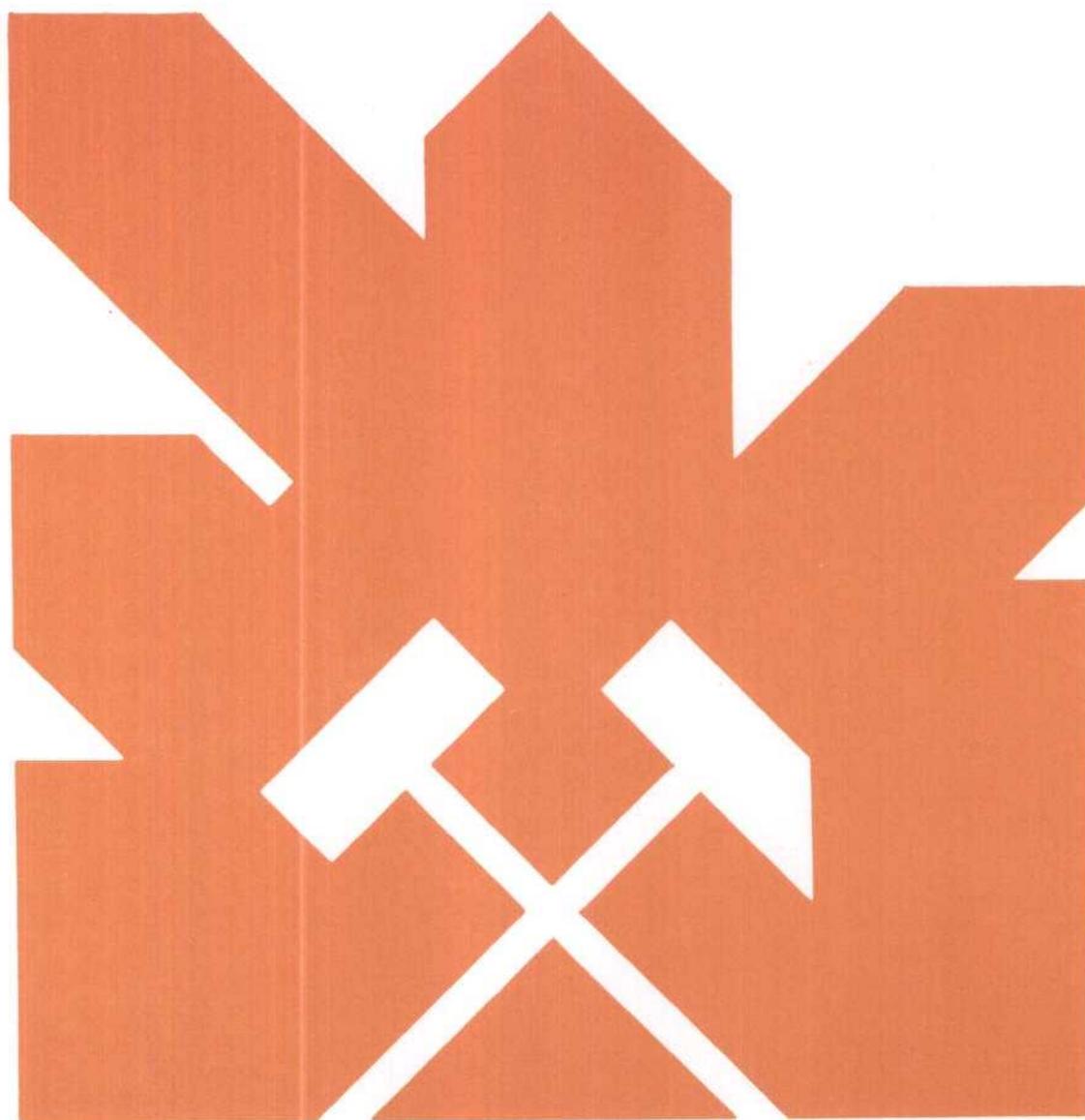


MINISTERIO DE INDUSTRIA Y ENERGIA
SECRETARIA DE LA ENERGIA Y RECURSOS MINERALES

EXPLORACION DE LIGNITOS EN LAS CUENCAS
TERCIARIAS DE AMBITO BETICO.

TOMO III.- ANEXOS



INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA

11312

A N E X O S

I N D I C E

ANEXO 1.- GEOFISICA

1.1. CURVAS DE SEV DE LA PUEBLA DE D. FADRIQUE-
HUESCAR.

1.2. DESCRIPCION DEL METODO DE SEDT

1.3. SEDT DE LA PACA-AVILES

1.4. SEDT DE TARRAGOYA

ANEXO 2.- ANALISIS DE CARBONES

ANEXO 3.- ANALISIS PALEONTOLOGICO-SEDIMENTOLOGICO

ANEXO N° 1
G E O F I S I C A

I N D I C E

.Pág.

1.- <u>INTRODUCCION</u>	1
2.- <u>METODOLOGIA DE TRABAJO</u>	3
2.1. SONDEOS ELECTRICOS VERTICALES (SEV) ..	3
2.2. SONDEOS ELECTROMAGNETICOS DE DOMINIO DE TIEMPOS (SEDT)	4
2.3. TESTIFICACION GEOFISICA DE SONDEOS	6
3.- <u>TRABAJO REALIZADO</u>	8
3.1. ZONA DE LA PUEBLA DE D. FADRIQUE-HUESCAR (GRANADA)	8
3.2. ZONA DE TARRAGOLLA	8
3.3. ZONA DE LA PACA-AVILES	10
3.4. ZONA DE PINOSO	10
3.5. TESTIFICACION GEOFISICA DE SONDEOS	13
4.- <u>RESULTADOS OBTENIDOS</u>	14
4.1. ZONA DE LA PUEBLA DE D. FADRIQUE-HUESCAR	14
4.2. ZONA DE TARRAGOLLA	15
4.3. ZONA DE LA PACA-AVILES	17
4.4. ZONA DE PINOSO	19
4.5. REGISTROS GEOFISICOS DE LOS SONDEOS	19
4.5.1. <u>Sondeo ALCOY-1</u>	21
4.5.2. <u>Sondeo ALCOY-2</u>	22
4.5.3. <u>Sondeo ALCOY-6</u>	22
4.5.4. <u>Sondeo CORTES DE BAZA-2</u>	23
4.5.5. <u>Sondeo FUENTENUEVA-1</u>	24

INDICE DE FIGURAS

1.- Situación de los SEDT en el área de TARRAGOLLA ..	9
2.- Situación de los SEDT realizados en el área La PACA-AVILES	11
3.- Situación de los SEDT realizados en el área de PINOSO	12
4.- Perfil geoelectrico del área de TARRAGOLLA	16
5.- Perfil geoelectrico del área LA PACA-AVILES	18
6.- Perfiles geoelectricos del área de PINOSO	20

1.- INTRODUCCION

Dada la gran amplitud del proyecto en lo que se refiere al ámbito geográfico, existen diversas zonas donde se ha planteado la aplicación de técnicas geofísicas con objetivos particulares en cada caso.

Como elemento común en todos ellos se trata de determinar la distribución de materiales del subsuelo por aplicación de técnicas geofísicas de resistividad.

En unos casos el objetivo es definir la morfología del basamento bajo un recubrimiento de tipo conductor; en otros se trata de diferenciar elementos litológicos dentro del recubrimiento, etc.

De cualquier modo, el interés de la ejecución del estudio geofísico en cada zona queda recogido en el correspondiente capítulo geológico del Informe general.

En función de las características del modelo geológico involucrado en cada zona de trabajo y de las condiciones logísticas de las mismas, la metodología de trabajo ha sido diferente. Así se han aplicado los métodos de Sondeos Eléctricos Verticales (SEV) y Sondeos Electromagnéticos de Dominio de Tiempos (SEDT). Para los primeros la separación entre electrodos de emisión ha sido variable en función de la profundidad a investigar. Igualmente para los segundos, la dimensión del bucle transmisor es uno de los parámetros definitorios de la penetración del método. En este último caso juega un papel primordial el hecho de que quiera o no resolverse la zona más superficial de la sección geoelectrica en cuyo caso puede ser necesario utilizar en el mismo punto más de un tipo de bucles.

Aparte de las técnicas geofísicas convencionales (SEV o SEDT) en el presente estudio se incluyen los registros geofísicos de algunos sondeos mecánicos de reconocimiento realizados en el Proyecto. Tales registros se llevaron a cabo con un doble objetivo. Por una parte se trataba de apoyar la testificación geológica de los sondeos en el aspecto de definir la posición y características de las unidades litológicas más significativas; especialmente las capas de lignito. Como objetivo secundario se pensó en la utilización de los registros de resistividad como elementos básicos para el cálculo de modelos teóricos de curvas de SEV o SEDT a fin de determinar a priori la capacidad resolutive de estos métodos respecto a determinados elementos de la sección geoelectrica.

De forma resumida detallamos a continuación el trabajo realizado en cada zona y los resultados obtenidos.

2.- METODOLOGIA DE TRABAJO

2.1. SONDEOS ELECTRICOS VERTICALES (SEV)

En lo que respecta a su ejecución apenas hay nada significativo que valga la pena comentar.

Las medidas se efectuaron con un equipo GEOTRON mod. GEO-400 alimentado por generador. Dado que algunos de los SEV alcanzaron aperturas $AB = 4000$ m hubo de emplearse registrador para la medida de la diferencia de potencial entre electrodos de recepción en esos SEV más largos.

Para la interpretación de las curvas de SEV se ha seguido un procedimiento automático mediante un programa que resuelve el problema directo: Dado un modelo de capas - caracterizado por el espesor y resistividad de las mismas, el programa calcula la curva teórica correspondiente. Esta curva se compara con la de campo que se trata de interpretar y en función de los desajustes que pudieran existir entre ambas se modifican convenientemente los parámetros, (alguno de los parámetros), del corte geoeléctrico y se repite el proceso de cálculo hasta obtener un adecuado ajuste entre la curva teórica calculada y la de campo en cuestión.

Es evidente que de acuerdo con los principios - de supresión y equivalencia la solución de una curva de SEV no es única. Por ello el modelo de capas que corresponde a la curva teórica que ajusta con la de campo solo puede tomarse como una de las soluciones más probables. Posiblemente constituya una solución matemáticamente correcta pero - que desde el punto de vista geológico deje algunos interrogantes sin resolver.

Los resultados de este proceso se recogen de forma gráfica en el Anexo nº 1.

A partir de los resultados de la interpretación individual de cada SEV se elaboraron los perfiles geoelectricos clásicos donde se correlacionan las secciones de cada punto con las adyacentes. Es habitual en este tipo de documentos exagerar la escala vertical respecto a la horizontal y por otra parte; pese a la similitud que estos perfiles presentan con los cortes geológicos; debe tenerse en cuenta al juzgarlos que representan capas electricamente diferenciadas lo que no siempre significa que litológicamente también lo estén.

2.2. SONDEOS ELECTROMAGNETICOS DE DOMINIO DE TIEMPOS (SEDT)

Se han realizado mediante un equipo SIROTEM II SE operando en la modalidad de bucles coincidentes con tamaños de bucle de 50 x 50, 100 x 100 y 200 x 200 m, dependiendo de las zonas y de la profundidad a investigar.

Puesto que la teoría del SEDT no está tan divulgada como la del SEV y su aplicación no es por el momento familiar para muchos técnicos involucrados en el ámbito de la exploración geológica; incluimos como Anexo nº 2 la descripción del método a fin de ayudar a la comprensión de algunos términos utilizados en la descripción del trabajo realizado.

En todos los casos las etapas seguidas desde la toma de datos hasta la obtención de los perfiles geoelectricos han sido las que se describen a continuación.

a) Lectura en cada punto en la modalidad Early Time (ET) un mínimo de 16 canales a partir de 0,05 mseg des pues del corte de corriente en el transmisor. Esta lectura se repitió al menos una vez variando la ganancia.

b) Lectura en la modalidad Standard Time (ST) el número suficiente de canales para registrar toda la señal útil. Repetición de las lecturas variando la ganancia y número de ciclos.

c) Cálculo de la resistividad aparente correspondiente a cada canal de lectura (cada tiempo) tanto de la modalidad ET como ST, a partir de los valores del transitorio medido en micro V/A.

d) Filtrado de los canales saturados o de los que tengan un nivel de ruido superior a un valor fijado. En nuestro caso se ha establecido el 5% como error máximo. Este nivel de ruido se refiere a la dispersión estadística de todas las repeticiones (número de ciclos) realizadas para obtener la lectura en cada canal.

e) Obtención de una curva única de resistividad aparente en función del tiempo, por superposición y promediado de todas las repeticiones ET y ST realizadas en el mismo punto. Normalmente la superposición de las diferentes repeticiones es prácticamente absoluta excepto en los primeros canales ET (normalmente saturados) y en los últimos canales ST afectados del mayor nivel de ruido.

f) Interpretación de las curvas de resistividad aparente para deducir la distribución de capas (espesor y resistividad) del subsuelo en la vertical del punto en ques tión.

Este proceso puede abordarse por dos procedimientos diferentes: Mediante inversión de las curvas de campo o por resolución del problema directo. Cualquiera de los dos precisa de un sistema informático potente dada la complejidad de los cálculos necesarios.

En nuestro caso se ha empleado el método de resolver el problema directo calculando las curvas teóricas correspondientes a determinados modelos de capas hasta llegar al mejor grado de ajuste entre curva teórica y curva de campo en cada caso. Se trata de un proceso enteramente similar al descrito para los SEV, en lo que se refiere a su planeamiento.

Los gráficos del Anexo 3 recogen las curvas de campo, y las teóricas correspondientes al modelo de capas reseñado numéricamente en una esquina de cada gráfico.

g) Elaboración de los perfiles geoelectricos, similares a los obtenidos mediante SEV, a partir de los resultados de la interpretación de cada SEDT. Estos perfiles geoelectricos constituyen el documento final del trabajo.

2.3. TESTIFICACION GEOFISICA DE SONDEOS

Excepto el sondeo Fuentenueva 1 que se midió con un equipo Mount-Sopris 1000 los otros sondeos registrados se midieron con el equipo Century Compulog de CGS.

En ellos se empleó la sonda combinada para carbón que incluye los siguientes registros:

- Radiación gamma natural
- Caliper o diámetro del sondeo
- Radiación gamma-gamma (densidad aparente)
- Resistividad normal

Los registros se obtienen digitalizados desde la propia sonda en el interior del sondeo y se graban sobre soporte magnético a partir del que pueden obtenerse copias analógicas a las escalas más adecuadas.

Respecto al equipo Mount-Sopris cabe comentar que unicamente mide:

- Radiación gamma natural
- Autopotencial
- Resistencia monoelectrónica

Por tanto la información que proporciona es menos completa que la del sistema Century. De cualquier modo es una información útil de cara a la resolución de aspectos litológicos de la formación atravesada.

3.- TRABAJO REALIZADO

3.1. ZONA DE LA PUEBLA DE D. FADRIQUE-HUESCAR (GRANADA)

Se midieron en esta zona (véase plano nº 1) 50 SEV distribuidos en cinco perfiles de dirección Este-Oeste

El objetivo de estos SEV era detectar el basamento resistivo y por ello la apertura necesaria entre electrodos de emisión, AB, fue muy variable llegando en algunos casos hasta 4 km.

La apertura de los dispositivos de medida se realizó en cada caso teniendo en cuenta las direcciones y accidentes estructurales dominantes en la zona, tratando de minimizar los efectos laterales.

Además de los 50 SEV distribuidos sobre perfiles, se midieron 5 SEV paramétricos. De ellos dos con direcciones ortogonales en cada uno de los sondeos mecánicos AD-S-78-694 y AD-S-78-438 y uno sobre afloramiento en Los Cortijos Nuevos del Campo.

3.2. ZONA DE TARRAGOYA

Aquí se realizó un perfil que incluye 16 SEDT cuya posición se indica sobre la figura 1.

Todos ellos se midieron con bucle de 200 x 200 m y algunos se repitieron con bucle de 50 x 50 m con lo que resulta un total de 19 puntos medidos. Las curvas se adjuntan en el Anexo 3-I.

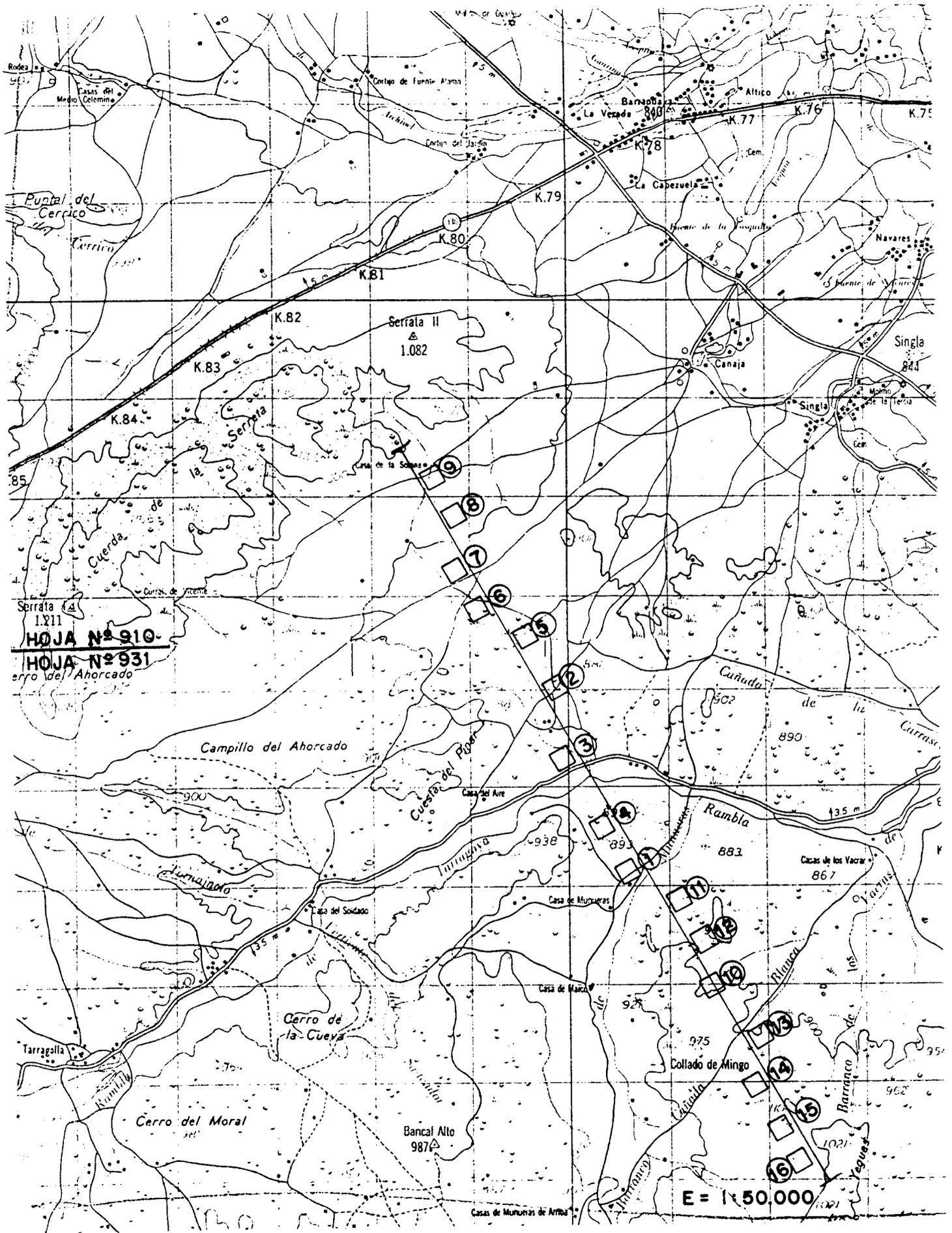


Fig. 1.- Situación de los SEDT en el área de TARRAGOLLA

Con este perfil se trataba de estudiar la morfología del basamento del fondo de cuenca y detectar un nivel guía constituido por materiales de tipo evaporítico que la hipótesis geológica situa en la zona superior del relleno de la depresión.

3.3. ZONA DE LA PACA-AVILES

En esta zona se programó un perfil con seis - SEDT de los que finalmente solo se realizaron tres. Su localización aproximada se indica en la figura 2. Estos SEDT se midieron con bucle de 200 x 200 m con el objetivo de determinar en la medida de lo posible la morfología del sustrato de la depresión.

3.4. ZONA DE PINOSO

La zona de estudio se sitúa en el borde occidental del diapiro que constituye el Cerro de la Sal, inmediatamente al SE de la población de Pinoso (ver fig. 3).

De acuerdo con diversos modelos geológicos que asocian la presencia de lignitos al entorno de determinadas formaciones diapíricas dentro de un anillo del tipo del que existe en Pinoso en torno al Cerro de la Sal; el estudio se planteó mediante tres perfiles radiales con bucles de pequeño tamaño.

Efectivamente el interés en la zona se centraba en determinar la distribución de materiales en un ámbito restringido de profundidad pero con el mayor detalle posible.

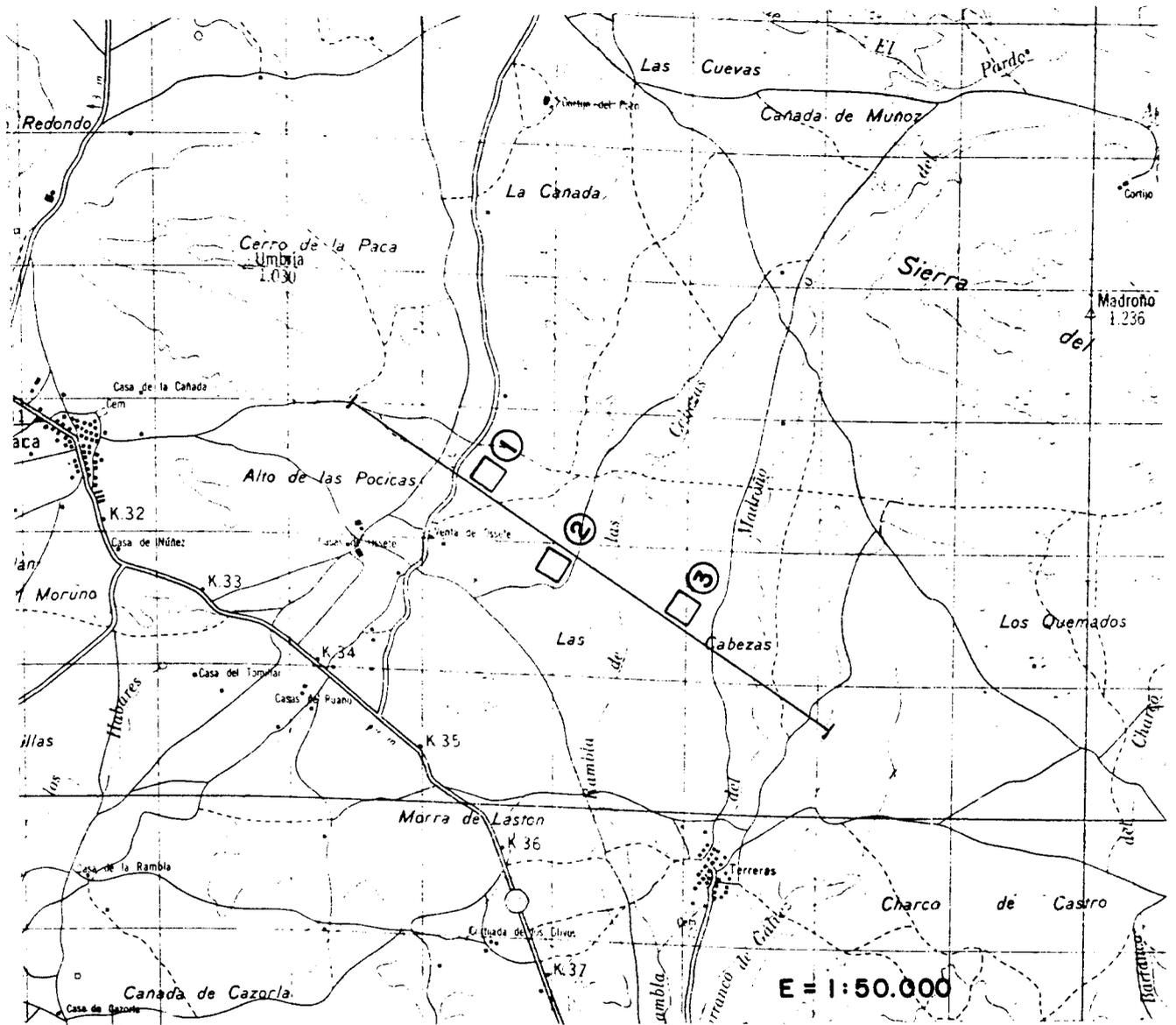


Fig. 2.- Situación de los SEDT realizados en el área LA PACA - AVILES

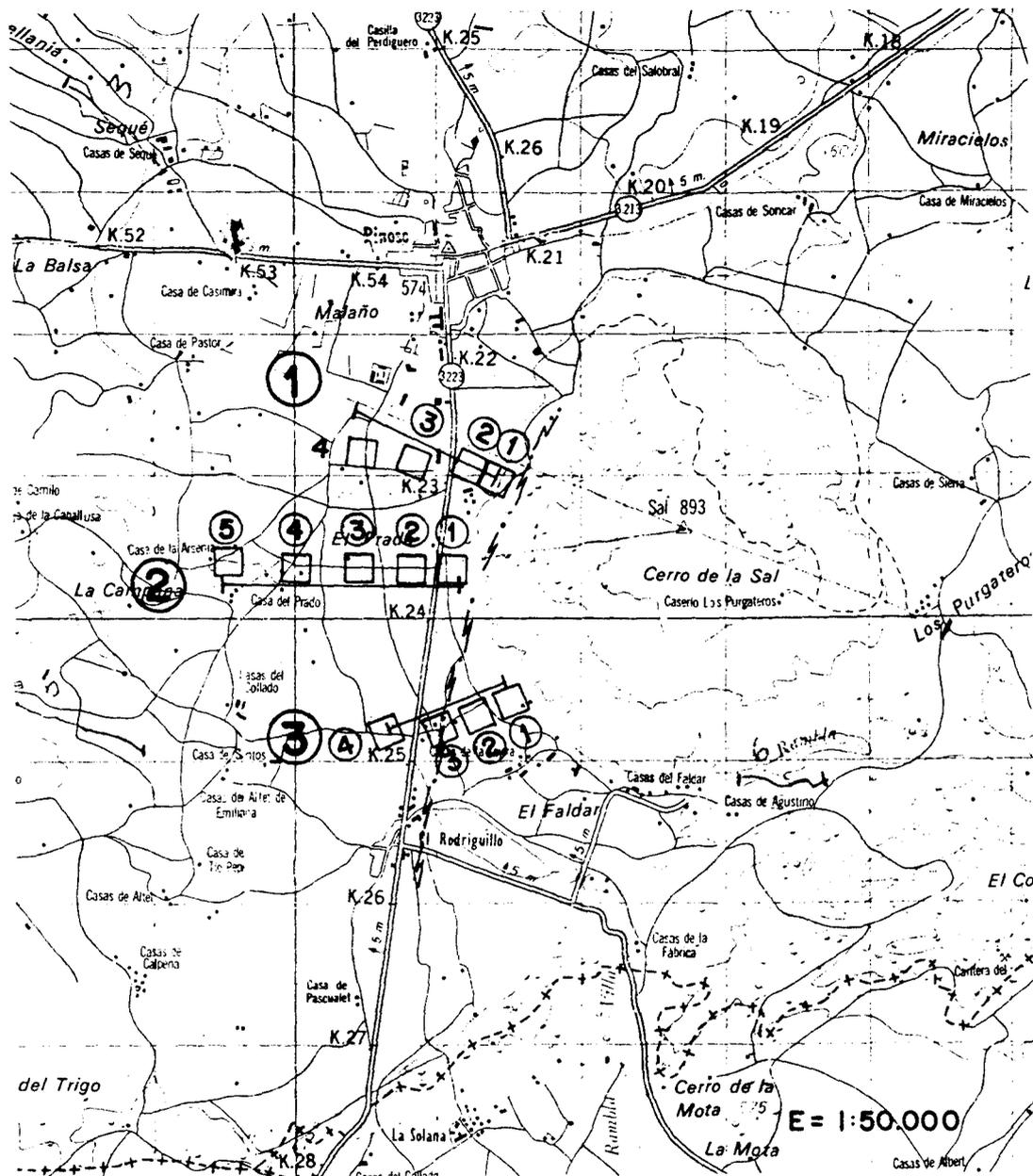


Fig. 3.- Situación de los SEDT realizados en el área de PINOSO

Así pues se midieron 13 SEDT con bucle de 100 x 100 distribuidos en los tres perfiles que se indican en la figura 3.

3.5. TESTIFICACION GEOFISICA DE SONDEOS

Con el equipo Mount-Sopris se registro el sondeo Fuentenueva-1.

En una primera pasada se midió la radiación gamma natural hasta una profundidad de 116,5 m. Después se repitió el mismo registro con diferente sensibilidad y hasta 112 metros. Finalmente se midieron resistencia monoelectrónica y autopotencial hasta la última profundidad citada.

Con el equipo Century se midieron en todos los casos los cuatro parámetros citados en el epígrafa 2.3.

Los sondeos medidos fueron los siguientes:

ALCOY-1.- Desde 0 a 180,3 m de profundidad. Se localiza en Muro de Alcoy.

ALCOY-4.- Desde 0 a 191,3 m. También en la localidad de Muro de Alcoy.

ALCOY-6.- Desde 0 a 150,9 m. En Muro de Alcoy.

CORTES DE BAZA-2.- Registrado desde 0 a 154,7 m.

Con ello resulta un total de 793,7 m testificados. Todos los registros obtenidos se presentan a escala 1:100 en el Anexo 4 de este Informe.

4.- RESULTADOS OBTENIDOS

4.1. ZONA DE LA PUEBLA DE D. FADRIQUE-HUESCAR

Se recogen en el plano nº 2 que agrupa los cinco perfiles geoelectrónicos realizados en la zona.

El primer rasgo distintivo de estos perfiles es la presencia de abruptos accidentes en el zócalo resistivo lo que produce variaciones muy importantes en el espesor del relleno.

La existencia de tan accidentada morfología del basamento constituye un factor que inevitablemente ha de influir restando fiabilidad a las determinaciones y muy especialmente en los SEV próximos a accidentes significativos, fallas por ejemplo.

Entendemos que en la proximidad de zonas de falla o cambios bruscos en el paleorelieve que configura el fondo de cuenca deben producirse efectos laterales muy intensos que se traducen en la interpretación de falsos contactos o en resistividades anómalas sin sentido geológico. Tal es el caso por ejemplo de la capa de 1 ohm.m. definida en el SEV 3.31 a una profundidad del orden de 220 m.

En los niveles más superficiales se define un número anormalmente elevado de capas, generalmente de carácter resistivo y que no tienen ninguna significación geológica de interés.

El supuesto relleno puede caracterizarse por - cierta heterogeneidad litológica dado que la distribución - de resistividades lo es. En líneas generales cabría esperar que sus valores característicos de resistividad fueran del orden de alguna decena de ohm.m. si correspondieran a arcillas y arenas exclusivamente.

Sin embargo existen tramos con resistividad superior a 100 ohm.m. en los que se da cierta ambigüedad en - la interpretación geológica que puede hacerse de los mismos.

Por ejemplo la capa de 140-147 ohm.m definida con los SEV 2-14 y 2-15. Esta capa pudiera muy bien interpretarse como margocalizas Mesozoicas y también como conglomerados Terciarios. Similar problema se plantea por ejemplo en el SEV 3-24 respecto a la capa de 135 ohm.m.

Así pues consideramos que, teniendo en cuenta estas ideas, los resultados obtenidos deben valorarse con criterios geológicos basados en el conocimiento existente sobre la zona de trabajo. Este objetivo escapa al enfoque puramente geofísico del estudio en la forma en que se describe en este Informe.

4.2. ZONA DE TARRAGOYA

El perfil geoelectrico obtenido que se presenta en la figura 4 muestra una serie de capas aparentemente interpretables con facilidad en términos geológicos.

Básicamente parecen predominar los materiales arcillosos caracterizados por valores de resistividad del orden de 10 ohm.m. con máximo desarrollo en la zona central del perfil y en su extremo Suroriental.

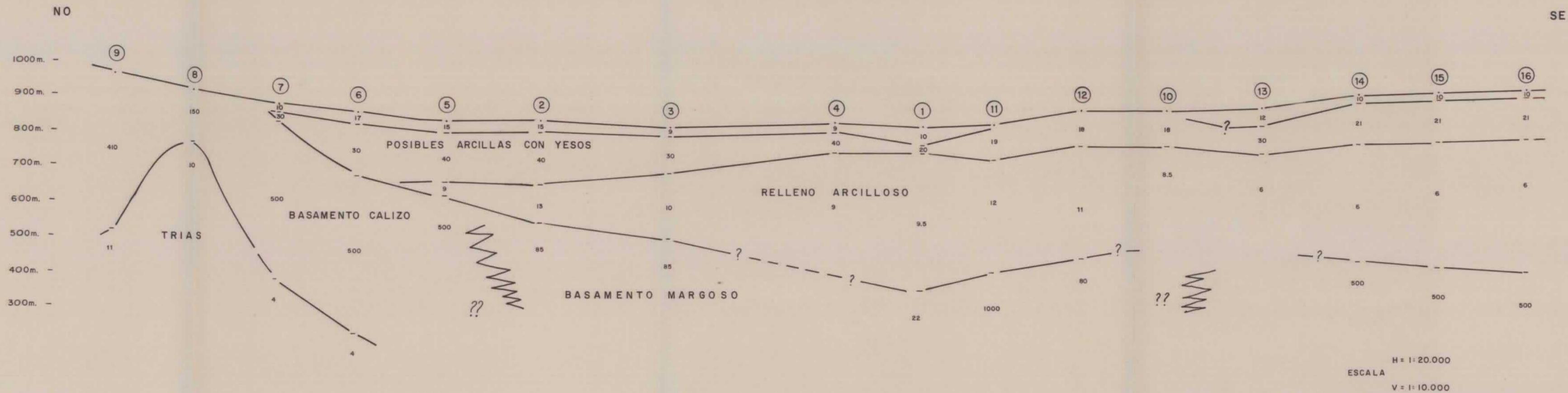


FIG. 4. PERFIL GEOELECTRICO DEL AREA DE TARRAGOLLA

Hacia el extremo NO se define una capa de alta resistividad que interpretamos como basamento Mesozoico que puede seguirse fácilmente entre los SEDT 5, 6, 7, 8 y 9.

Muy probablemente este horizonte continúa en todo el perfil a una profundidad media de 500 metros aunque con cierta diferenciación litológica. Entre ellos SEDT 2 y 12 su resistividad es del orden de 80 ohm.m. por lo que cabe considerar que en ese tramo el basamento está constituido por margas mientras que puede tratarse de calizas en aquellos puntos donde su resistividad es de varios centenares de ohm.m.

Por debajo de este nivel, entre los puntos 6 y 9 se define un sustrato muy conductor y cuyo contacto superior presenta una morfología irregular. Interpretamos esta capa como posibles materiales diapíricos del Triás.

Respecto a los niveles más superficiales hay que señalar que no están definidos porque el método de SEDT tiene la característica de presentar una zona ciega que afecta a los primeros metros de la sección. El espesor de tal zona ciega es función del tamaño del bucle y para nuestro caso cabe estimarla en un mínimo de 20-30 metros.

4.3. ZONA DE LA FRACA-AVILES

Por el reducido número de SEDT realizados en esta zona, no resulta factible obtener conclusiones de tipo general aunque de cualquier modo es observable un acusado incremento en el espesor de los materiales arcillosos hacia el SE. Destaca en cualquier caso un tramo de baja resistividad que llega hasta 0,5 ohm.m. en el SEDT 3 y que solo cabría asignar a materiales Triásicos o a un acuífero salobre.

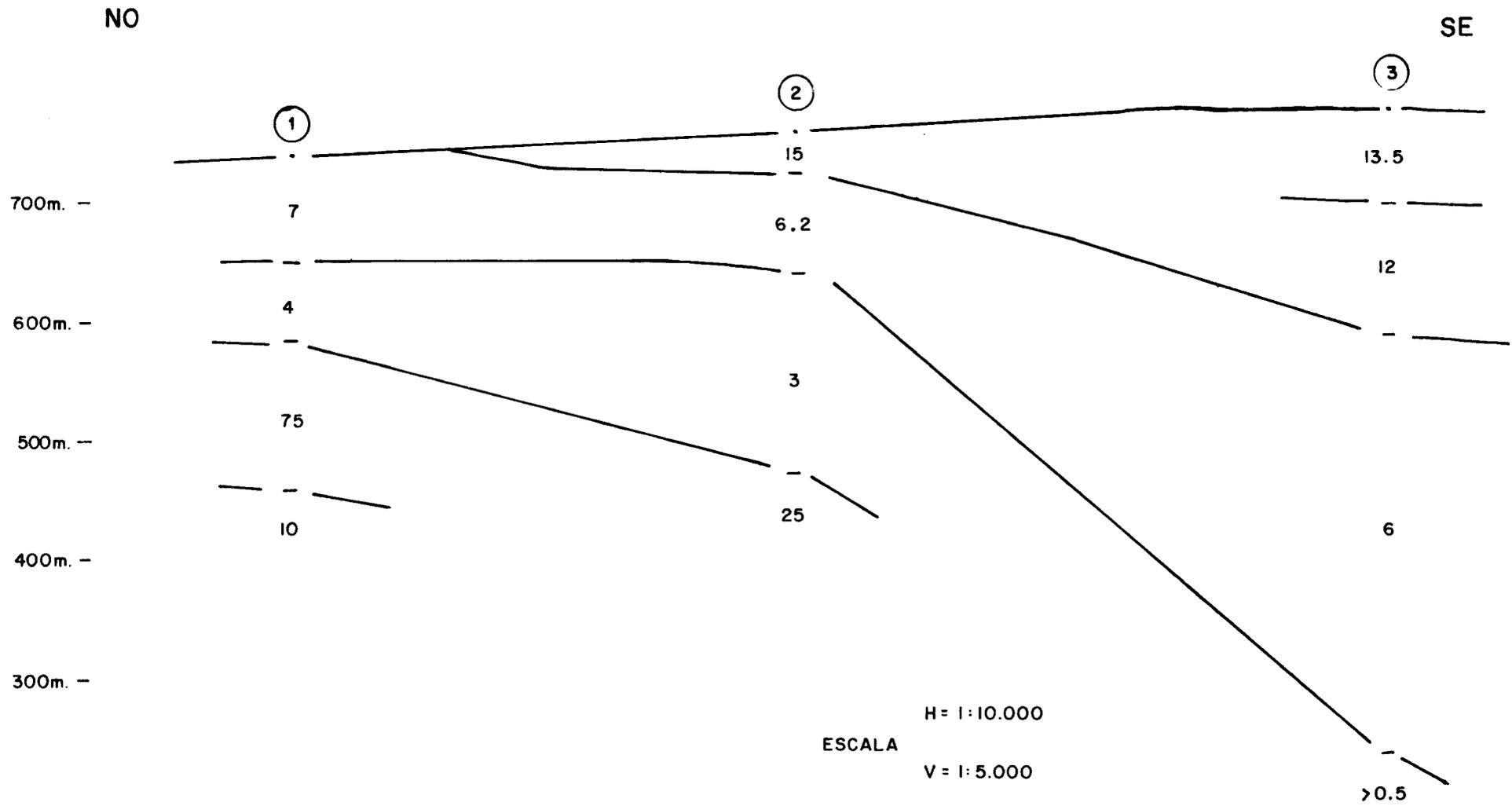


Fig 5 .- PERFIL GEOELECTRICO DEL AREA LA PACA - AVILES

En ningún punto llega a definirse un basamento resistivo que pudiera asimilarse a materiales del fondo de la cuenca.

4.4. ZONA DE PINOSO

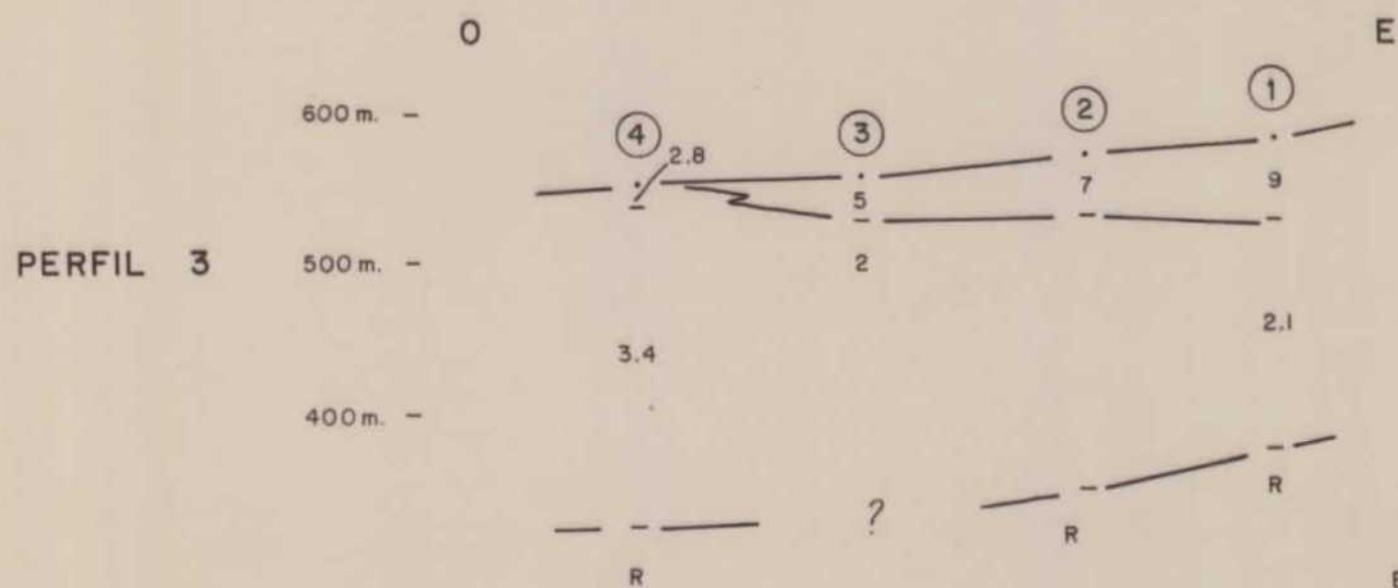
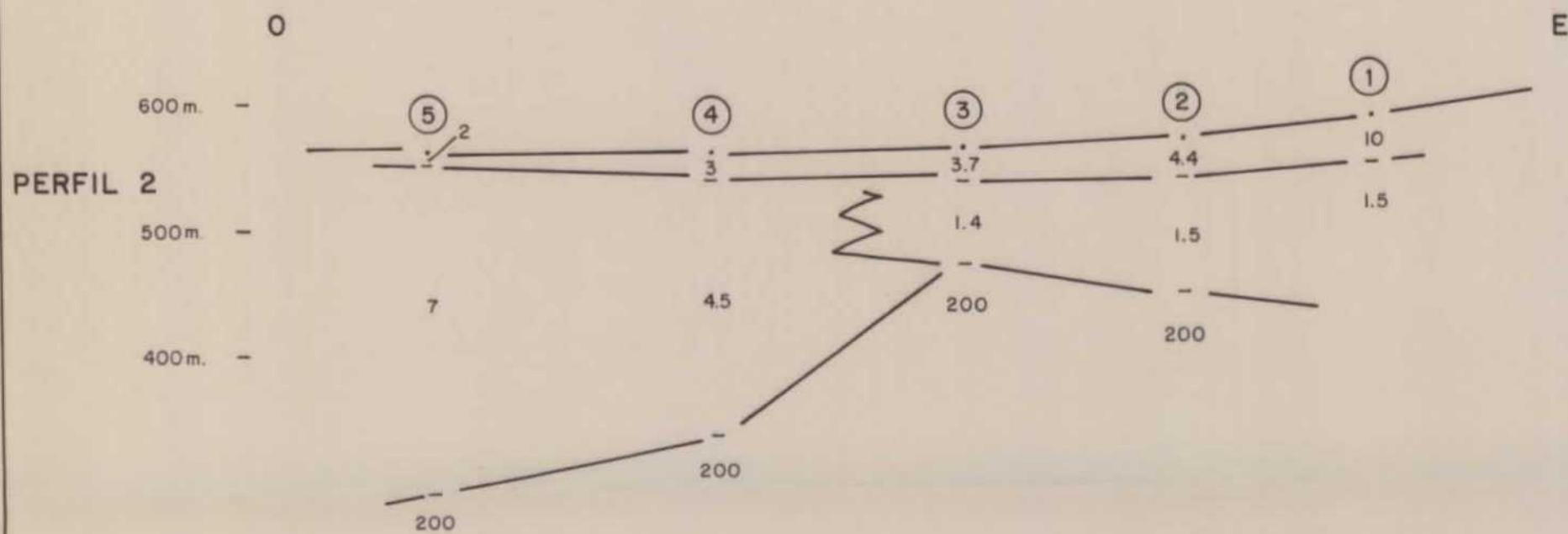
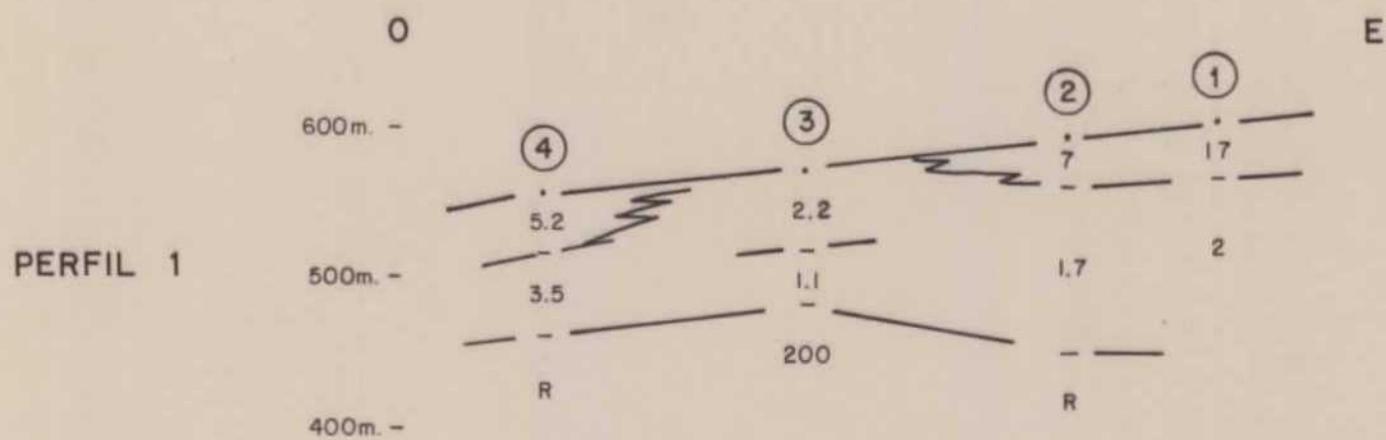
Aparentemente los tres perfiles geoelectricos obtenidos están afectados por un notable grado de salinización asociada al diapiro. De hecho los valores de resistividad son extremadamente bajos.

Este hecho es observable como mínimo en los 100 primeros metros de la sección llegándose a superar los 200 m en todo el perfil 3 y en algunos puntos del perfil 2.

El basamento resistivo definido en los perfiles no aparece bien determinado en cuanto a sus valores de resistividad y por ello en varios puntos se ha identificado con la letra R en lugar de atribuirle un valor numérico. Por ello no pueden aventurarse hipótesis firmes respecto a su naturaleza litológica.

4.5. REGISTROS GEOFISICOS DE LOS SONDEOS

En el Anexo 4 se incluyen los registros de los diferentes sondeos. Sobre los gráficos originales se ha superpuesto la interpretación litológica de los mismos mediante tramos de forma simplificada, diferenciando los siguientes términos:



ESCALA H= 1:10.000
V= 1:5.000

Fig 6 .- PERFILES GEOELECTRICOS DEL AREA DE PINOSO

- Lignito. De color negro
- Arcillas carbonosas. Con trazos negros inclnados.
- Arcillas y margas. En blanco
- Arenas, areniscas y conglomerados. Con trama de puntos.

En este último término se incluyen distintas litologías que no tiene mucho sentido diferenciar entre sí, aunque tal diferenciación puede hacerse fácilmente en base al registro de resistividad. Los conglomerados y areniscas presentarán los valores más elevados.

La respuesta de los tramos lignitíferos o de arcillas carbonosas es un tanto atípica. En términos generales se caracterizan por valores relativamente altos de radiación gamma natural, densidad aparente entre 1,7 y 1,8 g/cc en los niveles más limpios y ninguna indicación especial en lo que se refiere a resistividad.

No pretendemos hacer una descripción exhaustiva de cada sondeo porque sus detalles quedan explícitos en los logs del Anexo 4. A él nos remitimos.

4.5.1. Sondeo ALCOY-1

Lo más característico en él es la presencia de un potente paquete de arcillas carbonosas entre 32 y 53 metros. A techo y muro del citado paquete existen otros niveles similares de menor espesor.

Desde el punto de vista litológico cabe diferenciar tres tramos en el sondeo.

Un primer tramo predominantemente arcilloso hasta 70 m de profundidad. A continuación una zona de alternancias arcilla-arena hasta 115 m aproximadamente. Finalmente la serie parece presentar un notable contenido arenoso. En el registro del caliper es donde más evidente se hace esta diferenciación.

4.5.2. Sondeo ALCOY-4

Prácticamente a lo largo de toda la sección del mismo se identifican niveles de lignito, aunque de poca potencia y pobre calidad.

El más importante se localiza entre 118,30 y -122,60 m. Está constituido por una serie de capas de arcillas carbonosas intercaladas con arcillas, si bien existen dos capas de lignito más limpio entre 120-121,4 m y 121,8-122,2 m.

Otras capas de lignito relativamente limpio se sitúan entre 27,4-27,8 m, 43-43,6 m y 90-90,6 m.

Aparte existen otra serie de niveles aislados de baja calidad y un tramo donde se agrupan varios de ellos entre 179 y 183 m aproximadamente.

4.5.3. Sondeo ALCOY-6

Los niveles lignitíferos y de arcillas carbonosas se localizan casi exclusivamente en un tramo arcilloso que llega hasta 86,5 m y en otro tramo similar situado en-

tre 105-124,5 m. Estos niveles vienen definidos perfectamente por el registro de densidad tal como puede verse en el log correspondiente.

El resto de la sección es principalmente arenosa con abundantes niveles de areniscas. Los registros del caliper y de resistividad son evidentes al respecto definiendo dos tramos arenosos entre 86,5-105 m y 124,5 m-final del sondeo.

4.5.4. Sondeo CORTES DE BAZA-2

En este sondeo el registro de radiación gamma natural define dos tramos perfectamente diferenciados en torno a 75 m de profundidad.

El tramo superior se caracteriza por un mayor contenido arcilloso aunque con notables intercalaciones detríticas, algunas con niveles anormalmente altos de radiación gamma. Por ejemplo el tramo de areniscas situado entre 73 y 75 metros.

El tramo inferior es más homogéneo aunque también pueden diferenciarse pequeños niveles de arcillas carbonosas y un posible conglomerado entre 112,5 y 114,2 m aproximadamente.

De cualquier forma los niveles lignitíferos más significativos se sitúan en el tramo superior de los dos citados.

4.5.5. Sondeo FUENTENUEVA-1

Los únicos indicios de lignito se identifican en el tramo situado entre 27 y 31 metros. Se caracterizan - por unos valores relativamente altos de radiación gamma natural.

Aparte de ello es apreciable un descenso general del nivel de radiación gamma por debajo de 50 m de profundidad. Este hecho debe interpretarse como un incremento porcentual en el contenido arenoso de la sección.

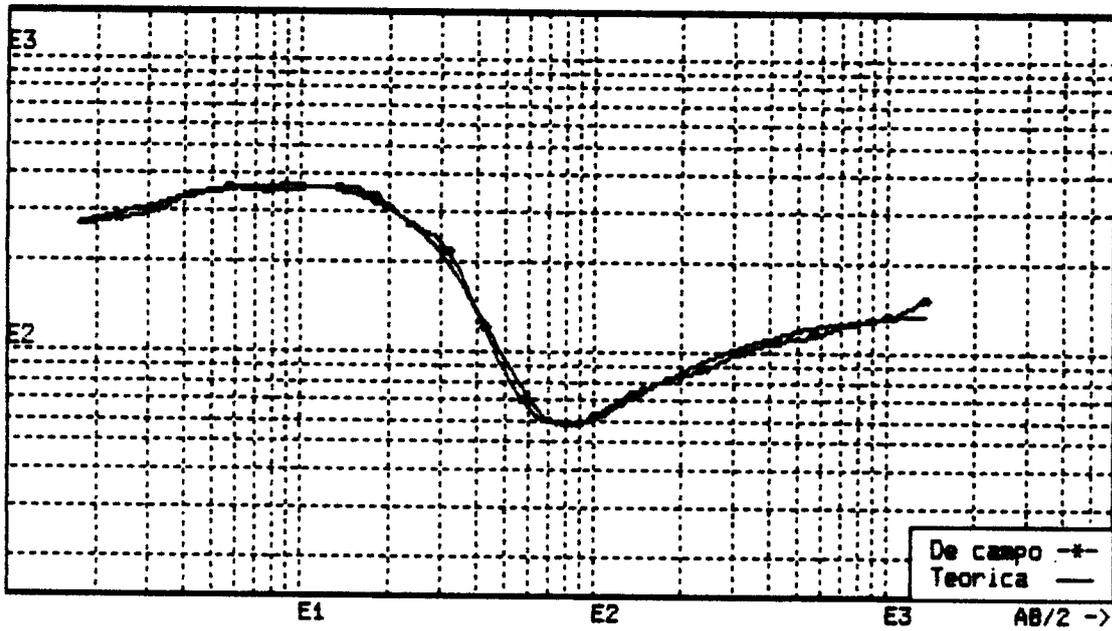
Madrid, Diciembre de 1987

ANEXO 1-1
CURVAS DE SEV DE LA PUEBLA DE D.FADRIQUE-HUESCAR

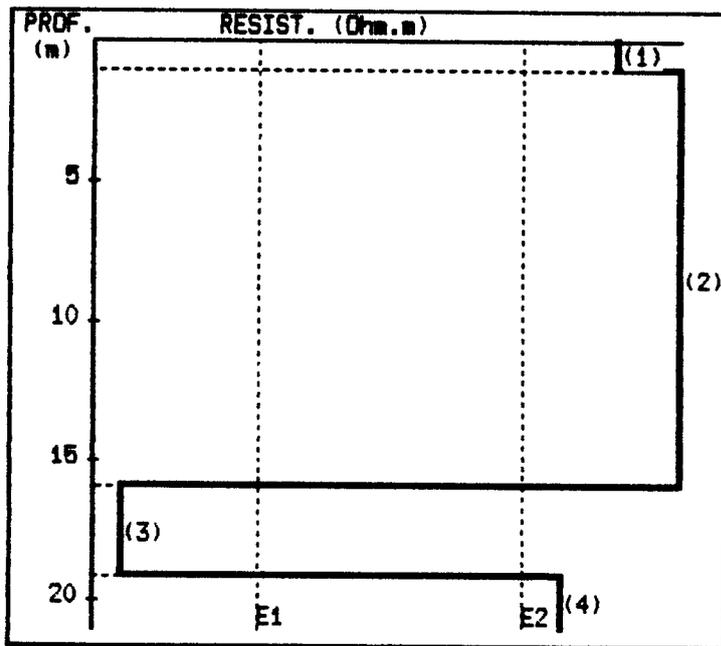
CLIENTE: I.G.M.E.
 =====

ZONA: HUESCAR
 =====

SEV: 1-1
 ===



CORTE GEOELECTRICO

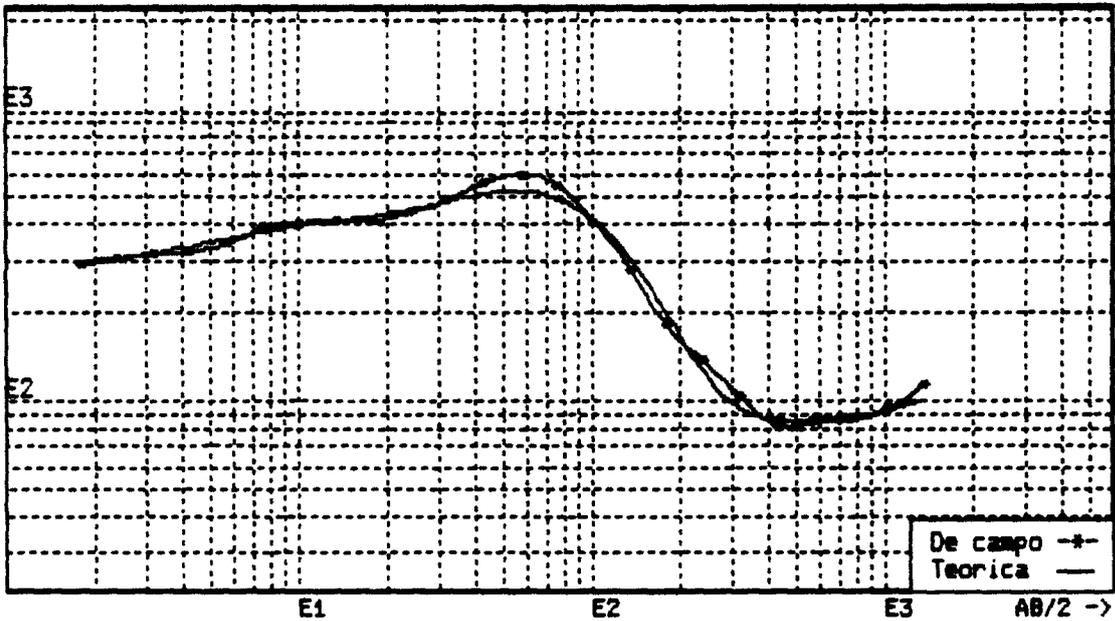


CAPA (NO)	RESIST (Ohm.m)	ESPEJOR (m)
(1)	230.0	1.0
(2)	400.0	15.0
(3)	3.0	3.2
(4)	140.0	—

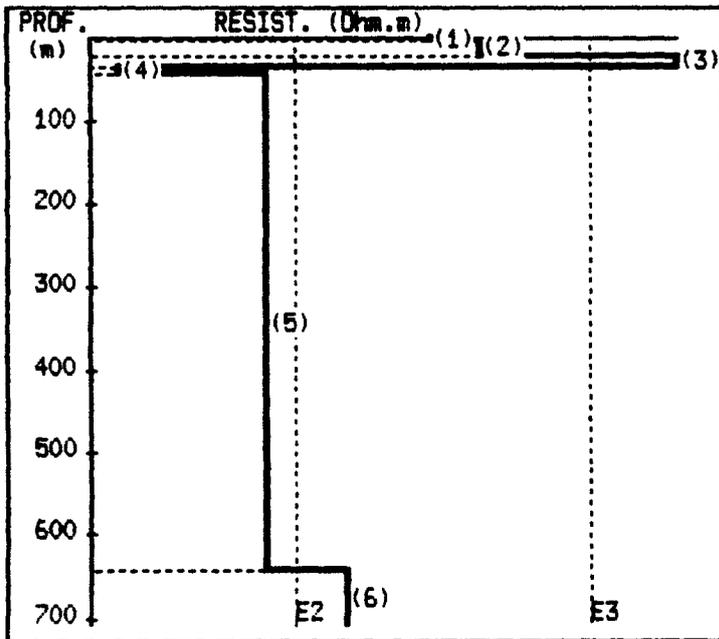
CLIENTE: I.G.M.E.
=====

ZONA: HUESCAR
=====

SEV: 1-2
=====



CORTE GEOELECTRICO

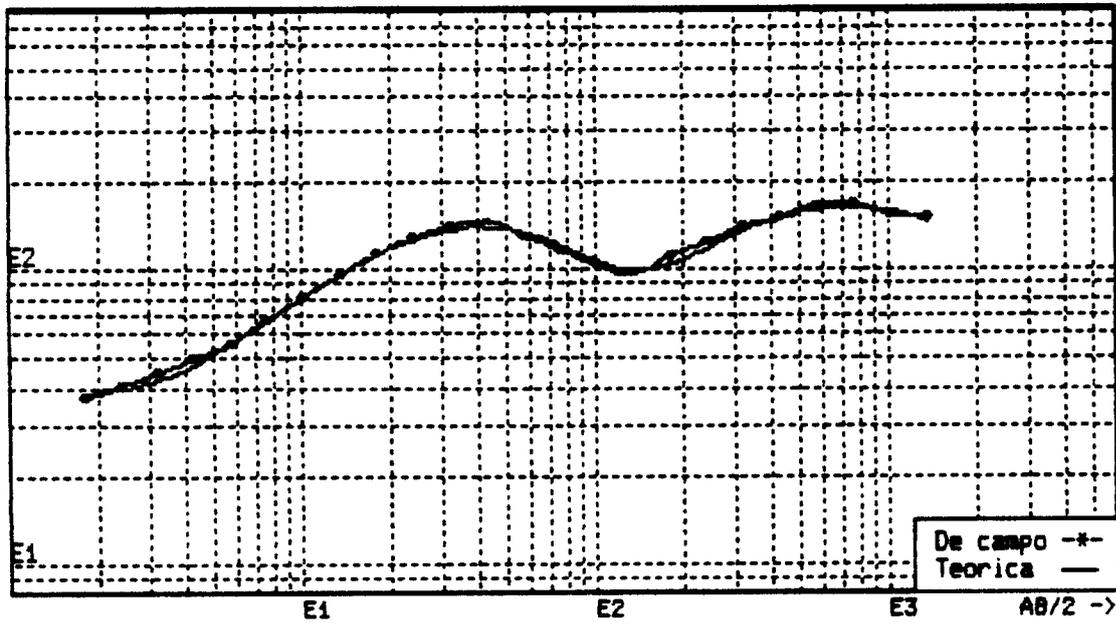


CAPA (NO)	RESIST (Ohm.m)	ESPESOR (m)
(1)	290.0	2.0
(2)	427.0	20.0
(3)	2000.0	13.0
(4)	25.0	10.0
(5)	80.0	600.0
(6)	150.0	--

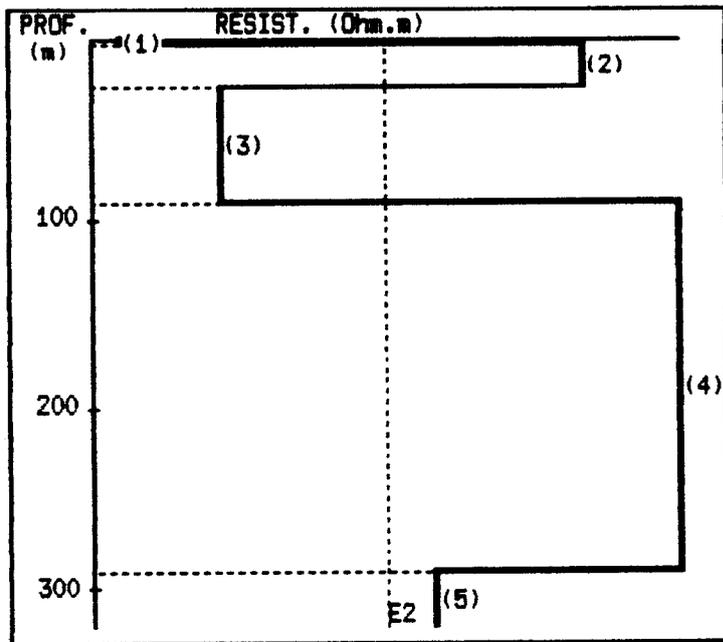
CLIENTE: I.G.M.E.
=====

ZONA: HUESCAR
=====

SEV: 1-3
=====



CORTE GEOELECTRICO

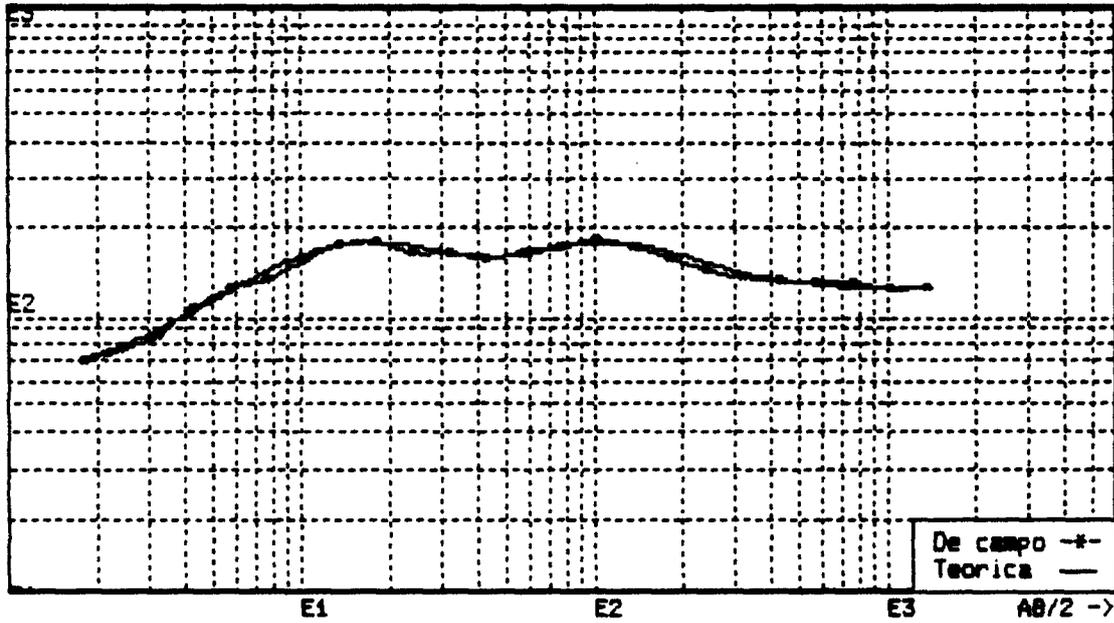


CAPA (Nº)	RESIST (Ohm.m)	ESPESOR (m)
(1)	37.0	3.2
(2)	209.0	24.0
(3)	54.0	64.0
(4)	300.0	200.0
(5)	120.0	--

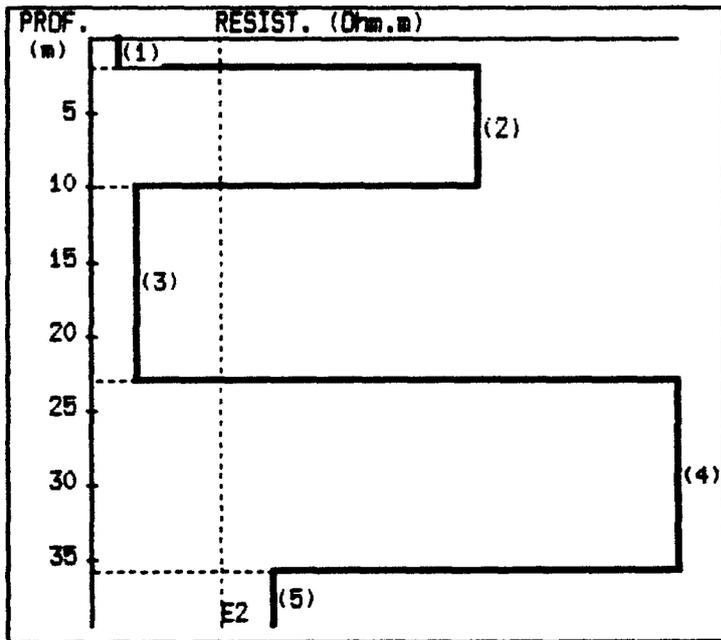
CLIENTE: I.G.M.E.
=====

ZONA: HUESCAR
=====

SEV: 1-4
=====

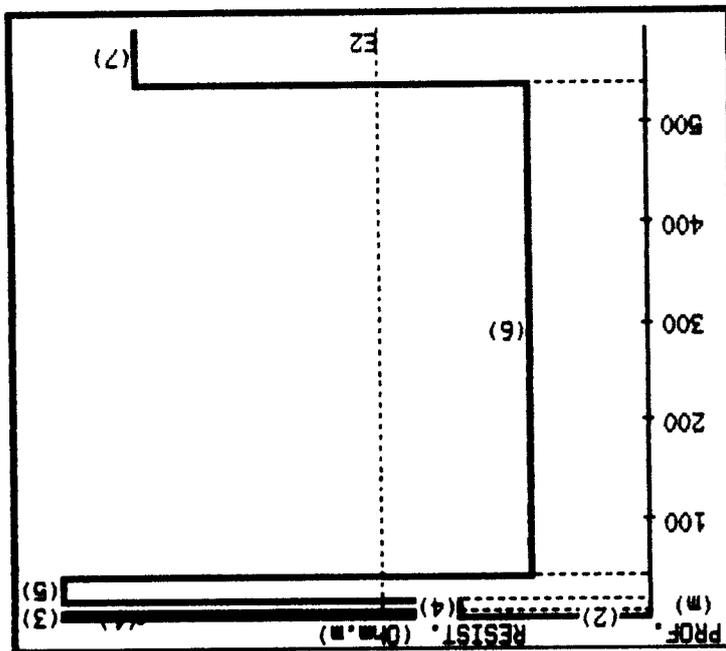


CORTE GEOELECTRICO

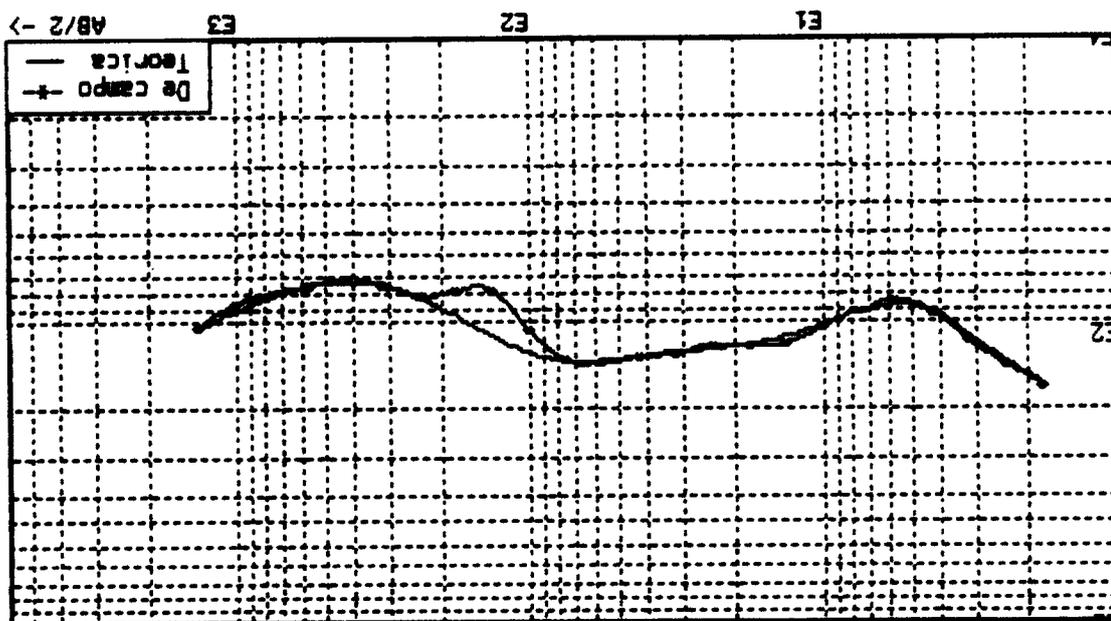


CAPA (NO)	RESIST (Ohm.m)	ESPESOR (m)
(1)	65.0	2.0
(2)	300.0	8.0
(3)	70.0	13.0
(4)	700.0	13.0
(5)	125.0	--

ESPAESOR	RESIST (Ohm.m)	Capa (m)
1.3	200.0	(1)
2.5	50.0	(2)
4.0	250.0	(3)
10.0	80.0	(4)
25.0	250.0	(5)
500.0	65.0	(6)
--	200.0	(7)



CORTE GEOELECTRICO

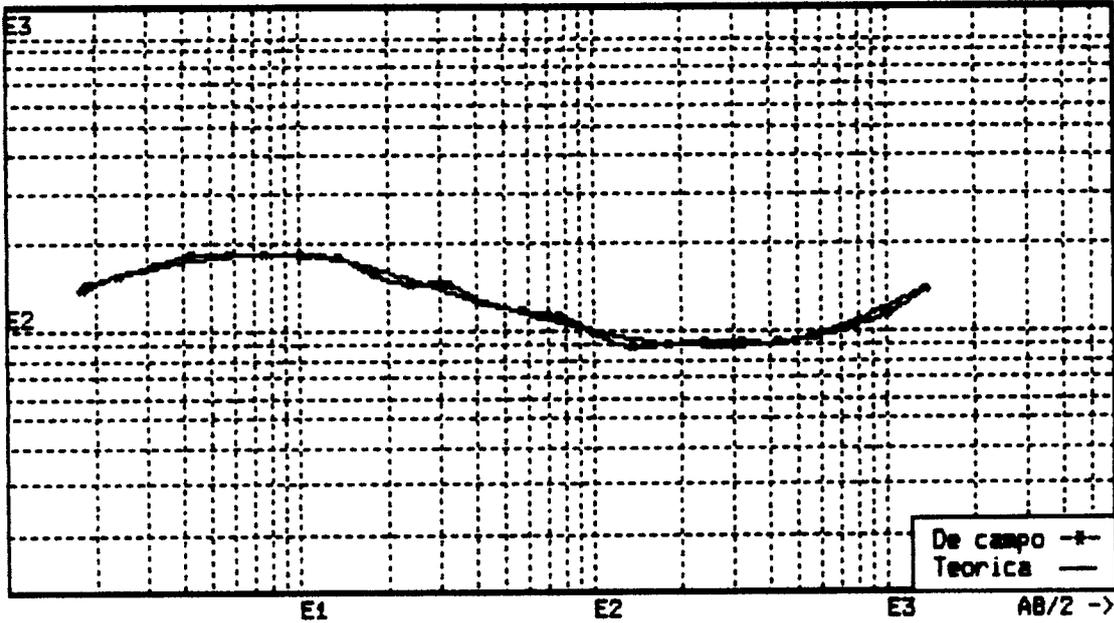


CLIENTE: I.G.M.E. ZONA: HUESCAR SEV: 1-5

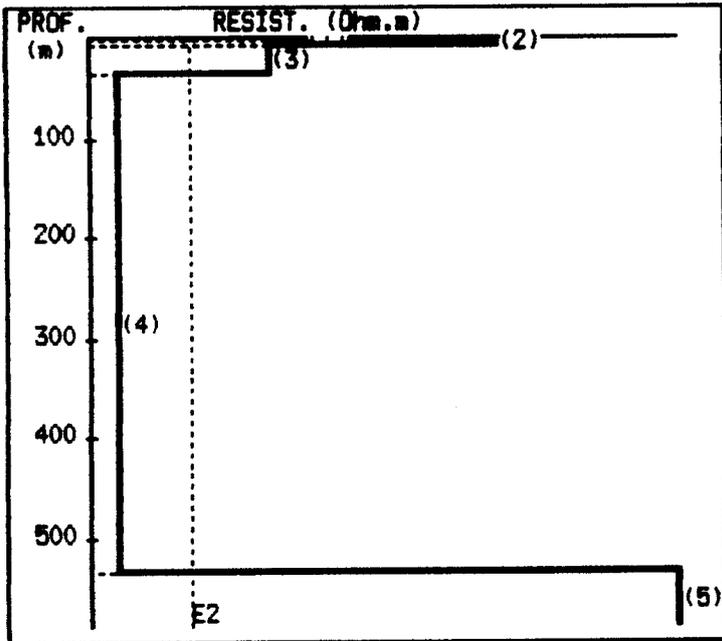
CLIENTE: I.G.M.E.
=====

ZONA: HUESCAR
=====

SEV: 1-6
===

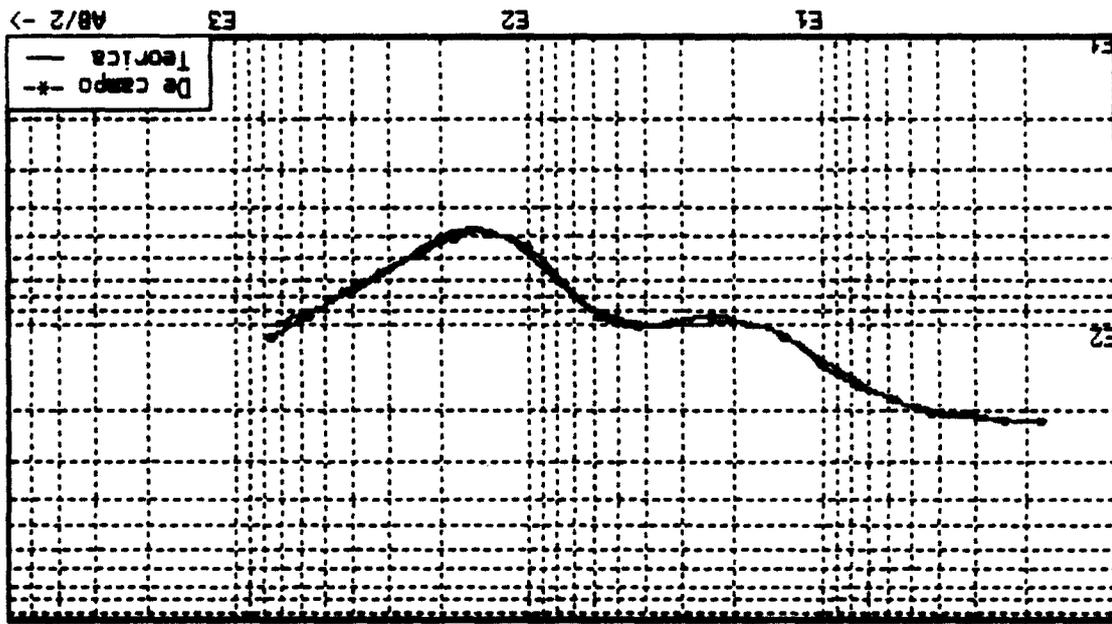
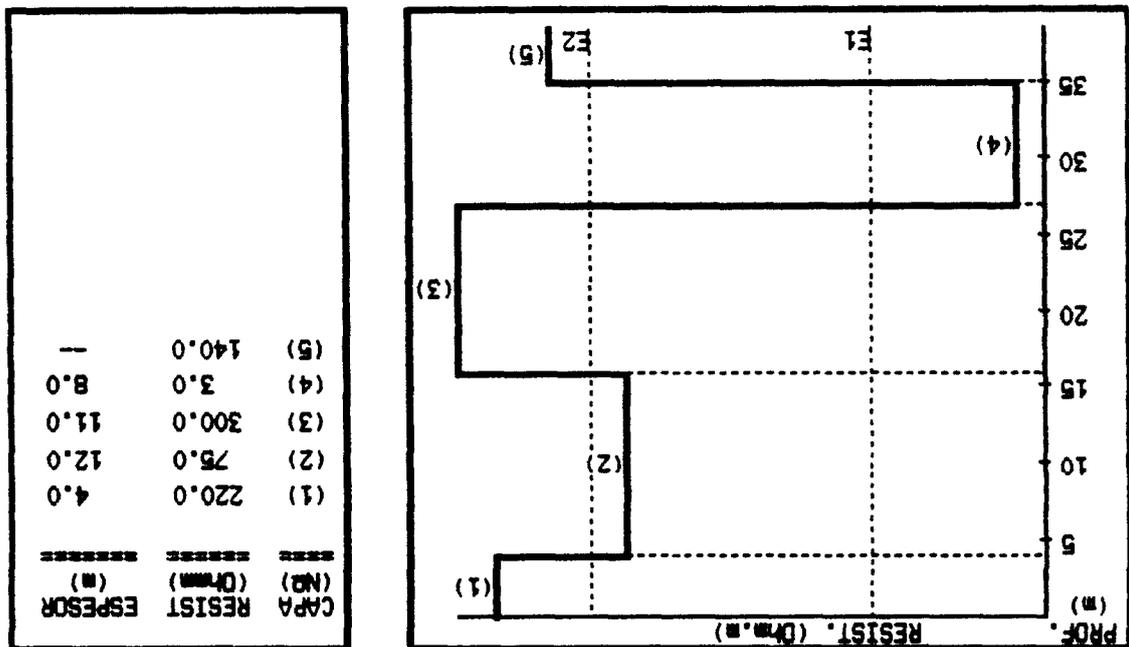


CORTE GEOELECTRICO



CAPA (Nº)	RESIST (Ohm.m)	ESPEJOR (m)
(1)	130.0	1.0
(2)	200.0	8.0
(3)	120.0	28.0
(4)	85.0	500.0
(5)	300.0	--

CORTE GEOELECTRICO

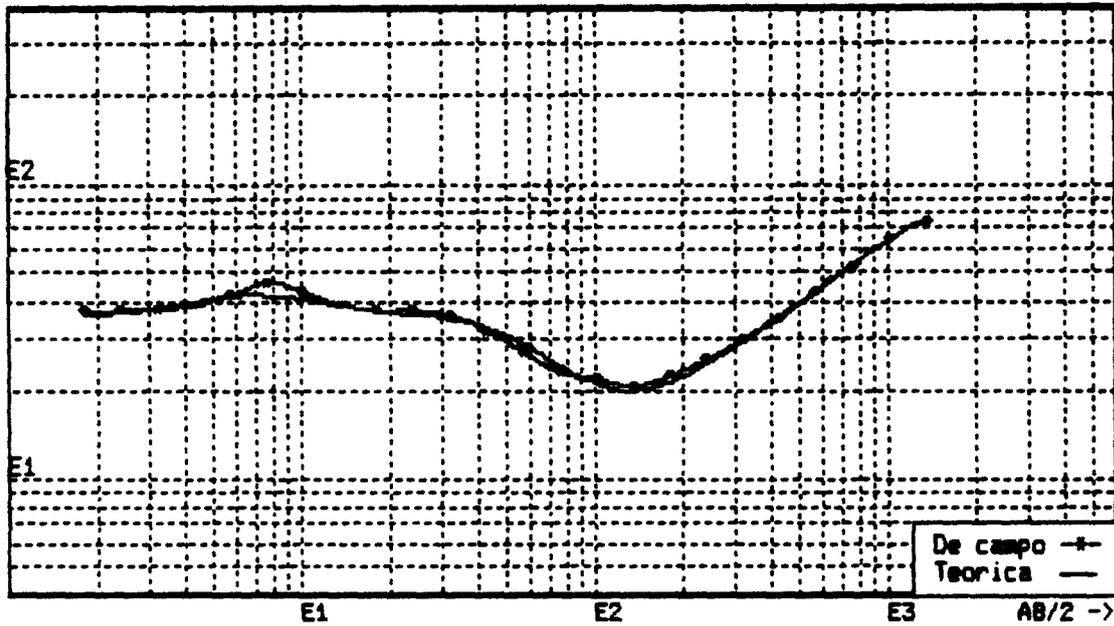


CLIENTE: I.G.M.E. ZONA: HUESCAR SEV: 1-7

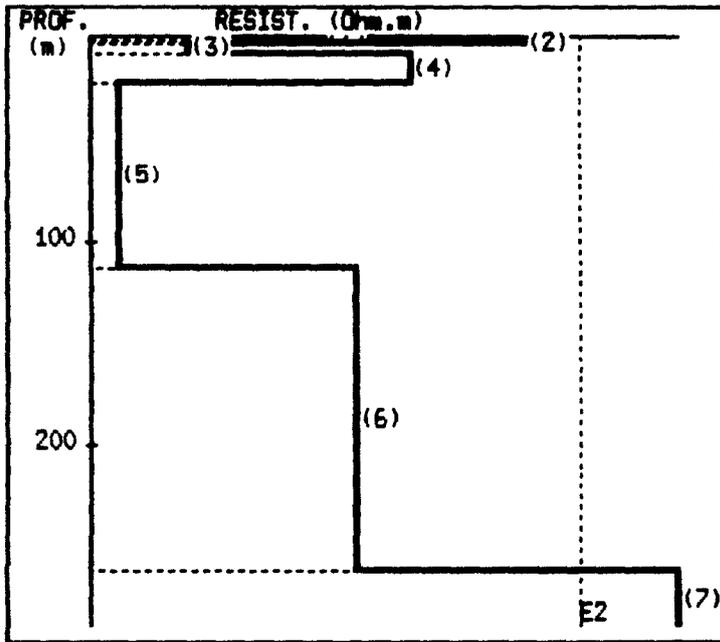
CLIENTE: I.G.M.E.
=====

ZONA: HUESCAR
=====

SEV: 1-8
=====



CORTE GEOELECTRICO

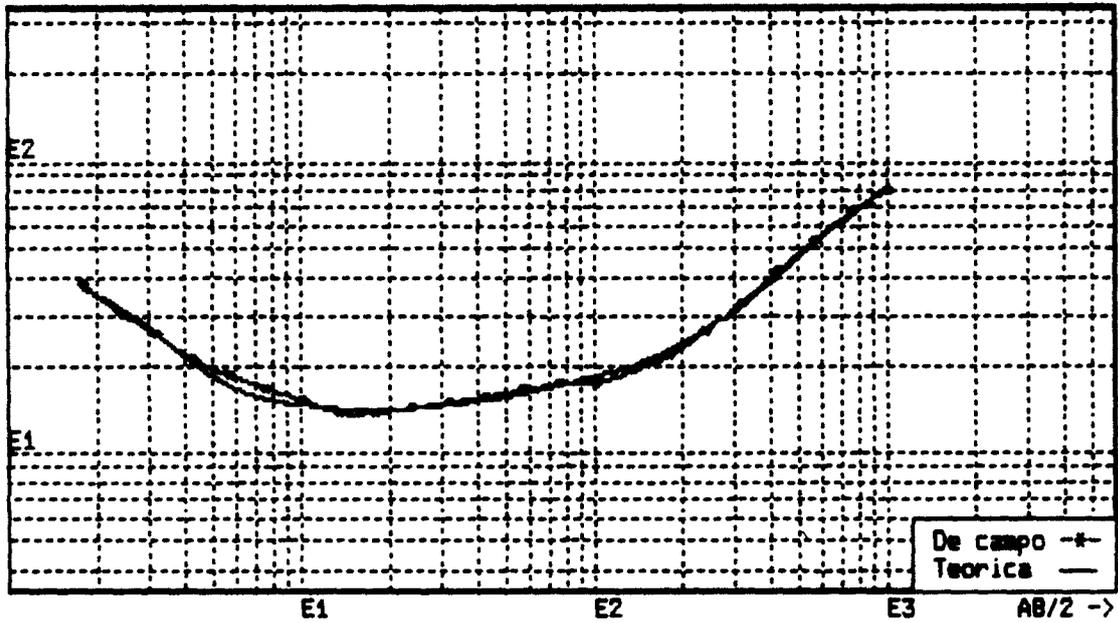


CAPA (NR)	RESIST (Ohm.m)	ESPOSOR (m)
(1)	35.0	2.5
(2)	80.0	2.0
(3)	20.0	4.0
(4)	50.0	15.0
(5)	15.0	90.0
(6)	40.0	150.0
(7)	150.0	--

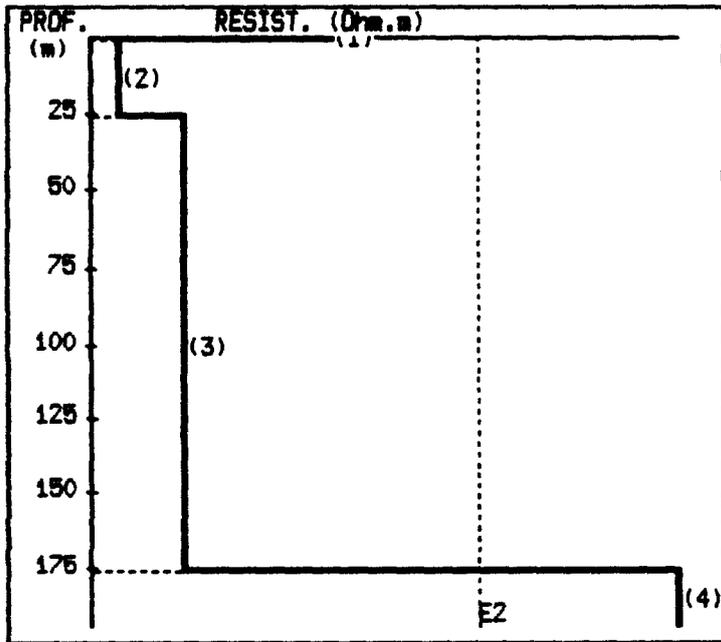
CLIENTE: I.G.M.E.
 =====

ZONA: HUESCAR
 =====

SEV: 1-9
 ===

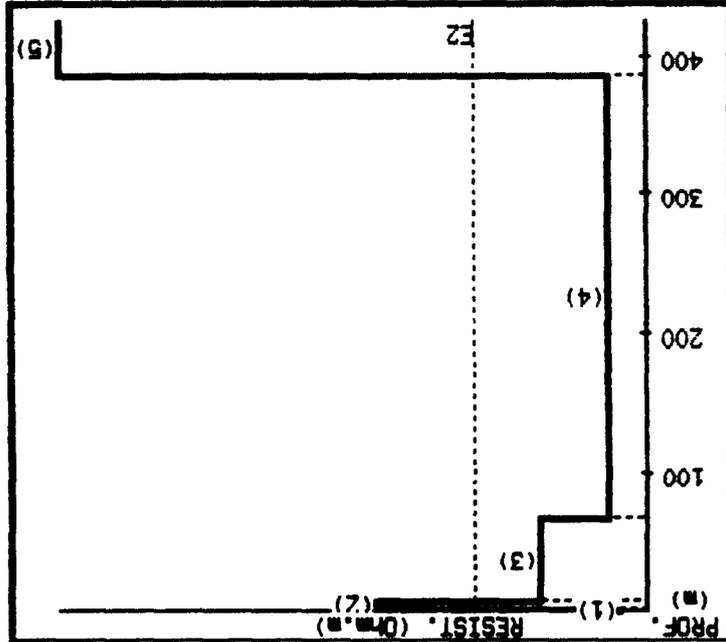


CORTE GEOELECTRICO

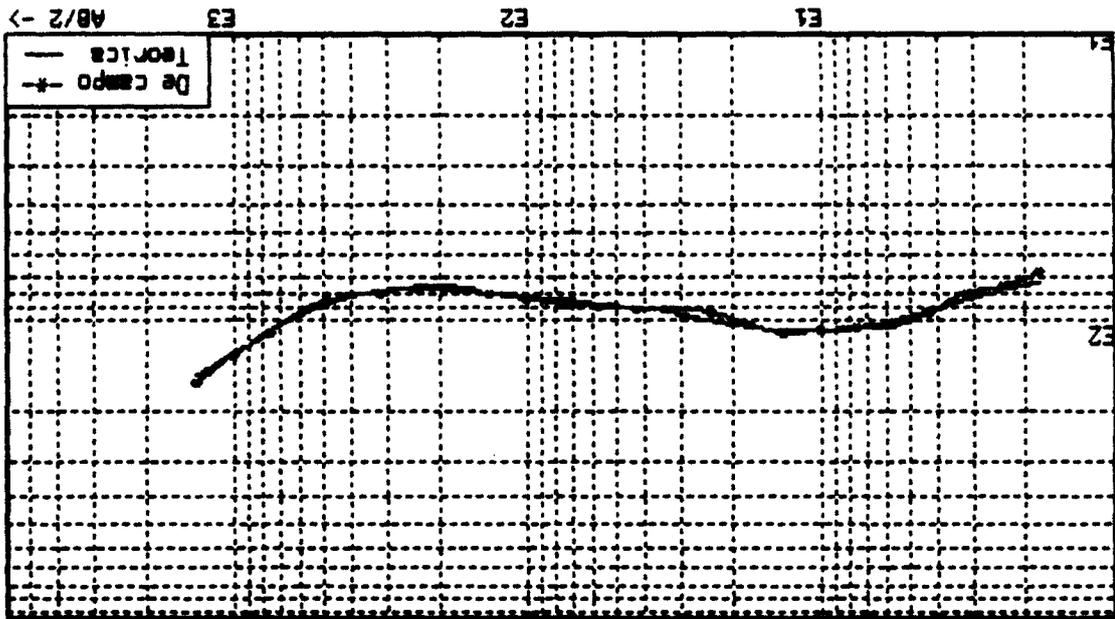


CAPA (NO)	RESIST (Ohm.m)	ESPESOR (m)
(1)	45.0	1.3
(2)	14.0	25.0
(3)	20.0	150.0
(4)	300.0	--

CAPA	RESIST	ESPESOR	(NO)	(Dm)	(m)
-----	-----	-----	(1)	68.0	1.6
-----	-----	-----	(2)	130.0	6.0
-----	-----	-----	(3)	84.0	60.0
-----	-----	-----	(4)	70.0	320.0
-----	-----	-----	(5)	300.0	---



CORTE GEOELECTRICO



SEV: 2-10

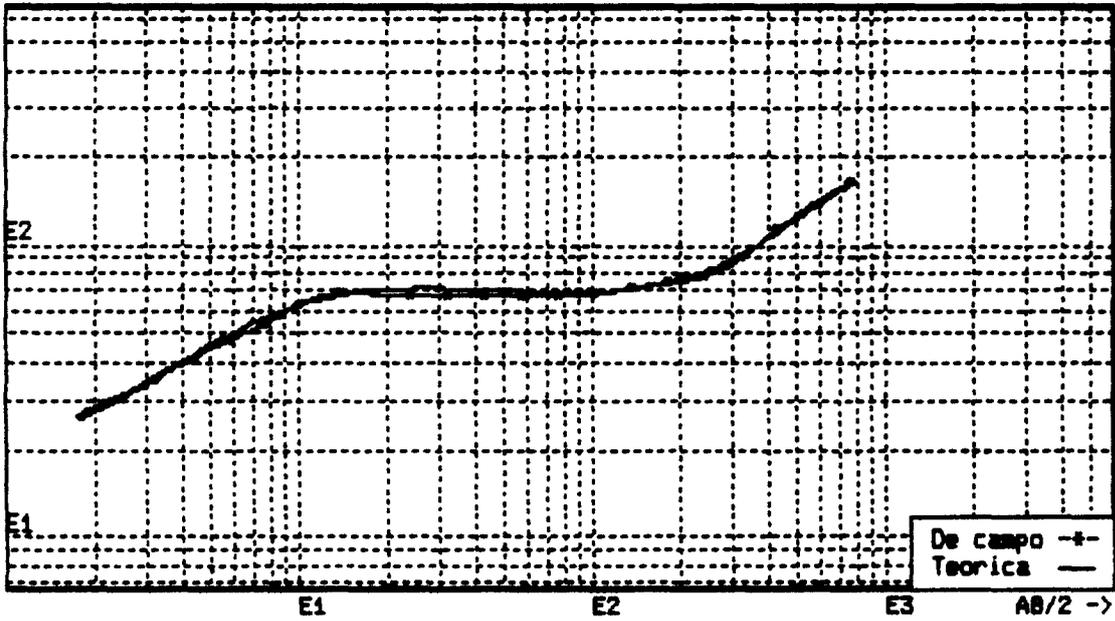
ZONA: HUESCAR

CLIENTE: I.G.M.E.

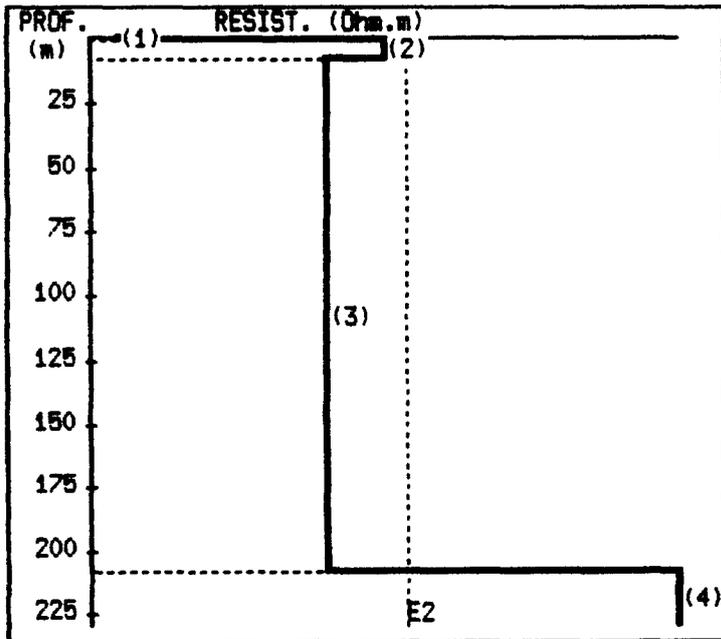
CLIENTE: I.G.M.E.
=====

ZONA: HUESCAR
=====

SEV: 2-11
===



CORTE GEOELECTRICO

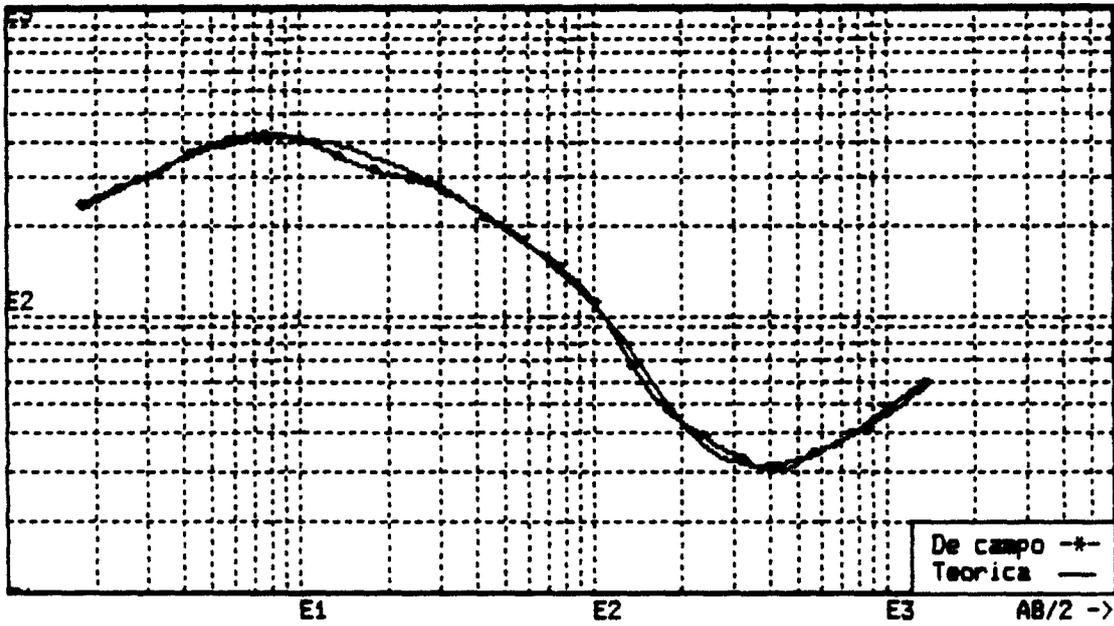


CAPA (No)	RESIST (Ohm.m)	ESPESOR (m)
(1)	23.0	1.5
(2)	90.0	7.0
(3)	67.0	200.0
(4)	400.0	--

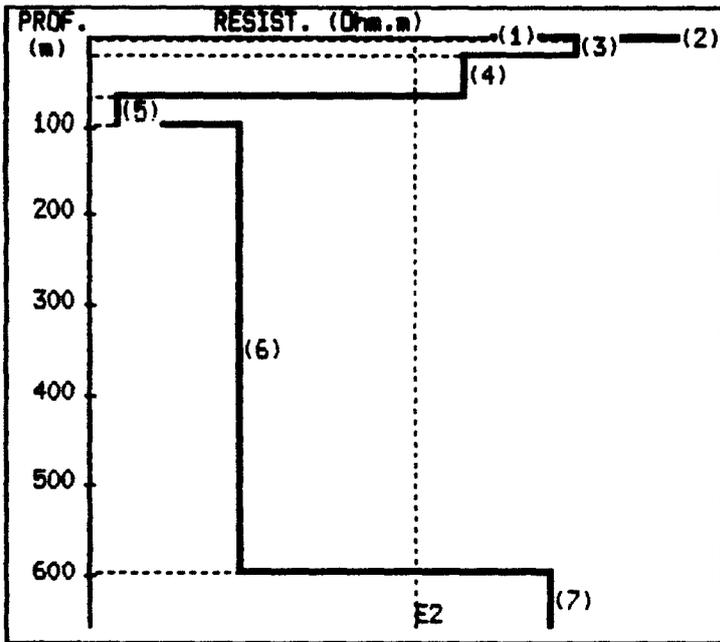
CLIENTE: I.G.M.E.
=====

ZONA: HUESCAR
=====

SEV: 2-12
===



CORTE GEOELECTRICO

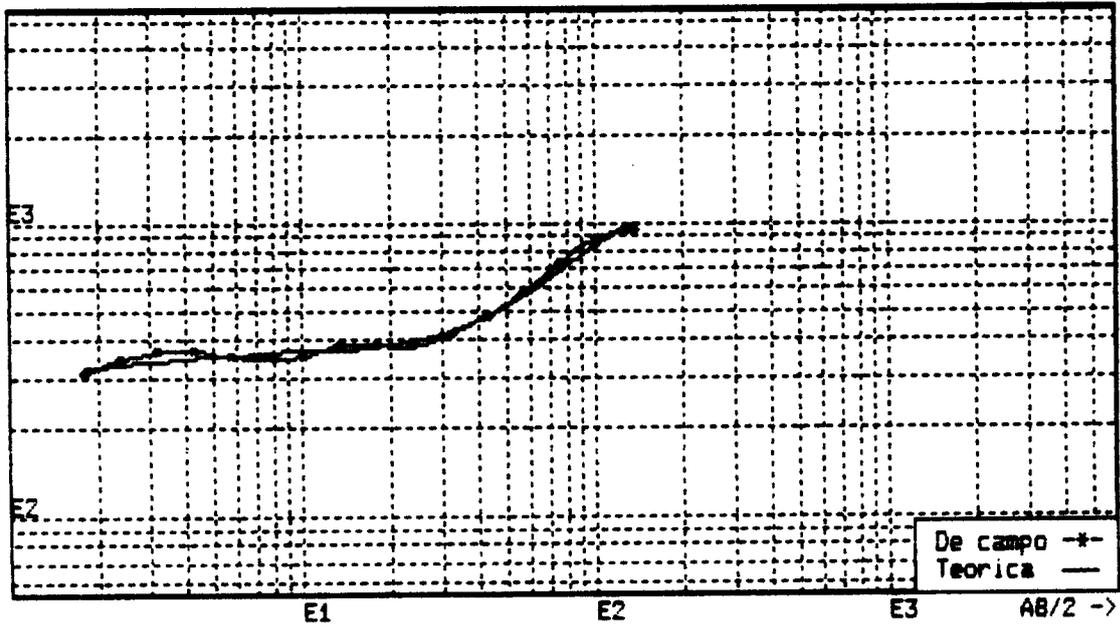


CAPA (Nº)	RESIST (Ohm.m)	ESPESOR (m)
(1)	170.0	1.0
(2)	600.0	3.5
(3)	300.0	15.0
(4)	140.0	50.0
(5)	13.0	30.0
(6)	30.0	500.0
(7)	250.0	--

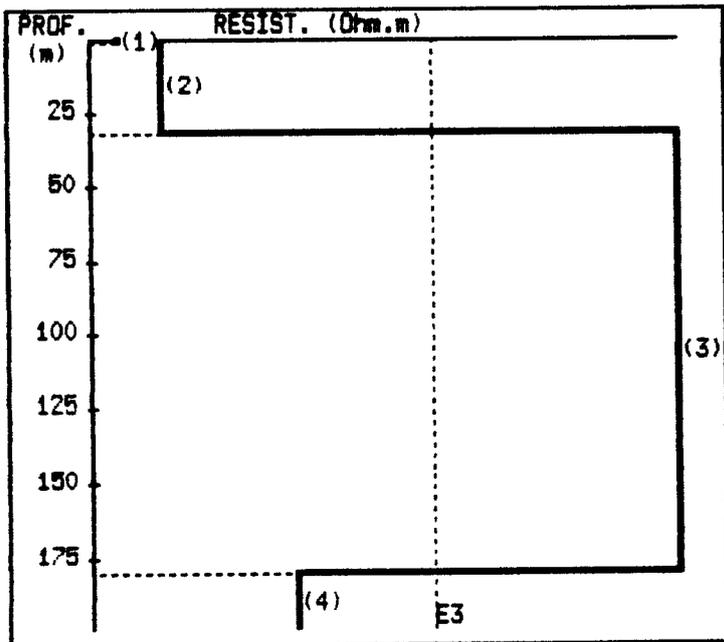
CLIENTE: I.G.M.F.
=====

ZONA: HUESCAR
=====

SEV: 2-13
=====



CORTE GEOELECTRICO

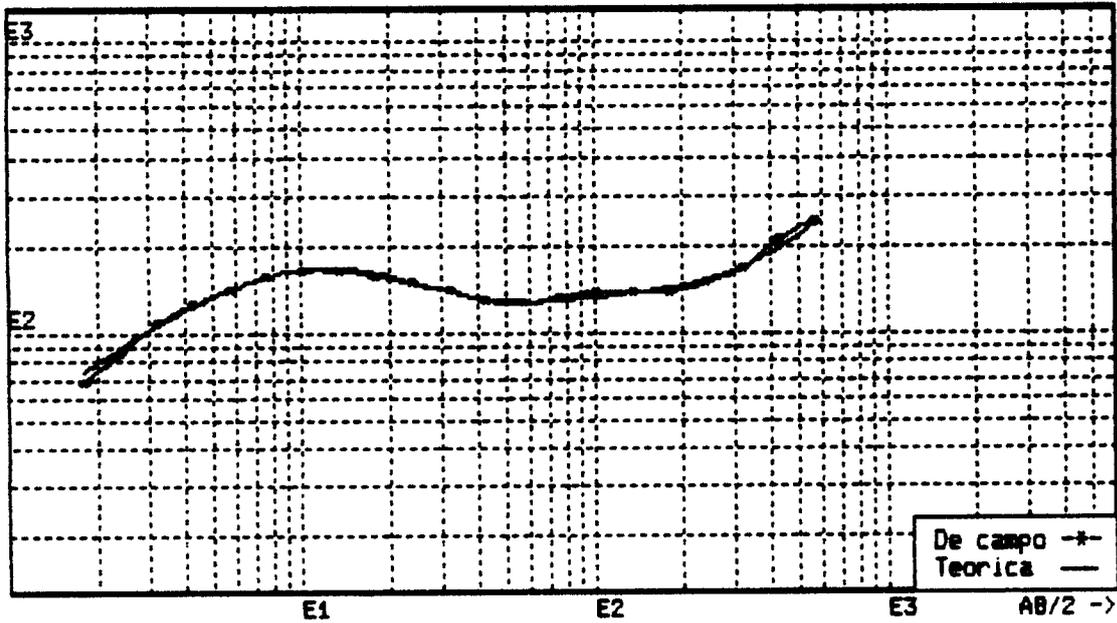


CAPA (NO.)	RESIST (Ohm.m)	ESPOSOR (m)
(1)	310.0	1.2
(2)	365.0	30.0
(3)	2500.0	150.0
(4)	600.0	--

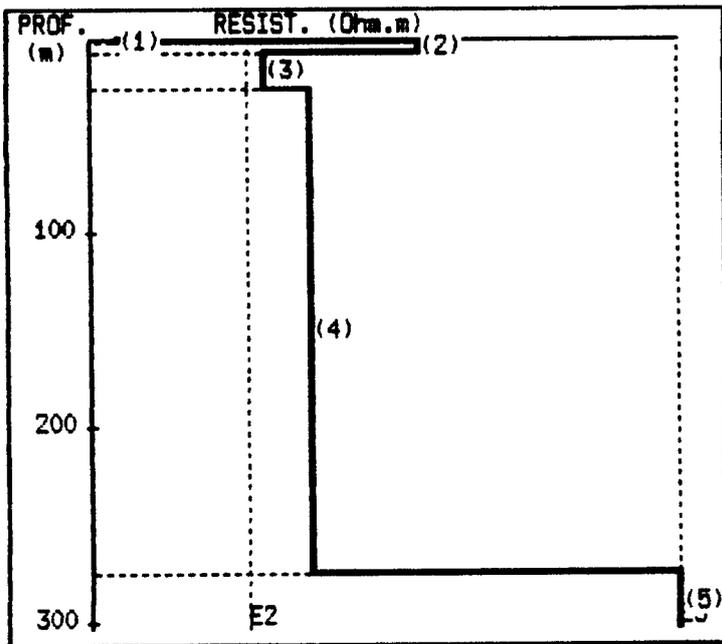
CLIENTE: I.G.M.E.
=====

ZONA: HUESCAR
=====

SEV: 2-14
=====



CORTE GEOELECTRICO

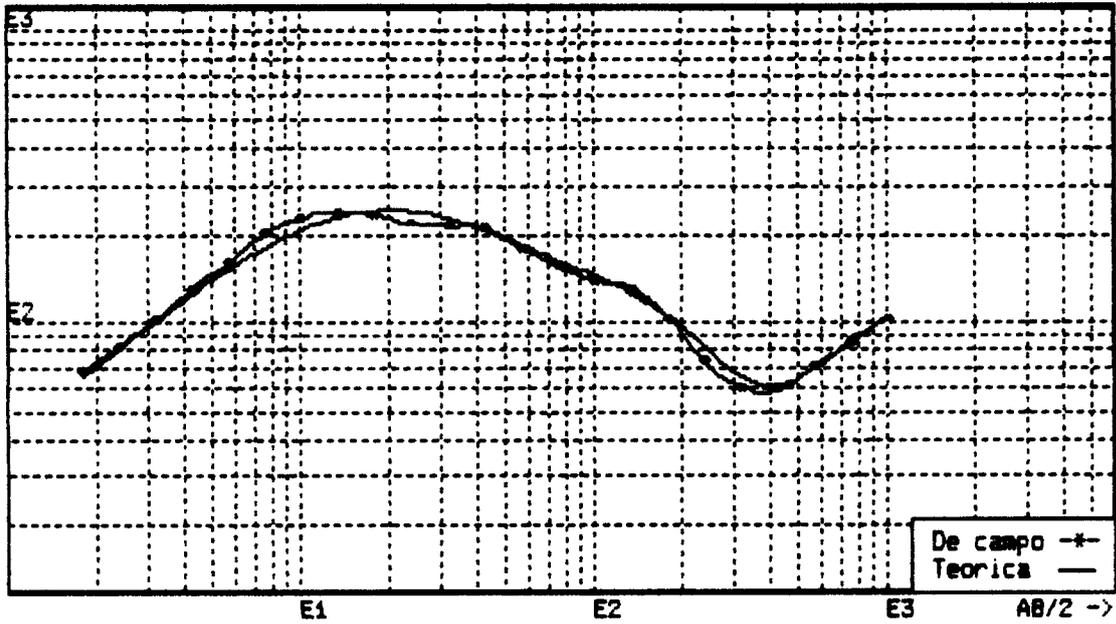


CAPA (Nº)	RESIST (Ohm)	ESPEJOR (m)
(1)	50.0	1.0
(2)	250.0	5.5
(3)	110.0	20.0
(4)	140.0	250.0
(5)	1000.0	—

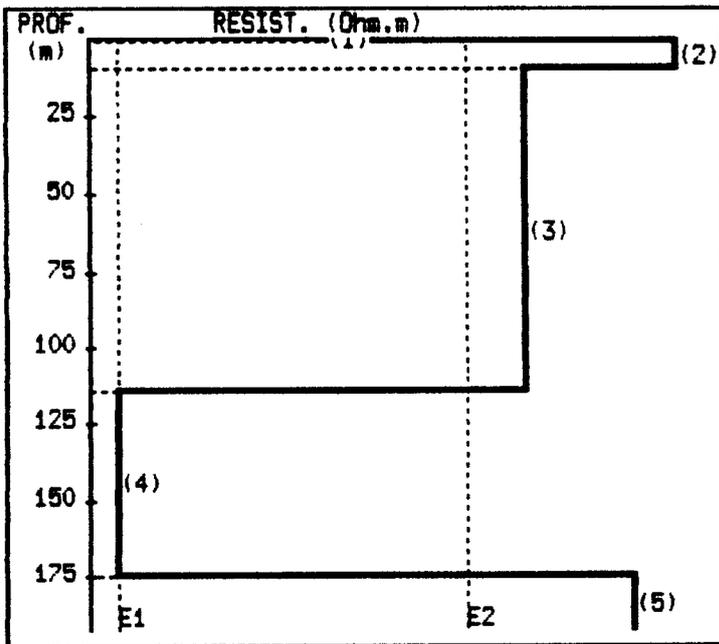
CLIENTE: I.G.M.E.
=====

ZONA: HUESCAR
=====

SEV: 2-15
=====



CORTE GEOELECTRICO



CAPA (Nº)	RESIST (Ohm.m)	ESPESOR (m)
(1)	40.0	1.0
(2)	400.0	9.0
(3)	147.0	105.0
(4)	10.0	60.0
(5)	300.0	--

CLIENTE: I.G.M.E.

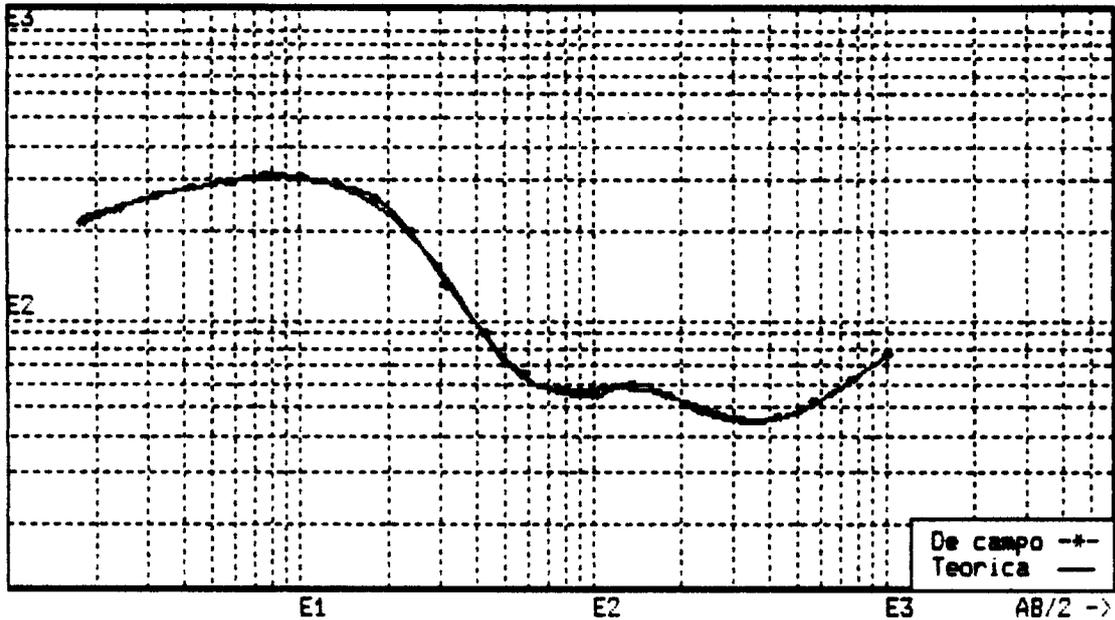
ZONA: HUESCAR

SEV: 2-16

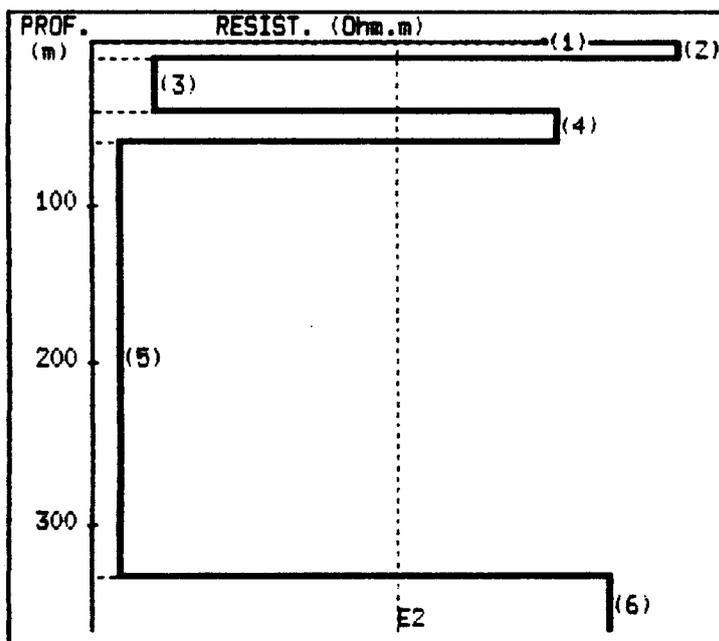
=====

=====

===



CORTE GEOELECTRICO

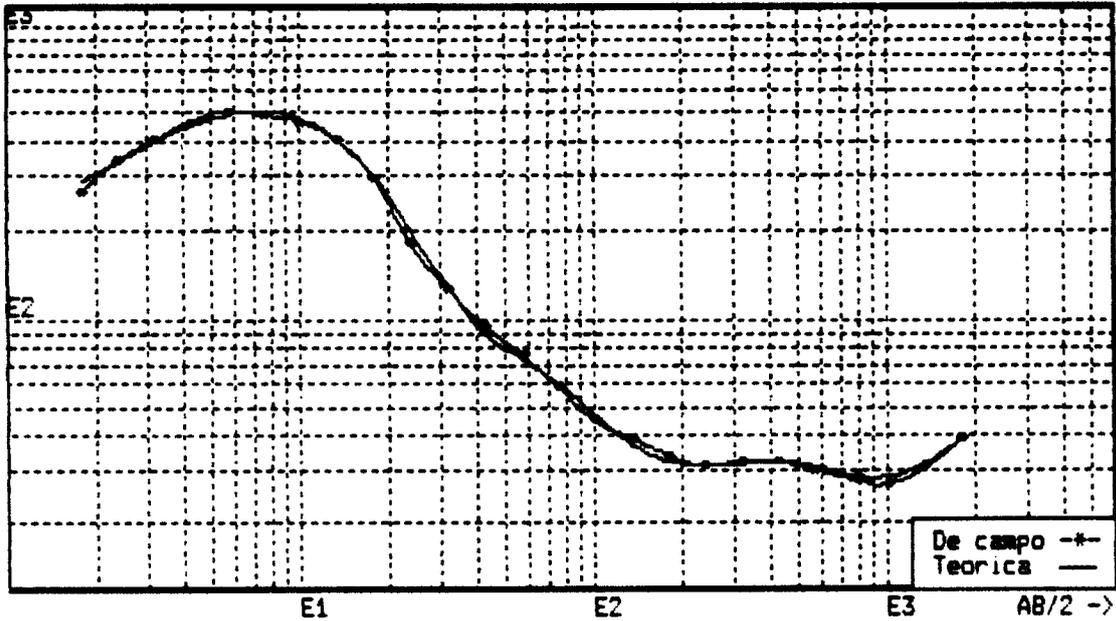


CAPA (NO)	RESIST (Ohm)	ESPEJOR (m)
(1)	190.0	1.0
(2)	340.0	11.5
(3)	35.0	30.0
(4)	200.0	20.0
(5)	30.0	270.0
(6)	250.0	--

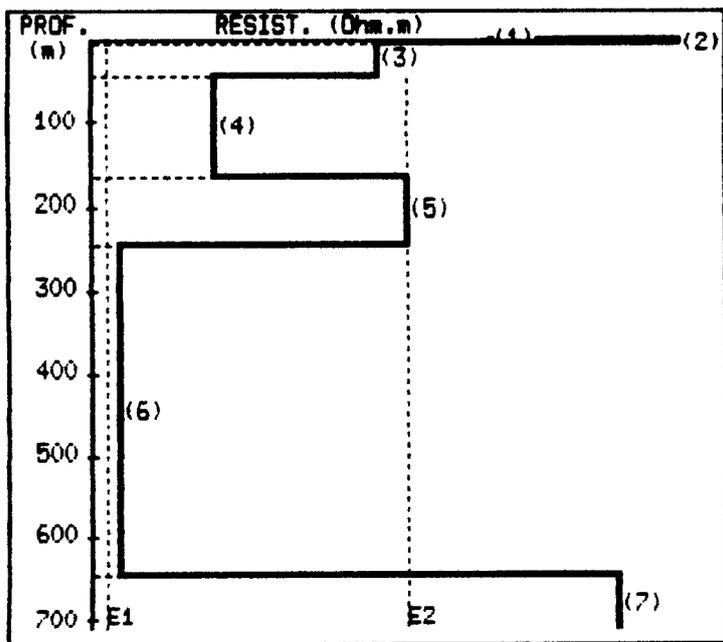
CLIENTE: I.G.M.E.
=====

ZONA: HUESCAR
=====

SEV: 2-17
=====

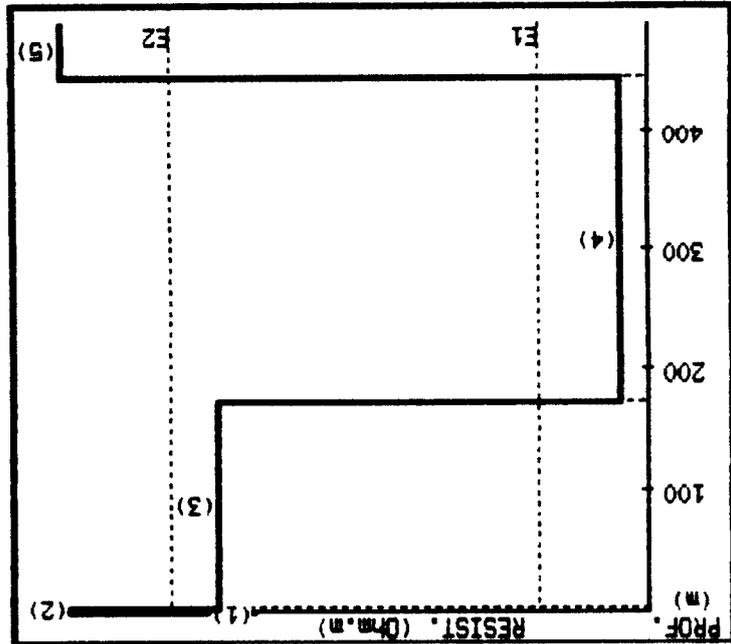


CORTE GEOELECTRICO

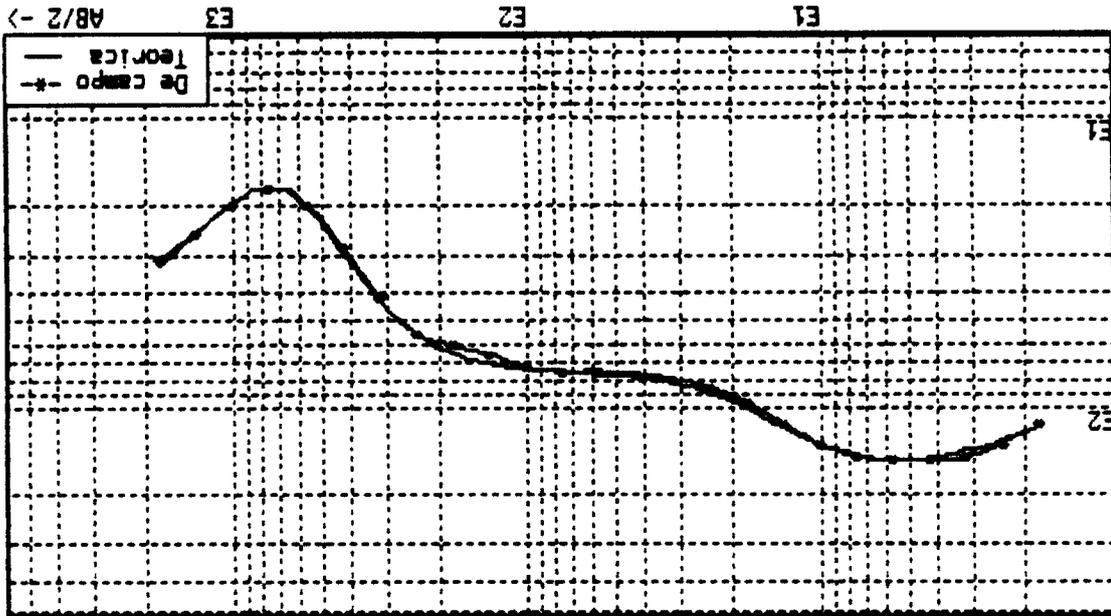


CAPA (NO)	RESIST (Ohm)	ESPESOR (m)
(1)	190.0	0.9
(2)	800.0	5.0
(3)	80.0	40.0
(4)	23.0	120.0
(5)	100.0	80.0
(6)	11.0	400.0
(7)	500.0	--

CAPA	RESIST. (Ohm.m)	ESPAESOR (m)
(1)	60.0	0.5
(2)	190.0	4.0
(3)	75.0	170.0
(4)	6.0	270.0
(5)	200.0	--



CORTE GEOELECTRICO



SEV: 2-18

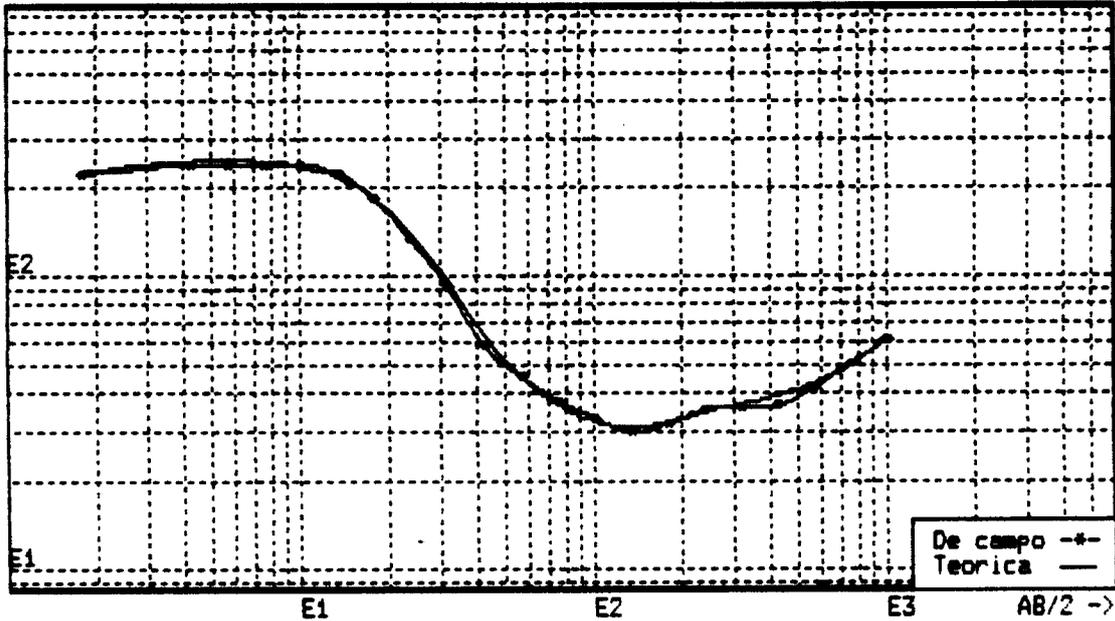
ZONA: HUESCAR

CLIENTE: I.G.M.E.

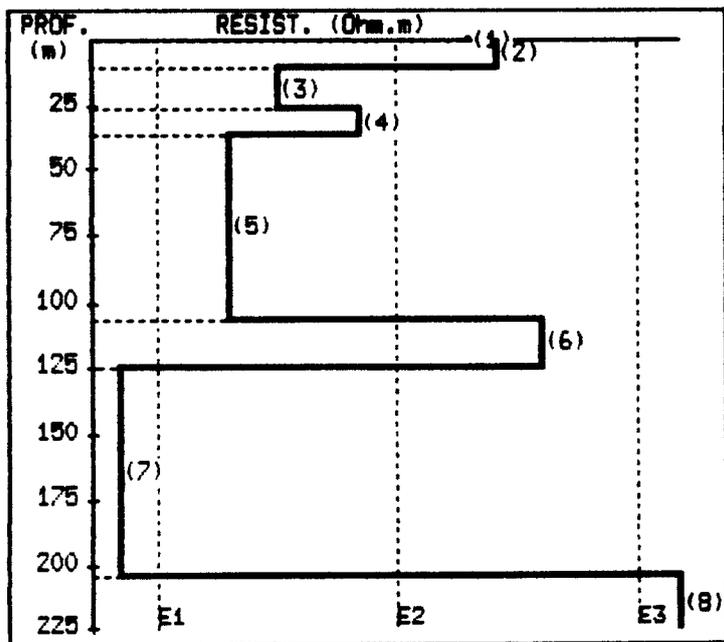
CLIENTE: I.G.M.E.
=====

ZONA: HUESCAR
=====

SEV: 2-19
=====

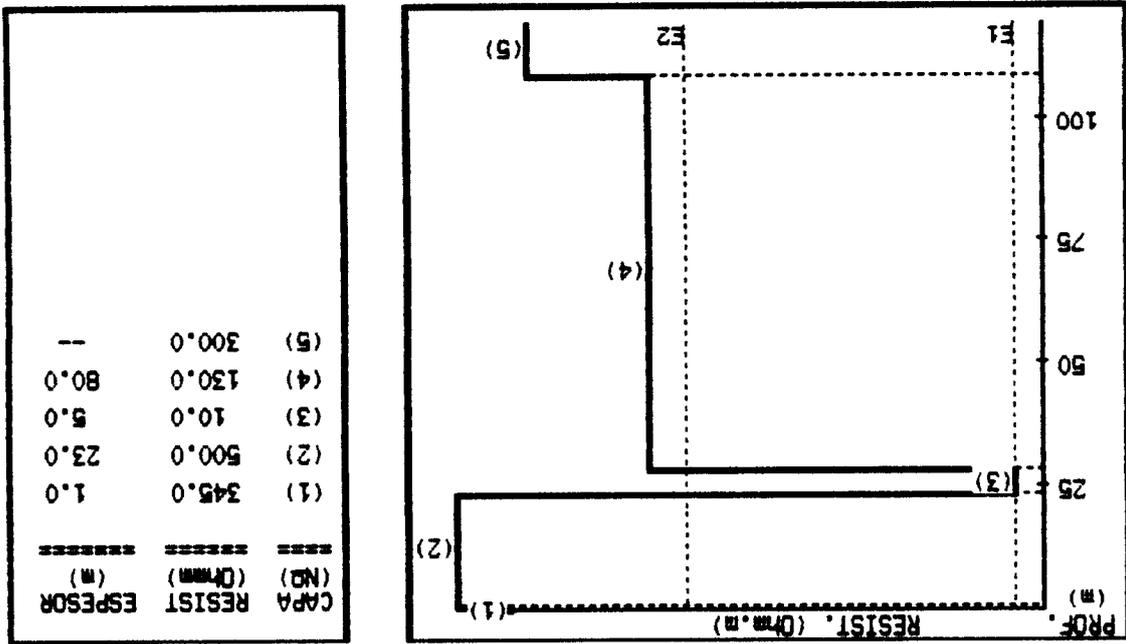


CORTE GEOELECTRICO

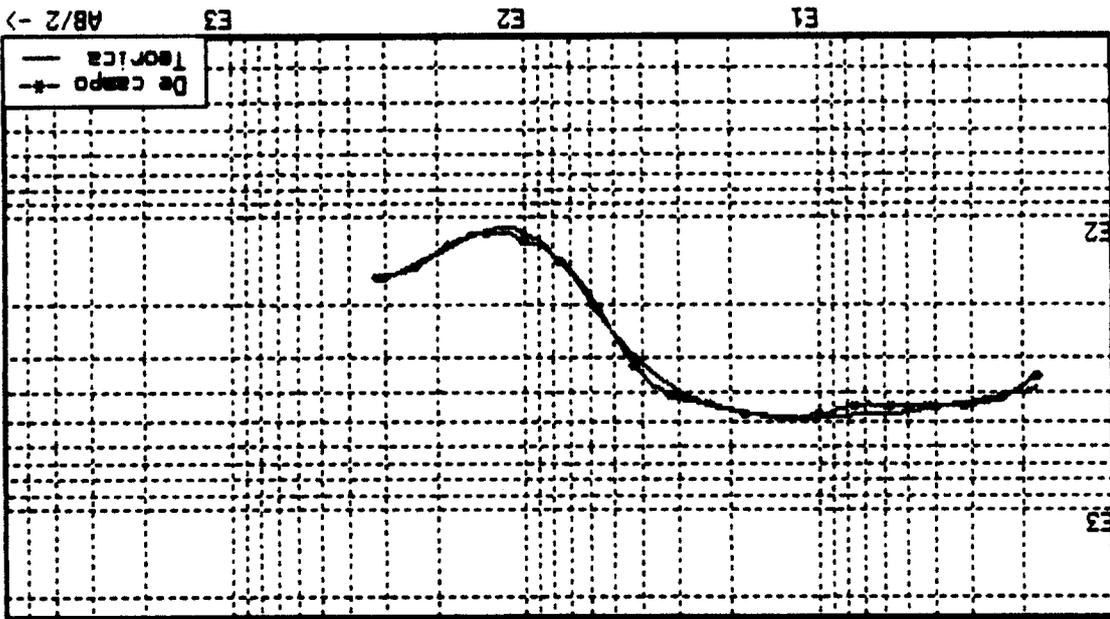


CAPA (NO)	RESIST (Ohm.m)	ESPESOR (m)
(1)	200.0	0.7
(2)	260.0	11.0
(3)	32.0	15.0
(4)	70.0	10.0
(5)	20.0	70.0
(6)	400.0	18.0
(7)	7.0	80.0
(8)	1500.0	--

CORTE GEOELECTRICO



CAPA	RESIST	ESPESSOR	(NO)	(Ohm.m)	(m)
(1)	345.0	1.0	=====	=====	=====
(2)	500.0	23.0	=====	=====	=====
(3)	10.0	5.0	=====	=====	=====
(4)	130.0	80.0	=====	=====	=====
(5)	300.0	--	=====	=====	=====



SEV: 2-20

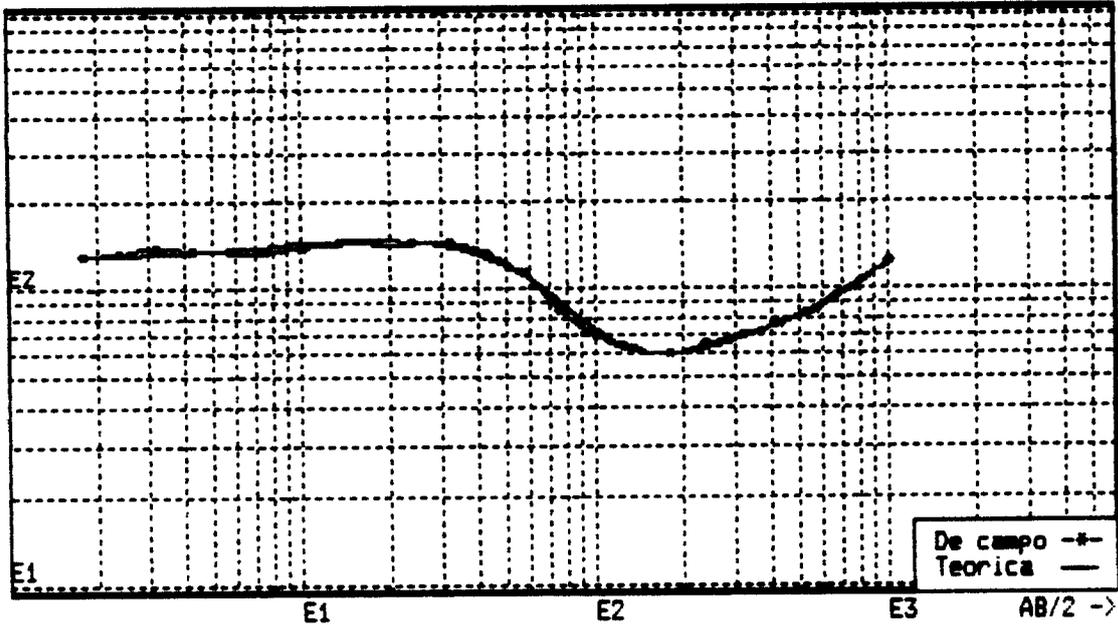
ZONA: HUESCAR

CLIENTE: I.G.M.E.

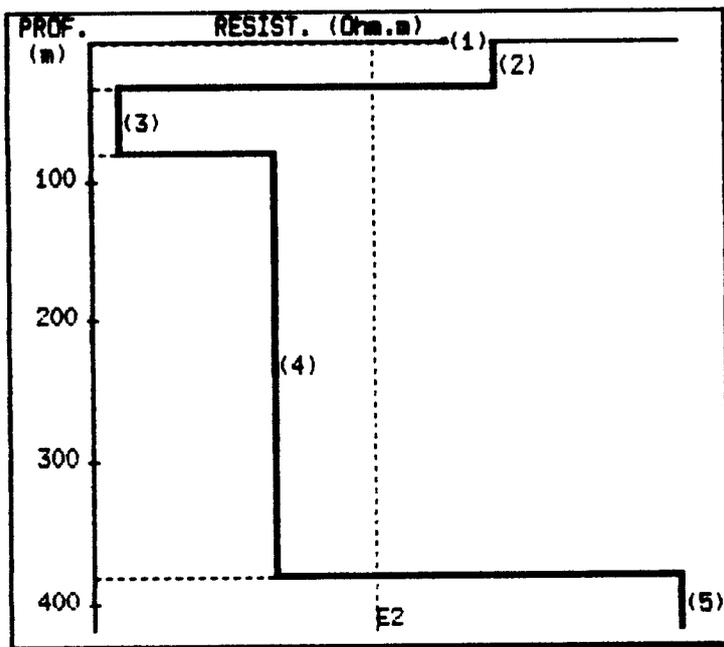
CLIENTE: I.G.M.E.
=====

ZONA: HUESCAR
=====

SEV: 3-21
===



CORTE GEOELECTRICO

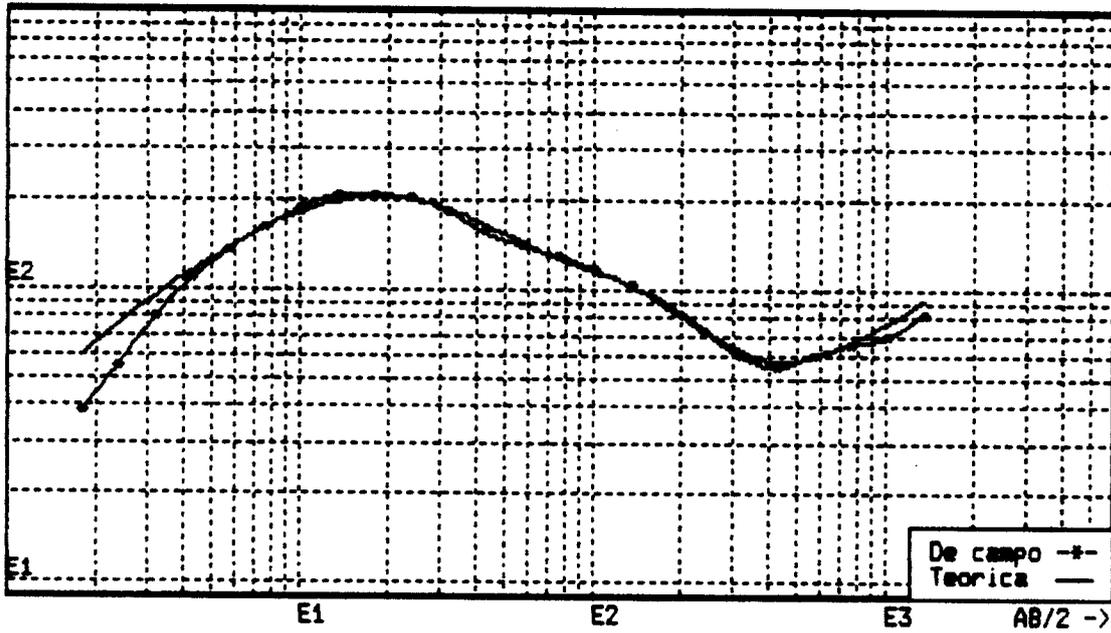


CAPA (Nº)	RESIST (Ohm.m)	ESPESOR (m)
(1)	130.0	2.8
(2)	185.0	30.0
(3)	40.0	50.0
(4)	70.0	300.0
(5)	300.0	--

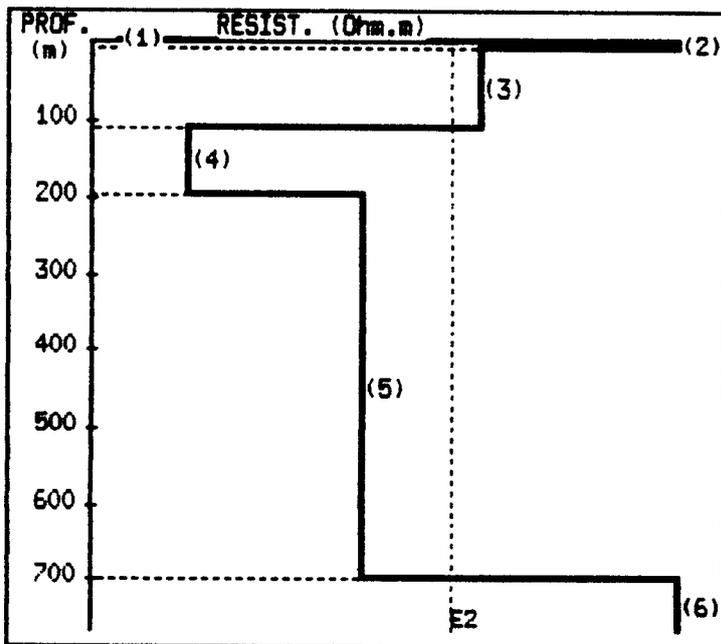
CLIENTE: I.G.M.E.
=====

ZONA: HUESCAR
=====

SEV: 3-22
=====



CORTE GEOELECTRICO

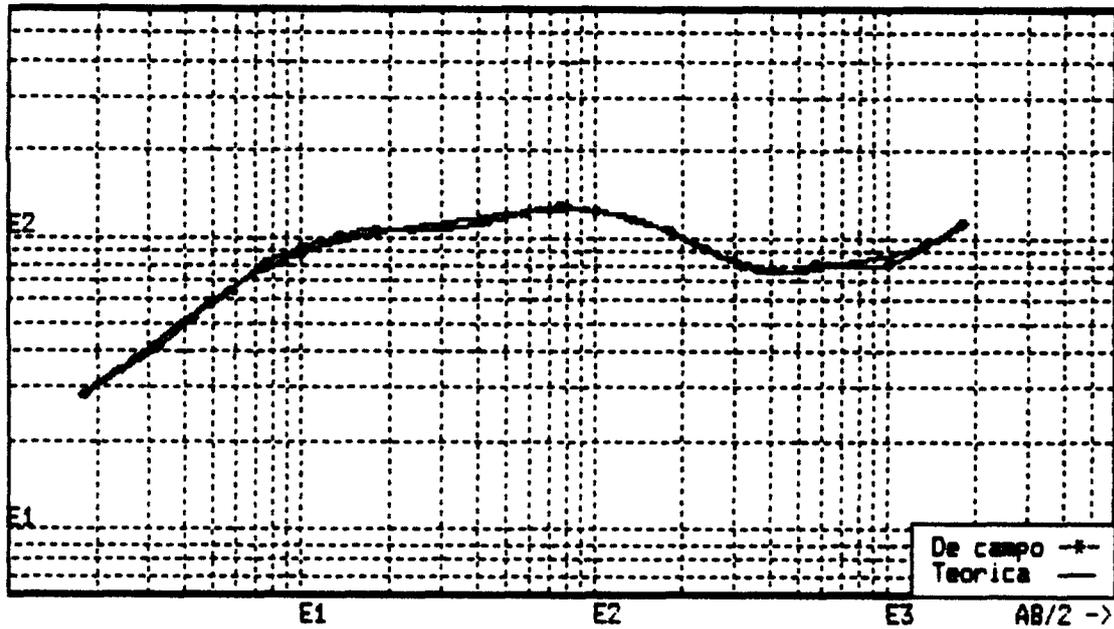


CAPA (NO)	RESIST (Ohm.m)	ESPESOR (m)
(1)	20.0	0.5
(2)	300.0	10.0
(3)	115.0	100.0
(4)	28.0	90.0
(5)	65.0	500.0
(6)	300.0	--

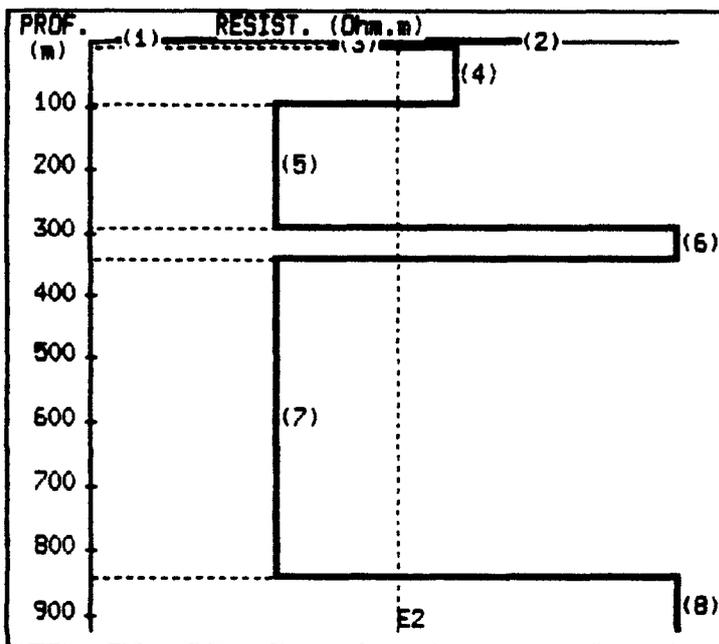
CLIENTE: I.G.M.E.
=====

ZONA: HUESCAR
=====

SEV: 3-23
=====



CORTE GEOELECTRICO

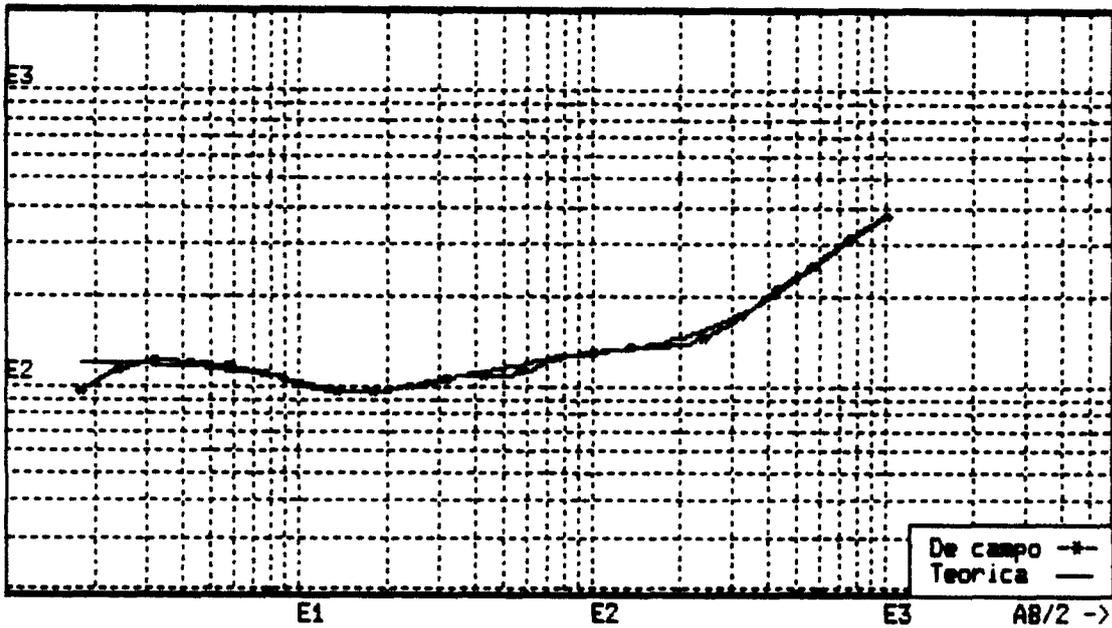


CAPA (NO)	RESIST (Ohm)	ESPESOR (m)
(1)	20.0	1.2
(2)	200.0	4.0
(3)	70.0	5.0
(4)	140.0	85.0
(5)	50.0	200.0
(6)	500.0	50.0
(7)	50.0	500.0
(8)	500.0	—

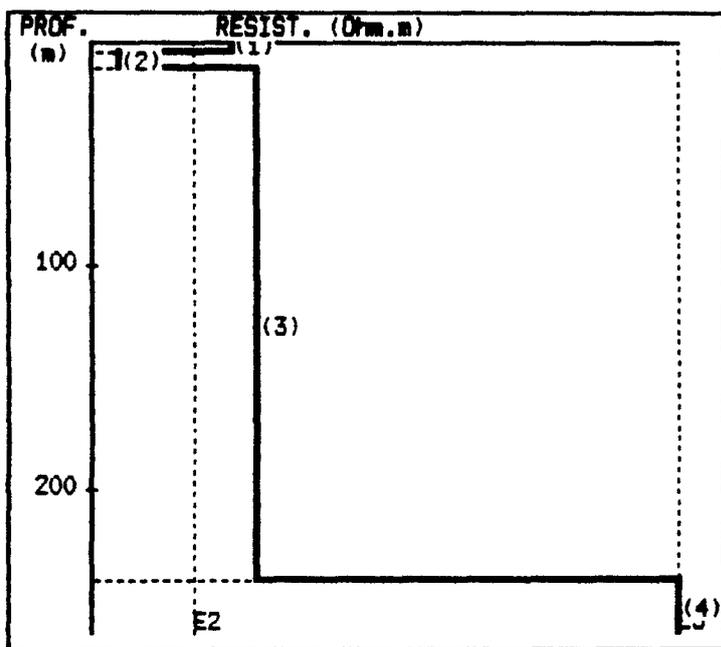
CLIENTE: I.G.M.E.
=====

ZONA: HUESCAR
=====

SEV: 3-24
=====



CORTE GEOELECTRICO

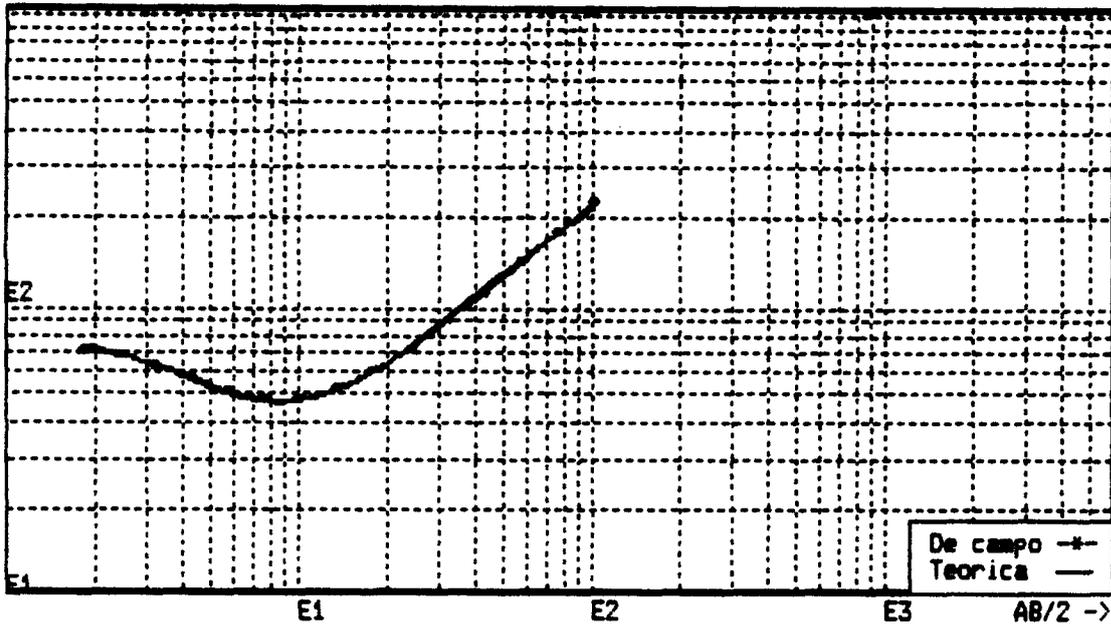


CAPA (Nº)	RESIST (Ohm.m)	ESPESOR (m)
(1)	120.0	5.0
(2)	70.0	7.0
(3)	135.0	230.0
(4)	1000.0	--

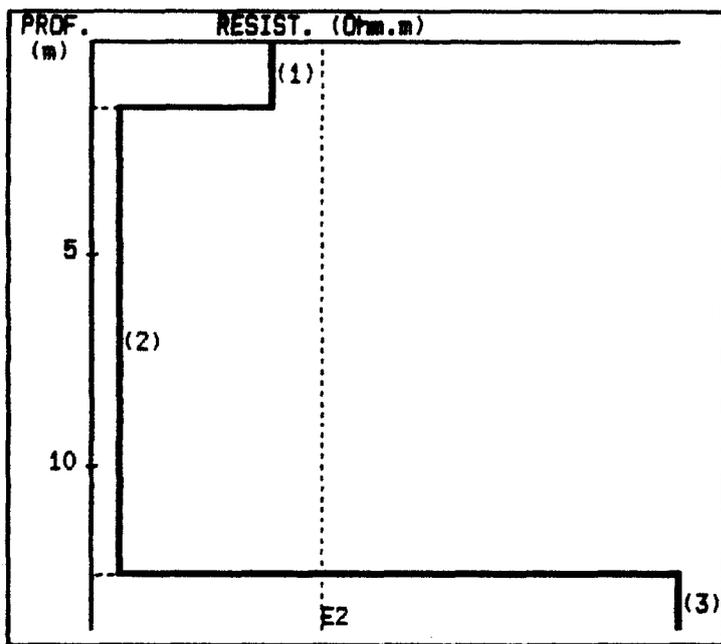
CLIENTE: I.G.M.E.
=====

ZONA: HUESCAR
=====

SEV: 3-25
=====



CORTE GEOELECTRICO

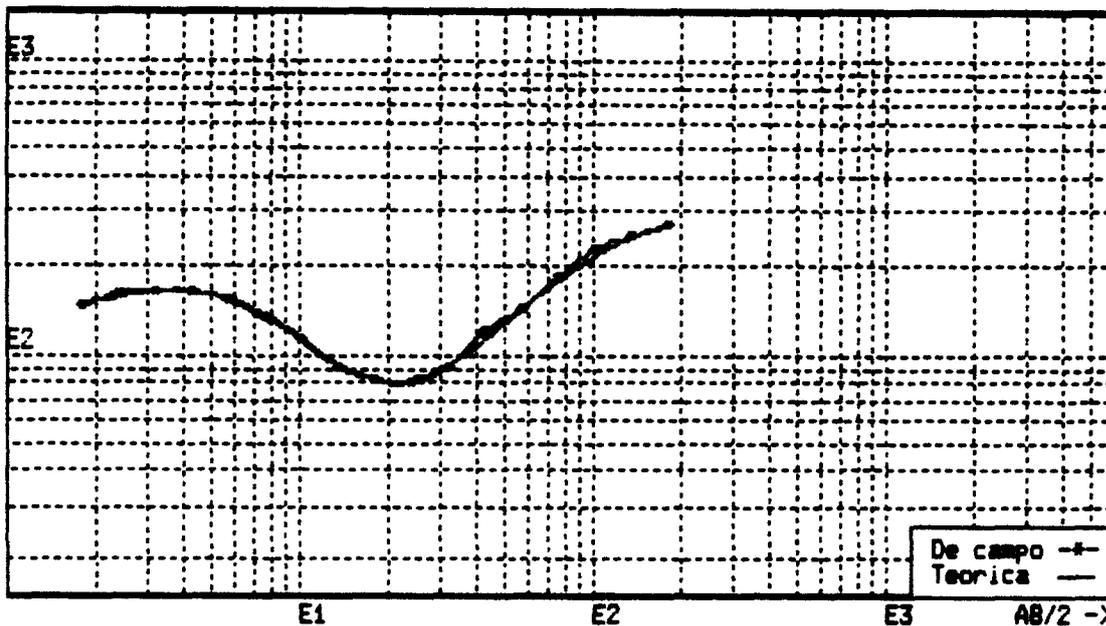


CAPA (NO)	RESIST (Ohm.m)	ESPESOR (m)
(1)	80.0	1.6
(2)	40.0	11.0
(3)	500.0	--

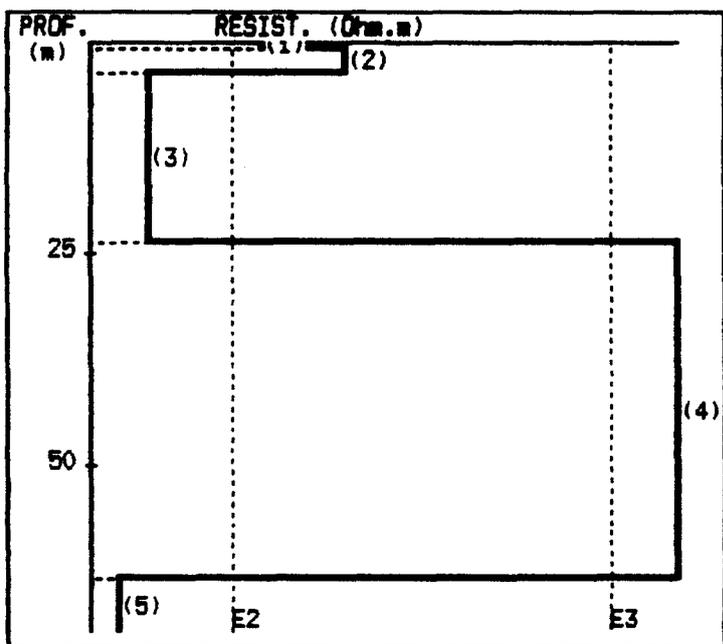
CLIENTE: I.G.M.E.
=====

ZONA: HUESCAR
=====

SEV: 3-26
=====

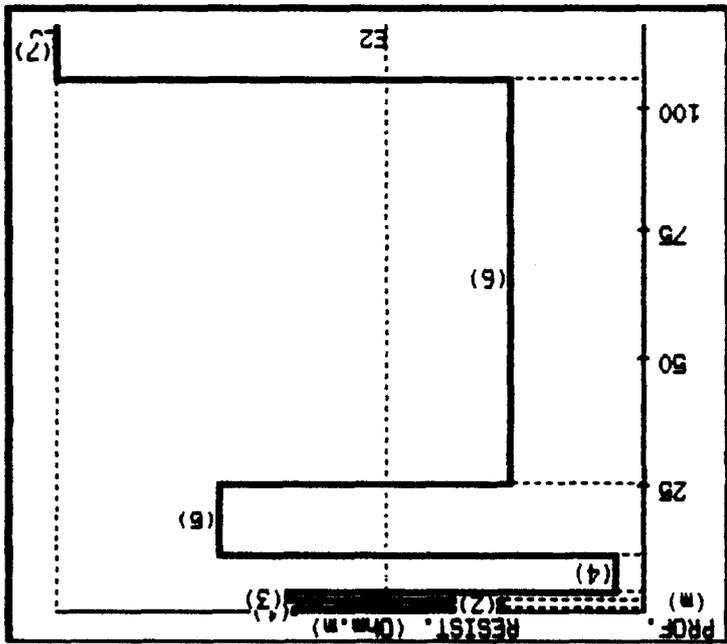


CORTE GEOELECTRICO

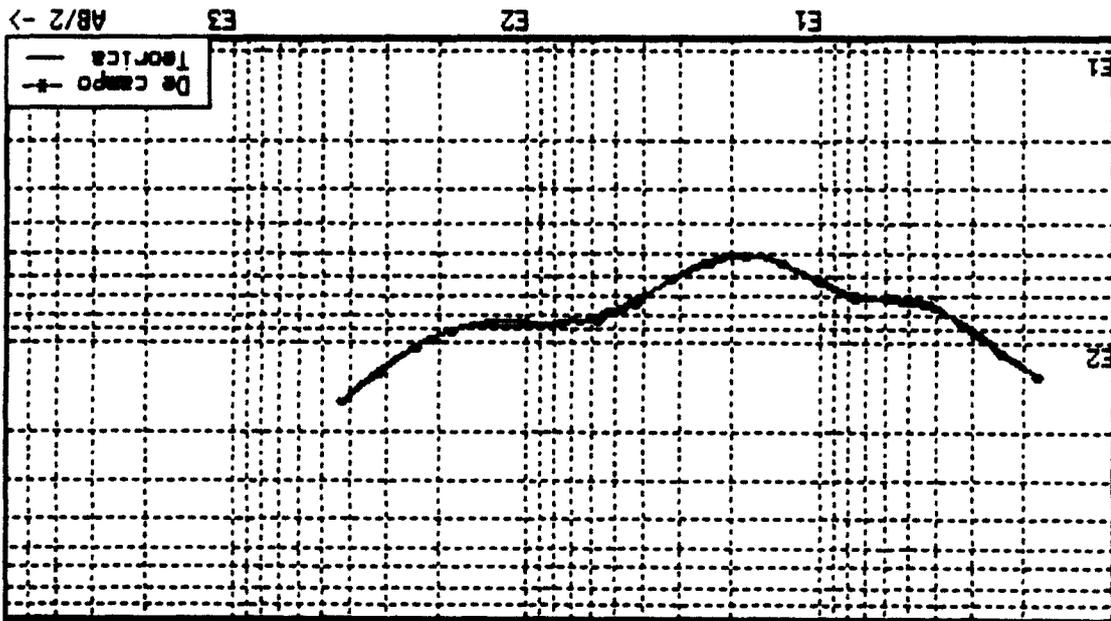


CAPA (NO)	RESIST (Ohm.m)	ESPESOR (m)
(1)	120.0	0.8
(2)	200.0	3.0
(3)	60.0	20.0
(4)	1500.0	40.0
(5)	50.0	—

CAPA	RESIST. (Ohm.m)	(m)	ESPESOR
(1)	190.0	1.0	-----
(2)	45.0	1.5	-----
(3)	200.0	1.5	-----
(4)	20.0	7.0	-----
(5)	320.0	15.0	-----
(6)	42.0	80.0	-----
(7)	1000.0	—	-----



CORTE GEOELECTRICO



SEV: 3-27

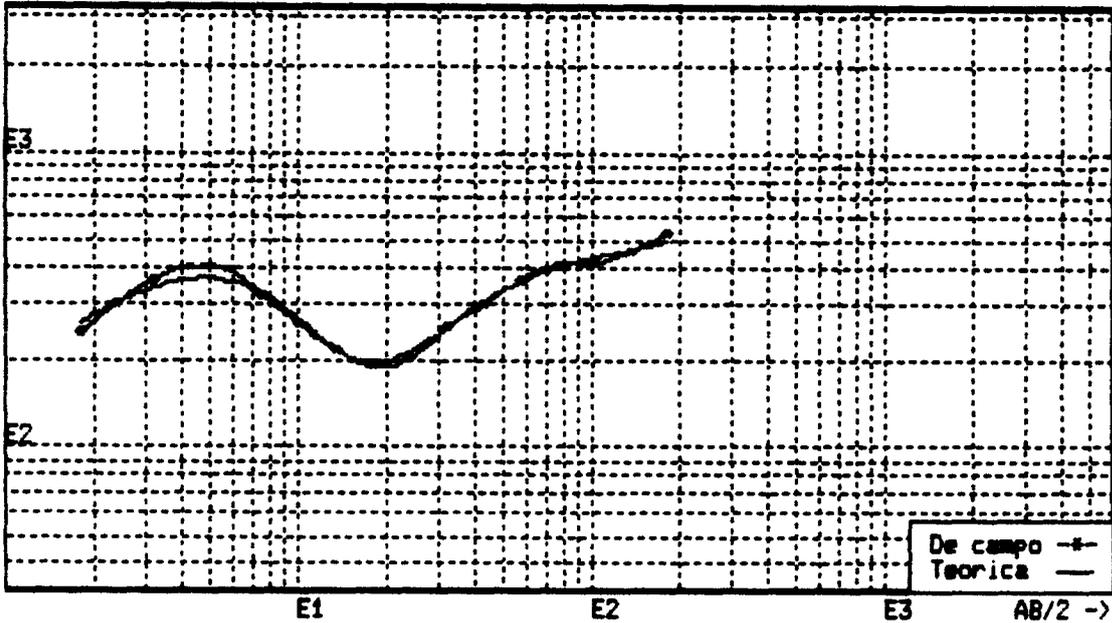
ZONA: HUESCAR

CLIENTE: I.G.M.B.

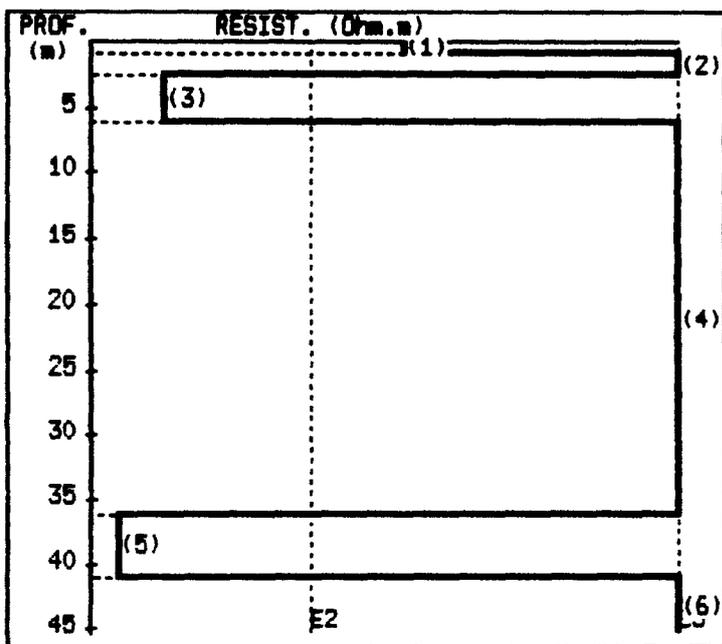
CLIENTE: I.G.M.E.
=====

ZONA: HUESCAR
=====

SEV: 3-28
=====



CORTE GEOELECTRICO

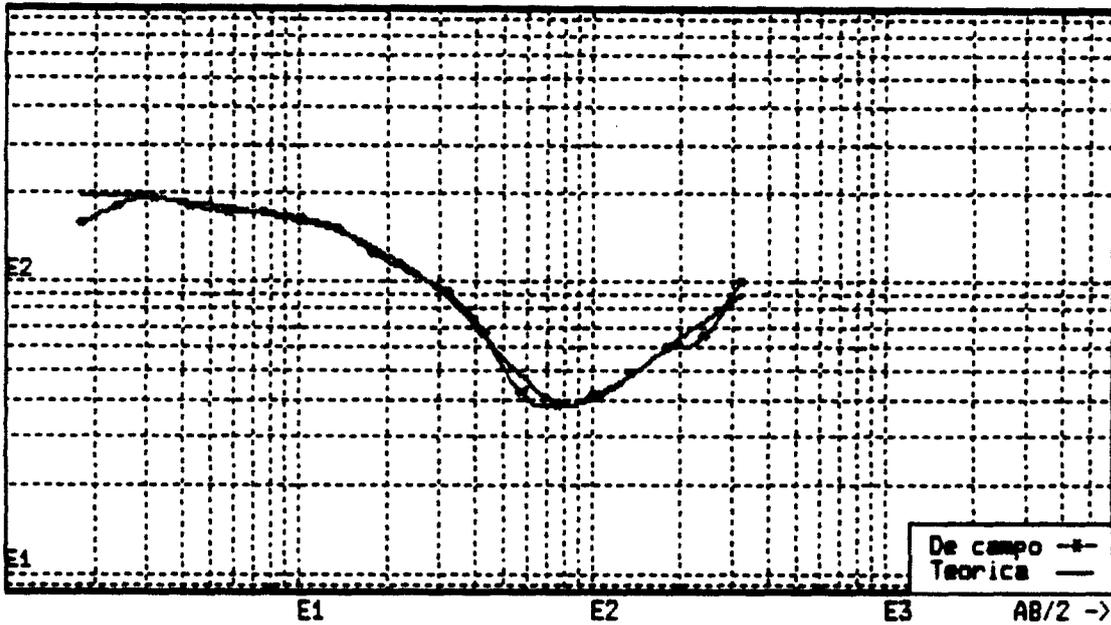


CAPA (NO)	RESIST (Ohm.m)	ESPESOR (m)
(1)	180.0	1.0
(2)	1000.0	1.7
(3)	40.0	3.5
(4)	1000.0	30.0
(5)	30.0	5.0
(6)	1000.0	--

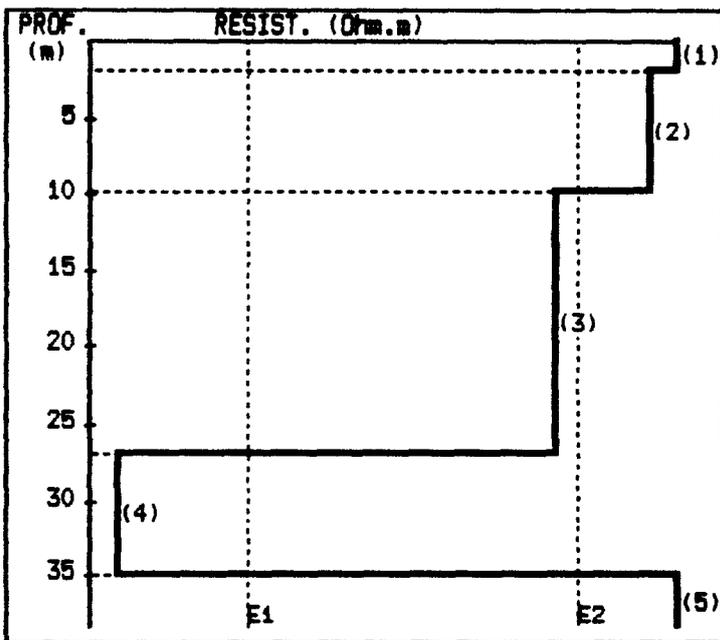
CLIENTE: I.G.M.E.
=====

ZONA: HUESCAR
=====

SEV: 3-29
===



CORTE GEOELECTRICO

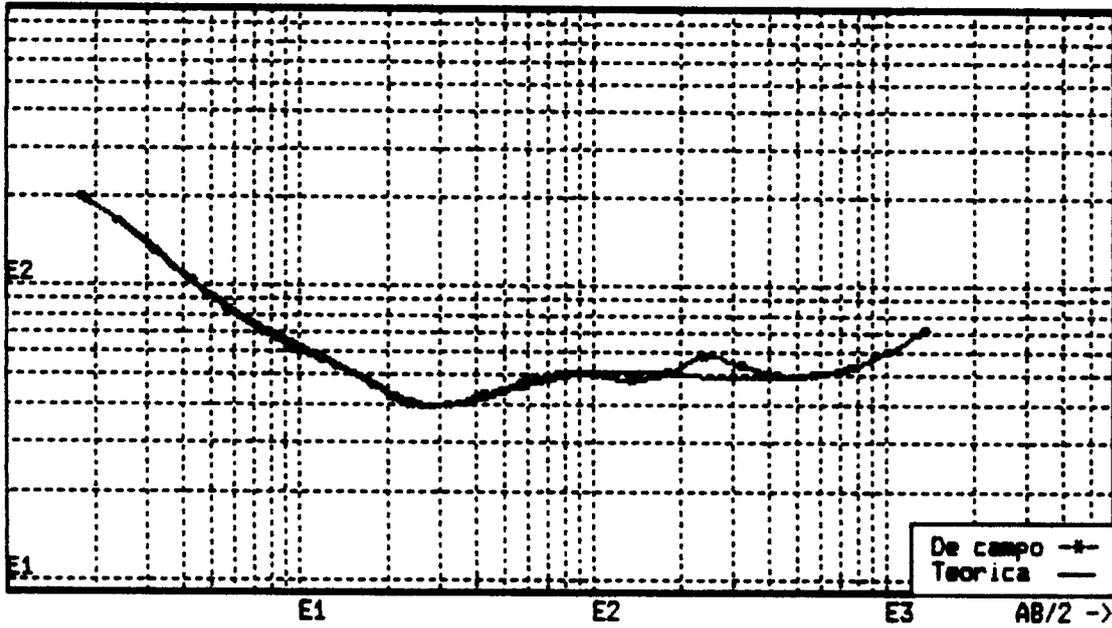


CAPA (Nº)	RESIST (Ohm.m)	ESPESOR (m)
(1)	200.0	2.0
(2)	165.0	8.0
(3)	85.0	17.0
(4)	4.0	8.0
(5)	200.0	--

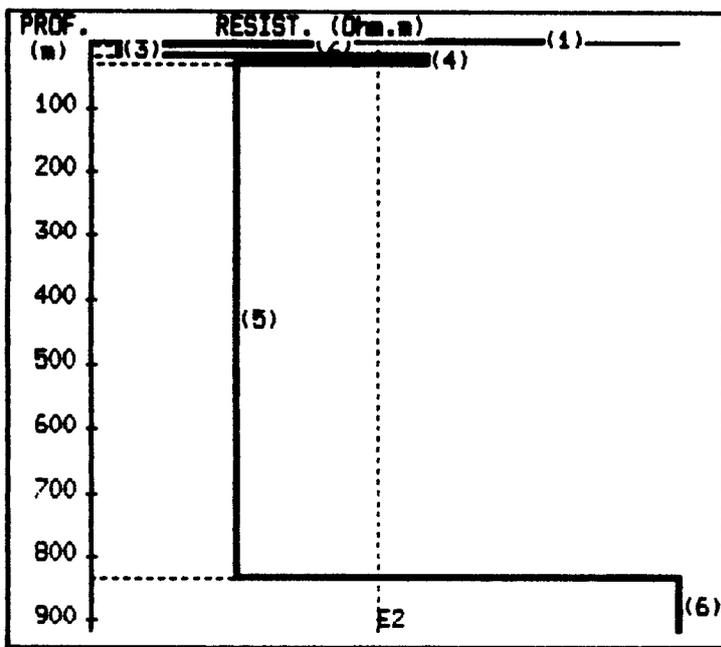
CLIENTE: I.G.M.E.
=====

ZONA: HUESCAR
=====

SEV: 3-30
===



CORTE GEOELECTRICO

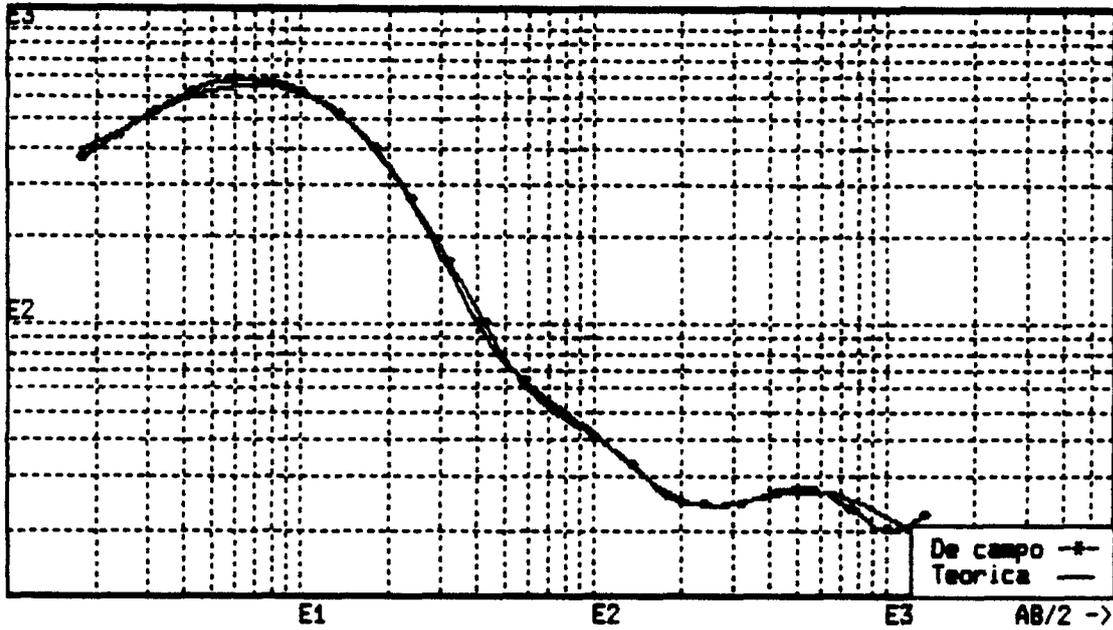


CAPA (Nº)	RESIST (Ohm.m)	ESPESOR (m)
(1)	240.0	1.3
(2)	70.0	7.0
(3)	25.0	15.0
(4)	130.0	12.0
(5)	47.0	800.0
(6)	500.0	--

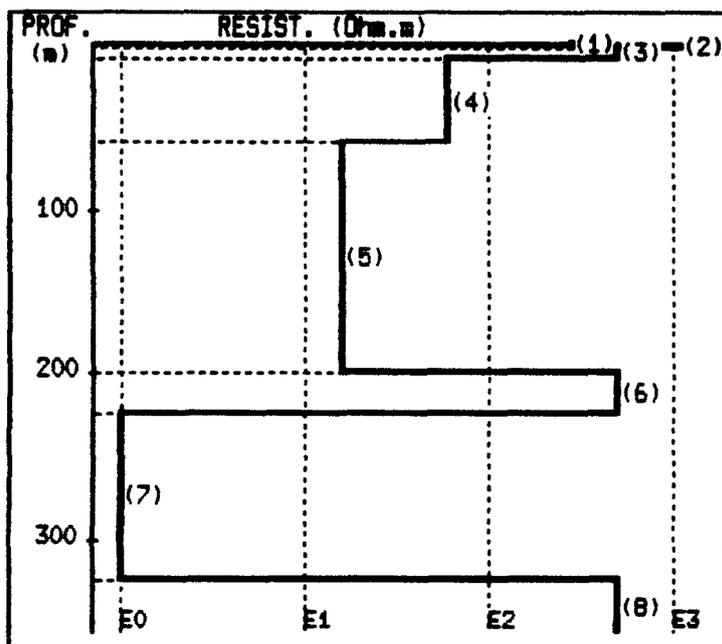
CLIENTE: I.G.M.E.
=====

ZONA: HUESCAR
=====

SEV: 3-31
=====

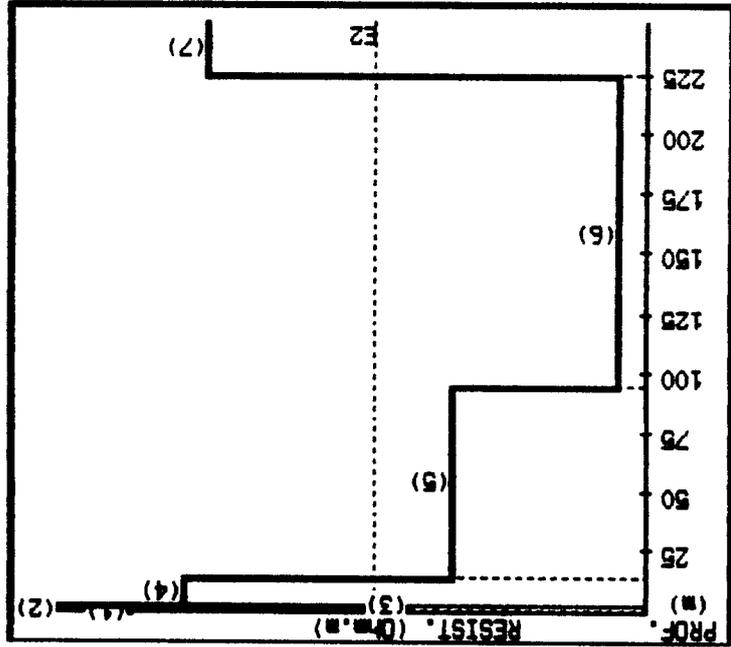


CORTE GEOELECTRICO

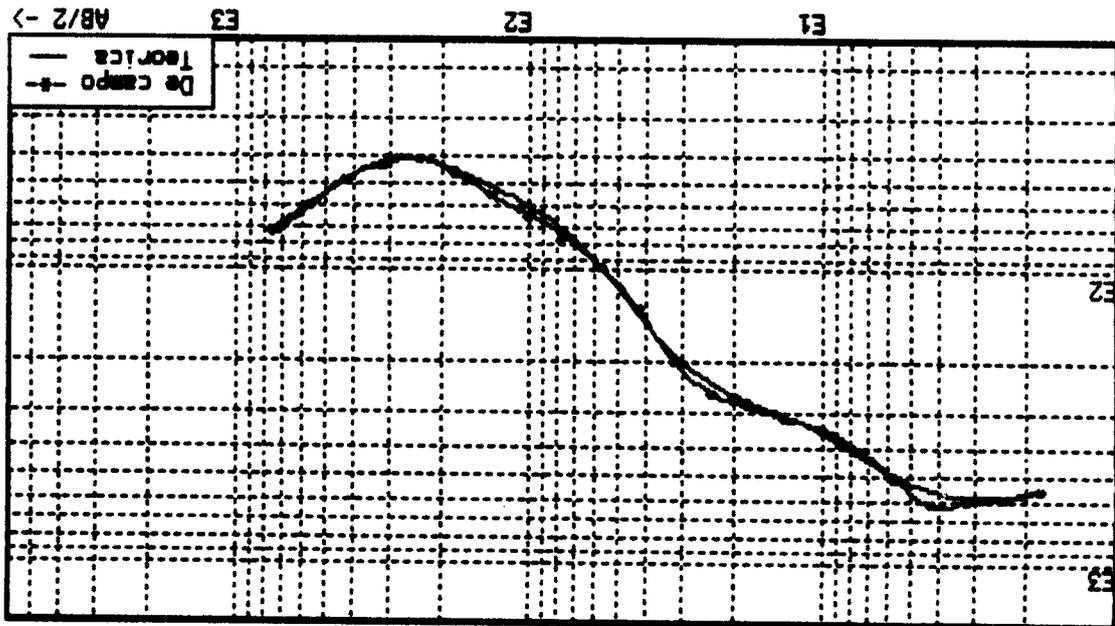


CAPA (Nº)	RESIST (Ohm.m)	ESPESOR (m)
(1)	280.0	1.0
(2)	1100.0	2.7
(3)	500.0	6.0
(4)	60.0	50.0
(5)	16.0	140.0
(6)	500.0	25.0
(7)	1.0	100.0
(8)	500.0	--

ESPESSOR (m)	RESIST. (Ohm.m)	CAPA RESIST
1.0	500.0	(1)
2.0	800.0	(2)
0.9	80.0	(3)
11.0	350.0	(4)
80.0	60.0	(5)
80.0	20.0	(6)
130.0	300.0	(7)
---	---	---



CORTE GEOELECTRICO



SEV: 3-32

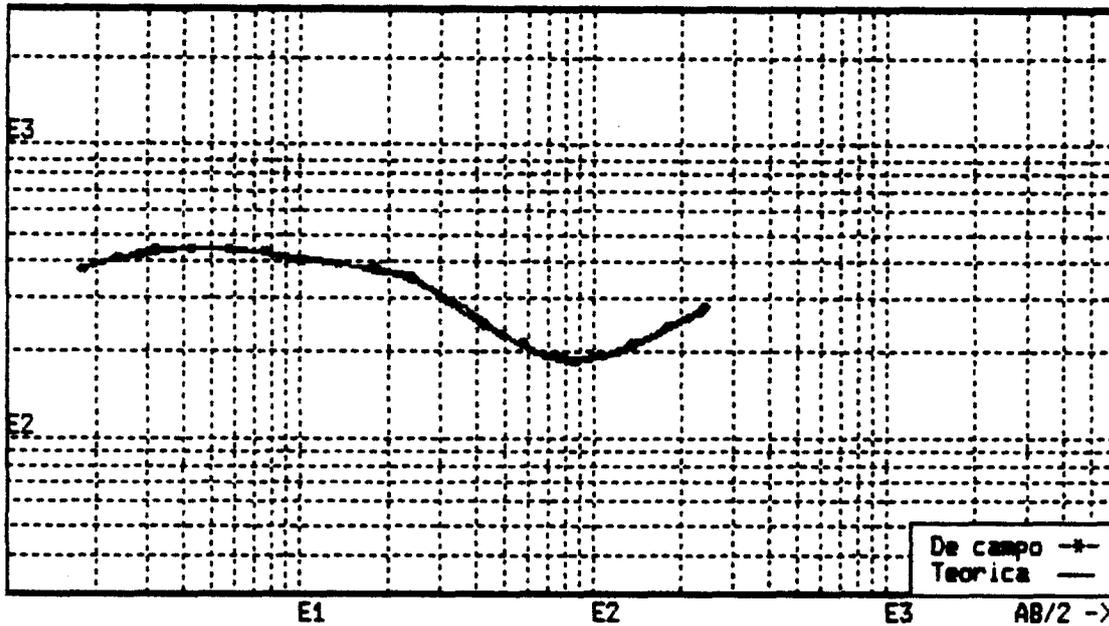
ZONA: HUESCAR

CLIENTE: I.G.M.E.

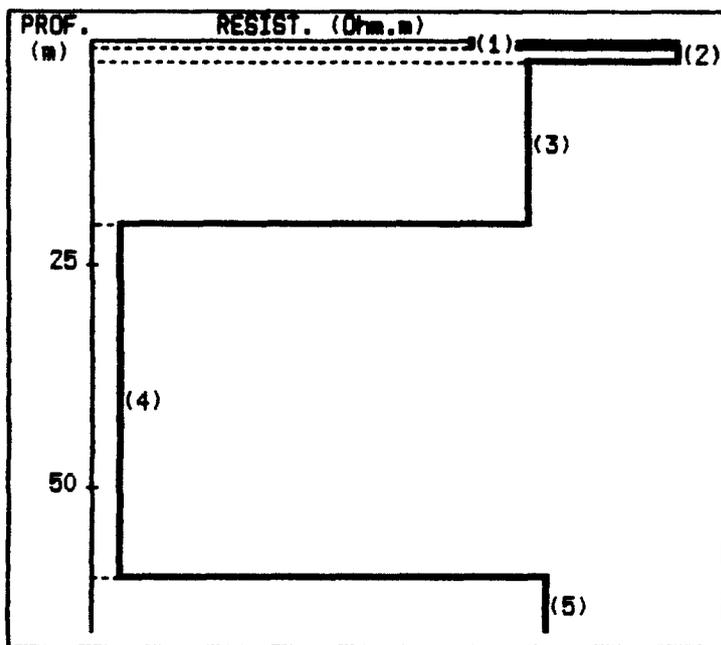
CLIENTE: I.G.M.E.
=====

ZONA: HUESCAR
=====

SEV: 3-33
=====



CORTE GEOELECTRICO



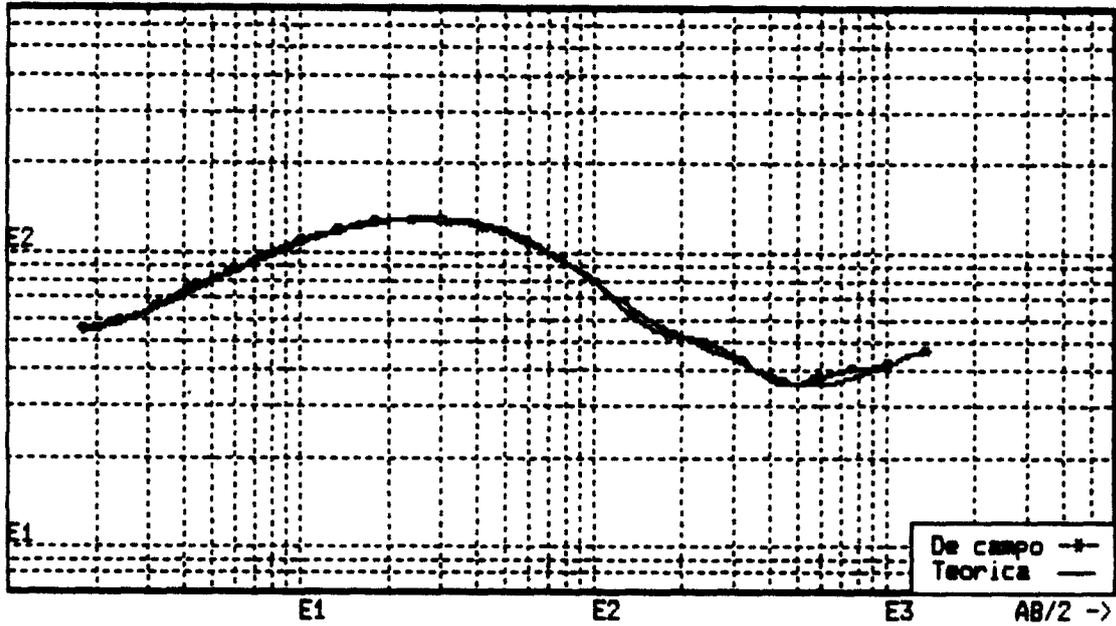
CAPA (Nº)	RESIST (Ohm.m)	ESPESOR (m)
(1)	320.0	1.0
(2)	600.0	1.5
(3)	380.0	18.0
(4)	110.0	40.0
(5)	400.0	--

E3

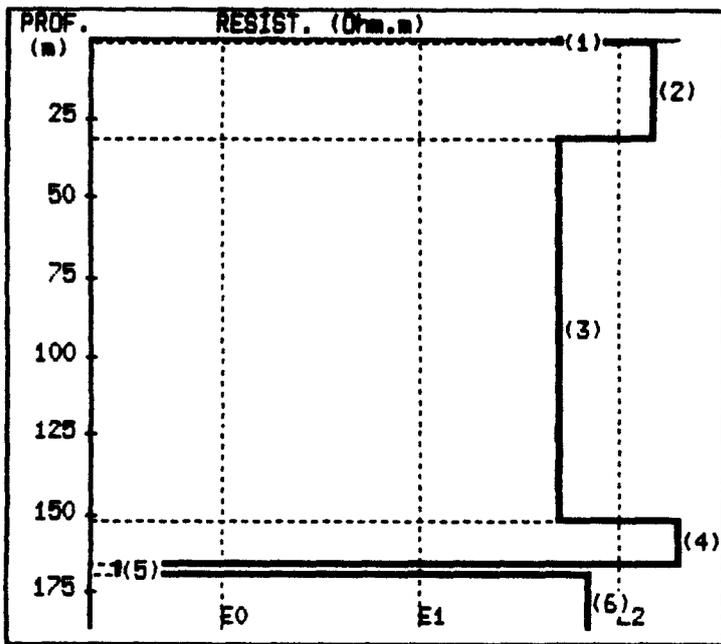
CLIENTE: I.G.M.E.
=====

ZONA: HUESCAR
=====

SEV: 4-34
=====



CORTE GEOELECTRICO



CAPA (Nº)	RESIST (Ohm)	ESPESOR (m)
(1)	50.0	2.0
(2)	150.0	30.0
(3)	50.0	120.0
(4)	200.0	15.0
(5)	0.3	3.0
(6)	70.0	--

CLIENTE: I.G.M.E.

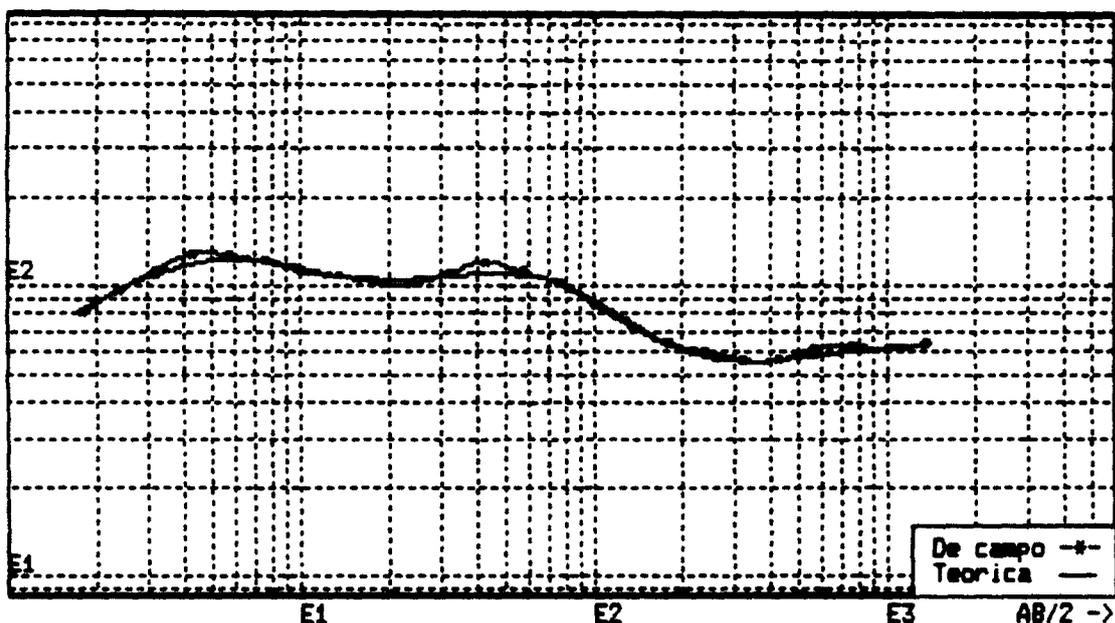
ZONA: HUESCAR

SEV: 4-35

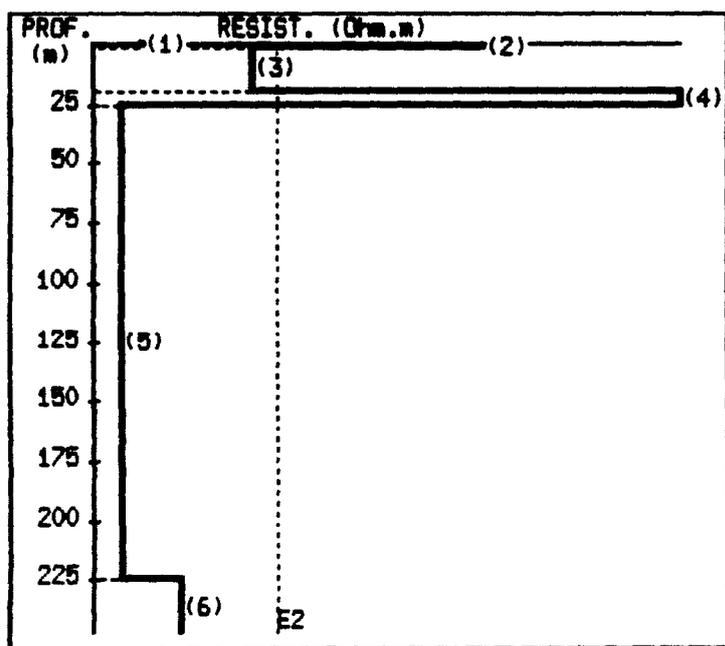
=====

=====

====



CORTE GEOELECTRICO

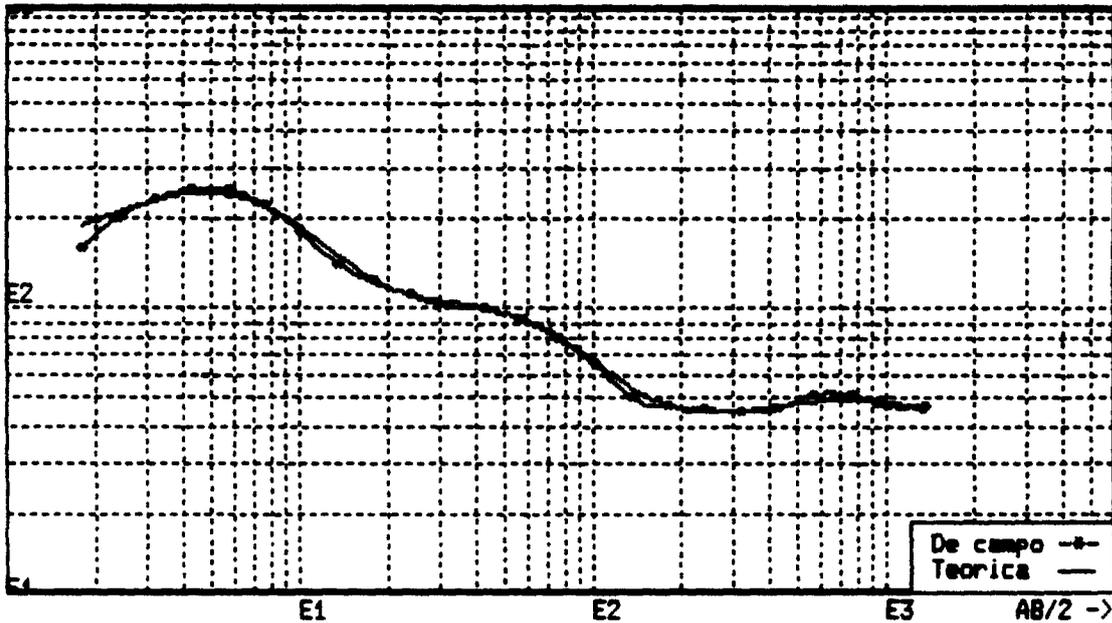


CAPA (NO)	RESIST (Ohm)	ESPEJOR (m)
(1)	55.0	0.9
(2)	250.0	1.4
(3)	90.0	18.0
(4)	600.0	5.0
(5)	50.0	200.0
(6)	65.0	--

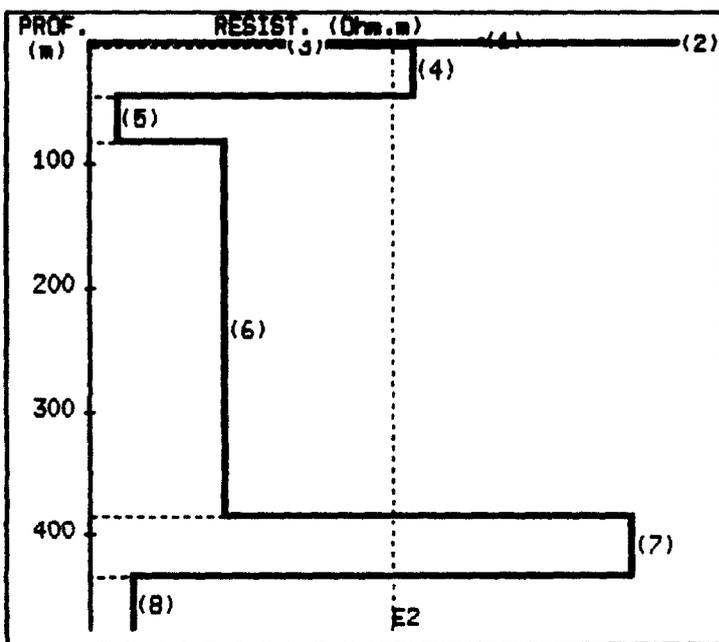
CLIENTE: I.G.M.E.
=====

ZONA: HUESCAR
=====

SEV: 4-36
===



CORTE GEOELECTRICO

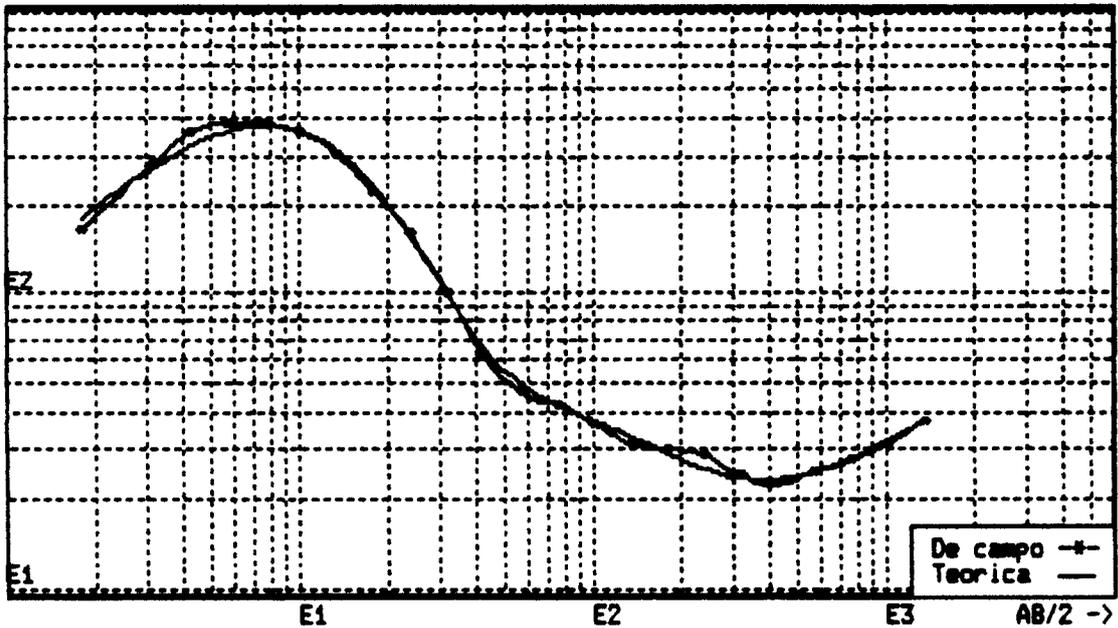


CAPA (NO)	RESIST (Ohm.m)	ESPESOR (m)
(1)	150.0	1.0
(2)	370.0	3.0
(3)	60.0	3.0
(4)	110.0	38.0
(5)	28.0	40.0
(6)	46.0	300.0
(7)	300.0	50.0
(8)	30.0	--

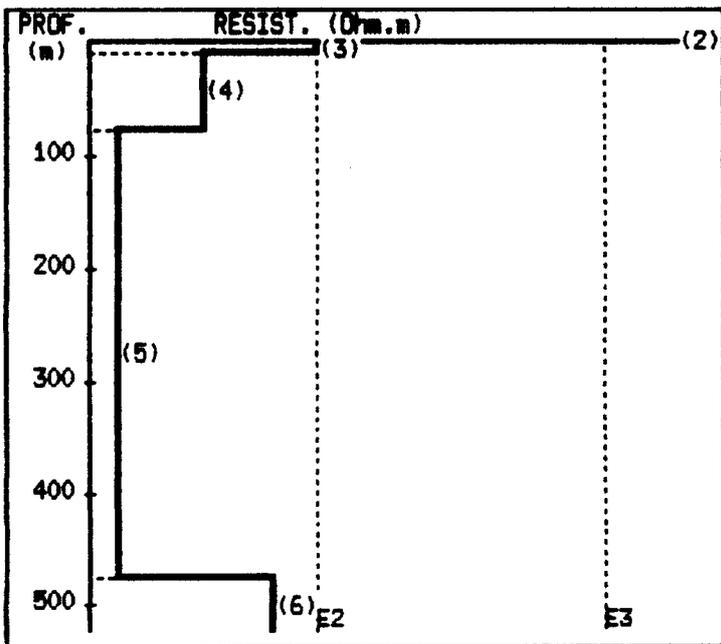
CLIENTE: I.G.M.E.
=====

ZONA: HUESCAR
=====

SEV: 4-37
=====



CORTE GEOELECTRICO

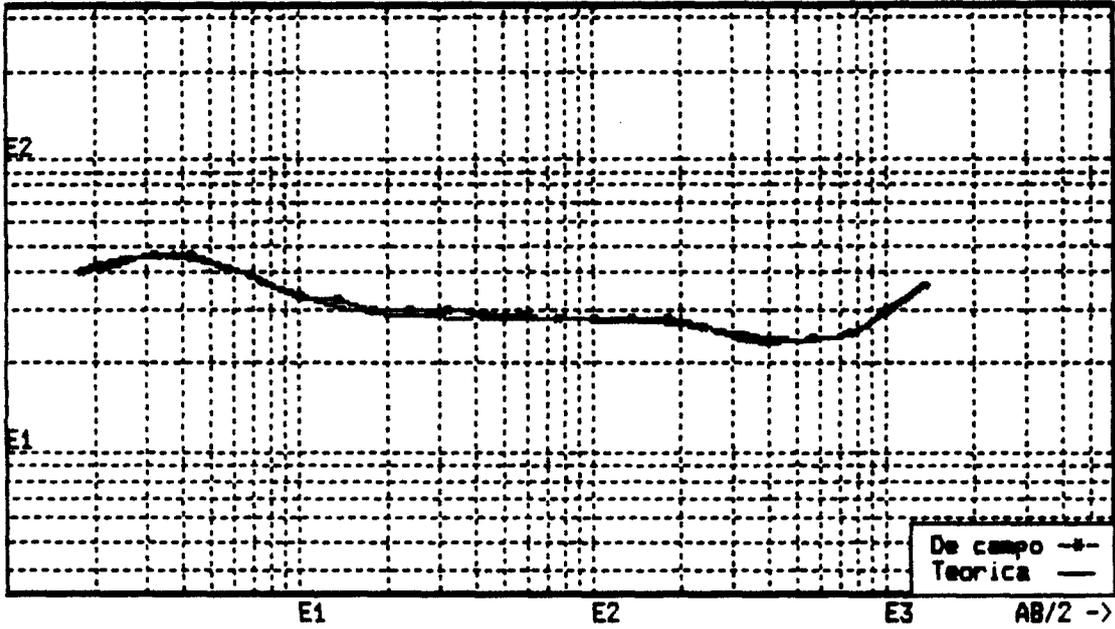


CAPA (Nº)	RESIST (Ohm.m)	ESPESOR (m)
(1)	100.0	0.9
(2)	1800.0	1.5
(3)	100.0	10.0
(4)	40.0	65.0
(5)	20.0	400.0
(6)	70.0	--

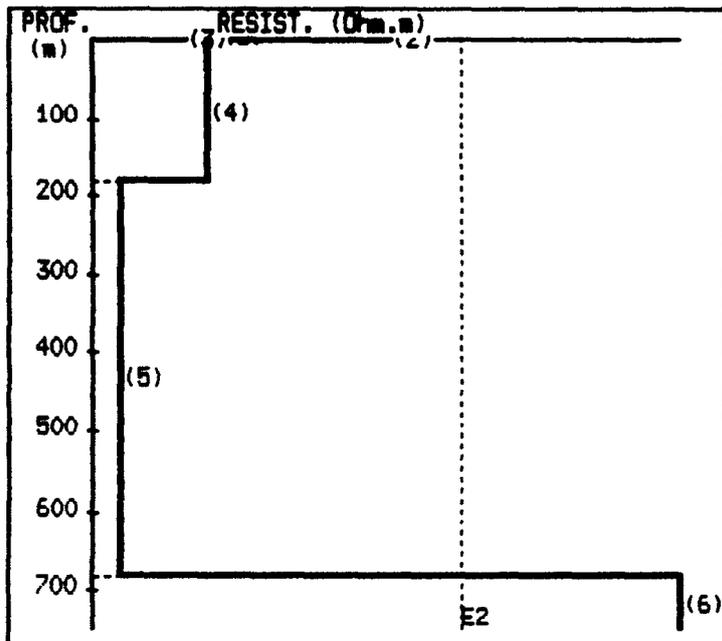
CLIENTE: I.G.M.E.

ZONA: HUESCAR

SEV: 4-38



CORTE GEOELECTRICO

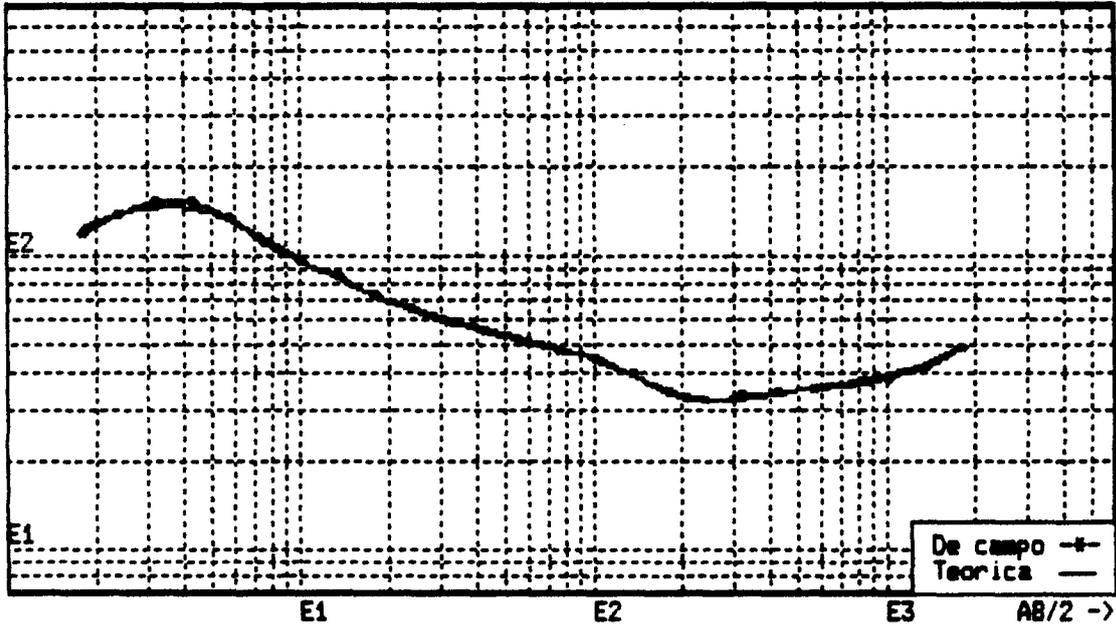


CAPA (NO)	RESIST (Ohm.m)	ESPESOR (m)
(1)	30.0	0.7
(2)	70.0	1.5
(3)	25.0	2.0
(4)	28.0	180.0
(5)	18.0	500.0
(6)	300.0	—

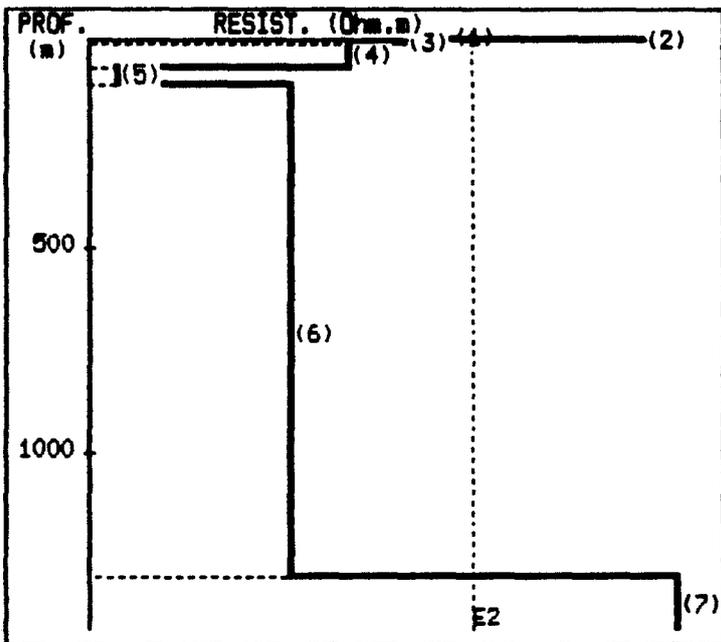
CLIENTE: I.G.M.E.
=====

ZONA: HUESCAR
=====

SEV: 4-39
===



CORTE GEOELECTRICO

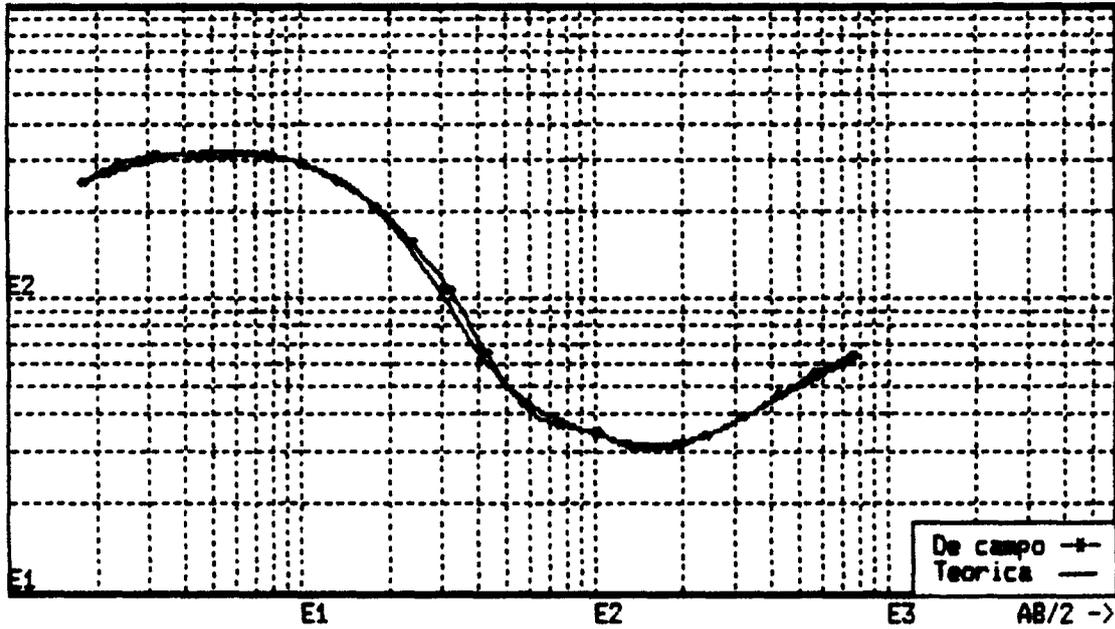


CAPA (Nº)	RESIST (Ohm)	ESPESOR (m)
(1)	90.0	0.8
(2)	250.0	1.5
(3)	70.0	10.0
(4)	52.0	60.0
(5)	15.0	40.0
(6)	38.0	1200.0
(7)	300.0	--

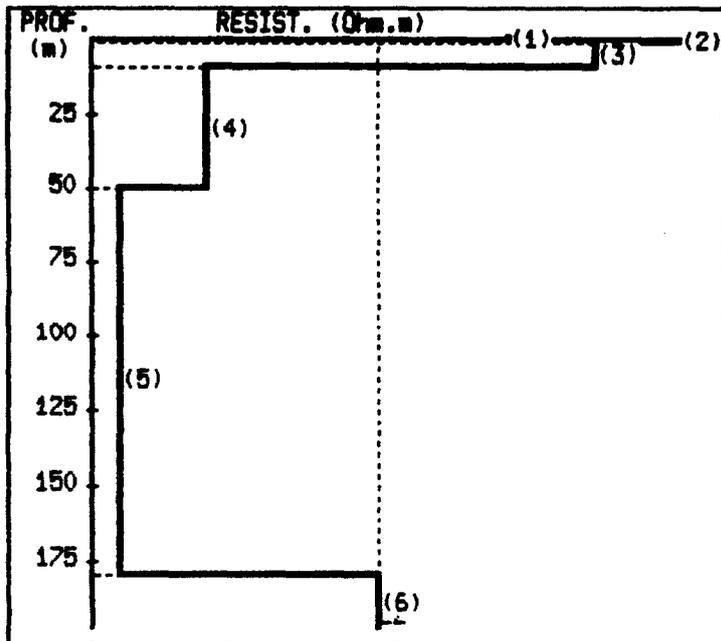
CLIENTE: I.G.M.E.
=====

ZONA: HUESCAR
=====

SEV: 4-40
=====



CORTE GEOELECTRICO

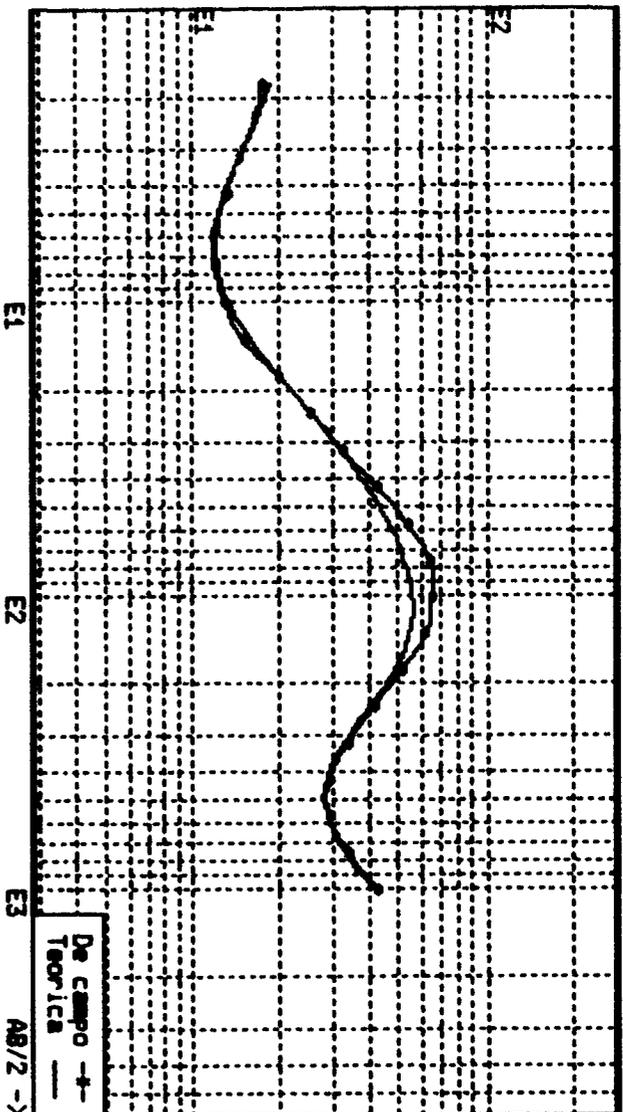


CAPA (NO)	RESIST (Ohm.m)	ESPESOR (m)
(1)	200.0	1.0
(2)	500.0	1.0
(3)	320.0	8.0
(4)	40.0	40.0
(5)	25.0	130.0
(6)	100.0	--

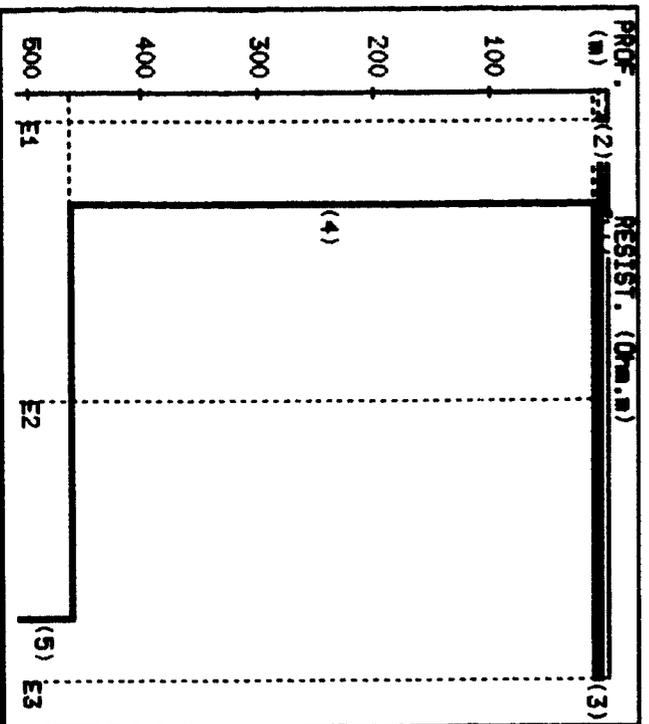
CLIENTE: I.G.M.E.

ZONA: HUESCAR

SEV: 4-41



CORTE GEOELECTRICO

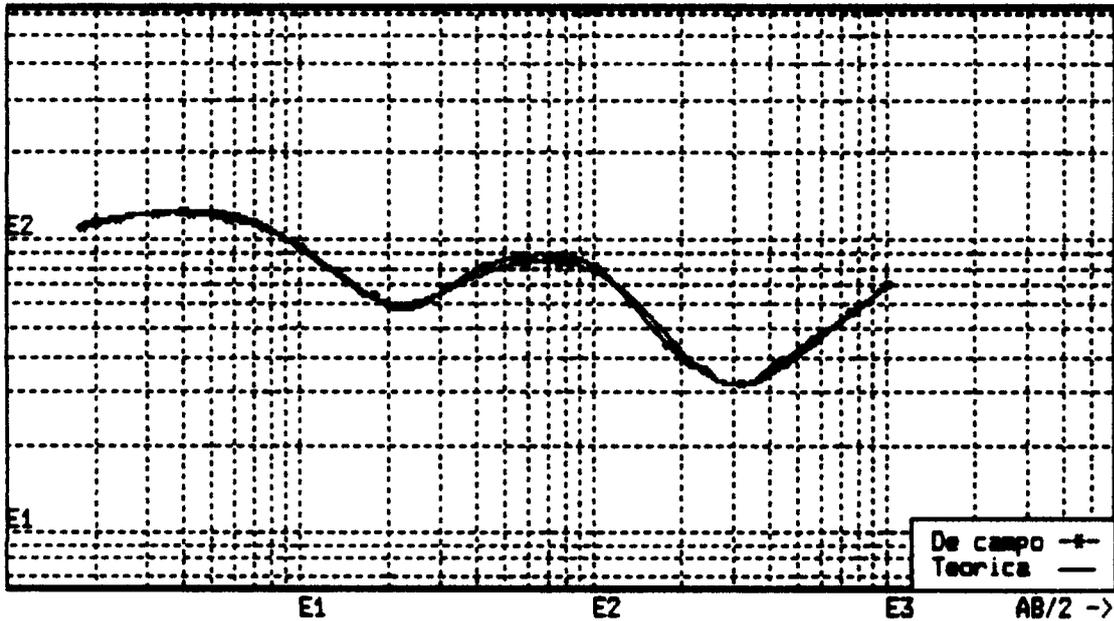


CAPA (No)	RESIST (Ohm.m)	ESPESOR (m)
(1)	22.0	1.2
(2)	10.0	8.0
(3)	1000.0	5.0
(4)	20.0	450.0
(5)	600.0	--

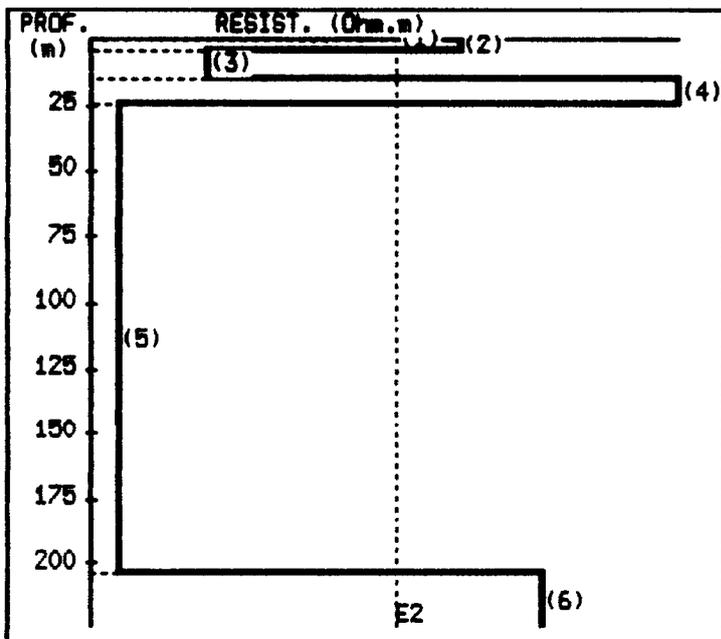
CLIENTE: I.G.M.E.
=====

ZONA: HUESCAR
=====

SEV: 4-42
=====



CORTE GEOELECTRICO

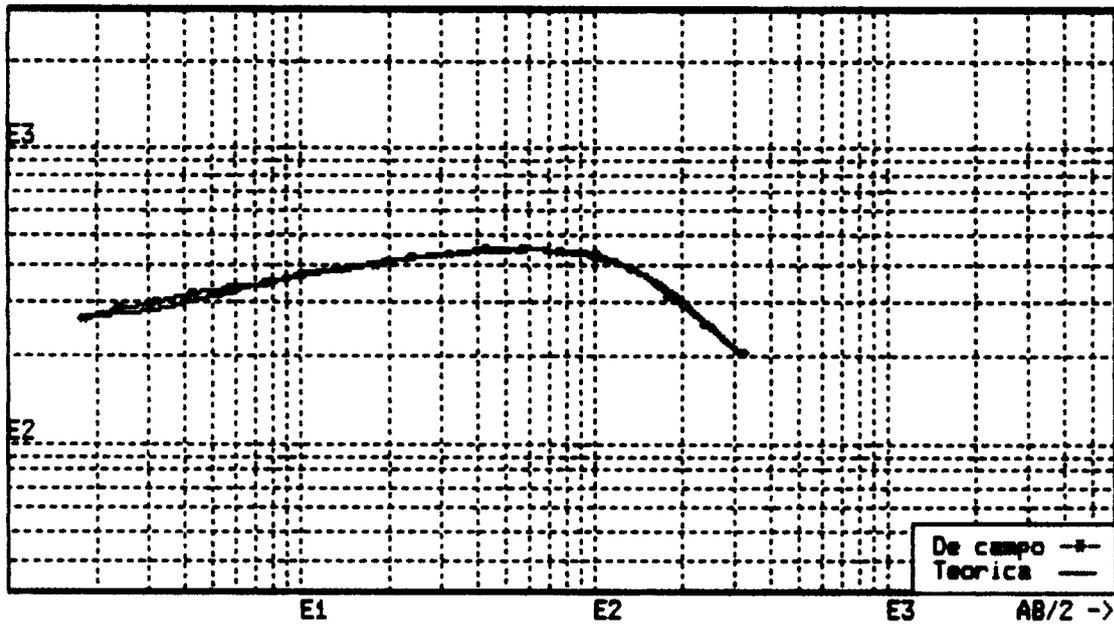


CAPA (Nº)	RESIST (Ohm.m)	ESPESOR (m)
(1)	100.0	1.0
(2)	150.0	4.0
(3)	30.0	10.0
(4)	600.0	9.0
(5)	17.0	180.0
(6)	250.0	--

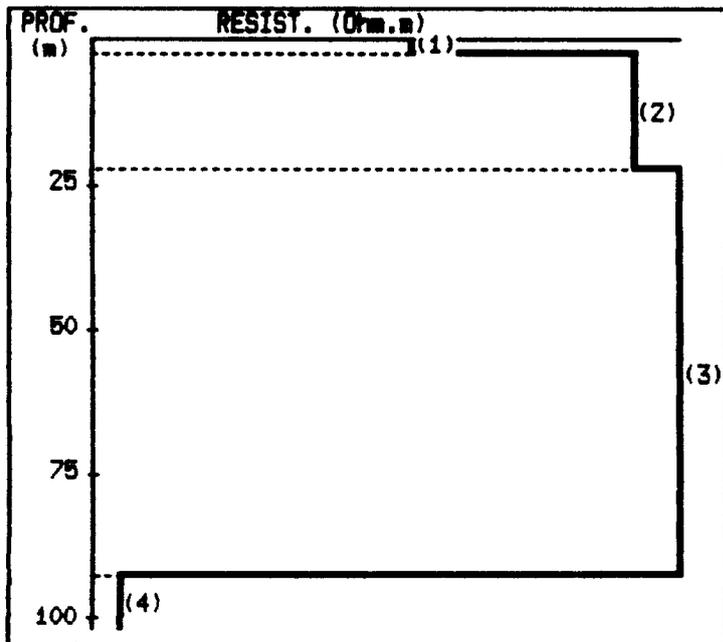
CLIENTE: I.G.M.E.
=====

ZONA: HUESCAR
=====

SEV: 5-43
=====



CORTE GEOELECTRICO



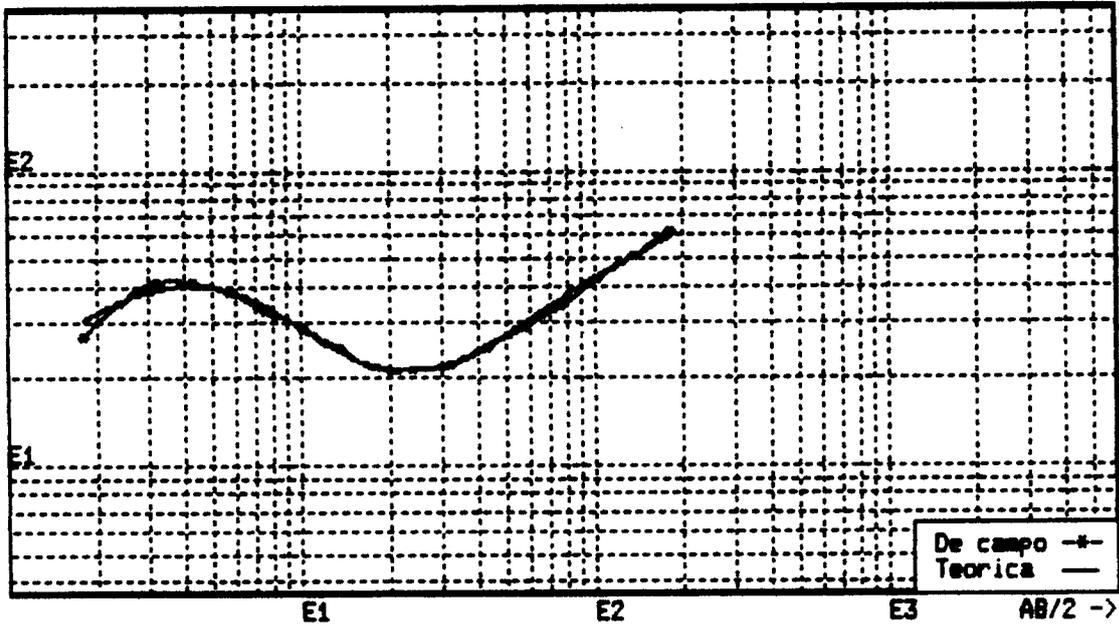
CAPA (Nº)	RESIST (Ohm.m)	ESPESOR (m)
(1)	260.0	2.6
(2)	440.0	20.0
(3)	490.0	70.0
(4)	130.0	—

E3

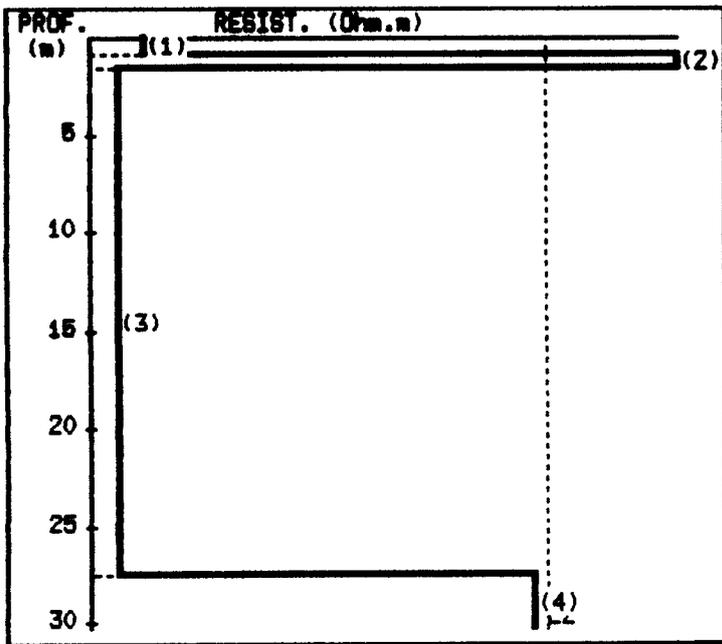
CLIENTE: I.G.M.E.
=====

ZONA: HUESCAR
=====

SEV: 5-44
===

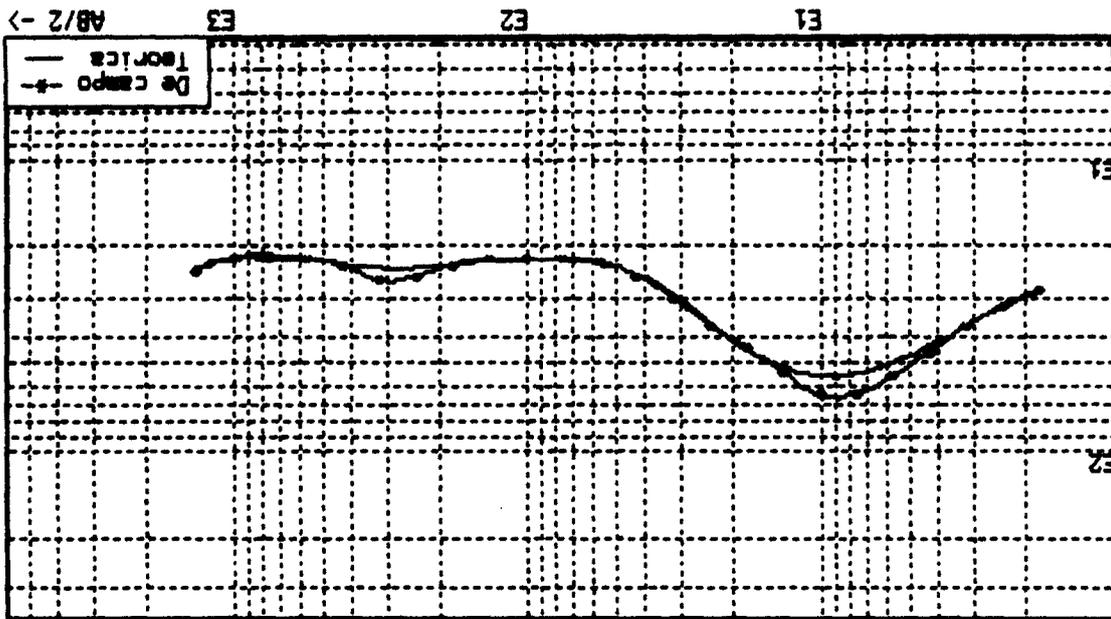
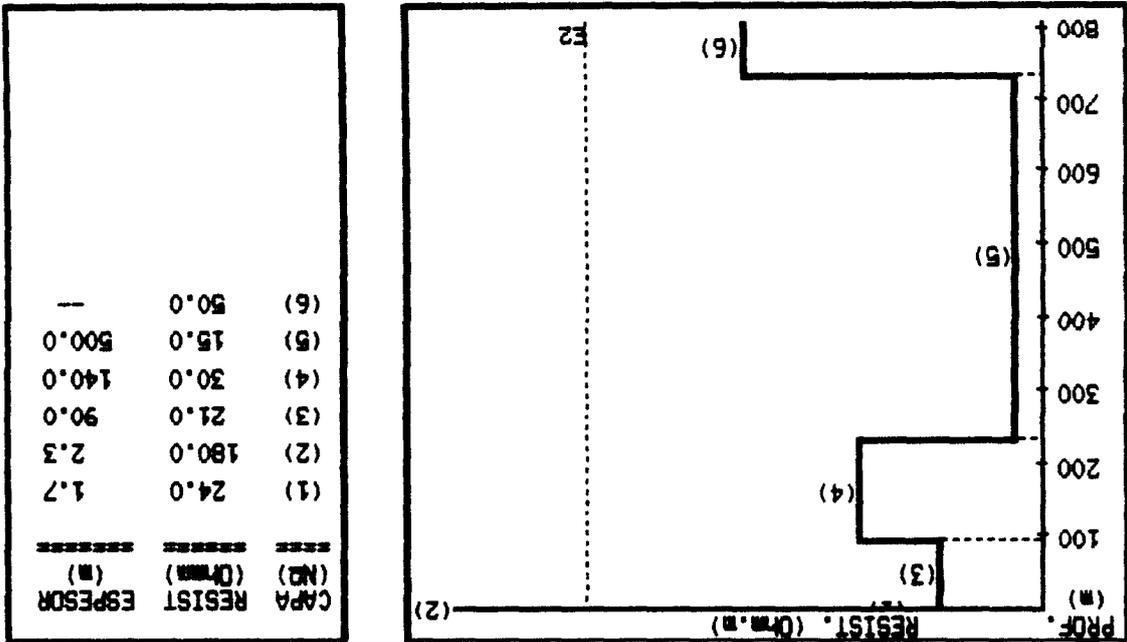


CORTE GEOELECTRICO



CAPA (NO)	RESIST (Ohm.m)	ESPESOR (m)
(1)	20.0	0.9
(2)	170.0	0.7
(3)	18.0	26.0
(4)	95.0	—

CORTE GEOELECTRICO

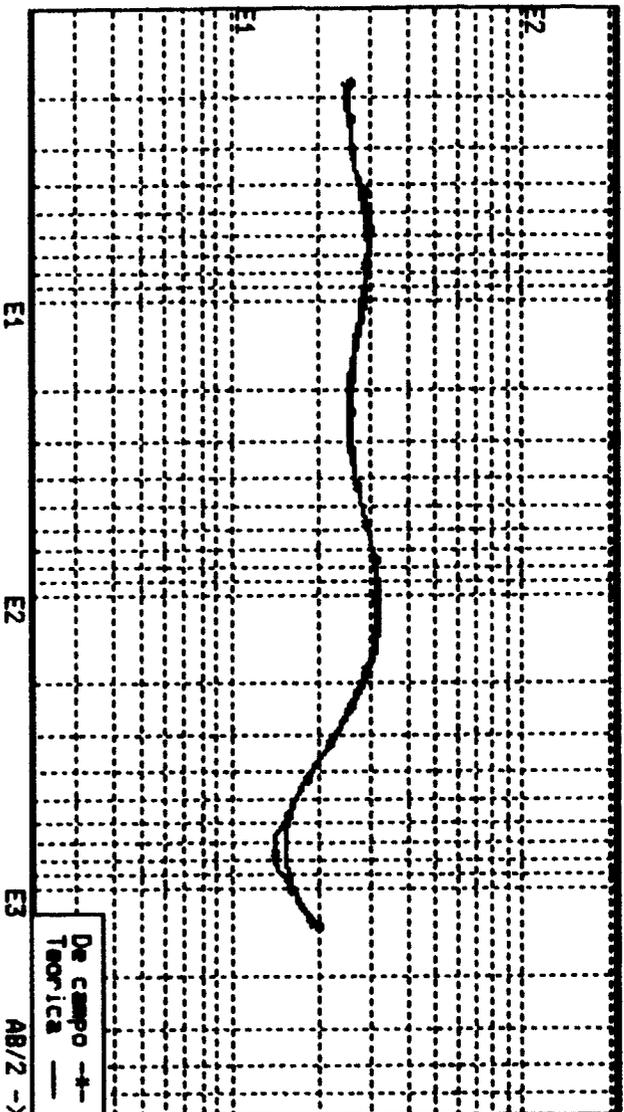


CLIENTE: I.G.M.E. ZONA: HUESCAR SEV: 5-45

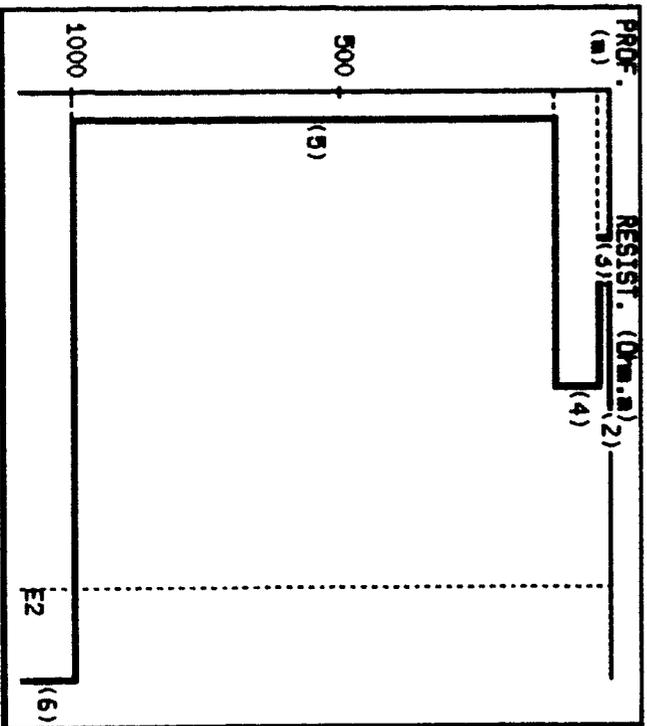
CLIENTE: I.G.M.E.

ZONA: HUESCAR

SEV: 5-46



CORTE GEOELECTRICO

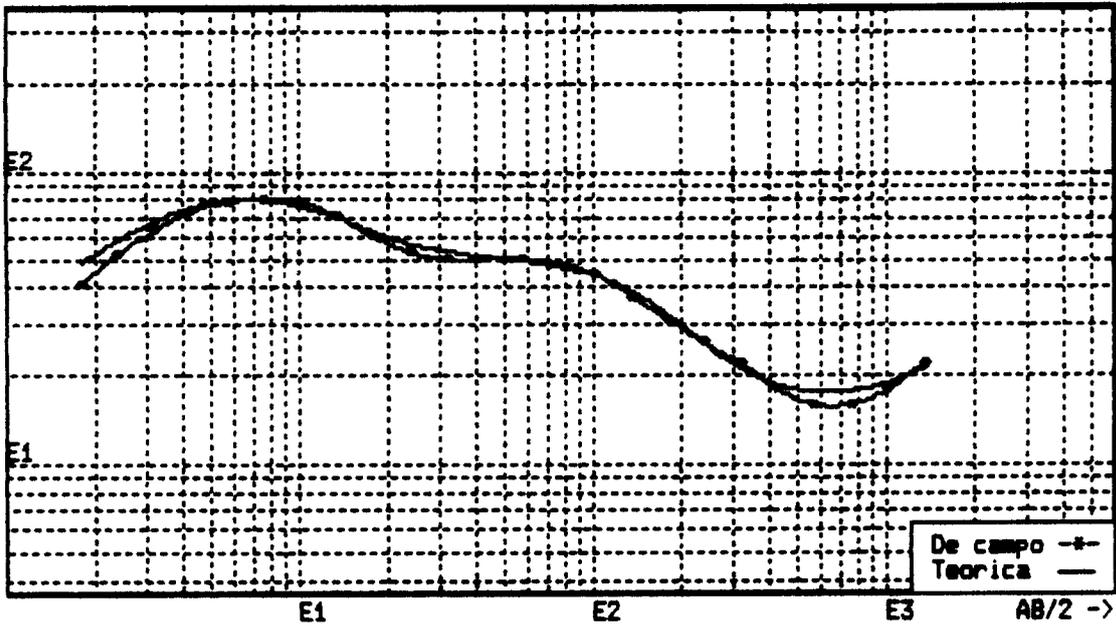


CAPA (m)	RESIST (Ohm.m)	ESPESOR (m)
(1)	23.0	2.0
(2)	46.0	2.0
(3)	22.0	20.0
(4)	42.0	80.0
(5)	13.0	900.0
(6)	150.0	--

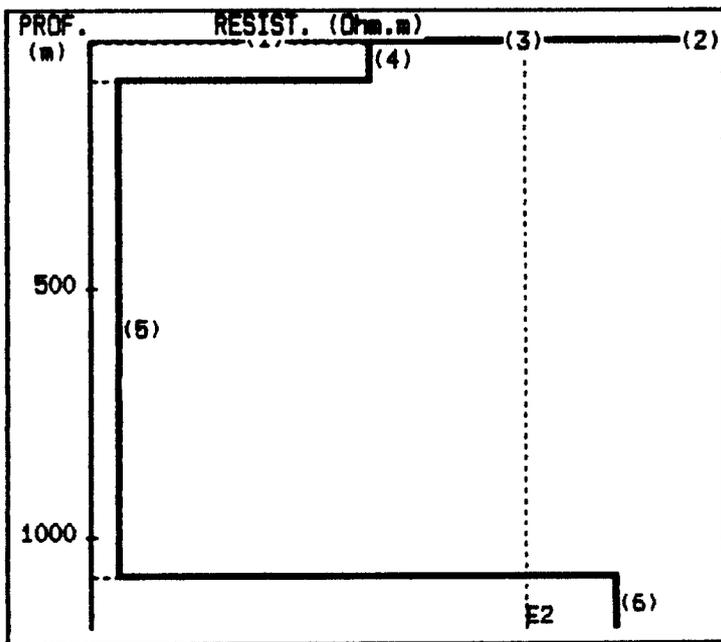
CLIENTE: I.G.M.E.

ZONA: HUESCAR

SEV: 5-47



CORTE GEOELECTRICO



CAPA (NO)	RESIST (Ohm.m)	ESPESOR (m)
(1)	28.0	0.8
(2)	200.0	1.0
(3)	90.0	2.0
(4)	50.0	80.0
(5)	16.0	1000.0
(6)	150.0	--

CLIENTE: I.G.M.E.

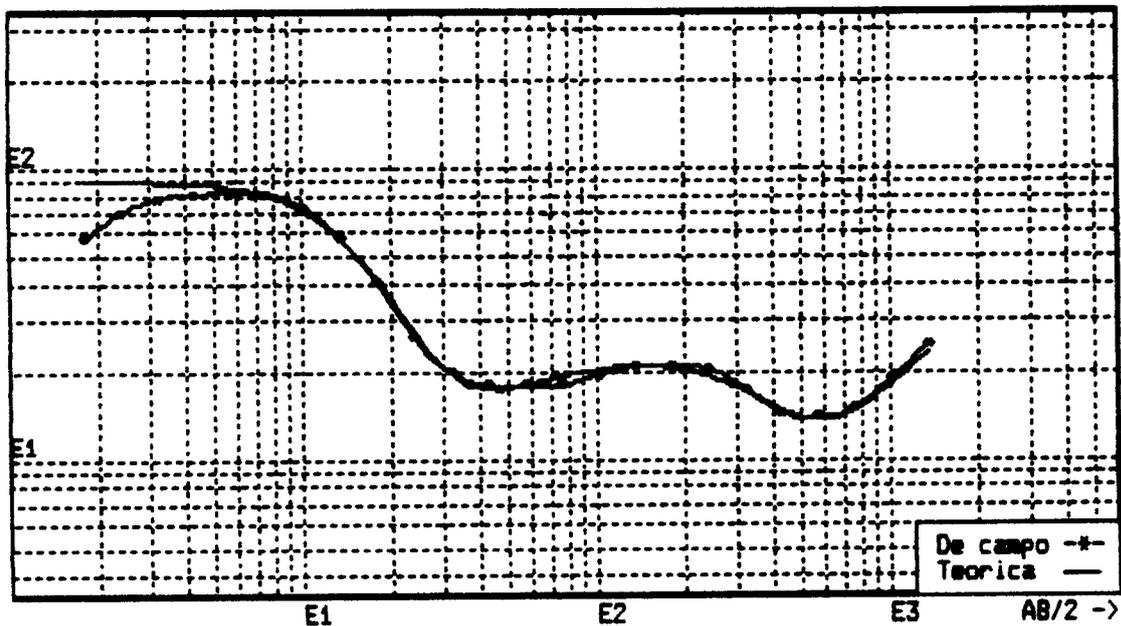
ZONA: HUESCAR

SEV: 5-48

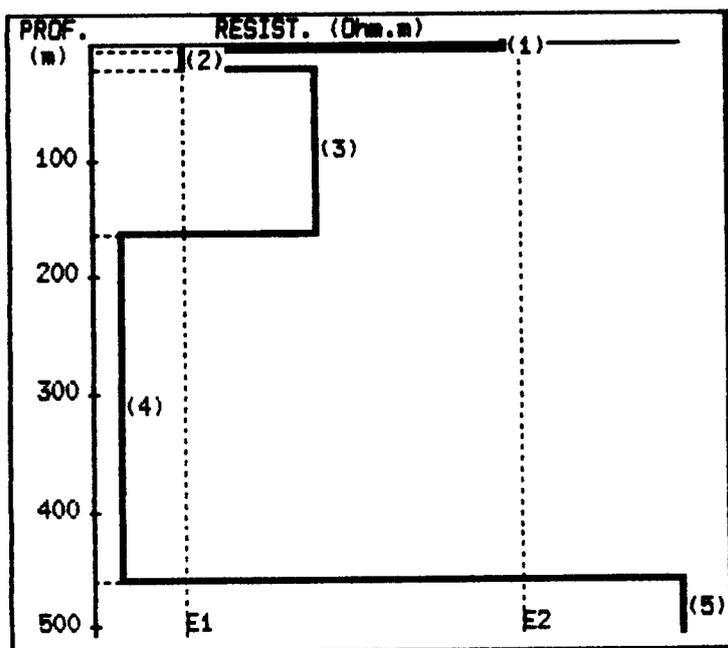
=====

=====

===

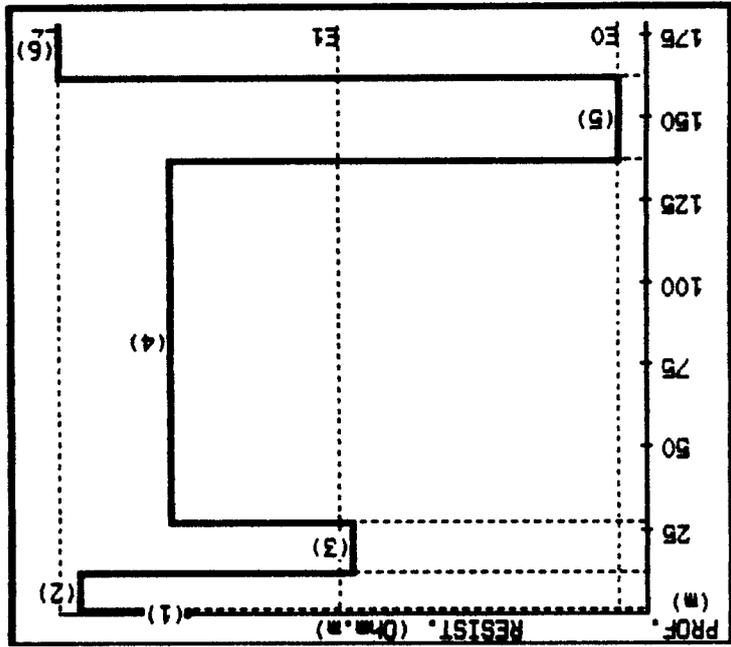


CORTE GEOELECTRICO

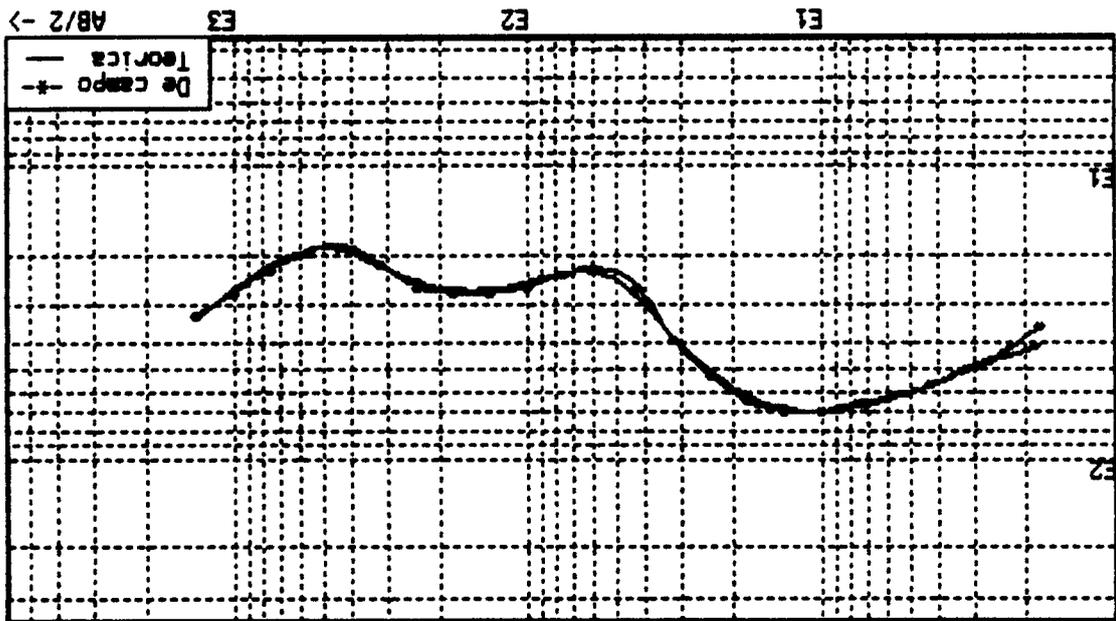


CAPA (NO)	RESIST (Ohm.m)	ESPESOR (m)
(1)	90.0	8.0
(2)	10.0	14.0
(3)	25.0	140.0
(4)	6.5	300.0
(5)	300.0	--

CORTE GEOELECTRICO



CAPA	RESIST	ESPESOR	(M)	(Ohm.m)	(M)
(1)	35.0	1.3	1.3	35.0	1.3
(2)	85.0	11.0	11.0	85.0	11.0
(3)	9.0	15.0	15.0	9.0	15.0
(4)	40.0	110.0	110.0	40.0	110.0
(5)	1.0	25.0	25.0	1.0	25.0
(6)	100.0	--	--	100.0	--

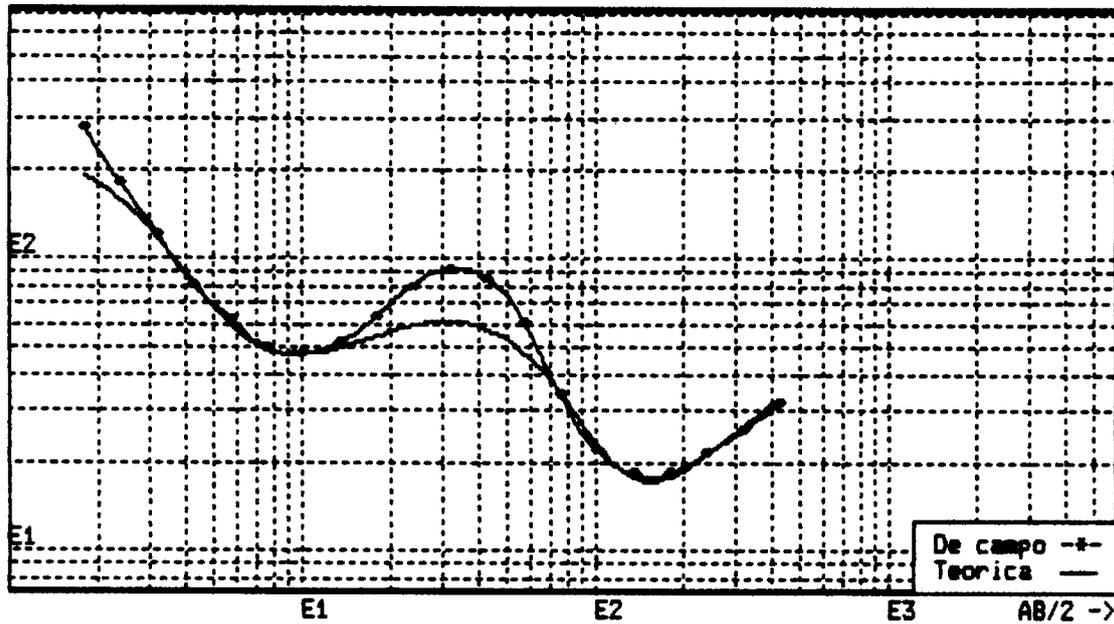


CLIENTE: I.G.M.E. ZONA: HUESCAR SEV: S-49

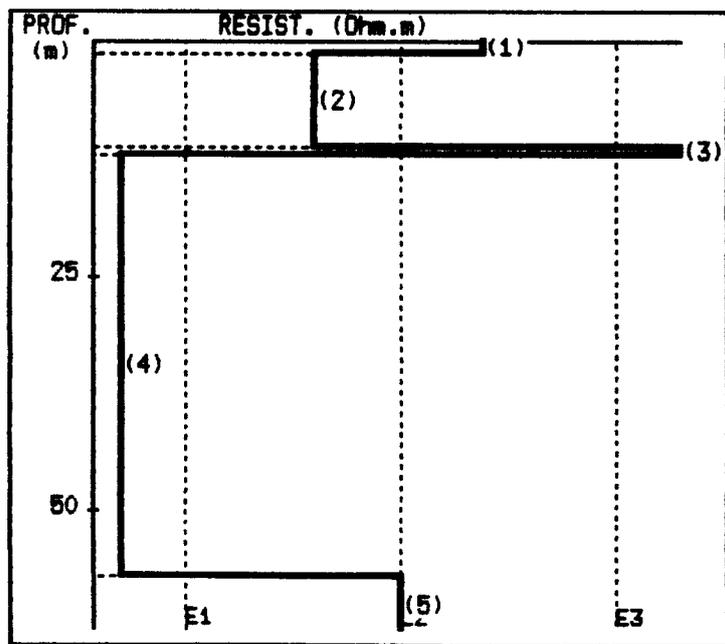
CLIENTE: I.G.M.E.
=====

ZONA: HUESCAR
=====

SEV: 5-50
=====



CORTE GEOELECTRICO

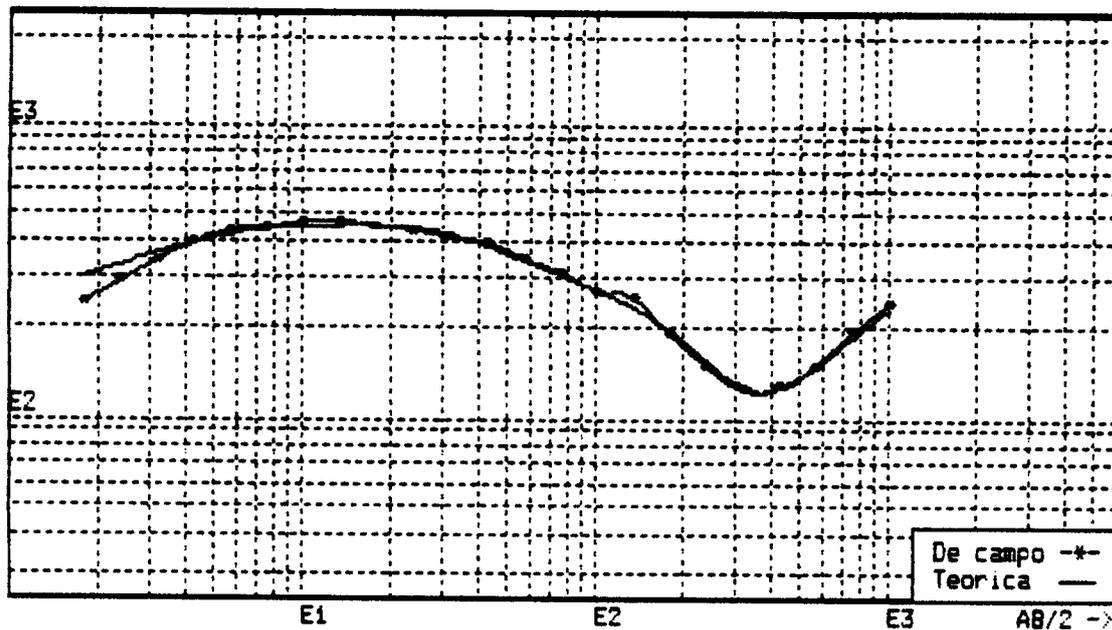


CAPA (Nº)	RESIST (Ohm.m)	ESPESOR (m)
(1)	240.0	1.4
(2)	40.0	10.0
(3)	2000.0	0.9
(4)	5.0	45.0
(5)	100.0	--

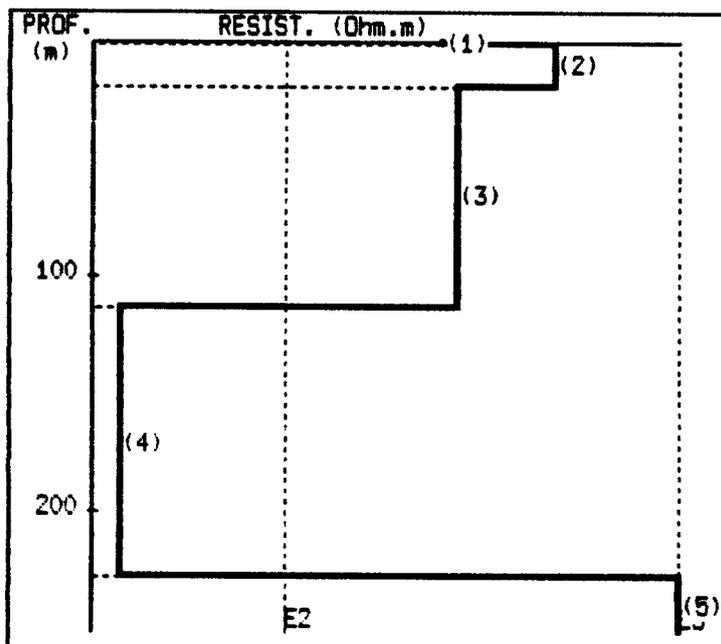
CLIENTE: I.G.M.E.
=====

ZONA: HUESCAR
=====

SEV: 438EW
=====

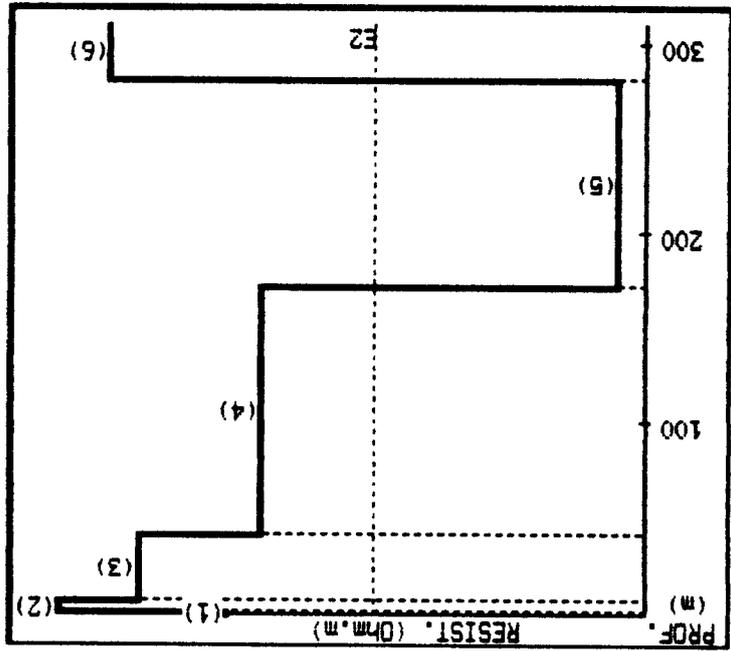


CORTE GEOELECTRICO

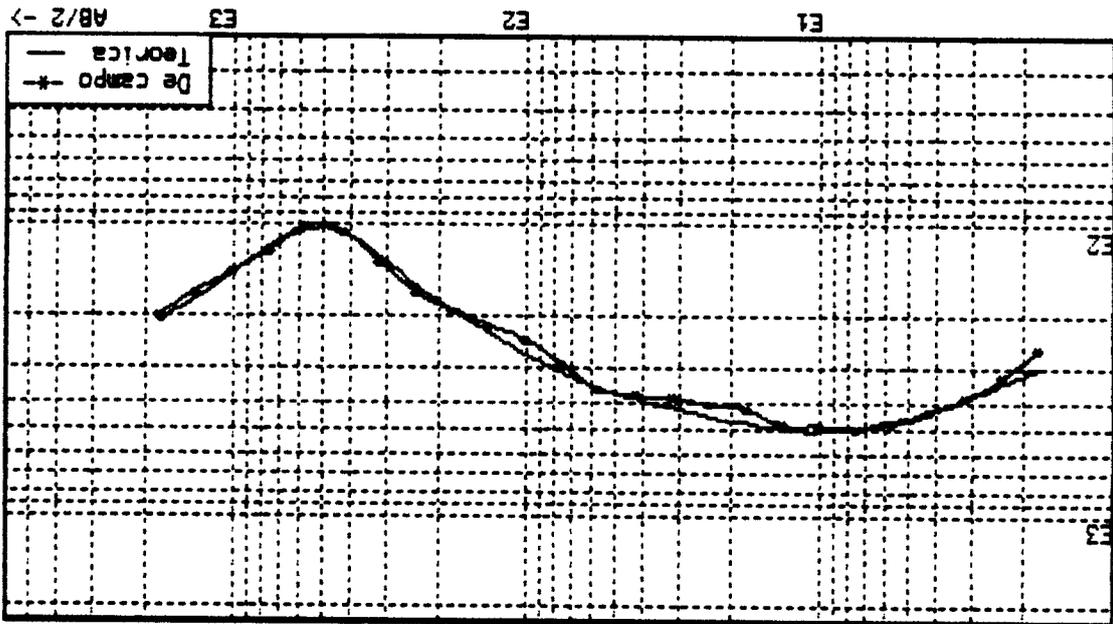


CAPA (Nº)	RESIST (Ohm.m)	ESPESOR (m)
(1)	250.0	1.0
(2)	480.0	18.0
(3)	273.0	95.0
(4)	38.0	115.0
(5)	1000.0	--

CORTE GEOELECTRICO



CAPA	RESIST	ESPESSOR
(m)	(Ohm.m)	(m)
(1)	230.0	1.0
(2)	600.0	6.0
(3)	380.0	35.0
(4)	190.0	130.0
(5)	25.0	110.0
(6)	450.0	--



SEV: 438NS

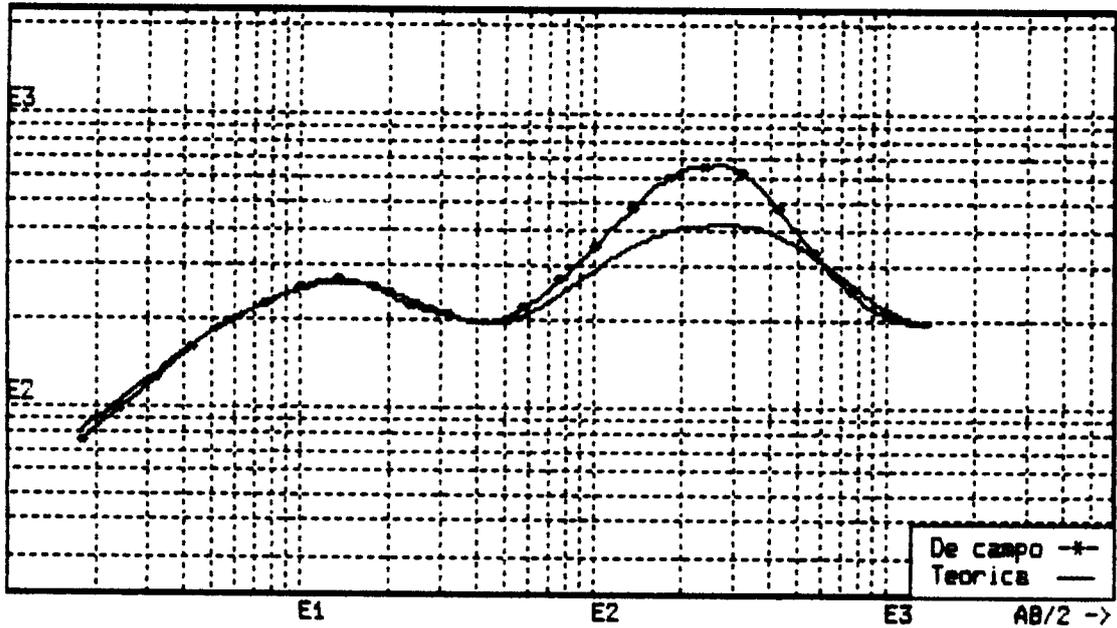
ZONA: HUESCAR

CLIENTE: I.G.M.E.

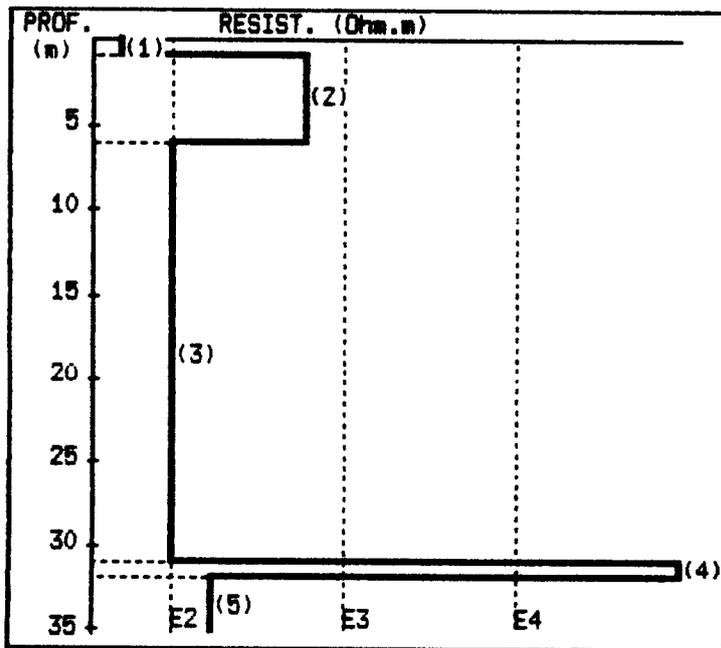
CLIENTE: I.G.M.E.
=====

ZONA: HUESCAR
=====

SEV: 694NS
=====



CORTE GEOELECTRICO

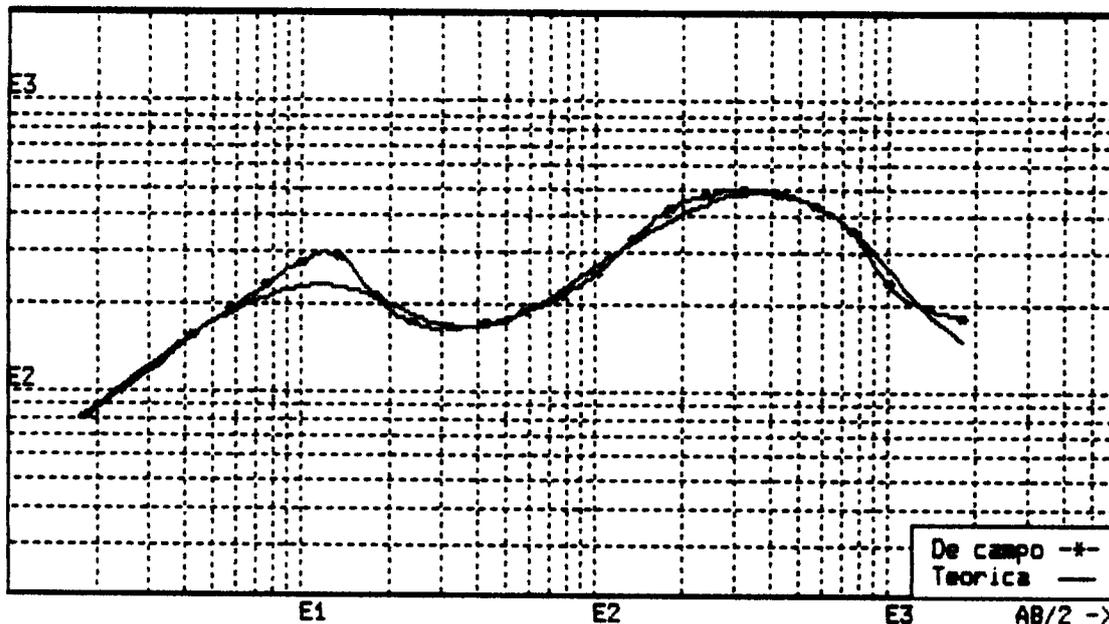


CAPA (NO)	RESIST (Ohm.m)	ESPESOR (m)
(1)	50.0	1.0
(2)	600.0	5.0
(3)	100.0	25.0
(4)	90000.0	1.0
(5)	170.0	--

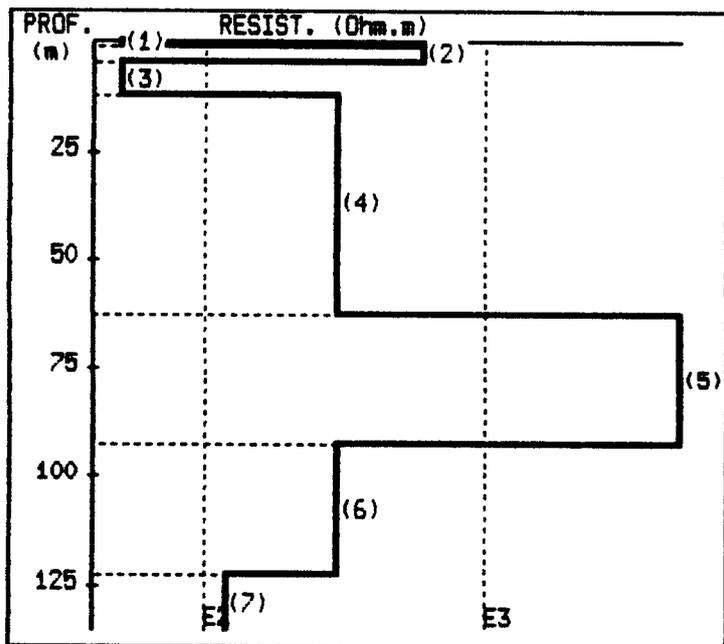
CLIENTE: I.G.M.E.
=====

ZONA: HUESCAR
=====

SEV: 694EW
=====



CORTE GEOELECTRICO



CAPA (NO)	RESIST (Ohm.m)	ESPESOR (m)
(1)	50.0	1.0
(2)	600.0	4.0
(3)	50.0	8.0
(4)	300.0	50.0
(5)	5000.0	30.0
(6)	300.0	30.0
(7)	120.0	—

ANEXO 1-2
DESCRIPCION DEL METODO DE SEDT

Los sondeos electromagnéticos en el dominio de tiempos (SEDT). Aspectos más significativos y primeras experiencias en España

A. GRANDA SANZ (*), A. PEREZ TEREÑES (*) y J. L. PLATA TORRES (**)

RESUMEN

La idea básica de este trabajo es contribuir a la divulgación de un método geofísico que representa un avance sustancial en el ámbito de la prospección por resistividades.

Para ello se describen los fundamentos teóricos del método de los Sondeos Electromagnéticos de Dominio de Tiempos y la forma en que se realiza. También se detallan los parámetros que definen su aplicación práctica. Se analizan las diferencias con el método de SEV desde el planteamiento de que se trata de métodos utilizables en la resolución de objetivos similares. Como síntesis más destacables de esta comparación puede decirse que si bien en ciertos casos ambos métodos pueden tener un carácter complementario; existen situaciones donde la aplicación de los SEV roza o sobrepasa sus condiciones límites, mientras que el método de los SEDT puede emplearse con más fiabilidad. Al margen de las características técnicas del SEDT, que aportan una notable capacidad de penetración junto con focalización de la respuesta, la comparación de rendimientos con los SEV demuestra cómo para ciertas profundidades de investigación los SEDT son menos costosos.

En el aspecto práctico se incluyen diversos ejemplos de aplicaciones realizadas en España. Cada uno de ellos pone de manifiesto alguna de las características ventajosas que a nivel teórico se habían indicado anteriormente.

ABSTRACT

With this work we try to introduce the Time Domain E. M. Soundings from the basic idea that it represents a remarkable enhancement in the resistivity prospecting methods.

According to this, we describe the theoretical bases and the ways to carry on measurement. Pointing out the parameters who define its application, there is an analysis of the main differences between VES and SEDT. To the spanish literature we propose the name SEDT because «Sondeo Electromagnético en Dominio de Tiempos» describes very well the nature of the method.

Compared with VES, the SEDT method has important advantages in some geological conditions where the former is very close to its limits of applicability. The most important advantages are: More penetration capability, more focalized response, less affected by lateral inhomogenities, lower cost in many cases.

To demonstrate some of this points we present some examples coming from different applications carried out in Spain. They are the very first experiences in our country and in some ways demonstrate the interest of this new geophysical tool.

1. INTRODUCCION

Tradicionalmente el estudio de la distribución de materiales del subsuelo dentro de los rangos de profundidad que interesan a la mayoría de las aplicaciones hidrogeológicas y mineras se ha realizado en las últimas décadas mediante SEV.

La experiencia acumulada resulta enormemente

válida, de modo que hoy el método de SEV puede considerarse plenamente desarrollado y divulgado, independientemente del mejor o peor uso que pueda hacerse del mismo.

Con este trabajo no pretendemos analizar ni criticar el método de SEV. Nuestro principal objetivo es contribuir a divulgar una nueva modalidad prospectiva, la de los Sondeos Electromagnéticos en el Dominio de Tiempos (SEDT) que aplicada a la resolución de problemas similares

(*) CGS.
(**) IGME.

ofrece ventajas importantes en ciertos casos. En la literatura anglosajona es frecuente encontrar denominaciones tales como «Transient Soundings» o «Pulse EM Sounding» para este método. Cada cual puede traducirlas a su gusto aunque pensamos que la denominación que proponemos es correcta para expresar en castellano la naturaleza del método.

Entendemos que el mejor mensaje que podemos transmitir ha de tener un carácter práctico y por ello, aparte de una descripción somera del método, hemos seleccionado varios ejemplos de aplicaciones recientes realizadas por nosotros y que constituyen las primeras experiencias en España.

Cada uno de los ejemplos ofrece la posibilidad de valorar un aspecto diferente de modo que del conjunto de ellos pueda obtenerse una idea global respecto a las ventajas que el método de SEDT comporta.

Las referencias bibliográficas son reiterativas al señalar como características más relevantes de los SEDT las siguientes:

a) Gran focalización de la respuesta de modo que se minimizan los efectos laterales que distorsionan habitualmente las curvas de SEV. Básicamente la respuesta se limita al volumen rocoso contenido bajo el bucle y en su vertical. Ello permite una definición muy precisa de la presencia de discontinuidades laterales de resistividad en la sección geoelectrica.

b) Capacidad de penetración a través de pantallas de alta resistividad que constituyen un obstáculo insalvable para los SEV. En términos operativos la detección de un contacto bajo una pantalla resistiva puede ser inviable o exigir valores AB desproporcionadamente grandes. Mediante SEDT es factible el estudio de algunos centenares de metros de profundidad con bucles de pequeño tamaño (100×100 ó 200×200 m.).

c) La indeterminación que representan las situaciones de equivalencia en el método de SEV pueden resolverse con los SEDT ya que las condiciones de equivalencia para éstos obedecen a condicionantes teóricos diferentes a los de los SEV.

d) Facilidad operativa, ya que el tendido de bucles de 100×100 ó 200×200 m. siempre es más sencillo que la apertura de un dispositivo

lineal de 1 Km. o más. Ello se traduce en mayores rendimientos en campo y en consecuencia en menores costes.

Consideramos que los ejemplos que presentamos contribuyen a demostrar las anteriores afirmaciones y de cualquier modo transmiten la idea de innovación que el método de SEDT representa en el ámbito de la prospección geofísica. Es más que previsible que en los próximos años se produzca un incremento espectacular en el empleo del método. Porque somos conscientes de las limitaciones del SEV y porque confiamos en las posibilidades de los SEDT trataremos de contribuir a ello en la medida de lo posible.

2. DESCRIPCION DEL METODO DE LOS SEDT

En su forma más general, los fundamentos físicos del método de los SEDT se explican en los términos siguientes (fig. 1):

A través de un bucle conectado a un sistema transmisor y situado sobre la superficie del terreno se hace circular un pulso de corriente de intensidad constante que produce un campo magnético primario. Al cortar bruscamente esta corriente se provoca una variación del campo magnético y de acuerdo con la Ley de Faraday se inducen en el terreno unas corrientes de tipo difusivo que en un primer instante tienden a mantener el campo primario, generando un campo magnético secundario. Este campo secundario es variable con el tiempo e induce en el bucle receptor, situado sobre la superficie, un voltaje medible pese a su pequeña magnitud y rápido decrecimiento.

Como quiera que la magnitud y distribución de las corrientes de difusión dependen de la resistividad del subsuelo resulta que los voltajes medidos pueden aportar información al respecto a través del adecuado tratamiento e interpretación.

De forma simplista la figura 2 resume los trabajos de NABIGHIAN (1979) respecto a las variaciones de posición y amplitud del máximo de las corrientes de difusión. En cada instante puede idealizarse el anillo de corriente como una espira situada a profundidad creciente, al mismo

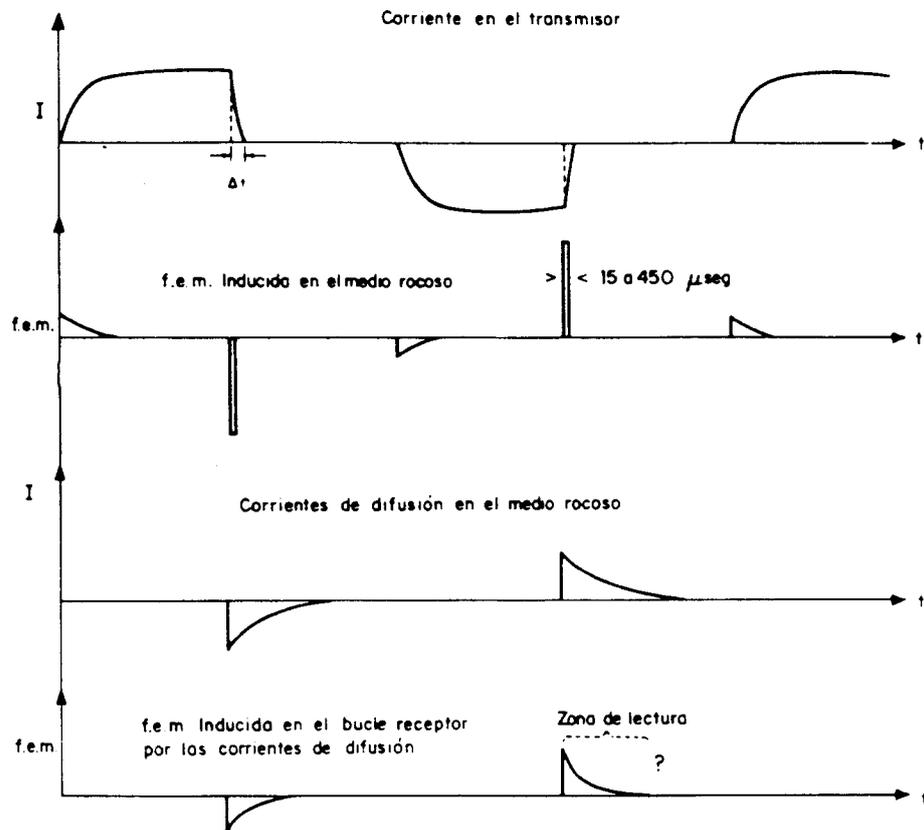


Figura 1.—Descripción del fundamento del método electromagnético de dominio de tiempos o de impulsos.

tiempo que se extiende hacia fuera del bucle emisor y disminuye de intensidad.

En términos operativos la ejecución de un SEDT consiste en medir el voltaje inducido en cada instante (transitorio) en la bobina receptora, por el campo magnético secundario, mientras éste se propaga por el subsuelo. Para ello se toman medidas en una serie de ventanas de tiempo inmediatamente a continuación del corte de corriente en el emisor y hasta la extinción del campo secundario.

Este proceso se repite abriendo y cerrando el circuito emisor varios centenares de veces. Las lecturas realizadas en el mismo instante de cada ciclo se someten a un tratamiento estadístico tendente a reducir o cuando menos conocer el nivel de ruido, instrumental o ambiental, que pueda afectarlas. En los equipos al uso este tratamiento se realiza en campo mediante microprocesadores incorporados al sistema.

De acuerdo con las ideas precedentes las lecturas obtenidas a tiempos crecientes son representativas de rangos crecientes de profundidad, lo que constituye una similitud con los SEV en lo que respecta a la relación penetración/separación entre electrodos de emisión.

El análisis de las curvas características de los transitorios obtenidos sobre un modelo geológico de capas planas en disposición horizontal pone de manifiesto algunos rasgos fundamentales a tener presente para la correcta comprensión del método de SEDT.

El tramo inicial de estas curvas, definido como «early stage», depende exclusivamente de la resistividad del nivel superficial donde se concentran las corrientes de difusión al cortar la corriente en el bucle emisor. A tiempos crecientes el máximo de intensidad se sitúa a mayor profundidad y el voltaje decae en función de $t^{5/2}$. Esta zona (véase fig. 3) se define como «late

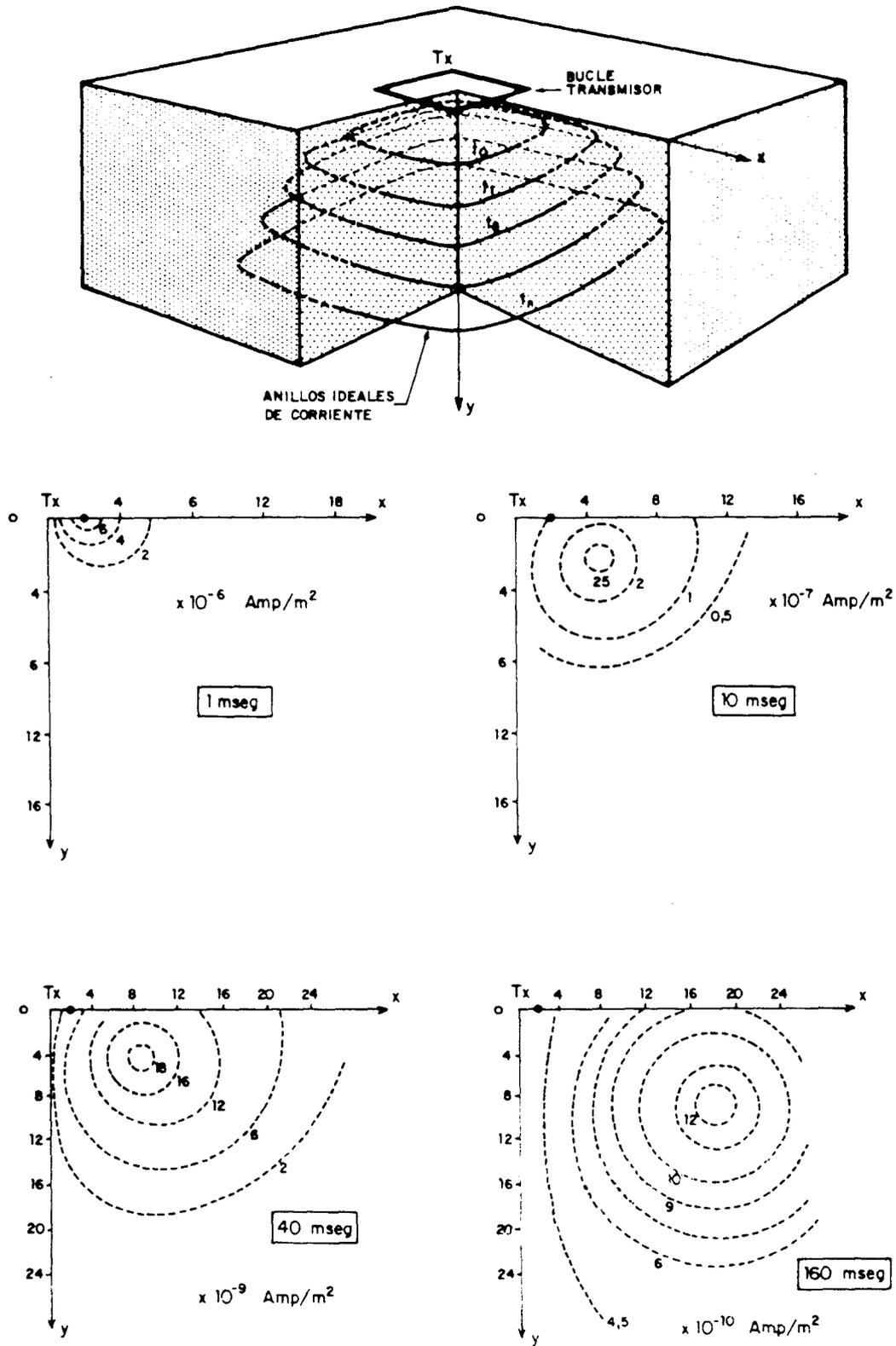


Figura 2.—Distribución teórica de las corrientes de difusión en el subsuelo (NABIGHIAN).

stage», y en ella las lecturas obtenidas para cada valor de t dependen principalmente de la resistividad de la capa más profunda involucrada: según $\rho^{-3/2}$.

Aunque las curvas de los transitorios reflejan en sí mismas los rasgos significativos relativos a la distribución de resistividades del subsuelo, es preciso efectuar su transformación a resistividad aparente en función de t , para hacer más visibles dichos cambios de resistividad. Se obtienen así, mediante cálculo, unas curvas $\rho_a = f(t)$ análogas a las de SEV, donde $\rho_a = f(AB)$. A modo de ejemplo presentamos en las figuras 4 y 5 el transitorio y la curva de resistividad aparente obtenida a partir del mismo. La fórmula utilizada para estos cálculos es del tipo $\rho_a = K \times b^{8/3} \times (V/I)^{-2/3} \times t^{-5/3}$ válida para lecturas obtenidas en el «late stage». Para el cálculo de resistividades aparentes en el «early stage» existen otras expresiones (SPIES and RAICHE, 1980) sin interés para los objetivos generales de este trabajo.

En la fórmula anterior K es una constante característica del equipo de medida, b una función del tamaño del bucle emisor, (V/I) es el transitorio normalizado y t el tiempo de medida correspondiente.

Observando cualquier curva de SEDT como la de la figura 6 se aprecian determinados factores característicos del método. Estimamos adecuado llamar la atención sobre los siguientes:

a) El tramo inicial de la curva puede tener puntos «erróneos» que se apartan de la tendencia general de la misma. Corresponden a los primeros canales donde todavía no se ha alcanzado el «late stage» y, sin embargo, los cálculos de ρ_a se han realizado con la fórmula correspondiente al mismo.

b) La zona central (es práctica común repetir la toma de datos) presenta una notable superposición de valores, lo que es un factor de fiabilidad del método.

c) Los últimos canales pueden estar afectados por ruido, dado que la magnitud del transitorio en ellos es muy baja, especialmente cuando los niveles más profundos involucrados en las me-

Figura 3.—Diferenciación aproximada de las zonas «Early Stage» y «Late Stage».

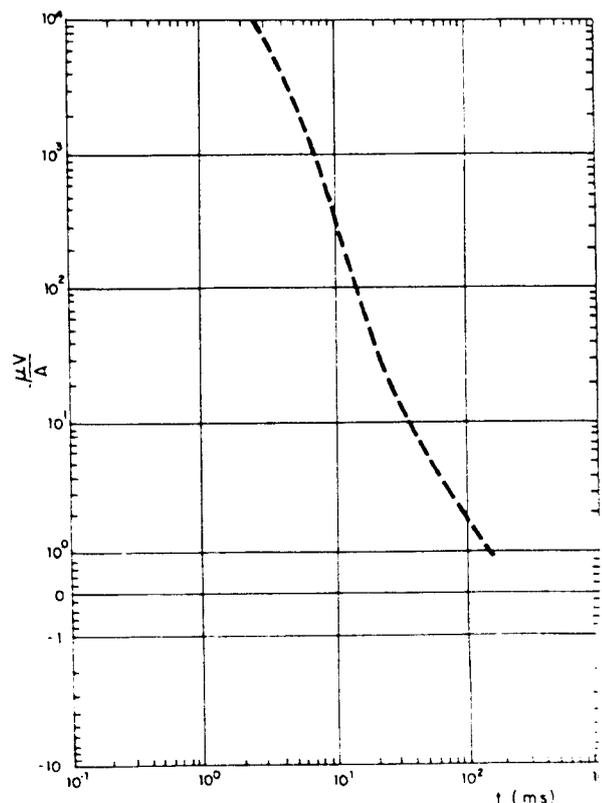
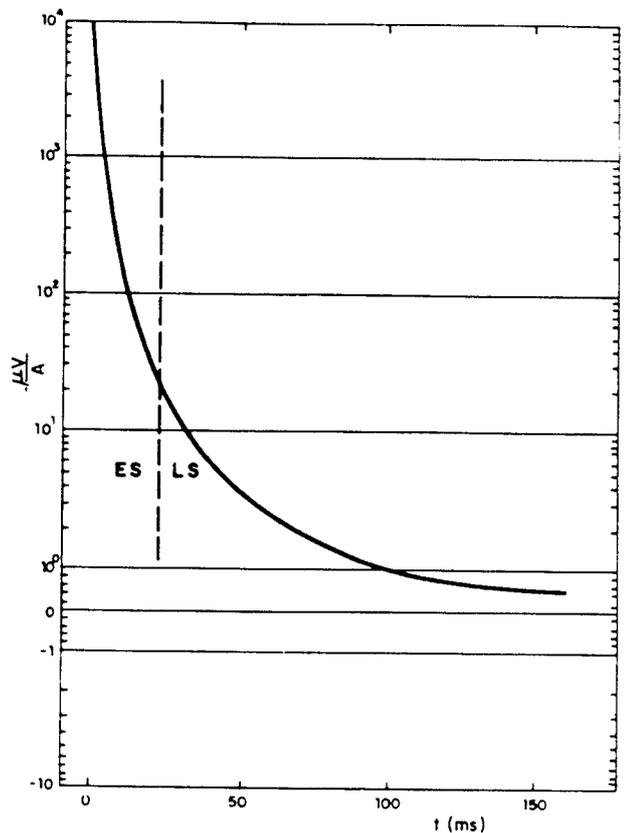


Figura 4.—Transitorio del SEDT de Mota del Cuervo

Figura 5.—Curva de resistividad aparente del SEDT de Mota del Cuervo.

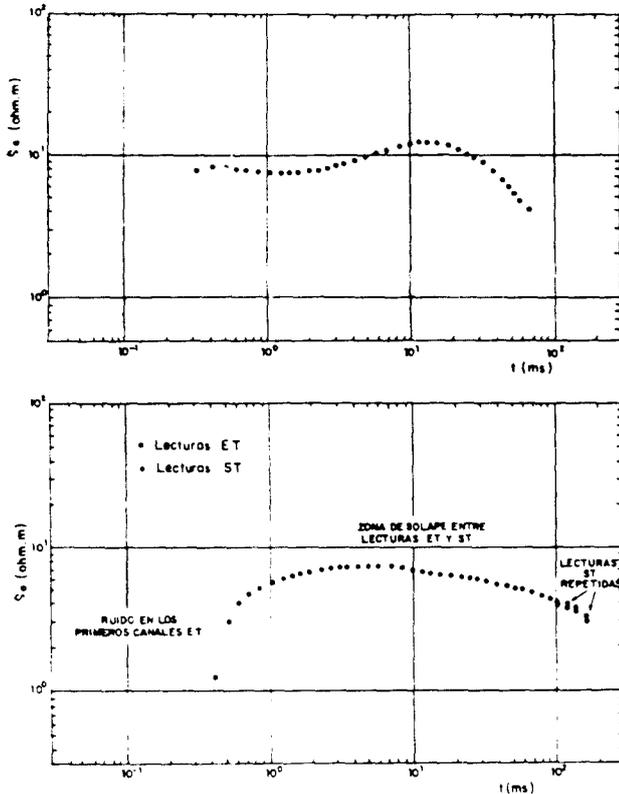


Figura 6.—Aspecto general de la curva de resistividad aparente de un SEDT medido con un equipo Sirotem II SE.

didadas son resistivos. El nivel de ruido viene dado en cierto modo por la discrepancia entre los valores de resistividad correspondiente a diferentes tomas de datos.

Así, pues, en términos prácticos a la hora de interpretar es habitual no tener en consideración los puntos extremos.

La interpretación de resultados puede realizarse mediante inversión de los datos de campo o por aplicación del método directo superponiendo sobre curvas-patrón previamente calculadas. Pese a que existe alguna colección publicada (KAUFMAN and KELLER, 1983, y SPIES, 1980), su utilidad en términos generales es muy limitada, porque contemplan modelos muy restringidos y se refieren a dispositivos de medida muy específicos; bucles coincidentes en el caso de SPIES.

A diferencia del método de SEV parece improbable que en un futuro próximo existan coleccio-

nes completas de curvas, dado que para un mismo modelo la curva de SEDT depende del tipo de dispositivo (bucles separados, coincidentes, bobina central, etc.) y del tamaño del bucle. Esto lleva a una multiplicidad de posibilidades que hace poco operativa la edición de colecciones. De todos modos, el cálculo de una curva para un modelo de tres capas no exige más de tres minutos en ordenador tipo PC.

Una forma operativa de interpretación consiste en realizar en una primera fase la inversión de las curvas de campo partiendo de un premodelo que restrinja las posibilidades matemáticas de acuerdo con la información geológica disponible. Este proceso requiere el empleo de un ordenador tipo VAX-780 o similar. A partir de los resultados de la inversión se aplica un programa que resuelve el problema directo y permite obtener las curvas correspondientes a posibles variaciones sobre el modelo. Estas curvas se visualizan en pantalla junto con las de campo hasta obtener el mejor grado de ajuste entre ambas. En este punto puede adoptarse como solución el modelo correspondiente a la curva teórica en cuestión. No significa esto, sin embargo, que sea la única solución posible, ya que al igual que en otros métodos eléctricos, puede darse el principio de equivalencia, aunque, en general, parece que sus límites de aplicación son más restringidos que, por ejemplo, en el caso de los SEV. El análisis de este aspecto sería objeto de un desarrollo argumental fuera de las intenciones de este trabajo.

Desde el punto de vista teórico la profundidad de investigación es función del tiempo y no del tamaño del bucle. En consecuencia, bastaría prolongar las medidas al mayor número de canales o hasta un tiempo suficientemente grande para investigar a cualquier rango de profundidad que se deseara. Sin embargo, existen unas exigencias operativas respecto a la magnitud de la señal a medir de modo que, a fin de que la relación señal/ruido sea suficientemente resolutive es preciso actuar en el sentido de aumentar en lo posible el momento magnético del bucle transmisor. Esto puede conseguirse bien incrementando su tamaño, aumentando el número de espiras del mismo o la intensidad de los pulsos de corriente. Si se opta por incrementar el tamaño del bucle se incrementa la duración del «early stage» y, en consecuencia, es prácticamente imposible determinar el espesor y resistividad de la primera capa, al

menos hasta espesores de varias decenas de metros. El empleo de bucles multivuelta resulta muy difícil en términos operativos. Consecuentemente, ha de adoptarse un criterio de compromiso entre el tamaño del bucle, profundidad que interesa investigar, necesidad de resolver los niveles más superficiales de la sección, etc. En ciertos casos puede ser conveniente la ejecución en el mismo punto de más de un SEDT con diferentes tamaños de bucle para el estudio más detallado de la sección.

Una vez establecidos los fundamentos teóricos, forma de ejecución y tratamiento de datos del SEDT, vale la pena detenerse a analizar los factores que condicionan la forma y amplitud de la señal.

En un tiempo determinado (un canal de medida) y para un medio homogéneo, la amplitud del transitorio depende del momento magnético aplicado a través del bucle emisor. La figura 7 ilustra este hecho al comparar por ejemplo las curvas 1, 2 y 3.

Para un momento magnético constante y considerando un medio homogéneo la amplitud del

transitorio en un instante dado es tanto mayor cuanto menor es la resistividad del medio rocoso. De forma orientativa puede apreciarse esta circunstancia al comparar las curvas 3 y 4 de la figura anterior. Puede ocurrir que si la resistividad es muy alta el transitorio sea de tan pequeña amplitud y tan corta su duración que la información obtenida sea muy limitada al restringirse a unos pocos canales. Dicho en otros términos, la profundidad investigada en este caso será muy escasa.

Consideremos ahora un medio rocoso de dos capas. Suponiendo que exista entre ambas suficiente contraste de resistividad, el transitorio refleja su presencia mediante una inflexión, un cambio de pendiente más o menos acusado y cuya posición es función del contraste de resistividad y espesor de la primera capa. Si la resistividad de la segunda capa es mayor que la de la primera el transitorio tiende a acortarse. Por contra, cuando la segunda capa es más conductora que la primera su efecto se traduce en un incremento positivo en la amplitud y duración del transitorio. Los ejemplos de la figura 8 son suficientemente explícitos al respecto.

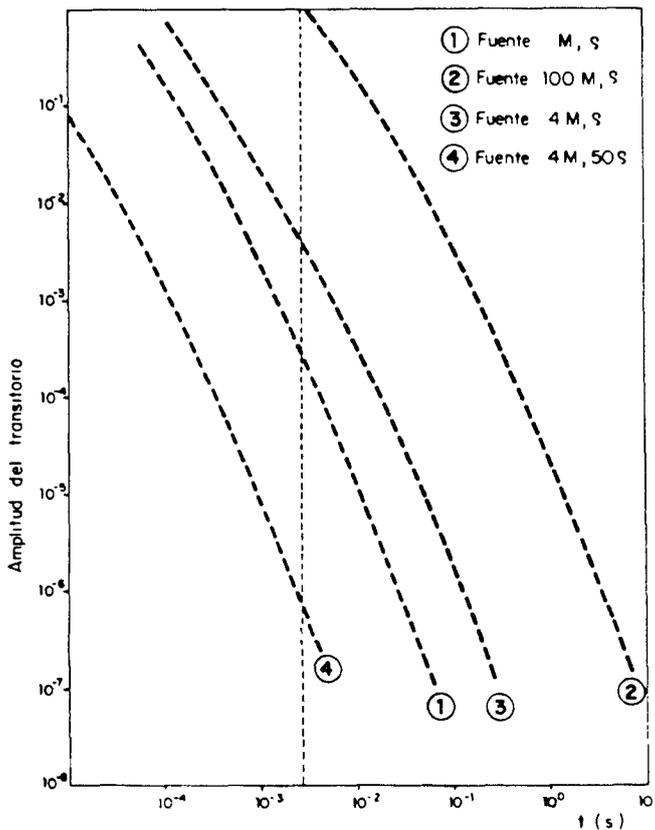


Figura 7.—Variación de la amplitud de los transitorios en terreno homogéneo, en función de la intensidad de la fuente y de la resistividad.

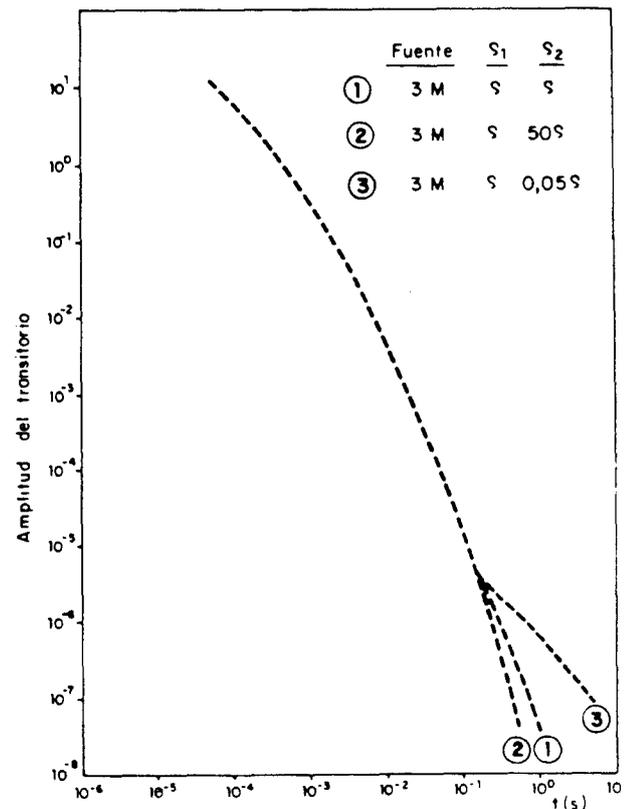
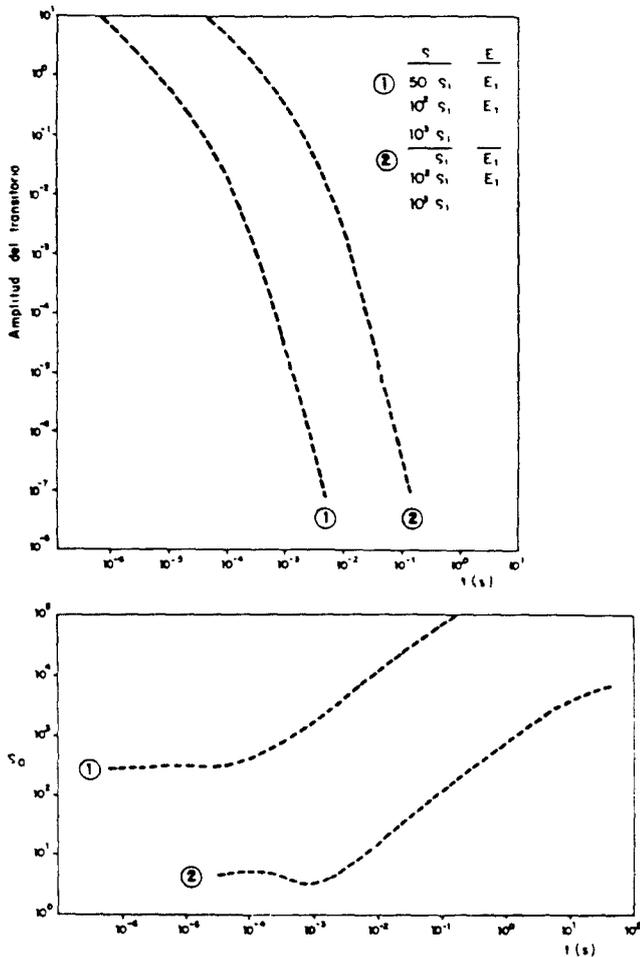


Figura 8.—Modificación de la amplitud del transitorio producida por la presencia de un segundo medio, según su resistividad, comparado con medio homogéneo.


 Figura 9.—Retrasos introducidos por el aumento de ρ de la 1.^a capa.

La presencia de nuevas capas en la sección produce nuevas inflexiones en la curva del transitorio. Tales inflexiones pueden ser incluso imperceptibles, pero se producen según las reglas comentadas para el caso de dos capas y tienen un reflejo más evidente en la correspondiente curva de resistividad aparente.

Un factor importante a tener en cuenta en el caso de un medio multicapa es la influencia de la resistividad de la primera capa que provoca desplazamientos considerables de la curva del transitorio en su conjunto. Así, el aumento de resistividad de la primera capa «adelanta» el transitorio haciendo que su amplitud disminuya para un mismo tiempo de observación. Puede llegarse incluso, en el caso de muy alta resistividad de la primera capa, a hacerse inapreciable el efecto de las capas subsiguientes. El efecto contrario se da cuando la primera capa es muy conductora.

La traducción de estas variaciones de las curvas del transitorio a las curvas de resistividad aparente permite poner de manifiesto sus rasgos significativos de una manera más acusada. Así puede verse en los ejemplos de la figura 9.

Sería exhaustivo pretender describir aquí el estilo general de las curvas de SEDT en función de las variaciones de espesor y resistividad de cada una de las capas, aunque sólo fueran para el caso de un simple modelo de tres capas. No es ese nuestro objetivo, y por ello, a modo de ejemplo, nos remitimos a la figura 10, donde se incluyen los

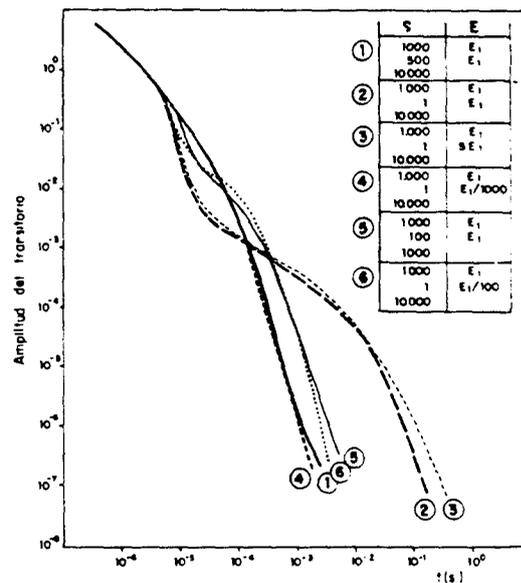


Figura 10.—Transitorios y curvas de resistividad aparente para diversos modelos de capas.

transitorios y curvas de resistividad aparente correspondientes a diversos modelos geoelectricos. Cada uno de ellos introduce respecto a los otros variaciones significativas en la resistividad o espesor de alguna capa. Aclaremos que esta figura, como las anteriores, corresponde a la modalidad de bucles coincidentes.

Queremos resaltar la frecuente carencia de significación en algunos rasgos de las curvas de resistividad y el consiguiente fracaso de la intuición en su interpretación. Tal es el caso del falso «máximo» inicial o la disminución final de las 1 y 4 en la figura anterior.

Ejemplo núm. 1. Sobre la capacidad de detección de niveles conductores bajo pantallas resistivas.

Como en los otros ejemplos que presentaremos más adelante, en este caso se habían realizado en la zona estudios previos mediante SEV. El área de estudio se localiza en Las Cañadas del Teide (Tenerife) y los SEV realizados en campañas anteriores muestran como característica más destacable valores de resistividad aparente de varios centenares e incluso varios miles de ohm.m. En general, la tendencia de las curvas es de resistividad creciente al aumentar la apertura AB entre electrodos de emisión. Otro caso característico es la aparición en su tramo final de una rama bruscamente decreciente que induce a considerar la presencia de anomalías conductoras de posible interés geotérmico. Véanse en la figura 11 dos curvas del tipo de las comentadas.

La interpretación de estos SEV resulta muy problemática. De hecho, en la curva A de la figura 11 es casi imposible interpretar los niveles conductores que en ella se indican. En ausencia de otra información complementaria esta curva se interpretaría como una sección muy resistiva en la que la penetración alcanzada habría sido muy escasa.

La curva B de la misma figura es también de difícil interpretación debido a las múltiples posibilidades interpretativas de su rama final, que corresponde a una curva tipo Q.

Los SEDT obtenidos en los mismos puntos (figura 12) manifiestan una tendencia de resistividad

Figura 11.—SEV representativos de las Cañadas del Teide (Tenerife).

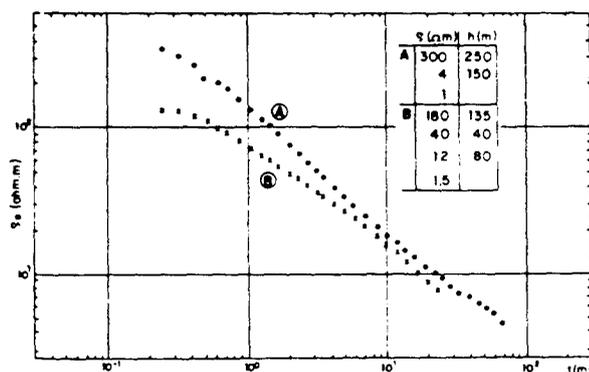
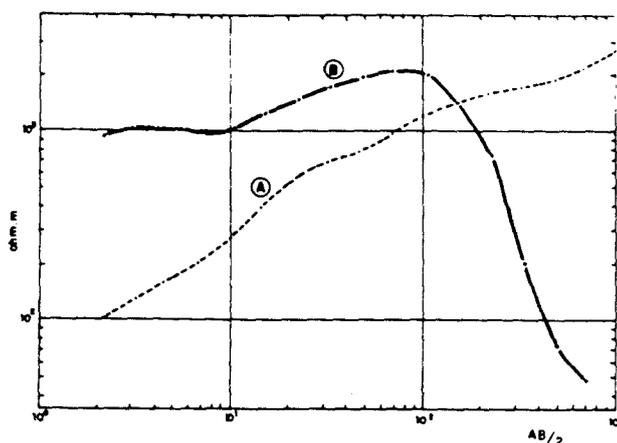


Figura 12.—SEDT representativos de las Cañadas del Teide (Tenerife).

decreciente muy acusada hasta varios centenares de metros de profundidad. El tramo inicial de las curvas de SEDT refleja la presencia de niveles superficiales con una resistividad de varios centenares de ohm.m., enmascarado parcialmente porque este tramo corresponde en gran medida a la «zona ciega» del método. De la interpretación cuantitativa de estos SEDT se deduce una sección geoelectrica que comprende un potente paquete superficial de alta resistividad que casi en todos los casos supera los 250 m. de espesor. Bajo éste se define una secuencia de capas de baja resistividad, hasta profundidades de 500-600 m.

El cálculo de las curvas de SEV correspondientes a la sección geoelectrica deducida de los SEDT

permite llegar a algunas conclusiones que vale la pena señalar.

A nivel teórico, los SEV permitirían ver los niveles conductores detectados por los SEDT. Ahora bien, también es cierto que el ruido de las lecturas de los SEV y el carácter resistivo del conjunto de la curva provocarían una notable ambigüedad en su interpretación. Otro factor a tener en cuenta es la necesidad de emplear aperturas AB comparativamente grandes para resolver esas capas conductoras. Aparte de la dificultad logística que la zona impone al respecto, esto conlleva además un problema adicional como es la pérdida de focalización en la respuesta haciendo prácticamente imposible la detección de cambios laterales en la distribución de resistividad del subsuelo al nivel del detalle que la prospección requiere.

En consecuencia, podría decirse que el SEDT es en este caso más resolutivo que el SEV, aunque de cualquier modo no debe olvidarse que el mejor uso de los métodos geofísicos requiere normalmente el empleo de métodos complementarios. En este ejemplo es evidente la complementariedad entre SEV y SEDT en el sentido de que el último posibilita una mejor interpretación del primero.

Por las condiciones particulares de la zona en este caso, el SEDT resulta ventajoso además por su focalización y facilidad operativa. En función de ambas características se puede obtener una sección geoelectrica más detallada que la que podría resultar de la ejecución de SEV.

Ejemplo núm. 2. Comparación de rendimientos en la detección de contactos profundos.

Este ejemplo permite una valoración comparada con los SEV en términos de rendimiento y costes para el estudio de contactos litológicos situados a algunos centenares de metros de profundidad, bajo una cobertera de naturaleza conductora.

La zona de estudio se localiza en las cercanías de los Llanos del Caudillo (Ciudad Real). De forma simplificada la sección geológica incluye las siguientes unidades: Calizas pontienses (alrededor de 100 m.), Terciario arcilloso (más de 350 m.), posible Trias arcilloso (más de 150 m.) y basamento de naturaleza indeterminada y carácter resistivo.

Para la resolución de esta sección se realizaron SEV que en varios casos hubieron de alcanzar aperturas AB superiores a 8 Km. para poder detectar con fiabilidad la rama final ascendente representativa del basamento.

La misma zona se estudió mediante algunos SEDT, obteniéndose resultados similares a los de los SEV. Sin embargo, para estas medidas se utilizaron bucles de 200x200 m. y la toma de datos en cada punto no requirió más de una hora frente a los dos días que la ejecución de un SEV de AB=8 Km. puede emplear.

Hemos representado en las figuras 13 y 14 el SEDT obtenido en un determinado punto y el SEV correspondiente a la sección geoelectrica del primero. Este SEV es similar en su estilo general a otros obtenidos en la zona.

Admitiendo que ambos métodos resuelvan, desde el punto de vista teórico, el problema con similar fiabilidad, es notable la ventaja del SEDT por su mayor rendimiento y, en consecuencia, menor coste.

A este respecto podría establecerse un gráfico comparativo de costes entre ambos métodos. Este

Figura 13.—SEDT en Los Llanos del Caudillo (Ciudad Real).

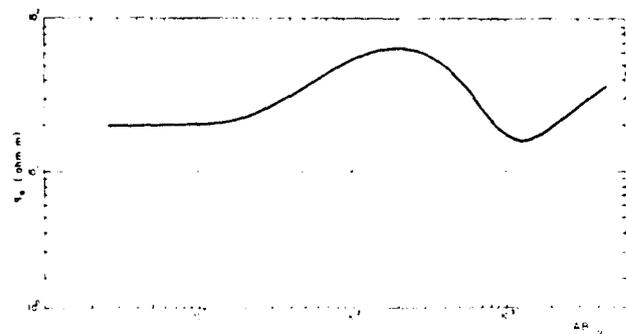
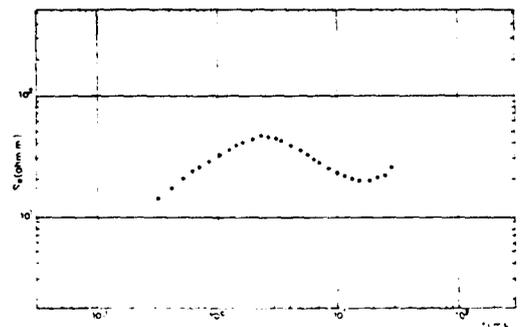


Figura 14.—SEV en Los Llanos del Caudillo (Ciudad Real).

gráfico es del tipo indicado en la figura 15, que también recoge una orientación respecto a la equivalencia en cuanto a penetración de ambos métodos se refiere. Evidentemente, esta orientación es muy aproximada porque las características de cada situación geológica imponen unas posibilidades particulares.

Es característico del método de SEV el incremento del coste al aumentar la distancia AB entre electrodos de emisión. Tal incremento no es uniforme, sino que a su vez crece notablemente al hacerlo AB. En consecuencia, para valores de AB superiores a 3 Km. el coste del SEV puede ser importante en términos absolutos. La razón es sencilla, ya que en esos casos es necesario un apoyo de personal auxiliar, vehículos, medios de comunicación, etc., muy superior al requerido para SEV cortos (hasta AB 2 Km.) y además el tiempo de ejecución se alarga considerablemente.

Sin embargo, la ejecución de un SEDT se limita a muestrear el mayor número posible de canales con lo que se incrementa la profundidad investigada sin necesidad de variar el tamaño del bucle una vez tendido.

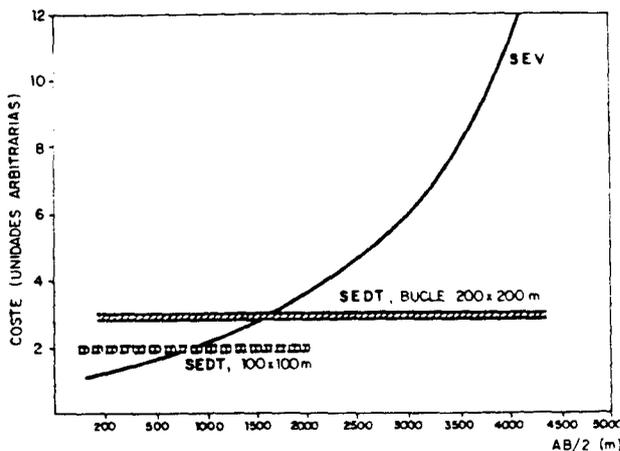


Figura 15.—Comparación de costes y equivalencia orientativa entre SEV y SEDT en lo relativo a profundidad de investigación.

Así, pues, el coste para un tamaño de bucle es constante con independencia de la profundidad investigada. En este gráfico se han considerado los tamaños de bucle normalmente utilizados para las aplicaciones más frecuentes.

En términos comparativos, y refiriéndonos a costes, es válido considerar que el SEDT puede ser más barato que el SEV cuando éste precise aperturas AB superiores a 2.000 metros.

Ejemplo núm. 3. Detección de formaciones resis-tivas en un medio conductor.

Dentro de la experiencia obtenida con los SEDT, quizá merezca la pena destacar el caso de la cuenca de Lorca, tanto porque en ella se ponen bien de relieve las ventajas del método como por otros aspectos especiales que resultan muy instructivos.

En 1982, en un proyecto del IGME para investigación de pizarras bituminosas, los sondeos mecánicos efectuados pusieron de manifiesto que en la serie evaporítica existían importantes potencias de sal (anhidrita). En este mismo trabajo se realizaron perfiles de SEV, de cuya interpretación se trazó la marcha del paquete salino en la cuenca.

Un aspecto que en seguida llamó la atención de este estudio era la poca resistividad hallada por los SEV para la sal: entre 20 y 60 ohm.m.

Una repetición de los SEV paramétricos, con apertura de alas ortogonales entre sí, corroboró este dato, dejando sin lugar a dudas que el paquete salino se comportaba con una resistividad muy inferior a la que cabría esperar de esta roca. En su momento se justificó el hecho interpretando la capa salina como intercalaciones de pequeños niveles conductores de naturaleza arcillosa y resistividad de 0,10 ohm.m., en un paquete de 1.000 ohm.m. compuesto por sal masiva.

En estas condiciones, la sal no actúa como capa resistiva que apantalla las inferiores. Su manifestación en las curvas de SEV es una pequeña curvatura (fig. 16 SEV A4) que, aunque teóricamente posible de interpretar, o bien cae fuera de los límites de precisión del método o bien se puede malinterpretar, adjudicando al último tramo ascendente de las curvas la capa salina, cuando en realidad no lo es.

Los SEDT efectuados posteriormente en la misma zona ponen claramente de manifiesto la superior detectabilidad de la capa salina, resultando inconfundible su presencia en las curvas de resistividad aparente. La figura 17 reproduce el SEDT número 6 realizado en el mismo emplazamiento que el SEV A4.

Por otra parte, la facilidad operativa de los SEDT ha posibilitado la ejecución del número de puntos suficientes para llegar a la definición del paquete salino con un detalle muy estimable en un área donde la ejecución de SEV resultaba problemática dadas las adversas condiciones superficiales.

Figura 16.—Detección de una capa salina mediante SEV.

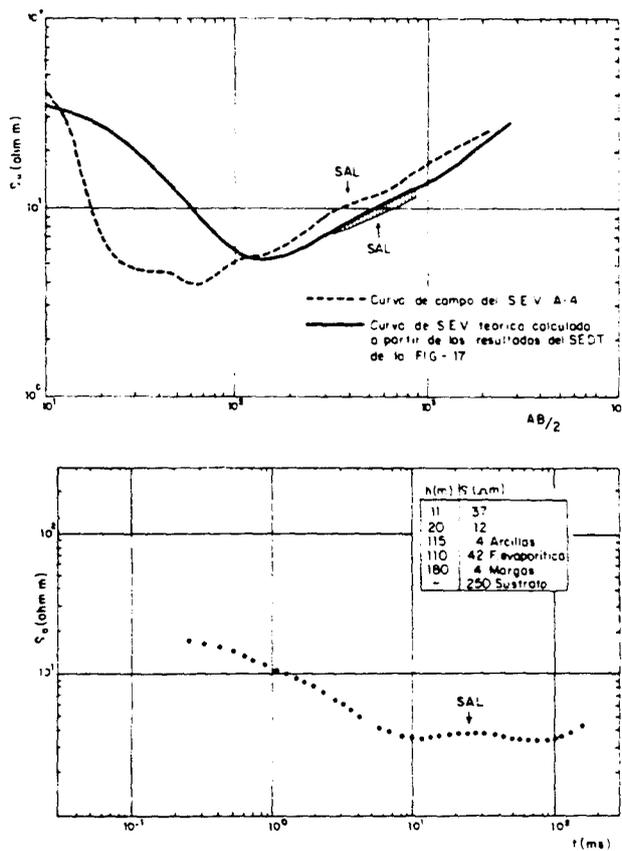


Figura 17.—Detección de una capa salina mediante SEDT.

AGRADECIMIENTOS

La divulgación de una técnica geofísica que pudiera considerarse novedosa en algún aspecto, es tarea dura en un país con poca tradición geofísica como es el nuestro.

Por ello creemos de justicia dejar constancia de nuestro agradecimiento a todos aquellos técnicos que involucrados en la prospección geológica han aceptado el reto de innovar incorporando en sus ámbitos de actuación una herramienta no habitual y de reciente desarrollo como es el SEDT.

Su confianza nos ha permitido aprender en base la experiencia de fracasos y pequeños éxitos; única vía para avanzar en el empleo óptimo de las técnicas indirectas, entre las que la Geofísica es, quizá, la más representativa.

Así, pues, quede constancia del papel jugado en este sentido por diversos técnicos del IGME, ENUSA, UERT, TRAGSA y CGS.

BIBLIOGRAFIA

- BUSELLI, G., and O'NEILL, B. (1977): *SIROTERM. A new portable instrument for multichannel transient electromagnetic measurements*. Australian Soc. of Expl. Geophys., v. núm. 3, pp. 82-87.
- KAUFMAN, A. A., and KELLER, G. V. (1983): *Frequency and transient soundings*. Methods in Geochemistry and Geophysics, 16, Amsterdam, Elsevier Publ. Co., 685 pp.
- MCNEIL, J. D. (1982): *EM37 Ground transient electromagnetic system: Design features*. Technical Notes, Geonics Ltd., Ontario.
- NABIGHIAN, M. N. (1979): *Quasi-static transient response of a conducting half-space: An approximate representation*. Geophysics, v. 44, pp. 1700-1705.
- SPIES, B. R., and RAICHE, A. P. (1980): *Calculation of apparent conductivity for the transient electromagnetic (coincident loop) method using and HP-67 calculator*. Geophysics, v. 45, pp. 1197-1200

Recibido: Febrero 1987.

ANEXO 1-3
SEDT DE LA PACA - AVILES

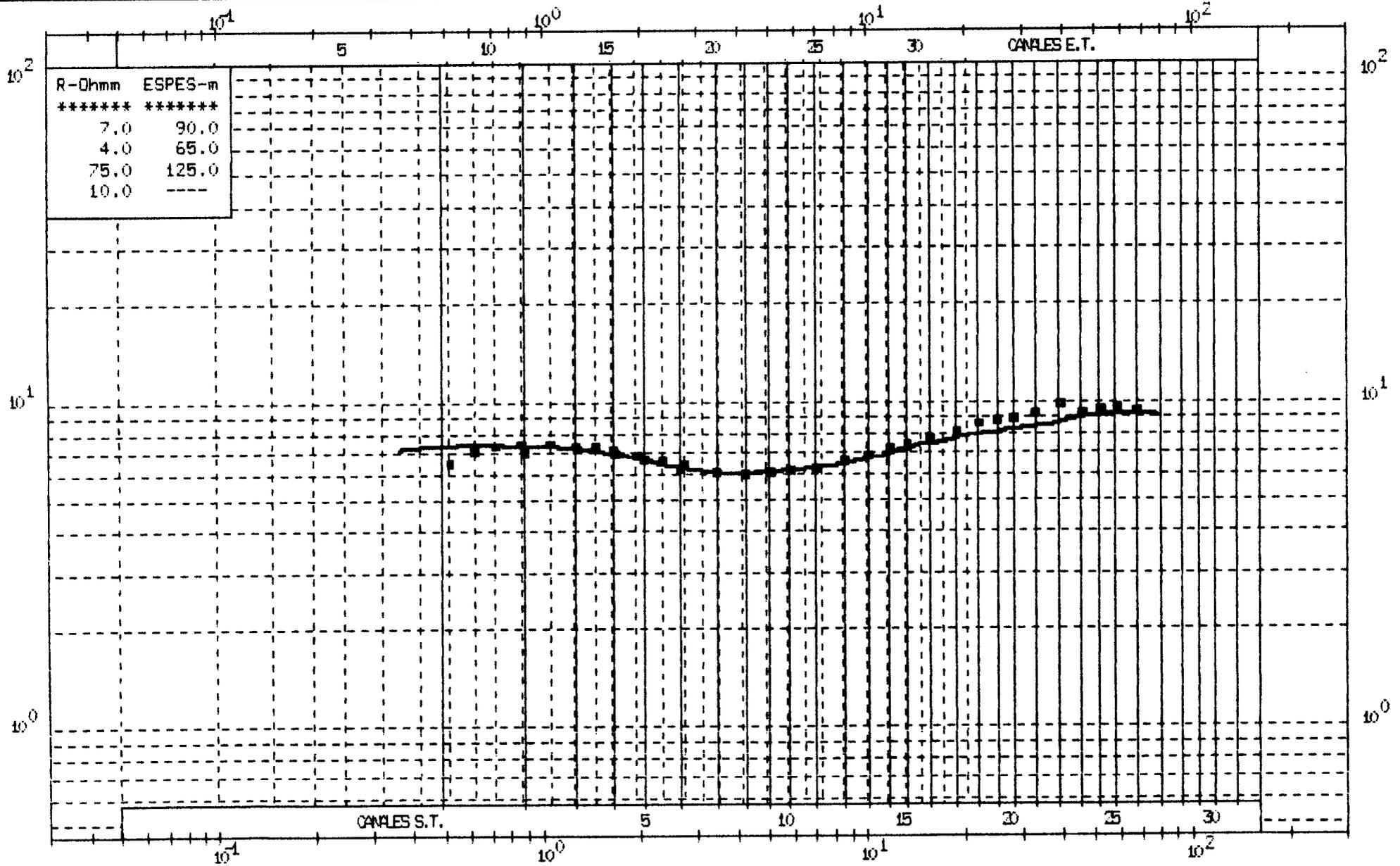
PROYECTO
LIGNITOS DEL SURESTE

I.G.M.E.

La Paca

FECHA
MAR 28 7

SEDT
1
200



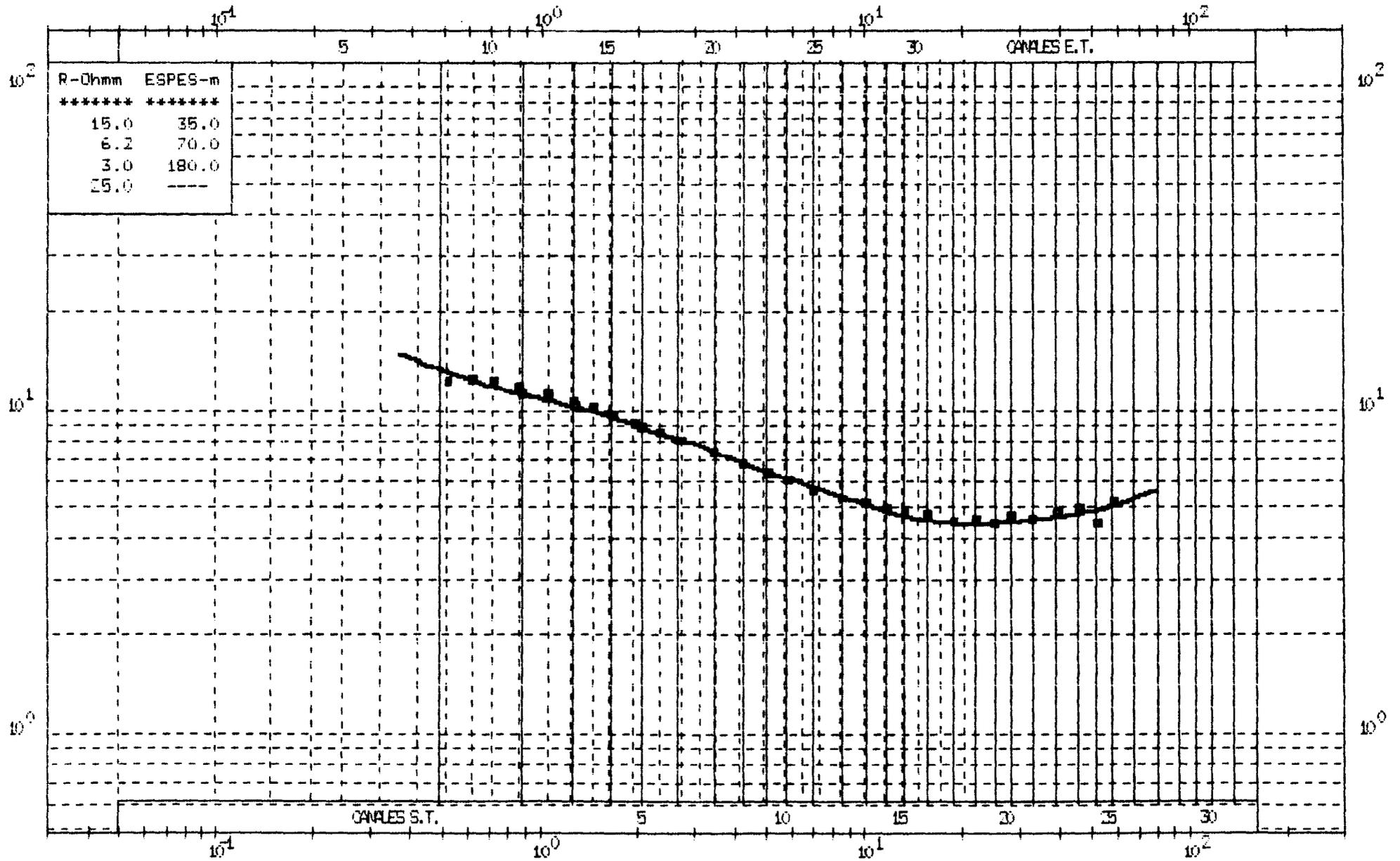
PROYECTO
LIGNITOS DEL SURESTE

I.G.M.E.

La Paca

FECHA
MARZ87

SEDIT
2
200



PROYECTO
LIGNITOS DEL SURESTE

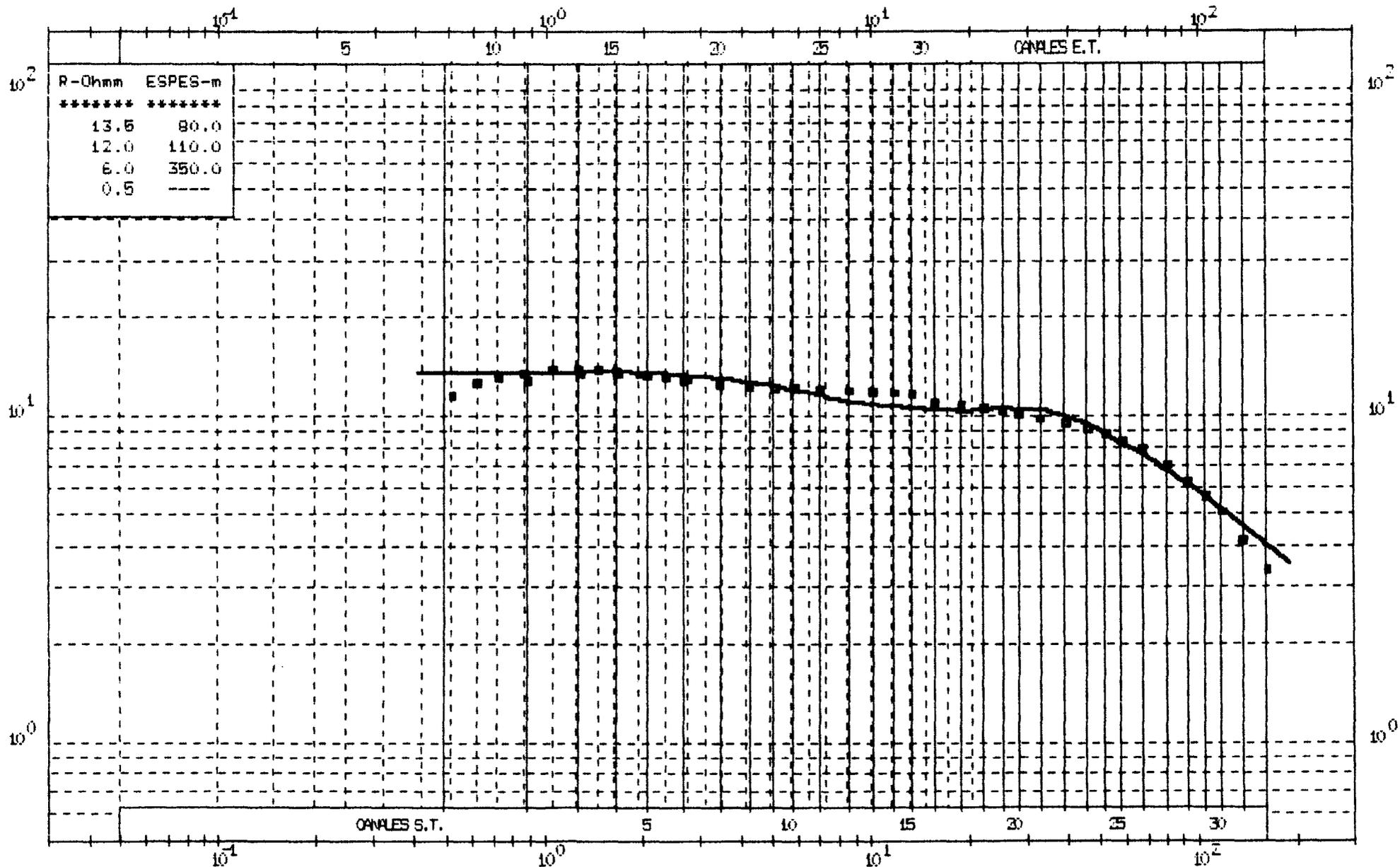
I.G.M.E.

La Paca

FECHA
MAR 28 7

SEDT
3

200



ANEXO 1-4
SEDT DE TARRAGOYA

ACLARACION: LAS CURVAS IDENTIFICADAS CON
UN 5 DELANTE CORRESPONDEN A
BUCLE DE 50 X 50 M.

PROYECTO
LIGNITOS DEL SURESTE

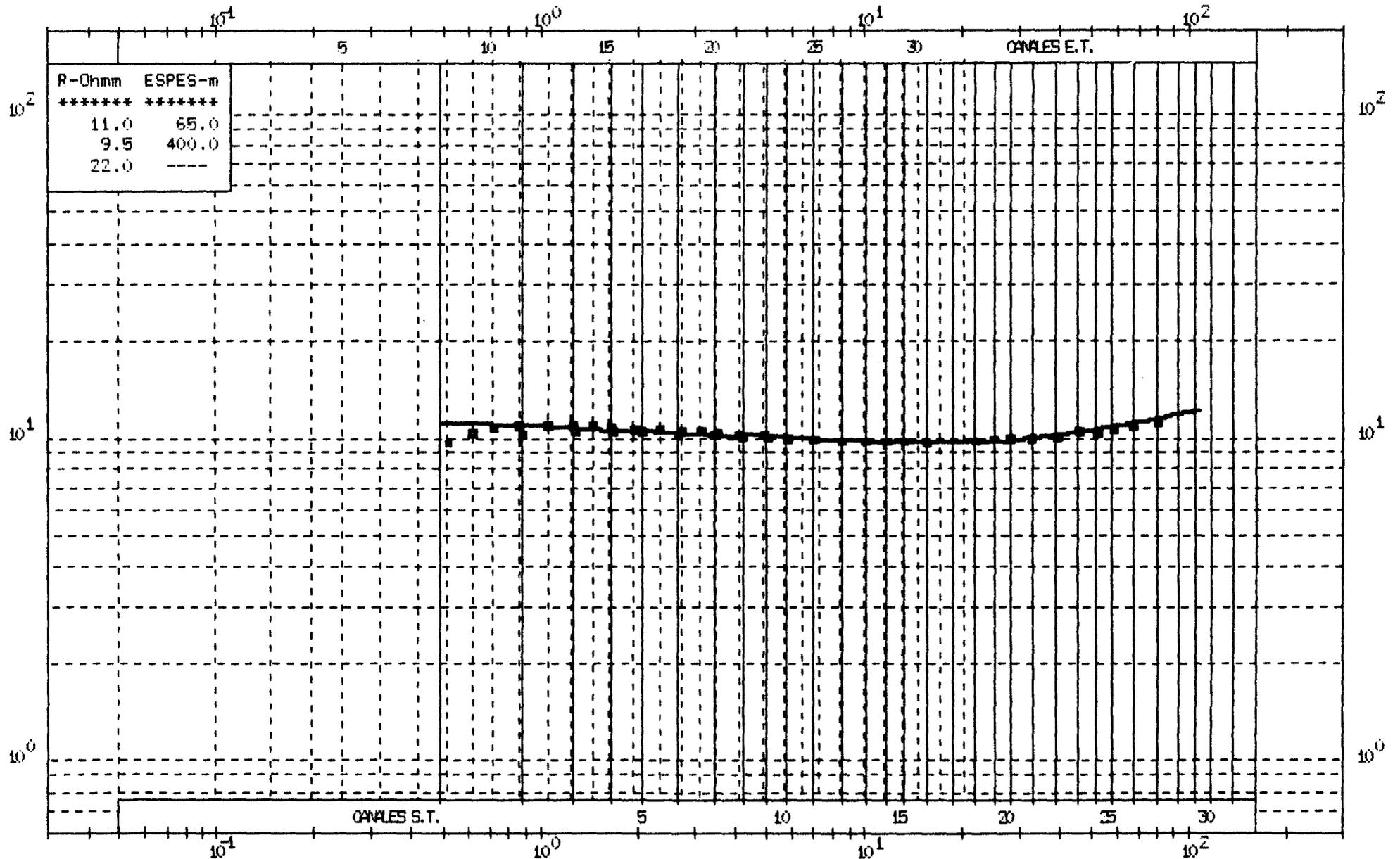
I.G.M.E.

Tarragoya

FECHA
MAR-87

SEDT
1

200



PROYECTO
LIGNITOS DEL SURESTE

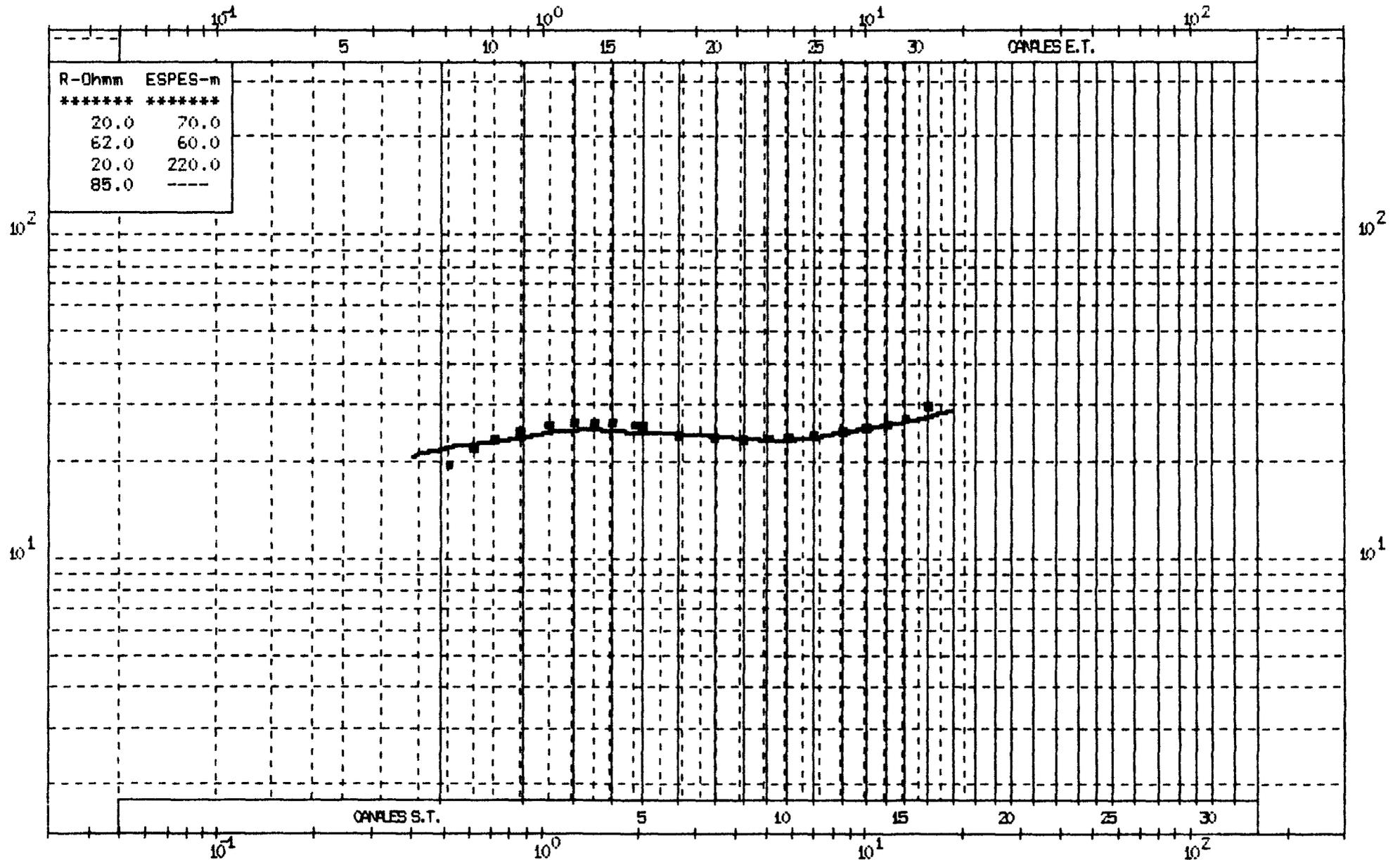
I.G.M.E.

Tarragoya

FECHA
MAR-87

SED T
2

200



PROYECTO
LIGNITOS DEL SURESTE

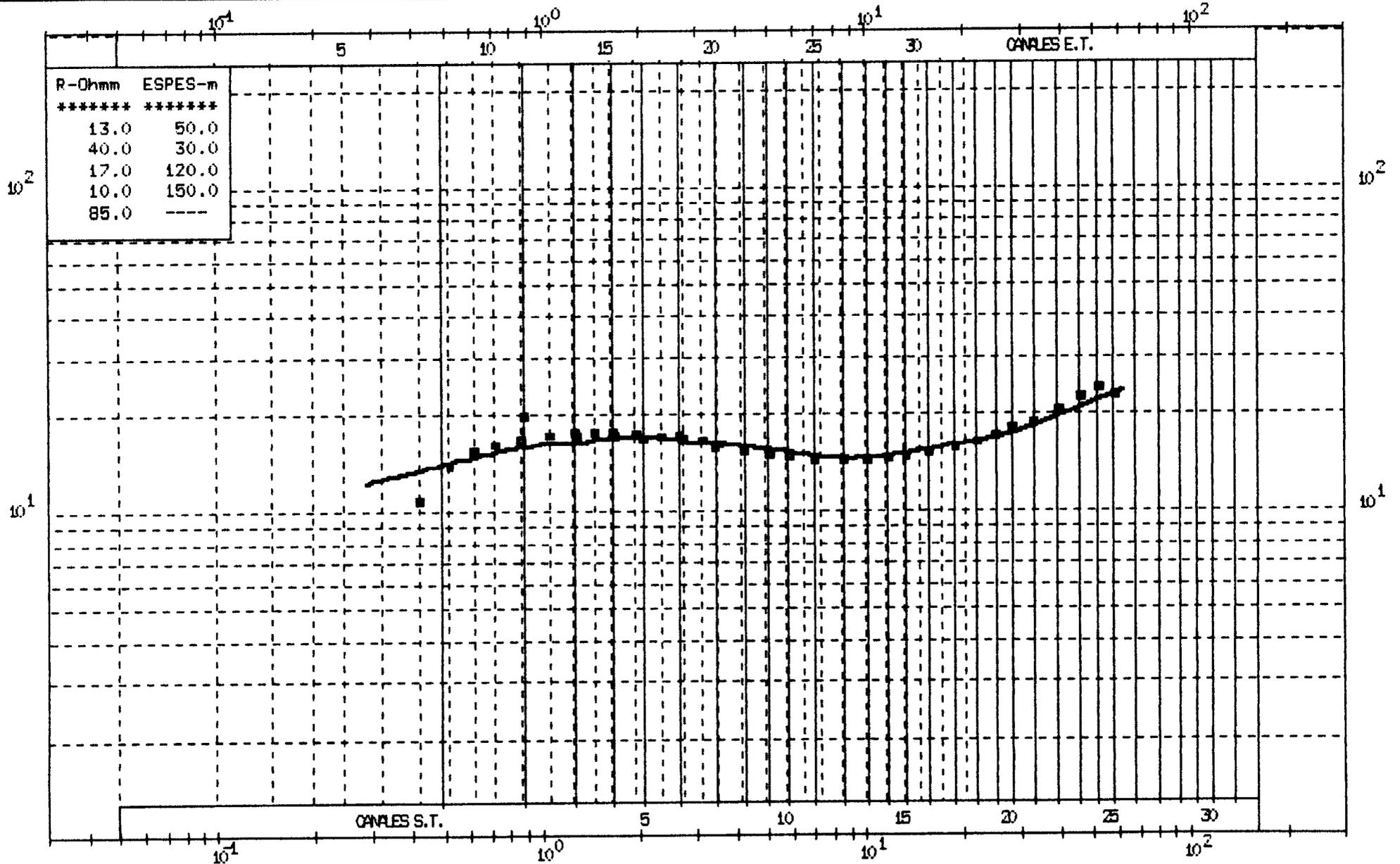
I.G.M.E.

Tarragona

FECHA
MAR-87

SEDT
3

200



PROYECTO
LIGNITOS DEL SURESTE

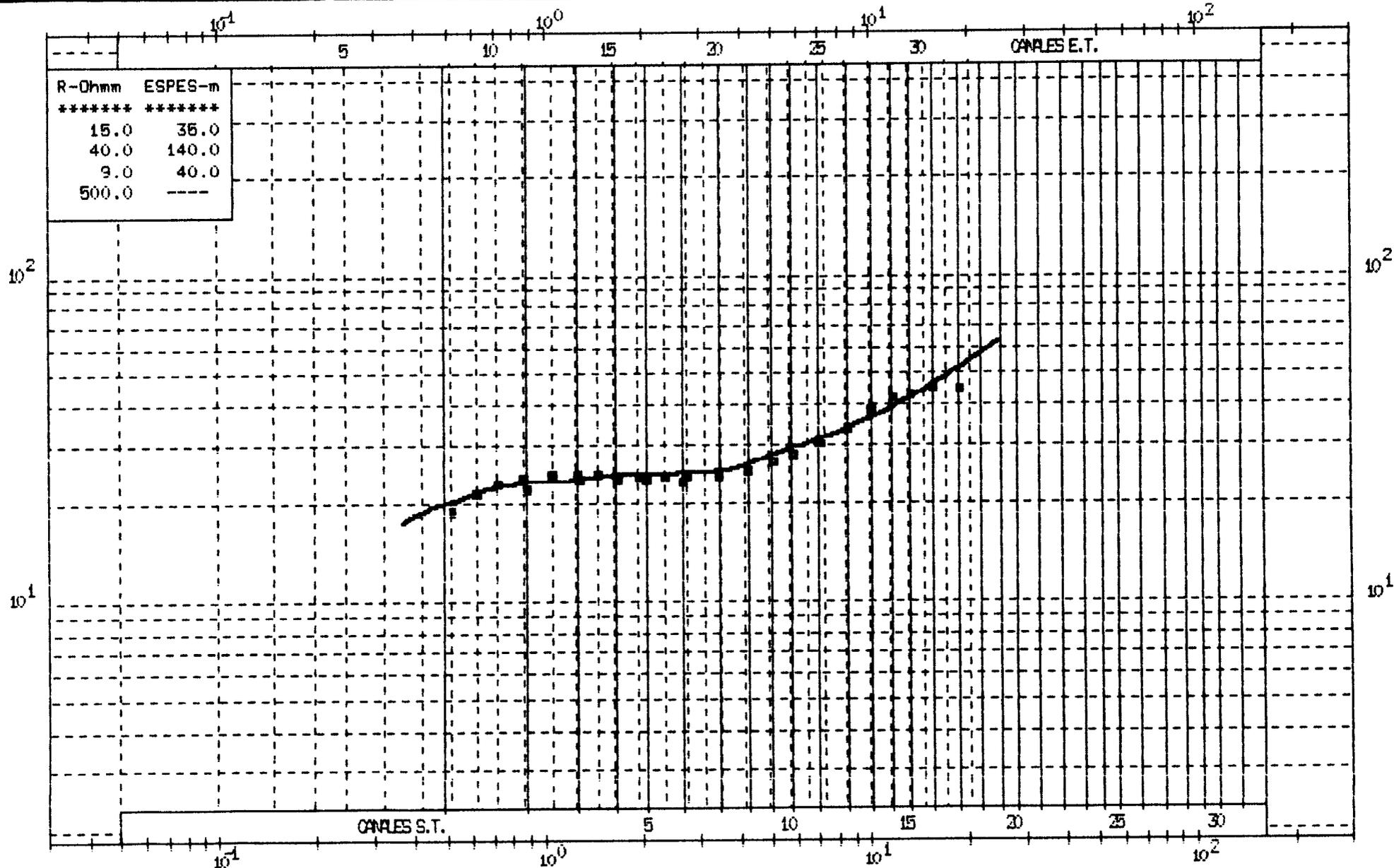
I.G.M.E.

Tarragona

FECHA
MAR-87

SEDT
5

200



PROYECTO
LIGNITOS DEL SURESTE

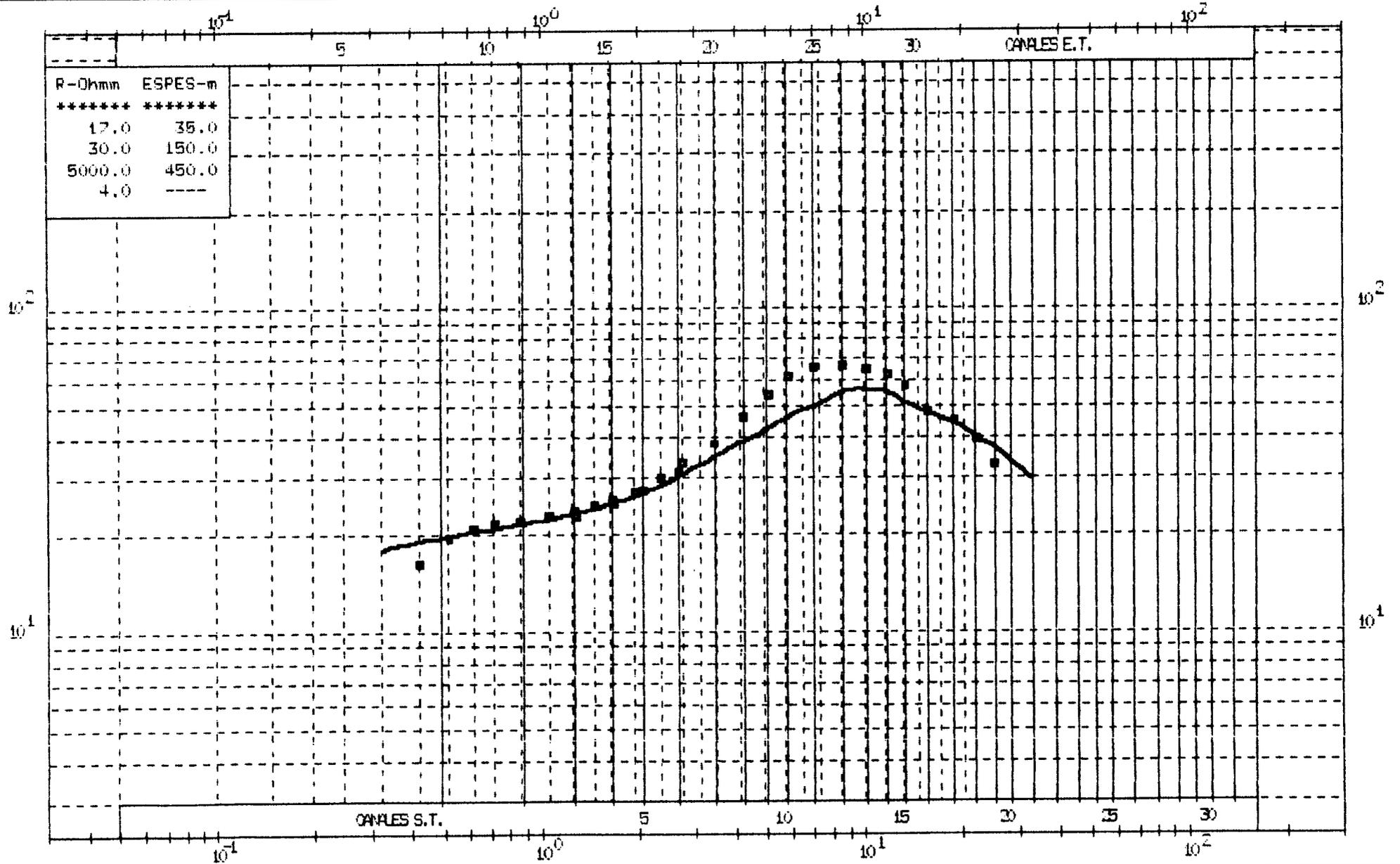
I.G.M.E.

Tarragona

FECHA
MAR-87

SEDT
6

200



PROYECTO
LIGNITOS DEL SURESTE

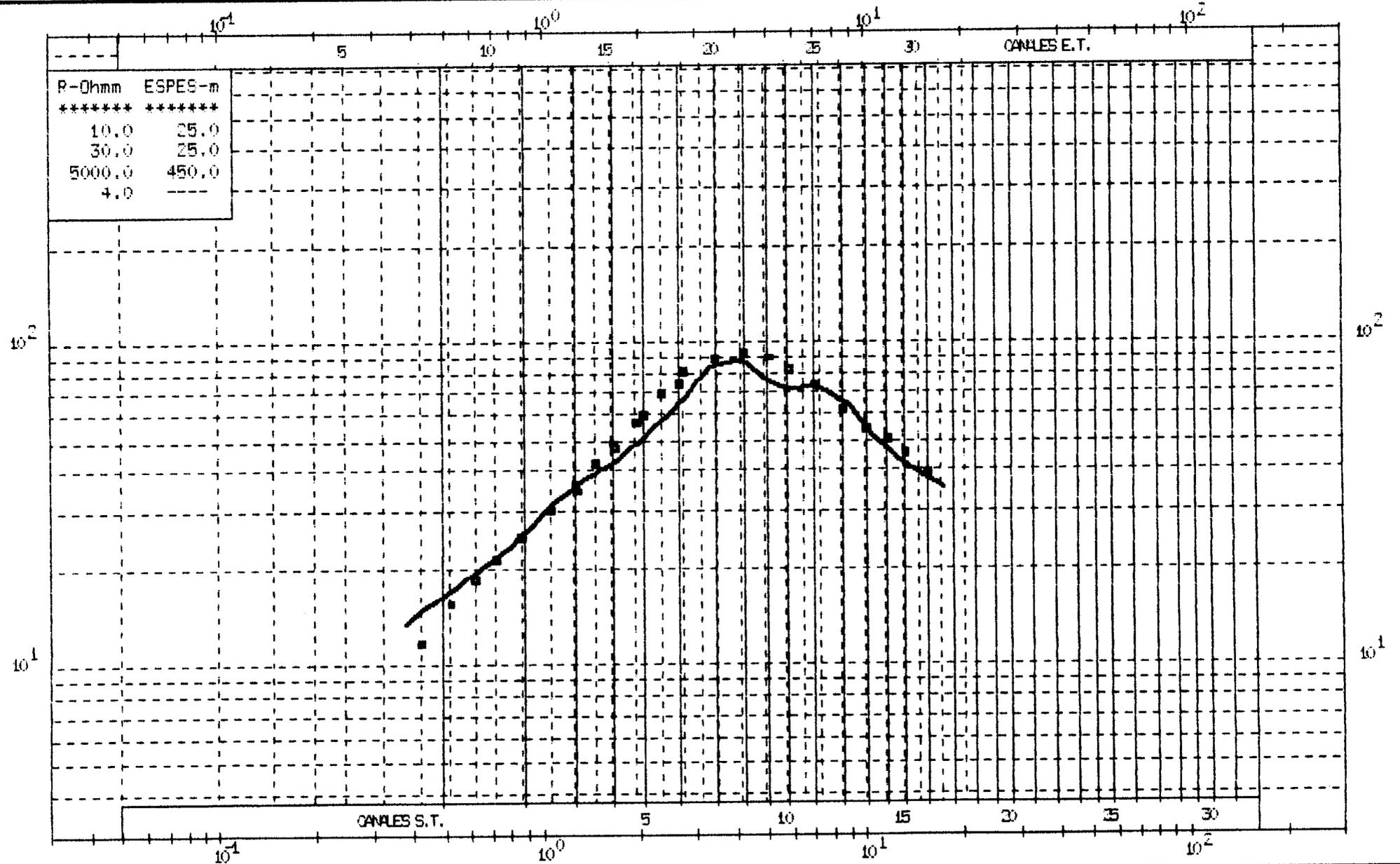
I.G.M.E.

Tarragona

FECHA
MAR-87

SEDIT
7

200



PROYECTO
LIGNITOS DEL SURESTE

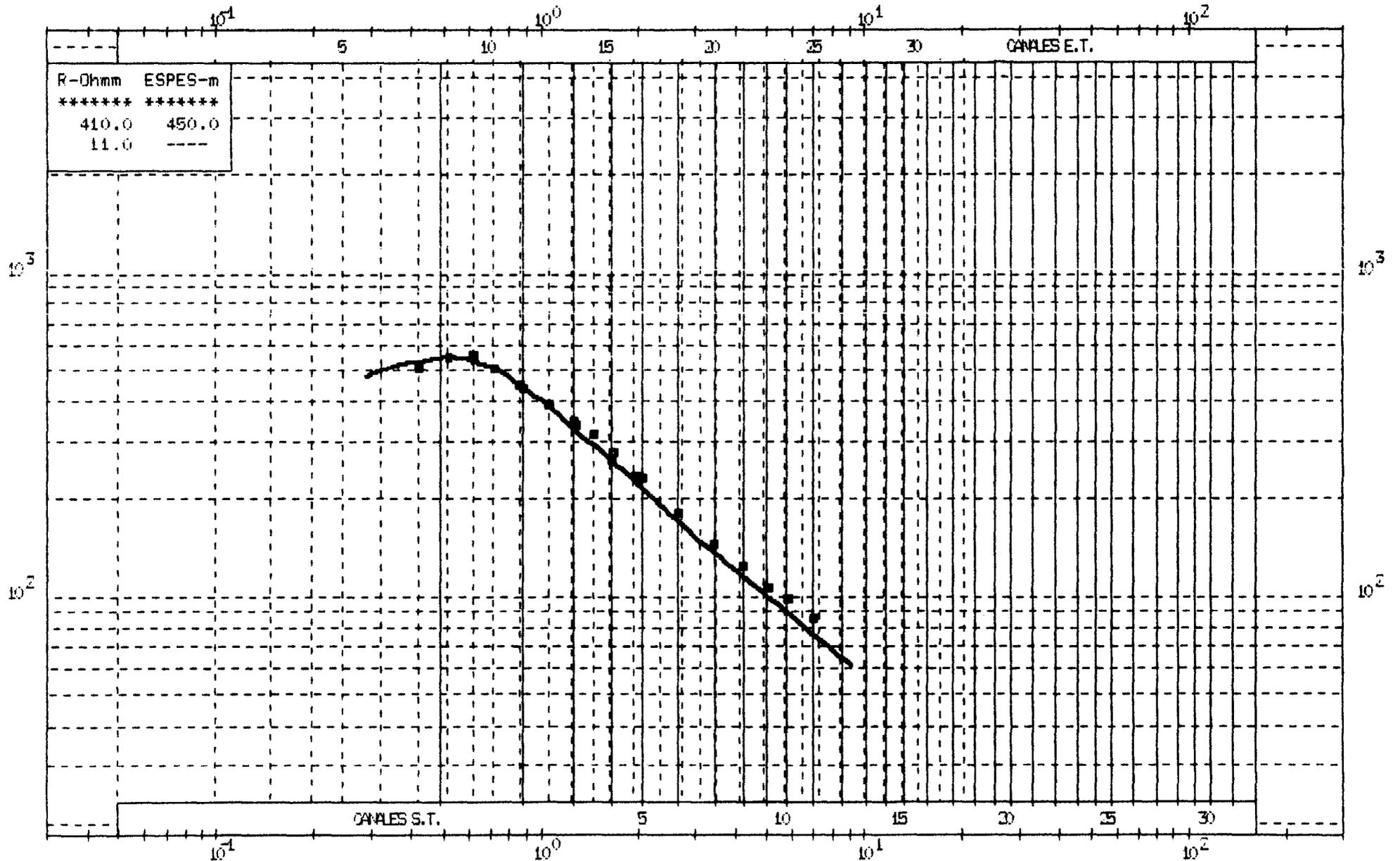
I.G.M.E.

Tarragona

FECHA
MAR-87

SEDT
9

200



PROYECTO
LIGNITOS DEL SURESTE

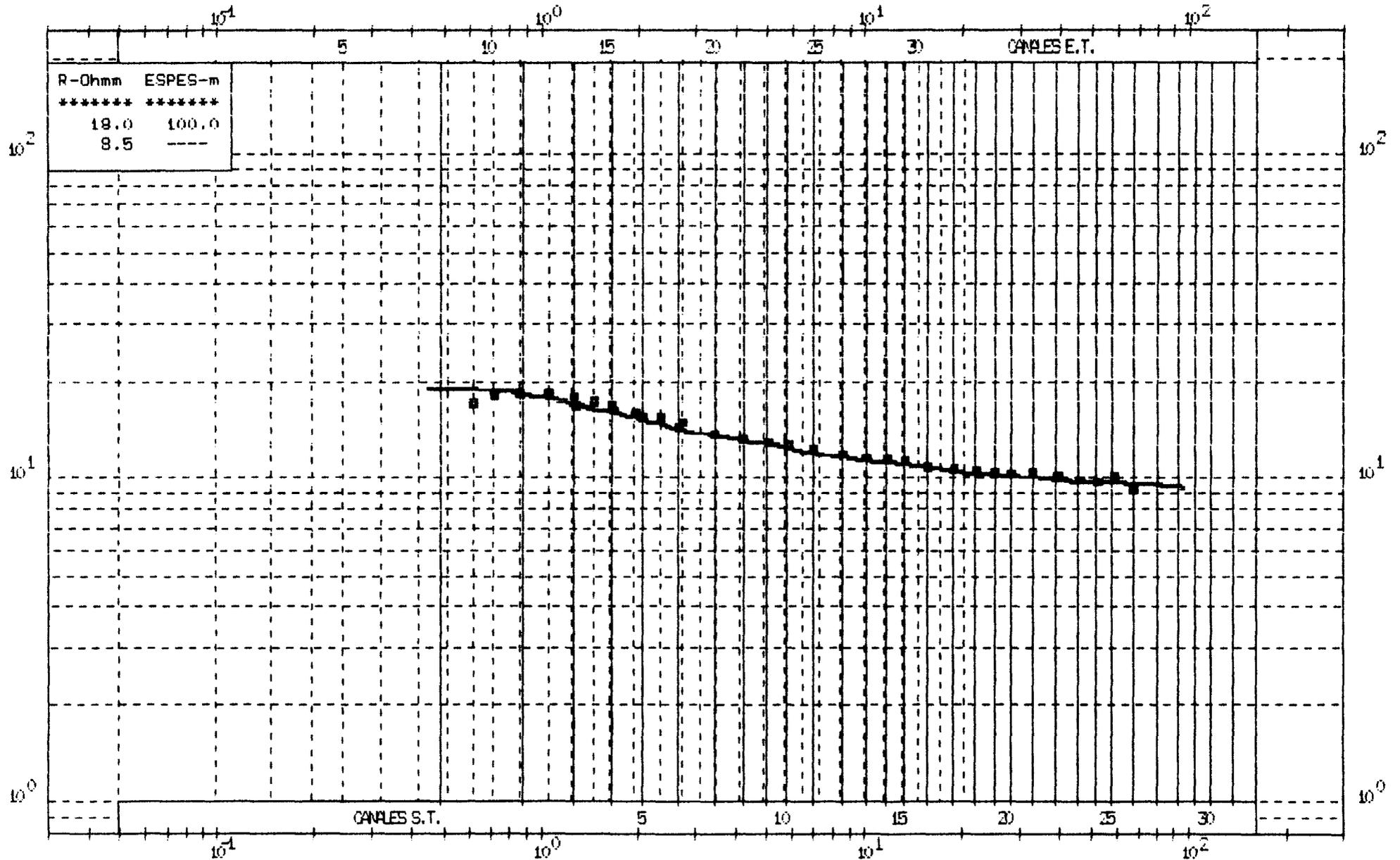
I.G.M.E.

Tarragona

FECHA
MAR-87

SEDT
10

200



PROYECTO
LIGNITOS DEL SURESTE

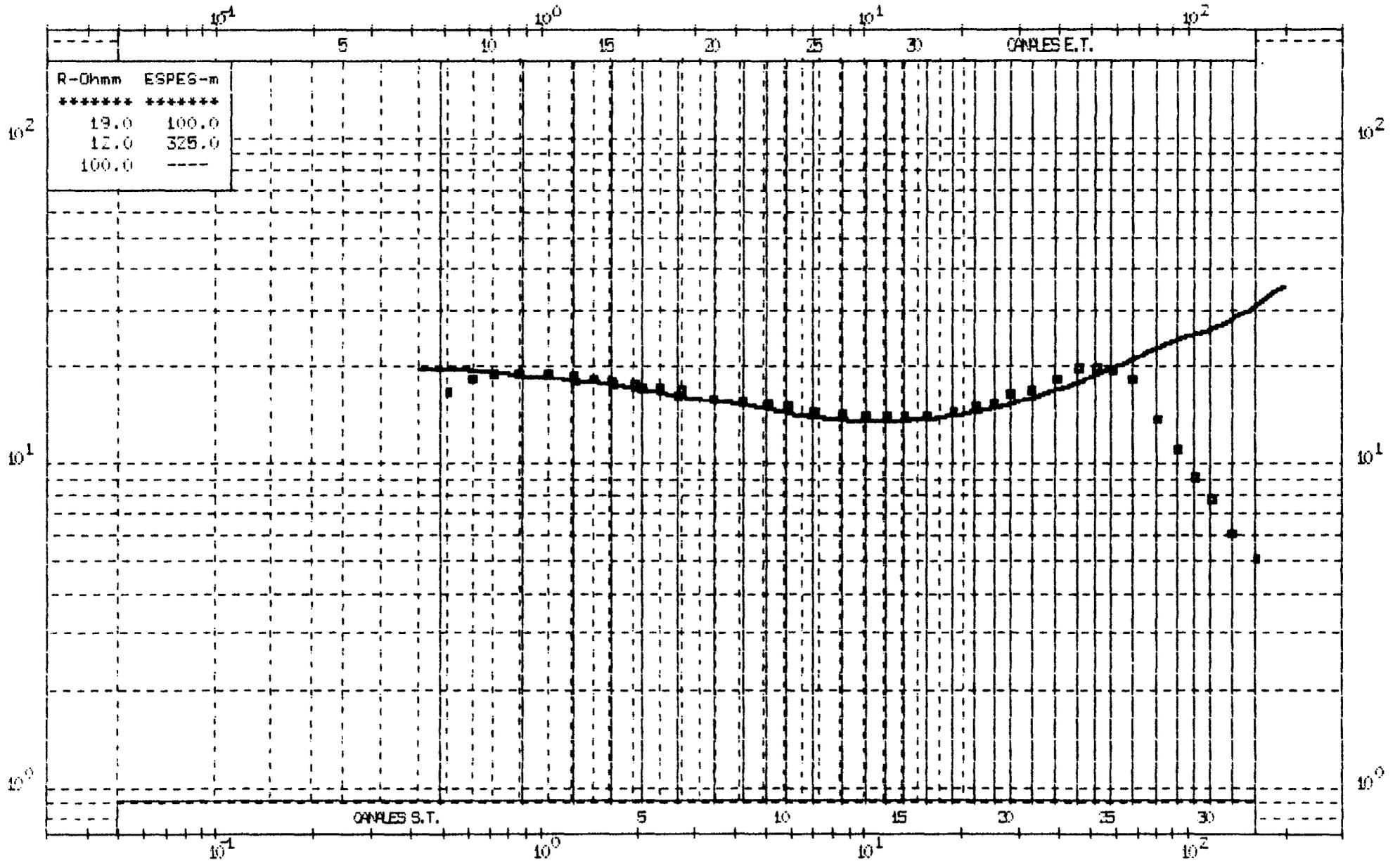
I.G.M.E.

Tarragoya

FECHA
MAR-87

SEDT
11

200



PROYECTO
LIGNITOS DEL SURESTE

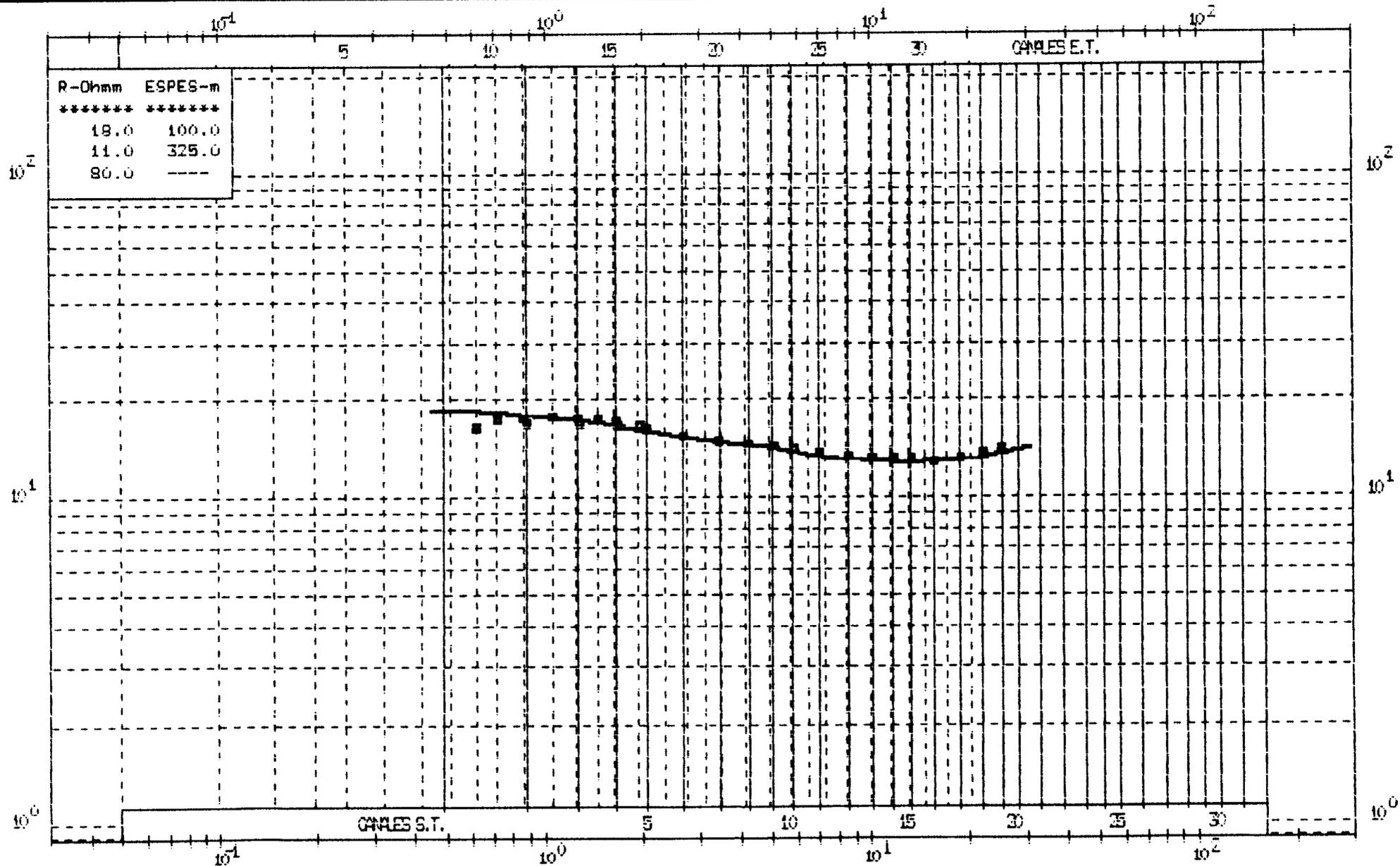
I.G.M.E.

Tarragoya

FECHA
MAR-87

SEDT
12

200



PROYECTO
LIGNITOS DEL SURESTE

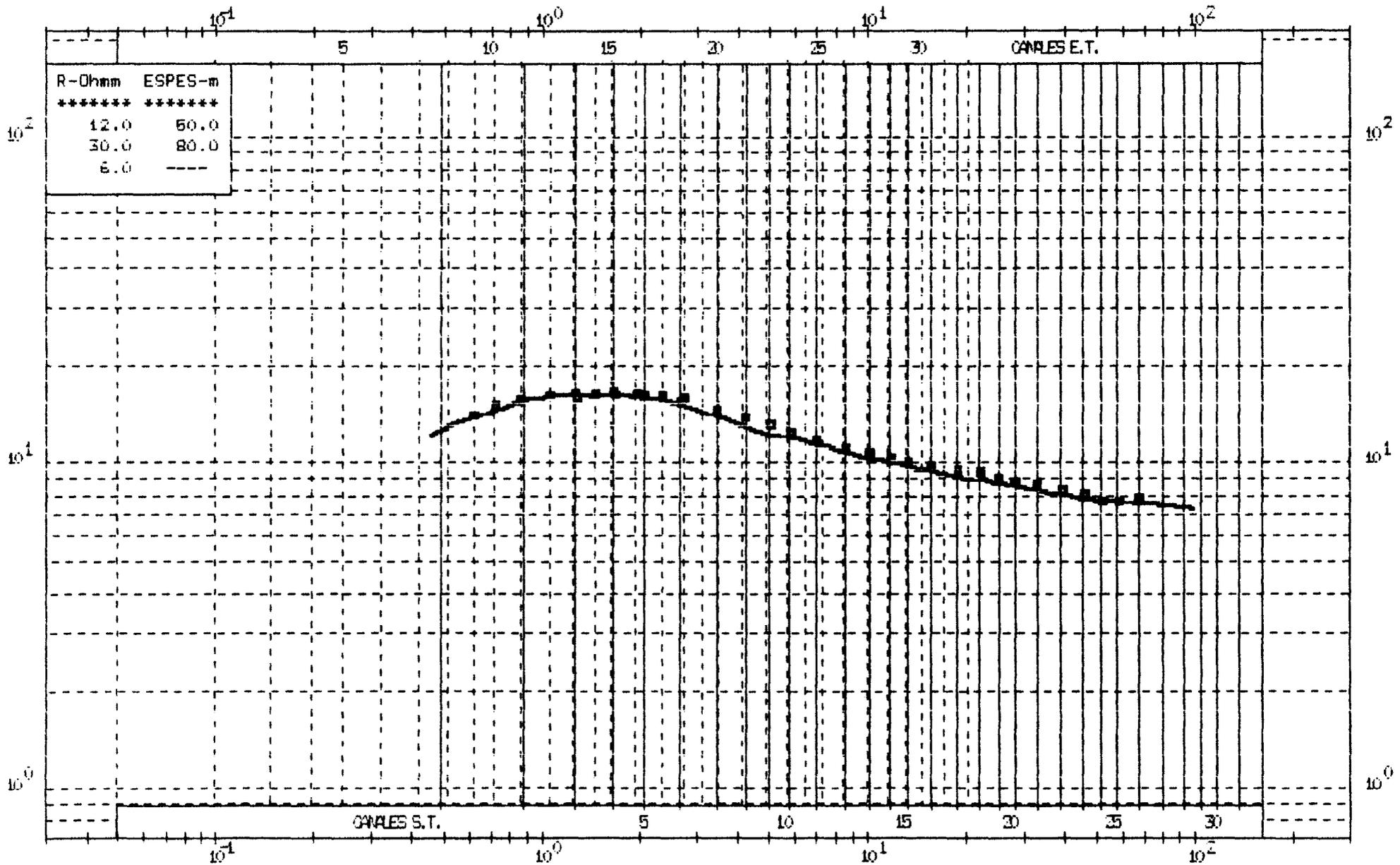
I.G.M.E.

Tarragona

FECHA
MAR-87

SEDT
13

200



PROYECTO
LIGNITOS DEL SURESTE

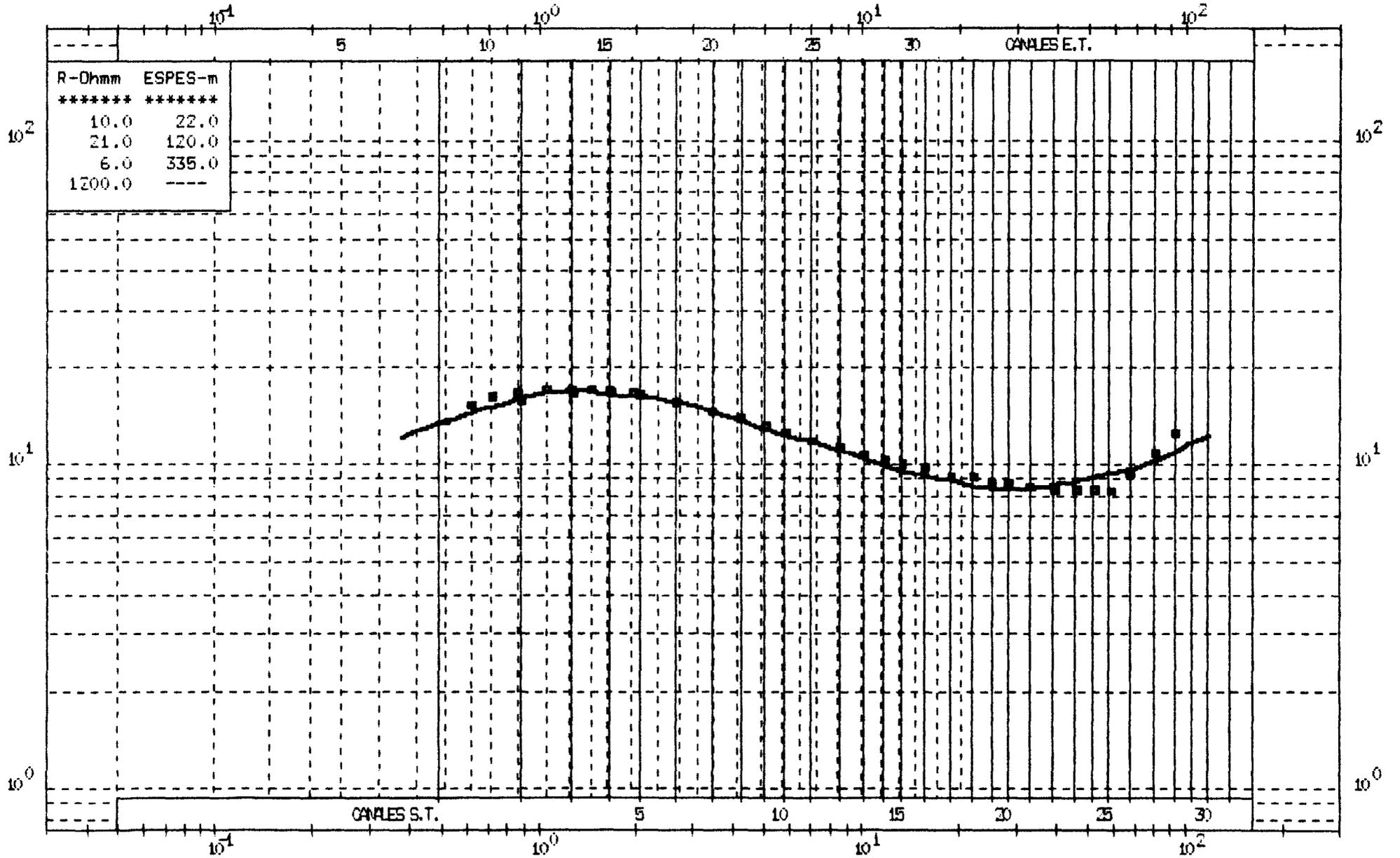
I.G.M.E.

Tarragoya

FECHA
MAR-87

SEDT
14

200



PROYECTO
LIGNITOS DEL SURESTE

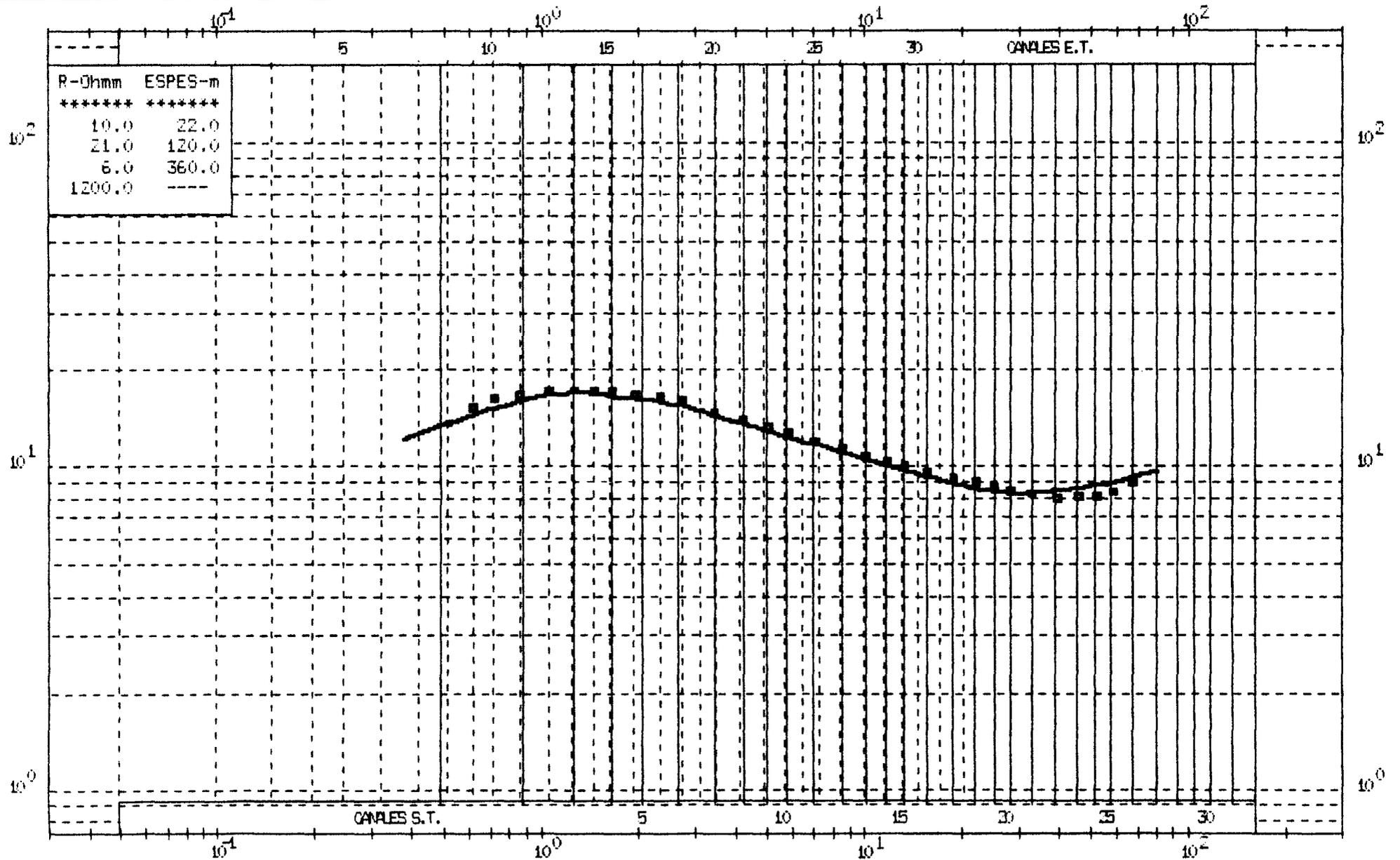
I.G.M.E.

Tarragona

FECHA
MAR-87

SEDT
15

200



PROYECTO
LIGNITOS DEL SURESTE

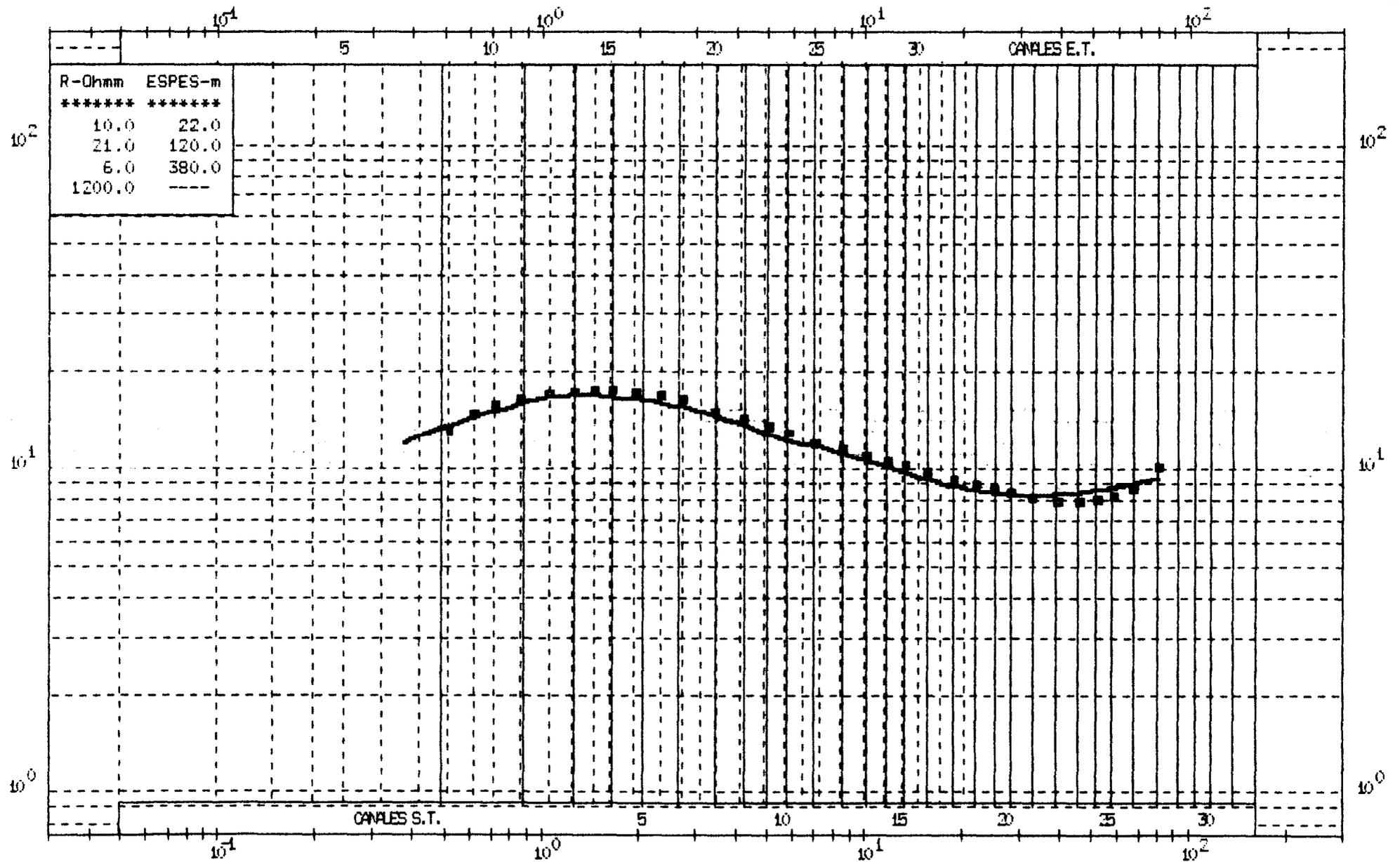
I.G.M.E.

Tarragona

FECHA
MAR-87

SEDT
16

200



PROYECTO
LIGNITOS DEL SURESTE

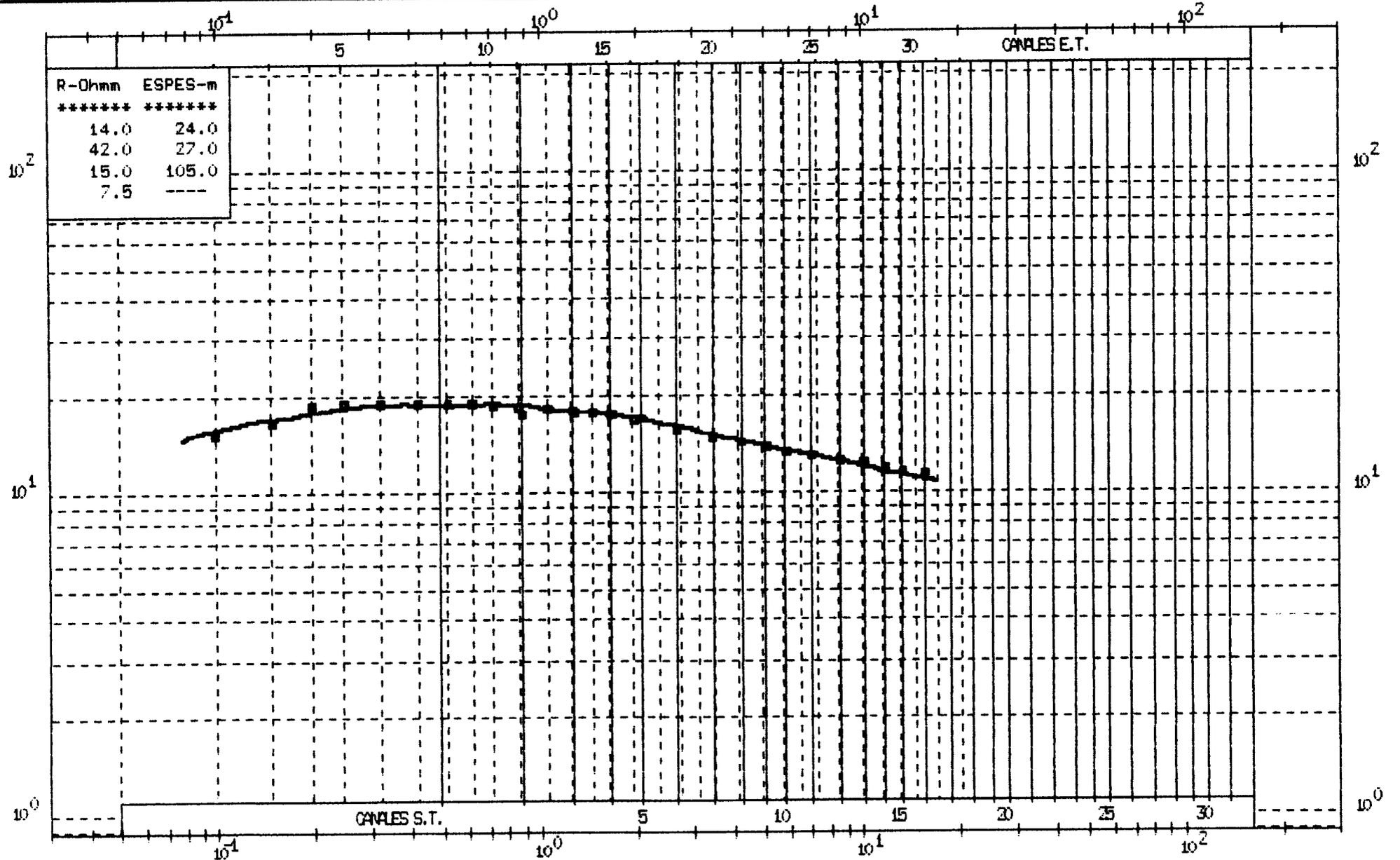
I.G.M.E.

Tarragoya

FECHA
MAR-87

SEDT
53

50



PROYECTO
LIGNITOS DEL SURESTE

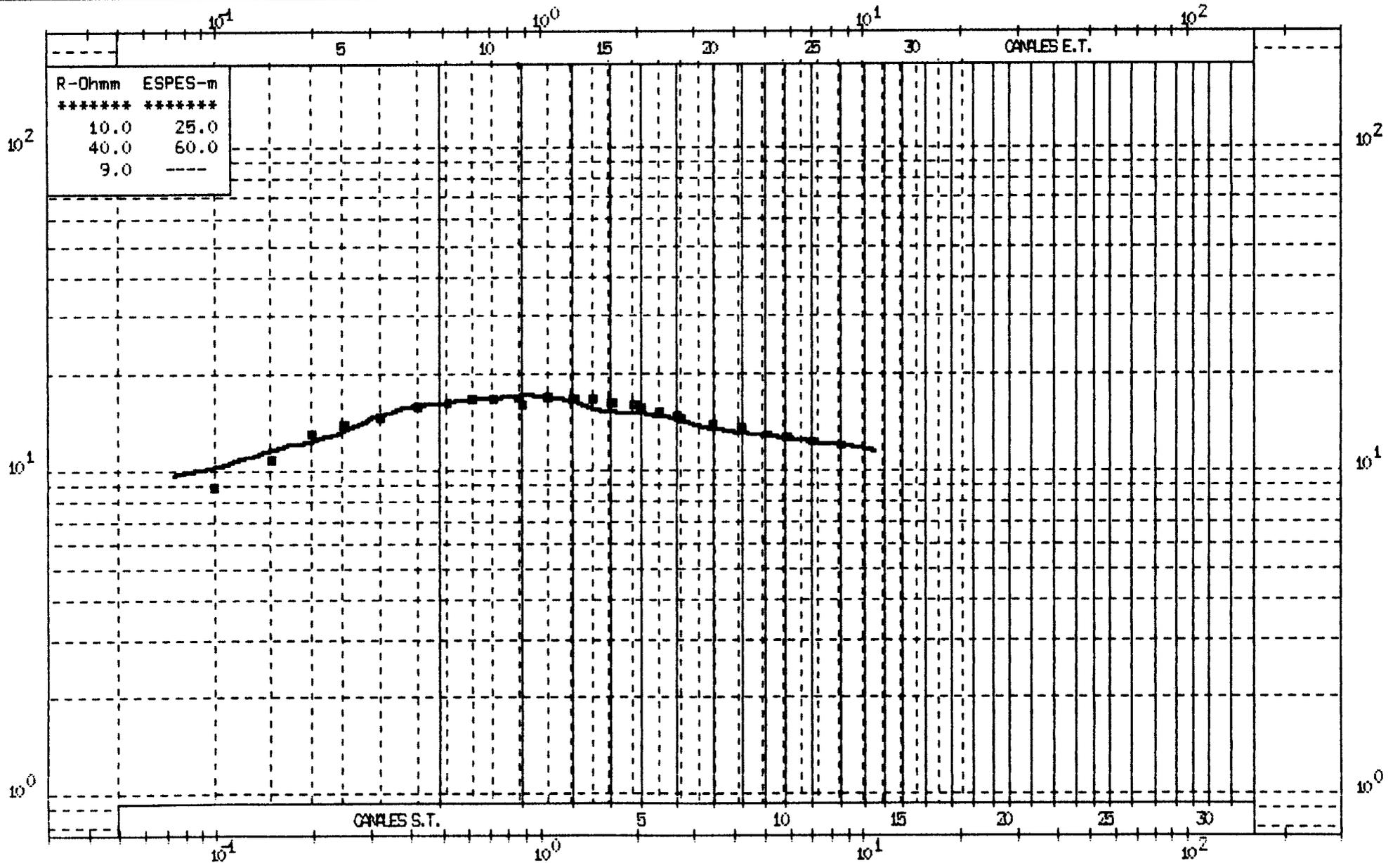
I.G.M.E.

Tarragoya

FECHA
MAR-87

SEDIT
54

50



PROYECTO
LIGNITOS DEL SURESTE

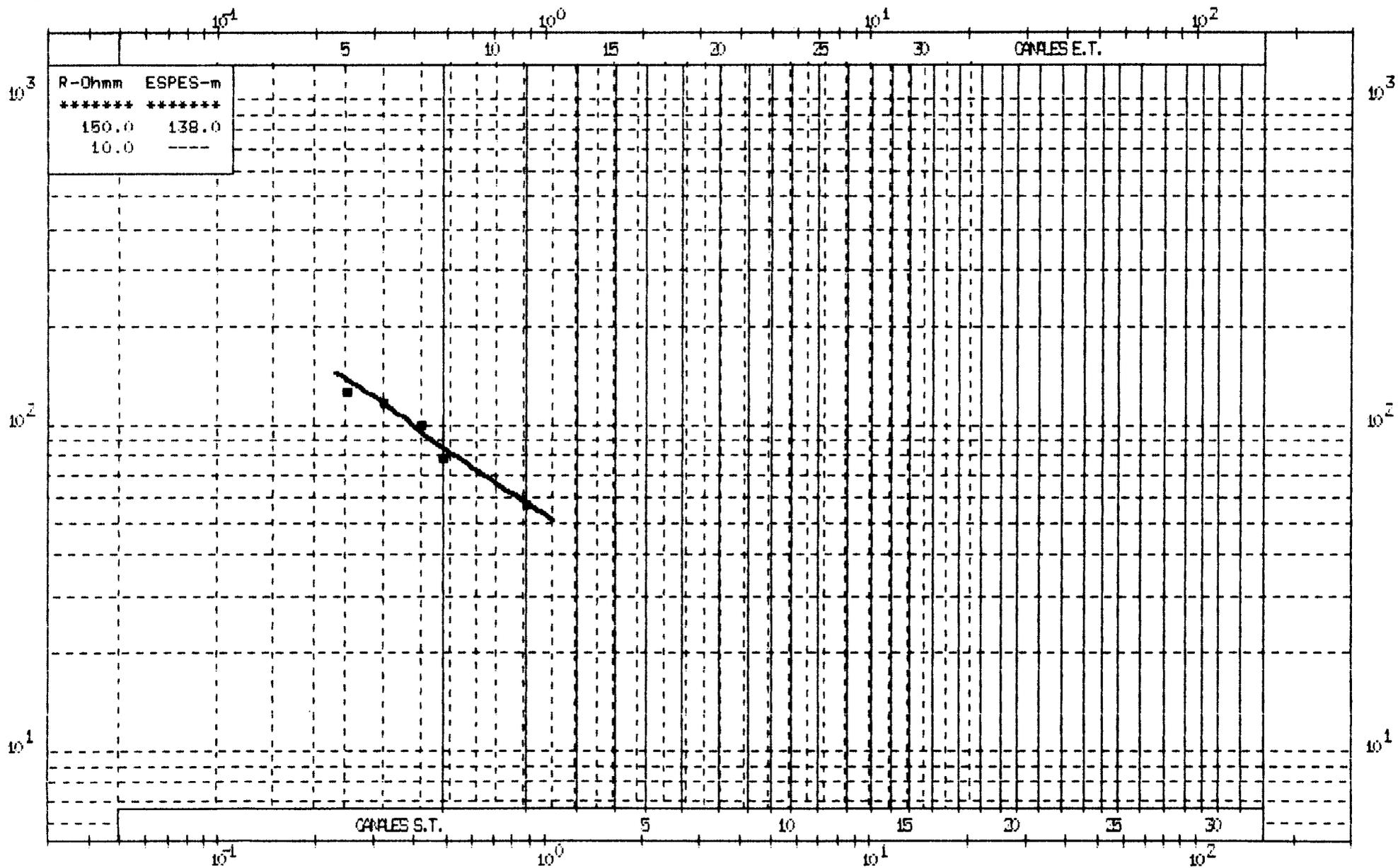
I.G.M.E.

Tarragona

FECHA
MAR-87

SEDT
58

50



PROYECTO
LIGNITOS DEL SURESTE

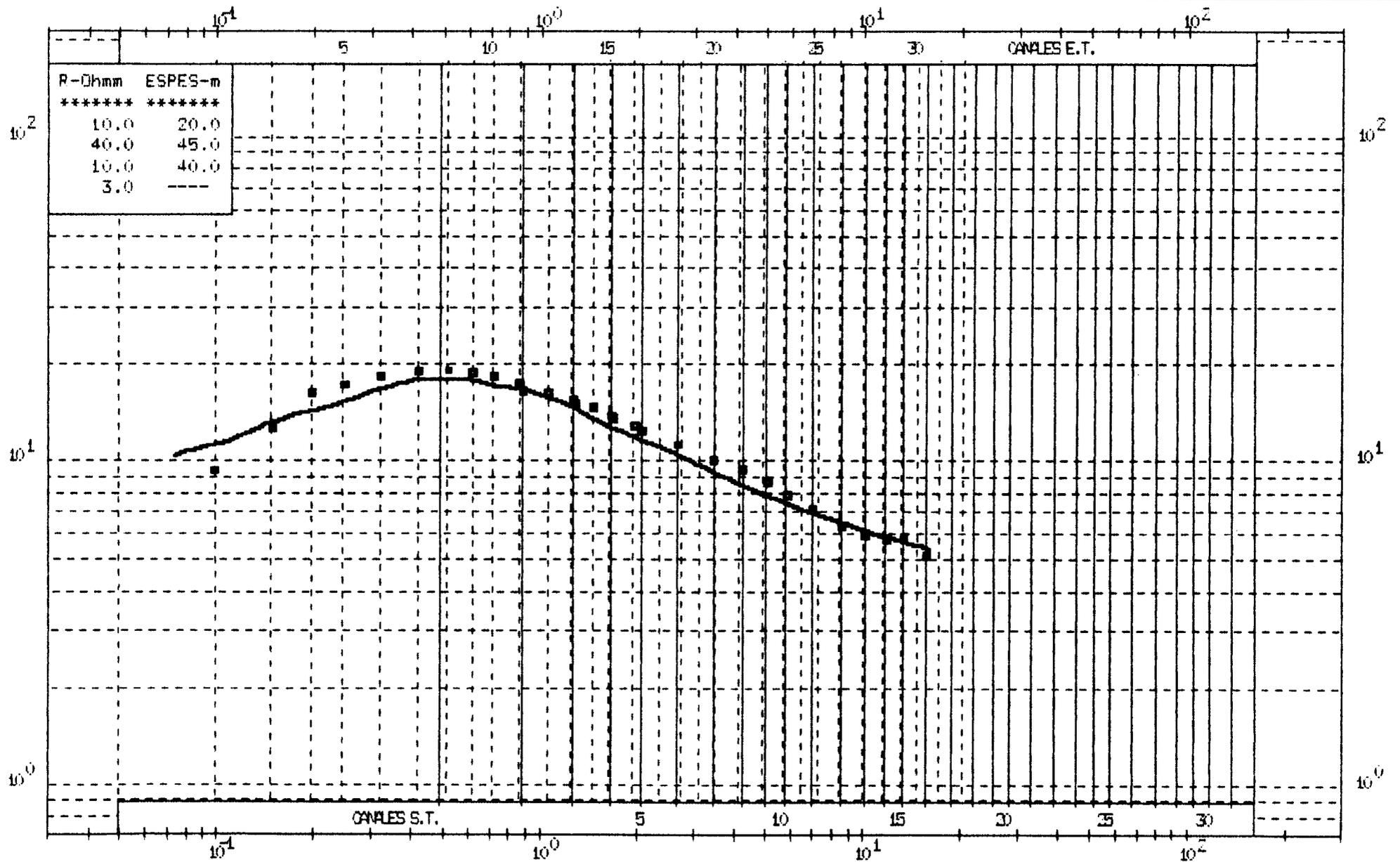
I.G.M.E.

Tarragona

FECHA
MAR-87

SEDT
510

50



PROYECTO
LIGNITOS DEL SURESTE

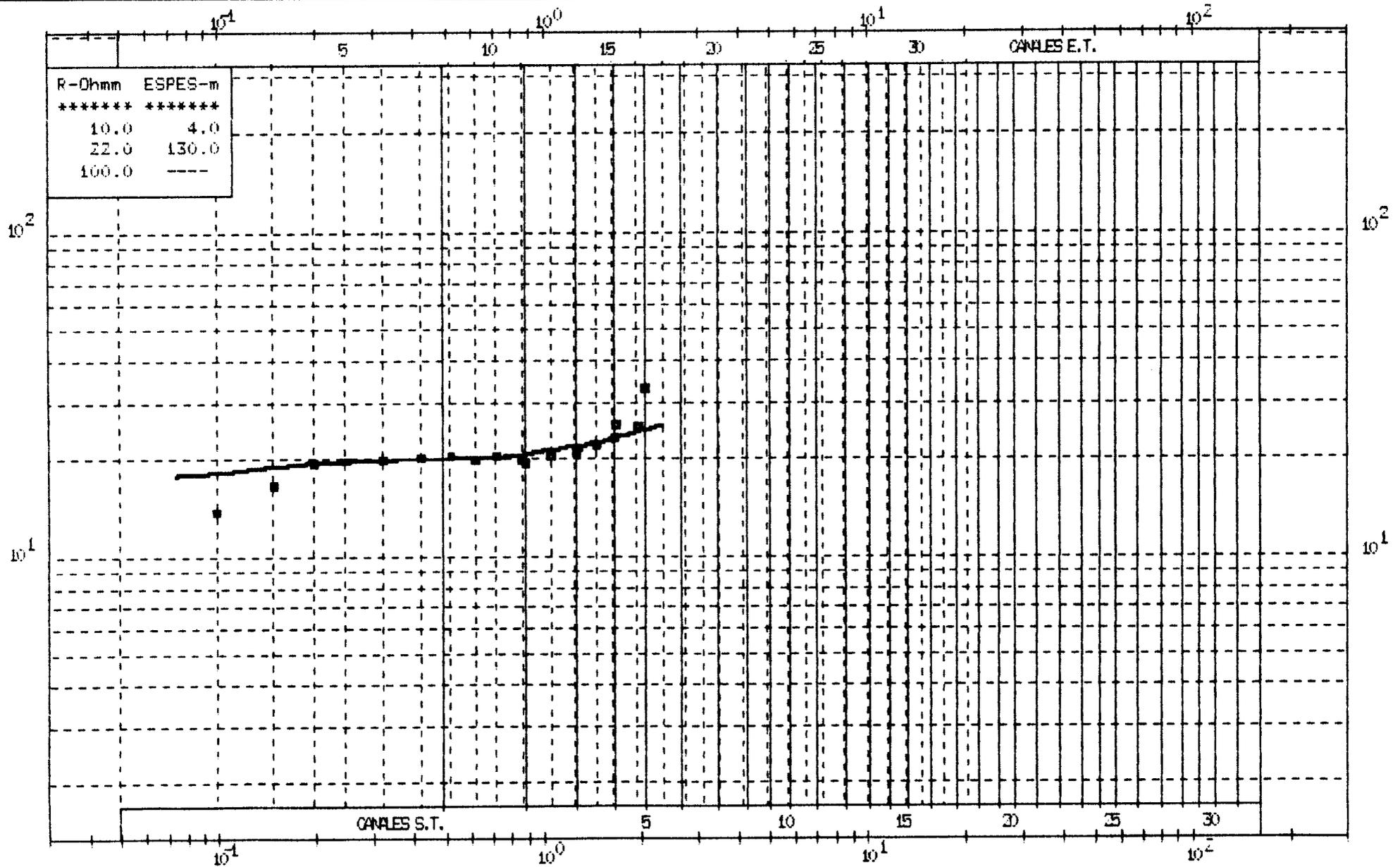
I.G.M.E.

Tarragoya

FECHA
MAR-87

SEDT
514

50



ANEXO N° 2
ANALISIS DE CARBONES



n/ref.: 185/GV-30

s/ref.: GSM-82/87

s/escrito: 23.4.87

Hoja n° 2

Sobre muestra secada al aire

<u>REFERENCIA MUESTRA</u>	<u>AZUFRE TOTAL</u> (UNE 32008) %	<u>CALORIAS SUPERIOR</u> (DIN 51900) Kcal/Kg.	<u>CALORIAS INFERIOR</u> (DIN 51900) Kcal/Kg.
MM-8	1,95	1.495	1.335
MM-92	5,10	2.715	2.545
MM-108	6,15	3.495	3.265
MM-171	1,80	1.360	1.225
MM-185	2,95	1.710	1.555

Madrid, 18 de Mayo de 1.987



Fdo: Ramón Alcántara Pedreira



n/ref.: 185/GV-30

s/ref.: GSM-82/87

s/escrito: 23.4.87

Hoja n° 1

ANALISIS INMEDIATO

(Sobre muestra secada al aire)

<u>REFERENCIA MUESTRA</u>	<u>HUMEDAD TOTAL</u> (UNE 32001-32007) %	<u>HUMEDAD HIGROS</u> <u>COPICA</u> (UNE 32001-32007) %	<u>CENIZAS</u> (UNE 32004) %	<u>MATERIAS VOLA-</u> <u>TILES</u> (UNE 32019) %	<u>CARBONO FIJO</u> (por diferencial) %
MM-8	----	11,20	57,70	21,65	9,45
MM-92	----	12,50	39,40	30,85	17,25
MM-108	----	12,90	32,50	31,35	23,25
MM-171	----	9,90	61,10	17,85	11,15
MM-185	----	11,00	52,30	26,00	10,70



n/ref.: 226/GV-69

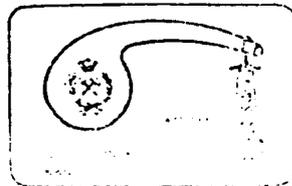
s/ref.: D.J. Luis Reyes s/escrito: 22.X.87

1
Hoja n°

Sobre muestra secada al aire

REFERENCIA MUESTRA	AZUFRE TOTAL (UNE 32008) %	CALORIAS SUPERIOR (Bruto) (DIN 51900) Kcal/Kg.	CALORIAS INFERIOR (Neto) (DIN 51900) Kcal/Kg.
ALCOY - 6 - 15	4,55	2.019,-	1.804,-
" " 19	3,75	1.613,-	1.434,-
" " 20.50	2,55	1.151,-	899,-
" " 25	3,40	1.172,-	850,-
" " 35.50	4,50	2.003,-	1.786,-
" " 41	1,25	334,-	219,-
" " 53	4,95	1.735,-	1.539,-
" " 55	2,90	1.268,-	1.110,-
" " 152	2,50	1.026,-	904,-
" " 182	3,55	2.529,-	2.302,-
" " 184	2,40	1.367,-	1.232,-
" " 186	4,40	3.849,-	3.563,-
" " 195	3,45	2.007,-	1.801,-
" " 201	4,35	3.725,-	3.447,-
" 8 - 53	4,90	3.171,-	2.901,-
" 106	1,35	560,-	385,-

Madrid, 24 de Noviembre de 1.987



Fdo.: Ramón Alcantara Pedreira



n/ref.: 226/GV-69

s/ref.: D. José Luis Reyes

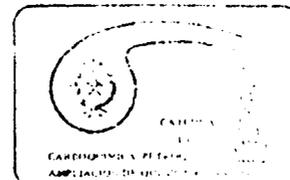
s/escrito: 22 - X - 87

Hoja nº 1

ANALISIS INMEDIATO

(Sobre muestra secada al aire)

REFERENCIA MUESTRA	HUMEDAD TOTAL (UNE 32001-32007) %	HUMEDAD HIGROS COPICA (UNE 32001-32007) %	CENIZAS (UNE 32004) %	MATERIAS VOLA- TILES (UNE 32019) %	CARBONO FIJO (por diferencial) %
ALCOY - 6 - 15	27,55	16,45	44,15	26,95	12,45
" " 19	31,05	16,55	50,85	25,15	7,45
" " 20.50	25,25	13,50	59,90	24,45	2,15
" " 25	30,75	17,60	55,55	16,55	10,30
" " 35.50	36,05	19,15	45,15	21,30	14,40
" " 41	28,20	12,70	75,60	11,70	0,0
" " 53	33,80	16,80	51,05	24,25	7,90
" " 55	31,15	14,50	40,30	23,95	21,25
" " 152	16,65	10,15	66,85	19,50	3,50
" " 182	34,50	19,45	37,55	25,60	17,40
" " 184	25,05	10,75	53,55	30,30	5,40
" " 186	39,25	23,80	17,15	31,45	27,60
" " 195	30,85	18,10	43,50	21,25	17,15
" " 201	37,75	20,80	21,30	33,95	23,95
" 8 - 53	39,35	22,90	24,70	31,90	20,50
" 106	28,10	14,35	67,35	14,80	3,50





n/ref.: 225/GV-68

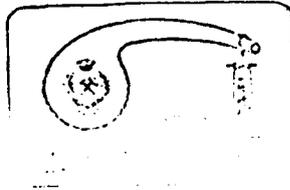
s/ref.: D. J. Luís Reyes s/escrito: 14.X.87

Hoja n.º 2

Sobre muestra secada al aire

<u>REFERENCIA MUESTRA</u>	<u>AZUFRE TOTAL</u> (UNE 32008) ‰	<u>CALORIAS SUPERIOR</u> (DIN 51900) Kcal/Kg.	<u>CALORIAS INFERIOR</u> (DIN 51900) Kcal/Kg.
CORTES - 1 - 127	2,25	1.937,-	1.732,-
" 2 26	4,60	600,-	438,-
" 2 - 33	1,20	467,-	340,-
" 2 - 35	5,05	2.080,-	1.879,-
" 2 - 42	1,80	850,-	712,-
" 2 65.20	3,05	555,-	469,-
" 2 70.40	1,55	542,-	415,-
S-1- 25.50 - 30	2,50	1.173,-	1.013,-
" 30 - 34.10	4,60	1.115,-	927,-
" 34.10 - 37.35	2,45	1.137,-	960,-
" 37.35 - 42	1,60	780,-	640,-
" 42 - 46.45	1,40	752,-	640,-
" 46.45 - 48.60	1,30	765,-	634,-
" 48.60 - 50.90	1,80	864,-	690,-
" 50.90 - 53	0,75	306,-	198,-

Madrid, 24 de Noviembre de 1.987



Ramón Alcantara Pedreira

Fdo.: Ramón Alcantara Pedreira



n/ref.: 225/GV-68

s/ref.: D.Luis Reyes

s/escrito: 14.X.87

Hoja n° 1

ANALISIS INMEDIATO

(Sobre muestra secada al aire)

REFERENCIA MUESTRA	HUMEDAD TOTAL (UNE 32001-32007) %	HUMEDAD HIGROS COPICA (UNE 32001-32007) %	CENIZAS (UNE 32004) %	MATERIAS VOLATILES (UNE 32019) %	CARBONO FIJO (por diferencia) %
CORTES - 1 - 127	36,25	14,35	48,45	22,95	14,25
" 2 - 26	38,30	15,85	68,30	11,75	4,10
" 2 - 33	33,15	14,50	72,70	9,60	3,20
" 2 - 35	35,75	13,85	50,75	23,50	11,90
" 2 - 42	31,90	12,20	67,10	14,50	6,20
" 2 - 65.20	35,75	12,25	72,05	10,65	5,05
" 2 - 70.40	35,10	13,30	70,85	11,90	3,95
S - 1 - 25.50 - 30	39,60	15,55	50,20	31,20	3,05
" 30 - 34.10	40,55	17,40	55,40	22,30	4,90
" 34.10 - 37.35	37,65	16,30	56,80	20,80	6,10
" 37.65 - 42	34,35	12,75	59,40	27,35	0,50
" 42 - 46.45	34,10	10,35	58,40	29,85	1,40
" 46.45 - 48.60	34,80	11,75	64,75	21,95	1,55
" 48.60 - 50.90	37,90	14,55	62,90	18,75	3,80
" 50.90 - 53	30,20	12,40	74,00	13,60	0,0



ANEXO N° 3
ANALISIS PALEONTOLOGICO-SEDIMENTOLOGICO

SONDEO

Pozo

Profundidad

AFLORAMIENTO

Sección LIGNITOS SURESTE

Muestra N.° MM-206

N.° Reg.

Descripción macroscópica

Preparada el

Seleccionada el

Tratada con

Por

Por

Observaciones

- Globorotalia acostaensis BLOW
- " merotumida BLOW/BANNER
- " scitula (BRADY)
- " mediterranea CATALANO/SPROV ERI
- " obesa BOLLI
- " pseudomiocenica BOLLI/BERM.
- Orbulina universa D'ORB.
- " suturalis BRONN.
- Globigerina apertura CUSHM.
- " bulloides D'ORB.
- " nepenthes TODD
- " falconensis BLOW
- " bradyi WIESN.
- Globigerinoides trilobus (REUSS)
- " obliquens BOLLI
- " inmaturos LEROY
- Globoquadrina altispira (CUSHM/JARVIS)
- Siphonina reticulata (CZJZEK)
- Pleurostomella rapa-recens DERV.
- Bolivina arta MACFADY
- Plectofrondicularia ravicosta (KARRER)
- Rotalia tepida CUSHM.
- Vaginulinopsis inversa carinata SILV.

- Uvigerina auberiana d'ORB.
- Ellipsonodosaria verneuili (d'ORB.)
- Gyroidina soldanii (d'ORB.)
- Bolivinoidea miocenica GIANOTTI
- Pullenia bulloides (d'ORB.)
- Nonion pompilioides (FICHT./MOLL)
- Cibicides boueanus (d'ORB.)
- Elphidium aculeatum (d'ORB.)
- Eponides haidingeri (BRADY)
- Valvulineria bradyana (FORN.)
- Bulimina cf. palmerae PARK/BERM.
- Cibicides cicatricosus maioricensis COLON
- Karriella bradyi (CUSHM.)
- Glandulina aequalis REUSS

EDAD

Mioceno superior (Tor-toniense superior)

FACIES

Marina
(Plataforma externa y abierta)

TERRIGENOS

	%	Tamaño (μ)		Morfoscopia	
		Med.	Máx.	Red.	Esf.
Cuarzo					
Feldes.					
Micas					
F. Rocas					

CEMENTO

MINERALES ACCESORIOS

CALIZAS

IE=

	%	Tamaño (μ)		Morfoscopia	
		Med.	Máx.	Red.	Esf.
Instraclastos					
Colitos					
Pellet					
Bioclastos					
Micrita					
Esparilla					

OBSERVACIONES

TRATAMIENTOS ESPECIALES

Porosidad	Medida	_____
	Estimada	_____
Permeabilidad		_____
Calimetría	I'	_____
	Total	_____

CLASIFICACION

SONDEO

Pozo

Profundidad

AFLORAMIENTO

Sección LIGNITOS SURESTE

Muestra N.° MM-59

N.° Reg.

Descripción macroscópica

Preparada el
 Tratada con
 Por

Seleccionada el
 Por
 Observaciones

- | | |
|--|-------------------------------------|
| Globorotalia acostaensis BLOW | Anomalina flinti CUSHM. |
| " merotumida BLOW/BANNER | Robulus serpens (SEG.) |
| " mediterranea CATALANO/SPROVIERI | Ellepsonodosaria verneuili (d'ORB.) |
| " obesa BOLLI | Elphidium aculeatum (d'ORB.) |
| Globorotalia pseudomiocenica BOLLI/BERM. | Nodosaria longiscata d'ORB. |
| " scitula (BRADY) | Cibicides ungerianus (d'ORB.) |
| Orbulina suturalis BRONN | Gyroidina sp. |
| Globigerina apertura CUSHM. | |
| " bulloides d'ORB. | |
| " nepenthes TODD | |
| " falconensis BLOW | |
| Globigerinoides trilobus (REUSS) | |
| " obliquus BOLLI | |
| Bolivina arta MACFAD. | |
| Valvulineria bradyana (FORN.) | |
| Plectofrondicularia ravicosta (KARRER) | |
| Rotalia beccarii (L.) | |
| Uvigerina barbatula MACFAD | |
| " auberina d'ORB. | |
| Nonion pompilioides (FICHT/MOLL) | |
| Cibicides boueanus(d'ORB.) | |
| Pullenia bulloides (d'ORB) | |

EDAD

Mioceno superior (Tor-toniense superior)

FACIES

(Plataforma externa)

TERRIGENOS

	%	Tamaño (μ)		Morfoscopia	
		Med.	Máx.	Red.	Esf.
Cuarzo					
Feldesp.					
Micas					
F. Rocas					

CEMENTO

MINERALES ACCESORIOS

CALIZAS

IE=

	%	Tamaño (μ)		Morfoscopia	
		Med.	Máx.	Red.	Esf.
Instraclastos					
Oolitos					
Pellet					
Bioclastos					
Micrita					
Esperita					

OBSERVACIONES

TRATAMIENTOS ESPECIALES

Porosidad	Medida _____ Estimada
Permeabilidad	
Calimetría	I' _____ Total

CLASIFICACION

SONDEO

Pozo
Profundidad

AFLORAMIENTO

Sección LIGNITOS SURESTE

Muestra N.° MM-50

N.° Reg.

Descripción macroscópica

Preparada el
Tratada con
Por

Seleccionada el
Por
Observaciones

Ilyocypris gibba (RAMDOHR)
Raros microfósiles mal conservados del Mioceno sup. (prob. resedimentados)

EDAD
Mioceno superior

FACIES
Salobre Oligohalino

TERRIGENOS

	%	Tamaño (μ)		Morfoscopia	
		Med.	Máx.	Red.	Esf.
Cuerzo					
Feldesp.					
Micas					
F. Rocas					

CEMENTO

MINERALES ACCESORIOS

CALIZAS

IE=

	%	Tamaño (μ)		Morfoscopia	
		Med.	Máx.	Red.	Esf.
Intraclastos					
Oolitos					
Pellet					
Bioclastos					
Micrita					
Esparita					

OBSERVACIONES

TRATAMIENTOS ESPECIALES

Porosidad	Medida _____ Estimada _____
Permeabilidad	_____
Calimetría	l' _____ Total _____

CLASIFICACION

SONDEO

Pozo
Profundidad

AFLORAMIENTO

Sección LIGNITOS SURESTE

Muestra N.° MM-61

N.° Reg.

Descripción macroscópica

Preparada el
Tratada con
Por

Seleccionada el
Por
Observaciones

Gasterópodos:
Hydrobia
Limnaea
Planorbis
Opérculos (Bithynia)

EDAD
Mioceno superior
(Tortonense-Messinien
se)

FACIES
Lacustre

TERRIGENOS

	%	Tamaño (μ)		Morfoscopia	
		Med.	Máx.	Red.	Esf.
Cuerzo					
Feldesp.					
Micas					
F. Rocas					

CEMENTO

MINERALES ACCESORIOS

CALIZAS

IE=

	%	Tamaño (μ)		Morfoscopia	
		Med.	Máx.	Red.	Esf.
Intraclastos					
Oolitos					
Pellet					
Broclastos					
Micrita					
Esparilla					

OBSERVACIONES

TRATAMIENTOS ESPECIALES

Porosidad	Medida _____ Estimada _____
Permeabilidad	_____
Calimetría	l' _____ Total _____

CLASIFICACION

SONDEO

Pozo

Profundidad

AFLORAMIENTO

Sección LIGNITOS SURESTE

Muestra N.° MM-207

N.° Reg.

Descripción macroscópica

Preparada el

Tratada con

Por

Seleccionada el

Por

Observaciones

Gasterópodos:

Hydrobia

Planorbis

Charofitas:

Chara molassica STRAUB

Chara lagenalis STRAUB

Nitellopsis (Tectochara) meriani L. y N. GRAMB.

Rhabdochara sp.

EDAD

Mioceno superior
(Messiniense)

FACIES

Lacustre

TERRIGENOS

	%	Tamaño (μ)		Morfoscopia	
		Med.	Máx.	Red.	Esf.
Quarzo					
Feldesp.					
Micas					
F. Rocas					

CEMENTO

MINERALES ACCESORIOS

CALIZAS

IE=

	%	Tamaño (μ)		Morfoscopia	
		Med.	Máx.	Red.	Esf.
Intraclastos					
Oolitos					
Pellet					
Bioclastos					
Micrita					
Esperilla					

OBSERVACIONES

TRATAMIENTOS ESPECIALES

Porosidad	Medida	_____
	Estimada	_____
Permeabilidad		_____
Calimetría	I'	_____
	Total	_____

CLASIFICACION

SONDEO

Pozo

Profundidad

AFLORAMIENTO

Sección LIGNITOS SURESTE

Muestra N.º MM-48

N.º Reg.

Descripción macroscópica

Preparada el
 Tratada con
 Por

Seleccionada el
 Por
 Observaciones

Gasterópodos:

Hydrobia

Ostrácodos:

- Cyprideis torosa (JONES)
- Darwinula stevensoni (BRADY/ROBERTSON)
- Candona suevica STRAUB
- Cypria ophthalmica (JURINE)

EDAD
 Mioceno superior
 (Messiniense)

FACIES
 Lacustre de agua dulce
 a salobre mesohalino.

TERRIGENOS

	%	Tamaño (µ)		Morfoscopia	
		Med.	Más.	Red.	Est.
Cuerzo					
Feldesp.					
Micas					
F. Rocas					

OBSERVACIONES

TRATAMIENTOS ESPECIALES

CEMENTO

MINERALES ACCESORIOS

CALIZAS

IE=

	%	Tamaño (µ)		Morfoscopia	
		Med.	Más.	Red.	Est.
Instraclastos					
Oolitos					
Pellet					
Bioclastos					
Micrite					
Esparite					

Porosidad	Medida	_____
	Estimada	_____
Permeabilidad	_____	
Calcimetría	I'	_____
	Total	_____

CLASIFICACION

SONDEO

Pozo
Profundidad

AFLORAMIENTO

Sección LIGNITOS SURESTE

Muestra N.° MM-111

N.° Reg.

Descripción macroscópica

Preparada el
Tratada con
Por

Seleccionada el
Por
Observaciones

Gasterópodos:
Hydrobia
Cerithium ?
Cyprideis torosa (JONES) (abund.)

EDAD
Mioceno superior
(Messiniense)

FACIES
Salobre de agua meso
a polihalina

TERRIGENOS

	%	Tamaño (μ)		Morfoscopia	
		Med.	Máx.	Red.	Esf.
Cuarzo					
Feldesp.					
Micas					
F. Rocas					

CEMENTO

MINERALES ACCESORIOS

CALIZAS

IE=

	%	Tamaño (μ)		Morfoscopia	
		Med.	Máx.	Red.	Esf.
Instraclastos					
Oolitos					
Pellet					
Bioclastos					
Micrita					
Esparita					

OBSERVACIONES

TRATAMIENTOS ESPECIALES

Porosidad	Medida	_____
	Estimada	_____
Permeabilidad		_____
Calcimetría	I'	_____
	Total	_____

CLASIFICACION

SONDEO

Pozo
Profundidad

AFLORAMIENTO

Sección LIGNITOS SURESTE

Muestra N.° MM-185

N.° Reg.

Descripción macroscópica

Preparada el
Tratada con
Por

Seleccionada el
Por
Observaciones

Gasterópodos:
Hydrobia

EDAD

FACIES

Lacustre

TERRIGENOS

	%	Tamaño (μ)		Morfoescopia	
		Med.	Máx.	Red.	Esf.
Quarzo					
Feldesp.					
Micas					
F. Rocas					

CEMENTO

MINERALES ACCESORIOS

CALIZAS

IE=

	%	Tamaño (μ)		Morfoescopia	
		Med.	Máx.	Red.	Esf.
Intraclastos					
Oolitos					
Pellet					
Bioclastos					
Micrita					
Esperita					

OBSERVACIONES

TRATAMIENTOS ESPECIALES

Porosidad	Medida	_____
	Estimada	_____
Permeabilidad		_____
Calimetría	I'	_____
	Total	_____

CLASIFICACION

SONDEO

Pozo
Profundidad

AFLORAMIENTO

Sección LIGNITOS SURESTE

Muestra N.° MM-112

N.° Reg.

Descripción macroscópica

Preparada el
Tratada con
Por

Seleccionada el
Por
Observaciones

Gasterópodos:
Planorbis
Hydrobia

Ostrácodos:
Ilyocypris gibba (RAMDOHR)
Candona suevica STRAUB
Candona cf. procera STRAUB (podrían ser formas juveniles de C. suevica)

EDAD

Mioceno superior
(Messiniense)

FACIES

Lacustre de agua dulce
a salobre (oligohalino)

TERRIGENOS

	%	Tamaño (μ)		Morfoscopia	
		Med.	Máx.	Red.	Esf.
Quarzo					
Feldesp.					
Micas					
F. Rocas					

CEMENTO

MINERALES ACCESORIOS

CALIZAS

IE=

	%	Tamaño (μ)		Morfoscopia	
		Med.	Máx.	Red.	Esf.
Intraclastos					
Oolitos					
Pellet					
Bioclastos					
Micrita					
Esparita					

OBSERVACIONES

TRATAMIENTOS ESPECIALES

Porosidad	Medida	_____
	Estimada	_____
Permeabilidad		_____
Calcimetría	I'	_____
	Total	_____

CLASIFICACION

SONDEO

Pozo
Profundidad

AFLORAMIENTO

Sección LIGNITOS SURESTE

Muestra N.° MM-133

N.° Reg.

Descripción macroscópica

Preparada el
Tratada con
Por

Seleccionada el
Por
Observaciones

Ostrácodos:
Ilyocypris gibba (RAMDOHR)
Candona suevica STRAUB
Candona cf. procera STRAUB (podrían ser formas juveniles de C. suevica)
Candona cf. angulata MUELLER
Forams. planctónicos resedim. del Mioceno superior

EDAD
Mioceno superior
(Messiniense)

FACIES
Agua dulce a salobre
(oligohalino)

TERRIGENOS

	%	Tamaño (μ)		Morfoscopia	
		Med.	Máx.	Red.	Esf.
Cuarzo					
Feldesp.					
Micas					
F. Rocas					

CEMENTO

MINERALES ACCESORIOS

CALIZAS

1E=

	%	Tamaño (μ)		Morfoscopia	
		Med.	Máx.	Red.	Esf.
Instraclastos					
Oolitos					
Pellet					
Bioclastos					
Micrita					
Esparita					

OBSERVACIONES

TRATAMIENTOS ESPECIALES

Porosidad	Medida	_____
	Estimada	_____
Permeabilidad		_____
Calimetría	l'	_____
	Total	_____

CLASIFICACION

SONDEO

Pozo

Profundidad

AFLORAMIENTO

Sección LIGNITOS SURESTE

Muestra N.º MM-157

N.º Reg.

Descripción macroscópica

Preparada el

Tratada con

Por

Seleccionada el

Por

Observaciones

Cyprideis torosa (JONES)
Candona suevica STRAUB
Forams. resedim. del Mioceno superior

EDAD
Mioceno superior
(Tortonense)

FACIES
Salobre Oligohalino

TERRIGENOS

	%	Tamaño (μ)		Morfoescopia	
		Med.	Máx.	Red.	Esf.
Cuarzo					
Feldesp.					
Micas					
F. Rocas					

CEMENTO

MINERALES ACCESORIOS

CALIZAS

IE=

	%	Tamaño (μ)		Morfoescopia	
		Med.	Máx.	Red.	Esf.
Intraclastos					
Colitos					
Pellet					
Bioclastos					
Micrita					
Esparita					

OBSERVACIONES

TRATAMIENTOS ESPECIALES

Porosidad	Medida	_____
	Estimada	_____
Permeabilidad		_____
Calimetría	I'	_____
	Total	_____

CLASIFICACION

SONDEO

Pozo

Profundidad

AFLORAMIENTO

Sección LIGNITOS SURESTE

Muestra N.º MM-229

N.º Reg.

Descripción macroscópica

Preparada el

Tratada con

Por

Seleccionada el

Por

Observaciones

Forams. resedimentados del Mioceno superior

EDAD

FACIES

TERRIGENOS

	%	Tamaño (μ)		Morfoscopia	
		Med.	Máx.	Red.	Esf.
Quarzo					
Feldesp.					
Micas					
Rocas					

CEMENTO

MINERALES ACCESORIOS

CALIZAS

IE=

	%	Tamaño (μ)		Morfoscopia	
		Med.	Máx.	Red.	Esf.
Intraclastos					
Oolitos					
Pellet					
Bioclastos					
Micrita					
Esparita					

OBSERVACIONES

TRATAMIENTOS ESPECIALES

Porosidad	Medida	_____
	Estimada	_____
Permeabilidad		_____
Calcimetría	I'	_____
	Total	_____

CLASIFICACION

SONDEO

Pozo

Profundidad

AFLORAMIENTO

Sección LIGNITOS SURESTE

Muestra N.° MM-69

N.° Reg.

Descripción macroscópica

Preparada el
 Tratada con
 Por

Seleccionada el
 Por
 Observaciones

Caliza arcillosa con porosidad fenestral
 Ostrácodos, Moluscos

EDAD

FACIES

Lacustre

TERRIGENOS

	%	Tamaño (μ)		Morfoescopia	
		Med.	Máx.	Red.	Esf.
Cuervo					
Feldesp.					
Micas					
F. Rocas					

CEMENTO

MINERALES ACCESORIOS

CALIZAS

IE=

	%	Tamaño (μ)		Morfoescopia	
		Med.	Máx.	Red.	Esf.
Instraclastos					
Oolitos					
Pellet					
Bioclastos					
Micrita					
Esperita					

OBSERVACIONES

TRATAMIENTOS ESPECIALES

Porosidad	Medida _____ Estimada _____
Permeabilidad	_____
Calcimetría	I' _____ Total _____

CLASIFICACION

SONDEO

Pozo

Profundidad

AFLORAMIENTO

Sección LIGNITOS SURESTE

Muestra N.° MM-169

N.° Reg.

Descripción macroscópica

Preparada el

Tratada con

Por

Seleccionada el

Por

Observaciones

Gasterópodos:

Planorbis

Ostrácodos de tonos negros:

Ilyocypris gibba (RAMDOHR)

Candona suevica STRAUB

Candona cf. procera STRAUB (podrian ser formas juveniles de C. suevica)

Cyprinotus salinus (BRADY)

EDAD

Mioceno superior (Mes-
siniense) a Plioceno
inferior

FACIES

Salobre (Oligo a Meso-
halino)

TERRIGENOS

	%	Tamaño (μ)		Morfoscopia	
		Med.	Máx.	Red.	Esf.
Cuervo					
Feldesp.					
Micas					
F. Rocas					

CEMENTO

MINERALES ACCESORIOS

CALIZAS

IE=

	%	Tamaño (μ)		Morfoscopia	
		Med.	Máx.	Red.	Esf.
Intraclastos					
Oolitos					
Pellet					
Bioclastos					
Micrita					
Esparita					

OBSERVACIONES

TRATAMIENTOS ESPECIALES

Porosidad	Medida	_____
	Estimada	_____
Permeabilidad		_____
Calciometría	I'	_____
	Total	_____

CLASIFICACION

SONDEO

Pozo
Profundidad

AFLORAMIENTO

Sección LIGNITOS SURESTE

Muestra N.° MM-256

N.° Reg.

Descripción macroscópica

Preparada el
Tratada con
Por

Seleccionada el
Por
Observaciones

Gasterópodos:

Planorbis
Hydrobia

Ostrácodos de tonos negros:

Ilyocypris gibba (RAMDOHR)
Candona suevica STRAUB
Candona cf. procera STRAUB (podrían ser formas juveniles de C. suevica)
Cyprinotus salinus (BRADY)

EDAD

Mioceno superior (Messi
niense) a Plioceno infe
rior

FACIES

Salobre (Oligo a Mesoha
lino)

TERRIGENOS

	%	Tamaño (μ)		Morfoscopia	
		Med.	Máx.	Red.	Esf.
Quarzo					
Feldesp.					
Micas					
F. Rocas					

CEMENTO

MINERALES ACCESORIOS

FRAGILIZAS

1E=

	%	Tamaño (μ)		Morfoscopia	
		Med.	Máx.	Red.	Esf.
Intraclastos					
Oolitos					
Pellet					
Biclastos					
Micrita					
Esparita					

OBSERVACIONES

TRATAMIENTOS ESPECIALES

Porosidad	Medida	_____
	Estimada	_____
Permeabilidad		_____
Calimetría	I'	_____
	Total	_____

CLASIFICACION