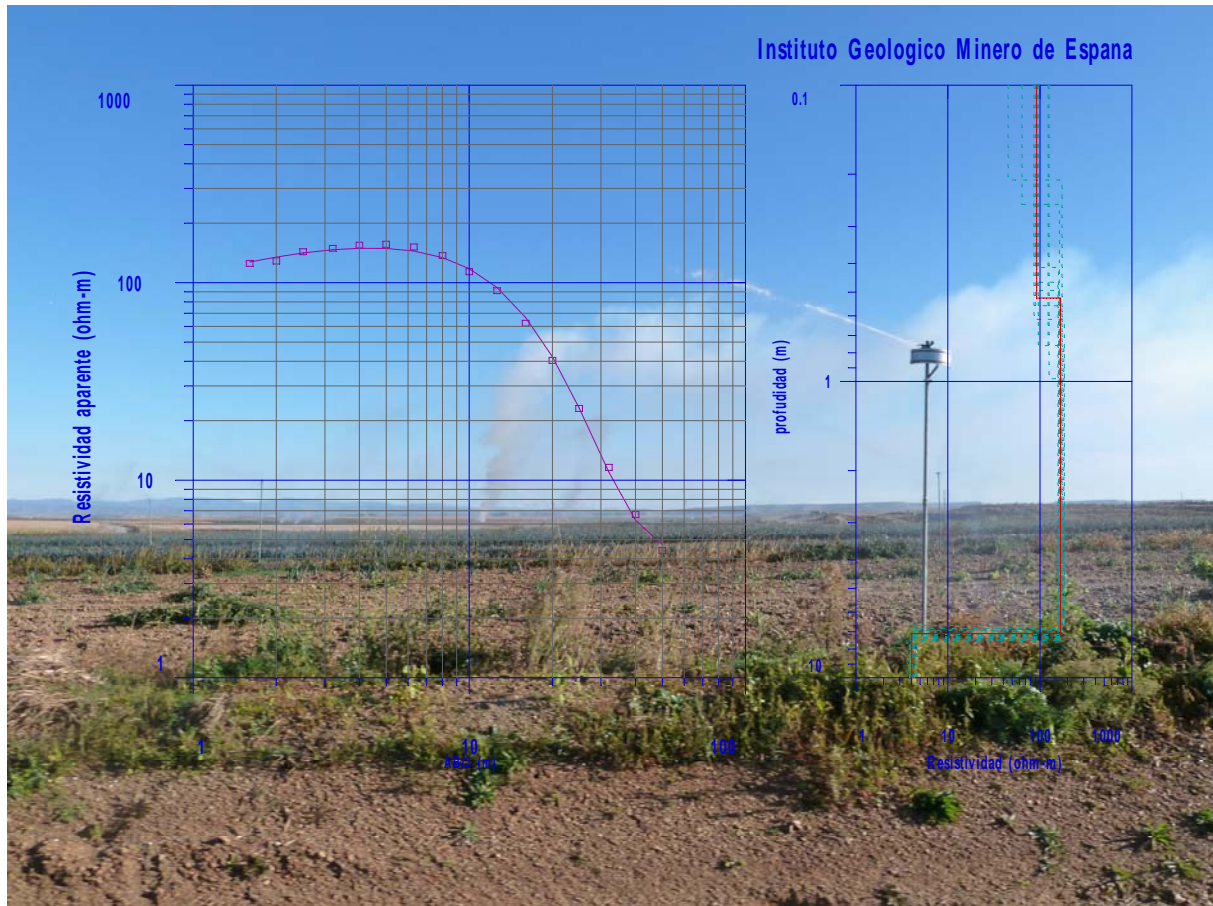


**PROYECTO  
EVALUACIÓN IMPACTO AGRO-AMBIENTAL POR LA TRANSFORMACIÓN  
EN RIEGO Y EFICACIA DEPURADORA DE HUMEDALES**

**EIA-TRANSRIEGO**



**INFORME SOBRE LA DETERMINACIÓN DE LA POTENCIA DE GLACIS EN EL  
BARRANCO DE LERMA (ZARAGOZA) MEDIANTE SONDEOS ELÉCTRICOS  
VERTICALES. 2011-2012.**

Juan Luís Plata Torres



**Grupo de Geofísica del IGME  
Tres Cantos  
Marzo 2012**



**GOBIERNO  
DE ESPAÑA**

**MINISTERIO  
DE ECONOMÍA  
Y COMPETITIVIDAD**



**Instituto Geológico  
y Minero de España**



**PROYECTO  
EVALUACIÓN IMPACTO AGRO-AMBIENTAL POR LA TRANSFORMACIÓN  
EN RIEGO Y EFICACIA DEPURADORA DE HUMEDALES**

**EIA-TRANSRIEGO**

**INFORME SOBRE LA DETERMINACIÓN DE LA POTENCIA DE GLACIS EN EL  
BARRANCO DE LERMA (ZARAGOZA) MEDIANTE SONDEOS ELÉCTRICOS  
VERTICALES. 2011-2012.**

**Juan Luis Plata Torres**

**Grupo de Geofísica del IGME  
Tres Cantos  
Marzo 2012**



## **INDICE**

- 0 Resumen y conclusiones**
- 1 Introducción**
- 2 Breve descripción del método SEV**
- 3 Campaña de campo para medición de los SEV**
- 4 Consideraciones previas a la interpretación de los SEV del Barranco de Lerma**
- 5 SEV efectuados sobre el Mioceno, base impermeable del acuífero**
- 6 SEV medidos junto a piezómetros**
  - 6.1 Verificación del modelo de ajuste**
  - 6.2 Interpretación de los SEV paramétricos**
  - 6.3 Conclusión de los SEV paramétricos**
- 7. Interpretación de los SEV**
  - 7.1 Metodología seguida**
  - 7.2 Secciones geoeléctricas**
- 8 Cortes interpretativos**
  - 8.1 Cortes longitudinales del afloramiento más septentrional (1 a 4)**
  - 8.2 Cortes longitudinales del afloramiento medio (5 a 7)**
  - 8.3 Cortes longitudinales del afloramiento inferior (8)**
  - 8.4 Cortes transversales a los afloramientos (0 y A-F)**

### **ANEXO A: PROCESO DE INVERSIÓN DE LOS SEV**

- A.1 Información en los piezómetros**
- A.2 Grupos de SEV por morfología de curvas de campo**
- A.3 Interpretación de los SEV**
- A.4 Agrupación de SEV por perfiles**

### **ANEXO B: LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO GPS. Preparado por Félix M. Rubio**

### **ANEXO DIGITAL**

- AD.1 Datos de campo y proceso de los SEV**
- AD.2 Datos de campo y proceso de los SRM**
- AD.3 Mapa: capas de información y cartografía geológica y geofísica**
- AD.4 Informe de la campaña de SEV**
- AD.5 Informe de la campaña de SRM**



## 0 Resumen y conclusiones

Este estudio geofísico se enmarca en el Proyecto “Evolución del impacto agro-ambiental por la transformación en riego y eficacia depuradora de humedales” (EIA-TRANSRIEGO), englobado dentro del Proyecto CGL2009-13410-C02-01 del Plan Nacional de Investigación Científica ejecutado por el IGME, cuyo objetivo es calibrar y validar modelos hidrogeológicos acoplados de flujo que permitan simular la respuesta hidrogeológica del sistema a eventos hidroclimáticos (precipitación y evotranspiración) y de origen antropogénico (riego y fertilización).

La zona prospectada es la puesta en regadío dentro del denominado Barranco de Lerma (Zaragoza), con unos 9 km<sup>2</sup> de extensión, que se localiza al sur de la población de Ejea de los Caballeros. El acuífero está formado por un glacis cuaternario con menos de 10 m de potencia, siendo el sustrato impermeable margas, calizas margosas y lutitas del Mioceno Inferior, de varios centenares de metros de potencia. La recarga fundamental es el agua de riego, de tal forma que el nivel freático es mayor en la época estival que en invierno, drenando en sus contactos con el Mioceno.

Para estudiar la geometría de tres conos de deyección independientes, con un área total inferior a los 4 km<sup>2</sup>, se han medido 63 Sondeos Eléctricos Verticales (SEV) con dispositivo Schlumberger de AB=100 m, dispuestos en forma de perfiles con separación media entre SEV de unos 200 m. Varios de estos SEV se han medido junto a piezómetros con columna litológica y nivel del agua conocido en el momento de la medición del SEV, así como en zonas donde el Mioceno es aflorante según la cartografía de superficie disponible. La morfología de las curvas AB/2-resistividad encontradas en esta prospección es del tipo de resistividad decreciente, lo que dificulta su interpretación, además de que la existencia de una zona no saturada supone una gradación de la resistividad, situación que la técnica SEV no puede tener en cuenta. Otra limitación de la inversión de estos datos es que la geometría existente no cumple adecuadamente con una geometría 1D.

La inversión efectuada de los SEV junto a los piezómetros ha permitido diseñar modelos geoelectrónicos que incorporan como capas identificables el glacis seco, el glacis saturado y el nivel impermeable, estando éste constituido por dos capas de resistividad decreciente. La inclusión de una capa debida al glacis saturado ha contribuido en general a una mejora en el error de ajuste de los modelos, aunque no siempre resulta imprescindible su inclusión y no estaría siempre justificada de no conocerse su existencia. En la inversión de los datos de campo se ha tenido permanentemente en cuenta el significado litológico de las resistividades en el contexto de esta investigación, de tal forma que se han utilizado como factores limitativos de las posibles soluciones estrictamente geofísicas. De acuerdo con los modelos deducidos de los SEV paramétricos y de la resistividad obtenida en los SEV medidos sobre el basamento impermeable, la interpretación se adapta en general para el conjunto de todos los SEV a un modelo de cinco capas, siendo las cuatro últimas de resistividad decreciente, atribuibles a:

- 1/ Suelo de glacis seco meteorizado, con valores en general de 40-100 Ohm.m (media 80 Ohm.m), con potencia del orden de 0.5 a 2 m.
- 2/ Glacis seco compacto, de 100 a 400 Ohm.m (media 200 Ohm.m), y potencia variable de 1 a 4 m.
- 3/ Glacis saturado, con valores del orden de 25 a 100 Ohm.m (media de 40 Ohm.m)
- 4/ El Mioceno impermeable se destaca claramente por la disminución de la resistividad a valores de 4-15 Ohm.m, con potencia de 5 a 30 m.
- 5/ Debajo de esta capa se sitúa una todavía más conductora (más arcillosa) de menos de 3 Ohm.m, con el único interés para este trabajo de que aunque las primeras formaciones del Mioceno tuvieran alguna porosidad y permeabilidad hidráulica, existen a unos 20 m de profundidad materiales que, desde el punto de vista geofísico, son sin duda impermeables.

La interpretación geofísica se presenta en forma de perfiles limitados por los SEV extremos de cada alineación. La poca potencia del glacis (máximo de 10 m) frente al desnivel de los perfiles (de 20 a 60 m) dificulta la representación gráfica, por lo que las secciones geoelectricas de detalle se presentan con escala vertical de profundidad referida al nivel del suelo y exageración vertical de 67. Estas secciones permiten visualizar la evolución del techo del impermeable y su posible modificación según el criterio interpretativo utilizado, las posibles variaciones litológicas en función de la variación de la resistividad, así como poner de manifiesto las diferencias entre los distintos conos de glacis. Sin embargo, no proporcionan una imagen de la geometría del corte geológico del subsuelo, ni permiten una fácil comparación entre ellas, ya que la geometría está muy distorsionada al no tener en cuenta el relieve del terreno.

Por esta razón se ha procedido a otra representación, con menor detalle, pero utilizando como escala vertical las cotas del terreno y con exageración vertical de 13. Se han trazado cortes tanto longitudinales como transversales a los afloramientos del Cuaternario, incluyendo la geología de superficie e información de todos los piezómetros, suprimiendo la última capa detectada del Mioceno a fin de optimizar la resolución de la escala gráfica.

En los cortes longitudinales del afloramiento más septentrional (cortes 1 a 4) la topografía del Mioceno erosionado, sobre la que reposa el glacis cuaternario, muestra que la potencia de glacis se engrosa hacia el centro del afloramiento, alcanzando unos 12 m en la zona de los SEV L44 (corte 1) y L3 (corte 2). No se aprecia la formación de estructuras que limiten sustancialmente el drenaje gravitacional ladera abajo. El nivel freático, identificado por la disminución de resistividad del glacis, está a mayor profundidad cuando las mediciones se han efectuado en época invernal, sobre todo en los cortes 1 y 4, siendo menos evidente en el 3. El contacto del glacis con las arcillas en el borde de cota inferior tiene una geometría que no impide prácticamente el drenaje continuo, formándose pequeñas cubetas en el perfil 3 y sobre todo en el 4, que podrían permitir una potencia de zona saturada sin drenar del orden de los 2 m con 500 m de extensión.



En los cortes longitudinales del afloramiento medio (cortes 5 a 7) el glacis reposa sobre diferentes facies del Mioceno, que van siendo más modernas hacia el Sur. Se alcanzan menores potencias de glacis que en el afloramiento del norte, con máximo de unos 8 m en la zona de los SEV L30-L19 en el corte 6. La información de resistividad sugiere modificar el contacto cartografiado con el Mioceno en la zona de los SEV L40 a L50 del corte 7, que debe estar cubierta por materiales cuaternarios, así como en los contactos en los extremos del corte 6. La parte sur de los cortes 6 y 7 es donde menor potencia de glacis se detecta (de dos a cuatro metros), lo que unido a un aumento de la resistividad del basamento, que pasa a tener más de 10 Ohm.m, se ha interpretado como debido a la aparición de facies más modernas del Mioceno, que modifican la topografía del contacto con el Cuaternario. En la zona central del corte 6 se ha incluido la doble interpretación que puede darse en el SEV L49 para el contacto glacis-arcillas; la proyección sobre este corte del SEV L32 parece confirmar la elevación del contacto. No se observan estructuras que puedan limitar el drenaje ladera abajo, ni la posible acumulación de agua en los bordes de cota inferior de los depósitos detríticos.

El afloramiento inferior es el de menores dimensiones, y además se encuentra todo él prácticamente fuera de los límites de la cuenca estudiada. El corte longitudinal (corte 8) muestra una potencia máxima de glacis del orden de 6 m, con poca variación hacia los extremos. La resistividad sugiere modificar la cartografía del borde inferior, en el que se detectan al menos 2 m de Cuaternario, dando lugar a una estructura que podría limitar el drenaje pendiente abajo.

En los cortes transversales a los afloramientos (cortes 0 y A-F) se aprecia, quizá mejor que en los longitudinales, la geometría de los depósitos de glacis. Su potencia aumenta hacia el este, alcanzando como máximo unos 15 m en los cortes D y E, y formando estructuras que pueden matizar el drenaje lateral hacia los arroyos limítrofes.

En el corte 0 es preciso modificar la cartografía de superficie en ambos extremos, por congruencia con los valores de resistividad y para dar una geometría creíble de los contactos. También se sugiere modificar el contacto en el extremo NE del corte D (por geometría) y en el extremo SO del corte F. Los demás contactos de la cartografía de superficie se adaptan bien a la cartografía del subsuelo indicada por la interpretación de los SEV.

El depósito más meridional (en los cortes 0, A, B y C) presenta un relieve del basamento impermeable con poca capacidad de retención; drena hacia los dos costados (al norte y al sur), excepto en la zona del corte B, donde aparece con pendiente hacia el norte.

El afloramiento central está recogido en los cortes A a F. La geometría de la base impermeable indica poca capacidad de retención en la zona del corte A y del corte F, drenando en estas zonas por gravedad hacia el costado sur y norte respectivamente. La parte intermedia, cortes B, C, D y E, indican una geometría con forma de cubeta, en ocasiones con bordes de pendiente muy acusada (extremos norte del corte C y E), que viene impuesta por la resistividad de los SEV más próximos a

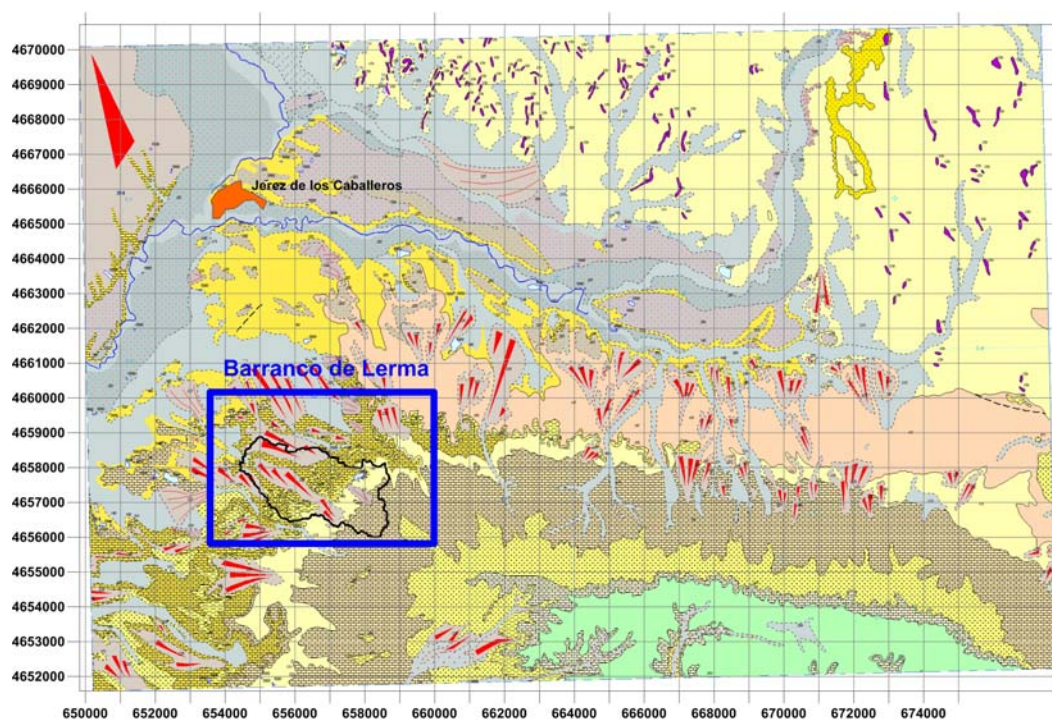
estos contactos. En estas zonas la capacidad de retención del agua es mayor, ya que es preciso que el nivel freático suba hasta prácticamente la superficie para que se sitúe por encima de los contactos, pudiendo producirse zonas saturadas de hasta unos 8 metros. Hay que seguir, no obstante, considerando el flujo gravitacional ladera abajo.

El afloramiento septentrional está recogido en los cortes 0 a F. En las zonas de los cortes 0, A, C y F el basamento impermeable buza hacia el sur, provocando poca capacidad de retención del agua, que drenará hacia el arroyo, salvo posibles áreas muy puntuales (SEV P4 en corte A y L44 en corte C). Buzamiento contrario ocurre en la zona del corte E. La geometría del techo de las arcillas sólo toma cierta forma de cubeta en el sector central, corte B, aunque una zona saturada de más de unos 4 metros superará el nivel del borde superior de la cubeta, produciendo el drenaje. La erosión en talud del Cuaternario en la zona norte de los cortes D, E y final del F, junto con su contacto verticalizado con el Mioceno produce una geometría singular, con gran potencia de glaciais, y fácil capacidad de retención del agua aunque superara el nivel de los contactos.

## 1 Introducción

Uno de los objetivos del Proyecto “Evolución del impacto agro-ambiental por la transformación en riego y eficacia depuradora de humedales” (EIA-TRANSRIEGO), englobado dentro del Proyecto CGL2009-13410-C02-01 del Plan Nacional de Investigación Científica ejecutado por el IGME, es calibrar y validar modelos hidrogeológicos acoplados de flujo que permitan simular la respuesta hidrogeológica del sistema a eventos hidroclimáticos (precipitación y evotranspiración) y de origen antropogénico (riego y fertilización).

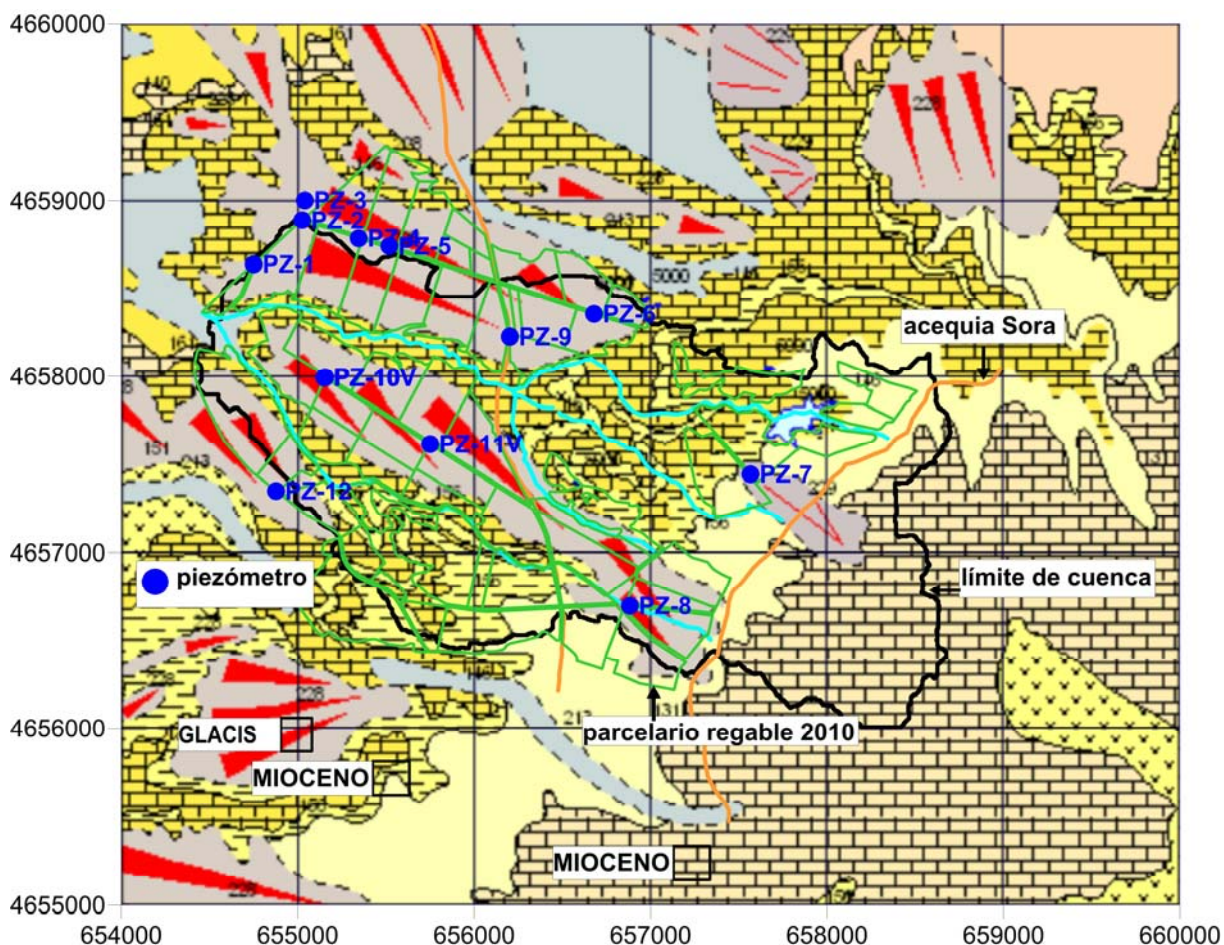
La zona de estudio es la puesta en regadío dentro del denominado Barranco de Lerma (Zaragoza) (Figura 1.1), de unos 9 km<sup>2</sup> de extensión. Se localiza al sur de la población de Ejea de los Caballeros, en la hoja del MTN 1:50.000 nº 284. Los conos de deyección de un glacis cuaternario del Holoceno-Pleistoceno compuesto por cantos, gravas calcáreas, arenas, limos y arcillas, con potencia total inferior a 10 m constituyen el acuífero, que drena en sus contactos con el Mioceno, y cuya recarga fundamental es el agua de riego, de tal forma que el nivel freático es mayor en la época estival que en invierno, de acuerdo con el control efectuado en la red de piezómetros disponible (Figura 1.2). El sustrato impermeable lo forma el Mioceno Inferior de margas, calizas margosas y lutitas, de varios centenares de metros de potencia. La cuenca investigada la forman tres conos independientes, con una superficie total inferior a los 4 km<sup>2</sup>.



**Fig. 1.1 Mapa geológico Geode de la hoja 1:50.000 Ejea de los Caballeros nº 284, con indicación de la situación de la zona de investigación. Coordenadas UTM30 ED50.**

Para establecer el modelo hidrogeológico es necesario determinar la geometría del acuífero y sus propiedades hidráulicas, para lo que se han empleado técnicas geofísicas de apoyo a los estudios hidrogeológicos. La geometría (variación de potencia del glacis) ha sido estudiada mediante Sondeos

Eléctricos Verticales (SEV), objeto de este Informe, dado el gran contraste de resistividad existente entre los materiales permeables e impermeables; para la determinación de la porosidad y permeabilidad se utilizarán los Sondeos de Resonancia Magnética (SRM), método de probada eficacia en este tipo de determinaciones, que será objeto de un Informe independiente. Dadas las características de cada método geofísico, los SEV es conveniente efectuarlos en época de bajo o nulo nivel freático, a fin de poder diferenciar correctamente el paso de materiales resistivos (glacis no saturado) a conductor (arcillas de base), mientras que el método SRM sólo puede ser empleado cuando el acuífero tiene la mayor cantidad de agua.



**Fig. 1.2** Detalle de la zona de investigación, con posición de la red de piezómetros. En verde, límites del parcelado de regadíos. En negro, contorno del límite de cuenca.

## 2 Breve descripción del método SEV

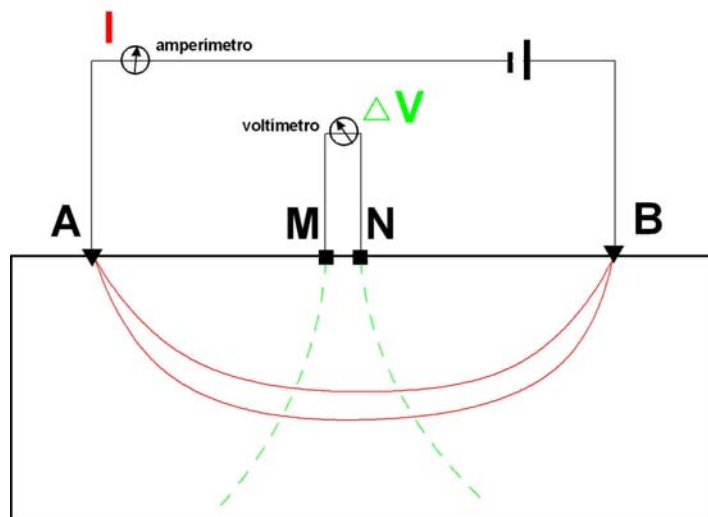
Aunque el Sondeo Eléctrico Vertical (SEV) utilizando el dispositivo Schlumberger es uno de los métodos geofísicos más populares y conocidos, se van a recordar aquí los elementos básicos para un mejor seguimiento de este Informe. Una corriente continua de intensidad  $I$  se introduce en el terreno a través de unos electrodos o piquetas de hierro, denominados A y B (Figura 2.1); mediante otros electrodos, denominados M y N se mide la diferencia de potencial  $\Delta V$  provocada por el paso de la corriente. La relación

$$Ra = K \Delta V / I$$

permite calcular la denominada resistividad aparente del terreno  $Ra$  asignada a una profundidad que es mayor cuanto mayor sea la distancia entre los electrodos AB. El factor  $K$  es una constante, que depende de la disposición geométrica de los electrodos. En el caso del llamado dispositivo Schlumberger (en el que los cuatro electrodos están alineados y la distancia MN es muy pequeña respecto de la distancia AB) la constante viene dada por

$$K = \pi / MN [(AB/2)^2 - (MN/2)^2]$$

La resistividad así calculada se denomina aparente porque sería la correspondiente a un subsuelo homogéneo e isótropo.



**Fig. 2.1 Esquema de un dispositivo Schlumberger para medición de un SEV.**

Para efectuar un SEV se va aumentando la distancia AB a fin de ir obteniendo valores de resistividad aparente a profundidades crecientes, manteniendo constante la distancia MN. La diferencia de potencial entre los electrodos MN va disminuyendo al aumentar la distancia AB, por lo que a partir de un determinado momento es necesario aumentar la distancia MN a fin de que el valor medido esté dentro de la resolución instrumental. La secuencia seguida por el equipo de Geofísica del IGME está

reflejada en la Tabla 2.1 hasta una apertura de alas (AB/2) de 100 m. Cuando se aumenta la distancias MN (cambio de bases) se repiten las mediciones para el mismo valor de AB, a fin de conseguir continuidad en los valores medidos; por ejemplo, se repiten las mediciones con los valores MN=0.4 y MN=2 para AB/2=10 y AB/2=12.6. No obstante, cuando la diferencia de potencial es suficiente para medirse con precisión (superior a 0.01 mV en el equipo Syscal utilizado), no es necesario efectuar el cambio de bases.

MN/2	AB/2	MN/2	AB/2	MN/2	AB/2
0.4	1.6	2.0	10	8.0	40
	2.0		12.6		50
	2.5		16		63
	3.2		20		80
	4.0		25		100
	5.0		32		
	6.3		40		
	8.0		50		
	10				
	12.6				

Tabla 2.1 Secuencia de distancias AB y MN seguida en la medición de un SEV por el equipo de Geofísica del IGME.

A la secuencia de los valores AB/2-resistividad aparente representados en escala bilogarítmica se la denomina “curva de campo” de un SEV (Figura 2.2). Los valores de resistividad obtenidos en los cambios de base son normalmente distintos, por lo que se produce un desplazamiento de la curva, que es necesario corregir antes de efectuar el proceso de inversión. Esta corrección consiste en desplazar los valores la magnitud dada en el empalme, para lo que pueden seguirse varios criterios; en el ejemplo de la Figura 2.2 se ha dejado fijo el tramo posterior al empalme, obteniendo los valores que hemos denominado “reducidos” para el primer segmento.

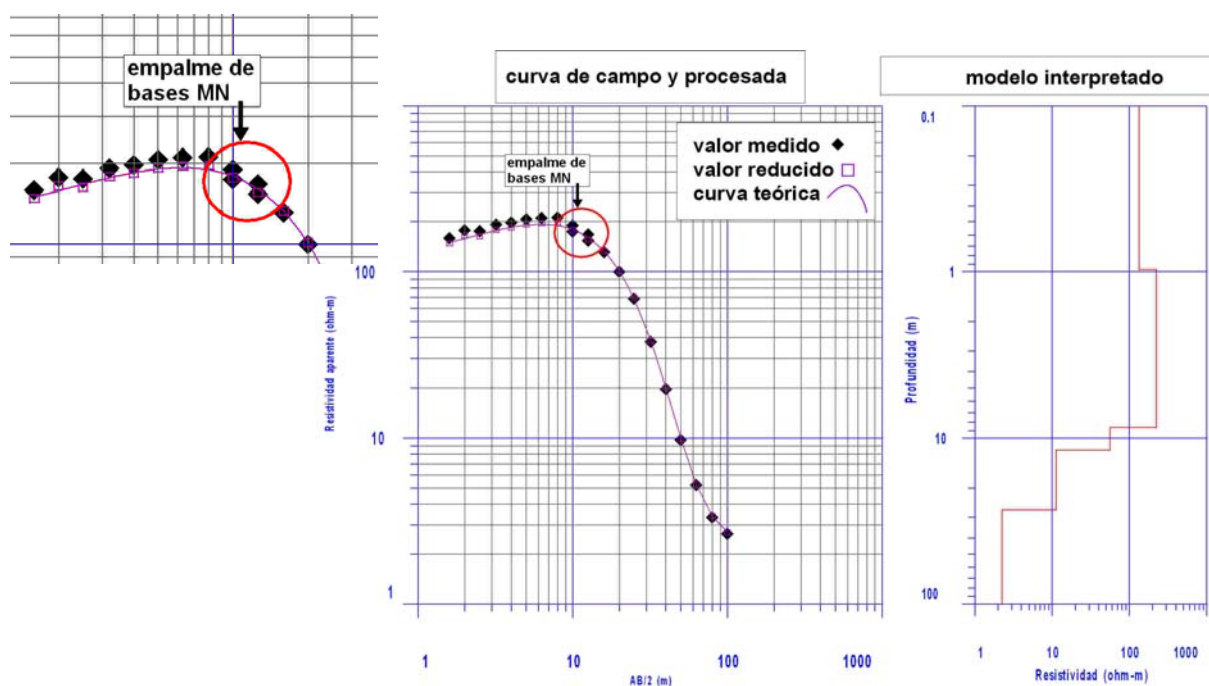


Fig. 2.2 Curva de campo y procesada de un SEV, junto al modelo geoelectrico interpretado. Detalle de la reducción efectuada por el empalme de bases.

La inversión de la curva de campo permite obtener el modelo de distribución de la resistividad del subsuelo en función de la profundidad. Este proceso, como en todos los métodos geofísicos, consiste básicamente en encontrar una distribución de capas del subsuelo cuya potencia y resistividad de lugar a una curva teórica AB/2-resistividad igual a la medida en campo. La diferencia entre mediciones y valores teóricos se suele especificar como un error en tanto por ciento. Hay tres aspectos importantes a tener en cuenta en este proceso:

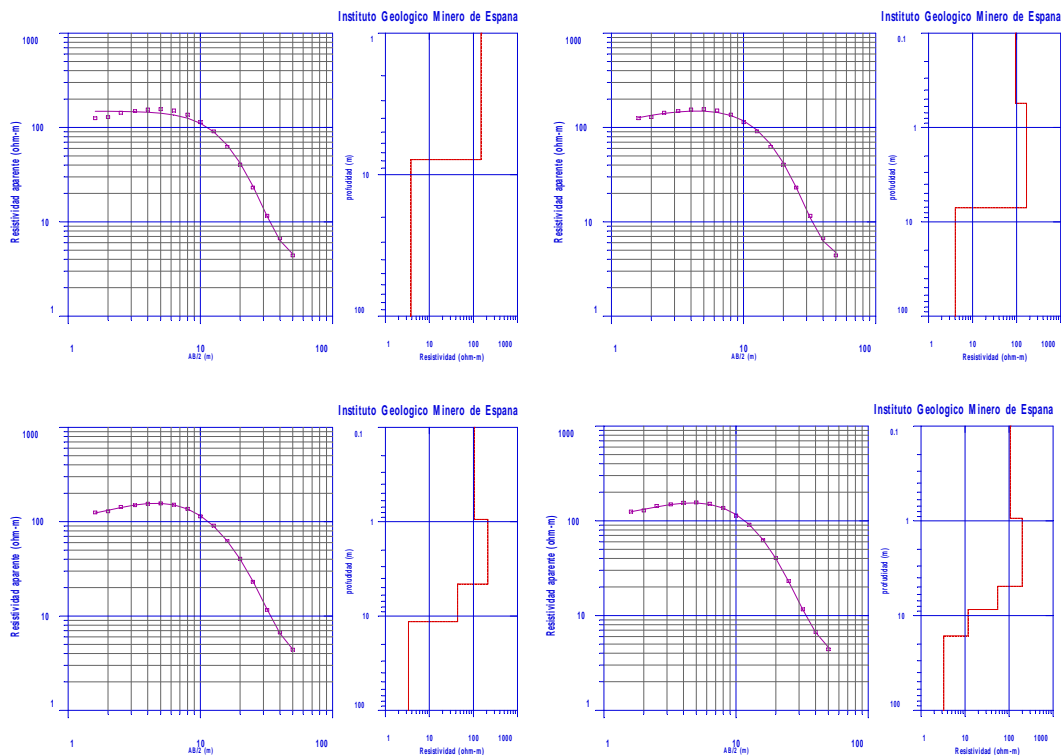
- Las ecuaciones matemáticas para la obtención de una curva teórica se basan en modelos de capas horizontales (paralelos a la superficie del terreno) y que mantienen su geometría hasta distancias muy grandes (infinito) respecto de las dimensiones del dispositivo (modelos 1D). Es evidente que situaciones geológicas como la contemplada en este Proyecto no cumplen dicha condición, presentándose cambios laterales de materiales a poca distancia de los electrodos. La solución de la inversión representa en estos casos una aproximación a la realidad de menor fiabilidad que si la situación geológica se corresponde mejor con el modelo 1D.
- Siempre es posible encontrar soluciones con distintos números de capas; en especial, cuando la resistividad es continuamente creciente o decreciente la determinación del número de capas es prácticamente inviable sin apoyo en lugares conocidos. Como ejemplo, el SEV L1 de este trabajo puede tener (entre otras) las soluciones indicadas en la Tabla 2.2 y Figura 2.3:

capa	resistividad	potencia	profundidad	error %
<b>Modelo 1 de dos capas</b>				
1	148,8	7,8	7,8	7,99 %
2	3,8			
<b>Modelo 2 de tres capas</b>				
1	97,6	0,6	0,6	4,4 %
2	168,2	6,5	7,1	
3	4,1			
<b>Modelo 3 de cuatro capas</b>				
1	103,5	0,9	0,9	1,27 %
2	213,2	3,6	4,6	
3	43,7	6,9	11,5	
4	3,4			
<b>Modelo 4 de cinco capas</b>				
1	106,5	0,9	0,9	1,18 %
2	198,7	4	4,9	
3	55,4	3,7	8,6	
4	11,7	7,8	16,4	
5	3,3			

**Tabla 2.2 Posibles soluciones para el SEV L1.**

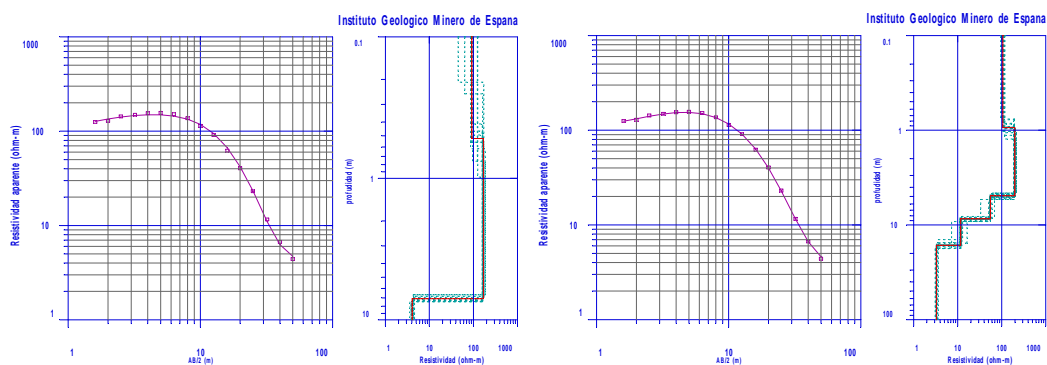
Obsérvese que todos los modelos finalizan en una capa de baja resistividad (3-4 Ohm.m), que se localiza a partir de 7-8 m de profundidad para los modelos 1 y 2, y de 11-16 m para los otros modelos. La introducción de una capa intermedia entre la segunda y la última (modelo 3) parece justificada por el menor error de ajuste. Es posible introducir todavía una capa más (modelo 4 de cinco capas), con un error equivalente para los modelos 3 y 4, pero la introducción esta quinta capa sólo está justificada

en caso de conocer previamente su existencia. Un menor error de ajuste no significa forzosamente que sea la mejor solución geológica.



**Fig. 2.3 Ajustes de modelos de 2 capas (arriba izquierda), 3 capas (arriba derecha), 4 capas (abajo izquierda) y 5 capas (abajo derecha) para el SEV L1.**

- Existen varias combinaciones de potencias y resistividad que pueden lugar a curvas teóricas con errores muy similares: todas ellas pueden ser aceptadas como una posible solución, y por eso se denominan equivalentes. En la Figura 2.4 se da un ejemplo de equivalencias para los modelos anteriores de 3 y 5 capas.



**Fig. 2.4 Ejemplo de soluciones equivalentes de un SEV.**

La única forma efectiva de resolver las equivalencias es disponer de puntos de control donde se conozca el modelo real de capas del subsuelo.



### 3 Campaña de campo para medición de los SEV

La toma de datos en campo se ha realizado en tres campañas: 26 de octubre-5 de noviembre de 2010, 23-25 noviembre de 2010 y 22-25 de febrero de 2011, con un total de 63 SEV. A fin de obtener información que soporte la interpretación cuantitativa de las mediciones, 7 de estos SEV se han medido junto a piezómetros con columna litológica y nivel del agua conocido en el momento de la medición del SEV (P2, P4, P5, P6, P9, P10 y P11), y 5 se localizan sobre el Mioceno según la cartografía de superficie disponible.

El trabajo de campo ha sido efectuado por Agustín González (operador de Geofísica del IGME), habiéndose contado con la colaboración para la implantación de los dispositivos de Isabel Reguera (Auxiliar de Geofísica) y de Daniel Merchán (becario del Proyecto). El levantamiento con GPS diferencial ha sido efectuado por Félix Manuel Rubio (Investigador del IGME) y Jose María Llorente (Operador de Geofísica del IGME).

Las mediciones se han distribuido en forma de perfiles (Figura 3.1, 3.2 y 3.3) cubriendo las tres zonas ocupadas por el glacis, con una distancia media entre SEV de unos 200 m. La nomenclatura utilizada es la letra L (Lerma) seguida de un número ordinal, excepto para los SEV efectuados junto a piezómetros, que se han denominado con la letra P seguida del nº del piezómetro.

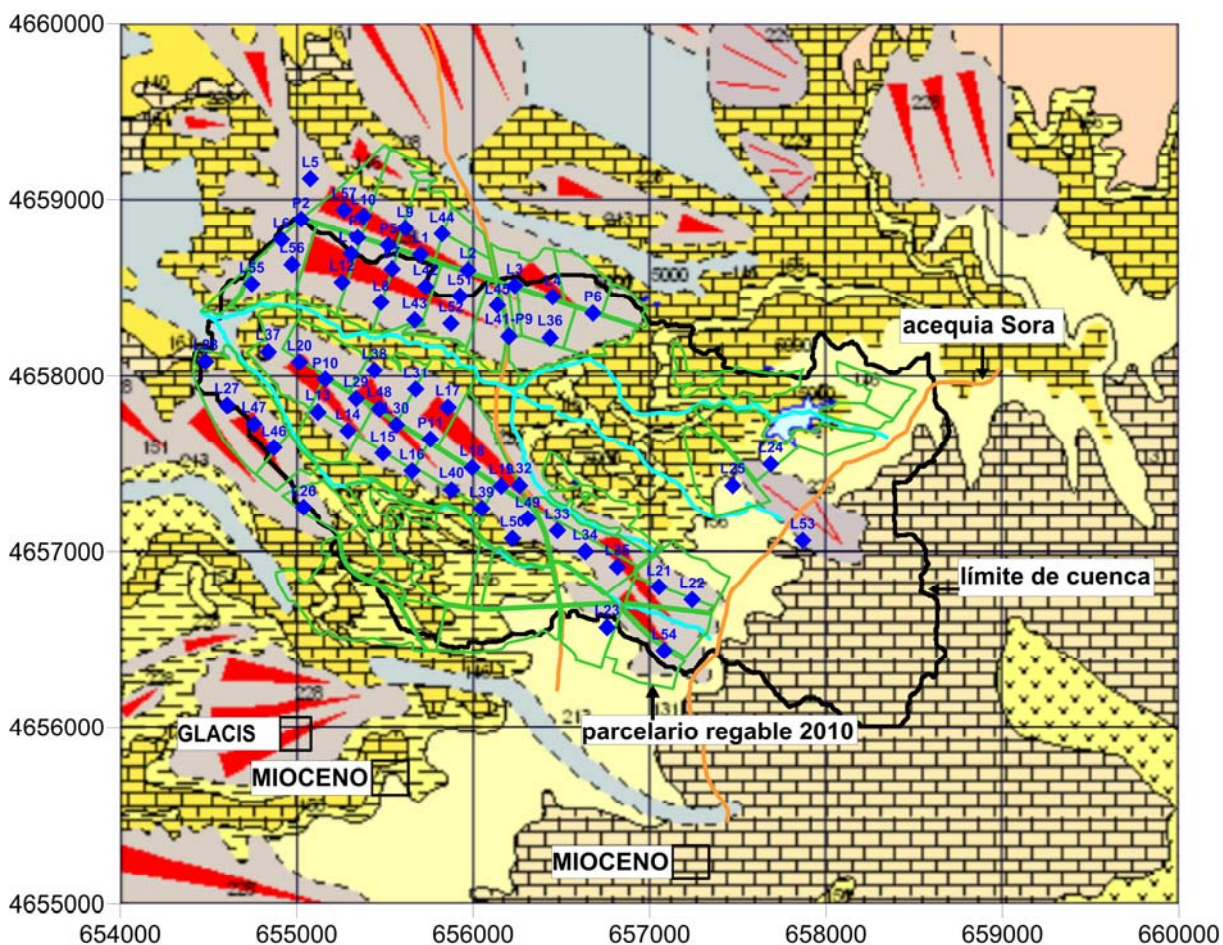
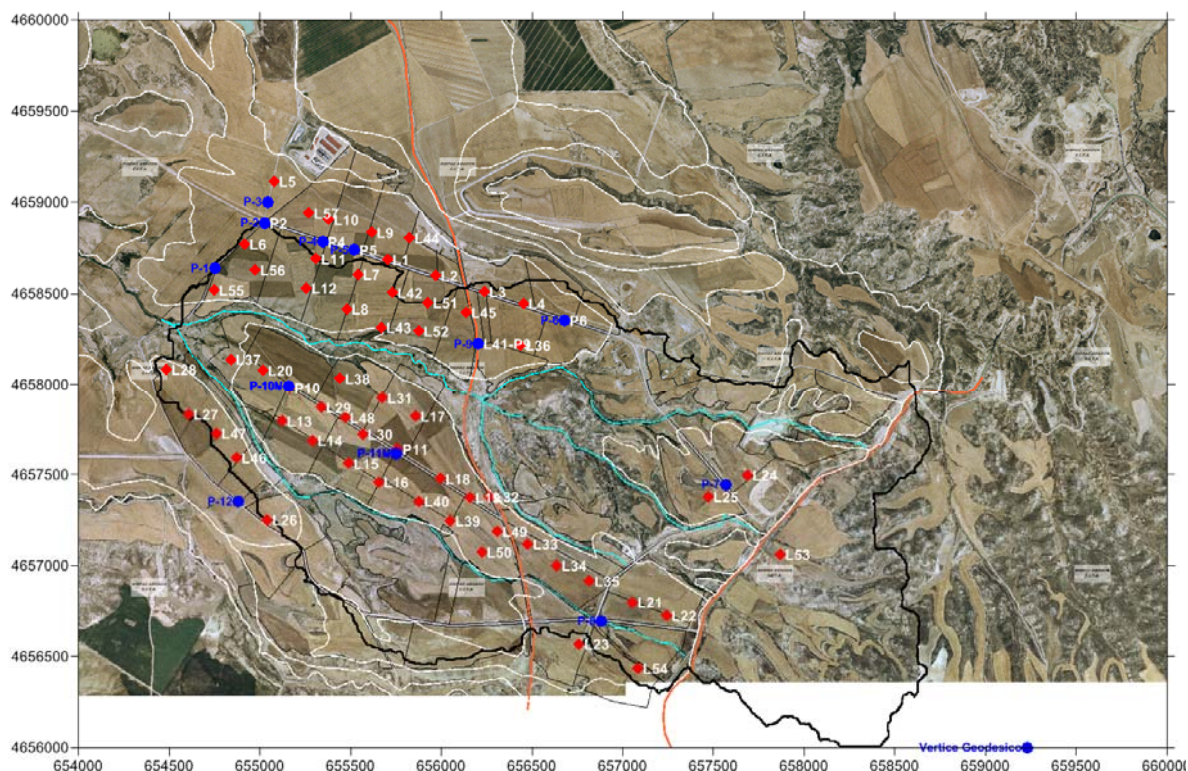
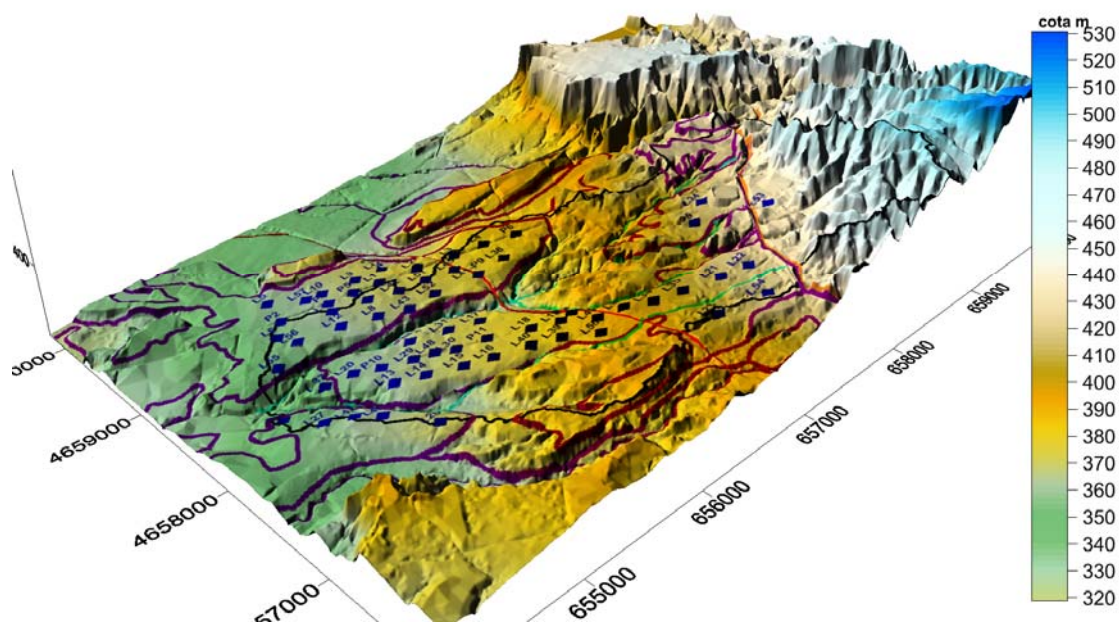


Fig. 3.1 Posición de los SEV medidos sobre la cartografía geológica Geode.



**Fig. 3.2** Posición de los SEV (rombo rojo) y piezómetros (punto azul) sobre composición de ortofotos. La línea de trazado blanco delimita las zonas recubiertas fundamentalmente por el Cuaternario.



**Fig. 3.3** Posición de los SEV sobre el MDT (malla de 5x5 m). El trazado de color malva indica las zonas de cuaternario.

Se ha utilizado un equipo Syscal R2E de Iris Instruments (Figura 3.4), que efectúa compensación automática del potencial espontáneo, de su deriva y de la polarización de electrodos mediante la emisión de una onda cuadrada con cambio de polaridad durante un tiempo de inyección de la

corriente de 1 o 2 s. La adición de señales permite además la eliminación del ruido. En cada lectura se obtiene el valor de la intensidad de corriente y de la diferencia de potencial con una resolución de 0.1 mA y 0.01 mV, así como la resistividad aparente en Ohm.m mediante la introducción de los valores AB y MN. Los datos han sido almacenados en memoria y anotados en los estadillos de campo, construyéndose simultáneamente a las mediciones las curvas de campo AB/2-resistividad, a fin de controlar la calidad de las mismas y determinar la necesidad de cambio de bases.

El dispositivo de medición empleado es de tipo Schlumberger con distancia máxima AB/2 de 63 m, aunque en la mayoría de los SEV se han podido prolongar hasta 80 o 100 m sin necesidad de cambio de base. Como electrodos de corriente AB se han empleado barrenas de acero (Figura 3.5) y electrodos de cerámica impolarizables con sulfato de cobre para los de potencial.

La posición del centro de cada dispositivo ha sido determinada con el instrumento GPS GNSS TRIUMPH (Figura 3.6), obteniéndose una precisión mejor de 1 m en las coordenadas X, Y UTM ED 50 huso 30; las cotas ortométricas se han determinado con precisión mejor de 0.50 m. En la tabla 3.1 se indica las coordenadas, cota, día de medición e información disponible sobre el nivel freático y profundidad de la base del glacis en los piezómetros (archivo xyzSEVabril prof arcillas. xls, en Anexo Informático). En el Anexo B se detallan las características e incidencias del levantamiento topográfico GPS.



**Fig. 3.4** Equipo de resistividad Syscal-R2E

S.E.V.	X	Y	Z	dia	nf	glacis
L1	655703	4658687	366	27-oct		
L2	655970,61	4658598,22	371,486	27-oct		
L3	656235,73	4658510,55	376,053	27-oct		
L4	656451,71	4658446,10	379,252	27-oct		
L5	655077,15	4659116,48	353,518	28-oct		
L6	654913,33	4658771,93	351,28	28-oct		
L7	655539,93	4658604,51	363,294	28-oct		
L8	655478,06	4658415,23	361,433	28-oct		
L9	655615,29	4658835,81	364,682	29-oct		
L10	655378,759	4658906,25	360,119	29-oct		
L11	655308,88	4658689,76	359,08	29-oct		
L12	655256,57	4658529,98	359,36	29-oct		
L13	655120,95	4657795,09	357,175	02-nov		
L14	655289,89	4657689,23	361,754	02-nov		
L15	655488,57	4657561,54	372,319	02-nov		
L16	655653,73	4657458,89	371,729	02-nov		
L17	655857,16	4657821,75	369,862	03-nov		
L18	655994,22	4657478,30	377,423	03-nov		
L19	656159,74	4657374,68	382,123	03-nov		
L20	655016,19	4658079,37	355,523	04-nov		
L21	657053,19	4656798,93	409,686	04-nov		
L22	657241,02	4656726,49	415,374	04-nov		
L23	656759,37	4656569,45	403,099	04-nov		mioceno
L24	657686,69	4657498,65	411,18	05-nov		mioceno
L25	657471,23	4657378,29	407,652	05-nov		mioceno
L26	655038,94	4657252,67	365,706	05-nov		
L27	654605,69	4657833,44	353,541	05-nov		
L28	654484,34	4658083,43	349,104	05-nov		mioceno
L29	655336,67	4657870,01	362,197	23-nov		
L30	655566,46	4657723,36	367,85	23-nov		
L31	655674,65	4657924,05	366,997	23-nov		
L32	656262,35	4657378,77	383,2	24-nov		
L33	656476,86	4657119,99	392,184	24-nov		
L34	656635,18	4657000,46	396,392	24-nov		
L35	656816,92	4656915,02	402,194	24-nov		
L36	656436,55	4658216,47	379,392	24-nov		
L37	654838,75	4658138,73	350,838	25-nov		mioceno
L38	655441,01	4658033,49	362,602	25-nov		
L39	656048,75	4657246,34	381,584	25-nov		mioceno
L40	655878,26	4657353,34	376,716	25-nov		3,2
L41-P9	656202,93	4658224,75	373,154	22-feb	5,5	5,5
L42	655730,32	4658505,24	366,342	23-feb		
L43	655668,39	4658314,12	363,076	23-feb		
L44	655823,39	4658804,75	369,16	23-feb		
L45	656136,93	4658398,31	373,004	23-feb		
L46	654870,93	4657593,21	359,349	23-feb		
L47	654759,09	4657727,77	356,165	23-feb		
L48	655468,48	4657813,03	365,251	24-feb		
L49	656309,18	4657187,97	387,415	24-feb		
L50	656222,88	4657075,42	385,154	24-feb		
L51	655925,18	4658450,44	369,308	24-feb		
L52	655874,84	4658294,09	368,022	24-feb		
L53	657867,61	4657062,93	427,276	25-feb		
L54	657083,07	4656436,59	413,711	25-feb		
L55	654745,94	4658519,16	348,944	25-feb		
L56	654973,56	4658629,28	353,138	25-feb		
L57	655269,70	4658941,14	357,955	25-feb		
P2	655024,88	4658887,53	353,795	26-oct	1,78	2,9
P4	655345,58	4658784,05	360,041	26-oct	3,42	7,3
P5	655519,30	4658739,62	362,989	27-oct	3,9	7,79
P6	656679,12	4658352,77	382,859	28-oct	2,18	2,6
P10	655162,01	4657980,94	358,366	23-nov	3,88	4,9
P11	655758,13	4657641,03	370,808	03-nov	4,05	6,9

Tabla 3.1 Coordenadas X,Y UTM H30 ED50; cota ortométrica, fecha de medición, nivel piezométrico y profundidad de la base del glacis en los piezómetros. Se marca en amarillo los SEV efectuados junto a piezómetros (SEV paramétricos).



**Fig. 3.5 Colocación de electrodos en un SEV**

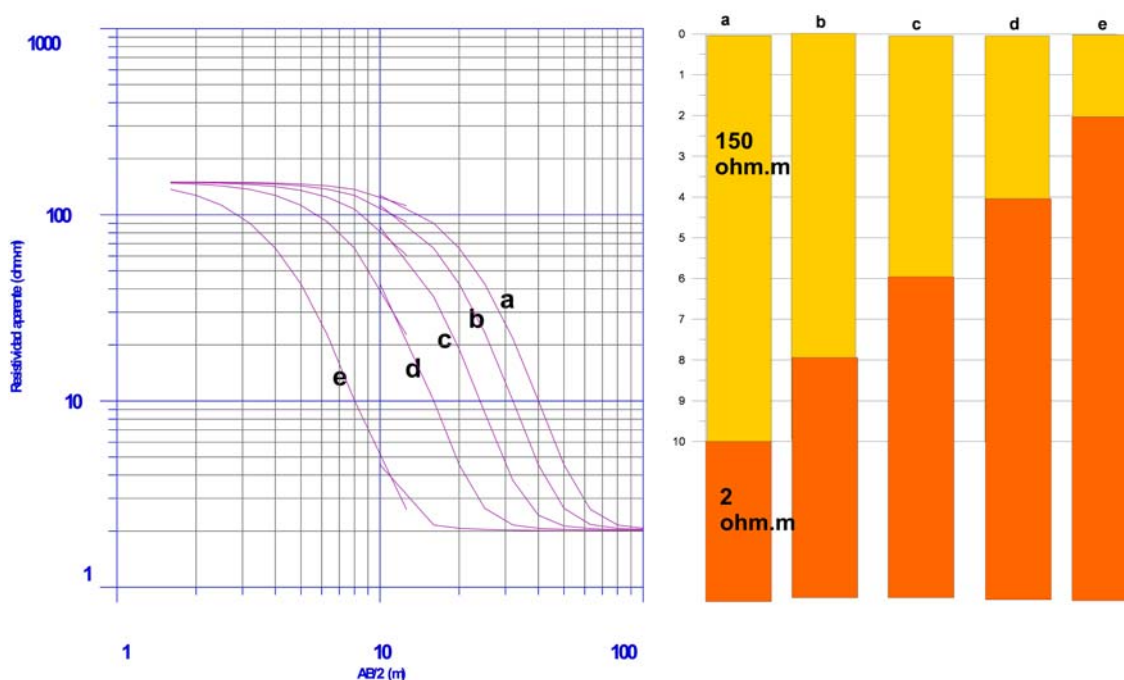


**Fig. 3.6 Equipo de GPS GNSS TRIUMPH**

## 4 Consideraciones previas a la interpretación de los SEV del Barranco de Lerma

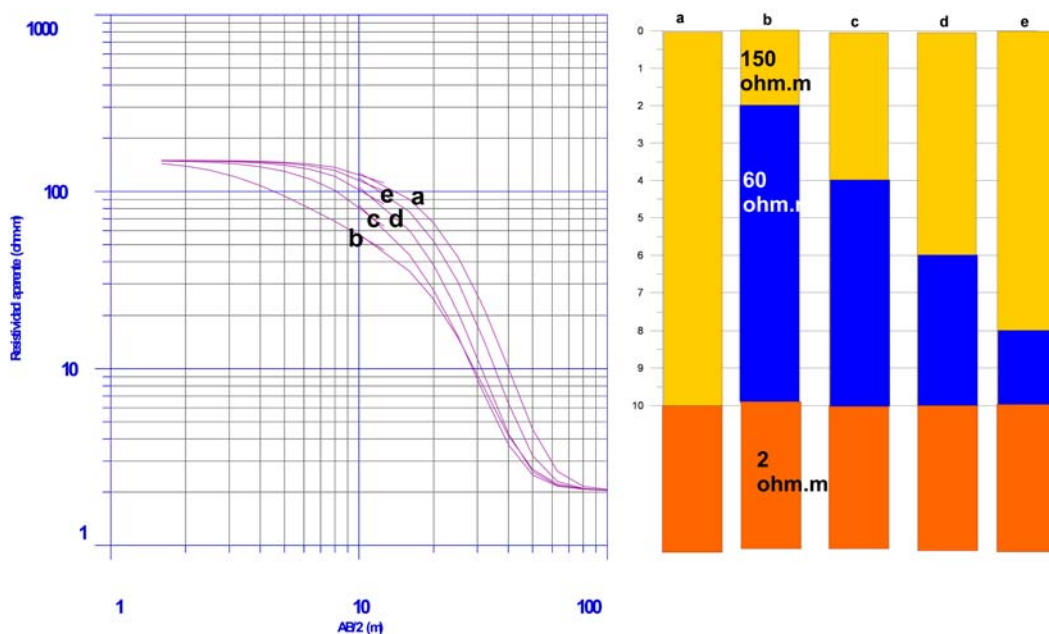
La inversión de los datos de campo se ha efectuado con la aplicación IX1D v2.06 de Interpex. A la vista de la morfología de las curvas AB/2-resistividad encontradas en esta prospección es conveniente hacer unas consideraciones que permitan estimar las limitaciones de la interpretación efectuada.

El comportamiento geoelectrico de las rocas de esta zona de estudio se corresponde a una secuencia de resistividad decreciente con la profundidad, lo que da lugar a un tipo de curva AB/2-resistividad aparente continuamente decreciente (salvo una primera capa del suelo, que es de menor resistividad que la inferior, según el ejemplo del SEV L1 mostrado en la Figura 2.3). Si el glacis tuviera resistividad homogénea se tendría un caso sencillo de corte geoelectrico de dos capas (Figura 4.1), en el que la disminución de la profundidad de las arcillas del Mioceno da lugar a que el inicio de la bajada de la curva AB/2-resistividad comience para valores de AB/2 cada vez inferiores. Un dispositivo con AB/2=50 m sería suficiente para discriminar entre este tipo de curvas.



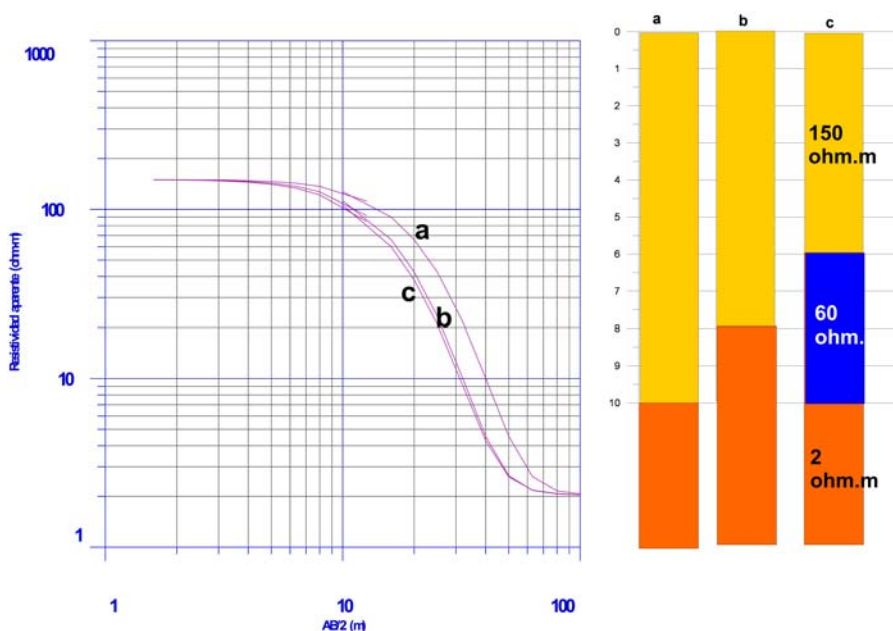
**Fig. 4.1** Modificación de las curvas de campo de un SEV con la variación de la profundidad del conductor de base. Se ha adoptado una resistividad de 150 Ohm.m para el glacis y de 2 Ohm.m para las arcillas del Mioceno, situando el contacto a las profundidades de 10 m (curva a), 8 m (curva b), 6 m (curva c), 4 m (curva d) y 2 m (curva e).

Si una parte del glacis está saturada de agua, su resistividad será inferior a la parte seca, dando lugar a un corte geoelectrico de tres capas con resistividad decreciente. Para la misma profundidad de las arcillas el inicio de la bajada de la resistividad tendrá lugar para valores cada vez menores de AB/2 según es mayor la potencia de la zona saturada, es decir, cuanto más somero está el cambio de resistividad. (Figura 4.2).



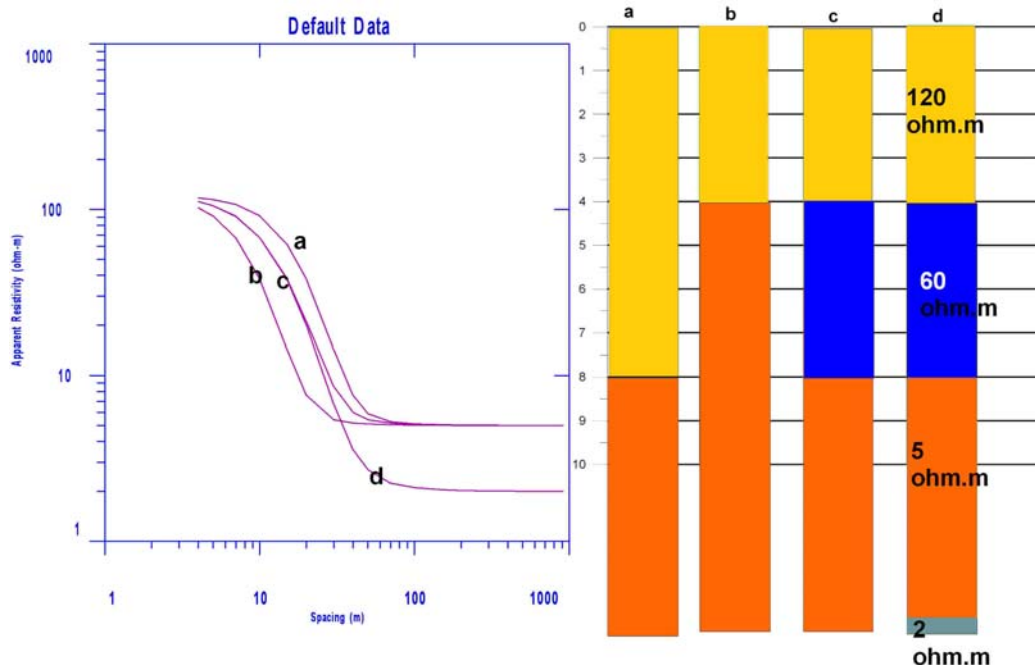
**Fig. 4.2** Modificación de las curvas de campo de un SEV con la variación de la potencia de la zona saturada. Se supone una profundidad de las arcillas de 10 m, con resistividad de la zona saturada de 60 Ohm.m. Curva a: sin zona saturada. Curva b: saturación a 2 m de profundidad. Curva c: saturación a 4 m de profundidad. Curva d: saturación a 6 m de profundidad. Curva e: saturación a 8 m de profundidad.

Esta situación es difícil de diferenciar de un corte de dos capas, como se pone de manifiesto en el ejemplo de la Figura 4.3, donde se muestra que la presencia de una capa menos resistiva debida a la presencia de agua en el glacis (caso c) provoca que la curva del SEV empiece a bajar antes, a pesar de existir la misma potencia de glacis que si no hay agua (caso a), siendo prácticamente la misma curva que la debida a menor profundidad de las arcillas sin existir zona saturada (caso b). La discriminación de la zona satura puede ser por lo tanto meramente interpretativa, y quizá no podría realizarse sin conocer su existencia en los piezómetros.



**Fig.4.3** Comparación entre las curvas de SEV para un corte de dos capas y tres capas equivalentes.

Finalmente, en esta zona se da también la circunstancia de que el Mioceno no es homogéneo en toda la profundidad investigada, sino que presenta al menos dos capas de resistividad decreciente. En la Figura 4.4 se indica la variación de las curvas de campo en este caso (modelos c y d), para cuya diferenciación habría que prolongar el dispositivo al menos hasta  $AB/2=80$  m.



**Fig. 4.4 Ejemplo de modificación de las curvas de campo de un SEV cuando existen dos capas de resistividad decreciente en el Mioceno.**

Como se verá posteriormente, este puede ser el caso de los resultados obtenidos en los SEV efectuados junto a los piezómetros P4, P5 y P11, en los que aunque existen 7 m de potencia de glacia, la bajada de la curva de los SEV se inicia antes que en los SEV paramétricos en donde hay menor profundidad de las arcillas, aunque con un glacia más resistivo.

En consecuencia, para poder tener en cuenta este tipo de circunstancias, el método seguido para la interpretación de estos SEV ha consistido en:

- 1/ determinar la resistividad del Mioceno a partir de los SEV efectuados sobre este piso;
- 2/ obtener los modelos geoelectricos en los SEV medidos junto a los piezómetros (SEV paramétricos), y
- 3/ analizar la morfología de las curvas de campo mediante su agrupación en tipos

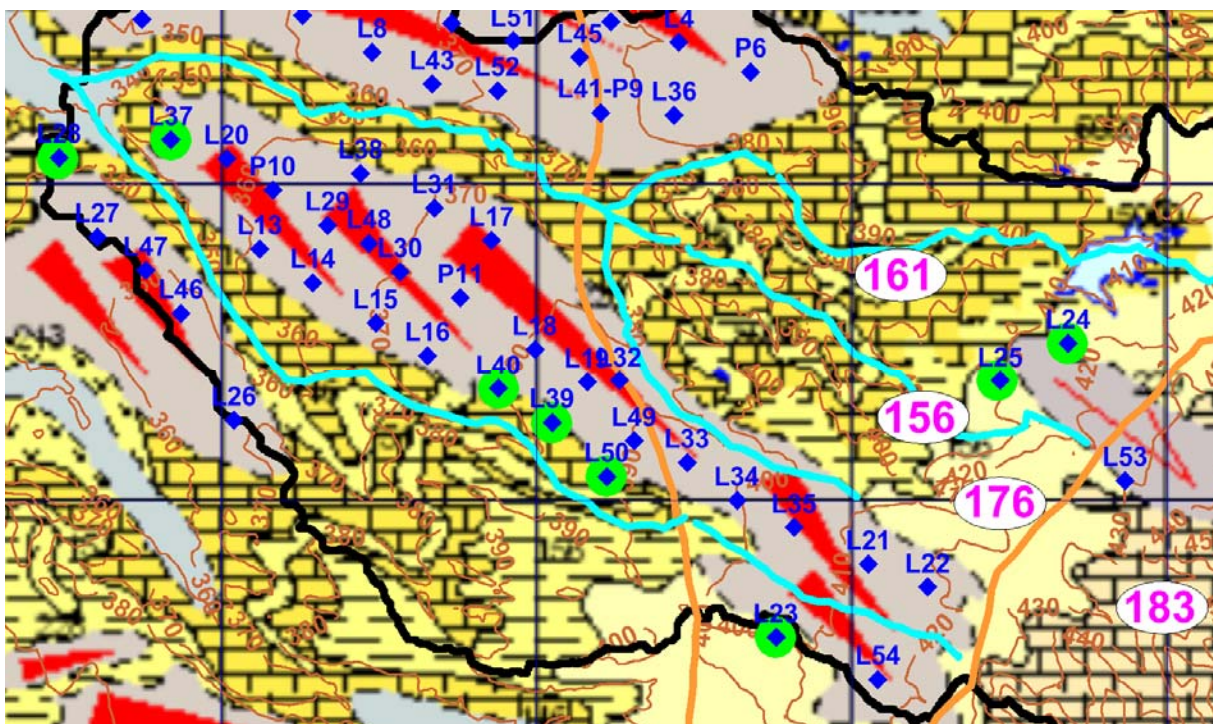
A partir de esta información, la interpretación se ha efectuado por perfiles, comenzando en cada caso por el SEV más próximo a un piezómetro y adoptando su columna como modelo inicial; el modelo se ha ido arrastrando a los sucesivos SEV del perfil, controlándolo con los otros SEV paramétricos que puedan haber en el mismo y/o con los SEV próximos de otros perfiles.



## 5 SEV efectuados sobre el Mioceno, base impermeable del acuífero

La base impermeable del acuífero está constituida por calizas micríticas, margas, margocalizas y tablas de caliza del Aragoniense, Unidad de Bujaraloz-Sariñena (unidades 7-8 del MAGNA y nº 161 de Geode) (Figura 5.1), sobre la que se sitúa la mayor parte del glacis; por encima de la unidad 161 se sitúan margas y calizas (unidad 156 de Geode) que afloran en el Sur-Este de la zona con poca extensión, y sobre las que se depositan arcillas, areniscas y margas de la Unidad de Remolinos (12 del Magna; 176 de Geode); en la parte más alta del cerro (esquina sur-este de la zona) afloran margas y tablas de caliza de la misma Unidad (15 del MAGNA; 183 de Geode).

Algunos SEV se han efectuado expresamente sobre diversas unidades del Mioceno, y otros se sitúan en lugares donde debería existir muy poco espesor de Cuaternario, debiendo permitir ambas situaciones caracterizar la resistividad de los materiales del Mioceno infrayacente. El conocimiento de la situación geológica real de cada SEV se ve limitado por la precisión de la cartografía de superficie, realizada a escala 1/50.000, y por la actual existencia de campos de labor.



**Fig. 5.1** Los SEV situados directamente sobre el Mioceno o muy próximos al mismo, según la cartografía geológica, están indicados por un círculo verde. La numeración en color malva en círculo blanco se refiere al número de unidad según la leyenda geológica del mapa GEODE. Se han incluido las curvas de nivel de la topografía cada 10 m.

Los SEV L28, L37, L39, L40 y L50 se sitúan sobre el Mioceno facies 161. Las curvas de campo de estos SEV se reúnen en la Figura 5.2. En todos los casos hay una primera capa de mayor resistividad (del orden de 50-150 Ohm.m de valor aparente), que podría deberse a suelos muy secos del Mioceno o a que realmente son materiales del Cuaternario. Todas las curvas tienden a valores muy conductores (de menos de 5 Ohm.m), cuya profundidad debe ser mayor en el SEV L50.

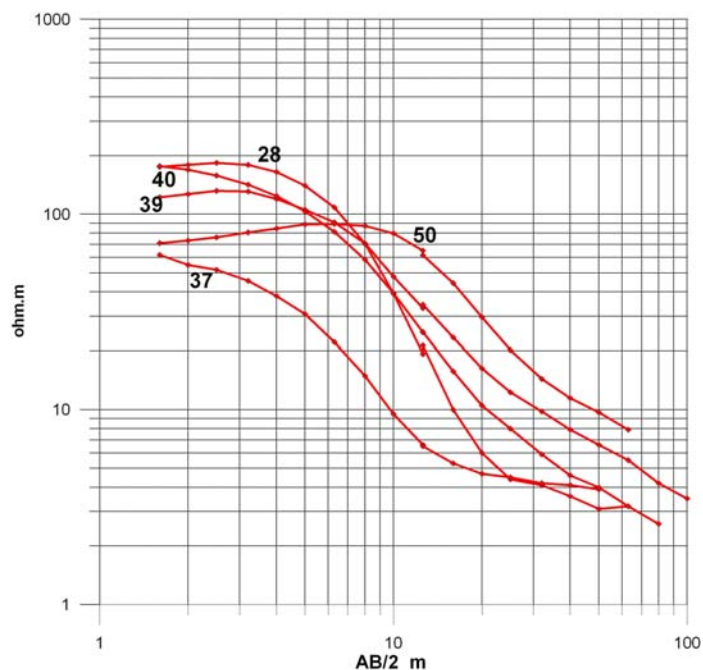


Fig. 5.2 Curvas de campo de los SEV L28, L37, L39, L40 y L50.

El modelo geoelectrico del subsuelo obtenido en la inversión de estos SEV se representa en la Figura 5.3.

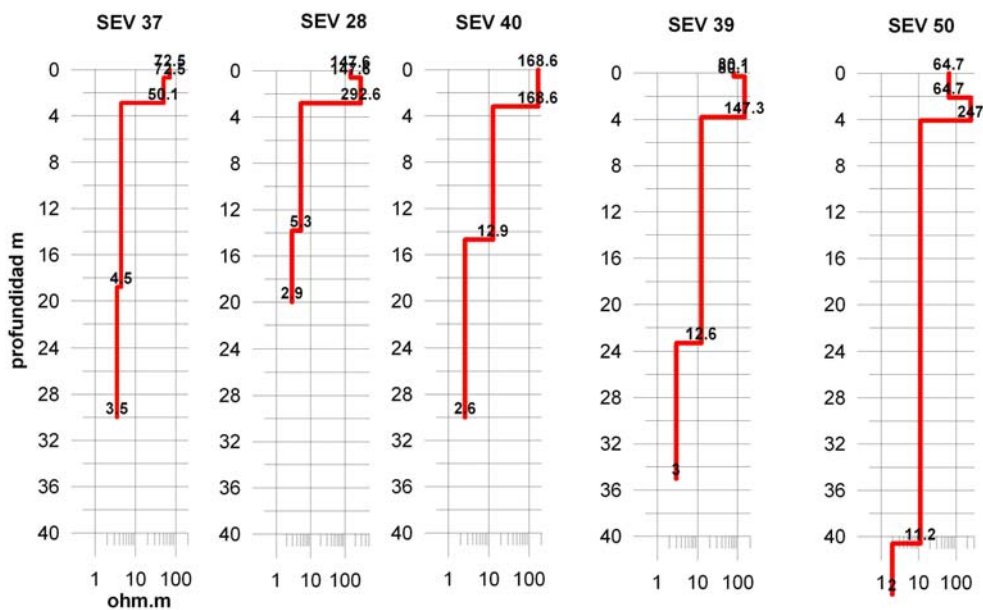


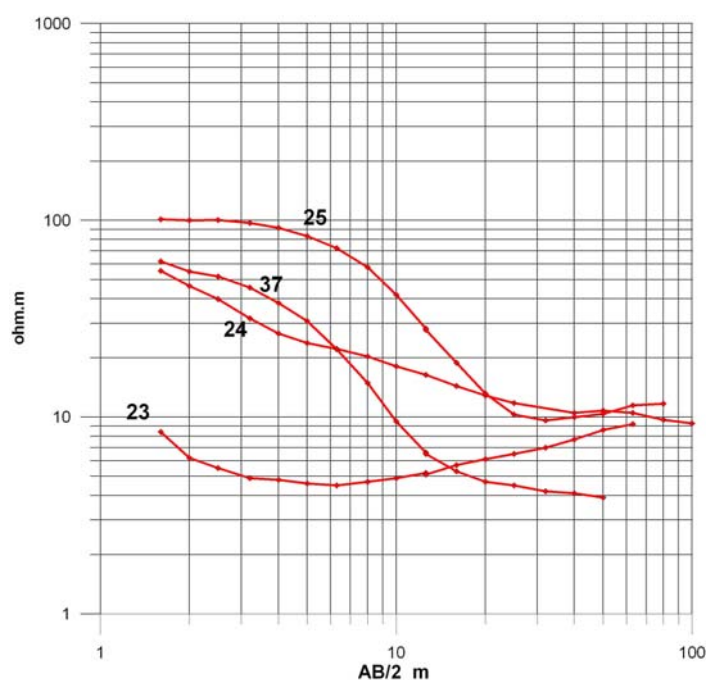
Fig. 5.3 Modelos geoelectricos de los SEV L28, L37, L39, L40 y L50, situados sobre la facies 161 del Mioceno, según la cartografía geológica.

- En el L37 tras 2.9 m de materiales de 50-70 Ohm.m (del Cuaternario?) se encuentran terrenos muy conductores (5 Ohm.m), que pasan a 3 Ohm.m a mayor profundidad, y que tienen que pertenecer sin duda al Mioceno.

- El L28, situado 300 m al Oeste del L37 y a su misma cota (350 m), está medido directamente sobre el Mioceno según la cartografía; la resistividad superficial es algo mayor (147 Ohm.m), pasando, igual que en el L37, a terrenos muy conductores a 2.8 m de profundidad.
- Los SEV L40, L39 y L50 están alineados en el contacto entre Cuaternario y Mioceno (Figura 5.1) y a cotas crecientes de 376.7, 381.6 y 385.1 m respectivamente. Los tres tienen una primera capa de 3-4 m de materiales con 65-250 Ohm.m, pasando luego a unos terrenos de 11-13 Ohm.m cuya potencia aparente va creciendo hacia el Sur, seguidos de una capa de menor resistividad (1-3 Ohm.m), al igual que sucede en los L37 y L28.

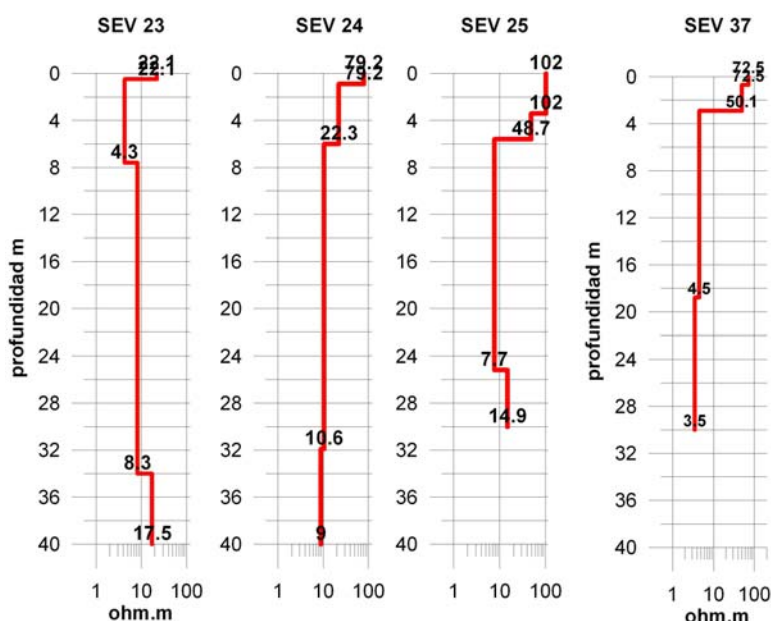
Para el conjunto de estos SEV puede por lo tanto interpretarse que existe una primera capa resistiva de unos 2 m a 4 m de potencia, que debe ser de materiales del Cuaternario (aunque por imprecisiones cartográficas parece pertenecer en algún caso al Mioceno-161); bajo ésta, la resistividad disminuye a 5 Ohm.m en la zona del L37 y a 12 Ohm.m en la zona de L50, siendo en ambos casos esta resistividad debida indudablemente a materiales del Mioceno; la potencia de esta capa aumenta desde los 8 a los 40 m hacia el Sur, lo que dada la diferencia de cotas hace que su profundidad sea prácticamente constante. Bajo esta facies del Mioceno, se sitúa en todos los casos otra capa de muy baja resistividad (2-3 Ohm.m), lo que supone una facies más arcillosa.

Los SEV L23, L24 y L25 se localizan sobre la facies 176 (Figura 5.1). Las curvas de campo (Figura 5.4) indican que tras un primer tramo de mayor resistividad se entra en terrenos conductores de resistividad inferior a 10 Ohm.m; en el L25 y L23 se localiza un último tramo de mayor resistividad, lo que es especialmente visible en el SEV L23, que no tiene prácticamente el tramo resistivo en superficie.



**Fig. 5.4 Curvas de campo de los SEV L23, L24 y L25, situados sobre la facies 176. Se ha añadido el SEV L37 sobre la facies 161 como referencia.**

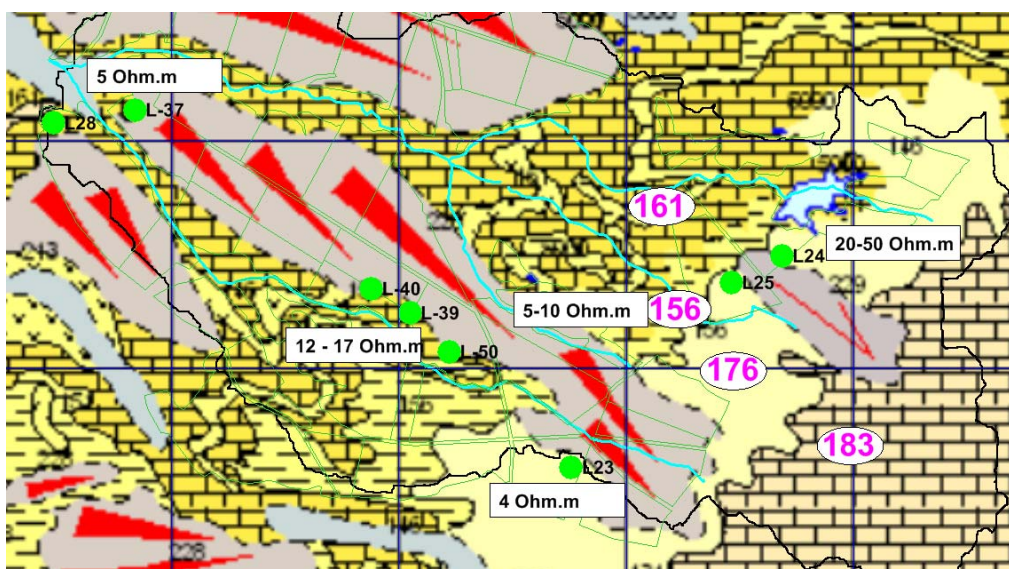
Los modelos obtenidos en la inversión de estos SEV (Figura 5.5) indican:



**Fig. 5.5 Modelos geoelectricos de los SEV L23, L24 y L25, situados sobre la facies 176. Se ha añadido el SEV L37 sobre la facies 161 como referencia.**

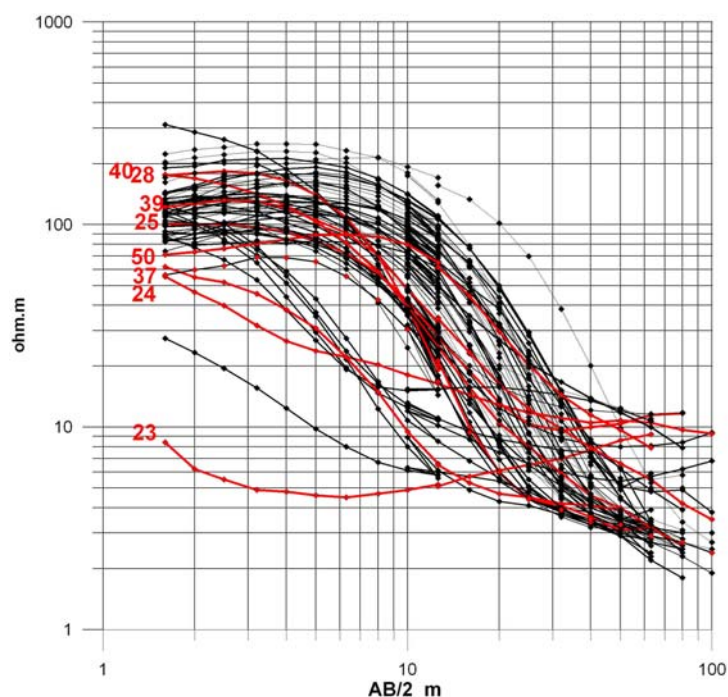
- El SEV L23, tras una pequeña zona superficial de 22 Ohm.m, puede decirse que comienza en materiales muy conductores del Mioceno-176 (4 Ohm.m), de resistividad creciente con la profundidad debido al cambio a otras facies.
- El SEV L24, geológicamente en la misma situación que el L23, no tiene sin embargo el tramo de 4 Ohm.m, lo que indica que se producen rápidos cambios litológicos; tras un primer tramo resistivo de 0.9 m de potencia pasa a materiales del Mioceno con resistividades de 22 Ohm.m, que bajan a 10 Ohm.m. No se alcanzan las facies de 1-3 Ohm.m de la unidad 161.
- El SEV L25, tras un posible Cuaternario de 100 Ohm.m, a los 3 m de profundidad pasa a materiales del Mioceno (?) con 48 Ohm.m, que desciende a 5 Ohm.m durante 20 m, aumentando finalmente a 15 Ohm.m.

El SEV L53 se sitúa sobre el Cuaternario en la misma zona que el L24 y L25; su interpretación recoge una potencia de 5.8 m de Cuaternario, pasando a los 2 m de profundidad al Mioceno con 26 Ohm.m, y posteriormente a 5 Ohm.m. En consecuencia, la facies Mioceno-176 puede presentar una primera capa de 20-50 Ohm.m, o bien de 4 Ohm.m según la situación geográfica (Figura 56), pasando en profundidad a materiales más conductores (5-10 Ohm.m, posiblemente facies 156), que aumentan a 15-17 Ohm.m a mayor profundidad (posiblemente la facies 161), situación ratificada por los SEV L39, L40 y L50. En conclusión, el basamento impermeable esta formado por materiales (dentro de la profundidad de investigación) de baja resistividad, del orden de los 5-15 Ohm.m (llegando a 20-40 Ohm.m en algunos lugares de la facies 176), pasando en profundidad a menos de 5 Ohm.m, lo que en principio los hace bien diferenciables de los materiales del Cuaternario, de resistividad superior a 50-100 Ohm.m.



**Fig. 5.6** Asignación de resistividad a las distintas facies del Mioceno.

En la Figura 5.7 se representan las curvas de campo de todos los SEV efectuados. En la casi totalidad de las situaciones, tras una pequeña capa debida al suelo más meteorizado, existe una primera capa de mayor resistividad antes de iniciarse la entrada en materiales de menor resistividad y finalmente en el basamento conductor, que se localiza claramente en todos los SEV por terrenos de muy baja resistividad. El modelo básico de interpretación debe ser por lo tanto al menos de cuatro capas: dos de resistividad creciente seguidas por dos de resistividad muy inferior y decreciente:  $\text{resistividad}_1 < \text{resistividad}_2 > \text{resistividad}_3 > \text{resistividad}_4$ .



**Fig. 5.7** Curvas de campo de todos los SEV efectuados. Se destacan en color rojo los analizados anteriormente por estar realizados sobre materiales del Mioceno o muy próximos su contacto con el Cuaternario.

En la Tabla 5.1 se recogen todos los modelos del subsuelo interpretados en los SEV comentados anteriormente, indicando en amarillo la resistividad encontrada para el Mioceno y en azul la profundidad del contacto.

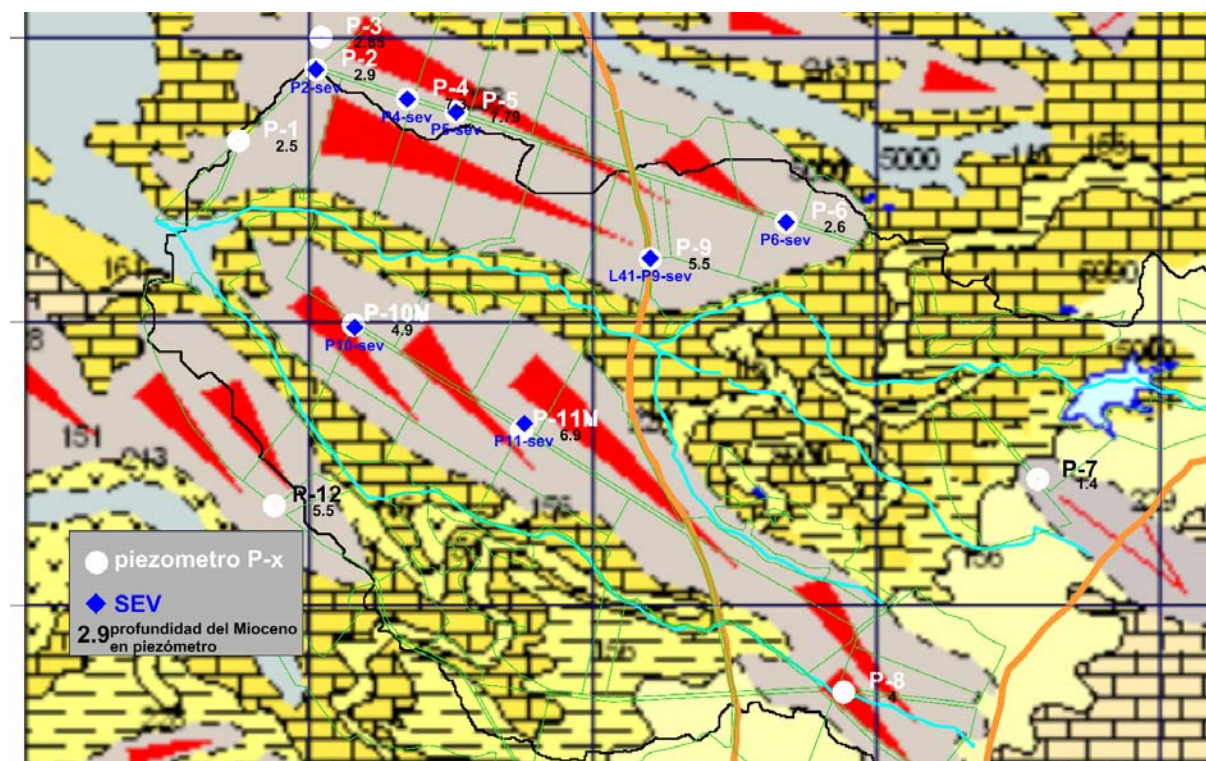
DATASET:	L37	data	corr	NORTH:	4658139	EAST:	654839	ELEVATION:	350,84
LAYER	RESISTIVITY	THICKNESS	DEPTH	ELEVATION					
1	72,5	0,7	0,7	-0,7					
2	50,1	2,2	2,9	-2,9					
3	4,5	15,8	18,8	-18,8					
4	3,5								
DATASET:	L28	data	corr	NORTH:	4658084	EAST:	654484	ELEVATION:	349,1
LAYER	RESISTIVITY	THICKNESS	DEPTH	ELEVATION					
1	147,6	0,6	0,6	-0,6					
2	292,6	2,1	2,8	-2,8					
3	5,3	11,1	13,8	-13,8					
4	2,9								
DATASET:	L40	data	corr	NORTH:	4657354	EAST:	655878	ELEVATION:	376,72
LAYER	RESISTIVITY	THICKNESS	DEPTH	ELEVATION					
1	168,6	3,2	3,2	-3,2					
2	12,9	11,5	14,7	-14,7					
3	2,6								
DATASET:	L39	data	corr	NORTH:	4657247	EAST:	656049	ELEVATION:	381,58
LAYER	RESISTIVITY	THICKNESS	DEPTH	ELEVATION					
1	80,1	0,3	0,3	-0,3					
2	147,3	3,6	3,8	-3,8					
3	12,6	19,4	23,3	-23,3					
4	3								
DATASET:	L50	data	corr	NORTH:	4657076	EAST:	656223	ELEVATION:	385,15
LAYER	RESISTIVITY	THICKNESS	DEPTH	ELEVATION					
1	64,7	2,1	2,1	-2,1					
2	247	1,9	4,1	-4,1					
3	11,2	36,5	40,6	-40,6					
4	2								
DATASET:	L23	data	corr	NORTH:	4656570	EAST:	656759	ELEVATION:	403,1
LAYER	RESISTIVITY	THICKNESS	DEPTH	ELEVATION					
1	22,1	0,5	0,5	-0,5					
2	4,3	7,1	7,6	-7,6					
3	8,3	26,4	34	-34					
4	17,5								
DATASET:	L24	data	corr	NORTH:	4657499	EAST:	657687	ELEVATION:	411,18
LAYER	RESISTIVITY	THICKNESS	DEPTH	ELEVATION					
1	79,2	0,9	0,9	-0,9					
2	22,3	5,1	6	-6					
3	10,6	26	31,9	-31,9					
4	9								
DATASET:	L25	data	corr	NORTH:	4657379	EAST:	657471	ELEVATION:	407,65
LAYER	RESISTIVITY	THICKNESS	DEPTH	ELEVATION					
1	102	3,4	3,4	-3,4					
2	48,7	2,3	5,6	-5,6					
3	7,7	19,6	25,2	-25,2					
4	14,9								
DATASET:	L53	data	corr	NORTH:	4657063	EAST:	657868	ELEVATION:	427,28
LAYER	RESISTIVITY	THICKNESS	DEPTH	ELEVATION					
1	168,1	2,3	2,3	-2,3					
2	225,6	3,5	5,8	-5,8					
3	26,4	2	7,8	-7,8					
4	5,3								

Tabla 5.1 Modelos geoelectrónicos interpretados en los SEV sobre el Mioceno o con mayor influencia del mismo.

## 6 SEV medidos junto a piezómetros

### 6.1 Verificación del modelo de ajuste

A fin de disponer de mediciones en las que apoyar la interpretación de los SEV, se han efectuado algunos junto a parte de los piezómetros disponibles en la zona prospectada: SEV P2, P4, P5, P6, P9, P10 y P11 (Figura 6.1).



**Fig. 6.1 Situación de los SEV paramétricos efectuados junto a los piezómetros P2, P4, P5, P6, P9, P10 y P11.**

Las curvas teóricas para un modelo de dos capas, tomando como potencia de la primera capa la del glacis según los datos de los piezómetros y asignándole una resistividad de 120 Ohm.m, y dando a las arcillas de base una resistividad de 3 Ohm.m están representadas en la Figura 6.2 para todos los piezómetros considerados. Como se ha explicado anteriormente, en este tipo de curvas según aumenta la profundidad de la capa de baja resistividad aumenta el valor de  $AB/2$  para el que la curva comienza a disminuir el valor de resistividad aparente. La profundidad del basamento impermeable pasa desde 2.6 m en el P6 hasta 7.8 m en el P5.

Las curvas de campo obtenidas realmente en estos SEV (Fig. 6.3) siguen la pauta indicada por el modelo de dos capas de la Figura 6.2, si bien presentan ligeras desviaciones, además de la debida a la subida inicial de la resistividad antes mencionada, indicando la posible presencia de una capa intermedia, o de alguna variación en la resistividad del basamento, como se observa en los ejemplos presentados para el SEV P6, P5 y P10 en la Figura 6.4. Por esta razón, parece justificado el utilizar modelos de hasta cinco capas para la interpretación, lo que además justifica la circunstancia de que

es teóricamente posible diferenciar el glacis saturado del seco, debido a la menor resistividad que debe presentar el contenido de agua.

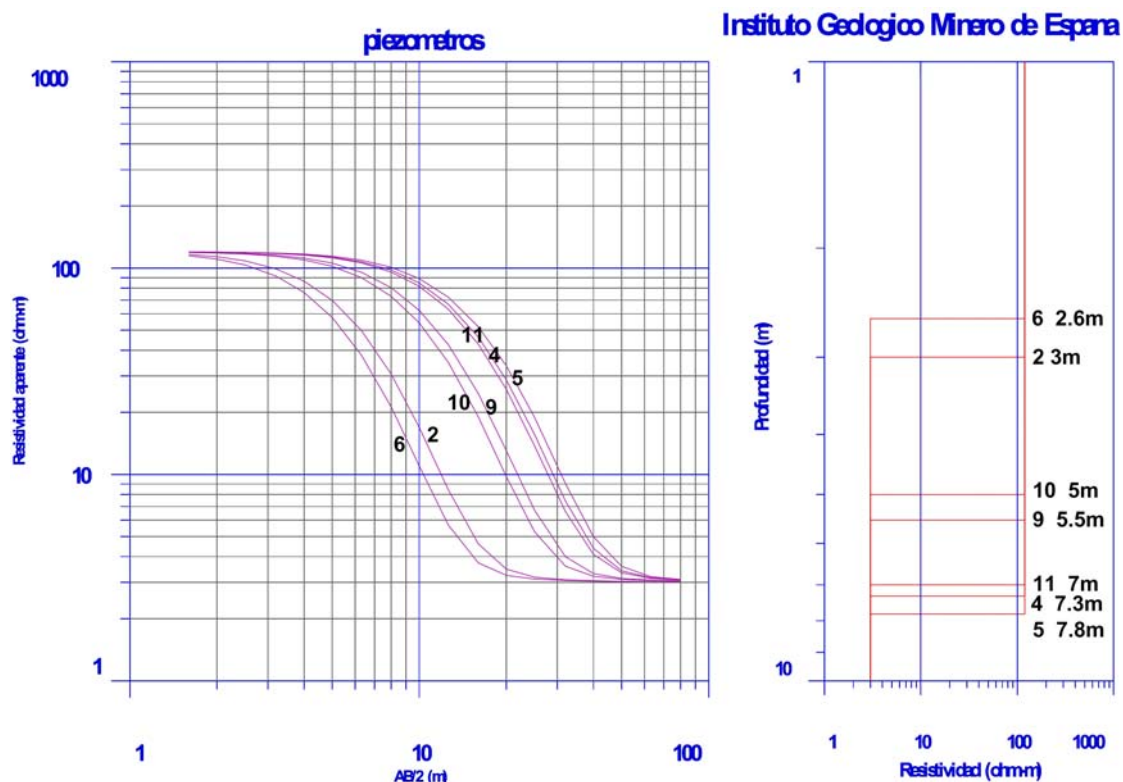


Fig. 6.2 Curvas teóricas correspondientes a un modelo de dos capas: Glacis de 120 Ohm.m y arcillas de 3 Ohm.m, a la profundidad indicada por los piezómetros. El n° de la curva indica en n° del piezómetro, y está referido junto a la profundidad del contacto en el modelo resistividad-profundidad.

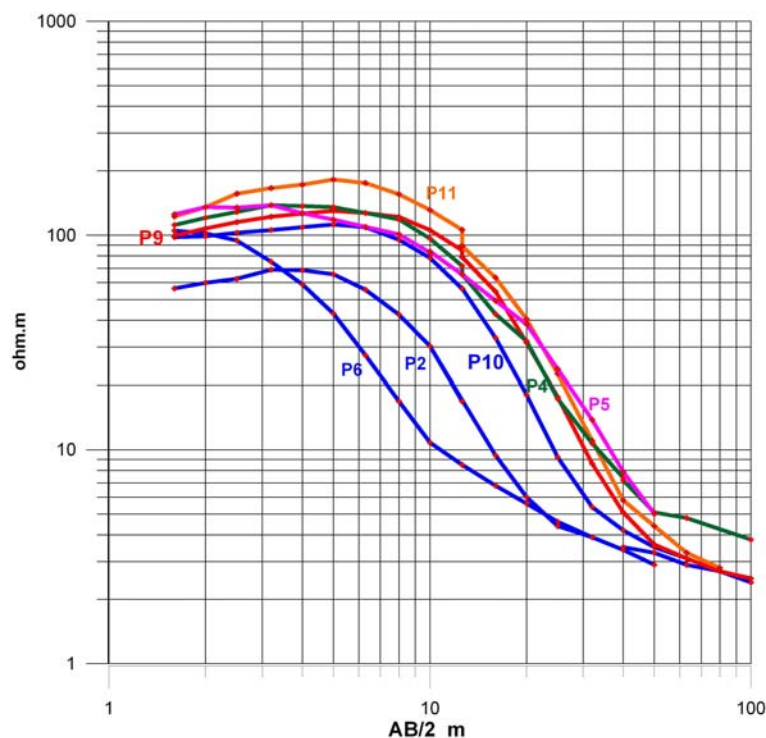
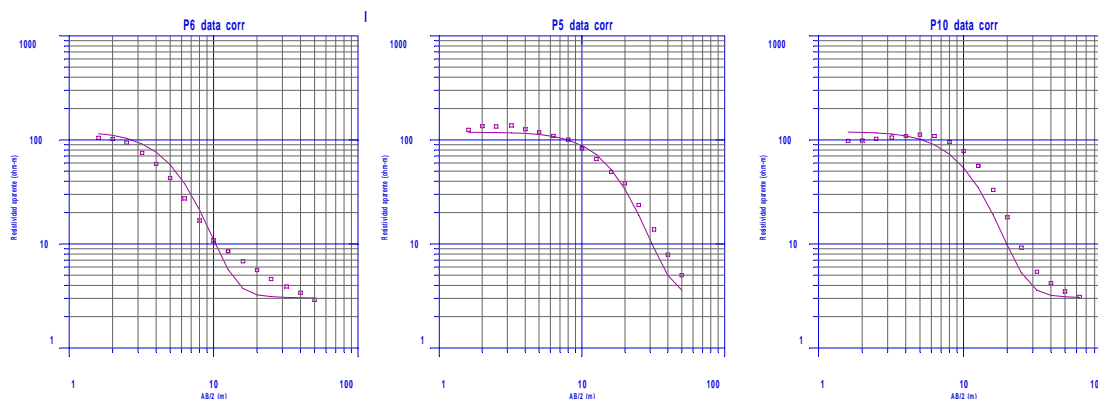


Fig. 6.3 Curvas de campo de los SEV medidos junto a los piezómetros.





**Fig. 6.4** Curvas de campo (en puntos) de los SEV P6, P5 y P10 junto a las curvas teóricas (línea continua) para el modelo de dos capas correspondiente de la Figura 6.2, de donde se justifica la necesidad de introducir una tercera capa en la secuencia decreciente.

En la inversión de estos SEV se ha utilizado, además de la información de potencia de glasis (profundidad de las arcillas), la profundidad del nivel freático en los piezómetros el día de la medición de los SEV (Tabla 6.1). Para el resto de los piezómetros utilizados en la interpretación se ha tomado el nivel del día 1 de octubre de 2010.

PIEZÓMETRO	X	Y	Z	día	nf	prof arcilla
P-1	654750,18	4658637,29	349,13	01-oct	1,07	2,50
P-2 SEV	655024,95	4658887,60	353,55	26-oct	1,78	2,9
P-3	655041,36	4659001,98	353,68	01-oct	1,69	2,85
P-4 SEV	655345,60	4658784,23	359,82	26-oct	3,42	7,3
P-5 SEV	655519,47	4658739,63	362,69	27-oct	3,9	7,79
P-6 SEV	656679,14	4658352,87	382,66	28-oct	2,18	2,6
P-7	657567,11	4657446,82	409,09	01-oct	1,5	1,4
P-8	656882,23	4656696,77	403,44	01-oct	3,8	4
P-9 SEV	656201,91	4658222,85	374,01	22-feb	5,5	5,5
P-10N	655155,73	4657993,07	358,33	01-oct	3,72	4,8
P-10V SEV	655156,78	4657990,95	358,25	23-nov	3,88	4,9
P-11N SEV	655750,53	4657616,74	371,91	03-nov	4,05	6,9
P-11V	655749,46	4657617,83	371,70	01-oct	4,04	7,80
P-12	654879,00	4657351,63	362,89	01-oct	4,79	5,50

**Tabla 6.1** Profundidad de las arcillas en los piezómetros y nivel freático el día de la medición del SEV correspondiente. Se incluyen los piezómetros donde no se han medido SEV, en cuyo caso el nivel freático se refiere al día 1 de octubre de 2010.

## 6.2 Interpretación de los SEV paramétricos

- **SEV P10 (arcillas a 4.9 m; nf a 3.88 m; medido el 23 noviembre de 2010)**

Presenta una ligera subida de la resistividad antes de iniciar la entrada en materiales más conductores; se puede ajustar un modelo de tres capas (Figura 6.5), con un error del 4.13%, lo que indicaría una profundidad de 3.3 m para el techo de las arcillas.

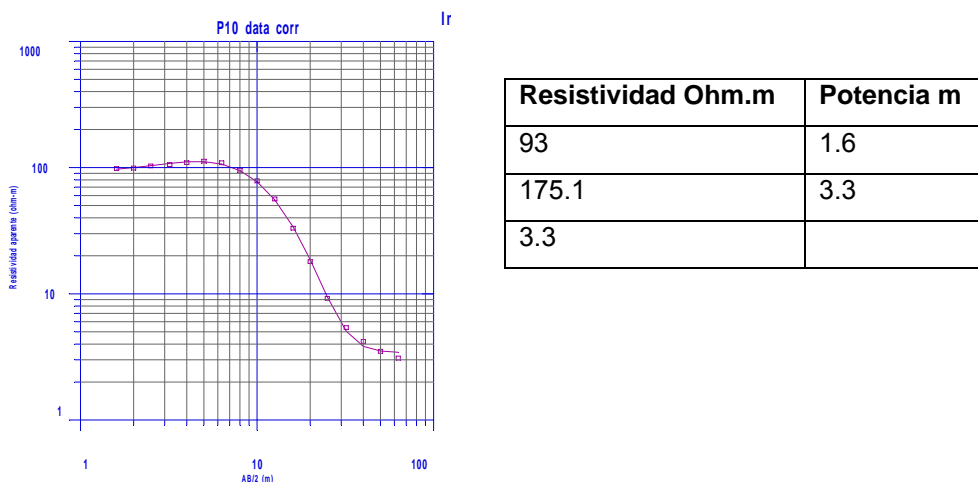


Fig. 6.5 Ajuste de un modelo de tres capas al SEV P10

Utilizando la información de la profundidad del nivel freático y de la resistividad del Mioceno, se ha interpretado con un modelo de cinco capas (Figura 6.6) con menor error (1.66 %). Esta nueva capa se debería a la presencia de agua a partir de los 3.9 m de profundidad, donde el glacis pasa de tener 254 Ohm.m a 25 Ohm.m (pueden obtenerse soluciones equivalentes con resistividad de hasta 60 Ohm.m para el glacis saturado).

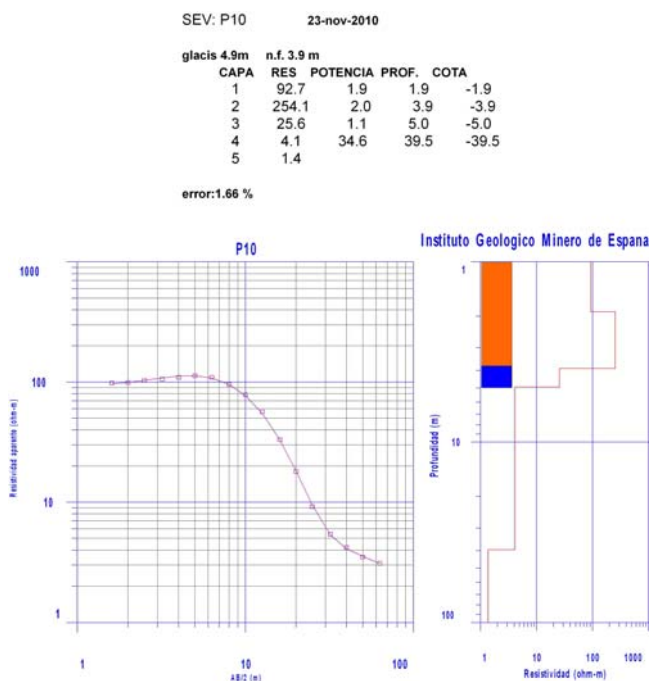


Fig. 6.6 Ajuste de un modelo de cinco capas al SEV P10, incorporando una capa de glacis saturado de 25.6 Ohm.m.

• **SEV P11 (arcillas a 6.9 m; nf a 4.05 m; medido el 3 noviembre de 2010)**

Trasladando el modelo de cinco capas del SEV P10 al SEV P11 se obtiene el corte de la Tabla 6.2, que sitúa el nivel freático a los 6.2 m, con error de 3.5 %.

Resistividad Ohm.m	Potencia m	Profundidad m
71.7	0.6	0.6
182.3	5.5	6.2
26.1	1.0	7.1
5.4	21.8	29.0
2.0		

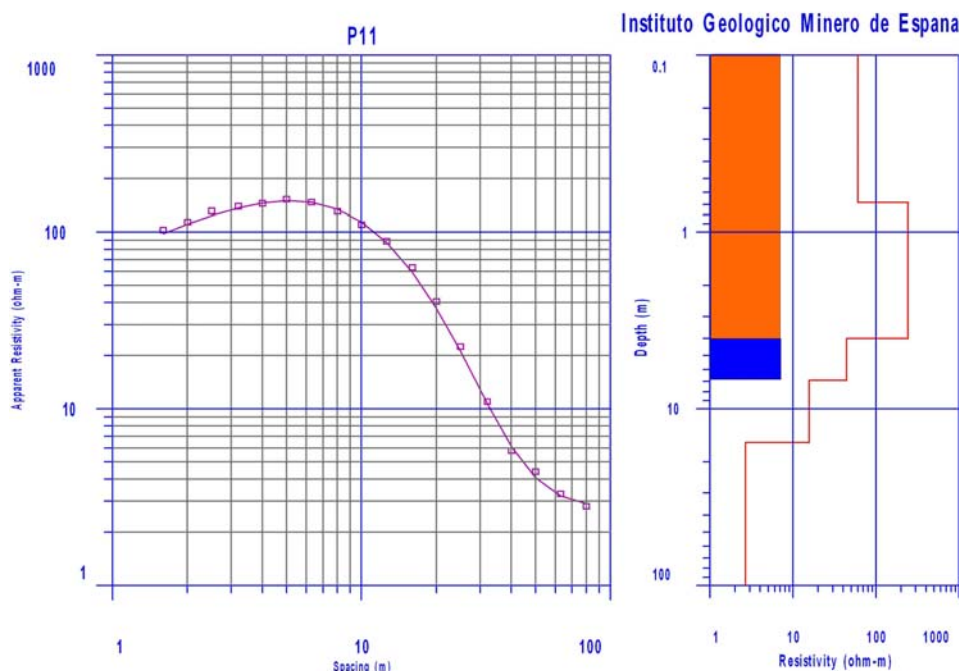
**Tabla 6.2 Corte geoelectrico interpretando el SEV P11 con el mismo modelo que el SEV P10.**

Para conseguir un modelo ajustado a la información real del piezómetro la resistividad de glasis saturado sería de 44 Ohm.m, aunque con error de 4.75 % (Figura 6.7); el error se reduce al 3.3 % aumentando la resistividad a 100 Ohm.m, por lo que se ha preferido dejar el modelo anterior.

SEV: P11data corr 3-nov-2010  
glacis 6.9m n.f. 4.05 m

CAPA	RES	POTENCIA	PROF.	COTA
1	60.2	0.7	0.7	-0.7
2	242.7	3.3	4.0	-4.0
3	44.1	2.9	6.9	-6.9
4	15.5	8.6	15.5	-15.5
5	2.7			

error:4.75 %



**Fig. 6.7 Ajuste de un modelo de cinco capas al SEV P11, incorporando una capa de glasis saturado de 44 Ohm.m.**

A un metro de este piezómetro se sitúa el P11v, para el que la profundidad de las arcillas es de 7.8 m. Llama la atención esta gran diferencia en la potencia de glasis para dos sondeos mecánicos tan

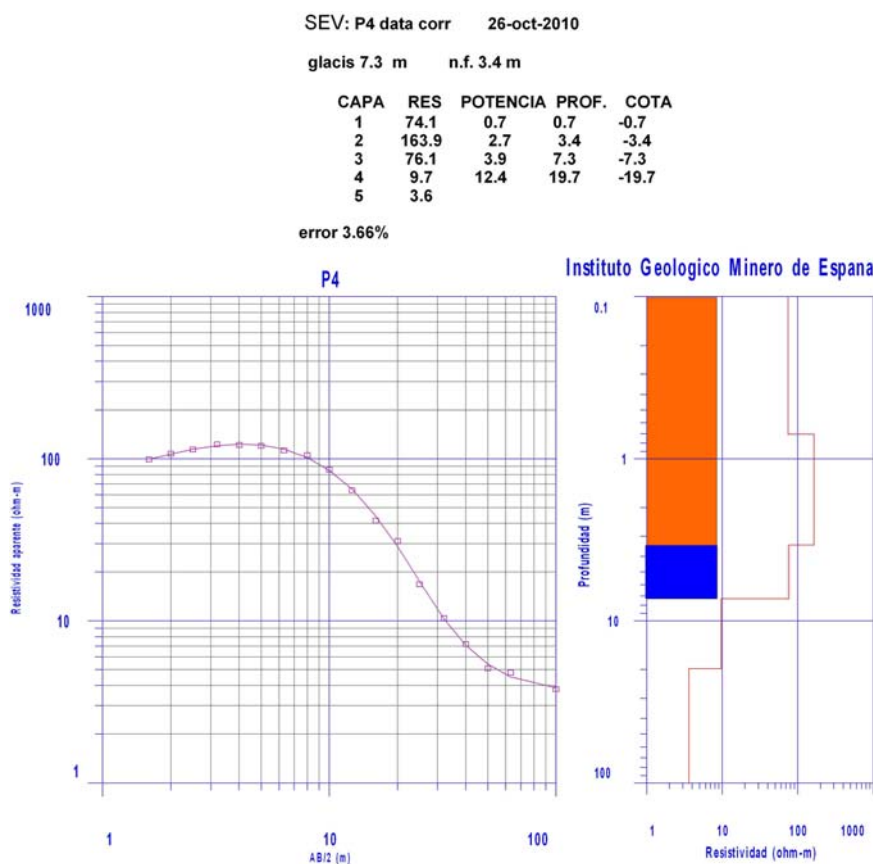
próximos. Partiendo del corte geoelectrico aceptado para el P11 y dejando libre la profundidad de las arcillas, se obtiene el modelo recogido en la tabla 6.3, con error de 2.69 %. Este modelo es totalmente equivalente al anterior, por lo que ambas soluciones son posibles.

Resistividad Ohm.m	Potencia m	Profundidad m
56,8	0,5	0,5
201,1	3,5	4
87,1	3,9	7,9
5,7	17	24,9
2,3		

**Tabla 6.3 Modelo geoelectrico interpretado para el piezometro P11v**

- **SEV P4 (arcillas a 7.3 m; nf a 3.4 m; medido el 26 octubre de 2010)**

El modelo anterior es trasladable al **SEV P4**, en el que el glasis saturado pasa a manifestarse en la curva de resistividad aparente con un valor de 76 Ohm.m (Figura 6.8).



**Fig. 6.8 Ajuste de un modelo de cinco capas al SEV P4, incorporando una capa de glasis saturado de 76 Ohm.m.**

En un modelo equivalente la resistividad del glasis saturado disminuye a unos 50 Ohm.m, con error del 4 %.

• **SEV P5 (arcillas a 7.79 m; nf a 3.9 m; medido 27 octubre 2010)**

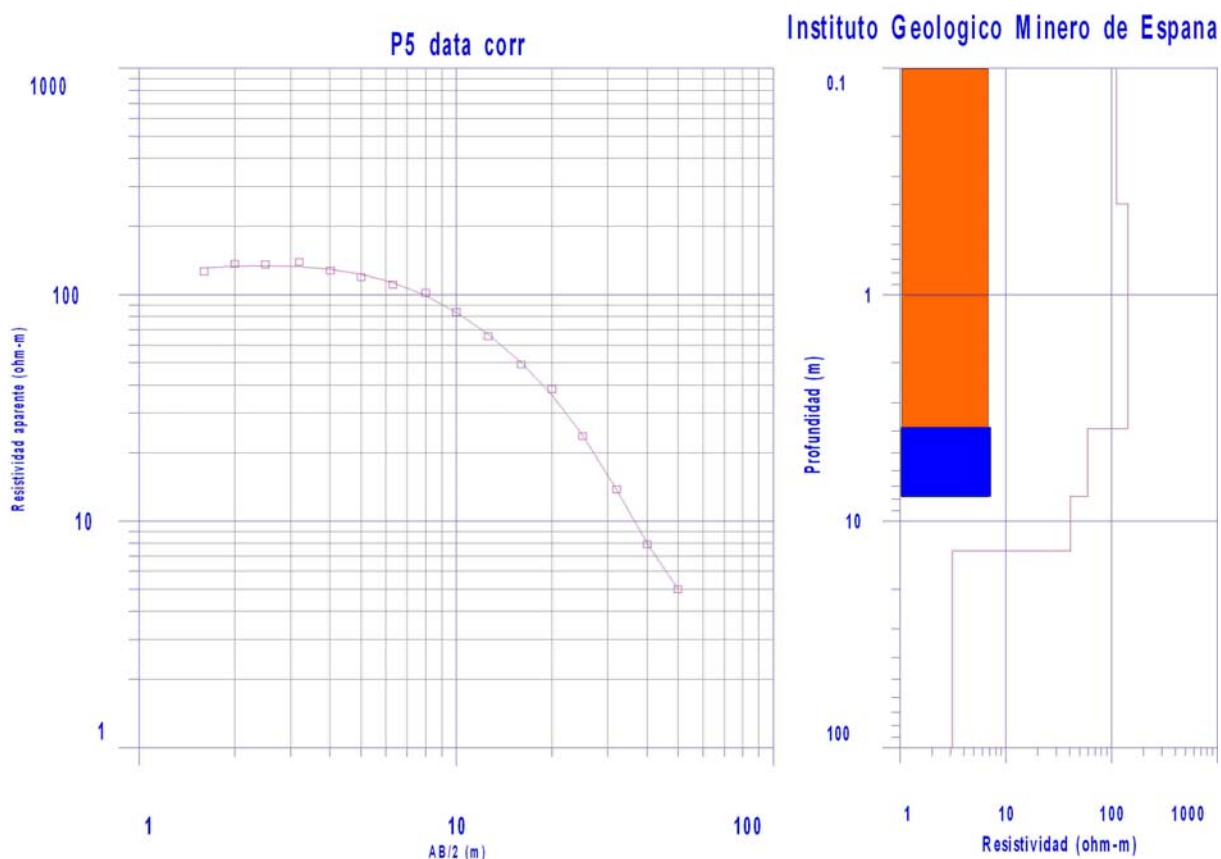
Para mantener el modelo anterior en el **SEV P5** el glacis saturado pasa a 59 Ohm.m (Figura 6.9); debido al menor valor máximo de AB\2 con el que se ha medido este SEV, la profundidad de investigación es algo menor, lo que posiblemente da lugar a interpretar una mayor resistividad aparente (41 Ohm.m) de la primera capa del basamento, antes de pasar a 3 Ohm.m.

SEV: P5 data corr 27-oct-2010

glacis 7.79m n.f. 3.9 m

CAPA	RES	POTENCIA	PROF.	COTA
1	110.3	0.4	0.4	-0.4
2	143.1	3.5	3.9	-3.9
3	59.1	3.9	7.8	-7.8
4	41.0	5.8	13.6	-13.6
5	3.1			

error:2.72%



**Fig. 6.9 Ajuste de un modelo de cinco capas al SEV P5, incorporando una capa de glacis saturado de 59 Ohm.m.**

Se pueden ajustar un modelo equivalente con error de 3.31 % en el que la resistividad del Mioceno pasa a 23 Ohm.m, aunque aumentaría en 0.5 m la potencia del glacis, por lo que se ha preferido utilizar el anterior modelo.

• **SEV P2 (arcillas a 2.9 m; nf a 1.78 m; medido el 26 octubre de 2010)**

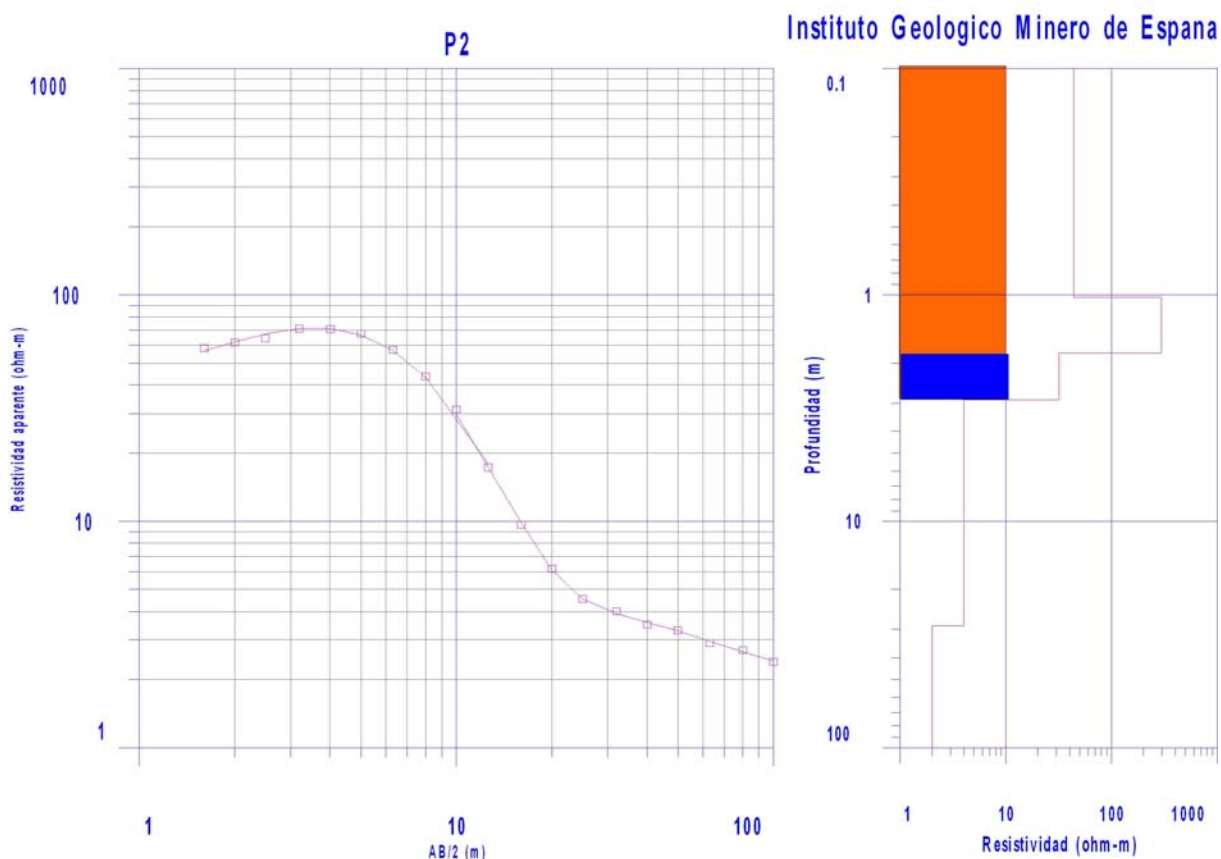
Para el **SEV P2** el modelo sigue siendo válido, con zona saturada de 31.5 Ohm.m (Figura 6.10); si se intenta suprimir esta capa, la profundidad de las arcillas se situaría a menos de 1 m de profundidad, lo que no es compatible con la información disponible y ratifica la viabilidad del modelo que se está utilizando.

DATASEV: P2 data corr      26-oct-2010

glacis 2.9m    n.f. 1.78 m

CAPA	RES	POTENCIA	PROF.	COTA
1	43.6	1.0	1.0	-1.0
2	298.1	0.8	1.8	-1.8
3	31.5	1.1	2.9	-2.9
4	4.0	26.0	28.9	-28.9
5	2.0			

error:2.28%



**Fig. 6.10 Ajuste de un modelo de cinco capas al SEV P2, incorporando una capa de glacis saturado de 32 Ohm.m.**

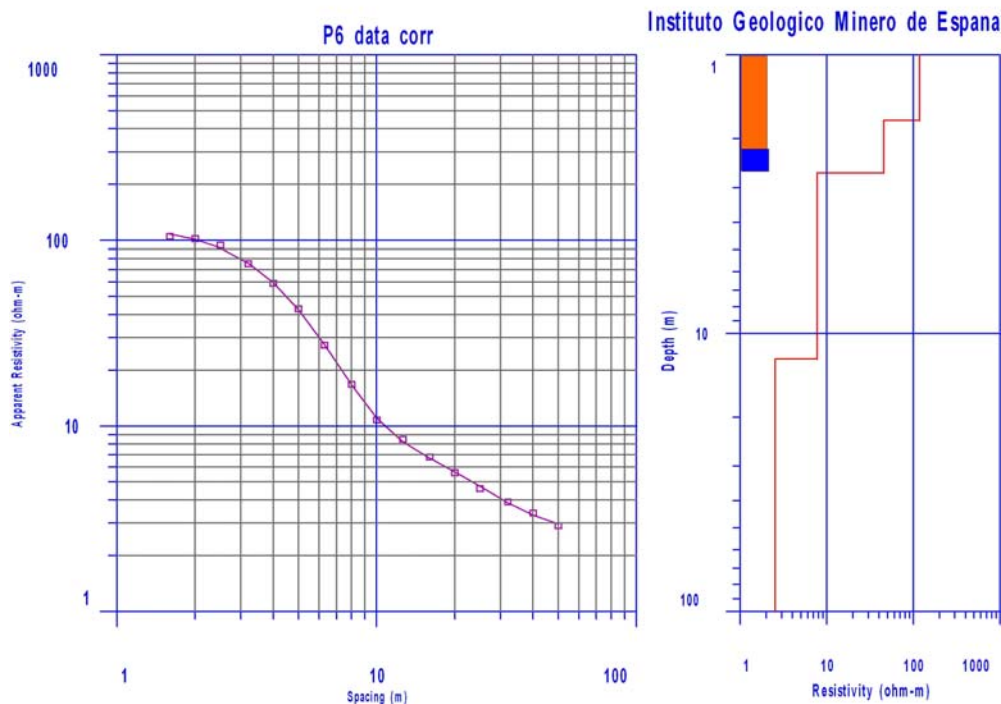
• **SEV P6 (arcillas a 2.6 m; nf a 2.18 m; medido el 28 octubre de 2010)**

En el **SEV P6** no se puede ajustar un modelo que cumpla la profundidad de los niveles dados por el piezómetro a no ser que se introduzca una capa de 2.6 Ohm.m para los 0.4 m de zona saturada, resistividad que carece de significado geofísico para esta litología. En consecuencia se ha optado por respetar la profundidad de las arcillas, lo que proporciona un modelo para el que el nivel freático se sitúa a 1.7 m en vez de a 2.18 m (Figura 6.11). Dada la congruencia del modelo geoelectrico en los piezómetros anteriores, es posible que se haya producido un error en la transcripción del nivel freático en el momento de la medición.

SEV: P6 data corr      28-oct-2010

glacis 2.6 m    nf 2.18

CAPA	RES	POTENCIA	PROF.	COTA
1	117.7	1.7	1.7	-1.7
2	45.4	0.9	2.7	-2.7
3	7.7	9.7	12.3	-12.3
4	2.5			



**Fig. 6.11 Ajuste de un modelo de cuatro capas al SEV P6 respetando solamente la potencia de glacis indicada por el piezómetro, incorporando una capa saturada de 45 Ohm.m. El nivel freático pasaría a situarse a 1.7 m de profundidad.**

- **SEV L41-P9 (arcillas a 5.5 m; nf a 5.5 m; medido el 22 febrero de 2011)**

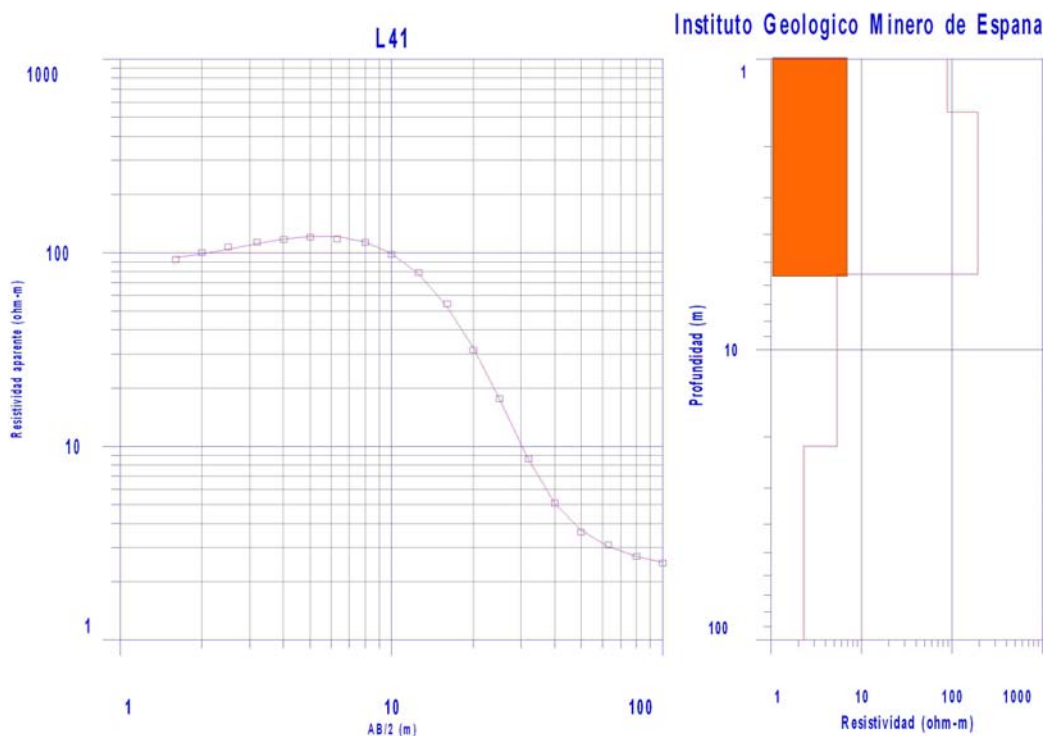
Finalmente, en el piezómetro **P9** el SEV medido (**L41**) no permite un ajuste con errores aceptables si se intenta introducir una capa de menor resistividad del glacis antes de entrar en el basamento impermeable, además de que haría falta forzar hasta 2.6 Ohm.m la resistividad del glacis con agua. Esta interpretación se corresponde con lo que efectivamente era la situación en el momento de medición de este SEV, en el que no existía agua. No obstante, es el caso opuesto al SEV P6, por lo que también cabe considerar que en esta zona exista alguna alteración en las facies sedimentarias (Figura 6.12).

SEV: L41      22-feb-2011

coincide con P9 glacis: 5.5 m nf: 5.5

CAPA	RES	POTENCIA	PROF.	COTA
1	88.2	1.5	1.5	-1.5
2	192.8	4.0	5.5	-5.5
3	5.3	16.0	21.5	-21.5
4	2.3			

error: 1.71%



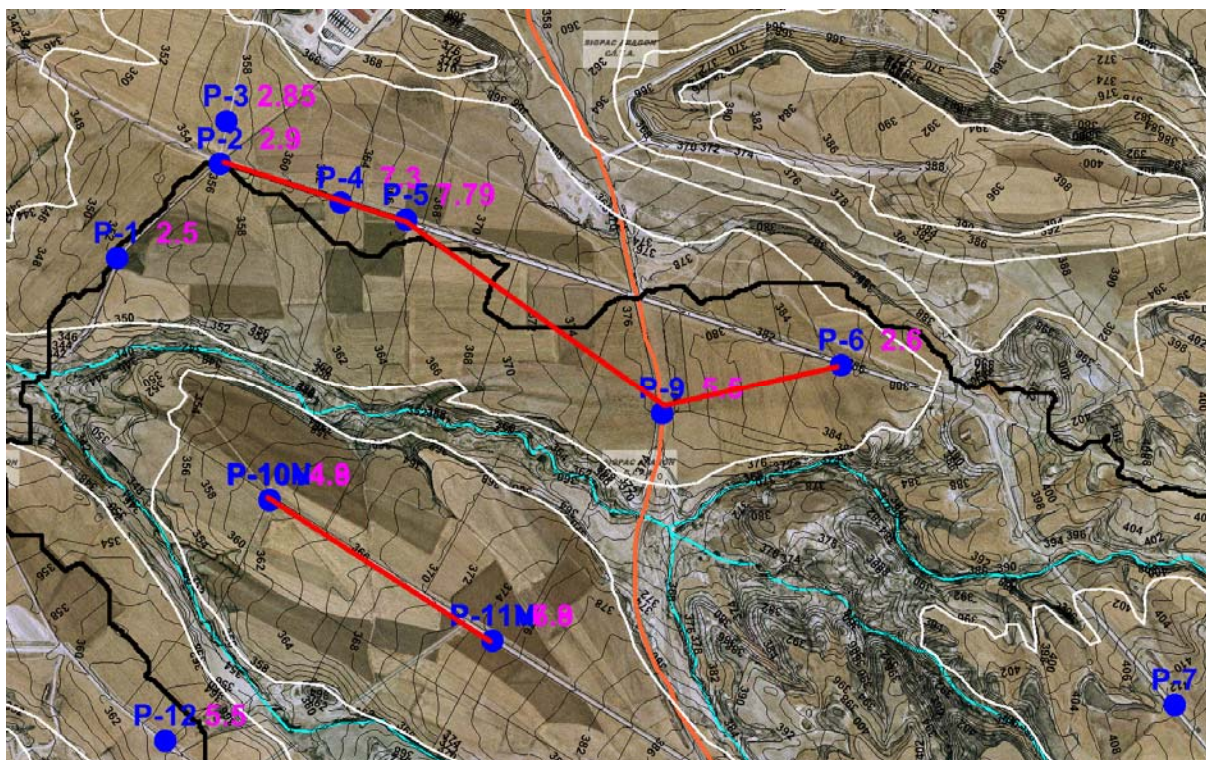
**Fig. 6.12 Ajuste de un modelo de cuatro capas al SEV L41-P9.**

El 22 de octubre de 2010 el nivel freático en el piezómetro P9 era de 2.87 m, con una potencia de capa saturada de 3 m.



### 6.3 Conclusión de los SEV paramétricos

Los piezómetros junto a los que se ha medido un SEV se sitúan sobre tres afloramientos independientes del cuaternario (Figura 6.1); por otra parte hay una considerable diferencia de cotas (respecto de las potencias de capa consideradas) entre los piezómetros, como puede apreciarse en la Figura 6.13: unos 30 m de desnivel entre el P2 y el P6, y 13 m entre el P10 y el P11.

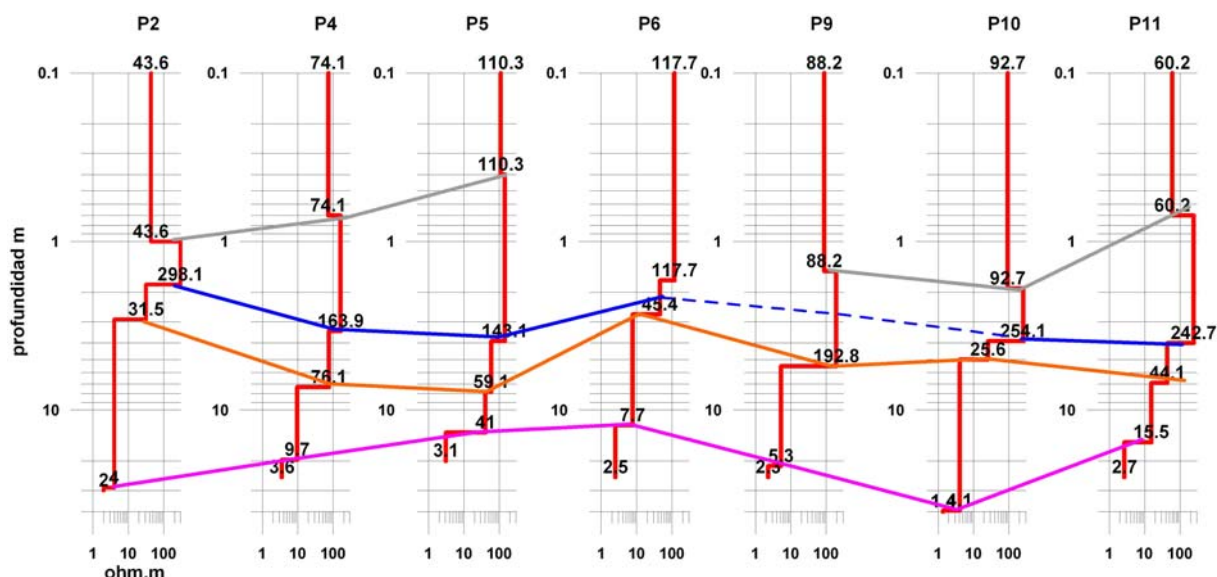


**Fig. 6.13** Posición de los piezómetros junto a los que se han medido SEV. Se indican las curvas de nivel de la topografía cada 2 m. El número en color rosa indica la profundidad de las arcillas, y las líneas rojas son las alineaciones mostradas en la Figura 6.14.

Para una mejor visualización de los modelos geoelectrónicos ajustados a las mediciones de los SEV paramétricos, en la Figura 6.14 se representan los cortes formados por los SEV P2–P6 y P10–P11. Debe tenerse en cuenta que esta representación se hace sólo a efectos de correlacionar las capas interpretadas en cada lugar; el no mantener en el gráfico las distancias reales entre las mediciones ni sus desniveles, junto con el obligado uso de la escala logarítmica por razones de grafismo (poder distinguir la potencia de las capas superiores), producen una fuerte distorsión sobre lo que sería un corte geoelectrónico real. Para el SEV L41 (P9) se indica mediante línea azul discontinua la posición del nivel freático medido el 22 de octubre de 2010, mes en el que están medidos el resto de los SEV paramétricos.

En su conjunto, la inversión efectuada de los SEV junto a los piezómetros ha permitido incluir una capa debida al glacis saturado, que en general ha contribuido a una mejora en el error de ajuste, aunque no siempre resulta imprescindible su inclusión en el modelo, y no estaría realmente siempre justificada de no conocerse su existencia. En todos los modelos de los SEV se han mantenido como

parámetros fijos la profundidad del nivel freático (excepto en el P6) y de las arcillas determinadas en los sondeos de los piezómetros.



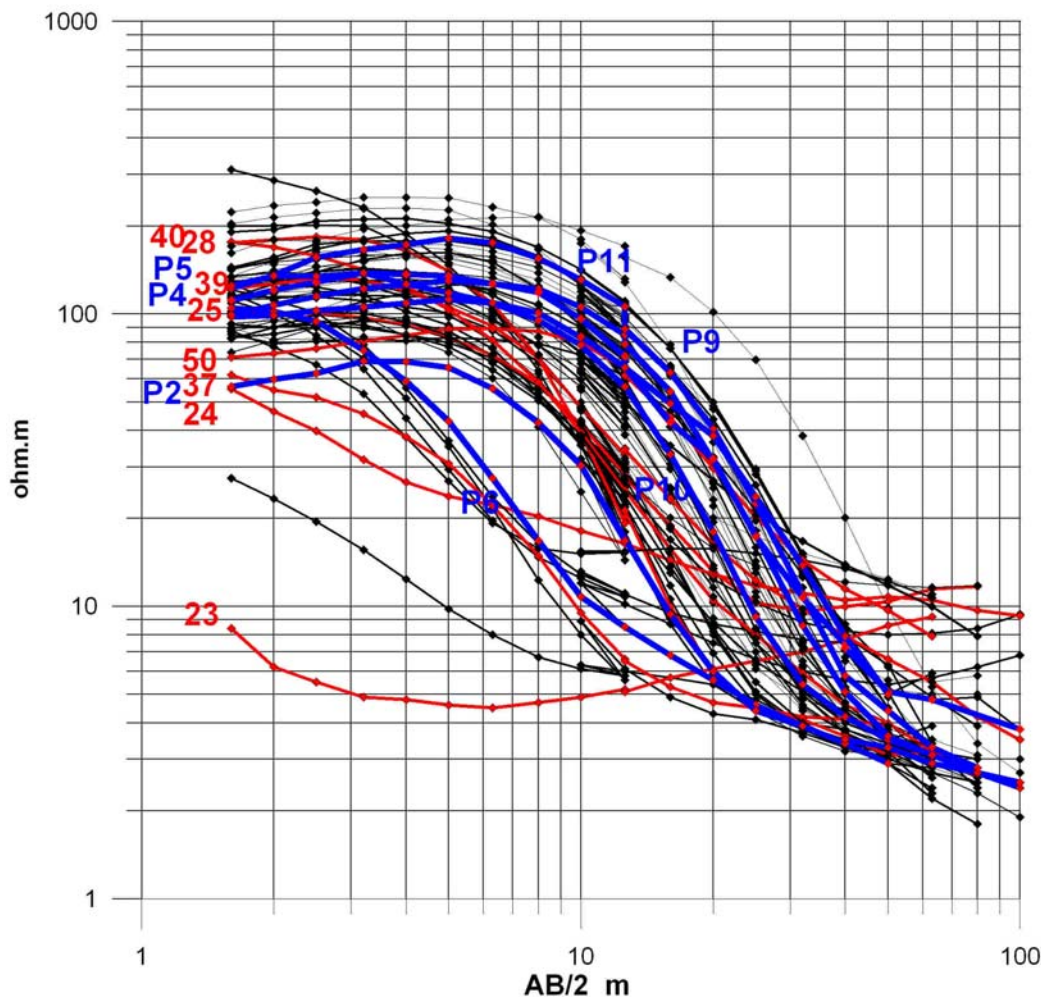
**Fig. 6.14 Esquema de correlación entre las interpretaciones de los SEV paramétricos.**  
**Naranja:** profundidad de las arcillas (fijado por los piezómetros).  
**Rosa:** cambio de facies del basamento a terrenos más conductores  
**Gris:** cambio de facies del glacis a terrenos más resistentes  
**Azul:** cambio de facies del glacis a terrenos más conductores (nivel freático fijado por los piezómetros, excepto P6)

En resumen, puede concluirse:

- Existe una primera capa de 0.5-2 m de suelo meteorizado, con 40-120 Ohm.m
- Bajo esta capa se sitúa en general una de mayor resistividad (140-300 Ohm.m) y de potencia variable de 1 a 3 m, que puede interpretarse como debida a glacis seco
- La entrada en la zona saturada supone una disminución de la resistividad, que pasa a ser de 25-100 Ohm.m. Las diferencias de resistividad de esta capa pueden indicar diferencia de materiales; así, aparecen como terrenos más resistentes en la zona de los SEV P4, P5 y P11, donde se dan precisamente las mayores potencias de glacis.
- El Mioceno se destaca claramente por la disminución de la resistividad a valores de 4-15 Ohm.m, con potencia de 5 a 30 m; en el SEV P5 la resistividad de este tramo llega a 40 Ohm.m, lo que puede ser una distorsión de la inversión por ser más corto y con puntos dudosos al final del SEV, o indicar una variación litológica.
- Debajo de esta capa se sitúa una todavía más conductora (más arcillosa) de menos de 4 Ohm.m.

En la Fig. 6.15 están representadas las curvas AB/2-resistividad de todos los SEV efectuados, resaltando los sondeos paramétricos (medidos junto a los piezómetros); también se destacan en este gráfico los SEV analizados anteriormente por su mayor relación con la presencia de materiales del Mioceno. Se puede comprobar que la situación geoelectrica en todos los lugares obedece a la

distribución de capas detectada junto a los piezómetros y zonas límites al afloramiento de materiales de baja resistividad. Esta similitud en la morfología de las curvas de campo es una cierta garantía de que los modelos verificados en los puntos de control pueden arrastrarse a su entorno próximo, de tal forma que la inversión obtenida represente la realidad del corte geoelectrico en dicho lugar.



**Fig. 6.15 Curvas AB/2-resistividad aparente de todos los SEV efectuados. En color azul se representan las pertenecientes a los SEV efectuados junto a los piezómetros y en color rojo los situados cartográficamente sobre el Mioceno o próximos a su contacto con el Cuaternario.**

Cabe hacer una consideración adicional sobre la variación de resistividad dentro del glacis: en condiciones de recarga del acuífero debe de existir una zona no saturada mientras que el agua descende hasta llegar al nivel saturado; esto producirá una disminución gradual de la resistividad, que no es posible definir con la técnica de Sondeos Eléctricos Verticales. Por otra parte, hay que tener también en cuenta que la distribución de los materiales (cantos, gravas calcáreas, arenas, limos y arcillas) puede presentar zonaciones locales que afectan a la distribución de la resistividad.

## 7. Interpretación de los SEV

### 7.1 Metodología seguida

Se ha utilizado el software IX1D v2.06 de Interpex. Los valores de AB/2, MN y resistividad de los estadillos de campo se han pasado a los ficheros correspondientes tipo **Lx data.DAT** tipo texto ascii (Tabla 7.1), que incluyen las coordenadas X, Y, Z del punto central del SEV. El software de Interpex no acepta más de un punto por empalme de bases (lecturas repetidas para el mismo valor de AB con dos valores de MN), por lo que de estos ficheros se ha eliminado la medición AB-MN que menor variación tiene para la resistividad al modificar MN. En su presentación en el ANEXO A.3 se resalta en color gris el empalme de bases y en color rojo las lecturas eliminadas, bien para reducir el empalme a una lectura, bien porque se trata de valores cuya diferencia de potencial está en el límite de precisión instrumental:

DATASET: Lerma L1				NORTH: 4658687.00	EAST: 655703.00	ELEVATION: 366.00
NUMBER	AB/2	MN	RESISTIVITY			
1	1.600000	0.400000	126.300003			
2	2.000000	0.400000	129.899994			
3	2.500000	0.400000	144.600006			
4	3.200000	0.400000	150.600006			
5	4.000000	0.400000	156.300003			
6	5.000000	0.400000	157.800003			
7	6.300000	0.400000	153.000000			
8	8.000000	0.400000	138.300003			
9	10.000000	0.400000	114.699997			
10	12.600000	0.400000	94.599998			
11	10.000000	2.000000	113.699997			
12	12.600000	2.000000	91.000000			
13	16.000000	2.000000	62.299999			
14	20.000000	2.000000	40.400002			
15	25.000000	2.000000	23.100000			
16	32.000000	2.000000	11.600000			
17	40.000000	2.000000	6.700000			
18	50.000000	2.000000	4.400000			

**Tabla 7.1 Ejemplo de fichero tipo Lx data.DAT, con indicación (en gris) de las lecturas de empalme y eliminadas (en rojo).**

Los ficheros modificados se denominan **Lx data corr.DAT** y están en código ascii (Tabla 7.2).

DATASET:	Lerma	L1	NORTH:	4658687	EAST:	655703	ELEVATION:	366
NUMBER	AB/2	MN	RESISTIVITY					
1	1,6	0,4	126,3					
2	2	0,4	129,9					
3	2,5	0,4	144,6					
4	3,2	0,4	150,6					
5	4	0,4	156,3					
6	5	0,4	157,8					
7	6,3	0,4	153					
8	8	0,4	138,3					
9	10	0,4	114,7					
11	10	2	113,7					
12	12,6	2	91					
13	16	2	62,3					
14	20	2	40,4					
15	25	2	23,1					
16	32	2	11,6					
17	40	2	6,7					
18	50	2	4,4					

**Tabla 7.2 Ejemplo de fichero tipo Lx data corr.DAT**

Estos ficheros corregidos han sido los utilizados para la inversión, efectuándose automáticamente el empalme por desplazamiento de valores al primer segmento (aumentando 1 Ohm.m a los valores 12 a 18 en el caso del ejemplo de la Tabla 7.2).

Para la interpretación de los SEV se han formado ocho perfiles longitudinales: orientados con la máxima dimensión de las zonas de Cuaternario investigadas (Figura 7.3). En cada perfil se ha comenzado por interpretar el SEV más próximo a uno paramétrico. En cada SEV se ha utilizado como modelo geoelectrico inicial el del SEV más próximo anteriormente interpretado, aceptando modificaciones hasta conseguir un error mínimo entre la curva teórica del modelo y los valores medidos, siempre que la solución sea compatible con el significado geológico del corte interpretado. Este error se especifica en un tanto por ciento. El resultado gráfico se encuentra en los ficheros tipo **Lx.WMF** (Figura 7.1).

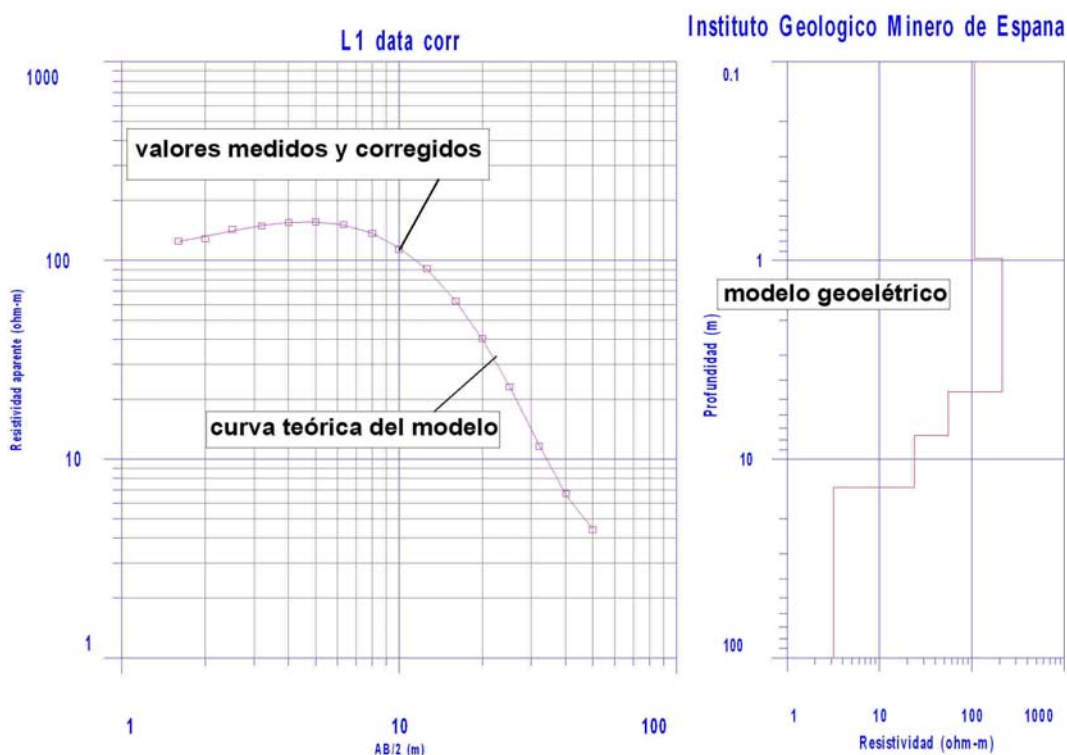


Fig. 7.1 Resultado gráfico de la interpretación de un SEV

El modelo final se recoge en los ficheros tipo **Lx model. MDL**, en código acii (Tabla 7.3), en el que se indica en color azul la profundidad de las arcillas y su resistividad:

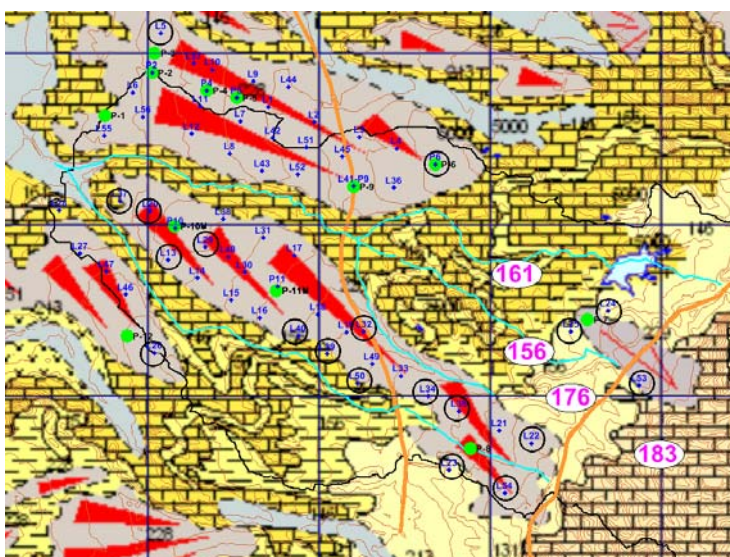
DATASET:	Lerma	L1	NORTH:	4658687	EAST:	655703	ELEVATION:	366
LAYER	RESISTIVITY	THICKNESS	DEPTH	ELEVATION				
1	106,5	0,9	0,9	-0,9	Glacis			
2	198,7	4	4,9	-4,9	Glacis			
3	55,4	3,7	8,6	-8,6	Saturado			
4	11,7	7,8	16,4	-16,4	Arcillas 1			
5	3,3				Arcillas 2			

Tabla 7.3 Ejemplo de fichero tipo **Lx model. MDL**, con indicación añadida en este ejemplo del tipo de materiales asignados a cada capa.

En la inversión de los datos de campo se ha tenido permanentemente en cuenta el significado litológico de las resistividades en el contexto de esta investigación, de tal forma que se han utilizado como factores limitativos de las posibles soluciones estrictamente geofísicas. De acuerdo con los modelos deducidos de los SEV paramétricos (capítulo 6.3), y de la resistividad obtenida para el basamento impermeable (capítulo 5), la interpretación se adapta en general para el conjunto de todos los SEV a un modelo de cinco capas, siendo las cuatro últimas de resistividad decreciente, atribuibles a:

- 1/ Suelo de glacis seco, con valores en general de 40-100 Ohm.m (media 80 Ohm.m), con potencia del orden de 1 m.
- 2/ Glacis seco, de 100 a 400 Ohm.m (media 200 Ohm.m)
- 3/ Glacis saturado, con valores del orden de 25 a 100 Ohm.m (media de 40 Ohm.m)
- 4/ Primera capa de arcillas (arcillas 1), entre 4 y 12 Ohm.m
- 5/ Basamento más arcilloso (arcillas 2), con resistividad de 1 a 3 Ohm.m

Como ya se ha comentado anteriormente y se aprecia en la Figura 6.15, las curvas de campo obedecen en general a un modelo de 4 capas; la incorporación de la capa asignada a la presencia de glacis saturado no podría hacerse sin el conocimiento previo de su existencia. En casi todos los modelos interpretados esta capa es prescindible, obteniéndose modelos de cuatro capas con error de ajuste equivalente y sin prácticamente variación del resto de las resistividades, pero modificando la profundidad de la capa de arcillas 1, que se situaría más somera (como máximo a la profundidad del contacto anteriormente asignado al glacis saturado). La interpretación se ha hecho con el criterio de que existe la zona saturada, incluso para los SEV medidos en el mes de febrero de 2011, para los que se indica en las secciones geoelectricas la variación en caso de que no existiera entonces dicha saturación.



**Fig. 7.2 Localización de loa SEV para los que no resulta compatible introducir una capa adicional en el glacis.**

Sin embargo, para un 30 % de los SEV el introducir una capa intermedia en el resistivo no es compatible con la curva obtenida, dando lugar a errores de ajuste inaceptables, por lo que se ha

mantenido un modelo de cuatro capas, e incluso de tres (L35 y L40); estos SEV son los indicados en la Figura 7.2 y se localizan bien sobre el Mioceno o lugares muy afectados por el mismo, o agrupados en zonas concretas, lo que puede interpretarse como variaciones litológicas que justifican la inexistencia de esa capa.

Por otra parte, mientras que la profundidad asignada al techo de la primera capa de arcillas es aceptablemente fiable, reflejando sus variaciones la topografía del techo del Mioceno erosionado, su muro (profundidad del inicio de la capa de arcillas 2) es meramente indicador de que existe dicha capa, que además puede tratarse en realidad de diferentes capas, pero no tiene valor cuantitativo (se precisarían mediciones con AB mayor al utilizado y/o puntos de control donde poder ajustar dicha profundidad). Esto explica que se presente en las secciones como un nivel de cota variable, cuando geológicamente debería ser más horizontal.

El resultado total del proceso queda recogido en los ficheros tipo **Lx data corr.IXR**, a los que solamente se puede acceder a través de la aplicación IX1D. Todos los ficheros están archivados en el ANEXO DIGITAL.

En el ANEXO A se incluyen los detalles del proceso y los modelos interpretados de cada SEV, dándose en la Tabla 7.4 el resumen de los valores suprimidos del fichero de campo **Lx data.DAT**, error de la inversión y profundidad de las arcillas.

SEV	día	emp supr	Otro supr	error	nf	glacis	prof arcilla
L1	27-oct	0,4--12,6		1,8			8,6
L2	27-oct	2-12,6		1,4			9,3
L3	27-oct	2--10	2--50	1,43			11
L4	27-oct	2--10	2--63	0,9			5,2
L5	28-oct	2--10		1,77			1,8
L6	28-oct	2--10		1,17			4,5
L7	28-oct	2--10	2--63	1,34			7,6
L8	28-oct	2--10		1,87			6
L9	29-oct	2--10		3,45			8
L10	29-oct	2--10		2,37			4,4
L11	29-oct	2--10		4,88			5,6
L12	29-oct	2--10		1,92			5,1
L13	02-nov	2--10		1,75			2,9
L14	02-nov	2--10		1,23			5,1
L15	02-nov	2--10		1,78			5,3
L16	02-nov	2--10	0,4-1,6	1,71			6,6
L17	03-nov	2--10		1,7			7,1
L18	03-nov	2--10		1,68			7,8
L19	03-nov	2--10	0,4-1,6	0,96			8,9
L20	04-nov	2--10		1,82			4,8
L21	04-nov	2--10	0,4-12	1,23			3,4
L22	04-nov	2--10		1,34			1,5
L23	04-nov	2--10		1,88		Mioceno	0,5
L24	05-nov	2--10	2--32	1,58		Mioceno	0,9
L25	05-nov	2--10		1,61		Mioceno	3,4
L26	05-nov	2--10		2,56			3,1
L27	05-nov	2--10		1,56			4,2
L28	05-nov	2--10		2,3		Mioceno	2,8
L29	23-nov	2--10		1,05			7
L30	23-nov	2--10		1,76			7,7
L31	23-nov	2--10		2,36			6,6
L32	24-nov	2--10		1,7			5,7
L33	24-nov	2--10		0,9			1,6
L34	24-nov	2--10		0,9			3,1
L35	24-nov	2--10		2,6			3,8
L36	24-nov	2--10		1,12			5,4
L37	25-nov	2--10		1,22		Mioceno	2,9
L38	25-nov	2--10		2,31			5,6
L39	25-nov	2--10		3,21		Mioceno	3,8
L40	25-nov	2--10	2-100	5,1		Mioceno	3,2
L41-P9	22-feb	2--10		1,7	5,5	5,5	5,5
L42	23-feb	2--10		1,84			6,8
L43	23-feb	2--10		1,09			6
L44	23-feb	2--10		1,81			11,8
L45	23-feb	2--10		1,17			6,1
L46	23-feb	2--10		1,75			6,4
L47	23-feb	2--10	2--50	1			5,7
L48	24-feb	2--10		1,24			8
L49	24-feb	2--10		1,36			7,1
L50	24-feb	2--10		1,59			4,1
L51	24-feb	0,4-12,6		1,45			7,9
L52	24-feb	2--10		1,85			5,5
L53	25-feb	2--10		2,36			5,8
L54	25-feb	2--10		1,18			3,2
L55	25-feb	2--10	0,4-1,6	1,32			4,1
L56	25-feb	2--10		2,82			5,3
L57	25-feb	2--10		1,13			4,8
P2	26-oct	2--12,6	2--50	2,28	1,78	2,9	2,9
P4	26-oct	2--10	2-50 8-80	3,66	3,42	7,3	7,3
P5	27-oct	0,4-12,6	2--63	2,72	3,9	7,79	7,8
P6	28-oct	2--10		2,03	2,18	2,6	2,6
P10	23-nov	2--10		1,71	3,88	4,9	5
P11	03-nov	2--10		4,75	4,05	6,9	6,9

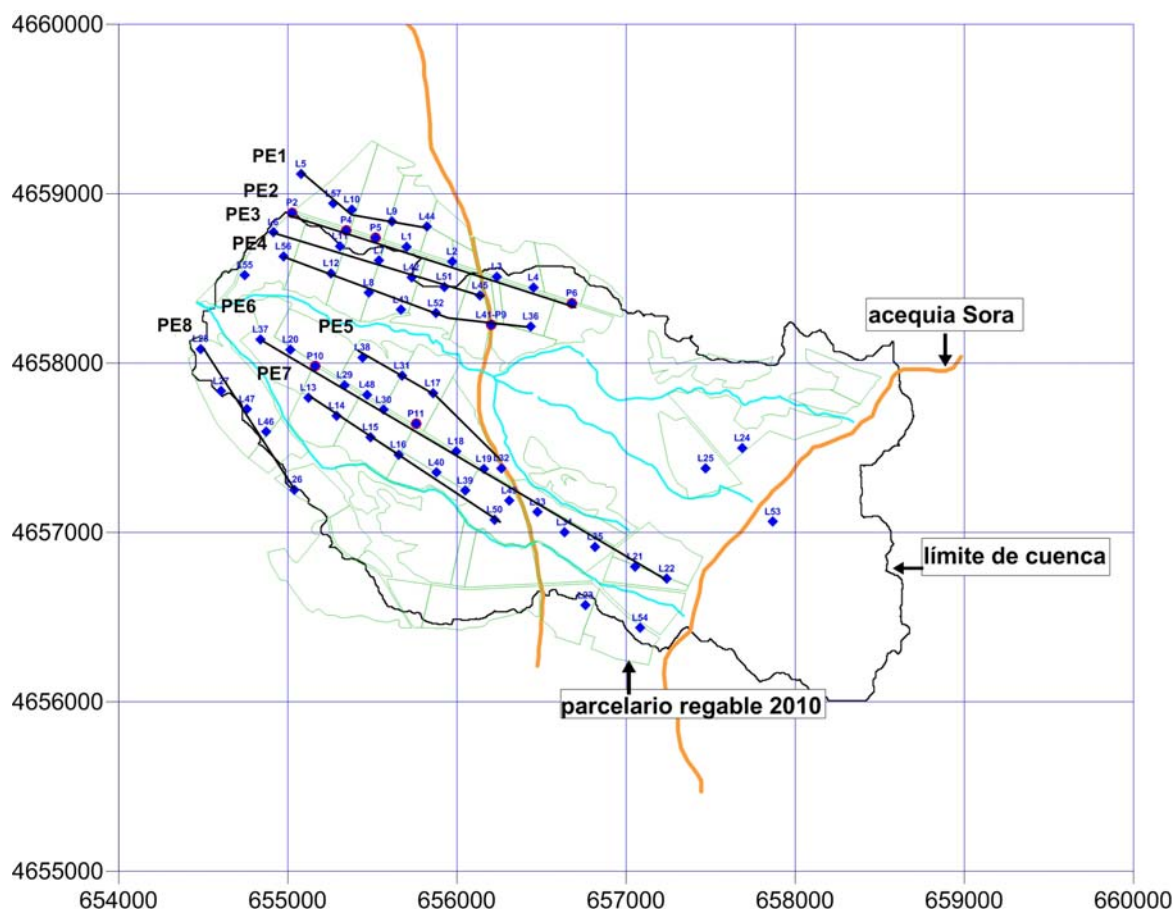
Tabla 7.4 Resumen del proceso de inversión.



Página dejada intencionadamente en blanco

## 7.2. Secciones geoelectricas

La interpretación se ha efectuado con los criterios mencionados siguiendo los perfiles definidos en la Figura 7.3, para los que se van a presentar los resultados en forma de secciones geoelectricas.



**Fig. 7.3 Agrupación de SEV en perfiles para el proceso de su interpretación y formación de secciones geoelectricas.**

Para su trazado gráfico se ha tomado como origen de cada sección el SEV situado más hacia el NO. A partir de los ficheros **Lx model. MDL** y de las coordenadas y cotas medidas, se han calculado las distancias, profundidades y cotas de cada contacto de resistividad. En el ANEXO A.4 se incluyen los ficheros **PerfilX.xls** que contienen estos datos y cálculos. Las secciones se presentan con la misma escala horizontal (distancias) para todas (excepto el Perfil 6) y en dos escalas verticales:

- en cotas, diferenciando la potencia del glacis (profundidad de la capa de arcillas1) y de la última capa detectada del basamento (arcillas2), con exageración vertical de 4.
- en profundidad, donde se diferencia el nivel posiblemente debido al glacis saturado y la profundidad de las arcillas (arcillas1), con exageración vertical de 67. En el nivel saturado debe tenerse en cuenta que no todos los SEV fueron medidos en la misma época, indicándose con línea discontinua la interpretación en caso de no considerar la existencia de saturación.

## PERFIL 1

En la Figura 7.4 se puede ver su posición en detalle. Aunque todos los SEV están realizados sobre materiales del Cuaternario, han quedado fuera de la nueva delimitación de la cuenca utilizando el modelo del terreno en malla de 5x5 m.

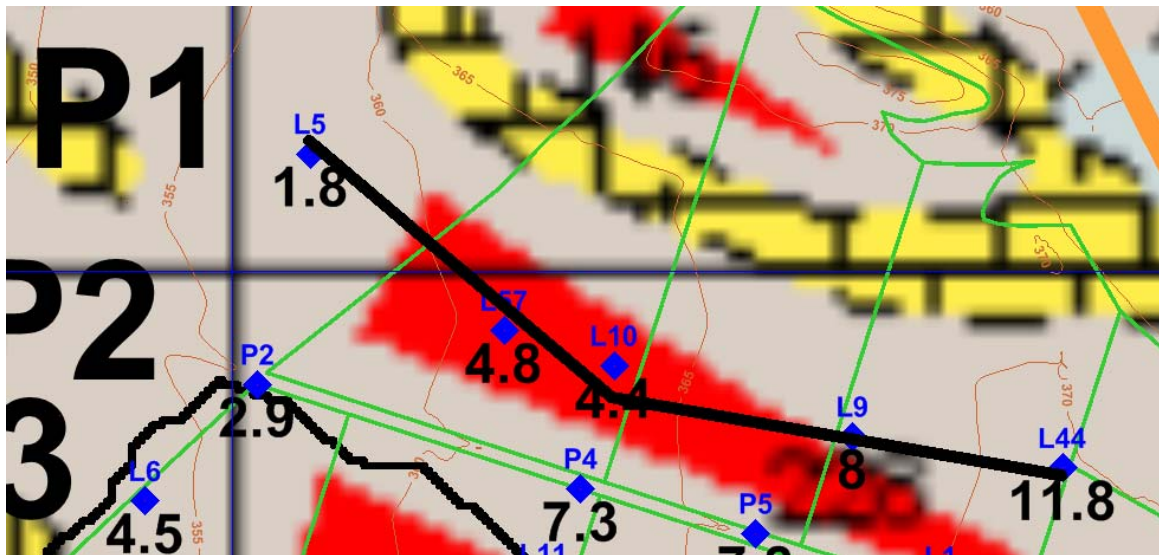


Fig. 7.4 Detalle de situación del Perfil 1. Bajo cada SEV (rombo azul) se indica la potencia del glacis en metros según la interpretación realizada (en negro). Curvas de cotas del MDT cada 5 m.

En la Figura 7.5 se recogen las curvas de campo de los SEV que forman el Perfil 1. En ellas se aprecia un hundimiento progresivo de la capa conductora hacia el SE.

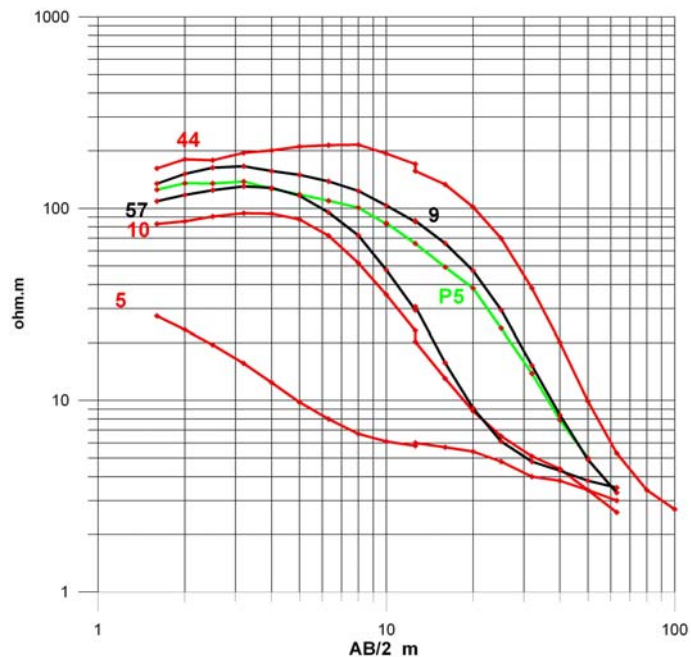
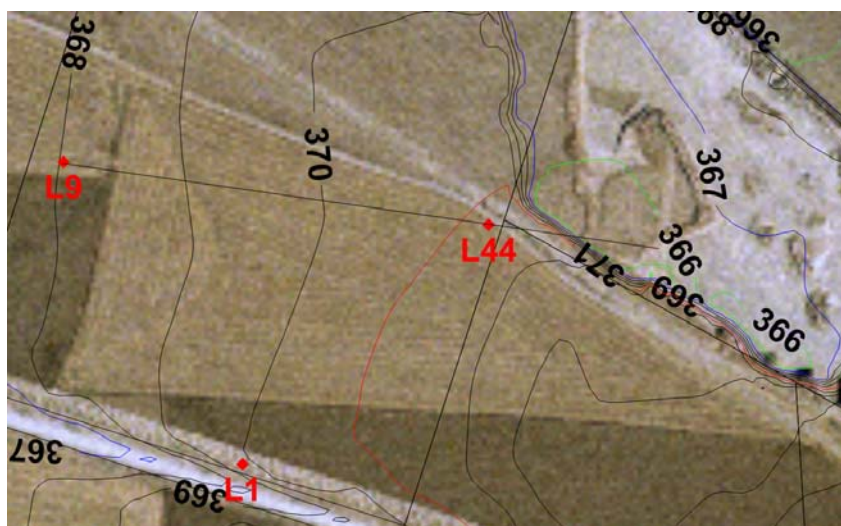


Fig. 7.5 Curvas AB/2-resistividad aparente de los SEV que forman el Perfil 1 (archivos Lx data.DAT).

En el ANEXO A.4 se reúnen los modelos numéricos resultado de la interpretación, cuya sección geoelectrica se representa en la Figura 7.6. En el seguimiento del nivel asignado a la zona saturada hay que tener en cuenta que los SEV L44 y L57 fueron medidos en febrero de 2011, y el resto en octubre de 2010; si se suprime esta capa la profundidad de las arcillas se sitúa a 9.5 m y 2.5 m respectivamente.

Para el SEV L9 se ha adoptado el modelo inicial del piezómetro P5 (posición en Figura 7.4), obteniéndose, al igual que en el SEV paramétrico una resistividad para la capa de arcillas de 40 Ohm.m, algo superior al resto de los SEV. Se puede ajustar un modelo con error inferior para conseguir una resistividad del orden de 10 Ohm.m para las arcillas, pero da lugar a una capa saturada de más de 8 metros, lo que no parece realista.

A unos 25 m del SEV L44 hay un talud o barranco (Figura 7.7) en el que no se observan afloramientos de agua; según la interpretación efectuada, esto se explica por estar el nivel freático por debajo de la cota inferior del talud.



**Fig. 7.7** Posición de los SEV L9 y L44 en el MDT con curvas de nivel cada 1 m.

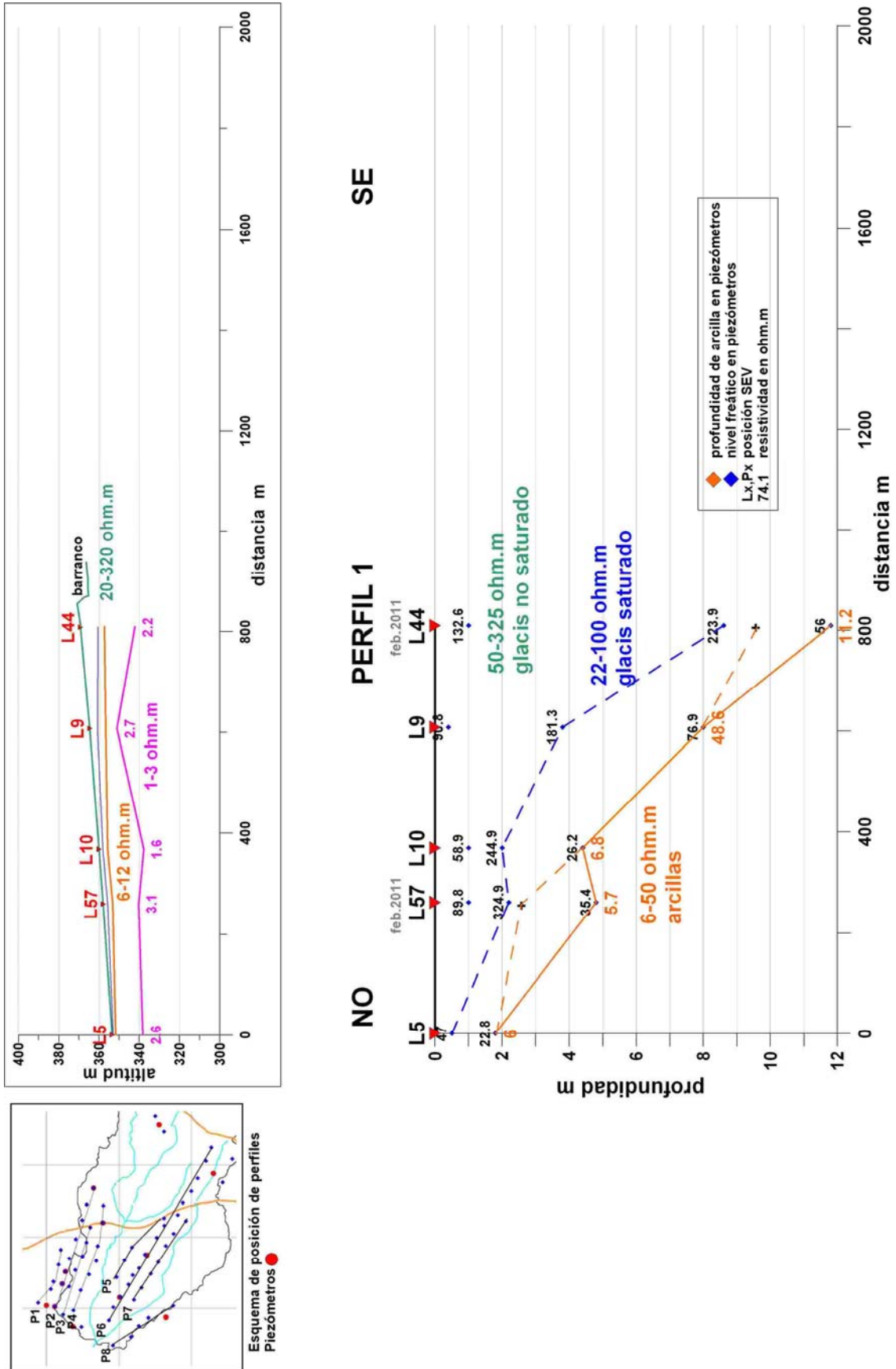
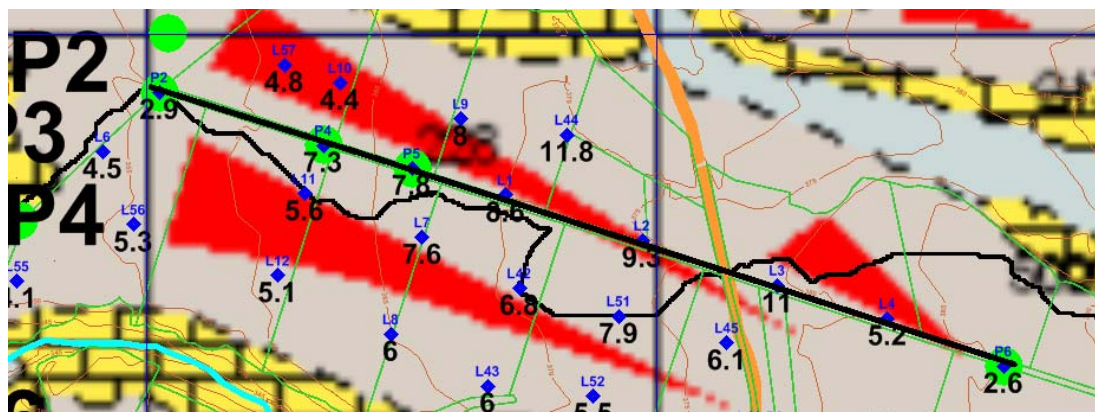


Fig. 7.6 Interpretación de la sección geoelectrica del Perfil 1. La línea naranja discontinua indica la profundidad del glacis en caso de no incorporar una capa saturada para los SEV medidos en febrero.

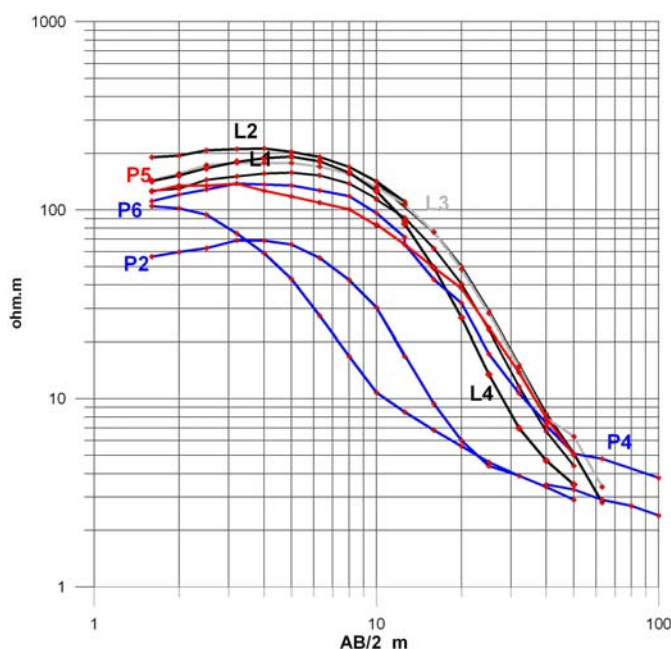
## PERFIL 2

El Perfil 2 se ha formado con los SEV efectuados a lo largo del camino principal (Figura 7.8) de la zona de regadío, formando parte de él los SEV realizados junto a los piezómetros P2, P4, P5 y P6, por lo que el control de la interpretación geoelectrónica es muy completo.



**Fig. 7.8** Detalle de situación del Perfil 2. Bajo cada SEV (rombo azul) se indica la potencia del glacis en metros según la interpretación realizada (en negro). Curvas de altimetría del MDT cada 5 m. Piezómetros indicados con círculo verde.

En la Figura 7.9 se recogen las curvas de campo de los SEV que forman el Perfil 2. En ellas se aprecia que la menor potencia de glacis se presenta en los SEV extremos (P2 y P6), siendo el resto de las curvas muy homogéneas. Todos los SEV están medidos en la misma época (octubre 2010).



**Fig. 7.9** Curvas AB/2-resistividad aparente de los SEV que forman el Perfil 2 (archivos Lx data.DAT), entre los que se encuentran los SEV paramétricos P2, P4, P5 y P6.

La sección geoelectrónica correspondiente se representa en la Figura 7.10. La resistividad de 41 Ohm.m para las arcillas en el SEV P5 puede ser consecuencia de la menor longitud del dispositivo empleado.

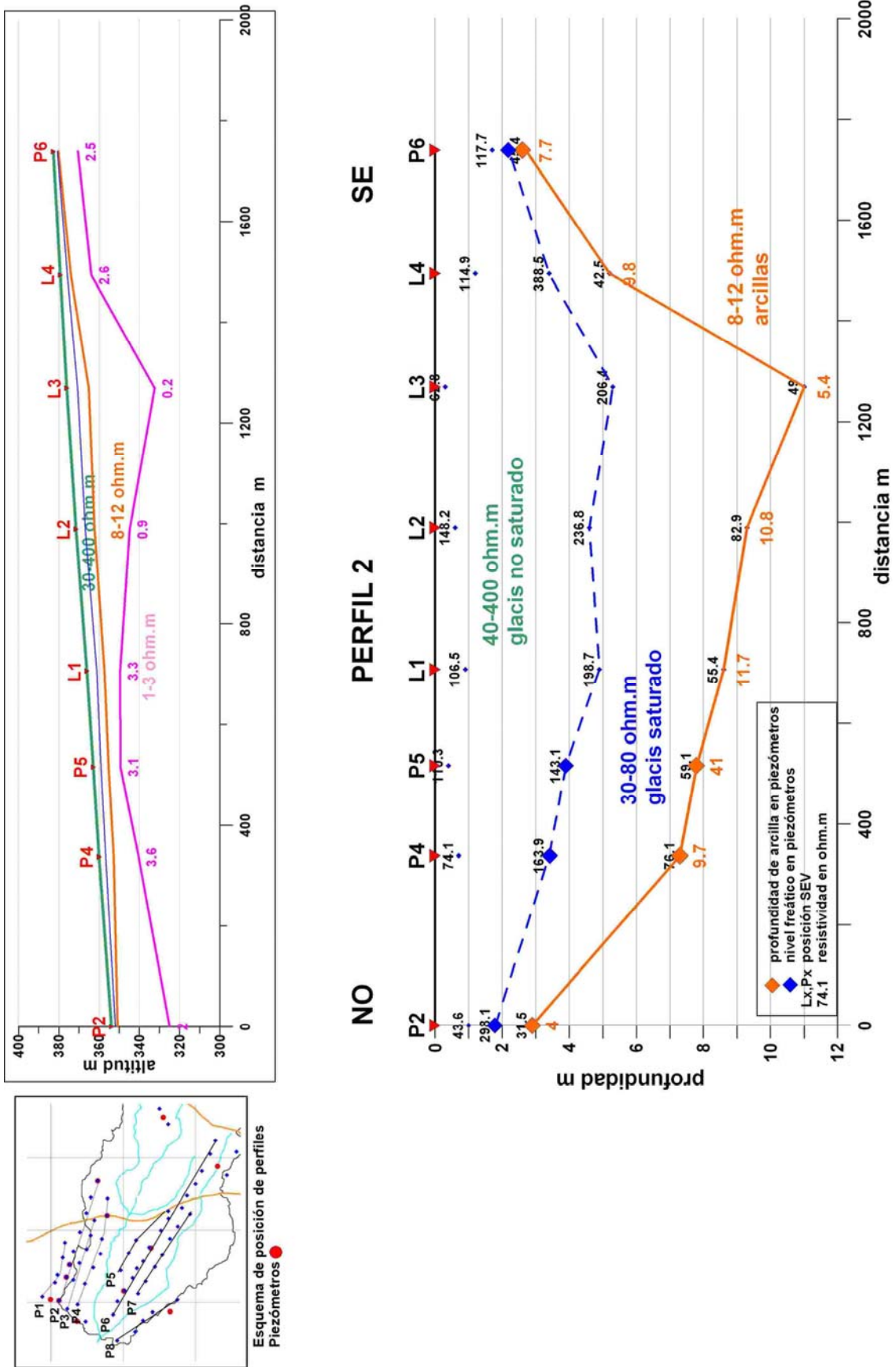


Fig. 7.10 Interpretación de la sección geoelectrica del Perfil 2.

### PERFIL 3

Transcurre paralelo al sur del Perfil 2 (Figura 7.11). Las curvas de campo que forman este perfil (Figura 7.12) indican una situación bastante homogénea, con menor potencia de glacis en el L6, y mayor en el L42, L51 y L45.

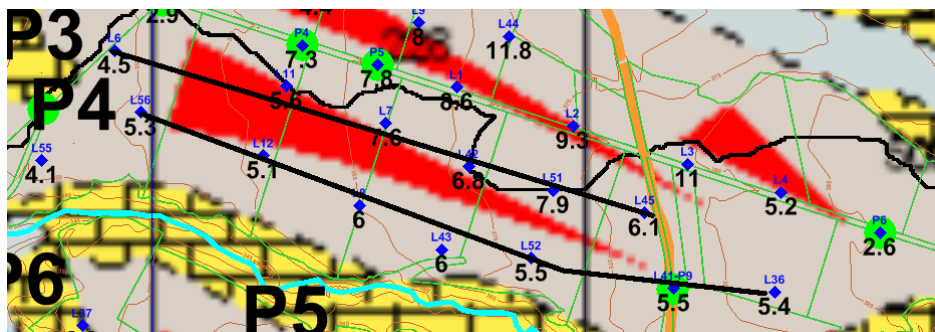


Fig. 7.11 Detalle de situación del Perfil 3. Bajo cada SEV (rombo azul) se indica la potencia del glacis en metros según la interpretación realizada (en negro). MDT cada 5 m. Piezómetros indicados con círculo verde.

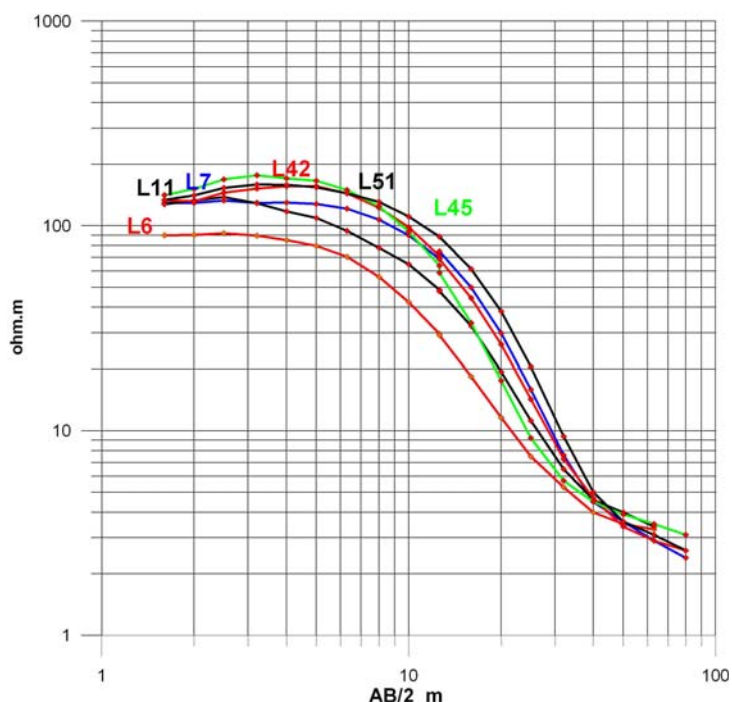


Fig. 7.12 Curvas AB/2-resistividad aparente de los SEV que forman el Perfil 3 (ficheros Lx data.DAT).

La sección geoelectrónica correspondiente se representa en la Figura 7.13. Los SEV L6, L11 y L7 fueron medidos en octubre de 2010, perteneciendo a febrero de 2011 los L42, L51 y L45, para los que se presenta el modelo manteniendo una capa saturada y la variación suprimiendo dicha capa, lo que eleva la profundidad de las arcillas a 5.1 m, 6.9 m y 4.6 m respectivamente, como se comentó anteriormente. El SEV L11 se ha interpretado con el modelo inicial del L6; se puede encontrar un modelo con menor error de ajuste, pero incrementando la potencia de la zona saturada a 5 m y bajando el contacto de las arcillas a más de 7 m, lo que tiene peor viabilidad geológica.



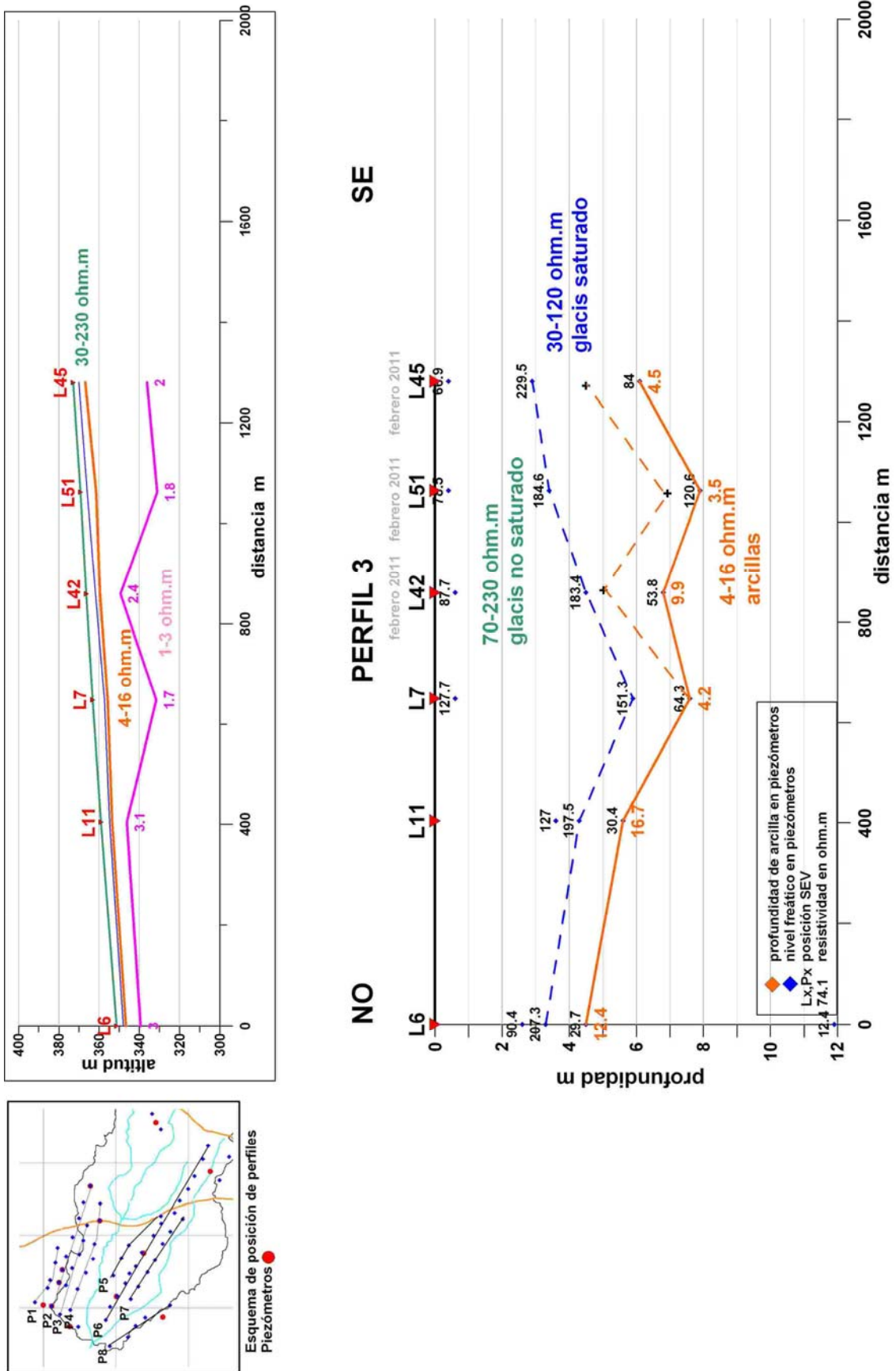
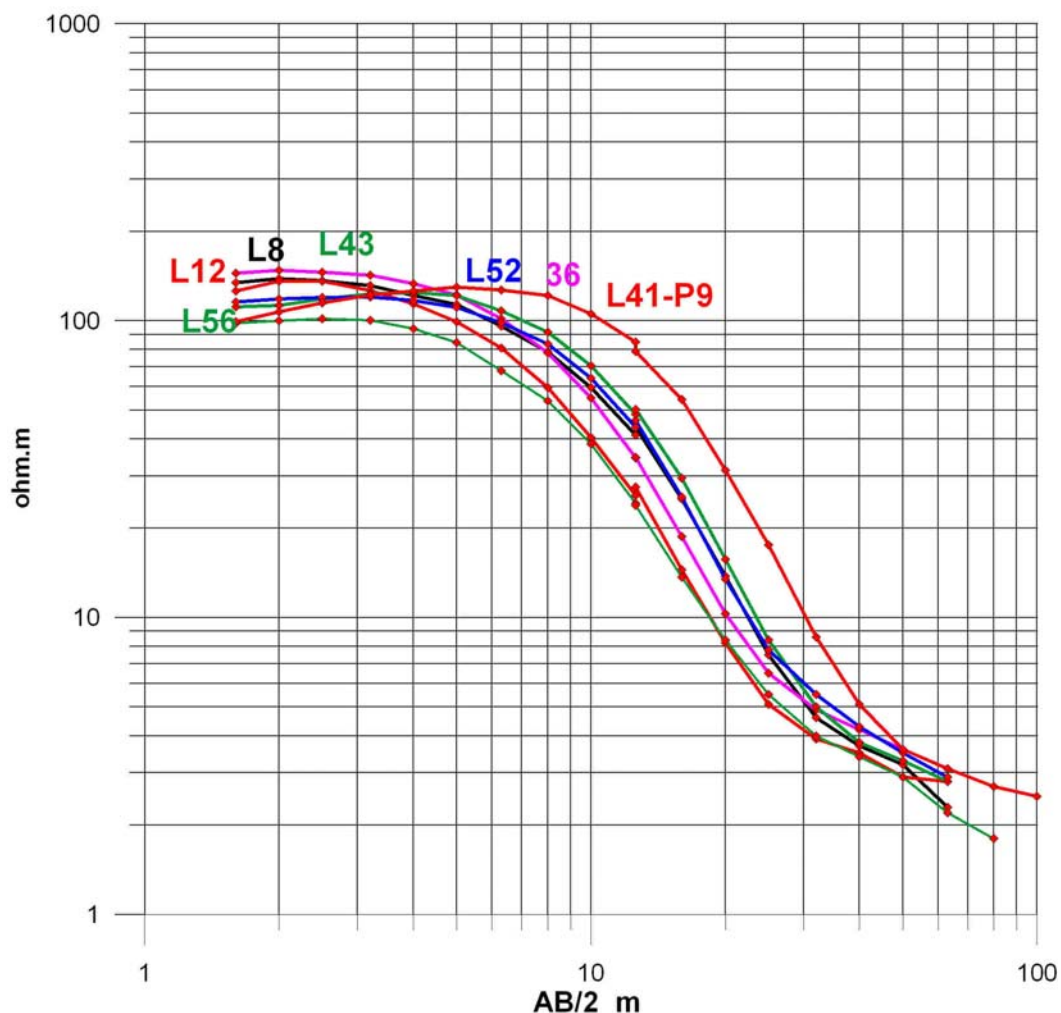


Fig. 7.13 Interpretación de la sección geoelectrica del Perfil 3. La línea naranja discontinua indica la profundidad del glacis en caso de no incorporar una capa saturada para los SEV medidos en febrero.

### PERFIL 4

Transcurre paralelo al sur del Perfil 2 y Perfil 3 (Figura 7.11), incluyendo al piezómetro P9 (SEV L41). En la Figura 7.14 se recogen las curvas de campo de los SEV que forman este perfil, mostrando una situación geoelectrica bastante homogénea, en la que sólo destaca el L41-P9, para el que no parece existir una variación en la resistividad del glacis.



**Fig. 7.14** Curvas AB/2-resistividad aparente de los SEV que forman el Perfil 4 (ficheros Lx data.DAT). Contiene al SEV paramétrico L41, junto al piezómetro P9.

La sección geoelectrica correspondiente se representa en la Figura 7.15. Los SEV L56, L43, L52 y L41 fueron medidos en febrero de 2011 (el resto en octubre de 2010), lo que puede ser la razón de que en ellos el nivel asignado al glacis saturado se sitúe a mayor profundidad. En el L41 (junto al piezómetro P9) no había agua en la fecha de medición; si se suprime la capa de resistividad asignada al glacis saturado en los L56, L43 y L52, la potencia del glacis disminuye, pasando a 4.2 m, 4.8 m y 4.6 m respectivamente.

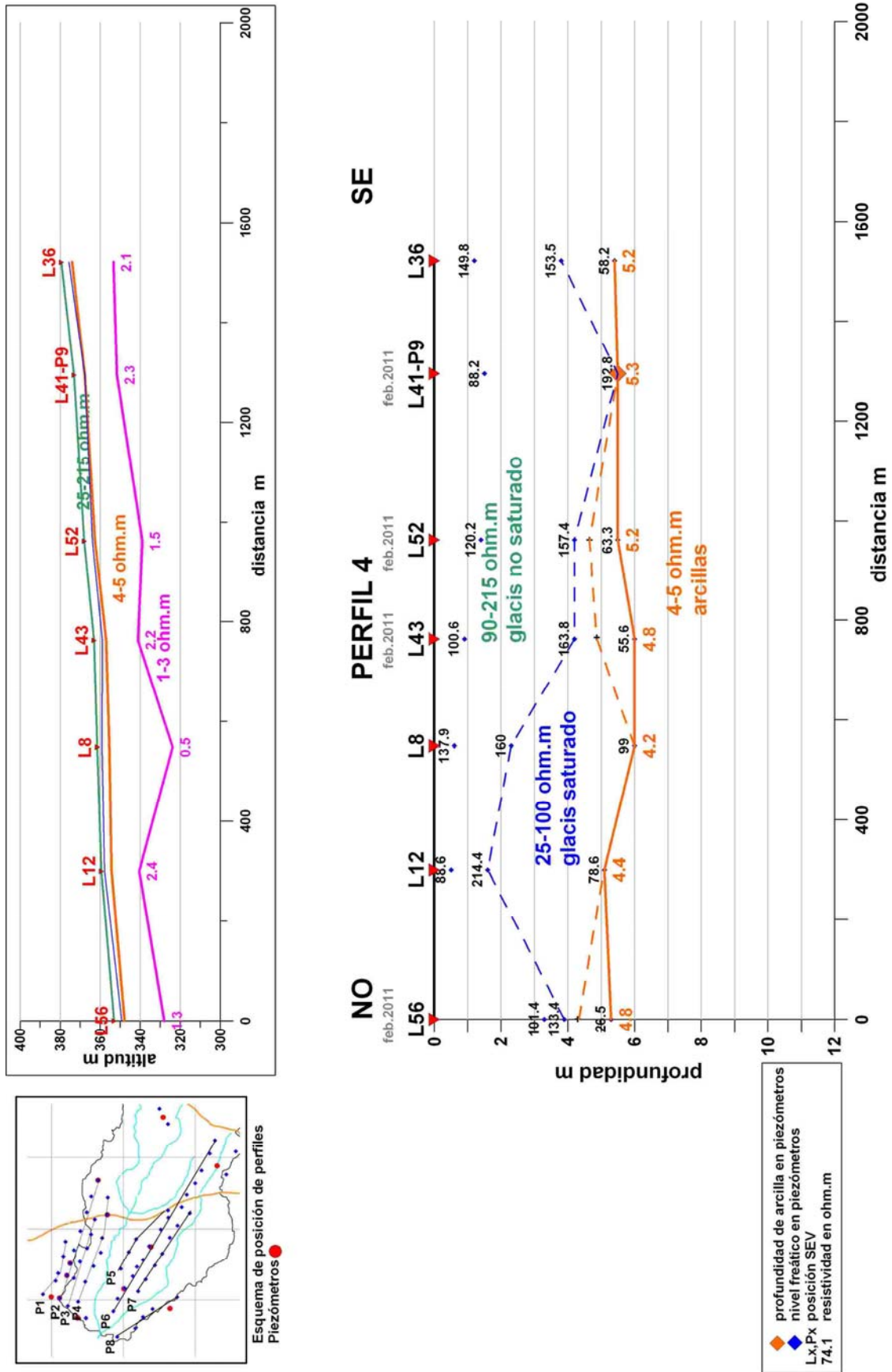
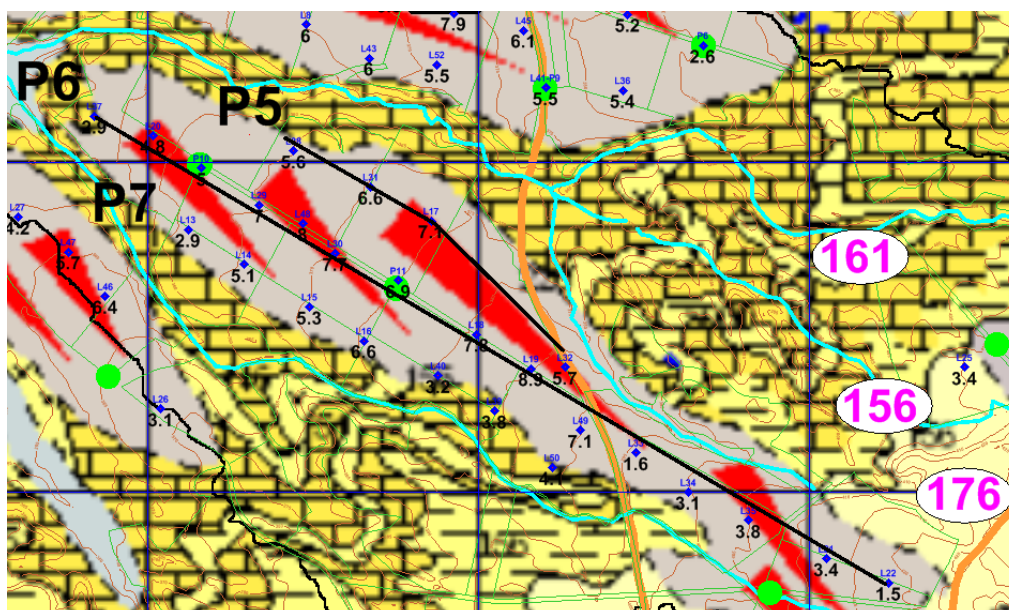


Fig. 7.15 Interpretación de la sección geoelectrica del Perfil 4. La línea naranja discontinua indica la profundidad del glacis en caso de no incorporar una capa saturada para los SEV medidos en febrero.

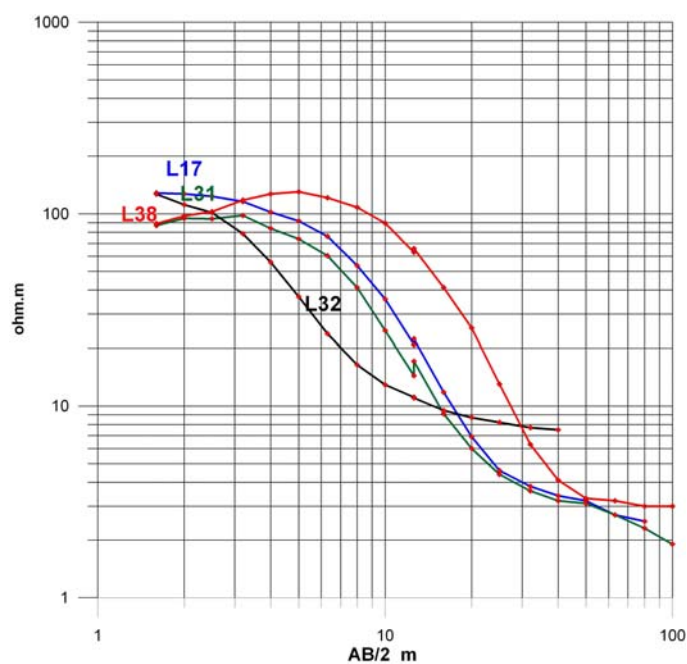
## PERFIL 5

Junto con los Perfiles 6 y 7, se sitúa en el afloramiento cuaternario comprendido entre los arroyos que descienden por esta ladera (Figura 7.16).



**Fig. 7.16** Situación de los perfiles de SEV 5, 6 y 7. Bajo cada SEV (rombo azul) se indica la potencia del glacis en metros según la interpretación realizada (en negro). Curvas de cotas del MDT cada 5 m. Piezómetros indicados con círculo verde.

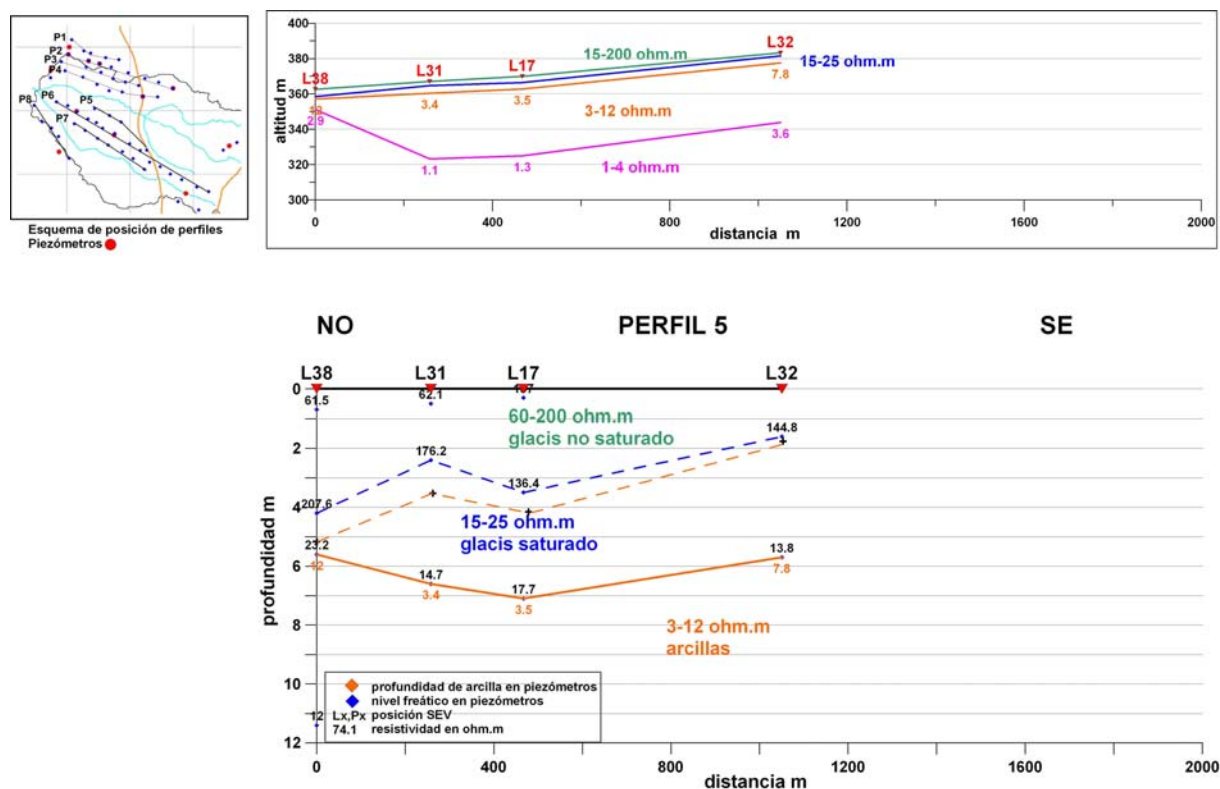
Las curvas de campo (Figura 7.17) indican que los materiales conductores se encuentran a menor profundidad en el L32, así como que en el L38 es donde mayor potencia tienen los materiales resistentes, mientras que en la situación es intermedia en los L31 y L17.



**Fig. 7.17** Curvas AB/2-resistividad aparente de los SEV que forman el Perfil 5 (ficheros Lx data.DAT).

Utilizando el modelo de 5 capas se obtiene un corte geoelectrico que puede interpretarse de dos formas:

1/ Tras una capa de 2-4 m de potencia con valores de 60-200 Ohm.m, que puede asignarse sin duda a materiales del Cuaternario, se encuentra una capa conductora (15-25 Ohm.m) con potencia del orden de los 4 m (1 m en el L38); bajo ella, y con más de 30 m de potencia (10 m en el L38) se sitúa una capa aún más conductora (3-12 Ohm.m), que reposa sobre la última detectada, de 1-4 Ohm.m. Siguiendo el criterio de los perfiles 1 a 4, la interpretación es la que se presenta en la Figura 7.18, asignando a glacis saturado la capa de 15-25 Ohm.m, previa a las arcillas de 3-12 Ohm.m.



**Fig. 7.18 Primera interpretación de la sección geoelectrica del perfil 5. La línea naranja discontinua indica la potencia del glacis si se suprime la capa asignada a la zona saturada.**

Esta resistividad del glacis saturado (valor medio de 18 Ohm.m) es inferior a la obtenida para la misma capa saturada en los perfiles 1 a 4, situados diferente cono de deyección, con valores medios de 50-70 Ohm.m, y donde está bien controlada por la presencia de piezómetros, sobre todo en el Perfil 2; solamente en la primera parte del Perfil 1 (SEV L5 a L10), y en los SEV P2, L6 y L56 se miden valores del orden de los 30 Ohm.m para el glacis saturado, situándose todos estos SEV agrupados (Figura 7.19) en una misma zona, lo que puede interpretarse como la existencia en esa área de materiales cuaternarios con mayor arcillosidad. Si se suprime esta capa del modelo, la potencia de glacis queda reducida a 5.2 m, 3.5 m, 4.2 m y 1.8 m en los SEV L38, L31, L17 y L32 respectivamente, pero con errores de ajuste bastante mayores (del orden del 5 %).

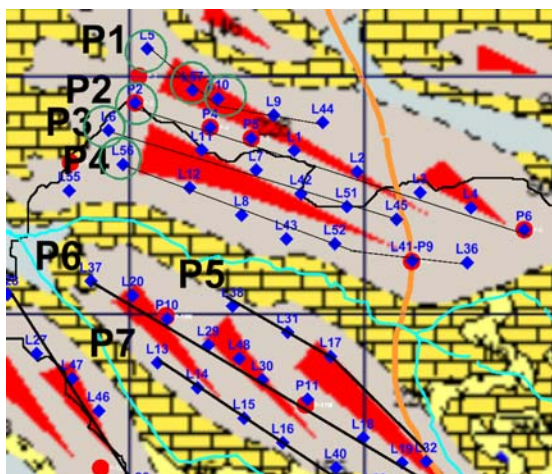


Fig. 7.19 Situación de los SEV de los perfiles 1 a 4 en los que la resistividad del glacis saturado sólo tiene 30 Ohm.m de resistividad, marcados con un círculo verde.

2/ Otra interpretación posible es asignar la capa de resistividad 15-25 Ohm.m al Mioceno. En este caso, las arcillas de 3-12 Ohm.m aparecen con mucha mayor potencia que en la zona de los perfiles 1 a 4, y no existiría glacis saturado (Figura 7.20) (lo que podría justificarse por drenaje al río, ocho metros más abajo). Sin embargo, esta interpretación supone la detección de al menos tres capas de Mioceno de 15-25, 3-12 y 1-4 Ohm.m, lo que no está justificado geológicamente, aunque se trate de una zona diferente a los Perfiles 1 a 4. La consideración de que, con el mismo esquema, estas arcillas de 15-25 Ohm.m fueran cuaternarias, no la ratifican los restantes perfiles de este sector.

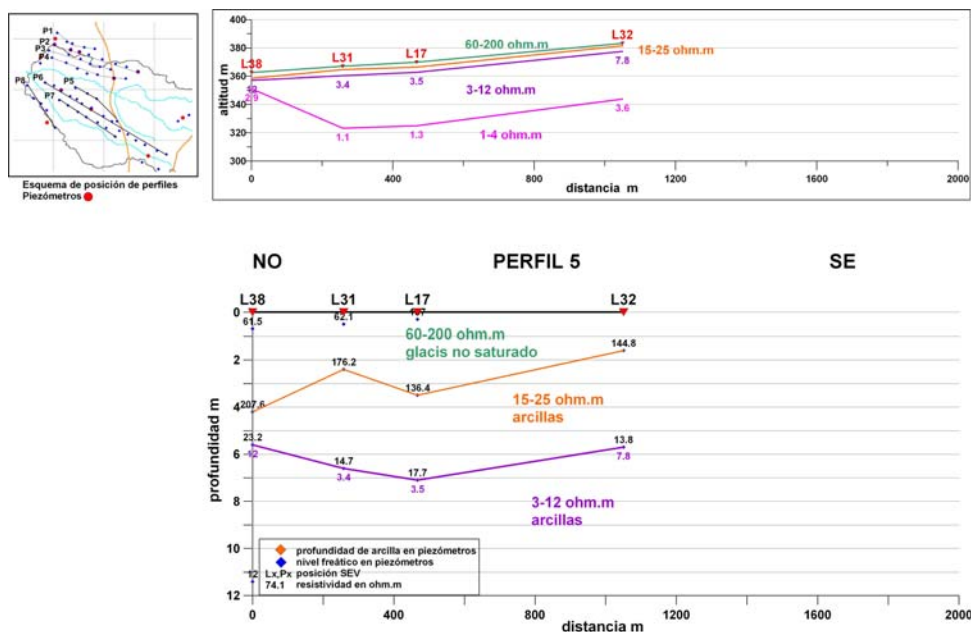


Fig. 7.20 Segunda interpretación de la sección geoelectrica del perfil 5. No existe zona saturada, perteneciendo la capa 15-25 Ohm.m al Mioceno, en el que se detectan hasta tres niveles diferentes.

En ausencia de posible control, la interpretación más aceptable, presentada en la Figura 7.21, en línea con las anteriores es la de asumir la existencia de una capa de glacis saturado y con mayor contenido en arcilla que en el afloramiento situado más al norte.

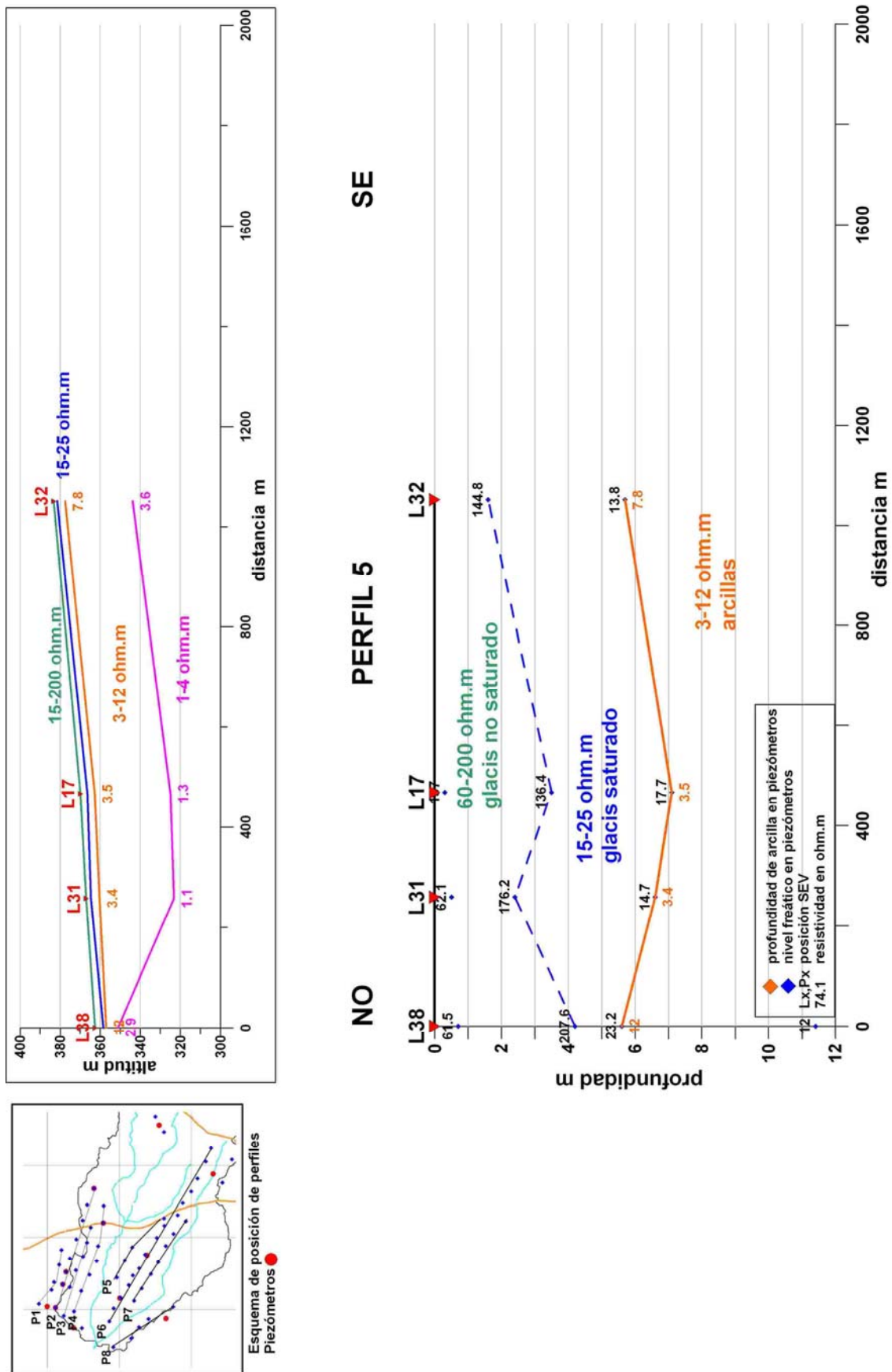
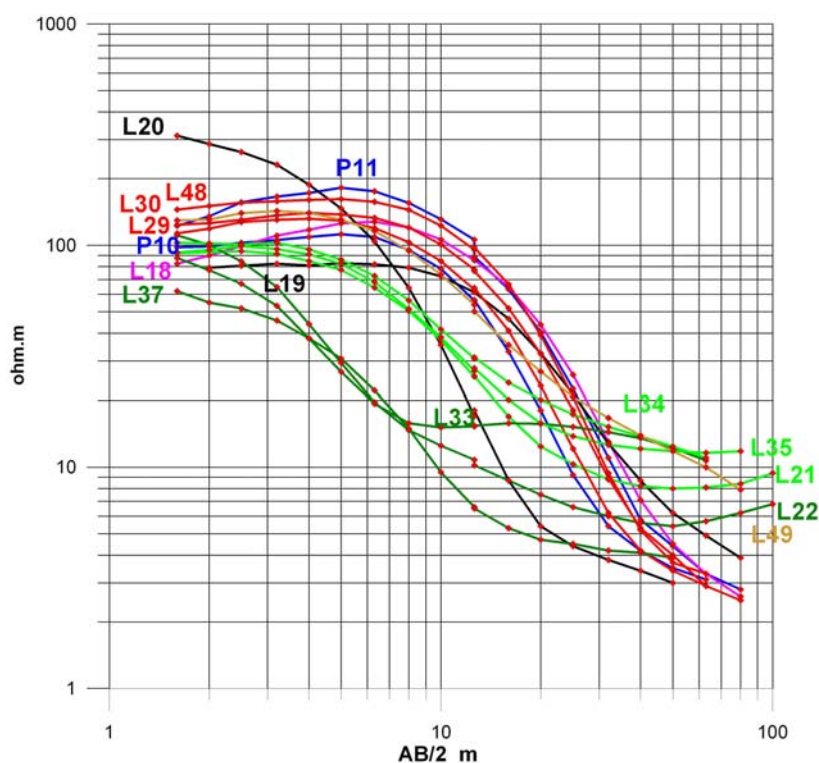


Fig. 7.21 Interpretación de la sección geoelectrica del Perfil 5.

## PERFIL 6

Su posición se indica en la Figura 7.16. Cuenta con el apoyo de los SEV paramétricos efectuados junto a los piezómetros P10 y P11. Es el corte de mayor longitud de los efectuados, con una diferencia de cotas entre sus extremos de unos 65 m. Los materiales del Cuaternario reposan sobre distintas facies del Mioceno, que van siendo más modernas según van ascendiendo las cotas hacia el Sur-Este. Las curvas de campo (Figura 7.22) reflejan claramente la existencia de situaciones geoelectricas distintas a lo largo del perfil: comienza en el NO con el L37, que se sitúa sobre materiales menos resistivos que pasan más conductores que pueden ser directamente del Mioceno, mientras que el siguiente SEV L20 se sitúa sobre terrenos muy resistivos del Cuaternario, pero de poca potencia, pasando enseguida a conductores. El segmento desde el P10 hasta el L19 es muy homogéneo, indicando el L49 una transición al segmento final formado por los L33, L34, L35, L21 y L22, donde la situación geoelectrica es netamente diferente, con menor profundidad de materiales resistivos, que pasan a terrenos conductores pero de mayor resistividad que en el resto del perfil.



**Fig. 7.22 Curvas AB/2-resistividad aparente de los SEV que forman el Perfil 6 (ficheros Lx data.DAT). Incluye los SEV paramétricos P10 y P11.**

El buen ajuste del modelo de cinco capas en los SEV paramétricos de este perfil ratifica la posible inclusión de dicha quinta capa en el corte, justificando además la interpretación final dada al Perfil 5. Para los SEV medidos en febrero (L48 y L49) la supresión de la zona saturada eleva la base del glacis a 6.7 m y 3.9 m respectivamente, con error de ajuste similar al de su inclusión. En la Figura 7.23 se presenta el corte geoelectrico interpretado, en el que bajo los SEV L33 a L22 se sitúa el Mioceno a menor profundidad, posiblemente debido a la presencia de las facies 156 y 176 (Figura 7.16).



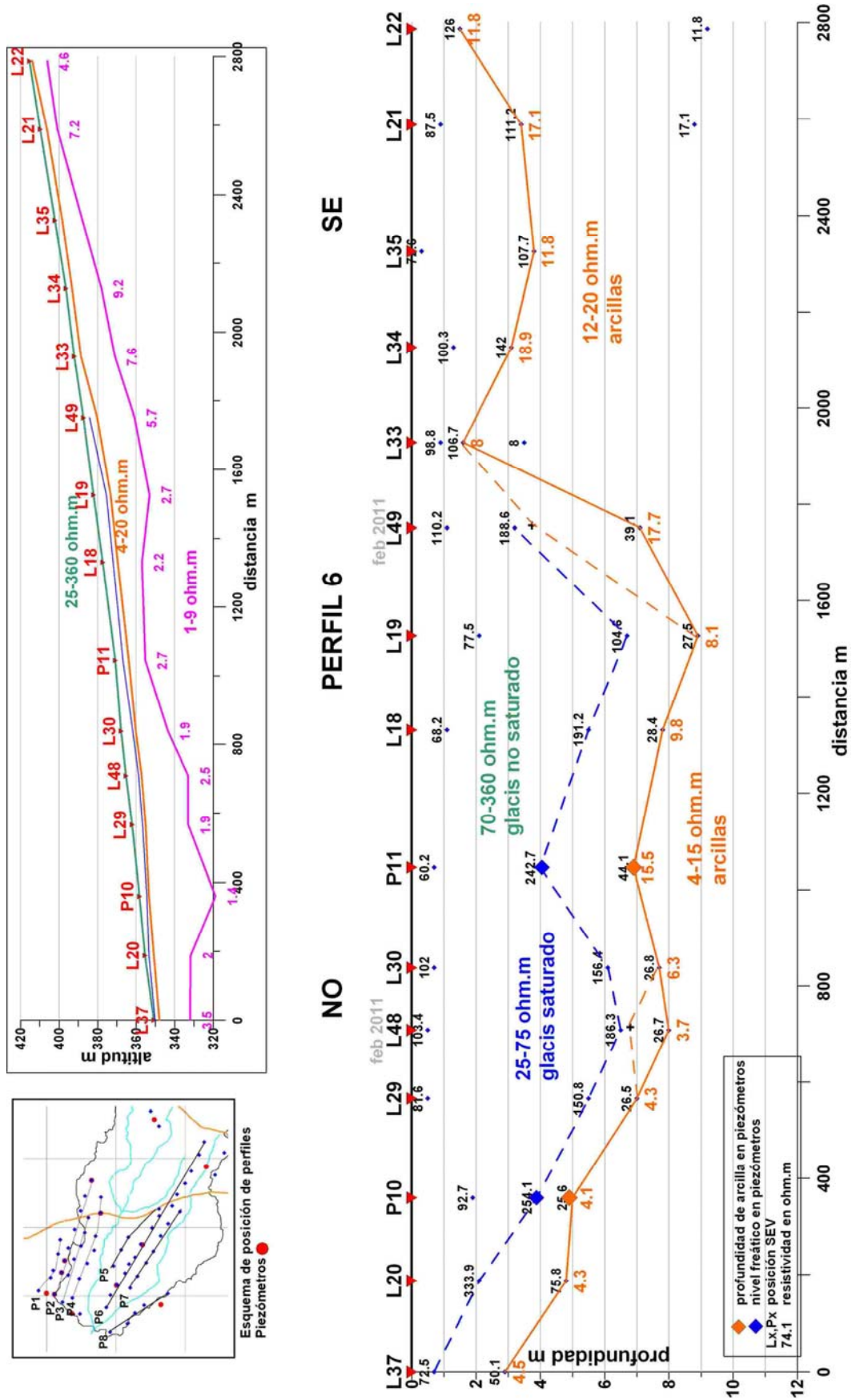
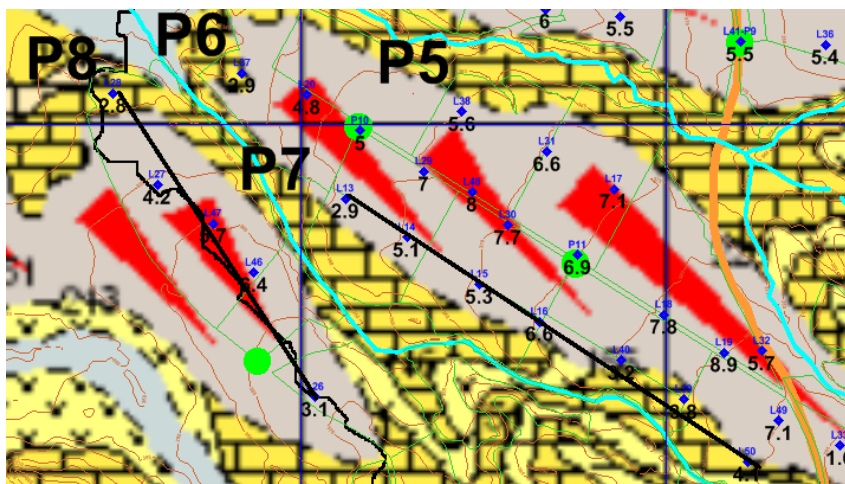


Fig. 7.23 Interpretación de la sección geoelectrica del perfil 6. La línea naranja discontinua indica la profundidad del glacis en caso de no incorporar una capa saturada para los SEV medidos en febrero.

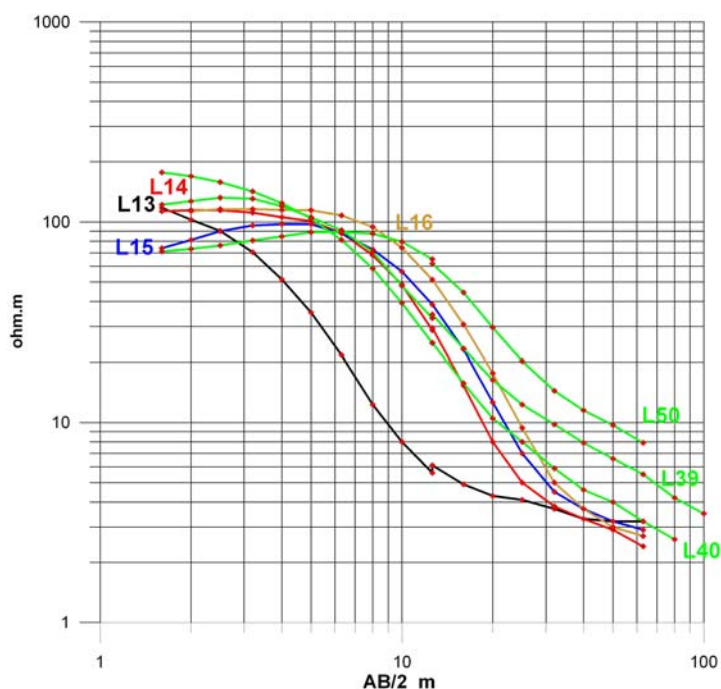
## PERFIL 7

El Perfil 7 es paralelo al sur del Perfil 6 (Figura 7.24), situándose todos SEV sobre Cuaternario que reposa sobre la misma facies del Mioceno excepto en el extremo final (SEV L40, L39 y L50) que pueden estar medidos prácticamente sobre las arcillas.



**Fig. 7.24** Situación de los perfiles 7 y 8. Bajo cada SEV (rombo azul) se indica la potencia del glacis en metros según la interpretación realizada (en negro). Curvas de nivel del MDT cada 5 m. Piezómetros indicados con círculo verde.

Las curvas de campo (Figura 7.25) indican para los SEV L40, L39 y L50 la misma situación que al final del Perfil 6, no siendo habiéndose descartado la incorporación de una zona saturada. La interpretación se muestra en la Figura 7.26.



**Fig. 7.25** Curvas AB/2-resistividad aparente de los SEV que forman el Perfil 7 (ficheros Lx data.DAT).

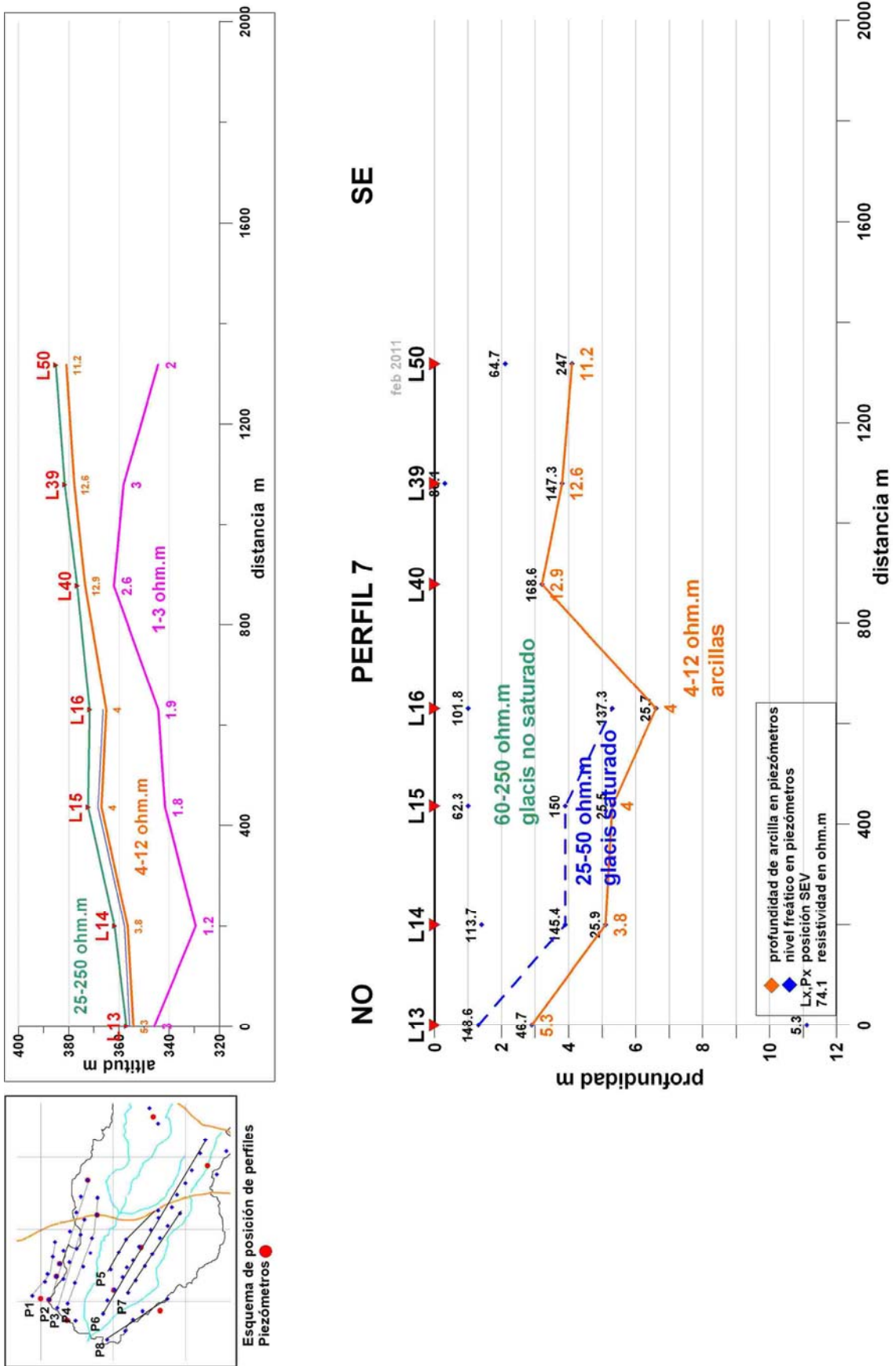
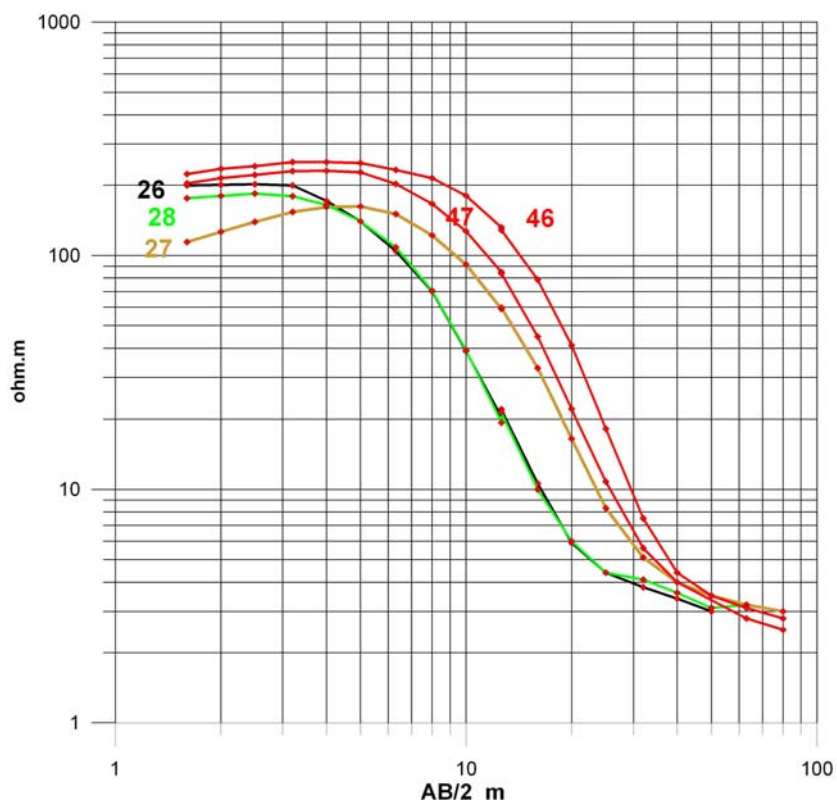


Fig. 7.26 Interpretación de la sección geoelectrica del perfil 7.

### PERFIL 8

Se sitúa en el afloramiento de Cuaternario más meridional de los investigados (Figura 7.24), de tal forma que queda prácticamente en el borde de la cuenca del Barranco de Lerma. Comienza en el L28, medido directamente sobre el Mioceno, aunque la resistividad superficial quedaría más justificada por la presencia de materiales del glacis. Las curvas de campo (Figura 7.27) indican que la situación geoelectrica del SEV L26, en el otro extremo del perfil, es idéntica a la del L28, ambos sin zona saturada.



**Fig. 7.27 Curvas AB/2-resistividad aparente de los SEV que forman el Perfil 8 (ficheros Lx data.DAT).**

El corte con los modelos interpretados se muestra en la Figura 7.28. La supresión de zona saturada en los SEV L47 y L46 medidos en febrero de 2011 supone elevar la base del glacis a 4.6 m y 5.3 m respectivamente, con error inferior al 2 %.

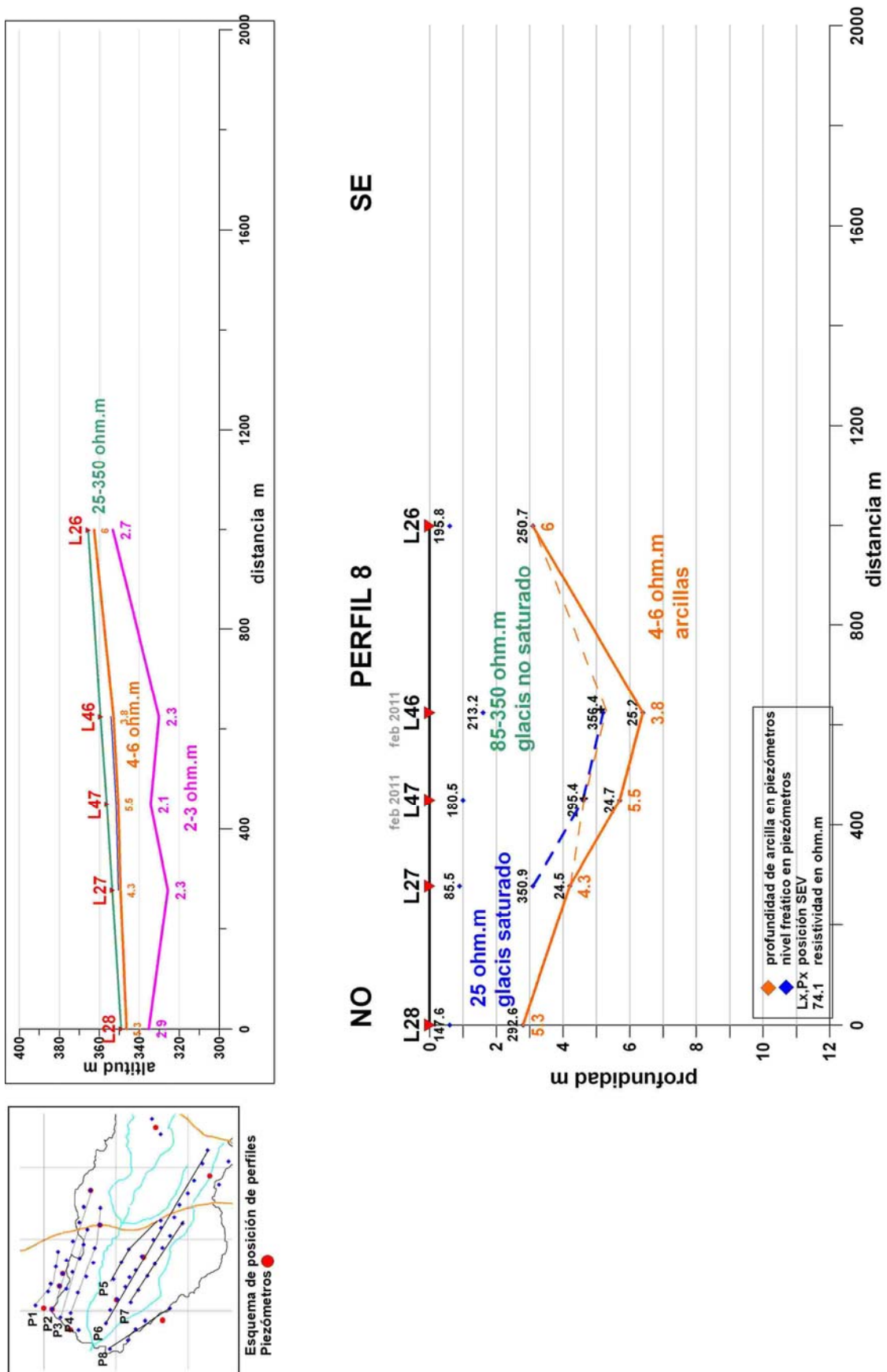


Fig. 7.28 Interpretación de la sección geoelectrica del perfil 8. La línea naranja discontinua indica la profundidad del glacis en caso de no incorporar una capa saturada para los SEV medidos en febrero.

## 8 Cortes interpretativos

Las secciones geoelectricas presentadas no proporcionan una imagen de la geometría del corte geológico del subsuelo, ni permiten una fácil comparación entre ellas, ya que por una parte las presentadas con escala vertical de profundidades se ven muy distorsionadas al no tener en cuenta el relieve del terreno, y las presentadas en cotas resultan con una inadecuada resolución al incluir todos los horizontes interpretados en los SEV, siendo la última capa del Mioceno irrelevante para el objetivo de esta investigación, excepto la información que proporciona de que aunque las primeras formaciones del Mioceno tuvieran alguna porosidad y permeabilidad hidráulica, existe a unos 20 m de profundidad materiales que, desde el punto de vista geofísico, son sin duda impermeables. Por otra parte, aunque las secciones presentadas no son documentos exclusivamente geofísicos, ya que se incorpora una interpretación en términos litológicos, no se ha tenido en cuenta la geología de superficie ni la información adicional proporcionada por los piezómetros en los que no se han hecho medidas de resistividad. Por estas razones, se ha procedido a una nueva presentación en forma de cortes tanto longitudinales como transversales a los afloramientos del Cuaternario, incluyendo la geología de superficie y suprimiendo la última capa detectada del Mioceno, a fin de poder utilizar una escala más adecuada, con exageración vertical de 13.

Para la preparación de estos cortes la cota de la superficie del terreno de la traza del perfil se ha tomado del MDT ED50 en malla de 5x5 m. La posición en la traza del perfil de los puntos de apoyo (SEV, piezómetros, contactos geológicos, carreteras, etc.) se ha digitalizado sobre pantalla, tratándose además de la proyección de la posición real en el caso de los SEV y piezómetros, siendo por lo tanto las coordenadas asignadas no forzosamente coincidentes con las medidas. La cota de los puntos de apoyo se ha tomado asimismo por interpolación a la correspondiente sobre el MDT del corte. Se advierte que sistemáticamente las cotas del MDT utilizado se sitúan de 2 a 4 m por encima de las medidas. Tanto en el caso de los piezómetros como en el de los SEV, la cota de la profundidad del glacis y nivel freático se ha tomado restando a la cota asignada del MDT la profundidad de dichos niveles. La base del glacis (principio de las arcillas del Mioceno) según la interpretación se indica en los cortes con línea de color naranja, mientras que el nivel freático (interpretado en el caso de los SEV, y medido en los piezómetros) se ha trazado con línea azul discontinua, indicando con la notación **feb** los SEV efectuados en febrero de 2011, cuando los niveles se encontraban más bajos que en octubre-noviembre de 2010 (fecha de medición del resto de la campaña). Por lo que respecta a la posición de los contactos geológicos, se han obtenido de la cartografía GEODE a escala 1/50.000, por lo que pueden tener bastante imprecisión a la escala de trabajo de esta investigación, no sólo desde el punto de vista de identificación de la posición del contacto, sino de la misma asignación geológica. Los contactos están representados en los cortes por la letra Q. Para la superficie del terreno se representa con línea de color verde la asignada en el mapa geológico al Mioceno y en negro al Cuaternario.

Se han trazado (Figura 8.1) nueve cortes según la dirección longitudinal de los afloramientos del Cuaternario, ocho de ellos (1 a 8) prácticamente coincidentes con las secciones geoelectricas

presentadas en el capítulo 7. Además se han trazado seis cortes transversales (A a F). Los puntos iniciales y final de estos cortes, así como su longitud están recogidos en la Tabla 8.1. Las distancias están referidas al origen de cada corte, a diferencia de las secciones geoelectricas del capítulo 7, en donde están referidas al SEV inicial de cada perfil.

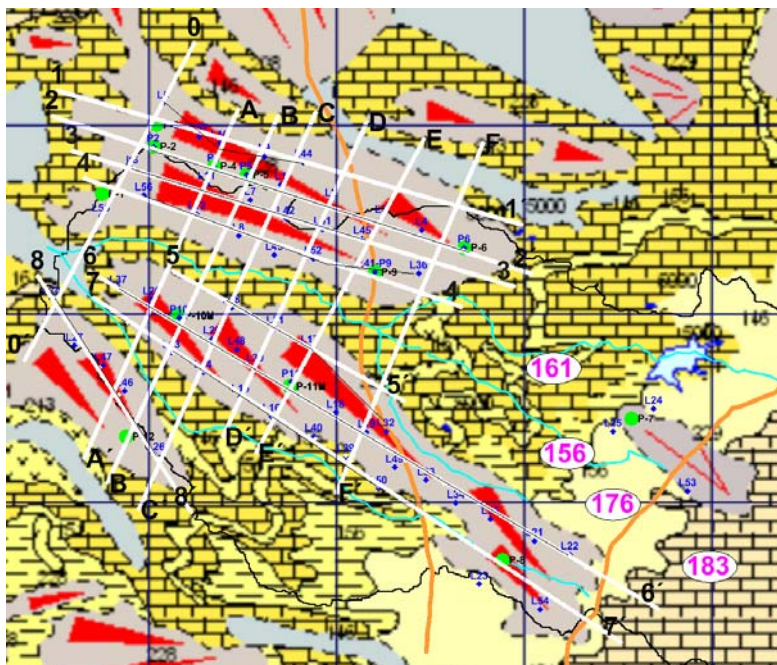


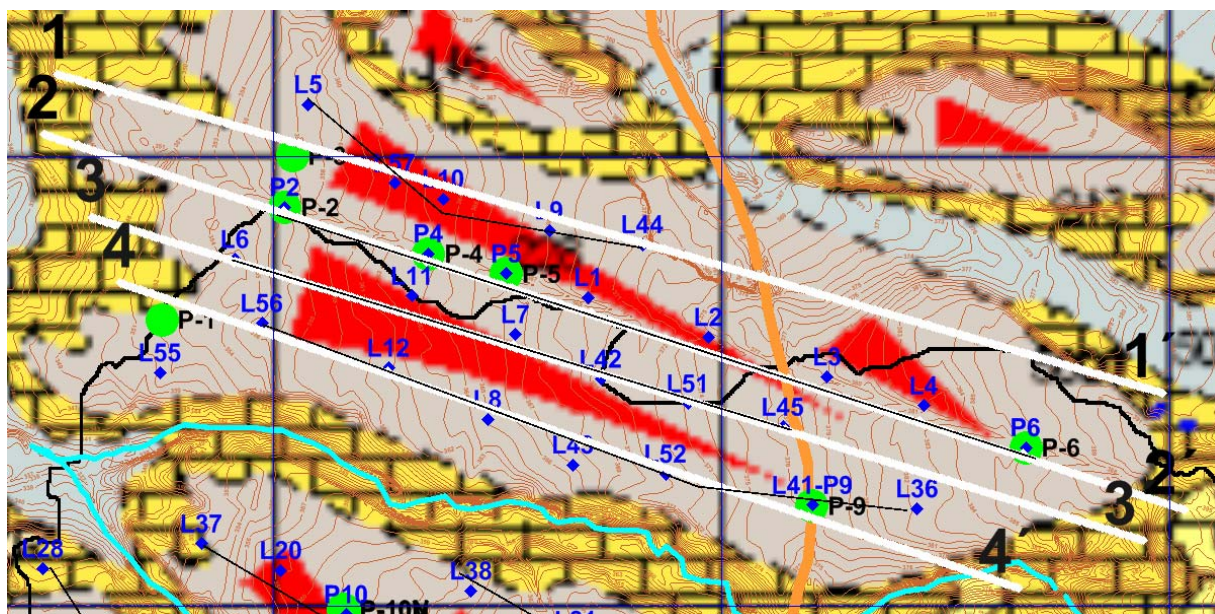
Fig. 8.1 Posición de los cortes geoelectrónicos efectuados. Puntos verdes: piezómetros.

corte	x	y	Cota MDT	Longitud m	orientación
0	655242,6	4659435,6	357,0		N
0'	654340,0	4657756,5	353,1	1906	S
1	654515,1	4659184,1	345,2		E
1'	656985,0	4658474,2	385,4	2570	O
2	654485,6	4659049,8	343,9		E
2'	657033,8	4658214,3	395,9	2682	O
3	654592,4	4658865,3	344,5		E
3'	656942,5	4658145,9	386,5	2458	O
4	654656,5	4658719,3	349,7		E
4'	656664,6	4658039,2	376,3	2120	O
5	655128,9	4658229,5	358,6		E
5'	656357,6	4657541,4	383,2	1408	O
6	654688,5	4658225,6	343,3		E
6'	657710,1	4656439,5	443,6	3510	O
7	654705,7	4658088,0	343,7		E
7'	657514,0	4656260,5	442,0	3350	O
8	654409,4	4658201,2	342,5		E
8'	655226,2	4656950,7	378,3	1494	O
A	655476,1	4659086,0	365,5		N
A'	654658,1	4657238,0	354,1	2021	S
B	655690,9	4659053,0	368,8		N
B'	654779,2	4657105,8	357,1	2150	S
C	655889,2	4659069,5	362,5		N
C'	654947,3	4656965,3	364,0	2305	S
D	656160,2	4659018,8	376,7		N
D'	655394,6	4657350,6	364,3	1836	S
E	656465,2	4658928,5	378,8		N
E'	655572,0	4657266,5	377,5	1887	S
F	656779,9	4658907,4	389,7		N
F'	655999,4	4657054,9	384,5	2010	S

Tabla 8.1 Coordenadas inicial y final de los cortes.

### 8.1 Cortes longitudinales del afloramiento más septentrional (1 a 4)

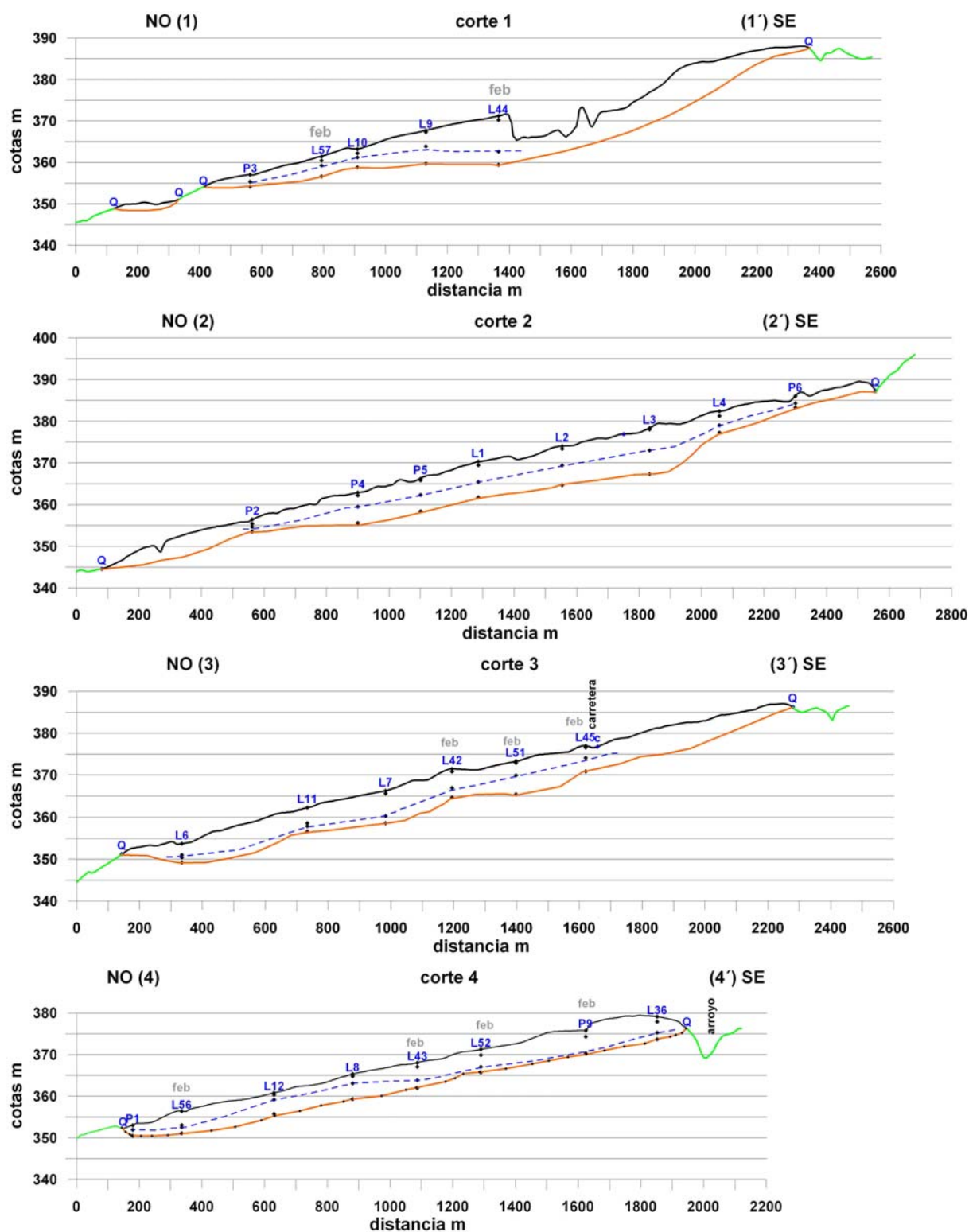
En la Figura 8.2 se identifica en detalle la posición de estos cortes, representados en la Figura 8.3. La mitad norte de este afloramiento se considera que se encuentra fuera de la cuenca de interés.



**Fig. 8.2** Cortes 1, 2,3 y 4 del afloramiento más septentrional. Puntos verdes: piezómetros. Rombos azules: SEV. Se añade el MDT con isolíneas cada metro. El contorno de color negro indica los límites de la cuenca estudiada.

La topografía del Mioceno erosionado, sobre la que reposa el glacis cuaternario, queda identificada por una capa de 4-12 Ohm.m de resistividad, que puede trazarse con continuidad desde su afloramiento al noroeste y sureste. La potencia de glacis se engrosa hacia el centro del afloramiento, alcanzando unos 12 m en la zona de los SEV L44 (corte 1) y L3 (corte 2). No se aprecia la formación de estructuras que limiten sustancialmente el drenaje ladera abajo. El nivel freático se ha identificado por la disminución de resistividad del glacis, que pasa a valores inferiores a 100 Ohm.m; este nivel está a mayor profundidad cuando las mediciones se han efectuado en época invernal, sobre todo en los cortes 1 y 4, siendo menos evidente en el 3. La disminución de este nivel por debajo del barranco situado en el cuaternario erosionado al sur del SEV L44 (corte 1), explica la ausencia de emanaciones de agua en dicho barranco. El contacto del glacis con las arcillas en el borde de cota inferior tiene una geometría que no impide prácticamente el drenaje continuo, formándose pequeñas cubetas en el perfil 3 y sobre todo en el 4, que podrían permitir una potencia de zona saturada sin drenar del orden de los 2 m con 500 m de extensión.

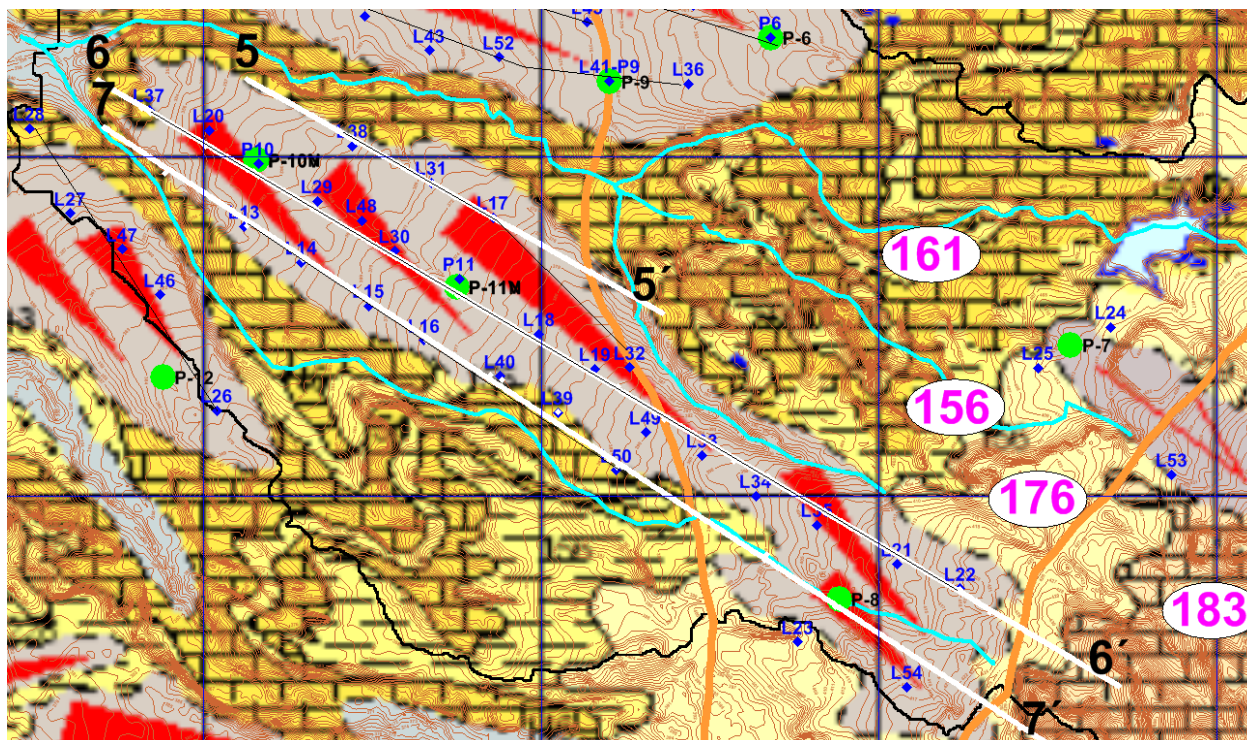




**Fig. 8.3 Cortes longitudinales del afloramiento más septentrional del Cuaternario. Cartografía de superficie: glacis en negro y Mioceno en verde. Según interpretación de SEV: techo de Mioceno en naranja; nivel freático en azul discontinuo.**

## 8.2 Cortes longitudinales del afloramiento medio (5 a 7)

La posición detallada de estos cortes se indica en la Figura 8.4. Se encuentra entre dos arroyos, presentando fuertes pendientes en sus bordes. El glacis reposa sobre diferentes facies del Mioceno, que van siendo más modernas hacia el Sur. Los SEV L37, L39 y L40 están situados cartográficamente sobre las arcillas del Mioceno. Los cortes están representados en la Figura 8.5.

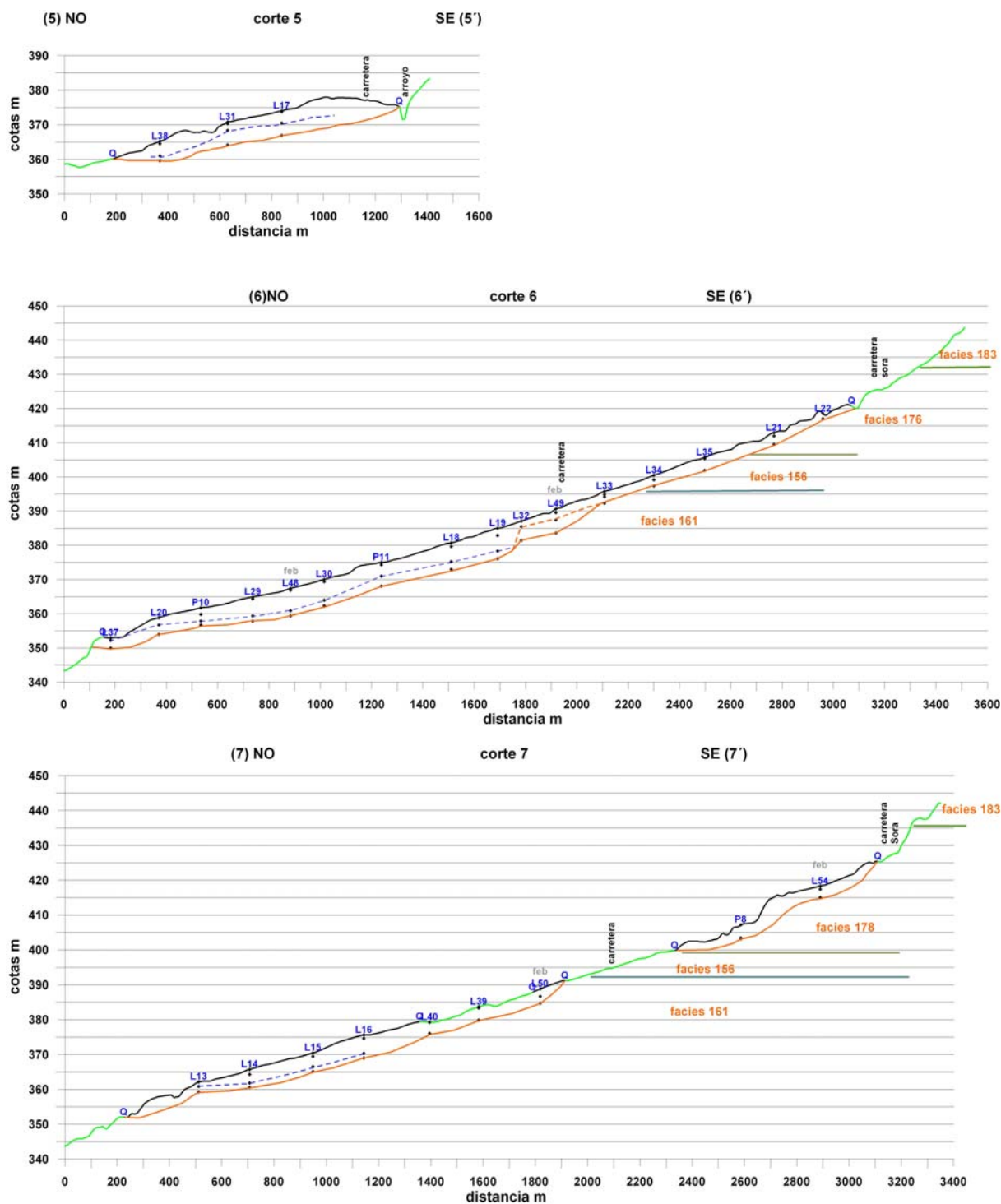


**Fig. 8.4 Cortes del afloramiento central. Puntos verdes: piezómetros. Rombo azul: SEV. Se añade el MDT con isolíneas cada metro, e indicación de las facies del Mioceno (161 a 183). El contorno de color negro indica los límites de la cuenca estudiada.**

Se alcanzan menores potencias de glacis que en el afloramiento del norte, con máximo de unos 8 m en la zona de los SEV L30-L19 en el corte 6. La información de resistividad sugiere modificar el contacto cartografiado con el Mioceno en ambos extremos del corte 6, así como en la zona de los SEV L40 a L50 del corte 7, que debe estar cubierta por materiales cuaternarios en sus primero tres a cuatro metros. La parte sur de los cortes 6 y 7 es donde menor potencia de glacis se detecta (de dos a cuatro metros), lo que unido a un aumento de la resistividad del basamento, que pasa a tener más de 10 Ohm.m, se ha interpretado como debido a la aparición de facies más modernas del Mioceno, que modifican la topografía del contacto con el Cuaternario.

En la zona central del corte 6 se ha incluido la doble interpretación que puede darse en el SEV L49 para el contacto glacis-arcillas; la proyección sobre este corte del SEV L32 parece confirmar la elevación del contacto.

No se observan estructuras que puedan limitar el drenaje ladera abajo, ni la posible acumulación de agua en los bordes de menor cota de los depósitos detríticos.



**Fig. 8.5 Cortes longitudinales del afloramiento central del Cuaternario. Cartografía de superficie: glacis en negro y Mioceno en verde. Según interpretación de SEV: techo de Mioceno en naranja; nivel freático en azul discontinuo.**

### 8.3 Corte longitudinal del afloramiento inferior (8)

La posición detallada de este corte se indica en la Figura 8.6. Es el afloramiento de menores dimensiones, y además se encuentra todo él prácticamente fuera de los límites de la cuenca estudiada. Los cortes están representados en la Figura 8.7.

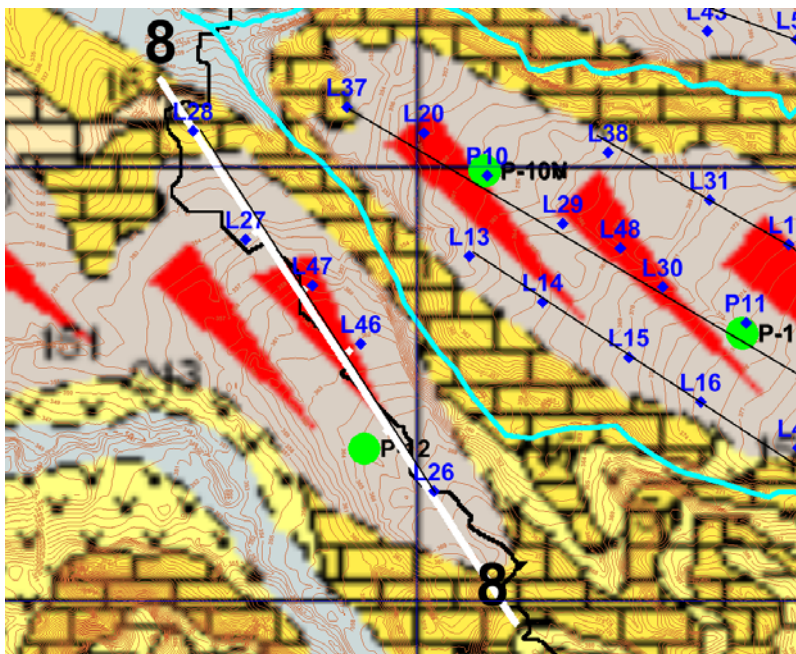


Fig. 8.6 Corte del afloramiento inferior. Puntos verdes: piezómetros. Rombos azules: SEV. El contorno de color negro indica los límites de la cuenca estudiada. Curvas de nivel del MDT cada metro.

Aunque el SEV L28 está realizado sobre el Mioceno, según la cartografía, la resistividad sugiere que existen al menos 2 m de Cuaternario, por lo que en el corte se ha modificado este contacto, dando lugar a una estructura que podría limitar el drenaje pendiente abajo. La potencia máxima de glacis es del orden de 6 m, con poca variación hacia los extremos.

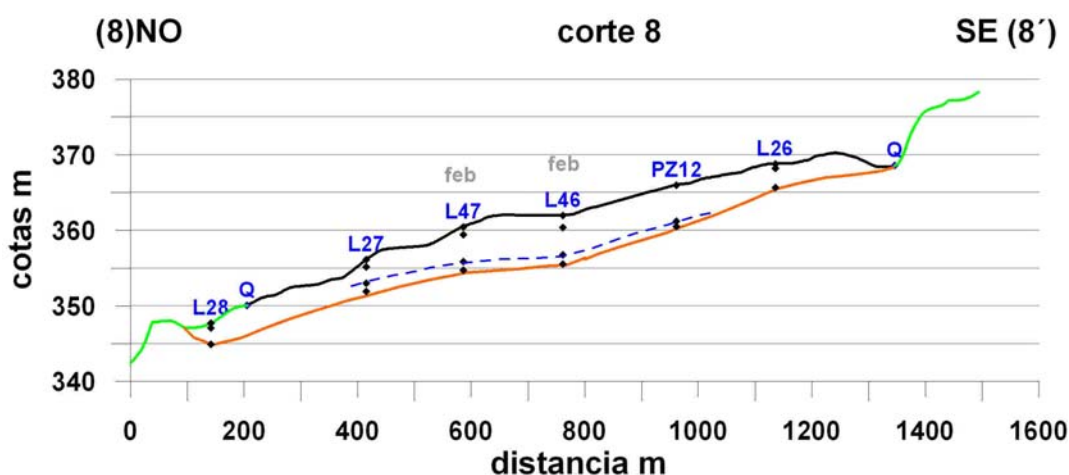
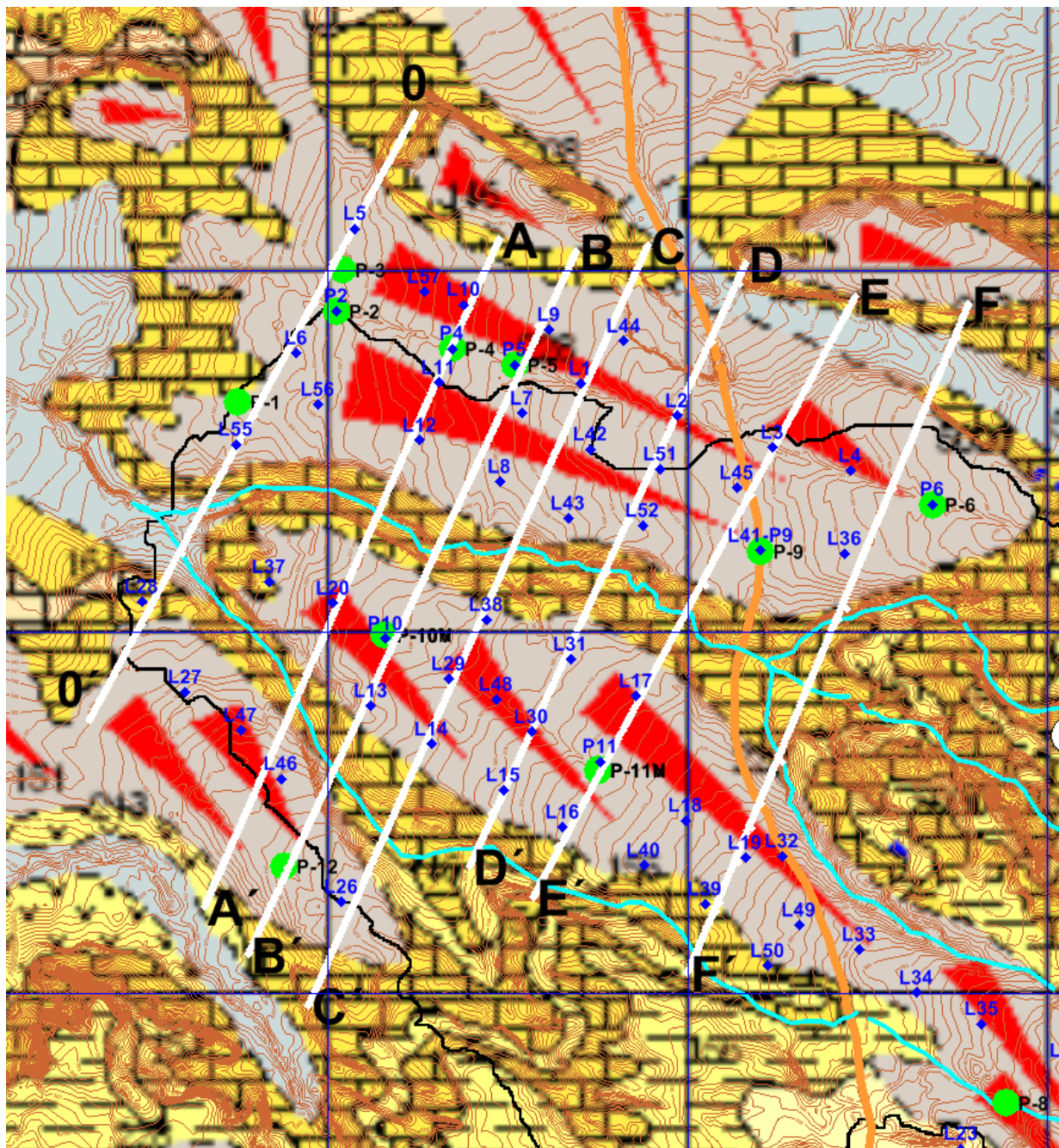


Fig. 8.7 Corte longitudinales del afloramiento inferior. Cartografía de superficie: glacis en negro y Mioceno en verde. Según interpretación de SEV: techo de Mioceno en naranja; nivel freático en azul discontinuo.

#### 8.4 Cortes transversales a los afloramientos (0 y A-F)

Para completar la definición de la geometría del acuífero constituido por el glacis se han trazado una serie de perfiles transversales a las tres unidades de afloramiento cuaternario, según se detalla en la Figura 8.8. Los cortes están representados en las Figura 8.9a y 8.9b.



**Fig. 8.8** Cortes transversales a los afloramientos cuaternarios. Puntos verdes: piezómetros. Rombos azules: SEV. Se añade el MDT con isolíneas cada metro. El contorno de color negro indica los límites de la cuenca estudiada.

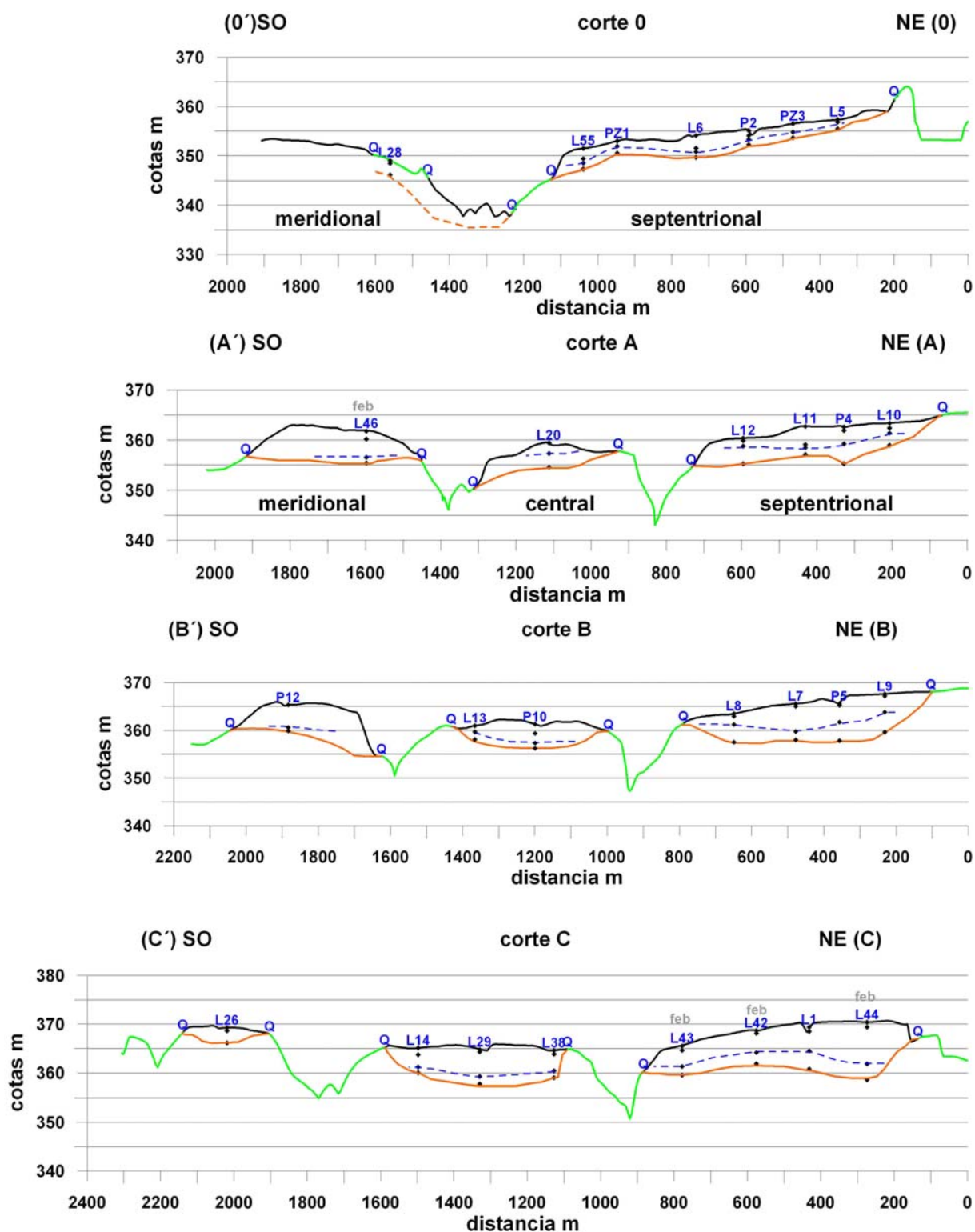
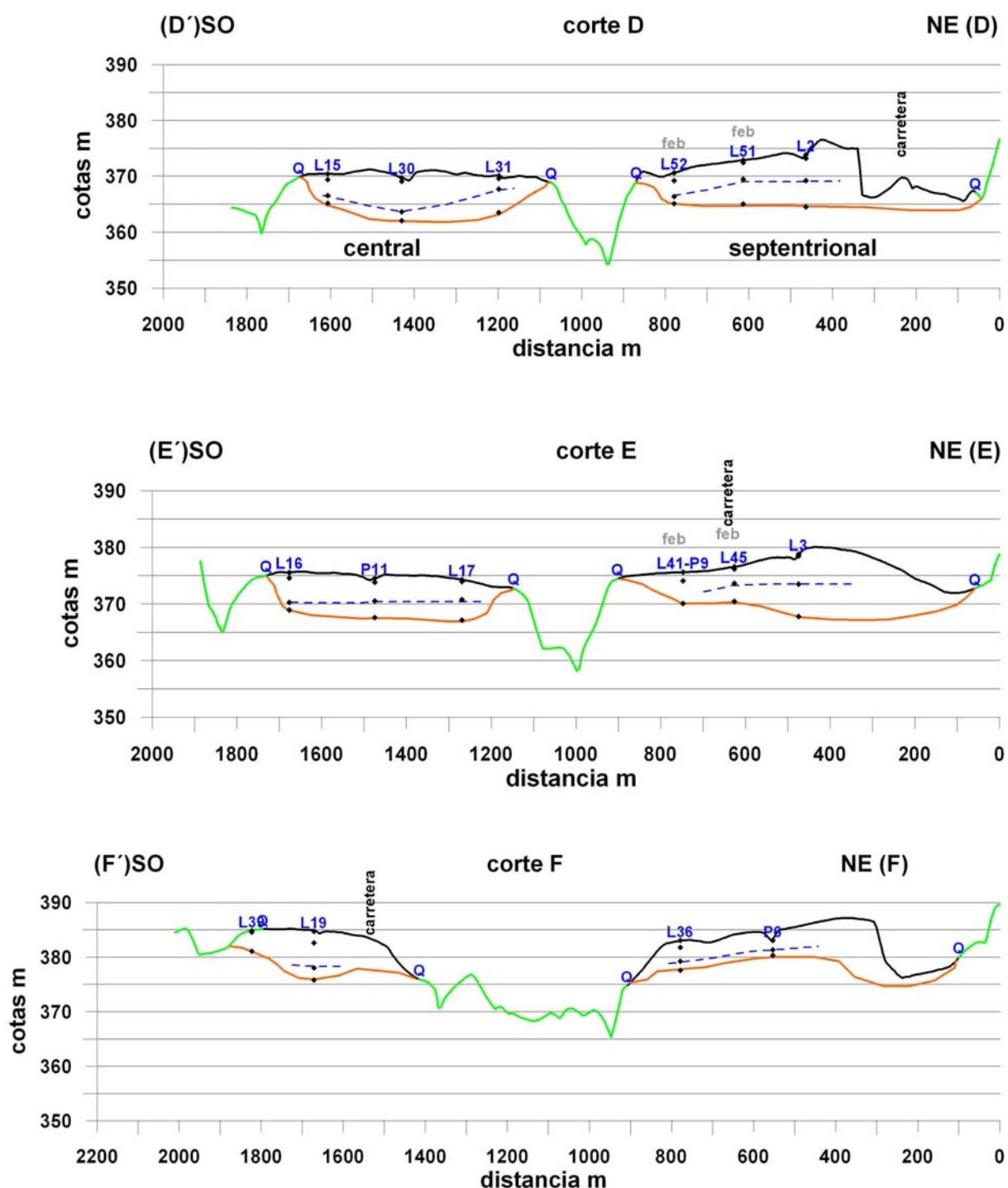


Fig. 8.9-a Cortes transversales a los afloramientos cuaternarios. Cartografía de superficie: glacis en negro y Mioceno en verde. Según interpretación de SEV: techo de Mioceno en naranja; nivel freático en azul discontinuo.



**Fig. 8.9-b Cortes transversales a los afloramientos cuaternarios. Cartografía de superficie: glacis en negro y Mioceno en verde. Según interpretación de SEV: techo de Mioceno en naranja; nivel freático en azul discontinuo.**

En el corte 0 es preciso modificar la cartografía de superficie en ambos extremos; en el SO, en función de los datos de resistividad el SEV L28 está sobre materiales cuaternarios, y en el NE la geometría del contacto no parece realista si se mantiene el contacto cartografiado. También se

sugiere modificar el contacto en el extremo NE del corte D (por geometría) y en el extremo SO del corte F, para hacerlo compatible con las resistividades del SEV L39. Los demás contactos de la cartografía de superficie se adaptan bien a la cartografía del subsuelo indicada por la interpretación de los SEV.

En estos cortes se aprecia, quizá mejor que en los longitudinales, la geometría de los depósitos de glaciares. Su potencia aumenta hacia el este, alcanzando su máximo en los cortes D y E, donde puede tener hasta 15 m. Mientras que en los cortes longitudinales se deduce la existencia de un flujo gravitacional ladera abajo, y por lo tanto con poca capacidad de retención del agua, que drena constantemente en el extremo NO, en los cortes transversales se puede apreciar la situación de cada unidad de afloramiento, formándose estructuras que pueden matizar el drenaje lateral hacia los arroyos limítrofes.

El más cono más meridional, recogido en los cortes 0, A, B y C, está recorrido longitudinalmente por la línea divisoria de cuenca, presentando un relieve del basamento impermeable que proporciona poca capacidad de retención; el agua drena hacia los dos costados (al norte y al sur), excepto en la zona del corte B, donde aparece con pendiente hacia el norte.

El afloramiento central está recogido en los cortes A a F. La geometría de la base impermeable indica poca capacidad de retención del agua en la zona del corte A y del corte F, drenando en estas zonas por gravedad hacia el borde sur y norte respectivamente. La parte intermedia, cortes B, C, D y E indican una geometría con forma de cubeta, en ocasiones con bordes de pendiente muy acusada (extremos norte del corte C y E), que viene impuesta por la resistividad de los SEV más próximos a estos contactos. En estas zonas la capacidad de retención del agua es mayor, ya que es preciso que el nivel freático suba hasta prácticamente la superficie para que se sitúe por encima de los contactos, pudiendo dar lugar a zonas saturadas de hasta unos 8 metros. Hay que seguir, no obstante, considerando el flujo gravitacional ladera abajo.

El afloramiento septentrional está recogido en los cortes 0 a F, y es recorrido longitudinalmente por la línea divisoria de cuenca. En las zonas de los cortes 0, A, C y F el basamento impermeable buza hacia el sur, provocando poca capacidad de retención del agua, que drenará hacia el arroyo, salvo posibles áreas muy puntuales (SEV P4 en corte A y L44 en corte C). Buzamiento contrario ocurre en la zona del corte E. La geometría del techo de las arcillas sólo toma cierta forma de cubeta en el sector central, corte B, aunque una zona saturada de más de unos 4 metros superará el nivel del borde superior de la cubeta, produciendo el drenaje. La erosión en talud del Cuaternario en la zona norte de los cortes D, E y final del F, junto con su contacto verticalizado con el Mioceno produce una geometría singular, con gran potencia de glaciares, y fácil capacidad de retención del agua aunque superara el nivel de los contactos.



## **ANEXO A**

### **PROCESO DE INVERSIÓN DE LOS SEV**

**A.1 INFORMACIÓN EN LOS PIEZÓMETROS**

**A.2 GRUPOS DE SEV POR MORFOLOGÍA DE CURVAS DE CAMPO**

**A.3 INTERPRETACIÓN DE LOS SEV**

**A.4 AGRUPACIÓN DE SEV POR PERFILES**



## A.1 Información en los piezómetros

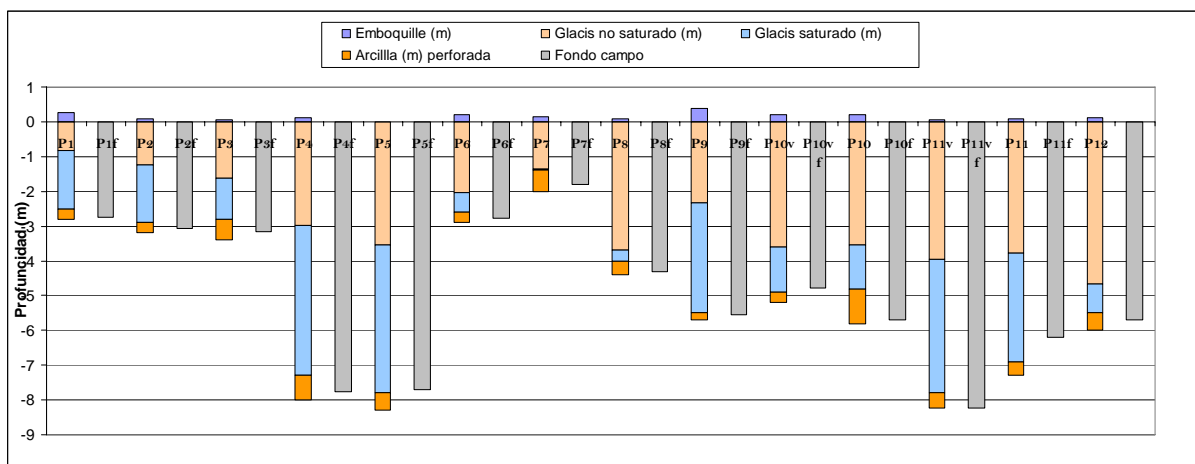
La siguiente información ha sido facilitada en octubre de 2010 y mayo de 2011 por el equipo de trabajo del Proyecto de la oficina del IGME en Zaragoza, además de la medición del nivel freático efectuada el mismo día de la medición de los SEV. En estos datos se han basado los modelos de inversión iniciales utilizados en los SEV parámétricos.

	P1	P1f	P2	P2f	P3	P3f	P4	P4f	P5	P5f	P6	P6f
Fondo campo	-2,76		-3,07		-3,15		-7,76		-7,7		-2,79	
<b>Fecha</b>												
01/10/2010												
Profundidad N.F. (cm)	107		132		169		311		355		223	
Profundidad N.F. (m)	1,07		1,32		1,69		3,11		3,55		2,23	
Emboquille (m)	0,25		0,09		0,05		0,12		0		0,2	
Espesor del Glacis (m)	2,5		2,9		2,8		7,3		7,79		2,6	
Prof N.F. máx (m)	2,75		2,99		2,85		7,42		7,79		2,8	
Glacis saturado (m)	-1,68		-1,67		-1,16		-4,31		-4,24		-0,57	
Glacis no saturado (m)	-0,82		-1,23		-1,64		-2,99		-3,55		-2,03	
Arcilla (m) perforada	-0,3		-0,3		-0,6		-0,7		-0,5		-0,3	

	P7	P7f	P8	P8f	P9	P9f
Fondo campo	-1,81		-4,3		-5,55	
<b>Fecha</b>						
01/10/2010						
Profundidad N.F. (cm)	150		380		271	
Profundidad N.F. (m)	1,5		3,8		2,71	
Emboquille (m)	0,13		0,1		0,37	
Espesor del Glacis (m)	1,4		4		5,5	
Prof N.F. máx (m)	1,53		4,1		5,87	
Glacis saturado (m)	-0,03		-0,3		-3,16	
Glacis no saturado (m)	-1,37		-3,7		-2,34	
Arcilla (m) perforada	-0,6		-0,4		-0,2	

	P10v	P10v f	P10	P10f	P11v	P11v f	P11	P11f	P12	P12f
Fondo campo	-4,78		-5,7		-8,22		-6,2		-5,7	
<b>Fecha</b>										
01/10/2010										
Profundidad N.F. (cm)	380,5		372		404		388		479	
Profundidad N.F. (m)	3,805		3,72		4,04		3,88		4,79	
Emboquille (m)	0,2		0,19		0,07		0,1		0,12	
Espesor del Glacis (m)	4,9		4,8		7,8		6,9		5,5	
Prof N.F. máx (m)	5,1		4,99		7,87		7		5,62	
Glacis saturado (m)	-1,295		-1,27		-3,83		-3,12		-0,83	
Glacis no saturado (m)	-3,605		-3,53		-3,97		-3,78		-4,67	
Arcilla (m) perforada	-0,3		-1		-0,42		-0,4		-0,5	

INFORME DE LA CAMPAÑA DE SEV en el barranco de Lerma (Zaragoza) J. Plata 2011-2012

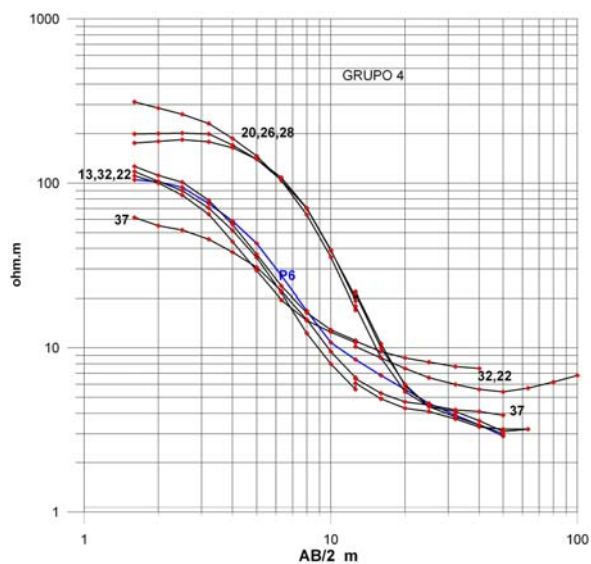
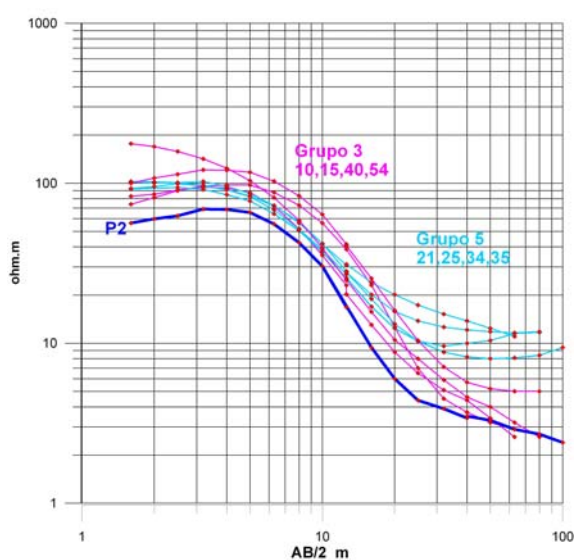
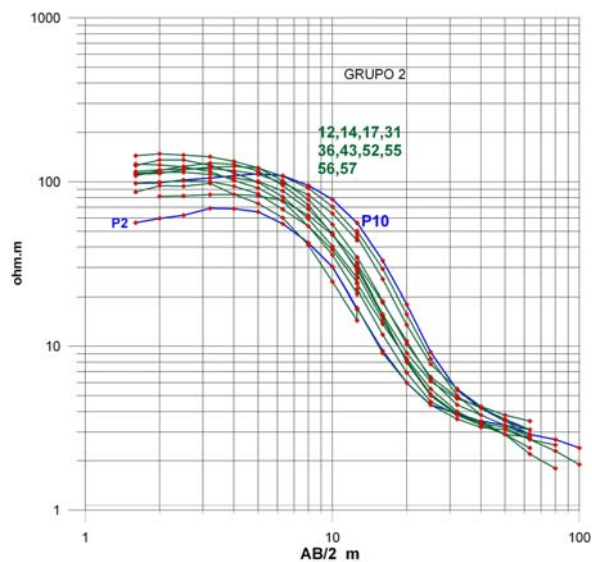
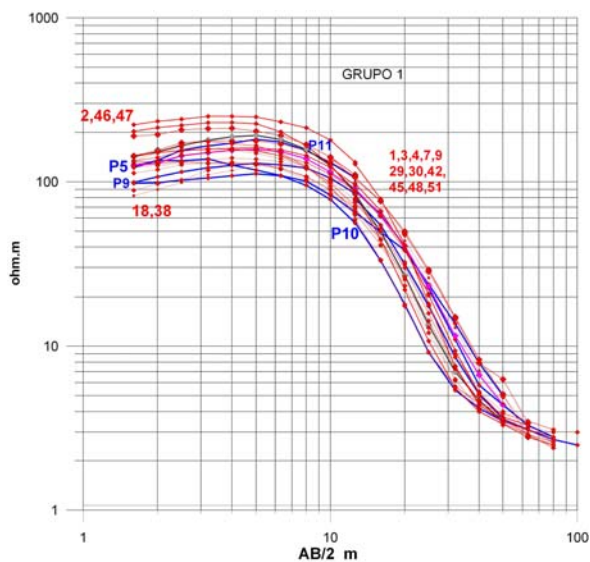


Esesor Saturado (cm)	P01	P02	P03	P04	P05	P06	P07	P08	P09	P10n	P10v	P11n	P11v	P12
14/07/2010	37	11	0	271	279	80	0	4	117	81	100	207	312	76
12/08/2010	103	113	89	482	508	115	5	0	235	115	135	279	382	81
09/09/2010	160	152	122	469	475	67	0	112	357	130	149	305	409	84
01/10/2010	168	167	116	431	424	57	3	30	316	118,5	138	296	399	83
22/10/2010	93	131	122	406	397	72	0	72	300	106	126	285	389	84
media	144	144	109	461	469	80	2,7	47	303	121,2	141	293	397	83

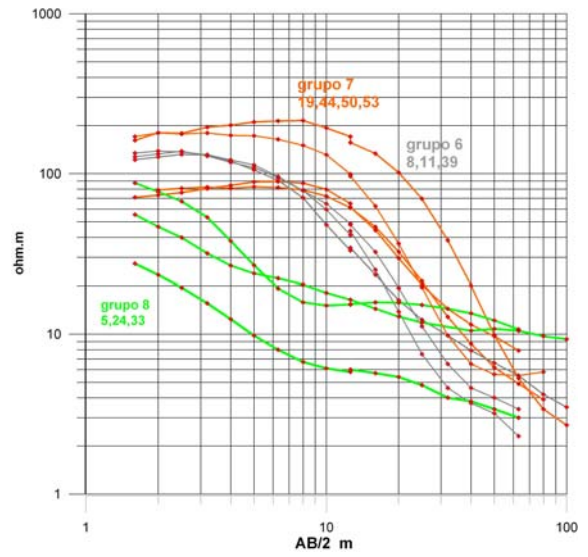
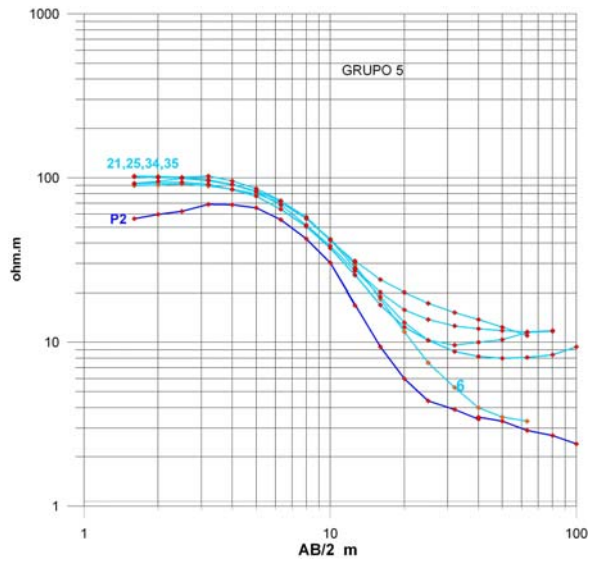
NF (cm)	P01	P02	P03	P04	P05	P06	P07	P08	P09	P10n	P10v	P11n	P11v	P12
14/07/2010	238	288	302	471	500	200		406	470	418	410	493	475	486
12/08/2010	172	186	196	260	271	165	148	410	352	384	375	421	405	481
09/09/2010	115	147	163	273	304	213		298	230	369	361	395	378	478
01/10/2010	107	132	169	311	355	223	150	380	271	380,5	372	404	388	479
22/10/2010	182	168	163	336	382	208	155	338	287	393	384	415	398	478
media	131	155	176	281	310	200	149	363	284	377,8	369	407	390	479

## A.2 Grupos de SEV por morfología de curvas de campo

A fin disponer de un elemento adicional de control para la interpretación de las curvas de campo de los SEV, se ha establecido una agrupación de las mismas de acuerdo con su mayor parecido morfológico. Para cada grupo de resalta la curva correspondiente al SEV paramétrico que más representa dicho grupo.



INFORME DE LA CAMPAÑA DE SEV en el barranco de Lerma (Zaragoza) J. Plata 2011-2012



### **A.3 INTERPRETACIÓN DE LOS SEV**



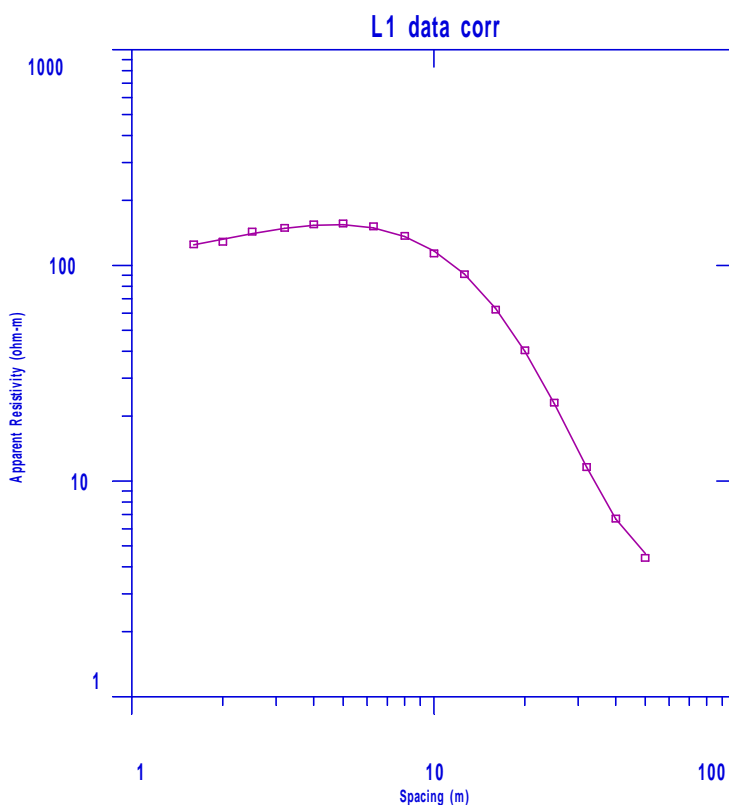


## SEV L1

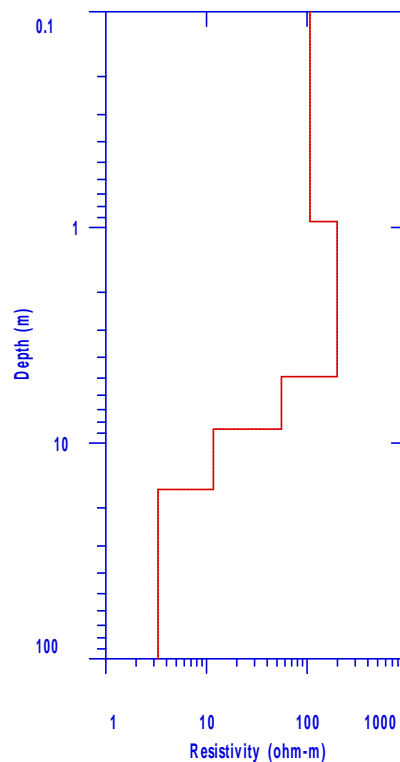
### Curva de campo L1:

DATASET: Lerma L1 NORTH: 4658687.00 EAST: 655703.00 ELEVATION: 366.00

NUMBER	AB/2	MN RESISTIVITY
1	1.600000	0.400000 126.300003
2	2.000000	0.400000 129.899994
3	2.500000	0.400000 144.600006
4	3.200000	0.400000 150.600006
5	4.000000	0.400000 156.300003
6	5.000000	0.400000 157.800003
7	6.300000	0.400000 153.000000
8	8.000000	0.400000 138.300003
9	10.000000	0.400000 114.699997
10	12.600000	0.400000 94.599998
11	10.000000	2.000000 113.699997
12	12.600000	2.000000 91.000000
13	16.000000	2.000000 62.299999
14	20.000000	2.000000 40.400002
15	25.000000	2.000000 23.100000
16	32.000000	2.000000 11.600000
17	40.000000	2.000000 6.700000
18	50.000000	2.000000 4.400000



Instituto Geologico Minero de Espana



Modelo: Error: 1.8 %

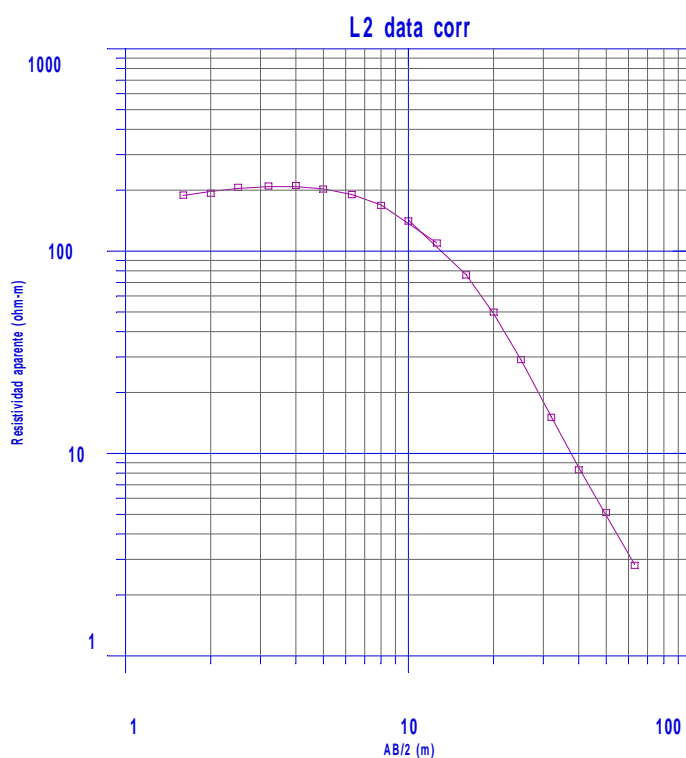
DATASET:	Lerma	L1	NORTH:	4658687	EAST:	655703	ELEVATION:	366
LAYER	RESISTIVITY	THICKNESS	DEPTH	ELEVATION				
1	106,5	0,9	0,9	-0,9				
2	198,7	4	4,9	-4,9				
3	55,4	3,7	8,6	-8,6				
4	11,7	7,8	16,4	-16,4				
5	3,3							

## SEV L2

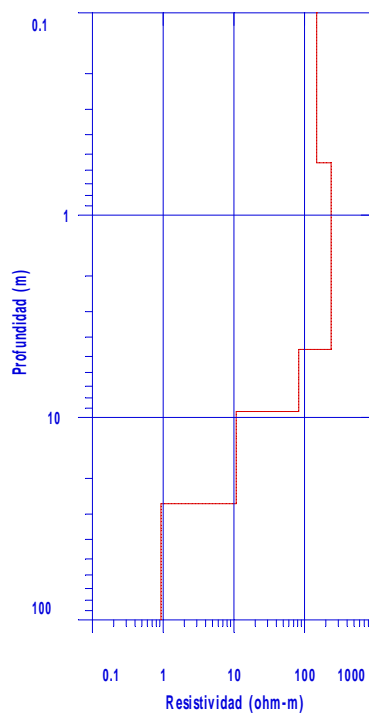
### Curva de campo L2:

DATASET: Lerma L2 NORTH: 4658598.00 EAST: 655970.61 ELEVATION: 371.48

NUMBER	AB/2	MN RESISTIVITY
1	1.600000	0.400000 190.600006
2	2.000000	0.400000 194.500000
3	2.500000	0.400000 207.800003
4	3.200000	0.400000 211.199997
5	4.000000	0.400000 212.300003
6	5.000000	0.400000 204.000000
7	6.300000	0.400000 191.500000
8	8.000000	0.400000 169.399994
9	10.000000	0.400000 141.800003
10	12.600000	0.400000 110.400002
11	10.000000	2.000000 140.899994
12	12.600000	2.000000 109.300003
13	16.000000	2.000000 76.300003
14	20.000000	2.000000 50.000000
15	25.000000	2.000000 29.100000
16	32.000000	2.000000 15.100000
17	40.000000	2.000000 8.300000
18	50.000000	2.000000 5.100000
19	63.000000	2.000000 2.800000



Instituto Geologico Minero de Espana



Modelo: Error: 1.4 %

DATASET: Lerma L2 NORTH: 4658598 EAST: 655971 ELEVATION: 371,48

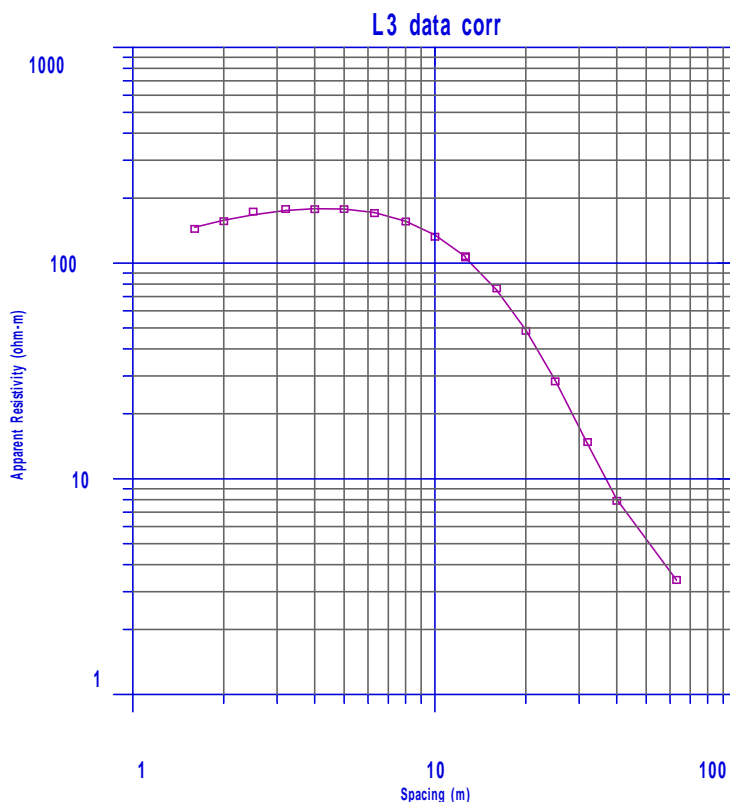
LAYER	RESISTIVITY	THICKNESS	DEPTH	ELEVATION
1	148,2	0,6	0,6	-0,6
2	236,8	4,1	4,6	-4,6
3	82,9	4,7	9,3	-9,3
4	10,8	17,3	26,7	-26,7
5	0,9			

### SEV L3

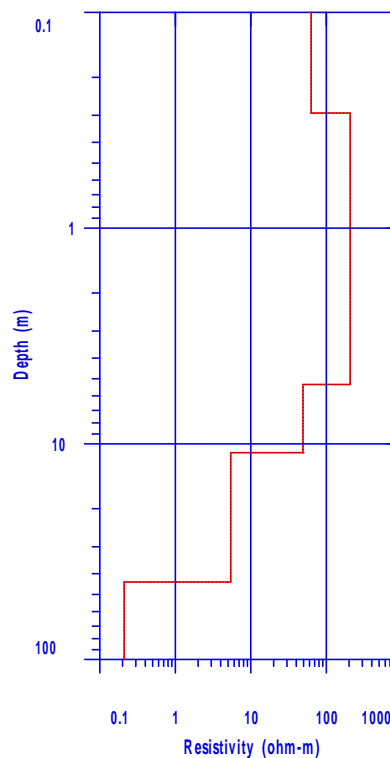
#### Curva de campo L3:

DATASET: Lerma L3 NORTH: 4658510.50 EAST: 656235.75 ELEVATION: 376.05

NUMBER	AB/2	MN RESISTIVITY
1	1.600000	0.400000
2	2.000000	0.400000
3	2.500000	0.400000
4	3.200000	0.400000
5	4.000000	0.400000
6	5.000000	0.400000
7	6.300000	0.400000
8	8.000000	0.400000
9	10.000000	0.400000
10	12.600000	0.400000
11	10.000000	2.000000
12	12.600000	2.000000
13	16.000000	2.000000
14	20.000000	2.000000
15	25.000000	2.000000
16	32.000000	2.000000
17	40.000000	2.000000
18	50.000000	2.000000
19	63.000000	2.000000



Instituto Geologico Minero de Espana



Modelo: Error: 1.43 %

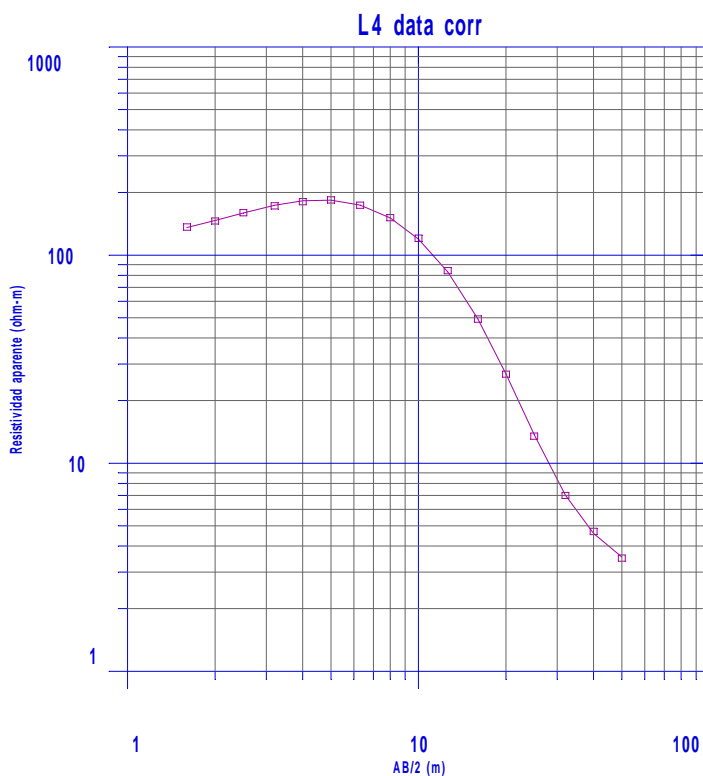
DATASET:	Lerma	L3	NORTH:	4658511	EAST:	656236	ELEVATION:	376,05
LAYER	RESISTIVITY	THICKNESS	DEPTH	ELEVATION				
1	62,8	0,3	0,3	-0,3				
2	206,4	5	5,3	-5,3				
3	49	5,7	11	-11				
4	5,4	32,7	43,7	-43,7				
5	0,2							

## SEV L4

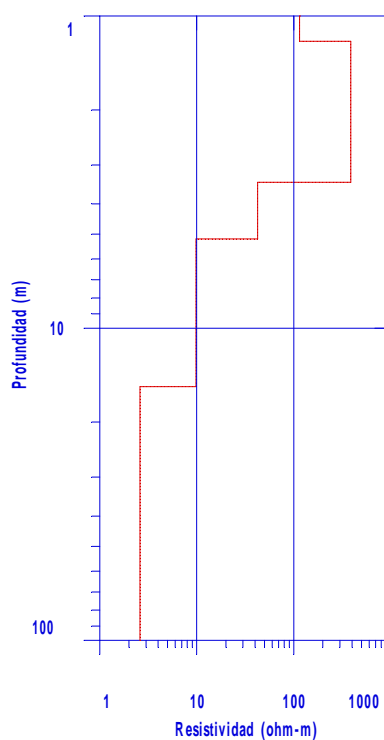
### Curva de campo L4:

DATASET: Lerma L4 NORTH: 4658446.00 EAST: 656451.69 ELEVATION: 379.25

NUMBER	AB/2	MN RESISTIVITY
1	1.600000	0.400000 142.500000
2	2.000000	0.400000 152.399994
3	2.500000	0.400000 167.000000
4	3.200000	0.400000 180.100006
5	4.000000	0.400000 188.600006
6	5.000000	0.400000 192.300003
7	6.300000	0.400000 181.300003
8	8.000000	0.400000 158.000000
9	10.000000	0.400000 125.800003
10	12.600000	0.400000 87.900002
11	10.000000	2.000000 119.199997
12	12.600000	2.000000 84.199997
13	16.000000	2.000000 49.299999
14	20.000000	2.000000 26.799999
15	25.000000	2.000000 13.500000
16	32.000000	2.000000 7.000000
17	40.000000	2.000000 4.700000
18	50.000000	2.000000 3.500000
19	63.000000	2.000000 3.900000



Instituto Geologico Minero de Espana



Modelo: Error: 0.9 %

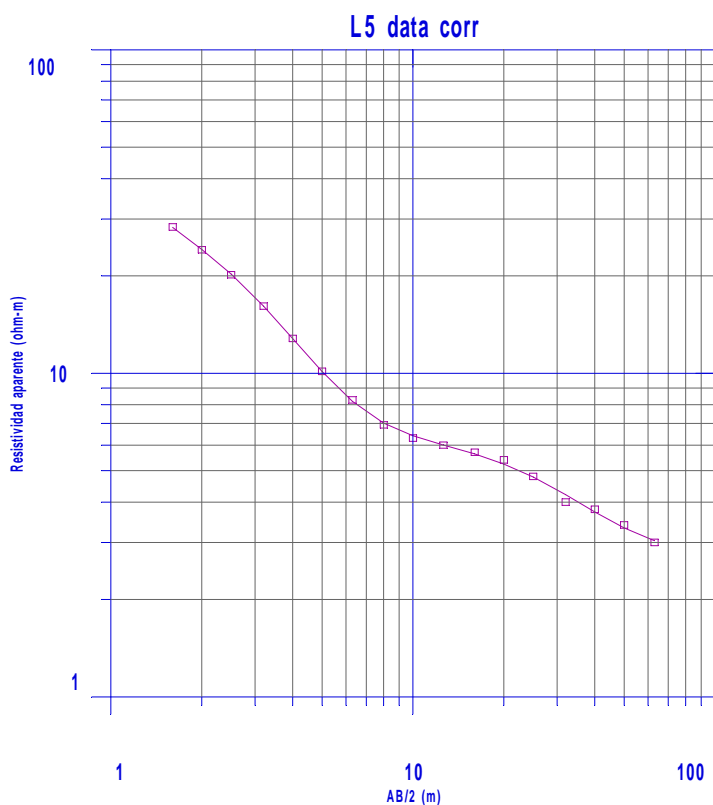
DATASET:	Lerma	L4	NORTH:	4658446	EAST:	656452	ELEVATION:	379,25	
LAYER	RESISTIVITY	THICKNESS	DEPTH	ELEVATION					
1	114,9	1,2	1,2	-1,2					
2	388,5	2,2	3,4	-3,4					
3	42,5	1,8	5,2	-5,2					
4	9,8	10,2	15,4	-15,4					
5	2,6								

## SEV L5

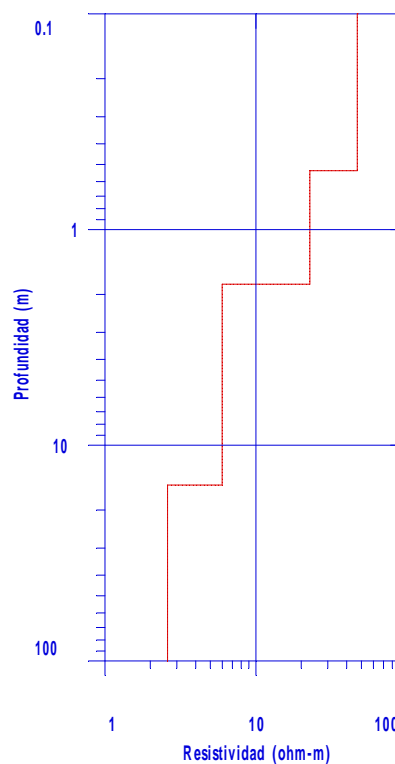
### Curva de campo L5:

DATASET: Lerma L5 NORTH: 4659116.50 EAST: 655077.12 ELEVATION: 353.52

NUMBER	AB/2	MN RESISTIVITY	
1	1.600000	27.400000	
2	2.000000	23.299999	
3	2.500000	19.500000	
4	3.200000	15.600000	
5	4.000000	12.400000	
6	5.000000	9.800000	
7	6.300000	8.000000	
8	8.000000	6.700000	
9	10.000000	6.100000	
10	12.600000	5.800000	
11	10.000000	2.000000	6.300000
12	12.600000	2.000000	6.000000
13	16.000000	2.000000	5.700000
14	20.000000	2.000000	5.400000
15	25.000000	2.000000	4.800000
16	32.000000	2.000000	4.000000
17	40.000000	2.000000	3.800000
18	50.000000	2.000000	3.400000
19	63.000000	2.000000	3.000000



Instituto Geologico Minero de Espana



Modelo: Error: 1.77 %

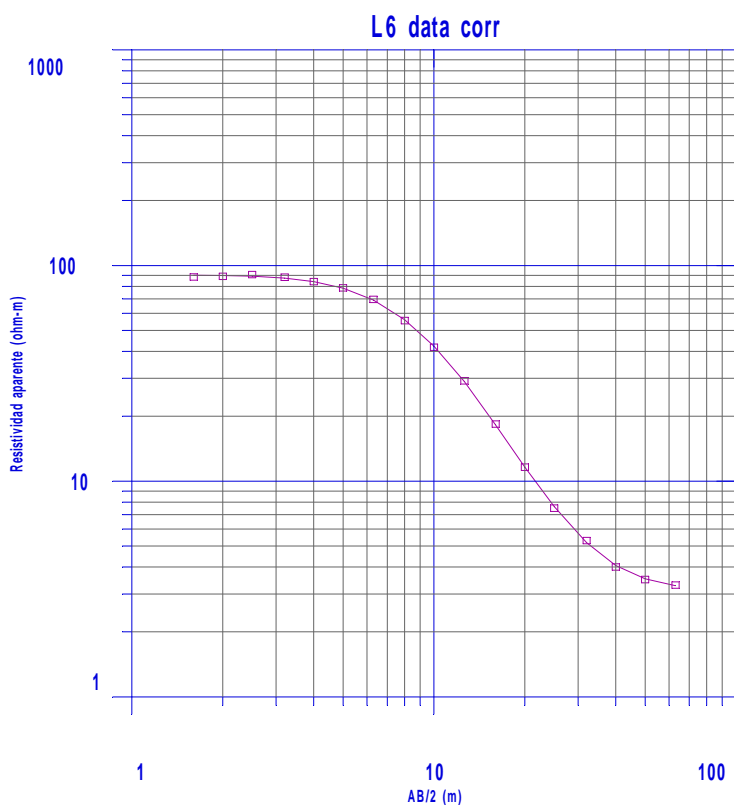
DATASET:	L5	data	corr	NORTH:	4659117	EAST:	655077	ELEVATION:	353,52
LAYER	RESISTIVITY	THICKNESS	DEPTH	ELEVATION					
1	47	0,5	0,5	-0,5					
2	22,8	1,3	1,8	-1,8					
3	6	13,5	15,3	-15,3					
4	2,6								

## SEV L6

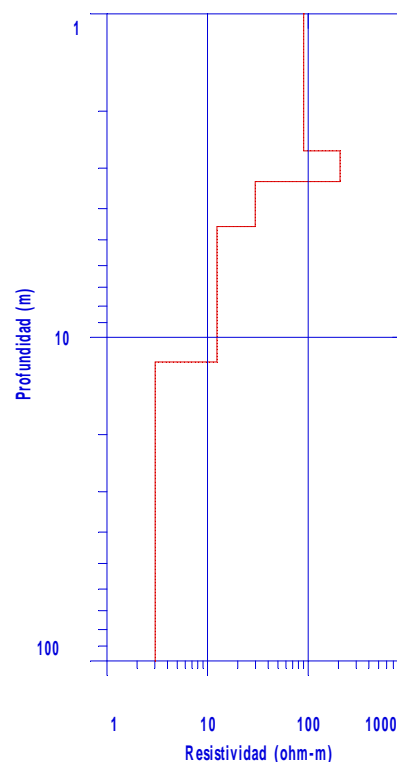
### Curva de campo L6:

DATASET: Lerma L6 NORTH: 4658772.00 EAST: 654913.00 ELEVATION: 351.28

NUMBER	AB/2	MN	RESISTIVITY
1	1.600000	0.400000	89.699997
2	2.000000	0.400000	90.300003
3	2.500000	0.400000	92.000000
4	3.200000	0.400000	89.400002
5	4.000000	0.400000	85.300003
6	5.000000	0.400000	79.800003
7	6.300000	0.400000	70.599998
8	8.000000	0.400000	56.299999
9	10.000000	0.400000	42.400002
10	12.600000	0.400000	29.600000
11	10.000000	2.000000	42.000000
12	12.600000	2.000000	29.200001
13	16.000000	2.000000	18.400000
14	20.000000	2.000000	11.600000
15	25.000000	2.000000	7.500000
16	32.000000	2.000000	5.300000
17	40.000000	2.000000	4.000000
18	50.000000	2.000000	3.500000
19	63.000000	2.000000	3.300000



Instituto Geologico Minero de Espana



Modelo: Error: 1.17 %

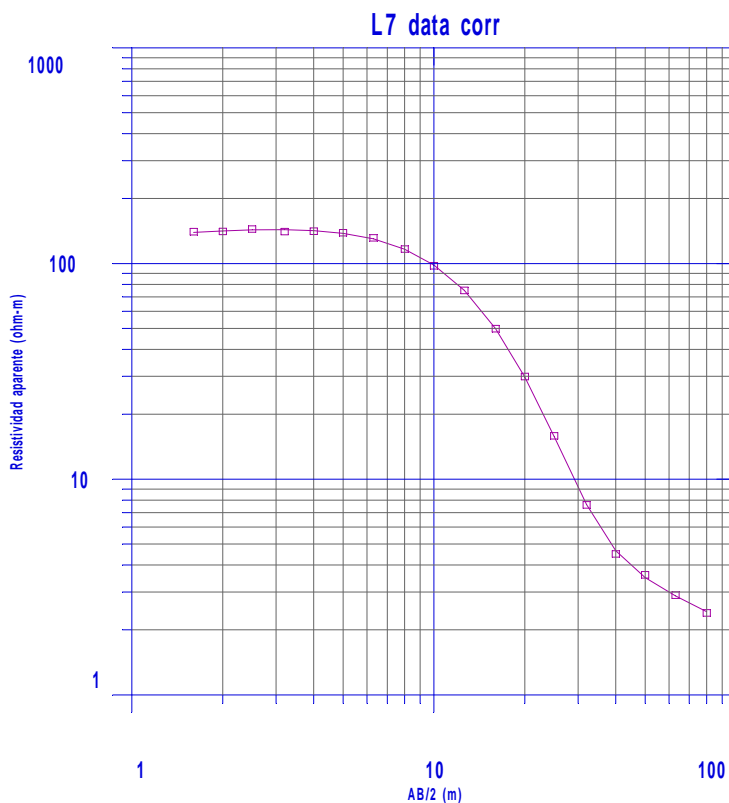
LAYER	RESISTIVITY	THICKNESS	DEPTH	ELEVATION
1	90,4	2,6	2,6	-2,6
2	207,3	0,7	3,3	-3,3
3	29,7	1,2	4,5	-4,5
4	12,4	7,4	11,9	-11,9
5	3			

## SEV L7

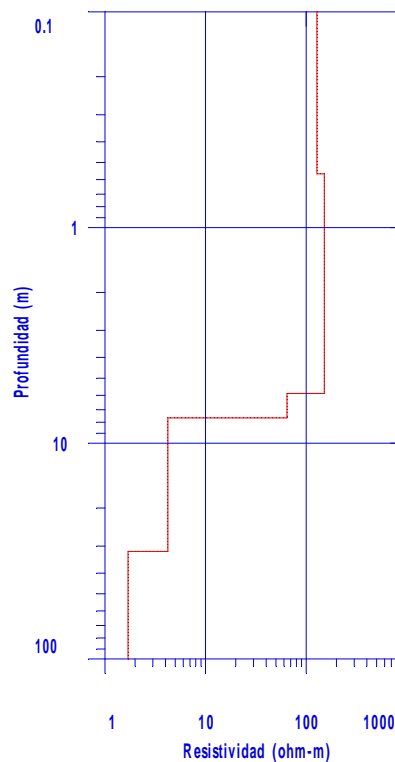
### Curva de campo L7:

DATASET: Lerma L7 NORTH: 4658604.50 EAST: 655539.94 ELEVATION: 363.29

NUMBER	AB/2	MN RESISTIVITY
1	1.600000	0.400000 129.199997
2	2.000000	0.400000 129.600006
3	2.500000	0.400000 132.899994
4	3.200000	0.400000 129.399994
5	4.000000	0.400000 129.899994
6	5.000000	0.400000 127.800003
7	6.300000	0.400000 121.000000
8	8.000000	0.400000 107.400002
9	10.000000	0.400000 89.900002
10	12.600000	0.400000 69.000000
11	10.000000	2.000000 97.599998
12	12.600000	2.000000 75.000000
13	16.000000	2.000000 49.900002
14	20.000000	2.000000 29.900000
15	25.000000	2.000000 15.900000
16	32.000000	2.000000 7.600000
17	40.000000	2.000000 4.500000
18	50.000000	2.000000 3.600000
19	63.000000	2.000000 3.300000
20	80.000000	2.000000 2.400000



Instituto Geologico Minero de Espana



Modelo: Error: 1.34 %

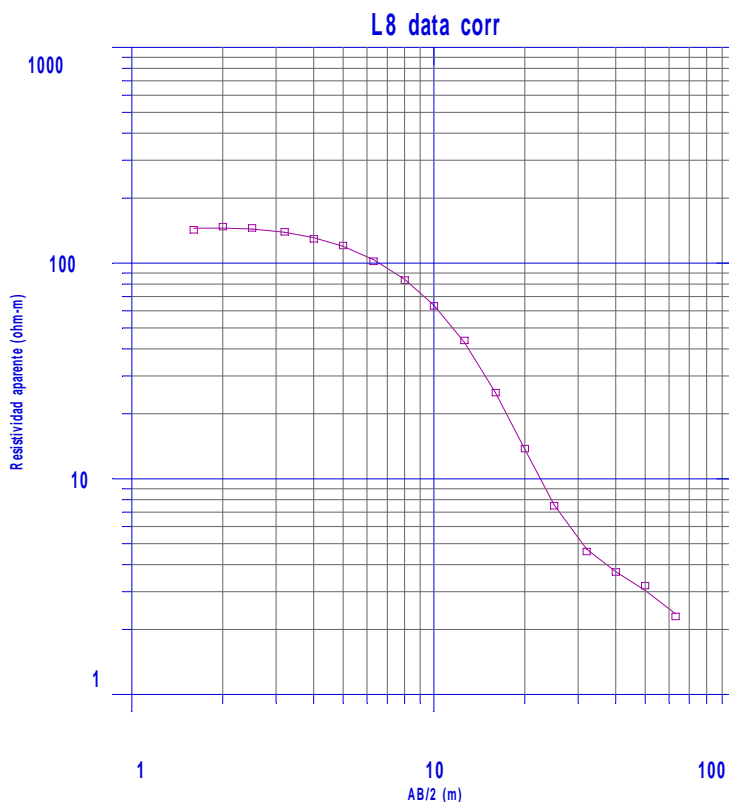
DATASET:	L7	data	corr	NORTH:	4658605	EAST:	655540	ELEVATION:	363,29
LAYER	RESISTIVITY	THICKNESS	DEPTH	ELEVATION					
1	127,7	0,6	0,6	-0,6					
2	151,3	5,3	5,9	-5,9					
3	64,3	1,8	7,6	-7,6					
4	4,2	24,1	31,7	-31,7					
5	1,7								

## SEV L8

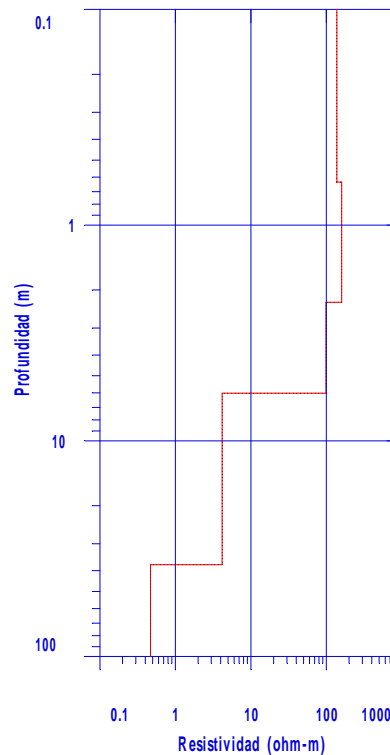
### Curva de campo L8:

DATASET: Lerma L8 NORTH: 4658415.00 EAST: 655478.00 ELEVATION: 361.43

NUMBER	AB/2	MN	RESISTIVITY
1	1.600000	0.400000	134.199997
2	2.000000	0.400000	138.699997
3	2.500000	0.400000	136.800003
4	3.200000	0.400000	131.399994
5	4.000000	0.400000	121.900002
6	5.000000	0.400000	113.400002
7	6.300000	0.400000	95.900002
8	8.000000	0.400000	78.400002
9	10.000000	0.400000	59.599998
10	12.600000	0.400000	41.200000
11	10.000000	2.000000	63.200001
12	12.600000	2.000000	43.800000
13	16.000000	2.000000	25.100000
14	20.000000	2.000000	13.800000
15	25.000000	2.000000	7.500000
16	32.000000	2.000000	4.600000
17	40.000000	2.000000	3.700000
18	50.000000	2.000000	3.200000
19	63.000000	2.000000	2.300000



Instituto Geologico Minero de Espana



Modelo: Error: 1.87 %

DATASET:	L8	data	corr	NORTH:	4658415	EAST:	655478	ELEVATION:	361,43
LAYER	RESISTIVITY	THICKNESS	DEPTH	ELEVATION					
1	137,9	0,6	0,6	-0,6					
2	160	1,6	2,3	-2,3					
3	99	3,7	6	-6					
4	4,2	31,5	37,6	-37,6					
5	0,5								

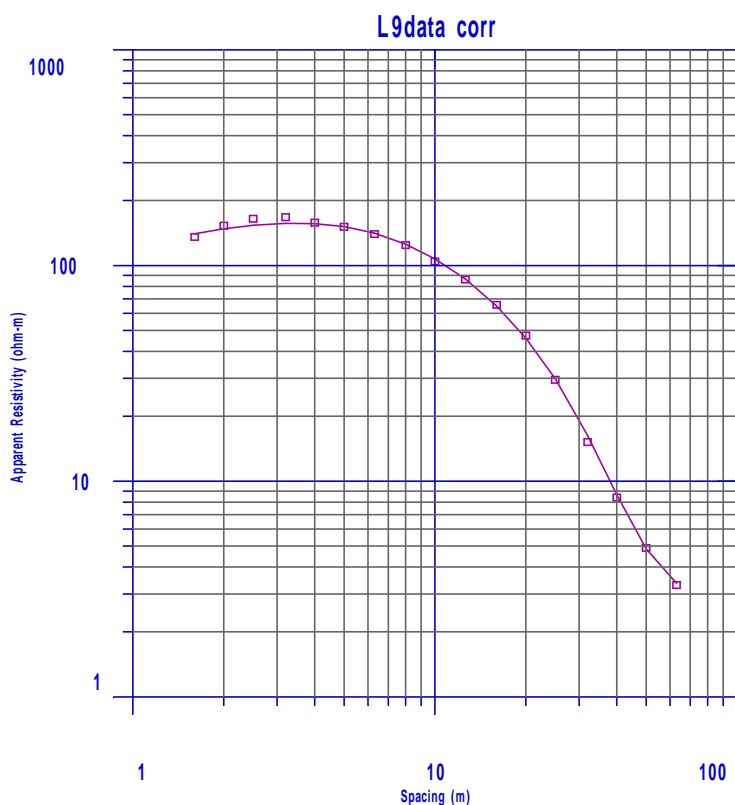


### SEV L9

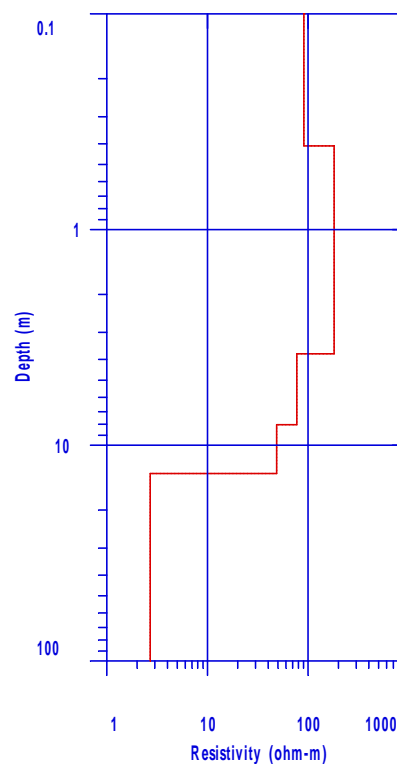
#### Curva de campo L9:

DATASET: Lerma L9 NORTH: 4658836.00 EAST: 655615.31 ELEVATION: 364.68

NUMBER	AB/2	MN	RESISTIVITY
1	1.600000	0.400000	134.199997
2	2.000000	0.400000	151.399994
3	2.500000	0.400000	163.000000
4	3.200000	0.400000	165.699997
5	4.000000	0.400000	156.399994
6	5.000000	0.400000	149.600006
7	6.300000	0.400000	138.399994
8	8.000000	0.400000	123.099998
9	10.000000	0.400000	103.400002
10	12.600000	0.400000	85.099998
11	10.000000	2.000000	105.900002
12	12.600000	2.000000	86.000000
13	16.000000	2.000000	65.699997
14	20.000000	2.000000	47.299999
15	25.000000	2.000000	29.500000
16	32.000000	2.000000	15.200000
17	40.000000	2.000000	8.400000
18	50.000000	2.000000	4.900000
19	63.000000	2.000000	3.300000



Instituto Geologico Minero de Espana



Modelo: Error: 3.45 %

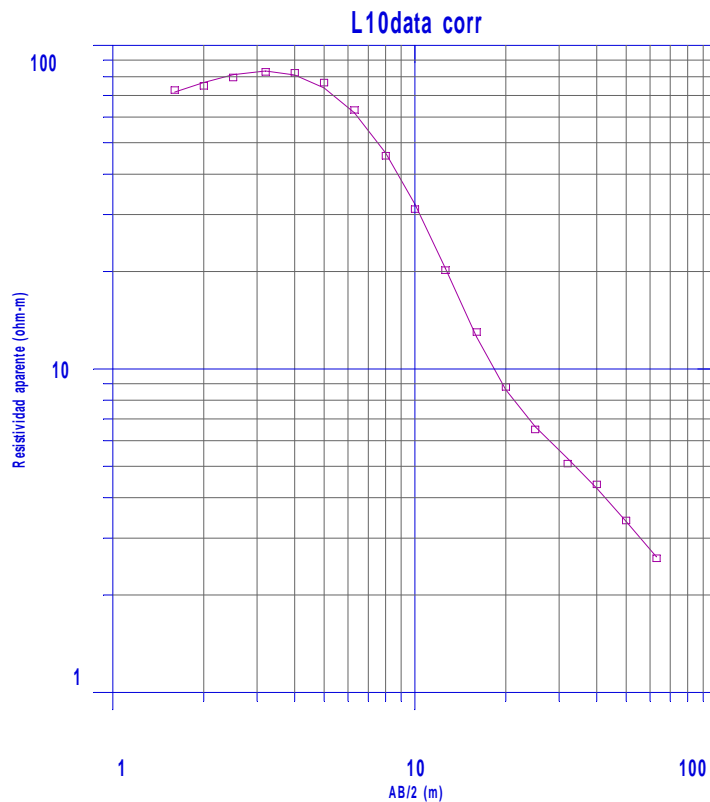
DATASET:	L9data	corr	NORTH:	4658836	EAST:	655615	ELEVATION:	364,68
LAYER	RESISTIVITY	THICKNESS	DEPTH	ELEVATION				
1	90,8	0,4	0,4	-0,4				
2	181,3	3,4	3,8	-3,8				
3	76,9	4,3	8	-8				
4	48,6	5,5	13,5	-13,5				
5	2,7							

## SEV L10

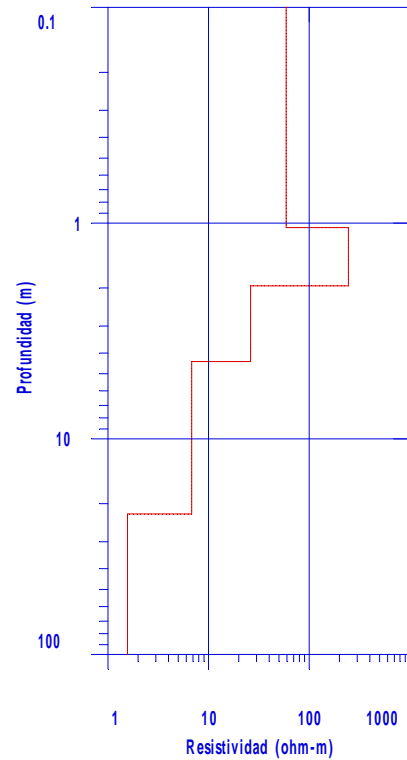
### Curva de campo L10:

DATASET: LermaL10 NORTH: 4658906.50 EAST: 655378.75 ELEVATION: 360.12

NUMBER	AB/2	MN	RESISTIVITY
1	1.600000	0.400000	82.900002
2	2.000000	0.400000	85.400002
3	2.500000	0.400000	90.599998
4	3.200000	0.400000	94.300003
5	4.000000	0.400000	93.699997
6	5.000000	0.400000	87.400002
7	6.300000	0.400000	71.900002
8	8.000000	0.400000	51.900002
9	10.000000	0.400000	35.500000
10	12.600000	0.400000	23.000000
11	10.000000	2.000000	32.000000
12	12.600000	2.000000	20.200001
13	16.000000	2.000000	13.000000
14	20.000000	2.000000	8.800000
15	25.000000	2.000000	6.500000
16	32.000000	2.000000	5.100000
17	40.000000	2.000000	4.400000
18	50.000000	2.000000	3.400000
19	63.000000	2.000000	2.600000



Instituto Geologico Minero de Espana



Modelo: Error: 2.37 %

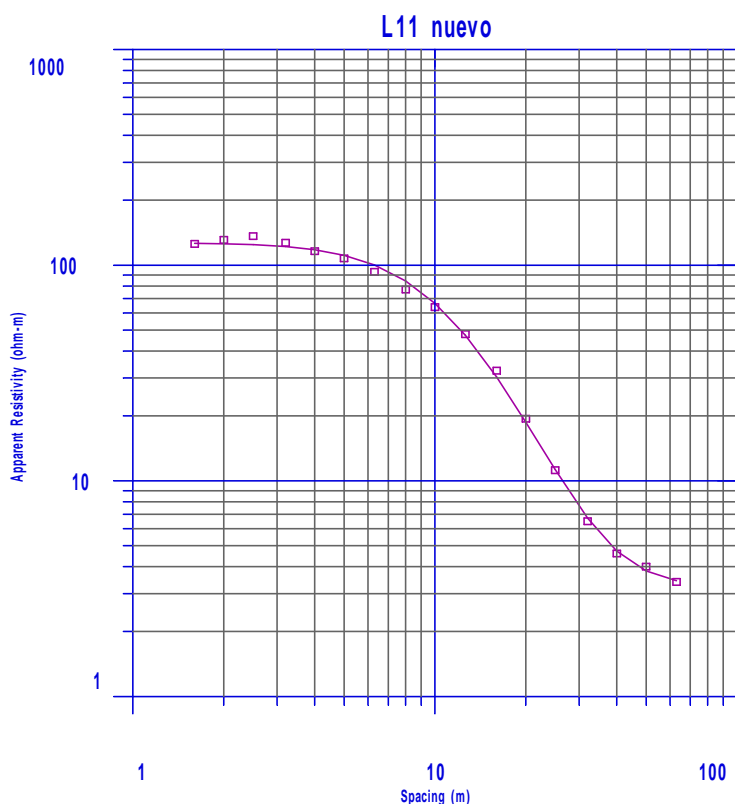
DATASET:	L10data	corr	NORTH:	4658907	EAST:	655379	ELEVATION:	360,12
LAYER	RESISTIVITY	THICKNESS	DEPTH	ELEVATION				
1	58,9	1	1	-1				
2	244,9	0,9	2	-2				
3	26,2	2,4	4,4	-4,4				
4	6,8	17,9	22,3	-22,3				
5	1,6							

## SEV L11

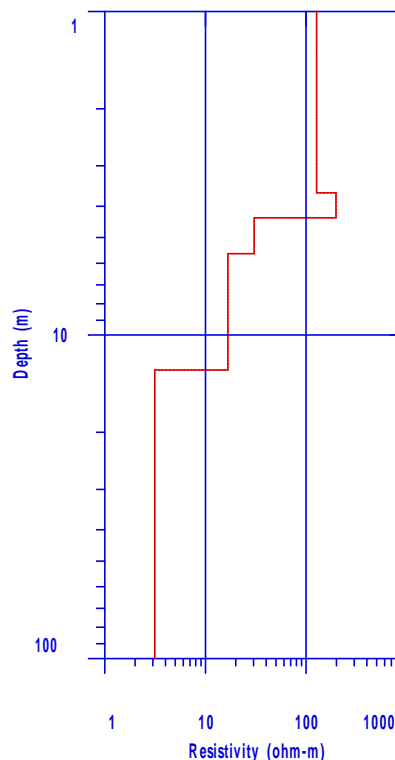
### Curva de campo L11:

DATASET: LermaL11 NORTH: 4658690.00 EAST: 655308.88 ELEVATION: 359.08

NUMBER	AB/2	MN	RESISTIVITY
1	1.600000	0.400000	127.300003
2	2.000000	0.400000	132.899994
3	2.500000	0.400000	138.300003
4	3.200000	0.400000	128.899994
5	4.000000	0.400000	117.800003
6	5.000000	0.400000	109.099998
7	6.300000	0.400000	94.500000
8	8.000000	0.400000	78.099998
9	10.000000	0.400000	64.800003
10	12.600000	0.400000	48.599998
11	10.000000	2.000000	64.099998
12	12.600000	2.000000	47.900002
13	16.000000	2.000000	32.400002
14	20.000000	2.000000	19.400000
15	25.000000	2.000000	11.200000
16	32.000000	2.000000	6.500000
17	40.000000	2.000000	4.600000
18	50.000000	2.000000	4.000000
19	63.000000	2.000000	3.400000



Instituto Geologico Minero de Espana



Modelo: Error: 4.88 %

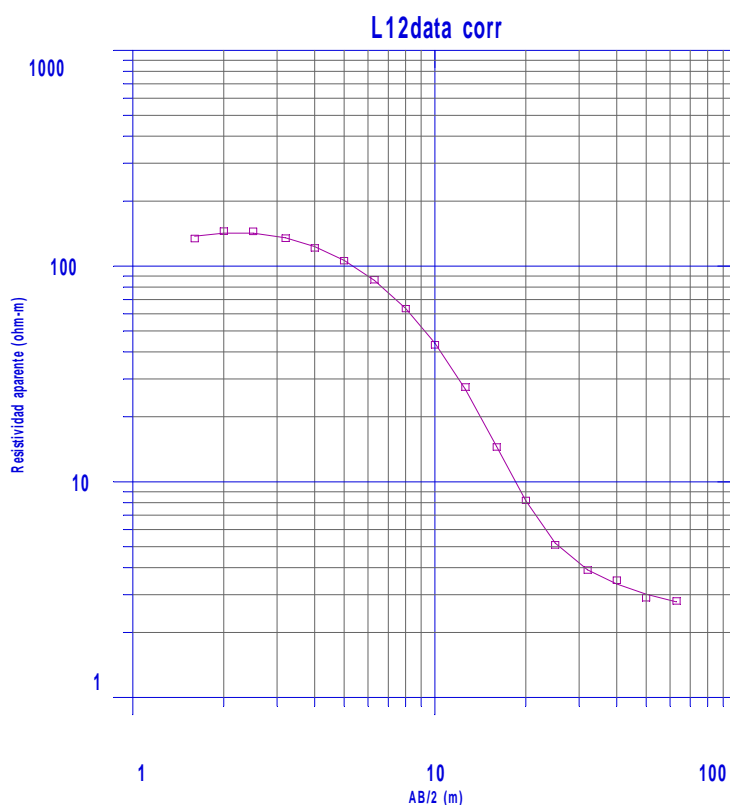
DATASET:	L11data	corr		NORTH:	4658690	EAST:	655309	ELEVATION:	359,08
LAYER	RESISTIVITY	THICKNESS	DEPTH	ELEVATION					
1	127	3,6	3,6	-3,6					
2	197,5	0,7	4,3	-4,3					
3	30,4	1,3	5,6	-5,6					
4	16,7	7,2	12,8	-12,8					
5	3,1								

## SEV L12

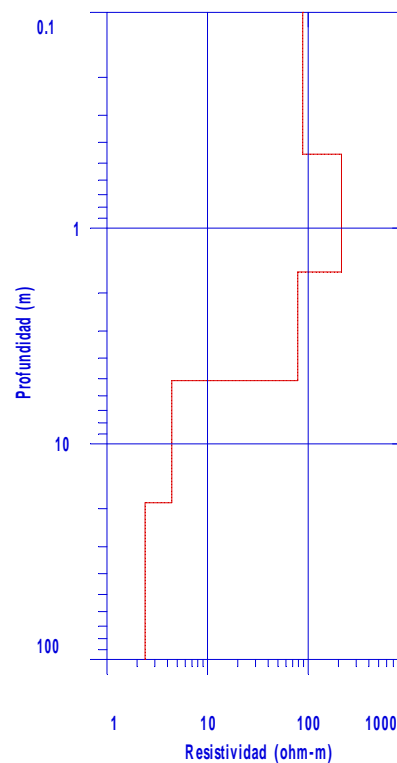
### Curva de campo L12:

DATASET: LermaL12 NORTH: 4658530.00 EAST: 655256.56 ELEVATION: 359.36

NUMBER	AB/2	MN	RESISTIVITY
1	1.600000	0.400000	125.900002
2	2.000000	0.400000	136.100006
3	2.500000	0.400000	135.899994
4	3.200000	0.400000	126.300003
5	4.000000	0.400000	113.900002
6	5.000000	0.400000	99.400002
7	6.300000	0.400000	81.099998
8	8.000000	0.400000	59.599998
9	10.000000	0.400000	40.500000
10	12.600000	0.400000	25.799999
11	10.000000	2.000000	43.400002
12	12.600000	2.000000	27.500000
13	16.000000	2.000000	14.500000
14	20.000000	2.000000	8.200000
15	25.000000	2.000000	5.100000
16	32.000000	2.000000	3.900000
17	40.000000	2.000000	3.500000
18	50.000000	2.000000	2.900000
19	63.000000	2.000000	2.800000



Instituto Geologico Minero de Espana



Modelo: Error: 1.92 %

DATASET: L12data corr LermaL12 NORTH: 4658530 EAST: 655257 ELEVATION: 359,36

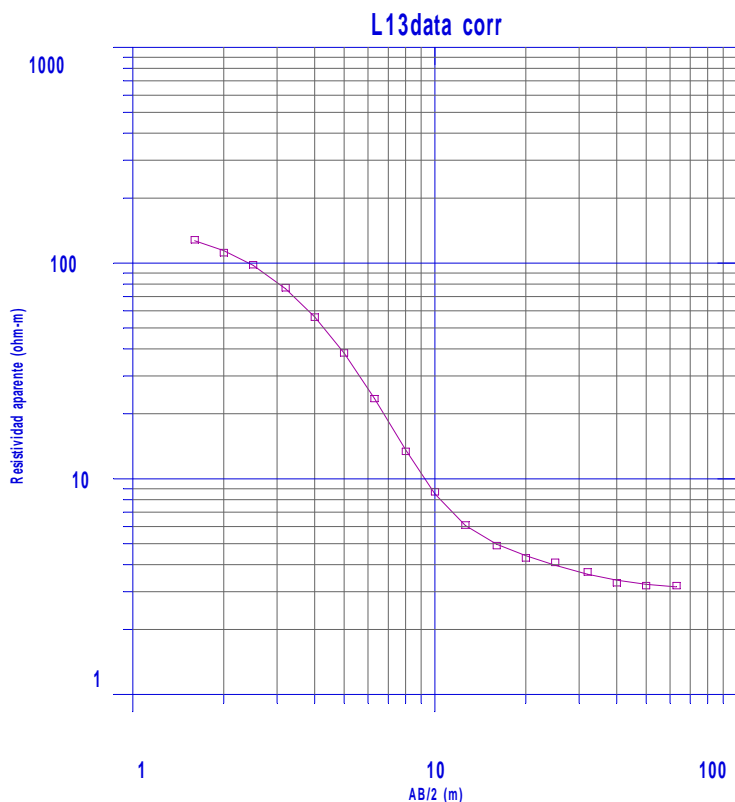
LAYER	RESISTIVITY	THICKNESS	DEPTH	ELEVATION
1	88,6	0,5	0,5	-0,5
2	214,4	1,1	1,6	-1,6
3	78,6	3,5	5,1	-5,1
4	4,4	13,7	18,8	-18,8
5	2,4			

### SEV L13

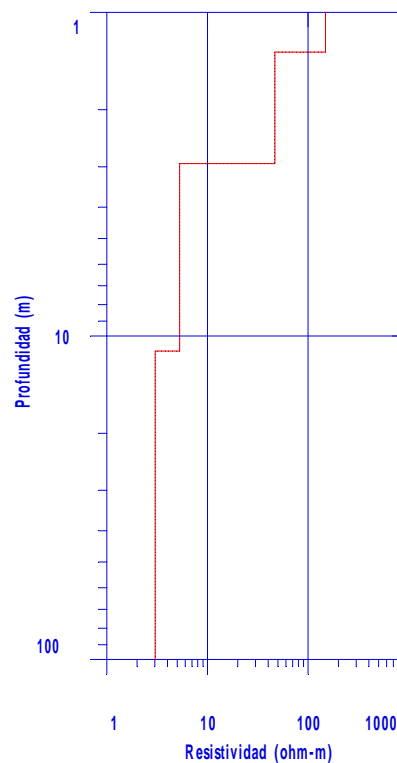
**Curva de campo L13:**

DATASET: LermaL13 NORTH: 4657795.00 EAST: 655120.94 ELEVATION: 357.17

NUMBER	AB/2	MN	RESISTIVITY
1	1.600000	0.400000	117.699997
2	2.000000	0.400000	102.599998
3	2.500000	0.400000	90.199997
4	3.200000	0.400000	70.599998
5	4.000000	0.400000	51.500000
6	5.000000	0.400000	35.200001
7	6.300000	0.400000	21.600000
8	8.000000	0.400000	12.300000
9	10.000000	0.400000	8.000000
10	12.600000	0.400000	5.600000
11	10.000000	2.000000	8.900000
12	12.600000	2.000000	6.100000
13	16.000000	2.000000	4.900000
14	20.000000	2.000000	4.300000
15	25.000000	2.000000	4.100000
16	32.000000	2.000000	3.700000
17	40.000000	2.000000	3.300000
18	50.000000	2.000000	3.200000
19	63.000000	2.000000	3.200000



Instituto Geologico Minero de Espana



**Modelo: Error: 1.75 %**

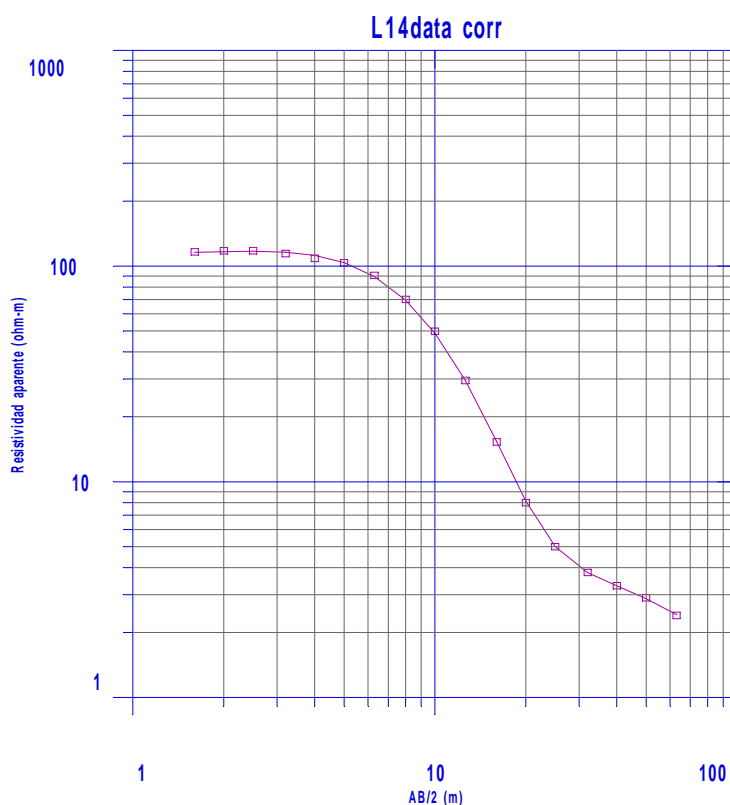
DATASET:	L13data	corr	NORTH:	4657795	EAST:	655121	ELEVATION:	357,17
LAYER	RESISTIVITY	THICKNESS	DEPTH	ELEVATION				
1	148,6	1,3	1,3	-1,3				
2	46,7	1,6	2,9	-2,9				
3	5,3	8,2	11,1	-11,1				
4	3							

## SEV L14

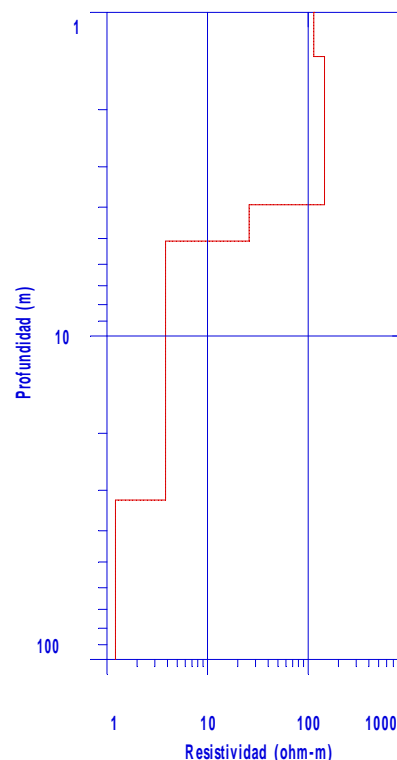
### Curva de campo L14:

DATASET: LermaL14 NORTH: 4657689.00 EAST: 655289.88 ELEVATION: 361.75

NUMBER	AB/2	MN	RESISTIVITY
1	1.600000	0.400000	113.199997
2	2.000000	0.400000	114.500000
3	2.500000	0.400000	114.599998
4	3.200000	0.400000	111.199997
5	4.000000	0.400000	105.599998
6	5.000000	0.400000	100.800003
7	6.300000	0.400000	88.099998
8	8.000000	0.400000	68.199997
9	10.000000	0.400000	48.500000
10	12.600000	0.400000	28.700001
11	10.000000	2.000000	50.000000
12	12.600000	2.000000	29.500000
13	16.000000	2.000000	15.300000
14	20.000000	2.000000	8.000000
15	25.000000	2.000000	5.000000
16	32.000000	2.000000	3.800000
17	40.000000	2.000000	3.300000
18	50.000000	2.000000	2.900000
19	63.000000	2.000000	2.400000



Instituto Geologico Minero de Espana



Modelo: Error: 1.23 %

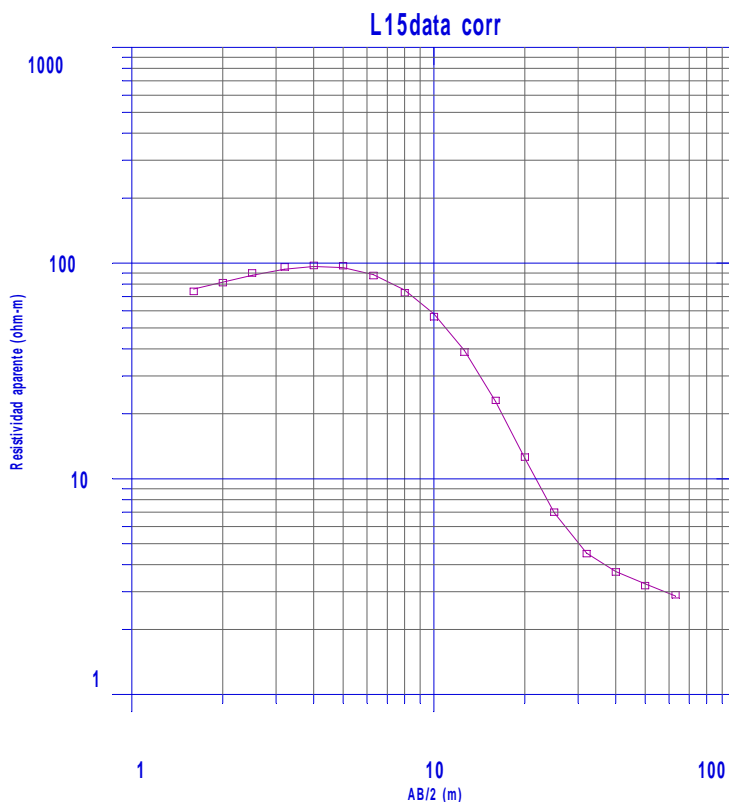
DATASET:	L14data	corr	NORTH:	4657689	EAST:	655290	ELEVATION:	361,75
LAYER	RESISTIVITY	THICKNESS	DEPTH	ELEVATION				
1	113,7	1,4	1,4	-1,4				
2	145,4	2,6	3,9	-3,9				
3	25,9	1,2	5,1	-5,1				
4	3,8	27,1	32,2	-32,2				
5	1,2							

## SEV L15

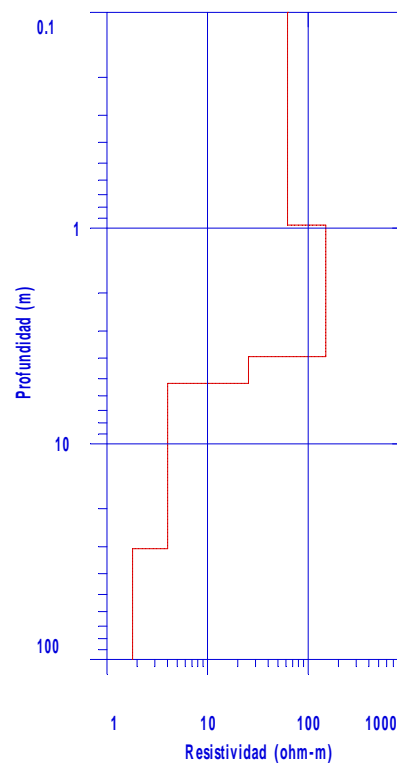
### Curva de campo L15:

DATASET: LermaL15 NORTH: 4657561.50 EAST: 655488.56 ELEVATION: 372.32

NUMBER	AB/2	MN	RESISTIVITY
1	1.600000	0.400000	74.000000
2	2.000000	0.400000	81.199997
3	2.500000	0.400000	90.000000
4	3.200000	0.400000	96.000000
5	4.000000	0.400000	97.500000
6	5.000000	0.400000	97.300003
7	6.300000	0.400000	87.599998
8	8.000000	0.400000	72.900002
9	10.000000	0.400000	56.400002
10	12.600000	0.400000	38.700001
11	10.000000	2.000000	56.299999
12	12.600000	2.000000	38.700001
13	16.000000	2.000000	23.100000
14	20.000000	2.000000	12.600000
15	25.000000	2.000000	7.000000
16	32.000000	2.000000	4.500000
17	40.000000	2.000000	3.700000
18	50.000000	2.000000	3.200000
19	63.000000	2.000000	2.900000



Instituto Geologico Minero de Espana



Modelo: Error: 1.78 %

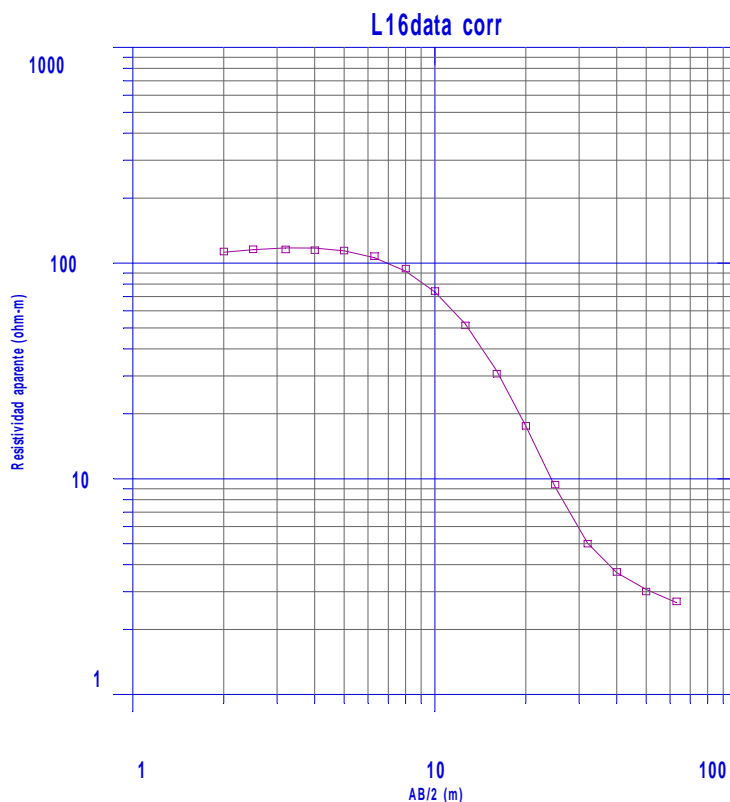
LAYER	RESISTIVITY	THICKNESS	DEPTH	ELEVATION
1	62,3	1	1	-1
2	150	3	3,9	-3,9
3	25,5	1,3	5,3	-5,3
4	4	25,4	30,6	-30,6
5	1,8			

## SEV L16

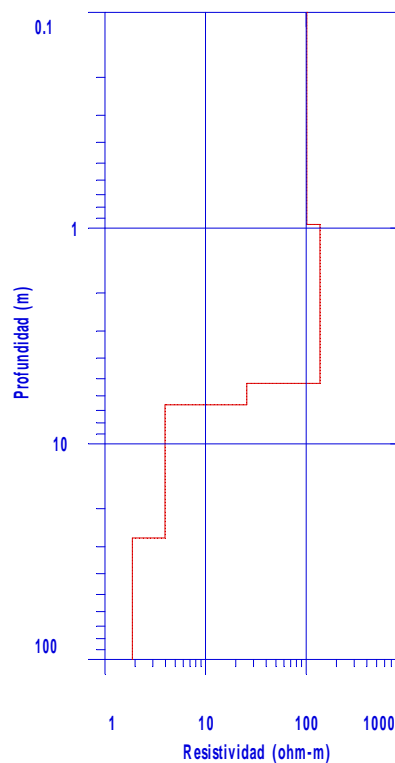
### Curva de campo L16:

DATASET: LermaL16 NORTH: 4657459.00 EAST: 655653.75 ELEVATION: 371.73

NUMBER	AB/2	MN	RESISTIVITY
1	1.600000	0.400000	120.800003
2	2.000000	0.400000	113.099998
3	2.500000	0.400000	115.800003
4	3.200000	0.400000	115.699997
5	4.000000	0.400000	114.800003
6	5.000000	0.400000	114.300003
7	6.300000	0.400000	107.699997
8	8.000000	0.400000	94.300003
9	10.000000	0.400000	74.199997
10	12.600000	0.400000	51.400002
11	10.000000	2.000000	73.900002
12	12.600000	2.000000	51.400002
13	16.000000	2.000000	30.700001
14	20.000000	2.000000	17.600000
15	25.000000	2.000000	9.400000
16	32.000000	2.000000	5.000000
17	40.000000	2.000000	3.700000
18	50.000000	2.000000	3.000000
19	63.000000	2.000000	2.700000



Instituto Geologico Minero de Espana



Modelo: Error: 1.71 %

DATASET: L16data corr NORTH: 4657459 EAST: 655654 ELEVATION: 371,73

LAYER	RESISTIVITY	THICKNESS	DEPTH	ELEVATION
1	101,8	1	1	-1
2	137,3	4,3	5,3	-5,3
3	25,7	1,4	6,6	-6,6
4	4	20,7	27,3	-27,3
5	1,9			

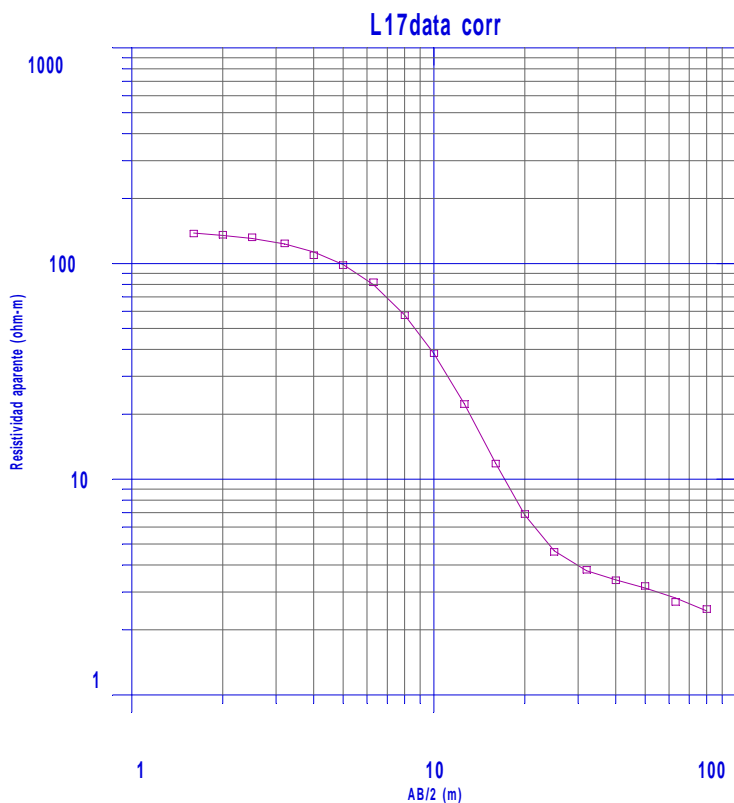


## SEV L17

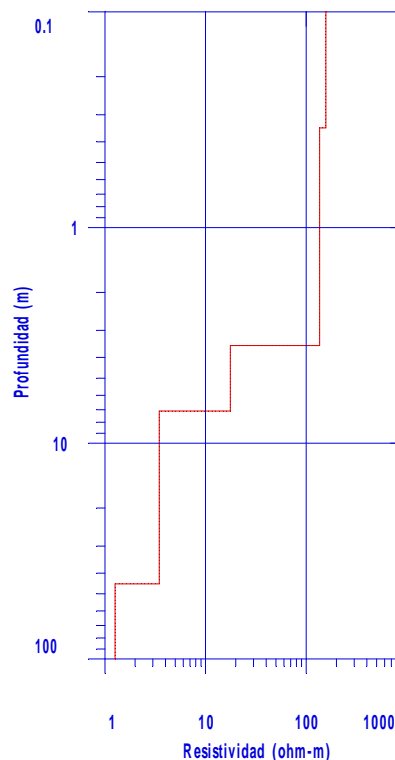
### Curva de campo L17:

DATASET: LermaL17 NORTH: 4657821.50 EAST: 655857.19 ELEVATION: 369.86

NUMBER	AB/2	MN	RESISTIVITY
1	1.600000	0.400000	128.500000
2	2.000000	0.400000	126.900002
3	2.500000	0.400000	123.400002
4	3.200000	0.400000	115.699997
5	4.000000	0.400000	102.000000
6	5.000000	0.400000	91.699997
7	6.300000	0.400000	76.300003
8	8.000000	0.400000	53.700001
9	10.000000	0.400000	35.799999
10	12.600000	0.400000	20.799999
11	10.000000	2.000000	38.799999
12	12.600000	2.000000	22.299999
13	16.000000	2.000000	11.800000
14	20.000000	2.000000	6.900000
15	25.000000	2.000000	4.600000
16	32.000000	2.000000	3.800000
17	40.000000	2.000000	3.400000
18	50.000000	2.000000	3.200000
19	63.000000	2.000000	2.700000
20	80.000000	2.000000	2.500000



Instituto Geologico Minero de Espana



Modelo: Error: 1.70 %

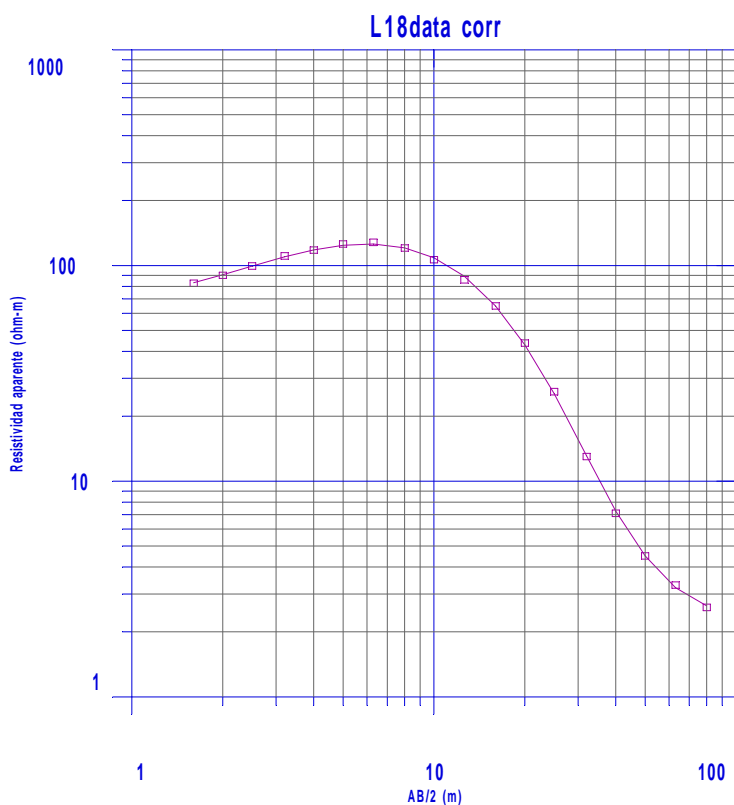
DATASET:	L17data	corr	NORTH:	4657822	EAST:	655857	ELEVATION:	369,86
LAYER	RESISTIVITY	THICKNESS	DEPTH	ELEVATION				
1	157	0,3	0,3	-0,3				
2	136,4	3,2	3,5	-3,5				
3	17,7	3,6	7,1	-7,1				
4	3,5	37,8	44,9	-44,9				
5	1,3							

## SEV L18

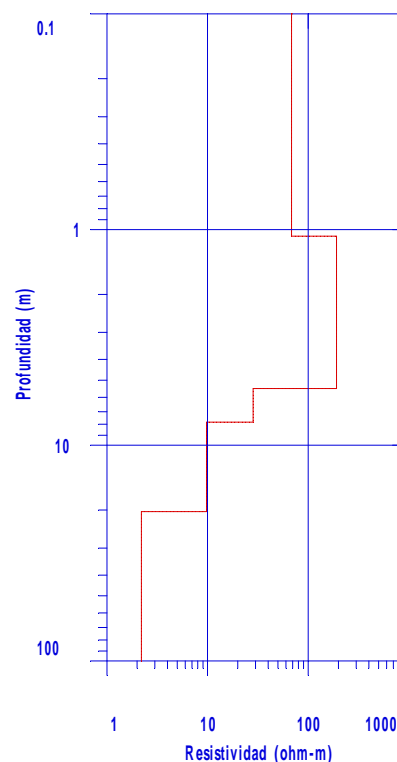
### Curva de campo L18:

DATASET: LermaL18 NORTH: 4657478.50 EAST: 655994.19 ELEVATION: 377.42

NUMBER	AB/2	MN	RESISTIVITY
1	1.600000	0.400000	82.400002
2	2.000000	0.400000	89.800003
3	2.500000	0.400000	99.199997
4	3.200000	0.400000	110.400002
5	4.000000	0.400000	117.500000
6	5.000000	0.400000	125.400002
7	6.300000	0.400000	127.699997
8	8.000000	0.400000	120.199997
9	10.000000	0.400000	106.099998
10	12.600000	0.400000	85.500000
11	10.000000	2.000000	105.800003
12	12.600000	2.000000	85.800003
13	16.000000	2.000000	64.900002
14	20.000000	2.000000	43.700001
15	25.000000	2.000000	26.000000
16	32.000000	2.000000	13.000000
17	40.000000	2.000000	7.100000
18	50.000000	2.000000	4.500000
19	63.000000	2.000000	3.300000
20	80.000000	2.000000	2.600000



Instituto Geologico Minero de Espana



Modelo: Error: 1.68 %

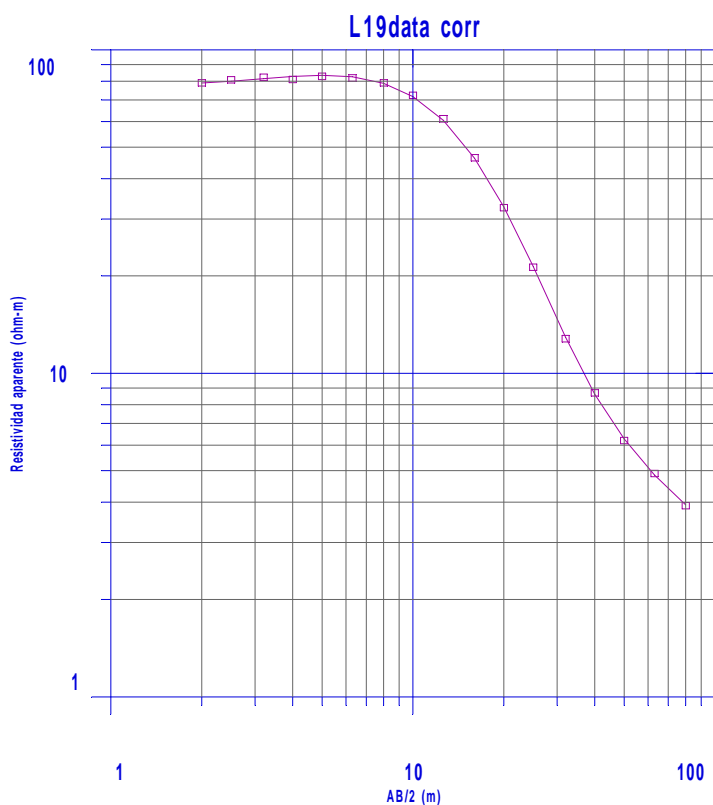
DATASET:	L18data	corr	NORTH:	4657479	EAST:	655994	ELEVATION:	377,42
LAYER	RESISTIVITY	THICKNESS	DEPTH	ELEVATION				
1	68,2	1,1	1,1	-1,1				
2	191,2	4,4	5,5	-5,5				
3	28,4	2,4	7,8	-7,8				
4	9,8	12,5	20,3	-20,3				
5	2,2							

## SEV L19

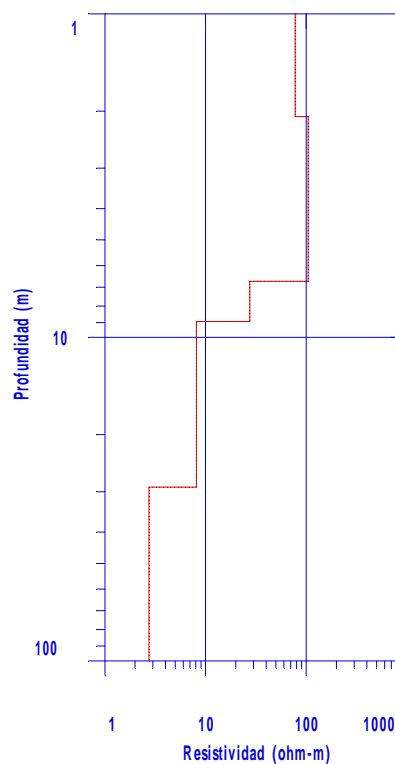
### Curva de campo L19:

DATASET: LermaL19 NORTH: 4657374.50 EAST: 656159.75 ELEVATION: 382.12

NUMBER	AB/2	MN	RESISTIVITY
1	1.600000	0.400000	85.199997
2	2.000000	0.400000	79.099998
3	2.500000	0.400000	80.800003
4	3.200000	0.400000	82.300003
5	4.000000	0.400000	81.000000
6	5.000000	0.400000	82.800003
7	6.300000	0.400000	81.900002
8	8.000000	0.400000	79.099998
9	10.000000	0.400000	72.400002
10	12.600000	0.400000	61.200001
11	10.000000	2.000000	72.099998
12	12.600000	2.000000	61.200001
13	16.000000	2.000000	46.400002
14	20.000000	2.000000	32.500000
15	25.000000	2.000000	21.299999
16	32.000000	2.000000	12.800000
17	40.000000	2.000000	8.700000
18	50.000000	2.000000	6.200000
19	63.000000	2.000000	4.900000
20	80.000000	2.000000	3.900000



Instituto Geologico Minero de Espana



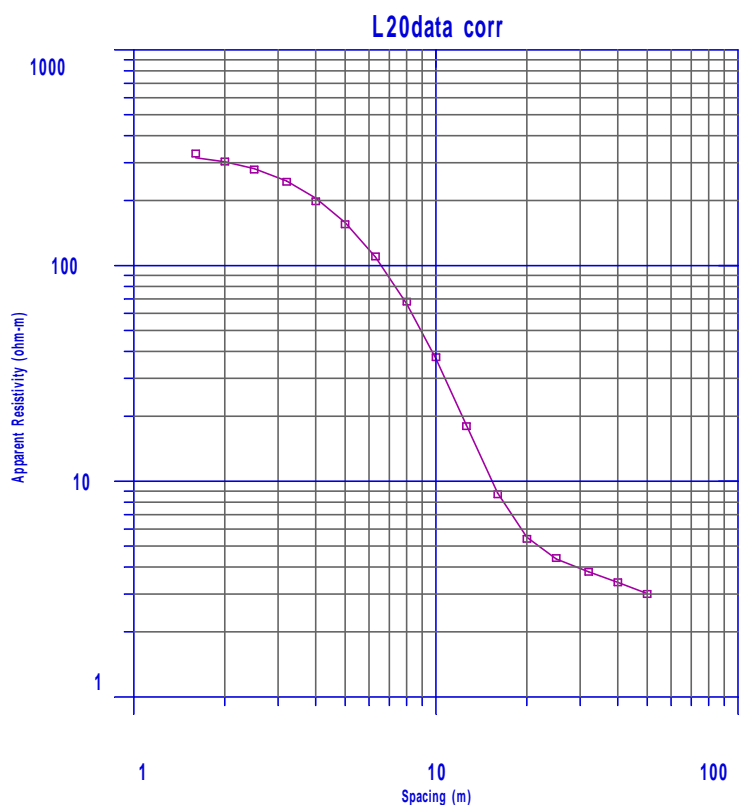
Modelo: Error: 0.96 %

DATASET:	L19data	corr	NORTH:	4657375	EAST:	656160	ELEVATION:	382,12
LAYER	RESISTIVITY	THICKNESS	DEPTH	ELEVATION				
1	77,5	2,1	2,1	-2,1				
2	104,6	4,6	6,7	-6,7				
3	27,5	2,2	8,9	-8,9				
4	8,1	20,1	29	-29				
5	2,7							

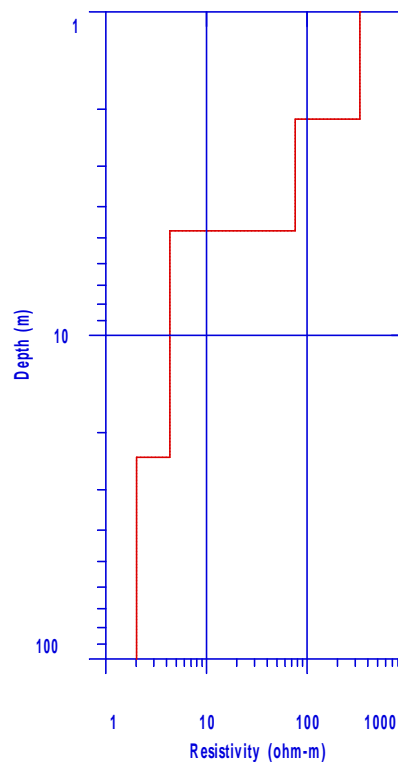
## SEV L 20

### Curva de campo L 20:

DATASET: LermaL20			NORTH: 4658079.50	EAST: 655016.19	ELEVATION: 355.52
NUMBER	AB/2	MN RESISTIVITY			
1	1.600000	0.400000	312.299988		
2	2.000000	0.400000	286.899994		
3	2.500000	0.400000	263.299988		
4	3.200000	0.400000	231.199997		
5	4.000000	0.400000	187.399994		
6	5.000000	0.400000	146.699997		
7	6.300000	0.400000	104.099998		
8	8.000000	0.400000	64.199997		
9	10.000000	0.400000	35.500000		
10	12.600000	0.400000	17.000000		
11	10.000000	2.000000	39.000000		
12	12.600000	2.000000	18.000000		
13	16.000000	2.000000	8.700000		
14	20.000000	2.000000	5.400000		
15	25.000000	2.000000	4.400000		
16	32.000000	2.000000	3.800000		
17	40.000000	2.000000	3.400000		
18	50.000000	2.000000	3.000000		



Instituto Geologico Minero de Espana



Modelo: Error: 1.82 %

DATASET: L20data corr			NORTH: 4658080	EAST: 655016	ELEVATION: 355,52
LAYER	RESISTIVITY	THICKNESS	DEPTH	ELEVATION	
1	333,9	2,1	2,1	-2,1	
2	75,8	2,6	4,8	-4,8	
3	4,3	19,1	23,8	-23,8	
4	2				

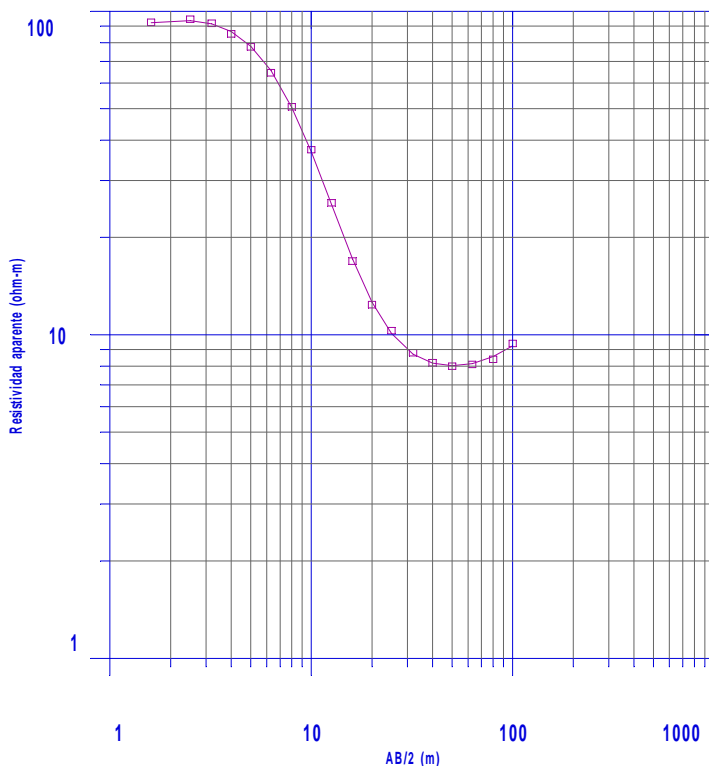
## SEV L 21

### Curva de campo L 21:

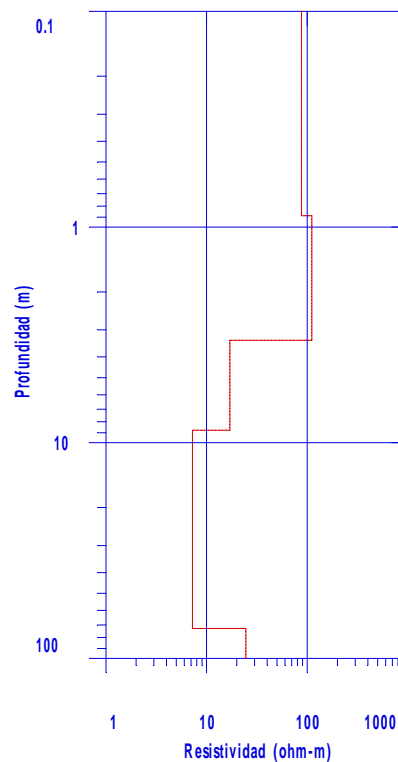
DATASET: LermaL21 NORTH: 4656799.00 EAST: 657053.19 ELEVATION: 409.69

NUMBER	AB/2	MN	RESISTIVITY
1	1.600000	0.400000	92.099998
2	2.000000	0.400000	89.900002
3	2.500000	0.400000	94.199997
4	3.200000	0.400000	91.500000
5	4.000000	0.400000	84.900002
6	5.000000	0.400000	77.400002
7	6.300000	0.400000	64.300003
8	8.000000	0.400000	50.500000
9	10.000000	0.400000	37.200001
10	12.600000	0.400000	25.500000
11	10.000000	2.000000	38.000000
12	12.600000	2.000000	25.600000
13	16.000000	2.000000	16.900000
14	20.000000	2.000000	12.400000
15	25.000000	2.000000	10.300000
16	32.000000	2.000000	8.800000
17	40.000000	2.000000	8.200000
18	50.000000	2.000000	8.000000
19	63.000000	2.000000	8.100000
20	80.000000	2.000000	8.400000
21	100.000000	2.000000	9.400000

L21data corr2



Instituto Geologico Minero de Espana



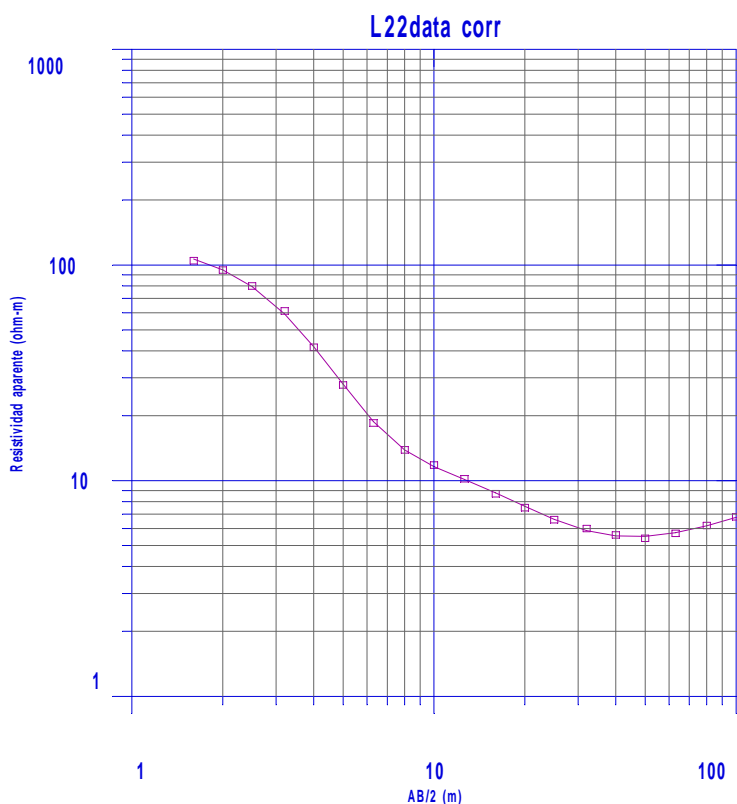
Modelo: Error: 1.23 %

DATASET:	L21data	corr2	NORTH:	4656799	EAST:	657053	ELEVATION:	409,69
LAYER	RESISTIVITY	THICKNESS	DEPTH	ELEVATION				
1	87,5	0,9	0,9	-0,9				
2	111,2	2,5	3,4	-3,4				
3	17,1	5,4	8,8	-8,8				
4	7,2	64	72,7	-72,7				
5	24,6							

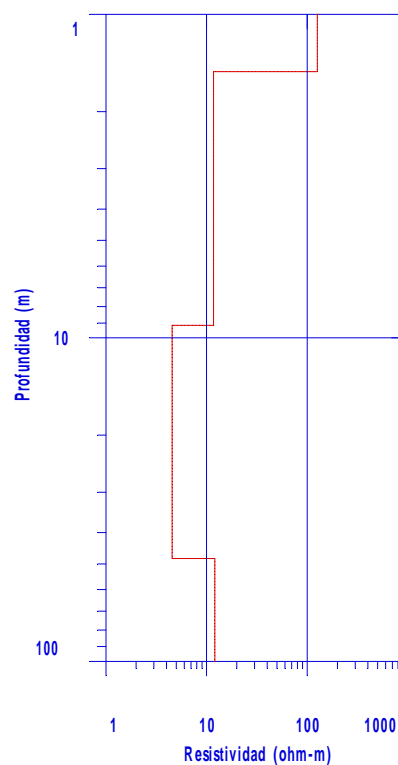
## SEV L 22

### Curva de campo L 22:

DATASET: LermaL22			NORTH: 4656726.50	EAST: 657241.00	ELEVATION: 415.37
NUMBER	AB/2	MN RESISTIVITY			
1	1.600000	0.400000	110.900002		
2	2.000000	0.400000	100.300003		
3	2.500000	0.400000	84.599998		
4	3.200000	0.400000	64.800003		
5	4.000000	0.400000	44.000000		
6	5.000000	0.400000	29.400000		
7	6.300000	0.400000	19.600000		
8	8.000000	0.400000	14.700000		
9	10.000000	0.400000	12.500000		
10	12.600000	0.400000	10.800000		
11	10.000000	2.000000	12.000000		
12	12.600000	2.000000	10.200000		
13	16.000000	2.000000	8.700000		
14	20.000000	2.000000	7.500000		
15	25.000000	2.000000	6.600000		
16	32.000000	2.000000	6.000000		
17	40.000000	2.000000	5.600000		
18	50.000000	2.000000	5.400000		
19	63.000000	2.000000	5.700000		
20	80.000000	2.000000	6.200000		
21	100.000000	2.000000	6.800000		



Instituto Geologico Minero de Espana



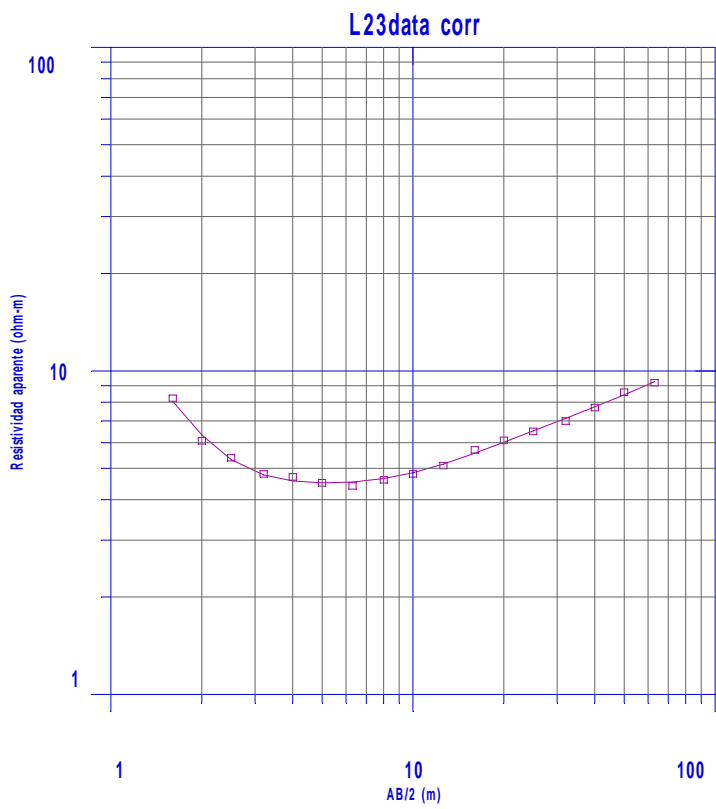
Modelo: Error: 1.34 %

DATASET: L22data		corr	NORTH: 4656727	EAST: 657241	ELEVATION: 415,37
LAYER	RESISTIVITY	THICKNESS	DEPTH	ELEVATION	
1	126	1,5	1,5	-1,5	
2	11,8	7,7	9,2	-9,2	
3	4,6	38,9	48,1	-48,1	
4	12,1				

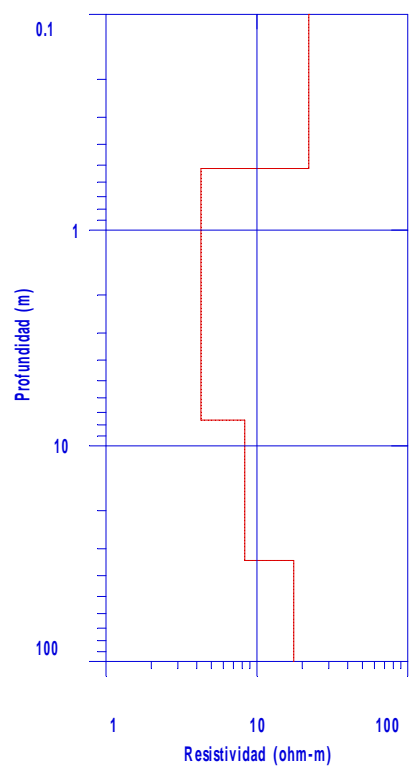
### SEV L 23

**Curva de campo L 23:**

NUMBER	AB/2	MN	RESISTIVITY
1	1.600000	0.400000	8.400000
2	2.000000	0.400000	6.200000
3	2.500000	0.400000	5.500000
4	3.200000	0.400000	4.900000
5	4.000000	0.400000	4.800000
6	5.000000	0.400000	4.600000
7	6.300000	0.400000	4.500000
8	8.000000	0.400000	4.700000
9	10.000000	0.400000	4.900000
10	12.600000	0.400000	5.200000
11	10.000000	2.000000	4.800000
12	12.600000	2.000000	5.100000
13	16.000000	2.000000	5.700000
14	20.000000	2.000000	6.100000
15	25.000000	2.000000	6.500000
16	32.000000	2.000000	7.000000
17	40.000000	2.000000	7.700000
18	50.000000	2.000000	8.600000
19	63.000000	2.000000	9.200000



Instituto Geologico Minero de Espana



**Modelo: Error: 1.88 %**

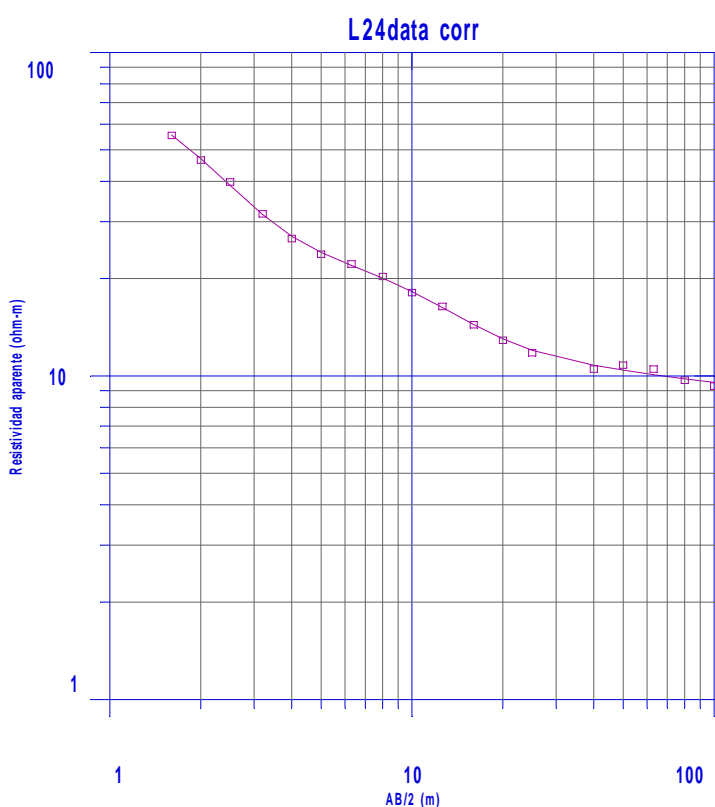
DATASET:	L23data	corr	NORTH:	4656570	EAST:	656759	ELEVATION:	403,1
LAYER	RESISTIVITY	THICKNESS	DEPTH	ELEVATION				
1	22,1	0,5	0,5	-0,5				
2	4,3	7,1	7,6	-7,6				
3	8,3	26,4	34	-34				
4	17,5							

## SEV L 24

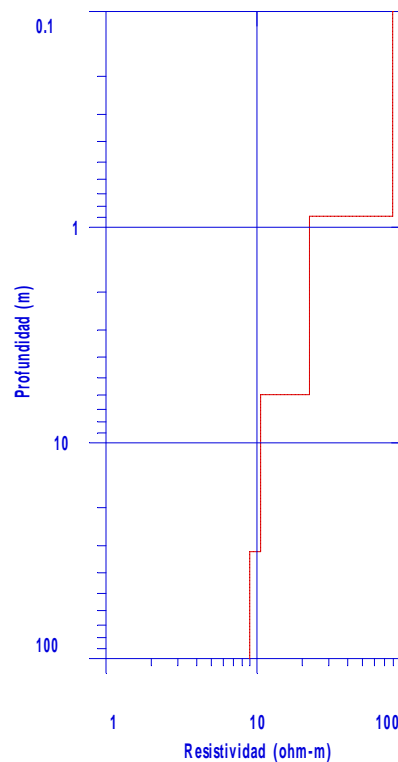
### Curva de campo L 24:

DATASET: LermaL24 NORTH: 4657498.50 EAST: 657686.69 ELEVATION: 411.18

NUMBER	AB/2	MN	RESISTIVITY
1	1.600000	0.400000	55.400002
2	2.000000	0.400000	46.500000
3	2.500000	0.400000	39.799999
4	3.200000	0.400000	31.700001
5	4.000000	0.400000	26.600000
6	5.000000	0.400000	23.799999
7	6.300000	0.400000	22.200001
8	8.000000	0.400000	20.299999
9	10.000000	0.400000	18.100000
10	12.600000	0.400000	16.400000
11	10.000000	2.000000	18.200001
12	12.600000	2.000000	16.400000
13	16.000000	2.000000	14.400000
14	20.000000	2.000000	12.900000
15	25.000000	2.000000	11.800000
16	32.000000	2.000000	13.300000
17	40.000000	2.000000	10.500000
18	50.000000	2.000000	10.800000
19	63.000000	2.000000	10.500000
20	80.000000	2.000000	9.700000
21	100.000000	2.000000	9.300000



Instituto Geologico Minero de Espana



Modelo: Error: 1.58 %

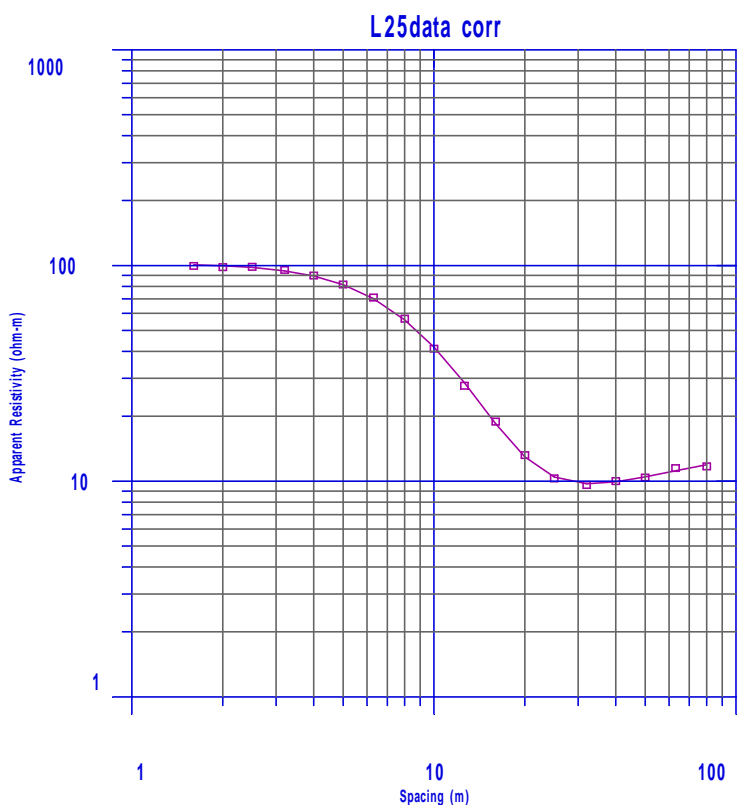
DATASET:	L24data	corr	NORTH:	4657499	EAST:	657687	ELEVATION:	411,18
LAYER	RESISTIVITY	THICKNESS	DEPTH	ELEVATION				
1	79,2	0,9	0,9	-0,9				
2	22,3	5,1	6	-6				
3	10,6	26	31,9	-31,9				
4	9							



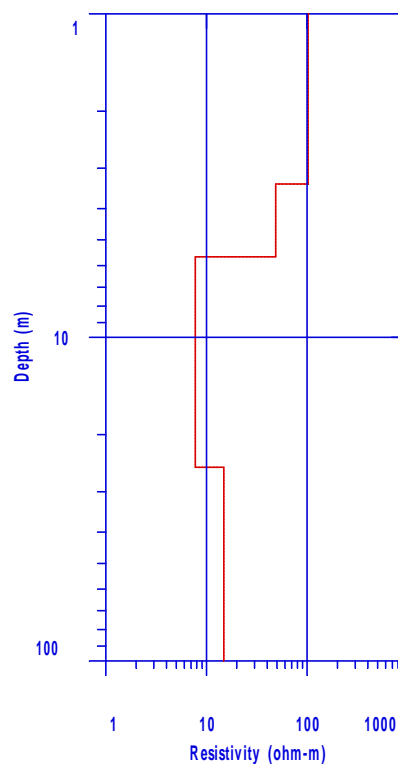
## SEV L 25

### Curva de campo L 25:

NUMBER	AB/2	MN RESISTIVITY	
1	1.600000	101.400002	
2	2.000000	100.099998	
3	2.500000	100.500000	
4	3.200000	97.199997	
5	4.000000	91.500000	
6	5.000000	83.099998	
7	6.300000	72.300003	
8	8.000000	57.700001	
9	10.000000	41.900002	
10	12.600000	28.200001	
11	10.000000	2.000000	41.500000
12	12.600000	2.000000	27.700001
13	16.000000	2.000000	18.900000
14	20.000000	2.000000	13.200000
15	25.000000	2.000000	10.300000
16	32.000000	2.000000	9.600000
17	40.000000	2.000000	10.000000
18	50.000000	2.000000	10.400000
19	63.000000	2.000000	11.500000
20	80.000000	2.000000	11.700000



Instituto Geologico Minero de Espana



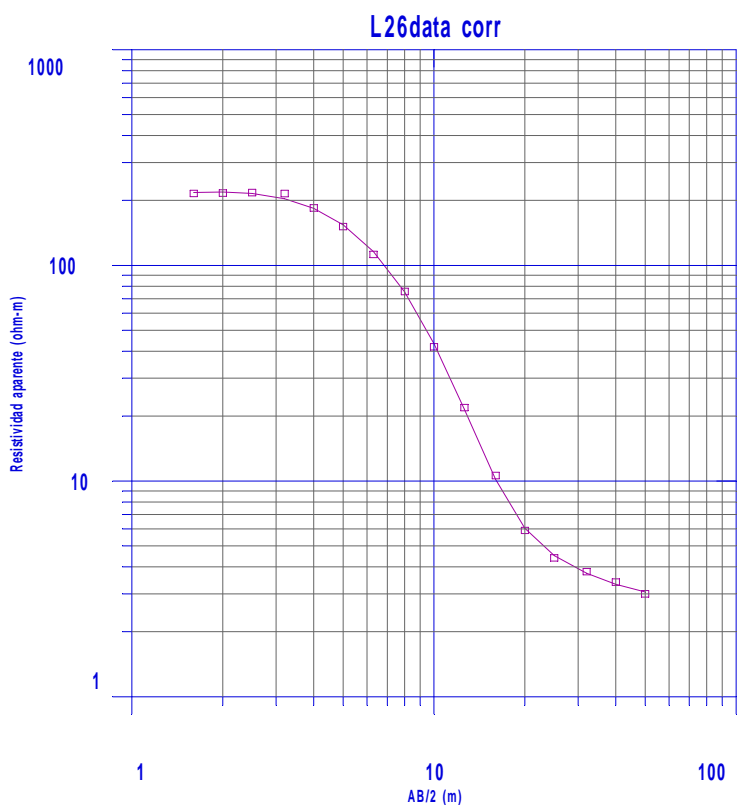
Modelo: Error: 1.61 %

LAYER	RESISTIVITY	THICKNESS	DEPTH	ELEVATION
1	102	3,4	3,4	-3,4
2	48,7	2,3	5,6	-5,6
3	7,7	19,6	25,2	-25,2
4	14,9			

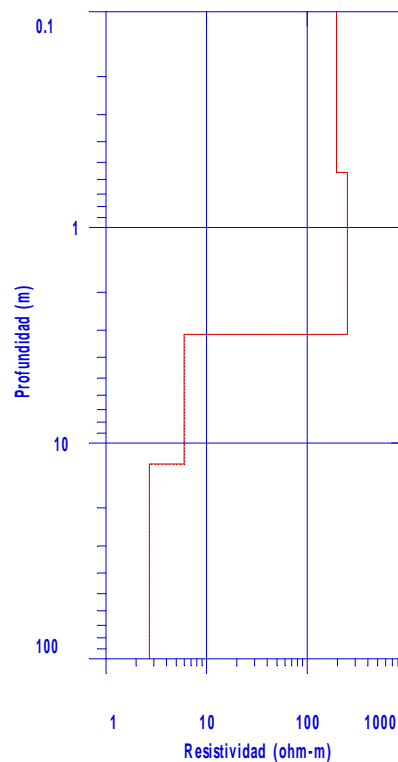
## SEV L 26

### Curva de campo L 26:

DATASET: LermaL26			NORTH: 4657252.50 EAST: 655038.94 ELEVATION: 365.71		
NUMBER	AB/2	MN RESISTIVITY			
1	1.600000	0.400000	199.600006		
2	2.000000	0.400000	200.500000		
3	2.500000	0.400000	201.500000		
4	3.200000	0.400000	199.500000		
5	4.000000	0.400000	171.000000		
6	5.000000	0.400000	140.199997		
7	6.300000	0.400000	104.199997		
8	8.000000	0.400000	70.099998		
9	10.000000	0.400000	38.900002		
10	12.600000	0.400000	20.299999		
11	10.000000	2.000000	42.599998		
12	12.600000	2.000000	21.900000		
13	16.000000	2.000000	10.600000		
14	20.000000	2.000000	5.900000		
15	25.000000	2.000000	4.400000		
16	32.000000	2.000000	3.800000		
17	40.000000	2.000000	3.400000		
18	50.000000	2.000000	3.000000		



Instituto Geologico Minero de Espana



Modelo: Error: 2.56 %

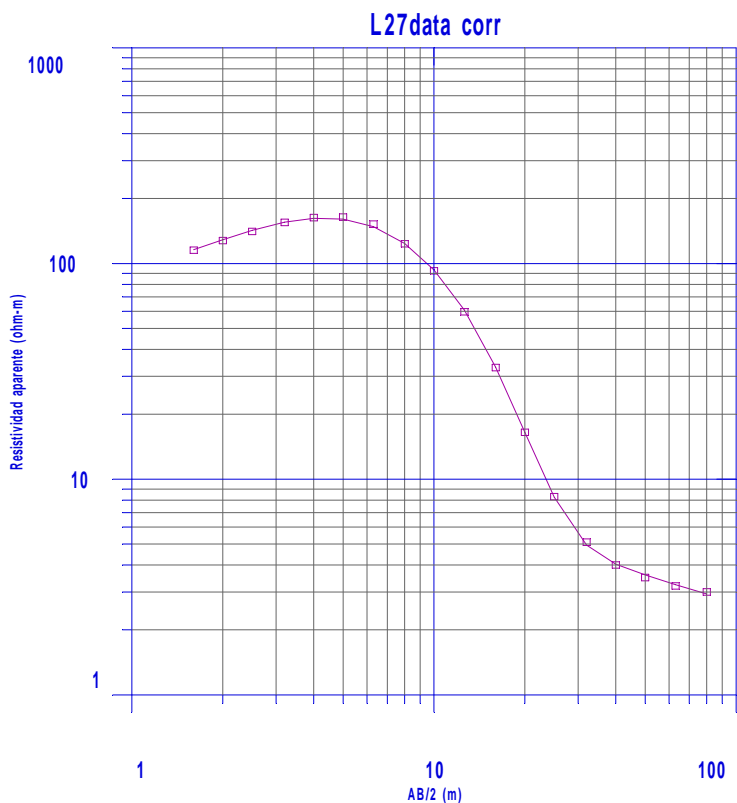
DATASET: L26data		corr	NORTH: 4657253		EAST: 655039	ELEVATION: 365,71	
LAYER	RESISTIVITY	THICKNESS	DEPTH	ELEVATION			
1	195,8	0,6	0,6	-0,6			
2	250,7	2,6	3,1	-3,1			
3	6	9,4	12,5	-12,5			
4	2,7						

## SEV L 27

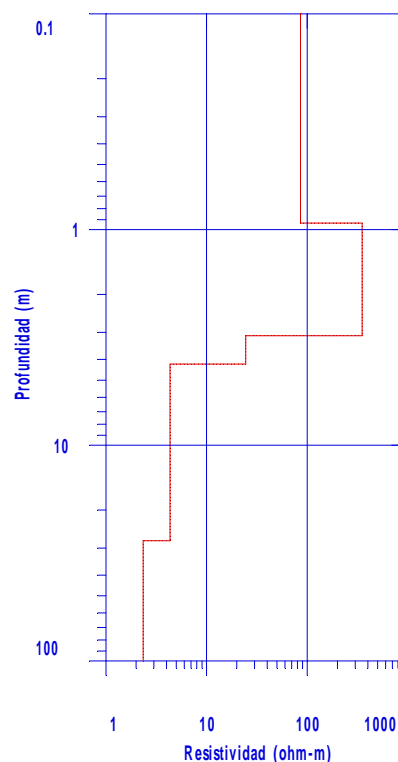
### Curva de campo L 27:

DATASET: LermaL27 NORTH: 4657833.50 EAST: 654605.69 ELEVATION: 353.54

NUMBER	AB/2	MN RESISTIVITY
1	1.600000	0.400000 114.000000
2	2.000000	0.400000 126.300003
3	2.500000	0.400000 139.199997
4	3.200000	0.400000 153.300003
5	4.000000	0.400000 161.300003
6	5.000000	0.400000 162.100006
7	6.300000	0.400000 150.399994
8	8.000000	0.400000 122.099998
9	10.000000	0.400000 91.400002
10	12.600000	0.400000 59.000000
11	10.000000	2.000000 92.199997
12	12.600000	2.000000 59.700001
13	16.000000	2.000000 32.900002
14	20.000000	2.000000 16.500000
15	25.000000	2.000000 8.300000
16	32.000000	2.000000 5.100000
17	40.000000	2.000000 4.000000
18	50.000000	2.000000 3.500000
19	63.000000	2.000000 3.200000
20	80.000000	2.000000 3.000000



Instituto Geologico Minero de Espana



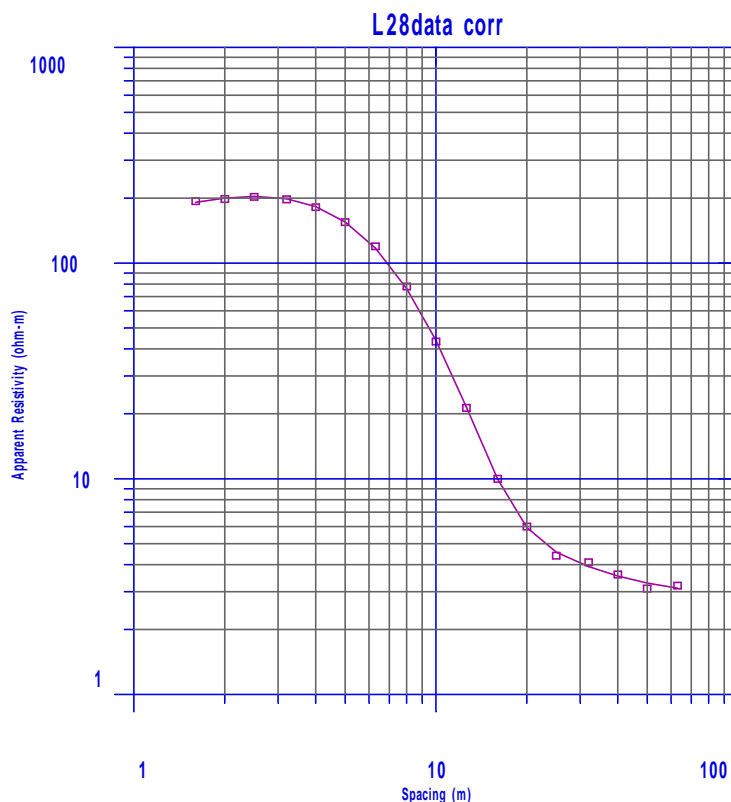
Modelo: Error: 1.56 %

DATASET:	L27data	corr	NORTH:	4657834	EAST:	654606	ELEVATION:	353,54
LAYER	RESISTIVITY	THICKNESS	DEPTH	ELEVATION				
1	85,5	0,9	0,9	-0,9				
2	350,9	2,2	3,1	-3,1				
3	24,5	1,1	4,2	-4,2				
4	4,3	23,5	27,8	-27,8				
5	2,3							

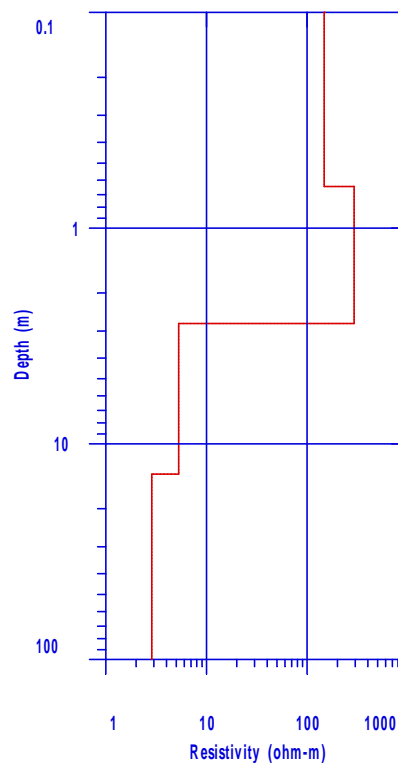
## SEV L 28

### Curva de campo L 28:

DATASET: LermaL28			NORTH: 4658083.50	EAST: 654484.31	ELEVATION: 349.10
NUMBER	AB/2	MN RESISTIVITY			
1	1.600000	0.400000	175.500000		
2	2.000000	0.400000	179.600006		
3	2.500000	0.400000	183.800003		
4	3.200000	0.400000	179.000000		
5	4.000000	0.400000	164.600006		
6	5.000000	0.400000	140.199997		
7	6.300000	0.400000	108.300003		
8	8.000000	0.400000	70.599998		
9	10.000000	0.400000	39.200001		
10	12.600000	0.400000	19.299999		
11	10.000000	2.000000	44.000000		
12	12.600000	2.000000	21.299999		
13	16.000000	2.000000	10.000000		
14	20.000000	2.000000	6.000000		
15	25.000000	2.000000	4.400000		
16	32.000000	2.000000	4.100000		
17	40.000000	2.000000	3.600000		
18	50.000000	2.000000	3.100000		
19	63.000000	2.000000	3.200000		



Instituto Geologico Minero de Espana



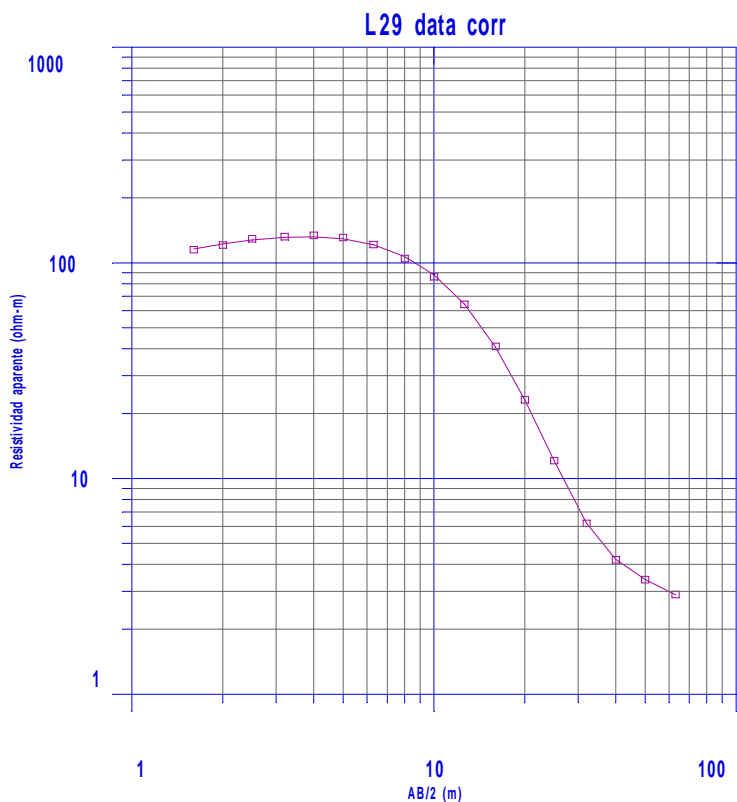
Modelo: Error: 2.3 %

DATASET: L28data corr			NORTH: 4658084	EAST: 654484	ELEVATION: 349,1
LAYER	RESISTIVITY	THICKNESS	DEPTH	ELEVATION	
1	147,6	0,6	0,6	-0,6	
2	292,6	2,1	2,8	-2,8	
3	5,3	11,1	13,8	-13,8	
4	2,9				

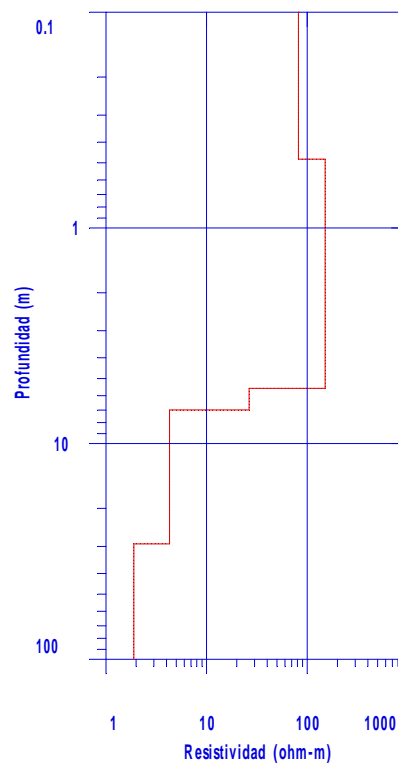
## SEV L 29

### Curva de campo L 29:

DATASET: LermaL29			NORTH: 4657870.00	EAST: 655336.69	ELEVATION: 362.20
NUMBER	AB/2	MN RESISTIVITY			
1	1.600000	0.400000	113.199997		
2	2.000000	0.400000	118.900002		
3	2.500000	0.400000	127.199997		
4	3.200000	0.400000	130.100006		
5	4.000000	0.400000	131.800003		
6	5.000000	0.400000	128.899994		
7	6.300000	0.400000	119.500000		
8	8.000000	0.400000	103.000000		
9	10.000000	0.400000	84.800003		
10	12.600000	0.400000	63.099998		
11	10.000000	2.000000	86.000000		
12	12.600000	2.000000	64.199997		
13	16.000000	2.000000	41.000000		
14	20.000000	2.000000	23.200001		
15	25.000000	2.000000	12.100000		
16	32.000000	2.000000	6.200000		
17	40.000000	2.000000	4.200000		
18	50.000000	2.000000	3.400000		
19	63.000000	2.000000	2.900000		



Instituto Geologico Minero de Espana



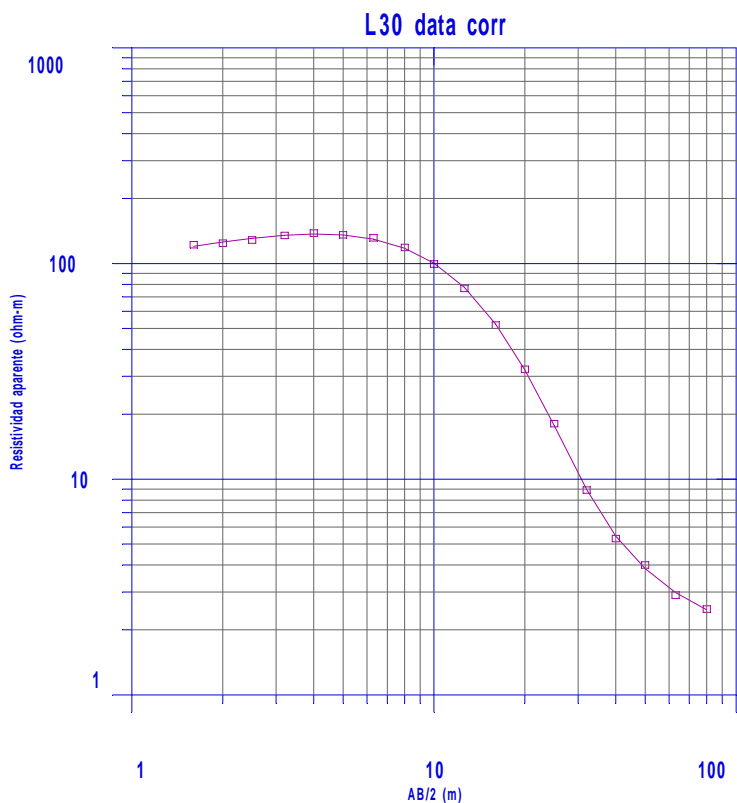
Modelo: Error: 1.05 %

DATASET:	L29	data	corr	NORTH:	4657870	EAST:	655337	ELEVATION:	362,2
LAYER	RESISTIVITY	THICKNESS	DEPTH	ELEVATION					
1	81,6	0,5	0,5	-0,5					
2	150,8	5,1	5,5	-5,5					
3	26,5	1,4	7	-7					
4	4,3	22,2	29,2	-29,2					
5	1,9								

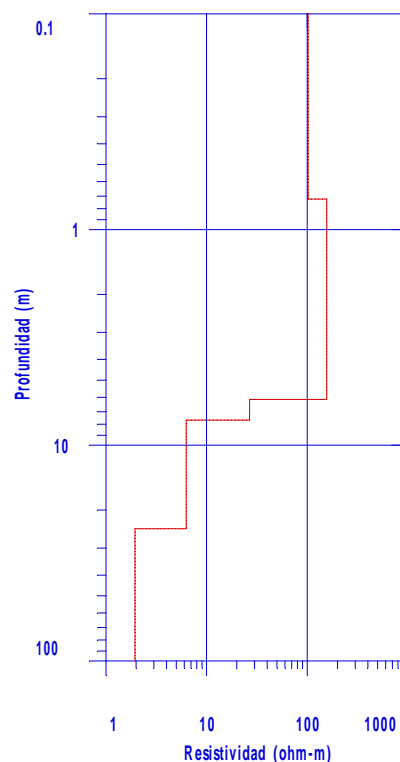
### SEV L 30

**Curva de campo L 30:**

NUMBER	AB/2	MN RESISTIVITY
1	1.600000	0.400000 123.699997
2	2.000000	0.400000 125.699997
3	2.500000	0.400000 130.100006
4	3.200000	0.400000 136.500000
5	4.000000	0.400000 139.899994
6	5.000000	0.400000 137.500000
7	6.300000	0.400000 133.100006
8	8.000000	0.400000 120.099998
9	10.000000	0.400000 100.699997
10	12.600000	0.400000 77.500000
11	10.000000	2.000000 99.199997
12	12.600000	2.000000 76.599998
13	16.000000	2.000000 51.799999
14	20.000000	2.000000 32.299999
15	25.000000	2.000000 18.100000
16	32.000000	2.000000 8.900000
17	40.000000	2.000000 5.300000
18	50.000000	2.000000 4.000000
19	63.000000	2.000000 2.900000
20	80.000000	2.000000 2.500000



Instituto Geologico Minero de Espana



**Modelo: Error: 1.76 %**

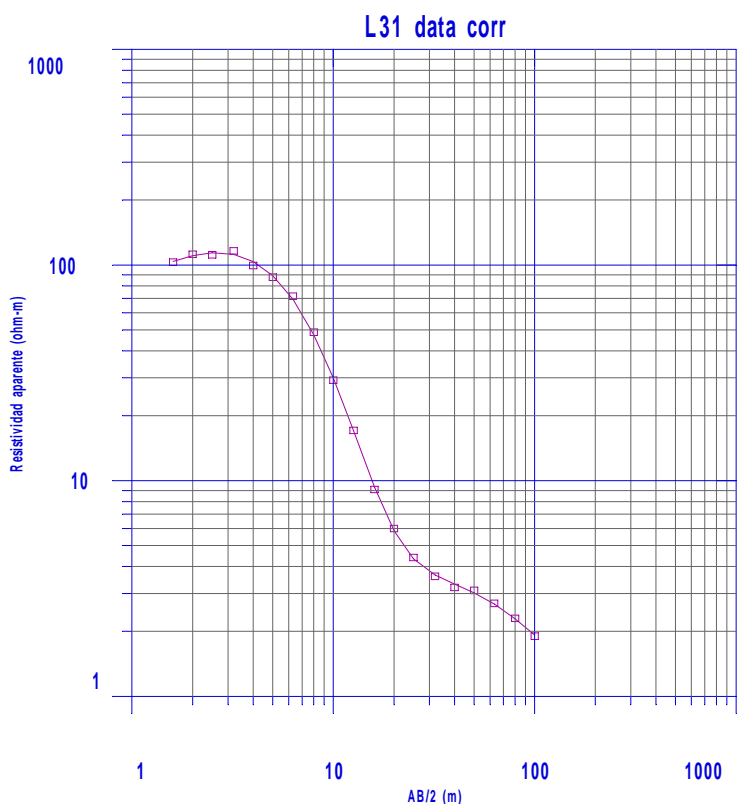
DATASET:	L30	data	corr	NORTH:	4657724	EAST:	655566	ELEVATION:	367,85	
LAYER	RESISTIVITY	THICKNESS	DEPTH	ELEVATION						
1	102	0,7	0,7	-0,7						
2	156,4	5,4	6,1	-6,1						
3	26,8	1,5	7,7	-7,7						
4	6,3	16,8	24,4	-24,4						
5	1,9									

### SEV L 31

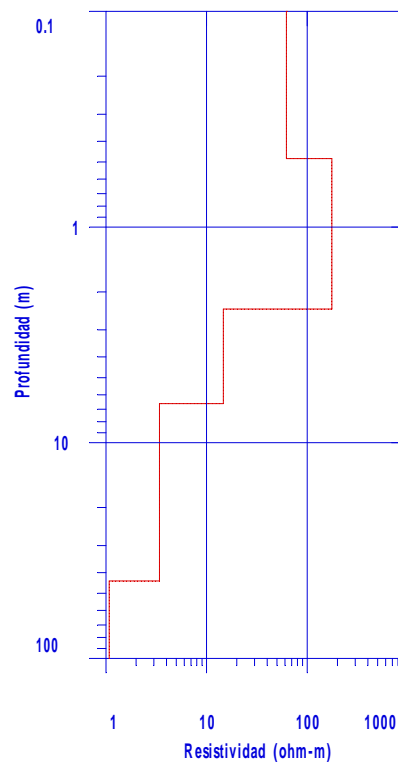
**Curva de campo L 31:**

DATASET: LermaL31 NORTH: 4657924.00 EAST: 655674.62 ELEVATION: 367.00

NUMBER	AB/2	MN	RESISTIVITY
1	1.600000	0.400000	86.900002
2	2.000000	0.400000	94.500000
3	2.500000	0.400000	94.000000
4	3.200000	0.400000	98.000000
5	4.000000	0.400000	83.800003
6	5.000000	0.400000	73.900002
7	6.300000	0.400000	60.299999
8	8.000000	0.400000	41.099998
9	10.000000	0.400000	24.600000
10	12.600000	0.400000	14.400000
11	10.000000	2.000000	30.400000
12	12.600000	2.000000	17.100000
13	16.000000	2.000000	9.100000
14	20.000000	2.000000	6.000000
15	25.000000	2.000000	4.400000
16	32.000000	2.000000	3.600000
17	40.000000	2.000000	3.200000
18	50.000000	2.000000	3.100000
19	63.000000	2.000000	2.700000
20	80.000000	2.000000	2.300000
21	100.000000	2.000000	1.900000



Instituto Geologico Minero de Espana



Modelo: Error: 2.36 %

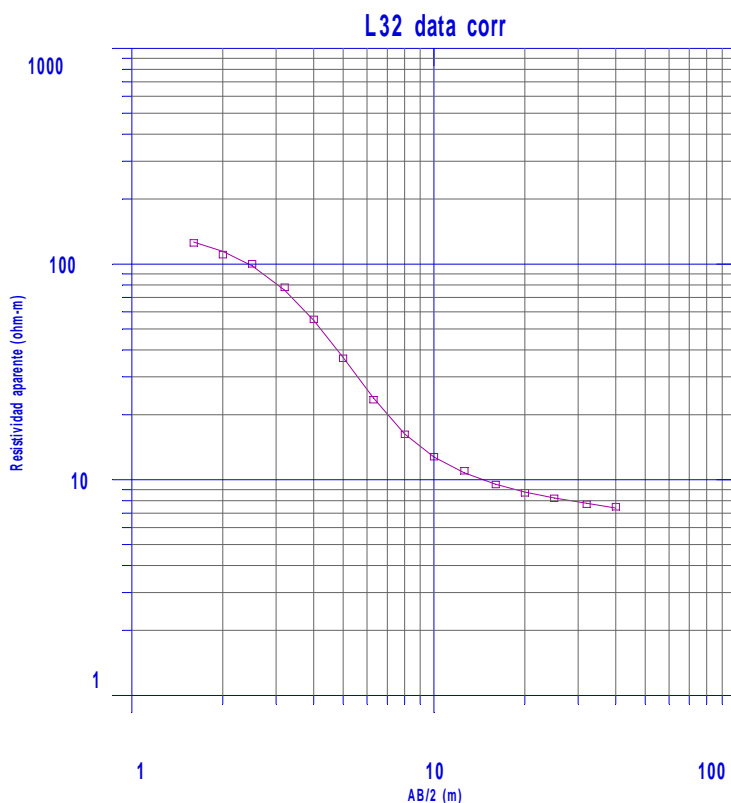
DATASET:	L31	data	corr	NORTH:	4657924	EAST:	655675	ELEVATION:	367
LAYER	RESISTIVITY	THICKNESS	DEPTH	ELEVATION					
1	62,1	0,5	0,5	-0,5					
2	176,2	1,9	2,4	-2,4					
3	14,7	4,2	6,6	-6,6					
4	3,4	37,2	43,8	-43,8					
5	1,1								

## SEV L 32

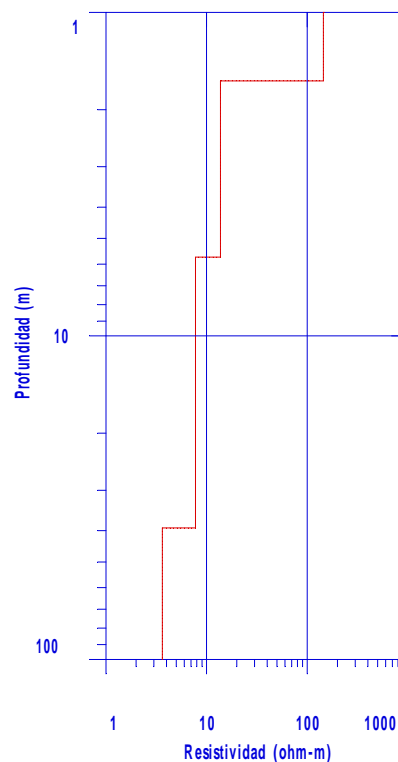
### Curva de campo L 32:

DATASET: Lermal32 NORTH: 4657379.00 EAST: 656262.38 ELEVATION: 383.20

NUMBER	AB/2	MN	RESISTIVITY
1	1.600000	0.400000	126.599998
2	2.000000	0.400000	111.599998
3	2.500000	0.400000	101.300003
4	3.200000	0.400000	78.699997
5	4.000000	0.400000	55.900002
6	5.000000	0.400000	36.900002
7	6.300000	0.400000	23.700001
8	8.000000	0.400000	16.400000
9	10.000000	0.400000	12.900000
10	12.600000	0.400000	11.100000
11	10.000000	2.000000	13.200000
12	12.600000	2.000000	11.000000
13	16.000000	2.000000	9.500000
14	20.000000	2.000000	8.700000
15	25.000000	2.000000	8.200000
16	32.000000	2.000000	7.700000
17	40.000000	2.000000	7.500000



Instituto Geologico Minero de Espana



Modelo: Error: 1.7 %

DATASET:	L32	data	corr	NORTH:	4657379	EAST:	656262	ELEVATION:	383,2
LAYER	RESISTIVITY	THICKNESS	DEPTH	ELEVATION					
1	144,8	1,6	1,6	-1,6					
2	13,8	4,1	5,7	-5,7					
3	7,8	33,5	39,3	-39,3					
4	3,6								

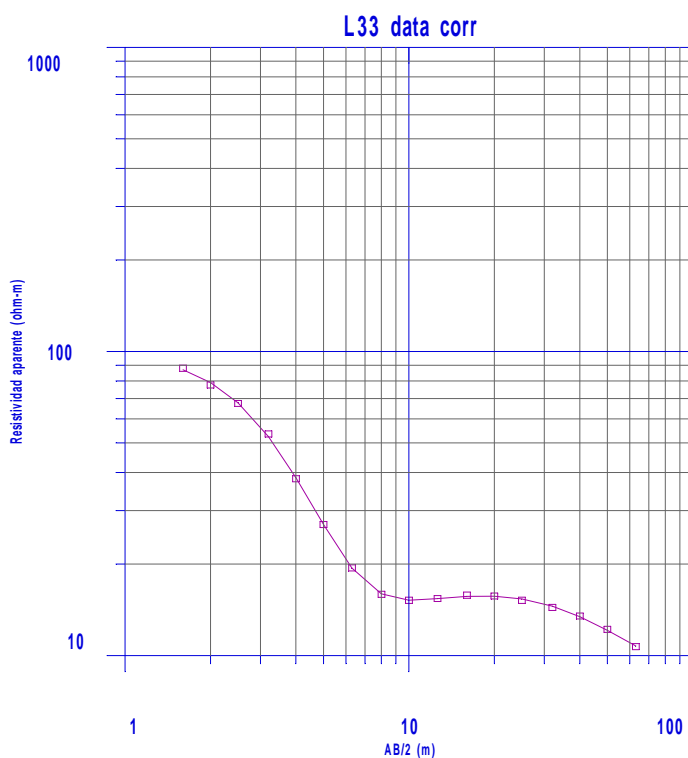


### SEV L 33

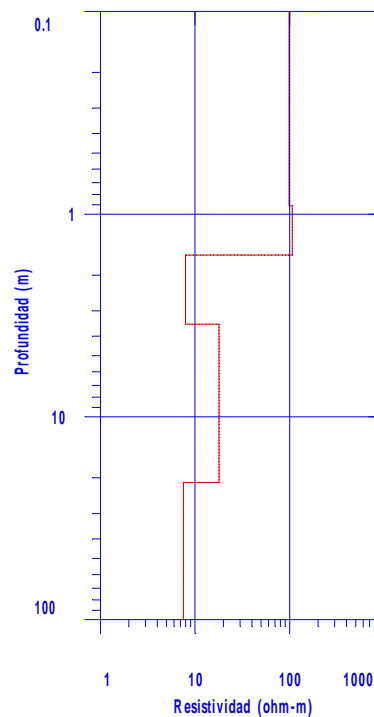
**Curva de campo L 33:**

DATASET: LermaL33 NORTH: 4657120.00 EAST: 656476.88 ELEVATION: 392.18

NUMBER	AB/2	MN	RESISTIVITY
1	1.600000	0.400000	87.500000
2	2.000000	0.400000	77.099998
3	2.500000	0.400000	67.000000
4	3.200000	0.400000	53.200001
5	4.000000	0.400000	37.900002
6	5.000000	0.400000	26.799999
7	6.300000	0.400000	19.299999
8	8.000000	0.400000	15.800000
9	10.000000	0.400000	15.100000
10	12.600000	0.400000	15.300000
11	10.000000	2.000000	15.400000
12	12.600000	2.000000	15.400000
13	16.000000	2.000000	15.800000
14	20.000000	2.000000	15.700000
15	25.000000	2.000000	15.200000
16	32.000000	2.000000	14.400000
17	40.000000	2.000000	13.500000
18	50.000000	2.000000	12.200000
19	63.000000	2.000000	10.700000



Instituto Geologico Minero de Espana



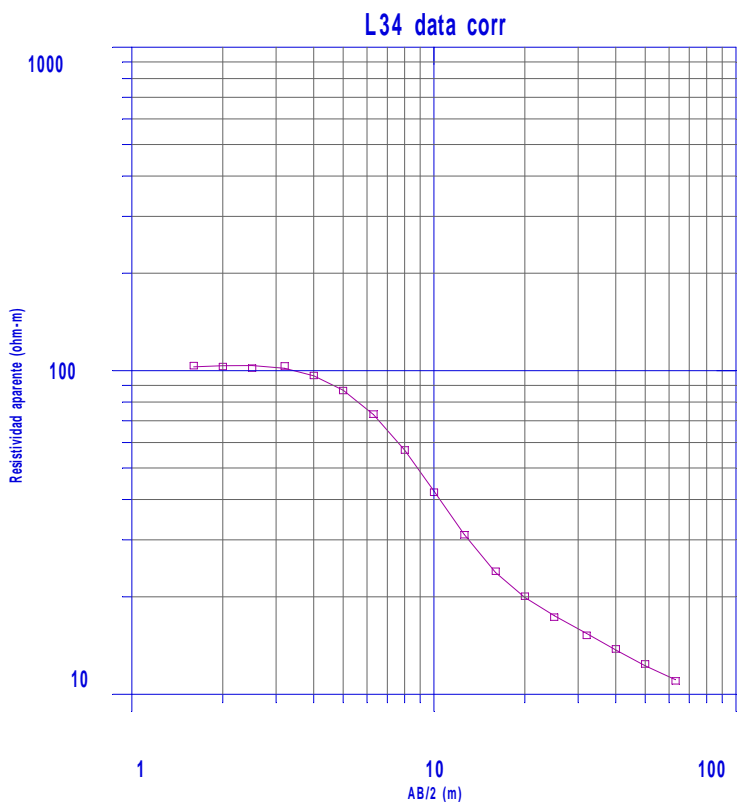
Modelo: Error: 0.9 %

DATASET:	L33	data	corr	NORTH:	4657120	EAST:	656477	ELEVATION:	392,18	
LAYER	RESISTIVITY	THICKNESS	DEPTH	ELEVATION						
1	98,8	0,9	0,9	-0,9						
2	106,7	0,7	1,6	-1,6						
3	8	1,9	3,5	-3,5						
4	17,9	17,6	21,1	-21,1						
5	7,6									

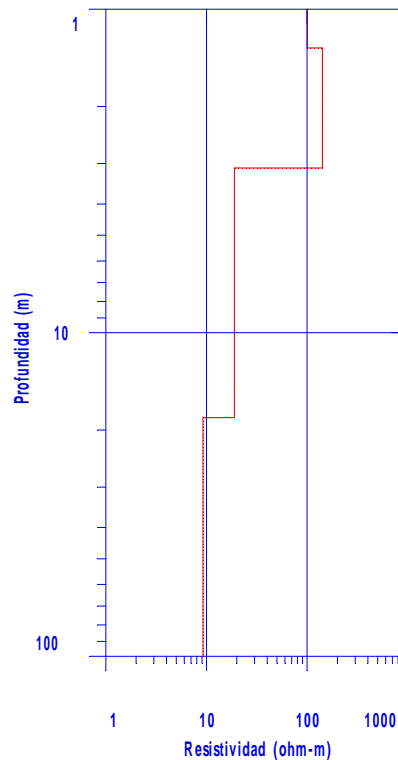
## SEV L 34

### Curva de campo L 34:

DATASET: LermaL34			NORTH: 4657000.50 EAST: 656635.19 ELEVATION: 396.39	
NUMBER	AB/2	MN	RESISTIVITY	
1	1.600000	0.400000	102.599998	
2	2.000000	0.400000	102.000000	
3	2.500000	0.400000	100.800003	
4	3.200000	0.400000	102.400002	
5	4.000000	0.400000	95.699997	
6	5.000000	0.400000	86.000000	
7	6.300000	0.400000	72.699997	
8	8.000000	0.400000	56.299999	
9	10.000000	0.400000	41.700001	
10	12.600000	0.400000	30.799999	
11	10.000000	2.000000	42.799999	
12	12.600000	2.000000	31.100000	
13	16.000000	2.000000	24.000000	
14	20.000000	2.000000	20.100000	
15	25.000000	2.000000	17.299999	
16	32.000000	2.000000	15.200000	
17	40.000000	2.000000	13.800000	
18	50.000000	2.000000	12.400000	
19	63.000000	2.000000	11.000000	



Instituto Geologico Minero de Espana



Modelo: Error: 0.97 %

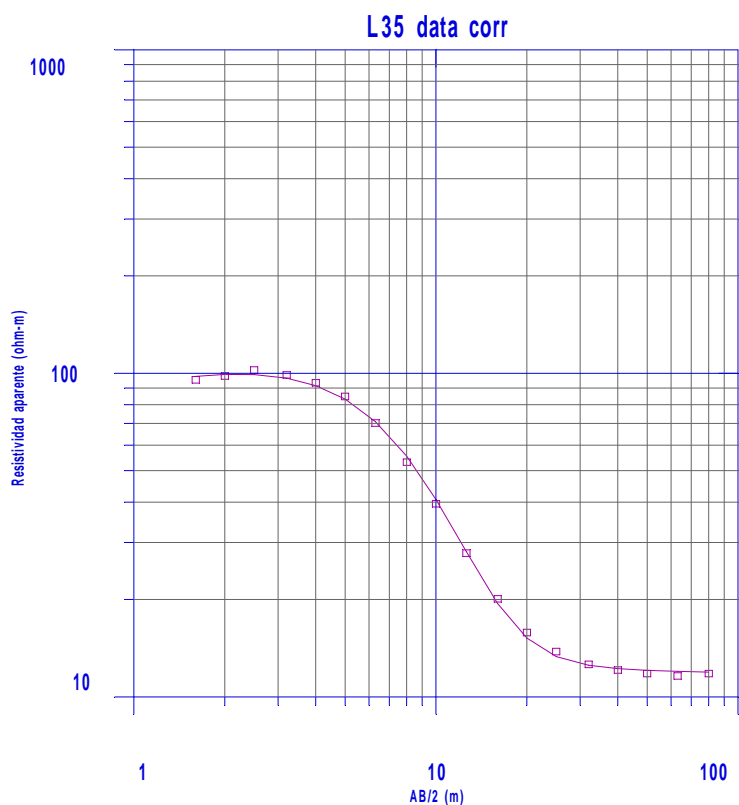
DATASET: L34		data	corr	NORTH: 4657001 EAST: 656635 ELEVATION: 396,39		
LAYER	RESISTIVITY	THICKNESS	DEPTH	ELEVATION		
1	100,3	1,3	1,3	-1,3		
2	142	1,8	3,1	-3,1		
3	18,9	15,2	18,3	-18,3		
4	9,2					

### SEV L 35

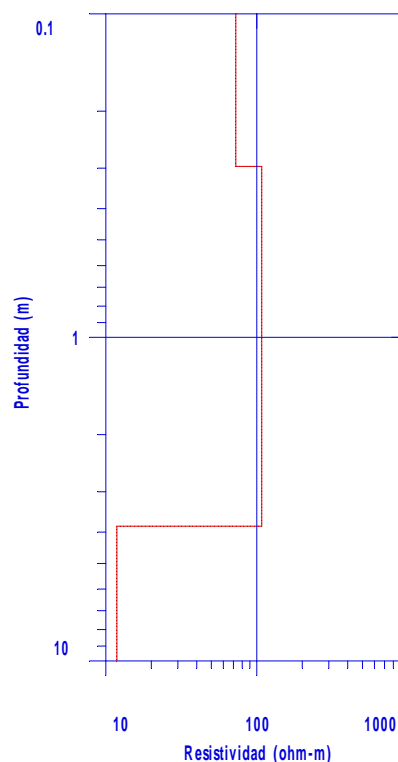
**Curva de campo L 35:**

DATASET: LermaL35 NORTH: 4656915.00 EAST: 656816.94 ELEVATION: 402.19

NUMBER	AB/2	MN	RESISTIVITY
1	1.600000	0.400000	92.699997
2	2.000000	0.400000	95.300003
3	2.500000	0.400000	99.400002
4	3.200000	0.400000	96.000000
5	4.000000	0.400000	90.800003
6	5.000000	0.400000	82.400002
7	6.300000	0.400000	68.199997
8	8.000000	0.400000	51.599998
9	10.000000	0.400000	38.400002
10	12.600000	0.400000	27.000000
11	10.000000	2.000000	40.200001
12	12.600000	2.000000	27.799999
13	16.000000	2.000000	20.100000
14	20.000000	2.000000	15.800000
15	25.000000	2.000000	13.800000
16	32.000000	2.000000	12.600000
17	40.000000	2.000000	12.100000
18	50.000000	2.000000	11.800000
19	63.000000	2.000000	11.600000
20	80.000000	2.000000	11.800000



Instituto Geologico Minero de Espana



Modelo: Error: 2.6 %

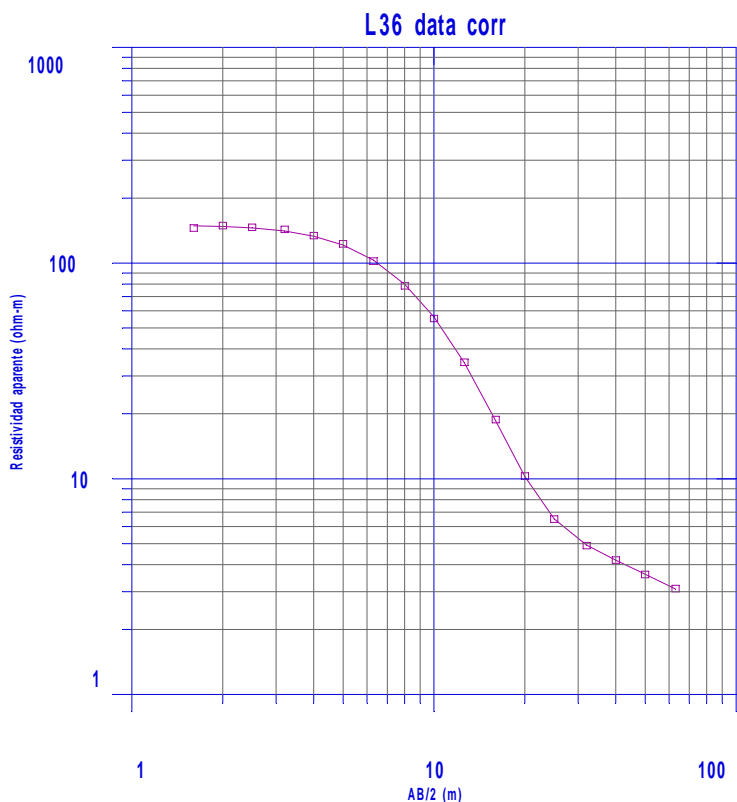
DATASET:	L35	data	corr	NORTH:	4656915	EAST:	656817	ELEVATION:	402,19
LAYER	RESISTIVITY	THICKNESS	DEPTH	ELEVATION					
1	72,6	0,3	0,3	-0,3					
2	107,7	3,5	3,8	-3,8					
3	11,8								

### SEV L 36

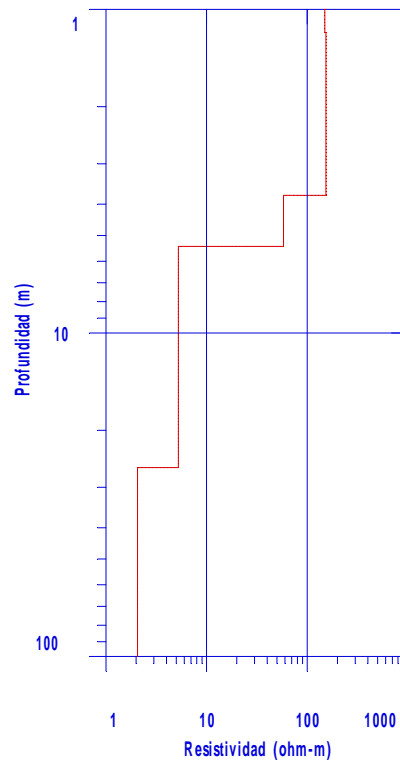
**Curva de campo L 36:**

DATASET: LermaL36 NORTH: 4658216.50 EAST: 656436.56 ELEVATION: 379.39

NUMBER	AB/2	MN RESISTIVITY
1	1.600000	0.400000 144.500000
2	2.000000	0.400000 148.300003
3	2.500000	0.400000 145.600006
4	3.200000	0.400000 142.399994
5	4.000000	0.400000 133.300003
6	5.000000	0.400000 122.099998
7	6.300000	0.400000 101.500000
8	8.000000	0.400000 78.000000
9	10.000000	0.400000 55.000000
10	12.600000	0.400000 34.500000
11	10.000000	2.000000 55.700001
12	12.600000	2.000000 34.700001
13	16.000000	2.000000 18.799999
14	20.000000	2.000000 10.300000
15	25.000000	2.000000 6.500000
16	32.000000	2.000000 4.900000
17	40.000000	2.000000 4.200000
18	50.000000	2.000000 3.600000
19	63.000000	2.000000 3.100000



Instituto Geologico Minero de Espana



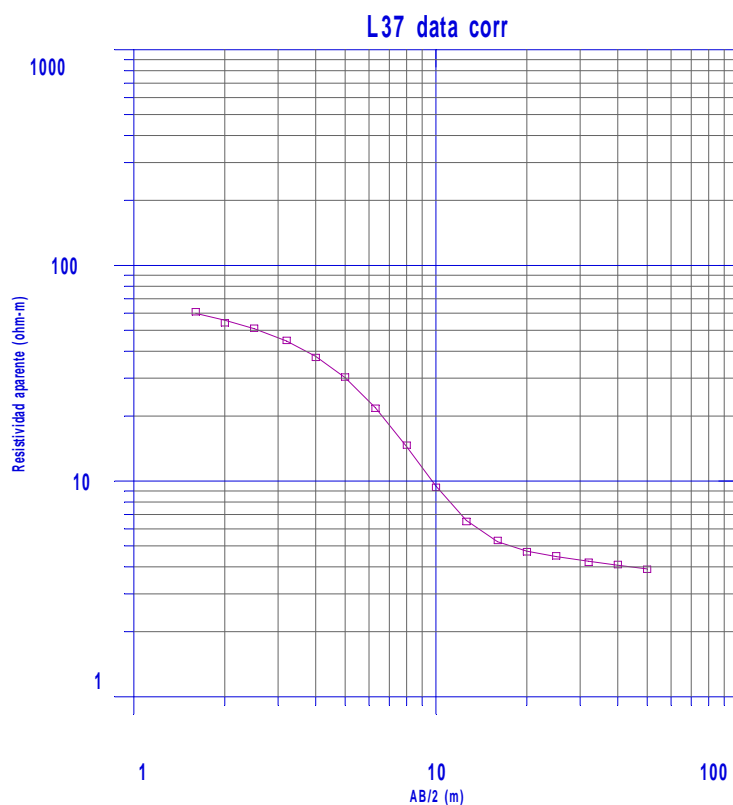
Modelo: Error: 1.12 %

DATASET:	L36	data	corr	NORTH:	4658217	EAST:	656437	ELEVATION:	379,39
LAYER	RESISTIVITY	THICKNESS	DEPTH	ELEVATION					
1	149,8	1,2	1,2	-1,2					
2	153,5	2,6	3,8	-3,8					
3	58,2	1,6	5,4	-5,4					
4	5,2	20,7	26,1	-26,1					
5	2,1								

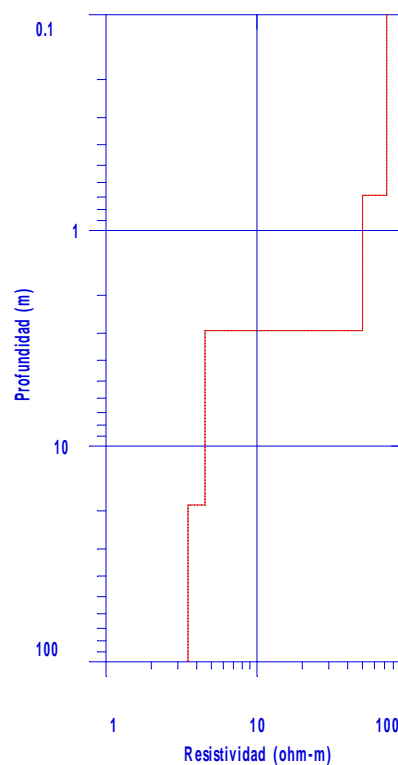
## SEV L 37

### Curva de campo L 37:

DATASET: LermaL37				NORTH: 4658138.50	EAST: 654838.75	ELEVATION: 350.84
NUMBER	AB/2	MN	RESISTIVITY			
1	1.600000	0.400000	61.900002			
2	2.000000	0.400000	55.000000			
3	2.500000	0.400000	51.900002			
4	3.200000	0.400000	45.599998			
5	4.000000	0.400000	38.000000			
6	5.000000	0.400000	30.799999			
7	6.300000	0.400000	22.100000			
8	8.000000	0.400000	14.900000			
9	10.000000	0.400000	9.500000			
10	12.600000	0.400000	6.600000			
11	10.000000	2.000000	9.700000			
12	12.600000	2.000000	6.500000			
13	16.000000	2.000000	5.300000			
14	20.000000	2.000000	4.700000			
15	25.000000	2.000000	4.500000			
16	32.000000	2.000000	4.200000			
17	40.000000	2.000000	4.100000			
18	50.000000	2.000000	3.900000			



Instituto Geologico Minero de Espana



Modelo: Error: 1.22 %

DATASET: L37		data	corr	NORTH: 4658139	EAST: 654839	ELEVATION: 350,84
LAYER	RESISTIVITY	THICKNESS	DEPTH	ELEVATION		
1	72,5	0,7	0,7	-0,7		
2	50,1	2,2	2,9	-2,9		
3	4,5	15,8	18,8	-18,8		
4	3,5					

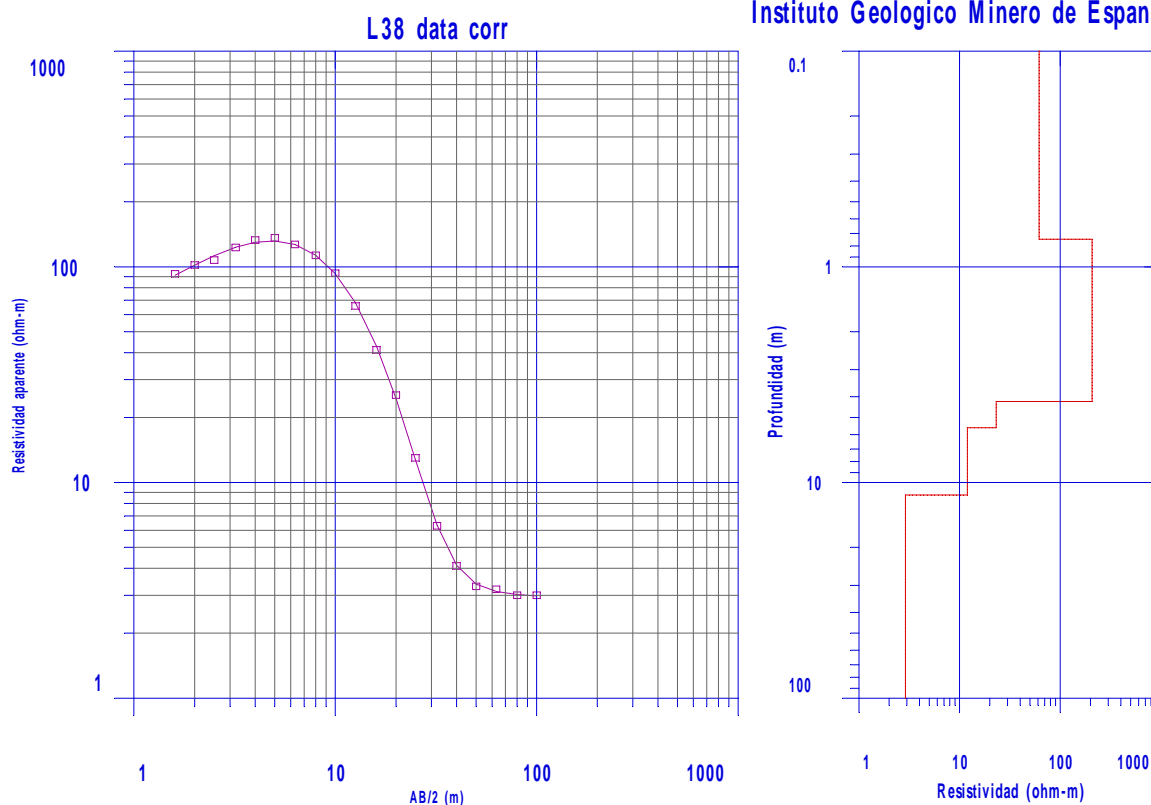
### SEV L 38

Curva de campo L 38:  
 DATASET: LermaL38  
 362.60

NORTH: 4658033.50 EAST: 655441.00 ELEVATION:

NUMBER	AB/2	MN RESISTIVITY
1	1.600000	88.699997
2	2.000000	97.500000
3	2.500000	102.699997
4	3.200000	117.599998
5	4.000000	127.099998
6	5.000000	130.199997
7	6.300000	121.400002
8	8.000000	108.099998
9	10.000000	89.400002
10	12.600000	62.900002
11	10.000000	93.199997
12	12.600000	65.800003
13	16.000000	41.200001
14	20.000000	25.400000
15	25.000000	13.000000
16	32.000000	6.300000
17	40.000000	4.100000
18	50.000000	3.300000
19	63.000000	3.200000
20	80.000000	3.000000
21	100.000000	3.000000

Instituto Geologico Minero de Espana



Modelo: Error: 2.31 %

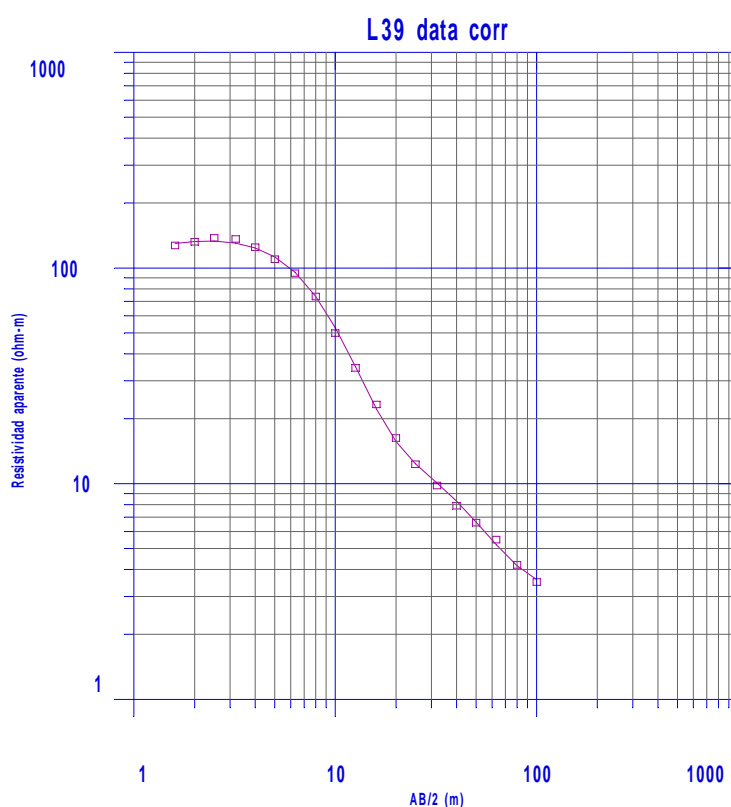
DATASET:	L38	data	corr	NORTH:	4658034	EAST:	655441	ELEVATION:	362,6	
LAYER	RESISTIVITY	THICKNESS	DEPTH	ELEVATION						
1	61,5	0,7	0,7	-0,7						
2	207,6	3,5	4,2	-4,2						
3	23,2	1,4	5,6	-5,6						
4	12	5,8	11,4	-11,4						
5	2,9									

## SEV L 39

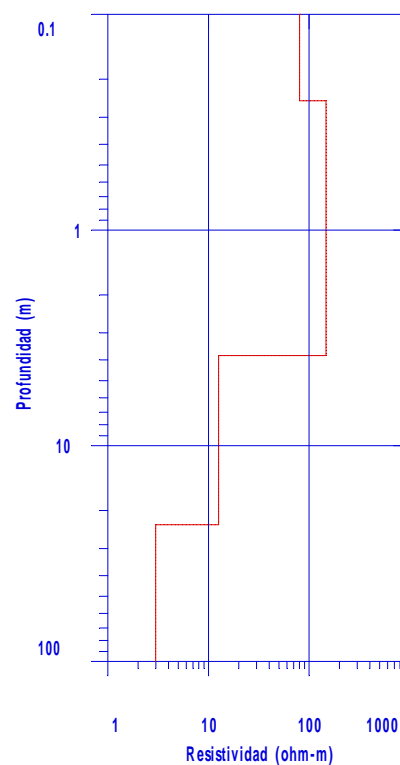
### Curva de campo L 39:

DATASET: LermaL39 NORTH: 4657246.50 EAST: 656048.75 ELEVATION: 381.58

NUMBER	AB/2	MN RESISTIVITY
1	1.600000	0.400000 122.099998
2	2.000000	0.400000 127.000000
3	2.500000	0.400000 132.199997
4	3.200000	0.400000 130.800003
5	4.000000	0.400000 119.800003
6	5.000000	0.400000 105.400002
7	6.300000	0.400000 90.800003
8	8.000000	0.400000 70.699997
9	10.000000	0.400000 47.900002
10	12.600000	0.400000 33.000000
11	10.000000	2.000000 50.200001
12	12.600000	2.000000 34.400002
13	16.000000	2.000000 23.299999
14	20.000000	2.000000 16.299999
15	25.000000	2.000000 12.300000
16	32.000000	2.000000 9.800000
17	40.000000	2.000000 7.900000
18	50.000000	2.000000 6.600000
19	63.000000	2.000000 5.500000
20	80.000000	2.000000 4.200000
21	100.000000	2.000000 3.500000



Instituto Geologico Minero de Espana



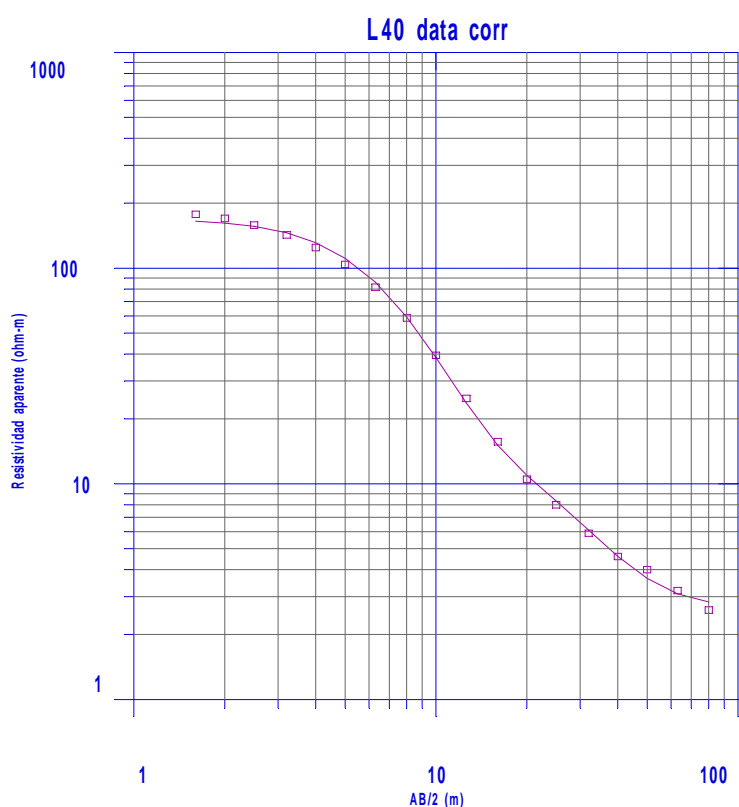
Modelo: Error: 3.21 %

DATASET:	L39	data	corr	NORTH:	4657247	EAST:	656049	ELEVATION:	381,58
LAYER	RESISTIVITY	THICKNESS	DEPTH	ELEVATION					
1	80,1	0,3	0,3	-0,3					
2	147,3	3,6	3,8	-3,8					
3	12,6	19,4	23,3	-23,3					
4	3								

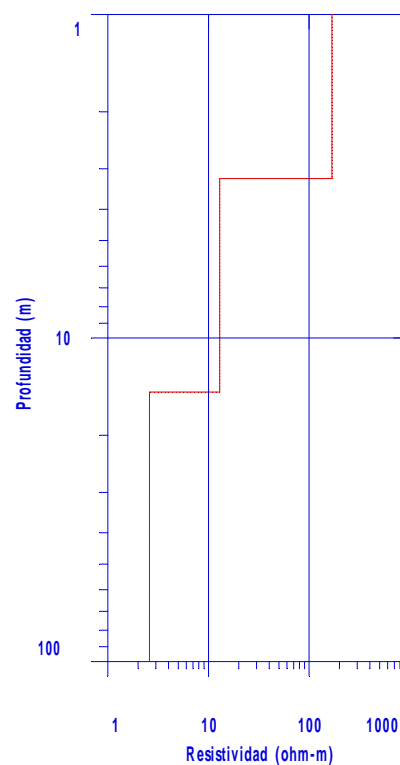
## SEV L 40

### Curva de campo L 40:

DATASET: LermaL40			NORTH: 4657353.50	EAST: 655878.25	ELEVATION: 376.72
NUMBER	AB/2	MN RESISTIVITY			
1	1.600000	0.400000	176.899994		
2	2.000000	0.400000	169.300003		
3	2.500000	0.400000	157.699997		
4	3.200000	0.400000	142.100006		
5	4.000000	0.400000	124.199997		
6	5.000000	0.400000	103.699997		
7	6.300000	0.400000	81.300003		
8	8.000000	0.400000	58.500000		
9	10.000000	0.400000	39.299999		
10	12.600000	0.400000	24.799999		
11	10.000000	2.000000	40.500000		
12	12.600000	2.000000	24.900000		
13	16.000000	2.000000	15.700000		
14	20.000000	2.000000	10.500000		
15	25.000000	2.000000	8.000000		
16	32.000000	2.000000	5.900000		
17	40.000000	2.000000	4.600000		
18	50.000000	2.000000	4.000000		
19	63.000000	2.000000	3.200000		
20	80.000000	2.000000	2.600000		
21	100.000000	2.000000	2.500000		



Instituto Geologico Minero de Espana



Modelo: Error: 5.1 %

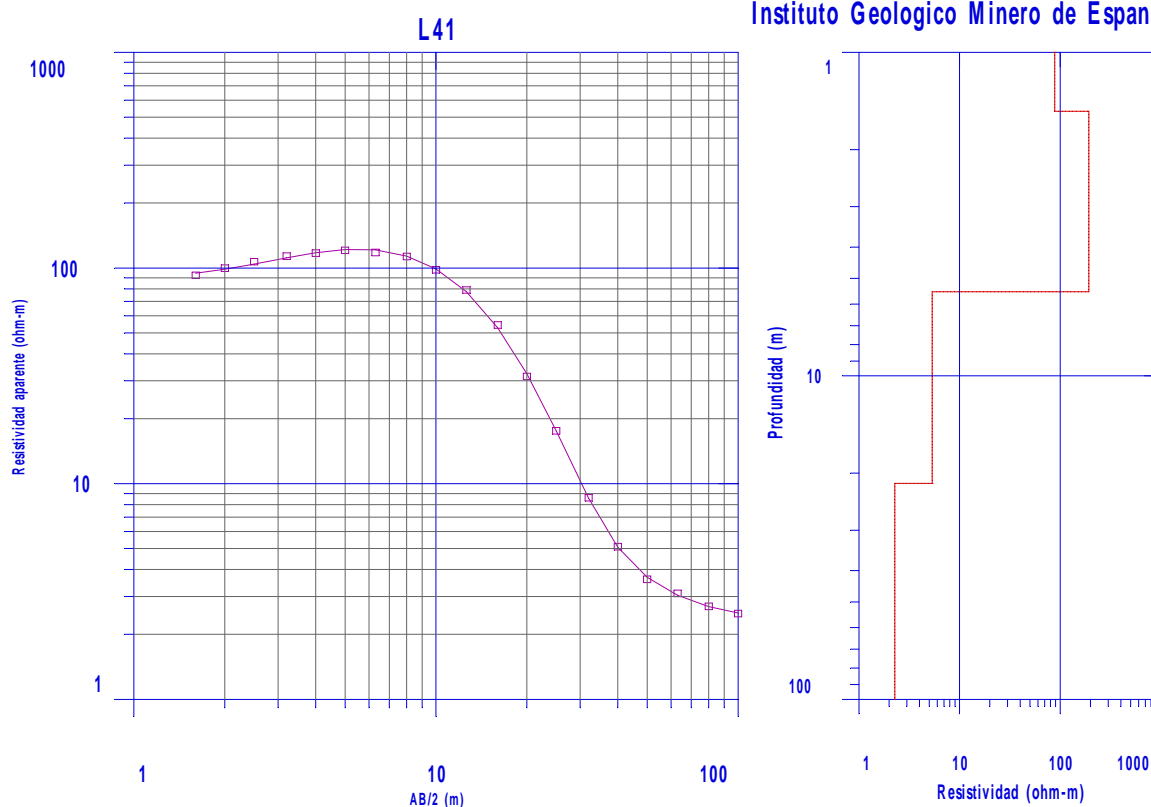
DATASET:	L40	data	corr	NORTH:	4657354	EAST:	655878	ELEVATION:	376,72
LAYER	RESISTIVITY	THICKNESS	DEPTH	ELEVATION					
1	168,6	3,2	3,2	-3,2					
2	12,9	11,5	14,7	-14,7					
3	2,6								



## SEV L 41

### Curva de campo L 41:

NUMBER	AB/2	MN RESISTIVITY
1	1.600000	99.400002
2	2.000000	107.300003
3	2.500000	115.000000
4	3.200000	122.000000
5	4.000000	126.000000
6	5.000000	129.800003
7	6.300000	126.900002
8	8.000000	121.599998
9	10.000000	105.500000
10	12.600000	84.900002
11	10.000000	97.500000
12	12.600000	79.000000
13	16.000000	54.400002
14	20.000000	31.400000
15	25.000000	17.600000
16	32.000000	8.600000
17	40.000000	5.100000
18	50.000000	3.600000
19	63.000000	3.100000
20	80.000000	2.700000
21	100.000000	2.500000



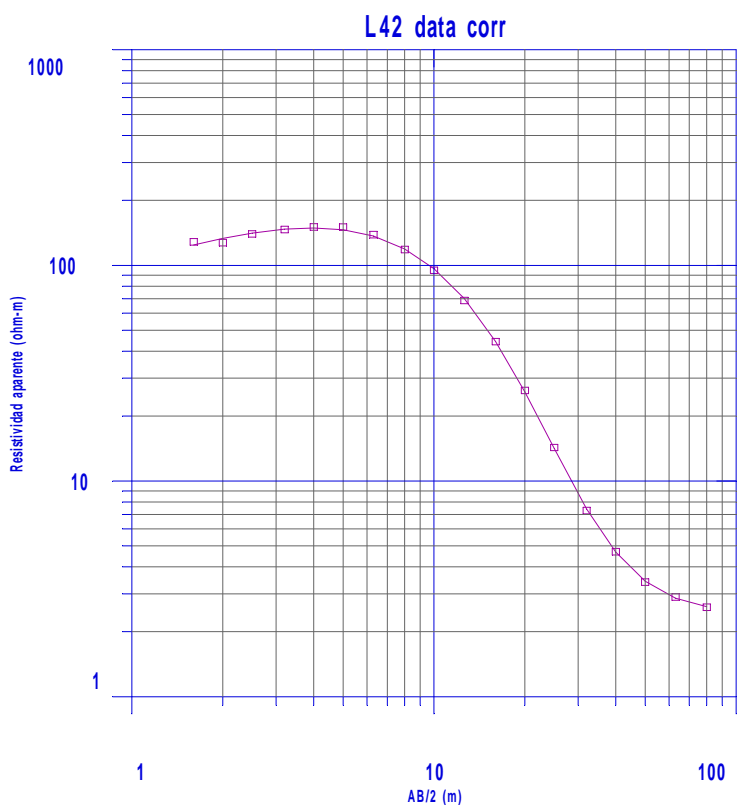
Modelo: Error: 1.7 %

DATASET:	LermaL41	NORTH:	4658225	EAST:	656203	ELEVATION:	373,15
LAYER	RESISTIVITY	THICKNESS	DEPTH	ELEVATION			
1	88,2	1,5	1,5	-1,5			
2	192,8	4	5,5	-5,5			
3	5,3	16	21,5	-21,5			
4	2,3						

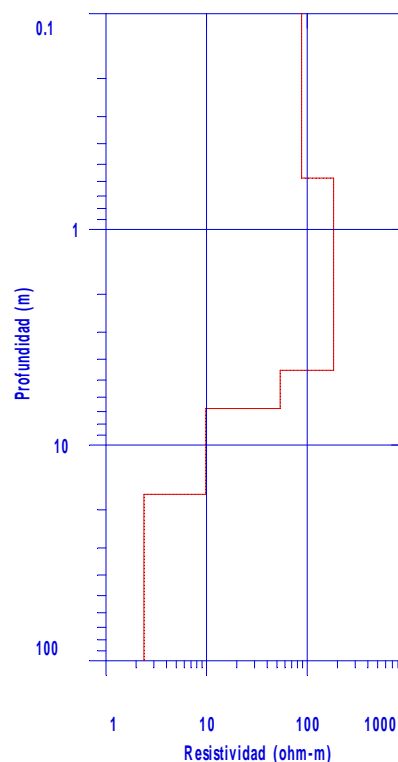
## SEV L 42

### Curva de campo L 42:

DATASET: LermaL42			NORTH: 4658505.00 EAST: 655730.31 ELEVATION: 366.34		
NUMBER	AB/2	MN RESISTIVITY			
1	1.600000	0.400000	133.199997		
2	2.000000	0.400000	132.100006		
3	2.500000	0.400000	145.000000		
4	3.200000	0.400000	151.899994		
5	4.000000	0.400000	156.100006		
6	5.000000	0.400000	155.899994		
7	6.300000	0.400000	143.800003		
8	8.000000	0.400000	122.800003		
9	10.000000	0.400000	98.400002		
10	12.600000	0.400000	71.199997		
11	10.000000	2.000000	94.699997		
12	12.600000	2.000000	68.699997		
13	16.000000	2.000000	44.299999		
14	20.000000	2.000000	26.299999		
15	25.000000	2.000000	14.300000		
16	32.000000	2.000000	7.300000		
17	40.000000	2.000000	4.700000		
18	50.000000	2.000000	3.400000		
19	63.000000	2.000000	2.900000		
20	80.000000	2.000000	2.600000		



Instituto Geologico Minero de Espana



Modelo: Error: 1.84 %

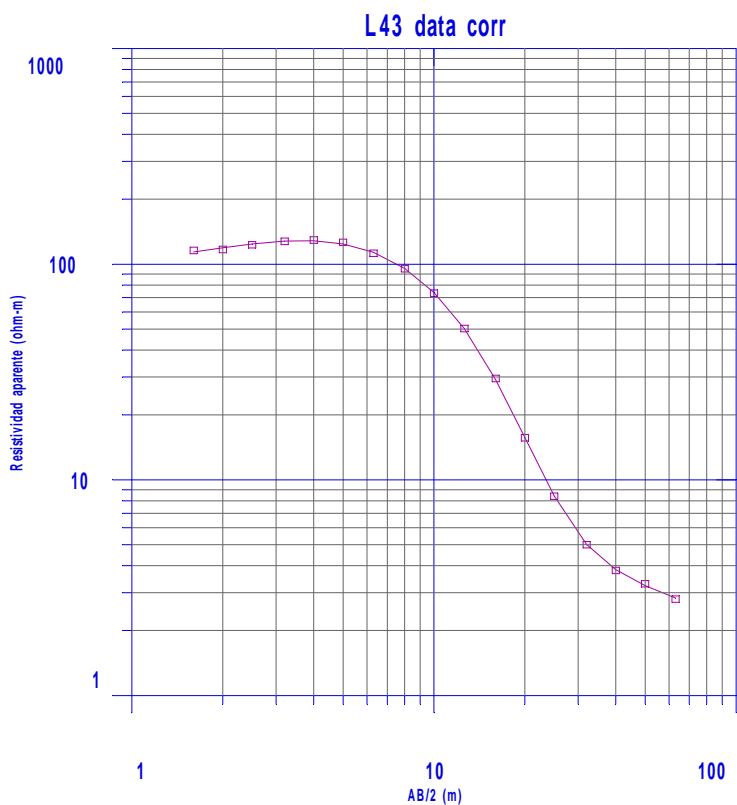
DATASET:	L42	data	corr	NORTH:	4658505	EAST:	655730	ELEVATION:	366,34
LAYER	RESISTIVITY	THICKNESS	DEPTH	ELEVATION					
1	87,7	0,6	0,6	-0,6					
2	183,4	3,9	4,5	-4,5					
3	53,8	2,3	6,8	-6,8					
4	9,9	10,1	16,9	-16,9					
5	2,4								

### SEV L 43

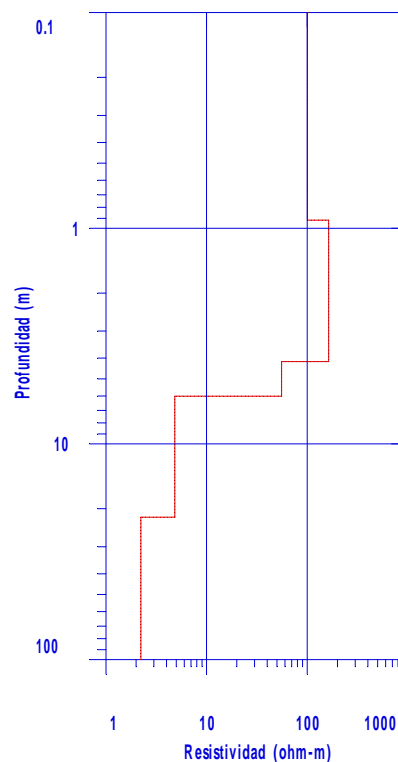
**Curva de campo L 43:**

DATASET: LermaL43 NORTH: 4658314.00 EAST: 655668.38 ELEVATION: 363.08

NUMBER	AB/2	MN RESISTIVITY
1	1.600000	0.400000 111.500000
2	2.000000	0.400000 112.599998
3	2.500000	0.400000 118.400002
4	3.200000	0.400000 122.900002
5	4.000000	0.400000 124.500000
6	5.000000	0.400000 121.500000
7	6.300000	0.400000 108.199997
8	8.000000	0.400000 91.699997
9	10.000000	0.400000 70.599998
10	12.600000	0.400000 48.400002
11	10.000000	2.000000 73.199997
12	12.600000	2.000000 50.299999
13	16.000000	2.000000 29.500000
14	20.000000	2.000000 15.700000
15	25.000000	2.000000 8.400000
16	32.000000	2.000000 5.000000
17	40.000000	2.000000 3.800000
18	50.000000	2.000000 3.300000
19	63.000000	2.000000 2.800000



Instituto Geologico Minero de Espana



**Modelo: Error: 1.09 %**

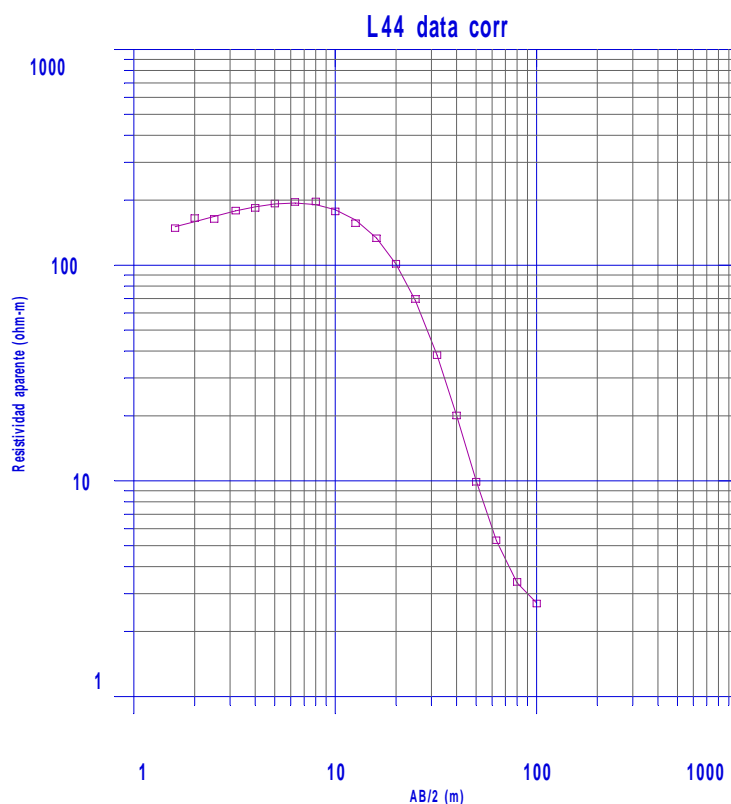
DATASET:	L43	data	corr	NORTH:	4658314	EAST:	655668	ELEVATION:	363,08
LAYER	RESISTIVITY	THICKNESS	DEPTH	ELEVATION					
1	100,6	0,9	0,9	-0,9					
2	163,8	3,2	4,2	-4,2					
3	55,6	1,8	6	-6					
4	4,8	15,9	21,9	-21,9					
5	2,2								

## SEV L 44

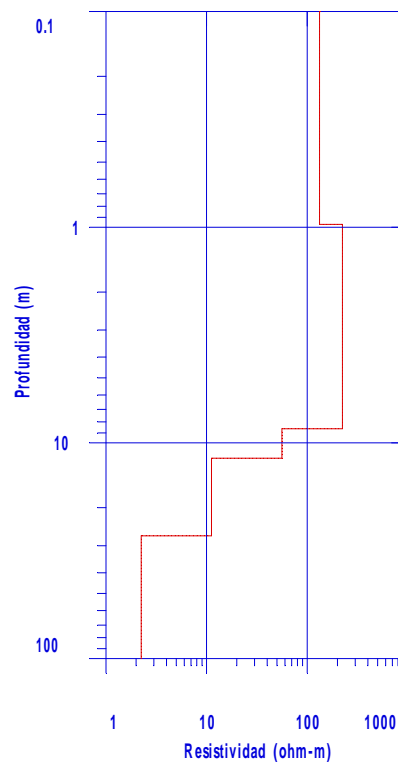
### Curva de campo L 44:

DATASET: LermaL44 NORTH: 4658805.00 EAST: 655823.38 ELEVATION: 369.16

NUMBER	AB/2	MN RESISTIVITY
1	1.600000	0.400000 161.600006
2	2.000000	0.400000 180.000000
3	2.500000	0.400000 178.399994
4	3.200000	0.400000 194.899994
5	4.000000	0.400000 200.600006
6	5.000000	0.400000 210.100006
7	6.300000	0.400000 213.600006
8	8.000000	0.400000 214.800003
9	10.000000	0.400000 193.199997
10	12.600000	0.400000 170.399994
11	10.000000	2.000000 177.100006
12	12.600000	2.000000 156.500000
13	16.000000	2.000000 133.399994
14	20.000000	2.000000 101.599998
15	25.000000	2.000000 69.699997
16	32.000000	2.000000 38.299999
17	40.000000	2.000000 20.100000
18	50.000000	2.000000 9.900000
19	63.000000	2.000000 5.300000
20	80.000000	2.000000 3.400000
21	100.000000	2.000000 2.700000



Instituto Geologico Minero de Espana



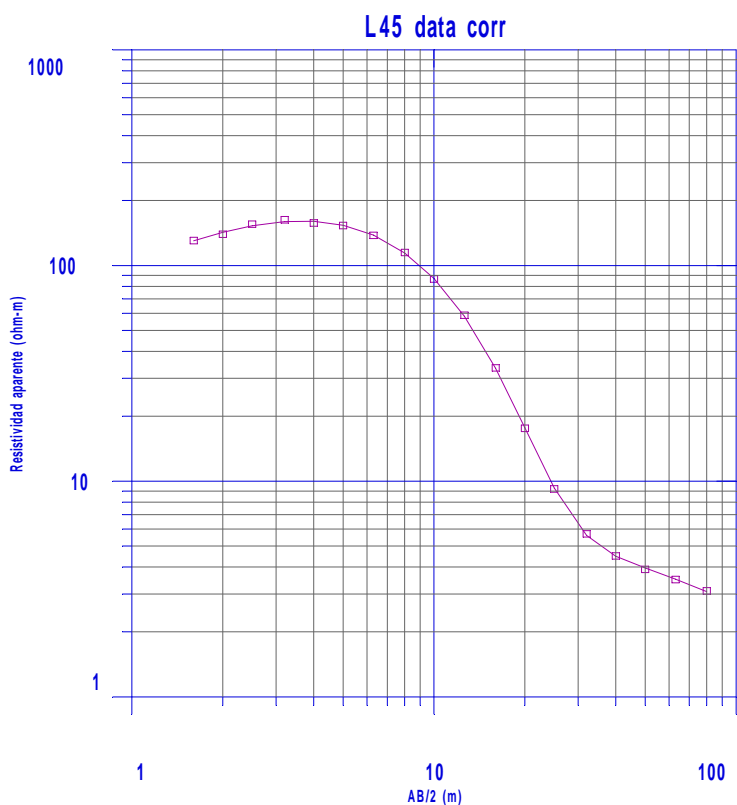
Modelo: Error: 1.81 %

DATASET:	L44	data	corr	NORTH:	4658805	EAST:	655823	ELEVATION:	369,16
LAYER	RESISTIVITY	THICKNESS	DEPTH	ELEVATION					
1	132,6	1	1	-1					
2	223,9	7,6	8,6	-8,6					
3	56	3,2	11,8	-11,8					
4	11,2	15,2	27	-27					
5	2,2								

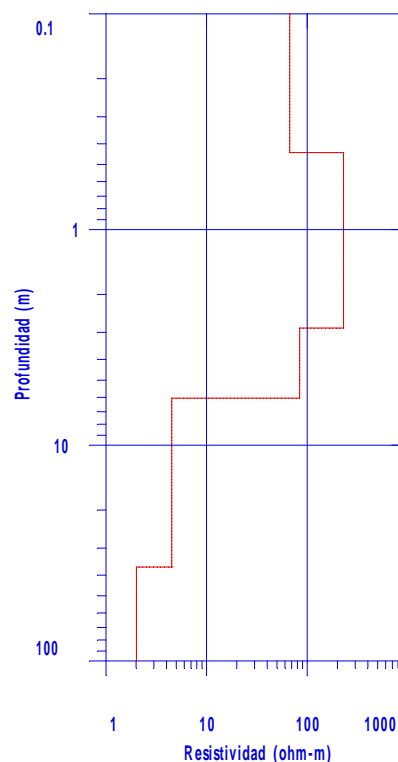
## SEV L 45

### Curva de campo L 45:

NUMBER	AB/2	MN RESISTIVITY
1	1.600000	0.400000 141.600006
2	2.000000	0.400000 151.500000
3	2.500000	0.400000 168.699997
4	3.200000	0.400000 176.800003
5	4.000000	0.400000 170.899994
6	5.000000	0.400000 166.300003
7	6.300000	0.400000 149.699997
8	8.000000	0.400000 124.699997
9	10.000000	0.400000 93.900002
10	12.600000	0.400000 63.799999
11	10.000000	2.000000 86.199997
12	12.600000	2.000000 58.799999
13	16.000000	2.000000 33.500000
14	20.000000	2.000000 17.600000
15	25.000000	2.000000 9.200000
16	32.000000	2.000000 5.700000
17	40.000000	2.000000 4.500000
18	50.000000	2.000000 3.900000
19	63.000000	2.000000 3.500000
20	80.000000	2.000000 3.100000



Instituto Geologico Minero de Espana



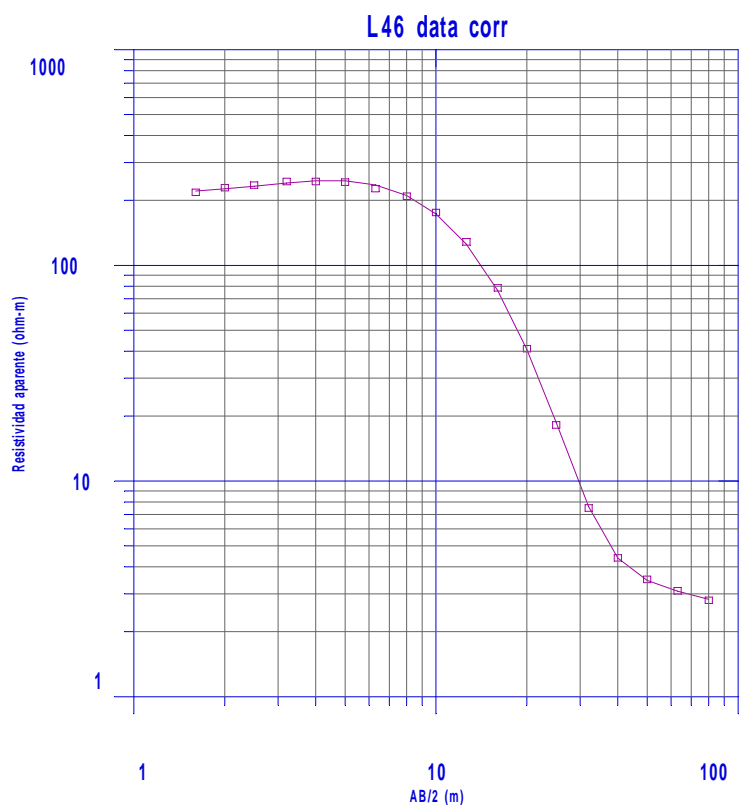
Modelo: Error: 1.17 %

DATASET:	L45	data	corr	NORTH:	4658399	EAST:	656137	ELEVATION:	373
LAYER	RESISTIVITY	THICKNESS	DEPTH	ELEVATION					
1	66,9	0,4	0,4	-0,4					
2	229,5	2,4	2,9	-2,9					
3	84	3,2	6,1	-6,1					
4	4,5	30,7	36,7	-36,7					
5	2								

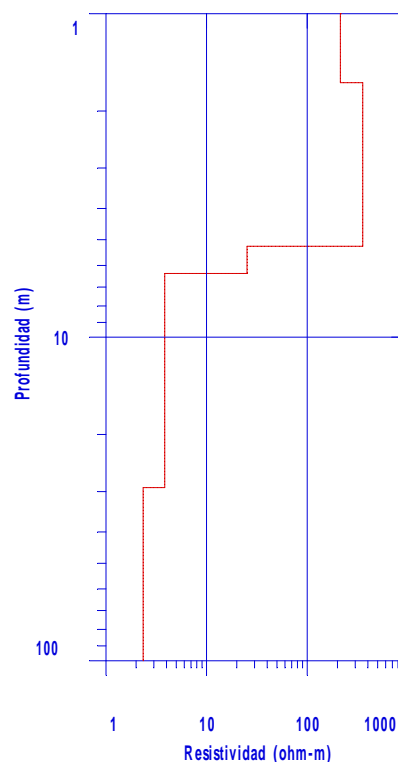
## SEV L 46

### Curva de campo L 46:

NUMBER	AB/2	MN RESISTIVITY
1	1.600000	0.400000 223.100006
2	2.000000	0.400000 234.699997
3	2.500000	0.400000 241.199997
4	3.200000	0.400000 250.800003
5	4.000000	0.400000 250.800003
6	5.000000	0.400000 249.199997
7	6.300000	0.400000 232.399994
8	8.000000	0.400000 214.100006
9	10.000000	0.400000 180.100006
10	12.600000	0.400000 131.699997
11	10.000000	2.000000 174.600006
12	12.600000	2.000000 128.600006
13	16.000000	2.000000 78.599998
14	20.000000	2.000000 41.099998
15	25.000000	2.000000 18.200001
16	32.000000	2.000000 7.500000
17	40.000000	2.000000 4.400000
18	50.000000	2.000000 3.500000
19	63.000000	2.000000 3.100000
20	80.000000	2.000000 2.800000



Instituto Geologico Minero de Espana



Modelo: Error: 1.75 %

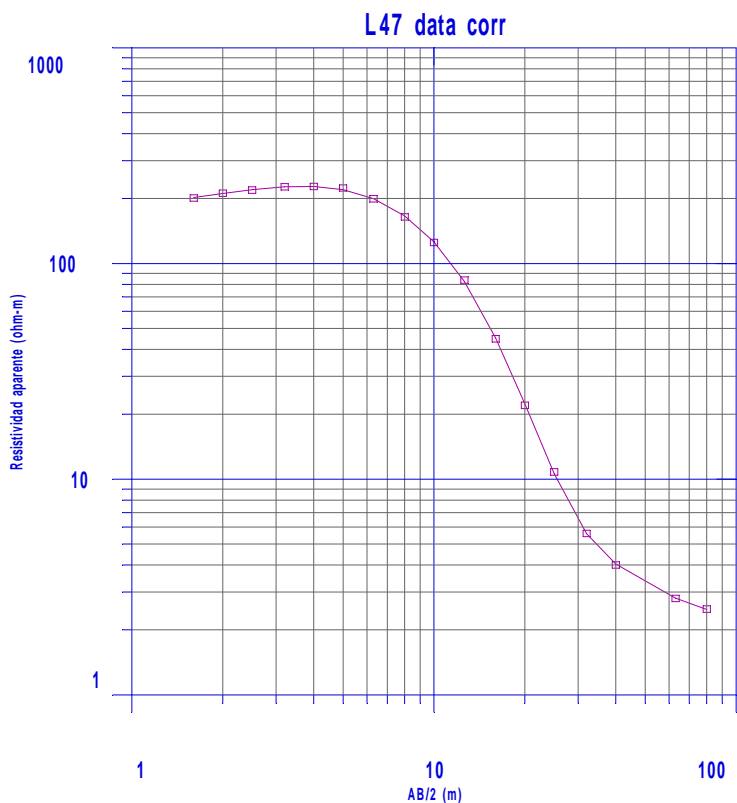
DATASET:	L46	data	corr	NORTH:	4657593	EAST:	654871	ELEVATION:	359,35
LAYER	RESISTIVITY	THICKNESS	DEPTH	ELEVATION					
1	213,2	1,6	1,6	-1,6					
2	356,4	3,6	5,2	-5,2					
3	25,2	1,1	6,4	-6,4					
4	3,8	22,8	29,2	-29,2					
5	2,3								

### SEV L 47

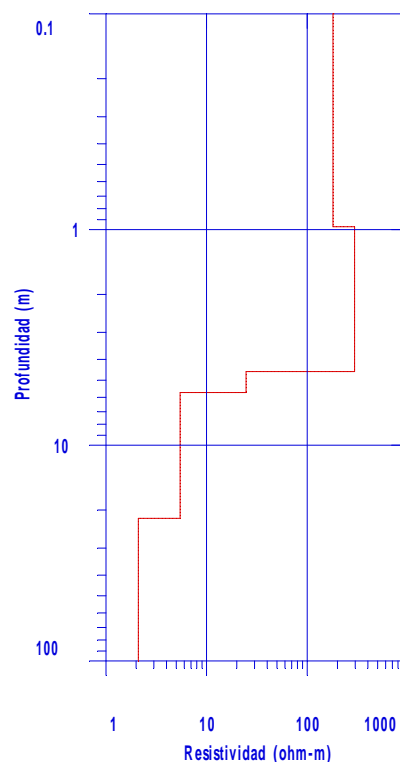
**Curva de campo L 47:**

DATASET: LermaL47 NORTH: 4657728.00 EAST: 654759.06 ELEVATION: 356.17

NUMBER	AB/2	MN RESISTIVITY
1	1.600000	203.500000
2	2.000000	214.300003
3	2.500000	221.399994
4	3.200000	229.500000
5	4.000000	230.300003
6	5.000000	226.699997
7	6.300000	202.000000
8	8.000000	166.399994
9	10.000000	126.699997
10	12.600000	84.699997
11	10.000000	2.000000 124.500000
12	12.600000	2.000000 83.699997
13	16.000000	2.000000 44.799999
14	20.000000	2.000000 22.000000
15	25.000000	2.000000 10.800000
16	32.000000	2.000000 5.600000
17	40.000000	2.000000 4.000000
18	50.000000	2.000000 3.600000
19	63.000000	2.000000 2.800000
20	80.000000	2.000000 2.500000



Instituto Geologico Minero de Espana



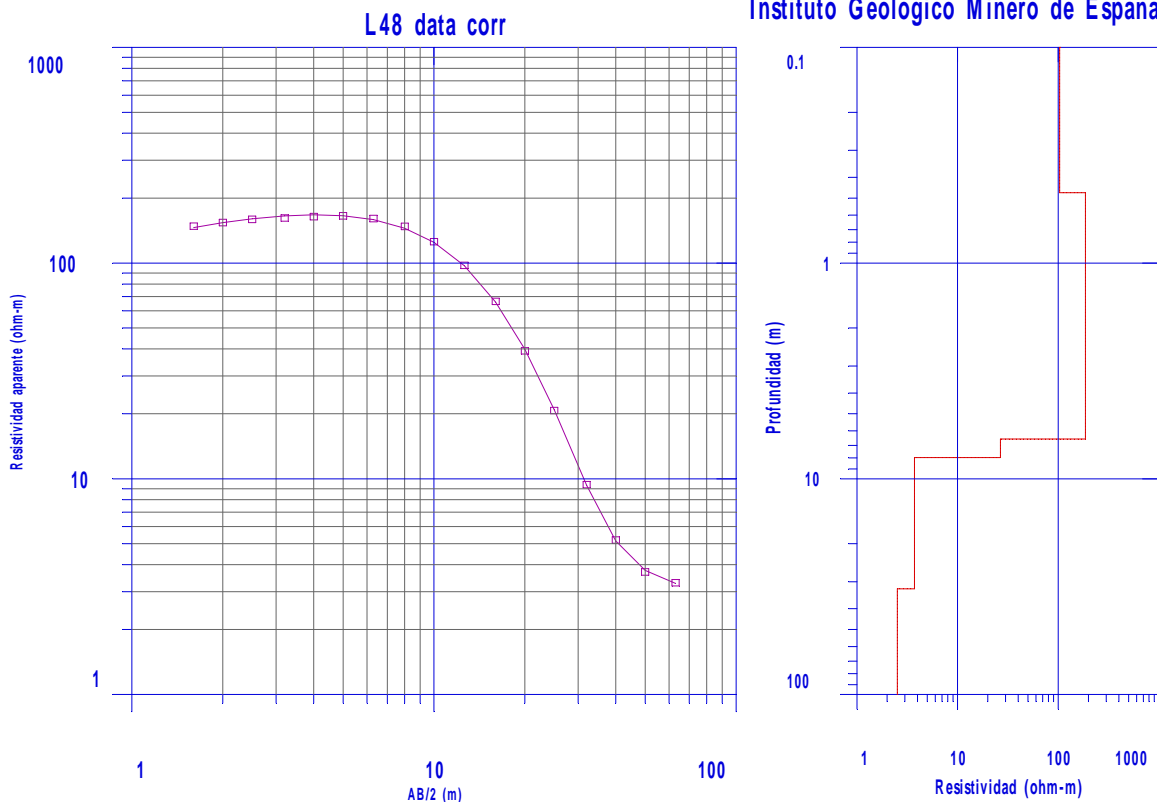
Modelo: Error: 1.00 %

DATASET:	L47	data	corr	NORTH:	4657728	EAST:	654759	ELEVATION:	356,17
LAYER	RESISTIVITY	THICKNESS	DEPTH	ELEVATION					
1	180,5	1	1	-1					
2	295,4	3,6	4,6	-4,6					
3	24,7	1,1	5,7	-5,7					
4	5,5	16,1	21,8	-21,8					
5	2,1								

### SEV L 48

**Curva de campo L 48:**

NUMBER	AB/2	MN RESISTIVITY
1	1.600000	0.400000 144.899994
2	2.000000	0.400000 150.500000
3	2.500000	0.400000 155.800003
4	3.200000	0.400000 158.000000
5	4.000000	0.400000 160.399994
6	5.000000	0.400000 161.699997
7	6.300000	0.400000 157.100006
8	8.000000	0.400000 144.500000
9	10.000000	0.400000 122.800003
10	12.600000	0.400000 95.400002
11	10.000000	2.000000 125.000000
12	12.600000	2.000000 97.599998
13	16.000000	2.000000 66.500000
14	20.000000	2.000000 39.200001
15	25.000000	2.000000 20.700001
16	32.000000	2.000000 9.400000
17	40.000000	2.000000 5.200000
18	50.000000	2.000000 3.700000
19	63.000000	2.000000 3.300000



**Modelo: Error: 1.24 %**

DATASET:	L48	data	corr	NORTH:	4657813	EAST:	656469	ELEVATION:	365,25
LAYER	RESISTIVITY	THICKNESS	DEPTH	ELEVATION					
1	103,4	0,5	0,5	-0,5					
2	186,3	6,1	6,5	-6,5					
3	26,7	1,4	8	-8					
4	3,7	24,3	32,3	-32,3					
5	2,5								

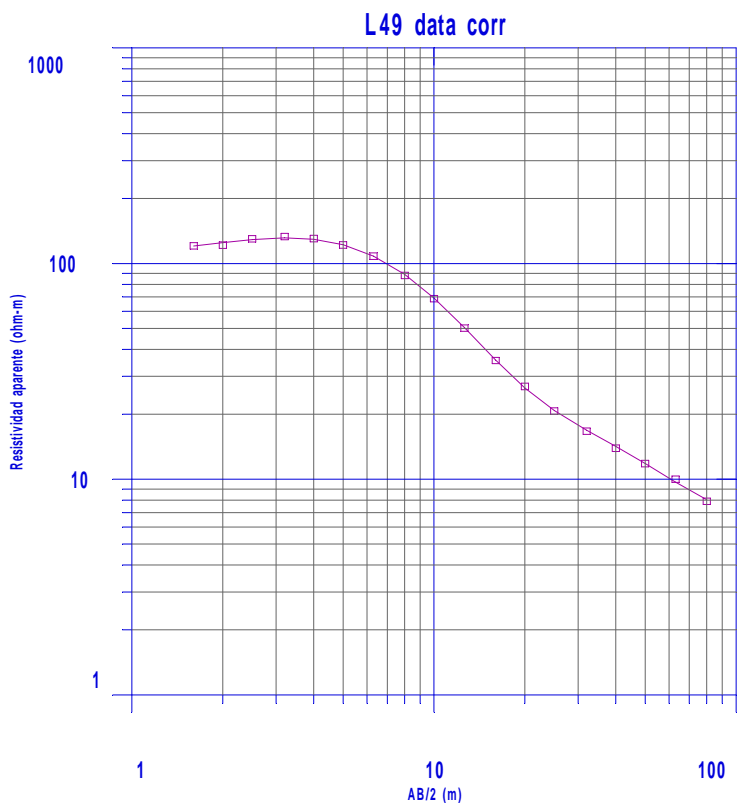


## SEV L 49

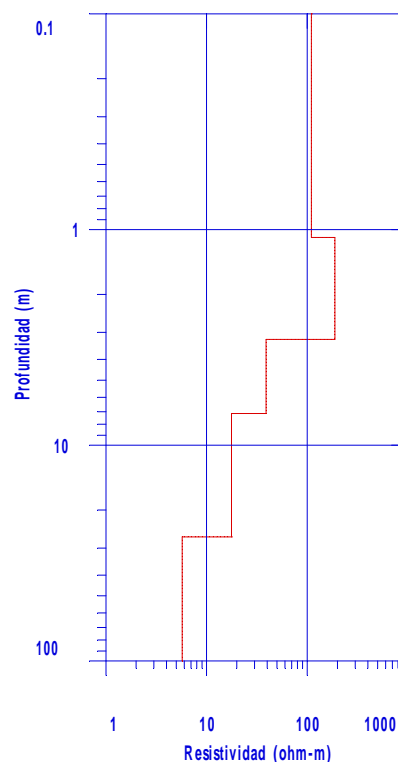
### Curva de campo L 49:

DATASET: LermaL49 NORTH: 4657188.00 EAST: 656309.19 ELEVATION: 387.42

NUMBER	AB/2	MN RESISTIVITY
1	1.600000	0.400000 129.500000
2	2.000000	0.400000 130.399994
3	2.500000	0.400000 139.500000
4	3.200000	0.400000 142.899994
5	4.000000	0.400000 139.899994
6	5.000000	0.400000 130.699997
7	6.300000	0.400000 116.000000
8	8.000000	0.400000 94.300003
9	10.000000	0.400000 73.599998
10	12.600000	0.400000 53.799999
11	10.000000	2.000000 69.400002
12	12.600000	2.000000 50.200001
13	16.000000	2.000000 35.500000
14	20.000000	2.000000 26.900000
15	25.000000	2.000000 20.700001
16	32.000000	2.000000 16.700001
17	40.000000	2.000000 13.900000
18	50.000000	2.000000 11.800000
19	63.000000	2.000000 10.000000
20	80.000000	2.000000 7.900000



Instituto Geologico Minero de Espana



Modelo: Error: 1.36 %

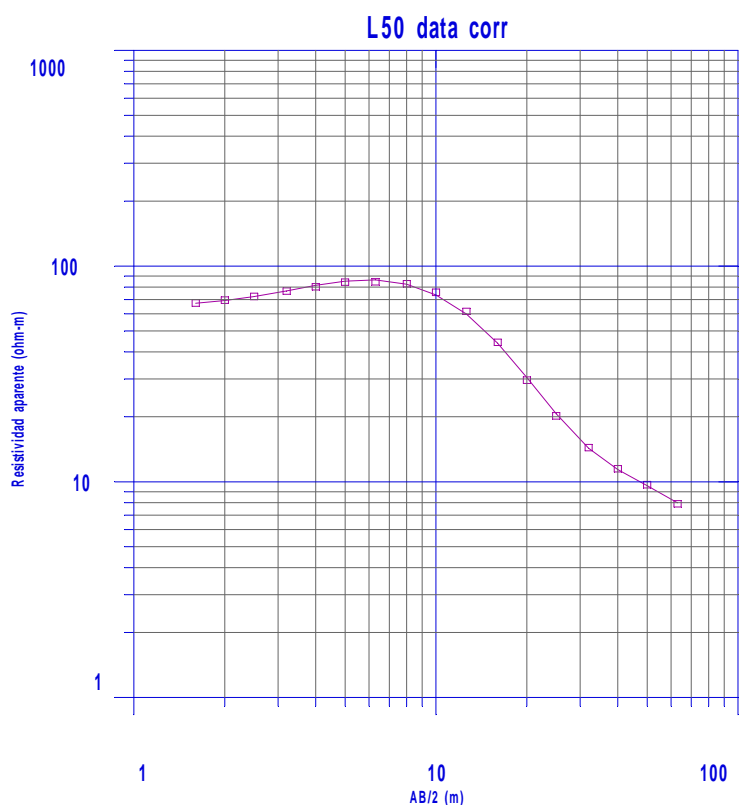
DATASET:	L49	data	corr	NORTH:	4657188	EAST:	656309	ELEVATION:	387,42
LAYER	RESISTIVITY	THICKNESS	DEPTH	ELEVATION					
1	110,2	1,1	1,1	-1,1					
2	188,6	2,1	3,2	-3,2					
3	39,1	3,9	7,1	-7,1					
4	17,7	19,5	26,6	-26,6					
5	5,7								

## SEV L 50

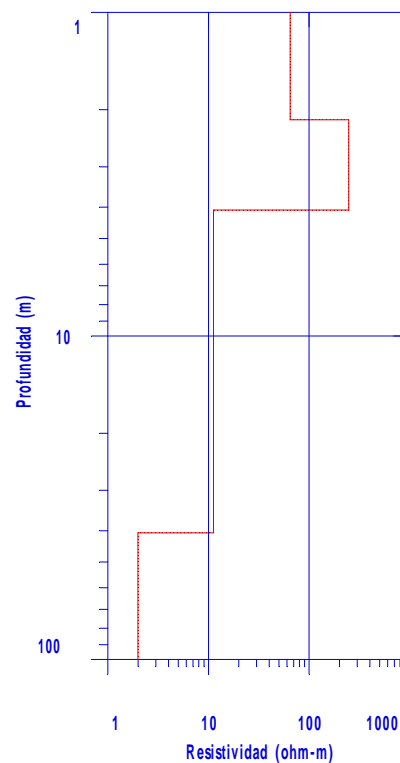
### Curva de campo L 50:

DATASET: LermaL50 NORTH: 4657075.50 EAST: 656222.88 ELEVATION: 385.15

NUMBER	AB/2	MN	RESISTIVITY
1	1.600000	0.400000	71.099998
2	2.000000	0.400000	73.300003
3	2.500000	0.400000	76.199997
4	3.200000	0.400000	80.699997
5	4.000000	0.400000	84.500000
6	5.000000	0.400000	88.800003
7	6.300000	0.400000	89.099998
8	8.000000	0.400000	87.300003
9	10.000000	0.400000	79.699997
10	12.600000	0.400000	65.000000
11	10.000000	2.000000	75.300003
12	12.600000	2.000000	61.700001
13	16.000000	2.000000	44.299999
14	20.000000	2.000000	29.600000
15	25.000000	2.000000	20.200001
16	32.000000	2.000000	14.400000
17	40.000000	2.000000	11.500000
18	50.000000	2.000000	9.700000
19	63.000000	2.000000	7.900000



Instituto Geologico Minero de Espana



Modelo: Error: 1.59 %

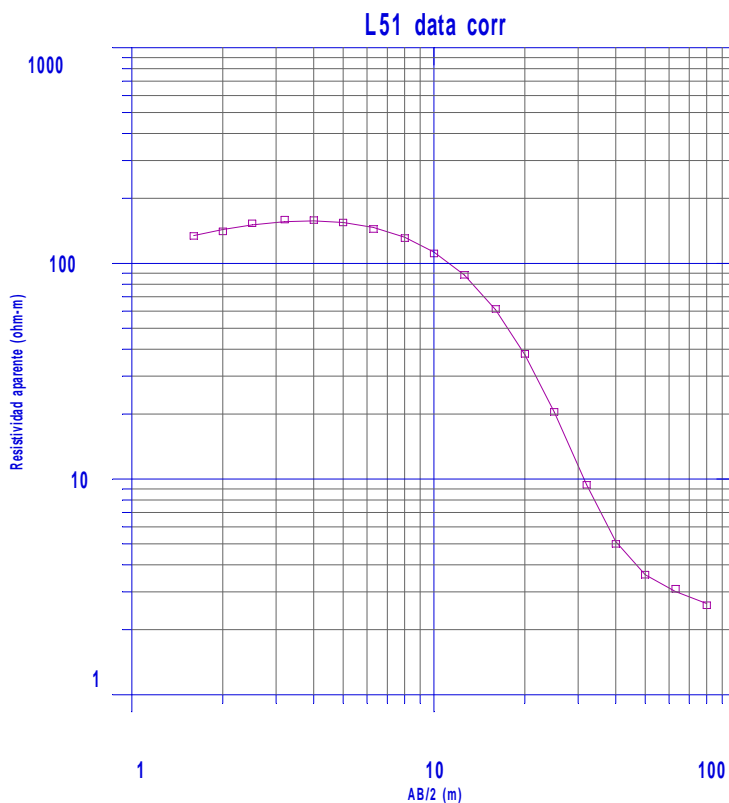
DATASET:	L50	data	corr	NORTH:	4657076	EAST:	656223	ELEVATION:	385,15
LAYER	RESISTIVITY	THICKNESS	DEPTH	ELEVATION					
1	64,7	2,1	2,1	-2,1					
2	247	1,9	4,1	-4,1					
3	11,2	36,5	40,6	-40,6					
4	2								

## SEV L 51

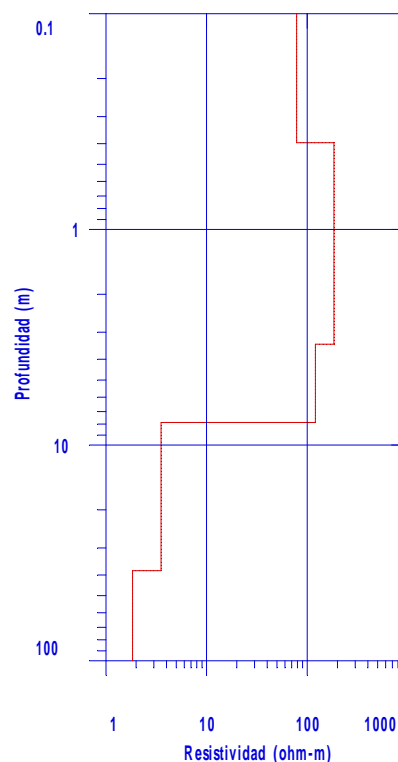
### Curva de campo L 51:

DATASET: LermaL51 NORTH: 4658450.50 EAST: 655925.19 ELEVATION: 369.31

NUMBER	AB/2	MN RESISTIVITY
1	1.600000	0.400000 133.899994
2	2.000000	0.400000 140.600006
3	2.500000	0.400000 153.199997
4	3.200000	0.400000 159.399994
5	4.000000	0.400000 158.500000
6	5.000000	0.400000 154.500000
7	6.300000	0.400000 144.199997
8	8.000000	0.400000 130.899994
9	10.000000	0.400000 111.099998
10	12.600000	0.400000 87.900002
11	10.000000	2.000000 111.199997
12	12.600000	2.000000 88.400002
13	16.000000	2.000000 61.500000
14	20.000000	2.000000 38.099998
15	25.000000	2.000000 20.500000
16	32.000000	2.000000 9.400000
17	40.000000	2.000000 5.000000
18	50.000000	2.000000 3.600000
19	63.000000	2.000000 3.100000
20	80.000000	2.000000 2.600000



Instituto Geologico Minero de Espana



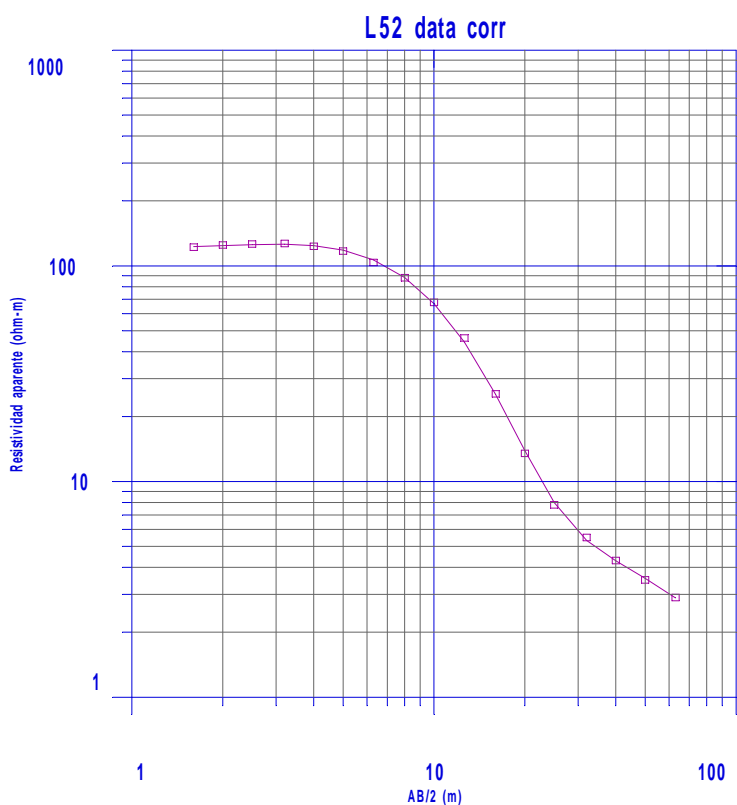
Modelo: Error: 1.45 %

DATASET:	L51	data	cor	NORTH:	4658451	EAST:	655925	ELEVATION:	369,31
LAYER	RESISTIVITY	THICKNESS	DEPTH	ELEVATION					
1	78,5	0,4	0,4	-0,4					
2	184,6	3	3,4	-3,4					
3	120,6	4,5	7,9	-7,9					
4	3,5	30,4	38,2	-38,2					
5	1,8								

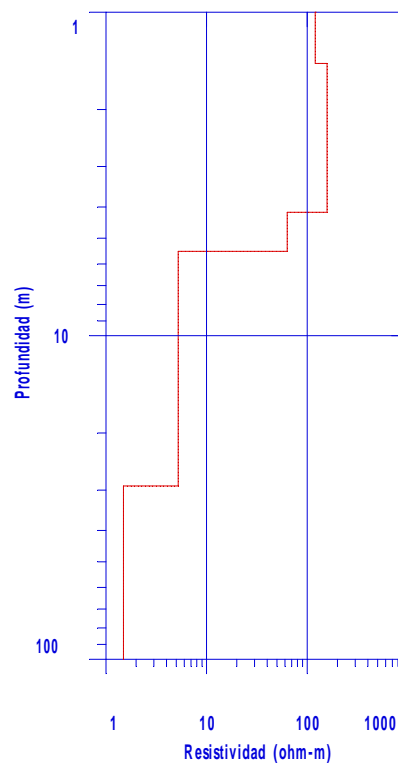
## SEV L 52

### Curva de campo L 52:

DATASET: LermaL52			NORTH: 4658294.00	EAST: 655874.81	ELEVATION: 368.02
NUMBER	AB/2	MN RESISTIVITY			
1	1.600000	0.400000	115.800003		
2	2.000000	0.400000	118.500000		
3	2.500000	0.400000	119.699997		
4	3.200000	0.400000	120.400002		
5	4.000000	0.400000	116.900002		
6	5.000000	0.400000	111.099998		
7	6.300000	0.400000	98.400002		
8	8.000000	0.400000	83.500000		
9	10.000000	0.400000	64.199997		
10	12.600000	0.400000	43.900002		
11	10.000000	2.000000	67.599998		
12	12.600000	2.000000	46.299999		
13	16.000000	2.000000	25.500000		
14	20.000000	2.000000	13.500000		
15	25.000000	2.000000	7.800000		
16	32.000000	2.000000	5.500000		
17	40.000000	2.000000	4.300000		
18	50.000000	2.000000	3.500000		
19	63.000000	2.000000	2.900000		



Instituto Geologico Minero de Espana



Modelo: Error: 1.85 %

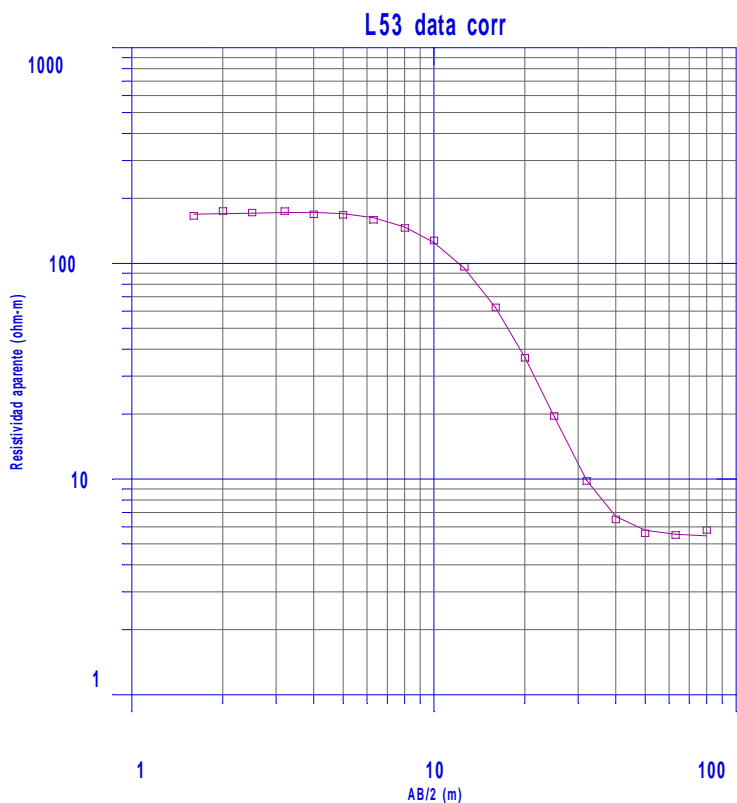
DATASET:	L52	data	corr	NORTH:	4658294	EAST:	655875	ELEVATION:	368,02
LAYER	RESISTIVITY	THICKNESS	DEPTH	ELEVATION					
1	120,2	1,4	1,4	-1,4					
2	157,4	2,7	4,2	-4,2					
3	63,3	1,3	5,5	-5,5					
4	5,2	23,7	29,1	-29,1					
5	1,5								

### SEV L 53

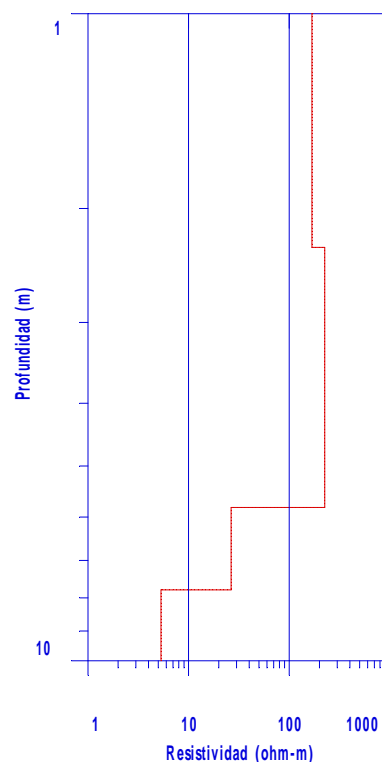
**Curva de campo L 53:**

DATASET: LermaL53      NORTH: 4657063.00 EAST: 657867.62 ELEVATION: 427.28

NUMBER	AB/2	MN RESISTIVITY
1	1.600000	0.400000 170.699997
2	2.000000	0.400000 179.699997
3	2.500000	0.400000 176.800003
4	3.200000	0.400000 179.500000
5	4.000000	0.400000 173.500000
6	5.000000	0.400000 172.600006
7	6.300000	0.400000 163.699997
8	8.000000	0.400000 150.100006
9	10.000000	0.400000 131.300003
10	12.600000	0.400000 99.199997
<b>11</b>	<b>10.000000</b>	<b>2.000000 125.800003</b>
12	12.600000	2.000000 96.500000
13	16.000000	2.000000 62.500000
14	20.000000	2.000000 36.500000
15	25.000000	2.000000 19.600000
16	32.000000	2.000000 9.800000
17	40.000000	2.000000 6.500000
18	50.000000	2.000000 5.600000
19	63.000000	2.000000 5.500000
20	80.000000	2.000000 5.800000



Instituto Geologico Minero de Espana



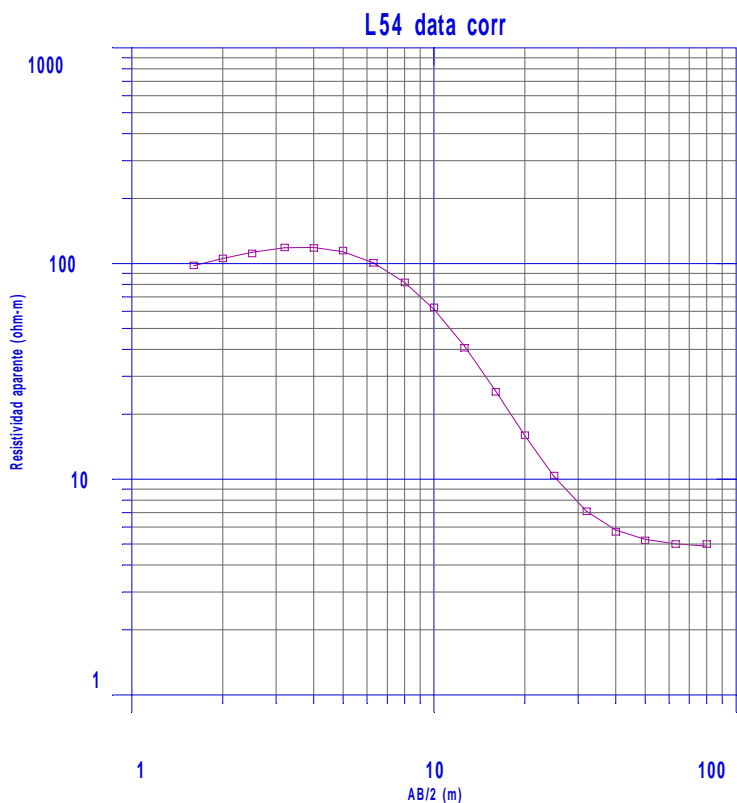
Modelo: Error: 2.36 %

DATASET:	L53	data	corr	NORTH:	4657063	EAST:	657868	ELEVATION:	427,28
LAYER	RESISTIVITY	THICKNESS	DEPTH	ELEVATION					
1	168,1	2,3	2,3	-2,3					
2	225,6	3,5	5,8	-5,8					
3	26,4	2	7,8	-7,8					
4	5,3								

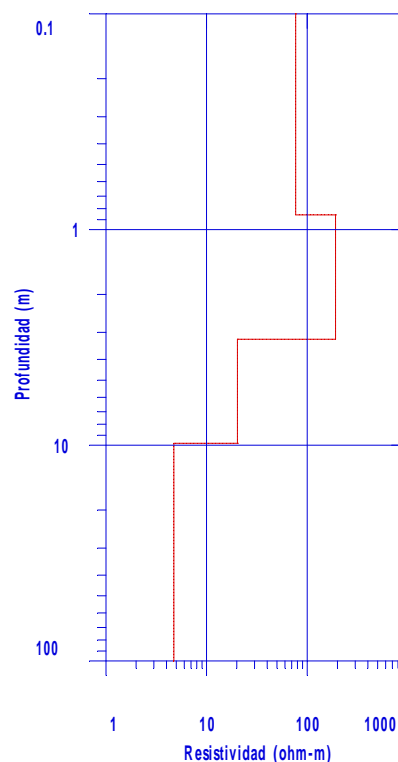
## SEV L 54

### Curva de campo L 54:

NUMBER	AB/2	MN RESISTIVITY
1	1.600000	100.000000
2	2.000000	107.699997
3	2.500000	113.599998
4	3.200000	121.099998
5	4.000000	120.500000
6	5.000000	117.099998
7	6.300000	102.800003
8	8.000000	83.300003
9	10.000000	63.799999
10	12.600000	41.500000
11	10.000000	2.000000
12	12.600000	2.000000
13	16.000000	2.000000
14	20.000000	2.000000
15	25.000000	2.000000
16	32.000000	2.000000
17	40.000000	2.000000
18	50.000000	2.000000
19	63.000000	2.000000
20	80.000000	2.000000



Instituto Geologico Minero de Espana



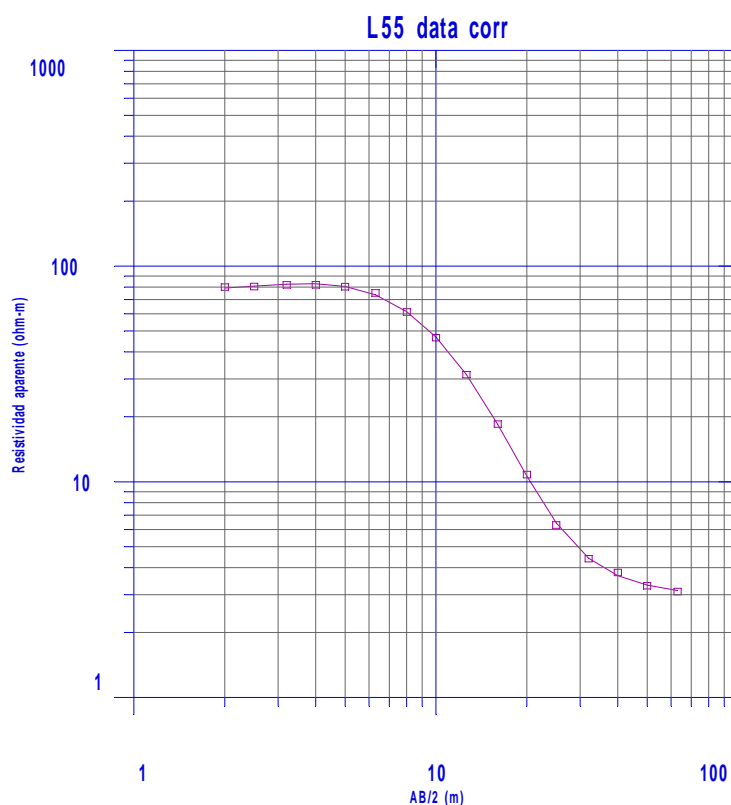
Modelo: Error: 1.18 %

DATASET:	L54	data	corr	NORTH:	4656437	EAST:	657083	ELEVATION:	413,71
LAYER	RESISTIVITY	THICKNESS	DEPTH	ELEVATION					
1	76,6	0,9	0,9	-0,9					
2	191,7	2,4	3,2	-3,2					
3	20,3	6,6	9,8	-9,8					
4	4,7								

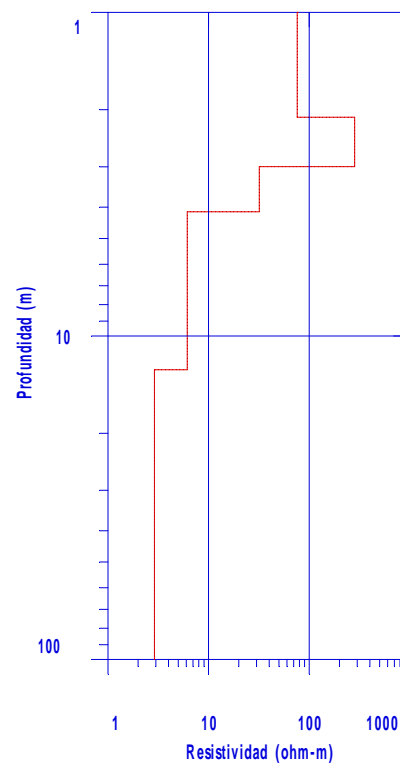
## SEV L 55

### Curva de campo L 55:

DATASET: LermaL55				NORTH: 4658519.00	EAST: 654745.94	ELEVATION: 348.94
NUMBER	AB/2	MN	RESISTIVITY			
1	1.600000	0.400000	89.400002			
2	2.000000	0.400000	81.699997			
3	2.500000	0.400000	82.199997			
4	3.200000	0.400000	83.699997			
5	4.000000	0.400000	83.800003			
6	5.000000	0.400000	82.099998			
7	6.300000	0.400000	76.800003			
8	8.000000	0.400000	62.599998			
9	10.000000	0.400000	47.599998			
10	12.600000	0.400000	32.099998			
11	10.000000	2.000000	46.599998			
12	12.600000	2.000000	31.400000			
13	16.000000	2.000000	18.500000			
14	20.000000	2.000000	10.800000			
15	25.000000	2.000000	6.300000			
16	32.000000	2.000000	4.400000			
17	40.000000	2.000000	3.800000			
18	50.000000	2.000000	3.300000			
19	63.000000	2.000000	3.100000			



Instituto Geologico Minero de Espana



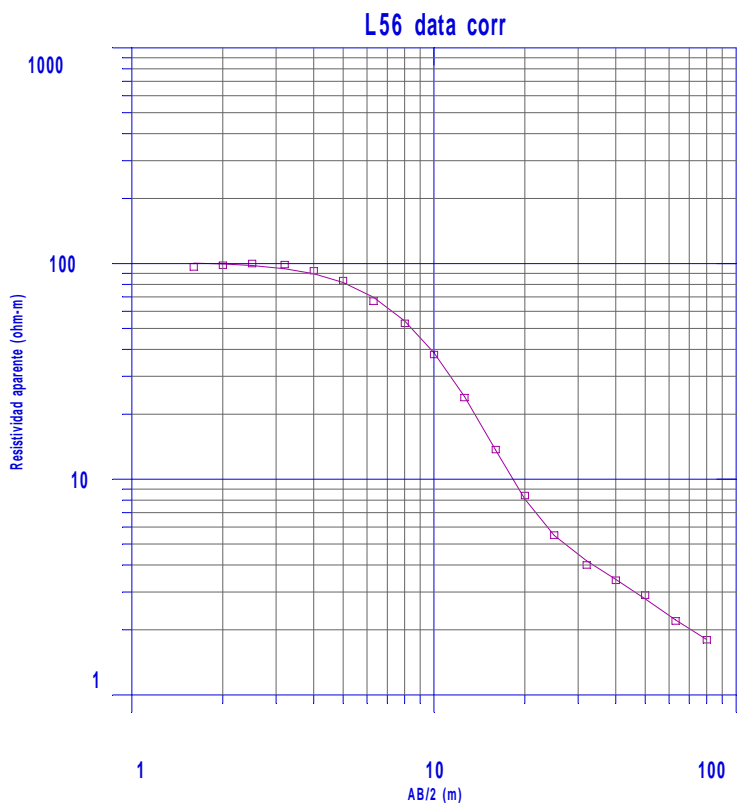
Modelo: Error: 1.32 %

DATASET:	L55	data	corr	NORTH:	4658519	EAST:	654746	ELEVATION:	348,94
LAYER	RESISTIVITY	THICKNESS	DEPTH	ELEVATION					
1	76	2,1	2,1	-2,1					
2	283,3	0,9	3	-3					
3	31,9	1,1	4,1	-4,1					
4	6,1	8,6	12,7	-12,7					
5	2,9								

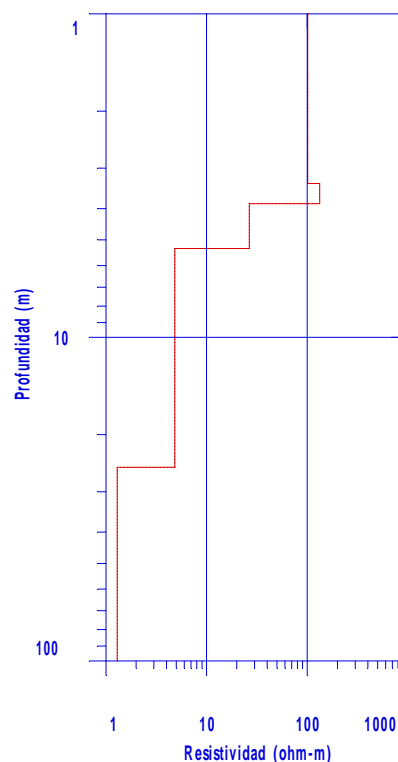
## SEV L 56

### Curva de campo L 56:

DATASET: LermaL56		NORTH: 4658629.50 EAST: 654973.56 ELEVATION: 353.14	
NUMBER	AB/2	MN	RESISTIVITY
1	1.600000	0.400000	98.099998
2	2.000000	0.400000	99.900002
3	2.500000	0.400000	101.699997
4	3.200000	0.400000	100.599998
5	4.000000	0.400000	94.099998
6	5.000000	0.400000	84.599998
7	6.300000	0.400000	68.000000
8	8.000000	0.400000	53.700001
9	10.000000	0.400000	38.500000
10	12.600000	0.400000	24.299999
11	10.000000	2.000000	38.000000
12	12.600000	2.000000	23.900000
13	16.000000	2.000000	13.700000
14	20.000000	2.000000	8.400000
15	25.000000	2.000000	5.500000
16	32.000000	2.000000	4.000000
17	40.000000	2.000000	3.400000
18	50.000000	2.000000	2.900000
19	63.000000	2.000000	2.200000
20	80.000000	2.000000	1.800000



Instituto Geologico Minero de Espana



Modelo: Error: 2.82 %

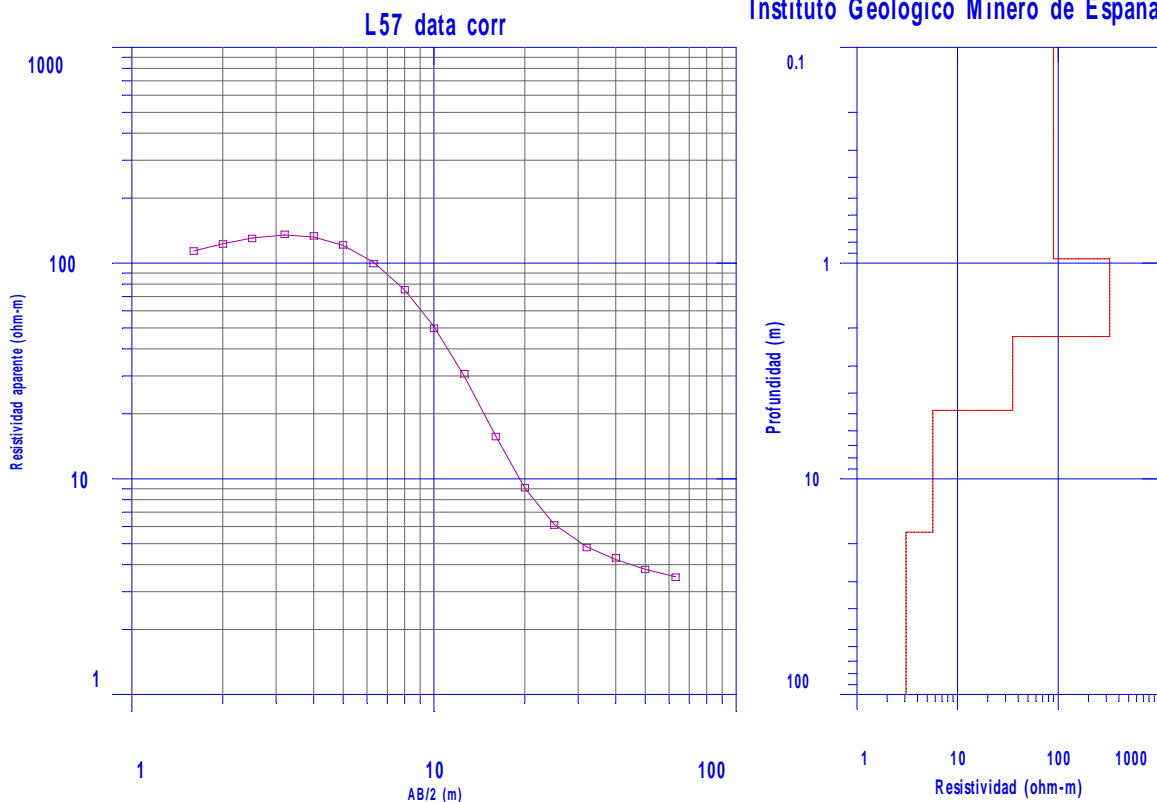
DATASET:	L56	data	corr	NORTH:	4658630	EAST:	654974	ELEVATION:	353,14
LAYER	RESISTIVITY	THICKNESS	DEPTH	ELEVATION					
1	101,4	3,3	3,3	-3,3					
2	133,4	0,5	3,9	-3,9					
3	26,5	1,5	5,3	-5,3					
4	4,8	19,9	25,2	-25,2					
5	1,3								



## SEV L 57

### Curva de campo L 57:

DATASET: LermaL57			NORTH: 4658941.00	EAST: 655269.69	ELEVATION: 357.96
NUMBER	AB/2	MN RESISTIVITY			
1	1.600000	0.400000	108.900002		
2	2.000000	0.400000	117.400002		
3	2.500000	0.400000	124.500000		
4	3.200000	0.400000	130.100006		
5	4.000000	0.400000	127.900002		
6	5.000000	0.400000	116.300003		
7	6.300000	0.400000	95.199997		
8	8.000000	0.400000	72.099998		
9	10.000000	0.400000	47.700001		
10	12.600000	0.400000	29.400000		
11	10.000000	2.000000	50.099998		
12	12.600000	2.000000	30.700001		
13	16.000000	2.000000	15.700000		
14	20.000000	2.000000	9.100000		
15	25.000000	2.000000	6.100000		
16	32.000000	2.000000	4.800000		
17	40.000000	2.000000	4.300000		
18	50.000000	2.000000	3.800000		
19	63.000000	2.000000	3.500000		



Modelo: Error: 1.13 %

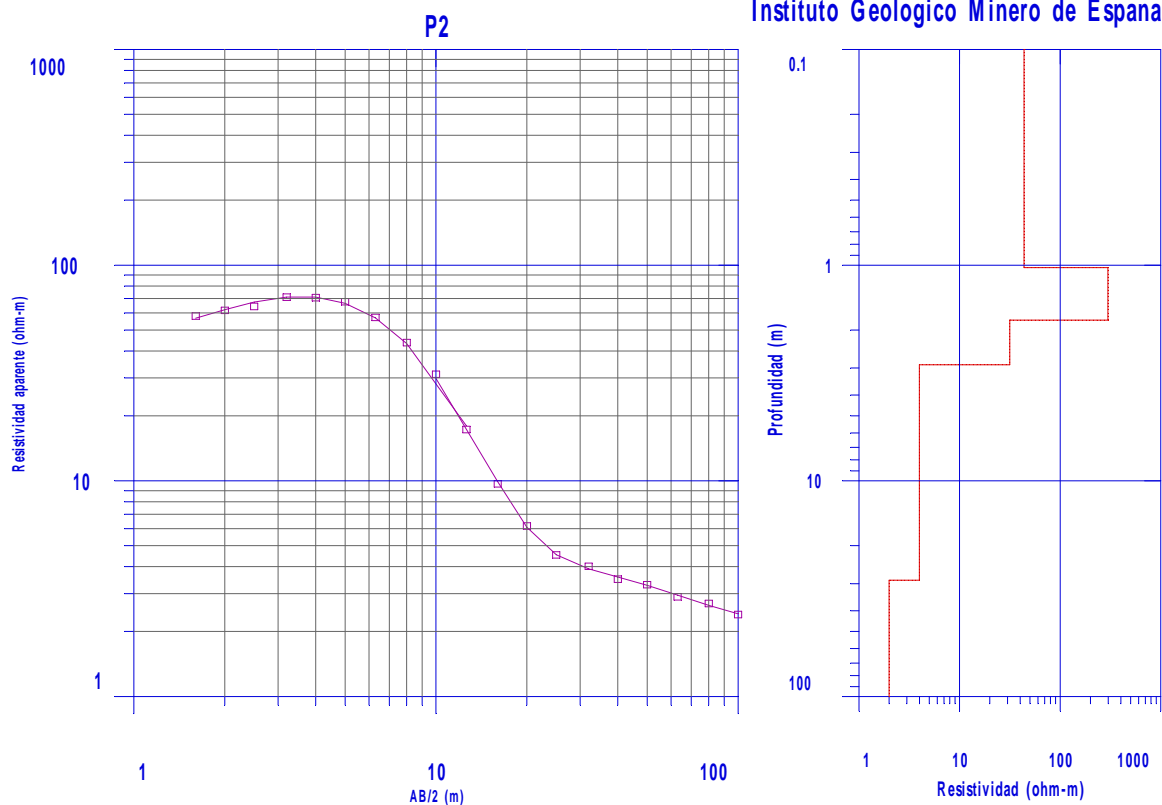
DATASET:	L57	data	corr	NORTH:	4658941	EAST:	655270	ELEVATION:	357,96
LAYER	RESISTIVITY	THICKNESS	DEPTH	ELEVATION					
1	89,8	1	1	-1					
2	324,9	1,2	2,2	-2,2					
3	35,4	2,6	4,8	-4,8					
4	5,7	12,9	17,7	-17,7					
5	3,1								

## SEV P2

### Curva de campo P2:

DATASET: LermaP2 NORTH: 465887.50 EAST: 655024.88 ELEVATION: 353.80

NUMBER	AB/2	MN	RESISTIVITY
1	1.600000	0.400000	56.400002
2	2.000000	0.400000	59.900002
3	2.500000	0.400000	62.500000
4	3.200000	0.400000	69.000000
5	4.000000	0.400000	68.599998
6	5.000000	0.400000	65.699997
7	6.300000	0.400000	55.599998
8	8.000000	0.400000	42.500000
9	10.000000	0.400000	30.299999
10	12.600000	0.400000	16.799999
11	10.000000	2.000000	30.299999
12	12.600000	2.000000	16.700001
13	16.000000	2.000000	9.400000
14	20.000000	2.000000	6.000000
15	25.000000	2.000000	4.400000
16	32.000000	2.000000	3.900000
17	40.000000	2.000000	3.400000
18	50.000000	2.000000	3.900000
19	40.000000	8.000000	3.500000
20	50.000000	8.000000	3.300000
21	63.000000	8.000000	2.900000
22	80.000000	8.000000	2.700000
23	100.000000	8.000000	2.400000



Modelo: Error: 2.28 %

DATASET: P2 data corr NORTH: 4658888 EAST: 655025 ELEVATION: 353,8

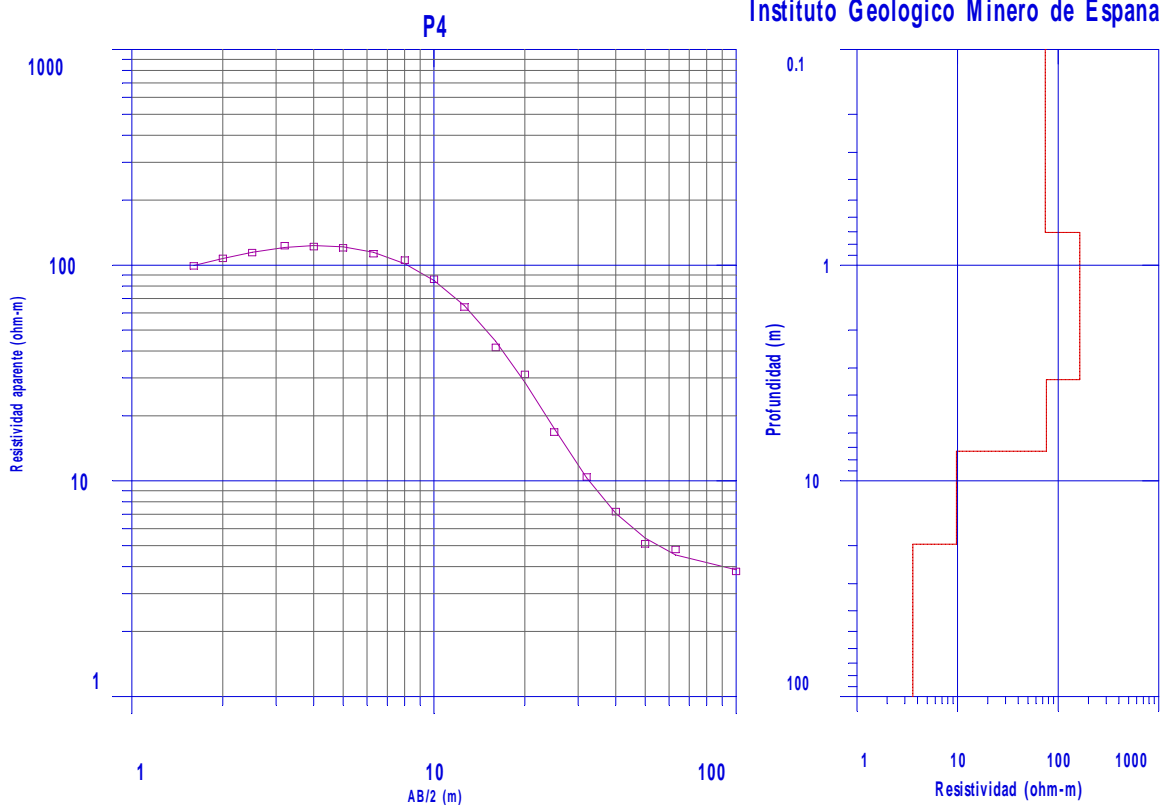
LAYER	RESISTIVITY	THICKNESS	DEPTH	ELEVATION
1	43,6	1	1	-1
2	298,1	0,8	1,8	-1,8
3	31,5	1,1	2,9	-2,9
4	4	26	28,9	-28,9
5	2			

### SEV P4

**Curva de campo P4:**

DATASET: LermaP4 NORTH: 4658784.00 EAST: 655345.56 ELEVATION: 360.04

NUMBER	AB/2	MN	RESISTIVITY
1	1.600000	0.400000	111.400002
2	2.000000	0.400000	120.599998
3	2.500000	0.400000	128.300003
4	3.200000	0.400000	138.100006
5	4.000000	0.400000	136.800003
6	5.000000	0.400000	135.000000
7	6.300000	0.400000	126.800003
8	8.000000	0.400000	118.300003
9	10.000000	0.400000	96.400002
10	12.600000	0.400000	71.699997
11	10.000000	2.000000	87.500000
12	12.600000	2.000000	65.699997
13	16.000000	2.000000	42.700001
14	20.000000	2.000000	32.000000
15	25.000000	2.000000	17.299999
16	32.000000	2.000000	10.700000
17	40.000000	2.000000	7.400000
18	50.000000	2.000000	4.500000
19	40.000000	8.000000	7.200000
20	50.000000	8.000000	5.100000
21	63.000000	8.000000	4.800000
22	80.000000	8.000000	4.900000
23	100.000000	8.000000	3.800000



Modelo: Error: 3.66 %

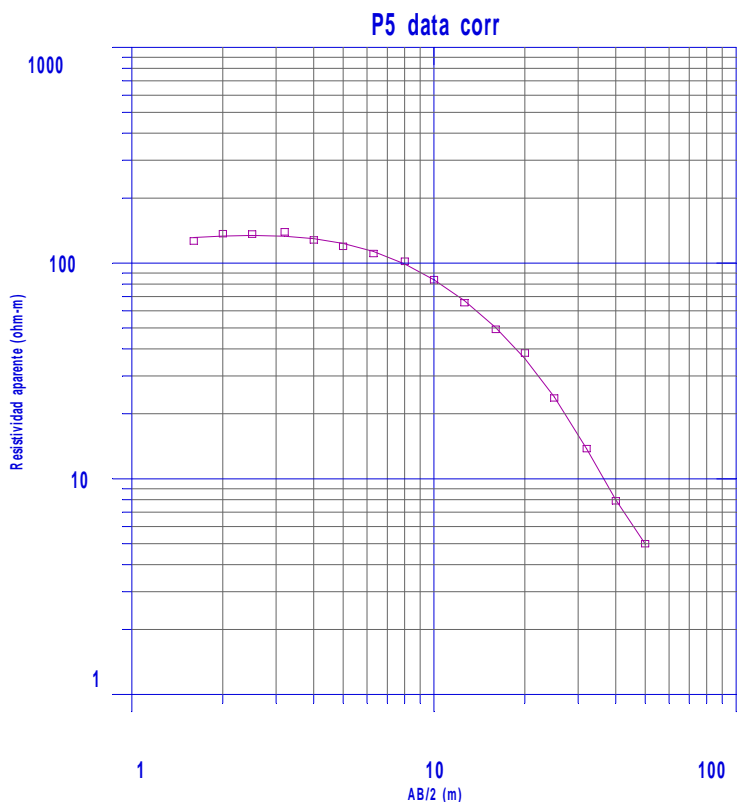
DATASET:	P4	data	corr	NORTH:	4658784	EAST:	655346	ELEVATION:	360,04
LAYER	RESISTIVITY	THICKNESS	DEPTH	ELEVATION					
1	74,1	0,7	0,7	-0,7					
2	163,9	2,7	3,4	-3,4					
3	76,1	3,9	7,3	-7,3					
4	9,7	12,4	19,7	-19,7					
5	3,6								

### SEV P5

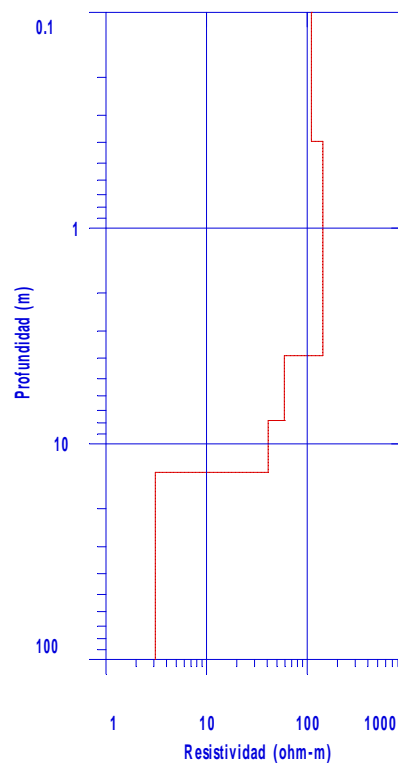
**Curva de campo P5:**

DATASET: LermaP5      NORTH: 4658739.50 EAST: 655519.31 ELEVATION: 362.99

NUMBER	AB/2	MN	RESISTIVITY
1	1.600000	0.400000	125.099998
2	2.000000	0.400000	135.199997
3	2.500000	0.400000	134.600006
4	3.200000	0.400000	137.899994
5	4.000000	0.400000	126.500000
6	5.000000	0.400000	118.099998
7	6.300000	0.400000	109.400002
8	8.000000	0.400000	100.699997
9	10.000000	0.400000	82.800003
10	12.600000	0.400000	62.799999
11	10.000000	2.000000	83.800003
12	12.600000	2.000000	65.500000
13	16.000000	2.000000	49.299999
14	20.000000	2.000000	38.299999
15	25.000000	2.000000	23.700001
16	32.000000	2.000000	13.800000
17	40.000000	2.000000	7.900000
18	50.000000	2.000000	5.000000
19	63.000000	2.000000	5.900000



Instituto Geologico Minero de Espana



**Modelo: Error: 2.72 %**

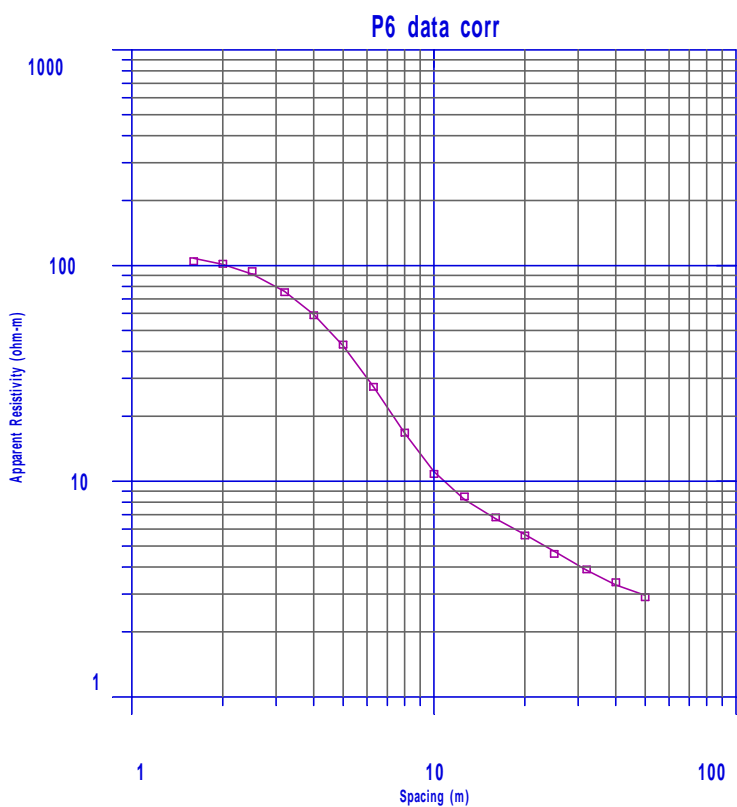
DATASET:	P5	data	corr	NORTH:	4658740	EAST:	655519	ELEVATION:	362,99
LAYER	RESISTIVITY	THICKNESS	DEPTH	ELEVATION					
1	110,3	0,4	0,4	-0,4					
2	143,1	3,5	3,9	-3,9					
3	59,1	3,9	7,8	-7,8					
4	41	5,8	13,6	-13,6					
5	3,1								

### SEV P6

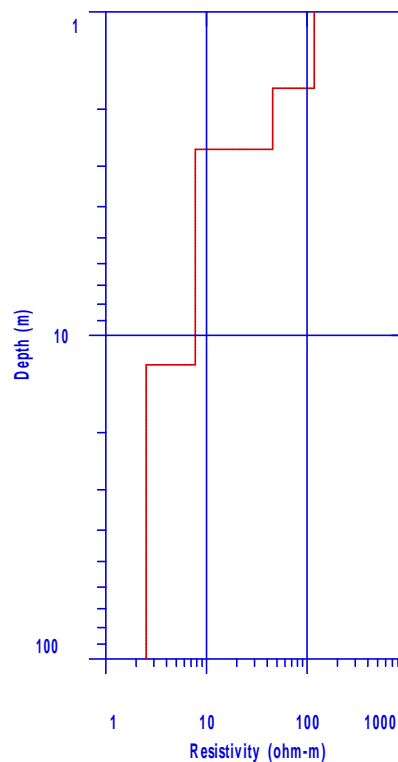
**Curva de campo P6:**

DATASET: LermaP6 NORTH: 4658353.00 EAST: 656679.12 ELEVATION: 382.86

NUMBER	AB/2	MN RESISTIVITY
1	1.600000	104.800003
2	2.000000	101.900002
3	2.500000	94.300003
4	3.200000	75.199997
5	4.000000	58.799999
6	5.000000	43.000000
7	6.300000	27.400000
8	8.000000	16.799999
9	10.000000	10.800000
10	12.600000	8.500000
11	10.000000	2.000000
12	12.600000	2.000000
13	16.000000	2.000000
14	20.000000	2.000000
15	25.000000	2.000000
16	32.000000	2.000000
17	40.000000	2.000000
18	50.000000	2.000000



Instituto Geologico Minero de Espana



Modelo: Error: 2.03 %

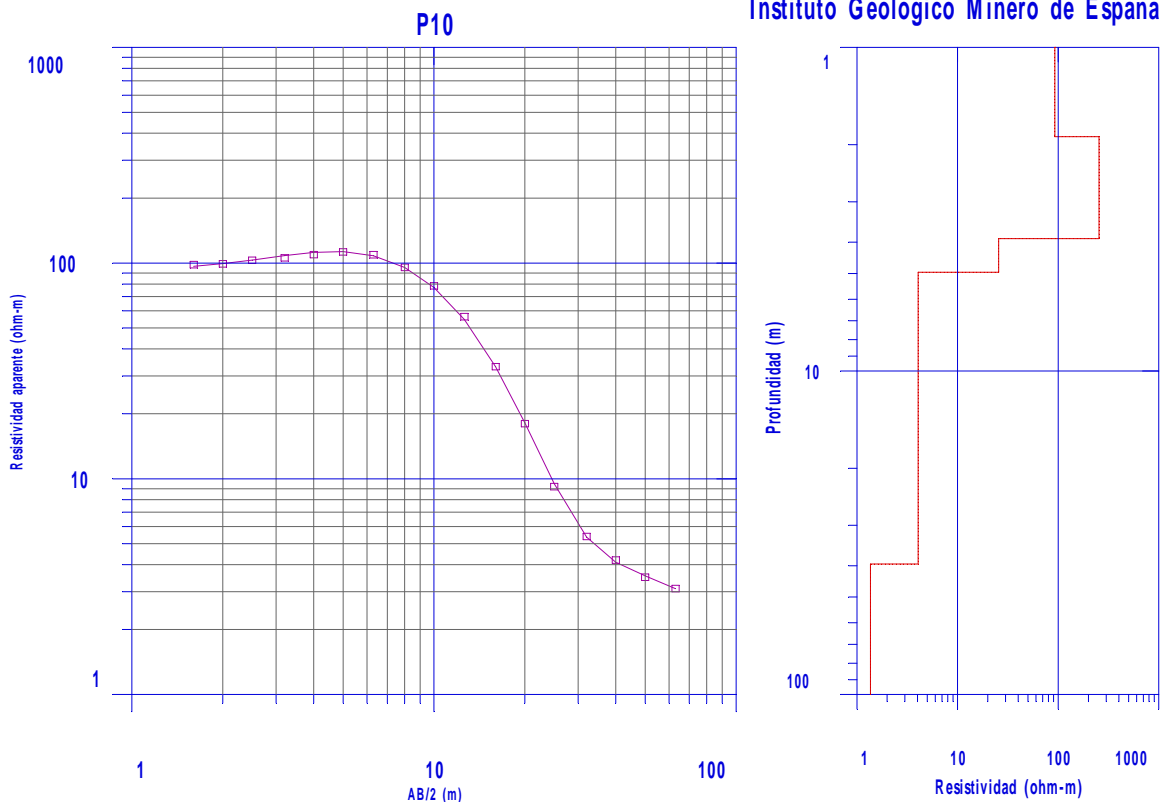
DATASET: P6 data corr NORTH: 4658353 EAST: 656679 ELEVATION: 382,86

LAYER	RESISTIVITY	THICKNESS	DEPTH	ELEVATION
1	117,7	1,7	1,7	-1,7
2	45,4	0,9	2,7	-2,7
3	7,7	9,7	12,3	-12,3
4	2,5			

## SEV P10

### Curva de campo P10:

NUMBER	AB/2	MN	RESISTIVITY
1	1.600000	0.400000	98.000000
2	2.000000	0.400000	98.800003
3	2.500000	0.400000	102.699997
4	3.200000	0.400000	105.400002
5	4.000000	0.400000	109.000000
6	5.000000	0.400000	112.199997
7	6.300000	0.400000	108.900002
8	8.000000	0.400000	95.199997
9	10.000000	0.400000	78.199997
10	12.600000	0.400000	56.200001
11	10.000000	2.000000	77.800003
12	12.600000	2.000000	56.400002
13	16.000000	2.000000	33.099998
14	20.000000	2.000000	18.000000
15	25.000000	2.000000	9.200000
16	32.000000	2.000000	5.400000
17	40.000000	2.000000	4.200000
18	50.000000	2.000000	3.500000
19	63.000000	2.000000	3.100000



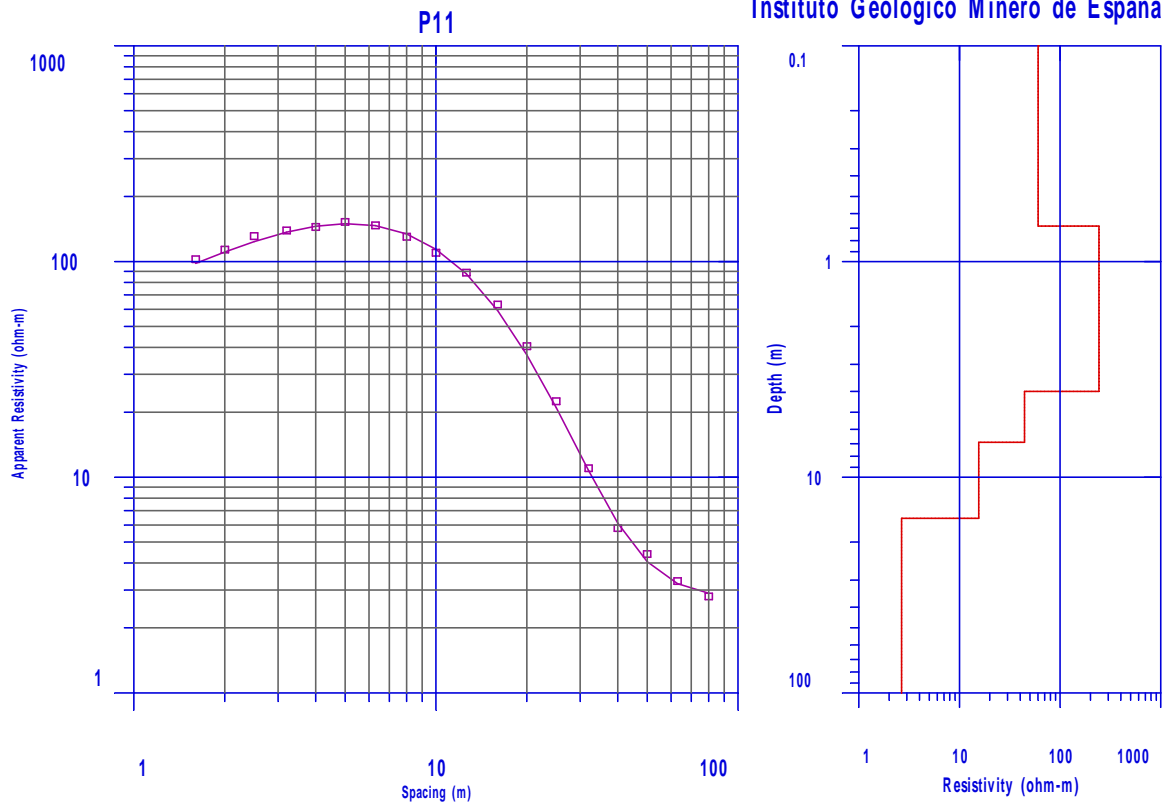
Modelo: Error: 1.71 %

DATASET:	LermaP10	cor	NORTH:	4657981	EAST:	655162	ELEVATION:	358,37
LAYER	RESISTIVITY	THICKNESS	DEPTH	ELEVATION				
1	92,7	1,9	1,9	-1,9				
2	254,1	2	3,9	-3,9				
3	25,6	1,1	5	-5				
4	4,1	34,6	39,5	-39,5				
5	1,4							

## SEV P11

### Curva de campo P11:

DATASET: LermaP11			NORTH: 4657641.00	EAST: 655758.12	ELEVATION: 370.81
NUMBER	AB/2	MN	RESISTIVITY		
1	1.600000	0.400000	122.199997		
2	2.000000	0.400000	135.300003		
3	2.500000	0.400000	156.300003		
4	3.200000	0.400000	166.000000		
5	4.000000	0.400000	172.300003		
6	5.000000	0.400000	181.800003		
7	6.300000	0.400000	175.199997		
8	8.000000	0.400000	155.300003		
9	10.000000	0.400000	130.899994		
10	12.600000	0.400000	105.800003		
11	10.000000	2.000000	109.500000		
12	12.600000	2.000000	88.800003		
13	16.000000	2.000000	63.200001		
14	20.000000	2.000000	40.500000		
15	25.000000	2.000000	22.500000		
16	32.000000	2.000000	11.000000		
17	40.000000	2.000000	5.800000		
18	50.000000	2.000000	4.400000		
19	63.000000	2.000000	3.300000		
20	80.000000	2.000000	2.800000		



Modelo: Error: 4.75 %

DATASET: LermaP11		NORTH: 4657641	EAST: 655758	ELEVATION: 370,81	
LAYER	RESISTIVITY	THICKNESS	DEPTH	ELEVATION	
1	60,2	0,7	0,7	-0,7	
2	242,7	3,3	4	-4	
3	44,1	2,9	6,9	-6,9	
4	15,5	8,6	15,5	-15,5	
5	2,7				





#### **A 4. AGRUPACIÓN DE SEV POR PERFILES**



**PERFIL 1**

sev	X	Y	Z	perfil	distancia
L5	655077,15	4659116,48	353,52	1	0,00
L57	655269,70	4658941,14	357,96	1	260,42
L10	655378,76	4658906,25	360,12	1	367,65
L9	655615,29	4658835,81	364,68	1	606,94
L44	655823,39	4658804,75	369,16	1	808,74

**Perfil 1.Coordenadas, cota y distancias referidas al L5**

capa	res	poten	prof	cota	SEV	distancia
0		0	0	353,52	L5	0,0
1	47	0,5	0,5	353,02		0,0
2	22,8	1,3	1,8	351,72		0,0
3	6	13,5	15,3	338,22		0,0
4	2,6		35	318,52		0,0
0		0	0	357,96	L57	260,4
1	89,8	1	1	356,96		260,4
2	324,9	1,2	2,2	355,76		260,4
3	35,4	2,6	4,8	353,16		260,4
4	5,7	12,9	17,7	340,26		260,4
5	3,1		35	322,96		260,4
0		0	0	360,12	L10	367,6
1	58,9	1	1	359,12		367,6
2	244,9	0,9	2	358,12		367,6
3	26,2	2,4	4,4	355,72		367,6
4	6,8	17,9	22,3	337,82		367,6
5	1,6		35	325,12		367,6
0		0	0	364,68	L9	606,9
1	90,8	0,4	0,4	364,28		606,9
2	181,3	3,4	3,8	360,88		606,9
3	76,9	4,3	8,00	356,68		606,9
4	48,6	5,5	13,5	351,18		606,9
5	2,7		35	329,68		606,9
0		0	0	369,16	L44	808,7
1	132,6	1	1	368,16		808,7
2	223,9	7,6	8,6	360,56		808,7
3	56	3,2	11,8	357,36		808,7
4	11,2	15,2	27	342,16		808,7
5	2,2		35	334,16		808,7

**Modelos geoelectricos de los SEV del Perfil 1. Se señalan en color naranja la profundidad del contacto glacia-arcilla, y la resistividad de la primera capa subyacente de arcillas.**

**PERFIL 2**

sev	X	Y	Z	perfil	distancia
P2	655024,88	4658887,53	353,80	2	0,0
P4	655345,58	4658784,05	360,04	2	337,0
P5	655519,30	4658739,62	362,99	2	516,1
L1	655703	4658687	366,00	2	707,1
L2	655970,61	4658598,22	371,49	2	989,0
L3	656235,73	4658510,55	376,05	2	1268,2
L4	656451,71	4658446,10	379,25	2	1493,5
P6	656679,12	4658352,77	382,86	2	1738,5

**Perfil 2.Coordenadas, cota y distancias referidas al P2**

capa	res	poten	prof	cota	SEV	distancia
0		0	0	353,80	P2	0,0
1	43,6	1	1	352,80	P2	0,0
2	298,1	0,8	1,8	352,00	P2	0,0
3	31,5	1,1	2,9	350,90	P2	0,0
4	4	26	28,9	324,90	P2	0,0
5	2		35	318,80	P2	0,0
0		0	0	360,04	P4	337,0
1	74,1	0,7	0,7	359,34	P4	337,0
2	163,9	2,7	3,4	356,64	P4	337,0
3	76,1	3,9	7,3	352,74	P4	337,0
4	9,7	12,4	19,7	340,34	P4	337,0
5	3,6		35	325,04	P4	337,0
0		0	0	362,99	P5	516,1
1	110,3	0,4	0,4	362,59	P5	516,1
2	143,1	3,5	3,9	359,09	P5	516,1
3	59,1	3,9	7,8	355,19	P5	516,1
4	41	5,8	13,6	349,39	P5	516,1
5	3,1		35	327,99	P5	516,1
0		0	0	366,00	L1	707,1
1	106,5	0,9	0,9	365,10	L1	707,1
2	198,7	4	4,9	361,10	L1	707,1
3	55,4	3,7	8,6	357,40	L1	707,1
4	11,7	7,8	16,4	349,60	L1	707,1
5	3,3		35	331,00	L1	707,1
0		0	0	371,49	L2	989,0
1	148,2	0,6	0,6	370,89	L2	989,0
2	236,8	4,1	4,6	366,89	L2	989,0
3	82,9	4,7	9,3	362,19	L2	989,0
4	10,8	17,3	26,7	344,79	L2	989,0
5	0,9		35	336,49	L2	989,0
0		0	0	376,05	L3	1268,2
1	62,8	0,3	0,3	375,75	L3	1268,2
2	206,4	5	5,3	370,75	L3	1268,2
3	49	5,7	11	365,05	L3	1268,2
4	5,4	32,7	43,7	332,35	L3	1268,2
5	0,2		35	341,05	L3	1268,2
0		0	0	379,25	L4	1493,5
1	114,9	1,2	1,2	378,05	L4	1493,5
2	388,5	2,2	3,4	375,85	L4	1493,5
3	42,5	1,8	5,2	374,05	L4	1493,5
4	9,8	10,2	15,4	363,85	L4	1493,5
5	2,6		35	344,25	L4	1493,5
0		0	0	382,86	P6	1738,5
1	117,7	1,7	1,7	381,16	P6	1738,5
2	45,4	0,9	2,7	380,16	P6	1738,5
3	7,7	9,7	12,3	370,56	P6	1738,5
4	2,5		35	347,86	P6	1738,5

**Modelos geoelectricos de los SEV del Perfil 2. Se señalan en color naranja la profundidad del contacto glacia-arcilla, y la resistividad de la primera capa subyacente de arcillas.**

**PERFIL 3**

sev	X	Y	Z	perfil	distancia
L6	654913,33	4658771,93	351,28	3	0,0
L11	655308,88	4658689,76	359,08	3	404,0
L7	655539,93	4658604,51	363,29	3	648,6
L42	655730,32	4658505,24	366,34	3	859,4
L51	655925,18	4658450,44	369,31	3	1061,7
L45	656136,93	4658398,31	373,00	3	1279,4

**Perfil 3.Coordenadas, cota y distancias referidas al L6**

capa	res	poten	prof	cota	SEV	distancia
0		0	0	351,28	L6	0,0
1	90,4	2,6	2,6	348,68	L6	0,0
2	207,3	0,7	3,3	347,98	L6	0,0
3	29,7	1,2	4,5	346,78	L6	0,0
4	12,4	7,4	11,9	339,38	L6	0,0
5	3		35	316,28	L6	0,0
0		0	0	359,08	L11	404,0
1	127	3,6	3,6	355,48	L11	404,0
2	198	0,7	4,3	354,78	L11	404,0
3	30,4	1,3	5,6	353,48	L11	404,0
4	16,7	7,2	13	346,28	L11	404,0
5	3,1		35	324,08	L11	404,0
0		0	0	363,29	L7	648,6
1	127,7	0,6	0,6	362,69	L7	648,6
2	151,3	5,3	5,9	357,39	L7	648,6
3	64,3	1,8	7,6	355,69	L7	648,6
4	4,2	24,1	31,7	331,59	L7	648,6
5	1,7		35	328,29	L7	648,6
0		0	0	366,34	L42	859,4
1	87,7	0,6	0,6	365,74	L42	859,4
2	183,4	3,9	4,5	361,84	L42	859,4
3	53,8	2,3	6,8	359,54	L42	859,4
4	9,9	10,1	16,9	349,44	L42	859,4
5	2,4		35	331,34	L42	859,4
0		0	0	369,31	L51	1061,7
1	78,5	0,4	0,4	368,91	L51	1061,7
2	184,6	3	3,4	365,91	L51	1061,7
3	120,6	4,5	7,9	361,41	L51	1061,7
4	3,5	30,4	38,2	331,11	L51	1061,7
5	1,8		40	329,31	L51	1061,7
0		0	0	373,00	L45	1279,4
1	66,9	0,4	0,4	372,60	L45	1279,4
2	229,5	2,4	2,9	370,10	L45	1279,4
3	84	3,2	6,1	366,90	L45	1279,4
4	4,5	30,7	36,7	336,30	L45	1279,4
5	2		38	335,00	L45	1279,4

**Modelos geoelectricos de los SEV del Perfil 3. Se señalan en color naranja la profundidad del contacto glacis-arcilla, y la resistividad de la primera capa subyacente de arcillas.**

**PERFIL 4**

sev	X	Y	Z	perfil	distancia
L56	654973,56	4658629,28	353,14	4	0,00
L12	655256,57	4658529,98	359,36	4	299,92
L8	655478,06	4658415,23	361,43	4	548,03
L43	655668,39	4658314,12	363,08	4	762,97
L52	655874,84	4658294,09	368,02	4	961,59
L41	656202,93	4658224,75	373,15	4	1294,22
L36	656436,55	4658216,47	379,39	4	1520,11

Perfil 4.Coordenadas, cota y distancias referidas al L56

capa	res	poten	prof	cota	SEV	distancia
0		0	0	353,14	L56	0,0
1	101,4	3,3	3,3	349,84	L56	0,0
2	133,4	0,5	3,9	349,24	L56	0,0
3	26,5	1,5	5,3	347,84	L56	0,0
4	4,8	19,9	25,2	327,94	L56	0,0
5	1,3		35	318,14	L56	0,0
0		0	0	359,36	L12	299,9
1	88,6	0,5	0,5	358,86	L12	299,9
2	214,4	1,1	1,6	357,76	L12	299,9
3	78,6	3,5	5,1	354,26	L12	299,9
4	4,4	13,7	18,8	340,56	L12	299,9
5	2,4		35	324,36	L12	299,9
0		0	0	361,43	L8	548,0
1	137,9	0,6	0,6	360,83	L8	548,0
2	160	1,6	2,3	359,13	L8	548,0
3	99	3,7	6	355,43	L8	548,0
4	4,2	31,5	37,6	323,83	L8	548,0
5	0,5		40	321,43	L8	548,0
0		0	0	363,08	L43	763,0
1	100,6	0,9	0,9	362,18	L43	763,0
2	163,8	3,2	4,2	358,88	L43	763,0
3	55,6	1,8	6	357,08	L43	763,0
4	4,8	15,9	21,9	341,18	L43	763,0
5	2,2		35	328,08	L43	763,0
0		0	0	368,02	L52	961,6
1	120,2	1,4	1,4	366,62	L52	961,6
2	157,4	2,7	4,2	363,82	L52	961,6
3	63,3	1,3	5,5	362,52	L52	961,6
4	5,2	23,7	29,1	338,92	L52	961,6
5	1,5		35	333,02	L52	961,6
0		0	0	373,15	L41	1294,2
1	88,2	1,5	1,5	371,65	L41	1294,2
2	192,8	4	5,5	367,65	L41	1294,2
3	5,3	16	21,5	351,65	L41	1294,2
4	2,3		35	338,15	L41	1294,2
0		0	0	379,39	L36	1520,1
1	149,8	1,2	1,2	378,19	L36	1520,1
2	153,5	2,6	3,8	375,59	L36	1520,1
3	58,2	1,6	5,4	373,99	L36	1520,1
4	5,2	20,7	26,1	353,29	L36	1520,1
5	2,1		35	344,39	L36	1520,1

Modelos geoelectricos de los SEV del Perfil 4. Se señalan en color naranja la profundidad del contacto glacia-arcilla, y la resistividad de la primera capa subyacente de arcillas.

### PERFIL 5

sev	X	Y	Z	perfil	distancia
L38	655441,01	4658033,49	362,60	5	0,0
L31	655674,65	4657924,05	367,00	5	258,0
L17	655857,16	4657821,75	369,86	5	466,9
L32	656262,35	4657378,77	383,20	5	1050,4

#### Perfil 5.Coordenadas, cota y distancias referidas al L38

capa	res	poten	prof	cota	SEV	distancia
0		0	0	362,60	L38	0,0
1	61,5	0,7	0,7	361,90	L38	0,0
2	207,6	3,5	4,2	358,40	L38	0,0
3	23,2	1,4	5,6	357,00	L38	0,0
4	12	5,8	11,4	351,20	L38	0,0
5	2,9		35	327,60	L38	0,0
0		0	0	367,00	L31	258,0
1	62,1	0,5	0,5	366,50	L31	258,0
2	176,2	1,9	2,4	364,60	L31	258,0
3	14,7	4,2	6,6	360,40	L31	258,0
4	3,4	37,2	43,8	323,20	L31	258,0
5	1,1		45	322,00	L31	258,0
0		0	0	369,86	L17	466,9
1	157	0,3	0,3	369,56	L17	466,9
2	136,4	3,2	3,5	366,36	L17	466,9
3	17,7	3,6	7,1	362,76	L17	466,9
4	3,5	37,8	44,9	324,96	L17	466,9
5	1,3		45	324,86	L17	466,9
0		0	0	383,20	L32	1050,4
1	144,8	1,6	1,6	381,60	L32	1050,4
2	13,8	4,1	5,7	377,50	L32	1050,4
3	7,8	33,5	39,3	343,90	L32	1050,4
4	3,6		45	338,20	L32	1050,4

Modelos geoelectricos de los SEV del Perfil 5. Se señalan en color naranja la profundidad del contacto glacia-arcilla, y la resistividad de la primera capa subyacente de arcillas.

**PERFIL 6**

sev	X	Y	Z	perfil	distancia
L37	654838,75	4658138,73	350,84	6	0,0
L20	655016,19	4658079,37	355,52	6	187,1
P10	655162,01	4657980,94	358,37	6	359,7
L29	655336,67	4657870,01	362,20	6	565,8
L48	655468,48	4657813,03	365,25	6	709,0
L30	655566,46	4657723,36	367,85	6	837,9
P11	655758,13	4657641,03	370,81	6	1045,5
L18	655994,22	4657478,30	377,42	6	1330,9
L19	656159,74	4657374,68	382,12	6	1526,0
L49	656309,18	4657187,97	387,42	6	1751,0
L33	656476,86	4657119,99	392,18	6	1929,1
L34	656635,18	4657000,46	396,39	6	2126,7
L35	656816,92	4656915,02	402,19	6	2326,1
L21	657053,19	4656798,93	409,69	6	2588,2
L22	657241,02	4656726,49	415,37	6	2786,6

**Perfil 6.Coordenadas, cota y distancias referidas al L37**

capa	res	poten	prof	cota	SEV	distancia
0		0	0	350,84	L37	0,0
1	72,5	0,7	0,7	350,14	L37	0,0
2	50,1	2,2	2,9	347,94	L37	0,0
3	4,5	15,8	18,8	332,04	L37	0,0
4	3,5		35	315,84	L37	0,0
0		0	0	355,52	L20	187,1
1	333,9	2,1	2,1	353,42	L20	187,1
2	75,8	2,6	4,8	350,72	L20	187,1
3	4,3	19,1	23,8	331,72	L20	187,1
4	2		35	320,52	L20	187,1
0		0	0	358,37	P10	359,7
1	92,7	1,9	1,9	356,47	P10	359,7
2	254,1	2	3,9	354,47	P10	359,7
3	25,6	1,1	5	353,37	P10	359,7
4	4,1	34,6	39,5	318,87	P10	359,7
5	1,4		45	313,37	P10	359,7
0		0	0	362,20	L29	565,8
1	81,6	0,5	0,5	361,70	L29	565,8
2	150,8	5,1	5,5	356,70	L29	565,8
3	26,5	1,4	7	355,20	L29	565,8
4	4,3	22,2	29,2	333,00	L29	565,8
5	1,9		35	327,20	L29	565,8
0		0	0	365,25	L48	709,0
1	103,4	0,5	0,5	364,75	L48	709,0
2	186,3	6,1	6,5	358,75	L48	709,0
3	26,7	1,4	8	357,25	L48	709,0
4	3,7	24,3	32,3	332,95	L48	709,0
5	2,5		35	330,25	L48	709,0
0		0	0	367,85	L30	837,9
1	102	0,7	0,7	367,15	L30	837,9
2	156,4	5,4	6,1	361,75	L30	837,9
3	26,8	1,5	7,7	360,15	L30	837,9
4	6,3	16,8	24,4	343,45	L30	837,9
5	1,9		35	332,85	L30	837,9
0		0	0	370,81	P11	1045,5



1	60,2	0,7	0,7	370,11	P11	1045,5
2	242,7	3,3	4	366,81	P11	1045,5
3	44,1	2,9	6,9	363,91	P11	1045,5
4	15,5	8,6	15,5	355,31	P11	1045,5
5	2,7		35	335,81	P11	1045,5
0		0	0	377,42	L18	1330,9
1	68,2	1,1	1,1	376,32	L18	1330,9
2	191,2	4,4	5,5	371,92	L18	1330,9
3	28,4	2,4	7,8	369,62	L18	1330,9
4	9,8	12,5	20,3	357,12	L18	1330,9
5	2,2		35	342,42	L18	1330,9
0		0	0	382,12	L19	1526,0
1	77,5	2,1	2,1	380,02	L19	1526,0
2	104,6	4,6	6,7	375,42	L19	1526,0
3	27,5	2,2	8,9	373,22	L19	1526,0
4	8,1	20,1	29	353,12	L19	1526,0
5	2,7		35	347,12	L19	1526,0
0		0	0	387,42	L49	1751,0
1	110,2	1,1	1,1	386,32	L49	1751,0
2	188,6	2,1	3,2	384,22	L49	1751,0
3	39,1	3,9	7,1	380,32	L49	1751,0
4	17,7	19,5	26,6	360,82	L49	1751,0
5	5,7		35	352,42	L49	1751,0
0		0	0	392,18	L33	1929,1
1	98,8	0,9	0,9	391,28	L33	1929,1
2	106,7	0,7	1,6	390,58	L33	1929,1
3	8	1,9	3,5	388,68	L33	1929,1
4	17,9	17,6	21,1	371,08	L33	1929,1
5	7,6		35	357,18	L33	1929,1
0		0	0	396,39	L34	2126,7
1	100,3	1,3	1,3	395,09	L34	2126,7
2	142	1,8	3,1	393,29	L34	2126,7
3	18,9	15,2	18,3	378,09	L34	2126,7
4	9,2		35	361,39	L34	2126,7
0		0	0	402,19	L35	2326,1
1	72,6	0,3	0,3	401,89	L35	2326,1
2	107,7	3,5	3,8	398,39	L35	2326,1
3	11,8		35	367,19	L35	2326,1
0		0	0	409,69	L21	2588,2
1	87,5	0,9	0,9	408,79	L21	2588,2
2	111,2	2,5	3,4	406,29	L21	2588,2
3	17,1	5,4	8,8	400,89	L21	2588,2
4	7,2	64	72,7	336,99	L21	2588,2
5	24,6		80	329,69	L21	2588,2
0		0	0	415,37	L22	2786,6
1	126	1,5	1,5	413,87	L22	2786,6
2	11,8	7,7	9,2	406,17	L22	2786,6
3	4,6	38,9	48,1	367,27	L22	2786,6
4	12,1		50	365,37	L22	2786,6

Modelos geoelectricos de los SEV del Perfil 6. Se señalan en color naranja la profundidad del contacto glacia-arcilla, y la resistividad de la primera capa subyacente de arcillas.

**PERFIL 7**

sev	X	Y	Z	perfil	distancia
L13	655120,95	4657795,09	357,18	7	0,0
L14	655289,89	4657689,23	361,75	7	199,4
L15	655488,57	4657561,54	372,32	7	435,5
L16	655653,73	4657458,89	371,73	7	630,0
L40	655878,26	4657353,34	376,72	7	876,7
L39	656048,75	4657246,34	381,58	7	1077,9
L50	656222,88	4657075,42	385,15	7	1316,1

**Perfil 7.Coordenadas, cota y distancias referidas al L13**

capa	res	poten	prof	cota	SEV	distancia
0		0	0	357,18	L13	0,0
1	148,6	1,3	1,3	355,88	L13	0,0
2	46,7	1,6	2,9	354,28	L13	0,0
3	5,3	8,2	11,1	346,08	L13	0,0
4	3		25	332,18	L13	0,0
0		0	0	361,75	L14	199,4
1	113,7	1,4	1,4	360,35	L14	199,4
2	145,4	2,6	3,9	357,85	L14	199,4
3	25,9	1,2	5,1	356,65	L14	199,4
4	3,8	27,1	32,2	329,55	L14	199,4
5	1,2		35	326,75	L14	199,4
0		0	0	372,32	L15	435,5
1	62,3	1	1	371,32	L15	435,5
2	150	3	3,9	368,42	L15	435,5
3	25,5	1,3	5,3	367,02	L15	435,5
4	4	25,4	30,6	341,72	L15	435,5
5	1,8		35	337,32	L15	435,5
0		0	0	371,73	L16	630,0
1	101,8	1	1	370,73	L16	630,0
2	137,3	4,3	5,3	366,43	L16	630,0
3	25,7	1,4	6,6	365,13	L16	630,0
4	4	20,7	27,3	344,43	L16	630,0
5	1,9		35	336,73	L16	630,0
0		0	0	376,72	L40	876,7
1	168,6	3,2	3,2	373,52	L40	876,7
2	12,9	11,5	14,7	362,02	L40	876,7
3	2,6		25	351,72	L40	876,7
0		0	0	381,58	L39	1077,9
1	80,1	0,3	0,3	381,28	L39	1077,9
2	147,3	3,6	3,8	377,78	L39	1077,9
3	12,6	19,4	23,3	358,28	L39	1077,9
4	3		25	356,58	L39	1077,9
0		0	0	385,15	L50	1316,1
1	64,7	2,1	2,1	383,05	L50	1316,1
2	247	1,9	4,1	381,05	L50	1316,1
3	11,2	36,5	40,6	344,55	L50	1316,1
4	2		25	360,15	L50	1316,1

Modelos geoelectricos de los SEV del Perfil 7. Se señalan en color naranja la profundidad del contacto glacia-arcilla, y la resistividad de la primera capa subyacente de arcillas.

**PERFIL 8**

sev	X	Y	Z	perfil	distancia
L28	654484,34	4658083,43	349,10	8	0,0
L27	654605,69	4657833,44	353,54	8	277,9
L47	654759,09	4657727,77	356,17	8	449,4
L46	654870,93	4657593,21	359,35	8	624,3
L26	655038,94	4657252,67	365,71	8	998,9

**Perfil 8.Coordenadas, cota y distancias referidas al L28**

capa	res	poten	prof	cota	SEV	distancia
0		0	0	349,10	L28	0,0
1	147,6	0,6	0,6	348,50	L28	0,0
2	292,6	2,1	2,8	346,30	L28	0,0
3	5,3	11,1	13,8	335,30	L28	0,0
4	2,9		35	314,10	L28	0,0
0		0	0	353,54	L27	277,9
1	85,5	0,9	0,9	352,64	L27	277,9
2	350,9	2,2	3,1	350,44	L27	277,9
3	24,5	1,1	4,2	349,34	L27	277,9
4	4,3	23,5	27,8	325,74	L27	277,9
5	2,3		35	318,54	L27	277,9
0		0	0	356,17	L47	449,4
1	180,5	1	1	355,17	L47	449,4
2	295,4	3,6	4,6	351,57	L47	449,4
3	24,7	1,1	5,7	350,47	L47	449,4
4	5,5	16,1	21,8	334,37	L47	449,4
5	2,1		35	321,17	L47	449,4
0		0	0	359,35	L46	624,3
1	213,2	1,6	1,6	357,75	L46	624,3
2	356,4	3,6	5,2	354,15	L46	624,3
3	25,2	1,1	6,4	352,95	L46	624,3
4	3,8	22,8	29,2	330,15	L46	624,3
5	2,3		35	324,35	L46	624,3
0		0	0	365,71	L26	998,9
1	195,8	0,6	0,6	365,11	L26	998,9
2	250,7	2,6	3,1	362,61	L26	998,9
3	6	9,4	12,5	353,21	L26	998,9
4	2,7		35	330,71	L26	998,9

Modelos geoelectricos de los SEV del Perfil 8. Se señalan en color naranja la profundidad del contacto glacis-arcilla, y la resistividad de la primera capa subyacente de arcillas.



**ANEXO B**  
**LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO GPS**

**Preparado por Félix M. Rubio**



## **Informe sobre el levantamiento topográfico realizado en Ejea de los Caballeros (Zaragoza).**

El levantamiento se ha llevado a cabo con los instrumentos GNSS JAVAD Triumph G3T de que dispone el grupo de Geofísica del IGME. Estos equipos tienen las siguientes características técnicas:

- Sistema de doble frecuencia en GPS L1L2L2CL5 y Glonass L1L2
- 216 canales
- Modulo GSM/GPRS para obtención de correcciones VRS
- Colector de datos TERRA-NAUTIZ X7
- Programa de captura/replanteo de datos TCP
- Software de postproceso JUSTIN.

La campaña se realizó en dos fases: la primera en octubre–noviembre de 2010 y la segunda en febrero de 2011. El objetivo de este levantamiento es el dar coordenadas UTM ED50 y cota ortométrica a los diferentes SEV medidos en la campaña y a los piezómetros ubicados en la zona.

### **Estilos de las medidas**

La planificación de la campaña se ha realizado para que los puntos sean medidos en GPS diferencial con la posibilidad de medir en dos modalidades:

Corrección en tiempo real: El equipo se fija a una estación base, normalmente la más próxima del IGN, y se efectúa la corrección diferencial en tiempo real mediante el software instalado en el propio colector. Esta modalidad está configurada para proporcionar directamente coordenadas UTM en el sistema UD50 y cotas ortométricas. Para el cálculo de las cotas ortométricas a partir de las cotas elipsoidales, que son las que mide el equipo, se emplea el modelo de geoide EGM2008 adaptado a la REDNAP del IGN.

Corrección en postproceso: El equipo mide en estático en cada uno de los puntos de medida, y se corrige mediante postprocesado en oficina, empleando para ello los valores de una base permanente próxima a la zona de trabajo. El postprocesado se realiza mediante el software JUSTIN, adquirido junto con los equipos de medida. Más adelante en este informe se proporcionará información más detallada de este procesado.

La primera de estas modalidades es más rápida, pero tiene el inconveniente de no poder aplicarse en zonas sin cobertura GPRS o cuando existen dificultades para fijar la conexión, cosa que ha ocurrido en esta campaña, por lo que el método empleado para la mayoría de las medidas ha sido el de postproceso.

### **Desarrollo y resultados de la campaña.**

Tal y como se ha citado anteriormente, la campaña se ha medido mayoritariamente en la modalidad de estático con postproceso. Se ha permanecido midiendo en cada uno de los puntos un tiempo medio de 2-3 minutos. En el caso de los piezómetros la medida se ha efectuado sobre el borde del tubo, por lo que hay que tener en cuenta la altura del mismo para determinar su cota sobre el suelo.

Para el postprocesado se han utilizado los valores de la estación permanente del IGN en Zaragoza, cuyas características se pueden observar en su reseña adjunta, figura 1.



Figura 1. Reseña de la estación permanente del IGN en Zaragoza.

Como se observa en la reseña, las coordenadas UTM proporcionadas de la base corresponden al sistema ETRS89, y la cota elipsoidal es la referida al elipsoide ETRS89. La diferencia entre



el elipsoide ETRS89 y el elipsoide WGS84, que es el que emplea el sistema de posicionamiento GPS, en muy pequeña por lo que las coordenadas se consideran validas en ambos sistemas ETRS89 y WGS84.

Para el postprocesado se ha seguido el siguiente esquema:

- Descargar de la base de datos del IGN los valores de la base de Zaragoza para los diferentes días de campaña y para las horas de medida. Los datos de la base se descargan en ficheros por horas enteras: de 1 a 2 horas, de 2 a 3 horas, etc. Un periodo de trabajo de 6 horas supone el uso de 6 ficheros de base
- Seleccionar el sistema de coordenadas UTM WGS84 huso 30N para el proceso
- Introducir y fijar el valor de la base.
- No se ha determinado ningún geoide para el cálculo de cotas ortométricas.
- Descarga de los valores de los puntos
- Procesado de los mismos
- Ajuste del cálculo mediante el programa
- Obtención de las coordenadas UTM WGS84 y cota elipsoidal para cada uno de los puntos.
- Empleo de la calculadora de datos geodésicos del IGN para transformar las coordenadas de UTMWGS84 a UTM ED50, y determinar el valor del geoide EGM2008 ajustado a la REDNAP del IGN en cada punto. A partir de este valor del Geoide se ha calculado la altura ortométrica en cada punto.

El último paso se ha realizado de esta manera y no empleando el propio programa de cálculo del JUSTIN, debido a que la trasformada de las coordenadas X e Y es la misma para ambos programas, pero el JUSTIN para pasar de la cota elipsoidal a ortométrica utiliza el modelo de Geoide EGM2008 sin el ajuste REDNAP del IGN, lo que supone una diferencia de altura de unos 0,5 m entre uno y otro. Puesto que para nuestro territorio es más preciso el Geoide ajustado por el IGN y además, es el incorporado en el software del colector para el procesado en tiempo real, se ha preferido efectuar este paso y homogeneizar todas las medidas, aún a coste de mayor tiempo de proceso.

Los resultados de la campaña se proporcionan en la hoja Excel COORDENADAS EJE4\_4\_04\_2011.xls que se adjunta en este informe.

### **Notas aclaratorias al levantamiento**

Si analizamos los resultados en el levantamiento (ver hoja Excel COORDENADAS EJE4\_4\_04\_2011.xls ) tenemos lo siguiente:

Se han obtenido las coordenadas UTM ED50 y cota ortométrica de todos los puntos excepto del L1.

Solamente 5 puntos se han medido en tiempo real

Dos de los puntos, P4 y L16, se han medido en tiempo real y en postprocesado.

Se ha repetido el punto L23, pero sin estar seguro de que la repetición sea en el mismo lugar.

En la tabla siguiente se muestra el valor de las repeticiones tomando como referencia el valor del primer valor medido (primero en la tabla).

Estación	X	Y	Z	Dif X	Dif Y	Dif Z
	655654,63	4657459,53	371,398			
L-16	655653,73	4657458,89	371,7293	0,90	0,64	-0,33
P-4	655345,58	4658784,05	360,0406			
P-4-R	655345,66	4658784,13	359,9405	-0,07	-0,08	0,10
P-4 tiempo real	655346,48	4658783,92	360,007	-0,89	0,13	0,03
L-23	656759,37	4656569,45	403,0986			
L-23-R	656764,36	4656568,09	403,8644	-4,99	1,36	-0,77

Como se observa en la tabla, el valor de la diferencia para la cota Z en los puntos L16 y P4 oscila entre 3 y 33 cm. El valor en el punto L23 es de 77 cm aunque hay que tener en cuenta que no hay certeza de que sea en el mismo punto.

En la tabla Excel de resultados se han señalado 7 puntos como dudosos, uno de ellos el L9 se pone como dudoso, ya que aunque se midió el 29 de octubre aparece en el fichero del día 2 de noviembre, por lo demás se ha calculado sin problemas.

Lo mas extraño sucede con el resto de los puntos dudosos. El P10R y el P11R son repeticiones de medidas en los piezómetros P10 y P11, mientras que P10viejo y P11viejo son medidas en piezómetros muy próximos a los anteriores. Al comparar sus valores de cota se observa como difieren en casi 5 m en el caso del P10 y 1,5 m en el caso del P11

P-10-R	655155,59	4657993,93	358,87
P-10-VIEJO	655150,67	4657992,22	354,09
P-11-R	655750,39	4657617,60	372,34
P-11-VIEJO	655751,04	4657618,26	373,87
L-41	656208,90	4658226,65	373,90
P-9	656202,93	4658224,75	373,15
L9	655615,29	4658835,81	364,68

Las medidas L41 y P9 corresponden al SEV L41 y al piezómetro P9, situados muy próximos, en este caso su diferencia en cota es de 75 cm.

En estos casos se ha comprobado que el programa de postproceso, cuando se trabaja con los parámetros por defecto y los puntos están muy próximos, considera que son el mismo emplazamiento y deja de calcular uno de ellos. Para solucionarlo se ha procedido a calcular cada uno por separado, obteniéndose los resultados señalados. Se desconoce el porqué de este anómalo comportamiento del software. Se ha consultado con la empresa suministradora de los equipos y con la desarrolladora del software, sin que hasta el momento se tenga alguna solución. Una opción podría ser el considerar estos valores como errores metrológicos, pero es demasiada casualidad que solamente suceda con puntos próximos. Además si se comparan con los valores de los puntos P10 y P11 realizados en la primera salida, se comprueba que no corresponden a los mismos emplazamientos, por lo que no sirven para solucionar estas dudas.

## **Reflexión sobre el empleo de GPS en levantamientos altimétricos de alta precisión**

En primer lugar hay que dejar bien claro que en el grupo de trabajo de Geofísica no hay ningún topógrafo, sino técnicos que han realizado cursos sobre el sistema GPS y con una limitada experiencia en él. Nuestro principal objetivo es su uso en el método gravimétrico a escala regional, con muestreos de puntos de uno a dos por kilómetro cuadrado y admitiendo diferencias en la repetición de la cota ortométrica de hasta 1 m, obteniéndose hasta el momento con estos equipos resultados excelentes.

El sistema GPS proporciona coordenadas y cota elipsoidales. Mientras que los parámetros de transformación a coordenadas proyectadas (UTM) están bien definidos y son siempre los mismos, es en la transformación de la cota elipsoidal a ortométrica donde se produce el mayor problema. Para esta transformación es necesario disponer de un modelo de geoide, siendo los disponibles de manera estándar modelos mundiales, con lo que el error que se produce es difícil de evaluar, siendo mayor cuando se trabaja con modelos de geoide diferentes según el software empleado. El modelo de geoide que se suministra con el software de postproceso JUSTIN es el EGM2008, que es el mismo que emplea el IGN. Por otra parte, el IGN ha aprovechado la red de nivelación de alta precisión para refinar la malla de este geoide. En los puntos calculados en la zona de trabajo, el empleo de uno u otro modelo de geoide supone una diferencia del orden de 50 cm.

Por otro lado, una lectura con GPS en un punto se compone de una sucesión de medidas durante un determinado tiempo; cuanto más tiempo se emplee en la medida, mayor es la precisión. Otro factor importante es la distancia entre la base y el punto de medida, siendo menos preciso cuanto mayor es la distancia.

Cuando se pretendan precisiones por debajo de los 5 cm, se debería de proceder a un levantamiento con nivel, ya que se parte de valores ortométricos y se obtiene una mayor precisión. Un levantamiento de hasta medio metro de precisión en cota ortométrica es realizable por GPS de una manera convencional, sin necesidad de largos tiempos de medida ni distancias a la base (denominadas “líneas de base”) muy cortas, a medida que se precise mayor precisión habría que alargar los tiempos de medida y acortar la línea de base, siempre teniendo en cuenta que es una lectura estadística y por lo tanto con un margen de error.

A la vista de esta experiencia, para futuros levantamientos se debería de proceder de la manera siguiente:

- Comprobar cobertura en toda la zona para ver si se puede trabajar en tiempo real.
- Puesto que las bases permanentes se suelen encontrar a grandes distancias, mayores de 15 km, se debería de poner una base propia en un vértice próximo.
- Alargar el tiempo de medida, entre 5 y 10 minutos

No obstante hay que tener en cuenta que el propio IGN cuando ha determinado la cota elipsoidal en los vértices, ya determina un margen de error que se indica en la reseña del vértice y que es del orden de 0,10 m, por lo que tener como base un vértice ya supone un error que hay que añadir al propio metrológico. Por todo ello precisiones inferiores a 10 cm son muy difíciles de conseguir con GPS. En las figuras siguientes se muestran las reseñas de vértices de la zona donde se observan los márgenes de error en la cota.



**Reseña Vértice Geodésico** 9-abr-2011

Número.....: **28417**  
 Nombre.....: **Ejea**  
 Municipio...: Ejea de los Caballeros  
 Provincia...: Zaragoza  
 Fecha de Construcción.....: 04 de septiembre de 1981  
 Pilar sin centrado forzado...: de alto, de diámetro.  
 Último cuerpo.....: 0,23 m de alto, 0,40 m de ancho.  
 Total cuerpos.....: 1 de 0,23 m de alto.

**Coordenadas Geográficas:**

Sistema de Ref.:	ED 50	ETRS89
Longitud.....:	- 1° 08' 09,6138"	- 1° 08' 14,11190" ±0.109 m
Latitud.....:	42° 07' 48,9421"	42° 07' 44,91451" ±0.106 m
Altitud.....:		409,207 m ±0.098 (BP)
Compensación.:	01 de enero de 1983	01 de noviembre de 2009 Elipse de error al 95% de confianza.

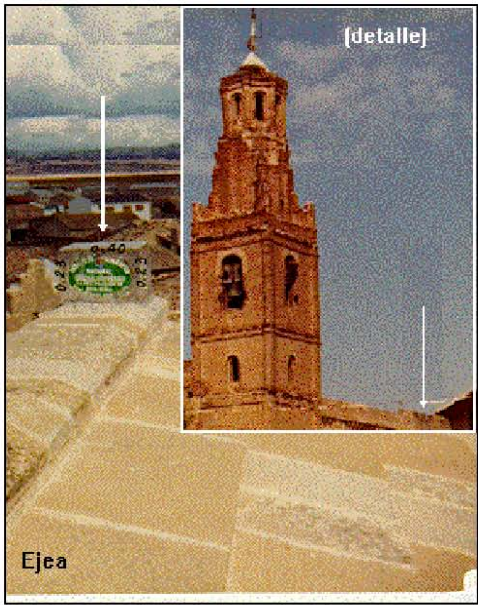
**Coordenadas UTM. Huso 30 :**

Sistema de Ref.:	ED 50	ETRS89
X.....:	654066,31 m	653958,697 m
Y.....:	4668003,47 m	4665794,098 m
Factor escala.....:	0,999892049	0,999891663
Convergencia...:	1° 15' 02"	1° 14' 59"
Altitud sobre el nivel medio del mar:	359,076 m. (BP)	

**Situación:**  
 Situado en la iglesia de Santa María, en Ejea de los Caballeros. La señal está en el extremo de la lima del tejado de la nave de la iglesia, lado contrario donde está la torre. La cubierta es de losas de piedra haciendo escalones.

**Acceso:**  
 En el centro de la población de Ejea de los Caballeros.

**Horizonte GPS:**  
 Despejado



**NO EXISTE CROQUIS**

**Observaciones:**

CF: Centrado Forzado. CP: Cabeza Pilar. BP: Base Pilar. CN: Clavo Nivelado. CS: Clavo Suelo.

Informe del estado del Vértice: <http://ftp.geodesia.ign.es/utilidades/infoRG.pdf>



**Reseña Vértice Geodésico** 9-abr-2011

Número.....: **24611**  
 Nombre.....: **Aznares**  
 Municipio...: Ejea de los Caballeros  
 Provincia...: Zaragoza  
 Fecha de Construcción.....: 01 de enero de 1981  
 Pilar sin centrado forzado.: 1,20 m de alto, 0,30 m de diámetro.  
 Último cuerpo.....: 1,00 m de alto, 1,00 m de ancho.  
 Total cuerpos.....: 1 de 1,00 m de alto.

Coordenadas Geográficas:

Sistema de Ref.:	ED 50	ETRS89
Longitud.....:	- 1° 08' 50,1113"	- 1° 08' 54,61209" ±0.121 m
Latitud.....:	42° 11' 53,1046"	42° 11' 49,08085" ±0.114 m
Altitud.....:		485,143 m ±0.102 (BP)
Compensación.:	01 de enero de 1983	01 de noviembre de 2009 <small>Elipse de error al 95% de confianza.</small>

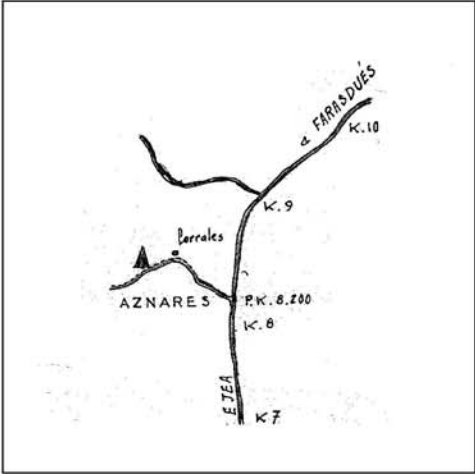
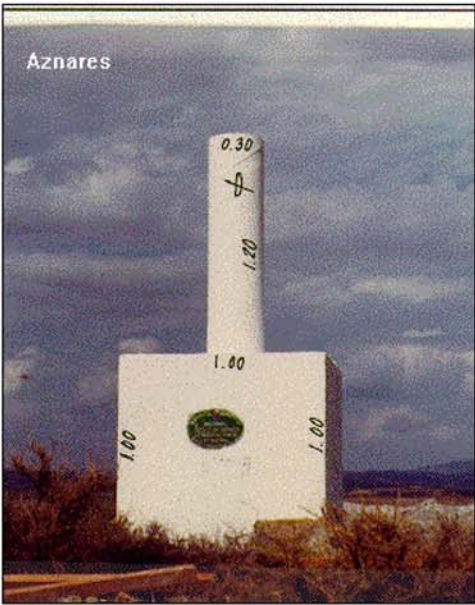
Coordenadas UTM. Huso 30 :

Sistema de Ref.:	ED 50	ETRS89
X.....:	652972,95 m	652865,418 m
Y.....:	4673514,37 m	4673304,902 m
Factor escala.....:	0,999887913	0,999887531
Convergencia...:	1° 14' 41"	1° 14' 38"
Altitud sobre el nivel medio del mar:		434,937 m. (BP)

Situación:  
 Situado en la parte más destacada de un pequeño cerro conocido por "Los Pueyos". El terreno está completamente despejado.

Acceso:  
 Por la carretera de Ejea de los Caballeros a Farasdúes y pasado el pueblo de Rivas, en el P.K. 8,200, se toma un camino a la izquierda que conduce a unos corrales. Tras recorrer 1,200 m. se continúa unos 300 m. para llegar al pie del cerro. Se sigue a pie para recorrer los 200 m. restantes, hasta el emplazamiento de la señal.

Horizonte GPS:  
 Despejado



Observaciones:

CF: Centrado Forzado. CP: Cabeza Pilar. BP: Base Pilar. CN: Clavo Nivelado. CS: Clavo Suelo. Informe del estado del Vértice: <ftp://ftp.geodesia.ign.es/utilidades/infoRG.pdf>



**Reseña Vértice Geodésico** 9-abr-2011

Número.....: **28379**  
 Nombre.....: **Torres**  
 Municipio...: Ejea de los Caballeros  
 Provincia...: Zaragoza  
 Fecha de Construcción.....: 01 de enero de 1981  
 Pilar sin centrado forzado...: 1,16 m de alto, 0,30 m de diámetro.  
 Último cuerpo.....: 0,58 m de alto, 1,00 m de ancho.  
 Total cuerpos.....: 1 de 0,58 m de alto.

— Coordenadas Geográficas: —

Sistema de Ref.:	ED 50	ETRS89
Longitud.....:	- 1° 15' 33,0988"	- 1° 15' 37,61439" ±0.116 m
Latitud.....:	42° 09' 42,3751"	42° 09' 38,34865" ±0.099 m
Altitud.....:		431,409 m ±0.11 (BP)
Compensación.:	01 de febrero de 1990	01 de noviembre de 2009

Elipse de error al 95% de confianza

— Coordenadas UTM. Huso 30 : —

Sistema de Ref.:	ED 50	ETRS89
X.....:	643812,48 m	643704,813 m
Y.....:	4669287,30 m	4669078,016 m
Factor escala.....:	0,999854464	0,999854103
Convergencia...:	1° 10' 07"	1° 10' 04"

Altitud sobre el nivel medio del mar: 381,342 m. (BP)

— Situación: —

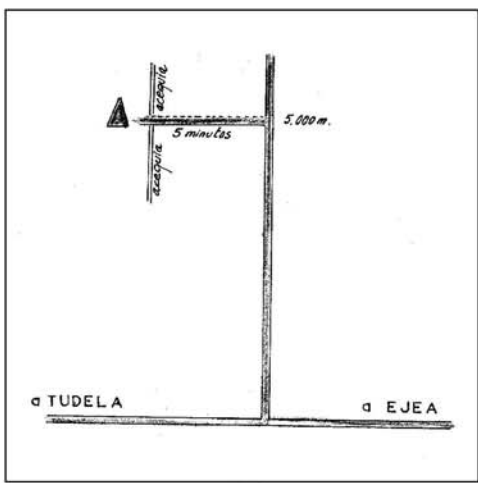
Situado en el lugar conocido por "Las Torres del Bayo", en el cerro más al S. de los dos que existen y cercano a las ruinas de una torre. En los dos cerros existen torres en ruinas.

— Acceso: —

Desde Ejea de los Caballeros, por la carretera a Tudela y a unos 8,00 Km., existe un cruce a la derecha que conduce a Santa Anastasia y a El Bayo, a unos 2,600 Km. de este cruce y después de dejar a la derecha Santa Anastasia, hay un cruce de caminos y una entrada a una finca, se llega a otro cruce, se toma el camino de la izquierda y a los 2,400 Km. de aquí se deja el vehículo y se continúa andando. Se tarda unos 5 minutos en acceder al vértice.

— Horizonte GPS: —

Despejado



Observaciones: \_\_\_\_\_

Informe del estado del Vértice: <http://ftp.geodesia.ign.es/utilidades/infoRG.pdf>

CF: Centrado Forzado. CP: Cabeza Pilar. BP: Base Pilar. CN: Clavo Nivelado. CS: Clavo Suelo.

## ANEXO DIGITAL

En CD anexo a este informe se encuentran recogidos los siguientes datos:

**AD.1 Datos de campo y proceso de los SEV**

**AD.2 Datos de campo y proceso de los SRM**

**AD.3 Mapa: capas de información y cartografía geológica y geofísica**

**AD.4 Informe de la campaña de SEV**

**AD.5 Informe de la campaña de SRM**

organizados en las siguientes carpetas:



mapa



SRM



INFORME SEV



SEV



INFORME SRM



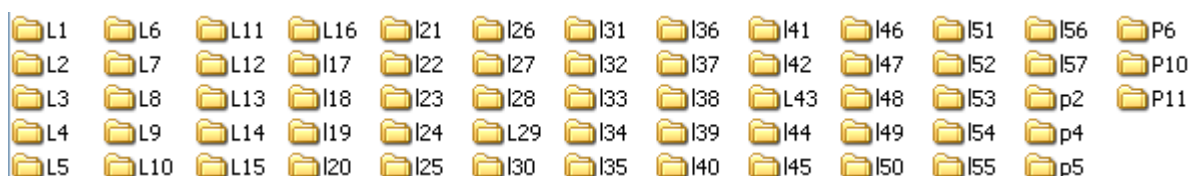


## AD.1 Datos de campo y proceso de los SEV. Carpeta SEV

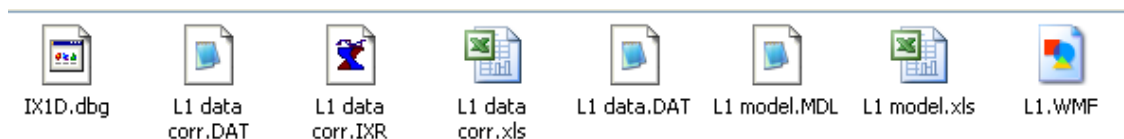
Contiene la información de campo y proceso de los SEV, incluida elaboración especial de gráficos, secciones geoelectricas y cortes, distribuida en las siguientes carpetas:



**1/ INVERSIÓN:** contiene una carpeta por SEV



Cada carpeta contiene los ficheros:



- **Lx data.DAT** ASCII, valores de AB/2, MN y resistividad aparente de campo, además de las coordenadas X,Y,Z UTM H30 ED50 medidos por GPS
- **Lx data corr.DAT** ASCII, ficheros anteriores con valores suprimidos por empalme de bases u otras razones
- **Lx model.MDL** ASCII, modelo adoptado en la inversión de los datos: LAYER, RESISTIVITY, THICKNESS, DEPTH, ELEVATION (= -depth, referido al nivel cero del suelo).
- **Lx data.xls**, **Lx model.xls** son los ficheros correspondientes en formato Excel.
- **Lx data corr.IXR** generado por la aplicación IX1D de INTERPEX utilizada en el proceso de inversión
- **IX1D.dbg** control de proceso generado por la aplicación IX1D de INTERPEX
- **Lx.WMF** gráfico resultado de la inversión

Para los SEV L9, L11, L13, L20, L34, L35, L39, L40, L42, L45, L50, L51, P6 y P11 existen dos interpretaciones, diferenciadas en las carpetas “nueva” (solución finalmente adoptada) y “otras”.

Para los SEV paramétricos (P4, P5, P6, P10, P11, L41(P9)) existen además los ficheros GRAPHER con el diseño de los gráficos de solución y columna de los piezómetros.

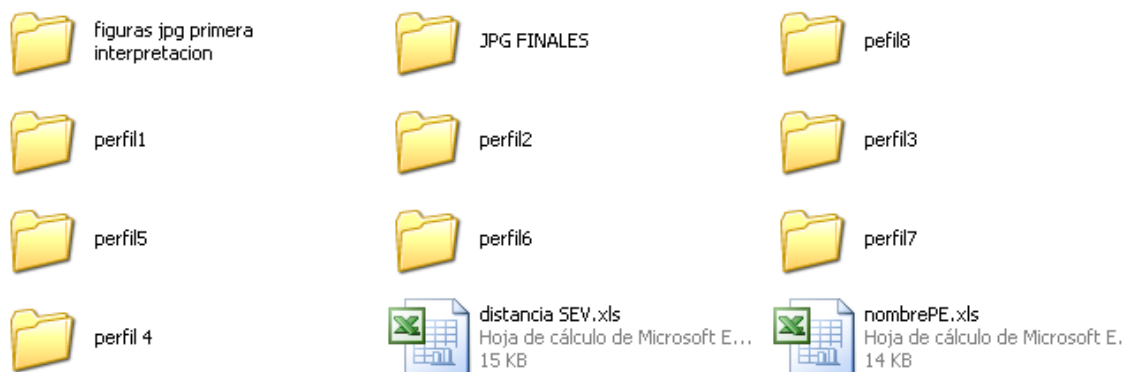
Para los SEV efectuados sobre el Mioceno (L23, L24, L25, L27, L37, L39, L40 y L50) y para los paramétricos se han generado además ficheros especiales (denominación “step” ) en EXCEL para realización de gráficos de la Memoria.

**2/ MODELOS:** contiene los diversos gráficos presentados en la Memoria ilustrando la teoría de inversión de los SEV, los resultados de los SEV paramétricos y efectuados sobre el Mioceno. Todos los gráficos están efectuados en GRAPHER v7 y SURFER v9.

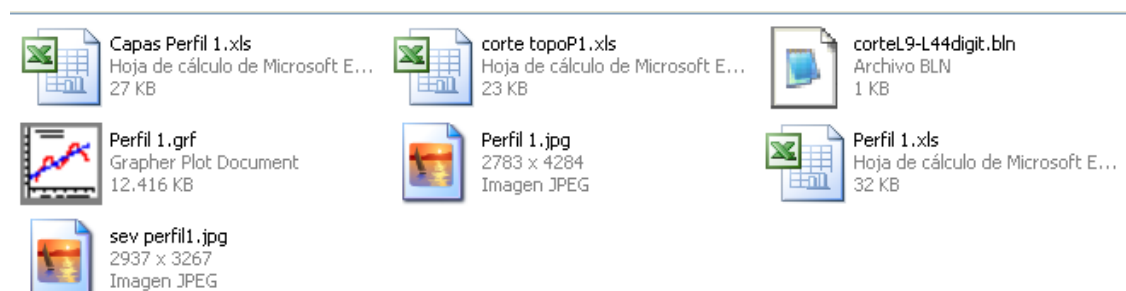


**3 AB-RO:** contiene todos los gráficos generados en GRAPHER v7 de curvas de campo (AB-resistividad aparente), con las que se han construido las figuras correspondientes de la Memoria.

**4/ PERFILES:** contiene los ficheros de cálculo y de diseño gráfico para la elaboración de las secciones geoelectricas efectuadas con el resultado de la inversión de los SEV.



Hay una carpeta para cada una de las secciones 1 a 8, con el siguiente contenido:



- ficheros **Perfil x.xls**: son los presentados en el ANEXO A 4. **AGRUPACIÓN DE SEV POR PERFILES**, con el cálculo de distancias y profundidades y cotas de cada una de las capas de resistividad interpretada en cada SEV que forma el perfil.
- ficheros **Capas Perfilx.xls**: extraídos del **Perfil x.xls** con una hoja para cada capa. Su finalidad es efectuar automáticamente su trazado en la sección geoelectrica.
- ficheros **corte topoPx.xls**: corte altimétrico extraído en Surfer sobre el MDT para la traza del perfil (fichero de coordenadas corteLxdigit.blm). La columna “d” es la distancia al origen del corte altimétrico; la columna “d origen” se refiere al mismo origen que la sección (primer SEV de cada una).

Las figuras de las secciones elaboradas en GRAPHER v7 están reunidas en formato jpg en las carpetas correspondientes: “primera interpretación”, en donde se utilizaron los modelos indicados en “otro” en los SEV L9, L11, L13, L20, L34, L35, L39, L40, L42, L45, L50, L51, P6 y P11; y en versiones finales. Se incluye además los gráficos jpg **sev perfilx.jpg** con las curvas de campo de los SEV de cada perfil.

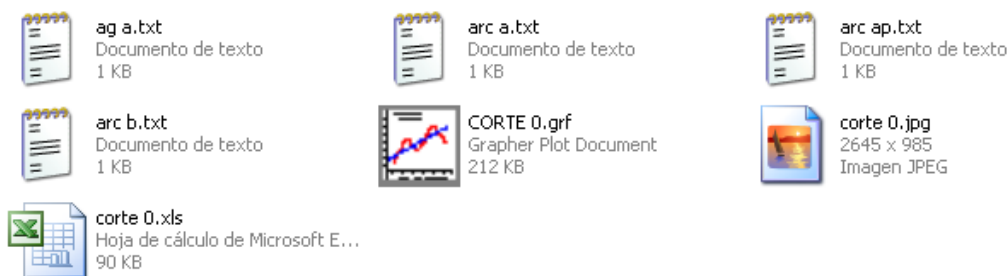
## 5/ CORTES

Contiene una carpeta para cada corte efectuado reuniendo la información de los SEV con la geológica extraída del mapa Geode y piezómetros.



ADVERTENCIA: LAS COTAS UTILIZADAS EN ESTOS GRÁFICOS PERTENECEN AL MODELO DIGITAL DEL TERRENO: NO SON LAS COTAS MEDIDAS CON GPS EN CAMPO, EXISTIENDO ENTRE AMBAS UNA DIFERENCIA MEDIA DE 4 m (mayores las del MDT).

Cada carpeta contiene los ficheros:



- **corte x.xls** contiene los cálculos para elaboración gráfica del corte:

**Hoja “todo”**

x y z d lable lab Cor Z 1ARC D 1ARC Z 2ARC D 2ARC

Perfil extraído en Surfer con los valores x,y,z (MDT), d (distancia al origen), al que se han añadido los puntos singulares de la hoja “puntos” para proceder al cálculo de su cota z en el MDT. Las columnas z1 arc, d1arc y subsiguientes son copia de los segmentos en los que afloran las arcillas, y se han dispuesto de forma separada por razones de grafismo.

**Hoja “puntos”** tiene dos partes

**x y d lable**

**x y Z mdt d lable sev lable**

Contiene la información de los puntos singulares del corte: contacto geológico Cuaternario-Mioceno (lable Q), posición de SEV o su proyección sobre el corte si está próximo, carreteras, ríos. Los valores de X,Y se han digitalizado del mapa en Surfer; la columna d es la distancia al origen calculada en esta hoja respecto del origen del corte (primer punto de la hoja “todo”). Una vez calculada la cota MDT por incorporación de estas coordenadas a la hoja “todo”, se han vuelto a disponer en esta hoja, con doble columna de etiquetado, por razones de grafismo.

**Hoja “sev”** tiene dos partes:

X Y zmdt Distancia lable z sev dif

Copiada de la hoja “puntos”. Se ha añadido la columna z sev, que es la cota medida por GPS, a fin de calcular la diferencia “dif” entre estas cotas y las del MDT.

La otra parte de esta hoja se refiere al modelo geoelectrico, trayendo de los ficheros de inversión las columnas layer, resistivity, thickness y depth. El valor de elevation se ha establecido por cálculo a partir de la cota zmdt; la distancia se ha cogido de la columna Distancia anteriormente calculada.

sev	LAYER	RESISTIVITY	THICKNESS	DEPTH	ELEVATION	distancia
-----	-------	-------------	-----------	-------	-----------	-----------

**Hoja "sev2"** es copia de la anterior, suprimiendo la última capa, por razones de grafismo.

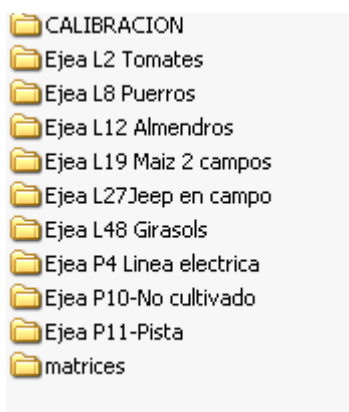
Los ficheros texto tipo "**ag.txt**", "**arc. txt**" son digitalización de la traza del techo de la capa de arcillas, o del nivel freático, efectuado en los gráficos GRAPHER, a fin de trazarlos con adaptación de escala automática.

## AD.2 Datos de campo y proceso de los SRM. Carpeta SRM

Contiene los ficheros de datos de campo y procesados, así como los cálculos y ficheros auxiliares para la confección de figuras de la Memoria del INFORME SOBRE LOS SONDEOS DE RESONANCIA MAGNÉTICA EN EL BARRANCO DE LERMA (ZARAGOZA). J.Plata. 2011-2012.

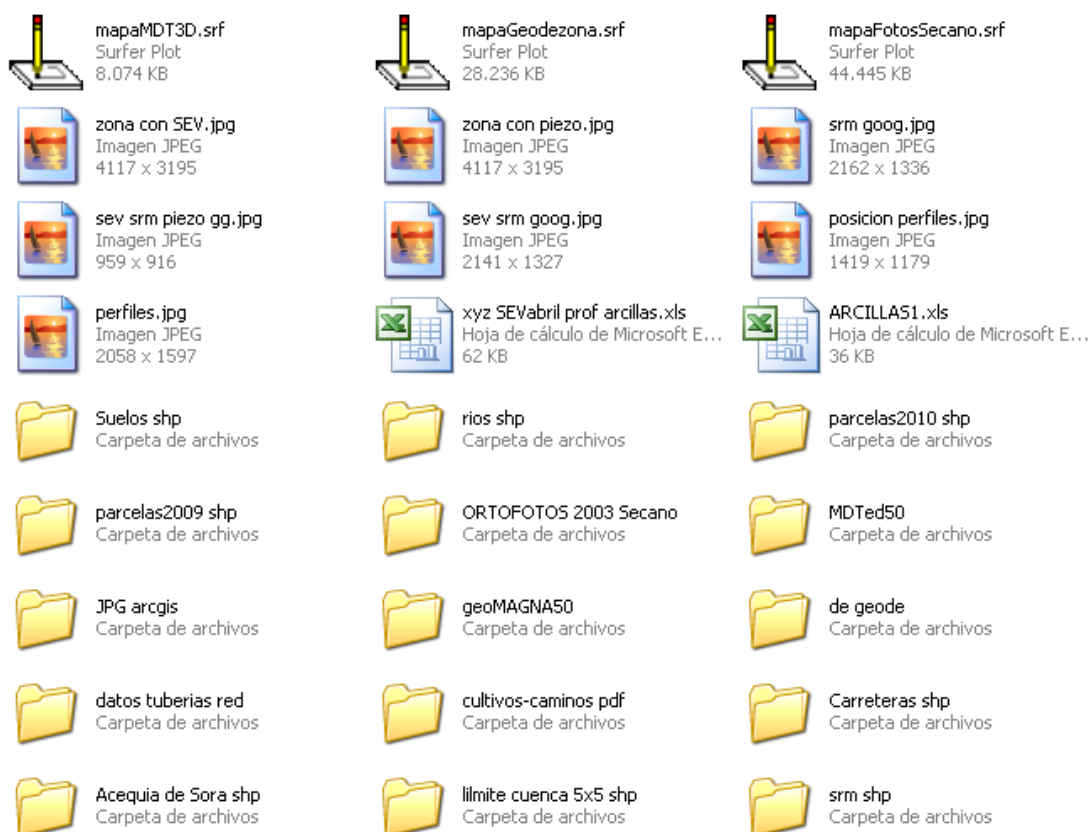
Para manejar los datos de los SRM es preciso disponer de las aplicaciones PRODIVINER y SAMOVAR de Iris Instruments, aunque el formato de la mayoría de los ficheros está en código ascii, por lo que pueden abrirse con cualquier editor de texto. Las tablas para realización de cálculos parciales y gráficos están en formato Excel de Microsoft Office 2003; las figuras se han generado en Grapher7 y Surfer9 de Golden.

Los datos de los SRM están organizados en las siguientes carpetas:



### AD.3 Mapa: capas de información y cartografía geológica y geofísica. Carpeta MAPA

Contiene carpetas con la información de base cartográfica, ficheros Excel con los datos de posicionamiento de los SEV, imágenes de figuras utilizadas en la memoria en formato jpg y los montajes en Surfer de toda la información cartográfica utilizada.



- **carpetas shp**

capas de información geográfica (ríos, caminos, límite cuenca, carreteras, tuberías, red eléctrica, acequia), suelos, parcelas, cultivos, posición de las antenas de los Sondeos de Resonancia Magnética (SRM). También contienen los ficheros en formato dbf y sbx de arcgis.

- **MDTed50:** modelo digital del terreno en malla de 5x5
- **ORTOFOTOS 2003 Secano**
- **geoMAGNA50** en formato jpg.
- **JPG arcgis:** capas de información de geología y foto aérea de la zona
- **De Geode:** geología y topografía en formato jpg.
- **Fichero xyzSEVabril prof arcillas.xls.** Contiene la información básica de los SEV:

perfil	S.E.V.	X	Y	Z	día	emp supr	otrosupr	error	nf	glacis	prof arcilla
--------	--------	---	---	---	-----	----------	----------	-------	----	--------	--------------

- perfil al que pertenece el SEV
- X,Y,Z coordenadas determinadas por GPS
- Día de medición en campo
- Emp. Supr; otro supr: valores de AB/2-MN suprimidos del fichero de campo por empalme de bases u otras razones
- Error en % del ajuste de la inversión
- Nf: nivel freático en los piezómetros donde se ha medido un SEV
- Glacis: profundidad del glacis en los piezómetros donde se ha medido un SEV
- Prof arcilla: profundidad de las arcillas del Mioceno según interpretación de los SEV

Este fichero contiene varias hojas con esta información, agrupada por razones de grafismo u análisis de los datos:.

- **Fichero ARCILLAS1.xls**

capa	res	prof	cota arcilla1	SEV	perfil	S.E.V.	X	Y	Z
------	-----	------	---------------	-----	--------	--------	---	---	---

- numeral de capa en el modelo de inversión
- res: resistividad de la capa asignada a las arcillas del Mioceno
- prof: profundidad de su techo
- cota arcilla1: cota del techo (Z-prof)
- SEV: nombre del SEV
- Perfil al que pertenece
- X, Y, Z coordenadas UTM ED50 tomadas con GPS



#### **AD.4 Informe de la campaña de SEV. Carpeta INFORME SEV**

Contiene los ficheros en Word (.doc) y pdf de este Informe, así como figuras auxiliares que no se han generado en ninguno de los archivos anteriores.

#### **AD.5 Informe de la campaña de SRM. Carpeta INFORME SRM**

Contiene el texto en Word y pdf de la Memoria del INFORME SOBRE LOS SONDEOS DE RESONANCIA MAGNÉTICA EN EL BARRANCO DE LERMA (ZARAGOZA). J.Plata. 2011-2012, así como las tablas y gráficos auxiliares utilizadas en la misma.

