

APLICACION DE METODOS GEOFISICOS EN PROSPECCION DE RECURSOS
NATURALES EN LA ZONA CENTRO DE LA PROVINCIA DE SALAMANCA.

F. Fdez. Alonso (*) ; F.J. Gonzalo Corral (**)

(*) THARSIS CONSULT, S.A. (THACSA). Castelló 117 Madrid-6

(**) MINERA DEL DUERO, S.A. (MIDUESA). Avda. Portugal 106
Salamanca.

Resumen

En este trabajo se resumen las posibilidades y limitaciones de los métodos geofísicos (eléctricos, gravimétrico y magnético) en prospección de Recursos Naturales, en la Zona Centro de la provincia de Salamanca.

Se exponen los resultados de varias investigaciones en yacimientos minerales de Sn y W de diversos tipos: filonianos, (Mina - La Explotada), diseminados en rocas plutónicas ácidas (Mina Golpejas) y detríticos (Mina El Cubito). Igualmente se muestran aplicaciones de sondeos eléctricos verticales, en prospección de aguas subterráneas (zonas próximas al Arroyo de la Valmuza). Se establece la columna litofísica preliminar de las distintas unidades litoestratigráficas presentes en la región.

Finalmente, el trabajo pretende aportar datos para nuevos estudios de este tipo en la misma zona, o en otras de características geológico-mineras semejantes.

Abstract

The possibilities and limitations of the geophysical methods (electric, gravimetric, magnetic) in the prospection of Natural Resources in the central area of the province of Salamanca are summarized in this report.

We show the resultd of several investigations of mineral deposits of various types of Sn and W: some of them found in veins - (La Explotada Mine), others disseminated in acidic plutonic rocks (Golpejas Mine) - and anothers detritic (El Cubito Mine). In the same way the vertical electrical sounding application in prospection of underground water (areas near to the Arroyo de la Valmuza) are shown.

The preliminary lithophysical column of -

the region is established. Finally, the report seeks to contribute to new studies of this type in the same or in others similar geologic mineral characteristic areas.

1. INTRODUCCION

La condición necesaria para que un depósito mineral, y en general, cualquier recurso natural se detecte directamente con geofísica es que alguno de los parámetros cuya cuantificación constituye el fundamento metodológico de esta rama de las Ciencias Naturales, proporcione valores suficientemente contrastados sobre el objeto de la investigación y sobre las litologías encajantes. La condición suficiente, más difícil de generalizar, depende de la geométrica, buzamiento y profundidad del cuerpo; columnas litoestratigráfica y litofísica; topografía local y regional; pluviometría; etc. En algunos casos la condición necesaria se deduce de la propia estructura atómica del mineral, pero la de suficiencia siempre está controlada por causas ajenas a la naturaleza íntima del cuerpo investigado.

Quando no hay propiedad física con adecuado contraste entre objetivo de la exploración y litologías de su entorno, - bien por la propia naturaleza de aquel o por tratarse de mineralizaciones diseminadas de indudable importancia económica pero con concentración insuficiente para alterar las propiedades del medio, la metodología geofísica solo puede aplicarse para detectar mineralotectos litológicos, estructurales o tectónicos, y en general controles del cuerpo problema.

Ejemplos que muestran la aplicación de métodos geofísicos en el primero de los supuestos son frecuentes en la bibliografía especializada pero no sucede así con los del segundo caso, donde este trabajo se encuadra.

Hemos elegido como objetivo estaño y volframio de un lado y agua subterránea de otro, por tratarse de tres recursos con indudable valor económico. Por otra parte los ejemplos incluidos se circunscriben a la provincia de Salamanca donde tienen gran importancia los yacimientos de ambos metales y en cuya -

región las aguas subterráneas juegan un papel primordial para su desarrollo agrícola y ganadero (Fig. 1).

2. SINTESIS GEOLOGICA

2:1 Litoestratigrafía

En el área objeto de este trabajo aparecen materiales ígneos, metamórficos y sedimentarios, cuyas edades van desde el Precámbrico-Cámbrico hasta el Cuaternario, con una laguna estratigráfica que, como en otras zonas del dominio Centro Ibérico, abarca desde el Silúrico al Paleógeno (Fig. 2).

2.1.1 Precámbrico-Cámbrico

Se asigna esta edad a los materiales del complejo esquisto-grauwáquico en el que se puede distinguir una Formación Superior o de Aldeatejada fundamentalmente pizarrosa, con lentejos carbonatados, brechoides y para-conglomerados dolomíticos, potencia del orden de 2.000 a 3.100 m.; y otra inferior o de Monterrubio, constituida por pizarras arenosas, pizarras negras bandeadas, y tramos de conglomerados, cuarcitas, microconglomerados feldespáticos y porfiroides, cuya potencia total oscila entre 1.600 y 2.800 m. (1).

2.1.2 Ordovícico

Discordante sobre la Formación Aldeatejada, aparece la cuarcita armoricana, con intercalaciones pelíticas, tanto en el sinclinal de Salamanca (2), como en el de Villarmayor (3). El espesor máximo de esta formación es de 400 m.

Por encima se encuentran pizarras rojizas, atribuidas al Llanvirn (2), y más arriba un conjunto monótono de pizarras gris-azuladas, que se pueden considerar Llandeilo (3).

2.1.3 Silúrico

El núcleo del sinclinal de Villarmayor, comprende pizarras negras ampelíticas, con intercalaciones centimétricas de cuarcita

quita y liditas, de edad silúrica, que constituyen la Formación Villarmayor (3).

Sobre las pizarras gris-azuladas del Llandeilo, y por debajo de la Formación Villarmayor, en la zona de Golpejas, se encuentra un conjunto de esquistos y pizarras con cantos, también silúricos (3).

2.1.4 Terciario

En el Terciario de la zona estudiada, se distinguen las siguientes unidades (4):

2.1.4.1 Paleógeno Inferior

Constituído por areniscas silicificadas, de grano medio, - matriz de naturaleza caolinítica y aspecto masivo. Yace en discordancia angular erosiva sobre el zócalo, fosilizando un paleorrelieve. La potencia máxima en esta zona es de 50 m.

2.1.4.2 Paleógeno Medio-Superior

Lo forman sedimentos que van desde areniscas arcóscicas, de grano grueso, conglomeráticas, a limos arenosos dispuestos - en secuencias granodecrecientes con estructuras sedimentarias. El cemento es, por tramos, de naturaleza silíceo y carbonatada. La potencia máxima estimada es de 80 a 100 m.

2.1.4.3 Mioceno

Se presenta disconforme sobre el Paleógeno Medio-Superior, y comprende un conglomerado de cantos de cuarzo, y, menos frecuentemente, de cuarcita y pizarra, con matriz arcillosa. Intercalados en los conglomeráticos, existen niveles de arena - y limos arcillosos. Potencia máxima 40 m.

2.1.4.4 Plioceno

Se caracteriza por depósitos de cantos de diversa naturaleza (cuarzo, cuarcita, lidita, etc.) que forman lo que debió -

ser una superficie generalizada sobre los sedimentos anteriores. En esta parte de la provincia el Plioceno tiene escasa importancia.

2.1.5 Cuaternario

Son de edad cuaternaria los depósitos arcillosos, arenosos y conglomeráticos que forman los aluviones, coluviones y terrazas actuales.

2.1.6 Rocas ígneas

En el sureste del dominio estudiado, encajadas en los materiales metamórficos de la Formación Monterrubio, aparecen pequeñas manifestaciones graníticas, de carácter aplo-pegmatítico, muy deformadas, que corresponden a facies diferenciadas del Granito de Martinamor (5).

En el noroeste se incluye el borde de las extensas formaciones ígneas, que ocupan gran parte del centro-oeste de la provincia, dentro del cual se puede distinguir las siguientes facies (3) y (6).

2.1.6.1 Granitos de La Mata de Ledesma

Fundamentalmente, son granitos de dos micas de grano medio, y leucogranitos de grano fino, ambos muy deformados, que se presentan como masas, dique o cuerpos tabulares.

2.1.6.2 Granitos de Peñamecer.

Por el norte de la zona, afloran granitos heterogéneos, de grano fino, leucogranitos moscovíticos, todos muy tectonizados por influencia de la zona de cizalla de Traguntia-Juzbado.

2.1.6.3 Granito albitico de Golpejas

Han sido denominados de esta forma (3), los leucogranitos albiticos existentes en el yacimiento de Golpejas, con estruc

tura más o menos laminar y constituidos por cuarzo, plagioclasa albitica, moscovita y feldespato potásico muy escaso, con casiterita y columbita-tantalita diseminadas. Están igualmente muy deformados, presentando una acusada foliación subhorizontal y cizallas dúctiles conjugadas y normales.

2.2 Tectónica

2.2.1 Hercínica

Se han establecido tres fases principales de deformación de los materiales paleozoicos (7) y (3):

La primera genera pliegues de gran longitud de onda con plano axial subvertical, de dirección NW-SE a E-W, y lleva asociada una esquistosidad de flujo (S_1). Es responsable de las grandes estructuras regionales como las sinclinales de Salamanca y Villarmayor.

La segunda, origina pliegues de plano axial subhorizontal cuya geometría varía con la profundidad dependiendo de la intensidad de la deformación. La dirección de los ejes es N70 a 130 E. Estos pliegues llevan asociada una esquistosidad S_2 también subhorizontal que incluso traspone totalmente a S_1 . A esta fase se atribuye la deformación de los granitos.

La tercera fase produce antiformal y sinformales, de dirección más o menos E-W, en cuyos núcleos afloran los materiales más metamórficos (antiforma de Martinamor) y está acompañada por una débil esquistosidad de crenulación (S_3) subvertical.

Una tectónica de fracturación tardía, igualmente polifásica origina fracturas de dirección N-S a N110E, que han rejugado posteriormente, configurando la geometría de las cuencas terciarias. Frecuentemente estas fracturas se encuentran cicatrizadas por filones de cuarzo, que controlan mineralizaciones y producen resaltes topográficos.

2.2.2 Alpina

Se distinguen en la zona de estudio cuatro fases principa-

les (4):

Fase I.- Caracterizada por un basculamiento o ligero abombamiento del zócalo hercínico, peneplanizado durante el mesozoico, que da lugar a una etapa de erosión y a la deposición de los materiales del Paleógeno Inferior.

Fase II.- Después del Paleógeno Inferior, un impulso tectónico provoca el rejuego de las fracturas tardihercínicas comenzando el escalonamiento de los bloques a la vez que reactiva los procesos de erosión y la sedimentación de las series - del Paleógeno Medio y Superior.

Fase III.- Una nueva fase tectónica pone en movimiento a las fracturas anteriores, que afectan ya a todo el Paleógeno, originando un acusado paleorrelieve, fosilizado posteriormente por los materiales rojos del Mioceno.

Fase IV.- En la mina de "El Cubito" se han observado fracturas que afectan parcialmente a los materiales miocenos (8).

3. YACIMIENTOS

3.1 Filonianos

En la zona hay numerosos filones de cuarzo con direcciones N50-70E, mineralizados con casiterita y scheelita, o bien solamente por esta última, que llevan como acompañantes principales moscovita, turmalina y sulfuros (9) y (10).

3.2 Estratiformes

Se pueden distinguir dos tipos de yacimientos estratiformes de scheelita (9) y (10).

En uno de ellos, la scheelita, de distribución muy irregular, aparece aplastada en la dirección de la esquistosidad S_2 , dentro de una roca de grano fino, con aspecto de cuarcita, muy compacta, constituida fundamentalmente por cuarzo y feldespato.

El otro tipo lo forman los skarnoides, niveles calcosilica

tados de color blanco verdoso y grano medio a grueso, donde la scheelita se presenta diseminada.

3.3 Diseminados en rocas ígneas

Son mineralizaciones de casiterita y columbo-tantalita, - asociadas a las facies más evolucionadas de los leucogranitos y a las diferenciaciones aplo-pegmatíticas.

El ejemplo más importante lo constituye el yacimiento de Golpejas donde, desde el año 1964, se benefician casiterita y columbita-tantalita diseminadas en un leucogranito albítico, - en buena parte caolinizado y greisenizado.

3.4 Detríticos

Como depósitos detríticos se pueden citar los aluviones y coluviones cuaternarios mineralizados con casiterita, que son bastante frecuentes y aparecen siempre en las proximidades de los depósitos primarios.

A destacar el yacimiento de "El Cubito", único de tipo - aluvionar localizado en materiales de edad miocena.

4. COLUMNA LITOFISICA

Los métodos geofísicos aplicables en cada región geológica pueden determinarse solo en base a las propiedades físicas de las unidades litológicas que conforman su apilamiento estratigráfico.

En la Fig. 3 se reproducen, en paralelo con la columna li-toestratigráfica, los valores de la resistividad y de la densidad obtenidas hasta el momento para la Zona Centro de la - provincia de Salamanca. Se trata de dos columnas litofísicas incompletas pero suficientemente expresivas para establecer - la metodología geofísica.

5. LOS METODOS GEOFISICOS EN LA INVESTIGACION DE AGUAS SUB-TERRANEAS

Se analiza una investigación hidrogeológica realizada en el extremo nororiental de la Fosa de Ciudad Rodrigo, zonas -- próximas al Arroyo de la Valmuza, aun cuando se utilizan experiencias recogidas en otros estudios, algunos de alcance regional, realizados en el Terciario de esta parte de la Meseta Norte.

La columna litoestratigráfica comprende materiales de edad ordovícica, como zócalo, y sedimentos terciarios como cobertera. Las litologías que conforman estas unidades ya fueron expuestas en el apartado 2.1

Dentro de la cobertera los niveles no cementados de gravas, arenas y areniscas son permeables y constituyen "acuíferos" - potenciales mientras que los materiales limo-arcillosos que los rodean se comportan como "acuitardos" o "acuiclusos". El zócalo, cuarcítico o pizarroso, es totalmente impermeable. La recarga de los niveles permeables terciarios se realiza por - infiltración directa en sus afloramientos y por percolación - del agua almacenada en los "acuitardos".

El rendimiento hidráulico de los niveles permeables depende primordialmente de su extensión superficial y en general - funcionan como acuíferos confinados en los que el agua almacenada ascenderá más o menos según la diferencia de cota entre la zona de recarga y el emplazamiento de la captación, pu diendo incluso alcanzar la superficie.

5.1 Metodología aplicada

El fuerte contraste entre la resistividad de los sedimentos detríticos finos (arcillas y limos) y gruesos (arenas y - gravas) por un lado, y entre la cobertera y el zócalo por el otro (ver columna litofísica), hace que sea el método de Sondeos Eléctricos Verticales el medio más adecuado para detectar

el control de las aguas subterráneas, representado por niveles de arenas + gravas terciarios. Como complemento se determinará el espesor de la cobertera, la topografía del techo del Paleozoico y su naturaleza litológica.

5.2 Resultados obtenidos

En la Fig. 4 se reproducen los resultados en forma de una curva de S.E.V. juntamente con su interpretación y la columna litológica del sondeo mecánico nº 3 (Fig. 4a), una sección geoelectrica (Fig. 4b), el análisis granulométrico de las muestras del sondeo mecánico nº 3 (Fig. 4c) y la curva característica del aforo realizado en el S.M. nº 1 (Fig. 4d). Como resultado práctico el S.M. nº 1 proporciona un caudal de explotación de 10 l/s., el S.M. nº 2 es prácticamente negativo -- (1 l/s.) y el S.M. nº 3 suministra un caudal de 20 l/s. El zócalo es de naturaleza pizarrosa (Fig. 3).

5.3 Conclusiones sobre la aplicación de métodos geofísicos en investigaciones hidrogeológicas

Se confirma la eficacia del método de Sondeos Eléctricos Verticales (S.E.V.) para 1º) detectar niveles detríticos gruesos (grava + arena) intercalados entre arcillas y limos por un claro máximo de resistividad (Fig. 4a); 2º) establecer, por correlación entre S.E.V., el desarrollo superficial de dichos niveles; 3º) delimitar áreas con diferentes posibilidades hidrogeológicas (comparar resultados de los S.M. nº 1 y 2); 4º) determinar el espesor y la naturaleza de los sedimentos terciarios y en consecuencia la paleotopografía del zócalo y 5º) fijar la composición litológica del zócalo (Fig. 4b).

No es posible con métodos geofísicos detectar la presencia de aguas subterráneas ni cuantificar el rendimiento de los acuíferos potenciales.

Estas conclusiones son extrapolables a una buena parte del terciario continental de ambas mesetas.

6. LOS METODOS GEOFISICOS EN LA INVESTIGACION DE YACIMIEN- TOS DE ESTAÑO Y VOLFRAMIO

Hemos efectuado trabajos con métodos eléctricos, gravimétrico y magnético, sobre diversos yacimientos de volframio y estaño con el fin de conocer la respuesta de dichos métodos y en consecuencia fijar las directrices para la prospección de ambas sustancias.

Aquí se comentan los trabajos realizados en los yacimientos de "Golpejas", como modelo de disseminaciones en rocas ígneas ácidas, "La Explotada", como yacimiento filoniano y "El Cubito", como detrítico. Todos estos yacimientos son representativos de las respectivas tipologías de la región.

6.1 Estudio geofísico del yacimiento de "Golpejas"

6.1.1 Situación y características geológico-mineras

Se encuentra situado junto al pueblo de igual nombre, a 22 Km. de Salamanca, en las proximidades de la carretera que une esta ciudad con el muelle de La Fregeneda.

En síntesis se trata de una mineralización de casiterita y columbo-tantalita, asociadas a una serie de láminas de leucogranitos albiticos en las que estos minerales se encuentran disseminados (ver 3.3).

Los leucogranitos atraviesan indistintamente el complejo esquisto-grauváquico, y series superiores del Ordovícico y Silúrico.

Las láminas están relacionadas en profundidad con una cúpula granítica que se emplazó durante la segunda fase de deformación hercínica y presentan estructuras más o menos circulares, con una foliación sub-horizontal que atraviesa el contacto y coincide con la S_2 de las rocas encajantes (3).

6.1.2 Metodología geofísica aplicada

Se ha empleado calicatas eléctricas, gravimetría y magnetometría.

6.1.3 Resultados obtenidos

Con calicatas eléctricas, elaboradas como plano de isorresistividades, se delimita perfectamente la morfología de las láminas de leucogranitos, que representan el control de la mineralización, señalando igualmente las áreas donde predominan esquistos grafitosos (ampelitas) y definiendo la red de fracturas que afectan a la zona (Fig. 5).

Los levantamientos gravimétrico y magnético delimitan el sinclinal de Villarmayor con sendos mínimos. En algunos puntos, como entre las estaciones 44 y 50, se detectan máximos tanto gravimétrico como magnético cuyo origen litológico no ha sido probado aun, pero que atribuimos a un skarn potencial en base a dichas anomalías geofísicas (Fig. 6).

6.2 Estudio geofísico del yacimiento de "La Explotada"

6.2.1 Situación y características geológico-mineras

La mina "La Explotada" se encuentra en las proximidades de la pequeña localidad de Tornadizos, al sur de la carretera que une Salamanca con la Peña de Francia.

La mineralización de scheelita está asociada a un filón de cuarzo de dirección N65E, subvertical, cuya potencia puede llegar a 5 m., que se encuentra explotado hasta unos 100 m. de profundidad en una corrida superior a los 100 m.

6.2.2 Metodología geofísica aplicada

Sobre este yacimiento hemos realizado mediciones geoelectricas con las modalidades de Calicatas Eléctricas, Bloques de Resistividad y Sondeos Eléctricos Inclinados.

6.2.3 Resultados obtenidos

En la Fig. 7 se indican los gráficos de los distintos métodos sobre un perfil transversal a la traza del filón, que pasa unos 80 m. al suroeste de las explotaciones, sin afloramiento.

En todos los casos la presencia del filón se señala con un acusado máximo de resistividad cuya evolución en profundidad se puede seguir con calicatas eléctricas y principalmente con sondeos eléctricos inclinados elaborados como sección de resistividad aparente.

6.3 Estudio geofísico de la mina "El Cubito"

6.3.1 Situación y características geológico-mineras

Se encuentra situada en el extremo noroeste de la fosa de Ciudad Rodrigo, en las proximidades de la localidad de Barbadillo. Como ya se dice en 3.4, es el único depósito "aluvionar" de casiterita localizado en materiales de edad terciaria, en la cuenca del Duero.

La estructura geológica del yacimiento, es la siguiente(11):

- Recubrimiento de materiales arcillo - arenosos de color gris oscuro con abundante materia orgánica. Puede alcanzar 2 m.
- Sedimentos rojos, dentro de los que se pueden distinguir dos niveles. El primero (hasta 14 m. de espesor) constituido por arcillas, con cantos heterométricos y distribución irregular; en el segundo nivel, igualmente de fuerte color rojo, predominan materiales detríticos gruesos de diversos tamaños y litologías. Su espesor oscila entre 12 y 18 m. A todo este conjunto de materiales rojos, se le atribuye edad Mioceno.
- Finalmente, bajo los materiales anteriores, en algunos puntos aparecen areniscas y conglomerados compactos, de edad eocena, discordantes sobre el sustrato y rellenando un paleorrelieve irregular. Cuando no existen estos materiales los sedimentos rojos se apoyan directamente sobre el zócalo constituido

do por rocas metamórficas, del complejo esquisto-grauváquico.

La casiterita está asociada a los sedimentos rojos, y es más abundante en la parte inferior de los mismos, sobre todo en las proximidades del basamento.

6.3.2 Metodología geofísica aplicada

Sondeos Eléctricos Verticales (S.E.V.)

6.3.3 Resultados obtenidos

Como muestra la Fig. 8, que reproduce el S.E.V. nº 2, hay buena coincidencia entre la columna litoeléctrica, deducida de la interpretación del gráfico de resistividad aparente, y la litoestratigráfica antes expuesta. Se diferencian claramente los dos niveles de la cobertera y aparece con nitidez el zócalo esquisto-grauváquico con alta resistividad.

6.4 Conclusiones sobre la aplicación de métodos geofísicos a la investigación de estaño y volframio

Los ejemplos analizados ponen de relieve las siguientes conclusiones de interés práctico.

1º) No hay metodología geofísica que permita localizar directamente las mineralizaciones de estaño y volframio en la zona estudiada.

2º) Es posible detectar con métodos geofísicos metalotectos litológicos -Golpejas y El Cubito- y estructurales -La Explorada- que controlan los depósitos de ambas sustancias.

3º) Dentro de las técnicas aplicadas se revelan como más adecuadas, las modalidades electrorresistivas con las que se obtienen excelentes resultados en los tres yacimientos.

4º) Establecida con detalle minero la geología de la zona prospectiva, se confirma la conveniencia de incluir las técnicas geofísicas en la investigación de depósitos de estaño y volframio, para delimitar con precisión metalotectos, programar con mayor eficacia la campaña de sondeos mecánicos y

extrapolar con mejor garantía los resultados.

7. AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen a las compañías mineras MIDUESA e -
INTERMINAS y a los Sres. Uhagón y Velázquez las facilidades -
dadas para su publicación.

Igualmente, agradecen al personal del Departamento de Geo-
logía y Mineralogía de la Universidad de Salamanca y en espe-
cial a su director el profesor Arribas Moreno la ayuda presta
da en la ejecución de una parte del mismo.

BIBLIOGRAFIA

- 1.- DIEZ BALDA, M.A. (1980). La sucesión estratigráfica del Complejo Esquisto-grauváquico al sur de Salamanca. Estudios Geológicos, 36, 1-2, pp. 131-138. Madrid.
- 2.- OBREGON, F. (1972). El Paleozoico en las inmediaciones de Salamanca. Tesis de Licenciatura. Universidad de Salamanca.
- 3.- ARRIBAS, A., GONZALO, F. e IGLESIAS, M. (1981). Génesis de una mineralización asociada a una cúpula granítica. El yacimiento de estaño de Golpejas (Salamanca). Cua. Lab. Xeol. Laxe 3, pp. 563-592.
- 4.- CANTANO, M. (1982). Estudio morfoestructural del área de Golpejas (Provincia de Salamanca). Tesis de Licenciatura. Universidad de Salamanca.
- 5.- GONZALO, F., SAAVEDRA, J., GARCIA, A., PELLITERO, E., ARRIBAS, A. y RODRIGUEZ, S. (1975). Las rocas graníticas de la Antiforma de Martinamor (Salamanca, España central). II Reunión Ibero Americana de Geología Económica. Buenos Aires. t. IV, pp 179-207.
- 6.- LOPEZ PLAZA, M. (1982). Contribución al conocimiento de la dinámica de los cuerpos graníticos en la penillanura Salmantino-Zamorana. Tesis Doctoral. Universidad de Salamanca.
- 7.- DIEZ BALDA, M.A. (1981). La estructura hercínica entre Salamanca y Sequeros (zona Centro-Ibérica). La superposición de fases y su influencia en la fábrica de las rocas. VII Reunión sobre geología del Oeste Peninsular (en prensa).
- 8.- GRACIA PLAZA, A., GARCIA MARCOS, J.M. y JIMENEZ FUENTES, E. (1981). Las fallas de "El Cubito". Geometría, funcionamiento y sus implicaciones cronoestratigráficas en el Terciario de Salamanca. Bol. Geol. y Min. T. XCII-IV. pp. 267-273.
- 9.- ARRIBAS, A. (1979). Les gisemens de tungstene de la zone de

Morille (Province de Salamanca, Espagne). Chron. Rech. Min. - 450, pp. 27-34.

10.- PELLITERO, E. (1981). La zona wolframífera centro-oriental de Salamanca. Cua. Lab. Xeol. de Laxe, 2-II, pp. 227-245.

11.- GRACIA PLAZA, A. y GARCIA MARCOS, J.M. (1980). El yacimiento detrítico estannífero de "El Cubito" (Salamanca). Cua. Lab. - Xeol. Laxe 1, pp. 279-291.

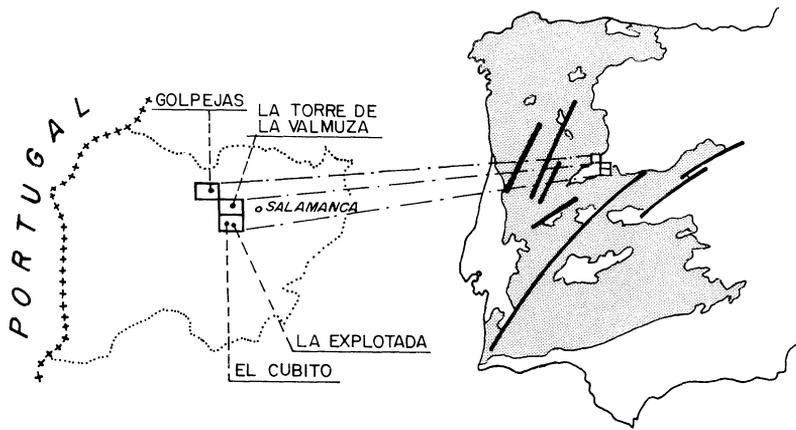


FIG.-1- LOCALIZACION DE LA ZONA ESTUDIADA

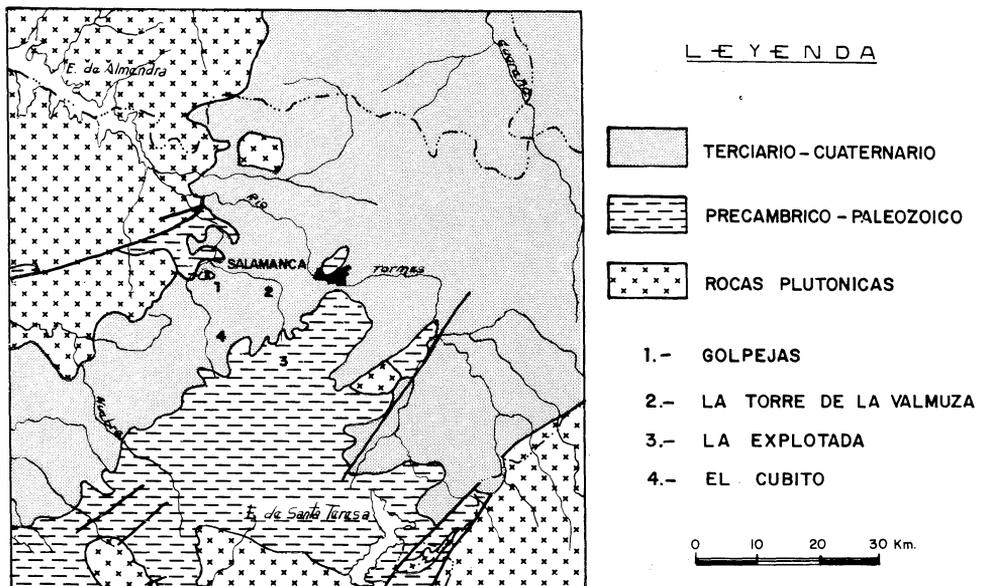
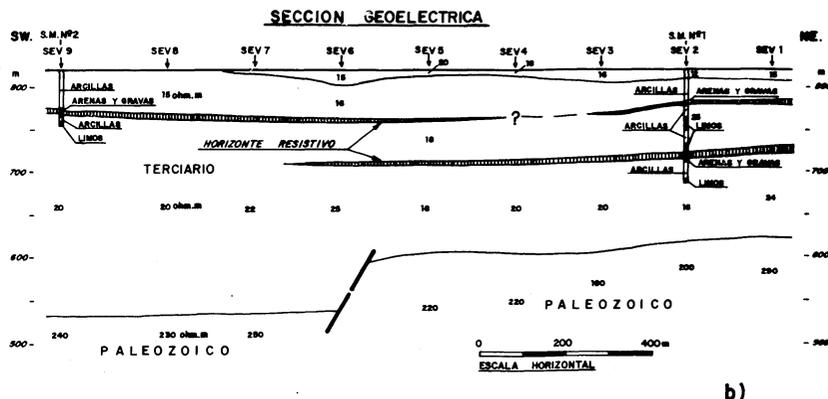
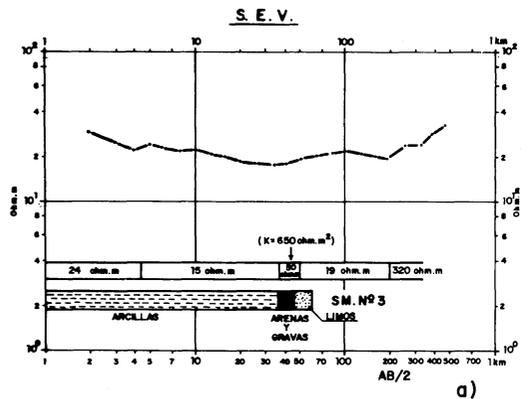
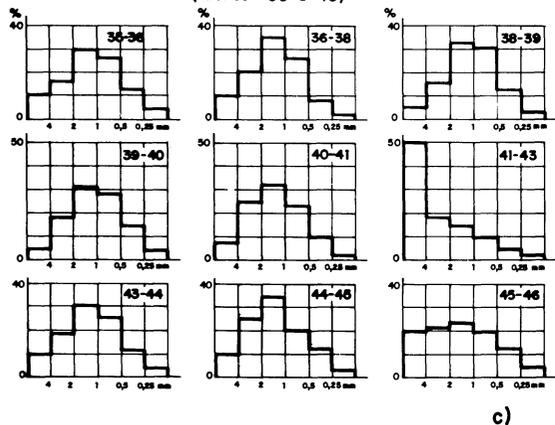


FIG.-2.- ESQUEMA GEOLOGICO TOMADO DEL MAPA GEOLOGICO DE LA PENINSULA IBERICA A E. 1:1.000.000 (I.G.M.E.1980)



ANALISIS GRANULOMETRICO (S.M. Nº3)
(metros 35 a 46)



c)

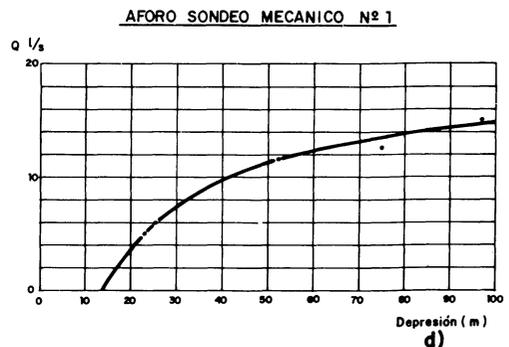


FIG.-4- APLICACION DE SONDEOS ELECTRICOS VERTICALES
EN INVESTIGACIONES HIDROGEOLOGICAS

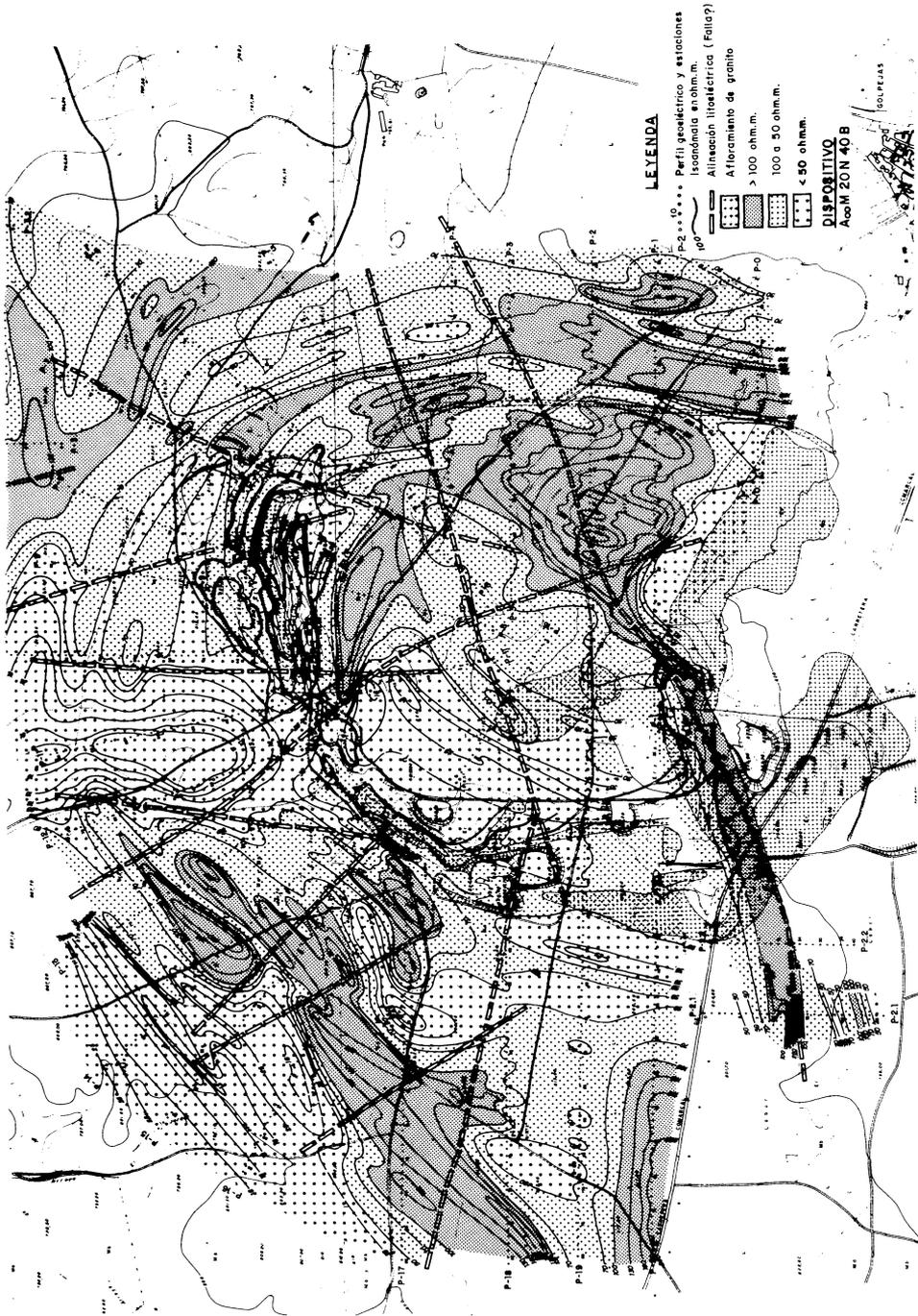
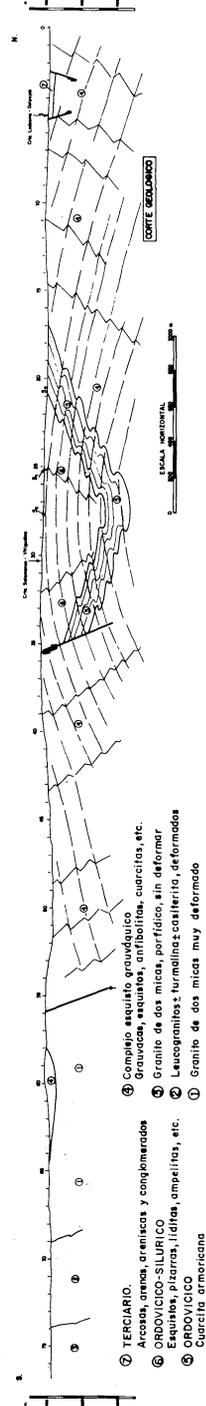
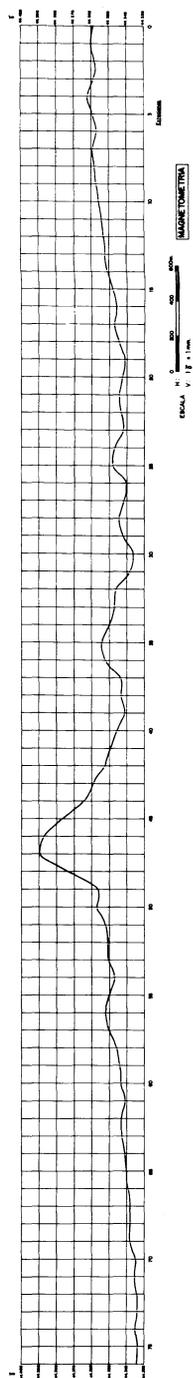
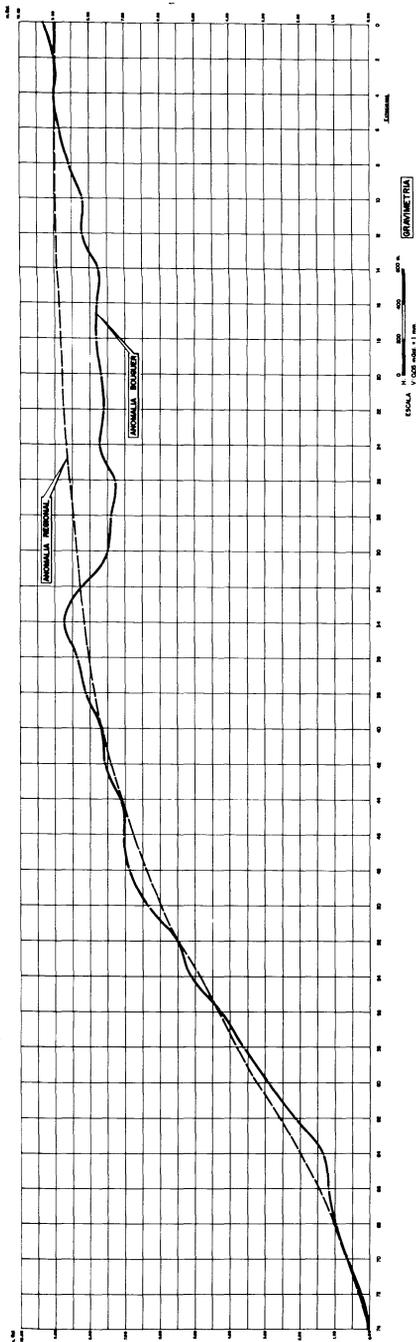


FIG-5- INVESTIGACION GEOFISICA EN LA MINA "GOLPEJAS" - CALICATAS ELECTRICAS



- ⑦ TERCIARIO
Arcosa, arena, arenisca y conglomerados
- ⑥ ORDOVICIO-SILURICO
Esquistos, pizarras, lilitas, ampolitas, etc.
- ⑤ ORDOVICICO
Cuarcita armoricana
- ④ Complejo esquistado gneudáucico
Grauwacka, esquistos, anfíbolitas, cuarcitas, etc.
- ③ Granito de dos micas, porfírico, sin deformar
- ② Leucopánizitos: turmalina-castileiro, deformados
- ① Granito de dos micas muy deformado

FIG.- 6 - INVESTIGACION GEOFISICA EN LA MINA "GOLPEJAS":
GRAVIMETRIA Y MAGNETOMETRIA

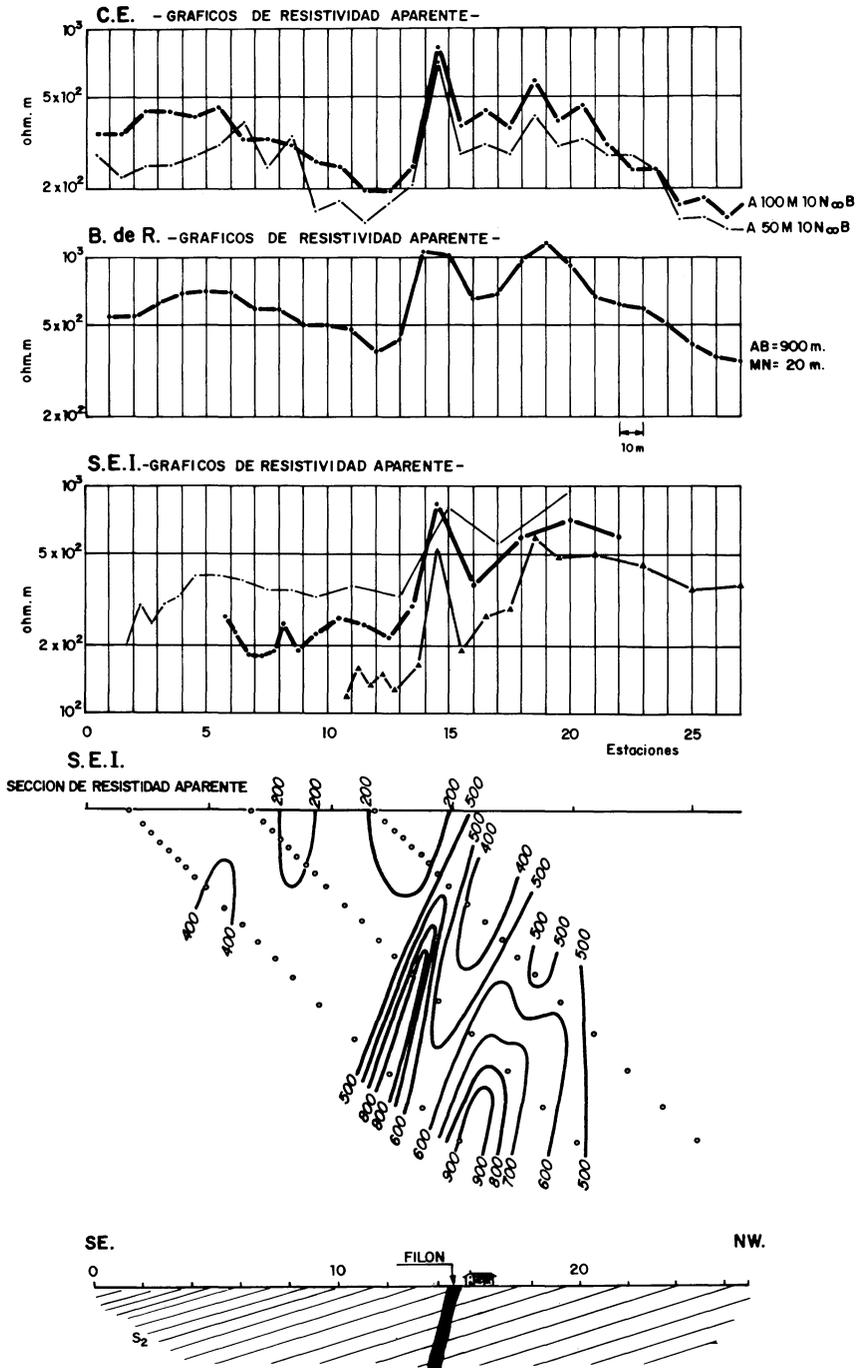


FIG.-7- INVESTIGACION GEOFISICA EN LA MINA "LA EXPLOTADA"

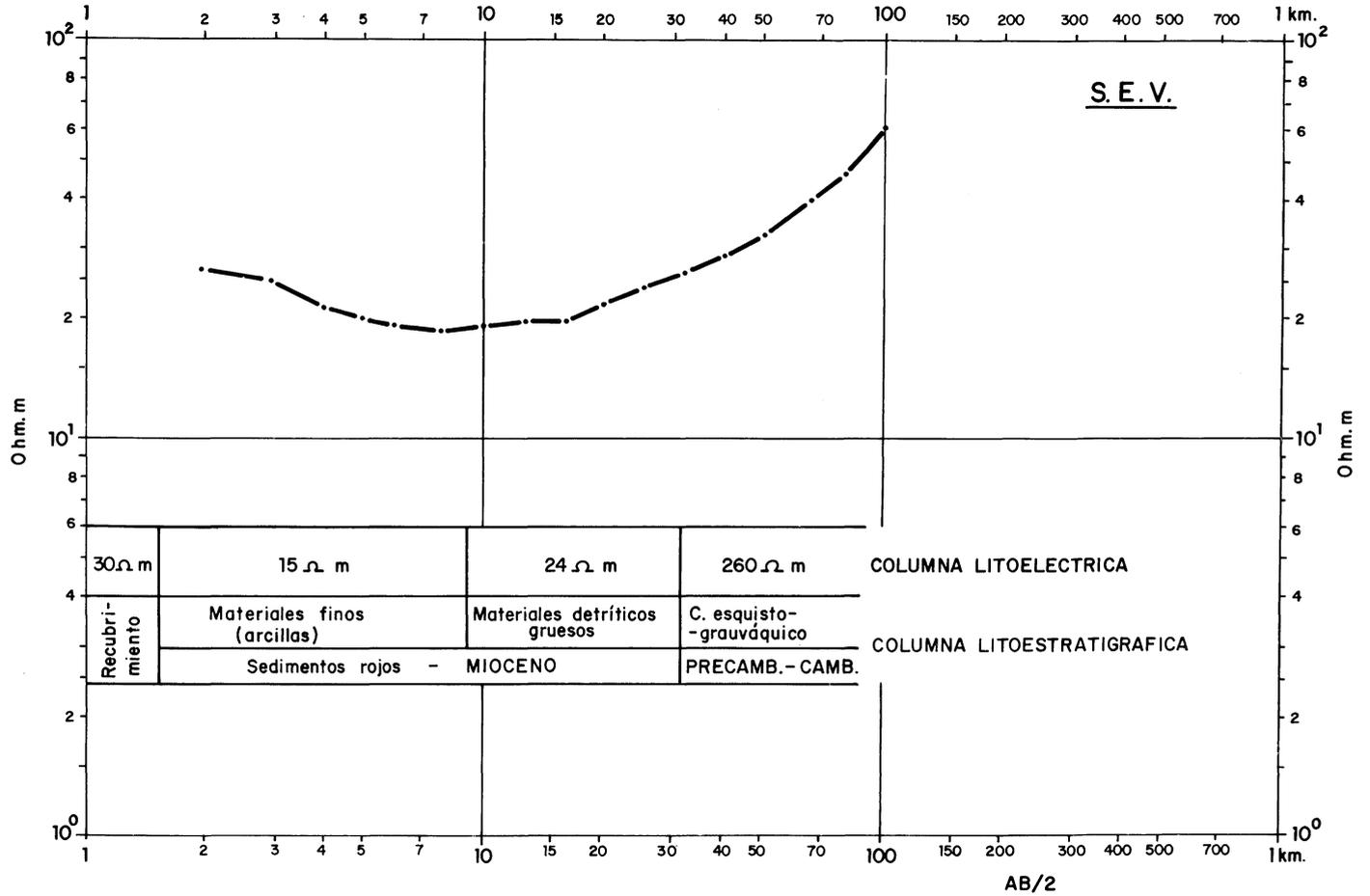


FIG.- 8- INVESTIGACION GEOFISICA EN LA MINA "EL CUBITO"