



Instituto Tecnológico
GeoMinero de España

**APOYO GEOFISICO A
INVESTIGACIONES MINERAS EN
DISTINTAS AREAS DEL MACIZO
HESPERICO. 1991/92.**

**RECONOCIMIENTO MEDIANTE
POLARIZACION INDUCIDA DE INDICIOS
DE CU-AU EN LAS RESERVAS DE
FUENTE OBEJUNA AREA 2 Y ALANGE-
CAMPILLO - 1.991.**



MINISTERIO DE INDUSTRIA, COMERCIO Y TURISMO

40407

INDICE.

1. INTRODUCCION	1.
2. ANTECEDENTES Y OBJETIVOS	4.
3. METODOLOGIA	6.
3.1. Descripción somera del método de PI.....	6.
4. EQUIPO DE TRABAJO	12.
4.1. Personal	12.
4.2. Medios materiales	13.
5. TRABAJO REALIZADO	15.
5.1. Trabajos de campo	15.
5.1.1. Estaquillados de perfiles	15.
5.1.2. Toma de datos	17.
5.2. Procesado de los datos y presentación de resultados	20.
5.2.1. Documentos que se entregan	22.
6. RESULTADOS OBTENIDOS	28.
6.1. Area de MIRABUENO	28.
6.2. Area de EL HOYO	35.
6.3. Area de MADROÑO	37.
7. CONCLUSIONES	40.

INDICE DE FIGURAS.

- Figura nº 1.- Situación de las zonas MIRABUENO y EL HOYO.
- Figura nº 2.- Situación de los perfiles de la zona MADROÑO.
- Figura nº 3.- Descripción del fenómeno de PI en dominio de tiempos.
- Figura nº 4.- Ejemplo de diferentes respuestas con igual valor de cargabilidad aparente.
- Figura nº 5.- Distribución de las ventanas de lectura en la modalidad utilizada.
- Figura nº 6.- Sistema de representación de datos para dispositivo dipolo-dipolo.

INDICE DE PLANOS.

- Nº 1.- Situación de los perfiles medidos en el Area MIRABUENO.
- Nº 2.- Area MIRABUENO. Resultados obtenidos en el PERFIL 1.
- Nº 3.- Area MIRABUENO. Resultados obtenidos en el PERFIL 2.
- Nº 4.- Area MIRABUENO. Resultados obtenidos en el PERFIL 3.
- Nº 5.- Area MIRABUENO. Resultados obtenidos en el PERFIL 4.
- Nº 6.- Area MIRABUENO. Resultados obtenidos en el PERFIL 5.
- Nº 7.- Area MIRABUENO. Resultados obtenidos en el PERFIL 6.
- Nº 8.- Area MIRABUENO. Resultados obtenidos en el PERFIL 7.
- Nº 9.- Area MIRABUENO. Resultados obtenidos en el PERFIL 8.
- Nº 10.- Area de MIRABUENO. Distribución de valores filtrados de cargabilidad y resistividad.
- Nº 11.- Area EL HOYO. Resultados obtenidos en el PERFIL 12.
- Nº 12.- Area EL HOYO. Resultados obtenidos en el PERFIL 30.
- Nº 13.- Area MADROÑO. Resultados obtenidos en el PERFIL 1.
- Nº 14.- Area MADROÑO. Resultados obtenidos en el PERFIL 2.
- Nº 15.- Area MADROÑO. Resultados obtenidos en el PERFIL 3.
- Nº 16.- Area MIRABUENO. Plano resumen de anomalías.

INTRODUCCION.

1. INTRODUCCION.-

El presente reconocimiento geofísico ha sido llevado a cabo en tres zonas seleccionadas por los Técnicos del INSTITUTO TECNOLÓGICO GEOMINERO DE ESPAÑA. Las dos primeras, denominadas MIRABUENO y EL HOYO se localizan en la Hoja nº 879 del MTN a escala 1/50.000, dentro de la Reserva Fuenteobejuna Area 2.

La zona denominada MADROÑO pertenece a la Reserva Alange-Campillo y se sitúa en la Hoja nº 856.

Hemos indicado la situación de cada una de las zonas de trabajo en la Figuras 1 y 2, sobre una copia del correspondiente plano topográfico a escala 1/50.000.

Estos trabajos se han llevado a cabo dentro del Proyecto «Apoyo geofísico a investigaciones mineras en diversas áreas del Macizo Hespérico 1.991-92» y han consistido en la medida, procesado e interpretación de 18'15 Km de perfil de Polarización Inducida - Resistividad. Para ello se ha empleado un dispositivo dipolo-dipolo con $MN=25$ m y $n=6$.

La empresa ejecutora de estos trabajos ha sido INTERNATIONAL GEOPHYSICAL TECHNOLOGY, S.A., en calidad de adjudicataria del Proyecto citado.

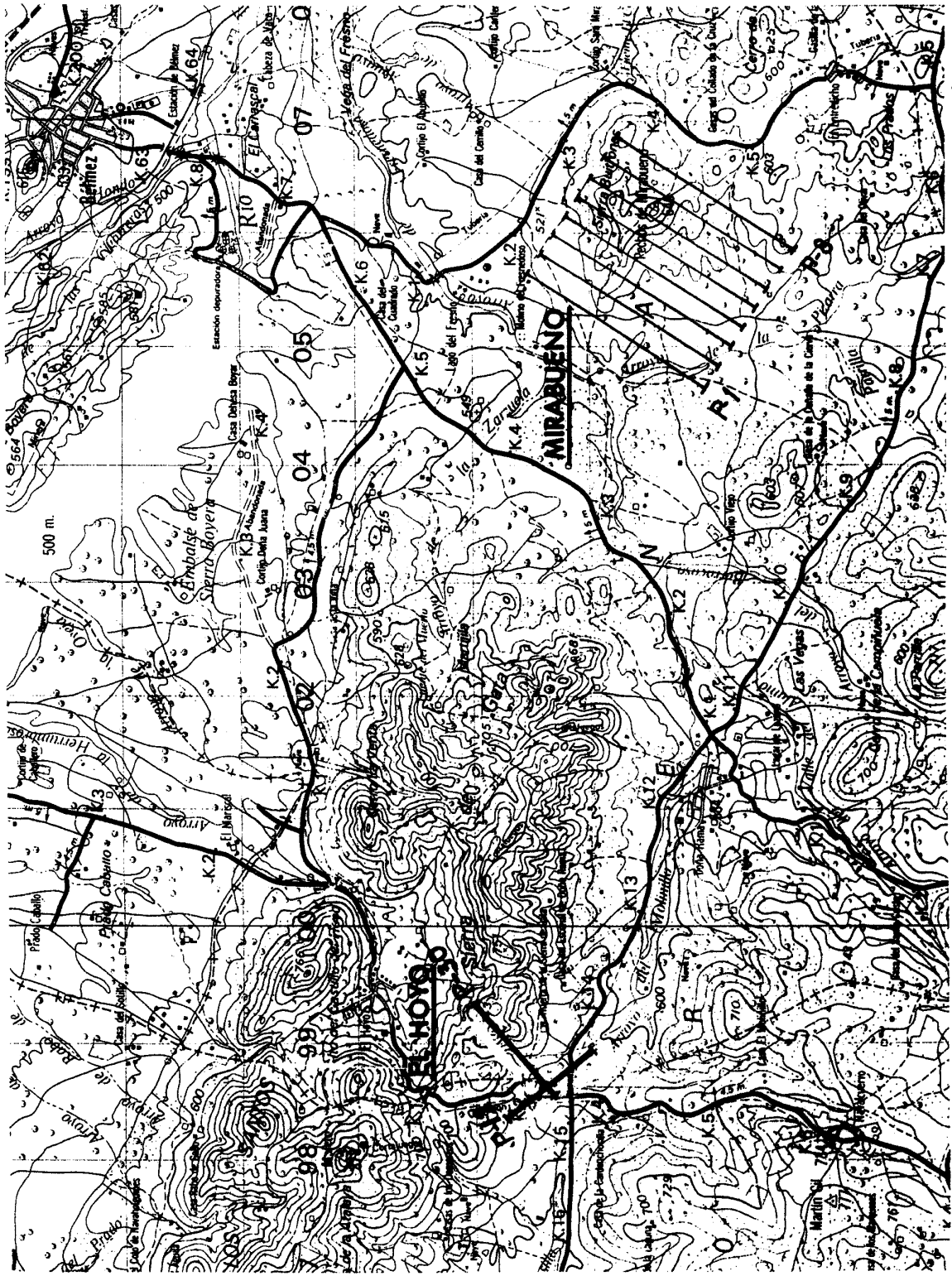
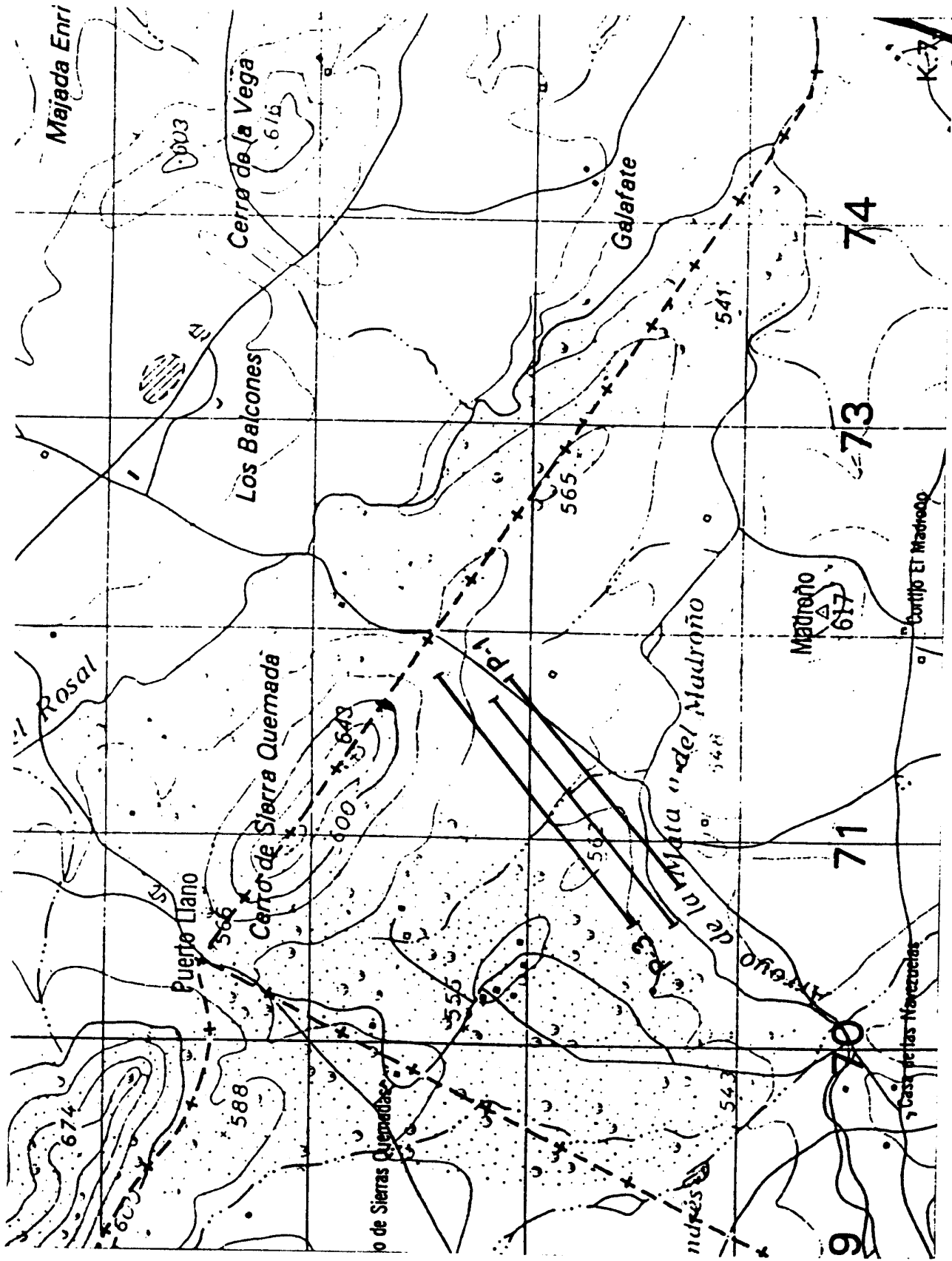


FIG. 1 - SITUACION DE LAS ZONAS "MIRABUENO" Y "EL HOYO"



ESCALA 1/25.000

HOJA 856

FIG 2 - SITUACION DE LOS PERFILES DE LA ZONA "MADRÑO"

ANTECEDENTES Y OBJETIVOS.

2. ANTECEDENTES Y OBJETIVOS.-

Uno de los objetivos generales de los trabajos que realiza el INSTITUTO TECNOLÓGICO GEOMINERO DE ESPAÑA en las Reservas «Fuenteobejuna Area 2» y «Alange-Campillo» es la prospección de Au, asociado normalmente a filones de cuarzo.

A partir de la detallada cartografía geológica realizada por la oficina de la Dirección de Recursos Minerales del ITGE en Peñarroya-Pueblonuevo, así como de los resultados de diversas campañas de prospección geoquímica; se han seleccionado algunas áreas de interés sobre las que el Servicio de Geofísica del ITGE ha realizado los siguientes trabajos:

- Campaña de PI y magnético en la zona N de Los Pinganillos. 1.988.

- Perfiles de gravimetría y PI en varias zonas de las Reservas de Fuenteobejuna y Los Blazquez. 1.990-91.

Las áreas MIRABUENO y EL HOYO se inscriben dentro de una zona de interés minero en la que se han cartografiado numerosos indicios de sulfuros de Pb, Zn y Cu. El interés concreto del actual estudio se centra en la detección de filones de cuarzo con pirita, calcopirita e indicios de Au.

Por su parte la zona MADROÑO de la Reserva Alange-Campillo está constituida por bandas alternantes de pizarras y cuarcitas en

las que se localizan filones de cuarzo que constituyen el objetivo de la prospección geofísica.

No disponemos de información geológica de detalle sobre cada una de las zonas, salvo el plano de afloramientos del área MIRABUENO. Por ello justificamos la no inclusión en este capítulo de comentarios más extremos respecto a las características geológicas y mineralogénicas de cada zona, como hubiera sido deseable.

METODOLOGIA.

3. METODOLOGIA.-

El método de Polarización Inducida es de aplicación específica a la prospección de mineralizaciones con carácter de disseminación metálica y sus resultados son tanto más fácilmente reconocibles cuanto mayor definición geométrica tenga el cuerpo polarizable. En otras palabras, la detección de elementos de tipo tabular como puede ser un filón mineralizado es uno de sus objetivos más sencillos.

Pese a contemplar las medidas de PI como las fundamentales para este tipo de prospección, no puede obviarse la utilidad de las determinaciones de resistividad aparente que se obtienen simultáneamente y que pueden interpretarse en términos litológicos.

3.1. Descripción somera del método de PI.-

Sus fundamentos son conceptualmente sencillos y sus medidas se manifiestan como una variación de la resistividad aparente del medio rocoso en función de la frecuencia de la corriente con que se opera (dominio de frecuencias); o bien como un potencial residual medible entre dos electrodos situados sobre el terreno, al cesar el paso de la corriente entre otros dos electrodos de emisión a través de los que se inyecta una corriente unidireccional en el subsuelo (dominio de tiempos).

La operación en el dominio de frecuencias fue habitual en los años 70, cuando el empleo de esta técnica prospectiva alcanzó una gran expansión. En gran medida es hoy una modalidad en desuso.

Los conceptos básicos de las medidas en el dominio de tiempos se representan en la Figura 3 de forma simplificada y las explicamos a continuación.

A través de dos electrodos A y B, situados en la superficie del terreno, se hace circular por el medio rocoso unos pulsos de corriente de una duración determinada (t) y forma cuadrada. Estos pulsos cambian alternativamente de polaridad, tras un tiempo t en que su intensidad es cero.

El paso de estos pulsos de corriente por el subsuelo provoca unas diferencias de potencial $\pm V_p$ entre otros dos electrodos (MN), situados también en superficie.

En un medio homogéneo, sin elementos polarizables el valor V_p debería pasar a cero en el instante t_0 , en que se interrumpe el correspondiente pulso de corriente. Si en el medio rocoso existen elementos metálicos, sus electrones libres se orientan en presencia de un campo eléctrico unidireccional (cada pulso de corriente). Al cesar el pulso de corriente se produce una redistribución de los electrones orientados lo que conlleva la aparición de un potencial residual que tiende a cero y se extingue en el período t_0-t_e . Tal potencial residual es la manifestación del fenómeno de la Polarización Inducida en el dominio de tiempos y se define como Cargabilidad (m_a).

La Cargabilidad se expresa como la integral entre t_0 y t_e de $V \cdot dt$, es decir como el área encerrada bajo la curva V entre los tiempos t_0 y t_e , normalizada en función del valor inicial V_0 . Sus unidades tienen la dimensión del tiempo (voltajextiempo/voltaje) y se expresan en milisegundos.

La medida clásica de la cargabilidad consiste en la determinación del área de un sector bajo la curva de cargabilidad en un tramo (t_m-t_n). Algunos equipos miden, no obstante varios valores de m_a correspondientes a otros tantos tramos, si bien se opera con los de uno solo de ellos en la presentación final de resultados.

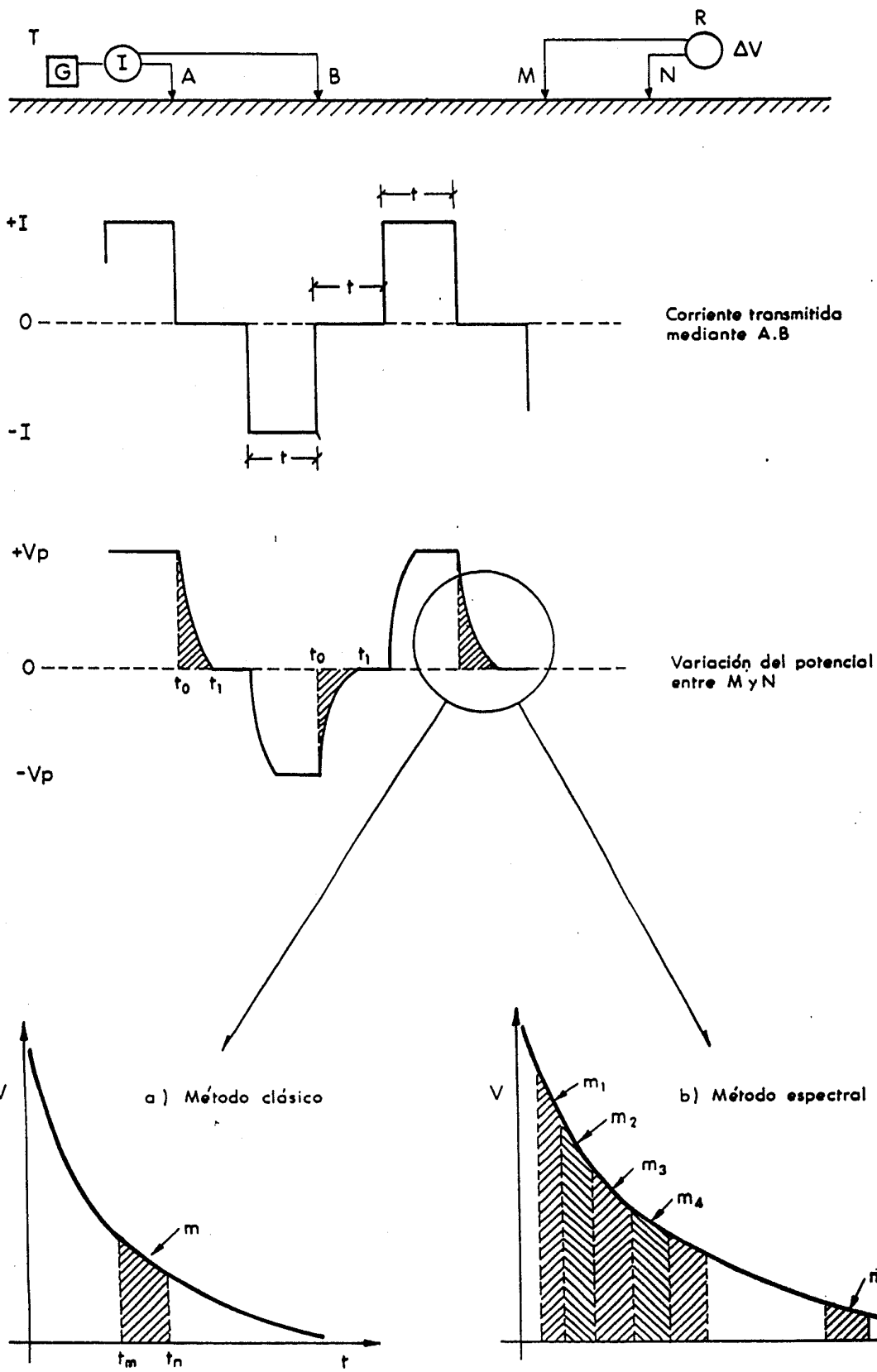


FIG. 3 - DESCRIPCIÓN DEL FENÓMENO DE PI EN DOMINIO DE TIEMPOS

Pelton et al (1978), pusieron de manifiesto el interés que tiene la determinación completa de la morfología de la curva de potencial residual, en lugar de un solo valor en el tramo central de la misma. Es evidente que las curvas representadas en la Figura 4 reflejan unas diferentes características del subsuelo pese a que su cargabilidad (m_3) medida según el sistema clásico no lo ponga de manifiesto.

Puesto que la respuesta del medio rocoso se manifiesta en la totalidad de la curva de potencial residual parece evidente tratar de utilizar el máximo de información derivada de los valores y morfología de tal curva.

Esta tendencia con la denominación de genérica de Polarización Inducida Espectral puede definirse como una variante de la modalidad de dominio de tiempos. Implica la medida de la cargabilidad aparente en un considerable número de ventanas contiguas de modo que este conjunto de valores posibilite la construcción más fiable de la curva de potencial residual. Habitualmente son 10 las ventanas que se miden y su distribución puede realizarse según intervalos lineales o logarítmicos.

Estas curvas de potencial residual se pueden expresar matemáticamente como una función exponencial decreciente y asociarse a la respuesta de un circuito teórico basado en los modelos Cole-Cole, para los que existen colecciones de curvas patrón en función de los parámetros característicos: τ , C y M.

Todos ellos son parámetros derivados del análisis espectral y se obtienen en cada caso al tomar los correspondientes a la curva teórica que mejor se ajusta a los datos medidos.

Las medidas de potencial residual obtenidas en un medio no homogéneo pueden considerarse como superposición de dos efectos principales:

- Polarización Inducida (PI).
- Acoplamiento Inductivo (IC).

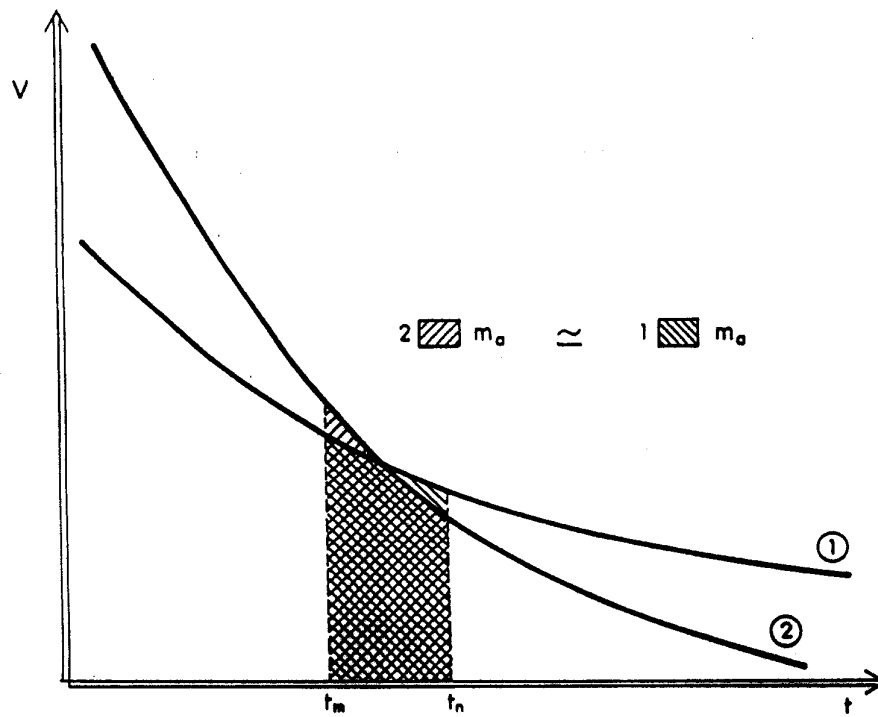


FIG. 4 - EJEMPLO DE DIFERENTES RESPUESTAS CON IGUAL VALOR
 DE CARGABILIDAD APARENTE (m_a)

Cada uno de ellos tienen unas características particulares que pueden identificarse a través de sus parámetros espectrales.

Así la PI presenta valores relativamente altos de τ y bajos o altos de C mientras que en el Acoplamiento Inductivo son bajos los valores de τ y altos los de C.

El objetivo último de la obtención de los parámetros espectrales es la discriminación de anomalías identificando aquellas que de forma más consistente puedan asociarse a mineralizaciones del subsuelo con carácter de disseminación metálica.

La obtención de los parámetros espectrales no va en detrimento de la presentación de los datos en la forma clásica de pseudosecciones con valores de cargabilidad como parámetro básico. Se trata en definitiva de un enriquecimiento de la información incluyendo parámetros complementarios que en ciertos casos pueden resultar de especial utilidad.

Existen multitud de dispositivos de medida, en lo que a posición relativa y distancias entre electrodos se refiere. Para el tipo de aplicaciones como la de nuestro caso es habitual el empleo de dispositivos polo-dipolo o dipolo-dipolo.

Este último ha sido el utilizado en nuestro caso, con los siguientes parámetros que le definen:

- Espaciado entre electrodos, $AB=MN=25$ m.
- Paso entre lecturas 25 m.
- Número de posiciones del dipolo receptor para cada posición del dipolo emisor $n=6$.
- Duración de los pulsos de corriente, $t=2$ seg.

EQUIPO DE TRABAJO.

4. EQUIPO DE TRABAJO.

4.1. Personal.

El conjunto de los trabajos recogidos en este Informe ha sido desarrollado por INTERNATIONAL GEOPHYSICAL TECHNOLOGY, S.A. (IGT) con participación del personal de su plantilla que se relaciona a continuación:

- Angel **GRANDA**. Ingeniero de Minas.
Planificación de los trabajos, interpretación y elaboración del Informe.
- José Carlos **CAMBERO**. Ingeniero de Minas.
Procesado de datos.
- Antonio **ALVARO**. Operador geofísico.
Toma de datos.
- Francisco **SOCUELLAMOS**. Operador geofísico.
Toma de datos.

También se han empleado cuatro peones como personal auxiliar para los trabajos de campo.

La supervisión de los trabajos por parte del ITGE ha sido realizada por D. José Luis **GARCIA LOBON**, Ingeniero de Minas del Servicio de Geofísica.

4.2. Medios materiales.-

Para la ejecución de las medidas en campo se ha utilizado un sistema multidipolo y multiventana compuesto por los elementos que se detallan a continuación.

- Transmisor ELECTRA.-

Alimentado mediante un motor-generador de 2'8 Kva.

Este equipo permite seleccionar la duración de los pulsos de corriente y estabilizar los mismos en un valor seleccionado que posibilite optimizar la relación señal/ruido en las medidas del receptor. Lleva incorporado un sistema de corte automático de corriente en el caso de que se produzca una derivación o una fuga en el circuito emisor.

- Receptor ELREC-6.-

Tiene capacidad de lectura simultánea de seis dipolos y diez ventanas de cargabilidad por dipolo.

Además de los valores anteriores se registra para cada dipolo:

- . Potencial espontáneo.
- . Potencial primario (V_p).
- . Intensidad de los pulsos de corriente.
- . Constantes geométricas del dispositivo de medida.
- . Referencias de posición relativa de cada electrodo del citado dispositivo.

Todos los valores citados son almacenados en la memoria sólida del receptor para su posterior volcado a un PC a través de un puerto RS-232.

Durante la toma de datos se opera por «stacking» de un considerable número de pulsos y se obtiene información respecto a las desviaciones estadísticas observadas en cada uno de los valores medidos. De este modo el operador puede controlar la calidad de los datos y decidir cuando es aceptable cada medida.

Como material auxiliar se ha empleado:

- Cables especiales para la operación multidipolo, transceptores para la comunicación entre el transmisor y el receptor, vehículos todo-terreno.
- Ordenador portátil ZENITH Supersport para volcado de datos en campo y ordenador TANDON 386 para su procesado en oficina mediante los programas específicos de análisis espectral.
- Receptor GPS del tipo MAGELLAN para la determinación de coordenadas en campo.
- Las características del equipo de medida utilizado y de los elementos auxiliares más significativos utilizados se incluyen en el ANEXO 1.

TRABAJO REALIZADO.

5. TRABAJO REALIZADO.-

5.1. Trabajos de campo.

5.1.1. Estaquillado de perfiles.-

Previamente a la toma de datos propiamente dicha, se realizó el estaquillado de los perfiles que nos fueron señalados sobre plano por los Técnicos del ITGE.

Al objeto de determinar la posición real de tales perfiles se tomaron coordenadas de diversos puntos significativos de los mismos mediante un sistema (MAGELLAN) GPS. Detallamos a continuación las coordenadas de tales puntos.

MADROÑO.-

<u>Perfil</u>	<u>estaca</u>	<u>X</u>	<u>Y</u>
1	0	270.730	4.256.280
1	500	271.135	4.256.630
1	1175	271.650	4.257.080
2	0	270.575	4.256.320
2	600	271.035	4.256.670
2	1200	271.540	4.257.115
3	0	270.620	4.256.460
3	450	270.970	4.256.775
3	1300	271.600	4.257.320

MIRABUENO.-

Perfil	estaca	X	Y
1	100	304.820	4.233.040
1	1050	305.255	4.233.885
1	1825	305.605	4.294.575
2	100	304.955	4.232.960
2	1125	305.465	4.233.870
2	1825	305.780	4.234.495
3	50	305.130	4.232.840
3	1100	305.610	4.233.735
4	0	305.245	4.232.675
4	1200	305.820	4.233.750
3	1825	305.970	4.234.400
4	1750	306.075	4.234.260
5	0	305.440	4.232.600
5	1200	305.995	4.233.680
5	1775	306.275	4.234.190
6	0	305.620	4.232.510
6	1125	306.120	4.233.440
6	1825	306.465	4.234.045
7	0	305.775	4.232.385
7	1000	306.260	4.233.290
7	1800	306.645	4.234.000
8	925	306.385	4.233.115
8	1600	306.730	4.234.740

EL HOYO.-

Perfil	estaca	X	Y
30	0	298.540	4.234.260
30	1000	299.290	4.234.895
12	125	298.835	4.234.060
12	600	298.500	4.234.405
12	875	298.320	4.234.630

En todas las zonas la denominación de nuestras estacas coincide con la distancia nominal desde el origen del perfil.

5.1.2. Toma de datos.-

Como característica general cabe reseñar el bajo nivel de ruido de las lecturas en todas las zonas medidas durante el período en que se llevaron a cabo los trabajos de campo.

Anteriormente quedó reseñado que el dispositivo de medida empleado fue dipolo-dipolo, con espaciado de 25 metros y lectura de seis dipolos o niveles para cada posición del dipolo emisor. Otros datos relevantes de la operación fueron los siguientes:

- Intensidad de los pulsos de corriente, superior a 1 Amp. en la mayoría de los casos.
- Duración de los pulsos 2 seg.
- Repetición de las medidas para un mínimo de cinco pulsos de corriente en cada posición de los electrodos de emisión.

De entre las diversas posibilidades del equipo ELREC-6, en lo que a la distribución de las ventanas de lectura se refiere, se ha utilizado la que se indica en la Figura 5. Su distribución de tiempos es:

- Tiempo de espera a partir del corte del pulso de corriente 80 ms.
- Ventanas 1,2,3,4 80 ms cada una.
- Ventanas 5,6,7 160 ms cada una.
- Ventanas 8,9,10 320 ms cada una.

Damos a continuación el resumen estadístico del trabajo realizado.



FIG. 5 - DISTRIBUCION DE LAS VENTANAS DE LECTURA EN LA MODALIDAD UTILIZADA

MIRABUENO.

Perfil - 1	1675 m.
Perfil - 2	1650 m.
Perfil - 3	1650 m.
Perfil - 4	1650 m.
Perfil - 5	1650 m.
Perfil - 6	1650 m.
Perfil - 7	1650 m.
Perfil - 8	1650 m.

TOTAL 13'225 Km.

EL HOYO.

Perfil - 12	750 m.
Perfil - 30	900 m.

TOTAL 1'650 Km.

MADROÑO.

Perfil - 1	1000 m.
Perfil - 2	1075 m.
Perfil - 3	1200 m.

TOTAL 3'275 Km.

TOTAL GENERAL 18'150 Km.

En la relación anterior se reseña la distancia efectivamente medida, es decir la recorrida a lo largo del perfil por el dipolo emisor. Sin embargo en los diferentes planos del estudio se indica la longitud de los perfiles entre la primera posición del dipolo emisor y la última del dipolo receptor.

El perfil nº 12 de EL HOYO coincide con el de igual denominación de otra campaña realizada con anterioridad por el ITGE. La estaca 0 de nuestro trabajo coincide con la número 13 del ITGE y la 750 con la número 43 respectivamente.

El perfil nº 30 es perpendicular al anterior a la altura de su estaca número 30 según la denominación del ITGE. Se inicia en la carretera que va de EL HOYO a Navalcuerno y se prolonga hacia el NO.

La estaca 500, según nuestra denominación, coincide con la número 30 del perfil nº 16 de los realizados por el ITGE.

La toma de datos se llevó a cabo en dos periodos:

Del 29/Nov/91 al 10/Dic/91 y del 2/1/92 al 22/1/92, lo que representa un total de 21 días de trabajo efectivo, con una producción media de 0'86 Km/día.

5.2. Procesado de los datos y presentación de resultados.-

Los datos de campo se transfirieron desde la memoria interna del receptor ELREC-6 a un PC-386 para su procesado y elaboración de los documentos finales del estudio.

Este conjunto de operaciones se ha llevado a cabo mediante una serie de programas desarrollados por GEOSOFT, cuyas características se describen en el ANEXO Nº 2. Las etapas principales de este proceso son:

- Conversión de ficheros del receptor ELREC-6 al formato GEOSOFT.
- Cálculo de la resistividad aparente y parámetros espectrales.
- Elaboración de seudosecciones y perfiles de valores filtrados.

En nuestro caso, los parámetros representados en las seudosecciones finales de resultados han sido las siguientes:

- Resistividad aparente.
- Cargabilidad correspondiente a la ventana 7 (720-880 ms).
- Constante de tiempo (τ).
- Coeficiente C
- Factor metálico (FM).

La resistividad aparente se calcula para cada dipolo de acuerdo con la expresión $\rho_a = K \times V_p / I$. En ella K es una constante geométrica que depende de las distancias relativas entre los electrodos de emisión y recepción, I es la intensidad de los pulsos de corriente y V_p la diferencia de potencial entre los electrodos de recepción durante la transmisión.

A partir del análisis espectral de las curvas de potencial residual se determinan los valores τ y C. Se trata de un proceso automático que compara los datos de campo con una librería de curvas patrón seleccionando en cada caso aquella con la que se produce el mejor ajuste. Los correspondiente valores (τ y C) de la curva teórica seleccionada son los que se asignan a la curva analizada. Este proceso ha de efectuarse para la curva de potencial residual de cada dipolo receptor.

Finalmente la representación de los valores de cargabilidad aparente correspondiente a una determinada ventana constituye una forma clásica de presentación de resultados en el dominio de tiempos y ayuda a la selección de anomalías y a su interpretación cualitativa. En nuestro caso hemos utilizado los valores de la ventana nº 7 según el esquema de la Figura 5. Estos valores corresponden al tramo comprendido entre 720 y 880 ms.

Los datos medidos con dispositivos dipolo-dipolo se representan normalmente en forma de seudosecciones. La asignación de los correspondientes valores se realiza de acuerdo con la descripción de la Figura 6. Tal sistema de presentación es una simple convención que refleja de forma distorsionada la distribución, en dos dimensiones, de los diversos parámetros representados. En ningún caso debe tomarse la distribución de isolíneas resultantes de contornear los valores, como indicación directa de buzamientos o geometría de los contactos entre diferentes unidades rocosas.

Tal distribución es interpretable en términos generales de una forma sencilla: Las anomalías de tipo simétrico corresponden a cuerpos subverticales y la posición de su cabecera coincide con el vértice de la anomalía. Las anomalías asimétricas se interpretan en asociación con cuerpos tabulares buzantes. En este caso el sentido del buzamiento es el opuesto al máximo gradiente en la distribución de isovalores y la cabecera del cuerpo anómalo está ligeramente desplazada hacia el máximo citado.

Estos criterios se ven a veces muy afectados por diversos factores como presencia de contactos entre unidades de resistividad muy diferente, morfología irregular del cuerpo polarizable, etc. Por ello la interpretación de anomalías debe analizarse cuidadosamente en todos los casos.

Además de las seudosecciones presentamos también la distribución de cada parámetro en forma de perfil promedio o de valores filtrados. Estos valores se obtienen como media ponderada de acuerdo con el esquema que se indica en cada perfil y proporcionan una estimación aproximada de la variación global de un determinado parámetro a lo largo del perfil.

Finalmente, al objeto de ofrecer una visión de la distribución general de los valores medidos en el conjunto de cada zona de trabajo hemos elaborado planos de isovalores, cuando la disposición y número de perfiles lo han hecho recomendable.

5.2.1. Documentos que se entregan.-

Junto con la presente Memoria se incluyen los documentos que a continuación se relacionan.

- Plano de posición de los perfiles medidos, incluyendo base geológica y referencias topográficas. Solamente para el área de MIRABUENO. Para HOYO y MADROÑO no se ha dispuesto de esta información adicional.
- Seudosecciones de cargabilidad, resistividad, constante de tiempo (τ), coeficiente C y factor metálico (FM) para cada perfil medido.

- Planos de isolíneas de los valores filtrados de resistividad y cargabilidad, representados sobre una base geológica y topográfica. Solamente para el área de MIRABUENO ya que el número de perfiles y su distribución en las otras zonas no lo permite.
- Plano de síntesis de anomalías del área de MIRABUENO.
- Ficheros de cada una de las zonas de trabajo, conteniendo toda la información obtenida en campo. Son los siguientes:

MIRA1.DMP.- Contiene los datos de los perfiles 1,2,3 y 4 de MIRABUENO.

MIRA2.DMP.- Perfiles 5,6,7 y 8 de MIRABUENO.

HOYOMAD.DMP.- Todos los perfiles de EL HOYO y MADROÑO.

- Ficheros transformados para el procesado mediante los programas de GEOSOFT.

1.DAT AL 8.DAT.- Perfiles de MIRABUENO.

12.DAT y 30.DAT.- Perfiles de EL HOYO.

1B.dat al 3B.dat.- Perfiles de MADROÑO.

- Un fichero con los datos filtrados (cargabilidad y resistividad) del área de MIRABUENO, así como las coordenadas X e Y del punto de atribución de los citados valores. Es el fichero MIRAB.XYZ.
- Fichero MIR.PLT. Contiene la base geológica y topográfica de la zona MIRABUENO.

Las coordenadas X e Y del fichero MIRAB.XYZ se han calculado por interpolación de las determinadas para los puntos significativos de cada perfil a que nos referimos en el apartado 5.1.1.

En las páginas siguientes se adjunta un ejemplo de cada uno de los tipos de ficheros citados.

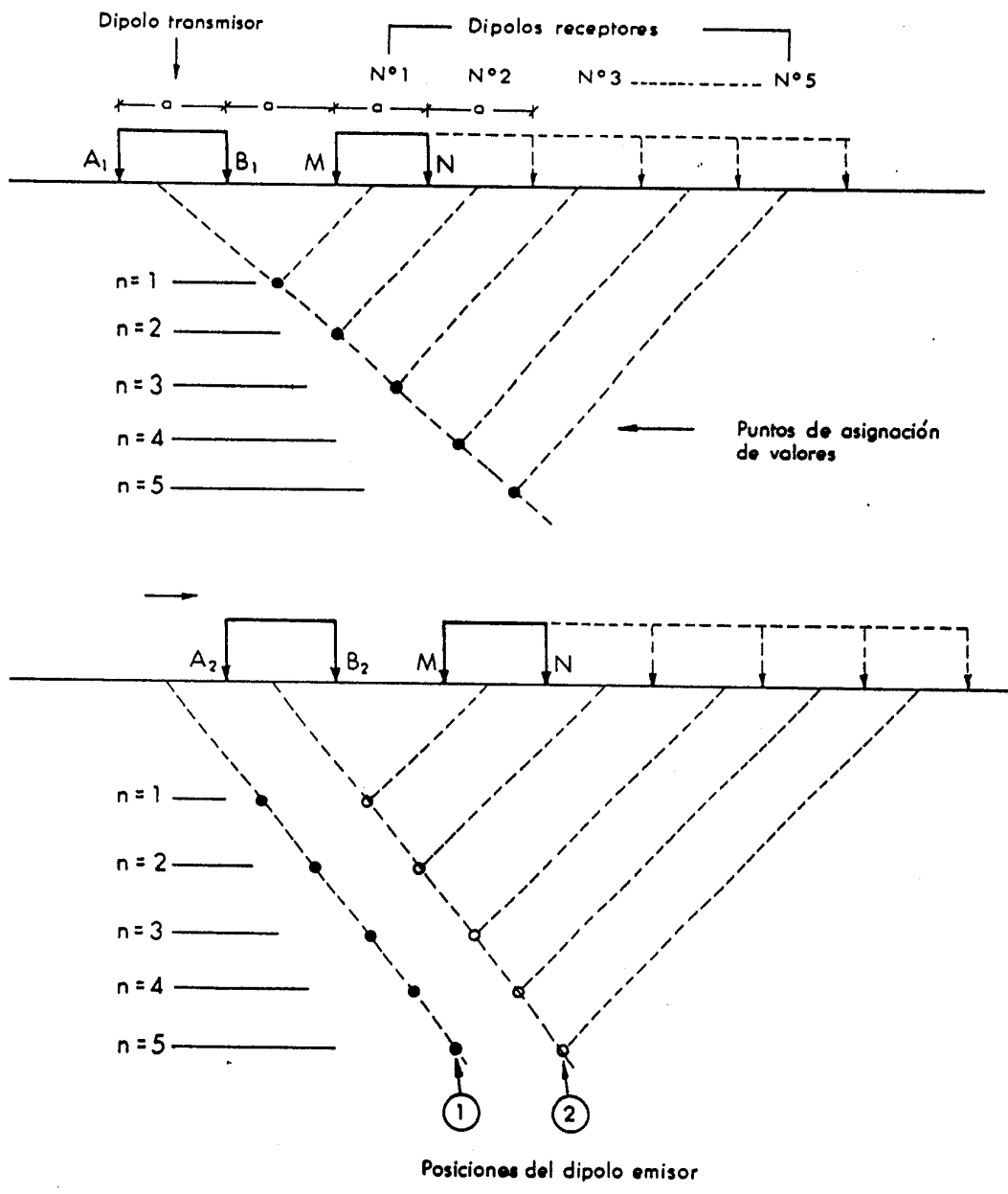


FIG. 6 - SISTEMA DE REPRESENTACION DE DATOS, PARA DISPOSITIVO DIPOLO-DIPOLO

EJEMPLO DE FICHERO *.DMP.

```
ELREC 6 printer utility
# 720 data from dipole 1 ( Dipole - Dipole array )
mode 3 pulse = 2 s pulses number = 6
XC (m)= 25.0 XP (m)= 50.0 D (m)= 25.0 Line = 7.0
Ro=159.7 ohm.m
Vp = 576.00 mV Qv= 0% Ps= 2 mV Tn = 1700.0 mA
M = 5.2 Em = 0.0
M1 = 13.1 M2 = 10.0 M3 = 8.9 M4 = 7.8 M5 = 6.8
M6 = 5.8 M7 = 5.0 M8 = 4.1 M9 = 3.3 M10= 2.7
control 1 - 2 Rs = 2.8 Kohm triggering dipole: 1
# 721 data from dipole 2 ( Dipole - Dipole array )
mode 3 pulse = 2 s pulses number = 6
XC (m)= 25.0 XP (m)= 75.0 D (m)= 25.0 Line = 7.0
Ro=296.8 ohm.m
Vp = 267.65 mV Qv= 0% Ps= 8 mV Tn = 1700.0 mA
M = 7.9 Em = 0.1
M1 = 21.5 M2 = 15.9 M3 = 13.6 M4 = 11.8 M5 = 10.1
M6 = 8.5 M7 = 7.3 M8 = 6.0 M9 = 4.8 M10= 4.0
control 3 - 2 Rs = 2.5 Kohm triggering dipole: 1
# 722 data from dipole 3 ( Dipole - Dipole array )
mode 3 pulse = 2 s pulses number = 6
XC (m)= 25.0 XP (m)= 100.0 D (m)= 25.0 Line = 7.0
Ro=383.7 ohm.m
Vp = 138.43 mV Qv= 0% Ps= -20 mV Tn = 1700.0 mA
M = 6.2 Em = 0.0
M1 = 15.7 M2 = 11.8 M3 = 10.4 M4 = 9.1 M5 = 7.9
M6 = 6.8 M7 = 5.8 M8 = 4.8 M9 = 3.9 M10= 3.3
control 4 - 2 Rs = 3.1 Kohm triggering dipole: 1
```

#.- Número de registro.
XC.- Distancia del origen al electrodo de emisión más alejado.
XP.- Distancia del origen al electrodo de potencial más próximo.
D.- Longitud del dipolo.
V_p.- Diferencia de potencial primario.
Q_v, E_n.- Indicación de dispersión en las medidas.
P_s.- Autopotencial.
T_n.- Intensidad de los pulsos de corriente.
M_n.- Cargabilidad en las diferentes ventanas de medida.

EJEMPLO DE FICHERO *. XYZ.

X	Y	(Perfil)	(Est.)	(Resist.)	(Cargab. Vent. TP5)
305554.1	4234474	1	1712.5	587	3.3
305542.8	4234452	1	1687.5	413	3.1
305531.5	4234430	1	1662.5	415	3.2
305520.2	4234407	1	1637.5	406	3.4
305508.9	4234385	1	1612.5	341	3.1
305497.6	4234363	1	1587.5	330	3.2
305486.4	4234341	1	1562.5	323	3.6
305475.1	4234318	1	1537.5	283	3.4
305463.8	4234296	1	1512.5	216	3.2
305452.5	4234274	1	1487.5	170	3.5
305441.2	4234252	1	1462.5	139	3.7
305429.9	4234229	1	1437.5	165	5.1
305418.6	4234207	1	1412.5	203	5
305407.3	4234185	1	1387.5	246	4.2
305396.0	4234163	1	1362.5	309	5
305384.7	4234140	1	1337.5	301	5
305373.5	4234118	1	1312.5	301	5
305362.2	4234096	1	1287.5	411	4.7
305350.9	4234074	1	1262.5	607	4.6
305339.6	4234051	1	1237.5	746	5.2
305328.3	4234029	1	1212.5	806	5.2
305317.0	4234007	1	1187.5	688	5.4

EJEMPLO DE FICHERO *.DAT.

MIRA	LINE:	2F	ARRAY:	DDPP	DIPOL:	25	MLV	M2Y	VP	T	SD	TP0	IP1	TP2	IP3	TP4	IP5	TP6	IP7	TP8	IP9	
			UNITS:	M	T=80.	80.	80.	160.	160.	160.	320.	320.	320.									
0.00		F1Y		F2Y	50.00	75.00	184.82	0.818	-2	10.3	6.8	6.2	6.8	6.2	5.2	4.6	4.3	3.9	3.4	2.8	2.3	
0.00			25.00		75.00	100.00	43.839	0.818	-5	9.7	6.3	5.9	6.3	5.9	4.8	4.3	4.1	3.7	3.1	2.6	2.1	
0.00			25.00		100.00	125.00	17.167	0.818	28	9.3	5.8	5.3	5.8	5.3	4.4	3.9	3.7	3.3	2.8	2.4	1.9	
0.00			25.00		125.00	150.00	10.722	0.818	-4	9.5	6	5.5	6	5.5	4.7	3.9	3.9	3.5	3	2.5	1.9	
0.00			25.00		150.00	175.00	7.491	0.818	-20	9.3	5.3	4.4	5.3	4.4	4.2	3.4	3.2	3.1	2.5	2.3	1.8	
0.00			25.00		175.00	200.00	9.765	0.818	8	9.7	6.2	5.2	6.2	5.2	4.6	4	3.8	3.6	2.9	2.3	1.7	
25.00			50.00		75.00	100.00	98.188	0.818	-13	9	5.8	5.3	5.8	5.3	4.3	3.8	3.6	3.3	2.8	2.3	1.9	
25.00			50.00		100.00	125.00	24.069	0.818	28	8.1	4.9	4.5	4.9	4.5	3.7	3.2	3.3	2.8	2.5	2	1.6	
25.00			50.00		125.00	150.00	12.452	0.818	-5	8.2	5.2	4.7	5.2	4.7	3.9	3.6	3.6	3	2.7	2.2	1.7	
25.00			50.00		150.00	175.00	7.884	0.818	-19	7.3	4.6	4	4.6	4	3	2.9	2.5	2.6	2.2	1.6	1.4	
25.00			50.00		175.00	200.00	9.884	0.818	7	7.8	4.9	4.3	4.9	4.3	3.3	3.4	2.9	2.6	2.4	1.9	1.3	
25.00			50.00		200.00	225.00	7.067	0.818	1	10.4	7	6	7	6	5.2	4.6	4.2	3.6	3.3	2.5	1.8	
50.00			75.00		250.00	300.00	121.58	1.004	15	8.5	5.8	5.3	5.8	5.3	4.6	4.1	3.6	3.1	2.6	2.1	1.7	
50.00			75.00		300.00	350.00	34.585	1.004	-4	8.9	6.1	5.5	6.1	5.5	4.9	4.5	3.9	3.4	2.9	2.3	2	
50.00			75.00		350.00	400.00	16.292	1.004	-19	7.6	4.9	4.5	4.9	4.5	4	3.6	3.1	2.7	2.3	1.8	1.6	
50.00			75.00		400.00	450.00	17.775	1.004	8	7.6	5.2	4.7	5.2	4.7	4	3.6	3.2	2.7	2.3	1.8	1.6	
50.00			75.00		450.00	500.00	11.66	1.004	2	10	7.1	6	7.1	6	5.4	4.7	4.1	3.4	3	2.4	2.1	
50.00			75.00		500.00	550.00	14.225	1.004	6	10.3	7.8	6.8	7.8	6.8	5.9	5.5	4.7	4	3.5	3	2.7	
75.00			100.00		550.00	600.00	109.3	1.005	8	9.5	6.8	6.1	6.8	6.1	5.5	4.8	4.1	3.6	2.9	2.4	2	
75.00			100.00		600.00	650.00	25.606	1.005	-19	8	5.5	5	5.5	5	4.6	3.9	3.5	3	2.5	2	1.7	
75.00			100.00		650.00	700.00	21.874	1.005	7	7.4	5	4.6	5	4.6	4.1	3.7	3.2	2.9	2.3	1.9	1.5	

F₁Y, F₂Y.- Coordenadas de los electrodos del dipolo emisor.
 M₁Y, M₂Y.- Coordenadas de los electrodos de cada dipolo receptor.
 V_p.- Potencial primario.
 T.- Intensidad de los pulsos de corriente.
 S_p.- Autopotencial.

RESULTADOS OBTENIDOS.

6. RESULTADOS OBTENIDOS.-

Los criterios seguidos para la identificación de anomalías en todos los casos han sido los siguientes:

- Valores de cargabilidad relativamente altos respecto a los del entorno.
- Morfología de las isolíneas en la distribución de tales valores.
- Asociación entre anomalías de cargabilidad y resistividad.
- Existencia de anomalías en la distribución de los parámetros derivados del análisis espectral, (τ , C y FM) asociadas a las anomalías de cargabilidad.

De acuerdo con todos estos criterios hemos establecido no solamente la identificación de anomalías sino también su clasificación en términos cualitativos de la forma que comentaremos en cada caso.

6.1. Area de MIRABUENO.-

Los valores medios de cargabilidad son relativamente reducidos en todos los perfiles de esta zona ya que, fuera de las anomalías, son inferiores a 5 mV/V para la ventana representada.

Una característica a destacar es que las anomalías de cargabilidad se correlacionan fácilmente entre perfiles y se distribuyen en una banda concreta, al Norte de la zona central de los perfiles, sobre afloramientos de «neises de Cerro Mirabueno» y «neises y esquistos cuarzo-anfibolíticos».

En asociación, o flanqueando a las anomalías de PI se definen valores muy elevados de resistividad lo que contribuye a considerar que el origen de alguna o de la mayor parte de aquellas sea de tipo litológico.

Comentamos a continuación las características particulares de cada perfil. (Ver Planos del 2 al 9).

PERFIL Nº 1.-

En un entorno de valores de cargabilidad de 2'5 a 5 mV/V se aprecia una anomalía relativamente bien definida aunque con valores débiles en el ámbito de las estacas 1050-1100. Aparentemente se trata de una anomalía resultado de la superposición del efecto de dos cuerpos polarizables, subverticales y localizados en la vertical de las estacas 1050 y 1100-1125 respectivamente. El hecho de que ninguno de los parámetros derivados (τ , C y FM) refleje en sus valores la presencia de tal anomalía reduce su interés y por ello la catalogamos como Débil.

Esta anomalía se inscribe en un tramo de elevada resistividad (superior a 1000 ohm.m) en el que cabe diferenciar anomalías individuales que pueden asociarse a cuerpos de tipo tabular no aflorantes; posibles diques de cuarzo; como el situado entre las estacas 1150 y 1175.

PERFIL Nº 2.-

En una posición relativa semejante a la del perfil anterior se define aquí una anomalía que destaca por su simetría y por alcanzar valores de cargabilidad superiores a 15 mV/V. Es un dato de interés de esta anomalía su definición en igual localización en las distribuciones de valores de τ y FM. La posición de su cabecera la situamos entre las estacas 1125-1150. De acuerdo con los rasgos anteriores y por el hecho de asociarse a una zona relativamente conductora, dentro de un entorno muy resistivo, la clasificamos como un anomalía Intensa.

Al Norte de la anterior existe otra anomalía cuyos valores de cargabilidad son inferiores y cuya definición a partir de las distribuciones de τ y FM es más imprecisa aunque reconocible en todo caso. También se asocia a una zona relativamente conductora respecto a su entorno que es de carácter altamente resistivo. La definimos como anomalía de tipo Medio.

El tramo de elevada resistividad en este perfil se extiende entre las estacas 1000 y 1300 aproximadamente, aunque con las alternancias relativamente conductoras citadas en correspondencia con las anomalías de PI. La interpretación más conservadora de estas anomalías sería considerarlas en relación con alternancias de posibles niveles pizarrosos y diques de cuarzo.

PERFIL Nº 3.-

Se mantienen en él los rasgos generales de los dos anteriores, si bien las aparentes anomalías de cargabilidad son Muy Débiles. De hecho no sería realista diferenciarlas como tales apoyándonos únicamente en sus valores de cargabilidad que son muy reducidos. Únicamente los valores del FM permiten delinear una anomalía muy débil en la vertical de la estaca 1400.

Entre las estacas 1050 y 1425 se define una zona de elevada resistividad con algunos tramos intercalados de valores inferiores aunque siempre altos.

PERFIL Nº 4.-

El rasgo más característico del perfil es la ausencia de anomalías de cargabilidad, salvo una muy débil de carácter dudoso localizada en la vertical de la estaca 1200 en los dipolos de mayor profundidad de investigación.

Aunque no tiene interés respecto a nuestros objetivos explicaremos que el valor de cargabilidad de -29 visible en el sexto nivel en la vertical de la estaca 1075 no es un dato real. Se debe a que durante el almacenamiento de los datos se produjo una conexión accidental de los cables del circuito receptor.

Como único elemento a resaltar citaremos que la zona resistiva que venimos identificando en las anteriores perfiles se localiza en éste entre las estacas 1200 y 1475 aproximadamente.

PERFIL Nº 5.-

Existe una anomalía relativamente amplia y posiblemente compleja definida por valores de cargabilidad que llegan a 25 mV/V. Su distribución de valores de τ y en menor medida los del FM, sugieren que se trata de una anomalía doble cuyo origen se localiza en la vertical de las estacas 1050 y 1150 respectivamente, clasificamos esta anomalía como de tipo Intenso. Un rasgo diferenciador de las anomalías citadas es su no asociación con niveles de alta resistividad, como ocurría en los perfiles anteriores. Estos niveles se identifican aquí desplazados hacia el Norte, concretamente entre las estacas 1225-1275 y 1400-1575. El último parece asociarse a los neises de Cerro Mirabueno mientras que el primero podría interpretarse como un dique de cuarzo dentro del conjunto de los neises y esquistos cuarzo-anfibolíticos.

Al margen de lo anterior identificamos otra anomalía de cargabilidad relativamente Débil y únicamente confirmada por la distribución de valores del F.M. Se localiza entre las estacas 200-250 dentro del conjunto de neises y esquistos cuarzo-anfibolíticos. Es de señalar en todo caso el carácter atípico de tal anomalía ya

que no se ha detectado ninguna semejante en una posición parecida en los perfiles anteriores.

Su asociación con una anomalía conductora de evidente paralelismo apunta la idea de que se trate de una anomalía de tipo litológico aunque ello no descarte otras hipótesis.

PERFIL Nº 6.-

El notable paralelismo con el perfil anterior hace que los comentarios generales sean muy similares.

La anomalía de cargabilidad más significativa se extiende en el ámbito de las estacas 1050 a 1250 aunque aparentemente se trata de una anomalía compleja en la que resulta difícil diferenciar elementos individualizados. Atendiendo a las distribuciones de valores de τ y FM cabría situar las anomalías puntuales que la configuran en la vertical de las estacas 1000-1025 y 1175 respectivamente. Ambas, clasificadas respectivamente de tipo Medio e Intenso, se asocian con zonas relativamente conductoras dentro del conjunto altamente resistivo de los neises de Cerro Mirabueno.

En el extremo Sur del perfil, estacas 200-250 se define una anomalía de cargabilidad y resistividad (conductor) que consideramos de tipo litológico.

PERFIL Nº 7.-

La anomalía de cargabilidad que parece en principio de mayor interés es la identificada entre las estaciones 975-1025 aproximadamente. En todo caso su manifestación en los valores de τ y F.M. es mínima y ello induce a considerarla como de tipo litológico. La localizaremos en la vertical de la estaca 975 si bien la distribución de valores de cargabilidad parece indicar que se trata de una anomalía doble cuyo origen se sitúa en la vertical de las estacas 975 y 1025 aproximadamente. Es una anomalía de tipo Débil.

Otra anomalía claramente litológica en nuestra opinión es la identificada entre las estacas 750-780 que se asocia a una zona de alta resistividad.

Pese a tratarse de una anomalía muy débil, queremos hacer mención a la anomalía de cargabilidad identificada en la vertical de la estaca 1225. Se trata de una anomalía puntual, muy estrecha y aflorante. La distribución de valores del FM sugiere un ligero buzamiento hacia el N aunque la de valores de cargabilidad es indicativa de un cuerpo subvertical.

Llamamos la atención sobre el hecho de que no existe en este perfil correspondencia entre la posición de las zonas resistivas, las anomalías de cargabilidad y la cartografía geológica.

PERFIL Nº 8.-

En su distribución de valores de resistividad la nota dominante es la heterogeneidad, con definición de algunas zonas de alta resistividad como por ejemplo entre las estacas 700 y 900 aproximadamente y en el ámbito de la estaca 1600.

Por lo que respecta a los valores de cargabilidad, cabe reseñar la presencia de una anomalía débil en torno a la estaca 950, con muy escasa manifestación en los valores del FM y nula en los de τ . Se localiza esta anomalía sobre la unidad de neises de Cerro Mirabueno.

PLANOS DE ISOVALORES.-

Con objeto de ofrecer una visión de la distribución general de los parámetros más representativos hemos elaborado el Plano nº 10 que incluye la distribución de isovalores de resistividad aparente y cargabilidad obtenidos por aplicación del filtro cuya forma se indica en los Planos que contienen las seudosecciones de cada Perfil.

De modo cualitativo se ha establecido una clasificación de las

Es el Plano nº 16 del Informe y para mayor claridad se han representado las anomalías sobre la base geológica sin colores al objeto de destacar precisamente las anomalías geofísicas.

Mediante este Plano se pretende ofrecer una visión general de la posición de las anomalías geofísicas significativas, tal como se han definido en el análisis de cada perfil.

PLANO RESUMEN DE ANOMALIAS.-

Pese a que en el análisis de las pseudosecciones de cargabilidad se ha diferenciado un considerable número de anomalías puntuales, el plano de isovalores de cargabilidad filtrada pone de manifiesto el efecto predominante de los mayores valores absolutos. Así se define la zona donde éstos son más altos, que corresponde a la zona central de los perfiles 5-6 y 7 sin continuidad lateral relevante. Estos máximos no se asocian a ninguna unidad litológica concreta de las reseñadas en la cartografía.

Aunque con valores de resistividad inferiores se puede apreciar otra banda similar, perpendicular a ella en su zona central y prolongándose hacia el SE.

Mirabueno.

Así el de resistividad aparente muestra la presencia de una banda resistiva que, con rumbo E-O y una anchura de unos 350 m, se extiende desde la zona central del Perfil 1 al extremo N del Perfil 8. Es de destacar que esta zona no se corresponde con ningún rasgo concreto de la cartografía geológica y que se localiza sobre los neises y esquistos cuarzo-anfibolíticos y sobre los neises de Cerro

Estos planos de isovalores deben entenderse a título orientativo sin tratar de precisar en ellos la localización de posibles anomalías significativas.

anomalías de cargabilidad en términos Muy Débil (MD), Débil (D), Media (Md) e Intensas (It).

6.2. AREA DE EL HOYO.-

PERFIL Nº 12.-

Atendiendo a la distribución de valores de cargabilidad, es fácilmente apreciable la definición de las dos anomalías que comentamos a continuación.

La primera de ellas se centra en torno a la estaca 300 y parece corresponder a un cuerpo prismático con disposición subvertical. Aparentemente es una anomalía no aflorante cuya manifestación más acusada se produce en los dipolos de mayor rango de penetración. Es un factor limitativo del posible interés de esta anomalía el hecho de que sus valores de la constante de tiempo (τ) son relativamente reducidos. En contraposición son de cierta importancia los del F.M.

También es de destacar su correspondencia con una anomalía de carácter resistivo, relativamente profunda y con peor definición que la de cargabilidad.

Al no disponer de detalles concretos respecto a las características geológicas de la zona no podemos aventurar hipótesis relativas a su interpretación. La más simplista en ese sentido sería asociar esta anomalía a un filón de cuarzo con mineralización de sulfuros.

Prácticamente la mitad Norte del perfil está ocupada por una anomalía de cargabilidad de carácter complejo, en la que se pueden diferenciar dos anomalías centradas en torno a las estacas 500 y 650 aproximadamente. Como en el caso de la anteriormente comentada, su definición a través de los parámetros del análisis espectral es muy pobre pese a que presenta valores relativamente altos del F.M. y de τ .

Asimismo la seudosección de resistividad aparente es poco definitiva ya que no pone de relieve la presencia de anomalías que pudieran asociarse a las de cargabilidad comentadas.

PERFIL Nº 30.-

En su extremo se aprecia la presencia de una anomalía de cargabilidad que en el orden de magnitud de sus valores coincide con los medidos alrededor de la estaca 300 del Perfil 12. De todos modos se trata de una anomalía imprecisa centrada entre las estacas 150-200 con una mínima manifestación en los valores correspondientes de τ . Tal imprecisión en la definición de esta anomalía pudiera deberse en parte a una inapropiada orientación del perfil de medida, respecto al rumbo del posible cuerpo polarizable que la origina.

Además de la anterior y aunque no se trate de una anomalía de cargabilidad en el sentido en que venimos utilizando este término, señalamos la existencia de una zona con una distribución compleja de valores entre las estacas 500-700. Dentro de ella se aprecia que todas las medidas realizadas con los dipolos receptores situados entre las estaciones 650 y 700 muestran valores elevados de cargabilidad y tendencia creciente con la profundidad. Es significativo que esta anomalía, aparentemente incompleta, se manifiesta de forma intensa en los valores de la constante de tiempo (τ) y del factor metálico (F.M).

Coincide además con una anomalía muy conductora, en términos relativos, que también se hace más acusada al aumentar la profundidad. El hecho de que esta anomalía no presente las dos ramas características de las seudosecciones obtenidas con dispositivos dipolo-dipolo la hace difícilmente interpretable. En términos aproximados tal asimetría indicaría la presencia de un cuerpo de escaso espesor (respecto a la apertura MN) no subaflorante y buzando hacia el NE tomando como referencia el plano vertical que define el perfil.

6.3. AREA DE MADRONO.-

En los tres perfiles medidos en esta zona destaca principalmente una anomalía de cargabilidad con valores relativamente elevados, que ocupa la mitad o el tercio NE de los mismos.

Esta anomalía coincide con una unidad de esquistos según la cartografía del ITGE. Al margen de ella se identifican algunas anomalías puntuales con las características que describimos a continuación.

PERFIL Nº 1.-

La anomalía de cargabilidad a que nos hemos referido en el párrafo anterior, aparece flanqueada en su borde Sur por una anomalía negativa sin ningún significado de interés respecto a nuestros objetivos.

Los esquistos presentan una resistividad muy inferior a la de las formaciones rocosas del resto del perfil pero sin embargo la seudosección de resistividad aparente no permite definir con precisión el límite entre ambas unidades lo que si se identifica es un cuerpo tabular muy resistivo cuya cabecera subafiorante se sitúa entre las estacas 425-450.

Aparentemente este cuerpo buza hacia el N en relación con el plano de la seudosección y lleva asociada una débil anomalía de cargabilidad con una notable manifestación en sus valores del F.M. Pese a que sus valores de la constante de tiempo (τ) son irrelevantes consideramos que esta anomalía puede corresponder a un filón de cuarzo, parcialmente mineralizado en profundidad.

Junto en el extremo SO del perfil existe una anomalía incompleta de cargabilidad en correspondiente con una zona de baja resistividad. Muy probablemente se trata de una anomalía de tipo litológico pese a que sus valores del FM son relativamente altos, cosa que también sucede en la anomalía del extremo Norte del perfil

que parece estar asociada a los esquistos.

PERFIL Nº 2.-

Es de destacar en primer lugar su acusado paralelismo con el perfil anterior en lo que número de anomalías, posición y rasgos de las mismas se refiere.

Así, al margen de la anomalía de cargabilidad producida por los esquistos en el tercio Norte del perfil, señalamos la presencia de otra anomalía de cargabilidad de carácter débil entre las estacas 550-575.

Su manifestación es muy pobre en la distribución de valores de la constante de tiempo (τ) y algo mayor en la FM. Asimismo se corresponde de forma evidente con una anomalía de carácter resistivo por lo que apuntamos la misma explicación de un posible filón de cuarzo parcialmente mineralizado.

La anomalía del extremo Sur del perfil se define de forma completa en la distribución de valores de cargabilidad. Se trata de una anomalía profunda sin aparente interés dado el reducido orden de magnitud de los valores de la constante de tiempo (τ), pese a que son altos del FM.

PERFIL Nº 3.-

De acuerdo con la distribución de valores de cargabilidad los esquistos se sitúan hacia el Norte, a partir de la estaca 700 aproximadamente. como en los perfiles anteriormente comentados, la seudosección de resistividad aparente no es tan definitiva. Por una parte los valores bajos de resistividad se extienden más hacia el Sur y además parecen establecer un cambio en torno a la estaca 950. al Norte de la misma la formación es más resistiva.

La anomalía de cargabilidad que asociamos en otros perfiles a un filón de cuarzo parcialmente mineralizado se identifica en este caso en la vertical de la estaca 425. A diferencia de los anteriores no parece existir una anomalía de carácter resistivo asociada a la misma, ni tampoco la hay en la distribución de sus parámetros espectrales.

CONCLUSIONES.

7. CONCLUSIONES.

En todas las zonas de trabajo se ha cubierto el programa establecido por el ITGE, en algunos casos se ha ampliado ligeramente para tratar de cerrar anomalías.

Reseñamos el hecho de que la toma de datos se ha llevado a cabo en todos los casos sin ninguna incidencia y con un nivel de ruido muy bajo. En consecuencia las lecturas obtenidas son de muy buena calidad en términos objetivos.

El procesado de los datos y su presentación se ha llevado a cabo tratando de obtener el máximo de información representativa respecto a los objetivos generales del estudio. Así se han elaborado seudosecciones de: Resistividad, Cargabilidad, Constante de tiempo (τ), coeficiente C y Factor metálico (FM).

Complementariamente, cuando la distribución de perfiles lo ha hecho aconsejable, se han elaborado planos de isovalores de resistividad, cargabilidad y de síntesis de resultados.

Los resultados obtenidos en cada una de las zonas muestran, al margen de su significado real, un notable grado de coherencia ya que en la mayoría de los casos son correlacionables entre perfiles contiguos. Asimismo es factible en muchos casos establecer cierta asociación entre las anomalías de los diversos parámetros representados en las seudosecciones.

A continuación resumimos los resultados más significativos correspondiente a cada una de las zonas de estudio.

MIRABUENO. -

Se han identificado varias anomalías de cargabilidad con valores de diversa intensidad. En la mayoría de los casos estas anomalías se correlacionan a lo largo de perfiles contiguos.

De modo general las anomalías de cargabilidad aparecen asociadas a zonas de elevada resistividad, con algunas excepciones que pueden observarse en el plano de síntesis de resultados (Plano nº 16).

Un primer grupo de anomalías se identifica en los perfiles 1, 2 y 3 definiendo una alineación de rumbo aproximado N55E en el tercio Norte de los perfiles citados. Este conjunto se sitúa sobre la unidad de «Neises y esquistos cuarzo-anfibolíticos», según la cartografía del ITGE.

Una característica destacable en estas anomalías de cargabilidad es que se inscriben dentro de zonas de alta resistividad aunque asociadas a anomalías relativamente conductoras respecto al entorno citado.

Aparentemente pueden interpretarse como posibles filones de cuarzo, parcialmente mineralizados, según el esquema geológico más sencillo en el contexto de la información de que disponemos.

El segundo grupo de anomalías a reseñarse sitúa inmediatamente al Norte de la zona central en los perfiles 5, 6, 7 y 8. En ellas no se cumple siempre su asociación con tramos de alta resistividad. Pese a que puedan correlacionarse de varias formas, parecen definir en todo caso una alineación perpendicular a la dirección de los perfiles. su rumbo es del orden N115E.

Todas las anomalías de cargabilidad de este grupo se localizan sobre las unidades «Neises y esquistos cuarzo-anfibolíticos» y «Neises de Mirabueno». Estos últimos muestran un comportamiento altamente resistivo en los perfiles 5 y 6, cosa que no ocurre en los perfiles 7 y 8.

Finalmente señalamos la presencia de otras dos anomalías de cargabilidad de carácter débil en el extremo Sur de los perfiles 5 y 6, sin asociación con ninguna anomalía en la distribución de resistividad. Su correlación define una dirección aproximada N115E y ambas se localizan sobre «Neises y esquistos cuarzo-anfibolíticos».

En la definición de todas las anomalías de cargabilidad citadas juega un papel complementario la distribución de valores de los parámetros derivados del análisis espectral.

Aunque se trata de un aspecto secundario de los resultados, llamamos la atención respecto a la serie de anomalías resistivas que sin solución de continuidad se definen en la mitad Norte del área de estudio. Entendemos que tales anomalías, oportunamente señaladas en el Plano nº 16, deben tener un significado eminentemente litológico y deben tenerse en cuenta en una posible revisión de la cartografía.

EL HOYO.-

El hecho de que únicamente se hayan medido dos perfiles en esta zona limita las posibilidades de obtención de conclusiones de tipo general. En cualquier caso en ambos perfiles se identifican anomalías de cargabilidad con las características que se explican con detalle en el apartado 6.2.

La valoración de tales anomalías debe realizarse en todo caso teniendo en cuenta la cartografía detallada de la zona de estudio, de la que no disponemos.

Consideramos que el tipo de anomalías detectadas presenta rasgos de interés suficientes en muchos casos para justificar su

posterior reconocimiento mediante sondeos.

Este es el caso de la anomalía de cargabilidad y resistividad detectada entre las estacas 650 y 700 del Perfil nº 30. Sería conveniente realizar un reconocimiento previo de la zona para ver hasta que punto es factible la correlación de esta anomalía con algún elemento geológico significativo.

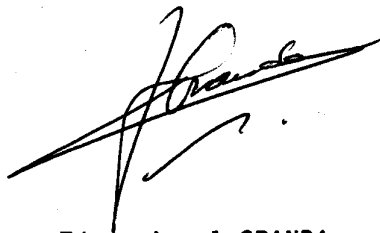
MADROÑO. -

Aunque carece de interés respecto a los objetivos del estudio, se ha identificado una anomalía de cargabilidad amplia e intensa que ocupa el tercio Norte de los mismos. Corresponde a una unidad litológica diferenciada (esquistos) que también en sus valores de resistividad muestra un comportamiento sensiblemente más conductor que el resto de la sección.

Además de la anomalía anterior, se identifica otra débil anomalía de cargabilidad aproximadamente en la zona central de los perfiles. Esta anomalía se asocia a un cuerpo de tipo tabular de muy alta resistividad que consideramos puede corresponder a un filón de cuarzo parcialmente mineralizado.

Finalmente hemos de mencionar otra anomalía de cargabilidad con valores relativamente altos, en algunos perfiles, situada en el borde Sur de la zona de trabajo. Su asociación con una zona de tipo conductor establece un evidente paralelismo con la anomalía producida por los esquistos en el tercio Norte de los perfiles. Por ello la consideramos en principio de similar naturaleza.

Madrid, Enero - 92.



Fdo.: Angel GRANDA
Ingeniero de Minas.

ANEXO 1.-

Características de los equipos utilizados.

ELECTRA

Specifications

- Input voltage : 220 V \pm 10 %, 50-60 Hz.
- Maximum output power : 1000 W.
- Maximum output voltage :
 - 1200 V in high voltage range.
 - 600 V in medium voltage range.
 - 300 V in low voltage range.
- Maximum output current :
 - 1 A in high voltage range.
 - 2 A in medium voltage range.
 - 4 A in low voltage range.
- Voltage and current ranges :

Voltage ranges	Current ranges
75 - 300 V	4 2 1 .5 A
150 - 600 V	2 1 .5 .2 A
300 - 1200 V	1 .5 .2 .1 A

- Regulation : better than 1 % for an external load variation of \pm 150 % in the middle position of each voltage range.
- Current waveform : time domain ON+, OFF, ON-, OFF with pulse duration of 1 s, 2 s, 4 s, 6 s, 8 s, 10 s, switch selectable.
- Crystal controlled timing.
- Turn off time : typ. 1 ms.
- Displays : A four digit display gives the value of intensity (resolution : 1 m A) or grounding resistance (10 Ω to 200 k Ω , using an AC ohmmeter).
- Input voltage (220 V) galvanometer.
- Analog voltmeter for output voltage (1500 V full scale).
- Galvanometer to check the position within the regulation range.
- Thermal protection : automatic thermal shut off for internal over temperatures.
- Other protection : automatic turn off in case of overloads, short circuits, underloads, open circuits, misfit indicator between voltage and intensity ranges selection and the load.

General features

- Six outputs : switch selectable.
- Dimensions : 33 x 45 x 47 cm (13 x 18 x 19 inch)
- Weight : 18 kg (40 lb)



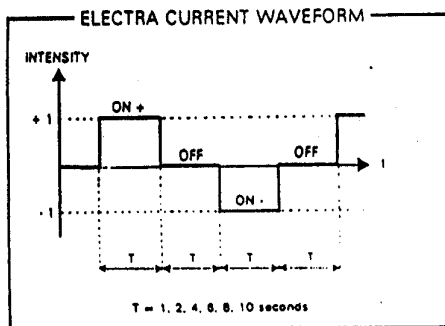
ELECTRA

VOLTAGE FULLY PROTECTED TRANSMITTER HIGH OUTPUT

- Time domain IP and resistivity transmitter.
- Excellent intensity regulation.
- Output voltage up to 1200 V.
- Powered by a standard motor generator.

General

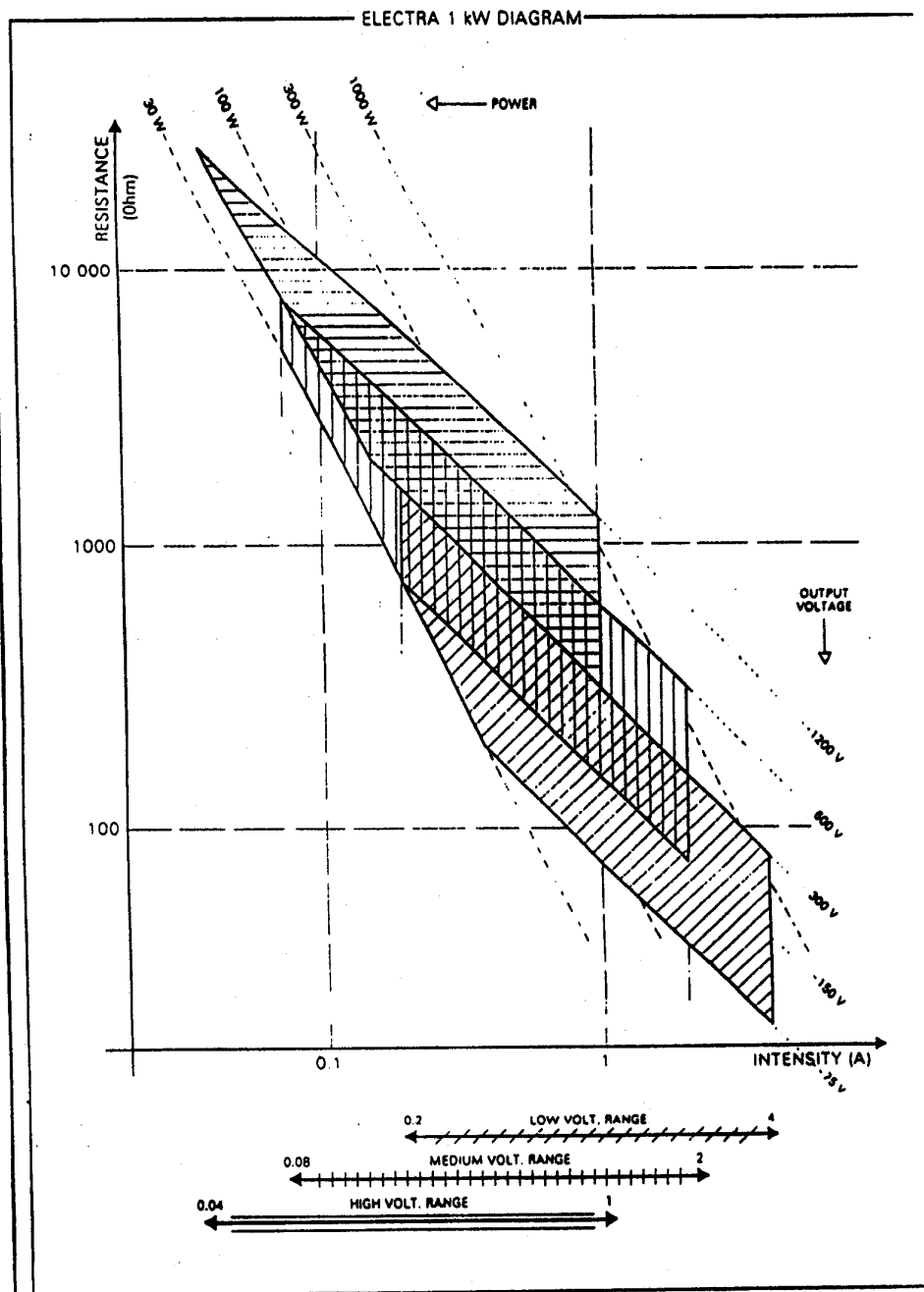
- **ELECTRA** is a current regulated chopper supply that warrants a high stability of current even for large load variations.
- Its main originality with respect to conventional transmitter is to operate the regulation of the current without any feedback to the alternator of the motor generator.



As a consequence, a standard motor generator (220 V, 50 or 60 Hz) is used to power the transmitter.

That makes **ELECTRA** a low cost system for resistivity and IP surveys.

- **Ease of operation** : the operator first selects one of the three voltage ranges (75 - 300 V; 150 - 600 V; 300 - 1200 V), and then chooses an intensity value compatible with the grounding resistance (see diagram). Four intensity ranges are available for each voltage range, and a fine adjustment potentiometer can be used by the operator to adjust the current within the regulation range (analog meter control). The large overlap of the voltage range enables the operator to have effectively a wide range of intensity values compatible with the load.
- **Easy to operate**, fully protected against overloads and short circuits. **ELECTRA** is a field equipment well suited to deep resistivity and IP surveys.



ELREC 6

1. DESCRIPTION

ELREC 6 is a six channel multiwindow Time Domain Induced Polarization receiver.

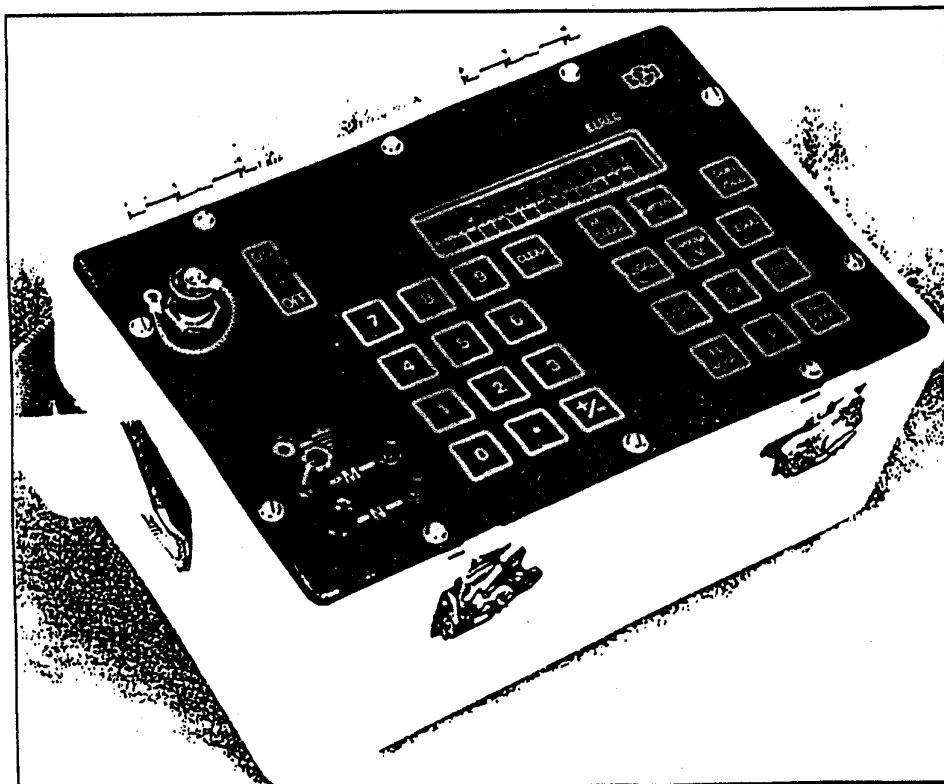
The six channels permit to measure six receiver dipoles, which provides a high efficiency in the field.

IP decay curves may be analysed by various types of sampling : up to 10 windows are available, with arithmetic or logarithmic widths. This multiwindow analysis provides a high accuracy in the definition of the decay curve.

Measurements are made very easy through a fully automatic measuring process : self test and calibration, autosynchronization and re-synchronization at each cycle, SP buck out including linear drift correction, automatic gain selection, digital stacking for noise reduction, and fully documented displays are controlled by the microprocessor to ensure the highest accuracy and reliability of the results.

The internal memory can store up to eighteen hundreds measurements ; a serial link permits to transfer the data to a printer for listing the results or to a microcomputer for storing, plotting and interpreting the data.

Efficiency, accuracy, ease to use make ELREC 6 a high technology key tool for Induced Polarization Prospecting.



. SPECIFICATIONS

6 input channels.

up to 10 chargeability windows.

signal waveform : symmetrical time domain (ON+, OFF, ON-, OFF) with a pulse duration of 1 s, 4 s or 8 s.

input impedance : 10 Mohm.

input overvoltage protection up to 1 000 Volts.

input voltage range - each dipole : 8 V maximum
- sum of voltages dipoles 2 to 6 :
12 V maximum.

overload indication.

automatic gain ranging.

automatic stacking, automatic SP bucking (-1V to +1V)
with linear drift correction up to 1 mV/s.

sampling rate : 10 ms.

50 to 60 Hz power line rejection greater than 100 dB.

accuracy in synchronization : 10 ms.

common mode rejection : 86 dB (for RS = 0).

primary voltage - resolution : 1 μ V.

- accuracy typ. 0.3 % ; max 1 %.

chargeability - resolution : 0.1 mV/V

- accuracy : typical : 0.6 %

max : 2 % of reading \pm 1 mV/V for

Vp > 10 mV

2 % of reading \pm 0.1 mV/V for

Vp > 100 mV

battery test : manual and automatic before each measurement.

grounding resistance measurement from 0.1 to 128 kohm.

memory capacity : 1 800 measurements.

transfer rates : 300 to 19 200 bauds.

dimensions : 30 x 20 x 24 cm (12 x 8 x 9 inch).

weight : 7.5 kg (17 lb) without dry cells.

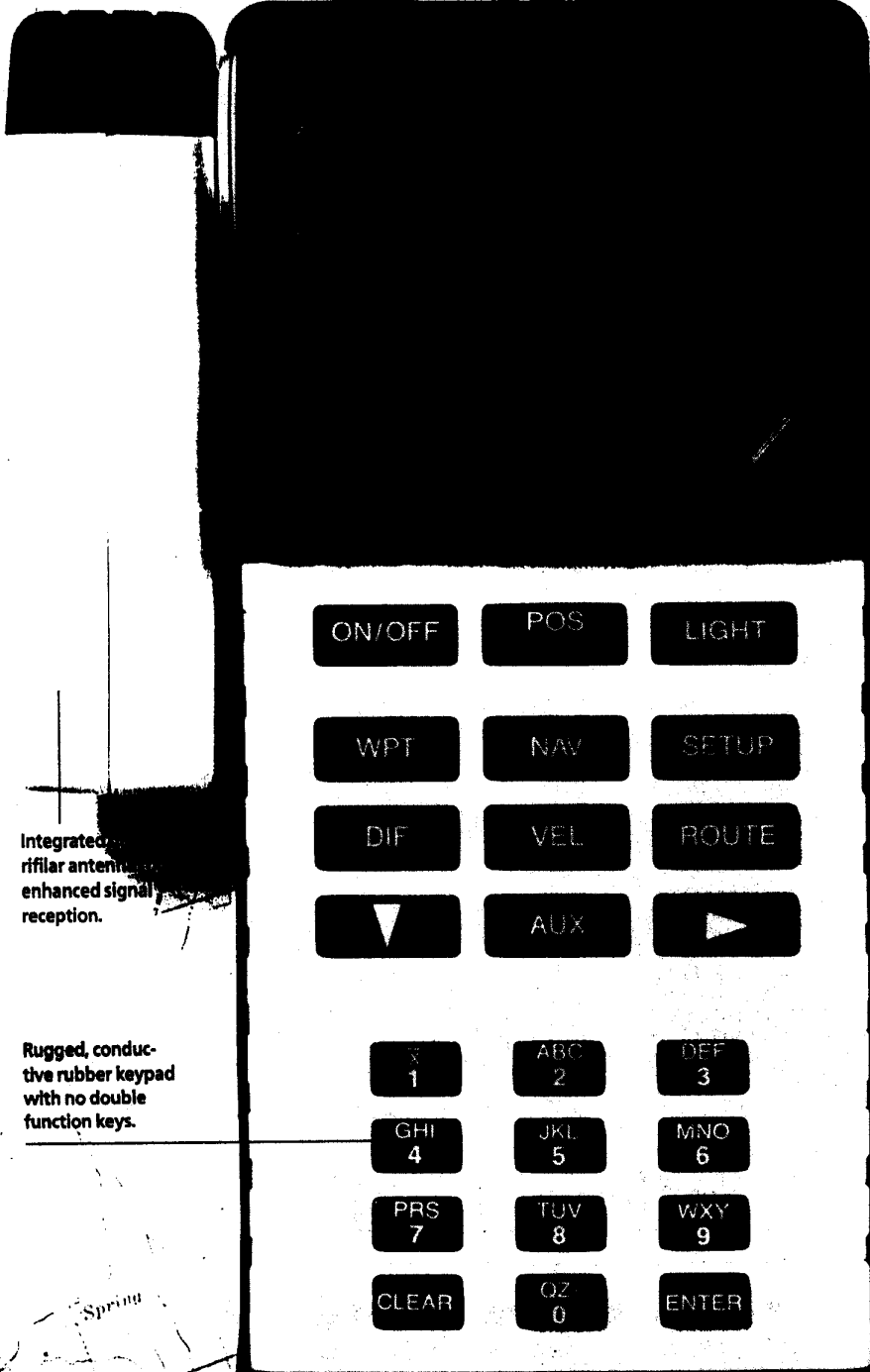
operating temperature range : -40°C to +70°C.

The above mentioned specifications are given over the entire temperature range.

storage temperature range : -40°C to +85°C.

power supply : six 1.5 V D size alkaline dry cells (20 hours of operation at 20°C).

The Magellan NAV 1000 PRO™



Integrated
trifilar antenna
enhanced signal
reception.

Rugged, conduc-
tive rubber keypad
with no double
function keys.

Large, backlit,
easy-to-read LCD
displays on four
lines with easy-to-
understand screen
prompting.

Jack for con-
necting to external
power source, and
data port for
connection to data
transfer equipment.

Magellan NAV 1000 PRO.TM

Specifications and Characteristics.

Physical characteristics

Size:	8.75" x 3.50" x 2.13" (21.5 cm x 9.0 cm x 5.0 cm) excluding antenna
Weight:	30 ounces, (0.85 kg) with batteries
Specific gravity:	0.8 (it floats)
Display:	4-line, 16-character alphanumeric, lighted LCD 6.5 cm x 4.5 cm
Power:	6 AA alkaline batteries 10 to 15 volts DC with interface 115 volts AC \pm 10% with adapter
Operating temp:	-10° to 60° C
Storage temp:	-40° to 70° C
Casing:	Dust-proof, waterproof, shock-resistant
Exterior GPS antenna (optional)	
Weight:	14.2 ounces (0.4 kg)
Operating temp:	-40° to 70° C

Operational characteristics

General:	Fast sequencing, single-channel GPS receiver
Update rate:	2.5 seconds (2D)
Time to first fix:	Less than 2.5 minutes (2D); less than 3.0 minutes (3D), typical.
Almanac collect:	12.5 minutes, typical
Accuracy*:	(HDOP < 2, C/N ₀ \geq 47dB-Hz, 2D) POS (Single fix): 25 meters RMS in 2D 30 meters RMS in 3D POS (with averaging): 15 meters RMS in 2D 20 meters RMS in 3D 25 meters RMS (altitude) Differential: 3 meters RMS (horizontal) 5 meters RMS (spherical) VEL: 0.3 knots RMS Max. velocity: 400 kn (740 km/hr) Max. acceleration: 0.5g.
Operating life:	AA batteries—6-7 hours External power—continuous
Power consump:	260mA
Antenna:	Integrated: quadrifilar Remote: quadrifilar

Software capabilities

- Download point data to an IBM PC or compatible, either in real time or after collection.
- Convert data to 6 coordinate system formats and dozens of datums.
- Differentially adjust data collected for increased accuracy.
- Allows for use with other manufacturer's base station units in differential mode.
- Interface reformatted data to a variety of software packages including GIS systems, database, and spreadsheet packages.
- Statistically analyze quality of data and plot data graphically.
- Complete mission planning.

MAGELLAN. THE LEADER IN ADVANCED GPS TECHNOLOGY.

Founded in 1986, Magellan Systems Corporation was born with an entrepreneurial and visionary drive. From the outset, Magellan believed that GPS was the ultimate navigation and positioning tool, able to travel



the earth and provide accurate information at any given moment.

After three years of intensive research and development, Magellan introduced the highly affordable, extremely versatile GPS NAV 1000 series of receivers for marine, military and professional use. Magellan is the only manufacturer of GPS receivers to successfully integrate gallium arsenide

(GaAs) technology, making the NAV 1000 PRO the smallest, lightest and lowest power-consuming receiver available.

Magellan is the only GPS receiver manufacturer to be selected by ten nations of the NATO alliance. In addition, Magellan provides GPS receivers to the U.S. Geological Survey, National Geographic Society, U.S. Navy, U.S. Coast Guard, Central Intelligence Agency, Smithsonian Institute, Federal Aviation Administration and UNICEF. Magellan GPS receivers are sold in over 40 countries throughout the world.

External antenna with bracket-mount kit (sold separately)

- Quick-release holder
- External antenna
- Adapter hardware for rangepole and tripod mounting
- DC/antenna interface box, cigarette lighter adapter
- U-bracket
- Magnetic mount

NOW AVAILABLE ON GSA

Made in the U.S.A.

All Magellan products are made in the U.S.A. and are warranted for a period of one year from date of purchase. See warranty for full details.

For more information, please contact:

Magellan Systems Corporation
960 Overland Ct., San Dimas, CA 91773
Phone: (714) 394-5000
Fax: (714) 394-7050

Magellan™ PowerSaveR™ and NAV 1000 PRO™ are trademarks of Magellan Systems Corporation. *Position and velocity accuracies subject to change under Department of Defense imposed Selective Availability (SA). Positioning in differential removes SA position error, as well as other minor errors.

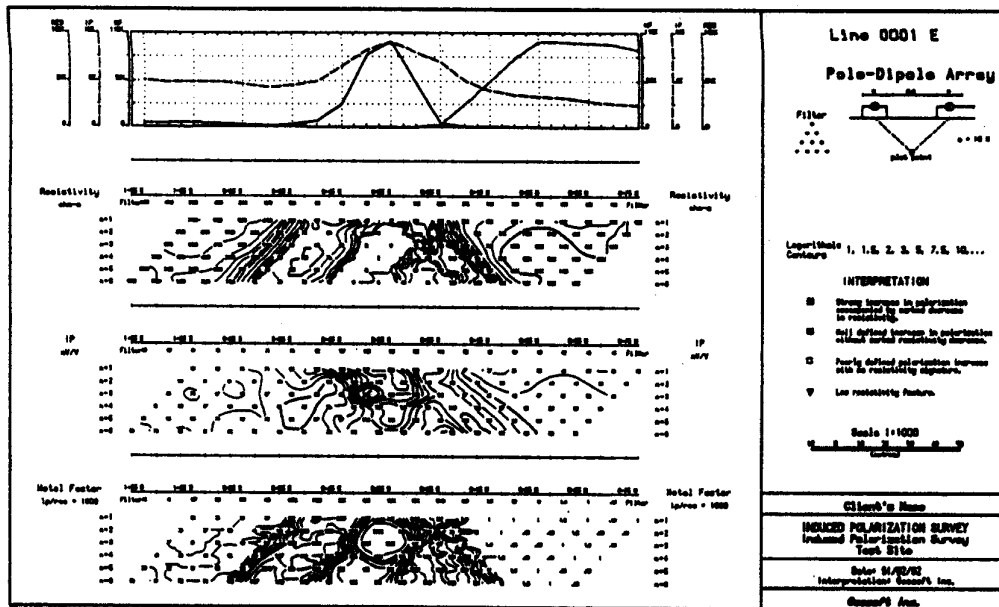


99-90016-000

ANEXO 2.-

Descripción de los programas de procesado y presentación de resultados.

IP-RESISTIVITY PROCESSING AND PLOTTING SYSTEM



The GEOSOFT IP and Resistivity Processing System consists of three primary programs: IPDATA for general purpose data entry, IPRED for standard data reduction and the application of filters, and IPPLOT for final cartographic quality plot creation. Optional programs are also available for applying Cole-Cole modelling to 10 channel time domain IP data, and for importing data directly from various microprocessor-based IP instruments.

The system has been designed with a view to production IP plotting requirements and is ideally suited to IP contractors and others with high volume data processing needs. The system is also suitable for those demanding high quality computer generated plots.

IPDATA (321)

The raw data must be placed in properly formatted ASCII files for use by the system. IPDATA is a

data entry program designed for the rapid entry of raw field observations into a file formatted to be compatible with IPRED. The program may be used to enter dipole-dipole, pole-dipole, pole-pole and gradient data, and is suitable for all types of IP instruments. Depending on the survey electrode configuration, the transmitter and electrode expansions are automatic.

The data is entered through three screens. The first obtains basic information about the survey including a title, the line number and line direction, the line type, the array type, the dipole separation, the units (feet or metres) and, for the case of pole-pole surveys and gradient surveys, the station increment which may be smaller than the dipole separation.

The second screen, which is only presented in the case of pole-dipole, pole-pole and gradient surveys, allows the entry of the coordinate locations of all the distant current electrodes.

The third screen is repeated for each electrode setup.

IP-RESISTIVITY PROCESSING AND PLOTTING SYSTEM

IPREDC (326/327)

Frequency domain IP measurements have led to the use and acceptance of "spectral IP", in which changes in measured complex resistivity relative to frequency has geological significance. The spectral IP phenomena of the earth approximates the characteristics of dielectrics, which can be described by the three Cole-Cole parameters:

Tau time constant
C frequency dependence
M chargeability

In the time domain, Tau roughly relates to the rate of fall-off of the decaying curve, C relates to the 'shape' of the decaying curve, and M is the area under the curve. Pelton et al (1978) have shown that Tau can be a good discriminator of the mean grain size of metallic conductors.

IPREDC is a program that models the Cole-Cole parameters and creates an ASCII file compatible with IPPLOT (323).

To model the Cole-Cole parameters, the observed decay curve is compared with a set of type curves that cover a reasonable range of Tau and C, and an interpolated best fit is determined. The default type curves are kept in an ASCII file named CURVES.IPC which is included with the program.

Electromagnetic coupling can have an effect on IP readings in areas of conductive overburden or in the vicinity of a strong conductor. In the current Cole-Cole modelling algorithm, no corrections are made for conductive overburden. However, the method will automatically remove early values that increase with respect to time before the curve fitting process. IPREDC can force the use of all readings, and set the minimum number of decreasing values required to process a reading. If a reading is rejected due to too few values remaining after rejecting the increasing part of the curve, the point is indicated as too noisy in the output data file with the symbol TN.

IPREDC (326) includes IPRED (322) while IPREDC (327) is an upgrade for users who are already licensed for IPRED (322). The Cole-Cole Package offers IPREDC (326) and IPPLOT (323) at a significantly reduced price.

DATA CONVERSION PROGRAMS

Elrec-2 (329)

Converts Iris Instruments Elrec-2 instrument dump files to Geosoft IPRED input format.

Elrec-6 (330)

Converts Iris Instruments Elrec-6 instrument dump files to Geosoft IPRED input format.

IPR-11 (331)

Converts Scintrex IPR-11 instrument dump files to Geosoft IPRED input format.

V5 (332)

Converts Phoenix V5 instrument dump files to Geosoft IPRED input format.

SYSCAL-R2 (333)

Converts Iris Instruments Syscal-R2 instrument dump files to Geosoft IPRED input format.

Androtex

The Androtex IP receivers dump the data in the IPRED input format.

IPRED (322)

IPRED reads in the raw data files created by IPDATA (321) or one of the conversion programs and calculates the apparent resistivity, sorts the data into pseudo-section or profile format, depending on the survey type and produces pseudo-section and profile files as output for IPLOT (323). In reducing the data, the user may select any of the following options:

- The number of IP time slices that will be averaged into the total IP data.
- Saving any number of IP time slices as separate pseudo-section files.
- A selection of four pant-leg filters and the filter weights to apply to each N expansion.
- Reducing and filtering up to 2048 readings at once.
- Units for calculation of apparent resistivity.

IPLOT (323)

IPLOT is used to create Geosoft compatible final plot files from the ASCII pseudo-section files produced by IPRED (322). A control file is used to provide the specifications of the plot, including:

- True map scale in both metric and imperial systems.
- The maximum number of N separations to plot. No more than 8 expansions can be plotted.
- Up to 5 sections can be plotted in a single plot. The sections may include resistivity, metal factor, self potential, total IP and IP time slices (0 to 9). If IPREDC (326/327) is used Tau, C and M may be plotted.
- For each section, the user may specify vertical location, basic contour interval (logarithmic or linear), multiplier for contouring and smoothing factor.

- For the profile, either the filter column or one of the N separations can be plotted for each section. Vertical scale, base value, logarithmic or linear scaling, pen number and line style are selectable.
- All plotting dimensions and annotations are selectable.

Once a plot file has been created with IPLOT, it can be viewed on a screen with MAPVIEW and plotted on a printer or plotter with SORTPLOT or plotted with colour filling on a colour printer with CPLOT (111). The SUSHI Menu System is included with the IP System allowing easy access to all the capabilities of the system. However, the user may operate the system by using the DOS command line or batch files.

IP Basic Kit (350)

The IP Basic Kit offers IPRED (322) and IPLOT (323) at a significantly reduced price.