

Universidad Estatal de Moscú  
Facultad de Geología  
Departamento de Geofísica



---

**¡GANA!**  
con IPI2Win

**IPI2Win**  
Guía de Usuario

---

*Moscú - 2000*

## Contenido

Introducción .....	3
Requerimientos del Sistema.....	3
Derechos de autor.....	3
Breve descripción de IPI2Win .....	3
Iniciando.....	4
Instalando IPI2Win.....	4
Desinstalando IPI2Win .....	4
Corriendo IPI2Win.....	4
Controles de IPI2Win.....	4
Manejo de Datos .....	8
Comprendiendo el manejo de datos .....	8
Localizando el archivo de datos .....	8
Formatos de los archivo de Datos .....	9
Especificando las características topográficas .....	12
Corrección de Datos.....	14
Visualización de Datos.....	17
Visualizando curvas y modelos.....	17
Visualizando secciones verticales .....	18
Interpretando los datos del del sondeo .....	23
Breve descripción.....	23
Creando y editando el modelo.....	23
Interpretación automática.....	26
Interpretación interativa semi-automática .....	27
Editando el modelo en la ventana de la sección vertical.....	29
Herramientas adicionales para la interpretación .....	30
Manejo de los resultados.....	32
Salvando Resultados .....	32
Formato de archivo de Resultado.....	32
Imprimiendo las secciones verticales.....	33
Salvando una imagen de la sección vertical.....	33

## **Introducción**

IPI2Win está diseñado para la interpretación automática o semi-automática de datos de sondeo eléctrico vertical obtenidos con varios de los arreglos utilizados con más frecuencia en la prospección eléctrica. IPI2Win puede ser corrido en cualquier computadora personal IBM compatible con sistema operativo Windows 95/'98/NT/2000/XP.

### ***Requerimientos del sistema***

IPI2WIN opera sobre cualquier computadora con el sistema operativo Windows 95/98/NT/2000/XP. El monitor deberá estar en modo 256 colores o superior.

### ***Derechos de autor***

© Alexei A. Bobachev, Igor. N. Modin, Vladimir A. Shevnin, 1990 - 2000. Todos derechos reservados.

Para el desarrollo IPI2WIN se utilizó Delphi 5 de Borland Int. #HDC1350WW10180

Todas las marcas registradas mencionadas a lo largo de este manual son pertenecen a los propietarios correspondientes.

IPI2WIN es distribuido por Geoscan - M Ltd., Moscú, Rusia mediante licencia limitada.

### ***Breve descripción de IPI2Win***

IPI2Win está diseñado para la interpretación 1D de las curvas de sondeo eléctrico vertical a lo largo de un perfil. Se supone que el usuario es un interpretador con experiencia suficiente para resolver problemas geológicos y lograr el ajuste de las curvas de sondeos teórica y calculada. Su enfoque a la obtención de un resultado geológico en la característica que distingue a IPI2Win de otros programas populares de inversión automática.

Especial atención está puesta en la interpretación iterativa flexible y cómoda para el usuario. Debido a la variación de la solución dado por el criterio del interpretador es posible elegir, entre un juego de soluciones equivalentes, la que mayor se ajuste tanto a los datos geofísicos (e.j. la que produzca un menor error de ajuste) como a los datos geológicos (e.j. sección geoelectrica en correspondencia a la información geológica). Mediante la comparación de varias definiciones de la estructura geológica a lo largo del perfil y no del resultado de un sondeo aislado se determina la mejor aproximación in IPI2Win. Esta aproximación provee la oportunidad de utilizar la información geológica a priori, extrayendo la mayor cantidad de datos posible en situaciones geológicas complejas.

## INICIANDO

### ***Instalando IPI2Win***

IPI2Win es distribuido en un disco flexible 3.5'', incluyendo este manual y un plug protector. No se requiere de un procedimiento especial para la instalación. Se debe crear una carpeta (directorio) en el lugar del disco duro donde se desea ubicar IPI2Win y copiar a la misma todo el contenido del disco flexible. Es conveniente crear un icon de Shortcut en el escritorio para facilitar la operación con IPI2Win. La línea de comando debe ser la siguiente:

```
<drive_letter:>\<path>\IPI2WIN.EXE
```

IPI2Win puede ser copiado a cualquier número de computadoras. Solo una copia puede ser utilizada al mismo tiempo conectando el plug protector.

El plug protector tiene que ser conectado al Puerto paralelo (impresora) de la computadora donde se quiera correr el programa. Para realizar esto, se apaga la computadora y la impresora (si existe), se verifica que el puerto paralelo esté libre, se conecta el plug protector en el puerto paralelo y, de ser necesario, conectar la impresora al plug protector. Entonces es posible encender la computadora y la impresora.

### ***Desinstalando IPI2Win***

Para desinstalar IPI2Win elegir el icono *Uninstall IPI2Win* desde el grupo *IPI2Win* de la sección *Programs* en el menú principal del Windows'95.

### ***Corriendo IPI2Win***

Es recomendable utilizar el icono creado (shortcut) para correr IPI2Win.


¡ATENCIÓN! Asegurarse que el plug protector está conectado al Puerto paralelo de la computadora donde se desee correr IPI2Win.


Si no está conectado el plug protector aparece un error en pantalla conteniendo el mensaje «*This is a protected program*». Ninguna operación es permitida. Concluye la corrida al activar el botón *OK* de la ventana *ERROR*.

### ***Controles de IPI2Win***


Esta sección contiene una breve descripción del menú de IPI2Win (la barra de menú subrayada e inclinada) con su correspondiente teclas comando (de forma rectangular [...]) y la barra de herramientas (con iconos asignados {...})

#### *File*

*Open* [F3], { New profile} abrir un archivo de datos.

*Save* [F2], {Save } salvar archivo de datos y de resultados en el mismo lugar del disco.

*Save as...* salvar archivo de datos y de resultados en otra ubicación

*Info...* [Ctrl-I] {Profile comments } despliega una ventana de *Información* para comentarios, nombre de SEV, topografía.

*Print section* imprime la sección(es) desplegadas en las ventanas *Pseudo cross-section* y *resistivity cross-section* (esta ventana puede ser referida como ventana cross-section)

*Print curves* [Ctrl-P] imprime la curva que se encuentra en pantalla y la tabla con los parámetros del modelo para el sondeo analizado.


*Print setup...* despliega *Ventana de Impresión* para cambiar impresoras y/o tamaño del papel.

*Exit* [Alt-X] {Exit } salir de IPI2Win


### Edit

*Undo* [Alt-BkSps] {UnDo } descartar los resultados de la última acción realizada.

*Restore* [Ctrl-F7] restaura el modelo para el sondeo analizado (e.j. descartar todos los cambios realizados al modelo editado para el SEV).

*Copy* [Ctrl-Ins] {Copy } guarda el modelo analizado como imagen bitmap de la pantalla en el Clipboard

*Cut model* [Shift-Del] elimina el modelo analizado de la pantalla y lo guarda en el Clipboard

*Paste model* [Shift-Ins] {Paste } traslada las propiedades del modelo previamente guardadas en Clipboard hacia el sondeo analizado.

*Copy curve* guarda la curva teórica (separaciones estándar y su correspondientes valores de resistividad aparente) en Clipboard; pudiendo se pegados en una hoja adicional.

*Edit file* [Ctrl-E] {Edit file } corre NotePad, abriendo el archivo utilizado.

*Copy all model* [Ctrl-A] guard alas parámetros del modelo para todos los sondeos en el Clipboard; pudiendo se pegados en una hoja adicional o en un procesador de texto.

*Copy app. resist* guarda la seudosección en el Clipboard como una imagen bitmap.

*Synthetic curve* [Ctrl-T] remplaza la curva de resistividad aparente observada del sondeo analizado con la curva teórica que le corresponde a los parámetros del modelo.


### Punto

*Next* [Ctrl-Left] despliega la curva de resistividad y los parámetros del modelo de un punto de sondeo al siguiente.

*Previous* [Ctrl-Right] despliega la curva y los parámetros del modelo para el sondeo previo al analizado.


*First* [Home] despliega la curva y los parámetros del modelo del primer sondeo del archivo de datos utilizado.

*Last* [End] despliega la curva y los parámetros del modelo del último sondeo del archivo de datos utilizado.

*Inversion* [Space] {Inversion } realiza la interpretación automática para la curva de sondeo analizada usando los parámetros del modelo como el modelo inicial.

*New model* [F7] realiza la interpretación automática para la curva de sondeo analizada usando el principio del mínimo número de capas.


*Option...* despliega la ventana *Opciones* para lograr el ajuste preciso utilizando el principio de mínimo número de capas.

*Edit curve* [F4] {Edit field curve } despliega la ventana *Editar Curva de Campo* para la entrada/corrección de datos.

### Modelo

*Fixing* [Ins] Fija los parámetros marcados del modelo para una posterior interpretación automática

*Split* [Ctrl-N] {Split the layer} divide la capa seleccionada en con los mismos parámetros (resistividad y espesor) de la capa inicial.

*Join* [Ctrl-Y] {Join two layers } une la capa seleccionada y la que la subyace en una sola capa con los mismos parámetros (resistividad y espesor) de la capa inicial.

### Sección

*Zoom in* [Alt-F5] incrementa la escala de la ventana de la sección vertical.

*Zoom out* [Shift-F5] disminuye la escala de la ventana de la sección vertical.

*All profile* [Ctrl-F5] despliega el perfil complete en la ventana de la sección vertical.

*More depth* [-] aumenta la escala vertical de la ventana de la sección vertical.

*Less depth* [+] aumenta la escala vertical de la ventana de la sección vertical.

*Options...* [Ctrl-F1] despliega la ventana *Opciones de la Sección* para adecuar la ventana *sección vertical*.

*Pseudo-section* despliega solo la seudosección de resistividad aparente en la ventana de la *sección vertical*.

*Resistivity section* despliega solo la sección de resistividad interpretada en la ventana *sección vertical*.

*Both sections* despliega la seudosección de resistividad aparente y la sección de resistividad interpretada en la ventana *sección vertical*.

*Horizontal mirror* invierte el orden de los puntos de sondeos en la venta *sección vertical*.

### Options

despliega la ventana *Opciones* para adecuar IPI2Win

### Window

*Cascade* se abren ventanas en cascada en un formato estándar de Windows.


*Tile* se abren ventanas en formato estándar de Windows

*IPI\_V6* [Ctrl-6] se abren ventanas como en la versión 6 de IPI para MS-DOS.

*IPI\_V7* [Ctrl-7] se abren ventanas como en a la versión 7 de IPI para MS-DOS.

*IPI\_V8* [Ctrl-8] se abren ventanas en el formato IPI2Win (default).

### Help

*Contents* {*Help contents* } despliega la ventan con el contenido de ayuda sobre el tópico tratado.

*Search for help on...* despliega la ventana de búsqueda de palabras claves.

*How to use help* Recibir ayuda sobre el uso de la ventana de ayuda.

*About* Informa acerca de la versión y sus autores.

El contenido del Menú puede variar ligeramente en dependencia de la operación realizada con IPI2Win.

## Manejo de Datos

### *Comprendiendo el manejo de datos*

Para comenzar el proceso de interpretación IPI2Win necesita un archivo de datos con cierto formato, conteniendo la información sobre el sistema de mediciones y los valores de resistividad aparente que forman de una curva empalmada (\*.dat) o dividida en segmentos (\*.dtg). El archivo dtg-file puede también contener valores de diferencia de potencial y de corriente eléctrica para los arreglos Schlumberger y medio-Schlumberger.

Si un archivo \*.dtg contiene valores de diferencia de potencial, los valores de resistividad aparente son calculados y salvados en un archivo \*.dat con el mismo nombre.

Si el archivo \*.dtg contiene segmentos de la curva, ésta es empalmada automáticamente mediante movimientos verticales paralelos con respecto a la última rama de la curva.

El archivo creado \*.dat es usado para la interpretación y mientras que los datos de campo permanecen inalterables en el archivo \*.dtg durante todo el proceso de corrida de IPI2Win.

Los resultados de la interpretación de los datos de un archivo \*.dat son guardados en el archivo \*.res con el mismo nombre.

Solo un archivo de datos puede ser abierto al mismo tiempo. Usualmente un perfil de puntos de sondeos es guardado en cada archivo.

El usuario de arreglos multielectródicos tiene que considerar que una curva de sondeo es considerada como un elemento de dato en IPI2Win. Antes de usar IPI2Win los datos tiene que ser presentados como un juego de curvas de sondeo para uno de los arreglos disponibles en IPI2Win. Convertidores de un archivo Grid al formato de archivo \*.dat están disponible de manera gratuita (Surfer de la Golden Software, Inc.). Un convertidor de archivo \*.dat a otro formato para ser ingresado al programa de inversión Loke 2D está también disponible.

¡ATENCIÓN! Si un archivo \*.dat es copiado o movido a otro directorio, el correspondiente archivo \*.res debe ubicado en ese Nuevo lugar. El borrar un archivo \*.res resultará en la pérdida de los resultados de la interpretación para el correspondiente archivo \*.dat.

### *Localización del archivo de datos.*

Para localizar el archivo de datos se utiliza la ventana *Open data file*. Las capacidades de la navegación de Windows Standard son usadas para seleccionar el disco y el directorio



que contiene los archivos deseados. Además es posible reabrir un archivo recientemente utilizado desde las lista que se despliega cerca del campo *File name*.

Para especificar el tipo de archivo (dat, dtg o ambos) elegir *IPI-format*, *DTG-format* o *All IPI formats* respectivamente desde la ventana *File type*.

¡ATENCIÓN! Si se tiene la posibilidad de abrir un archivo de datos desde otra computadora a través de una red local, asegurarse que el disco tiene acceso tanto de lectura como de escritura.

### ***Formatos del archivo de Datos***

#### **Formato del archivo Dat**

El archivo Dat es un archivo simple de texto con extensión Dat y estructura definida. El formato de los datos en cada línea, excepto la línea 5, es libre.

1-ra & 2-da línea. Cualquier texto.

3-ra línea: tres números y una letra, delimitados por espacios.

El 1er número ( $N_{pt}$ ) indica el número de puntos de sondeos en el archivo (máximo 400)

El 2do número es 0 (se introduce para la compatibilidad de los archivos de datos creados con las versiones primeras de DOS).

El 3er número ( $N_{spc\ max}$ ) especifica el número mayor posible de valores para un punto de sondeo, es decir, el número mayor de separaciones de los electrodos de corriente (máximo 50).

La letra es una de las siguientes: S, Q, W, D, U or L – y especifica el tipo de arreglo: S, Q - Schlumberger, W - Wenner, D - Dipolo axial, U – dispositivo de dos electrodos AM (polo-polo), L – arreglo con electrodos lineales de corriente.

4-ta línea. Una lista de las separaciones utilizadas, conteniendo  $N_{spc\ max}$  delimitado por espacios. Las separaciones deben ser ordenadas de menor a mayor. Cada separación significa:

para los arreglo Schlumberger y Wenner – la mitad de la distancia entre los electrodos de corriente;

para el medio-Schlumberger – la distancia entre el electrodo de corriente y el centro de la dipolo de medición;

para el arreglo Dipolo axial – la distancia entre los centros de los dipolos de corriente y de medición.

5ta línea: hasta 10 caracteres comenzando desde la primera columna – nombre del punto de sondeo analizado.

6ta línea: un número – el número de valores para el punto de sondeo analizado  $N_{\text{spc}}$ . No debe exceder el valor  $N_{\text{spc max}}$ .

7ma línea: Una lista de valores de resistividad aparente, conteniendo  $N_{\text{spc}}$  delimitado por espacios.

Las líneas 5ta a 7ma deben ser repetidas  $N_{\text{pt}}$  veces, tres líneas para cada sondeo.

Los puntos de sondeo deben ser ordenados según su orden en el perfil.

### Formato del archivo Dtg

El archivo Dtg es un archivo simple de texto con extensión DTG y estructura definida. El formato de los datos es libre en cada línea, excepto en la 5ta.

1ra y 2da línea. Cualquier Texto

3ra línea: cinco números y una letra (con caracteres ‘\_’), delimitada por comas.

El primer número ( $N_{\text{pt}}$ ) indica el número total de puntos de sondeos en el archivo.

El 2do número es 0 (se introduce para la compatibilidad de los archivos de datos creados con las versiones primeras de DOS).

El 3er número ( $N_{\text{spc max}}$ ) especifica el número mayor posible de valores para un punto de sondeo, es decir, el número mayor de separaciones de los electrodos de corriente (máximo 50).

El cuarto número ( $N_{\text{segm}}$ ) indica el número de segmentos en la curva, que a su vez es el número de líneas o dipolos de medición utilizados  $N_{\text{mn}} - 1$ .  $N_{\text{segm}}=0$  para curva sin empalmes (una sola línea de medición),  $N_{\text{segm}}=1$  para una curva con un empalme (dos líneas de corriente), etc.

El quinto número ( $K_D$ ) especifica el tipo de dato.

$K_D=0$  si el archivo contiene valores de resistividad aparente

$K_D=3$  y  $K_D=4$  si el archivo contiene valores de diferencia de potencial y de corriente no estabilizada (valor de corriente correspondiente a cada medición) para medio-Schlumberger (3 electrodos) y Schlumberger (4 electrodos), respectivamente.

$K_D=-3$  y  $K_D=-4$  si el archivo contiene valores de diferencia de potencial para medio-Schlumberger (3 electrodos) y Schlumberger (4 electrodos) respectivamente, asumiendo corriente estabilizada (igual para todas las mediciones).

¡ATENCIÓN! IPI2Win es capaz de calcular los valores de resistividad aparente solo para los arreglos Schlumberger y medio-Schlumberger. Para los arreglos

Wenner, dipolo axial y polo-polo los valores de resistividad aparente deben ser calculados por otros medios.

La letra es una de las siguientes: S, Q, W, D, U or L – y especifica el tipo de arreglo: S, Q - Schlumberger, W - Wenner, D - Dipolo axial, U – dispositivo de dos electrodos AM (polo-polo), L – arreglo con electrodos lineales de corriente. Para indicar que segmento de la curva posee un empalme de un solo punto, el carácter ‘\_’ es colocado inmediatamente después de la letra; de lo contrario se asume un empalme de dos puntos.

4ta línea: Para cada segmento de línea – una lista de los números de orden (NO VALORES) de las separaciones para los cuales se inicia el empalme, conteniendo  $N_{\text{segm}}$  delimitado por espacios. Para una curva sin empalmes ( $N_{\text{segm}}=0$ ) la cuarta línea se deja en blanco (pero no se elimina).

5ta línea: una lista de la longitud de las líneas de medición, conteniendo  $N_{\text{segm}}+1$  delimitado por espacios.

6ta línea. Una lista de las separaciones, conteniendo  $N_{\text{spc max}}$  delimitado por espacios. Las separaciones deben ser ordenadas de menor a mayor. Cada separación significa:

para los arreglo Schlumberger y Wenner – la mitad de la distancia entre los electrodos de corriente;

para el medio-Schlumberger – la distancia entre el electrodo de corriente y el centro de la dipolo de medición;

para el arreglo Dipolo axial – la distancia entre los centros de los dipolos de corriente y de medición.

7ma línea: si  $K_D=-3$  o  $K_D=-4$  (corriente estabilizada), la 7ma línea contiene un valor de corriente. De lo contrario éste es ignorado y la descripción del punto de sondeo sigue inmediatamente después de la 6ta línea.

8va (7ma) línea: hasta 8 caracteres comenzado desde la primera columna – nombre del punto de sondeo analizado.

9na (8va) línea: un número – el número de valores para el punto de sondeo analizado  $N_{\text{spc}}$ . No debe exceder el valor  $N_{\text{spc max}}$ .

10ma (9na) línea: Una lista de valores de resistividad aparente, conteniendo  $N_{\text{spc}}$  delimitado por espacios.

(10)ma línea: Una lista de los valores de corriente.

El orden de los valores enlistados debe corresponder con la de las separaciones.

El número de términos en la lista de valores de diferencia de potencial y corriente excede el número de separaciones  $N_{\text{spc}}$ , existiendo para un mismo valor de separación dos valores de diferencia de potencial y corriente (primero para la menor línea de medición y después para la mayor línea de medición). Esta duplicación de los valores de separación constituye un empalme.

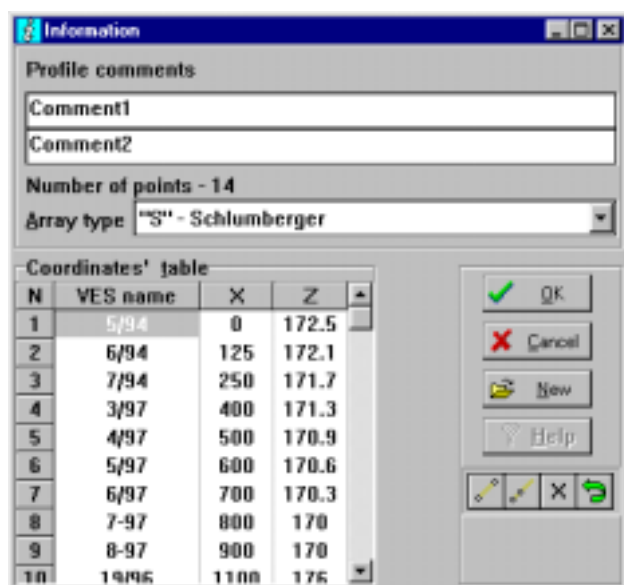
Las líneas concernientes al punto de sondeo deben ser repetidas  $N_{\text{pt}}$  veces, tres o cuatro líneas para cada punto de sondeo.

Los puntos de sondeo deben ser ordenados de acuerdo a su posición en el perfil.

### *Especificando las características topográficas*

#### **Identificando los datos**

Después de abrir un archivo de datos la ventana *Information* aparece. Esta ventana puede también ser abierta en el curso de la interpretación.



Ventana *Information*

El campo *Profile comment* contiene las dos primeras líneas del archivo abierto. Es posible editar su contenido. Será salvado en el mismo archivo al salir de IPI2Win o al salvar el archivo.


Puede ser cambiado el tipo de arreglo para el archivo abierto mediante la elección del tipo deseado desde la lista en la ventana *Array type*.



Si el archivo fue abierto por error es posible abrir otro archivo eligiendo el botón *New* en la ventana *Information*.

### Especificando la localización del punto

Los nombre de los puntos de sondeos del archivo abierto son enlistados en la columna *VES name* del campo *Coordinates table*. Los nombres pueden ser editados tecleando un Nuevo nombre del sondeo en la celda seleccionada de la columna.

Las coordenadas de los puntos de sondeo a lo largo del perfil son enlistadas en la columna *X* del campo *Coordinates table*. Por default la coordenada del primer punto se asume como 0 y los restantes puntos son ubicados con un paso de 10 metros entre puntos vecinos. Estos valores son las coordenadas en un sentido “plano matemático” (NO son distancia medidas sobre la superficie del terreno).



Las coordenadas pueden ser editadas mediante el tecleado de nuevos valores de coordenadas en la celda seleccionada de la columna. Si los puntos son nombrados por sus coordenadas, los nombre pueden ser transformados a coordenadas mediante el botón {*X-coord. from VES names* } en la ventana *Information*.

Es posible además, para el llenado de las celdas, seleccionar el rango dentro de la columna *X* usando interpolación o extrapolación. Para extrapolar coordenadas: 1) tipo de coordenadas del primer y segundo punto en la celdas correspondientes al rango deseado.; 2) seleccionar el rango deseado; 3) click el botón {*Extrapolation* } en la ventana *Information*. Para interpolar coordenadas: 1) tipo de coordenadas del primer y último punto en la celdas correspondientes al rango deseado; 2) seleccionar el rango deseado; 3) click en el boton {*Interpolation* } de la ventana *Information*.

### Especificando las altitudes de los puntos

Las altitudes de los puntos de sondeo son enlistadas en la columna *Z* del campo *Coordinates table*. Por default, todas las altitudes son 0.

La altitud de un punto puede ser editada tecleando un Nuevo valor en la celda seleccionada de la columna. Es posible además, para el llenado de las celdas, seleccionar el rango dentro de la columna *Z* usando interpolación o extrapolación..

Para extrapolar altitudes: 1) tipo de altitudes del primer y segundo punto en la celdas correspondientes al rango deseado.; 2) seleccionar el rango deseado; 3) click el botón {*Extrapolation* } en la ventana *Information*. Para interpolar altitudes: 1) tipo de altitudes del primer y último punto en la celdas correspondientes al rango deseado; 2) seleccionar el rango deseado; 3) click en el botón {*Interpolation* } de la ventana *Information*.


### Salvando y descartando cambios

Para aceptar la información topográfica introducida click el botón *OK* en la ventana *Information*.


Para descartar todos los cambios en la información topográfica seleccionar el botón *Cancel* en la ventana *Information*.

¡ATENCIÓN! Una vez que se da ENTER, toda la información topográfica sobre el punto de sondeo de cierto archivo es guardada en otro archivo con el mismo nombre y extensión DPR; si el archivo \*.dat es copiado o movido a otro lugar, el archivo \*.dpr tiene que se ubicado en el mismo lugar del disco duro. El borrar el archivo \*.dpr resultará en la pérdida de la información topográfica concerniente al archivo \*.dat.

### Corrección de Datos

Si es necesario, los valores de resistividad aparente desplegados en la ventana de la curva pueden ser editados. Para editar la curva desplegada presione la tecla [F4], elegir el menú *Point, Edit field curve* o seleccionar el botón {*Edit field curve* } en la barra de tareas. La curva será desplegada en la ventana *Edit field curve* con la tabla de valores de separaciones y resistividad aparente.

Para cambiar un valor de resistividad aparente o de separación arrastrar el círculo correspondiente, marcando el punto de dato, a una posición apropiada con el ratón.

Es posible además seleccionar la celda correspondiente en la tabla y teclear un nuevo valor de resistividad aparente en la misma. Cuando la edición de la curva a finalizado, usar el barra horizontal de la ventana *Edit field curve* para seleccionar otra curva a editar. Click el botón *OK* del campo *Edit field curve* para aceptar todos los cambios en la curva editada o cancelarlas mediante el botón *Cancel* del mismo campo. El ultimo cambio puede ser descartado mediante el botón {*UnDo* } del campo *Edit field curve*.

Es posible copiar los valores de resistividad aparente de la curva analizada al Clipboard mediante la selección del botón (*Copy*) de la ventana *Edit field curve*. Para remplazar los valores de resistividad aparente de la curva analizada por los valores copiados, seleccionar el botón {*Paste*} de la ventana *Edit field curve*.

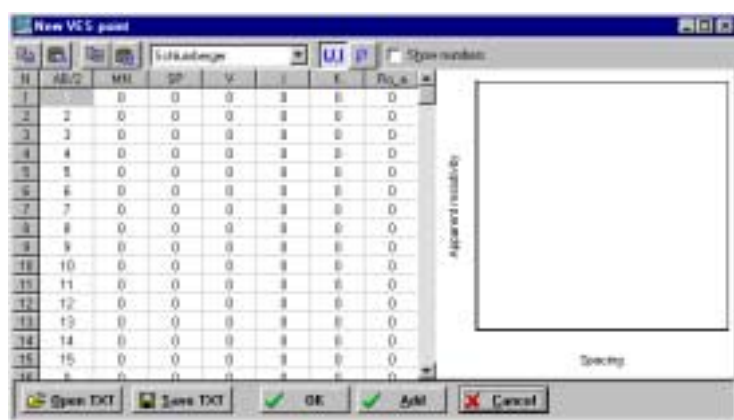
¡ATENCIÓN! Después de editar las curves, nuevos valores de resistividad aparente serán salvados en el mismo archivo. Los valores viejos de resistividad aparente serán guardados en un archivo con el mismo nombre y extensión \*.BAK. El archivo \*.bak serán sobrescrito la próxima vez que se abra el archivo \*.DAT.

## Creando un perfil a partir de varios archivos

Para crear un perfil a partir de varios archivos, se abre el primero de éstos (la que contenga las curvas con los valores menores de coordenadas). Entonces, se elige la opción *File, Add file* o seleccionar el botón {*Add new data*} en la barra de tarea y abrir el próximo archivo deseado. De esta forma, las curvas serán añadidas hasta el último punto del perfil.

## Entrada de datos

El archivo \*.dtg es generalmente creado usando un editor de texto externo (ej. Windows Notepad). La herramienta interna de IPI2Win para crear archivo de datos se ejecuta eligiendo las opciones *File, New VES point*, o mediante {*Make new VES point*} en la barra de tareas, o presionando la tecla [Ctrl-Alt-N]. La ventana *New VES point* aparecerá.



ventana *New VES point*

La curva de resistividad aparente (modo VES-IP – y curva de resistividad aparente) es desplegada en la parte derecha de la ventana.

La parte izquierda de la ventana es una tabla de los datos de campo, donde cada línea representa un valor separación de los electrodos de corriente. Las columnas de la tabla son: separación (columna *AB/2*), longitudes de la línea de medición (*MN*), potencial espontáneo (*SP*), voltaje (*U*), corriente (*I*), coeficiente (*K*), resistividad aparente (*Ro\_a*). Las separaciones y las longitudes de las líneas de corriente deben ser tecleadas en las correspondientes celdas de la tabla. Para introducir los valores de voltaje, corriente y potencial espontáneo, seleccionar el botón *Input SP, U, I* de la ventana y entonces teclear sus correspondientes valores. Para introducir los valores de resistividad aparente, seleccionar el botón *Input app. resistivity* de la ventana, entonces se teclean los valores en las correspondientes celdas. Cuando se está editando la tabla es posible usar los botones {*Copy*} y {*Paste*} de la ventana. Es posible crear una tabla con la misma estructura en alguna hoja de cálculo, guardarla en el Clipboard y entonces pegarla mediante el botón {*Paste table*} de la ventana. La tabla creada en una hoja

de cálculo externa puede ser salvada como un archivo de texto, la cual puede ser importada a la tabla de programa mediante el botón *{Open TXT}* de la ventana.

El contenido de la tabla puede ser guardado en el Clipboard mediante el botón *{Copy table}* de la ventana. Los valores guardados pueden ser pegados en una hoja de cálculo o un procesador de texto.

El contenido de la tabla también puede ser guardado como un archivo de texto mediante el botón *{Save TXT}* de la ventana.

El tipo de arreglo tiene que ser seleccionado desde la lista de menú *Array* drop-down de la ventana. Para saber el significado del espaciamiento para los diferentes tipos de arreglos ver el párrafo «Dat-file structure».

Después de que todos los datos han sido introducidos, seleccionar el botón *{Add}* de la ventana para añadir la curva del archivo analizado o seleccionar el botón *{OK}* de la ventana para comenzar la creación de un nuevo archivo de datos. En cualquier caso, la ventana *Save as...* será desplegada, donde tiene que ser proporcionado el nombre del archivo en la ventana *File name*.



## Visualizando los datos

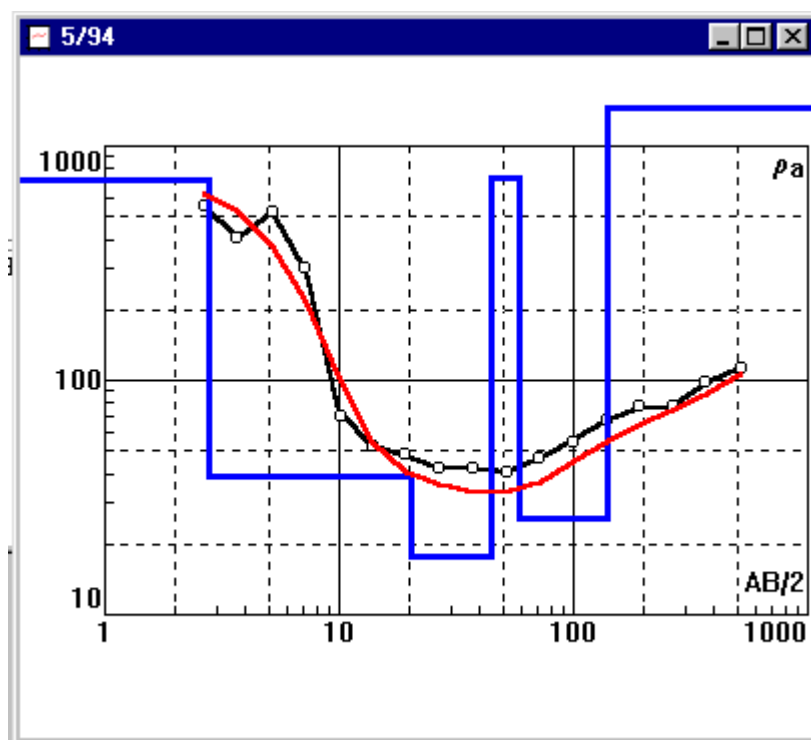
### *Visualizando curvas y modelos*

La curva de sondeo para cierto punto es desplegada in la ventana de la curva intitulada con el nombre del punto de sondeo. El nombre del punto de sondeo es duplicado en el campo *Name of VES location* en la línea inmediatamente debajo de la barra de tareas. Solo una curva puede ser desplegada al mismo tiempo. La posición del punto de sondeo sobre el perfil es marcada por un alineamiento vertical sobre la sección en la ventana de la sección vertical.

Los valores de campo de la resistividad aparente son marcados por círculos. La curva se presenta por una línea negra, la cual es el resultado del suavizamiento de los valores de campo por el método spline. La curva es plotada en escala logarítmica tanto para el eje de las separaciones como para el eje de los valores de resistividad aparente. El rango de los valores en los ejes es determinado automáticamente de manera tal que la escala de la curva puede variar para diferentes puntos de sondeo.

Para acceder al próximo (o previo) punto de sondeo se puede usar la barra scroll o presionar la tecla [Ctrl-Right] ([Ctrl-Left]). Es posible también seleccionar el punto de sondeo deseado sobre la seudo-sección en la ventana *cross-section*.

¡ATENCIÓN! El juego de valores de las separaciones es fijado en IPI2Win. Si el conjunto real de valores de separaciones difiere del fijado por IPI2Win, los valores de resistividad aparente serán interpolados al juego de valores de separaciones del IPI2Win.

Ventana de las *Curvas*

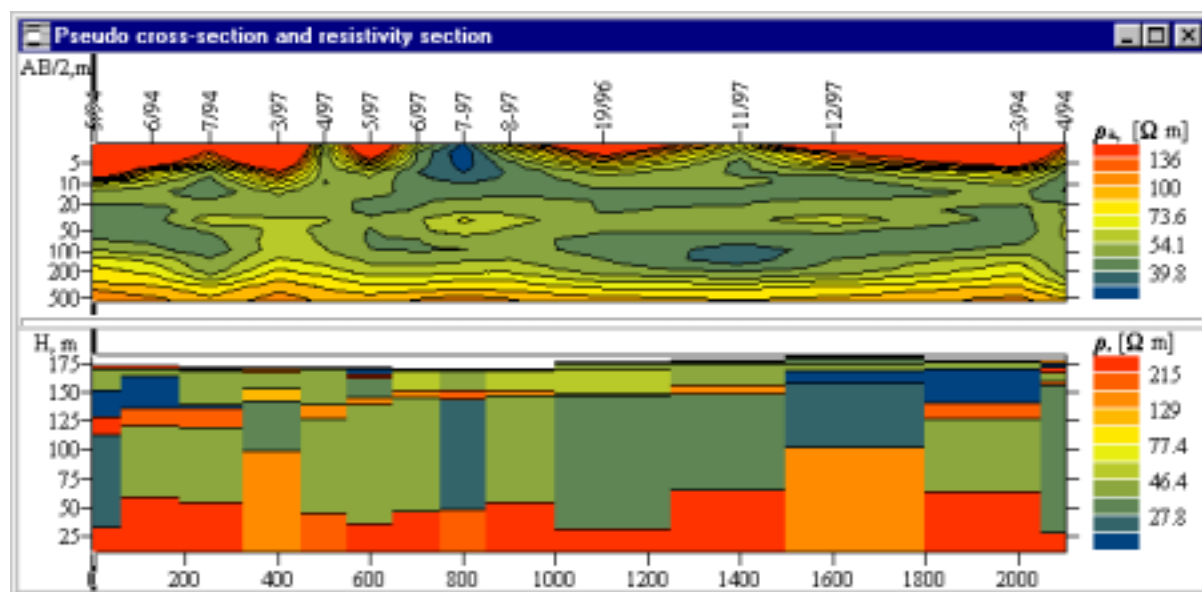
### *Visualizando las secciones verticales*

#### **Breve descripción**

La seudosección de resistividad aparente y/o de resistividad interpretada son desplegadas en la ventana *Pseudo cross-section and resistivity cross-section*, ambas con igual escala horizontal. La regla horizontal superior representa los nombres de los sondeos mientras que la inferior las coordenadas de los puntos de sondeos. La línea vertical marca el punto de sondeo para el cual se despliega la curva en la ventana. Las columnas de escala de colores son expuestas a un lado de cada sección vertical.

Es posible alterar la relación entre ambas secciones arrastrando la línea separadora en la ventana *cross-section window*. Para ver solo una de la dos secciones elegir *Section, Pseudo-section* o *Section, Resistivity section* en el menú. Al elegir *Section, Both sections* en el menú se restaura la configuración inicial de ambas secciones

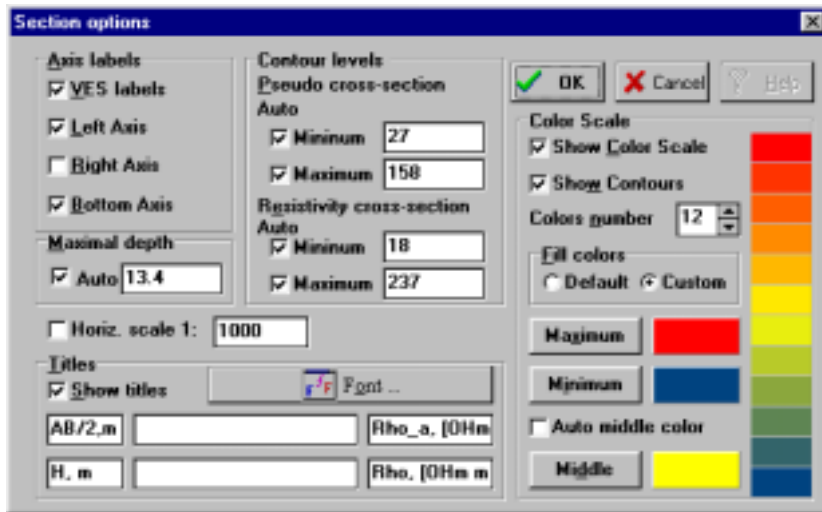
Algunas veces puede ser útil desplegar los puntos de sondeo en orden inverso. Para hacer esto se elige la opción del menú *Section, Horizontal*. Al usar esta opción hay que tomar en cuenta que al salvar el perfil quedara invertido el orden de los puntos de sondeo.

Ventana *cross-section*

### Escalando las secciones verticales

Las escalas vertical y horizontal para las secciones verticales pueden ser cambiadas de acuerdo a las necesidades del usuario. Para cambiar la escala horizontal elegir en el menú *Section, Zoom in* para incrementar la escala o *Section, Zoom out* para disminuirla, o presionar las teclas [Alt-F5] o [Shift-F5] respectivamente. Es posible marcar la parte deseada del perfil mediante el arrastre del ratón usando su tecla izquierda, desde el inicio al final de la porción deseada; la escala será cambiada para mostrar solo los puntos que se encuentran dentro de la porción elegida (marcada por el rectángulo). Al elegir la opción *Section, All profile* o presionar la tecla [Ctrl-F5] se visualizará nuevamente todo el perfil.

Para cambiar la escala vertical elegir en el menú *Section, Less depth* para aumentarla y *Section, More depth* para disminuirla, o presionar las teclas [+] o [-], respectivamente. Es posible marcar la parte deseada del perfil mediante el arrastre del ratón usando su tecla izquierda, desde el inicio al final de la porción deseada; la escala será cambiada para mostrar solo los puntos que se encuentran dentro de la porción elegida (marcada por el rectángulo).



Ventana Section options.

Para obtener un valor de escala específica y de profundidad máxima se elige en el menú *Section*, *Options*, el cual aparece también presionando la teclas [Ctrl-F1]. Para especificar una cierta escala horizontal, se introduce el valor deseado en el espacio *Horiz. Scale*. De la misma manera, se puede asignar un valor de profundidad máxima llenando el campo *Maximal depth*. Cuando los valores son introducidos se aplica *OK*. Para restaurar la escala automática se desactiva el campo *Horiz. scale* y/o se active se active *Auto* en el campo *Maximal depth*, aplicando *OK* en la ventana.

### Etiquetando las secciones verticales

Pueden aparecer etiquetas en la ventana de las secciones verticales. Existen nombres de puntos de sondeos en la parte superior de la ventana de la sección vertical, coordenadas horizontales en su parte inferior, valores de las separaciones cerca del eje vertical de la seudosección y valores de profundidad (altitud) cerca del eje vertical de la sección de resistividad interpretada. Puede ser introducidos comentarios así como nombrar los ejes. Para colocar estas etiquetas en la sección vertical elegir en el menú *Section*, *Options* o presionar la tecla [Ctrl-F1] para que aparezca esta opción.

El procedimiento para colocar símbolos en las etiquetas se expone en la Tabla 1.

**Tabla 1**  
**Colocación de Símbolos en las etiquetas de la sección vertical.**

Teclear en el marco del texto	Aparece en la sección vertical
Rho	$\rho$
Etta	$\eta$
Ohm	$\Omega$

---

Phi	$\phi$
<Symbol>_< Symbol >	< Symbol >< Symbol >

---

Para colocar (o quitar) cualquier tipo de etiqueta, activar (o desactivar) el campo *Axes labels* de la ventana. La etiqueta *VES labels* es para asignar nombre a los puntos de sondeo, *Left Axis* y *Right Axis* para los ejes verticales y *Bottom Axis* para las coordenadas horizontales.

Para colocar (o quitar) un comentario, activar (o desactivar) *Show titles* en el campo *Titles* de la ventana. El marco de texto en el campo *Titles* tiene dos renglones. El renglón superficial es para la seudosección y la inferior para la sección de resistividad interpretada. El marco de texto ubicado más a la izquierda contiene el nombre del eje vertical de la sección correspondiente. El marco de texto ubicado más a la derecha contiene el nombre de la escala de color de la sección correspondiente. El marco de texto central puede contener cualquier texto que se quiera añadir en la parte superior de la sección correspondiente (nombre del perfil, etc.). En cualquier caso, se escribe el texto deseado en el marco de texto y se aplica *OK* en la ventana.

Fonts tipo True son usados para colocar en pantalla (e imprimir) las etiquetas y los comentarios. Para cambiar el font, seleccionar el botón *Font* del campo *Titles* y aparece la ventana estándar Windows' *Font*. El font seleccionado se aplicará a todos los textos de la ventana sección vertical..

### **Especificando los colores de la sección vertical**

Para representar los valores de resistividad aparente e interpretada son utilizadas escalas de colores. Los niveles de contorno son estimados automáticamente usando los valores límites de los datos si está activado *Auto* en el campo *Contour levels* en la ventana *Section options*. De lo contrario, los valores límites deseados pueden ser tecleados en los marcos de textos próximos al campo. Por default, el número de contornos es 11, y puede ser variado en el rango de 3 a 20 mediante *Colors number* en el campo *Color scale* de la ventana *Section options*.

El juego de colores, ya sea por default o por elección, puede ser elegido en *Fill colors* field del campo *Color scale* en la ventana *Section options*. El color asignado puede ser elegido dentro de una variación gradual, cuyos límites son el valor mayor y menor de la resistividad. Para especificar el color deseado correspondiente al valor mayor (o menor) seleccionar el botón *Maximum* (o *Minimum*) en el campo *Color scale* de la ventana *Section options*, elegir el color en la ventana *Color* y por último *OK*. El color, correspondiente al valor promedio

puede también ser especificado. Para hacer esto, seleccionar *Middle* en la ventana *Section options*, seleccionar el color deseado en la ventana *Color* y por último *OK*. Para eliminar esta aplicación se active *Auto middle color* en el campo *Color scale*.

Puede ser necesario hacer las secciones verticales más expresivas enfatizando los colores de algunos niveles de contorno o capas. Para hacer esto, se selecciona el color deseado en el campo *Color scale* de la ventana *Section options*, y dar *OK*.

Es posible dibujar líneas de contorno sobre la sección de resistividad interpretada. Para hacer esto, activar *Show contours* en el campo *Color scale* de la ventana *Section options*. +

Las fronteras de las capas en la sección de resistividad interpretada pueden ser dibujadas con líneas negras (por default) o no. Para escoger uno u otro color activar *Divide layers* (o desactivar).

Para restablecer el modo por default de presentar la sección vertical seleccionar *Reset* en el campo *Color scale* field de la ventana *Section options*.

## **Interpretando los datos del sondeo**

### ***Breve descripción***

La interpretación de un perfil constituye la base de la creación de IPI2Win. Esto significa que los datos para un perfil son tratados como una unidad que representa la estructura geológica del área estudiada. Este principio es implementado principalmente mediante el uso de técnicas de interpretación interactiva / semi-interactiva.

IPI2Win es capaz de realizar interpretación 1D interactiva e inversión, con una variedad de arreglos electródicos comúnmente utilizados, para secciones verticales con constaste de resistividad en el rango de 0.0001 a 10000.

El proceso interactivo es resuelto usando filtrado lineal. Los filtros fueron desarrollados en el Laboratorio de Prospección Eléctrica Somera de la Facultad de Geología de la Universidad Estatal de Moscú, Rusia. Los filtros, ampliamente probados, la implementación del algoritmo de filtrado provee una solución rápida y precisa para una amplia gama de modelos que cubren todas las situaciones geológicas razonables.

El problema inverso es resuelto usando una variante del algoritmo de Newton para el número mínimo de capas o el algoritmo regularizado de minimización del error de ajuste que utiliza la aproximación de Tikhonov para resolver el problema de la ambigüedad en la solución de la tarea inversa. Puede ser usada la información a priori sobre las resistividades y las profundidades para la regularización de los procesos de minimización del error de ajuste. El problema inverso es resuelto de manera independiente para cada curva.

Los autores de IPI2Win suponen que la aproximación, incluyendo interpretación interactiva semi-automatizada es preferible tomar en consideración tanto su efectividad como el sentido geológico de los resultados. Esta aproximación proporciona una manera más completa y precisa mediante la inclusión de datos a priori. Algunos de estos datos, siendo más cualitativos que cuantitativos, pueden ser introducidos como parámetros formales en el esquema de interpretación. En este caso, la experiencia del interpretador y el conocimiento de la geología puede ser de mayor importancia que la precisión de los cálculos.

### ***Creando y editando el modelo***

#### **Breve descripción**

Los parámetros del modelo para el punto de sondeo analizado (resistividades, espesores, profundidades del techo de las capas y altitudes) son presentados por una línea azul en escala semi-logarítmica en la ventana de la curva. Estos parámetros son enlistados en una tabla

dentro de una ventana aparte intitulada por el valor del error de ajuste (ventana del modelo). La curva teórica para el modelo analizado es graficada con línea roja en la ventana de la curva. El valor del error de ajuste representa la diferencia relativa entre las curvas teórica y práctica para el sondeo analizado y los parámetros de su modelo. Esta información aparece también en el campo *Fitting error*.

Al abrir por primera vez el archive de datos, la ventana de la sección vertical aparece vacía. Se sugiere automáticamente el modelo de dos capas que proporciona el mayor ajuste como modelo inicial para la interpretación del punto de sondeo. La edición del modelo incluye la alteración del número de capas (de 2 hasta 14) mediante división y unión de las mismas (añadir o remover capas respectivamente) y cambiando las propiedades de las capas.

N	$\rho$	h	d	Alt.
1	718	2.78	2.78	169.7
2	39.1	17.7	20.5	152
3	17.6	23.7	44.2	128.3
4	726	14.8	59.1	113.4
5	25.7	79.6	139	33.78
6	1464			

Ventana del *Modelo*

### Cambiando el número de capas

Para dividir una capa (ej. la capa marcada en la ventana del modelo) presionar la tecla [Ctrl-N] y elegir el menú *Model*, *Split* o seleccionar el botón {*Split the layer*} en la ventana de la barra de tarea. Entonces la capa es dividida en dos. Las resistividades de estas nuevas capas son iguales a la de la capa inicial. La suma de los espesores de las capas nuevas es igual al espesor de la capa inicial con una relación de 2:3. Al dividir la capa más profunda (el semiespacio) se añade una capa inmediatamente encima del semiespacio; el espesor de la capa añadida es 1.5 del total de las capas suprayacentes.

Para unir dos capas consecutivas (ej. La capa marcada en la ventana del modelo y la siguiente en profundidad) se presiona la tecla [Ctrl-Y] y se elige el menú *Model*, *Join* o se selecciona el botón {*Join two layer*} en la barra de tarea. Las capas son unidas en una sola. La resistividad de la nueva capa es la media geométrica de las dos originales. El espesor de la



nueva capa es igual a la suma de los espesores de las dos capas originales. La unión de capas es imposible si el semiespacio está marcado como capa a modificar.

### **Cambiando las propiedades de la capa**

Para editar las propiedades de la capa se selecciona una celda de la tabla en la ventana del modelo, se teclea el nuevo valor del parámetro y se presiona la tecla [Enter]. La curva teórica, calculada con los nuevos parámetros del modelo, puede ser redibujada. Las teclas flechas pueden ser utilizadas para colocarse en otras celdas según la dirección de la flecha.

Además, es posible cambiar los parámetros del modelo mediante el arrastre con el ratón de cualquier segmento de la gráfica semi-logarítmica, mientras que la curva teórica es redibujada simultáneamente. Arrastrar con el ratón un segmento vertical implica cambiar la profundidad de la frontera correspondiente, mientras que un cambio en un segmento horizontal causa un cambio en la resistividad de la capa. Si la tecla [Ctrl] es presionada mientras se arrastra un segmento, tanto la resistividad como la profundidad de la capa es alterada. Si solo la profundidad de la frontera es cambiada es más conveniente arrastrar esta frontera en la ventana de la sección vertical que en la ventana de las curvas.

### **Transferencia de un modelo a otro punto de sondeo**

El modelo perteneciente al punto de sondeo analizado es automáticamente transferido al siguiente sondeo si este último está vacío. Se genera una nueva curva interpretada debido a la transferencia del modelo del punto anterior.

El modelo para cualquier punto de sondeo puede ser copiado en el Clipboard y ser puede ser pegado en otro sondeo. Para hacer esto, se selecciona el punto con el modelo deseado y se elige en el menú *Edit, Copy*, o se presiona la tecla [Ctrl-Ins], o se selecciona el botón {*Copy*} en la barra de tareas. Entonces se escoge el punto de sondeo sobre el cual será copiado el modelo y se elige la opción en el menú *Edit, Paste*, o se presiona la tecla [Shift-Ins], o seleccionando el botón {*Paste*} en la barra de tareas.

### **Limpiando el modelo**

Algunas veces es necesario borrar el modelo para cierto punto de sondeo, por ejemplo, al comenzar el proceso de interpretación “desde el principio”. Para hacer esto, se selecciona el punto que contiene el modelo deseado y se elige la opción *Edit, Cut model* en el menú, o se presiona la tecla [Shift-Del], o se selecciona el botón {*Cut*} en la barra de tareas.

Para limpiar los modelos para todos los puntos que son incluidos en la ventana de la sección vertical, elegir en el menú *Delete all results*.

### **Descartando los cambios**

Cualquier operación de edición realizada puede ser descartada presionando la tecla [Alt-Backspace], eligiendo *Edit*, *Undo* o seleccionar el botón {*UnDo*} en la barra de tareas. La operación de edición es realizada cuando la tecla [Enter] es presionada después de teclear un valor dentro de la celda de la tabla en la ventana del modelo o al liberar la tecla izquierda después de arrastrar el segmento de la gráfica semi - logarítmica. Pegar un modelo desde el Clipboard es otra manera de realizar una operación de edición. En cualquier caso, solo la última operación realizada puede ser descartada.

### ***Interpretación automática***

#### **La aproximación de mínimo número de capas para un sondeo y todo el perfil**

La vía más formal de interpretación automática es la aplicación de la aproximación de mínimo número de capas. Para implementar la interpretación automática usando esta aproximación se selecciona el punto de sondeo a interpretar y se elige *Point*, *New model*, o se presiona la tecla [F7]. Un modelo será creado con el mínimo número de capas que provean el mayor ajuste entre las curvas de campo y teórica. La aproximación con un mínimo número de capas es de conocimiento exclusivo de los autores de IPI2Win.

Para implementar la aproximación de mínimo cantidad de capas para todas las curvas del perfil, se elige *Point*, *Profile new model*, o se presiona la tecla [Alt-F3].

Esta aproximación permite introducir capas extremadamente finas o gruesas, así como extremadamente conductoras o resistivas. Las propiedades de tales capas pueden ser editadas posteriormente de manera manual dentro del rango de equivalencia. La aproximación con mínima cantidad de capas está diseñada para crear un modelo aproximado inicial para el posterior proceso de interpretación manual (interactiva), en el caso de la información a priori recopilada sea nula o deficiente. También es útil usar esta aproximación para definir los límites del rango de equivalencia.

La implementación de la aproximación con mínima cantidad de capas está controlada por los valores mayor y menor de error de ajuste, específicamente los límites del error de ajuste para el modelo buscado. Para especificar estos valores elegir *Options* en el menú. En la ventana *Options* seleccionar *New model*, y teclear el Nuevo valor mínimo de error de ajuste en el campo de texto *Minimal error (%)* y/o el Nuevo máximo valor de error de ajuste en el campo de texto *Maximal error (%)* en la ventana *Options*.

## **Minimización del error de ajuste regularizado (algoritmo de Newton)**

### Implementación de algoritmo de Newton

En IPI2Win, la minimización del error de ajuste regularizado es más frecuentemente aplicada para la interpretación automática de una curva que el algoritmo de Newton. Para implementar la interpretación automática utilizando esta aproximación, se selecciona e punto de sondeo a interpretar, se crea el modelo inicial mediante cualquiera de los medios antes mencionados y se elige *Point, Inversion* en el menú, o se presiona la tecla [Space], o mediante el botón {*Inversion*} en la barra de tarea. Los parámetros del modelo inicial serán cambiados para brindar el mejor ajuste de la curva de campo del sondeo analizado con la teórica. La cantidad de capas no se modifica.

El modelo inicial es creado utilizando la información *a priori*, sustraída comúnmente de secciones geológicas y/o perforaciones, o de otras fuentes. Estos datos son generalizados por el interpretador para representar las propiedades eléctricas de las rocas que constituyen la sección geológica.

### Fijando los parámetros del modelo

Si ciertas propiedades de algunas capas son conocidas, entonces es posible fijarlas antes de realizar la interpretación automática. Los parámetros fijados no cambian mientras se minimiza el error de ajuste. La fijación de parámetros del modelo es la vía de regularización más estricta y controlable del proceso de minimización.

Para fijar un parámetro, se selecciona la celda deseada de la tabla en la ventana del modelo, se selecciona *Model, Fix* en el menú, o se presiona la tecla [Ins]. Para liberar un parámetro fijado, se selecciona la celda que contiene el parámetro deseado y se realiza la misma acción descrita anteriormente (elegir *Model, Fix*, o presionar la tecla [Ins]).

### ***Interpretación interactiva semi-automática***

La interpretación interactiva semi-automática es el modo fundamental de interpretación de datos en IPI2Win. Este párrafo expresa principalmente la propuesta de los autores para la interpretación de los datos de sondeo. Esta propuesta está derivada de una vasta experiencia en la práctica de la interpretación de datos de sondeos, dando solución a varios problemas geológicos.

El proceso usualmente comienza con un análisis visual de la sección de resistividad aparente (seudo-sección). A lo largo del perfil es posible distinguir zonas con curvas de sondeos similares. Algunas zonas de transición ocurren entre zonas vecinas. Las curvas dentro de las diferentes zonas frecuentemente pueden ser interpretadas usando una aproximación 1D,

mientras que las curvas de las zonas de transición difieren considerablemente de las curvas 1D.

Los puntos de sondeo con curvas típicas son seleccionados en el perfil para cada zona detectada. Las curvas de estos puntos son interpretadas usando la información *a priori* disponible. Si se cuenta con una sección geológica de alguna perforación para ciertos puntos de sondeo, el modelo inicial para el punto es creado usando estos datos. El número de capas y las profundidades a sus fronteras se toman acorde a la columna del pozo, mientras que los valores de resistividad se estiman sobre la base de la información litológica de esta columna. Algunas capas geológicas puede ser unidas en una sola capa geoelectrica, según sus propiedades eléctricas y su influencia sobre la curva del sondeo.

Después de interpretada las curvas típicas, los modelos son transferidos a los otros puntos de otras zonas. El modelo de cada curva necesita de una edición. Puede ser aplicada la interpretación automática fijando algunos de los parámetros o aplicar una interpretación manual del modelo. De esta forma manera se realiza la interpretación de cada zona.

Para las curvas de las zonas de transición puede ser necesaria una modificación más radical del modelo. Las curvas de las zonas de transición son interpretadas tomando más en cuenta como sus modelos encajan en el concepto general de la estructura geológica a lo largo del perfil, que con el ajuste de las curvas de campo y teórica de cada sondeo. Algún tipo de variación facial puede ser considerado en este caso (ej. La resistividad de la capa varía gradualmente mientras su espesor permanece constante) o que la frontera de la capa se inclina gradualmente hacia arriba o hacia abajo hasta que termina sobreyaciendo o subyaciendo a otra capa. La elección de cualquiera de estas variantes depende de la información *a priori* y, hasta cierto punto, de la preferencia del interpretador. La experiencia de los autores en la interpretación de datos de sondeo demuestra debe ser evitada la alteración simultánea de la resistividad y la profundidad.

La sección geoelectrica así obtenida es realmente considerada como una aproximación de primer orden del modelo de la estructura geológica a lo largo del perfil. Esta sección es analizada tomando en cuenta su sentido geológico y ajustando los resultados con la información *a priori* disponible. Es frecuente que algunas alteraciones de la sección se produzcan durante tal análisis. Algunas capas, aún no influyendo considerablemente en las curva de sondeo, pueden ser introducidas en el modelo si tales capas están respaldadas por la información *a priori*. Durante la interpretación, la mayor atención está puesta en corresponder

la sección geoelectrica con la situación geológica y su representación en general, mientras que el error de ajuste se mantiene lo más pequeño posible.






***Editando el modelo en la ventana de la sección vertical.***


Es posible cambiar los parámetros del modelo utilizando solamente el ratón en la imagen de la sección vertical.

La forma en que aparezca el puntero del ratón dentro de la ventana de la sección determina el tipo de operación disponible de acuerdo a la Tabla 2.

**Tabla 2**

**Operación de edición en la ventana de la sección vertical**

Forma del puntero del ratón	Menú:	Contenido de la operación; implementación
	<i>Seleccionar capa:</i> asigna el valor de resistividad de una capa a otra de cualquier otro punto; se arrastra y se coloca la capa desde un punto de origen a la capa deseada del punto destino.	
	<i>Chg. depth:</i> cambiar la profundidad de alguna frontera en un punto de sondeo; se arrastra y se coloca la frontera en la posición deseada.	
	<i>Chg. resist.:</i> cambiar la resistividad de la capa en un punto de sondeo  presionando el botón izquierdo del ratón, se mueve el ratón en dirección vertical comenzando desde el medio de la capa, observando el cambio del valor de resistividad en la ventana del modelo o el movimiento de la marca en la escala de color.	
	<i>Add:</i> añadir una capa al modelo de punto analizado; se oprime el botón izquierdo del ratón en la profundidad deseada del punto seleccionado.	
	<i>Remove:</i> borrar una capa (o frontera) del modelo del punto analizado; se oprime el botón izquierdo del ratón sobre la frontera deseada del punto seleccionado.	

Para elegir la operación deseada, se despliega la barra de tareas adicional mediante la selección del botón opción {Edit mode } o el menú incluido al oprimir la tecla derecha del ratón sobre la ventana de la sección.

### ***Herramientas adicionales para la interpretación***

#### **Estimación de los límites de equivalencia**

Para estimar los límites de equivalencia de cualquiera de los parámetros del modelo se selecciona el punto de sondeo, después se elige la celda con el parámetro deseado. Para colocar el valor mayor del parámetro dentro de los límites de equivalencia se elige *Model, Maximum* o se presiona la tecla [Ctrl-Alt-D]. Para colocar el mínimo valor del parámetro dentro de los límites de equivalencia se elige *Model, Minimum* o se presiona la tecla [Ctrl-Alt-X].

#### **Calculando conductancia**

Para calcular la conductancia para cierta profundidad de la sección vertical, se selecciona *Transformation>Conductance* en el menú o se elige el botón {S(H)} en la barra de tareas. Entonces aparecerá la ventana de la conductancia



Ventana de la *Conductancia*

Se tecldea el valor de la profundidad en el marco de texto *Depth*, y posteriormente se selecciona el botón {Calculate} de la ventana. Aparecerá en la ventana la gráfica de la conductancia a lo largo del perfil. Es posible seleccionar la escala logarítmica o lineal para el eje vertical de la gráfica. Para escoger una de éstas, se busca en el campo *Scale* las opciones the *Linear* or *Log*. Al activar *Labels* en la ventana el nombre del sondeo aparecerá en la gráfica de conductancia.

Los resultados pueden ser guardados en el Clipboard seleccionando el botón *Copy* de la ventana. Los valores guardados pueden ser pegados en una hoja de cálculo en un procesador de texto a manera de tabla.

Otras herramientas adicionales de interpretación están accesibles en punto de menú, las cuales se explican en la siguiente sección: *Sección, Transformación*

### **Error de ajuste de la pseudo-sección**

Para obtener el error de ajuste de la pseudo-sección de valores de resistividad aparente (Modo SEV-PI - o cargabilidad aparente), se despliega en pantalla la pseudo-sección deseada y se elige *Transformation>Accuracy* en el menú o se selecciona el botón {*Fitting error*} en la barra de tareas. El examinar el error de ajuste en una pseudo-sección puede ser útil para distinguir zonas, a lo largo del perfil o para algún intervalo de profundidad (más bien separación), donde el error de ajuste es grande. Tales zonas están relacionadas con efectos 2D o 3D.

### **Transformación por derivada vertical**

Para obtener la transformación por derivada vertical (derivada respecto a la separación) para los valores de resistividad aparente (modo SEV-PI mode - o cargabilidad aparente), se despliega en pantalla la pseudo-sección deseada y se elige *Transformation>V-Transformation* en el menú o se selecciona el botón {*Vertical derivative transformation*} en la barra de tareas. La derivada puede ser calculada respecto a la separación o al logaritmo de la separación. Para seleccionar una de estas variante se elige *Transformation>dR/dLnR* en el menú. La derivada vertical resalta los puntos característicos de las curvas de sondeo: Los puntos ceros y de inclinación máxima.

### **Transformación por derivada horizontal**

Para obtener la transformación por derivada horizontal para los valores de resistividad aparente (modo SEV-PI mode - o cargabilidad aparente), se despliega en pantalla la pseudo-sección deseada y se elige *Transformation>H-Transformation* en el menú o se selecciona el botón {*Horizontal derivative transformation*} en la barra de tareas. La derivada horizontal resalta los lugares donde un modelo de estratos horizontales cambia radicalmente por otro.

## Manejo de los resultados

### *Salvando los resultados*

Los resultados interpretados son salvados en un archivo con el mismo nombre de los datos y la extensión RES. Los resultados se salvan cuando el archivo \*.dat es salvado, ej. cuando la operación Save es ejecutada, al salir de IPI2Win o antes de abrir otro archivo \*.dat. Ningún archivo \*.res es creado a salvado si ninguno de los parámetros de algún punto de sondeo es cambiado. No se crean backup para los archivos \*.res.

El archivo \*.res es colocado dentro del directorio donde se encuentra el correspondiente archivo \*.dat. Si el archivo \*.dat es movido a otra localidad el archivo \*.res debe ser colocado en el mismo lugar, de lo contrario se pierden los resultados de la interpretación.

Está disponible el salvado automático de los archivo después de cierto tiempo. Para especificar los parámetros del salvado automático se elige *Options* en el menú. Se selecciona en la ventana *Autosave*, se teclea el valor del intervalo de tiempo para el salvado automático en el campo de texto *Autosave every* y se activa *Autosaving*. Al desactivar *Autosaving* se elimina esta opción.

¡ATENCIÓN! Evite cambiar el contenido del archivo \*.res, al menos cuando lo cambia el uso de IPI2Win. El formato del archivo \*.res y, en particular, el orden de los puntos de sondeo tienen que corresponder estrictamente con el del archivo \*.dat.

### *Formato del archivo de resultados*

El archivo \*.res es un simple archivo de texto con estructura definida. El formato de cada línea es la siguiente:

1ra y 2da línea – cualquier texto, aparece la misma información que en el archivo \*.dat

3ra línea – un número entero- El número de modelo ( $N_m$ ) guardado en el archivo.

4ta línea – hasta 10 letras comenzando en la primera columna – el nombre del punto de sondeo analizado es transferido desde el archivo \*.dat por IPI2Win.

5ta línea – un número entero y un real;

el entero es la cantidad de capas ( $N_l$ ) en el modelo del sondeo;

el real es el error de ajuste para los parámetros del modelo del sondeo analizado.

6ta línea – una lista de  $N_l$  términos – números reales separados por espacios – representan los valores de resistividad ordenados desde la superficie hacia abajo en profundidad.



7ta línea – una lista de  $N_1-1$  términos – números reales separados por espacios – representan los valores de espesor ordenados desde superficie hacia abajo en profundidad.

¡ATENCIÓN! Las líneas 6 y 7 también contienen datos internos del IPI2Win. Los términos que siguen a la lista de valores pueden ser alterados solo por IPI2Win.

Las líneas 4 a 7 son repetidas  $N_m$  veces, cuatro líneas por cada punto interpretado.

### ***Imprimiendo las secciones verticales***

Para imprimir una sección vertical (seudo- sección, sección de resistividad interpretada o ambas), se despliega la ventana de la sección vertical deseada (ver el párrafo Visualización de secciones verticales) y se elige *File, Print* en el menú. La imagen desplegada será impresa en la impresora conectada. Para cambiar la impresora se elige *File, Print* en el menú y se elige la impresora deseada desde la lista dada por *Change printer* en la ventana *Print setup*.

La sección vertical es impresa en papel con las dimensiones seleccionadas en la lista asociada a *Paper size* de la ventana *Print setup*. La imagen puede ajustarse a una simple hoja o tener una cierta escala horizontal (ver en la sección Adecuación de IPI2Win de este manual lo referente a la colocación de la escala).

Si es necesario imprimir una tabla de resultados, se elige *Edit, Copy all model* en el menú o se presiona la tecla [Ctrl-A]. Los parámetros de todos los modelos serán guardados en el Clipboard. Los valores copiados pueden ser pegados en una hoja de cálculo o en un procesador de texto y de esta forma ser impresos. Las reglas generales concernientes a la operación con el Clipboard deben ser cumplidas.

### ***Salvando una imagen de la sección vertical***

Una imagen bitmap a color de la sección vertical (seudo- sección, sección de resistividad interpretada o ambas) puede ser salvada como un archivo con formato bitmap de Windows (BMP) con el mismo nombre del correspondiente archivo \*.dat. Para hacer esto, se despliega la ventana con la sección vertical deseada (ver el párrafo Visualización de secciones verticales) y se elige *Edit, Copy* en el menú. El archivo imagen bitmap de la sección vertical será guardado en el Clipboard. La imagen puede ser pegada en cualquier programa capaz de manejar archivos bitmap, como son lo de aplicación gráficas.