



Instituto Tecnológico
GeoMinero de España

CAMPAÑA DE GEOFISICA ELECTRICA (S.E.V.)
Y ELECTROMAGNETICA (S.E.M.) EN LA ZONA
DE ASCOY-SOPALMO (MURCIA)

I.T.G.E.

Abril, 1.992



CAMPAÑA DE GEOFISICA ELECTRICA (S.E.V.)
Y ELECTROMAGNETICA (S.E.M.) EN LA ZONA
DE ASCOY-SOPALMO (MURCIA)

I.T.G.E.

Abril, 1.992

Referencia: A.029

Departamento: Geofísica

I N D I C E

Págs

1.- INTRODUCCION	1
1.1.- PRESENTACION	2
1.2.- ANTECEDENTES	2
1.3.- OBJETIVOS	2
2.- TRABAJOS REALIZADOS	3
2.1.- METODOS Y DISPOSITIVOS EMPLEADOS	4
2.2.- TRABAJOS DE CAMPO	7
2.2.1.- Características de los equipos uti lizados	7
2.2.2.- Programación	9
3.- INTERPRETACION	11
3.1.- BASES INTERPRETATIVAS E INTERPRETACION ...	12
3.2.- RESULTADOS DE LA INTERPRETACION	16

A N E X O S : (TOMOS I y II)

- . HOJAS DE CAMPO
- . CURVAS DE S.E.V. Y S.E.M.
- . INTERPRETACION DE LOS S.E.V. Y S.E.M.

INDICE DE PLANOS

PLANO N^o 1 Situación de los trabajos

PLANO N^o 2 Cortes Geoeléctricos (P-I a P-VIII)

PLANO N^o 3 Cortes Geoeléctricos (P-IX a P-XV)

1.- INTRODUCCION

1.1.- PRESENTACION

El presente informe corresponde a una Campaña de Geofísica Eléctrica y Electromagnética en su modalidad de Sondeos Eléctricos Verticales (S.E.V.), y Sondeos Electromagnéticos en el Dominio de Tiempo (S.E.M.), realizada por la Unidad de Geofísica de la E.N.ADARO para el I.T.G.E. Los trabajos de campo se desarrollaron a finales de 1.991 y principio de 1.992 en las Sierras de Ascoy y Sopalmo (Murcia) (Plano nº 1).

1.2.- ANTECEDENTES

Esta campaña puede considerarse como la continuación de la realizada por el I.T.G.E. durante el año 1.991, en zonas colindantes y con los mismos objetivos.

1.3.- OBJETIVOS

Los objetivos del estudio han sido la identificación de las series geológicas presentes en la zona, con vistas a las conexiones hidrogeológicas de las Sierras de Ascoy y Sopalmo.

2.- TRABAJOS REALIZADOS

2.1.- METODOS Y DISPOSITIVOS EMPLEADOS

Los métodos empleado han sido el Eléctrico de Resistividades en su modalidad de Sondeos Eléctricos Verticales (S.E.V.), y el Electromagnético en el Dominio de Tiempo en la de Sondeos Electromagnéticos (S.E.M.).

El Método de Resistividades se describe a continuación en su aspecto más general y simplificado, dado que ya es de sobra conocido.

Si por dos puntos de la superficie del terreno, A y B, se introduce una corriente eléctrica y, simultáneamente, se observa la diferencia de potencial que aparece en otros dos, M y N, esta tensión medida entre M y N dependerá de la resistividad de los diferentes materiales que forman el subsuelo, para la intensidad determinada en el circuito AB. (Tanto la intensidad de corriente I, como la diferencia de potencial V_{MN} se miden con aparatos adecuados; en este estudio se ha utilizado un miliamperímetro para la medida de I y un milivoltímetro electrónico de alta impedancia para medir V_{MN}).

En la prospección por resistividades se van variando las posiciones relativas de los electrodos sobre el terreno para determinar las estructuras del subsuelo, a partir de la resistividad observada. Aunque existen varias maneras de

cambiar simultáneamente las posiciones relativas de los electrodos, en este trabajo se ha utilizado la disposición Schlumberger simétrica. Este dispositivo tiene bastantes ventajas sobre otros; la principal que, en los S.E.V. medidos así, varían de posición, durante la mayor parte de las mediciones, sóloamente los electrodos A y B. Así el valor de resistividad aparente en cada posición es menos sensible a las irregularidades o inhomogeneidades laterales superficiales del terreno en que se asientan los electrodos.

El dispositivo Schlumberger está caracterizado de la siguiente forma:

. Los electrodos ABMN se mueven sobre una alineación, siendo A simétrico respecto de B, y M respecto de N, siendo el punto O el centro de simetría.

. La distancia MN es despreciable frente a AB (en la práctica, y en la mayoría de los casos, basta hacer: $MN < AB/5$).

En el Sondeo Eléctrico Vertical se trata de determinar la variación de resistividad bajo el punto O, consistiendo la realización del mismo en ir obteniendo valores de resistividad aparente para separaciones crecientes de AB, mientras que los electrodos M y N permanecen fijos. Estos valores así obtenidos se representan en unos ejes bilogarítmicos, tomándose en abcisas $AB/2$ (separación desde el centro de un electrodo de corriente), y en ordenadas los valores de resistividad aparente correspondientes. Uniendo los diversos puntos se obtiene el llamado diagrama de S.E.V. (Esta representación se hace sobre papel transparente que permite la comparación con curvas teóricas calculadas previamente).

Respecto al método Electromagnético de Transitorios (Dominio de Tiempos) en la modalidad de Sondeos Electromagnéticos (S.E.M.) ó (S.E.M.D.T.) con receptor dentro del bucle, el emisor empleado ha sido un bucle (cuadrado en éste trabajo) por el que se hace circular una corriente continua de intensidad conocida y constante que crea un campo magnético primario, constante en ese punto. La interrupción brusca de la corriente hace que este campo primario varíe con el tiempo, generando corrientes inducidas, también variables, que se transmiten en el subsuelo. Estas corrientes originan un campo magnético secundario: su variación (transitorio) es la que se mide por medio de una bobina situada, en nuestro caso, en el centro del bucle emisor (sondeo central). Mientras el campo primario está extinguido, la curva de decaimiento del secundario se muestrea a intervalos distribuidos exponencialmente. Debido a que la señal recibida en la bobina receptora es muy débil, y a fin de mejorar la relación señal-ruido, el muestreo se hace en sucesivos ciclos de emisión-recepción de una manera repetitiva, y tantas veces como sea necesario.

La práctica del S.E.M. consiste en la medición en el centro de un bucle cuadrado, siendo metodológicamente preferible, y cuando es posible, concatenar estos bucles de manera que, en el avance del dispositivo en una dirección, siempre tenga un lado común. De esta manera, y en medios principalmente estratificados, esta disposición de medida y su posterior interpretación proporciona los mejores resultados en la localización de anomalías laterales.

2.2.- TRABAJOS DE CAMPO

2.2.1.- Características de los equipos utilizados

En la ejecución de los trabajos de campo se utilizó el equipo y material que se describen a continuación:

Composición de un equipo de Geofísica Eléctrica

- Milivoltímetro electrónico con medidas de voltaje absoluto. (La relación de escalas está controlada por resistencias de 0,01% de precisión. La precisión total del aparato es del 1%).

- Amperímetro con escalas más sensibles de 30 miliamperios, y precisión en las medidas de 0,5%.

- Electrodo impolarizables, de vasija porosa para rellenar con una disolución apropiada, para el circuito MN.

- Electrodo de acero templado para el circuito AB.

- Cables de doble aislamiento y resistencia óhmica de 17 ohmios por km.

- Teléfonos de línea para comunicación con los operarios.

- Localizador de averías o roturas de cable.

Además, equipos auxiliares de jalones, banquetas, herramientas, mazos, etc.

Composición de un equipo de Geofísica Electromagnética

Está compuesto por las siguientes unidades:

- Generador

- . Motor Wisconsin de 3¹/₂ Hp.
- . Alternador de 120 V.c.c. y 20 A (máx.)

- Regulador-rectificador

- . Salida de voltaje variable de 24 a 120 V.c.c., 20A (máx.) Temperatura de operación: -40°C a 50°C.

- Transmisor

- . Corriente máxima 20 A.
- . Período tiempo (emisión base): 10, 20 y 40 ms.
- . Tiempo de extinción (en rampa): 0,5, 1,0 ó 1,5 ms.
- . Sincronización por señal de radio o cable.
- . Control de temperatura y continuidad de cable.
- . Corriente de salida y períodos.

- Cable

- . De cobre con resistencia de 5 ohmio/km.

- Bobina receptora

- . Núcleo de ferrita
- . Preamplificador incorporado
- . Filtro V.L.F.
- . Amplitud de banda - 10 kHz.
- . Amplificación 23:1

- Receptor

. Programable para cualquier número de canales y de amplitud de ventanas.

. Almacén de datos en memoria "solid state".

. Datos transferibles por puertas serie RS-232

. Filtrado de parásitos y de interferencias por líneas eléctricas.

. Control automático de ganancia.

. De cada lectura se realiza el cálculo de la desviación standard para probar la fiabilidad de las medidas.

. Sincronización por cable, radio o reloj de cuarzo.

. Adaptable a cualquier tiempo base y tiempo de estimación.

El diseño y mantenimiento de los equipos se realiza en el Laboratorio de Geofísica de la Empresa, contando con los medios convenientes para tal fin.

2.2.2.- Programación

Para la consecución de los objetivos descritos se programaron un determinado número de S.E.V., agrupados en perfiles, midiéndose en definitiva 82 con dispositivo AB = 3000 m. Igualmente se procedió a la ejecución de 4 S.E.M. de bucle 200 x 200 m y otros 2 S.E.M. de 400 x 400 m.

La situación de estos S.E.M. se hizo sobre el Perfil IV, (Plano nº 2), que contenía los S.E.V. nºs 26, 27, 28, 31, 32 y 33. Se trataba de realizar los números 29 y 30 que completarían el citado perfil; para unificar los datos de eléctrica y electromagnético se midió un S.E.M. en la misma ubicación del S.E.V. nº 28. Con todo esto, no se completaría el perfil, sino que se parametrizarían tanto el tamaño de bluge como los tiempo de ramba, etc., a utilizar en la zona de estudio y acordes con el modelo geológico existente.

Todos los datos correspondientes a medidas de campo, curvas, interpretaciones, etc., se encuentran en los ANEXOS.

3.- INTERPRETACION

3.1.- BASES INTERPRETATIVAS E INTERPRETACION

El método eléctrico, en su modalidad de S.E.V., exige fundamentalmente, para su correcta aplicación, que el terreno prospectado cumpla las siguientes condiciones:

. Que se trate de capas horizontales, aunque en la práctica se admitan buzamientos hasta del orden de los 20-30°.

. Que las capas sean eléctricamente homogéneas, siendo el concepto de homogeneidad, en este método, más amplio que en otros métodos geofísicos. Además, que su número no sea elevado.

. Que el espesor de un tramo a determinar, y su contraste de resistividad, guarde una determinada relación con los de las capas encajantes, y con la profundidad a que se encuentra.

. Que la superficie donde se realiza la medición se ajuste lo más posible a un plano, que correspondería al de separación tierra-aire del modelo teórico.

El mecanismo de interpretación cuantitativa consiste en la comparación de los diagramas de campo (o curvas de S.E.V.) con otros calculados teóricamente y correspondientes

a modelos de características definidas. En el presente trabajo, y con el fin de conseguir una interpretación lo más precisa posible, se ha procedido a la determinación de un modelo correspondiente a la interpretación de cada S.E.V., es decir, un número determinado de espesores y resistividades (modelo que corresponde al terreno, supuestamente estratificado horizontalmente, sobre el que se ha realizado el S.E.V.) y se ha procedido a hallar la curva que corresponde a ese modelo. A tal fin, se dispone de un programa de ordenador que simula esta respuesta.

El diagrama o curva obtenida de esta manera, debe ser semejante a la de campo; de no ser así, se repetirá el proceso, automáticamente, las veces que sea preciso, hasta llegar al mejor ajuste posible entre las dos curvas. Este ajuste definitivo proporciona el mejor modelo final.

Los resultados de ajuste por ordenador quedan reflejados para todos los S.E.V. en los ANEXOS.

Una vez interpretadas las curvas de S.E.V., y a partir de estos datos, se elaboraron las distintas secciones o cortes geoelectricos que relacionan entre sí los S.E.V.

Hay que resaltar que en ellos, los horizontes geoelectricos (caracterizados por cierto rango de resistividades) no siempre y necesariamente identifican horizontes litológicos. Sólomente, y por lo general, en medios sedimentarios estratificados e isótropos con cambios netos entre materiales de distinta composición, o bien medios muy diferenciados desde el punto de vista de compactación, porosidad, permeabilidad, etc., estos horizontes geoelectricos sí se corresponden con tramos litológicos que tienen un contraste o diferenciación litoeléctrica.

Los citados cortes geoelectricos se recogen en los Planos n^{OS} 2 y 3; en ellos se ha indicado, ocasionalmente, con una R los valores de resistividad muy altos y que no se cuantifican, aún cuando sí quedan reflejados en las interpretaciones anexas. Del mismo modo, se han soslayado algunos horizontes superficiales.

En el caso del método electromagnético, los datos de campo de los S.E.M. han sido procesados por medio de dos programas:

DLARTI

Transforma la curva de decaimiento medida en el campo en una curva de resistividad aparente en función del tiempo, normalizada para los parámetros utilizados en el proceso de toma de medidas.

ARRTI

Programa de inversión de la curva de resistividad, que permite deducir el modelo o modelos geoelectricos más plausibles para cada curva.

En algunos casos, antes de su tratamiento definitivo con ARRTI, ha sido necesaria la supresión de algunos datos, bien los correspondientes a los primeros canales (saturados), bien a los de los últimos canales afectados de ruidos. (La supresión del primer canal tiene poca importancia en el proceso y afecta sólo a la información superficial, mientras que la supresión de los últimos, por el contrario, trae consigo una limitación de la profundidad de investigación).

En definitiva, partiendo de los datos procedentes de los sistemas Datalogger y Digital se han seleccionado las mejores respuestas y se han modelizado con el número de capas apropiado para llegar al ajuste más satisfactorio.

A pesar de lo expuesto, el modelo geológico no ha resultado en este caso, ser el más apropiado para el método; en las ubicaciones de los S.E.V. números 28, 29 y 30 se midieron una serie de S.E.M. con distintos tamaños de bucle, tiempo de rampa, etc., como ya se ha comentado, viéndose que el substrato resistivo quedaba indeterminado por, presumiblemente, la alta absorción del paquete conductor, al contrario que el método eléctrico, que sí permitía determinar en profundidad el horizonte eléctrico de apoyo. Aun cuando del S.E.M. nº 28 podría obtenerse una interpretación acorde con el S.E.V. nº 28, los 29 y 30 puede decirse que no "alcanzan" el resistivo profundo, ya que admiten distintas interpretaciones con la consiguiente incertidumbre en cuanto a la profundidad del mismo.

Como consecuencia, se sustituyó este método por el eléctrico, que sí permitía alcanzar el objetivo citado. Las distintas interpretaciones, datos de medidas, etc., de los S.E.M. n^{OS} 28, 29 y 30 se adjuntan en los Anexos.

Se puede observar en los Planos n^{OS} 1, 2 y 3 la situación y cortes geoeléctricos de los S.E.V. realizados e interpretados por el I.T.G.E., que se han intercalado o agregado a los distintos Perfiles, a fin de obtener la máxima información conjunta. (Se han indicado convenientemente para ser fácilmente identificables).

3.2.- RESULTADOS DE LA INTERPRETACION

Los resultados se muestran en los perfiles o cortes geoeléctricos de la zona de estudio. En ellos se diferencian los distintos horizontes resistivos que caracterizan las unidades geológicas existentes en el área, así como las discontinuidades laterales, fallas, etc, detectadas.

El comentario a los cortes es el siguiente:

PERFILES N^{OS} I, II y III

En los tres perfiles está presente la Sierra de Ascoy con sus materiales carbonatadas aflorantes. Estos materiales, pueden identificarse en profundidad a lo largo de los cortes.

En el P-I los materiales de relleno son más margosos al NW que al SE de la citada Sierra. En el P-II el desarrollo de estos materiales es importante al NW, como se observa, por ejemplo, en los SEV n^{OS} 6 y 7, al igual que al extremo SE, como indica el SEV n^o 13. En el P-III hay una somerización del substrato resistivo en el SEV n^o 15, al igual que en el n^o 25.

En conjunto, se ponen de manifiesto una serie de fallas que van delimitando la Sierra de Ascoy.

PERFILES N^{OS} IV y V

Los SEV n^{OS} 28 a 31 del P-IV y 26-A a 28-A del P-V, dan idea del desarrollo en espesor del relleno de la cuenca sobre el substrato carbonatado, substrato que se situa prácticamente aflorante en los SEV n^{OS} 31 y 32 del P-IV, 28-A

y 29-A del P-V, así como entre los n^{OS} 30-A y 31-A del mismo.

PERFILES N^{OS} VI, VII y VIII

Las series carbonatadas aflorantes en el P-VI en los SEV n^{OS} 35 y 36, y en el P-VII en los n^{OS} 41 y 42, se van hundiendo en el P-VIII bajo los SEV n^{OS} 49 y 50. Los extremos NW y SE de los perfiles quedan separados del núcleo central de la Sierra por un sistema de fallas importante, que hace que, en el P-VIII, se hunda el substrato, dando lugar al desarrollo de potentes series margosas. La información que proporciona el SEV n^o 53 del P-VIII, indica el levantamiento del substrato y la existencia de una falla entre los SEV n^{OS} 52 y 53.

PERFILES N^{OS} IX y X

En el P-IX se aprecia el poco desarrollo de las series de relleno, excepto en el SEV n^o 58 que indica una zona de hundimiento del substrato resistivo. Son de destacar las fallas entre los SEV n^{OS} 57 y 58, n^{OS} 60 y 61 del P-IX, correlacionables con las determinadas entre los SEV n^{OS} 65 y 66, y n^{OS} 69 y 70 del P-X.

PERFIL N^o XI

A partir del SEV n^o 71 se observa un hundimiento, hacia el SE, del substrato; los SEV n^{OS} 74 a 78 indican la existencia de un paquete margoso superficial sobre materiales de relleno. Sólomente en el SEV n^o 75 se encuentra un valor de resistividad típico del substrato carbonatado.

PERFIL Nº XII

Es de destacar el hundimiento del substrato en el SEV nº 87, así como la importancia de los materiales margosos conductores en los SEV nºs 87 y 88.

PERFIL Nº XIII

Las series carbonatadas, aflorantes en el SEV nº 93, se van hundiendo hacia el nº 90, para nuevamente emerger en el nº 89. Hacia el otro extremo del perfil, los SEV nºs 94, 95 y 96 indican la presencia de un horizonte resistivo intercalado en las series margosas de relleno. En los SEV nºs 98 y 99 tenemos el máximo desarrollo de las margas con un substrato resistivo carbonatado.

PERFIL Nº XIV

Muestra un complejo sistema de fallas que se correlacionan con las del perfil precedente; es destacable la emergencia de materiales margosos conductores en los SEV nºs 104 y 105, tal como ocurría en el SEV nº 93 del P-XIII.

PERFIL Nº XV

Existe un horizonte margoso que aumenta en potencia hacia el SE. Es previsible una falla entre los SEV nºs 113 y 114.