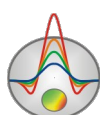


Programma per l'interpretazione bidimensionale dei dati di sondaggio magnetotellurico.

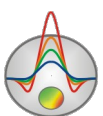
(MT, AMT, RMT)

ZONDMT2D

<i>Scopo e funzionalità del programma.....</i>	<i>3</i>
<i>Requisiti di sistema.....</i>	<i>5</i>
<i>Installazione e rimozione del programma.....</i>	<i>6</i>
<i>Convenzioni utilizzate nel programma.....</i>	<i>6</i>
<i>Avvio del programma e opzioni principali.....</i>	<i>6</i>
Procedura di lavoro con il programma.....	7
Creazione e apertura di un file di dati in formato m2d.....	8
Barra degli strumenti della finestra principale del programma.....	10
Menu delle funzioni della finestra principale del programma.....	11
Tasti di scelta rapida.....	25
Barra di stato.....	26
Configurazione della mesh del modello iniziale.....	26
<i>Formato del file di dati principale.....</i>	<i>29</i>
<i>Importazione di dati in altri formati.....</i>	<i>31</i>
File EDI.....	32
Tabella universale dei dati.....	33
File Phoenix csv.....	34
Impedenza, resistività apparente e rotazione.....	34
<i>Preparazione dei dati per l'inversione.....</i>	<i>35</i>
Modifica dei risultati delle misure.....	36
Modulo di controllo qualità e trattamento dei dati MT-Editor.....	40
MT Editor: riferimento degli elementi non descritti sopra.....	50
Elaborazione spline dei dati.....	61
Correzione degli spostamenti galvanici statici.....	63
Modulo AK MT-Corrector.....	65
<i>Inserimento e modifica delle informazioni topografiche.....</i>	<i>72</i>
<i>Inversione dei dati.....</i>	<i>76</i>
Calibrazione della mesh del modello e gestione della topografia.....	76



Finestra di dialogo per la configurazione dei parametri del programma.....	77
Modulo di calcolo a 64 bit.....	87
<i>Visualizzazione dei dati e del modello.....</i>	<i>88</i>
Piano di grafici.....	88
Pseudosezione.....	90
Modalità di visualizzazione del modello a mesh.....	92
<i>Modellazione e uso di modelli di vari tipi.....</i>	<i>94</i>
Definizione dello schema di acquisizione.....	95
Editor del modello.....	96
Lavorare con il modello a mesh.....	96
Modellazione e inversione in un modello a strati arbitrari.....	99
Modellazione poligonale.....	102
Finestre di dialogo ausiliarie per la modellazione e l'inversione congiunta.....	106
<i>Informazioni a priori.....</i>	<i>110</i>
Inserimento dei confini geologici (opzione Set boundaries).....	110
Creazione dei dati di pozzo.....	116
<i>Visualizzazione dei risultati.....</i>	<i>121</i>
Lavorare con più modelli in un unico progetto.....	121
Finestra di costruzione del modello geologico-geofisico.....	123
Visualizzazione 3D di modelli geolettrici basati su più profili.....	127
Finestra di dialogo Model smooth/raster.....	134
Salvataggio dei risultati dell'interpretazione.....	136
<i>Impostazioni degli oggetti grafici.....</i>	<i>137</i>
Finestra di dialogo Bitmap output settings.....	137
Finestra di dialogo per l'impostazione dei parametri della sezione di contorno e della pseudosezione.....	138
Finestra di dialogo per la configurazione della palette.....	141
Editor degli assi.....	141
Editor del grafico.....	144
Finestra di dialogo per configurare i parametri di visualizzazione del modello.....	146
Finestra di dialogo per la configurazione dei parametri del set di grafici.....	149
<i>Appendice. Voci del menu principale non descritte nelle sezioni principali.....</i>	<i>151</i>



Scopo e funzionalità del programma

Il programma **ZondMT2D** è destinato all'interpretazione bidimensionale dei dati di profilo dei sondaggi magnetotellurici (MT, AMT, RMT). L'interfaccia intuitiva e le ampie possibilità di rappresentazione dei dati consentono di affrontare con la massima efficacia il problema geologico assegnato.

La caratteristica principale del campo magnetotellurico in un mezzo bidimensionalmente eterogeneo è la sua suddivisione in due componenti indipendenti, dette polarizzazioni o modi. La differenza principale tra i campi polarizzati E (TE) e H (TM) consiste nel fatto che, nel primo caso, le anomalie sono di natura induttiva, mentre nel secondo sono di natura galvanica. Nella polarizzazione E, il campo elettrico è orientato parallelamente alle strutture, perciò le correnti non attraversano i confini delle regioni con diversa resistività. Le anomalie si manifestano a causa delle correnti in eccesso indotte nelle eterogeneità conduttive o del ridotto numero di correnti indotte nelle eterogeneità resistive. Nella polarizzazione H, invece, le correnti scorrono perpendicolarmente alle strutture. Attraversano quindi i confini delle eterogeneità e le anomalie si manifestano per effetto della concentrazione galvanica delle correnti al loro interno (nel caso di eterogeneità a bassa resistività) o del loro aggiramento (nel caso di eterogeneità ad alta resistività).

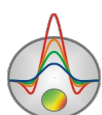
Lo studio dei campi bidimensionali si riduce all'esame separato di due problemi: quello della polarizzazione E e quello della polarizzazione H. La soluzione di questi problemi è molto più semplice rispetto a quella del sistema completo di equazioni di Maxwell.

Nel caso della polarizzazione elettrica TE, l'equazione di Maxwell si scrive nella forma seguente:

$$\frac{\partial}{\partial y} \frac{1}{i\omega\mu} \frac{\partial E_x}{\partial y} + \frac{\partial}{\partial z} \frac{1}{i\omega\mu} \frac{\partial E_x}{\partial z} = -\sigma E_x$$

Qui, ω è la frequenza angolare delle oscillazioni del campo e μ è la permeabilità magnetica del vuoto. $\omega\mu_0$

Si assume che il mezzo nelle vicinanze del punto sia omogeneo, con conducibilità elettrica σ . La soluzione di questa equazione fornisce la distribuzione di σE_x all'interno della regione di modellazione. Le due componenti del campo magnetico si possono ricavare da E_x :



$$H_y = -\frac{1}{i\omega\mu} \frac{\partial E_x}{\partial z}$$

$$H_z = \frac{1}{i\omega\mu} \frac{\partial E_x}{\partial y}$$

La resistività apparente e la fase per E_x e H_y si calcolano con le formule

$$\rho_{xy} = \frac{1}{i\omega\mu} \left| \frac{E_x}{H_y} \right|^2$$

$$\phi_{xy} = \arg \left(\frac{E_x}{H_y} \right)$$

Nel caso della polarizzazione magnetica TM, l'equazione di Maxwell si scrive nella forma seguente.

$$\frac{\partial}{\partial y} \left(\frac{1}{\sigma} \frac{\partial H_x}{\partial y} \right) + \frac{\partial}{\partial z} \left(\frac{1}{\sigma} \frac{\partial H_x}{\partial z} \right) = i\omega\mu H_x$$

La soluzione di questa equazione consente di determinare E_x all'interno della regione di modellazione. Le due componenti del campo elettrico si possono ricavare da H_x :

$$E_y = \frac{1}{\sigma} \frac{\partial H_x}{\partial z}$$

$$E_z = -\frac{1}{\sigma} \frac{\partial H_x}{\partial y}$$

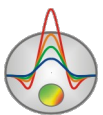
La resistività apparente e la fase nella polarizzazione magnetica si determinano allo stesso modo.

Per la soluzione del problema diretto e del problema inverso si utilizza il metodo degli elementi finiti, che fornisce risultati migliori rispetto ai metodi a griglia.

Durante la modellazione del campo elettromagnetico di un'onda piana, il mezzo viene suddiviso in una mesh di celle triangolari con diverse resistività elettriche. Il comportamento del campo all'interno di ciascuna cella viene approssimato con una funzione di base lineare.

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

Per risolvere il problema inverso (inversione) si utilizza il metodo dei minimi quadrati di Newton con regolarizzazione. La regolarizzazione aumenta la stabilità della soluzione e consente di ottenere una distribuzione della resistività più regolare nel mezzo.



$$(A^T W^T W A + \mu C^T R C) \Delta m = A^T W^T \Delta f - \mu C^T R C (m - m_0)$$

dove A è la matrice delle derivate parziali dei valori misurati rispetto ai parametri della sezione (Jacobiana), C è l'operatore di smoothing, W è la matrice degli errori relativi di misura, m è il vettore dei parametri della sezione, μ è il parametro di regolarizzazione, Δf è il vettore degli errori di fit tra i valori osservati e quelli calcolati, R è l'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).

ZondMT2D dispone di un potente sistema di visualizzazione dei dati di profilo, di un editor delle misure e di un sistema di analisi della sensibilità e della risoluzione del metodo.

Per visualizzare i valori misurati e calcolati, nonché le differenze tra essi o i pesi delle misure, il programma utilizza due tipi di grafici: il piano dei grafici e la pseudosezione.

L'utente può esaminare i parametri delle misure, assegnare pesi (livelli di importanza) alle singole misure e correggere i valori delle caratteristiche misurate. È possibile assegnare i pesi delle misure in base al livello di rumore e alla sensibilità complessiva della misura ai parametri del mezzo, oppure fissare le celle del modello i cui parametri non influenzano praticamente i risultati delle misure.

Nel sistema di analisi della risoluzione, l'utente esamina la funzione di sensibilità del modello, ovvero il grado di influenza di una determinata cella del modello sui risultati delle misure.

$$S = \text{diag}(A^T A)$$

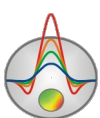
Lo studio della sensibilità consente di scegliere in modo ottimale le frequenze e la spaziatura delle osservazioni per risolvere il problema geologico posto.

ZondMT2D utilizza un formato di file dati semplice e chiaro. Le caratteristiche misurate sono la resistività apparente e la fase per due tipi di polarizzazione. Il programma consente di importare e visualizzare i risultati delle misure eseguite con altri metodi, favorendo un approccio più completo all'interpretazione dei dati.

In **ZondMT2D** è previsto un sistema di modellazione che consente all'utente di definire un insieme di frequenze e le posizioni dei punti di misura.

Il programma **ZondMT2D** è uno strumento pratico per l'interpretazione automatica e interattiva dei dati di sondaggi magnetotellurici lungo profilo e può essere utilizzato su personal computer compatibili IBM PC con sistema operativo Windows.

Requisiti di sistema



Il programma **ZondMT2D** può essere installato su un computer con sistema operativo Windows XP o versioni successive. Requisiti di sistema consigliati: processore P IV-2 GHz, 4 GB di memoria, risoluzione dello schermo 1024 X 768, modalità colore True color (non si deve modificare la risoluzione dello schermo durante l'elaborazione dei dati).

Installazione e rimozione del programma

Il programma **ZondMT2D** viene distribuito tramite Internet. Il pacchetto include il presente manuale. Gli aggiornamenti più recenti del programma possono essere scaricati dal sito: www.zond-geo.com.

Per installare il programma, copiarlo nella directory desiderata (ad esempio Zond). Per installare un aggiornamento, è sufficiente copiare la nuova versione del programma sopra quella precedente.

Prima di avviare il programma per la prima volta, è necessario installare il driver della chiave di protezione SenseLock. A tale scopo, decomprimere l'archivio contenente il driver (che può essere scaricato dal sito www.zond-geo.com) ed eseguire il file InstWiz3.exe. Una volta installato il driver, inserire la chiave. Se tutto è a posto, nel pannello di sistema in basso verrà visualizzato un messaggio che conferma il rilevamento della chiave.

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

Convenzioni utilizzate nel programma

Ro_a – resistività apparente in Ohm per metro.

Φ - fase dell'impedenza, in gradi. Valore positivo. Deve essere specificata nel quadrante compreso tra 0 e 90 gradi.

F - Frequenza in hertz.

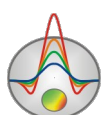
T - Periodo, reciproco della frequenza alla quale è stata eseguita la misura, in secondi.

La pseudopropfondità è la profondità approssimativa di indagine, correlata allo spessore della pelle.

T – tipper, in unità relative

Tutte le grandezze geometriche del programma sono espresse in chilometri (ma possono essere visualizzate in metri).

Avvio del programma e opzioni principali



Procedura di lavoro con il programma

Questa sezione descrive brevemente la procedura di lavoro con il programma **ZondMT2D**.

Per iniziare a utilizzare il programma, è necessario aprire un file di dati dal menu principale **File/Open file**.

Il programma supporta diversi formati di memorizzazione dei dati magnetotellurici, ad esempio EDI, J o REBOCC.

Dopo aver aperto uno o più file di dati, viene visualizzata la finestra di dialogo per la configurazione del modello iniziale (Mesh constructor). Nella finestra di dialogo si definiscono i parametri della mesh del modello geo-elettrico. La finestra è descritta in dettaglio nella sezione [«Configurazione della mesh del modello iniziale»](#), ma in genere è possibile utilizzare le impostazioni predefinite selezionate dal programma. Dopo aver configurato i parametri della mesh, si preme il pulsante **Apply**, quindi il programma passa alla modalità operativa.

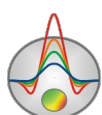
La finestra di lavoro principale del programma è composta da tre parti. La parte superiore mostra la pseudosezione o i grafici dei parametri misurati; quella centrale mostra la pseudosezione o i grafici dei parametri calcolati; quella inferiore mostra il modello del mezzo.

La fase successiva consiste nella modifica e nell'elaborazione dei dati, che comprendono filtraggio, rotazione del sistema di coordinate, immissione di correzioni per compensare gli spostamenti galvanici e altro. L'elaborazione dei dati si effettua nel modulo richiamato tramite l'opzione **Options/MT Editor** ed è descritta nella sezione [«Modulo di controllo della qualità e modifica dei dati»](#).

Prima di avviare l'inversione, è necessario configurare i parametri di inversione tramite la finestra di dialogo Program Setup, accessibile dal menu principale **Options/Program setup** oppure tramite il pulsante  sulla barra degli strumenti. Per ulteriori informazioni sulla configurazione dei parametri di inversione, vedere la sezione [«Finestra di dialogo per la configurazione dei parametri del programma»](#).

Per avviare l'inversione, premere il pulsante  sulla barra degli strumenti del programma. Al termine del calcolo, è possibile esaminare l'errore di fit relativo nel pannello di stato del programma. È inoltre possibile valutare visivamente la convergenza dei dati iniziali e calcolati utilizzando la finestra di dialogo per la visualizzazione delle curve di sondaggio (per ulteriori informazioni, vedere la sezione [«Finestra di dialogo per la visualizzazione e la modifica delle curve di sondaggio»](#)) e uno dei metodi di visualizzazione dei dati sotto forma di [Pseudosezioni](#) o [Grafici](#).

Dopo aver ottenuto il modello (sezione inferiore nella finestra principale del programma), è possibile salvare i risultati del calcolo nel formato di progetto **ZondMT2D** e/o in uno dei formati



grafici e tabellari disponibili (per maggiori dettagli, vedere la sezione «[Salvataggio dei risultati dell'interpretazione](#)»).

Se si lavora in modalità di modellazione, è possibile non caricare un file di dati e creare invece uno schema di acquisizione sintetico con parametri a scelta, definendo la geometria e le proprietà del mezzo. Dopo il calcolo del problema diretto, è possibile salvare i risultati ottenuti e aprirli come dati osservati per testare l'inversione. Per maggiori dettagli sulla modellazione matematica nel programma **ZondMT2D**, vedere la sezione «[Modellazione e lavoro con il modello](#)».

Creazione e apertura di un file di dati in formato m2d

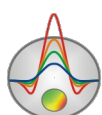
Per iniziare a lavorare con il programma **ZondMT2D** è necessario creare un file di dati in un formato specifico, contenente informazioni sulle stazioni e i risultati delle misurazioni. I file di dati di testo organizzati nel formato del programma **ZondMT2D** hanno estensione «*.m2d». Il formato del file di dati è descritto in dettaglio nella sezione «[Formato del file di dati principale](#)». Di norma, un file contiene i dati di un singolo profilo di acquisizione. Il file di progetto ha la stessa estensione, ma una struttura binaria, e contiene tutte le impostazioni principali e i risultati del lavoro con il programma.

ZondMT2D supporta inoltre i formati di dati più diffusi: REBOCC (*.shc), EDI, Mackie (*.inp), ZondMT1D (*.mdf), J format, StrataGem, IPI2WinMT, Zonge AVG files. È inoltre possibile aprire file di dati originali in formato EDI. Se si apre un file in un formato di terze parti, dopo averlo selezionato la procedura è analoga a quella prevista per i file standard in formato ZondMT.

Dopo aver aperto un file di dati, viene visualizzata la finestra di dialogo **Survey plane** (vedere la figura), che mostra la posizione delle stazioni sulla superficie. Gli strumenti della finestra di dialogo consentono di definire una linea di profilo arbitraria, utile quando si lavora con dati areali.

Dopo aver impostato il profilo e selezionato le stazioni lungo di esso, tutte le stazioni incluse nel profilo vengono visualizzate in blu. È inoltre possibile escludere una stazione dal profilo o includerla facendo clic su di essa con il pulsante sinistro del mouse. Se la linea del profilo non passa direttamente per le stazioni, la proiezione della stazione sul profilo viene visualizzata in verde. Dopo aver creato il profilo, si deve premere il pulsante per passare alla modalità di inversione ; si aprirà quindi la finestra per la creazione del modello iniziale [Mesh constructor](#). Le successive operazioni nel programma non dipendono dal formato del file di input.

In alternativa all'utilizzo di un file di dati, è possibile creare uno schema di acquisizione sintetico per modellare diverse situazioni geologiche (per maggiori dettagli, vedere la sezione «[Modellazione e lavoro con il modello](#)»).



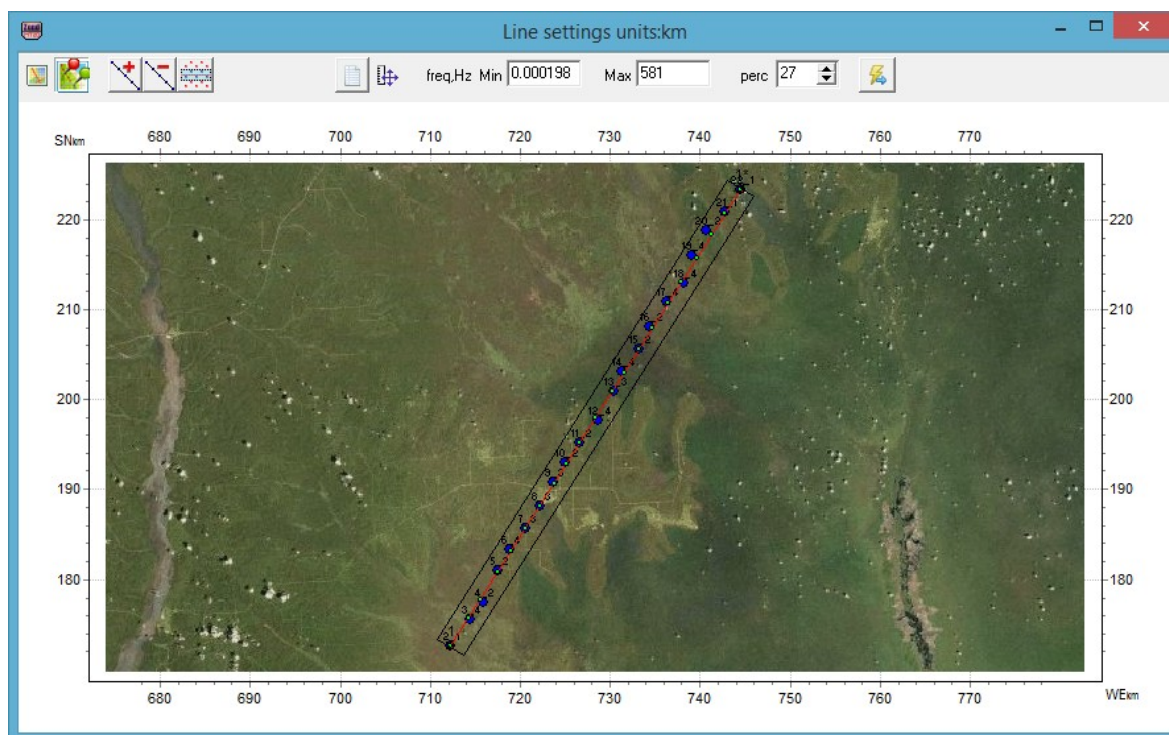
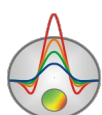


Fig. 1 Finestra di dialogo Survey plane per l'elaborazione di dati areali

La barra degli strumenti principale della finestra contiene le seguenti funzioni:

	Carica un'immagine di sfondo (file con estensione *.bmp o *.sec). Se si seleziona un file con estensione .bmp, viene visualizzata una finestra di dialogo in cui inserire le coordinate rettangolari corrispondenti ai limiti dell'immagine.
	Carica la mappa dell'area da Internet. Le coordinate delle stazioni devono essere espresse in coordinate UTM. In caso di problemi con il caricamento, inserire una chiave aggiornata nel campo Bing maps api_key
	Aggiunge una linea di profilo. Con il pulsante sinistro del mouse si definiscono i punti della linea del profilo; con il pulsante destro si definisce il punto finale.
	Elimina il profilo.
	Include automaticamente le stazioni nel profilo (le stazioni che ricadono nell'area rettangolare attorno alla linea definita).
	Apri una tabella per inserire o modificare manualmente le coordinate delle stazioni.
Frq,Hz: Min-Max	Imposta rispettivamente la frequenza minima e massima dei sondaggi. Le misurazioni al di fuori dell'intervallo selezionato non verranno caricate nel programma.

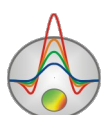


	Seleziona la scala dell'immagine: proporzioni uguali sugli assi oppure massimo riempimento dell'area della finestra.
	Imposta le dimensioni dell'area per la selezione automatica delle stazioni da includere nel profilo (in percentuale rispetto alle dimensioni dell'immagine).
	Passa alla modalità di inversione dei dati del profilo selezionato

Barra degli strumenti della finestra principale del programma

La barra degli strumenti consente di richiamare rapidamente le funzioni del programma utilizzate più spesso. Contiene i seguenti pulsanti:

	Apri un file di dati o di progetto (oppure carica più file, ad esempio in formato EDI).
	Apri la finestra di dialogo per salvare i dati o il progetto.
	Apri la finestra di dialogo per impostare i parametri di inversione.
	Apri la finestra dei dati di campo presentati in forma tabellare.
	Apri la finestra per lavorare con le singole curve di sondaggio.
	Apri la finestra per lavorare con i dati TEM o SEV caricati nel progetto, allo scopo di sopprimere gli spostamenti galvanici nei dati magnetotellurici.
	Attiva la modalità di lavoro con il modello a blocchi (a griglia).
	Attiva la modalità di lavoro con il modello a strati arbitrari.
	Attiva la modalità di modellazione poligonale.
	Avvia il calcolo del problema diretto.
	Avvia la procedura di inversione o la interrompe (premendo nuovamente).
	Avvia la procedura di inversione 1D per l'intero profilo. Il clic destro apre un menu per selezionare il tipo di inversione 1D. Le opzioni sono: <i>1D all stations</i> – inversione dei dati mediati sull'intero profilo e



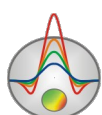
	applicazione del risultato all'intero profilo. <i>1D current station</i> – inversione dei dati della stazione corrente e applicazione del risultato all'intero profilo. <i>1.5D profile</i> – inversione sequenziale dei dati dei sondaggi MT lungo il profilo, con elementi di media. L'inversione viene applicata ai dati della modalità corrente.
	Annulla il passaggio precedente di modifica del modello del mezzo.
	Passa alla modalità di lavoro con i dati di polarizzazione magnetica.
	Passa alla modalità di lavoro con i dati di polarizzazione elettrica.
	Passa alla modalità di lavoro con i dati di impedance efficace.

Menu delle funzioni della finestra principale del programma

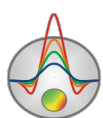
Se durante l'uso del programma è necessario visualizzare la guida relativa a una funzione del menu, fare clic con il pulsante destro del mouse sull'opzione.

Di seguito sono elencati i nomi delle voci di menu e le relative funzioni:

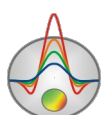
File/Open file	Aprire un file di dati o di progetto.
File/Create synthetic survey	Aprire la finestra di dialogo per creare un sistema sintetico di misure. Questa finestra di dialogo porta il programma in modalità di modellazione. Questa modalità può essere utile per pianificare i lavori geofisici.
File/Save file	Aprire la finestra di dialogo per salvare i dati o il progetto.
File/Edit file	Aprire in Notepad il file di dati testuale utilizzato dal programma.
File/Print preview	Aprire la finestra di dialogo per stampare la finestra principale del modello e i dati.
File/Run ZondMT1D	Avviare il progetto corrente nel programma di interpretazione 1D. Per farlo, il programma ZondMT1D deve trovarsi nella stessa cartella.
File/Recent	Aprire uno dei progetti aperti in precedenza.
File/Exit	Uscire dal programma.



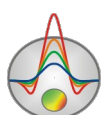
Options/ MT Editor	Aprire il modulo di elaborazione e valutazione della qualità dei dati di campagna.
Options/Mesh constructor	Aprire il costruttore della maglia (mesh constructor) per la modellazione. Include opzioni per la creazione automatica della maglia e impostazioni avanzate per gli utenti esperti.
Options/Project information	Visualizzare le informazioni sul progetto caricato. È possibile modificare le informazioni sul progetto nella finestra che si apre.
Options/Inversion setup	Aprire la finestra di dialogo per la configurazione dei parametri di inversione .
Options/Data editor	Aprire la finestra dei dati di campo presentati in forma tabellare.
Options/Geological editor	Costruire una sezione interpretativa (geologica) basata sui dati geofisici. Si utilizza un'interfaccia poligonale per definire gli oggetti.
Options/3D fence diagram	Aprire la finestra di visualizzazione 3D delle sezioni geoelettiche, tenendo conto delle loro coordinate reali. Per costruire più sezioni, è necessario caricarle da file mod2d.
Options/ Inversion / Set boundaries	Aprire la finestra di dialogo per definire i confini che il programma deve considerare durante l'inversione. Utilizzare questo strumento se si conosce con precisione la posizione dei confini. Si consiglia di posizionare i confini il più vicino possibile alle linee guida della maglia. È preferibile usarlo in combinazione con Occam inversion, smoothness factor = 0.1..1.
Options / <i>Inversion</i> / 64 bit version	Utilizzare la versione a 64 bit solo per rilievi molto estesi. Alcune opzioni potrebbero non funzionare nella versione a 64 bit. Se un'opzione non funziona, verificare le impostazioni dell'antivirus, che potrebbe bloccare il funzionamento della libreria.
Options / <i>Inversion</i> / 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 margini del modello. Di solito, ciò è dovuto all'influenza di oggetti esterni al profilo di indagine. Se l'opzione è attivata, il programma inverte anche le celle esterne all'area di visibilità (maglia esterna); in caso contrario, ai margini della sezione viene utilizzato un modello 1D.
Options/ <i>Inversion</i> /	Questa procedura suddivide il profilo in più segmenti sovrapposti



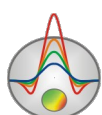
Long-line inversion	e li inverte separatamente. Nella maggior parte dei casi questo metodo non è consigliato, naturalmente se il numero di stazioni non supera 5000.
Options/Inversion/ Invert with static shift +/-3	Determinare gli spostamenti galvanici delle curve di resistività apparente come parametri aggiuntivi durante l'inversione (per ciascun modo). L'opzione imposta il limite massimo di scostamento della curva da quella osservata, in scala logaritmica.
Options/Inversion/ Optimization	Impostazioni dei parametri di ottimizzazione.
Options / Inversion / Optimization / Line search	Ricerca del parametro di smorzamento ottimale a ogni iterazione (rallenta il processo di inversione di circa 3-4 volte). Nella maggior parte dei casi, questa opzione consente di raggiungere un errore di fit minimo in poche iterazioni, ma aumenta il tempo di esecuzione di ciascuna 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 /Lim based inv	Se si impostano limiti generali troppo ristretti per la variazione dei parametri o limiti individuali per alcune celle, l'inversione cercherà di portare i parametri oltre i limiti impostati. Ciò può influire notevolmente sulla velocità di convergenza. In tal caso, si consiglia di attivare questa modalità di inversione, che da un lato riduce il contributo delle celle che superano i limiti impostati e dall'altro utilizza norme speciali per i parametri, rendendo più difficile superarli.
Options / Inversion / Optimization / 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 e a ogni iterazione successiva questo valore viene diviso per il coefficiente specificato dall'utente. Smoothing factor può essere selezionato automaticamente se si attiva l'opzione accanto al campo di inserimento Smoothing factor (nella scheda Model di Inversion setup).
Options / Inversion/	L'uso di questa opzione è piuttosto controverso. Da un lato, il



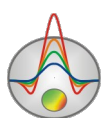
Optimization / Precondition	precondizionamento del problema inverso può accelerare la convergenza e consentire di ottenere un modello più stabile. Dall'altro, può compromettere completamente la soluzione finale. Se ne sconsiglia l'uso in combinazione con focused inversion.
Options / Inversion / Method / Gauss-Newton	Utilizzare il metodo iterativo di Gauss-Newton. È il metodo standard dei minimi quadrati. Converge rapidamente ed è consigliato nella maggior parte dei casi. Tutte le impostazioni di inversione sono disponibili per questo metodo.
Options / Inversion / Method / iGauss-Newton	Utilizzare il metodo implicito di Gauss-Newton. Invece della matrice jacobiana completa, vengono calcolati $J^* V$ e $J^T * v$. Ciò consente di risparmiare molta memoria, ma la convergenza è più lenta e non tutte le funzioni sono disponibili con questo metodo. Questo metodo è sconsigliato.
Options/Inversion/Resolution	Insieme di parametri per aumentare la risoluzione dell'inversione. Queste opzioni consentono di aumentare il contributo delle celle a bassa sensibilità e ridurre quello delle celle ad alta sensibilità. In questo modo aumenta la risoluzione, ossia la possibilità di rilevare oggetti più piccoli in profondità. Si consiglia di utilizzare queste opzioni con cautela.
Options / Inversion / Smoothness	Questo insieme di opzioni consente di controllare la levigatezza e l'operatore di smoothing. Può influire notevolmente sul risultato dell'inversione. Riguarda il secondo termine della funzione obiettivo $C^C*(m-m_0)$.
Options / Inversion / Smoothness / m_0 -start model	m_0 (modello di riferimento) è un modello definito dall'utente (o il risultato di un'inversione). In questo caso, l'obiettivo principale dell'inversione è ridurre l'errore di fit mantenendo la somiglianza con il modello di riferimento. Il grado di somiglianza è controllato dal parametro Smoothing factor. Funziona con l'inversione Occam e Focused.
Options / Inversion / Smoothness m_0 / m_0 -median model	m_0 (modello di riferimento) è la mediana del modello all'iterazione corrente. In questo caso, l'obiettivo principale dell'inversione è ridurre l'errore di fit mantenendo il modello il più possibile levigato. La levigatezza è controllata dal parametro Smoothing factor. Funziona con l'inversione Occam e Focused. È l'opzione migliore per l'uso con focused inversion o con



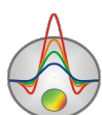
	l'inversione con confini a priori.
Options / Inversion / Smoothness m0/ m0-previous model	m0 (modello di riferimento) è il modello dell'iterazione precedente. In questo caso, l'obiettivo principale dell'inversione è ottenere il minimo errore di fit con una convergenza stabile. La velocità di convergenza è controllata dal parametro Smoothing factor. Funziona con le inversioni Occam e Focused. Con l'inversione Focused, talvolta potrebbe non produrre il risultato desiderato (un modello a blocchi costanti).
Options / Inversion / Smoothness m0/ Natural smoothness	L'operatore di smoothing viene costruito tenendo conto della geometria effettiva della mesh. In genere, ciò consente di ottenere risultati di inversione più regolari.
Options / Inversion / Smoothness m0/ Average window m0	Ricerca del valore medio dei parametri del modello di riferimento m0 nella finestra specificata dall'utente, in modalità Smoothness=median.
Options / Inversion / Smoothness m0/ Diagonal flatness filter	Smoothing diagonale durante l'inversione. Si utilizzi questa opzione se la sezione contiene strutture inclinate.
Options / Inversion / Cross-gradient / Pushing factor	Parametro principale dell'inversione congiunta, che controlla il grado di somiglianza tra le immagini (minimo del cross-gradient) dei modelli ottenuti con i due metodi. In genere, si seleziona per tentativi nell'intervallo 0-1000. Se il valore è zero, i modelli vengono determinati in modo completamente indipendente. Valori elevati del parametro possono causare un errore di fit elevato per uno o entrambi i metodi. Per bilanciare gli errori di fit, si impostino i pesi dei metodi corrispondenti.
Options / Inversion / Cross-gradient / Off-layers num	Molto spesso, la parte superiore della sezione è fortemente eterogenea e presenta caratteristiche diverse a seconda del metodo geofisico. In questi casi, si escludano alcuni strati dall'operatore cross-gradient. La parte superiore potrà così variare liberamente.
Options / Inversion / Cross-gradient / MinMax range	Impostare l'intervallo di variazione dei parametri per il secondo metodo utilizzato nell'inversione congiunta.
Options / Inversion / Cross-gradient /	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-



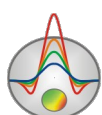
CC criteria	2.
Options / Inversion / Cross-gradient / Seismic data	Selezionare i dati di sismica a rifrazione per l'inversione congiunta.
Options / Inversion / Cross-gradient / Gravity data	Selezionare i dati di gravimetria per l'inversione congiunta.
Options / Inversion / Cross-gradient / Magnetic data	Selezionare i dati di magnetometria per l'inversione congiunta.
Options / Inversion / Cross-gradient / BG image	Selezionare l'immagine di sfondo da usare come base per l'inversione congiunta. Si consiglia di utilizzare immagini in scala di grigi.
Options/Inversion/ Data errors/No errors	Impostare a uno i pesi per tutti i tipi di misure. A questi valori verranno applicati i pesi relativi della finestra di impostazione dei parametri di inversione.
Options/Inversion/ Data errors/Relative errors	Utilizzare nell'inversione i pesi delle misure calcolati a partire dagli errori delle misure (std.dev). A questi valori verranno applicati i pesi relativi della finestra di impostazione dei parametri di inversione.
Options/Inversion/ Data errors/Original errors	Utilizzare nell'inversione come pesi delle misure i valori inversi degli errori delle misure (std.dev). A questi valori verranno applicati i pesi relativi della finestra di impostazione dei parametri di inversione.
Options/Inversion/ Data errors/Norm to skew	Normalizzare i pesi delle misure in base al parametro di tridimensionalità SKEW. In questo modo si riduce l'influenza degli oggetti tridimensionali. Per utilizzare questa opzione, sono necessari i dati di entrambi i modi. I valori di SKEW sono visibili in MT-Editor.
Options/ Data / Apparent resistivity	Visualizzare i valori di resistività apparente.
Options/Data/Phase, Deg	Visualizzare i valori della fase dell'impedenza.
Options/Data/Z impedance	Visualizzare i valori del modulo dell'impedenza.
Options/Data/Tipper.r	Visualizzare la parte reale del tipper.



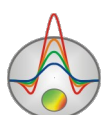
Options/Data/Tipper.i	Visualizzare la parte immaginaria del tipper.
Options/Data/ Pseudo-section	Visualizzare i dati calcolati e osservati come pseudosezione .
Options/Data/Graphics-plot	Visualizzare i dati calcolati e osservati come serie di grafici per periodi diversi.
Options/Data/ Calculated data	Visualizzare nella seconda sezione la pseudosezione o i grafici calcolati.
Options/Data/Data misfit	Visualizzare nella seconda sezione la pseudosezione degli errori di fit relativi.
Options/ Model / Block section	Visualizzare l'editor del modello (modello a celle della mesh).
Options/Model/ Smooth section	Visualizzare il modello con una palette a interpolazione uniforme.
Options/Model/ Contour section	Visualizzare il modello come sezione a curve di livello.
Options/Model/Resistivity	Visualizzare il modello di resistività.
Options/Model/Sensitivity	Visualizzare la funzione di sensibilità del modello come sezione a curve di livello.
Options/Model/DOI index	Visualizzare l'indice di profondità di indagine come sezione a curve di livello (per il calcolo sono necessari due cicli di inversione).
Options/Model/X=Z scale(1:1)	Impostare la stessa scala orizzontale e verticale per il modello.
Options/Model/ Model Editor toolbar	Visualizzare la barra degli strumenti per modificare la mesh e il modello.
Options/Topography/ Topo coefficient	Impostare il coefficiente di distorsione della topografia con la profondità. Se nel progetto sono definite quote topografiche, questo coefficiente indica la rapidità con cui la mesh si appiattisce fino a diventare orizzontale. 0 – ogni strato successivo ha la stessa geometria dello strato iniziale; 1 – l'ultimo strato della mesh è orizzontale.
Options/Topography/ Import topography	Caricare i dati topografici del profilo da un file di testo (due colonne, x e y).
Options/Topography/	Eliminare i dati topografici del profilo. Questa funzione viene



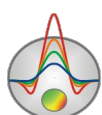
Remove topography	utilizzata a scopo di test.
Options/Topography/ Restore topography	Ripristinare i dati topografici del profilo nel caso in cui siano stati eliminati per qualche motivo.
Options/Topography/ Edit topography	Modificare i dati topografici del profilo. È possibile copiare i dati da una tabella di Excel.
Options/Topography/ Smooth topography	Eseguire la media delle quote di stazioni adiacenti. Questa funzione consente di ottenere una topografia più regolare lungo il profilo.
Options/Topography/ Splined intermediate	Se l'opzione è attivata, per calcolare le quote dei nodi intermedi viene utilizzata l'interpolazione spline; altrimenti, viene utilizzata l'interpolazione lineare. L'opzione è disponibile se nel progetto sono presenti dati topografici.
Options/Topography/ Set by mouse	Attivare la modalità di aggiunta della topografia con il mouse. L'opzione funziona come l'aggiunta di un limite a priori.
Options/ Cutting / Cutting angle	Impostare l'angolo di ritaglio ai bordi sinistro e destro del modello.
Options/Cutting/No cutting	Non ritagliare il modello.
Options/Cutting/ Cut by angle	Ritagliare il modello in base all'angolo specificato.
Options/Model/ Bound by stations	Ritagliare le parti della sezione che si trovano al di fuori della prima e dell'ultima stazione.
Options/Model/ Extend bottom	Se è definita la topografia del profilo e il coefficiente di distorsione topografica è <1 , l'opzione estende l'ultimo strato del modello fino alla parte inferiore della sezione del modello.
Options/ Borehole / Create/Edit borehole data	Aggiungere (modificare) i dati di pozzo (colonne litologiche).
Options/Borehole/ Load borehole data	Aprire e visualizzare il file contenente i dati dei log di pozzo e le colonne litologiche, nonché i file in formato mod1d (file di interpretazione 1D).
Options/Borehole/ Remove boreholes	Rimuovere dal progetto i dati dei log di pozzo e le colonne litologiche.
Options/Borehole/ Set column width	Impostare la larghezza della colonna litologica da visualizzare sulla sezione (in percentuale della lunghezza del profilo).
Options/ Extra /	Questo strumento consente di smussare tutto il modello o una sua



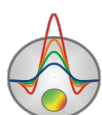
Model smooth/raster	parte oppure di raggruppare le celle in blocchi. L'opzione può essere utile per smussare la parte superiore della sezione, fortemente eterogenea, o per l'inversione di tipo «blocks» (ulteriori informazioni).
Options/ Extra / Generate optimal Z-mesh	Costruire una mesh verticale ottimale per l'insieme di frequenze specificato.
Options/Extra/ Data distribution	Aprire la finestra del grafico del numero di misure in funzione della frequenza (istogramma). Consente di eliminare le frequenze con poche misure e, di conseguenza, di accelerare il processo di interpretazione.
Options/Extra/ Model histogram	Mostra i grafici della distribuzione dei parametri del modello e delle resistività apparenti. La finestra di dialogo consente di impostare i valori minimo e massimo della scala cromatica.
Options/Extra/ Open in modeling mode (On load)	Aprire il file di dati in modalità di modellazione (l'opzione deve essere attivata prima di aprire il file).
Options/Extra/ Include extended nodes	Aggiungere celle supplementari ai margini del modello, oltre la prima e l'ultima stazione (attivare prima di aprire il file).
Options/Extra/ Units	Selezionare le unità di misura per le etichette degli assi geometrici e degli assi dei dati. In genere si utilizzano i chilometri, ma per le osservazioni RMT è più comodo usare i metri. Qui si possono selezionare anche le unità dell'asse delle misure: periodi, frequenze o radici quadrate dei periodi.
Options/Extra/ [EDI] Z from rho/phs	Se i file EDI contengono sia valori di impedance sia valori di resistività apparente/fase (di solito in questo caso le impedance sono i dati originali, mentre le resistività apparenti/fasi sono i dati elaborati), attivando questa opzione il programma utilizzerà le resistività apparenti/fasi contenute nel file al posto delle impedance.
Options/Extra/ [EDI] one file on station	Il formato dei file EDI consente di memorizzare più realizzazioni in frequenza di una stessa misura nella struttura section. A volte vi vengono memorizzate anche più stazioni. Questa opzione indica al programma che il file contiene realizzazioni di una stessa misura (una stazione).



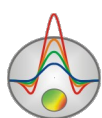
Options/ Import/Export /Import model/data	Caricare un file di grafico (due colonne X e Y) o un file mod2d per visualizzare il modello in una finestra separata.
Options/Import/Export/ Remove model/data	Rimuovere dal progetto il modello/i dati importati.
Options / Import/Export / Model parts / Save selection	Salvare la parte selezionata del modello in un file di testo (modalità modello a mesh).
Options / Import/Export / Model parts / Load selection	Caricare una selezione da un file di testo e inserirla nel modello (modalità modello a mesh).
Options / Import/Export / Model parts / Extract 1d log	Esportare il modello 1D della posizione selezionata in un file di testo.
Options / Import/Export / Model parts / Load 1d log	Importare e integrare un modello 1D in quello corrente.
Options / Import/Export / Background image	Set di opzioni per la gestione dell'immagine di sfondo.
Options / Import/Export / Background image / Load image	Caricare un'immagine di sfondo nei seguenti formati: bmp, png, sgy, sec. Il formato sec è un formato interno di Zond, che contiene l'immagine e le coordinate degli angoli.
Options / Import/Export / Remove background	Rimuovere l'immagine di sfondo dal progetto.
Options / Import/Export / Change sizes	Questa opzione consente di modificare in tempo reale le dimensioni e la posizione dell'immagine di sfondo personalizzata.
Options / Import/Export / Create shaded map	Utilizzare come immagine di sfondo una mappa di ombreggiamento del rilievo generata sulla base del modello corrente.
Options/Import/Export/ Save synthetic with noise	Salvare i dati sintetici aggiungendo rumore.
Options/Import/Export/ Save effective data	Salvare la resistività apparente e la fase di entrambe le modalità come valori efficaci (medie delle modalità). Questa opzione è utile per l'esportazione nella inversione congiunta in ZondRes2D.
Options/Import/Export/ Export to ZondMT1D	Esportare il modello nel formato del programma ZondMT1D.
Options/Import/Export/ Import from ZondMT1D	Importare un modello dal programma ZondMT1D.
Options/Import/Export/	MOD1D/2D sono formati interni di Zond. Consentono di



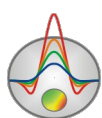
Load MOD1D/MOD2D	scambiare modelli tra programmi o progetti. Il modello importato verrà integrato in quello corrente.
Options/Import/Export/ Save MOD1D/MOD2D	Salvare il modello nel formato 1D (2D) per l'interpretazione 1D (2D), per scambiare modelli tra i programmi della suite Zond.
Options/Import/Export/ Direct drawing in Surfer	Creare il modello corrente in Surfer. La creazione è possibile dalla modalità contour section. Possono verificarsi problemi se sono installate 2 versioni di Surfer o se non sono installate le librerie di interscambio.
Options/Import/Export/ Export model to CAD	Esportare il modello (sezione a contorni in rappresentazione vettoriale) in un file nel formato DXF (Autocad).
Options/Import/Export/ Export model to SEGY	Esportare il modello corrente nel formato sismico seg-y.
Options/Import/Export/ Export model to geosoft	Esportare il modello corrente nel formato del programma geosoft.
Options/Import/Export/ Export model to Excel	Esportare il modello in formato tabella Excel.
Options/ Graphics / Observed graphics	Aprire la finestra di dialogo per configurare i parametri dei grafici dei dati osservati.
Options/Graphics/ Calculated graphics	Aprire la finestra di dialogo per configurare i parametri dei grafici dei dati calcolati.
Options/Graphics/ Colorscale from PS	Copiare la scala dalla pseudosezione delle resistività apparenti alla sezione a contorni del modello.
Options/Graphics/ Smooth contours	Smussare i contorni del modello nella modalità di visualizzazione corrispondente (Contour section).
Options/Graphics/ Smoothness	Grado di smussamento della sezione a contorni. Più alto è il valore del parametro di smussamento, più liscia sarà la sezione.
Options/Graphics/ Display every n point	Frequenza di visualizzazione dei punti sulle sezioni dei parametri apparenti. Quando si caricano nuovi dati, questo parametro viene selezionato automaticamente per aumentare la velocità di elaborazione.
Options/Graphics/ Bitmap output settings	Aprire la finestra di dialogo per configurare i parametri dell'immagine grafica durante l'esportazione.
Options/Graphics/ Remove blank points	Se l'opzione è attivata, le parti che ricadono nell'area di ritaglio del modello non vengono scritte nel file di esportazione XYZ.



Options / Seismic data / Load SRT data	Per importare i dati si utilizza un semplice file di testo contenente tre colonne con le seguenti intestazioni: «sx» - coordinata della sorgente (metri), «rx» - coordinata del ricevitore (metri), «fb» - primo arrivo (millisecondi). Le coordinate (distanze) devono essere espresse nello stesso sistema del modello corrente (in metri).
Options / Seismic data / Show SRT plot	Mostrare la finestra con i dati sismici.
Options / Seismic data / Invert SRT data	Includere i dati sismici nell'inversione congiunta per un mezzo stratificato arbitrariamente.
Options / Seismic data / Set weight of SRT	Impostare un peso globale per tutti i dati sismici nell'inversione congiunta. Il peso consente di ridurre o aumentare l'errore di fit relativo del metodo.
Options / GraviMagnetic / Load new data	Caricare dati gravimetrici e magnetici da un file di testo (con più colonne). Le intestazioni delle colonne si inseriscono nella prima riga della tabella. I dati devono essere nello stesso sistema di coordinate (distanze) del modello corrente (in metri).
Options / GraviMagnetic / Add new data	Aggiungere al progetto dati gravimetrici e magnetici.
Options / GraviMagnetic / Save data	Salvare i dati osservati e calcolati in un file di testo.
Options / GraviMagnetic / Field setting	Impostazioni dei parametri dei campi gravitazionale e magnetico.
Options / GraviMagnetic / Subtract median grav	Sottrarre la mediana dalle osservazioni gravimetriche per ottenere il campo anomalo.
Options / GraviMagnetic / Substract median mag	Sottrarre la mediana dalle osservazioni magnetiche per ottenere il campo anomalo.
Options / GraviMagnetic / Set weight of gravity	Impostare un peso globale per tutti i dati gravimetrici nell'inversione congiunta. Il peso consente di ridurre o aumentare l'errore di fit relativo del metodo.
Options / GraviMagnetic / Set weight of magnetic	Impostare un peso globale per tutti i dati magnetici nell'inversione congiunta. Il peso consente di ridurre o aumentare l'errore di fit relativo del metodo.



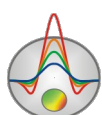
Options / GraviMagnetic / Display GM window	Mostrare la finestra con i dati gravitazionali e magnetici (e il modello in modalità cross-gradient).
Options / TDEM data / Load TDEM data	Per importare i dati si utilizzano i file di testo TDF (zondtem1d) e USF (universal sounding format). Le coordinate (distanze) devono essere espresse nello stesso sistema del modello corrente (in metri). L'inversione congiunta è supportata solo nella modalità «modello stratificato arbitrariamente», ma questi dati possono essere utilizzati anche per correggere gli spostamenti galvanici.
Options / TDEM data / Show TDEM data	Si visualizza la finestra con i dati del metodo TEM o dei sondaggi in frequenza (AMT).
Options / TDEM data / Invert TDEM data	Includere i dati TEM o di sondaggio in frequenza nell'inversione congiunta per un mezzo stratificato arbitrariamente.
Options / TDEM data / Set weight of TDEM	Imposta un peso globale per tutti i dati TEM/di sondaggio in frequenza nell'inversione congiunta. Il peso consente di ridurre o aumentare l'errore di fit dell'inversione.
Options / VES data / Load VES data	Per importare i dati si utilizzano i formati di testo zond. Le coordinate (distanze in metri) devono essere espresse nello stesso sistema della modello corrente. L'inversione congiunta è supportata solo nella modalità «modello a stratificazione arbitraria», ma questi dati possono essere utilizzati anche per correggere gli spostamenti galvanici.
Options / VES data / Show VES plot	Mostrare la finestra con i dati del sondaggio elettrico verticale (SEV).
Options / VES data / Invert VES data	Includere i dati SEV nell'inversione congiunta per un ambiente a stratificazione arbitraria.
Options / VES data / Set weight of VES	Imposta il peso complessivo di tutti i dati SEV per l'inversione congiunta. Il peso consente di ridurre o aumentare l'errore di fit relativo dell'inversione.
Buffer	Il buffer consente di memorizzare fino a cinque modelli ottenuti con metodi diversi. È possibile confrontarli in una finestra specifica, operazione utile per confrontare i risultati dell'inversione con impostazioni diverse.



Buffer / Model 1	Salvare o esportare un modello nel buffer o dal buffer
Buffer / Open	Mostrare la finestra con tutti i modelli contenuti nel buffer.
Help / About	Informazioni sul programma.
Help / Manual	Aprire il manuale del programma.
Help / Error!!!Clear settings	Ripristinare tutte le impostazioni iniziali al successivo avvio.
Help / Check for updates	Verificare la disponibilità di aggiornamenti.
Help / Bing maps api_key	Se le mappe non vengono caricate automaticamente da Internet, è necessario inserire una chiave utente <i>bing api key</i> .
Help / Show news	Mostrare le notizie.
Help / Send message to us	Inviare un messaggio allo sviluppatore. I messaggi vengono trasmessi correttamente solo in caratteri latini. Si consiglia quindi di utilizzare la traslitterazione.

Passando alla finestra «modello a stratificazione arbitraria» (pulsante  della barra degli strumenti di accesso rapido della finestra principale del programma), diventano inoltre disponibili le seguenti opzioni di menu:

Layered / Model constructor	Richiamare il costruttore per il modello a stratificazione arbitraria.
Layered / Save to mesh	Inserire il modello a stratificazione arbitraria nella mesh.
Layered / Load from mesh	Utilizzare come parametri degli strati la media di tutte le celle appartenenti allo strato.
Layered / Invert boundaries	Adattare la geometria dei confini durante l'inversione. Talvolta è necessario adattare solo i parametri (i confini sono noti e fissati).
Layered / Draw labels	Visualizzare i valori della proprietà fisica nel nodo del parametro. Il parametro da visualizzare si seleziona nel costruttore.
Layered / Transparent	Non riempire gli strati. Consente di vedere l'immagine di sfondo con i risultati dell'inversione in modalità mesh e di definire il modello iniziale ottimale.
Layered / Edit mode	Attivare la modalità di modifica dell'ambiente a stratificazione arbitraria. La modifica si esegue con il mouse. I confini si trascinano verticalmente; facendo clic sull'etichetta dello strato è



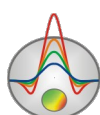
	possibile modificarne il valore del parametro.
Layered / Save layers	Salvare il modello stratificato in un file di testo.
Layered / Load layers	Caricare un modello stratificato da un file di testo.

Passando alla finestra di modellazione poligonale (pulsante  della barra degli strumenti della finestra principale del programma), diventano disponibili le seguenti opzioni di menu:

Modeling / Get values from mesh	Assegnare automaticamente i valori dei parametri ai poligoni. Il valore corrisponde alla media dei valori di tutte le celle del modello comprese nel poligono.
Modeling / Set values to mesh	Inserire il modello poligonale nella mesh.
Modeling / Save polygons	Salvare i poligoni in un file di testo.
Modeling / Load polygons	Caricare i poligoni da un file di testo.
Modeling / Remove all polygons	Eliminare i poligoni definiti dall'utente.
Modeling / Display color scale	Mostrare la scala dei colori accanto alla sezione.
Modeling / Colors from color scale	Assegnare i colori ai poligoni in base alla scala dei colori.

Tasti di scelta rapida

Tasti cursore / cursore nell'editor del modello	Modificare la cella attiva del modello.
Delete / cursore nell'editor del modello	Svuotare la cella attiva.
Insert / cursore nell'editor del modello	Assegnare alla cella attiva il valore corrente.
F / cursore nell'editor del modello	Bloccare il valore della cella attiva.
X / cursore nell'editor del modello	Utilizzare lo strumento <i>magic wand</i> per selezionare un'area (verrà selezionata tutta l'area con il valore di parametro specificato)
V / cursore nell'editor del modello	Eliminare la selezione.
Su/giù / cursore sulla scala dei colori	Modificare il valore corrente.



Space	Calcolare il problema diretto.
Ctrl+C/ Ctrl+V / in alcune tabelle	Copiare o incollare informazioni.
Shift+Right click / sugli assi o sui grafici	Richiamare la finestra di dialogo per configurare l'asse o il grafico.
Sinistra/destra / in alcune finestre	Passare alla stazione precedente o successiva.
Z / in MT-Editor, sul grafico della resistività apparente	Mostrare lo strumento per stimare gli angoli di inclinazione della curva di resistività apparente.
Ctrl+S / in MT-Editor	Ricalcolare lo «spline» per la stazione corrente.
Ctrl+D / in MT-Editor	Ricalcolare lo «spline» nella finestra per la stazione corrente.
Ctrl+A/ in MT-Editor	Avvicinare i punti selezionati allo «spline» per la stazione corrente.

Barra di stato

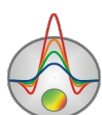
La barra di stato del programma è suddivisa in più sezioni contenenti informazioni diverse:

Coordinate del cursore e della cella attiva.
Parametri della cella attiva.
Modalità operativa dell'editor del modello.
Indicatore di avanzamento.
Errore di fit relativo: media/modulo/fase
Informazioni aggiuntive.

Il parametro più importante di questo elenco è l'errore di fit. L'errore di fit relativo medio (in percentuale) viene calcolato su tutte le misure per la modalità corrente. Durante l'inversione si utilizza un altro tipo di errore di fit, che include informazioni sulla regolarità del modello; è possibile visualizzarlo durante l'inversione.

Configurazione della mesh del modello iniziale

Dopo il caricamento corretto del file viene visualizzata la finestra di dialogo per la configurazione del modello iniziale (Fig. 1), in cui si selezionano i parametri della mesh e la resistività elettrica del modello iniziale.



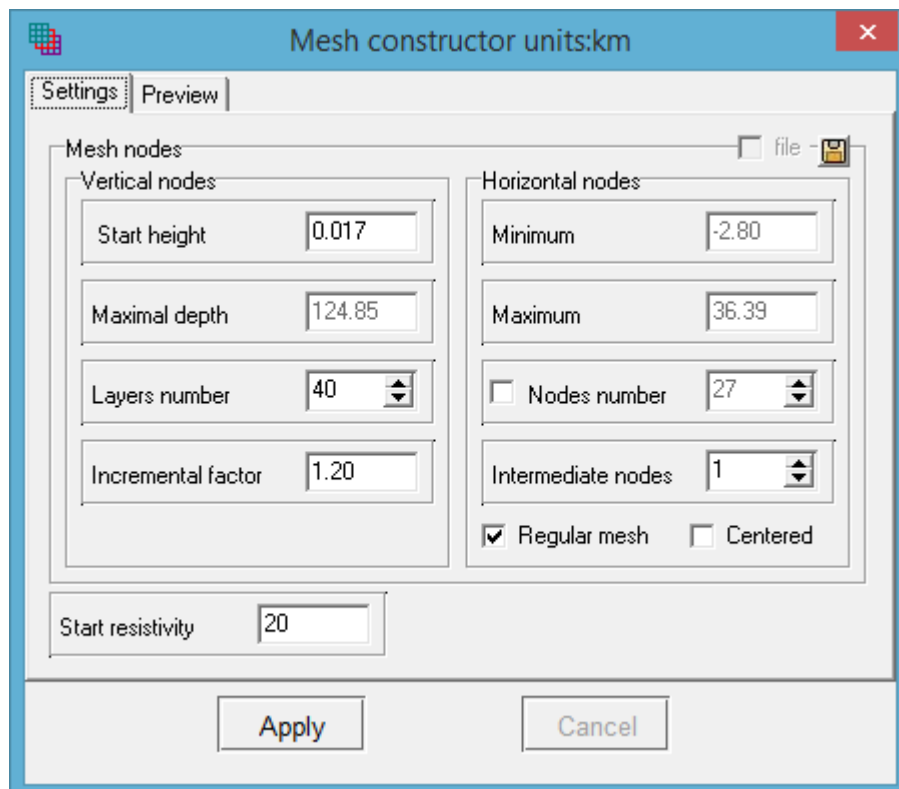


Fig. 2 Finestra di dialogo Mesh constructor, scheda Settings

L'area **Vertical nodes** contiene opzioni che consentono di impostare i parametri della mesh verticale del modello. Il programma seleziona automaticamente questi parametri secondo le regole seguenti:

La profondità dello strato inferiore corrisponde alla metà della pseudoprofondità massima del sistema di acquisizione.

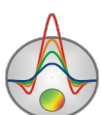
Il numero di strati corrisponde al doppio del numero di periodi di misura univoci e non supera 40

Lo spessore dello strato successivo è 1.2 volte maggiore di quello dello strato precedente.

L'interprete può modificare questi parametri in base alla propria valutazione della profondità e del livello di dettaglio delle indagini.

Start height – imposta lo spessore del primo strato. Questo valore deve corrispondere approssimativamente alla lunghezza della cella e soddisfare i requisiti di risoluzione.

Maximal depth – indica la profondità della base dello strato inferiore. Si tenga presente che la profondità massima non deve essere eccessiva, poiché l'influenza dei parametri della sezione geoelettrica diminuisce con la profondità. Per impostare la profondità massima, si consideri la profondità efficace di penetrazione del campo.



Layers number – imposta il numero di strati del modello. In genere, per descrivere il modello sono sufficienti 20-40 strati. È sconsigliabile impostare valori molto elevati per questo parametro, poiché la velocità di calcolo si ridurrebbe sensibilmente.

Incremental number – imposta il rapporto tra gli spessori degli strati adiacenti. In genere, si scelgono valori compresi tra 1 e 2.

Area **Horizontal nodes** contiene opzioni che consentono di impostare i parametri della mesh orizzontale del modello.

Minimum – indica la coordinata minima del profilo di misura.

Maximum - indica la coordinata massima del profilo di misura.

Nodes number – se l'opzione è attivata, la mesh viene generata con passo uniforme (in direzione orizzontale), dal valore del campo **Minimum** al valore del campo **Maximum**. Il numero di nodi viene impostato nel campo **Nodes number**. Si consiglia di attivare questa opzione nel caso di una rete di misura irregolare.

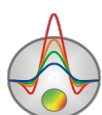
Intermediate nodes – imposta il numero di nodi aggiuntivi tra le posizioni delle stazioni di sondaggio lungo il profilo (0 - 4). Si consiglia di impostare 1-2 nodi intermedi tra stazioni adiacenti.

Centered – colloca le stazioni al centro delle celle. Questa opzione va attivata in presenza di una topografia molto accidentata.

Regular mesh – attiva l'algoritmo di generazione della mesh orizzontale in cui i nodi aggiuntivi vengono selezionati in modo da ottenere una suddivisione uniforme. Si consiglia di attivare l'opzione in caso di distanze molto diverse tra stazioni adiacenti (ciò migliora la soluzione del problema diretto e del problema inverso). Facendo clic destro sul pannello con la dicitura **Regular mesh** è possibile specificare il passo di suddivisione delle celle lungo l'asse X, se l'opzione **Nodes number** non è attivata.

Start resistivity – imposta la resistività elettrica del modello iniziale.

Dopo aver configurato i parametri della mesh, si preme il pulsante **Apply**, e il programma passerà alla modalità operativa principale.



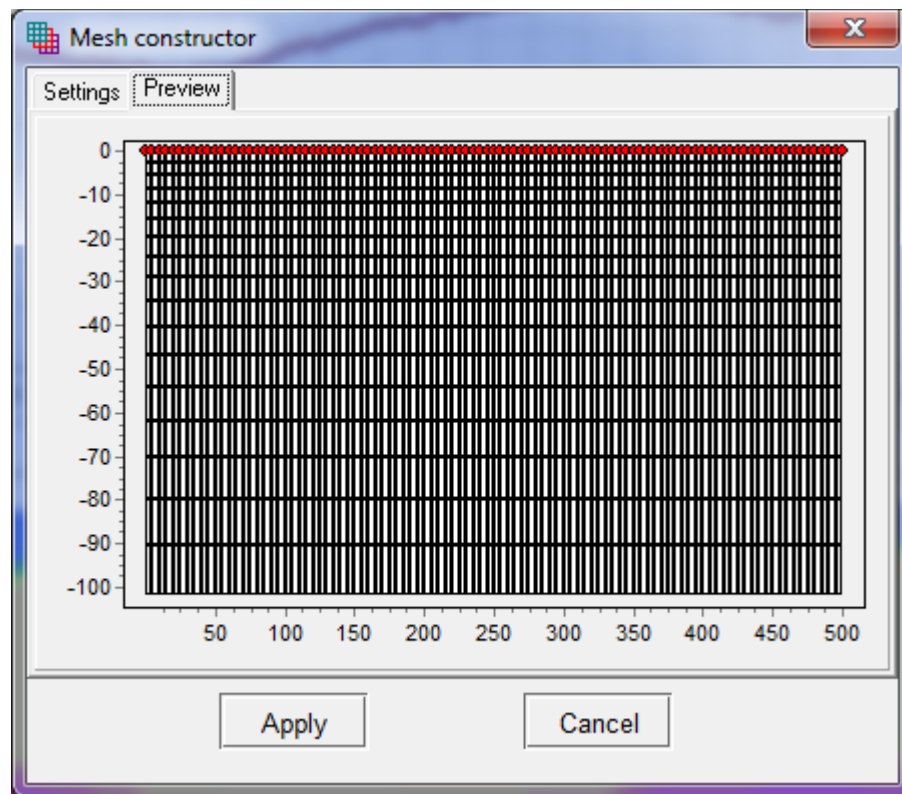


Fig. 3 Finestra di dialogo Mesh constructor, scheda Preview

È possibile modificare la mesh aggiungendo o eliminando nodi intermedi e uniformando l'altezza o la larghezza delle celle anche mediante le opzioni dell'editor del modello (per i dettagli, vedere la sezione «[Editor del modello](#)»).

Formato del file di dati principale

Il programma dispone di un formato dati universale proprietario, che include le coordinate e le quote relative (in chilometri) delle stazioni di sondaggio.

Formato dati del programma.

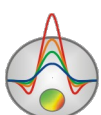
La prima riga deve contenere la sequenza dei periodi (in secondi) in cui sono state effettuate le misure, in ordine crescente.

Seguono i record contenenti le informazioni relative a ciascuna stazione di sondaggio lungo il profilo, raggruppati nei blocchi descritti di seguito.

Blocco di descrizione della stazione di sondaggio

La prima riga – indica l'inizio del blocco di descrizione della stazione di sondaggio (deve contenere il carattere «{»).

La seconda riga – contiene i parametri aggiuntivi del sondaggio.



Il primo valore è la coordinata della stazione di sondaggio lungo il profilo; il secondo valore è la quota della topografia.

La terza, la quarta, la quinta e la sesta riga contengono i dati di campagna.

Ciascuna delle righe descritte deve iniziare con una parola chiave che indica al programma il tipo di dati a cui appartengono i valori successivi. Le parole chiave di controllo che definiscono il tipo di dati sono:

Prima modalità di specificazione delle parole chiave

«Ro_a» – Resistività apparente.

«Phi» – Fase dell'impedenza (in gradi; deve essere un numero positivo).

In questo caso, il tipo di polarizzazione è sconosciuto. Questi dati possono essere utilizzati nella modalità di polarizzazione magnetica e/o elettrica.

«_w» – Peso della misura.

Seconda modalità di specificazione delle parole chiave

«Ro_a_tm» – Resistività apparente per la polarizzazione magnetica.

«Phi_tm» – Fase dell'impedenza per la polarizzazione magnetica (in gradi; deve essere un numero positivo).

«Tm_w» – Peso della misura per la polarizzazione magnetica. Se non sono disponibili informazioni sugli errori di misura, il programma assegna automaticamente peso 1 a ciascuna misura.

Terza modalità di specificazione delle parole chiave

«Ro_a_te» – Resistività apparente per la polarizzazione elettrica.

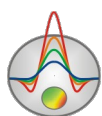
«Phi_te» – Fase dell'impedenza per la polarizzazione elettrica (in gradi; deve essere un numero positivo).

«Te_w» – Peso della misura per la polarizzazione elettrica. Se non sono disponibili informazioni sugli errori di misura, il programma assegna automaticamente peso 1 a ciascuna misura.

Il numero e l'ordine dei valori nelle righe devono corrispondere esattamente allo schema di acquisizione descritto nella prima riga del file. Se manca una misura per un determinato periodo, il relativo valore viene sostituito dal simbolo «*». Se non sono disponibili informazioni sulla fase dell'impedenza, l'intera riga viene esclusa.

L'ultima riga – indica la fine del blocco di descrizione della stazione di sondaggio (deve contenere il carattere «}»).

Dopo il blocco di descrizione dei dati, se necessario, si inserisce una colonna di nodi aggiuntivi della mesh orizzontale. La coordinata di ciascun nuovo nodo viene inserita dopo il



simbolo ***. I nodi aggiuntivi della mesh vengono generalmente inseriti per estendere il modello oltre le stazioni estreme oppure in presenza di una topografia molto ripida al di fuori del profilo.

Si consiglia di riportare le stazioni nello stesso ordine in cui si trovano lungo il profilo (in ordine crescente di coordinata).

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

caratteri non standard come separatori dei valori all'interno di una riga (utilizzare TAB o SPACE)

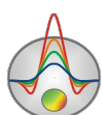
valori assurdi dei parametri di misura (ad esempio, valori negativi della resistività apparente)

È preferibile che il numero totale di misure contenute in un singolo file non superi 100000.

Importazione di dati in altri formati

Oltre al formato proprietario (*.mdf, progetti *.m2d/*.zm2d), il programma legge dati in diversi formati diffusi. L'importazione si esegue tramite File/Open file: si seleziona il tipo di file nell'elenco dei tipi della finestra di dialogo di apertura; è possibile selezionare più file contemporaneamente (ad esempio, tutti i file EDI di un profilo). Quando si importano formati esterni, viene creato un nuovo progetto (New project); i dati di tutti i file selezionati vengono riuniti in una tabella intermedia e quindi letti da un unico caricatore.

Tipo di file	Descrizione
ZondMT data file (*.m2d, *.mdf, *.usf, *.zm2d, *.mml)	Progetti ZondMT2D (*.m2d, *.zm2d), file di dati principale (*.mdf, formato descritto sopra) e file *.usf.
Rebocc/Mackie (*.shc, *.inp, *.txt)	File *.shc contenenti dati del programma REBOCC; file *.inp del programma Mackie; file *.txt, tabella universale con colonne (vedere «Tabella universale dei dati»).
EDI data files (*.edi, *.plt)	File EDI (SEG MT/EMAP), in genere uno per stazione. Vengono letti i blocchi di impedenza, resistività apparente e fase, tipper e angolo di rotazione >ZROT (vedere sotto).
J files (*.j)	File in formato J.
StrataGem files (*.*)	File del sistema StrataGEM.
IPI2WINMT (*.mt)	File del programma IPI2WinMT.
Zond 1d model file (*.mdp)	File di modelli/dati dei programmi 1D Zond.
Zonge AVG file (*.avg)	File *.avg delle apparecchiature Zonge.
EDI packet (*.edi)	File EDI con spettri (sezione >SPECTRASECT) o con più sezioni >MTSECT (più stazioni o insiemi di dati in un unico file; le coordinate di ogni stazione sono ricavate dal blocco >HMEAS X= Y=). Se il file non contiene spettri, viene letto

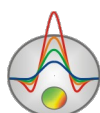


	come EDI multisezione.
Phoenix csv (*.csv)	Tabelle *.csv esportate dal software Phoenix (vedere «File Phoenix csv»).
EMI res (*.res)	File *.res delle apparecchiature EMI.

File EDI

Durante la lettura di un file EDI, il programma cerca in successione le seguenti parole chiave (senza distinzione tra maiuscole e minuscole):

Parola chiave	Dati letti
LAT, LONG (LATITUDE, LONGITUDE), ELEV	Coordinate e quota della stazione nell'intestazione. Se il file contiene REFLAT/REFLONG/REFELEV, vengono utilizzati questi valori. Latitudine e longitudine sono espresse in gradi nel formato «gg:mm:ss» o come numeri decimali e vengono convertite in UTM (la zona è quella della mappa corrente). I valori negativi come «-0:30:00» sono gestiti correttamente. Se le coordinate non sono disponibili, le stazioni vengono posizionate in ordine.
EMPTY	Valore sentinella per i dati mancanti (di solito 1.0E32). Tali campioni sono considerati mancanti.
NFREQ, >FREQ	Numero di frequenze ed elenco delle frequenze, in Hz.
>ZXXR, >ZXXI, >ZXYR, >ZXYI, >ZYXR, >ZYXI, >ZYYR, >ZYYI	Parti reale e immaginaria delle componenti del tensore d'impedenza.
>ZXY.VAR, >ZYX.VAR (e altri *.VAR)	Varianze delle componenti; l'errore è calcolato come radice quadrata della varianza. I blocchi con ERR nel nome vengono letti come errori senza conversione.
>RHOXY, >RHOYX, >PHSXY, >PHSYX (+ .ERR)	Resistività apparenti, fasi e relativi errori. Vengono utilizzate se mancano i blocchi d'impedenza oppure, al posto dell'impedenza, se è attiva l'opzione Options/Extra/[EDI] Z from rho/phs (l'impedenza viene ricostruita da ρ e ϕ).
>TXR, >TXI, >TYR, >TYI (+ .VAR, TXVAR, TYVAR)	Parti reale e immaginaria delle componenti del tipper e relative varianze.
>ZROT	Angolo di rotazione del sistema di coordinate di misura per ciascuna frequenza. Il valore viene salvato per ogni frequenza come angolo di rotazione dei dati della stazione (se ZROT è diverso da zero, viene registrato ZROT – 90°). I dati stessi



	non vengono ruotati durante l'importazione: l'angolo viene visualizzato nella barra di stato di MT Editor e con le frecce nella finestra di dialogo Rotate dataset e viene utilizzato dalla modalità di rotazione «verso zero» (vedere «Impedenza, resistività apparente e rotazione»).
>SPECTRASECT, >SPECTRA FREQ= AVGT= ...	Matrici spettrali (tipo EDI packet). Per ogni frequenza, dagli spettri vengono calcolate le componenti d'impedenza e il tipper, nonché le relative varianze.
>MTSECT, >HMEAS ... X= Y=, UNITS	File multisezione: ogni sezione corrisponde a una stazione con coordinate ricavate da >HMEAS (se UNITS è espresso in chilometri, le coordinate vengono moltiplicate per 1000). Se è attiva l'opzione Options/Extra/[EDI] one file on station, tutte le sezioni del file vengono considerate come un'unica stazione.

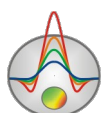
Dall'impedenza, il programma calcola la resistività apparente e la fase: $\rho_a = 0,2 \cdot T \cdot |Z|^2$ (Z in mV/(km·nT), T – periodo, s) e $\phi = \arctg(\text{Im } Z / \text{Re } Z)$. I pesi delle misure sono calcolati dagli errori; se gli errori non sono disponibili, il peso è 1.

Velocità di lettura. Il file EDI viene ora letto una sola volta in memoria (invece di essere riletto ripetutamente dal disco per cercare ciascun blocco); la tabella intermedia viene scritta e letta tramite un buffer. Nei profili con centinaia di file EDI, il tempo d'importazione si riduce di diverse volte. Sono stati inoltre corretti alcuni errori: il peso della modalità YX non veniva azzerato tra un file e l'altro (il peso XY veniva azzerato due volte), il peso TX non veniva inizializzato e il valore vuoto EMPTY veniva controllato con una condizione errata.

Tabella universale dei dati

File di testo *.txt (tipo Rebock/Mackie) o tabella intermedia in cui vengono riuniti i dati di altri formati. La prima riga contiene l'intestazione con i nomi delle colonne (ordine libero, senza distinzione tra maiuscole e minuscole); seguono righe con una coppia «stazione – frequenza» ciascuna. Sono obbligatorie la colonna Freq e almeno un insieme di dati.

Colonna	Contenuto
X, Y	Coordinate della stazione, m (durante la lettura vengono divise per 1000). La posizione della stazione sul profilo viene calcolata a partire dalle coordinate.
Z	Quota della stazione.
Freq	Frequenza, Hz.



rota	Angolo di rotazione dei dati alla frequenza specificata, in gradi (vedere >ZROT).
Rho_YX, Pha_YX	Resistività apparente ($\Omega \cdot m$) e fase (gradi) della modalità YX (TM).
Rho_XY, Pha_XY	Resistività apparente e fase della modalità XY (TE).
yxW (wYX), xyW (wXY), phyxW, phxyW	Pesi (0–1) delle resistività apparenti e delle fasi delle modalità YX e XY.
X_XR, X_XI, Y_YR, Y_YI, X_YR, X_YI, Y_XR, Y_XI	Parti reale e immaginaria delle componenti d'impedenza Z_{xx} , Z_{yy} , Z_{xy} , Z_{yx} .
TYR, TYI, wTYR, wTYI	Componente del tipper T_{zy} e relativo peso.
TXR, TXI, wTXR, wTXI	Componente del tipper T_{zx} e relativo peso.
hhyr, hhyi	Funzione di trasferimento magnetico orizzontale (HMT), parti reale e immaginaria.
text	Nome della stazione. Le righe con gli stessi valori di X, Y, Z e lo stesso nome appartengono alla medesima stazione.

La riga viene ignorata solo se non contiene alcun valore supportato (in precedenza venivano scartate per errore le righe contenenti solo impedenza o tipper, senza ρ e ϕ).

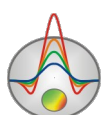
File Phoenix csv

Separatore: punto e virgola o spazio. Le colonne vengono riconosciute dall'intestazione: StId o StationId (nome della stazione), Latitude, Longitude (in gradi, convertite in UTM), Frequency (Hz), RhoMagnitude ($\Omega \cdot m$), Phase (gradi) e le colonne degli errori, il cui nome contiene Error (RhoMagnitude...Error, Phase...Error). Sono obbligatorie Frequency, RhoMagnitude e Phase. L'errore della resistività viene convertito in peso in base alla deviazione su scala logaritmica; l'errore di fase, in base alla deviazione assoluta in gradi.

Impedenza, resistività apparente e rotazione

Nel programma si assume che l'asse X del sistema di coordinate dei dati sia diretto lungo la direzione di strike e l'asse Y lungo il profilo. La componente Z_{xy} corrisponde alla modalità TE, Z_{yx} alla modalità TM. Nelle colonne della tabella intermedia e nei menu, la modalità TM è indicata come YX e la modalità TE come XY.

La fase si calcola tramite l'arcotangente del rapporto tra la parte immaginaria e quella reale e rientra nell'intervallo $-90 \dots +90^\circ$. Per dati normali, entrambe le modalità hanno fasi comprese tra 0 e 90° . Se la fase si trova in un altro quadrante (ad esempio, a causa del segno opposto di Z_{yx} o di particolarità dell'elaborazione), la si può riportare nell'intervallo $0-90^\circ$ con le voci



Operations/TM correct phases (0..90) e TE correct phases (0..90) del modulo MT Editor oppure modificando la fase nel modulo AK MT-Corrector.

La rotazione del tensore di un angolo α in senso orario (voce Options/Operations/Rotate dataset della finestra principale o rotazione nel modulo MT Editor; entrambe aprono la finestra di dialogo Rotation settings, che propone per impostazione predefinita un angolo pari all'azimut del profilo meno 90°) viene eseguita secondo la formula $Z' = R \cdot Z \cdot R^T$, $R = [\cos \alpha, \sin \alpha; -\sin \alpha, \cos \alpha]$; il tipper viene ruotato come un vettore: $T_x' = T_x \cdot \cos \alpha + T_y \cdot \sin \alpha$, $T_y' = -T_x \cdot \sin \alpha + T_y \cdot \cos \alpha$. Gli errori della resistività apparente e della fase vengono ricalcolati come somme pesate degli errori delle componenti originali (con pesi $\cos^2 \alpha$ e $\sin^2 \alpha$). Vengono ruotate solo le frequenze comprese nell'intervallo Min frq – Max frq della scheda Options e solo le stazioni per le quali sono note tutte e quattro le componenti dell'impedenza; se manca anche una sola componente, i dati di quella frequenza vengono considerati assenti dopo la rotazione. Dopo la rotazione, l'angolo viene memorizzato nei dati della stazione; la modalità di rotazione «verso zero» ruota i dati dell'angolo opposto a quello memorizzato e lo azzerà.

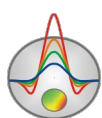
Correzioni: nella funzione di rotazione per un angolo specificato, il ricalcolo dell'errore della modalità YX utilizzava il peso della modalità XY; quando si ruotava un gruppo di stazioni, veniva elaborata la stazione sbagliata; la funzione di determinazione dell'angolo in base all'impedenza poteva restituire un valore non definito in presenza di componenti nulle.

Preparazione dei dati per l'inversione

L'elaborazione dei dati magnetotellurici è suddivisa in tre fasi: visualizzazione e modifica delle serie temporali dei campi elettromagnetici registrati, determinazione delle funzioni di trasferimento e post-elaborazione. Le prime due fasi sono in genere implementate nel software fornito con la strumentazione MT. In **ZondMT2D** è disponibile una serie di strumenti necessari per la post-elaborazione.

La post-elaborazione (ultima fase della preparazione dei dati per l'inversione) comprende le seguenti procedure, secondo necessità: visualizzazione, valutazione della qualità, modifica e smoothing delle funzioni di trasferimento, costruzione di diagrammi polari dell'impedenza, rotazione del tensore d'impedenza e soppressione dell'effetto dello static shift.

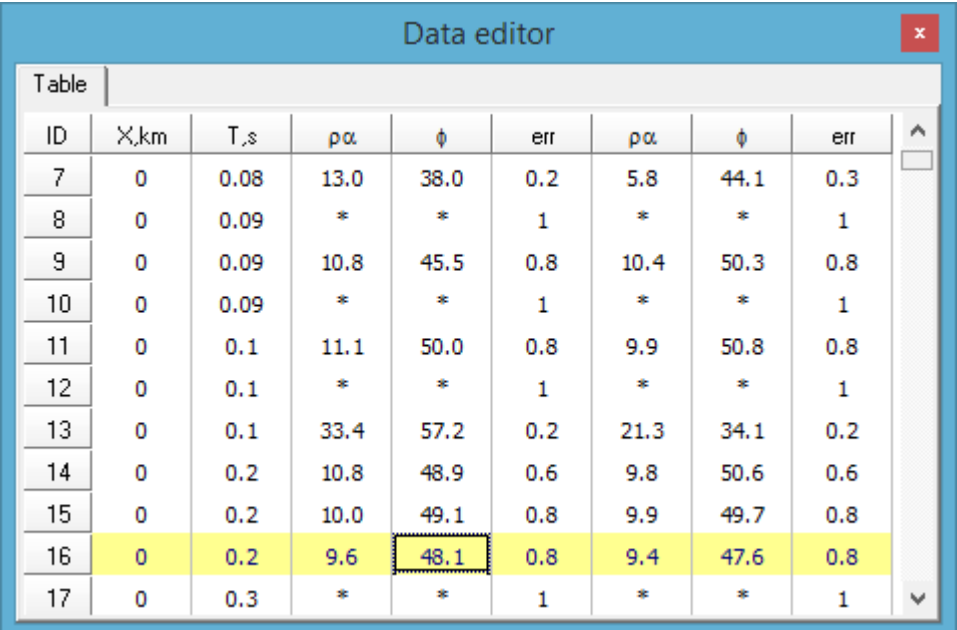
Le procedure descritte sono implementate nel programma come funzioni separate, utilizzabili durante il lavoro, e sono incluse nel [modulo per il controllo della qualità e la modifica dei dati MT Editor](#), che raccoglie in un'unica finestra un insieme completo di strumenti per la post-elaborazione dei dati MT.



Modifica dei risultati delle misure

Editor delle misure

La visualizzazione e la modifica in formato tabellare dei valori di resistività apparente, fase e peso di una singola misura si eseguono con l'editor delle misure. L'editor delle misure si apre dalla scheda **Options/Data Editor** oppure facendo clic sul pulsante  sulla barra degli strumenti. La scheda contiene una tabella che consente di modificare i parametri di ogni misura (vedere la figura).

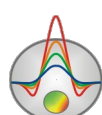


ID	X,km	T,s	$\rho\alpha$	ϕ	err	$\rho\alpha$	ϕ	err
7	0	0.08	13.0	38.0	0.2	5.8	44.1	0.3
8	0	0.09	*	*	1	*	*	1
9	0	0.09	10.8	45.5	0.8	10.4	50.3	0.8
10	0	0.09	*	*	1	*	*	1
11	0	0.1	11.1	50.0	0.8	9.9	50.8	0.8
12	0	0.1	*	*	1	*	*	1
13	0	0.1	33.4	57.2	0.2	21.3	34.1	0.2
14	0	0.2	10.8	48.9	0.6	9.8	50.6	0.6
15	0	0.2	10.0	49.1	0.8	9.9	49.7	0.8
16	0	0.2	9.6	48.1	0.8	9.4	47.6	0.8
17	0	0.3	*	*	1	*	*	1

Fig. 4 Tabella dell'editor delle misure

La tabella contiene 9 colonne:

ID	Indice della misura
X,km	Posizione della stazione.
T,s	Periodo della misura.
$\rho\alpha$	Valore della resistività apparente misurata per la polarizzazione magnetica.
ϕ	Valore della fase d'impedenza misurata per la polarizzazione magnetica
Weight	Peso della misura per la polarizzazione magnetica.
$\rho\alpha$	Valore della resistività apparente misurata per la polarizzazione elettrica.
ϕ	Valore della fase d'impedenza misurata per la polarizzazione elettrica
Weight	Peso della misura per la polarizzazione elettrica.

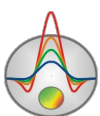


Se necessario, le ultime sei colonne si possono modificare con la tastiera. Non si devono inserire valori assurdi per la resistività apparente o la fase. I pesi delle misure sono compresi nell'intervallo da 0 a 1.

Quando si sposta il cursore nella tabella, la posizione della misura attiva viene visualizzata sulla pseudosezione o sul piano dei grafici.

Finestra di dialogo per la visualizzazione e la modifica delle curve di sondaggio (Sounding curves)

La finestra di dialogo per la visualizzazione delle curve di sondaggio si apre facendo clic sul pulsante  sulla barra degli strumenti della finestra principale del programma (Fig. 5). La finestra di dialogo consente di visualizzare le curve di sondaggio misurate e calcolate per le modalità TM e TE di ogni stazione. Consente inoltre di visualizzare i risultati del problema diretto 1D per il modello locale della stazione attiva.



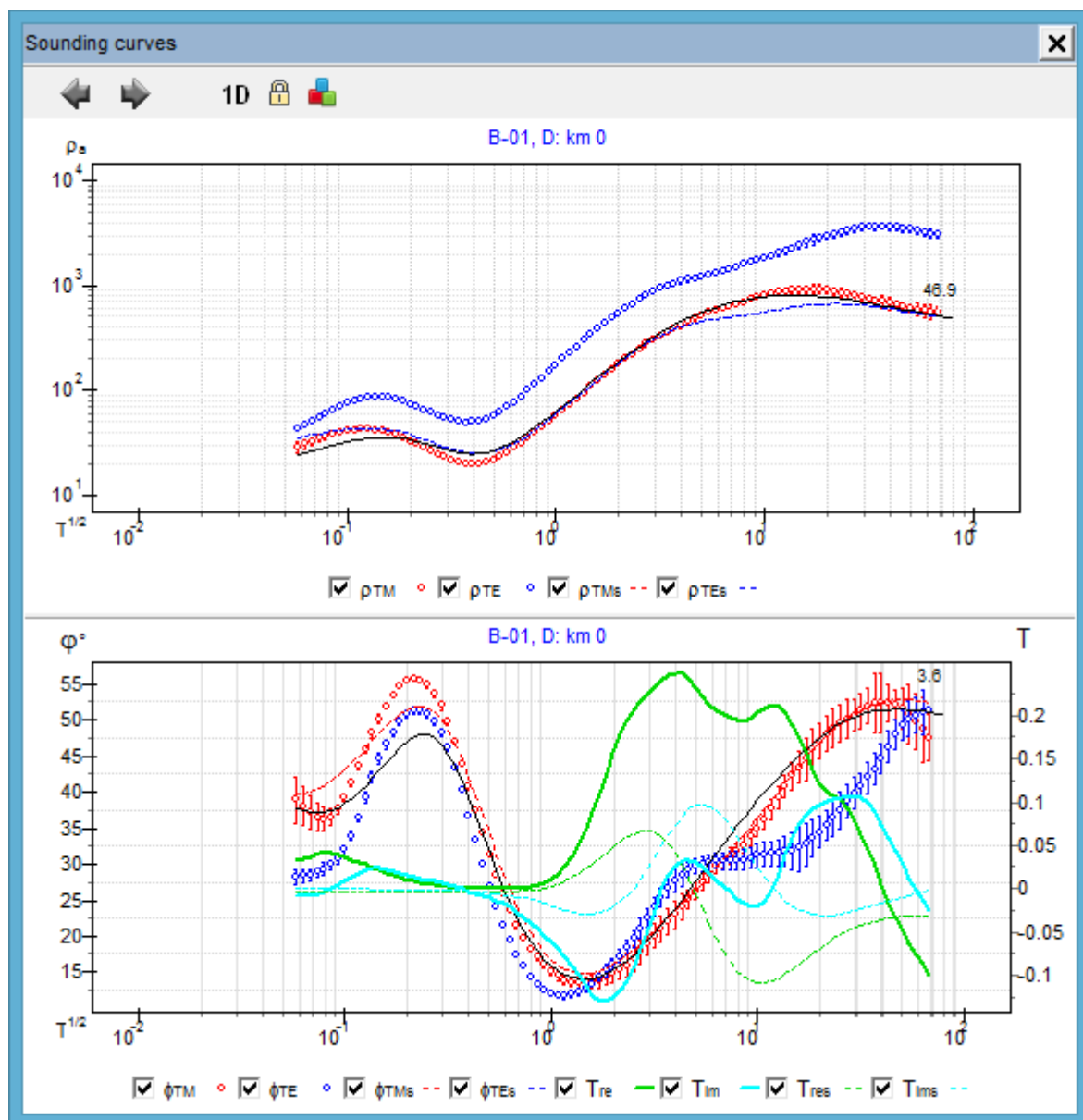
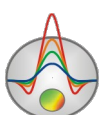


Fig. 5 Finestra di dialogo per la visualizzazione e la modifica delle curve di sondaggio
Sounding curves

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

	Passa alla visualizzazione delle curve di sondaggio della stazione precedente
	Passa alla visualizzazione delle curve di sondaggio della stazione successiva
1D	Calcola il problema diretto 1D in questa stazione per il modello locale (modello stratificato unidimensionale direttamente sotto la stazione). Questa modellazione può essere utile quando occorre valutare il grado di bidimensionalità del mezzo. Talvolta aiuta a determinare se la fase è stata assegnata correttamente (nel quadrante giusto).

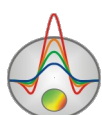


	Blocca i valori minimo e massimo degli assi. Dopo il blocco, i limiti degli assi non cambiano passando da una stazione all'altra. È inoltre possibile impostare i limiti degli assi nella finestra di dialogo per la configurazione dei parametri degli assi.
	Apri l'elenco delle opzioni aggiuntive.

Le opzioni aggiuntive sono:

Invert this station	Imposta se utilizzare questa stazione nell'inversione. Se la stazione presenta una componente di rumore intensa, la si può escludere dall'inversione.
With static shift	Disegnare la curva teorica della resistività apparente tenendo conto del valore stimato dello spostamento statico. Questa opzione è necessaria per visualizzare le curve dopo l'inversione, nel caso in cui questa sia stata eseguita stimando l'effetto statico di ciascuna curva.
BI-logarithmic	Impostare la scala bilogaritmica.
Phase axis [0-90]	Impostare l'intervallo dei valori di fase da 0 a 90.
Error gates	Visualizzare gli intervalli di confidenza.
Remove mode	Attivare la modalità di eliminazione dei punti delle curve.
Select mode	Attivare la modalità di selezione dei punti delle curve.
Coupling app.res and phs	Eseguire le operazioni contemporaneamente sulla resistività e sulla fase (quando si seleziona o si elimina un punto su una curva, il punto corrispondente viene selezionato o eliminato anche sull'altra curva).
Original data	Ripristinare i dati originali della stazione corrente.

Come si può vedere dall'elenco delle opzioni aggiuntive, la finestra consente anche di modificare i dati. A tale scopo si utilizza uno strumento a forma di cerchio. Per richiamarlo, è necessario attivare l'opzione **Select mode** (per la selezione) oppure **Remove mode** (per l'eliminazione). Il raggio del cerchio si regola con la rotellina del mouse. Il cerchio consente di eliminare un punto (pulsante centrale), aumentare (pulsante destro) e diminuire (pulsante sinistro) il peso del punto nell'inversione. Il peso del punto è l'inverso della varianza delle misure e viene visualizzato nel programma sotto forma di intervalli di confidenza (barre). Più lunghe sono le barre, minore è l'influenza del punto sul modello risultante.



Per agevolare la visualizzazione, è possibile modificare gli assi verticali e orizzontali. La finestra di dialogo per la configurazione dei parametri degli assi si apre facendo clic con il pulsante destro del mouse sull'asse desiderato mentre si tiene premuto SHIFT (vedere la sezione [Editor degli assi](#)).

Modulo di controllo qualità e trattamento dei dati MT-Editor

Per il controllo della qualità e la modifica dei dati, nel programma **ZondMT2D** è stato implementato un modulo specifico, accessibile dal menu **Options/MT Editor**. Il modulo consente di eseguire tutte le principali operazioni di post-elaborazione dei dati MT.

La scheda **Data** del modulo **MT Editor** è suddivisa in due parti (nella **figura**): superiore e inferiore. Nella parte sinistra di ciascuna sono visualizzati i grafici della distribuzione del parametro selezionato lungo il profilo; nella parte destra è visualizzata la curva del parametro selezionato nel punto indicato nei grafici dalla linea verticale rossa tratteggiata. I parametri visualizzati nelle parti superiore e inferiore della finestra si selezionano rispettivamente con i pulsanti **P1** e **P2**.

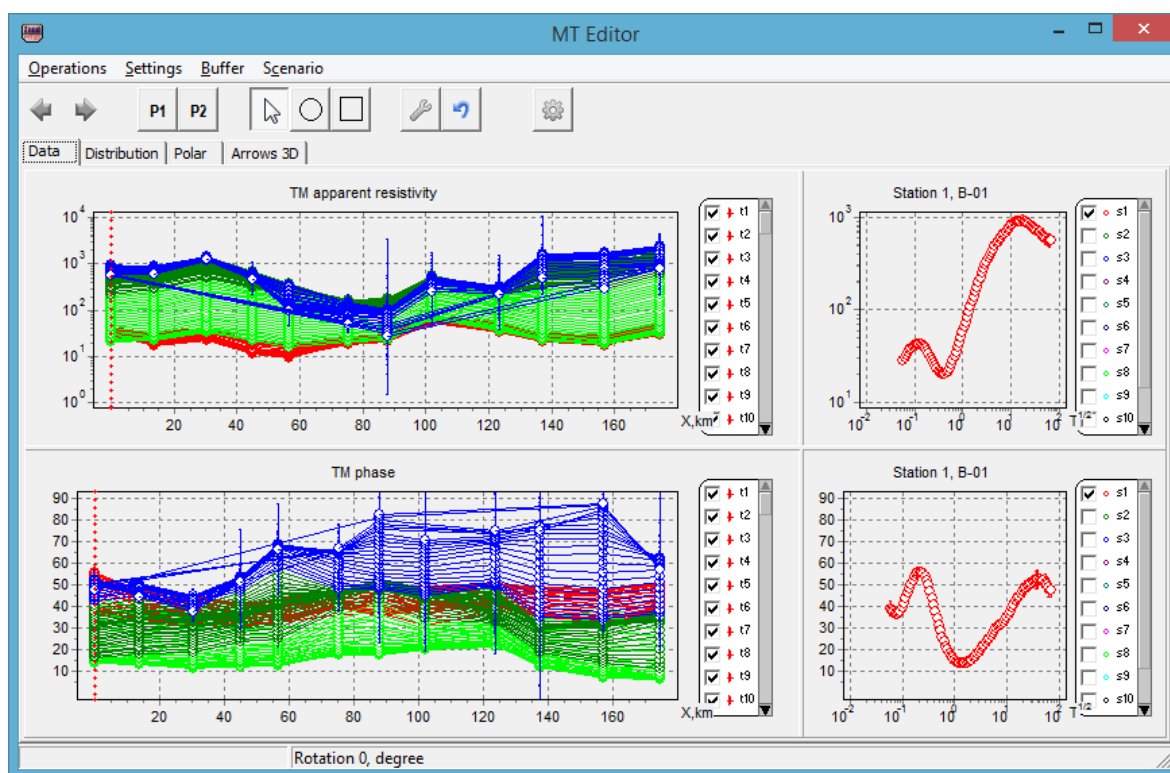
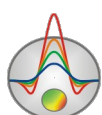


Fig. 6 Finestra principale della scheda Data del modulo MT Editor



Nell'esempio riportato in Fig. 6, nella parte superiore della finestra sono visualizzati i grafici della resistività apparente della modalità TM lungo il profilo. Ogni grafico corrisponde a una frequenza specifica. L'elenco dei grafici si trova nella parte destra della finestra e consente di disattivare o aggiungere i grafici delle frequenze desiderate. La linea verticale rossa indica il punto corrente, per il quale nella parte destra della finestra è visualizzata la curva della resistività apparente. L'elenco dei punti nella parte destra della finestra del grafico della curva consente di visualizzare i grafici di altri punti selezionati. Per spostarsi tra i punti del profilo, si possono usare i pulsanti  e  oppure fare clic direttamente sul punto desiderato nel grafico.

Il tipo di dati si imposta con i pulsanti P1 e P2, rispettivamente per la sezione superiore e quella inferiore (Fig. 7). È possibile selezionare la resistività apparente e la fase per entrambe le modalità, le componenti del tipper oppure il parametro di tridimensionalità SKEW (necessario per valutare il valore soglia dell'opzione norm by skew).

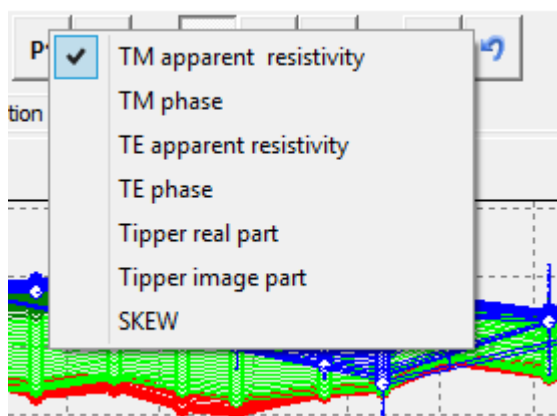


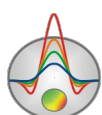
Fig. 7 Finestra di dialogo per la selezione dei parametri da visualizzare

La visualizzazione degli intervalli di confidenza si attiva con l'opzione **Settings/Display gates**.

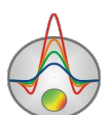
Il menu principale della finestra contiene le seguenti funzioni:

Le altre operazioni di modifica si eseguono tramite le voci del menu **Operations**:

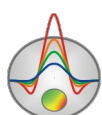
Return to start data	Ripristinare i dati precedenti all'inizio della sessione di modifica
Remove selection	Deselezionare tutti i dati
Smoothing data/TM joint smoothing	Eseguire lo smoothing dei dati della modalità TM. Lo smoothing viene eseguito simultaneamente sulla resistività apparente e sulla fase ed è basato sulle relazioni di dispersione del secondo tipo.
Smoothing data/TE joint smoothing	Eseguire lo smoothing dei dati della modalità TE. Lo smoothing viene eseguito simultaneamente sulla resistività apparente e sulla fase ed è



	basato sulle relazioni di dispersione del secondo tipo.
Smoothing data/TM 1D smoothing	Eseguire lo smoothing dei dati della modalità TM. Lo smoothing viene eseguito simultaneamente sulla resistività apparente e sulla fase ed è basato sull'inversione 1D non vincolata.
Smoothing data/TE 1D smoothing	Eseguire lo smoothing dei dati della modalità TE. Lo smoothing viene eseguito simultaneamente sulla resistività apparente e sulla fase ed è basato sull'inversione 1D non vincolata.
Smoothing data/TM 2D smoothing	Eseguire lo smoothing 2D dei dati della modalità TM, sopprimendo gli spostamenti statici. Lo smoothing viene eseguito simultaneamente sulla resistività apparente e sulla fase ed è basato sulle relazioni di dispersione del secondo tipo.
Smoothing data/TE 2D smoothing	Eseguire lo smoothing 2D dei dati della modalità TE, sopprimendo gli spostamenti statici. Lo smoothing viene eseguito simultaneamente sulla resistività apparente e sulla fase ed è basato sulle relazioni di dispersione del secondo tipo.
Smoothing data/Apply shifts only	Sopprimere gli spostamenti statici senza eseguire lo smoothing, durante lo smoothing 2D.
Smoothing data/Use correlation	Utilizzare un criterio aggiuntivo di correlazione tra curve adiacenti durante lo smoothing 2D.
Recalc current spline	Ricalcolare lo spline corrente tenendo conto delle misure scartate (punti selezionati). Funziona nella modalità Background data: 1D inversion/splines.
Build w_spline	Ricalcolare lo spline corrente nella finestra tenendo conto delle misure scartate (punti selezionati). Per finestra si intendono tutte le curve di sondaggio selezionate nella sezione superiore. In genere lo spline nella finestra è necessario per le «curve brevi», poiché consente di tenere conto delle caratteristiche delle stazioni adiacenti. Funziona nella modalità Background data: splines.
Smooth and deselect	Mediare i dati selezionati (punti scartati) con lo spline e deselezionarli. Questa opzione è utile per correggere forti scostamenti dalla curva.
Show splines only	Visualizzare solo gli spline delle stazioni adiacenti. Se si elaborano i dati in sequenza, stazione per stazione, consente di basarsi visivamente sui dati già elaborati per scartare i punti durante il calcolo dello spline della nuova stazione.



Set as reference spline	Impostare la spline corrente come spline di riferimento. La spline di riferimento viene visualizzata in ogni stazione con una linea rossa spessa. Ad esempio, si può usare come spline di riferimento la spline nella finestra relativa a una determinata porzione del profilo.
Apply data errors	Indica al programma se utilizzare i dati sugli errori di misura durante la costruzione della spline.
P1 remove hidden	Eliminare i dati dei grafici nascosti nella sezione superiore del profilo. Ad esempio, se è necessario eliminare i dati relativi ad alcuni periodi.
P2 remove hidden	Eliminare i dati dei grafici nascosti nella sezione inferiore del profilo. Ad esempio, se è necessario eliminare i dati relativi ad alcuni periodi.
TM correct phases (0..90)	Riportare la fase TM nel primo quadrante 0-90
TE correct phases (0..90)	Riportare la fase TE nel primo quadrante 0-90
TM suppress shifts	Attenuare gli shift galvanici dei dati del modo TM mediante un approccio statistico.
TE suppress shifts	Attenuare gli shift galvanici dei dati del modo TE mediante un approccio statistico.
Apply inverted shifts	Applicare le correzioni delle distorsioni statiche determinate dai risultati dell'inversione 2D (dopo aver eseguito l'inversione)
Exchange TM↔TE	Sostituire i dati del modo TM con quelli del modo TE e viceversa
Rotate dataset	Ruotare i dati per ottenere i modi TM e TE reali, in funzione degli azimut del profilo e delle antenne.
Convert2impedances	Convertire i valori elaborati di resistività apparente e fase in valori di impedenza
Apply and close	Confermare tutte le modifiche e chiudere l'editor
Settings/Mode	Selezionare la modalità di modifica dei dati. Per informazioni dettagliate sulle modalità di modifica, vedere sotto.
Settings/Background data	Visualizzare grafici aggiuntivi per ogni stazione, ad esempio per confrontare i dati elaborati con quelli originali o per lavorare in modalità spline. Per ulteriori informazioni, vedere sotto.
Settings/Graphics	Opzioni per configurare i grafici principali e aggiuntivi in tutte e quattro le sezioni della finestra.
Settings/Multigraphics	Modalità di selezione dei grafici quando si passa da una stazione



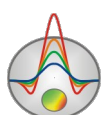
mode	all'altra. Se durante l'elaborazione è utile mantenere fisso un determinato insieme di stazioni, selezionare questa modalità. In caso contrario, l'insieme dei grafici cambierà passando da una stazione all'altra.
Settings/Correlation as color	Mostrare con il colore dei punti la correlazione con le stazioni vicine. Azzurro – correlazione massima, bianco – correlazione minima.
Settings/Save axes	Mantenere le impostazioni degli assi quando si passa da un tipo di dati all'altro.
Settings/Coupled selection	Modalità di selezione collegata di resistività apparenti e fasi. Disattivando questa modalità, i dati possono essere selezionati separatamente.
Settings/Display error gates	Mostrare gli intervalli di confidenza dei dati.
Settings/BiLog plots x:y=1:1	Impostare una scala logaritmica uguale per gli assi verticale e orizzontale nelle sezioni destra, superiore e inferiore.
Buffer	Salvare i risultati intermedi dell'elaborazione dei dati in una cella del buffer oppure caricare da essa i dati elaborati.
Scenario/Noisy data Dinv	Script per preparare all'inversione delle impedenze effettive i dati fortemente rumorosi.
Scenario/Smooth add comps	Script per smussare le componenti aggiuntive XX/YY e il tipper. È utile smussare le componenti aggiuntive prima della rotazione. Lo smoothing si basa sulle relazioni di dispersione del primo tipo.

Con le opzioni del menu **Settings/Background data** si possono visualizzare anche i grafici dei dati originali (prima della modifica) – **Original data**, dei dati 2D calcolati – **Calculated data**, dei dati sintetici ottenuti dai risultati dell'inversione 1D – **1D inversion** oppure delle cosiddette «spline» - **Splines**. Le ultime due modalità richiedono un calcolo preliminare, che può richiedere molto tempo in presenza di un numero elevato di stazioni, e attivano una modalità di elaborazione speciale.

I parametri delle linee e dei punti si configurano con le opzioni del menu **Settings/Graphics**.

Per selezionare i punti da modificare sulle curve e sui grafici, si utilizzano gli strumenti  o , con il pulsante destro o sinistro del mouse. La modalità di modifica si seleziona con l'opzione di menu Settings/Mode oppure con :

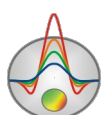
Select/deselect	Modalità di selezione o deselection dei dati
-----------------	--



Edit points	Modalità di modifica dei dati con il mouse
Shift curve	Modalità di traslazione parallela delle curve di resistività apparente. La curva si seleziona con lo strumento attivo 
Shift selected	Modalità di traslazione parallela della parte selezionata delle curve di resistività apparente.
Edit error gates	Modalità di modifica degli intervalli di confidenza dei dati. Si utilizzano i pulsanti destro e sinistro del mouse.
Remove points	Modalità di eliminazione dei dati
Smooth points	Modalità di smoothing dei dati che ricadono nell'area del cursore.
Interpolate	Modalità di interpolazione dei dati che ricadono nell'area del cursore. I dati nell'area del cursore vengono sostituiti dal risultato dell'interpolazione spline degli altri dati.
Denoise	Modalità di rimozione della componente ad alta frequenza dai dati che ricadono nell'area del cursore.

Facendo clic con il pulsante destro del mouse su una delle quattro sezioni della finestra, si apre un menu contestuale con le funzioni seguenti:

Return to start data	Ripristinare i dati precedenti all'inizio della sessione di modifica
Select all	Selezionare tutti i dati della sezione della finestra.
Deselect all	Deselezionare tutti i dati della sezione della finestra.
Phase correction	Se la sezione contiene dati di fase dell'impedenza, questa procedura li riporta nel primo quadrante (0:90 gradi).
Smooth data	Smussare tutti i dati della sezione della finestra.
Denoise data	Rimuovere la componente ad alta frequenza da tutti i dati della sezione della finestra.
Smooth selection	Smussare tutti i dati selezionati della sezione della finestra.
Denoise selection	Rimuovere la componente ad alta frequenza da tutti i dati selezionati della sezione della finestra.
Exchange TM↔TE	Scambiare i dati dei modi TM e TE.
Static shift to level	Se la sezione contiene dati di resistività apparente, questa procedura consente di selezionare il periodo (level) a cui traslare le curve di resistività apparente per attenuare l'effetto degli shift galvanici. Il periodo a cui traslare le curve e il grado di smoothing si selezionano



nella finestra di dialogo e vengono visualizzati dal programma.

Queste funzioni vengono applicate direttamente ai dati della sezione della finestra in cui è stato aperto il menu.

Se non si lavora con gli invarianti del campo MT, nel modello bidimensionale il sistema di coordinate deve essere orientato secondo le direzioni longitudinale e trasversale rispetto allo strike delle strutture studiate. Se l'orientamento del profilo non soddisfa questa condizione, all'apertura del file di dati il programma visualizza un messaggio che segnala la possibile necessità di ruotare il sistema di coordinate. Questa rotazione può essere necessaria anche quando si selezionano punti di dati areali per un profilo interpretativo o in presenza di significative distorsioni tridimensionali. Le valutazioni corrispondenti si basano sull'analisi dei diagrammi polari (scheda **Polar**, descritta di seguito); la rotazione del sistema di coordinate si esegue tramite l'opzione **Operations/ Rotate dataset**. I parametri di rotazione si impostano nella finestra di dialogo che si apre.

Nella scheda **Rotation** si può impostare l'angolo di rotazione; per impostazione predefinita, il programma propone l'angolo corrispondente alle direzioni in cui le componenti del campo sono parallele e perpendicolari alla linea del profilo.

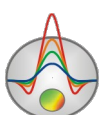
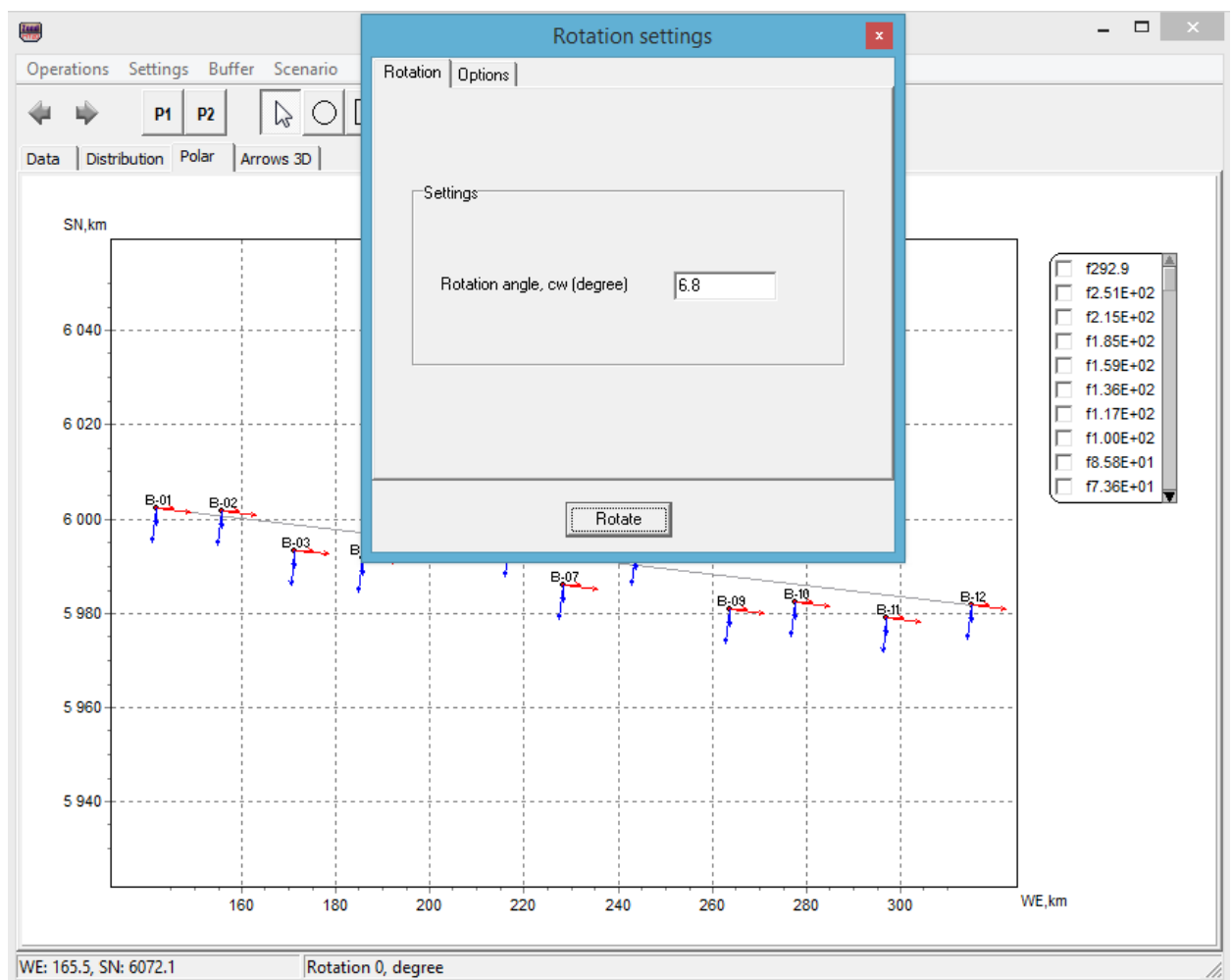


Fig. 8 Finestra di dialogo Rotate dataset, scheda Rotation

Nella scheda **Options** si seleziona l'intervallo di frequenze per il quale eseguire la rotazione con i parametri impostati.

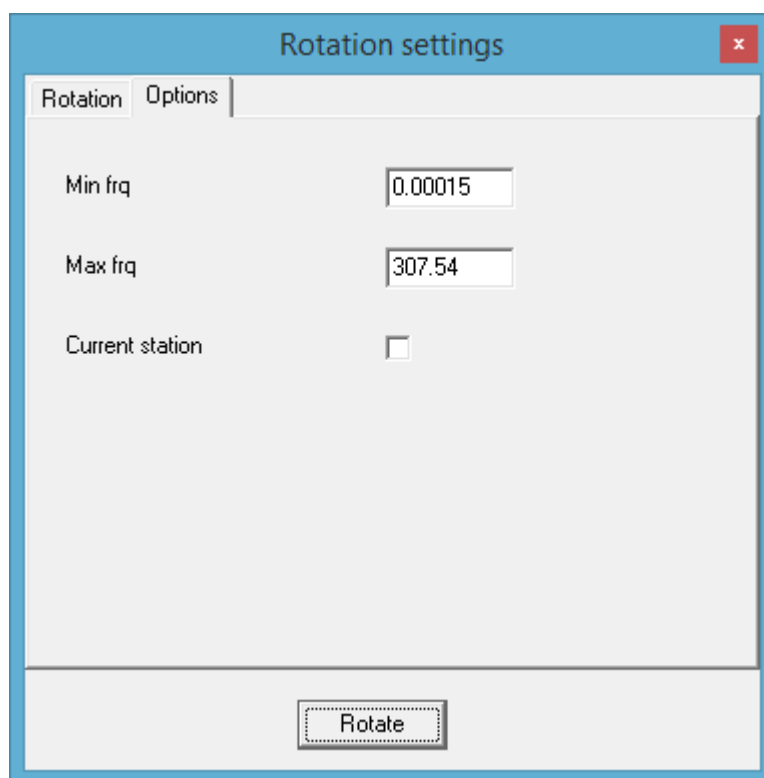
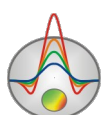


Fig. 9 Finestra di dialogo Rotate dataset, scheda Options

L'opzione *Current station* indica al programma di ruotare solo la stazione corrente.

La scheda **Distribution** consente di valutare comodamente la distribuzione dei tipi di dati in funzione della frequenza (Fig. 10). Se a una determinata frequenza i dati sono pochi, è possibile eliminare i dati corrispondenti a tale frequenza, accelerando così il processo di inversione ed eventualmente evitando ulteriori errori. Ogni gruppo di barre di colori diversi corrisponde a un numero di periodo (frequenza). Ogni colore corrisponde al parametro indicato nella legenda sul lato destro della finestra. Per eliminare i dati relativi alla frequenza selezionata, si usa il menu che si apre facendo clic con il pulsante destro del mouse sulla barra corrispondente.



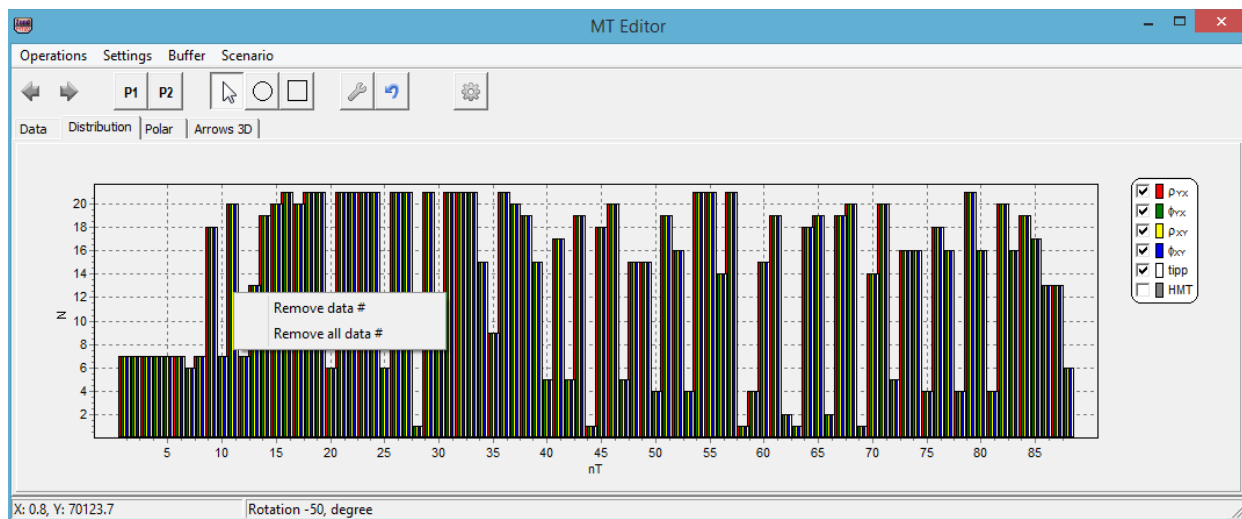
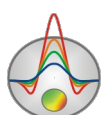


Fig. 10 Scheda Distribution del modulo MT Editor

La scheda **Polar** (Fig. 11) serve a costruire diagrammi polari del tensore di impedenza e del tensore di fase, necessari per determinare la dimensionalità dell'ambiente studiato, la necessità di ruotare il sistema di coordinate, separare gli effetti regionali da quelli locali e così via. I diagrammi polari vengono costruiti per ogni punto e per ogni frequenza. Le diverse frequenze sono visualizzate nei diagrammi con colori diversi, come indicato nell'elenco sul lato sinistro della finestra (se necessario, le frequenze possono essere disattivate e riattivate).

Il menu per selezionare i parametri da visualizzare nella scheda **Polar** si apre facendo clic con il pulsante destro del mouse nella parte superiore della finestra (nell'area dell'intestazione *Impedance diagrams* nella figura):

Impedance diagrams	Visualizza i diagrammi polari del tensore di impedenza
Phase tensor diagrams	Visualizza i diagrammi polari del tensore di fase
Show rotated	Visualizza tenendo conto dell'angolo di rotazione
Strike	Visualizza lo strike effettivo
Ind arrow Re	Visualizza le frecce d'induzione reali (tipper)
Ind arrow Im	Visualizza le frecce d'induzione immaginarie (tipper)
No norming	Non normalizzare i valori (raggio dei diagrammi)
Norming for frq	Normalizza per frequenza
Norming for frq/st	Normalizza per frequenza e porta a uno (il raggio ha lo stesso valore per tutte le frequenze)
Stations marks	Visualizza i nomi delle stazioni
frequency wnd	Imposta la dimensione della finestra di media (in 2*n periodi) per la costruzione dei diagrammi



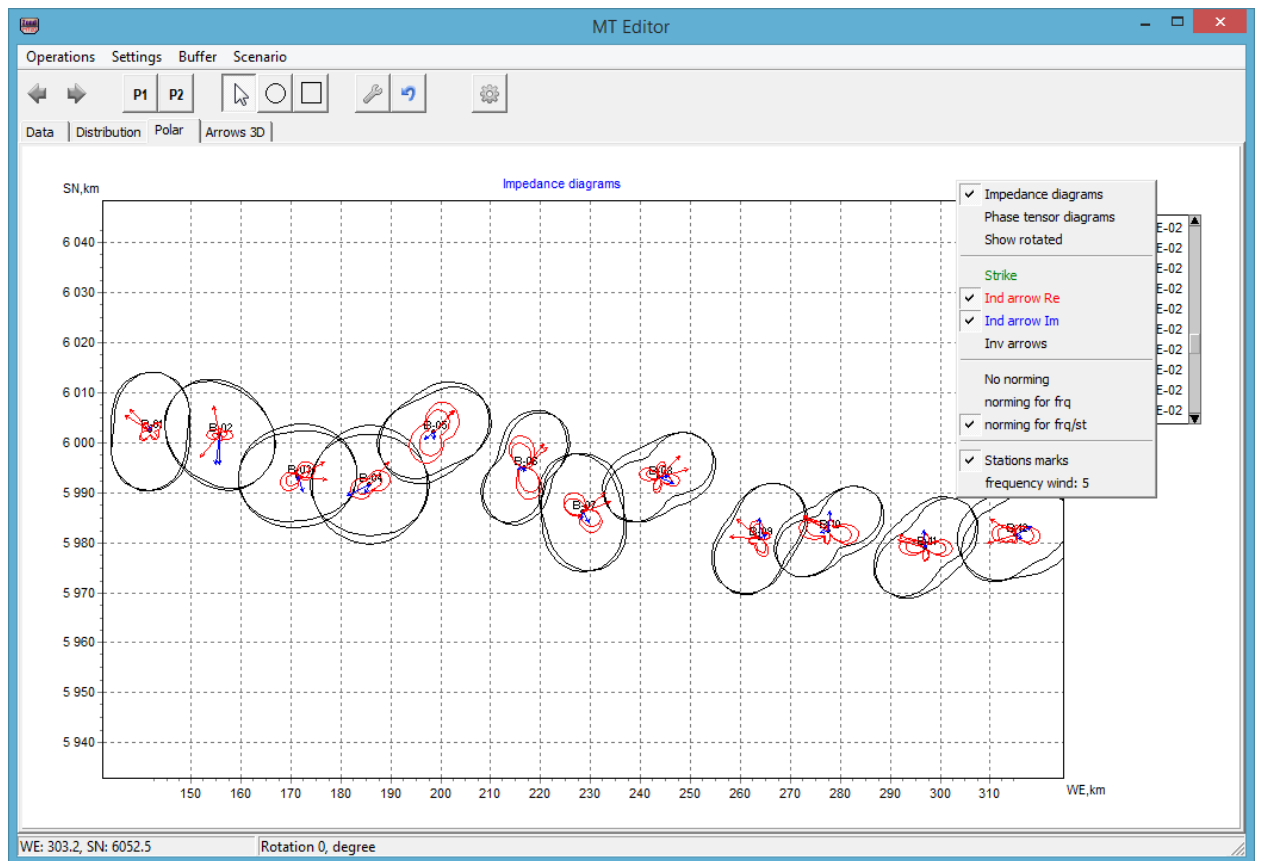
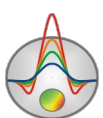


Fig. 11 Scheda Polar della finestra MT Editor

La scheda **Arrow 3D** (Fig. 12) serve a visualizzare in 3D le frecce del tipper. Questa rappresentazione aiuta a trarre conclusioni sulla presenza di strutture tridimensionali e sulla loro posizione nello spazio.



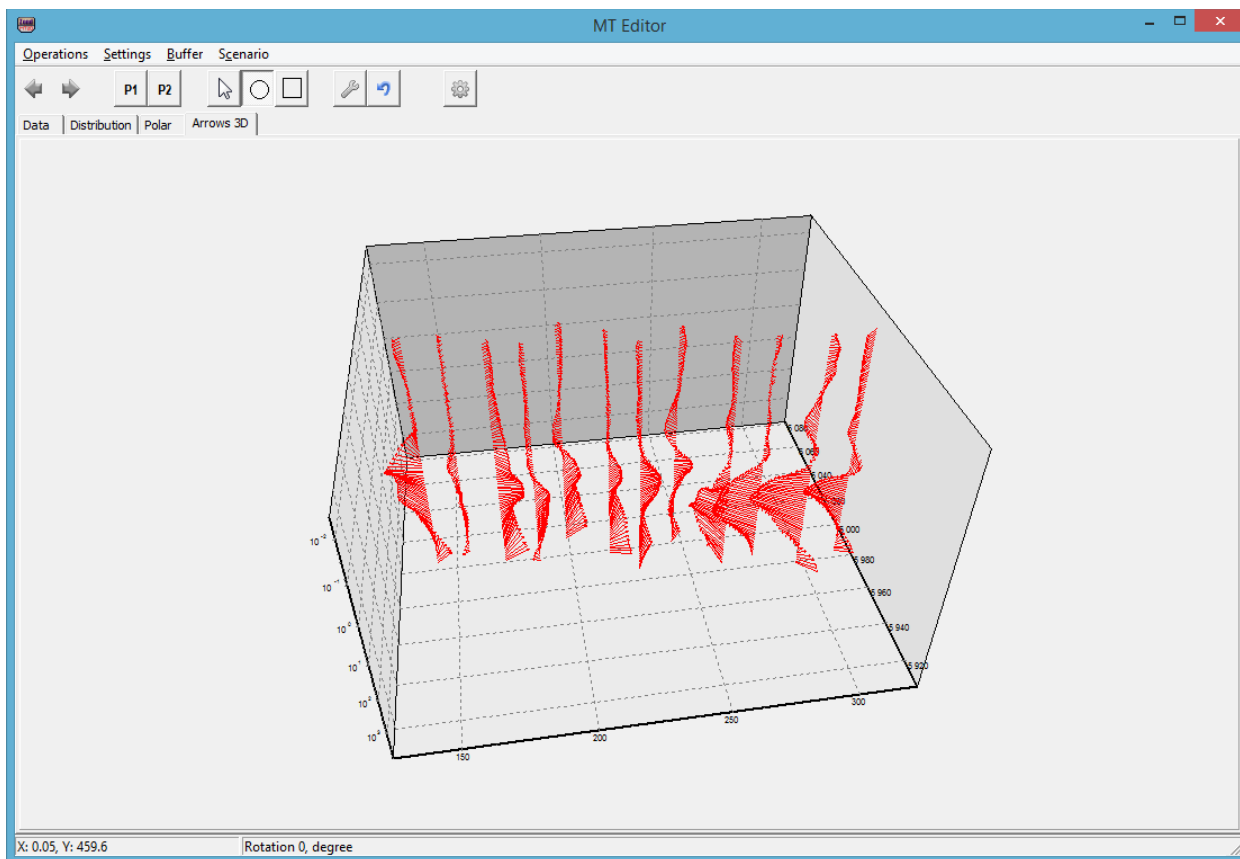


Fig. 12 Scheda Arrow 3D della finestra MT Editor

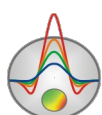
L'efficacia dei parametri di elaborazione selezionati può spesso essere valutata confrontandoli tra loro. Il programma **ZondMT2D** consente di memorizzare in un unico progetto diverse varianti di elaborazione dei dati. Ciò permette di eseguire l'inversione dei dati con parametri di elaborazione diversi all'interno dello stesso progetto, nonché di ripristinare una variante salvata o proseguire l'elaborazione da una fase salvata. I risultati dell'elaborazione dei dati si salvano tramite l'opzione **Buffer** della finestra MT Editor.

Nell'elenco a discesa si può scegliere di salvare i risultati dell'elaborazione corrente in una delle quattro celle del buffer. Se la cella selezionata contiene già dei dati (in tal caso, accanto al suo nome è visualizzato un segno di spunta), il programma chiede se si desidera caricare i dati dal buffer o sovrascriverne il contenuto con i valori correnti.

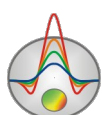
MT Editor: riferimento degli elementi non descritti sopra

Di seguito sono elencati i pulsanti, gli elenchi e le voci di menu del modulo MT Editor non inclusi nelle tabelle precedenti. I nomi delle voci di menu sono riportati così come appaiono nel programma; per i pulsanti senza etichetta, la relativa funzione è indicata tra parentesi quadre.

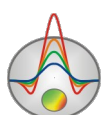
Elemento	Descrizione
[pulsante: stazione	Passa alla stazione precedente. Se è selezionata la prima stazione,



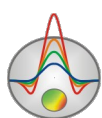
precedente]	non viene eseguito alcun passaggio.
[pulsante: stazione successiva]	Passa alla stazione successiva. Se è selezionata l'ultima stazione, non viene eseguito alcun passaggio.
[pulsante: tipo di dati della sezione superiore]	Apri il menu per selezionare il tipo di dati visualizzati nella sezione superiore. Il tipo di dati corrente è contrassegnato nel menu.
[pulsante: tipo di dati della sezione inferiore]	Apri il menu per selezionare il tipo di dati visualizzati nella sezione inferiore. Il tipo di dati corrente è contrassegnato nel menu.
[pulsante: tipo di selettore]	Apri il menu per selezionare il tipo di selettore.
[pulsante: visualizzazione degli errori]	Attiva o disattiva la visualizzazione degli error gates nei grafici. Quando si cambia l'impostazione, i grafici vengono ridisegnati.
[pulsante: impostazioni]	Apri il menu per selezionare la modalità di lavoro con i dati. Il menu contrassegna la modalità corrente e include la selezione e la deselezione, la modifica, lo spostamento della curva o della selezione, la modifica dei gates, l'eliminazione e lo smussamento dei punti, l'interpolazione e altre modalità.
[pulsante: annulla l'ultima azione]	Annulla l'ultima azione facendo clic con il pulsante sinistro del mouse; facendo clic con un altro pulsante si richiama l'operazione inversa di annullamento e ripetizione.
Phases scale	Impostare la scala delle fasi: «0:90» imposta l'intervallo da 0 a 90°, «-180:180» l'intervallo approssimativo da -180 a 180° e «auto» seleziona automaticamente l'intervallo. L'impostazione si applica alle scale delle fasi dei grafici.
Data layout	Selezionare la disposizione dei dati: «TM mode» visualizza la resistività apparente e la fase per i dati TM, «TE mode» per i dati TE, «RHOS» le resistività apparenti e «PHASES» le fasi. La disposizione viene modificata se sono disponibili i dati necessari per l'opzione selezionata.
Smoothness of spline	Impostare lo smoothing dello spline: la posizione del cursore da 0 a 10 corrisponde a un parametro di smoothing da 0,025 a 10 su scala esponenziale.
[pulsante: applicare le modifiche e passare all'inversione]	Applicare le modifiche e passare alla modalità di inversione.



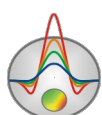
Return to start data	Ripristinare i valori dei dati e dei pesi salvati prima delle modifiche nella sessione corrente dell'editor. Dopo il ripristino, il programma aggiorna i dati di impedenza e ridisegna i grafici.
Return to original data	Ripristinare i campi dati originali dai file. Il programma ricalcola le resistività apparenti e le fasi, quindi aggiorna i dati e i grafici.
Smoothdeselect	Calcolare la media dei valori dei punti selezionati con i valori corrispondenti della linea spline corrente, quindi deselezionare i punti. L'operazione si applica ai dati spline o di inversione 1D supportati.
P2 remove hidden	Eliminare i dati corrispondenti ai grafici nascosti nell'area inferiore: i valori associati di resistività apparente vengono contrassegnati come mancanti. Usare questa opzione per escludere dagli input gli intervalli di frequenza nascosti.
TM correct phases(0..90)	Correggere automaticamente le fasi della modalità TM che non rientrano nell'intervallo 0–90°. Usare questa opzione se le componenti, le singole curve o loro parti sono al di fuori di questo intervallo.
TE correct phases(0..90)	Correggere automaticamente le fasi della modalità TE che non rientrano nell'intervallo 0–90°. Usare questa opzione se le componenti, le singole curve o loro parti sono al di fuori di questo intervallo.
TM suppress shifts	Eseguire una semplice correzione degli spostamenti statici per la modalità TM. La procedura si basa sullo smoothing lungo il profilo del livello mediano della resistività apparente.
TE suppress shifts	Eseguire una semplice correzione degli spostamenti statici: la procedura applica lo smoothing lungo il profilo del livello mediano della resistività apparente. Usarla per sopprimere gli spostamenti nei dati della modalità TE.
Apply inverted shifts	Applicare ai dati osservati di resistività apparente gli spostamenti statici calcolati dopo l'inversione. Al termine dell'elaborazione, i valori degli spostamenti vengono azzerati.
Exchange TM<=>TE	Scambiare i dati delle modalità TM e TE, i relativi pesi e gli spostamenti statici. Usare questa opzione se le modalità sono state scambiate.



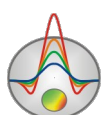
Strike diagram all	Calcolare i dati polari per tutte le stazioni.
Strike diagram station	Calcolare i dati polari per la stazione corrente.
Convert2impedances	Convertire in impedenze le resistività apparenti e le fasi elaborate, per aggiornare i dati dopo le modifiche. Se non sono disponibili dati per la componente corrispondente, il programma imposta a zero l'impedenza relativa.
Apply and close	Applicare le modifiche e chiudere la finestra. Il programma elimina quindi i dati vuoti, controlla le modalità e aggiorna la visualizzazione dei dati.
Nope	Selezionare la modalità in cui i punti nel selettore non vengono elaborati.
No data	Disattivare la visualizzazione dei dati di sfondo: cancellare le serie grafiche aggiuntive e aggiornare la visualizzazione. Nascondere inoltre il cursore e l'immagine associati a questa modalità.
P1 profile data	Aprire le impostazioni di visualizzazione dei dati del profilo nella sezione P1.
P1 plot data	Aprire le impostazioni di visualizzazione dei dati del grafico nella sezione P1.
P1 profile background	Aprire le impostazioni di visualizzazione dei dati di sfondo del profilo nella sezione P1.
P1 plot background	Aprire le impostazioni di visualizzazione dei dati di sfondo del grafico nella sezione P1.
P2 profile data	Aprire le impostazioni di visualizzazione dei dati del profilo nella sezione P2.
P2 plot data	Aprire le impostazioni di visualizzazione dei dati del grafico nella sezione P2.
P2 profile background	Aprire le impostazioni di visualizzazione dei dati di sfondo del profilo nella sezione P2.
P2 plot background	Aprire le impostazioni di visualizzazione dei dati di sfondo del grafico nella sezione P2.
Multigraphics	Aprire il sottomenu per selezionare la modalità di tracciamento delle curve nella sezione destra: Current station, Fixed pattern o Synchronized.



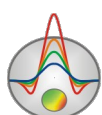
Fixed pattern	Selezionare la modalità «Fixed pattern» per la visualizzazione con più grafici. Il cambio di modalità influisce sull'impostazione della visualizzazione con più grafici.
Synchronized	Se l'opzione è attivata, lo stato delle serie attive nei grafici della prima stazione viene copiato nei grafici della seconda stazione. Usare la sincronizzazione per attivare e disattivare le serie di questi grafici in modo coerente.
Correlation as color	Se l'opzione è attivata, i dati vengono colorati in base alla correlazione: il programma calcola le matrici di correlazione e aggiorna la visualizzazione. Usare questa opzione per mostrare la correlazione tramite i colori nei grafici.
Save axes	Se l'opzione è attivata, il programma mantiene le impostazioni degli assi quando si cambia la visualizzazione dei dati. Attivarla per mantenere gli assi durante questi cambi.
Coupled selection	Se l'opzione è attivata, la selezione dei dati nei grafici di resistività apparente e fase viene eseguita congiuntamente. Usare questa opzione per collegare la selezione dei punti corrispondenti nei due grafici.
Display error gates	Se l'opzione è attivata, nei grafici vengono visualizzati i limiti di errore. Disattivarla per nascondere tali limiti.
BiLog plots x:y=1:1	Se l'opzione è attivata, nei grafici logaritmici viene impostata la stessa scala sugli assi X e Y. L'impostazione si applica ai grafici 3 e 4.
data 1	Salvare il risultato corrente nello slot data 1 oppure caricare il risultato salvato in tale slot. Se lo slot è già occupato, il programma apre una finestra di conferma: scegliendo OK si salva il risultato corrente, scegliendo Cancel si carica il risultato presente nello slot.
data 2	Salvare il risultato corrente nello slot data 2 oppure caricare il risultato salvato in tale slot. Se lo slot è già occupato, il programma apre una finestra di conferma: scegliendo OK si salva il risultato corrente, scegliendo Cancel si carica il risultato presente nello slot.
data 3	Salvare il risultato corrente nello slot data 3 oppure caricare il



	risultato salvato in tale slot. Se lo slot è già occupato, il programma apre una finestra di conferma: scegliendo OK si salva il risultato corrente, scegliendo Cancel si carica il risultato presente nello slot.
data 4	Salvare il risultato corrente nello slot data 4 oppure caricare il risultato salvato in tale slot. Se lo slot è già occupato, il programma apre una finestra di conferma: scegliendo OK si salva il risultato corrente, scegliendo Cancel si carica il risultato presente nello slot.
Scenario	Sottomenu degli scenari di elaborazione automatica: Noisy data, Dinv avvia l'elaborazione dei dati rumorosi con smoothing 1D per le modalità TM e TE e le impostazioni per l'inversione D; Smooth add comps applica lo smoothing alle componenti aggiuntive XX, YY e al tipper.
Noisy data, Dinv	Avviare l'elaborazione dei dati rumorosi con smoothing 1D per le modalità TM e TE e le impostazioni per l'inversione D.
Smooth add comps	Applicare lo smoothing alle componenti aggiuntive XX, YY e al tipper per tutte le stazioni. Al termine dell'elaborazione, il programma ricalcola i dati polari e ne aggiorna la visualizzazione.
TM apparent resistivity	Selezionare la visualizzazione della resistività apparente per TM. Se i dati necessari per i grafici corrispondenti sono disponibili, il programma cambia il tipo di dati visualizzati e aggiorna i grafici.
TM phase	Selezionare la visualizzazione della fase per TM. Se questo tipo di dati non è ancora selezionato per i grafici corrispondenti, il programma cambia il tipo di dati visualizzati e aggiorna i grafici.
TE apparent resistivity	Passare alla visualizzazione della resistività apparente della modalità TE per la sezione corrente. Se la visualizzazione della correlazione è attiva, ricalcolare le matrici di correlazione, quindi aggiornare i grafici.
TE phase	Passare alla visualizzazione della fase della modalità TE per la sezione corrente. Se la visualizzazione della correlazione è attiva, ricalcolare le matrici di correlazione, quindi aggiornare i grafici.
Tipper real part	Passare alla visualizzazione della componente reale del tipper per la sezione corrente. Se la visualizzazione della correlazione è



	attiva, ricalcolare le matrici di correlazione, quindi aggiornare i grafici.
Tipper image part	Passare alla visualizzazione della componente immaginaria del tipper per la sezione corrente. Se la visualizzazione della correlazione è attiva, ricalcolare le matrici di correlazione, quindi aggiornare i grafici.
HMT real part	Passare alla visualizzazione della componente reale di HMT per la sezione corrente. Se la visualizzazione della correlazione è attiva, ricalcolare le matrici di correlazione, quindi aggiornare i grafici.
HMT image part	Passare alla visualizzazione della componente immaginaria di HMT per la sezione corrente. Se la visualizzazione della correlazione è attiva, ricalcolare le matrici di correlazione, quindi aggiornare i grafici.
Nope	Disattivare le modalità di modifica dei dati impostando la modalità su «nessuna» (valore -1).
Remove selected	Eliminare i punti selezionati visualizzati nella sezione corrente. Nei grafici che mostrano più stazioni, il comando può elaborare i punti selezionati lungo l'intero profilo.
Exchange TM<=>TE	Scambiare i dati delle modalità TM e TE. Il comando scambia anche gli offset corrispondenti; utilizzarlo se le modalità sono state invertite.
Constrict to selected	Eseguire la correzione statica degli offset sui dati selezionati. I valori selezionati di resistività apparente vengono smussati lungo il profilo, quindi le curve delle singole stazioni vengono traslate per adattarsi ai dati smussati.
Remove data #	Eliminare, per tutte le stazioni, i dati del tipo selezionato nel punto del periodo in cui è stato aperto il menu contestuale. Per una serie che contiene entrambe le componenti, vengono eliminati i dati di entrambe.
Remove all data #	Eliminare tutti i dati, per tutte le stazioni, nel punto del periodo in cui è stato aperto il menu contestuale. Il comando cancella i valori di tutte le otto componenti dei dati visualizzate.
Inv arrows	Se l'opzione è attiva, le frecce del tipper sono rivolte verso

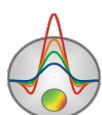


	l'interno. Modificando l'opzione, si aggiorna il grafico di polarizzazione.
Set frq window	Impostare la finestra delle frequenze tramite la finestra di dialogo «Set frequency window». Se si immette un unico valore numerico, questo viene impostato come limite inferiore della finestra; con qualsiasi altro formato di immissione, il limite viene azzerato.
Circle	Selezionare la modalità di disegno dei cerchi per gli strumenti grafici e attivare tali strumenti. Questa modalità disattiva il disegno dei rettangoli.
Rectangle	Selezionare la modalità di disegno dei rettangoli per gli strumenti grafici e attivare tali strumenti. Questa modalità disattiva il disegno dei cerchi.

Accelerazione. L'algoritmo per la costruzione della dipendenza complessa di approssimazione (elaborazione spline e smoothing 1D) è stato riscritto: il nucleo della trasformazione integrale per ogni coppia di frequenze viene calcolato una sola volta e memorizzato nella cache; la matrice normale viene assemblata mediante operazioni vettoriali SSE2. Per una stazione con 40 frequenze, il fitting richiede 0,019 s invece di 0,092 s; con 80 frequenze, 0,033 s invece di 0,224 s (scostamento dei risultati non superiore a $3 \cdot 10^{-14}$). Gli ordinamenti degli array (a bolle) sono stati sostituiti con un ordinamento per fusione stabile.

Finestra di dialogo Rotate dataset

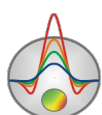
Elemento	Descrizione
Rotate	Confermare le impostazioni di rotazione e chiudere la finestra. Dopo la conferma, il programma può applicare ai dati i parametri di rotazione selezionati.
Smooth angles	Se l'opzione è attiva, il relativo stato viene passato come parametro dell'operazione di rotazione.
Use reference angle	Se l'opzione è attiva, il programma acquisisce l'angolo per il metodo di rotazione selezionato; se è disattivata, l'angolo viene indicato come non definito.
Type	Per «User angle» viene visualizzato un gruppo di impostazioni, per le altre opzioni ne viene visualizzato un altro.
Rotation angle, cw (degree)	Angolo di rotazione in senso orario, in gradi. Per impostazione



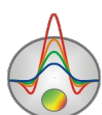
	predefinita viene proposto l'azimut del profilo meno 90°. Nello schema, le frecce rosse indicano la direzione dell'asse X e quelle blu la direzione dell'asse Y per ogni stazione.
Current station	Se l'opzione è attiva, la rotazione viene eseguita solo per la stazione corrente e lo schema delle direzioni viene visualizzato solo per tale stazione.
Min frq	Impostare il limite inferiore dell'intervallo di frequenze per la rotazione; il valore è espresso in hertz ed è utilizzato come reciproco del periodo.
Max frq	Impostare il limite superiore dell'intervallo di frequenze per la rotazione; il valore è espresso in hertz ed è utilizzato come reciproco del periodo.

Finestra di dialogo Static shifts

Elemento	Descrizione
[pulsante: stazione precedente]	Passare alla stazione precedente. Dopo il passaggio, il programma aggiorna gli indici, il modello, la modellazione diretta e la visualizzazione dei dati correlati; se la stazione corrente è già la prima, il passaggio non viene eseguito.
[pulsante: stazione successiva]	Passare alla stazione successiva. Dopo il passaggio, il programma aggiorna gli indici, il modello, la modellazione diretta e la visualizzazione dei dati correlati; se la stazione corrente è già l'ultima, il passaggio non viene eseguito.
[pulsante: avvio dell'inversione]	Avviare l'inversione per la stazione corrente, considerando le curve attive nei grafici e i dati TDEM/VES disponibili più vicini. La casella di controllo «Invert thicknesses» determina se vengono invertiti anche gli spessori degli strati.
[pulsante: impostazioni di inversione e correzione]	Aprire il menu delle impostazioni di inversione e correzione.
[pulsante: copia del modello 1D nella sezione 2D]	Aprire il menu dei comandi per trasferire i risultati della modellazione 1D nella sezione 2D e salvare i dati nel formato MOD1D.
Rebuild model	Ripristinare il modello iniziale, eseguire la modellazione diretta e aggiornare la visualizzazione del modello e dei dati. Utilizzare questa voce per tornare al modello iniziale.



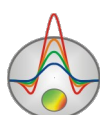
Any near TDEM/VES point	Selezionare per l'inversione congiunta i dati TDEM/VES più vicini alla stazione corrente. Dopo la selezione, il programma aggiorna il modello, la modellazione diretta e la visualizzazione dei dati.
Nearest TDEM/VES point	Per l'inversione congiunta, utilizzare solo i dati TDEM/VES più vicini alla stazione corrente. Dopo la selezione, il programma aggiorna il modello, il problema diretto e la visualizzazione dei dati.
Invert visible graphics	Se l'opzione è attivata, nell'inversione vengono utilizzate le curve visualizzate, mentre quelle nascoste vengono escluse. Questa impostazione viene generalmente applicata per correggere lo spostamento statico dei dati MT app.res.
Invert thicknesses	Se l'opzione è attivata, durante l'inversione vengono modificate sia le resistività sia gli spessori degli strati; se è disattivata, vengono invertite solo le resistività.
Apply static shift TM	Applicare lo spostamento statico alle resistività apparenti TM. Lo spostamento viene calcolato come differenza media tra i valori calcolati e quelli osservati di $\log(\text{app.res})$.
Apply static shift TE	Applicare lo spostamento statico alle resistività apparenti TE. Lo spostamento viene calcolato come differenza media tra i valori calcolati e quelli osservati di $\log(\text{app.res})$.
Phase correction TM	Eseguire la correzione delle fasi TM se si sospettano problemi nei relativi valori.
Phase correction TE	Eseguire la correzione delle fasi TE se si sospettano problemi nei relativi valori.
Auto correction	Se l'opzione è attivata, viene utilizzata la correzione automatica; se è disattivata, viene eseguita un'elaborazione aggiuntiva dei dati.
Insert current model to 2D	Inserire i risultati dell'inversione 1D della stazione corrente come modello 2D.
Insert all models to 2D	Inserire i risultati dell'inversione 1D di tutte le stazioni come modello 2D.
Save to MOD1D	Aprire la finestra di dialogo di salvataggio e salvare i dati di sondaggio in un file in formato MOD1D. Il file utilizza



	l'estensione .mod1d.
Create borehole	Creare un log di pozzo dai dati della stazione selezionata: i valori di resistività vengono ricavati dal relativo modello e i limiti degli strati vengono calcolati in base ai loro spessori. Il log viene visualizzato nella posizione della stazione; dopo la creazione, il programma aggiorna la visualizzazione del modello.

Finestra di dialogo di smoothing dei dati

Elemento	Descrizione
Preview	Avviare lo smoothing preliminare dei dati con i parametri selezionati. L'elaborazione dipende dal metodo, dalla componente e dall'ambito di applicazione selezionati.
Apply	Applicare il risultato calcolato e chiudere la finestra di dialogo. Se il risultato è stato invertito, prima della chiusura i dati correnti e quelli calcolati vengono scambiati.
Smoothness	Imposta il grado di smoothing delle curve elaborate: la posizione del cursore, da 0 a 10, viene convertita in un parametro compreso tra 0,1 e 10 su scala esponenziale. Per il metodo Full 2D, se la posizione del cursore è inferiore a 2, il parametro di smoothing viene impostato su 0.
Only current station	Se l'opzione è attivata, l'elaborazione viene applicata solo alla stazione corrente. Per alcuni metodi, ciò influisce anche sulla disponibilità o sull'applicazione delle impostazioni di correzione degli spostamenti galvanici.
Component	Seleziona la componente dei dati da elaborare: TM data — dati della modalità TM; TE data — dati della modalità TE.
Method	Seleziona il metodo di elaborazione: Joint 1D — smoothing congiunto 1D; Joint 2D — smoothing congiunto 2D; Inversion — elaborazione indicata come inversione; Joint All comp — elaborazione congiunta di tutte le componenti; Full 2D — metodo 2D completo. Per Joint 2D, se il numero di stazioni è inferiore a tre, la selezione passa a Joint 1D; per Full 2D, viene visualizzato il campo per impostare il grado di approssimazione.
Galvanic shift correction	Seleziona la modalità di correzione: Do correction — eseguire la



	correzione; Only correction — applicare solo la correzione degli spostamenti; No correction — non eseguire la correzione. La disponibilità della selezione è limitata dal metodo scelto e dallo stato dell'opzione Only current station.
Degree of approximation	Imposta il grado di approssimazione per il metodo Full 2D; il campo viene visualizzato solo quando si seleziona questo metodo.

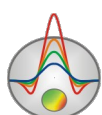
Finestra di dialogo di correzione delle fasi

Elemento	Descrizione
X (-1) +	Se la casella di controllo è selezionata, prima di applicare la correzione viene invertito il segno del valore originale; se non è selezionata, il valore originale viene utilizzato senza modificarne il segno. La casella di controllo influisce sul segno della trasformazione dei dati correnti.
[campo: entità della correzione]	Imposta il valore numerico della correzione dei dati correnti; il segno è determinato dalla casella di controllo «X (-1) +». Il valore viene inoltre passato all'operazione di impostazione della fase.
Apply	Applicare i parametri immessi e terminare la finestra di dialogo confermando il risultato.

Finestra di dialogo di selezione del livello per lo smoothing (Level index)

Elemento	Descrizione
Level index	Imposta l'indice del periodo a cui applicare lo spostamento. Quando il valore viene modificato, la visualizzazione si aggiorna; il limite superiore dell'intervallo è determinato dal numero di periodi.
Smoothness	Imposta il numero di cicli di smoothing.
Apply	Confermare i parametri impostati e chiudere la finestra di dialogo con il risultato «OK».

Elaborazione spline dei dati



L'elaborazione spline dei dati dei sondaggi magnetotellurici è un potente strumento per l'analisi e la post-elaborazione delle dipendenze dell'impedenza. La tecnologia è stata sviluppata presso l'azienda Severo-Zapad ed è utilizzata con successo da molti anni. Nonostante il termine «spline» nel nome, questa metodologia non ha alcuna relazione con le spline. Si tratta semplicemente di un termine improprio ormai consolidato. La tecnologia si basa sulle relazioni di dispersione del primo e del secondo tipo, che collegano la parte immaginaria e quella reale, oppure l'ampiezza e la fase dell'impedenza complessa.

In **ZondMT2D** viene utilizzato un algoritmo speciale per costruire una relazione complessa di approssimazione, basato sulla linearizzazione di una relazione integrale. Ciò consente di adattare approssimazioni regolari, simultaneamente per la resistività apparente e la fase, tenendo conto degli intervalli di confidenza e di altri fattori.

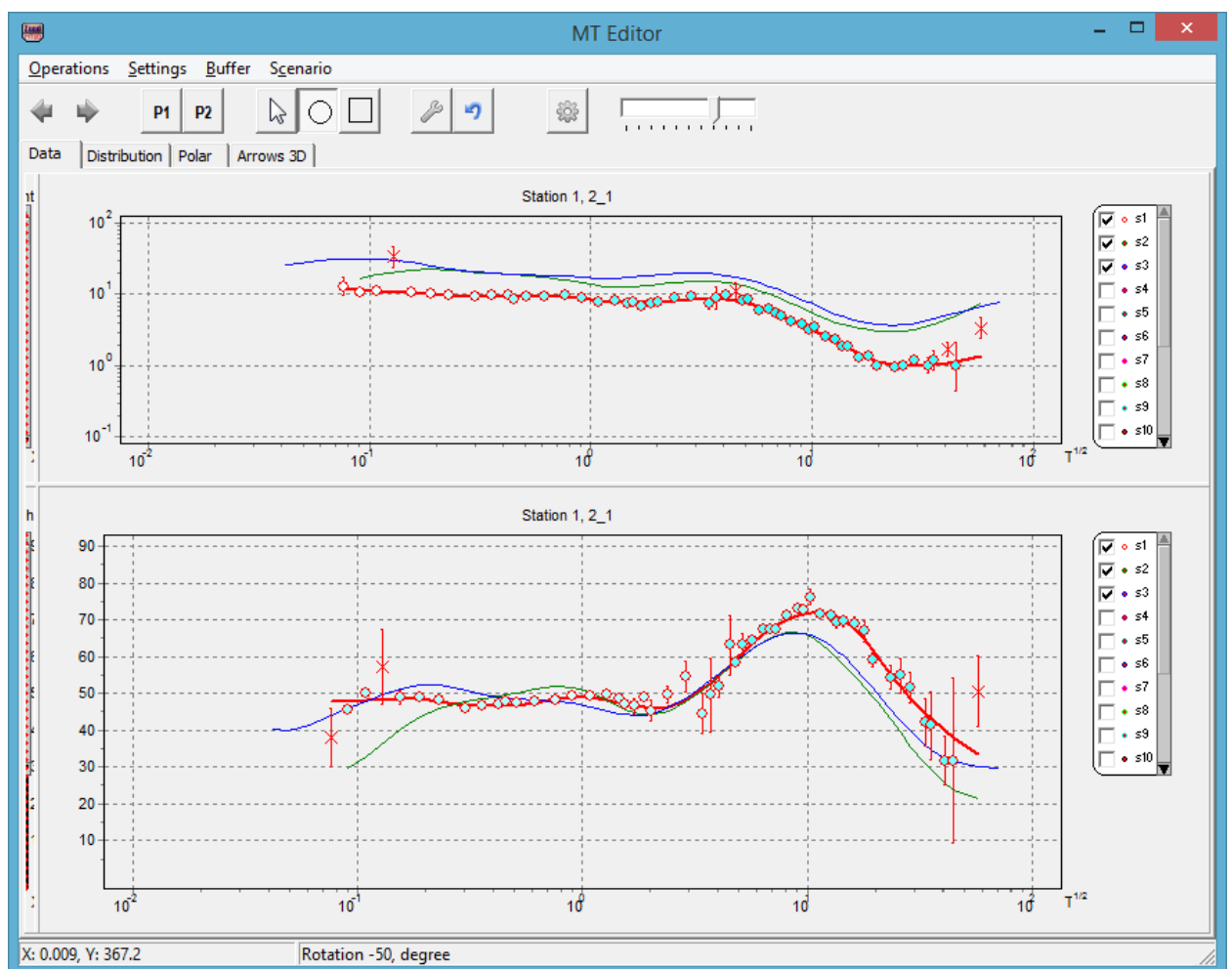
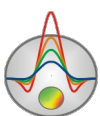


Fig. 13 Finestra MT-Editor in modalità di elaborazione spline

Per passare alla modalità di elaborazione spline, occorre attivare la modalità dei dati aggiuntivi (background): splines oppure 1D inversion. La seconda modalità, invece di costruire approssimazioni, utilizza l'inversione 1D, il che comporta alcune limitazioni.



Il processo di elaborazione spline si svolge nel modo seguente: dopo aver costruito tutte le spline, vengono individuati i punti che si discostano notevolmente dalle curve di resistività apparente e di fase della stazione corrente, quindi la spline viene ricostruita. I punti individuati (outlier) vengono mediati con la spline e quest'ultima viene ricostruita. Se vi sono dubbi sulla correttezza della spline, ad esempio se la «coda» della curva è rappresentata da una nuvola di punti o se la curva è troppo corta, è possibile includere i dati delle stazioni vicine nella costruzione della spline oppure scartare i punti utilizzando una spline di riferimento.

Correzione degli spostamenti galvanici statici

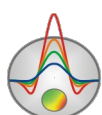
Le distorsioni statiche causate da eterogeneità superficiali ostacolano notevolmente l'interpretazione delle curve di resistività apparente, generando strutture geolettriche spurie. L'affidabilità dell'interpretazione dei dati dipende in misura significativa dalla qualità della soppressione delle distorsioni statiche. Nel programma **ZondMT2D** sono disponibili diverse funzionalità (strumenti) per individuare e correggere le distorsioni statiche. Nella pratica, l'approccio più efficace sembra consistere nell'utilizzare, in varia misura, tutti questi strumenti oppure, almeno, nel confrontarne l'efficacia sui dati reali.

Adattamento delle distorsioni statiche durante l'inversione. Per utilizzare questa opzione, prima di avviare l'inversione occorre attivare l'opzione *Invert with static shifts*.

Il riconoscimento e la correzione manuale delle distorsioni statiche si effettuano nell'editor [MT Editor](#). La visualizzazione nella stessa finestra di più curve di resistività e di fase adiacenti consente di riconoscere visivamente le caratteristiche delle distorsioni statiche nei dati. Gli strumenti dell'editor MT Editor consentono di spostare manualmente la curva o i suoi segmenti, facendo riferimento alle curve adiacenti, alle curve calcolate dai risultati dell'inversione 1D o alle curve calcolate dal modello ottenuto mediante inversione 2D.

Un'alternativa alla correzione manuale nel modulo MT Editor è la *correzione delle distorsioni statiche mediante media della resistività apparente* seguita da filtraggio (modulo MT Editor, opzioni **TM suppress shifts** e **TE suppress shifts**). Questo metodo può risultare efficace con una rete di acquisizione densa.

Il metodo più affidabile consiste nella *correzione degli shift statici sulla base dei dati di sondaggio TEM*. Nel programma **ZondMT2D** i dati TEM si importano tramite l'opzione **Options/TDEM data/Load TDEM data** (sono supportati i formati dei programmi ZondTEM1D e UFS). Per la correzione si possono utilizzare anche i dati SEV (si importano nel progetto tramite l'opzione **Options/VES data/Load VES data**. Dopo l'importazione dei dati, si passa alla finestra di determinazione delle correzioni per ciascun punto facendo clic sul pulsante del menu principale



del programma **SSO** (vedere la figura). Nella parte superiore sinistra della finestra sono visualizzati i grafici della resistività apparente MT e TEM; in basso a sinistra, le fasi (osservata e calcolata); in alto a destra, la curva di decadimento (osservata e calcolata); in basso a destra, il modello geoelettrico ottenuto mediante inversione 1D congiunta.

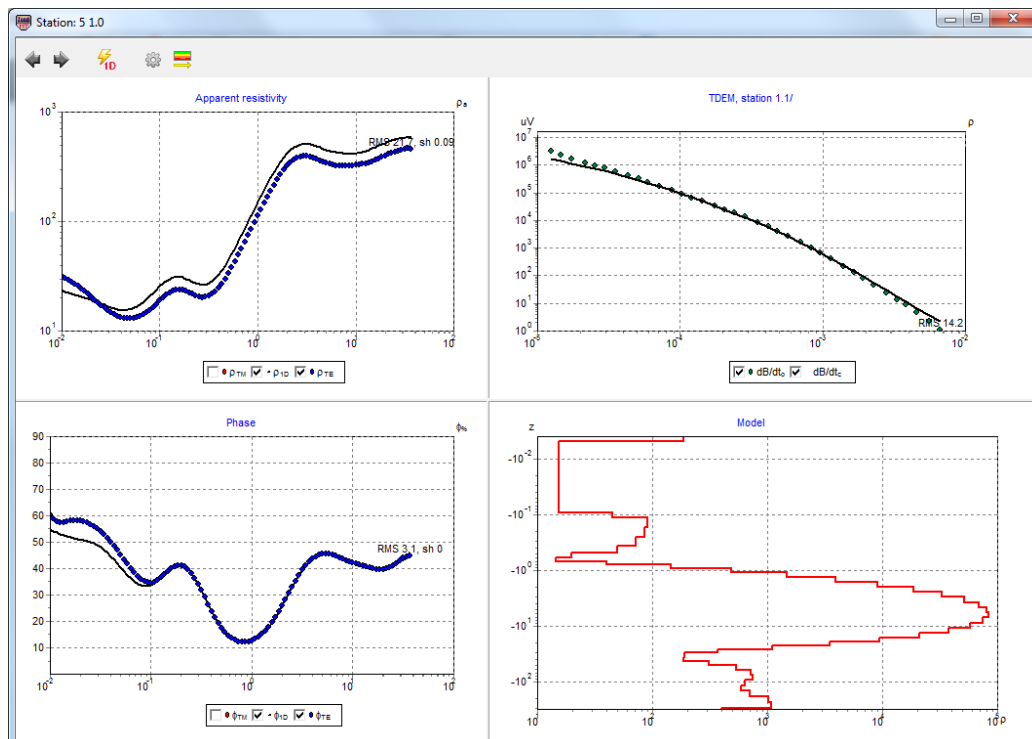


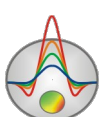
Fig. 14 Finestra di correzione delle distorsioni statiche sulla base dei dati TEM e SEV

I pulsanti e consentono di passare al punto successivo o precedente. Il pulsante avvia l'inversione congiunta dei dati MT e TEM (MT e SEV oppure MT, TEM e SEV).

Con un clic destro su un punto di misura, lo si esclude dall'inversione congiunta (il punto viene contrassegnato con una croce diagonale).

Il pulsante apre un menu contestuale con funzioni aggiuntive:

Rebuild Model	Impostare un semispazio come modello iniziale
Any near TDEM/VES point	Selezionare qualsiasi punto TEM/SEV vicino (ad esempio, quando sul profilo è presente un solo punto o due punti)
Nearest TDEM/VES point	Selezionare il punto TEM/SEV più vicino
Invert only visible	Includere nell'inversione solo i parametri visualizzati (selezionati con la casella di controllo sotto ciascun grafico). Si consiglia sempre di disattivare le curve di resistività apparente MT.



Invert thicknesses	Eseguire l'inversione delle potenze
Apply static shift TM	Applicare la correzione dello shift statico per il modo TM, sulla base del modello congiunto adattato.
Apply static shift TE	Applicare la correzione dello shift statico per il modo TE, sulla base del modello congiunto adattato.
Phase correction TM	Correzione della fase TM (se la fase è al di fuori del primo quadrante (0-90))
Phase correction TE	Correzione della fase TE (se la fase è al di fuori del primo quadrante (0-90))
Auto correction	Se l'opzione è disattivata, quando è necessario correggere la fase il programma richiede la conferma dell'utente

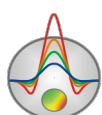
Dopo aver selezionato le opzioni *Apply static shift TM* e *Apply static shift TE*, i dati vengono corretti di conseguenza.

Il pulsante  consente di integrare il modello (o i modelli) ottenuto nella sezione 2D di resistività come modello iniziale oppure di salvarlo in un file MOD1D. In questo modo è possibile utilizzare come modello iniziale quello ottenuto mediante inversione 1D congiunta dei dati MT e TEM/SEV.

Modulo AK MT-Corrector

Il modulo AK MT-Corrector (Options/AK Corrector) è destinato alla pre-elaborazione dei risultati dei sondaggi MT prima del caricamento nel progetto: consente di visualizzare le curve di tutte le componenti del tensore di impedenza e del tipper, modificare ed eliminare manualmente i punti, applicare smoothing con spline in funzione della frequenza (1D) o della frequenza e lungo il profilo (2D), correggere le fasi e gli shift statici ed esportare i risultati nei formati ZondMT2D o EDI.

La finestra contiene la mappa delle stazioni e i grafici della resistività apparente e della fase della stazione e della componente correnti. La componente si seleziona dal menu contestuale del grafico (Component: XY, YX, XX, YY, TX, TY, Eff). Nel grafico superiore è visualizzato il primo insieme di dati (resistività apparente o parte reale del tipper), in quello inferiore il secondo (fase o parte immaginaria). Per passare da una stazione all'altra si utilizzano i pulsanti freccia nella scheda Processing.



Scheda Import/Export

Il pulsante di apertura carica dati di uno dei seguenti tipi: csv files (*.csv, tabelle Phoenix, formato descritto nella sezione «File CSV Phoenix»), multisect edi files (file EDI multisezione), project mtb (progetto del modulo), edi files (file EDI normali, uno per stazione; è possibile selezionarne più di uno). Il pulsante di salvataggio scrive: mdf files – file di dati ZondMT2D con i modi TM/TE; edi files – un file EDI per ogni stazione (le stazioni con tipo Skip point non vengono salvate); effective mdf – file mdf con impedenza effettiva; project mtb – progetto del modulo per proseguire l'elaborazione.

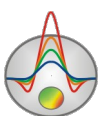
Scheda Processing

Il tipo della stazione corrente è definito dall'elenco: Normal point – stazione normale; Reference point – stazione di riferimento (con lo spline utilizzato come forma di riferimento della curva per le altre stazioni quando è attiva l'opzione Use reference spline; può essere impostata una sola stazione di riferimento); Noisy point – stazione contrassegnata come rumorosa; Skip point – stazione esclusa dall'elaborazione e dall'esportazione in formato EDI.

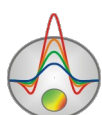
Il pulsante 1D/2D avvia lo smoothing. Con il clic sinistro si elaborano la stazione corrente (1D) o un insieme di stazioni (2D); con il clic destro si apre il menu di selezione della modalità. Nell'elaborazione 1D, ogni curva viene approssimata con uno spline in funzione del logaritmo della frequenza; nell'elaborazione 2D si tiene inoltre conto della coerenza tra stazioni adiacenti. Il grado di smoothing in funzione della frequenza e lungo il profilo è impostato mediante due regolatori. Le finestre di tolleranza dell'errore (error gates) sono costruite a partire dai residui centrati sulla mediana e smussati in una finestra in $\ln f$.

Spostamenti statici: Do correction – durante l'elaborazione vengono determinati e rimossi gli spostamenti verticali delle curve di resistività apparente; No correction – nessuna correzione; Only correction – viene eseguita solo la correzione degli spostamenti, senza smoothing.

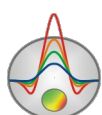
Elemento	Descrizione
Load satellite map	Caricare una mappa satellitare per l'area visibile nel grafico. Con il clic sinistro si apre la finestra di dialogo per la selezione della zona UTM; la casella di controllo in questa finestra consente di cambiare la scala delle coordinate. Con il clic destro si disattiva la visualizzazione della mappa.
Processing statistic	Aggiornare le etichette dei punti del grafico con i valori delle statistiche di elaborazione.
min	Frequenza minima dei dati da esportare, in Hz. I punti con frequenza inferiore non vengono registrati. Il campo viene



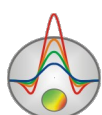
	compilato in base ai dati al momento del caricamento.
max	Frequenza massima dei dati da esportare, in Hz. I punti con frequenza superiore non vengono registrati.
[numero di frequenze]	Numero di frequenze della nuova griglia quando è selezionata la casella di controllo num.
num	Se la casella di controllo è selezionata, durante l'esportazione i dati vengono ricalcolati su una nuova griglia di frequenze: da min a max; il numero di frequenze è specificato nel campo a destra e le frequenze sono distribuite uniformemente in scala logaritmica.
f	Aggiungere alla fase della componente corrente lo spostamento selezionato nell'elenco adiacente (-180, -90, 0, +90, +180°). Se è selezionata la casella di controllo (-1), prima di aggiungere lo spostamento il segno del valore viene invertito. Questa opzione serve a portare le fasi nel quadrante desiderato.
X<>Y	Scambiare le componenti nelle coppie XY ↔ YX, XX ↔ YY e TX ↔ TY per tutti i punti della stazione corrente. Insieme ai valori vengono scambiati i contrassegni di selezione e i pesi; al termine, il grafico viene aggiornato.
1D	Avviare lo smoothing dei dati. Con il clic destro si apre il menu per selezionare la modalità di elaborazione e le opzioni di correzione; con il clic sinistro si esegue lo smoothing della stazione corrente oppure, in modalità 2D, di un insieme di stazioni. Il grado di smoothing è impostato mediante il cursore.
Smoothness of spline	Grado di smoothing dello spline nell'elaborazione 1D; la posizione del regolatore viene convertita in un valore compreso tra 0,1 e 10 (scala logaritmica).
[spostamento del valore]	Selezionare lo spostamento da aggiungere al valore della componente corrente: -180, -90, 0, +90 o +180 gradi. Si applica con il pulsante di elaborazione; se è attiva l'opzione di inversione del segno, il segno del valore viene invertito prima di aggiungere lo spostamento selezionato.
[inverti il segno del valore]	Se l'opzione è attiva, il segno del valore elaborato viene invertito prima di aggiungere lo spostamento selezionato.
[tipo di punto]	Selezionare lo stato della stazione corrente: Normal point –



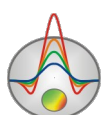
	stazione normale; Reference point – stazione di riferimento; Noisy point – stazione rumorosa; Skip point – stazione esclusa dall’elaborazione. Se si seleziona Reference point, le altre stazioni precedentemente contrassegnate come stazioni di riferimento vengono impostate come normali.
Smoothness (f)	Grado di smoothing in funzione della frequenza nell’elaborazione 2D; la posizione del regolatore viene convertita in un valore compreso tra 1 e 10.
Smoothness (2D)	Grado di smoothing lungo il profilo nell’elaborazione 2D; la posizione del regolatore viene convertita in un valore compreso tra 1 e 1000 (scala logaritmica).
Component	Sottomenu Component: XY, YX, XX, YY, TX, TY ed Eff. Selezionare una voce per cambiare la componente visualizzata.
XY	Selezionare la componente XY. Dopo la selezione, il programma aggiorna il pannello e ridisegna i dati.
YX	Selezionare la componente YX. Dopo la selezione, il programma aggiorna il pannello e ridisegna i dati.
XX	Selezionare la componente XX. Dopo la selezione, il programma aggiorna il pannello e ridisegna i dati.
YY	Selezionare la componente YY. Dopo la selezione, il programma aggiorna il pannello e ridisegna i dati.
TX	Selezionare la componente TX. Dopo la selezione, il programma aggiorna il pannello e ridisegna i dati.
TY	Selezionare la componente TY. Dopo la selezione, il programma aggiorna il pannello e ridisegna i dati.
Eff	Visualizzare l’impedenza efficace (invariante del tensore calcolato a partire da tutte e quattro le componenti).
Curves	Sottomenu Curves: Other comp ed Effective. Queste voci cambiano la modalità di visualizzazione delle curve corrispondente e aggiornano il grafico.
Other comp	Se l’opzione è attiva, nel grafico vengono visualizzate anche le curve delle altre componenti della stazione corrente (incompatibile con Effective).
Effective	Se l’opzione è attiva, nel grafico viene visualizzata anche la curva



	dell'impedenza efficace (incompatibile con Other comp).
Phases range	Sottomenu Phases range: Auto, 0:90 e -180:180. Consente di selezionare la scala automatica dell'asse verticale oppure uno degli intervalli fissi per le fasi.
Auto	Impostare la scala automatica dell'asse sinistro del grafico delle fasi.
0:90	Impostare l'intervallo fisso dell'asse sinistro del grafico delle fasi da 0 a 90.
-180:180	Impostare l'intervallo fisso dell'asse sinistro del grafico delle fasi da -180 a 180.
Display error bars	Attivare o disattivare la visualizzazione degli errori (barre) nei grafici.
1D processing	Selezionare l'elaborazione monodimensionale. La selezione imposta la modalità 1D e aggiorna il pannello; questa modalità può anche essere selezionata automaticamente in base al numero di stazioni e di componenti.
2D processing	Selezionare l'elaborazione bidimensionale. La selezione imposta la modalità 2D e aggiorna il pannello; la disponibilità delle voci di elaborazione correlate dipende dalla modalità selezionata.
Static shifts	Sottomenu «Static shifts»: selezionare una delle opzioni: «Do correction» per correggere gli spostamenti statici, «No correction» per disattivare la correzione oppure «Only correction» per eseguire solo la correzione.
Do correction	Selezionare la correzione degli spostamenti statici. Questa opzione imposta la modalità di correzione, indicata da un segno di spunta nel sottomenu.
No correction	Disattivare la correzione degli spostamenti statici. Questa opzione imposta la modalità senza correzione; la possibilità di elaborare tutti i dati dipende dalla modalità di elaborazione selezionata.
Only correction	Si seleziona la modalità che esegue esclusivamente la correzione degli shift statici. Questa opzione imposta la modalità corrispondente, indicata da un segno di spunta nel sottomenu.
Robust	Se l'opzione è attivata, nell'elaborazione 2D viene utilizzato uno schema robusto di ponderazione degli errori di fit (misfit),

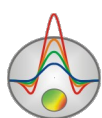


	resistente ai valori anomali.
Smooth error gates	Se l'opzione è attivata, la finestra degli errori ammessi (error gates) viene smussata in funzione della frequenza.
Use reference spline	Se l'opzione è attivata, durante l'elaborazione monodimensionale viene utilizzato uno spline di riferimento; prima di applicarlo viene inoltre verificata la validità dell'indice della stazione di riferimento. L'opzione modifica solo il segno di spunta della voce di menu.
Lin norm	Se l'opzione è attivata, l'errore di fit nella stima dello spline viene calcolato sulla scala lineare dei valori, anziché su quella logaritmica.
Process all	Elaborare tutte le stazioni in successione con le impostazioni di smoothing correnti. Al termine dell'elaborazione, il programma torna alla stazione attiva in precedenza e aggiorna la visualizzazione.
SS correction	Attivare lo strumento di correzione manuale dello static shift: la curva di resistività apparente della componente corrente viene spostata verticalmente con il mouse (in scala logaritmica), senza modificarne la forma.
Deselect 12	Deselezionare entrambi i set di dati della stazione corrente per la componente selezionata e aggiornare la visualizzazione.
Deselect 1	Deselezionare il primo set di dati della stazione corrente per la componente selezionata e aggiornare la visualizzazione.
Deselect 2	Deselezionare il secondo set di dati della stazione corrente per la componente selezionata e aggiornare la visualizzazione.
Deselect comps	Deselezionare tutte le componenti in tutti i set di dati della stazione corrente e aggiornare la visualizzazione.
Flip sign of selected 1	Cambiare il segno dei valori dei dati selezionati del primo set per il componente selezionato. I valori contrassegnati come mancanti non vengono modificati; al termine dell'operazione la visualizzazione viene aggiornata.
Flip sign of selected 2	Cambiare il segno dei valori dei dati selezionati del secondo set per il componente selezionato. I valori contrassegnati come mancanti non vengono modificati; al termine dell'operazione la



	visualizzazione viene aggiornata.
Coupled selection	Se l'opzione è attivata, la selezione dei punti su un grafico viene duplicata sul grafico corrispondente. Quando si seleziona o si deselecta uno stack, cambia anche la selezione del canale associato.
Select stack	Selezionare i punti dello stack corrente con dati validi per il canale attivo. Se l'opzione Coupled selection è attivata, la selezione viene estesa anche al canale associato.
Deselect stack	Deselezionare i punti dello stack corrente con dati validi per il canale attivo. Se l'opzione Coupled selection è attivata, la selezione viene rimossa anche per il canale associato.
Select stack all	Selezionare tutti i canali nei punti dello stack corrente. Aggiornare la visualizzazione di entrambi i grafici.
Deselect stack all	Deselezionare tutti i canali nei punti dello stack corrente. Aggiornare la visualizzazione di entrambi i grafici.
Deselect all	Deselezionare tutti i punti per il canale attivo. Se l'opzione Coupled selection è attivata, deselectare anche il canale associato.
Flip sign selected	Invertire il segno dei valori dei dati nei punti selezionati del canale attivo. I punti con dati mancanti non vengono modificati.
Remove spline	Eliminare la curva spline calcolata per il canale attivo e per il canale associato, azzerandone i valori calcolati.
Buffer item 1	Salvare lo stato corrente dei dati nella cella 1 del buffer. Se la cella è già occupata, viene visualizzata una richiesta: OK – sovrascrivere la cella, Cancel – caricare i dati dalla cella.
Buffer item 2	Lo stesso per la cella 2 del buffer.
Current station	Se l'opzione è attivata, il caricamento dal buffer interessa solo la station corrente.
Current component	Se l'opzione è attivata, il caricamento dal buffer interessa solo la componente corrente.

Corretto: il pulsante $X < > Y$ spostava ciclicamente le componenti anziché scambiare le coppie $XY \leftrightarrow YX$, $XX \leftrightarrow YY$, $TX \leftrightarrow TY$; durante l'importazione di file csv privi delle colonne Latitude/Longitude o Phase veniva letta una colonna inesistente; corretti gli errori di

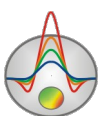


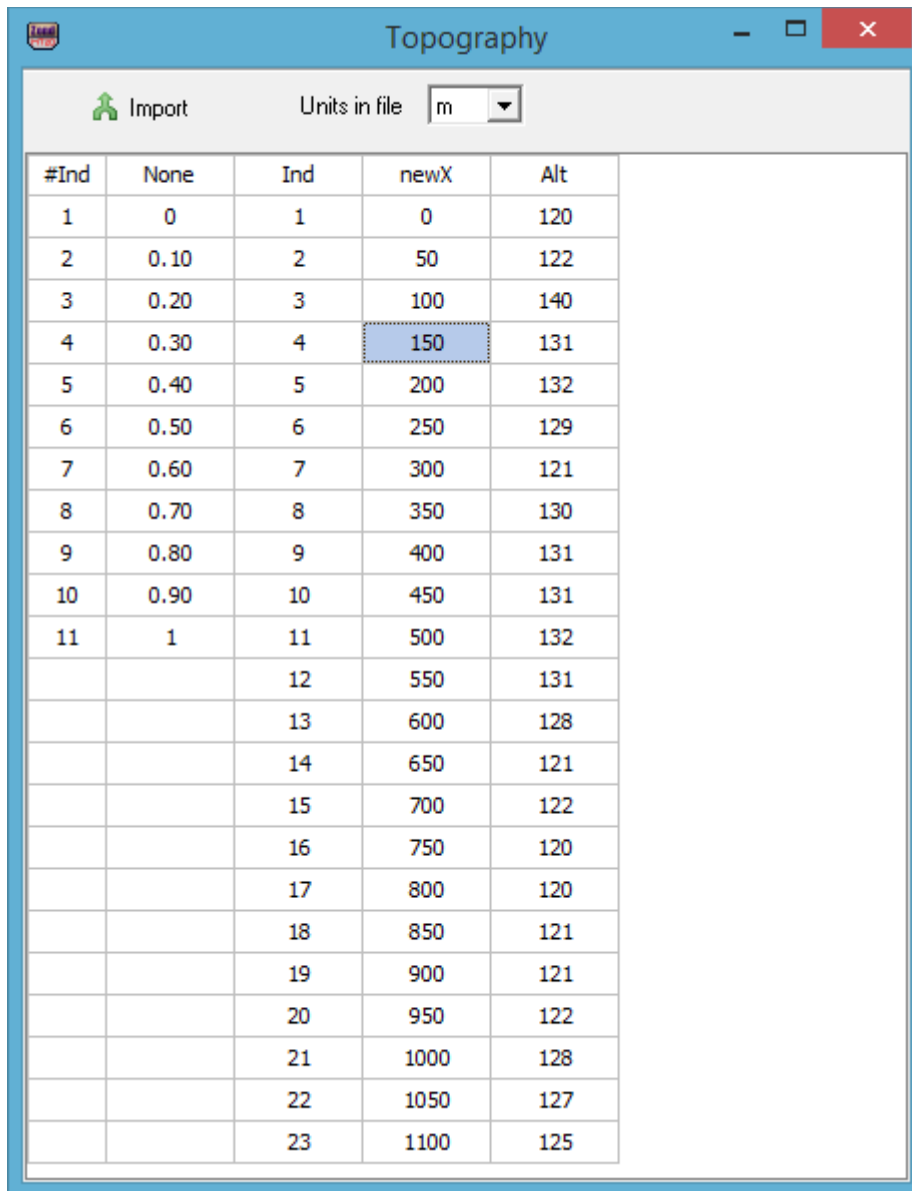
inizializzazione dei pesi durante la lettura di EDI (come nel modulo principale). Migliorati: calcolo dell'approssimazione (cache del kernel, da 0,030 a 0,006 s per 40 frequenze, da 0,105 a 0,013 s per 80), ordinamento, lettura di EDI in memoria e lettura di csv senza riallocare l'array a ogni riga.

Inserimento e modifica delle informazioni topografiche

Nel programma **ZondMT2D** l'inserimento della topografia è possibile in tre modi: tramite le informazioni contenute nel file di dati di input, mediante l'opzione di importazione delle informazioni topografiche del menu principale del programma **Options/Topography/Import topography** oppure copiando da excel in **Options / Topography / Edit topography**. È inoltre possibile definire la topografia con il mouse.

Le informazioni topografiche vengono importate da un file di testo contenente due colonne: distanza lungo il profilo e quote altimetriche. L'opzione **Options/Topography/Import topography** apre una tabella nelle cui colonne vengono caricate le informazioni dal file di testo selezionato (vedere la figura). Nelle intestazioni delle colonne corrispondenti occorre selezionare newX/X e Alt (a tale scopo, nella prima riga si seleziona l'intestazione della colonna dall'elenco). L'inserimento delle informazioni topografiche si completa premendo il pulsante . Le unità della topografia (m/km) si selezionano dall'elenco a discesa nella barra superiore della finestra.

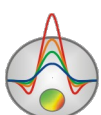




#Ind	None	Ind	newX	Alt
1	0	1	0	120
2	0.10	2	50	122
3	0.20	3	100	140
4	0.30	4	150	131
5	0.40	5	200	132
6	0.50	6	250	129
7	0.60	7	300	121
8	0.70	8	350	130
9	0.80	9	400	131
10	0.90	10	450	131
11	1	11	500	132
		12	550	131
		13	600	128
		14	650	121
		15	700	122
		16	750	120
		17	800	120
		18	850	121
		19	900	121
		20	950	122
		21	1000	128
		22	1050	127
		23	1100	125

Fig. 15 Tabella di importazione delle informazioni topografiche

La voce di menu **Options/Topography/Edit topography** apre una finestra di dialogo che consente di modificare, tramite una tabella, le informazioni topografiche contenute nel file di dati di origine o importate nel progetto. I dati topografici possono essere copiati da una tabella di Excel.



Topography editor
✕

#	Station pos	Altitude
1	0	0.120
2	0.100	0.140
3	0.200	0.132
4	0.300	0.121
5	0.400	0.131
6	0.500	0.132
7	0.600	0.128
8	0.700	0.122
9	0.800	0.120
10	0.900	0.121
11	1	0.128

OK

Fig. 16 Finestra di dialogo per la modifica delle informazioni topografiche

La modalità di aggiunta della topografia con il mouse può essere utile a scopo di test, poiché è piuttosto approssimativa. Si attiva mediante la voce di menu *set by mouse*. La definizione della topografia avviene in modo simile alla definizione dei limiti a priori.

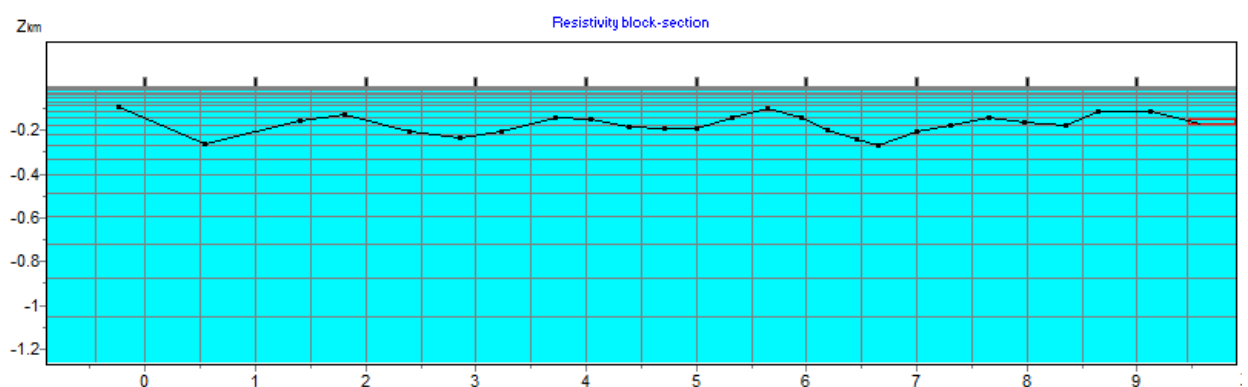
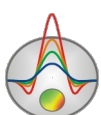


Fig. 17 Esempio di sezione nella modalità di aggiunta della topografia con il mouse



Con le voci di menu **Options/Topography/Restore topography** e **Options/Topography/Remove topography** è possibile, rispettivamente, eliminare e ripristinare i dati topografici dopo la loro eliminazione.

Per i dati acquisiti su una topografia molto accidentata, si consiglia di utilizzare l'operazione di smoothing del profilo topografico (**Options/Topography/Smooth topography**).

Se è necessario tenere conto delle forme della topografia al di fuori dell'area di indagine, con l'opzione **Options/Extra/Extended nodes** è possibile aggiungere nodi supplementari ai bordi del modello. L'opzione deve essere attivata prima di aprire il file.

Durante l'elaborazione dei dati può essere utile disattivare la topografia: a questo scopo è disponibile l'opzione **Options/Topography/Remove topography**. È possibile ripristinare la topografia con l'opzione **Options/Topography/Restore topography**.

Il coefficiente di distorsione della topografia con la profondità (0-5) può essere impostato nel menu **Option/Topography/Topo coefficient**. 0 – la topografia di ogni strato successivo riproduce quella dello strato precedente. 1 - la topografia si appiattisce con la profondità; l'ultimo strato è piano (vedere la figura). La profondità deformata si calcola con la formula seguente:

$$z^{\square}(x, z) = \text{Topo}(x) + z \cdot \left(1 + \frac{\max(\text{Topo}) - \text{Topo}(x)}{\max(z)} \cdot \text{Tcoeff} \right),$$

dove *Topo* è il rilievo topografico, *z* è la profondità dalla superficie.

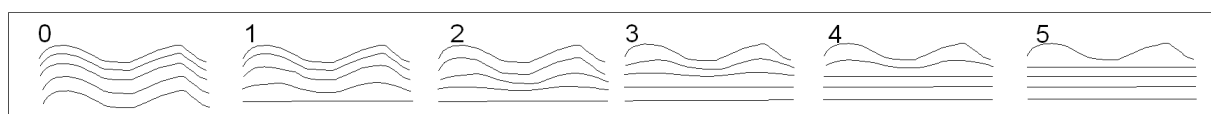
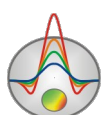


Fig. 18 **Distorsione degli strati del modello con valori del parametro Topo coefficient compresi tra 1 e 5**



Inversione dei dati

Dopo aver caricato il file dei dati, impostato il modello iniziale, modificato i dati e inserito le informazioni topografiche, è necessario selezionare il tipo di inversione e impostarne i parametri. Se necessario, è inoltre possibile calibrare la mesh del modello, modificarla e cambiare i valori di resistività del modello iniziale (descritto nella sezione [creazione del modello](#)). Il programma supporta tre modalità principali di inversione: con un modello a mesh , con un modello a strati arbitrari  e con un modello poligonale. La finestra di dialogo per la configurazione dei parametri di inversione si apre facendo clic sul pulsante  oppure selezionando la voce di menu **Option/Program setup**.

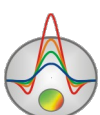
È possibile valutare rapidamente il risultato dell'inversione in base al valore dell'errore di fit relativo visualizzato nella barra di stato del programma. In genere, con dati di qualità «media», il valore non dovrebbe superare il 5%. La convergenza di ogni misura tra i valori osservati e quelli calcolati può essere valutata visualizzando la pseudosezione degli errori di fit relativi tramite l'opzione **Options/Data/Data Misfit**.

Calibrazione della mesh del modello e gestione della topografia

Una delle componenti più importanti per risolvere correttamente il problema diretto e quello inverso è la scelta della mesh di modellazione. La mesh deve garantire una soluzione accurata del problema per ogni frequenza. Il problema diretto viene calcolato supponendo che il campo elettromagnetico vari linearmente in ciascuna cella della sezione. Come è noto, la non linearità del campo diminuisce con la profondità, ma in modo diverso per ciascuna frequenza. Un fattore importante che influenza il comportamento del campo è il contrasto geoelettrico degli oggetti.

Prima di eseguire l'inversione, per aumentare l'affidabilità dei risultati ottenuti, si consiglia di calibrare la mesh del modello. La calibrazione viene eseguita per un modello di semispazio senza topografia. Dopo aver creato il modello iniziale, si deve fare clic sul pulsante per il calcolo del problema diretto  nella barra degli strumenti del programma. La mesh è stata scelta correttamente se tutti i valori calcolati di resistività apparente (per entrambe le modalità a ciascuna frequenza) sono prossimi alla resistività elettrica del semispazio e le fasi sono prossime a 45 gradi.

In presenza di una topografia molto accidentata, può essere utile inserire 1-2 nodi supplementari nella parte superiore della mesh verticale (vedere la sezione [Editor del modello](#)). Se



il risultato del calcolo del problema diretto non cambia in modo significativo, la mesh è stata costruita correttamente.

Finestra di dialogo per la configurazione dei parametri del programma

La finestra di dialogo consente di configurare i parametri relativi alla soluzione del problema inverso. È accessibile dal menu principale del programma tramite **Options/Inversion setup** oppure facendo clic sul pulsante  nella barra principale (vedere la figura).

Default – assegna ai parametri i valori «predefiniti».

I parametri principali dell'inversione si configurano nella scheda **General**.

L'opzione **Inversion** definisce l'algoritmo utilizzato per risolvere il problema inverso. Esaminiamo i diversi algoritmi di inversione utilizzando il modello di un mezzo costituito da più blocchi (vedere la figura). Per testare gli algoritmi, calcoliamo la risposta teorica di questo modello e vi sovrapponiamo un rumore gaussiano del cinque per cento.

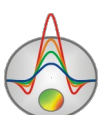
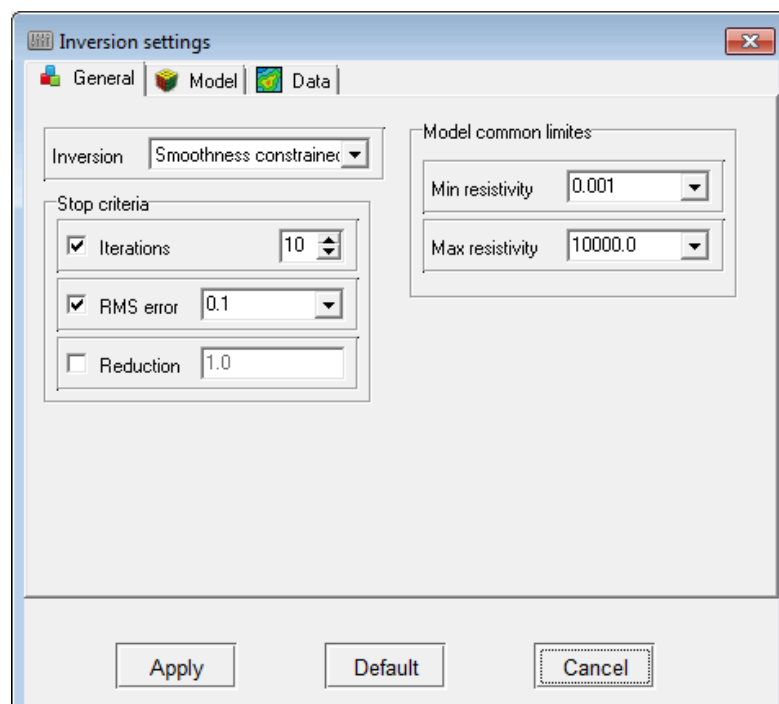


Fig. 19 Finestra di dialogo per la configurazione dei parametri di inversione. Scheda
Inversion.

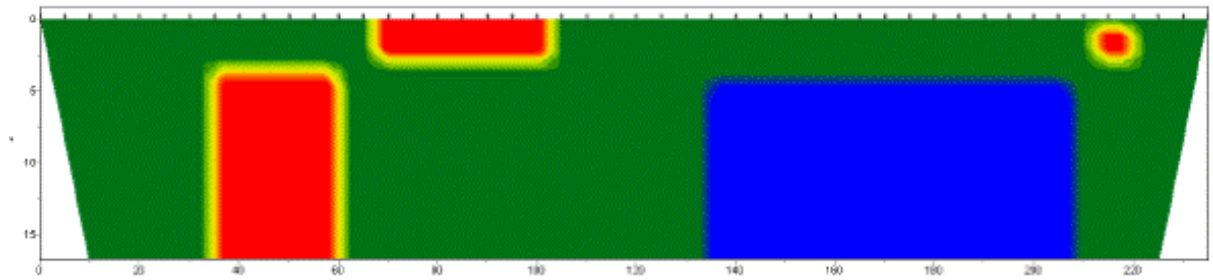


Fig. 20 Modello di prova

Smoothness constrained – inversione con il metodo dei minimi quadrati che utilizza un operatore di smoothing. Questo algoritmo produce una distribuzione dei parametri regolare (senza confini netti) e particolarmente stabile. Si consiglia di utilizzare questo tipo di inversione nella maggior parte dei casi. L'equazione matriciale per questo algoritmo è la seguente:

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

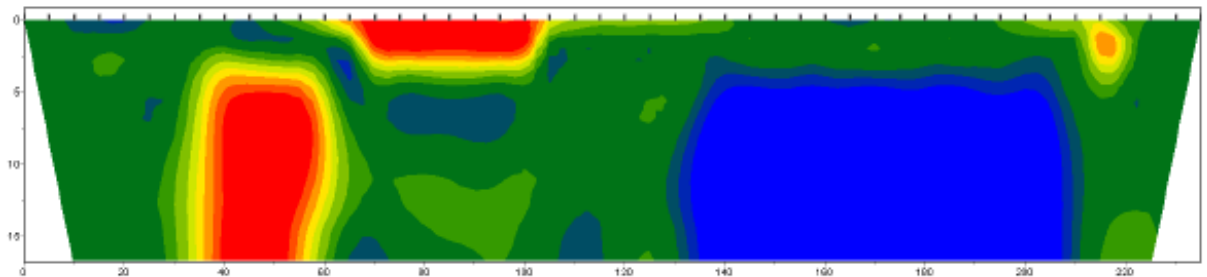
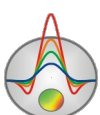


Fig. 21 Modello ricostruito tramite l'inversione Smoothness constrained

Occam – inversione con il metodo dei minimi quadrati che utilizza un operatore di smoothing e un'ulteriore minimizzazione del contrasto. Questo algoritmo produce la distribuzione dei parametri più regolare (vedere la figura). L'equazione matriciale per questo algoritmo è la seguente:

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



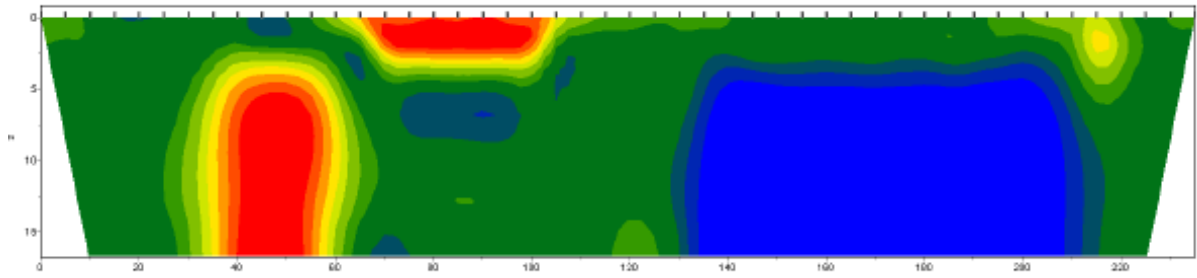


Fig. 22 Modello ricostruito tramite l'inversione Occam

Marquardt – inversione con il metodo dei minimi quadrati e regolarizzazione tramite un parametro di damping. L'algoritmo consente di ottenere un modello del mezzo con confini netti (Fig. 23). L'uso imprudente di questa variante dell'inversione può talvolta produrre risultati instabili o aumentare la deviazione quadratica media. È preferibile applicare il metodo **Marquardt** come fase di affinamento, dopo aver eseguito l'inversione con **Smoothness constrained** oppure **Occam**. L'equazione matriciale per questo algoritmo è la seguente:

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

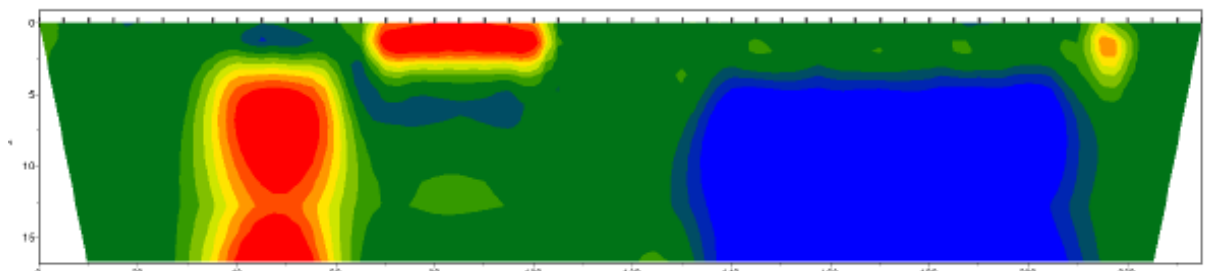


Fig. 23 Modello ricostruito tramite l'inversione Marquardt

Blocks – consente di determinare i parametri di singole regioni con resistività diverse (vedere la figura). Le regioni con la stessa resistività vengono considerate come blocchi unici. Si consiglia di utilizzare l'algoritmo nella fase di perfezionamento dei risultati ottenuti con i metodi precedenti, dopo aver selezionato i blocchi desiderati.

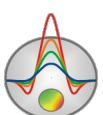
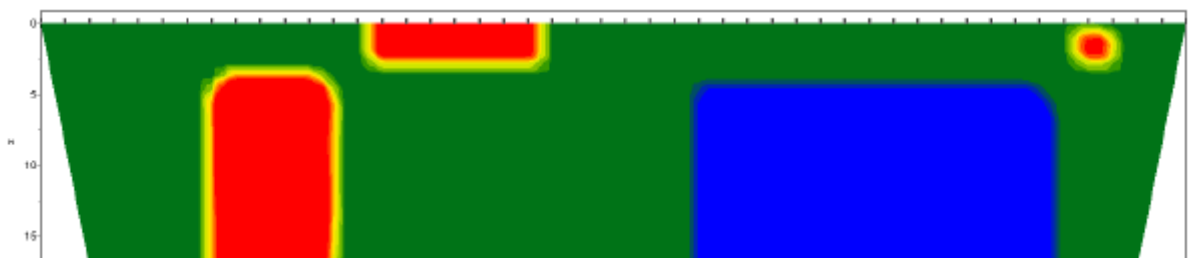


Fig. 24 **Modello ricostruito in seguito all'inversione Blocks**

Focused – inversione con il metodo dei minimi quadrati, che utilizza un operatore di smoothing e un'ulteriore focalizzazione del contrasto. Questo algoritmo produce una distribuzione dei parametri a tratti regolare, ossia un modello costituito da blocchi con resistività costante (vedere la figura). L'algoritmo è sensibile al parametro **threshold**. In parole semplici, questo parametro determina se le celle adiacenti vengono mediate o meno. Se il contrasto tra celle adiacenti supera il valore specificato, i parametri delle celle vengono mediatati in misura limitata; se è inferiore, vengono mediatati maggiormente. L'equazione matriciale per questo algoritmo è la seguente:

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

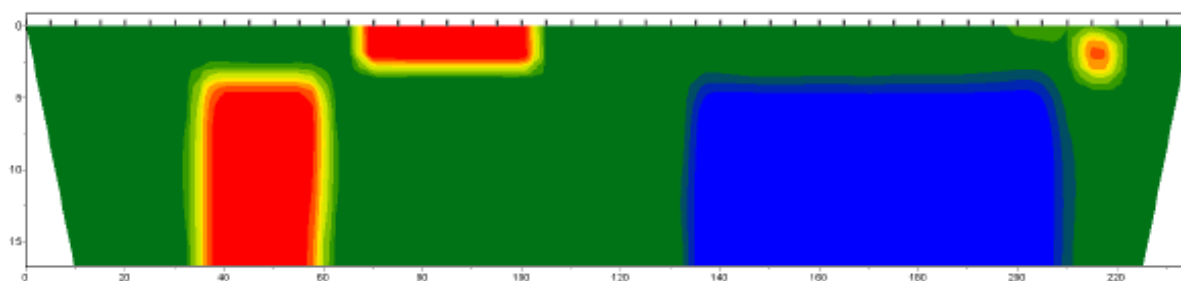


Fig. 25 **Modello ricostruito in seguito all'inversione Focused**

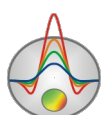
L'area **Stop criteria** contiene i criteri di arresto dell'inversione.

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

RMS error – se l'opzione è attivata, il processo di inversione si arresta al raggiungimento del valore di errore di fit impostato.

L'area **Model common limits (Min resistivity, Max resistivity)** imposta i limiti di variazione dei parametri del modello durante l'inversione. Prima dell'inversione è molto importante restringere l'intervallo di variazione dei parametri. Ciò rende più stabile il modello risultante e consente di ottenere risultati più coerenti dal punto di vista geologico.

Se sono impostati limiti comuni di variazione dei parametri ristretti o limiti individuali per alcune celle, durante l'inversione si cercherà continuamente di portare i parametri oltre i limiti specificati. Questo può influire notevolmente sulla velocità di convergenza. In tal caso, si attivi **Options / Inversion / Optimization / Lim based inv.** Questa modalità di inversione, da un lato riduce il contributo delle celle che superano i limiti impostati e, dall'altro, utilizza norme speciali dei parametri che ne ostacolano il superamento.



La scheda **Model** (vedere la figura) contiene ulteriori impostazioni relative all'inversione.

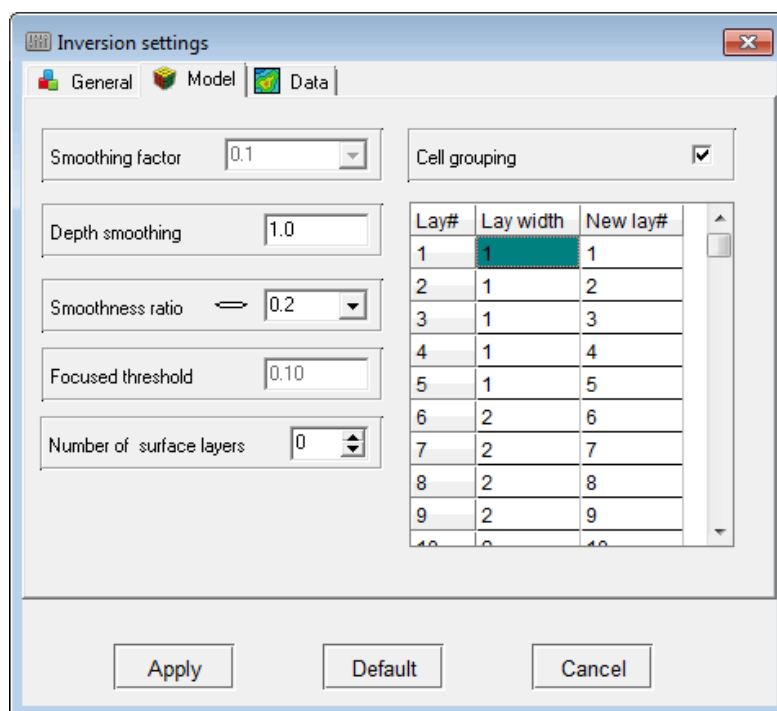
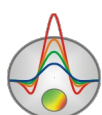


Fig. 26 Finestra di configurazione dei parametri di inversione. Scheda Model

L'opzione **Smoothing factor** – imposta il rapporto tra la minimizzazione dell'errore di fit dei dati e quella dell'errore di fit del modello (ad esempio, la regolarità). Per dati con un elevato livello di rumore o per ottenere una distribuzione più regolare, si scelgono valori relativamente elevati del parametro di smoothing: 0.05 - 0.5; per dati di alta qualità si utilizzano valori pari a: 0.005 - 0.01. Valori elevati del parametro di smoothing producono generalmente valori maggiori dell'errore di fit dei dati. È utilizzato negli algoritmi di inversione **Occam** e **Focused**. Oltre a regolare la regolarità del modello ottenuto, questo parametro consente di stabilizzare il processo di inversione, aspetto particolarmente importante quando i dati contengono una componente di rumore significativa.

Se l'ottimizzazione (Line search) è disattivata, il programma consente di selezionare automaticamente il valore del parametro di smoothing. A tale scopo, si selezioni la casella a destra di smoothing factor.



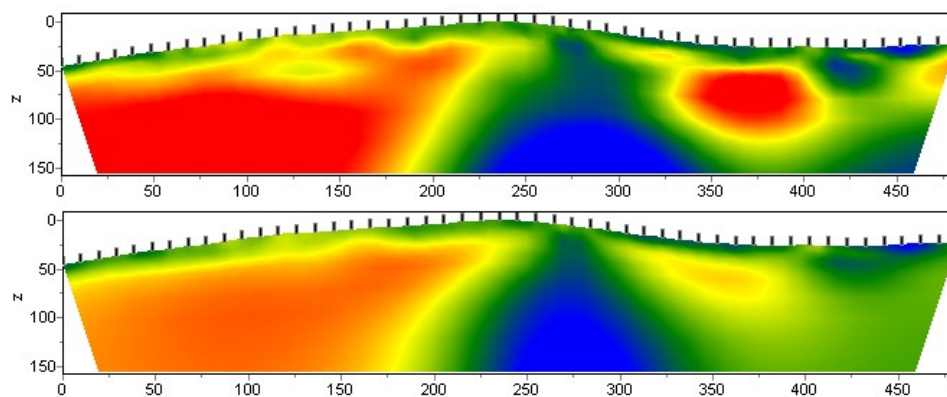


Fig. 27 **Modelli geoelettrici ottenuti dall'inversione Occam con il parametro smoothingfactor: 0.01 (A) e 1.0 (B).**

Depth smoothing – imposta il coefficiente di attenuazione (smoothing) con la profondità. Il valore di questo parametro dipende anch'esso dal livello di rumore: in presenza di un livello elevato e della comparsa, durante l'inversione, di oggetti «non geologici» o oscillazioni nella parte inferiore della sezione, è necessario aumentare il parametro. Il valore viene determinato empiricamente.

Smoothness ratio – determina il rapporto tra il grado di smoothing nelle direzioni orizzontale e verticale. Per strutture a strati orizzontali, utilizzare valori di questo parametro <1 ; per strutture a strati verticali, >1 . In genere, per questo parametro si utilizzano valori compresi tra 0.2 e 1 (Fig. 28).

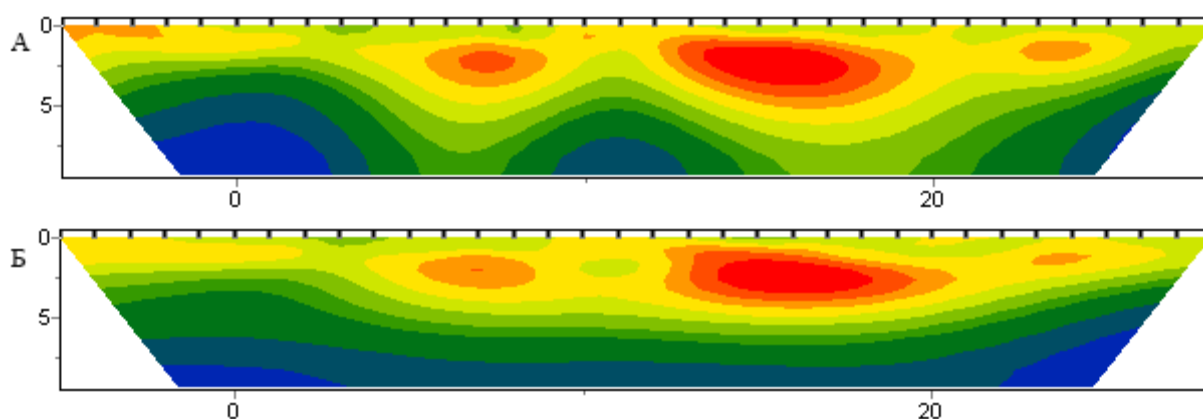
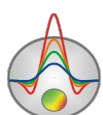


Fig. 28 **Modelli geoelettrici ottenuti dall'inversione «smooth» con il parametro Smoothness ratio: 1 (A) e 0.3 (B)**



L'opzione **Focused threshold** – imposta il valore massimo del contrasto tra celle adiacenti oltre il quale i parametri delle celle non vengono mediati tra loro (ossia si considera che tra le celle passi un confine). Il valore di questo parametro si determina empiricamente (0.001-1). La scelta di un valore troppo basso può causare la divergenza dell'algoritmo; in tal caso, è necessario aumentarlo. Valori troppo elevati producono una distribuzione regolare (Fig. 29).

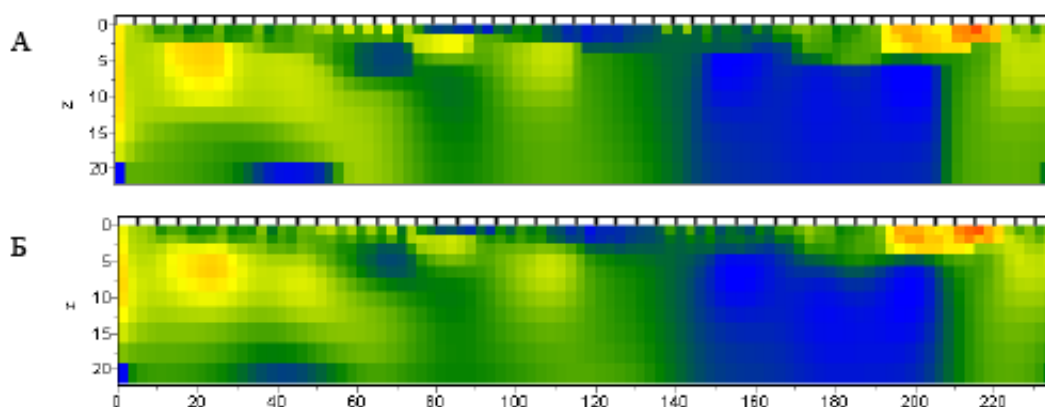
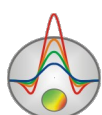


Fig. 29 **Modelli geoelettrici ottenuti dall'inversione Focused con il parametro Threshold: 0.01 (A) e 0.1 (B)**

Number of surface layers (0-2) – imposta il numero di strati in cui sono consentite forti variazioni dei parametri. Questa opzione è necessaria quando la parte superiore della sezione è molto eterogenea. Può essere utilizzata anche in ambienti con contrasto molto basso, in cui l'effetto anomalo principale nei dati è causato da eterogeneità superficiali.

Cell grouping – utilizzare questa opzione per i modelli di grandi dimensioni (all'apertura di file contenenti molti dati, il programma ne propone automaticamente l'utilizzo). L'opzione attiva una tabella che consente di raggruppare celle adiacenti e ridurre il numero di parametri da determinare durante l'inversione. Se si utilizza questa opzione, il numero di celle impiegate per risolvere il problema diretto rimane invariato, mentre diminuisce il numero di celle utilizzate per l'inversione. Idealmente, il numero di parametri da determinare dovrebbe essere vicino al numero di dati.

La tabella contiene tre colonne: nella prima (**Layer**) è indicato il numero dello strato del modello iniziale; nella terza (**New layer**) si imposta il numero dello strato della rete di inversione; nella seconda (**Width**) è necessario indicare il numero di celle (in direzione orizzontale) contenute in ciascuna cella della rete di inversione per lo strato corrispondente. La rete di inversione viene visualizzata nell'editor del modello durante la configurazione. Facendo doppio clic con il pulsante sinistro del mouse sulle celle della colonna **Width** è possibile unire le celle in



direzione orizzontale per lo strato corrispondente. Facendo clic con il pulsante destro si apre una finestra di dialogo in cui è necessario specificare il numero di strati da unire. Il valore viene applicato allo strato selezionato e a tutti quelli sottostanti. L'unione delle celle in direzione verticale si effettua in modo analogo operando sulla colonna **New Layer**.

Di seguito sono riportati tre esempi di reti di inversione: nella prima la rete di inversione coincide con quella del modello (Fig. 30, esempio **A**); nella seconda, a partire dal sesto strato, le celle sono unite in gruppi di due in direzione orizzontale (Fig. 30, esempio **B**); nella terza, a partire dal sesto strato, le celle sono unite in gruppi di due e, dal dodicesimo strato, in gruppi di quattro in direzione orizzontale (Fig. 30, esempio **C**).

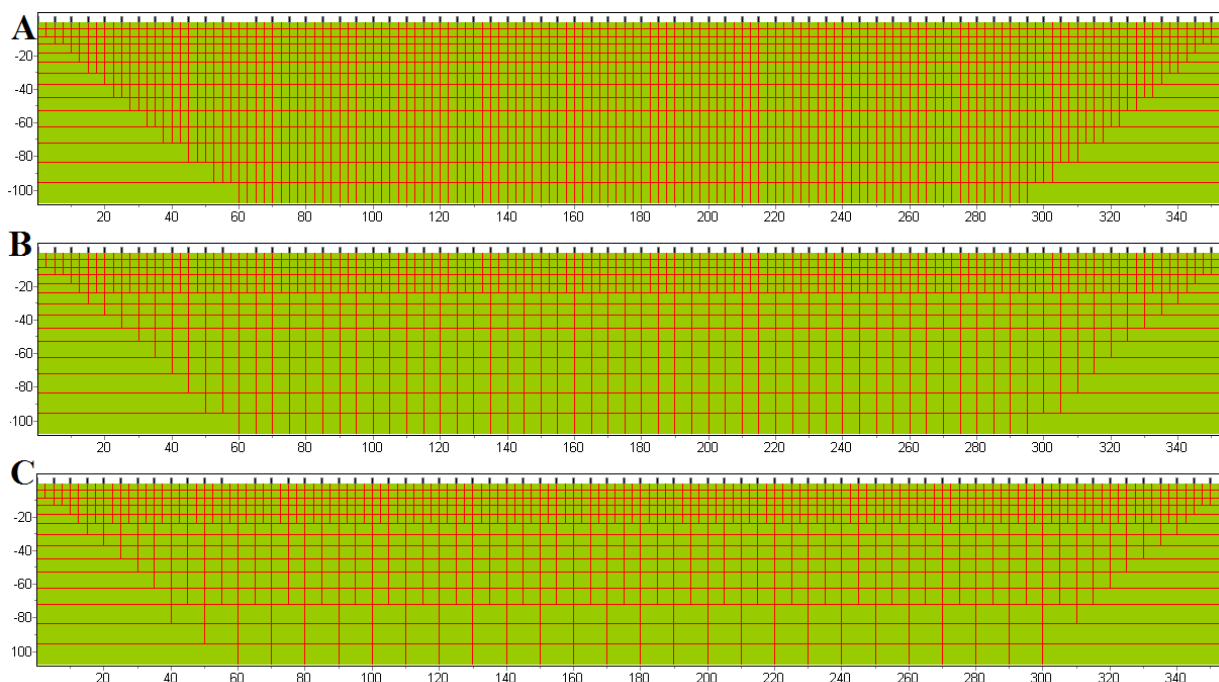
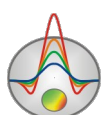


Fig. 30 Esempi di reti di inversione

Le opzioni disponibili nella scheda **Data** (vedere la figura) consentono di selezionare i dati da utilizzare nell'inversione, impostare i pesi dei tipi di dati e il tipo di normalizzazione dei dati.



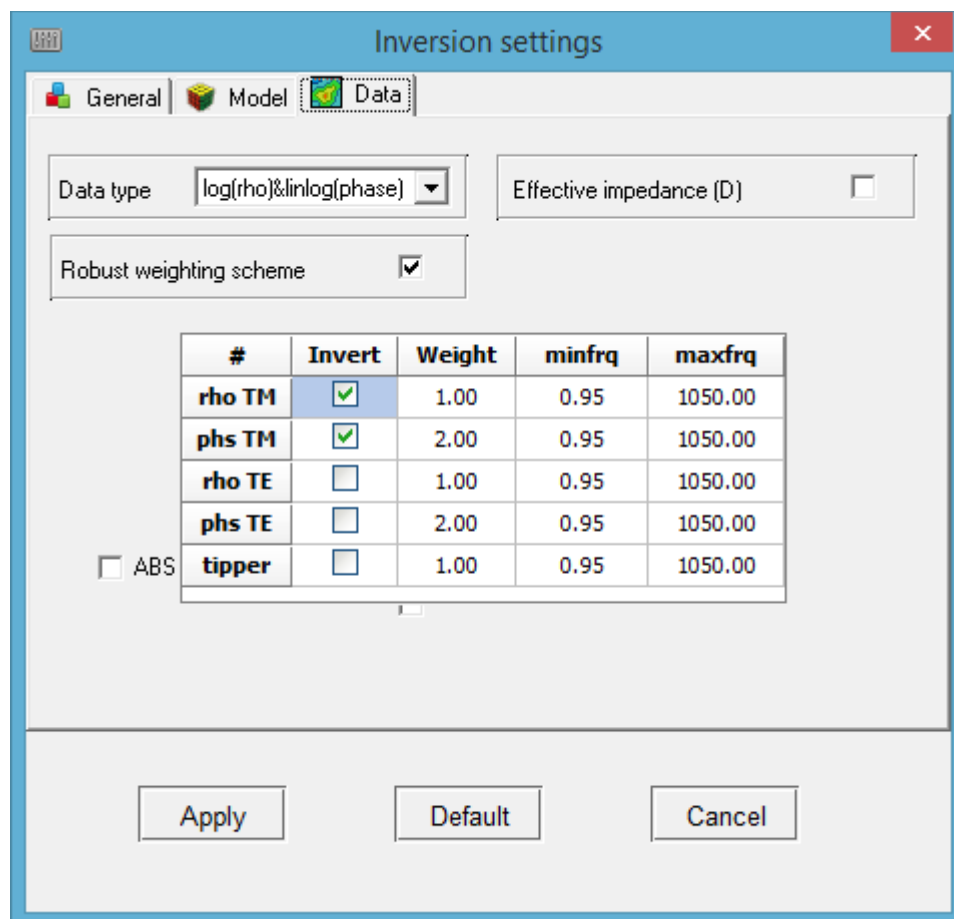


Fig. 31 Finestra di dialogo per la configurazione dei parametri di inversione. Scheda Data

La tabella della scheda **Data** contiene colonne corrispondenti al nome del tipo di dato (#), al campo che determina se il dato deve essere utilizzato nell'inversione (**Invert**), al peso relativo del dato (**Weight**) e alla frequenza minima e massima (**minfq** e **maxfq**).

L'opzione **ABS** consente di utilizzare il modulo del tipper nell'inversione.

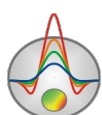
Attivando l'opzione **Effective impedance (D)** si esegue l'inversione dell'impedance effettiva (per questa modalità sono necessarie entrambe le mode).

Robust weighting scheme – attivare questa opzione se nei dati sono presenti singoli picchi elevati dovuti a errori sistematici di misura. Si tenga presente che l'algoritmo va attivato quando la percentuale di dati errati non supera il 30%. Se invece nei dati prevale il rumore, è improbabile che questo algoritmo sia utile.

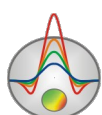
Data type – imposta il tipo di normalizzazione dei dati durante l'inversione. Si consiglia di utilizzare il valore $\text{Log}(\rho) \& \text{linlog}(\text{phase})$. In genere, ciò consente di ottenere la migliore velocità di convergenza dell'algoritmo di inversione.

Parametri aggiuntivi della finestra di dialogo di configurazione

Parametri della finestra di dialogo Inversion settings non descritti sopra:



Parametro	Descrizione
Cancel	Chiude la finestra di configurazione.
[numero di iterazioni]	Imposta il numero massimo di iterazioni prima di interrompere l'inversione non lineare, se è attivo il criterio corrispondente.
[soglia RMS error]	Imposta la soglia RMS error: se l'errore scende al di sotto del valore specificato, l'inversione viene interrotta quando è attivo il criterio corrispondente. L'elenco offre i valori 5, 3, 2 e 1; il codice verifica inoltre che il valore inserito sia compreso tra 0,001 e 10.
[coefficiente di smoothing]	Selezionare un coefficiente di smoothing: 0.005, 0.01, 0.02, 0.05, 0.1, 0.2 o 1. Per dati rumorosi si consiglia un valore maggiore, mentre per dati meno rumorosi è preferibile un valore minore; se è attiva la ricerca lineare, l'algoritmo individua un valore del coefficiente adeguato a minimizzare la funzione obiettivo.
[tabella della mesh di inversione]	Visualizza i parametri degli strati della mesh di inversione; dopo la modifica dei parametri, la mesh viene visualizzata sopra il modello. Fare clic con il pulsante destro nella colonna della larghezza per impostare la larghezza dello strato selezionato e di quelli successivi (numero intero da 1 a 99), oppure nella colonna dell'altezza per impostare il parametro di altezza dello strato selezionato e di quelli successivi (numero intero da 1 a 9).
Number of surface layers	Impostare il numero di strati superiori il cui effetto sul resto del modello deve essere ridotto durante lo smoothing.
[schema di calcolo]	Selezionare lo schema di calcolo: Total o Secondary.
[tabella: parametri dei dati per l'inversione]	La tabella consente di selezionare le componenti dei dati, gli intervalli di frequenza e i pesi relativi da utilizzare nell'inversione. Quando è attiva l'opzione associata, alcuni parametri nelle righe della tabella vengono selezionati automaticamente e i valori delle prime righe vengono copiati nelle righe successive.
ABS	Se la casella di controllo è selezionata, nell'inversione si utilizza il modulo $ T_{zy} $ del tipper anziché le parti reale e immaginaria separate.
Width incremental factor	Imposta il fattore di incremento per le colonne esterne sinistra e



	destra.
Columns number	Imposta il numero di nodi esterni a sinistra e a destra.
Height incremental factor	Imposta il fattore di incremento per le colonne esterne inferiori.
Rows number	Imposta il numero di nodi esterni inferiori.

Modulo di calcolo a 64 bit

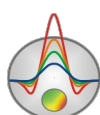
Per i profili di grandi dimensioni e per accelerare i calcoli, l'inversione può essere eseguita da un programma console separato a 64 bit. Il modulo si attiva tramite la voce Options/Inversion/64 bit version. Il file zondmt2d64.dll (un programma eseguibile rinominato per compatibilità con il precedente meccanismo di avvio) deve trovarsi nella stessa cartella di ZondMT2D.exe; se il file non è presente, la voce di menu non è attiva e viene visualizzato un messaggio.

All'avvio dell'inversione, ZondMT2D prepara tutte le impostazioni come per l'inversione normale, le salva insieme ai dati delle stazioni, ai pesi, alla mesh, alla topografia e ai confini nel file calc64.bin nella cartella del programma, quindi avvia zondmt2d64.dll come processo nascosto. La console visualizza righe di stato (avanzamento del calcolo, numero di iterazione, errore di fit (misfit)); dopo ogni iterazione scrive il modello corrente e le risposte in resp64.bin: la sezione e i grafici vengono aggiornati come nel calcolo a 32 bit. Al termine dell'inversione, la console scrive il risultato finale e termina l'esecuzione.

File di scambio	Contenuto
calc64.bin	Dati di input: modalità (TE/TM, tipper, congiunta), impostazioni di inversione, parametri globali, stato della finestra principale, stazioni.
resp64.bin	Risultato: modello, errori di fit, istantanee delle iterazioni e risposte delle stazioni; viene aggiornato dopo ogni iterazione e, al termine del calcolo, contiene il modello finale e l'insieme completo delle stazioni.
stop.tmp	Richiesta di arresto: viene creata premendo il pulsante di arresto dell'inversione; la console completa l'iterazione in corso, registra il risultato e termina.

I file di scambio sono binari e contengono una firma, un numero di versione e marcatori di controllo dei blocchi. Il messaggio di errore della console viene visualizzato nella finestra dei messaggi al termine della sua esecuzione.

Limitazioni. Nel modulo a 64 bit, tra le opzioni di inversione congiunta è disponibile solo la clusterizzazione (Options/Inversion/Joint inversion/Clusterization). Se nel progetto è attivata



l'inversione congiunta con dati sismici, gravimetrici o magnetici, si utilizza un'immagine di sfondo (BG image) o IGI forced, la modalità poligonale, l'inversione congiunta con dati TEM/SEV o una sorgente controllata, viene eseguita automaticamente l'inversione standard a 32 bit.

L'accelerazione è ottenuta mediante il calcolo parallelo del problema diretto e del jacobiano per frequenza (il risultato coincide bit per bit con quello del calcolo sequenziale) e mediante kernel vettoriali AVX2/FMA nel solutore del sistema a banda e nel metodo del gradiente coniugato (selezionati automaticamente se supportati dal processore). Sul profilo di prova (120 celle $\times$ 40 stazioni $\times$ 16 periodi, congiuntamente TE+TM, 5 iterazioni, 2 core), il tempo di inversione si è ridotto da 25,7 s a 5,9 s.

Variabile di ambiente (facoltativa)	Descrizione
MT64FREQ=n	Numero di thread per il calcolo delle frequenze (per impostazione predefinita, pari al numero di core; 1 – calcolo sequenziale).
MT64NOAVX=1	Disabilitare i kernel AVX2/FMA.

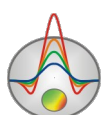
Visualizzazione dei dati e del modello

Nella finestra principale, i parametri osservati e calcolati possono essere visualizzati come pseudosezione **Options/Data/Pseudo-section**, e come piani di grafici **Options/Data/Graphics-plot**.

Piano di grafici

Il piano di grafici serve a visualizzare i valori dei parametri lungo il profilo sotto forma di grafici (Fig. 32). Il piano di grafici si gestisce con il mouse: per ingrandire una porzione o spostarla, si utilizza la modalità con il pulsante premuto (strumento «rettangolo elastico»). Per selezionare la porzione da ingrandire, si sposta il cursore del mouse verso il basso e a destra tenendo premuto il pulsante sinistro (vedere la figura, A). Per ripristinare la scala iniziale, si ripete l'operazione spostando il mouse verso l'alto e a sinistra (vedere la figura, B). Per spostare (scorrere) il grafico, si trascina il mouse tenendo premuto il pulsante destro.

Facendo clic con il pulsante sinistro del mouse su un punto del grafico, gli altri grafici vengono nascosti e viene visualizzata la posizione degli elettrodi per il punto attivo (finché si tiene premuto il pulsante). I valori misurati si modificano trascinando il punto del grafico con il pulsante destro premuto.



La finestra di dialogo per la configurazione del piano di grafici si apre dal menu principale **Options/Graphics/ Observed graphics Calculated graphics** ([dettagli](#)). L'editor dei grafici si apre facendo clic destro sul grafico tenendo premuto SHIFT ([dettagli](#)). L'editor degli assi si apre facendo clic destro sull'asse desiderato tenendo premuto SHIFT ([dettagli](#)).

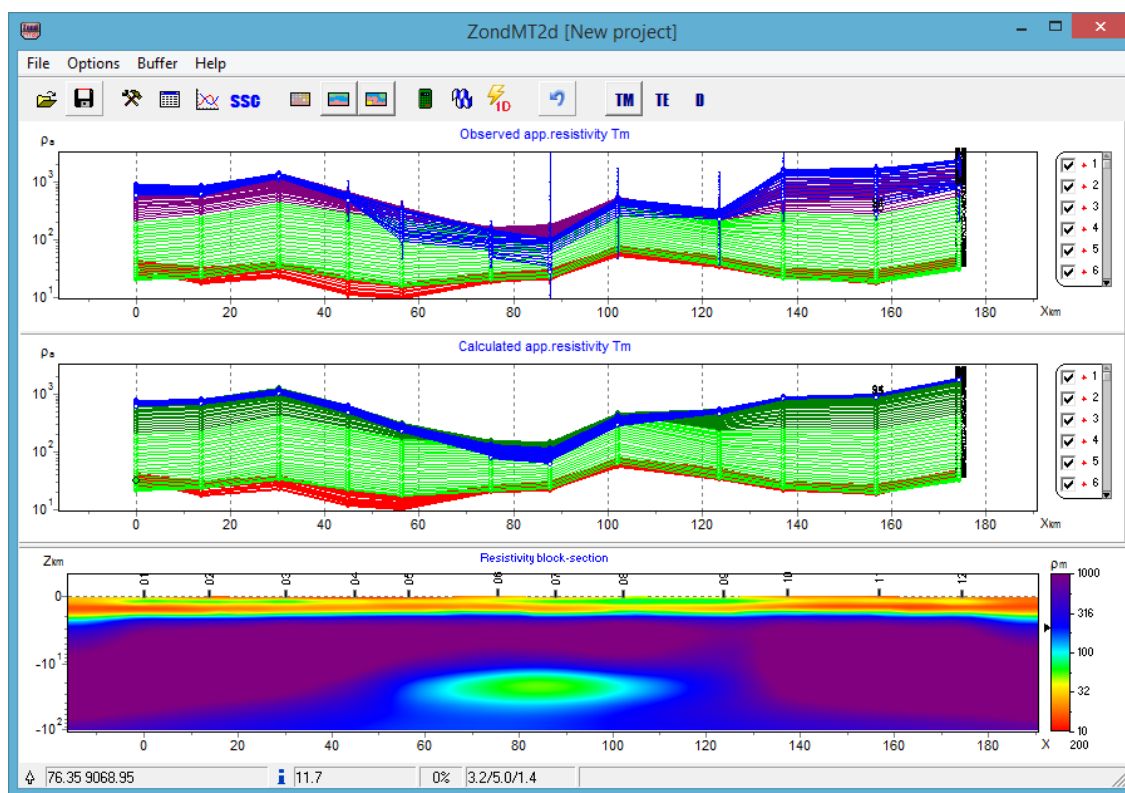


Fig. 32 Finestra principale del programma. Visualizzazione dei dati sotto forma di piani di grafici

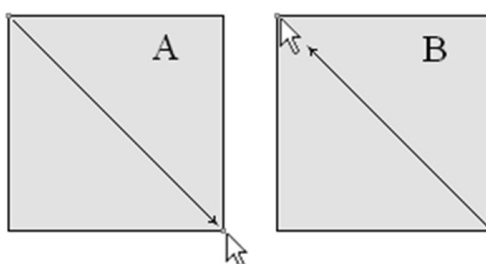
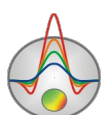


Fig. 33 Direzione del movimento del mouse per modificare la scala

B

Per selezionare un singolo grafico e deselectionare gli altri, si fa clic sulla legenda tenendo premuto SHIFT. Facendo nuovamente clic, si ripristina la selezione precedente.

Per scorrere i grafici si utilizza la rotellina del mouse. A tal fine, si selezionano diversi grafici adiacenti nella legenda e si ruota la rotellina posizionando il cursore sulla legenda. Gli indici dei



grafici attivi cambiano. Facendo clic destro su un punto del grafico, la misura corrispondente viene evidenziata nella tabella.

Nella modalità di visualizzazione dei dati sotto forma di grafici è possibile escludere alcune misure dall'elaborazione assegnando loro un peso pari a 0. Per escludere una singola misura, si fa clic sul punto del grafico tenendo premuto ALT e il pulsante sinistro del mouse; facendo clic sul grafico con il pulsante destro e ALT premuti, il peso di tutte le misure appartenenti a quel grafico viene impostato su 0.

Se i pesi delle misure sono specificati nel file di dati di input, è possibile visualizzare sui grafici l'intervallo corrispondente dei valori di resistività (intervallo di confidenza) mediante l'opzione **Options/Data/Display/Error gates**. Gli intervalli di confidenza (pesi) si regolano nella modalità grafici facendo clic con il pulsante destro o sinistro del mouse mentre si tiene premuto ALT.

Pseudosezione

La pseudosezione fornisce una rappresentazione approssimativa della distribuzione del parametro lungo il profilo e in profondità (vedere la figura).

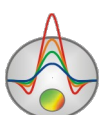
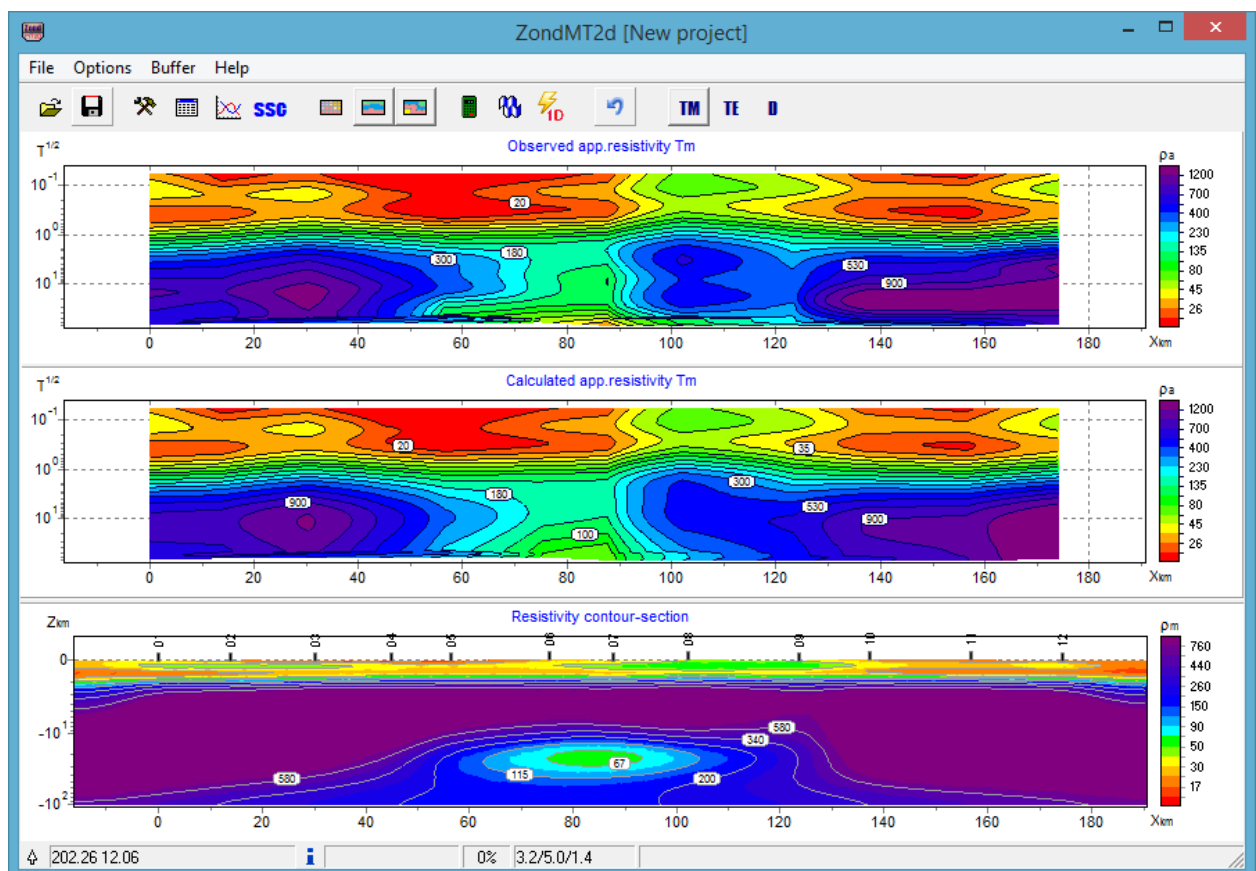


Fig. 34 Finestra principale del programma. Visualizzazione dei dati sotto forma di pseudosezioni

La rappresentazione sotto forma di isolinee utilizza gli assi della coordinata della misura lungo il profilo e del periodo. La scala cromatica associa il valore rappresentato al colore.

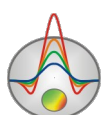
Facendo doppio clic nell'area degli assi dell'oggetto, si apre un menu contestuale con le opzioni seguenti:

Log data scale	Utilizzare una scala logaritmica per la scala cromatica.
Smooth mode	Utilizzare una palette di interpolazione uniforme/la 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	Stampare la pseudosezione.
Save picture	Salvare la pseudosezione in un file grafico.
Save XYZ file	Salvare la pseudosezione in un file di testo *.dat
Default	Impostare i parametri della pseudosezione sui valori predefiniti.

La finestra di dialogo per configurare i parametri della pseudosezione **Setup** è descritta nella sezione [Finestra di dialogo per configurare i parametri della sezione a isolinee e della pseudosezione](#). L'editor degli assi, richiamato facendo clic destro sull'asse desiderato tenendo premuto SHIFT, è descritto in [Editor degli assi](#). L'editor dei punti della pseudosezione si apre facendo clic destro sul punto tenendo premuto SHIFT (descritto nella sezione [Editor dei grafici](#)).

Quando i dati sono visualizzati come pseudosezione, è possibile visualizzare i dati delle singole configurazioni tramite il menu **Options/Data/Display/**. In presenza di grandi volumi di misure, l'opzione **Display every N point** consente di diradare i punti della pseudosezione. Per impostazione predefinita, questa opzione viene attivata quando si carica un file di dati contenente più di 3000 misure.

Nella sezione grafica centrale del programma, la pseudosezione può mostrare l'errore di fit (misfit) relativo a ciascuna misura **Options/Data/Data Misfit**.



Modalità di visualizzazione del modello a mesh

Il modello può essere visualizzato come celle **Options/Model/Block-section** (vedere la figura, A), con una palette a interpolazione graduale **Options/Model/Smooth-section** (vedere la figura, B) e come sezione a isolinee **Options/Model/Contour-section** (vedere la figura, C).

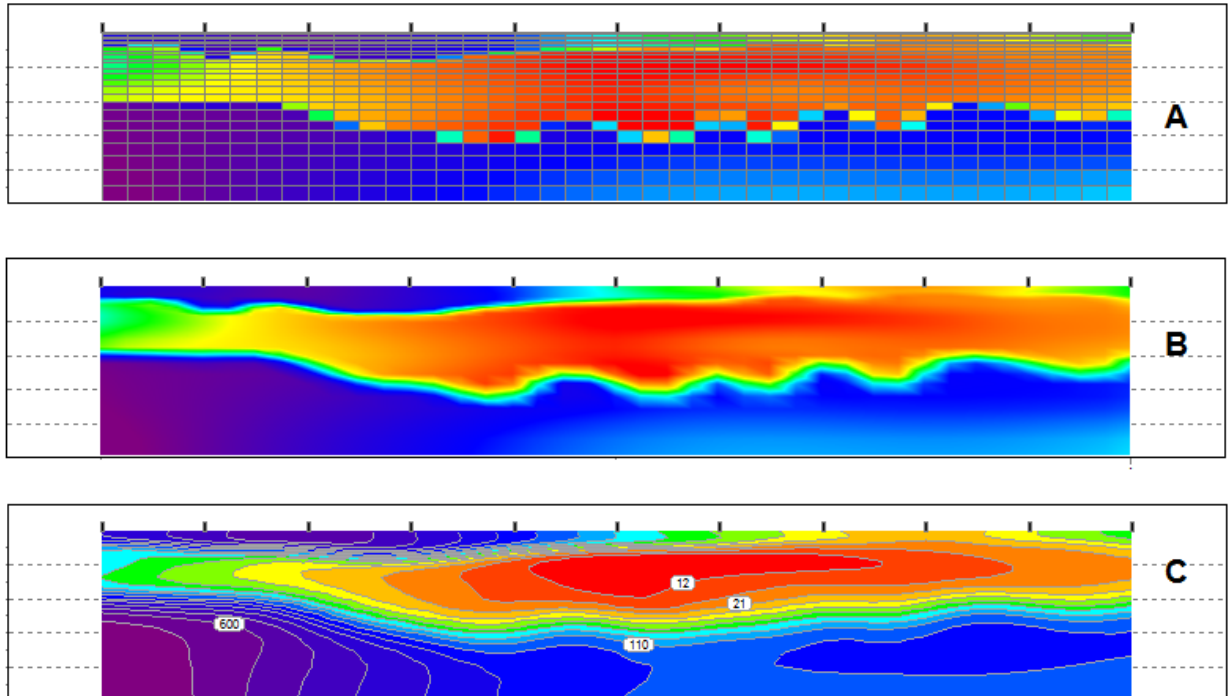
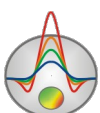


Fig. 35 **Modalità di visualizzazione del modello: Block-section (A), Smooth-section (B), Contour-section (C).**

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

Area superiore	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 dei colori.
	Setup	Apri la finestra di dialogo per configurare i parametri del modello.
	Zoom&Scroll	Attiva la modalità di zoom e scorrimento.
	Print preview	Stampa il modello.
Scala dei colori	Set range	Imposta il valore minimo e massimo della scala

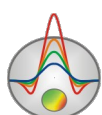


		dei colori.
	Set incremental factor	Determina i valori minimo e massimo della scala dei colori rispetto al valore del mezzo ospite.
	Automatic	Determina automaticamente i valori minimo e massimo della scala dei colori.
	Log scale	Imposta la scala logaritmica per la scala dei colori.
	Set halfspace value	Determina il valore del parametro del mezzo ospite.
	Set cursor value	Imposta il valore corrente del parametro.
	Colors as histogram	Imposta i colori in base alla distribuzione delle resistività delle celle del modello.
Area della sezione	Menu contestuale per l'uso del modello	Descritto nella sezione « Uso del modello a blocchi »
Aree degli assi	Editor del modello	Descritto nella sezione « Editor del modello »

Quando si sposta il cursore del mouse sulle finestre create durante l'uso del programma, nella sezione sinistra della barra di stato della finestra principale vengono visualizzate le coordinate corrispondenti agli assi propri della finestra.

La finestra di dialogo per configurare i parametri del modello **Setup** nelle modalità **Block-section** e **Smooth-section** è descritta in [Finestra di dialogo per configurare i parametri di visualizzazione del modello](#), mentre nella modalità **Contour-section** è descritta in [Finestra di dialogo per configurare i parametri della sezione a isolinee e della pseudosezione](#).

L'opzione **Options/ Import/Export /Create shaded map** consente di visualizzare il modello come mappa ombreggiata (vedere la figura).



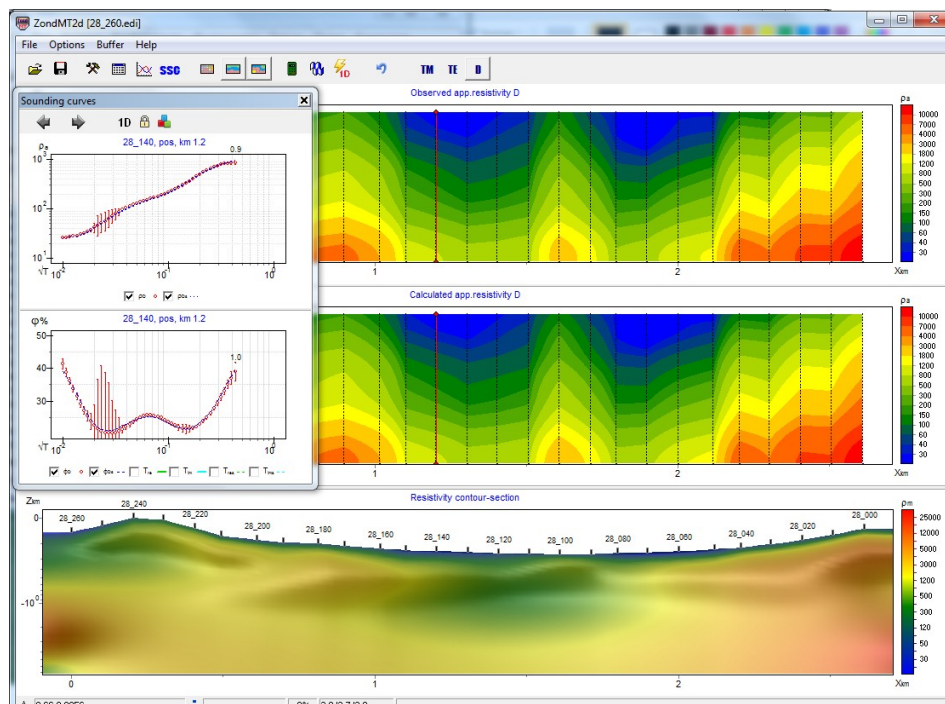


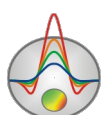
Fig. 36 Finestra principale del programma con il modello visualizzato in modalità mappa ombreggiata (Shaded map)

Modellazione e uso di modelli di vari tipi

La modellazione è una fase importante che precede il lavoro sul campo. Consente di determinare se il problema geologico assegnato può essere risolto con i metodi geofisici utilizzati, nonché di scegliere i parametri ottimali dello schema di acquisizione, stimare il livello del segnale e la risoluzione dello schema di osservazione selezionato. Sulla base delle informazioni a priori sull'oggetto di studio, l'interprete può simulare diverse situazioni geologiche per pianificare le indagini geofisiche.

Il programma **ZondMT2D** consente di modellare la maggior parte delle applicazioni pratiche del metodo MT in 2D, tenendo conto della topografia del profilo di osservazione (qualsiasi intervallo di frequenze utilizzato nella pratica, passo arbitrario lungo il profilo, definizione di modelli arbitrari a struttura a blocchi e creazione di modelli poligonali).

Per eseguire la modellazione sono necessari i parametri dello schema di acquisizione e il modello del mezzo. Il programma **ZondMT2D** consente di creare schemi di acquisizione e modelli del mezzo direttamente nel programma, nonché di utilizzare schemi di misura salvati in formati di terze parti e di costruire modelli geoelettrici a partire da altri modelli del pacchetto Zond e da sezioni geologiche definite come immagini raster.



Definizione dello schema di acquisizione

Lo schema di acquisizione (misura) può essere definito in due modi: creandolo direttamente nel programma oppure caricandolo da un file di dati (misure) creato in precedenza.

Per creare uno schema di acquisizione direttamente nel programma si utilizza l'opzione **File/Create synthetic survey** (vedere la figura).

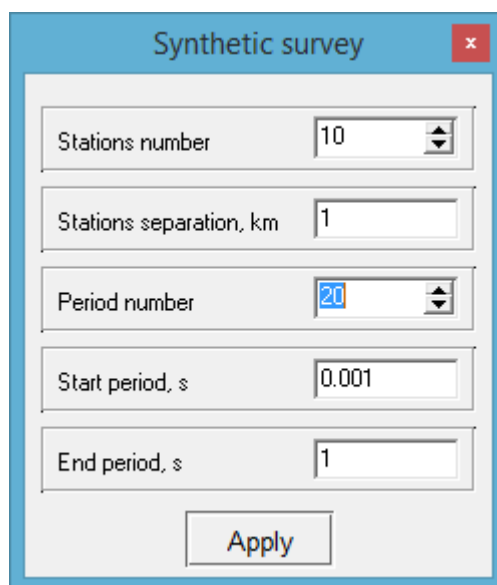
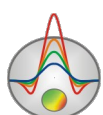


Fig. 37 Finestra di dialogo per la creazione di uno schema di acquisizione sintetico **Synthetic survey**

Stations number definisce il numero di stazioni lungo il profilo, *Stations separation* la distanza tra le stazioni in chilometri, *Period number* il numero di periodi (frequenze) della curva di sondaggio, *Start period* e *End period* rispettivamente il periodo minimo e massimo del segnale di sondaggio.

Dopo aver configurato i parametri e premuto il pulsante , viene visualizzata la finestra di dialogo per configurare i parametri della mesh **Mesh constructor** (per maggiori dettagli, vedere la sezione [«Configurazione della mesh del modello iniziale»](#)).

In alternativa alla creazione della configurazione di misura direttamente nel programma **ZondMT2D**, è possibile caricarla da un file di dati in uno dei vari formati supportati. A tale scopo, è sufficiente aprire il file di dati dal menu principale **File/Open file**. Questa opzione consente di eseguire la modellazione proprio per la configurazione di misura utilizzata durante le indagini sul campo. È necessario attivare prima l'opzione **Options/Extra/Open in modeling mode**.



Editor del modello

Facendo clic con il pulsante destro del mouse sugli assi verticale e orizzontale nell'area dell'editor del modello, vengono visualizzate opzioni che consentono di modificare la mesh creata utilizzando la finestra di dialogo **Mesh constructor**.

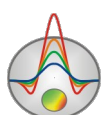
Asse verticale	Log scale	Imposta la scala logaritmica per l'asse verticale.
	Set maximum	Imposta la profondità dello strato inferiore.
	Redivide	Imposta lo stesso spessore per tutti gli strati del modello (alla scala corrente).
	Thick mesh	Elimina un nodo ogni due dalla mesh verticale.
	Thin mesh	Aggiunge nodi intermedi alla mesh verticale.
Asse orizzontale	Redivide	Imposta la stessa larghezza per le celle situate tra posizioni univoche degli elettrodi.
	Thick mesh	Elimina un nodo ogni due dalla mesh orizzontale (se nel nodo non è situato un elettrodo).
	Thin mesh	Aggiunge nodi intermedi alla mesh orizzontale.

Lavorare con il modello a mesh

L'editor del modello a mesh consente di modificare i parametri delle singole celle del modello con il mouse. Il lavoro con le celle del modello è simile alla modifica di un'immagine raster negli editor grafici. Quando si sposta il cursore nell'area del modello, nella barra di stato inferiore della finestra principale del programma vengono visualizzati le coordinate e i parametri della cella attiva in cui si trova il cursore. La cella attiva è racchiusa in un rettangolo, il cursore. La cella selezionata o bloccata è contrassegnata da un motivo di punti bianchi o neri.

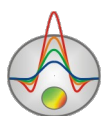
Nel programma sono disponibili due serie di strumenti per lavorare con il modello a blocchi: il menu contestuale (visualizzato con un clic destro nell'area di modifica del modello), la barra degli strumenti mobile (**Options/Model/ModelEditor toolbar**) e la scala dei colori. Le funzioni del menu contestuale e della barra degli strumenti dedicata si duplicano in larga misura:

Menu contestuale	Model tools	Opzione
------------------	-------------	---------



		Zoom, modifica della scala di visualizzazione del modello
Display cell setup		Apri la finestra di dialogo per l'impostazione dei parametri della cella.
Cell to cursor value		Utilizza il parametro della cella attiva come valore corrente.
Edit mode		Attiva la modalità di modifica.
Selection\Free form selection		Seleziona un insieme di celle nell'area di modifica con il mouse. L'area ha i limiti definiti dall'utente.
Selection\Rectangular selection		Seleziona un insieme di celle nell'area di modifica con il mouse. L'area è rettangolare.
		Seleziona un insieme di celle nell'area di modifica con il mouse. L'area è ellittica.
Selection\Magic wand		Seleziona un insieme di celle nell'area di modifica con il mouse. Vengono selezionate la cella attiva e le celle adiacenti con parametri simili al suo. Il grado di similarità è impostato nella finestra di dialogo per l'impostazione dei parametri del modello.
Selection\Remove selection		Eliminare la selezione.
Mesh options\add column /row		Aggiunge un nuovo limite verticale o orizzontale. Il nuovo limite viene aggiunto facendo clic con il mouse nella posizione desiderata.
Mesh options\remove column /row		Elimina il limite verticale o orizzontale selezionato.
Mesh options\resize column /row		Modifica con il mouse lo spessore di una riga o di una colonna.
Clear model		Reimposta tutti i parametri del modello corrente.
Clear parameters		Reimposta i valori di resistività del modello corrente.

A destra dell'area di modifica del modello si trova una scala dei colori che associa il colore al valore di resistività. Per selezionare il valore corrente, si fa clic sulla scala con il pulsante sinistro del mouse; il valore viene visualizzato sotto la scala dei colori. Per modificare con il mouse il



valore del parametro della cella: si fa clic sulla cella con il pulsante sinistro del mouse; il parametro viene impostato al valore corrente.

Per creare rapidamente un modello, il programma mette a disposizione diverse modalità di selezione delle celle: rettangolare, ellittica, libera e in base a un determinato valore del parametro. Le opzioni corrispondenti sono accessibili dal menu contestuale, facendo clic con il pulsante destro del mouse nell'area di modifica del modello, oppure da una barra degli strumenti separata (**Options/Model/ModelEditor toolbar**). Se è selezionata un'area della sezione, facendo clic con il pulsante sinistro del mouse in un punto qualsiasi dell'area si assegna a tutte le celle dell'area il valore corrente del parametro.

Ad esempio, per assegnare un determinato valore di resistività a un'area rettangolare della sezione, si seleziona l'area con gli strumenti descritti sopra, si fa clic con il pulsante sinistro del mouse sulla scala dei colori (per selezionare la resistività desiderata) e si fa clic con il pulsante sinistro in un punto qualsiasi dell'area selezionata, che assumerà il valore di resistività scelto.

Per ingrandire o spostare una parte dell'area, si utilizza la modalità **Zoom&Scroll** (attivabile dal menu contestuale per l'impostazione dei parametri del modello facendo clic con il pulsante destro accanto alla dicitura Resistivity block-section nella finestra del modello) oppure si preme il pulsante  della barra degli strumenti Model tools. Per selezionare l'area da ingrandire, si sposta il cursore del mouse verso il basso e a destra tenendo premuto il pulsante sinistro. Per ripristinare la scala iniziale, si esegue la stessa operazione spostando il mouse verso l'alto e a sinistra.

Facendo clic su una cella o su un gruppo di celle con il pulsante sinistro del mouse e il tasto SHIFT premuto, il parametro aumenta. Facendo clic con il pulsante destro del mouse e il tasto SHIFT premuto, il parametro diminuisce. La percentuale di variazione del valore si imposta nella finestra di dialogo per l'impostazione dei parametri del modello. Se la cella attiva appartiene alla selezione, tutte le operazioni descritte sopra vengono applicate all'intera selezione.

Tenendo premuto CTRL mentre si fa clic con il mouse, è possibile spostare l'insieme di celle selezionato all'interno dell'area di modifica. Se si sposta la selezione tenendo premuto il pulsante sinistro del mouse, il contenuto delle celle selezionate viene copiato nella nuova posizione. Se si sposta la selezione tenendo premuto il pulsante destro del mouse, il contenuto delle celle selezionate viene tagliato e copiato nella nuova posizione.

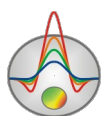
È inoltre possibile assegnare valori del parametro alle celle selezionate utilizzando la finestra di dialogo per l'impostazione dei parametri della cella **Cell setup** (vedere la figura).

La finestra di dialogo consente di selezionare i parametri della cella o della selezione.

Value – imposta il valore del parametro della cella.

Fixed – blocca o sblocca il parametro della cella.

Min value, Max value – definiscono l'intervallo di variazione del parametro della cella.



Apply – applica le nuove impostazioni alla cella o a tutte le celle della selezione (se sono selezionate le caselle di controllo corrispondenti).

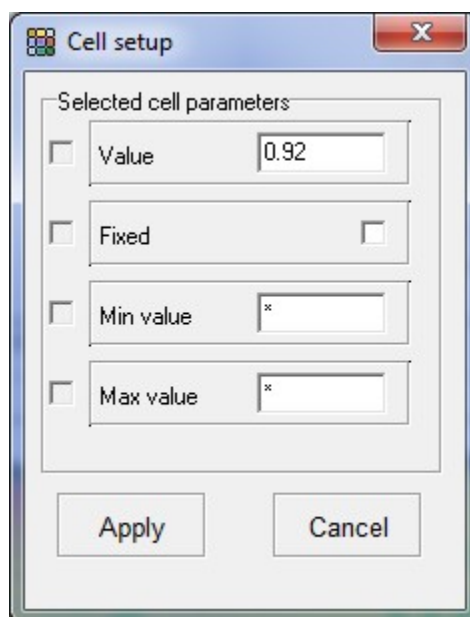


Fig. 38 Finestra di dialogo per la configurazione dei parametri della cella Cell setup

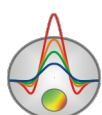
È possibile ricostruire il modello iniziale, ovvero risolvere il problema inverso per i dati calcolati a partire dal modello assegnato, salvando i segnali teorici con il filtro **Zond calculated data**, e poi aprirli come dati osservati. Il modello ricostruito e quello iniziale possono essere confrontati utilizzando l'opzione **Options/ Import/Export / Import model/data**, dopo aver salvato il modello iniziale selezionando il filtro **Zond MT calculated data with model**. Un metodo più semplice per il confronto consiste nell'utilizzare lo strumento **Buffer**, che consente di lavorare contemporaneamente con più modelli ([Lavorare con più modelli in un progetto](#)).

Modellazione e inversione in un modello a strati arbitrari

Un modello a strati arbitrari è costituito da una serie di strati, la cui geometria dei confini e le variazioni dei parametri al loro interno sono definite arbitrariamente. Si tratta del cosiddetto modello 2D soft, che presuppone l'assenza nella sezione di piccole disomogeneità locali contrastanti.

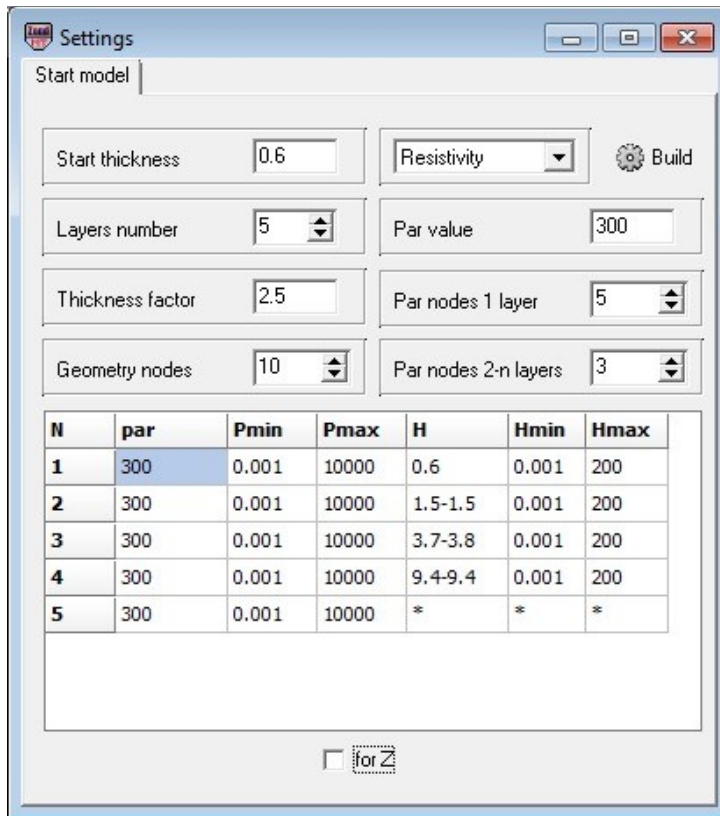
Il modello a strati arbitrari presenta vantaggi evidenti, tra cui una sezione di aspetto «geologico» di facile lettura e la possibilità di eseguire un'inversione congiunta dei dati di più metodi geofisici.

Inoltre, è uno strumento potente per l'inversione congiunta, che consente di ottenere sezioni per diversi metodi geofisici basate su confini comuni.



Nella modalità di modello a strati arbitrari (pulsante  della barra degli strumenti della finestra principale del programma) viene aggiunta la sezione **Layered**.

Come nella modalità mesh, la finestra di dialogo per la configurazione del modello iniziale si richiama tramite l'opzione **Options/ Mesh constructor** (vedere la figura).



N	par	Pmin	Pmax	H	Hmin	Hmax
1	300	0.001	10000	0.6	0.001	200
2	300	0.001	10000	1.5-1.5	0.001	200
3	300	0.001	10000	3.7-3.8	0.001	200
4	300	0.001	10000	9.4-9.4	0.001	200
5	300	0.001	10000	*	*	*

Fig. 39 Finestra di dialogo per la configurazione del modello iniziale in modalità di lavoro con il modello a strati

Start thickness consente di impostare lo spessore del primo strato.

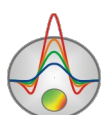
Layers number definisce il numero di strati del modello.

Thickness factor – coefficiente di incremento dello spessore di ciascuno strato successivo rispetto a quello precedente.

Geometry nodes – numero di nodi geometrici per ciascun confine di strato (10-30). In questi nodi è possibile modificare verticalmente il confine.

Par value – definisce il valore iniziale del parametro nel primo strato.

Par nodes 1 layer – numero di nodi dei parametri, che definisce la distribuzione dei parametri all'interno del primo strato. Il profilo di variazione del parametro è definito da un insieme di valori fissi nei nodi, tra i quali il parametro varia linearmente. Se nel campo di inserimento si immette 1,



il parametro dello strato sarà costante. Se si immette 2, i parametri varieranno linearmente dal bordo sinistro a quello destro.

Par nodes 2-n layers – numero di nodi dei parametri, che definisce la distribuzione dei parametri all'interno degli strati successivi. Il profilo di variazione del parametro è definito da un insieme di valori fissi nei nodi, tra i quali il parametro varia linearmente. Se nel campo di inserimento si immette 1, il parametro dello strato sarà costante. Se si immette 2, i parametri varieranno linearmente dal bordo sinistro a quello destro.

Nella parte inferiore della finestra **Start model** è presente una tabella. Nella tabella è possibile impostare manualmente l'intervallo di valori della proprietà fisica **par** per l'inversione, da **Pmin** a **Pmax**. È inoltre possibile impostare lo spessore dello strato **H** e i limiti entro i quali può variare durante l'inversione (da **Hmin** a **Hmax**). Se si preferisce lavorare con le profondità anziché con gli spessori degli strati, si selezioni la casella di controllo accanto a **for Z**.

Il parametro per l'inversione congiunta si seleziona dall'elenco a discesa a sinistra del pulsante **Build**. I valori iniziali e i limiti di variazione si configurano per ciascuno dei parametri coinvolti nell'inversione congiunta. Si noti che le etichette degli strati corrispondono al parametro selezionato in questo elenco. Ciò è utile quando si desidera visualizzare i risultati di due metodi: uno viene rappresentato con i colori, l'altro con le etichette degli strati.

Dopo aver configurato il modello iniziale, si preme il pulsante **Build**.

L'inversione della geometria dei confini viene eseguita quando è attivata l'opzione **Invert boundaries**. Talvolta è necessario invertire solo i parametri, quando i confini sono noti e fissi; in tal caso, si disattivi l'opzione **Invert boundaries**.

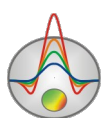
Draw labels – visualizza i valori della proprietà fisica del parametro selezionato nell'elenco a discesa.

L'opzione **Transparent** rende il modello a strati trasparente rispetto al modello mesh (a blocchi) (sono visibili solo i confini orizzontali del modello a strati).

Edit mode – attiva la modalità di modifica del modello a strati arbitrari. La modifica si esegue con il mouse. I confini si modificano spostando i nodi solo in direzione verticale. Per bloccare i nodi di un confine, si faccia clic con il mouse tenendo premuto CTRL; i nodi bloccati vengono visualizzati in rosso. Facendo clic destro sull'etichetta di uno strato è possibile modificarne il valore della proprietà fisica. Per bloccare un nodo del parametro durante l'inversione, si faccia clic destro sul valore corrispondente tenendo premuto CTRL.

Per salvare e caricare il modello a strati da un file di testo, si utilizzino le opzioni **Save layers** e **Load layers**.

Un esempio dei risultati dell'inversione con il modello a strati è riportato nella figura.



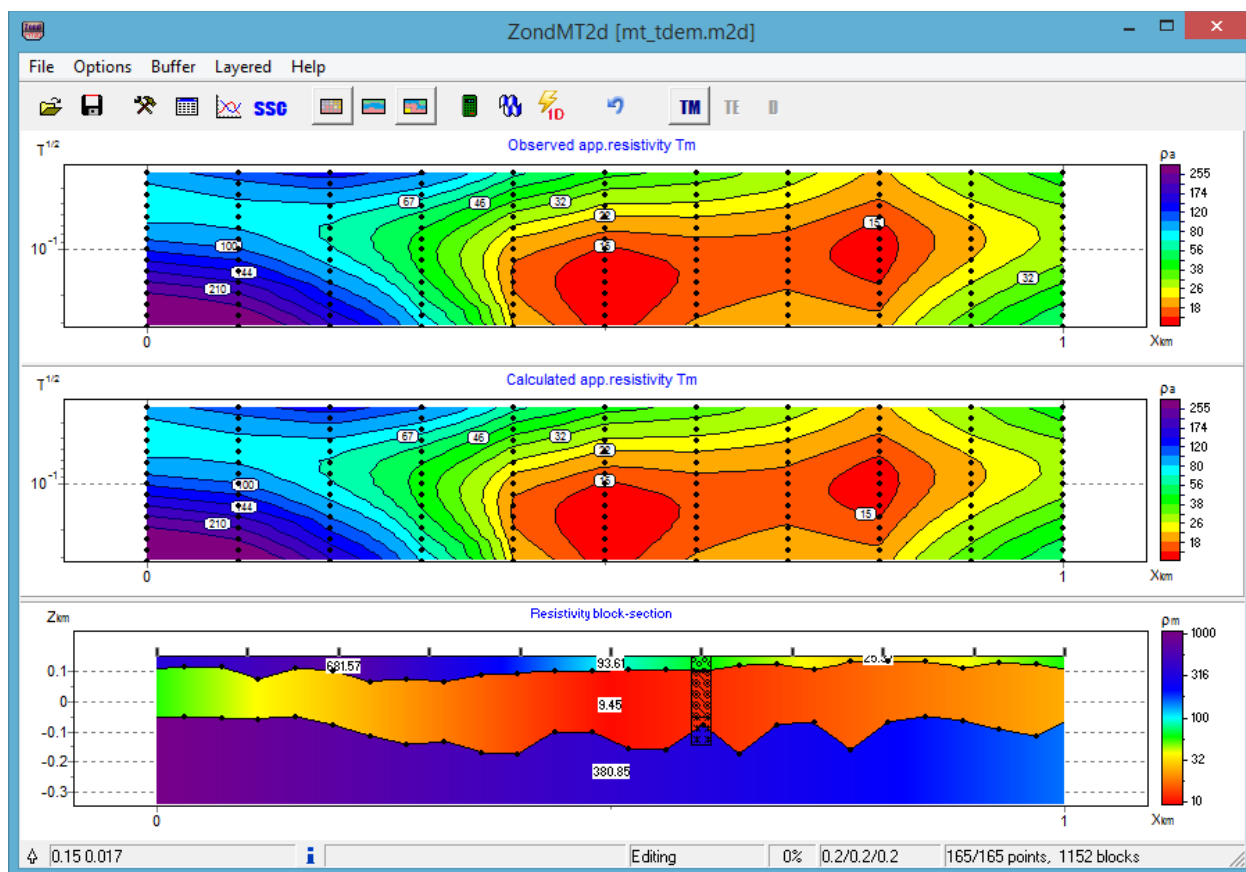


Fig. 40 Risultato dell'inversione con il modello a strati

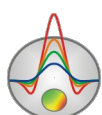
Modellazione poligonale

In molte situazioni è più pratico definire il modello come un insieme di corpi con sezione poligonale. In **ZondMT2D** questa possibilità è offerta dalla modalità di modellazione poligonale. Per attivare la modalità, fare clic sul pulsante ; nell'angolo superiore sinistro dello schermo viene visualizzata la barra degli strumenti per la creazione di un modello poligonale. Se nel progetto corrente è già stato creato un modello poligonale, questo viene visualizzato nella finestra del modello.

La creazione di modelli poligonali in **ZondMT2D** è simile alla creazione di poligoni negli editor di grafica vettoriale.

La modalità di modellazione poligonale consente di descrivere sia singoli poligoni (corpi) in un mezzo omogeneo ospitante, sia un sistema di poligoni (corpi) collegati tra loro. Per creare un poligono e modificarlo, selezionare lo strumento necessario dalla barra degli strumenti di modellazione poligonale:

Strumento	Opzione
-----------	---------



	Creazione di un poligono. Fare clic con il pulsante sinistro del mouse per aggiungere un nuovo nodo al contorno del poligono. Per terminare la definizione del contorno del poligono, fare clic con il pulsante destro del mouse; il poligono viene chiuso automaticamente.
	Eliminazione di un poligono. Dopo aver selezionato lo strumento, fare clic con il pulsante destro del mouse sul poligono da eliminare.
	Creazione di un poligono adiacente a un poligono esistente o al contorno dell'area di modellazione. Dopo aver selezionato questo strumento, definire il contorno non adiacente al poligono esistente. Il primo e l'ultimo punto del contorno definito devono appartenere al contorno del corpo adiacente oppure al contorno dell'area di modellazione. Per terminare la definizione del contorno, fare clic con il pulsante destro del mouse. Il programma seleziona automaticamente il contorno adiacente oppure propone di selezionarlo tramite una finestra di dialogo, se sono possibili due alternative.
	Separazione di poligoni adiacenti. Se con lo strumento precedente è stato creato un modello contenente poligoni adiacenti, questo strumento consente di separarli, in modo da poter modificare i contorni senza vincoli, spostare o eliminare un poligono. Dopo aver selezionato lo strumento, fare clic con il pulsante sinistro del mouse sul poligono da separare (fare clic una sola volta in un punto qualsiasi del poligono; i suoi contorni cambiano colore). Fare clic con il pulsante destro del mouse per terminare la separazione.
	Dividere un poligono lungo una linea retta (creare due poligoni a partire da uno). Fare clic con il pulsante sinistro del mouse per indicare il primo punto della retta, quindi fare clic con il pulsante destro per indicare il secondo. Entrambi i punti devono trovarsi sul contorno del poligono da dividere.
	Spostare un poligono. Selezionare il poligono facendo clic con il pulsante sinistro del mouse. Il poligono si sposta quando si muove il mouse. Fare clic con il pulsante destro del mouse per confermare la posizione del poligono.
	Spostare una parte del poligono.
	Aggiungere un nodo. Fare clic con il pulsante destro del mouse sul punto del contorno in cui si desidera aggiungere un nodo.
	Eliminare un nodo. Fare clic con il pulsante destro del mouse sul nodo da eliminare.

	Spostare un nodo. Selezionare il nodo facendo clic con il pulsante sinistro del mouse; spostarlo muovendo il mouse e fare clic con il pulsante destro per terminare lo spostamento.
	Lente d'ingrandimento. Consente di modificare la scala di visualizzazione del modello.

Quando si utilizzano gli strumenti di modellazione poligonale, occorre ricordare che **tutte le operazioni si concludono con un clic destro.**

Per modificare i parametri di un poligono, fare doppio clic con il pulsante sinistro del mouse su un suo punto qualsiasi. Viene visualizzata la finestra di dialogo **Body parameters** (vedere la figura seguente).

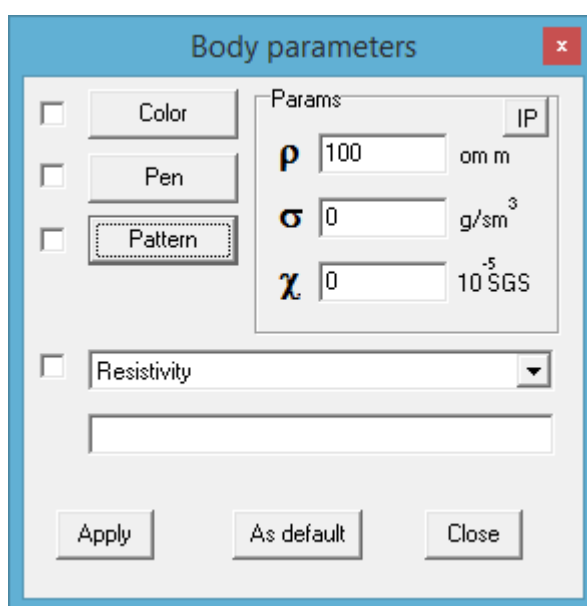
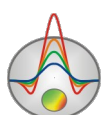


Fig. 41 Finestra di dialogo **Body parameters**

Nei campi ρ , σ , χ si specificano i valori di resistività, densità e suscettività magnetica. Il programma consente inoltre di impostare i parametri di caricabilità Cole-Cole mediante il pulsante IP. Ciò può essere utile per studiare l'influenza dell'effetto IP sui dati magnetotellurici. I pulsanti **Color**, **Pen**, **Pattern** aprono finestre di dialogo per configurare il colore del poligono (diverso dalla scala cromatica del modello), il colore dei contorni del poligono e il tipo di riempimento tratteggiato. L'elenco a discesa contiene le possibili etichette del poligono: valori di resistività, caricabilità o testo libero, che può essere inserito nel campo di testo sottostante.

Lo scambio di valori tra i modelli poligonali e a celle si effettua tramite i menu **Modeling / Get values from mesh** e **Modeling / Set values to mesh**. La prima opzione



(inserimento con considerazione della geometria) assegna ai poligoni i valori di resistività del modello a blocchi (ottenuti da un'inversione o modellazione eseguita in precedenza); la seconda assegna al modello a blocchi i valori di resistività dei poligoni. Per passare dalla modalità a blocchi a quella poligonale e viceversa, utilizzare il pulsante  della barra degli strumenti principale.

Di seguito è mostrato un esempio di modello creato con gli strumenti di modellazione poligonale.

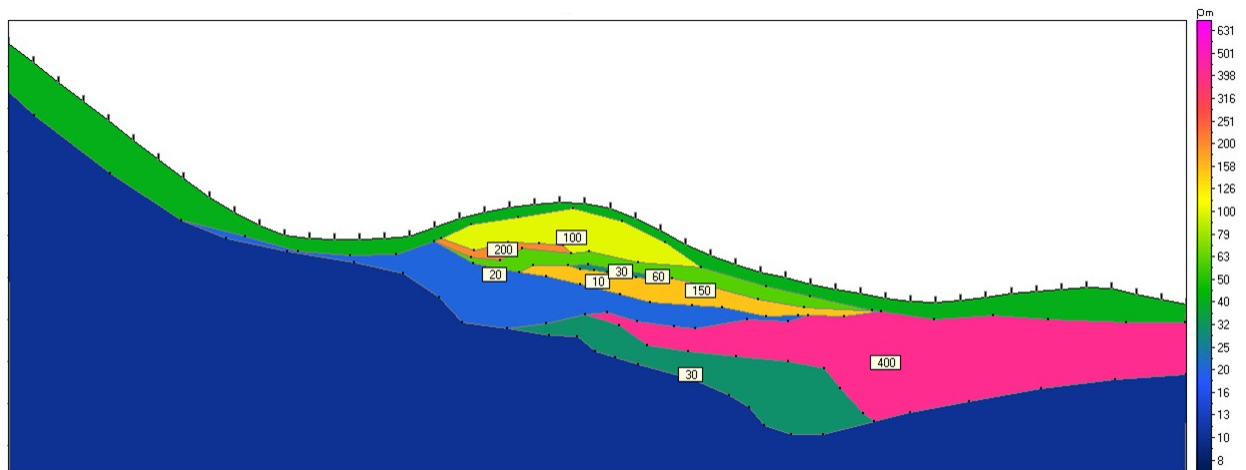
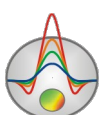


Fig. 42 Esempio di modello poligonale creato in ZondMT2D

I modelli poligonali possono essere salvati e caricati tramite le opzioni **Save polygons** e **Load polygons** del menu **Modeling** della barra degli strumenti principale. L'opzione **Export model to CAD** esporta il modello poligonale in un file in formato Autocad dxf.

Per eseguire il problema diretto a partire dal modello creato, fare clic sul pulsante  della barra degli strumenti oppure premere la barra spaziatrice.

Per aumentare la precisione del calcolo del problema diretto, si consiglia di utilizzare una mesh più dettagliata. In particolare, dopo aver creato un modello poligonale, passare alla modalità a blocchi tramite il pulsante  e utilizzare l'opzione **Thin mesh** nelle proprietà di ciascun asse; quindi tornare alla modalità di modellazione poligonale e fare clic su . Il calcolo del problema diretto verrà così eseguito su una mesh più dettagliata.



Finestre di dialogo ausiliarie per la modellazione e l'inversione congiunta

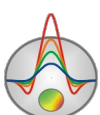
Finestra di dialogo PseudoControlled source

Si apre dal menu Options/Inversion/PseudoControlled source. Consente di specificare la posizione delle messe a terra A e B della linea di alimentazione, per tenere conto dell'influenza della sorgente controllata.

Elemento	Descrizione
Ax	Consente di specificare la coordinata X numerica del punto A.
Ay	Consente di specificare la coordinata Y numerica del punto A.
Bx	Consente di specificare la coordinata X numerica del punto B.
By	Consente di specificare la coordinata Y numerica del punto B.
CS	Se l'opzione è attivata, il programma utilizza le coordinate inserite dei punti A e B per creare o aggiornare l'immagine corrispondente.
North-East	Selezionare la direzione North-East per la modalità TE/TM attiva. Questa voce imposta la direzione per la modalità attiva e aggiorna di conseguenza i valori della modalità opposta.
Along-across line	Impostare la direzione lungo la linea definita dai punti estremi delle coordinate geografiche; se tali coordinate non sono sufficienti, la direzione viene calcolata in base alle coordinate delle stazioni. La direzione risultante viene impostata per le modalità TE/TM attiva e opposta.

Finestra di dialogo Airborne settings

Elemento	Descrizione
[tabella: parametri delle stazioni]	Visualizza le righe delle stazioni, compresi i valori delle coordinate, HHei ed Epos. Per impostare un valore HHei o Epos per la riga corrente e per tutte le righe successive, fare clic con il pulsante destro del mouse sulla cella corrispondente e inserire un valore numerico nella finestra di dialogo Set value.
Airborne survey	Se la casella di controllo è selezionata, per il calcolo viene impostata la modalità Airborne survey. Lo stato della casella di controllo viene utilizzato all'apertura e alla chiusura della finestra.

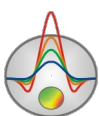


Finestra di dialogo Survey settings

Elemento	Descrizione
Start station	Specifica il numero ordinale della stazione iniziale, a partire da 1. L'intervallo consentito va da 1 al numero totale di stazioni; la stazione selezionata viene utilizzata come punto iniziale della selezione.
End station	Specifica il numero ordinale della stazione finale, a partire da 1. L'intervallo va da 2 al numero totale di stazioni; il valore iniziale corrisponde all'ultima stazione.
Use every	Specifica l'intervallo di selezione delle stazioni: con il valore 1 vengono utilizzate stazioni consecutive; con valori superiori, le stazioni vengono selezionate con il passo indicato.
Apply	Applica la stazione iniziale e finale e l'intervallo di selezione specificati.

Finestra di dialogo Field settings (indagine gravimetrica e magnetometrica)

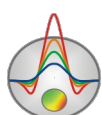
Elemento	Descrizione
Gradient base,m	Etichetta della distanza tra i sensori per le misure di gradiente, in metri. La distanza si specifica nel campo sottostante.
[pulsante: caricare le impostazioni magnetiche dal sito Web]	Apri la finestra di dialogo delle impostazioni magnetiche e la compila con l'anno corrente e le coordinate calcolate in base alla posizione media delle stazioni. Dopo la chiusura della finestra di dialogo, trasferisce nei campi delle impostazioni i valori ottenuti di declinazione, inclinazione e intensità del campo di fondo.
[intensità del campo magnetico di fondo, nT]	Specifica l'intensità del campo magnetico di fondo in nT.
[casella di controllo: campo 1 presente]	Indica lo stato del primo indicatore di presenza dei dati del campo magnetico e attiva o disattiva il gruppo di impostazioni corrispondente.
Magnetometer elev, m	Specifica l'altezza di misura sopra la superficie. Se il valore viene modificato, viene impostato come altezza per tutte le misure magnetiche; l'unità di misura è indicata nell'etichetta del



	parametro, mentre non è specificato un intervallo consentito.
Data type	Seleziona il tipo di misure: T o GrZ. La selezione viene applicata ai dati; se si seleziona GrZ, la casella di controllo per aggiungere il campo di fondo viene deselezionata.
Gradient base,m	Specifica la distanza tra i sensori per le misure di gradiente, in metri.
Incident field, nT	Se la casella di controllo è selezionata, il valore del campo magnetico di fondo viene aggiunto ai dati calcolati. Se si seleziona il tipo GrZ, la casella viene deselezionata automaticamente.
Inclination, deg	Specifica l'inclinazione del campo magnetico in gradi, misurata verso il basso a partire dall'orizzontale.
Declination, deg	Specifica la declinazione magnetica in gradi, misurata in senso orario a partire dal nord.
Azimuth X, deg	Specifica l'azimut del profilo X in gradi, misurato in senso orario a partire dal nord.
Apply	Salva le impostazioni della prospezione magnetica inserite.
[casella di controllo: impostazioni aggiuntive della prospezione gravimetrica]	Se l'opzione è selezionata, il gruppo corrispondente di impostazioni della prospezione gravimetrica viene abilitato; lo stato dell'opzione viene salvato.
Data type	Selezionare il tipo di dati della prospezione gravimetrica: Gz o Grz. La selezione viene applicata ai dati della prospezione; il significato delle opzioni non è specificato separatamente.
Gravimeter elev, m	Specifica l'altezza di misura sopra la superficie, in metri.
Gradient base,m	Specifica la distanza tra i sensori per le misure di gradiente, in metri.

Finestra di dialogo per la definizione del modello stratificato

Elemento	Descrizione
Apply	Applica i parametri specificati: chiude la finestra di dialogo confermando i valori e crea il modello con i limiti indicati.
[tabella dei parametri degli strati]	Visualizza e consente di modificare i parametri degli strati del modello. La tabella mostra i numeri degli strati e i valori relativi a profondità e spessori; la correttezza dei dati inseriti viene



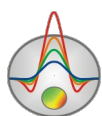
	verificata quando si modificano le celle.
Set limites +/-	Se l'opzione è selezionata, il valore nel campo adiacente viene utilizzato per definire i limiti superiore e inferiore dei parametri. In modalità logaritmica, il valore è espresso in percentuale; negli altri casi viene applicato come scostamento assoluto nelle unità visualizzate.
Number of layers	Specifica il numero di strati del modello.
[ampiezza dei limiti +/-]	Specifica l'entità dello scostamento per i limiti dei parametri, se l'opzione corrispondente è selezionata. In modalità logaritmica il valore è espresso in percentuale; negli altri casi è un valore assoluto nelle unità visualizzate.

Parametri aggiuntivi delle finestre di dialogo Create synthetic survey e Mesh constructor

Elemento	Descrizione
Stations separation, km	Specifica la distanza tra le stazioni in chilometri; il valore iniziale è 1. L'intervallo consentito va da 0,0001 a 30.
Start period, s	Specifica il valore iniziale del periodo in secondi; il valore iniziale è 0,001. L'intervallo consentito va da 0,000001 a 1.
End period, s	Specifica il valore finale del periodo in secondi; il valore iniziale è 1. L'intervallo consentito va da 0,00001 a 10000.
Fixed number of nodes	Se l'opzione è selezionata, viene costruita una mesh regolare con il numero di nodi specificato tra i valori minimo e massimo delle coordinate. Se l'opzione è disattivata, vengono utilizzate le impostazioni relative al numero minimo di celle tra le stazioni e le coordinate dei nodi vengono copiate dalle posizioni delle stazioni.
Cancel	Annulla l'operazione e chiude la finestra di dialogo.

Finestra di dialogo per l'aggiunta di rumore

Elemento	Descrizione
Noise for app.resistivity, %	Specifica il livello di rumore casuale per i valori di resistività apparente, in percentuale. Il rumore viene aggiunto ai valori diversi dal marcatore di dato mancante; l'ampiezza della perturbazione casuale è scalata in base al livello specificato in



	questo campo e al fattore 3.
Noise for phase, %	Specifica il livello di rumore casuale per i valori della fase dell'impedenza, in percentuale. Il rumore viene aggiunto ai valori diversi dal marcatore di dato mancante; l'ampiezza della perturbazione casuale è scalata in base al livello specificato in questo campo e al fattore 3.
Ok	Conferma i dati inseriti e chiude la finestra di dialogo.
Noise for tipper, %	Imposta il livello percentuale del rumore casuale per le parti reale e immaginaria del tipper. Il rumore viene aggiunto ai valori diversi dal marcatore di dato mancante; l'ampiezza della perturbazione casuale è scalata in base al livello specificato in questo campo e al fattore 3.

Informazioni a priori

Nell'inversione, le informazioni a priori vengono generalmente considerate in due modi: specificando un modello iniziale (la distribuzione presunta della resistività e i limiti della sua variazione nella sezione) oppure la posizione dei confini tra contrasti.

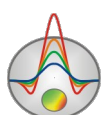
Per impostazione predefinita, il modello iniziale per l'inversione in **ZondMT2D** è il modello corrente visualizzato nell'editor del modello. Il programma lo modificherà durante l'inversione.

Come informazione a priori è possibile inserire la posizione dei confini tra contrasti, nota dai dati di perforazione o da altri metodi geofisici.

Inserimento dei confini geologici (opzione Set boundaries)

La modalità di impostazione dei confini **Set boundaries** è disponibile nel menu **Options/Inversion** e consente di considerare le informazioni geologiche a priori durante l'inversione. Selezionando questa scheda viene visualizzato un menu con i seguenti pulsanti:

	Enable/Disable editing boundaries mode	Attivare/Disattivare la modalità di modifica dei confini
	Add new boundary	Aggiungere un nuovo confine
	Delete boundary	Eliminare tutti i confini
	Save boundaries to file	Salvare i confini in un file



L'inserimento di confini geologici a priori nel problema inverso è un metodo fondamentale per migliorare la qualità dell'interpretazione. Da un lato, aumenta la stabilità del problema; dall'altro, riduce l'area di equivalenza e consente di ottenere una struttura più coerente. Nelle aree del modello in cui i parametri sono poco sensibili alle variazioni della sezione, l'inserimento di confini a priori è praticamente l'unico modo per ottenere un risultato accettabile.

In presenza di confini inseriti, è preferibile utilizzare l'algoritmo Occam. In genere si utilizzano 1-2 confini; si tenga presente che i confini geologici non sempre coincidono con quelli petrofisici.

Prima di impostare i confini, si consiglia di eseguire un'inversione utilizzando l'algoritmo **Occam**, quindi di riportare sulla sezione geo-elettrica ottenuta gli eventuali dati dei pozzi. Per ulteriori informazioni sulle opzioni di visualizzazione delle colonne dei pozzi e dei dati di log, consultare la sezione [Visualizzazione delle colonne dei pozzi e dei dati di log](#). Sulla sezione geo-elettrica ottenuta si devono tracciare i confini tenendo conto dei dati dei pozzi oppure delle conoscenze a priori sulla struttura dell'area studiata. I confini si impostano con il pulsante sinistro del mouse quando è attiva la modalità di modifica dei confini. Per chiudere un confine, si utilizza il pulsante destro del mouse. Nel tracciare i confini, non si devono utilizzare troppi nodi. È preferibile che siano il più possibile regolari e passino in prossimità dei nodi della mesh di inversione.

Dopo aver tracciato i confini, si deve avviare nuovamente l'inversione, che verrà eseguita tenendo conto dei confini specificati (vedere la figura).

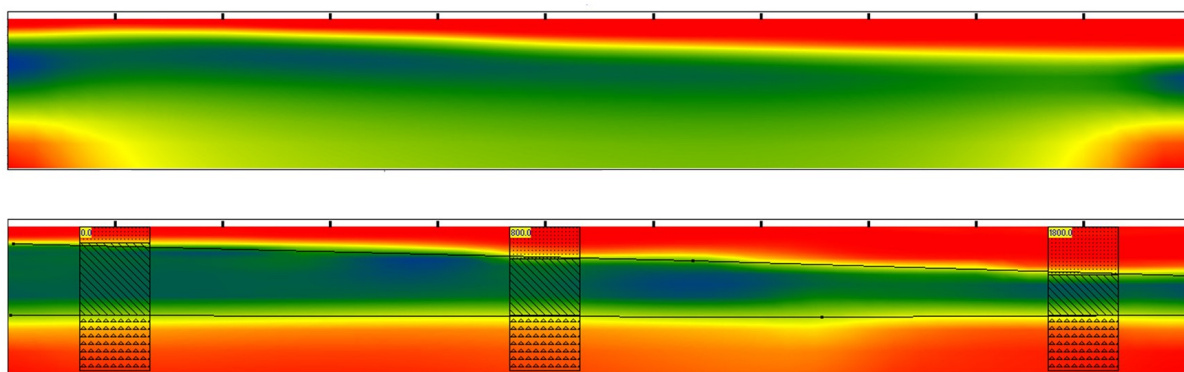


Fig. 43 Esempio di utilizzo della funzione di impostazione dei confini **Set boundaries**. La sezione superiore è stata ottenuta con l'algoritmo Occam senza inserire confini; quella inferiore è stata ottenuta considerando i confini a priori.

Si segnala inoltre l'algoritmo Image guided inversion, che consente di ottenere modelli simili a un'immagine grafica specificata, tramite Options/Inversion/Cross-gradient/BG image.

Il programma offre diversi metodi per visualizzare le informazioni a priori. Con l'opzione **Options/Import/Export** è possibile caricare diverse informazioni geologiche e geofisiche:

- colonne litologiche;
- dati di log;
- misure lungo il profilo sotto forma di grafici;
- modelli provenienti da progetti di altri programmi del pacchetto Zond;
- immagine grafica come sfondo della sezione geo-elettrica (ad esempio, una sezione geologica o sismica).

L'uso di informazioni aggiuntive a priori contribuisce a un'interpretazione integrata dei dati e aumenta l'affidabilità del risultato finale.

Se sono disponibili misure di log o colonne litologiche, è possibile caricarle nella finestra del modello tramite l'opzione **Options / Borehole / Load borehole data** (vedere la figura seguente) oppure crearle nell'editor corrispondente.

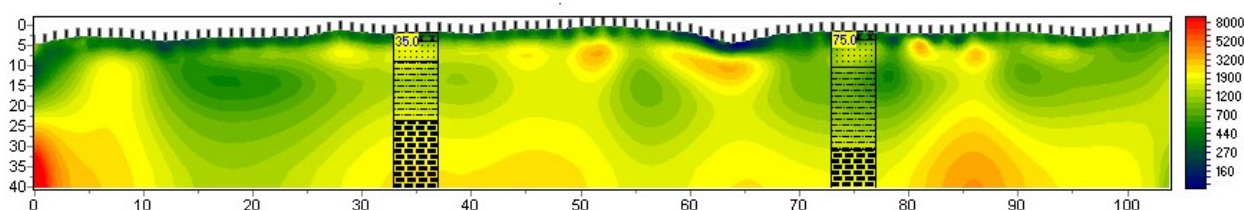
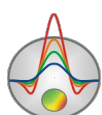


Fig. 44 Sezione della resistività elettrica con colonne litologiche sovrapposte

Options / Import/Export/Import model/data – questa opzione consente di caricare modelli del sottosuolo provenienti da progetti di programmi del pacchetto **ZOND** in finestre separate (vedere la figura seguente). L'opzione può essere utile per confrontare i risultati dell'interpretazione su profili adiacenti o per l'interpretazione integrata dei dati acquisiti con metodi diversi.



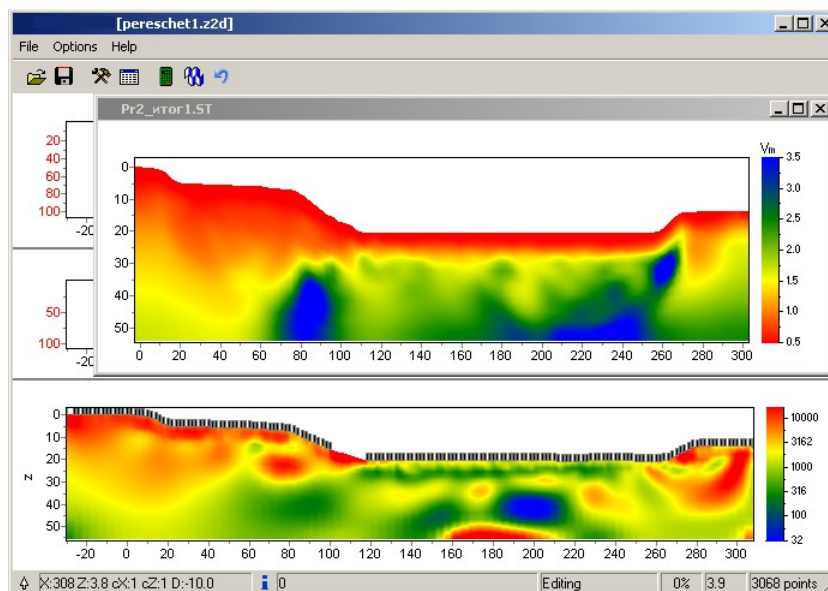


Fig. 45 Finestra di lavoro del programma con un modello di velocità importato

Quando il cursore si sposta nell'area dell'editor del modello, viene visualizzato anche in tutte le altre sezioni importate, in base alle dimensioni della cella corrente quando il modello è visualizzato come blocchi (vedere la figura seguente).

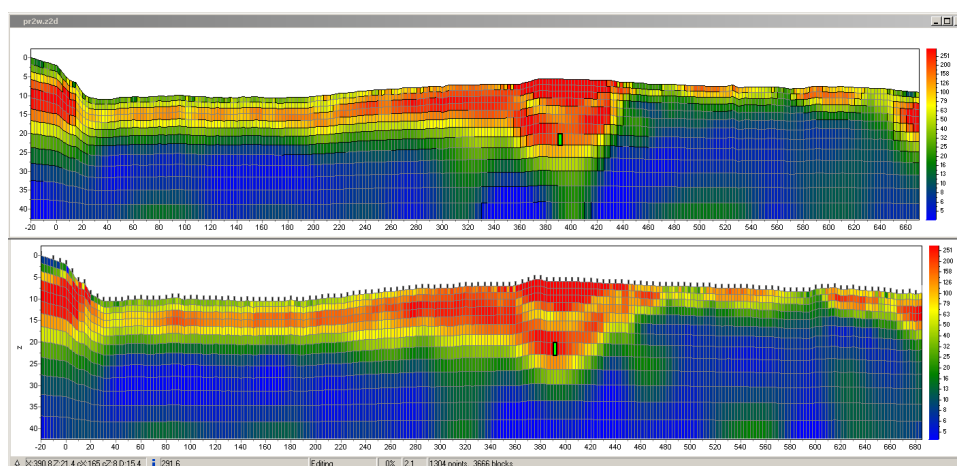
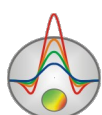


Fig. 46 Visualizzazione dei modelli di resistività elettrica, sia di quello di lavoro sia di quello importato, come blocchi con il cursore evidenziato

Se come file da importare si utilizza un file a due colonne con estensione *.dat, nella finestra con i dati calcolati (in modalità **graphics-plot**) viene visualizzato un grafico associato all'asse destro (vedere la figura seguente). Nella prima colonna del file *.dat si inseriscono le coordinate orizzontali del punto di misura lungo il profilo; nella seconda, i valori misurati. È



quindi possibile rappresentare i grafici delle variazioni lungo il profilo di qualsiasi grandezza fisica.

Con l'opzione **Save/Load selection** è possibile salvare o caricare una porzione del modello. Per salvare una porzione, attivare la modalità di visualizzazione del modello come blocchi (**Blocks-section**), selezionare la porzione desiderata utilizzando le opzioni della sezione **Selection** e fare clic su **Save selection**.

Per caricare un frammento del modello, si seleziona una piccola area del modello corrente. Il bordo superiore sinistro della selezione sarà considerato il punto da cui verrà inserito il frammento. Si avvia l'opzione **Load selection** e si seleziona il nome del file. Se non è stata effettuata alcuna selezione, il frammento verrà inserito a partire dal bordo superiore sinistro del modello.

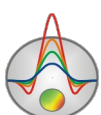
Per salvare o caricare un profilo verticale del parametro per una determinata coordinata orizzontale, si può utilizzare l'opzione **Extract 1d log / Load 1d log**. Per salvare un profilo verticale, occorre specificare la coordinata X nella finestra di dialogo. Per caricare un profilo verticale, è necessario indicare l'intervallo lungo l'asse X. Questa opzione può essere utilizzata, ad esempio, per integrare i dati dei log di pozzo o per esaminare i punti di intersezione dei profili.

Se sono disponibili informazioni a priori, è possibile utilizzarle come immagine di sfondo nell'editor del modello mediante l'opzione **Options/Import/Export/Background image**. Può trattarsi, ad esempio, di sezioni geologiche, elettriche o sismiche, oppure di una sezione ottenuta lungo un profilo adiacente. Il programma supporta due formati per l'immagine di sfondo: file grafici *.png, *.bmp e file *.sec, *.seg-y.

Dopo aver selezionato un file *.bmp, viene visualizzata una finestra di dialogo per la configurazione delle coordinate dell'immagine, in cui si specificano le coordinate dei limiti dell'immagine nel sistema di coordinate della sezione.

Per rendere trasparente l'immagine, nella finestra di configurazione del modello (clic destro accanto alla dicitura Resistivity block-section nella finestra del modello, opzione Setup) si seleziona Transparency.

Quando si seleziona l'immagine di sfondo, viene visualizzata la finestra:



Set rectangle	
Left	0
Top	225
Right	152.4
Bottom	171.9
Insert topography	☒

Fig. 47 Finestra di dialogo per la configurazione dei parametri dell'immagine di sfondo

In questa finestra è possibile specificare manualmente le coordinate dell'angolo superiore sinistro e dell'angolo inferiore destro dell'immagine.

Insert topography – consente di modificare l'immagine tenendo conto della topografia (il bordo superiore dell'immagine seguirà la topografia del modello).

In modalità **Blocks section** vengono visualizzate le celle con valori diversi da quelli del mezzo ospite. In questo modo è possibile modellare corpi anomali sopra l'immagine di sfondo (vedere la figura seguente).

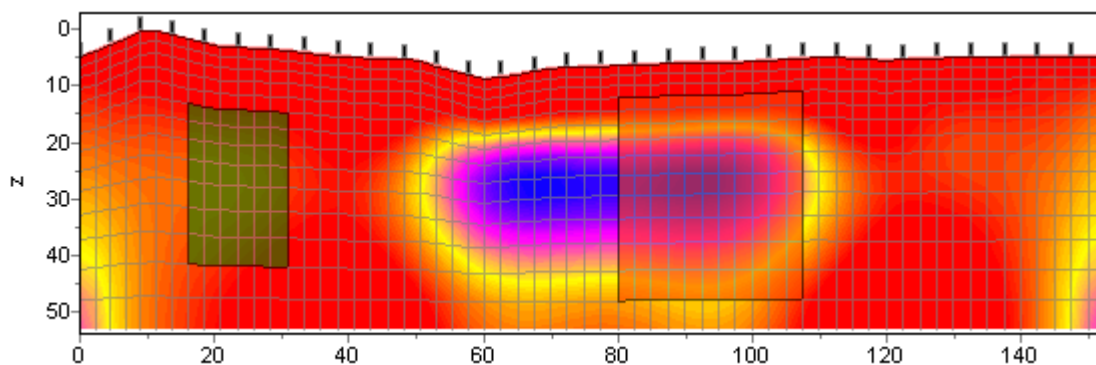
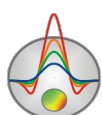


Fig. 48 Modello in modalità Block-section con immagine di sfondo

In modalità **Smooth section** i colori dell'immagine di sfondo e del modello corrente si fondono, consentendo di osservare contemporaneamente le caratteristiche di entrambe le sezioni (vedere la figura seguente).



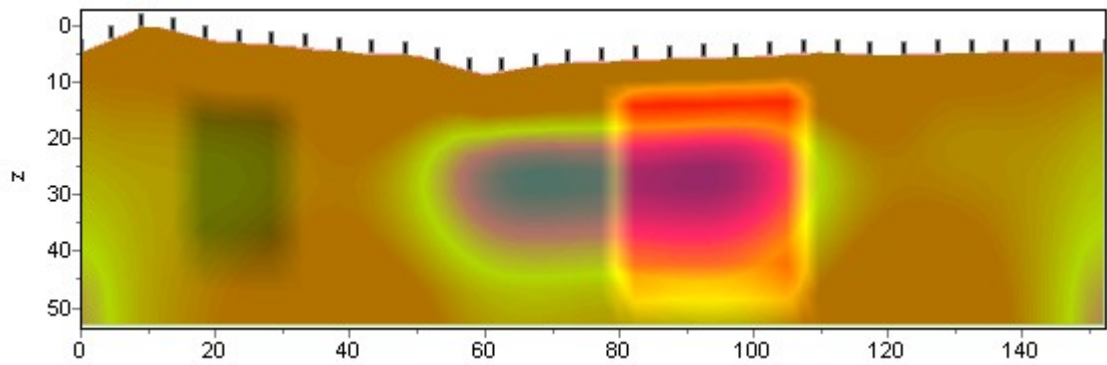


Fig. 49 **Modello in modalità Smooth-section con immagine di sfondo**

L'uso di un'immagine di sfondo consente di tenere conto dei risultati di altri metodi di indagine durante l'interpretazione. Ad esempio, i dati di sismica o una sezione geologica disponibile possono essere utilizzati per definire i limiti nella creazione di un modello a priori (iniziale) per l'inversione dei dati MT. La figura seguente mostra un esempio in cui il sismogramma viene utilizzato come immagine di sfondo per un modello geo-elettrico.

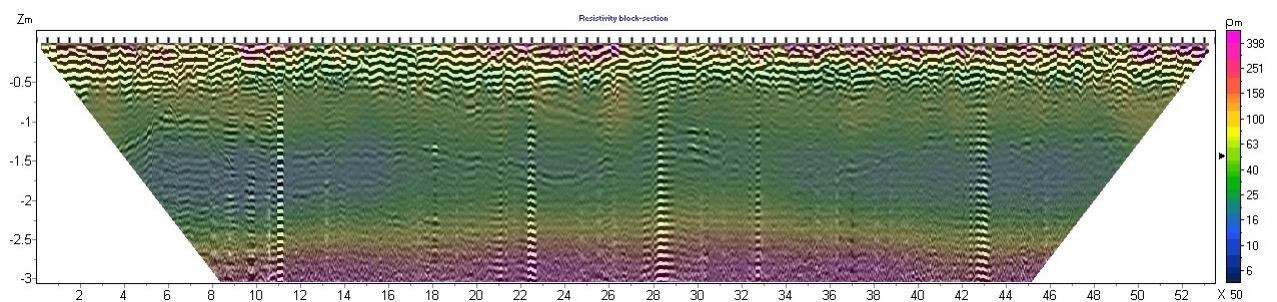
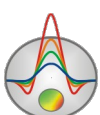


Fig. 50 **Modello in modalità Smooth-section con immagine di sfondo – dati di sismica**

Creazione dei dati di pozzo

L'aggiunta dei dati dei log di pozzo e della litologia viene eseguita nel modulo specifico **Options / Borehole / Create / Edit borehole data** (vedere la figura seguente). Il modulo consente di creare, modificare e visualizzare colonne litologiche e dati dei log di pozzo lungo il profilo di acquisizione.



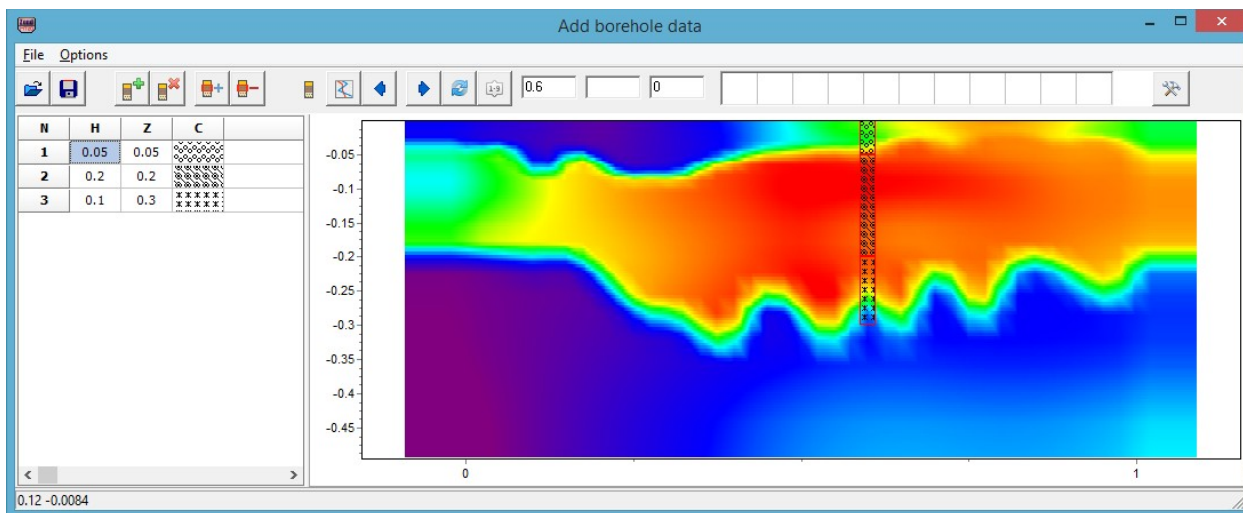
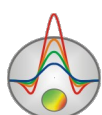


Fig. 51 **Modulo per l'aggiunta dei dati dei log di pozzo e della litologia**

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

	Apri il file della litologia
	Salva il file della litologia
	Crea un nuovo pozzo
	Elimina il pozzo
	Aggiungi uno strato nel pozzo
	Elimina uno strato nel pozzo
	Modalità colonne litologiche
	Modalità dati dei log di pozzo
	Passa al pozzo precedente
	Passa al pozzo successivo
	Aggiorna la finestra di visualizzazione dei dati
	Ordina i pozzi in base alla coordinata
20000	Imposta la coordinata orizzontale (lungo il profilo)
	Etichetta del pozzo (massimo 5 caratteri)
0	Angolo di inclinazione del pozzo nel piano XZ.



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 di destra i dati dei pozzi sono visualizzati graficamente.

Per iniziare a creare un file di litologia, si preme il pulsante  sulla barra degli strumenti. Nella sezione a sinistra verrà quindi visualizzata una nuova tabella. Con il pulsante  si imposta il numero di strati desiderato. Si modifica quindi la tabella specificando lo spessore o la profondità della base di ciascuno strato e selezionando il tipo di riempimento corrispondente alla litologia. La finestra di dialogo per la configurazione del riempimento **Pattern Color Editor** viene richiamata facendo doppio clic con il pulsante sinistro del mouse nella colonna **C** della finestra dei dati (Fig. 52). Il programma offre un'ampia scelta di riempimenti litologici. Nell'opzione **Color** è possibile selezionare il colore del riempimento.



Fig. 52 Finestra dell'editor dei riempimenti

Al termine dell'immissione dei dati del pozzo, si preme il pulsante  e il pozzo apparirà nella finestra grafica. Si impostano quindi le coordinate orizzontale e verticale del pozzo nella barra degli strumenti, in chilometri; il pozzo verrà visualizzato in base alle coordinate specificate. Nella finestra grafica, il pozzo attivo è visualizzato in rosso.

Per facilitare il lavoro con un gran numero di pozzi, il programma consente di creare una palette. Per creare una palette, selezionare il riempimento desiderato nella colonna dei riempimenti **Finestra dei dati**, quindi fare clic con il pulsante destro del mouse nell'area dei

riempimenti sulla barra principale del programma. In questo modo è possibile creare un insieme di riempimenti, che può poi essere salvato. A tale scopo, premere il pulsante  e selezionare **Save default palette**. L'insieme di riempimenti salvato può essere utilizzato quando si crea un nuovo file di dati di litologia e log di pozzo ( - **Load default palette**).

Set borehole width, disponibile premendo il pulsante  imposta la larghezza dei pozzi come percentuale della lunghezza del profilo.

Dopo aver salvato il file di dati, vengono creati diversi file: ***.crt** – il progetto del modulo, che può essere caricato nel programma **ZondMT2D** e ***.txt** – un file per ogni pozzo, con nomi corrispondenti alle coordinate orizzontali e verticali

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

Struttura del file *.txt: la prima colonna contiene la profondità del punto di misura (rispetto alla superficie terrestre), la seconda colonna contiene le misure del log. La terza e la quarta colonna contengono zeri. Come separatore tra le colonne si usa il tasto TAB.

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

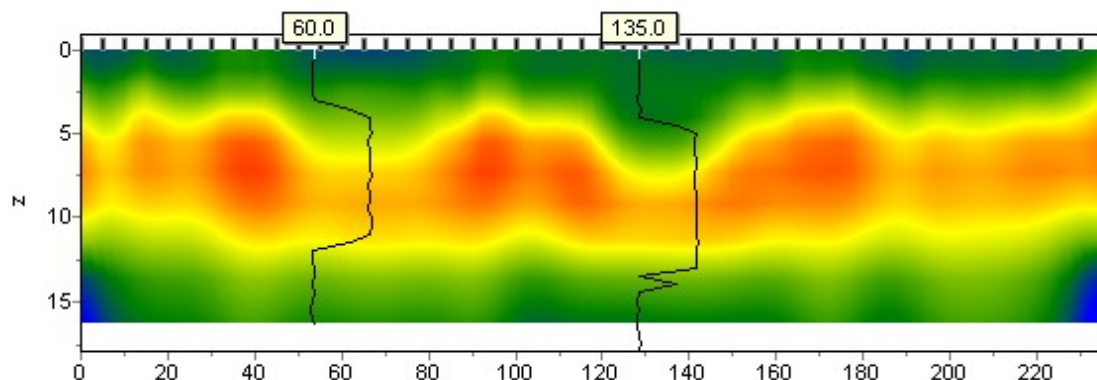
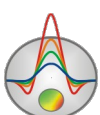


Fig. 53 **Modello con diagrammi dei log di pozzo sovrapposti**

Per creare un file con informazioni litologiche si utilizza la seguente struttura: la prima colonna contiene la profondità (rispetto alla superficie terrestre) dell'orizzonte litologico; la seconda colonna deve essere riempita con zeri; la terza colonna contiene il colore dello strato nella colonna litologica; la quarta colonna contiene il tipo di campitura nella colonna litologica. Le colonne sono separate da spazi. Un esempio di modello con colonne litologiche sovrapposte è riportato nella figura seguente.



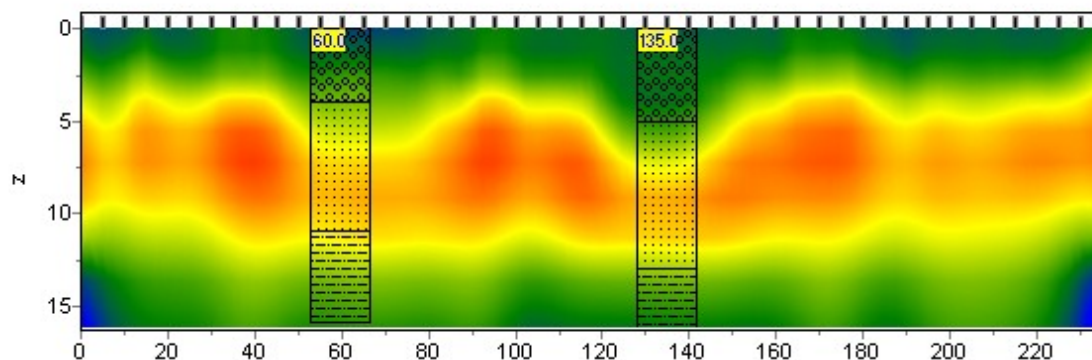


Fig. 54 **Modello con colonne litologiche sovrapposte**

Di seguito è riportato l'elenco delle prime 23 campiture utilizzabili per creare una colonna litologica.

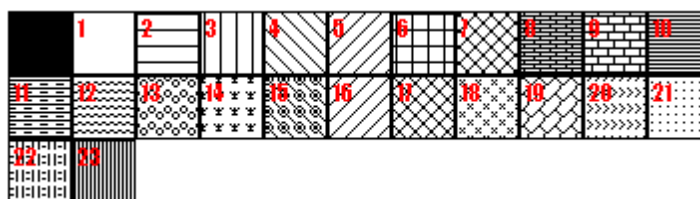


Fig. 55 **Varianti di campitura della colonna litologica**

Oltre al formato txt, questo modulo consente di caricare file crt. Di seguito è descritta la struttura del file CRT per visualizzare i dati litologici o dei log di pozzo per un numero arbitrario di pozzi.

2280.txt La prima riga contiene il nome del file con i dati dei log di pozzo o della litologia.

skv2280 La seconda riga contiene l'etichetta del pozzo (visualizzata sul pozzo).

18 2 2 1 0 1 0 0 La terza riga contiene i parametri di controllo -

Record **18** – coordinata del pozzo sul profilo;

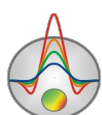
2 - larghezza dell'immagine (in percentuale della lunghezza del profilo, in genere 1 - 20);

2 - tipo di visualizzazione dei dati, da 0 a 3;

[**0** - dati dei log di pozzo (sotto forma di grafico);

1 - dati dei log di pozzo (colonna cromatica interpolata); per visualizzare i dati si utilizza la scala di colori della sezione;

2 - colonna litologica;



3 - dati dei log di pozzo (colonna cromatica); i colori dei dati visualizzati corrispondono alla scala del modello, il colore della colonna viene selezionato in base al valore della scala di colori del modello.]

1 - Parametro di normalizzazione dei dati dei diagrammi dei log di pozzo, da 0 a 2.

[0,1 – per tutti i dati vengono utilizzati un minimo e un massimo comuni;

1,2 - sottrarre a ciascun diagramma del log di pozzo il relativo valore medio.]

0 - Indice del metodo di log di pozzo (se occorre visualizzare contemporaneamente più tipi di log, inserire l'indice per ciascun metodo), da 0 a n-1, dove n è il numero di metodi.

1 - Colore del grafico.

0 - Scala dei dati: logaritmica 0, lineare 1.

0 – Scostamento verticale del pozzo rispetto alla superficie terrestre.

I pulsanti della barra degli strumenti del modulo per l'immissione dei dati litologici sono disponibili anche nel menu **Options**. Qui si trova anche la funzione **Remove background**, che consente di rimuovere l'immagine di sfondo, ovvero il modello di resistività, durante l'immissione dei dati dei pozzi.

Quando si creano o si modificano i dati dei pozzi con il modulo descritto, il programma salva il risultato in un file nel formato interno con estensione *.crt o *.bmp.

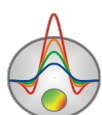
Visualizzazione dei risultati

Lavorare con più modelli in un unico progetto

Spesso è necessario memorizzare più modelli all'interno dello stesso progetto e visualizzarli contemporaneamente per poterli confrontare. Ad esempio, per determinare i parametri ottimali dell'inversione è più pratico non creare un progetto separato per ogni insieme di parametri, ma memorizzare nello stesso progetto tutti i modelli ottenuti dai risultati dell'inversione e poterli confrontare nella stessa finestra. Anche in modalità di modellazione, quando si calcola il problema diretto per più modelli correlati, è più pratico memorizzarli e confrontarli all'interno dello stesso progetto.

Nel programma **ZondMT2D** le funzioni descritte sono disponibili tramite la funzione **Buffer** del menu principale. I pulsanti **Model 1** – **Model 5** corrispondono a cinque modelli buffer, che possono essere memorizzati all'interno di un progetto.

Per registrare il modello corrente in un buffer, premere uno dei pulsanti corrispondenti ai modelli buffer. Se il modello buffer selezionato è vuoto, il modello corrente vi viene registrato. Nella finestra di dialogo che appare è possibile inserire il nome del modello buffer, che verrà poi



visualizzato sul pulsante corrispondente nell'elenco **Buffer** e come titolo durante la visualizzazione del modello.

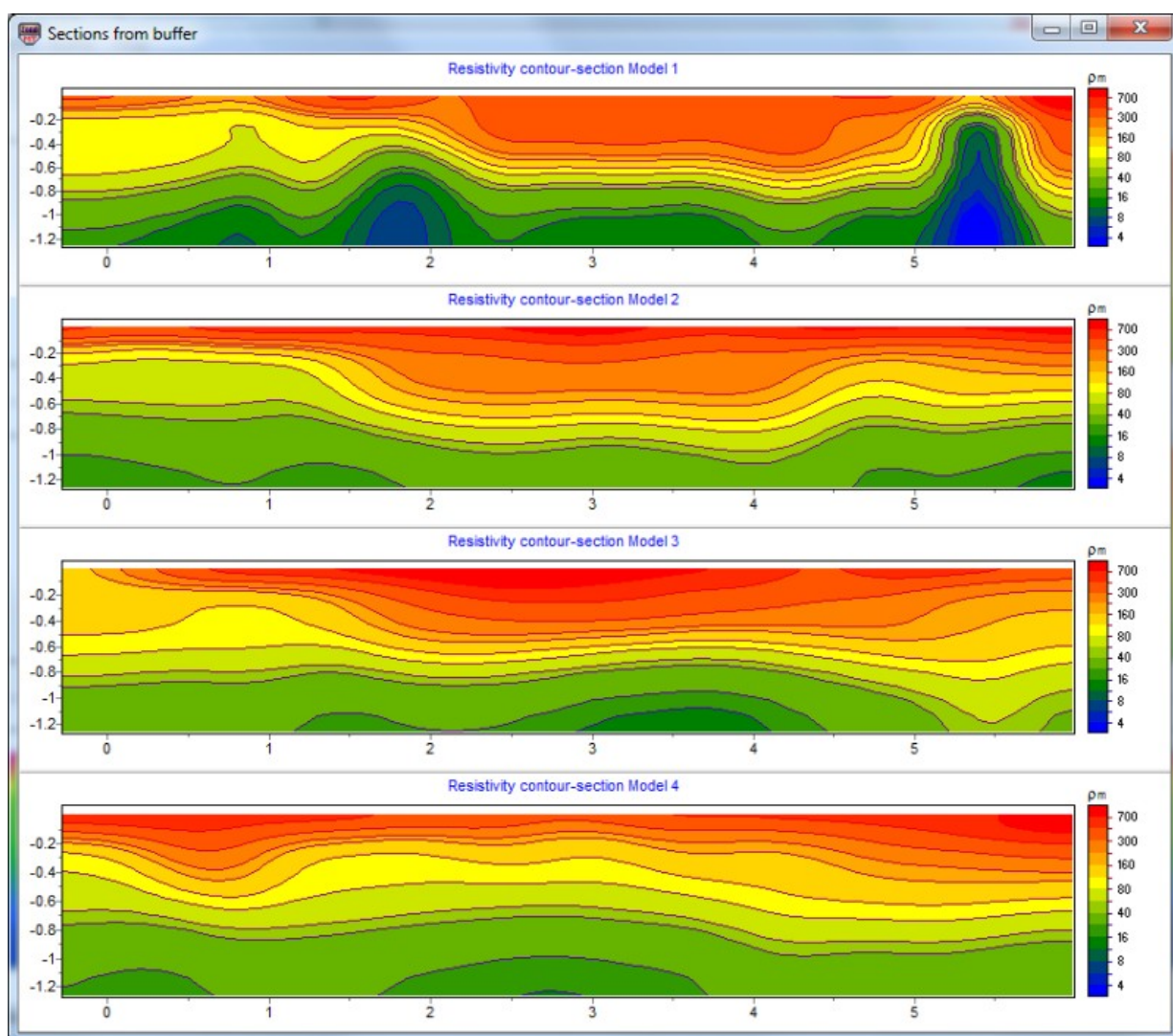
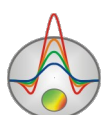


Fig. 56 Finestra **Buffer/Open** per la visualizzazione simultanea di più modelli. Esempio di inversione degli stessi dati con parametri diversi

Dopo aver impostato il primo modello buffer, è possibile svuotare il modello corrente nell'editor dei modelli e crearne un altro, registrandolo nel modello buffer successivo.

Se il modello buffer selezionato non è vuoto, il programma chiederà se si desidera aprire questo modello buffer (**From Buffer**) oppure sovrascriverlo con quello corrente (**To buffer**). Se si seleziona **From Buffer**, il modello del buffer verrà caricato al posto del modello attivo corrente nell'editor della sezione.

Il pulsante **Buffer/Open** consente di visualizzare in un'unica finestra tutti i modelli creati, facilitandone il confronto (vedere la figura).



Finestra di costruzione del modello geologico-geofisico

Per costruire un modello geologico-geofisico (eseguire l'interpretazione geologica) si utilizza la finestra dell'editor del modello geologico **Geological editor**, richiamata dal menu **Options/ Geological editor**. L'editor consente di creare interattivamente un modello geologico sulla base del modello corrente del progetto, dei dati di pozzo, dei dati di altri programmi del pacchetto **Zond** e delle immagini raster di riferimento, nonché di stampare le sezioni ottenute in scala specificata e di salvare ed esportare i risultati dell'interpretazione.

I risultati dell'interpretazione geofisica fungono da immagine di sfondo a colori, sulla quale viene costruito il modello geologico. Durante la creazione del modello si individuano oggetti e strati locali, ai quali viene quindi applicato il tratteggio geologico scelto dall'interprete. Il modulo consente inoltre di visualizzare i dati di pozzo, semplificando notevolmente la costruzione del modello.

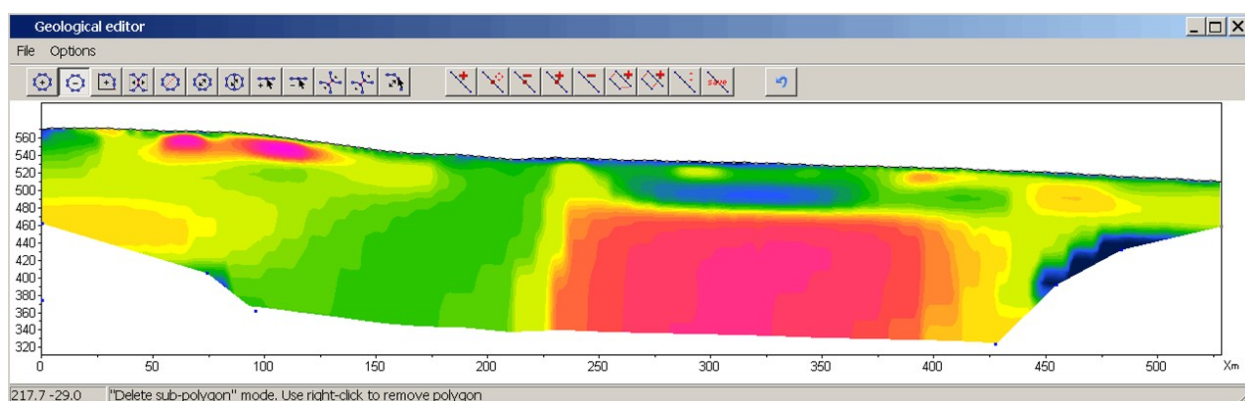
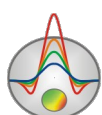


Fig. 57 Finestra dell'editor del modello prima dell'inizio del lavoro

Pertanto, lo scopo principale del modulo è costruire rapidamente sezioni geologiche sulla base dei risultati geofisici ed esportarle successivamente in un rapporto.

Prima di iniziare, occorre scegliere con molta attenzione il tipo di sezione e le relative impostazioni grafiche. La rappresentazione della sezione mediante isolinee è la soluzione più adatta.



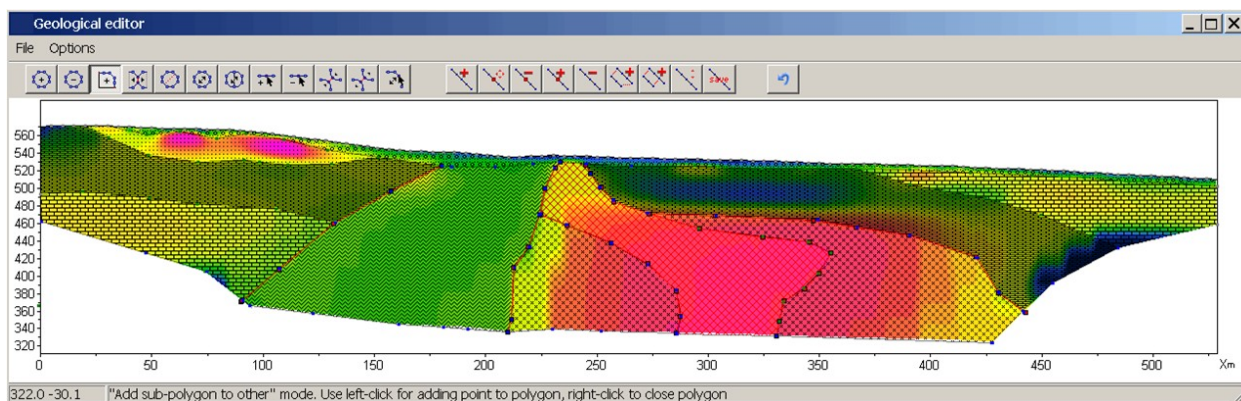


Fig. 58 Finestra dell'editor del modello: sezione di resistività e interpretazione geologica.

Avviare quindi l'opzione **Geological editor**; si può così iniziare a lavorare sulla sezione. Si definiscono corpi e strati mediante poligoni chiusi e aperti, assegnando loro un colore e un tratteggio.

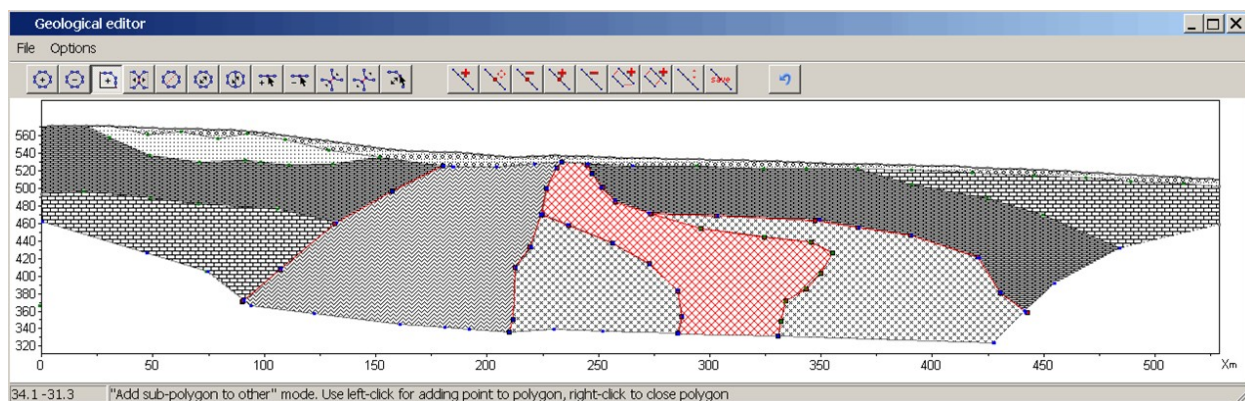
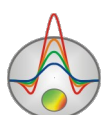


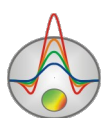
Fig. 59 Finestra dell'editor del modello: sezione geologico-geofisica ottenuta dai risultati dell'interpretazione

Nella barra degli strumenti della finestra **Geological editor** sono disponibili pulsanti per modificare poligoni e linee:

Strumento	Opzione
	Creazione di un poligono. Con un clic del pulsante sinistro del mouse si aggiunge un nuovo nodo alla polilinea, che costituisce il contorno del poligono. Per terminare la definizione del contorno, fare clic con il pulsante destro del mouse; la polilinea verrà chiusa automaticamente.



	Eliminazione di un poligono. Dopo aver selezionato lo strumento, fare clic con il pulsante destro del mouse sul poligono da eliminare.
	Creazione di un poligono adiacente a un poligono esistente o al contorno dell'area di modellazione. Dopo aver selezionato questo strumento, si deve tracciare un contorno non adiacente al poligono esistente. Il primo e l'ultimo punto del contorno devono appartenere al contorno del corpo adiacente oppure al contorno dell'area di modellazione. Per terminare la definizione del contorno, fare clic con il pulsante destro del mouse. Il programma selezionerà automaticamente il contorno adiacente oppure chiederà di selezionarlo tramite una finestra di dialogo.
	Separazione di poligoni adiacenti. Se con lo strumento precedente è stato creato un modello contenente poligoni adiacenti, questo strumento consente di separarli, in modo da poter modificare i contorni senza vincoli, spostare o eliminare un poligono. Dopo aver selezionato lo strumento, fare clic con il pulsante sinistro del mouse sul poligono da separare (fare clic una sola volta in un punto qualsiasi del poligono; i suoi contorni cambiano colore). Fare clic con il pulsante destro del mouse per terminare la separazione.
	Dividere un poligono lungo una linea retta (creare due poligoni a partire da uno). Fare clic con il pulsante sinistro del mouse per indicare il primo punto della retta, quindi fare clic con il pulsante destro per indicare il secondo. Entrambi i punti devono trovarsi sul contorno del poligono da dividere.
	Spostare un poligono. Selezionare il poligono facendo clic con il pulsante sinistro del mouse. Il poligono si sposta quando si muove il mouse. Fare clic con il pulsante destro del mouse per confermare la posizione del poligono.
	Spostare una parte del poligono
	Aggiungere un nodo. Fare clic con il pulsante destro del mouse sul punto del contorno in cui si desidera aggiungere un nodo.

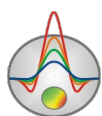


	Eliminare un nodo. Fare clic con il pulsante destro del mouse sul nodo da eliminare.
	Spostare un nodo. Selezionare il nodo facendo clic con il pulsante sinistro del mouse; spostarlo muovendo il mouse e fare clic con il pulsante destro per terminare lo spostamento.
	Separare i punti collegati. Questa modalità serve a separare i punti collegati. Per separare i punti di un poligono collegato, fare clic con il pulsante destro del mouse sul punto desiderato. In seguito all'operazione, un singolo punto collegato viene sostituito da un insieme di punti non collegati, ciascuno appartenente al proprio poligono. Avvicinando il cursore, i punti dei poligoni diventano rossi.
	Spostare un punto. Questa modalità serve a spostare un punto del poligono. Per selezionare il punto da spostare, fare clic con il pulsante sinistro del mouse; il punto del poligono seguirà quindi il cursore. Per fissare la nuova posizione del punto, fare clic con il pulsante destro del mouse. Se l'operazione non è possibile (ad esempio, se alcuni lati si intersecano), il programma impedisce lo spostamento e riporta il punto nella posizione iniziale. I punti situati sul bordo del modello possono essere spostati solo lungo i bordi corrispondenti. Avvicinando il cursore, i punti del poligono diventano rossi.

La finestra di dialogo per configurare i parametri grafici del poligono si apre facendo doppio clic al suo interno.

La barra degli strumenti contiene inoltre pulsanti per creare e modificare linee:

	Aggiungere una linea
	Spostare un nodo
	Eliminare un nodo
	Aggiungere un nodo



	Eliminare una linea
	Creare un poligono da due linee
	Spostare una linea
	Salvare una linea
	Annullare l'ultima operazione

Il menu **File** della finestra **Geological editor** contiene le seguenti funzioni:

File/Load polygons – caricare poligoni da un file

File/Save polygons – salvare su file i poligoni del modello corrente

File/Show background – mostrare l'immagine di sfondo (immagine grafica)

File/Remove background – nascondere l'immagine di sfondo nell'editor.

File/Print preview – aprire la finestra di dialogo per la stampa dell'immagine.

Get from modeling – caricare poligoni dalla modalità di modellazione poligonale

Options/Model setup – aprire la finestra di dialogo per configurare le dimensioni dell'area del modello

Options/Load borehole data – caricare i dati di pozzo da un file

Options/Remove borehole data – rimuovere i dati di pozzo dall'editor

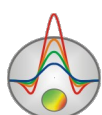
Options/Remove all polygons – eliminare tutti i poligoni

Visualizzazione 3D di modelli geoelettrici basati su più profili

Se nell'area di studio sono state eseguite misure lungo più profili ravvicinati, è opportuno interpretarli congiuntamente. Ciò consente di studiare la distribuzione in pianta delle strutture individuate e facilita inoltre l'interpretazione di ciascun profilo, semplificando l'identificazione degli elementi più stabili del modello.

Nel programma **ZondMT2D** il modulo 3D section viewer, richiamabile tramite la voce di menu **Options/3D fence diagram**, consente di visualizzare nello spazio i modelli geoelettrici ottenuti da più profili (tenendo conto della topografia) e di creare mappe delle distribuzioni del parametro selezionato in pianta, per una profondità o una quota assoluta definita dall'utente.

La finestra di visualizzazione 3D è composta da tre schede: Lines (impostazione delle coordinate dei profili), 3D View (visualizzazione del modello), Options (impostazioni



dell'immagine) e una barra degli strumenti (che consente di accedere a parametri aggiuntivi e alle funzioni di caricamento, salvataggio ed esportazione del modello 3D).

La barra degli strumenti della finestra contiene i pulsanti seguenti:

	Carica la mappa dell'area da Internet. Le coordinate delle stazioni devono essere espresse in coordinate UTM. In caso di problemi con il caricamento, inserire una chiave aggiornata nel campo Bing maps api_key
	Crea sezioni orizzontali in Surfer
	Anteprima di stampa
	Apri la finestra di dialogo per impostare i parametri del modello 3D
	Impostazioni dei parametri degli assi (ulteriori dettagli)
	Ruota il modello 3D
	Mostra la mappa orizzontale. La profondità della mappa rispetto alla superficie si imposta in chilometri nella finestra a destra 
	Facendo clic su questo pulsante si impostano scale uguali per tutti gli assi. A destra viene visualizzata una finestra in cui è possibile impostare il rapporto tra le scale dei singoli assi.

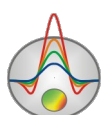
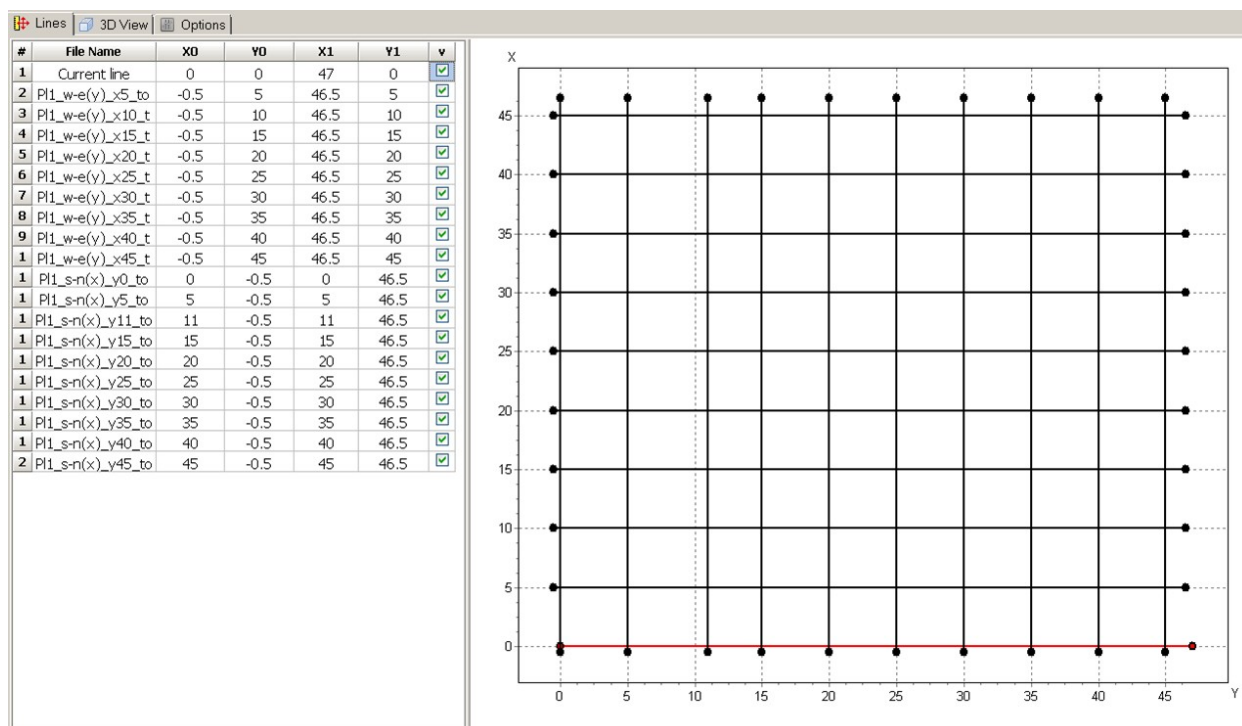


Fig. 60 Scheda Lines della finestra 3D Section viewer

La scheda *Lines* (vedere la figura) consente di aggiungere i profili e assegnare le coordinate. A ogni profilo corrisponde una riga della tabella. Per aggiungere un profilo alla tabella, fare clic con il pulsante destro del mouse su una cella vuota della prima colonna e selezionare il file desiderato. Per la visualizzazione 3D, il programma utilizza un file con estensione *.mod2d, creato automaticamente quando si salva il progetto principale nel formato **ZondMT2D**. È possibile aggiungere una riga vuota alla tabella o eliminare un file non necessario con i pulsanti  e  della barra degli strumenti. Le colonne X0, Y0, X1, Y1 della tabella contengono le coordinate cartesiane dell'inizio e della fine del profilo corrispondente. Si noti che i profili possono avere qualsiasi orientamento reciproco: possono essere paralleli, non paralleli, intersecanti o non intersecanti. La pianta dei profili viene visualizzata nella parte destra della scheda Lines man mano che si inseriscono le coordinate. L'ultima colonna della tabella consente, se necessario, di escludere i profili selezionati dall'immagine 3D.

La scheda *Options* consente di configurare i parametri di visualizzazione, ovvero la scala dei colori e le scale dei singoli assi. Il rapporto tra le scale può essere impostato anche tramite il campo  1:1:1 della barra degli strumenti. Il campo dei valori contiene le scale di visualizzazione per ciascun asse. Facendo clic sul pulsante  si passa alla scala massima per l'area delimitata dagli assi.

Il modello 3D viene visualizzato nella scheda 3D View (vedere la figura).

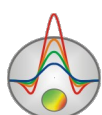
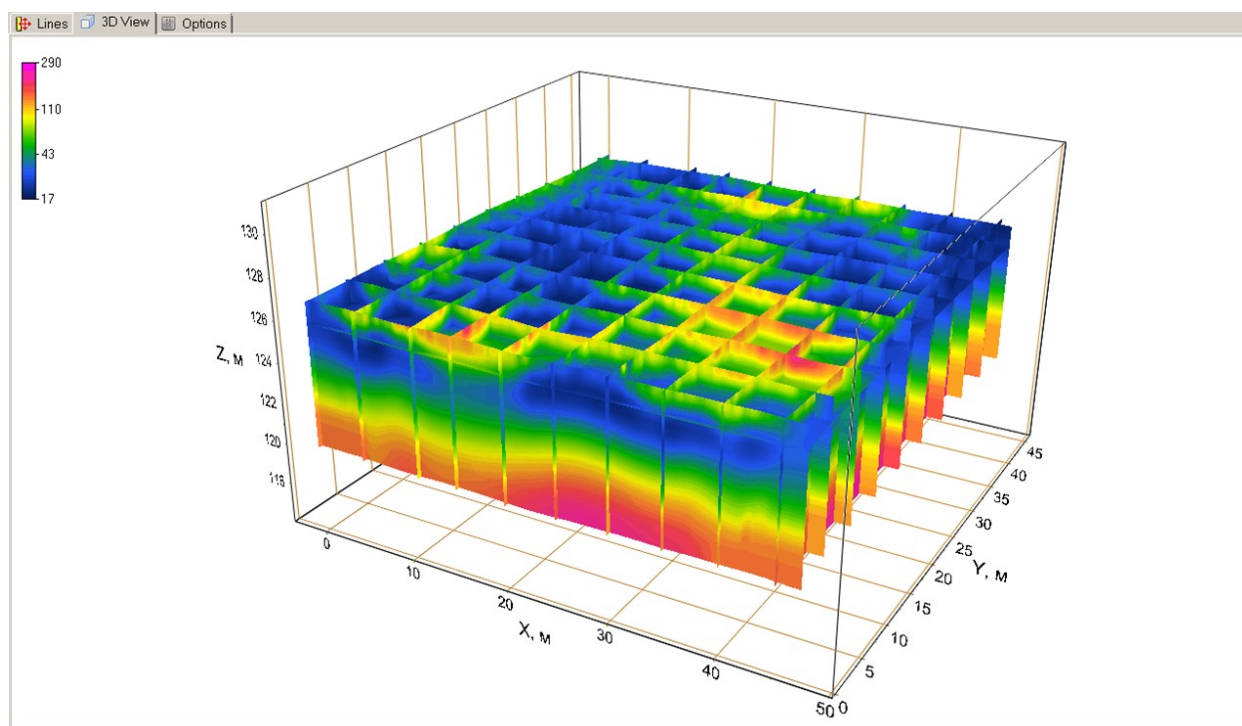


Fig. 61 Scheda 3D View della finestra 3D section viewer. Visualizzazione 3D.

Le impostazioni dei singoli assi si configurano tramite le finestre di dialogo richiamate con il pulsante  della barra degli strumenti. La finestra di dialogo corrispondente consente di modificare le proprietà delle etichette degli assi, configurare la visualizzazione della griglia, impostare i titoli degli assi e così via.

Per accedere alle impostazioni relative all'immagine 3D del modello (tipi di proiezione, scale, angolo di rotazione, traslazione dell'intero modello nelle coordinate dello schermo e così via), si utilizza il pulsante .

È possibile interagire con il modello anche tramite il mouse: tenendo premuto il pulsante sinistro, si può ruotare liberamente il modello; usando la rotellina del mouse, si modifica la scala. Facendo clic sul pulsante  il modello ruota automaticamente attorno al proprio centro geometrico.

È utile anche la possibilità di creare una sezione orizzontale del parametro a una determinata profondità. La relativa opzione è accessibile tramite gli strumenti   della barra degli strumenti. Se la casella di controllo non è selezionata, nel campo numerico si specifica la quota assoluta alla quale creare la sezione orizzontale. Se la casella è selezionata, nel campo numerico si specifica la profondità rispetto alla superficie alla quale creare la sezione orizzontale. Un esempio di sezione orizzontale del modello è riportato in Fig. 62.

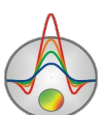
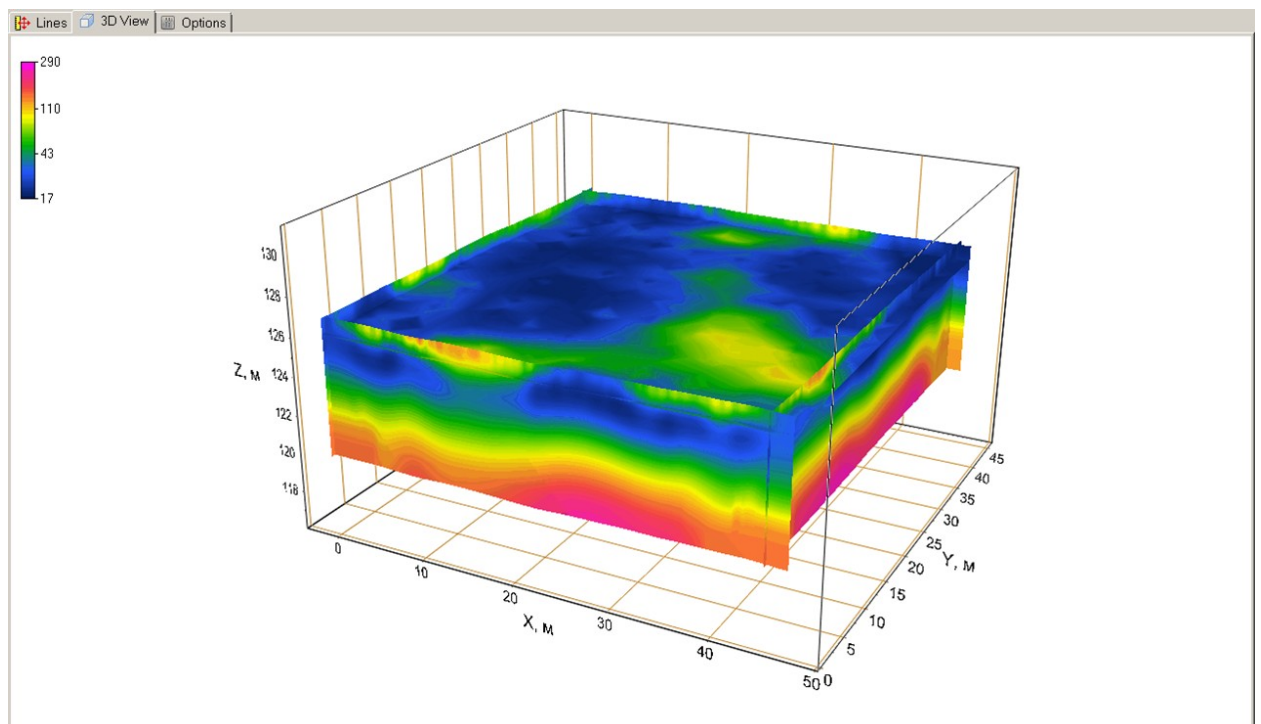


Fig. 62 **Scheda 3D View della finestra 3D section viewer. Mappa della resistività a una profondità specificata rispetto alla superficie.**

La scheda **Options** è destinata alla configurazione dei parametri dell'immagine.

L'area *Color scale* consente di configurare i parametri del riempimento. Il pulsante **Palette** apre la finestra di dialogo per configurare il riempimento. L'area *Color scale limits* consente di impostare manualmente i valori minimo e massimo della scala dei colori oppure di selezionare la modalità automatica di determinazione dei limiti selezionando la casella di controllo corrispondente.

L'opzione *Continuous* consente di visualizzare le sezioni con una scala cromatica a gradiente continuo oppure con curve di livello.

L'area *Axis scales* è destinata all'impostazione delle scale degli assi. Le scale si impostano solo quando è premuto il pulsante  nella barra degli strumenti della finestra.

L'opzione *Boreholes* consente di visualizzare i dati dei pozzi nell'immagine 3D. Se il progetto contiene numerosi pozzi, la loro visualizzazione può richiedere molto tempo.

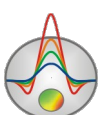
I risultati del lavoro con il modulo 3D section viewer possono essere salvati, esportati e stampati. Il salvataggio e l'esportazione si eseguono con il pulsante  della barra degli strumenti. Se come tipo di file si seleziona Project file, il programma crea un file con estensione *.prj, che contiene i percorsi assoluti dei file dei profili e le relative coordinate. In seguito, aprendo questo file con il pulsante , il programma legge i dati corrispondenti e ricostruisce il modello 3D. Se nella finestra di salvataggio si seleziona XY plane, il programma crea un file di testo *.dat contenente i dati per la mappa del parametro alla profondità selezionata. Questo file può essere utilizzato con programmi esterni, ad esempio Surfer. Se si salva nel formato Voxler 3d grid, il programma crea un file di testo *.dat contenente i dati dell'intero modello.

La stampa della finestra del modello si esegue facendo clic sul pulsante  della barra degli strumenti.

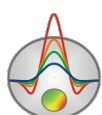
A

Elementi di controllo della finestra 3D sections viewer

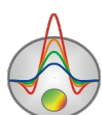
Elemento	Descrizione
[tabella delle linee]	Mostra le righe contenenti i dati delle linee di sezione e le relative coordinate. Per caricare il modello mod2d da un file, fare clic con il pulsante destro del mouse nella colonna del nome del file; le



	coordinate della linea si inseriscono nelle colonne successive.
Automatic color scale	Se l'opzione è attivata, i limiti della scala cromatica vengono determinati automaticamente. Quando l'opzione è attivata, i campi dei limiti minimo e massimo non sono disponibili.
[scala asse X]	Modifica la scala dell'asse X e aggiorna le dimensioni della visualizzazione.
[scala asse Y]	Modifica la scala dell'asse Y e aggiorna le dimensioni della visualizzazione.
[scala asse Z]	Modifica la scala dell'asse Z e aggiorna le dimensioni della visualizzazione.
Plot sections without topography	Se l'opzione è attivata, le sezioni vengono visualizzate senza topografia.
Maximal depth for sections	Imposta il valore massimo dell'asse della profondità e viene utilizzato nella ricerca delle matrici di dati.
[pulsante: apri progetto 3D sections]	Aprire il progetto 3D sections dal file selezionato. Utilizzare il pulsante per caricare un progetto salvato in precedenza.
[pulsante: salva progetto ed esporta dati]	Salvare il progetto o esportare i dati in base al tipo di file selezionato. Le opzioni disponibili includono i formati di progetto PRJ, DAT e VTP, nonché l'esportazione dell'immagine della mappa in PNG e KML; l'esportazione dell'immagine della mappa viene eseguita se la mappa è attiva.
[pulsante: aggiungi riga alla tabella]	Aggiungere una riga alla tabella.
[pulsante: elimina riga dalla tabella]	Eliminare la riga corrente della tabella; se contiene un modello mod2d, questo verrà rimosso dal progetto. Non è possibile eliminare la prima riga né una riga quando nella tabella rimane il numero minimo di dati.
[pulsante: apri impostazioni 3D]	Aprire il menu dei parametri di visualizzazione 3D. Il menu mostra lo stato della rotazione del grafico e il tipo di immagine selezionato; la possibilità di creare un video dipende dallo stato della rotazione e dalla scheda attiva.
[pulsante: carica mappa satellitare]	Caricare da Internet una mappa satellitare per l'area del grafico. Prima del caricamento è possibile specificare il numero della zona UTM e selezionare la scala in chilometri; per acquisire i dati, il programma deve disporre di accesso a Internet.

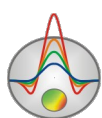


[pulsante: Multi sections]	Aprire la finestra per lavorare con le linee della modalità Multi sections: prima di visualizzare la finestra, le pseudosezioni vengono nascoste e vengono mostrate le linee dell'indice corrente.
[pulsante: anteprima di stampa]	Aprire l'anteprima del grafico delle sezioni prima della stampa.
[pulsante: crea sezioni XY in Surfer]	Aprire le impostazioni per la creazione delle sezioni XY e generare le mappe ai livelli specificati. È possibile selezionare profondità assolute o profondità dalla superficie; il metodo di costruzione dipende anche dallo stato della casella di controllo nella finestra delle impostazioni.
[pulsante: imposta scale degli assi]	Attivare o disattivare la modalità di ridimensionamento degli assi. Quando la modalità è attiva, sono disponibili i cursori e il campo per impostare le scale individuali; quando è disattiva, le scale vengono ricalcolate automaticamente.
[pulsante: visibilità del piano XY]	Attivare o disattivare la visualizzazione del piano XY e aggiornare il grafico.
[pulsante: modalità di costruzione della sezione XY]	Alternare la modalità di costruzione della sezione XY tra profondità assoluta e profondità dalla superficie. Dopo il passaggio, la sezione viene ricalcolata e il grafico aggiornato.
[elenco: parametro di visualizzazione]	Selezionare il parametro attivo da visualizzare nel grafico.
[campo: scale degli assi X:Y:Z]	Impostare le scale individuali degli assi X, Y e Z come tre numeri separati da due punti.
[campo: profondità della sezione XY]	Impostare la profondità del piano sul quale viene costruita la sezione XY.
Axes settings	Sottomenu delle impostazioni degli assi: contiene le voci X-Axis, Y-Axis e Z-Axis.
X-Axis	Aprire l'editor delle impostazioni dell'asse X del grafico.
Y-Axis	Aprire l'editor delle impostazioni dell'asse Y del grafico.
Z-Axis	Aprire le impostazioni dell'asse Z. Se durante la configurazione viene modificata la modalità logaritmica, il programma ricostruisce i dati con valori diversi da zero e seleziona nuovamente l'intervallo e la scala di visualizzazione.
Type plotting	Sottomenu Type plotting: Fence diagram — visualizzazione come diagramma Fence; Isoplanes — visualizzazione delle isopiane;



	Isosurfaces — visualizzazione delle isosuperfici.
Isoplanes	Selezionare la modalità Isoplanes. Se i dati devono essere aggiornati, il programma ricostruisce le isopiane e aggiorna il grafico.
Isosurfaces	Selezionare la modalità Isosurfaces. Se i dati devono essere aggiornati, il programma ricostruisce le isosuperfici e aggiorna il grafico.
Set isoplanes	Configurare le isopiane nella finestra Setup XY planes: modificare i valori di profondità impostati e lo stato delle caselle di controllo. Le modifiche vengono applicate se i dati devono essere aggiornati; al termine, il grafico viene ridisegnato.
Set isosurfaces	Configurare le isosuperfici nella finestra Setup isosurfaces: modificare i relativi valori e lo stato delle caselle di controllo, nonché i parametri di smoothing e di dettaglio mediante i cursori. Le modifiche vengono applicate se i dati devono essere aggiornati; al termine, il grafico viene ridisegnato.
3D options	Aprire la finestra di configurazione della visualizzazione 3D del grafico. Utilizzarla per modificare i parametri di visualizzazione 3D.
Rotate plot	Avviare o arrestare la rotazione del grafico. Quando la rotazione è attivata, il pulsante Create video diventa disponibile se è attiva la scheda corrispondente.
Create video	Creare un video acquisendo l'area del grafico. All'avvio viene attivata la rotazione; la registrazione prosegue finché non si chiude la finestra di registrazione video.
Copy slice to map	Copiare la sezione orizzontale corrente sulla mappa.
Remove slice	Eliminare la sezione, disattivando la regione corrispondente del modello, se presente.

Accelerazione della creazione del diagramma fence. Il colore e la trasparenza vengono calcolati una sola volta per ogni nodo della sezione, anziché per ogni vertice di ogni poligono; non vengono più creati array temporanei per ogni poligono; durante l'aggiornamento dei blocchi vengono riutilizzati gli indici individuati. La ricostruzione del diagramma durante la rotazione e il



cambio della tavolozza è notevolmente più veloce, soprattutto quando il numero di profili è elevato.

Finestra di dialogo Model smooth/raster

L'opzione (**Options/Extra/Model smooth/raster**) consente di rendere più grossolana (suddividendola in blocchi) o di levigare la modello corrente. Il modello a blocchi può essere utilizzato nell'inversione di tipo **Blocks**. In questo caso, viene stimato un parametro per ogni blocco. Il processo di rendere più grossolana la modello equivale a una sorta di rasterizzazione del modello liscio, ovvero alla suddivisione del modello in aree con parametri costanti. Il risultato dell'inversione focalizzante è il più adatto alla rasterizzazione.

Quando si utilizza la modalità **Blocks** (vedere la figura), in funzione del parametro di contrasto (**Contrast factor**), le celle con parametri simili vengono unite in aree con valore costante. L'opzione **Start layers** specifica il numero dello strato a partire dal quale viene eseguita l'operazione.

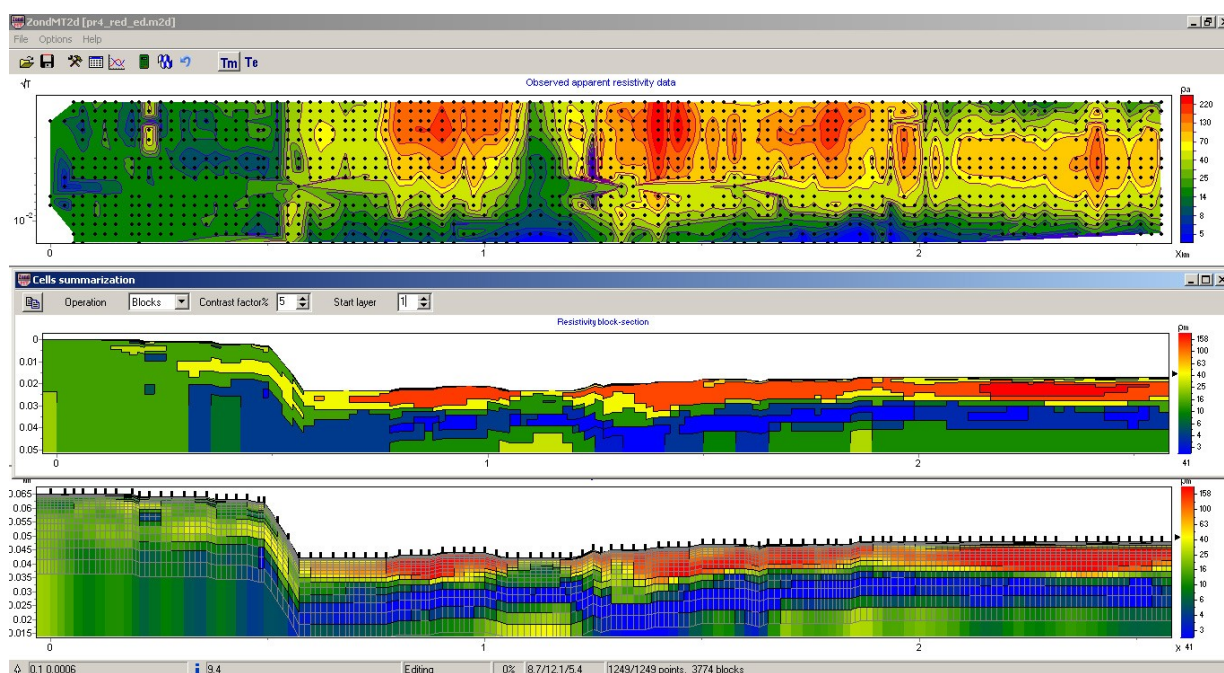
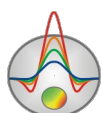


Fig. 63

Fig. 64 **Dati di campo (in alto), modello (sezione inferiore) ed esempio di suddivisione in blocchi del modello geoelettrico in modalità Blocks**

Nella modalità **Smooth** (vedere la figura), in funzione del fattore di levigatura (**Smooth factor**), viene calcolata la media dei parametri delle celle del modello, che viene così levigato. L'opzione **End layers** specifica il numero dello strato fino al quale viene eseguita l'operazione.



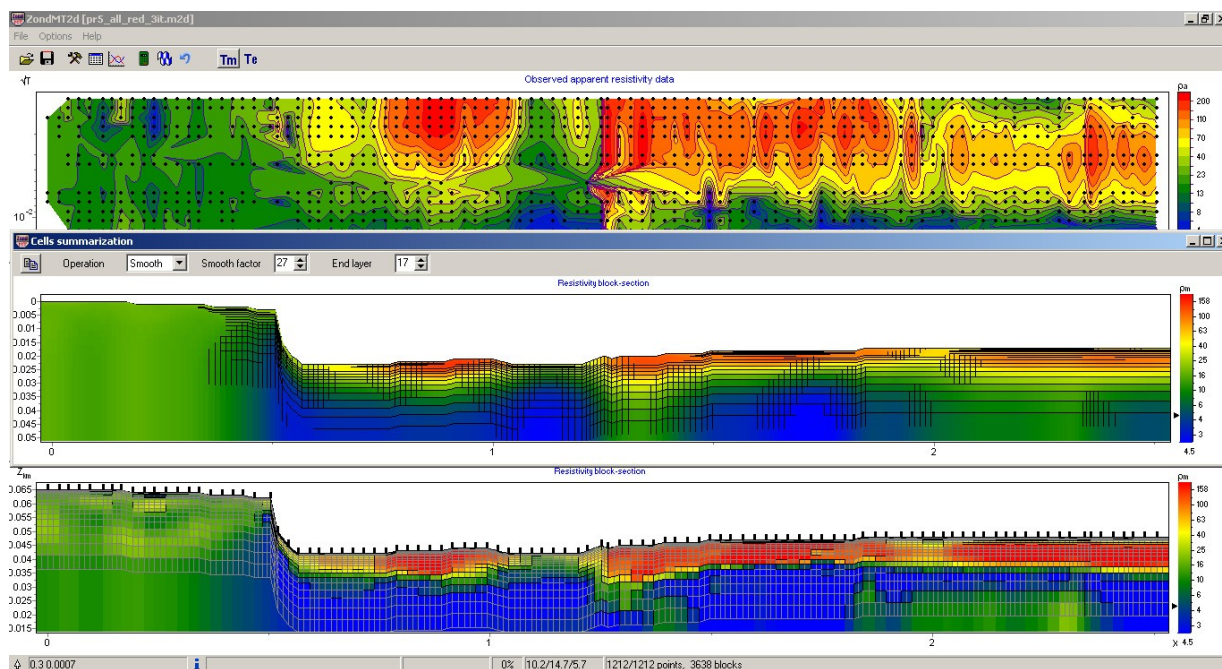


Fig. 65 **Dati di campo (in alto), modello ottenuto dall'inversione (sezione inferiore) ed esempio**

Fig. 66 **Dati di campo (in alto), modello (sezione inferiore) ed esempio di levigatura del modello in modalità Smooth**

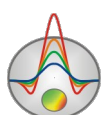
Quando si utilizza la modalità *Blocks*, in funzione del parametro di contrasto (*Contrast factor* %), le celle con parametri simili vengono unite in aree con valore costante. L'opzione *Start layers* specifica il numero dello strato a partire dal quale viene eseguita l'operazione.

Nella modalità *Smooth*, in funzione del fattore di levigatura (*Smooth factor*), viene calcolata la media dei parametri delle celle del modello. L'opzione *End layers* specifica il numero dello strato fino al quale viene eseguita l'operazione.

Il pulsante  copia il modello ottenuto nell'editor del modello.

Salvataggio dei risultati dell'interpretazione

Il risultato dell'interpretazione del profilo di dati viene memorizzato in un file in formato **ZondMT2D** (estensione *.m2d). Il file contiene i dati di campo, i valori dei pesi relativi delle misure, il modello corrente del mezzo e altre informazioni. Al caricamento successivo, per creare il modello del mezzo vengono utilizzati i dati del file.

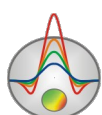


Per salvare il risultato dell'interpretazione, si può fare clic sul pulsante  della barra degli strumenti oppure selezionare la voce di menu corrispondente (**File/Save file**). Nella finestra di dialogo che appare è inoltre possibile scegliere il formato dei dati in cui salvare i valori di resistività apparente osservati (Observed) o calcolati (Calculated) per il modello corrente, nonché le immagini (Model, WorkSheet) in formato *.BMP (per maggiori dettagli, vedere la sezione [Finestra di dialogo Bitmap output settings](#)). Sono disponibili le seguenti opzioni di salvataggio:

Zond MT project data	Salva i valori misurati, il modello corrente del mezzo e tutte le impostazioni in un file di progetto.
Zond MT calculated data	Salva i valori calcolati in un file di dati di testo.
Zond MT observed data	Salva i valori osservati in un file di dati di testo.
Zond MT calculated data with model	Salva i valori misurati, il modello corrente del mezzo e tutte le impostazioni in un file di progetto. In questa modalità, i valori osservati vengono sostituiti da quelli calcolati. Questa opzione è molto utile per testare l'inversione con modelli diversi.
Worksheet	Salva le tre sezioni grafiche della finestra in formato BMP.
Model	Salva la sezione grafica inferiore della finestra in formato BMP.
Program configuration	Salva i parametri del programma.
Grid file	Salva il modello corrente come file grid in formato DAT. Per agevolare la creazione successiva, viene salvato anche un file in formato bln, contenente i punti caratteristici della topografia e il contorno di ritaglio.
Section file	Salva il modello corrente in formato sec (file grafico con georeferenziazione degli angoli).
Zond joint_inv supported format	Salva i dati per l'inversione congiunta in altri programmi Zond.

Impostazioni degli oggetti grafici Finestra di dialogo Bitmap output settings

La finestra di dialogo **Options/Extra/ Bitmap output 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 del carattere Font size.

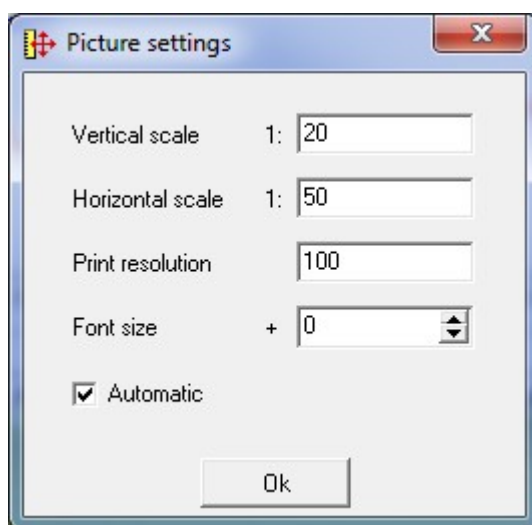
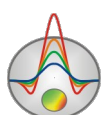


Fig. 67 Finestra di dialogo Bitmap output settings

Queste impostazioni si applicano al modello (Model)  salvato in formato BMP quando l'opzione Automatic è disattivata. Se invece è attivata, l'immagine viene salvata così come appare sullo schermo.

Finestra di dialogo per l'impostazione dei parametri della sezione di contorno e della pseudosezione

La finestra di dialogo viene richiamata dal menu contestuale (**Setup**) nell'area della sezione di contorno.



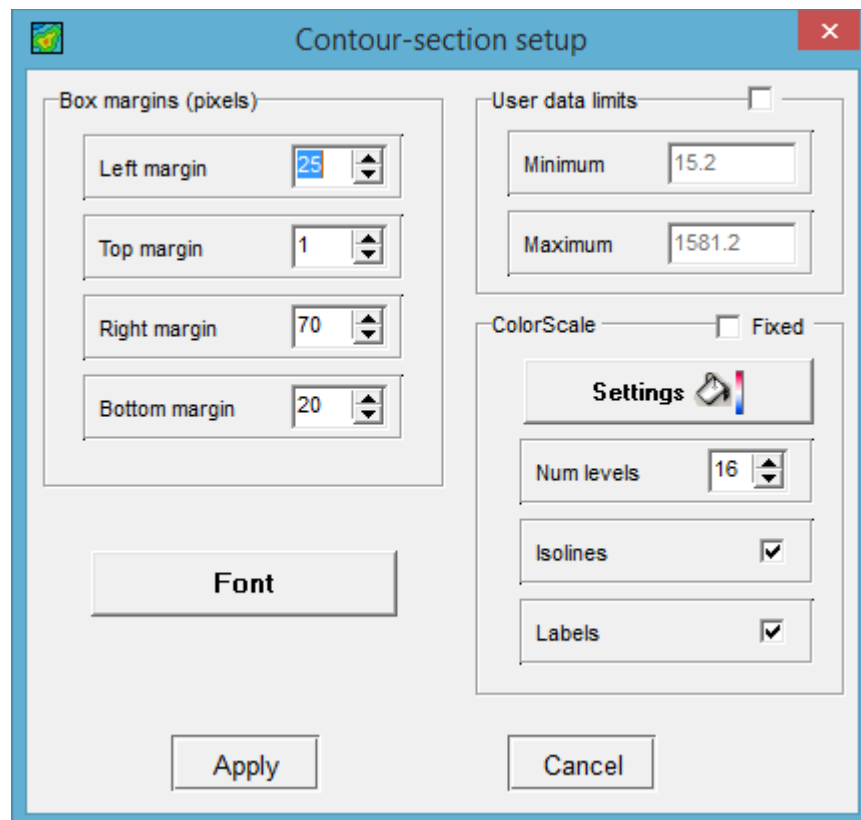


Fig. 68 Finestra di dialogo «Contour-section setup»

La finestra di dialogo serve a impostare i parametri della sezione di contorno e della carta delle isolinee.

Area Box margins:

Il 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) dell'immagine rispetto al bordo destro della finestra.

Il campo **Top margin** imposta il margine (in pixel) dell'immagine rispetto al bordo superiore della finestra.

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

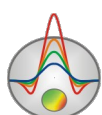
L'opzione **User data limits** indica al programma di utilizzare i valori minimo e massimo dei dati oppure i valori dei campi Minimum e Maximum per definire i livelli delle isolinee.

Il campo **Minimum** imposta il valore minimo per definire i livelli delle isolinee.

Il campo **Maximum** imposta il valore massimo per definire i livelli delle isolinee.

Area ColorScale:

Settings – imposta la palette di colori (vedere la figura seguente):



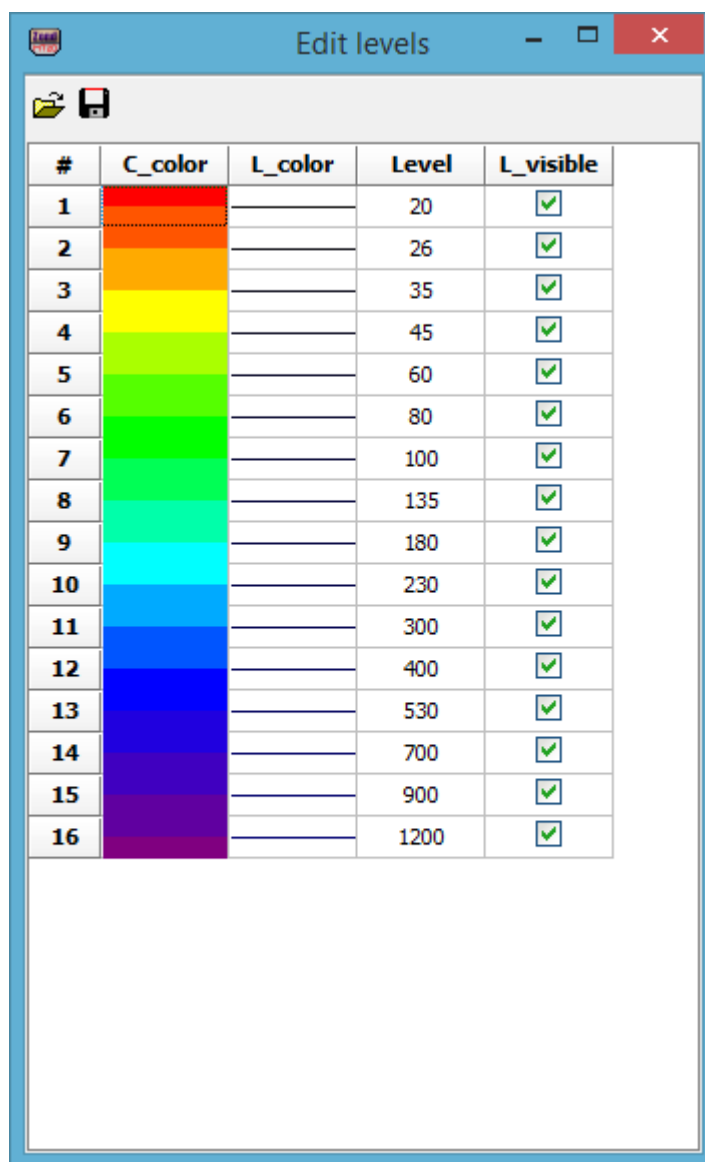


Fig. 69 Finestra di dialogo «Edit levels»

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

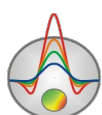
C_color – apre la finestra di modifica del colore della scala dei valori.

L_color – apre la finestra di modifica del colore delle tacche della scala cromatica.

Level – apre la finestra di modifica dei limiti della scala cromatica.

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 palette di colori nel formato *.clr di Surfer.

Il campo **Num levels** determina il numero di livelli delle isolinee. I livelli vengono definiti con intervalli lineari o logaritmici uniformi, a seconda del tipo di dati.



L'opzione **Isolines** indica al programma se tracciare le isolinee.

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

Il pulsante **Font** apre la finestra di dialogo per la configurazione del carattere della legenda.

Finestra di dialogo per la configurazione della palette

La finestra di dialogo serve a configurare la palette dell'oggetto del programma ed è richiamata con il pulsante Palette (Fig. 54). Consente di selezionare una delle palette predefinite (arcobaleno diretto e inverso, tonalità di grigio ecc.) oppure di creare una scala personalizzata. Per aggiungere un cursore alla scala, si utilizzi il tasto destro del mouse tenendo premuto Ctrl. Per eliminare un cursore, si utilizzi il tasto Delete. È inoltre possibile salvare la palette personalizzata utilizzando il pulsante , oppure caricare una palette esistente utilizzando il pulsante .

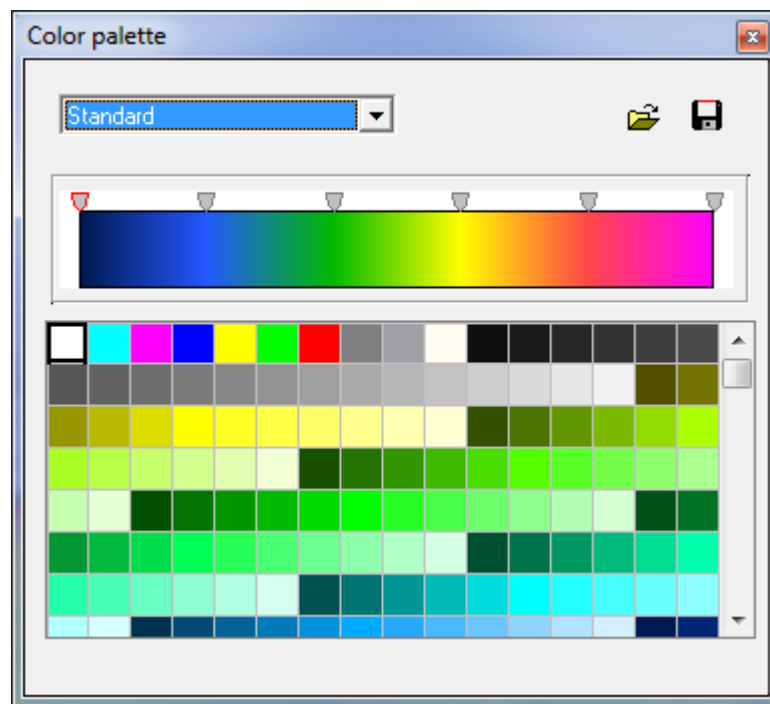
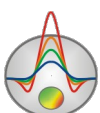


Fig. 70 Finestra di dialogo per la configurazione dei parametri della palette.

La palette può essere modificata, caricata da file e salvata in un file nel formato *.clr di Surfer.

Editor degli assi



Molti oggetti del programma includono assi di coordinate. Per configurare l'aspetto e la scala degli assi di coordinate si utilizza l'editor degli assi. Lo si può aprire facendo clic con il tasto destro del mouse sull'asse desiderato tenendo premuto SHIFT (vedere la figura seguente).

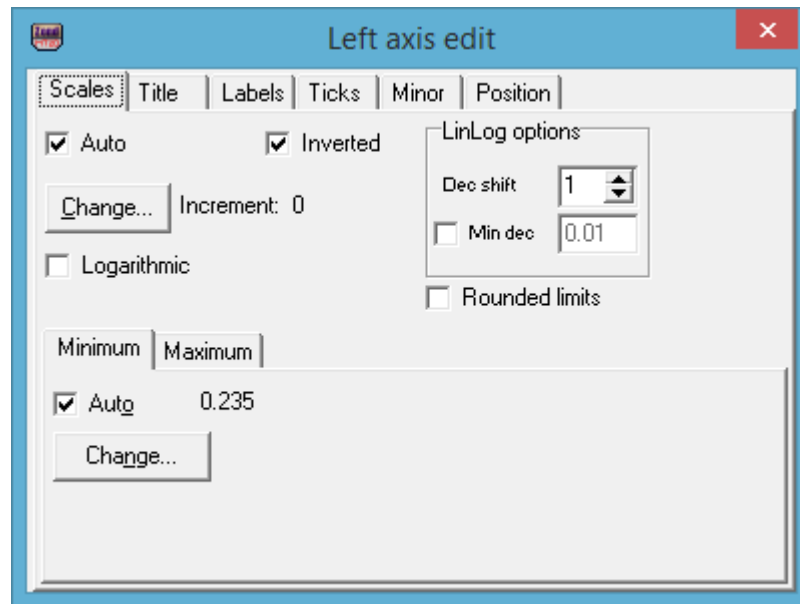


Fig. 71 Esempio di finestra di dialogo dell'editor dell'asse sinistro

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 dei parametri di scala dell'asse.

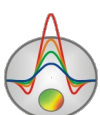
L'opzione **Auto** indica al programma come determinare i valori minimo e massimo dell'asse. Se l'opzione è attivata, i limiti dell'asse vengono determinati automaticamente; altrimenti, vengono impostati dall'utente nelle aree **Minimum** e **Maximum**.

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 utilizzino anche le opzioni dell'area **Lin Log options**.

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



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

L'opzione **Min dec** imposta e fissa il valore della decade minima (precedente allo 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 la configurazione dei 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.

La scheda **Style**:

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

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

L'opzione **Size** definisce lo scostamento del testo del titolo dell'asse. Se si imposta 0, lo scostamento viene determinato automaticamente.

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

La scheda **Text**:

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

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

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

La scheda **Style**:

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

L'opzione **Offset** definisce lo scostamento delle etichette dell'asse. Se si imposta 0, lo scostamento viene determinato automaticamente.

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

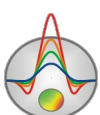
L'opzione **Min separation%** imposta la distanza percentuale minima tra le etichette.

La scheda **Text**:

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

Il pulsante **Outline** apre la finestra di dialogo per configurare il contorno 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.

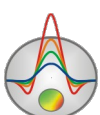
L'opzione **Position%** imposta lo spostamento dell'asse nel grafico rispetto alla posizione predefinita (in percentuale rispetto alle dimensioni del grafico o in unità dello schermo, a seconda del valore selezionato nell'opzione Units).

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

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

Editor del grafico

L'editor serve a configurare l'aspetto del grafico. Si può aprire facendo clic destro sul grafico tenendo premuto SHIFT.



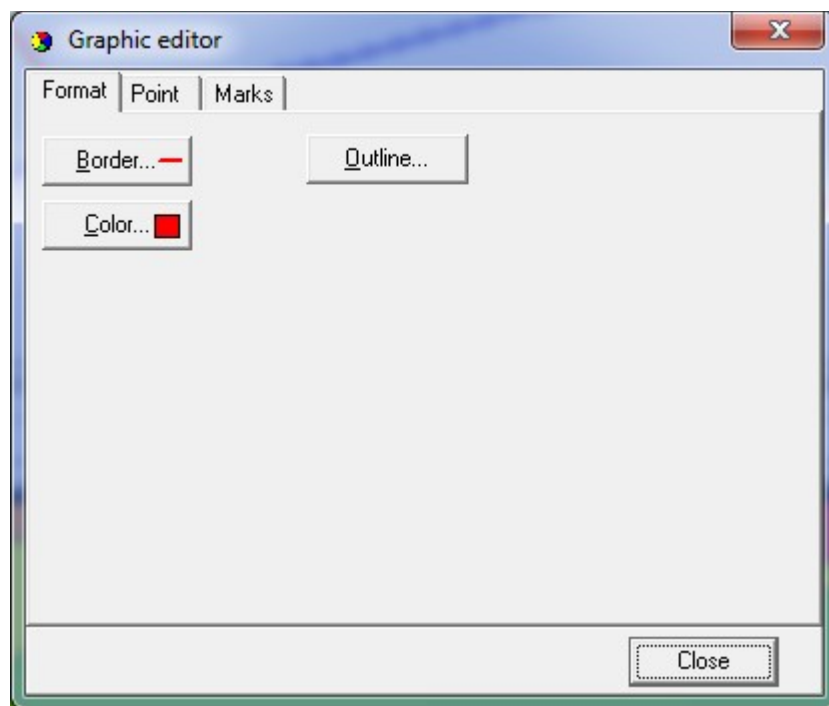


Fig. 72 Finestra di dialogo dell'editor di configurazione dei grafici

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** specifica la larghezza del marcatore in unità dello schermo.

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

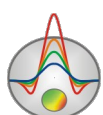
Il pulsante **Pattern** apre la finestra di dialogo per selezionare i parametri di riempimento del marcatore.

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.

La 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 e così via, in base al valore selezionato.

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

L'opzione **Clipped** determina 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 attorno 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.

La scheda **Text**:

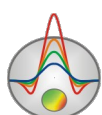
Il pulsante **Font** apre la finestra di dialogo per configurare il carattere delle etichette dei marcatori.

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

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.

La scheda **Options** (vedere la figura seguente)



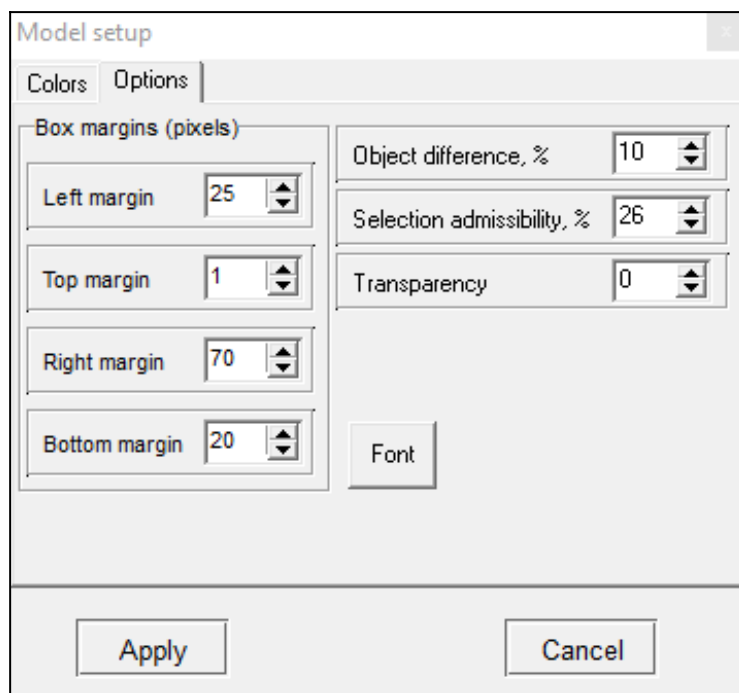


Fig. 73 Finestra di dialogo «Model setup», scheda Options

Area Box margins:

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

Campo **Right margin**– imposta il margine (in pixel) dell’immagine rispetto al bordo destro della finestra.

Campo **Top margin** – imposta il margine (in pixel) dell’immagine rispetto al bordo superiore della finestra.

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

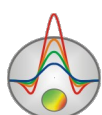
L’area **Object difference, %** - imposta il valore massimo del rapporto tra i parametri di celle adiacenti oltre il quale viene disegnato un confine tra di esse.

L’area **Selection admissibility, %** - imposta il livello massimo di differenza tra i parametri di celle adiacenti affinché le celle siano considerate un unico oggetto e vengano selezionate insieme (in modalità di selezione MagicWand).

L’area **Transparency** imposta la trasparenza.

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

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



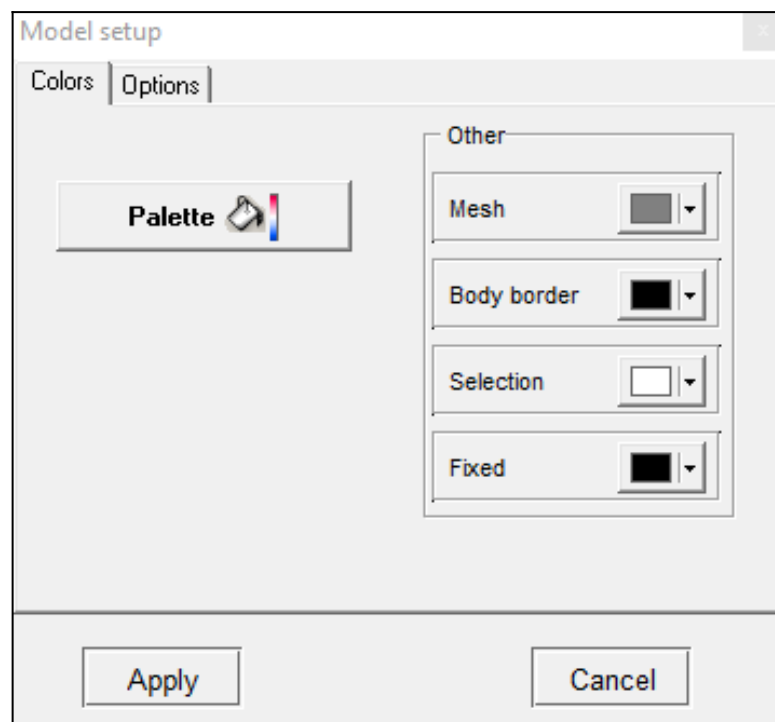


Fig. 74 Finestra di dialogo «Model setup», scheda Colors

Pulsante **Palette** – imposta la tavolozza dei colori (vedere la figura seguente).

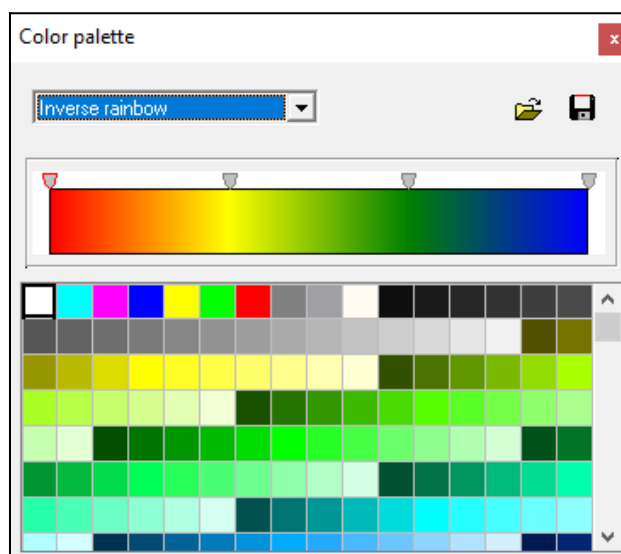


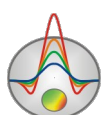
Fig. 75 Finestra di dialogo «Model setup», pulsante Palette

La palette può essere modificata, caricata da file e salvata in un file nel formato *.clr di Surfer.

Area **Other**:

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

Mesh – imposta il colore della mesh.



Selection – imposta il colore del contrassegno della cella selezionata.

Fixed – imposta il colore del contrassegno della cella bloccata.

Finestra di dialogo per la configurazione dei parametri del set di grafici

L'editor serve a configurare la sequenza di colori del set di grafici. Si può aprire tramite la voce di menu **Options / Graphics / Observed graphics** oppure **Calculated graphics** (vedere la figura seguente).

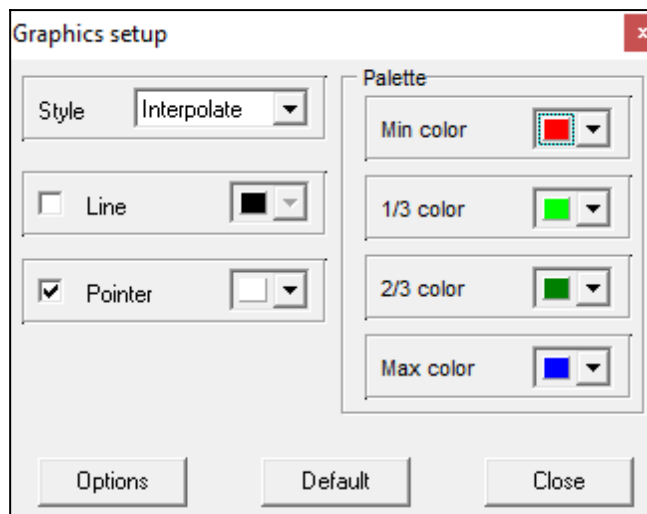


Fig. 76 Finestra di dialogo per la configurazione dei parametri del set di grafici

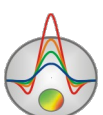
L'opzione **Style** imposta l'algoritmo per definire la tavolozza dei colori dei grafici.

Se si seleziona il valore **Interpolate**, viene utilizzata una tavolozza interpolata costruita usando 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 **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 dei puntatori dei grafici. Se l'opzione è disattivata, viene utilizzato il colore della tavolozza; altrimenti viene utilizzato il colore impostato in **Pointer**.

Il pulsante **Options** apre la finestra di dialogo per la configurazione del grafico.



Il pulsante Default ripristina le impostazioni predefinite dei grafici.

Materiali aggiuntivi:

Videolezioni 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

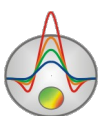
Password: 12345

Il programma non funziona con la chiave USB:

1) Il driver della chiave non è installato o non è stato installato correttamente. Su alcuni sistemi la chiave viene riconosciuta correttamente come dispositivo HID e non è necessario installare il driver, mentre su altri sistemi è necessario installarlo. Link per scaricare il driver: http://senselock.ru/files/senselock_windows_3.1.0.0.zip. In Gestione dispositivi la chiave deve comparire come “SenseLock Elite”

2) Il periodo di aggiornamenti gratuiti è scaduto. In questo caso, occorre utilizzare l'ultima versione funzionante oppure acquistare altri 2 anni di aggiornamenti.

3) A volte, quando si commuta la chiave in modalità HID, il sistema potrebbe non riconoscerla come dispositivo HID. In questo caso, è necessario commutarla nuovamente in modalità USB usando 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



Appendice. Voci del menu principale non descritte nelle sezioni principali

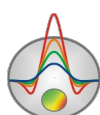
Le tabelle riportano le voci del menu principale la cui funzione non è stata illustrata nei capitoli precedenti. Il percorso della voce è indicato per esteso.

Options

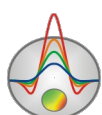
Voce di menu	Descrizione
Options/AK Corrector	Aprire il modulo di elaborazione AK MT-Corrector (vedere la sezione «Modulo AK MT-Corrector»).
Options/Elements toolbox	Aprire il pannello Elements toolbox per aggiungere elementi semplici ai risultati dell'interpretazione. Se sono già presenti annotazioni, il programma crea un commento per esse; il pannello può essere collegato a una sezione del modello, a una pseudosezione o a un diagramma poligonale aperti.
Options/Cutting	Il sottomenu Cutting contiene le opzioni Cutting angle, No cutting, Cut by angle, User cutting, Semitransparent, Bound by stations e Extend bottom.
Options/Seismic data	Il sottomenu Seismic data contiene le opzioni Load SRT data, Show SRT data, Invert SRT data e Set weight of SRT.
Options/GraviMagnetic	Aprire il sottomenu per lavorare con i dati gravimetrici e magnetici: caricare o aggiungere dati, configurare il campo e la sottrazione della mediana, impostare i pesi, includere i dati nell'inversione e aprire la finestra di visualizzazione. L'inversione congiunta di questi dati è disponibile per un numero arbitrario di strati e in modalità di inversione cross-gradient.

Options/Inversion

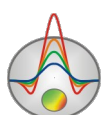
Voce di menu	Descrizione
Options/Inversion/Whole model inv	Se l'opzione è attivata, l'inversione interessa l'intero modello, comprese le celle al di fuori dell'area di modellazione. Utilizzare questa modalità se la profondità dell'area di modellazione è insufficiente o se si ipotizzano corpi al di fuori dei suoi limiti; il numero di parametri da invertire aumenta leggermente. Se l'opzione è disattivata, ai bordi



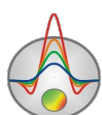
	vengono utilizzati modelli 1D e il ricalcolo del problema diretto dopo l'inversione può produrre risultati diversi.
Options/Inversion/View iterations	Visualizzare la finestra di monitoraggio delle iterazioni.
Options/Inversion/Optimization/Display process	Se l'opzione è attivata, viene visualizzato l'andamento del processo di ottimizzazione: il codice prevede l'aggiornamento della rappresentazione grafica delle iterazioni.
Options/Inversion/Optimization/LCurve	Se l'opzione è attivata, durante la selezione automatica del parametro di regolarizzazione, il valore viene scelto in base alla curva a L (compromesso tra errore di fit e levigatezza); l'intervallo di ricerca viene ampliato di 50 volte in entrambe le direzioni rispetto al valore corrente.
Options/Inversion/Optimization/Layered term	Aprire la finestra di dialogo delle impostazioni di Layered term.
Options/Inversion/Method/Gauss-Newton	Selezionare lo schema di inversione Gauss-Newton. È il metodo standard dei minimi quadrati, con convergenza rapida; è consigliato nella maggior parte dei casi e supporta tutte le impostazioni di inversione.
Options/Inversion/Method/iGauss-Newton	Selezionare lo schema implicito iGauss-Newton. Invece della matrice jacobiana completa, vengono calcolati i prodotti J^*v e J^T*v , riducendo l'uso della memoria ma rallentando la convergenza; non tutte le funzioni sono disponibili.
Options/Inversion/Resolution/x1	Senza normalizzazione delle colonne della matrice jacobiana in base alla sensibilità (tutte le celle hanno lo stesso peso). Riduce le forti disomogeneità ai bordi del modello.
Options/Inversion/Resolution/x2	Normalizzazione: il contributo della cella viene moltiplicato per $S^{(-1/4)}$, dove S è la sensibilità integrale della cella. Aumenta il contributo delle celle con sensibilità ridotta.
Options/Inversion/Resolution/x4	Normalizzazione con il fattore $S^{(-1/3)}$.
Options/Inversion/Resolution/x8	Normalizzazione con il fattore $S^{(-1/2)}$.
Options/Inversion/Resolution/Full normed	Normalizzazione completa con il fattore $S^{(-1)}$: tutte le celle hanno la stessa sensibilità totale.
Options/Inversion/Smoothness/Median	Impostare la mediana dei parametri correnti del modello come modello di riferimento m0.



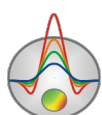
Options/Inversion/Smoothness/ Previous model	Selezionare il modello dell'iterazione precedente come modello di riferimento m0. In combinazione con l'inversione di Occam, questa modalità garantisce un buon adattamento ai dati e una convergenza regolare; un coefficiente di smoothing elevato aumenta la stabilità, ma rallenta la convergenza. Con l'inversione focalizzata, l'effetto di focalizzazione potrebbe non essere presente.
Options/Inversion/Smoothness/ Type/L0	Stabilizzatore focalizzante (pesi inversamente proporzionali al modulo del gradiente del modello): oggetti compatti e contrastati con bordi netti.
Options/Inversion/Smoothness/ Type/L1	Stabilizzatore basato sulla norma L1 del gradiente (pesi inversamente proporzionali alla radice quadrata del modulo del gradiente): modelli a tratti regolari con bordi più netti rispetto a L2.
Options/Inversion/Smoothness/ Type/L2	Stabilizzatore quadratico standard: distribuzione della resistività più regolare.
Options/Inversion/ Smoothness/Diagonal flatness filter	Se l'opzione è selezionata, si aggiungono termini diagonali all'operatore di smoothing. Utilizzare questa opzione se la sezione contiene strutture inclinate.
Options/Inversion/Smoothness/ Stabilizer	Impostare il valore numerico dello stabilizzatore nella finestra di dialogo Stabilizer value. L'intervallo di valori consentito è compreso tra 0,01 e 1; il valore predefinito nella finestra di dialogo dipende dalle impostazioni correnti.
Options/Inversion/ Smoothness/Adaptive	Se l'opzione è selezionata, l'inversione utilizza una modalità adattiva che influisce sulla scelta del filtro di smoothing; in alcuni rami di elaborazione viene attivato anche il filtraggio diagonale. Il comportamento esatto dipende dalla modalità di inversione.
Options/Inversion/Smoothness/ IGI forced	Se l'opzione è selezionata, viene forzata la modalità IGI. Questa modalità non è supportata nel modulo a 64 bit: se l'opzione è selezionata, viene eseguita l'inversione a 32 bit.
Options/Inversion/Joint inversion	Aprire e configurare i parametri dell'inversione congiunta. Il sottomenu contiene i parametri Pushing factor, Off-layers num, Down Off-layers num, Background V off, MinMax range, From initial model, Draw isolines, Criteria, Seismic



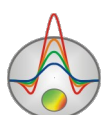
	data, Gravity data, Magnetic data, BG image, IGI settings e Clusterization; la disponibilità di alcune voci dipende dal modello selezionato e dalla presenza di dati.
Options/Inversion/Joint inversion/Pushing factor	Impostare il coefficiente che determina il peso del terzo termine, relativo alla minimizzazione del cross-gradient, nella funzione obiettivo dell'inversione congiunta.
Options/Inversion/Joint inversion/Off-layers num	Impostare il numero di strati superiori e inferiori da escludere dall'operatore cross-gradient: aumentando il numero di strati si possono ignorare le parti corrispondenti della sezione durante l'inversione congiunta. Per entrambi i valori è previsto un intervallo da 0 a 10.
Options/Inversion/Joint inversion/MinMax range	Impostare i valori minimo e massimo del parametro del secondo metodo che partecipa all'operatore cross-gradient. Per i limiti dell'intervallo sono previsti valori compresi tra $-1e10$ e $1e10$.
Options/Inversion/Joint inversion/From initial model	Se l'opzione è selezionata, durante l'inversione congiunta viene azzerato il modello cross-gradient salvato, anche quando si modificano le dimensioni del modello.
Options/Inversion/Joint inversion/Draw isolines	Se l'opzione è selezionata, vengono visualizzate le isolinee dei dati dell'inversione congiunta; dopo aver modificato l'opzione, l'immagine del modello viene aggiornata. La voce è disponibile per un modello di tipo 0, se è attivata almeno una delle sorgenti di dati: dati sismici, magnetici o gravimetrici.
Options/Inversion/Joint inversion/Criteria/Common correlation	Selezionare Common correlation come criterio per l'inversione congiunta. Gli altri criteri disponibili in questa sezione includono Crossgradient, Global-local correlation, Variation information, Gramian e SHARED SMOOTHNESS.
Options/Inversion/Joint inversion/Criteria/Variation information	Selezionare Variation information come criterio per l'inversione congiunta.
Options/Inversion/Joint inversion/Criteria/Gramian	Selezionare Gramian come criterio per l'inversione congiunta.
Options/Inversion/Joint inversion/Criteria/Global-local correlation	Selezionare la correlazione globale-locale come criterio per l'inversione congiunta.



Options/Inversion/Joint inversion/Criteria/Structure similarity	Selezionare la similarità strutturale come criterio per l'inversione congiunta.
Options/Inversion/Joint inversion/Seismic data	Se l'opzione è selezionata, si utilizzano dati sismici nell'inversione congiunta. L'attivazione disabilita le modalità relative ai dati gravimetrici e magnetici, all'immagine di sfondo e alla clusterizzazione; se i dati sismici non sono disponibili, l'opzione non può essere selezionata.
Options/Inversion/Joint inversion/Gravity data	Se l'opzione è selezionata, si utilizzano dati gravimetrici nell'inversione congiunta. L'attivazione disabilita le modalità relative ai dati magnetici e sismici, all'immagine di sfondo e alla clusterizzazione; l'opzione può essere selezionata solo se sono disponibili dati gravimetrici.
Options/Inversion/Joint inversion/Magnetic data	Se l'opzione è selezionata, si utilizzano dati magnetici nell'inversione congiunta. L'attivazione disabilita le modalità relative ai dati gravimetrici e sismici, all'immagine di sfondo e alla clusterizzazione; l'opzione può essere selezionata solo se sono disponibili dati magnetici.
Options/Inversion/Joint inversion/Clusterization	Se l'opzione è selezionata, l'inversione congiunta viene eseguita in modalità di clusterizzazione (i valori dei parametri vengono raggruppati attorno a un numero limitato di centri di cluster). L'attivazione disabilita le modalità relative all'immagine di sfondo e all'inversione congiunta con dati sismici, gravimetrici e magnetici. È l'unica opzione di inversione congiunta supportata dal modulo a 64 bit.
Options/Inversion/Data errors/No errors	Impostare tutti i pesi a 1 anziché utilizzare i pesi originali. Utilizzare questa modalità quando è necessario applicare le impostazioni dei pesi senza tenere conto dei valori originali.
Options/Inversion/Data errors/Relative errors	Utilizzare i pesi misurati normalizzati dei file di dati, nell'intervallo 0–1. Le impostazioni dei pesi vengono applicate ai pesi originali.
Options/Inversion/Data errors/Original errors	Utilizzare i pesi misurati originali dei file di dati.
Options/Inversion/Underwater/aero	Sottomenu delle impostazioni Underwater/aero. Contiene le voci Resistivity, Sublayers number, Water level e airborne settings.



Options/Inversion/Underwater/aero/Sublayers number	Impostare il numero di sottostrati in cui suddividere lo strato d'acqua. La finestra di dialogo richiede un valore intero compreso tra 0 e 30; dopo la conferma, vengono aggiornate la visualizzazione e la geometria.
Options/Inversion/Underwater/aero/Water level	Impostare il livello dell'acqua inserendo un valore nella finestra di dialogo. Il programma verifica che il valore sia valido e che la sua posizione sia compatibile con i punti della topografia; se l'input non è valido, viene visualizzato il messaggio Wrong water elevation. Dopo aver accettato il valore, vengono aggiornate la geometria e la visualizzazione.
Options/Inversion/Underwater/aero/airborne settings	Aprire la finestra di dialogo airborne settings per visualizzare e modificare i parametri di rilievo aerotrasportato delle stazioni. La tabella mostra il numero della stazione, la coordinata X, l'altezza HHei e il parametro Epos; i valori di altezza e di Epos inseriti correttamente vengono salvati, mentre la casella di controllo imposta lo stato del rilievo aerotrasportato.
Options/Inversion/PseudoControlled source	Aprire la finestra di dialogo delle impostazioni della sorgente: impostare le coordinate di due punti della sorgente e attivare o disattivare l'opzione di pseudo-controllo della sorgente. La finestra di dialogo mostra anche la posizione delle stazioni.
Options/Inversion/Choose shifts	Aprire la tabella delle stazioni per selezionare quelle per cui è consentito modificare gli spostamenti statici: selezionando la casella di controllo si rimuove il blocco della stazione. La finestra mostra anche le coordinate delle stazioni e i grafici del rapporto logaritmico medio tra valori osservati e calcolati e degli spostamenti statici correnti.
Options/Inversion/Long line inversion	Avviare la suddivisione del profilo in parti, con inversione separata e successiva unione dei risultati. Nella richiesta si specifica la dimensione della finestra come frazione della lunghezza del profilo; il valore iniziale è pari a 0,2 della larghezza del profilo.
Options/Inversion/Stable 1	Avviare una strategia di inversione iterativa per dati rumorosi. Si parte da celle raggruppate in blocchi di 8×8 , quindi si riduce la dimensione dei gruppi a ogni



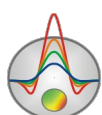
	mega iterazione successiva e si utilizza il risultato della mega iterazione precedente come modello iniziale.
--	---

Options/Data

Voce di menu	Descrizione
Options/Data/Apparent resistivity	Passare alla visualizzazione della resistività apparente. Al cambio vengono mantenuti gli assi correnti, i dati vengono ridisegnati e si aggiornano le opzioni di selezione del tipo di dati.
Options/Data/Phase, deg	Mostrare la fase dell'impedance nella pseudosezione e nei grafici, in gradi.
Options/Data/Z impedance	Passare alla visualizzazione dei dati Z impedance. Al cambio vengono mantenute le impostazioni correnti degli assi, vengono impostati i nuovi assi e i dati vengono ridisegnati.
Options/Data/Tipper.r	Passare alla visualizzazione della componente Tipper.r. Al cambio vengono mantenute le impostazioni correnti degli assi, vengono impostati i nuovi assi e i dati vengono ridisegnati.
Options/Data/Tipper.i	Passare alla visualizzazione della componente Tipper.i. Al cambio vengono mantenute le impostazioni correnti degli assi, vengono impostati i nuovi assi e i dati vengono ridisegnati.
Options/Data/Effective/Berdichevsky	Attivare o disattivare la modalità Effective/Berdichevsky e ridisegnare i dati e la sounding curve. Si utilizza questa voce per abilitare o disabilitare la modalità di visualizzazione.

Options/Model

Voce di menu	Descrizione
Options/Model/Sensitivity	Calcolare la sensibilità dei modelli correnti: la voce calcola in che modo le diverse parti del modello influenzano l'insieme dei dati. Prima del calcolo vengono temporaneamente impostati i parametri di inversione, quindi vengono ripristinati i valori originali.



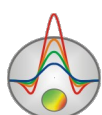
Options/Model/DOI index	Calcolare e visualizzare l'indice di profondità di indagine (DOI). L'algoritmo utilizza i risultati di due inversioni avviate con modelli iniziali diversi; il calcolo richiede all'incirca il tempo necessario per due inversioni.
Options/Model/Sensitivity analysis	Calcolare e visualizzare l'analisi di sensibilità del modello. Si apre una vista con il modello originale e la mappa della sensibilità integrale.
Options/Model/Resolution analysis	Calcolare e visualizzare l'analisi della risoluzione del modello. Si apre una vista con il modello originale e la mappa della risoluzione integrale.
Options/Model/Set 1D model	Aprire il modulo per definire un modello 1D basato sulla mesh corrente del modello.
Options/Model/X=Z scale (1:1)	Se l'opzione è attivata, impostare la stessa scala sugli assi orizzontale e verticale per la sezione del modello e la pseudosezione; se è disattivata, rimuovere questo vincolo.
Options/Model/Draw 1D DOI	Calcolare e visualizzare i valori DOI 1D per tutti i dati corrispondenti del modello.

Options/Topography

Voce di menu	Descrizione
Options/Topography/Splined intermediate	Se l'opzione è attivata, utilizzare l'interpolazione spline delle quote per i nodi intermedi della mesh; se è disattivata, utilizzare l'interpolazione lineare. Dopo il cambio, correggere la topografia e ridisegnare il modello.

Options/Cutting

Voce di menu	Descrizione
Options/Cutting/Cutting angle	Impostare l'angolo di ritaglio del modello in gradi, separatamente sul lato sinistro e destro. La finestra di dialogo consente di specificare un valore compreso tra 0 e 85°; dopo l'inserimento, il modello e la pseudosezione vengono ridisegnati.
Options/Cutting/No cutting	Disattivare la selezione del ritaglio per angolo o per contorno



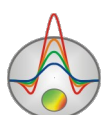
	personalizzato e ridisegnare il modello e la pseudosezione.
Options/Cutting/Cut by angle	Attivare la visualizzazione del contorno di ritaglio calcolato in base all'angolo specificato e ridisegnare il modello e la pseudosezione.
Options/Cutting/User cutting	Aprire il modulo per definire un contorno di ritaglio personalizzato e visualizzare i punti del contorno salvati. Se il contorno non è definito, passare alla modalità No cutting.
Options/Cutting/Semitransparent	Se l'opzione è attivata, le sezioni vengono visualizzate in semitrasparenza. La modifica si applica alla sezione del modello e alla pseudosezione.
Options/Cutting/Extend bottom	Se l'opzione è attivata, l'ultimo strato di celle viene esteso fino alla profondità massima. Utilizzare questa opzione se i dati includono la topografia e il coefficiente topografico è 0.

Options/Operations

Voce di menu	Descrizione
Options/Operations/Remove invisible data	Eliminare i dati delle serie di osservazioni inattive. Il comando viene eseguito solo quando il tipo di visualizzazione dei dati selezionato è 1; dopo la modifica, ridisegna i dati e la sounding curve.
Options/Operations/Apply static shifts	Applicare gli spostamenti statici ai dati non nulli di resistività apparente per le due mode. Dopo l'elaborazione, aggiornare la visualizzazione dei dati e la sounding curve.
Options/Operations/Concat sections	Unire i modelli dei file selezionati in una mesh comune. Nella finestra di dialogo che si apre, selezionare uno o più file.

Options/Borehole

Voce di menu	Descrizione
Options/Borehole/Set column width	Impostare la larghezza delle colonne litologiche visualizzate nella sezione come percentuale delle dimensioni dell'immagine. La larghezza specificata si applica a tutte le colonne; la finestra di dialogo indica un intervallo compreso tra 0,1 e 10%.

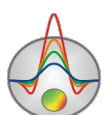


Options/Extra

Voce di menu	Descrizione
Options/Extra/Model histogram	Creare gli istogrammi della distribuzione dei valori del modello e dei dati. L'asse dell'istogramma è in scala logaritmica; nella finestra che si apre è possibile modificare i limiti della scala cromatica del modello.
Options/Extra/Open in modeling mode (on load)	Se l'opzione è attivata, caricare il rilievo in modalità di modellazione, senza dati osservati.
Options/Extra/Extended nodes (on load)	Se l'opzione è attivata, durante il caricamento aggiungere nodi estesi a sinistra e a destra della sezione, se non sono già stati definiti.
Options/Extra/Units/sqrt(T)	Selezionare la visualizzazione delle unità sqrt(T). Al momento della selezione vengono aggiornate le impostazioni delle unità; le voci Frequency e T consentono di selezionare altre opzioni.
Options/Extra/[EDI] one file on station	Se l'opzione è attivata, considerare che ogni file EDI contiene i dati di una sola station. Durante la lettura del file, il programma può proporre di utilizzare solo il primo record.

Options/Import

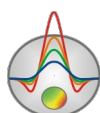
Voce di menu	Descrizione
Options/Import/Export/Model parts	Sottomenu Model parts: Save selection, Load selection, Extract 1d log e Load 1d log.
Options/Import/Export/Background image/Load background	Caricare un'immagine di sfondo in formato BMP, PNG, SGY o SEC. Per l'immagine si specificano le coordinate degli angoli e il parametro di inserimento della topografia; il file SEC contiene il nome dell'immagine e le coordinate dei relativi angoli.
Options/Import/Export/Background image/Change sizes	Modificare le dimensioni e la posizione dell'immagine di sfondo durante l'esecuzione. Nella finestra di dialogo si specificano le coordinate dei bordi sinistro, superiore, destro e inferiore; il comando è disponibile se l'immagine è definita



	da due punti d'angolo.
Options/Import/Export/Save synthetic with noise	Se l'opzione è attivata, quando si salva un progetto con dati calcolati si apre una finestra per impostare il rumore dei dati sintetici.
Options/Import/Export/Save effective data	Se l'opzione è attivata, salvare i dati di impedance effective anziché i dati delle mode TM/TE. I dati effective vengono registrati se sono disponibili i valori per entrambe le mode.
Options/Import/Export/Export to ZondMT1d	Esportare i dati nel formato ZondMT1d.
Options/Import/Export/Import from ZondMT1D	Caricare un modello da un file di tabella ZondMT1D. Il comando è disponibile se sono stati caricati dati osservati o dati del modello.
Options/Import/Export/Line2edi	Esportare ogni station disponibile in un file EDI separato. Dopo aver selezionato il nome del file, il programma crea file con numeri progressivi nel nome; se non sono presenti station, l'esportazione non viene eseguita.
Options/Import/Export/Export model to SEG-Y	Aprire la finestra di esportazione del modello corrente nel formato SEG-Y.
Options/Import/Export/Export model to geosoft	Esportare il modello corrente in un file DAT in formato GEOSOFT, specificando il nome del file nella finestra di salvataggio.
Options/Import/Export/Export model to Excel	Salva i dati correnti del modello in una tabella Excel con estensione XLS. Il contenuto del report dipende dallo stato di visualizzazione corrente.
Options/Import/Export/Direct drawing into Surfer	Invia il modello corrente per la visualizzazione diretta in Surfer. Se il modello non è ancora visualizzato in modalità di sezione a isolinee, il programma passa temporaneamente a tale modalità; per il funzionamento è necessaria la libreria di interscambio di Surfer installata.

Options/Graphics

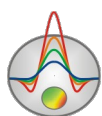
Voce di menu	Descrizione
Options/Graphics/Colorscale from PS	Copia la scala dei colori e l'intervallo di valori dalla pseudosezione alla sezione del modello e alla pseudosezione del modello, quindi aggiorna la visualizzazione. Usare questa



	voce per uniformare i colori del modello a quelli della pseudosezione.
Options/Graphics/Smooth contours	Se l'opzione è attivata, le isolinee vengono tracciate su un modello preventivamente smussato. Usarla se il modello presenta marcate eterogeneità superficiali.
Options/Graphics/Blocky contours	Se l'opzione è attivata, viene utilizzata la generazione di isolinee a blocchi; quando si cambia questa impostazione, il programma aggiorna la visualizzazione se è attivo il tipo di modello corrispondente.
Options/Graphics/Set user isolines	Apri la finestra di configurazione delle isolinee personalizzate e consente di selezionare i livelli da visualizzare sulla pseudosezione del modello. Dopo la conferma, le isolinee selezionate diventano visibili e la scala dei colori viene bloccata.
Options/Graphics/Remove blank points	Se l'opzione è attivata, durante la scrittura del file XYZ non vengono registrati i punti della parte ritagliata della sezione del modello.

Options/Seismic data

Voce di menu	Descrizione
Options/Seismic data/Load SRT data	Carica i dati di sismica a rifrazione da un file di testo semplice o da un file VS. Per i file di testo, l'intestazione deve contenere tre colonne: sx — posizione della sorgente in metri, rx — posizione del geofono in metri, fb — tempo del primo arrivo in millisecondi; le distanze devono essere espresse nello stesso sistema di coordinate della linea MT. Dopo il caricamento, il programma visualizza i dati.
Options/Seismic data/Show SRT data	Mostra la finestra con i dati di sismica a rifrazione caricati. Se non sono disponibili dati di questo tipo, la finestra non viene aperta.
Options/Seismic data/Invert SRT data	Se l'opzione è attivata, i dati SRT vengono inclusi nell'inversione congiunta.
Options/Seismic data/Set weight of SRT	Imposta il peso numerico dei dati SRT per l'inversione congiunta.

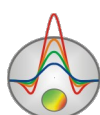


Options/TDEM data

Voce di menu	Descrizione
Options/TDEM data/Show TDEM data	Mostra la finestra con i dati dei sondaggi elettromagnetici nel dominio del tempo o della frequenza. La scala e i limiti degli assi di visualizzazione sono allineati alla sezione del modello corrente.
Options/TDEM data/Invert TDEM data	Se l'opzione è attivata, i dati TDEM vengono inclusi nell'inversione congiunta.
Options/TDEM data/TDEM cone	Apri la finestra di configurazione dei parametri TDEM cone e consente di impostare due valori numerici. Per ciascun valore è previsto un intervallo da 0 a 10000; selezionando l'opzione di unità con indice 0, i valori vengono inseriti e visualizzati in percentuale, mentre con le altre opzioni vengono utilizzati senza questa conversione.
Options/TDEM data/Set weight of TDEM	Imposta il peso numerico dei dati TDEM per l'inversione congiunta.

Options/VES data

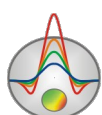
Voce di menu	Descrizione
Options/VES data/Remove VES data	Elimina i dati VES dal progetto, cancellando l'elenco delle stazioni VES.
Options/VES data/Invert VES data	Se l'opzione è attivata, i dati VES vengono inclusi nell'inversione congiunta se sono presenti stazioni VES. Selezionando nuovamente la voce, si cambia lo stato dell'opzione.
Options/VES data/Set weight of VES	Imposta il peso numerico dei dati VES per l'inversione congiunta.
Options/VES data/VES cone	Apri la finestra di configurazione dei due parametri numerici VES cone. Per l'opzione dell'elenco con indice 0, i valori vengono visualizzati e salvati dopo essere stati moltiplicati per 100; per le altre opzioni non viene applicata alcuna conversione.



Options/VES data/Show VES plot	Mostra la finestra con il grafico dei dati VES, se nel progetto sono presenti stazioni VES. La scala, i limiti degli assi e l'area del grafico sono allineati al grafico principale del modello.
--------------------------------	--

Options/GraviMagnetic

Voce di menu	Descrizione
Options/GraviMagnetic/Load new data	Carica dati gravimetrici e/o magnetici da un file di testo con colonne disposte in ordine arbitrario. Le intestazioni delle colonne vengono selezionate in una finestra separata; le coordinate delle osservazioni devono essere espresse nello stesso sistema di coordinate dei dati MT. Dopo il caricamento, vengono calcolati i dati diretti e si apre la finestra dei dati gravimetrici e magnetici.
Options/GraviMagnetic/Add new data	Aggiunge dati gravimetrici e/o magnetici a quelli già presenti. Dopo l'aggiunta, vengono calcolati i dati diretti e si apre la finestra dei dati gravimetrici e magnetici.
Options/GraviMagnetic/Field settings	Apri la configurazione del campo incidente e dei parametri di acquisizione per i dati gravimetrici e magnetici. Se sono disponibili i dati necessari, è possibile calcolare alcuni parametri in base alle coordinate o ai valori di acquisizione; se la finestra del grafico poligonale è aperta, dopo la configurazione vengono calcolati i dati diretti e si apre la finestra dei dati gravimetrici e magnetici.
Options/GraviMagnetic/Subtract median grav	Sottrae la mediana dai valori dei dati gravimetrici.
Options/GraviMagnetic/Subtract median mag	Sottrae la mediana dai valori dei dati magnetici.
Options/GraviMagnetic/Set weight of gravity	Imposta il peso numerico dei dati gravimetrici per l'inversione congiunta.
Options/GraviMagnetic/Set weight of magnetic	Imposta il peso numerico dei dati magnetici per l'inversione congiunta.
Options/GraviMagnetic/Invert gravity	Se l'opzione è attivata, i dati gravimetrici vengono inclusi nell'inversione congiunta se sono disponibili. Selezionando nuovamente la voce, si cambia lo stato dell'opzione.



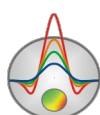
Options/GraviMagnetic/Invert magnetic	Se l'opzione è attivata, i dati magnetici vengono inclusi nell'inversione congiunta se sono disponibili. Selezionando nuovamente la voce, si cambia lo stato dell'opzione.
Options/GraviMagnetic/Display GM window	Mostra la finestra con i dati gravimetrici e magnetici, se sono stati caricati. La finestra visualizza le sezioni gravimetriche e magnetiche disponibili.

Options/Advanced

Voce di menu	Descrizione
Options/Advanced/Correlation CC	Apri il sottomenu di selezione della modalità di correlazione: Auto, Positive o Negative.
Options/Advanced/Correlation CC/Positive	Seleziona il tipo di correlazione positivo CC.
Options/Advanced/Correlation CC/Negative	Seleziona il tipo di correlazione negativo CC.

Buffer

Voce di menu	Descrizione
Buffer/Model 2	Salva il modello corrente nel buffer Model 2 oppure carica un modello da questo buffer. Se il buffer contiene già dati, il programma apre una finestra di dialogo: selezionando OK si avvia il salvataggio nel buffer, mentre selezionando Cancel si carica il modello dal buffer; se il buffer è vuoto, il modello viene salvato.
Buffer/Model 3	Salva il modello corrente nel buffer Model 3 oppure carica un modello da questo buffer. Se il buffer contiene già dati, il programma apre una finestra di dialogo: selezionando OK si avvia il salvataggio nel buffer, mentre selezionando Cancel si carica il modello dal buffer; se il buffer è vuoto, il modello viene salvato.
Buffer/Model 4	Salva il modello corrente nel buffer Model 4 oppure carica un modello da questo buffer. Se il buffer contiene già dati, il programma apre una finestra di dialogo: selezionando OK si avvia il salvataggio nel buffer, mentre selezionando Cancel si carica il modello dal buffer; se il buffer è vuoto, il modello



	viene salvato.
--	----------------

Polygonal modeling

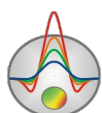
Voce di menu	Descrizione
Polygonal modeling/Display ColorScale	Se l'opzione è attivata, la scala dei colori viene visualizzata accanto alla sezione. Usare questa casella di controllo per attivare o disattivare la visualizzazione della scala.
Polygonal modeling/Colors from ColorScale	Se l'opzione è attivata, i colori dei poligoni vengono assegnati in base ai relativi valori e alla scala dei colori. Quando si cambia questa impostazione, il programma aggiorna i colori dei poligoni e li ridisegna.

Layered

Voce di menu	Descrizione
Layered/Layers2pols	Genera i poligoni in base al modello stratificato. Prima della creazione, il programma definisce l'area in base ai limiti correnti degli assi e ai dati topografici, quindi utilizza i confini degli strati e i relativi valori medi per compilare i parametri dei poligoni.

Help

Voce di menu	Descrizione
Help	Aprire il sottomenu Help con le seguenti voci: About, Manual, Server, Check for updates, ERROR!!! Set default values, Map type, Show news e Send message to us. All'apertura, viene aggiornata la selezione della voce Show news.
Help/About	Visualizzare la finestra About; la schermata iniziale viene visualizzata per 20 secondi.
Help/Manual	Aprire il manuale ZondMT2d_eng.pdf. Se il file non viene trovato nella posizione corrente, il programma lo cerca nella cartella dell'applicazione; se la ricerca non riesce, viene visualizzato un messaggio di errore.



Help/Check for updates	Verificare la disponibilità di aggiornamenti sul sito www.zond-geo.com e visualizzare i dati dell'archivio più recente.
Help/ERROR!!! Set default values	Si ripristinano le impostazioni predefinite e si riavvia il programma per avviarlo come al primo utilizzo.
Help/Map type	Aprire il sottomenu per la selezione del tipo di mappa: Sat1, Sat2, Sat3, Streets e Topo.

Help/Map type

Voce di menu	Descrizione
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: al momento della selezione, viene impostato il tipo di mappa con valore 3 e la voce di menu viene contrassegnata. Utilizzare questa opzione per impostare Streets come tipo di mappa selezionato.

