare una scala personalizzata. Per aggiungere o eliminare un cursore intermedio, fare clic sulla scala con il pulsante sinistro del mouse tenendo premuto Ctrl. Non è possibile eliminare i cursori agli estremi. È inoltre possibile salvare una tavolozza personalizzata usando il pulsante  oppure caricarne una esistente usando il pulsante .

Continuous	Se l'opzione è attiva, si utilizza una tavolozza interpolata; se è disattivata, una tavolozza a gradini. In modalità a gradini vengono visualizzati il campo N step e il contatore del numero di gradini.
N step	Impostare il numero di gradini della tavolozza a gradini: da 4 a 50; il valore predefinito è 4.
Pulsante per caricare una tavolozza	Aprire un file di tavolozza in formato .csf o .clr. Nel file .csf, la prima riga contiene il numero di colori, mentre le righe successive contengono il codice colore intero e la posizione del cursore, separati da uno spazio. Nel file .clr, ogni riga viene convertita in un array numerico; per le righe con quattro o più valori, i valori agli indici 1–3 vengono usati come componenti RGB.

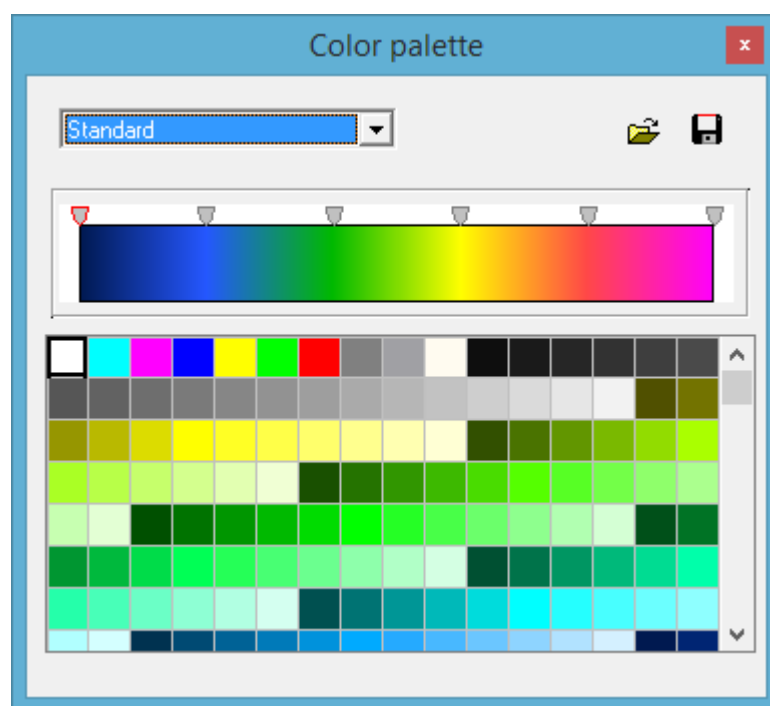


Fig. 62 **Finestra di dialogo per l'impostazione dei parametri della tavolozza.**

È possibile modificare la tavolozza, caricarla da file nei formati *.csf e *.clr e salvarla in formato *.csf.

Editor del set di grafici

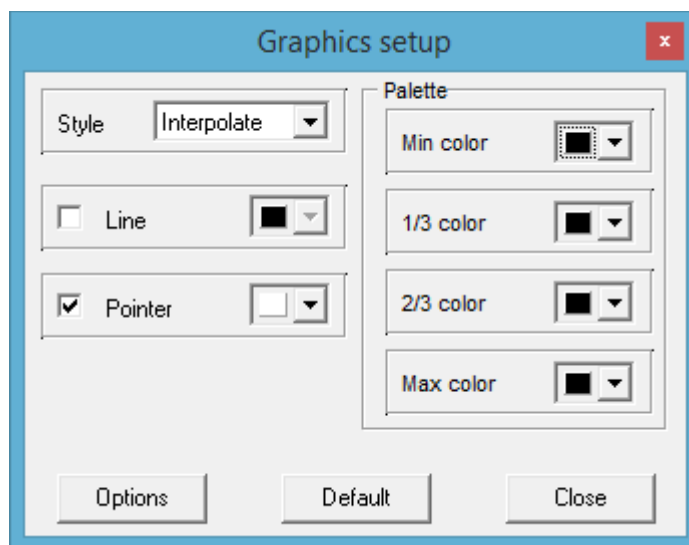


Fig. 63 **Editor del set di grafici**

L'editor serve a impostare la sequenza di colori del set di grafici.

Finestra di dialogo Settings

Nella scheda **Graphics** si impostano i colori e i parametri del grafico 112. I valori immessi e i colori selezionati vengono salvati alla chiusura della finestra di dialogo.

Min color, Max color, Middle color, 2/3 color, 1/2 color	Selezionare i colori della scala del grafico. Alcuni pulsanti dei colori sono denominati Middle color .
Caselle di controllo accanto ai pulsanti dei colori	Attivare o disattivare i corrispondenti elementi di colore.
Min value, Max value, Origin, Scale	Impostare i valori minimo e massimo, il valore Origin e la scala di visualizzazione.
Transparency	Impostare la trasparenza; questo valore si applica agli indicatori delle serie di punti.
Second graph	Selezionare il colore del secondo grafico.

L'opzione *Style* imposta l'algoritmo per definire la tavolozza dei colori dei grafici.

Selezionando il valore *Interpolate*, si utilizza una tavolozza interpolata creata con i colori specificati nelle opzioni: *min color*, *1/3 color*, *2/3 color* e *max color*. Il valore *const* imposta lo stesso colore (opzione *color*) per tutti i grafici. Il valore *random* assegna colori casuali a tutti i grafici.

L'opzione **Interpolated or stepped mode** alterna la tavolozza tra modalità interpolata e a gradini. Il contatore imposta il numero di gradini, da 2 a 20; il valore predefinito è 4. Nelle modalità **Constant** e **Random**, l'interruttore e il contatore sono disattivati.

L'opzione *Line* consente di impostare un colore specifico per le linee di collegamento dei grafici. Se l'opzione è disattivata, viene utilizzato il colore della tavolozza; altrimenti, viene utilizzato il colore impostato in *Line*.

L'opzione *Pointer* consente di impostare un colore specifico per il riempimento degli indicatori dei grafici. Se l'opzione è disattivata, viene utilizzato il colore della tavolozza; altrimenti, viene utilizzato il colore impostato in *Pointer*.

Se l'opzione è disattivata, viene utilizzato il colore della tavolozza; altrimenti, viene utilizzato il colore impostato in *Border*.

Il pulsante [Options] apre la finestra di dialogo per l'impostazione del grafico.

Il pulsante [Default] ripristina le impostazioni predefinite dei grafici.

Editor del grafico

L'editor consente di configurare l'aspetto del grafico. Si può aprire facendo clic con il pulsante destro del mouse sul grafico mentre si tiene premuto SHIFT.

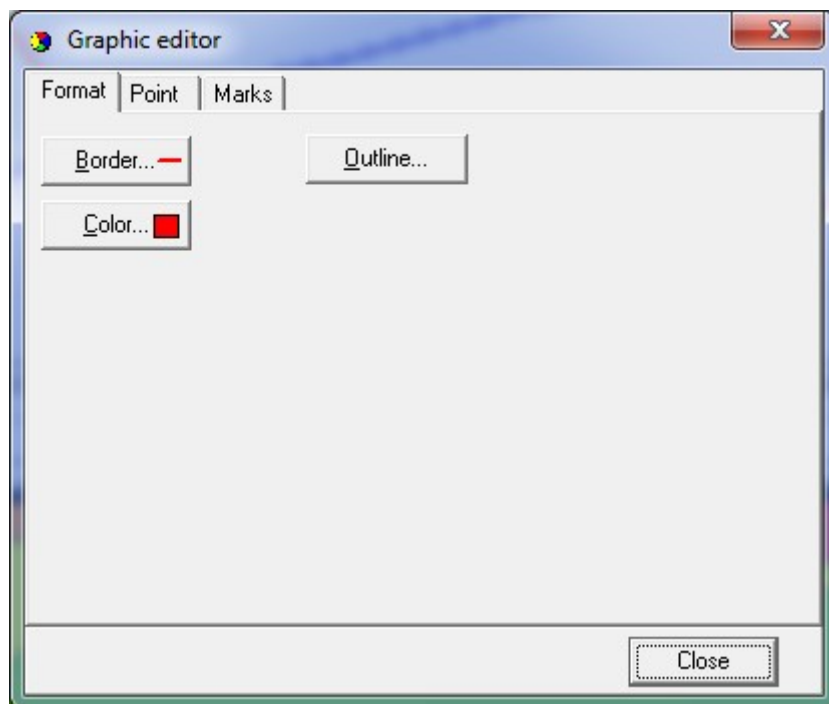


Fig. 64 **Finestra di dialogo dell'editor delle impostazioni dei grafici**

La scheda **Format** contiene le impostazioni delle linee di collegamento del grafico.

Il pulsante **Border** apre la finestra di dialogo per configurare i parametri delle linee di collegamento del grafico.

Il pulsante **Color** apre la finestra di dialogo per selezionare il colore del grafico.

Il pulsante **Outline** apre la finestra di dialogo per configurare i parametri del contorno delle linee di collegamento del grafico.

La scheda **Point** contiene le impostazioni dei marcatori del grafico.

L'opzione **Visible** consente di mostrare/nascondere i marcatori del grafico.

L'opzione **Error gates** consente di mostrare/nascondere l'intervallo di confidenza.

L'opzione **Style** imposta la forma del marcatore.

L'opzione **Width** imposta la larghezza del marcatore in unità dello schermo.

L'opzione **Height** imposta l'altezza del marcatore in unità dello schermo.

Il pulsante **Pattern** apre la finestra di dialogo per selezionare i parametri di riempimento del marcatore.

Il pulsante **Border** apre la finestra di dialogo per configurare i parametri della linea di contorno del marcatore.

La scheda **Marks** contiene le impostazioni delle etichette dei marcatori del grafico.

Scheda **Style**:

L'opzione **Visible** consente di mostrare/nascondere le etichette dei marcatori del grafico.

L'opzione **Draw every** consente di disegnare un'etichetta ogni due, tre ecc., in base al valore selezionato.

L'opzione **Angle** determina l'angolo di rotazione del testo delle etichette dei marcatori.

L'opzione **Clipped** stabilisce se disegnare l'etichetta di un marcatore quando questa esce dall'area del grafico.

La scheda **Arrows** serve a configurare l'aspetto della freccia che collega l'etichetta al marcatore.

Il pulsante **Border** apre la finestra di dialogo per configurare i parametri della linea della freccia.

L'opzione **Length** imposta la lunghezza della freccia.

L'opzione **Distance** imposta la distanza tra la punta della freccia e il marcatore del grafico.

La scheda **Format** contiene le impostazioni grafiche della cornice intorno all'etichetta del marcatore.

Il pulsante **Color** apre la finestra di dialogo per selezionare il colore dello sfondo della cornice.

Il pulsante **Frame** apre la finestra di dialogo per configurare la linea della cornice.

L'opzione **Round Frame** consente di visualizzare la cornice con gli angoli arrotondati.

L'opzione **Transparent** imposta il grado di trasparenza della cornice.

Scheda **Text**:

Il pulsante **Font** apre la finestra di dialogo per configurare il carattere delle etichette dei marcatori.

Il pulsante **Outline** apre la finestra di dialogo per configurare le linee di contorno delle lettere delle etichette dei marcatori.

Editor degli assi

Molti oggetti del programma contengono assi coordinati. Per configurare l'aspetto e la scala degli assi coordinati si utilizza l'editor degli assi. Lo si può aprire facendo clic con il pulsante destro del mouse sull'asse desiderato mentre si tiene premuto SHIFT (vedere la figura seguente).

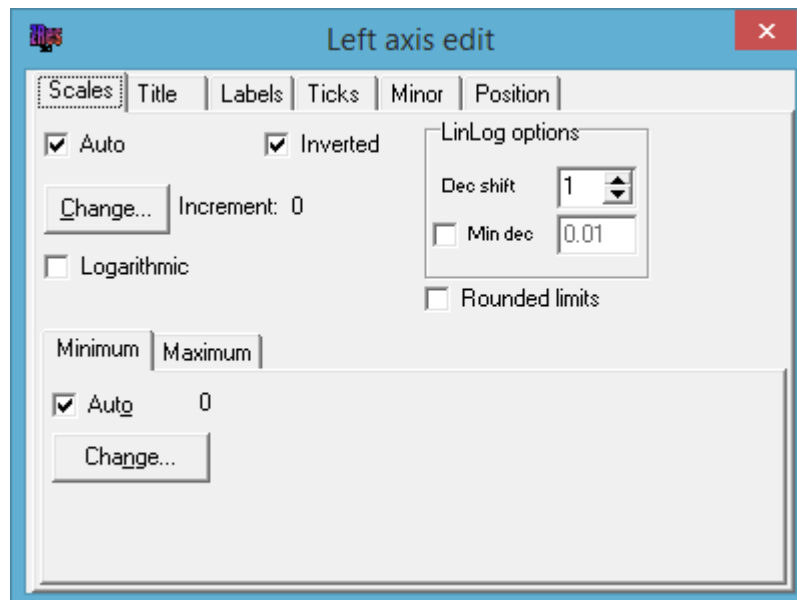


Fig. 65 Esempio della finestra di dialogo dell'editor dell'asse sinistro

Viene visualizzato un menu contestuale con tre voci: *options*, *default* e *fix range*. La prima apre la finestra di dialogo, la seconda ripristina i valori predefiniti.

La prima scheda della finestra di dialogo, **Scales**, contiene le opzioni relative alla configurazione della scala dell'asse.

L'opzione **Auto** indica al programma come determinare i valori minimo e massimo dell'asse. Se l'opzione è attivata, i limiti dell'asse vengono calcolati automaticamente; altrimenti, vengono impostati dall'utente nei campi **Minimum** e **Maximum**.

L'opzione **Inverted** determina l'orientamento dell'asse.

Il pulsante **Increment change** apre la finestra di dialogo per impostare l'intervallo tra le tacche dell'asse.

L'opzione **Logarithmic** imposta la scala dell'asse, logaritmica o lineare. Per un asse con valori di segno variabile si devono utilizzare anche le opzioni dell'area **Lin Log options**.

L'area Lin Log options contiene opzioni per configurare un asse lineare-logaritmico. La scala lineare-logaritmica consente di rappresentare in scala logaritmica dati con valori di segno variabile o contenenti lo zero.

L'opzione **Dec Shift** imposta lo scostamento (in decadi logaritmiche) tra il limite dell'asse con il valore assoluto massimo e lo zero. La decade minima (pre-zero) ha scala lineare, mentre le altre hanno scala logaritmica.

L'opzione **Min dec** imposta e fissa il valore della decade minima (pre-zero), se l'opzione è attivata.

L'opzione **Rounded limits** indica al programma se arrotondare i valori minimo e massimo dell'asse.

Le aree **Minimum** e **Maximum** contengono una serie di opzioni per configurare i limiti degli assi.

L'opzione **Auto** determina se il limite dell'asse viene calcolato automaticamente o impostato tramite il pulsante **Change**.

La scheda **Title** contiene le opzioni relative alla configurazione del titolo dell'asse.

Scheda **Style**:

L'opzione **Title** determina il testo del titolo dell'asse.

L'opzione **Angle** determina l'angolo di rotazione del testo del titolo dell'asse.

L'opzione **Size** determina l'offset del testo del titolo dell'asse. Se è impostato su 0, l'offset viene determinato automaticamente.

L'opzione **Visible** consente di mostrare/nascondere il titolo dell'asse.

Scheda **Text**:

Il pulsante **Font** apre la finestra di dialogo per configurare il font del titolo dell'asse.

Il pulsante **Outline** apre la finestra di dialogo per configurare i contorni delle lettere del titolo dell'asse.

La scheda **Labels** contiene le opzioni relative alla configurazione delle etichette dell'asse.

Scheda **Style**:

L'opzione **Visible** consente di mostrare/nascondere le etichette dell'asse.

L'opzione **Offset** determina l'offset delle etichette dell'asse. Se è impostata su 0, l'offset viene determinato automaticamente.

L'opzione **Angle** determina l'angolo di rotazione del testo delle etichette dell'asse.

L'opzione **Min separation%** imposta la distanza percentuale minima tra le etichette.

Scheda **Text**:

Il pulsante **Font** apre la finestra di dialogo per configurare il font delle etichette dell'asse.

Il pulsante **Outline** apre la finestra di dialogo per configurare i contorni delle lettere delle etichette dell'asse.

La scheda **Ticks** contiene le opzioni relative alla configurazione delle tacche principali dell'asse.

Il pulsante **Axis** apre la finestra di dialogo per configurare la linea dell'asse.

Il pulsante **Grid** apre la finestra di dialogo per configurare le linee della griglia delle tacche principali dell'asse.

Il pulsante **Ticks** apre la finestra di dialogo per configurare le linee delle tacche principali esterne dell'asse. L'opzione **Len** ne imposta la lunghezza.

Il pulsante **Inner** apre la finestra di dialogo per configurare le linee delle tacche principali interne dell'asse. L'opzione **Len** ne imposta la lunghezza.

L'opzione **At labels only** indica al programma di disegnare le tacche principali solo in corrispondenza delle etichette dell'asse.

La scheda **Minor** contiene le opzioni relative alla configurazione delle tacche secondarie dell'asse.

Il pulsante **Grid** apre la finestra di dialogo per configurare le linee della griglia delle tacche secondarie dell'asse.

Il pulsante **Ticks** apre la finestra di dialogo per configurare le linee delle tacche secondarie esterne dell'asse. L'opzione **Length** ne imposta la lunghezza.

L'opzione **Count** imposta il numero di tacche secondarie tra quelle principali.

La scheda **Position** contiene le opzioni che definiscono le dimensioni e la posizione dell'asse.

L'opzione **Position%** imposta lo spostamento dell'asse nel grafico rispetto alla posizione standard (in percentuale delle dimensioni del grafico o in unità dello schermo, a seconda del valore selezionato nell'opzione Units).

L'opzione **Start%** imposta lo spostamento dell'inizio dell'asse nel grafico rispetto alla posizione standard (in percentuale delle dimensioni del grafico).

L'opzione **End%** imposta lo spostamento della fine dell'asse nel grafico rispetto alla posizione standard (in percentuale delle dimensioni del grafico).

Finestra di dialogo per configurare i parametri di visualizzazione del modello

La finestra di dialogo per configurare i parametri di visualizzazione del modello si apre selezionando **Setup** con un clic destro nella parte superiore della finestra del modello.

Scheda **Options** (vedere la figura seguente)

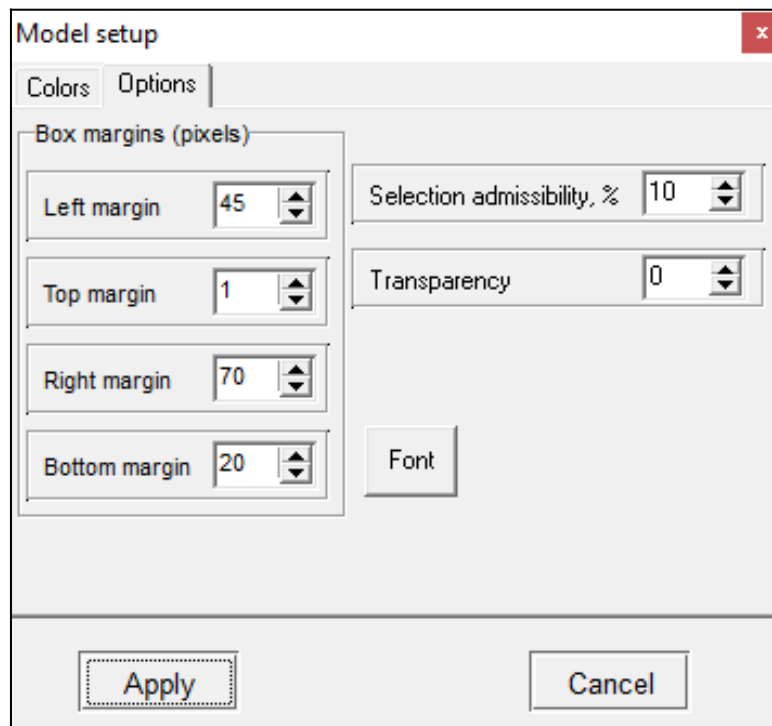


Fig. 66 Finestra di dialogo «Model setup», scheda «Options»

Area **Box margins**:

Campo **Left margin**– imposta il margine (in pixel) dell'immagine rispetto al bordo sinistro della finestra.

Il campo **Right margin**imposta il margine (in pixel) tra l'immagine e il bordo destro della finestra.

Il campo **Top margin** imposta il margine (in pixel) tra l'immagine e il bordo superiore della finestra.

Campo **Bottom margin** – imposta il margine (in pixel) dell'immagine rispetto al bordo inferiore della finestra.

Area **Selection admissibility, %** - imposta il livello di differenza ammissibile tra i parametri di celle adiacenti, al di sotto del quale le celle sono considerate un unico oggetto e vengono selezionate insieme (in modalità di selezione MagicWand).

Area **Transparency** imposta la trasparenza.

Il pulsante **Font** apre la finestra di dialogo per configurare il font.

Scheda **Colors** (vedere la figura seguente)

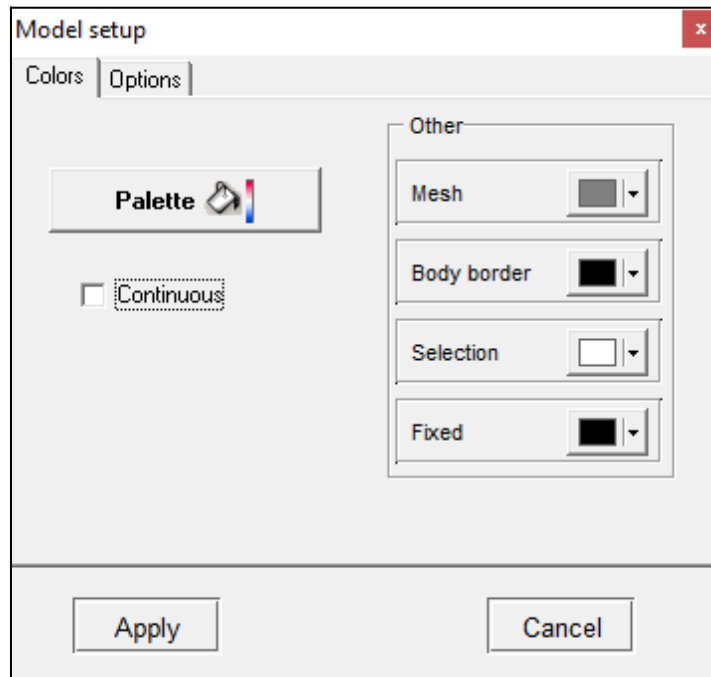


Fig. 67 Finestra di dialogo «Model setup», scheda «Colors »

Pulsante **Palette** – imposta la palette di colori.

È possibile modificare la tavolozza, caricarla da file nei formati *.csf e *.clr e salvarla in formato *.csf.

L'opzione *Continues* imposta il tipo di palette: gradiente (continua) o a contorni (a tratti costanti).

Area **Other**:

Body border– consente di impostare il colore del bordo tra celle adiacenti.

Mesh – imposta il colore della mesh.

Selection – imposta il colore dell'indicatore della cella selezionata.

Fixed – imposta il colore dell'indicatore della cella bloccata.

Finestra di anteprima di stampa

La finestra di anteprima di stampa si può aprire dal menu principale del programma **File / Print preview**. È inoltre accessibile facendo doppio clic nell'area di qualsiasi oggetto del programma.

Se si seleziona questa opzione con un clic destro nell'area di un qualsiasi oggetto del programma, verrà stampato solo tale oggetto (vedere la figura seguente).

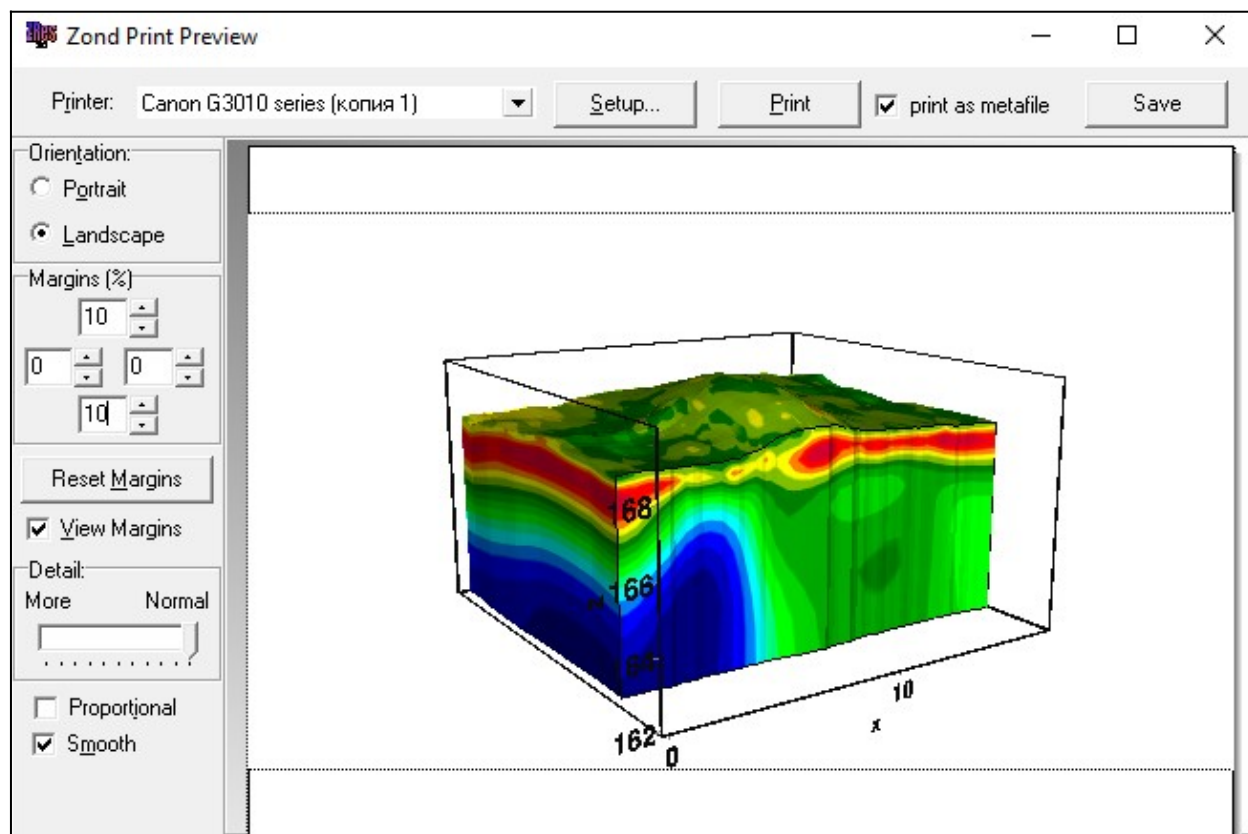


Fig. 68 Finestra di dialogo «Print preview»

Per spostare l'oggetto da stampare sul foglio, si utilizzi il pulsante sinistro del mouse.

Nella barra dei menu della finestra **Print Preview** sono presenti i seguenti pulsanti

Printer: Canon G3010 series - selezione della stampante per la stampa. Nel menu a discesa è possibile scegliere una delle stampanti configurate.

Setup... - pulsante delle impostazioni di stampa. Nella finestra che si apre è possibile selezionare il formato e l'orientamento della carta, le proprietà di stampa, il numero di pagine per foglio e altri parametri.

Print - con questo pulsante, dopo aver modificato i parametri necessari, si può inviare il disegno in stampa.

☒ **print as metafile** - inviare in stampa o salvare l'immagine in formato vettoriale.

Save - salvataggio in bitmap files o png files.

Dialogo Record video

Il dialogo si apre con il comando di creazione del video. Il pulsante **Start/Stop recording** avvia o interrompe la registrazione. Il pulsante **Start/Stop rotation** attiva o disattiva il timer di rotazione per la durata del dialogo.

Finestre ausiliarie del programma

Finestra Project information (Project information)

Aprire la finestra con il comando Project information. All'apertura, i campi vengono compilati con le informazioni sul progetto salvate; alla chiusura, i valori inseriti vengono riportati nei dati del progetto.

Territory	Specificare le informazioni sull'area.
Company	Specificare le informazioni sull'azienda.
Client	Specificare le informazioni sul committente.
Project dates	Specificare le date del progetto.
Coordinates	Specificare le coordinate.
Project title	Specificare il nome del progetto.
Instruments	Specificare gli strumenti utilizzati.
Operators	Specificare gli operatori.
Campi per l'inserimento delle informazioni	Visualizzare o modificare le informazioni sul progetto. Alla chiusura della finestra, i relativi valori vengono salvati nei dati del progetto.
Menu contestuale Geography info	Compilare il campo selezionato con le informazioni generate dalla funzione di informazioni geografiche.
Menu contestuale Survey info	Compilare il campo selezionato con le informazioni generate dalla funzione di informazioni sul rilievo.

Per inserire le informazioni generate automaticamente, fare clic destro in uno dei due campi per i quali è disponibile il menu contestuale e selezionare **Geography info** o **Survey info**.

Finestra Help info (Help info)

La finestra mostra il testo della guida associato alla voce selezionata nel menu principale. Il testo viene ricavato dal suggerimento della voce di menu; i caratteri «|» e «!» vengono sostituiti con spazi e gli spazi ripetuti vengono ridotti.

Campo del testo della guida	Mostrare il testo del suggerimento della voce selezionata nel menu principale dopo l'elaborazione dei caratteri e degli spazi.
-----------------------------	--

Finestra Send message (Send message)

Aprire la finestra con il comando Send message to us. All'apertura, il programma carica il nome, l'azienda e l'indirizzo e-mail salvati. Alla chiusura della finestra, i valori inseriti vengono salvati; quindi il programma verifica l'indirizzo e, se supera la verifica, invia le informazioni e le righe non vuote del testo del messaggio.

NAME	Inserire il nome del mittente.
COMPANY	Inserire il nome dell'azienda.
EMAIL	Inserire l'indirizzo e-mail. Il valore iniziale del campo è «@».
Messages not in English will be ignored	Avvisare che i messaggi non in inglese verranno ignorati.
Campo del messaggio	Inserire il testo del messaggio. Durante l'invio, il programma trasmette separatamente ogni riga non vuota.
Send	Chiudere la finestra. Al ritorno dalla finestra, il programma salva i dati di contatto inseriti e verifica l'indirizzo e-mail.

Se la verifica ha esito positivo, vengono trasmessi il nome del file del programma, il nome e il nome dell'azienda se non vuoti, l'indirizzo e-mail e, infine, le righe non vuote del messaggio. Se la verifica non viene superata, il programma visualizza il messaggio «No email!». I dati di contatto vengono salvati nel file INI accanto al file eseguibile del programma: l'estensione viene sostituita con .in.

Bibliografia

1. Dey, A. and Morrison, H.F. [1979] Resistivity modeling for arbitrary shaped two-dimensional structures. *Geophysical Prospecting* 27, 106-136.
2. Lowry, T., Allen, M.B. and Shive, P.N. [1989] Singularity removal: A refinement of resistivity modeling techniques. *Geophysics*, 54(6), 766-774
3. Constable, S.C., Parker, R.L., Constable, C.G. [1987] Occam's inversion: a practical algorithm for generating smooth models from electromagnetic sounding data. *Geophysics*, 52, 289-300.
4. Marquardt, D.W. [1963] An algorithm for least squares estimation of nonlinear parameters: *J. Soc. Indust. Appl. Math.*, 11, 431-441.
5. Portniaguine, O.N. and Zhdanov M.S. [1999] Focusing geophysical inversion images. *Geophysics*. V. 64. P. 874–887.
6. Khmelevskoy, V.K. [1997] *Geophysical methods for studying the earth's crust*. Dubna.

Materiali aggiuntivi:

Video tutorial sul canale YouTube:

https://www.youtube.com/channel/UCGtprIIZkc9CsLfiuz4VvmQ?view_as=subscriber

Gruppo di supporto su LinkedIn:

<https://www.linkedin.com/groups/6667336/>

Progetti dimostrativi Zond:

ftp://zond-geo.com/

Username: download@zond-geo.com

Password: 12345

Se il programma non funziona con il dongle USB:

- Il driver del dongle non è installato o non è installato correttamente. Su alcuni sistemi il dongle viene riconosciuto correttamente come dispositivo HID e non è necessario installare il driver; su altri, invece, è necessario installarlo. Link per scaricare il driver: http://senselock.ru/files/senselock_windows_3.1.0.0.zip. In Gestione dispositivi, il dongle dovrebbe comparire come “Senselock Elite”.
- Il periodo degli aggiornamenti gratuiti è scaduto. In questo caso, è necessario utilizzare l’ultima versione funzionante oppure acquistare altri 2 anni di aggiornamenti.
- A volte, quando si passa il dongle alla modalità HID, il sistema potrebbe non riconoscerlo come dispositivo HID. In questo caso, è necessario riportarlo alla modalità USB utilizzando una piccola applicazione scaricabile dal seguente link: <http://www.zond-geo.com/zfiles/raznoe/SenseSwitch.zip>. “senseswitch.exe” si avvia dal prompt dei comandi con il comando: `senseswitch.exe usb`.