

CAPITULO 6 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6-1 Conclusiones

Las conclusiones de los resultados de los estudios pueden resumirse como sigue:

(1) Investigación geológica

Durante los estudios de este año se reconoció la distribución de numerosos diques de pórfido granodiorítico con dirección ENE-WSW y buzamiento SSE en granodiorita. Dichos diques presentan tres facies litológicas de pórfido cuarífero, pórfido granodiorítico y porfirita. Además se confirmó falla con dirección ENE-WSW y buzamiento SSE, así como también falla con dirección N-S y buzamiento E la cual se considera que tenga una posible relación con la mineralización.

Las mineralizaciones que se describen a continuación, están acompañadas de alteraciones de silicificación y sericitización en forma de diseminaciones y películas de pirita, calcopirita y bornita.

1) Parte central de quebrada Controversia

Ancho: 412 metros, Cu 0.28%, Mo 0.005%

mineralización: se considera extensión de pozos MJJ-19 y MJJ-20 de buena mineralización

2) Tributario de quebrada Controversia

Ancho: 60 metros, Cu 0.48%, Mo 0.006%

mineralización: alrededor de falla con dirección ENE-WSW, con indicios de relación entre falla y mineralización

3) Agua arribas de quebrada Rica

Ancho: 116 metros, Cu 0.39%, Mo 0.005%

Mineralización: con indicios de corresponder a extensión hacia el norte de la mineralización encontrada en el pozo MJJ-27

4) Aguas arriba de quebrada Fortuna

Ancho: 322 metros, Cu 0.18%, Mo 0.003%

Mineralización: ampliamente distribuida, sin embargo la mineralización de cobre es débil y con muchas piritas.

5) Tributario de quebrada Fortuna

Ancho: 34 metros, Cu 0.06%, Mo 0.004%

Mineralización: rica en pirita, sin embargo la toma de muestra fue insuficiente debido a la existencia de muchas cascadas.

6) Aguas abajo de quebrada Fortuna

Ancho: 88 metros, Cu 0.17%, Mo 0.001%

mineralización: parcialmente buena, ricas en piritas sin embargo se encuentra en pequeña escala.

Como mineral de sulfuro secundario, se reconoce covelina y calcocita por la observaciones al microscopio.

La combinación de Cuarzo-Sericita-Clorita que corresponde a la zona de alteración filítica se encuentra ampliamente difundida desde la parte central hacia noreste y norte del área de estudio. Se encuentra además que la combinación de Cuarzo-Plagioclasa-Clorita-Epidoto que corresponde al zona de alteración propilitica está distribuida mayormente en la parte oeste y sudoeste como también en la parte este. La combinación principalmente de caolinita, que se considera debido a meteorización, se encuentra distribuida en pequeña escala en la loma de la parte central.

(2) Investigación geofísica

Debido a la rigurosa topografía del área donde se ubicaron los estudios, el levantamiento geofísico por el método de CSAMT presentaba los aspectos mas favorables para el estudio de la estructura geoceléctrica de dicha área.

Puesto que algunas perforaciones se realizaron dentro del área del levantamiento CSAMT; la correlación de los análisis de los testigos de la perforación y los resultados geoceléctricos del levantamiento geofísico conducen a una mejor interpretación de la mineralización de la área bajo estudio.

Durante la campaña de perforación realizado en este año fiscal, las perforaciones hechas en el área central, MMJ-29 y MMJ-30 arrojaron resultados de mineralización favorable. En este respecto, los resultados geofísicos indicaron que los valores bajo - mediano (de menos de 250 Ω m) de la zona de resistividad coincide con la zona mineralizada detectada por la perforación.

A partir de los análisis químicos de las muestras de los testigos de la perforación, se ha encontrado que en los niveles superficiales se detectan relativamente alto grados de Cu, medianos de S, altos de Na y bajos de valores de resistividad. A partir de estos resultados, se espera que promisorios grados de Cu puedan encontrarse en las zonas de baja - media resistividad, en tal modo

que a niveles superficiales vayan acompañadas de alteración débil y valores medios de sulfatos mientras que a nivel mas profundos, vayan acompañadas de una fuerte alteración y valores medios de sulfatos. Lo anteriormente mencionado se puede tomar como una definición a ser aplicada en esta área. Basados en dichos resultados y tomando en consideración las zonas de baja - mediana resistividad, las siguientes áreas de estudio pueden extraerse:

() (1) Zona central de baja resistividad

Baja resistividad se extiende desde la central parte hacia la parte sudoeste y hacia la parte este-noreste del área. A partir de la distribución de baja resistividad desde la parte sud-sudoeste y los resultados geoquímicos de la perforación MJJ-18 se puede inferir que en la zona sudoeste se puede esperar bajo contenido de Cu, alto de S, alto de Na y alteración débil. Hacia la parte noroeste como también noreste se ve extendida la zona de baja resistividad y los análisis geoquímicos indican alta posibilidad de alto grado de Cu.

() (2) Zona norte de baja resistividad

A niveles profundos la existencia de bajo Cu, bajo S, alto Na, alteración débil como también la mineralización débil reflejan una alta resistividad, sin embargo, cerca de la superficie la existencia de bajo S, mediano Na puede ser inferido. La resistividad baja esta relacionado con fracturamientos con dirección ENE-WSW y E-W, por lo que cerca de la superficie, el fracturamiento va acompañado de mineralización.

() (3) Zona occidental de baja resistividad

Los resultados encontrados en esta zona son prácticamente los mismos que la zona anteriormente mencionada. A profundidad y de los resultados de resistividad alta se puede inferir que la existencia de mineralización es prácticamente no existente, sin embargo la resistividad baja de la parte norte que cruza las estaciones 10 y 11 cerca de la superficie, la resistividad baja da indicaciones de una mineralización prometedora.

() (4) Zona Q. Fortuna de baja resistividad

Desde la parte oriental de la quebrada Fortuna a profundidad, como también al noreste se extiende una zona de baja resistividad. Los análisis químicos de MJJ-16 y 17 su contenido de Cu tanto de cerca de la superficie como a profundidad presenta casi ningún cambio, pero presenta tendencia a disminuir en S y con gran cambio en Na, por lo que existe posibilidad de una mineralización que se extiende hacia el lado occidental del área.

() Como resultados de la investigación geofísica se infiere que existe una buena mineralización en la zonas que, por orden de posibilidades altas, son: zona central, zona occidental, zona Q. Fortuna y zona norte.

(3) Estudio de perforación

La perforación de 6 pozos con total profundidad de 3,514.28 metros se llevó a cabo con el objeto de esclarecer la extensión de las zonas mineralizadas y la condición de la mineralización en profundidad de los alrededores de las quebradas Controversia, Rica y Fortuna. Los resultados obtenidos revelan mineralización en películas y diseminación de pirita, calcopirita, bornita y molibdenita, las cuales ocurren en granodiorita y pórfido granodiorítico.

En pozos MJJ-27, MJJ-29 y MJJ-30, la mineralización se acompaña con alteración fuerte y de mucha diseminación. Además, Una alta ley de más de Cu 0.5% en promedio en una longitud de testigo aproximada de 600 metros, se obtuvo en los pozos MJJ-27, MJJ-29 y MJJ-30. En el pozo MJJ-26 que se perforó hacia el norte, se encontró una mineralización débil.

Pórfido granodiorítico dentro de la quebrada Controversia y el pozo MJJ-27 contiene ley alta de cobre de mas de 0.8%. La parte de ley alta tiene una tendencia a profundizarse hacia sudeste por lo que el ancho de la parte de ley alta se engruesa hacia sudeste (Fig. I-5-2).

Los análisis químicos dieron los siguiente resultados:

MJJ-25: Profundidad de 4.60 a 602.58 mts, longitud de testigo de 597.98 mts,
ley de Cu 0.43%, Mo 0.011%.

MJJ-26: Profundidad de 4.88 a 502.00 mts, longitud de testigo de 497.12 mts,
ley de Cu 0.25%, Mo 0.005%.

MJJ-27: Profundidad de 5.79 a 602.58 mts, longitud de testigo de 596.79 mts,
ley de Cu 0.56%, Mo 0.017%.

MJJ-28: Profundidad de 5.79 a 602.58 mts, longitud de testigo de 596.79 mts,
ley de Cu 0.45%, Mo 0.015%.

MJJ-29: Profundidad de 4.70 a 601.98 mts, longitud de testigo de 597.28 mts,
ley de Cu 0.74%, Mo 0.041%.

MJJ-30: Profundidad de 4.60 a 602.56 mts, longitud de testigo de 597.96 mts,
ley de Cu 0.63%, Mo 0.014%.

En base a los resultados geoquímicos se infiere que existe una probabilidad alta de buenos resultados en la ejecución de la etapa de prefactibilidad.

(4) Estudio de prefactibilidad de desarrollo minero

la colección de información y datos para el estudio del desarrollo minero fue llevado a cabo en este año en los aspectos de minas, infraestructura, medio ambiente y economía y legislación. Los estudios de campo también se realizaron en el transcurso de este año.

a) Datos básicos para preparar un plan de desarrollo minero

Los trabajos de exploración necesitan de mas información para continuar con el programa. Se necesita de definir en breve tiempo, la forma del depósito mineral, reserva mineral y ley. Además el depósito a desarrollarse es un depósito de cobre pórfido, por lo que se considera la preparación de un plan de explotación por el método a ciclo abierto. No obstante, la topografía es escarpada afectara considerablemente el plan de desarrollo minero.

b) Presente estado en la infraestructura

La infraestructura en la región del proyecto posee muchas deficiencias por lo que se necesita de reajustar la infraestructura adecuada que permita un buen desarrollo minero. Especialmente debe de considerarse la construcción de carreteras y puentes de transporte para los productos mineros, maquinaria y materiales dentro de la etapa futura de construcción y operación. Se requiere también de la construcción de la planta de energía eléctrica y facilidades de telecomunicaciones.

c) Medio ambiente

Dentro del estudio correspondiente a este año, se realizó la colección de datos meteorológicos sobre temperatura, humedad, precipitación y dirección y velocidad del viento. Se espera que durante un periodo de un año, pueda continuarse la colección de datos meteorológicos.

d) Economía y legislación

Se colectaron datos legales como son la ley de minería y otros relacionados con el desarrollo minero. No existen todavía datos suficiente para el estudio del plan minero. Con el objeto de llevar a cabo los estudio de prefactibilidad en la siguiente etapa, es necesario realizar los siguientes trabajos de investigación:

1. Levantamiento de planos topográficos (escala aproximada de 1:2,000)
2. Estudios adicionales de perforaciones
3. Mediciones de propiedades físicas (densidad, susceptibilidad magnética, etc.)
4. cálculos de reserva
5. Estudios de ingeniería geológica
6. Diseño de exploración y preparación de plan de exploración
7. Pruebas de beneficio
8. Diseño de planta de beneficio
9. Pruebas de desagüe de los ácidos provenientes de los escombros y relaves
10. Diseño de infraestructura
11. Estudios de impacto medio ambiental

12. Estudios jurídicos necesarios para el desarrollo minero
13. Estimación de costos de construcción
14. Estimación de costos de operación
15. Estimación de evaluación económica del proyecto

Dentro de los temas de estudios arriba mencionados, son especialmente importantes los temas números 1, 2, 3, 4, 7 y 11.

dentro de los estudios sobre impacto ambiental, se realizaron estudios sobre estado presente y su correspondiente evaluación del impacto medio ambiental con los datos obtenidos hasta el año 1995. El área de reserva ecológica Cotacachi-Cayapas que existe en la parte norte del área del proyecto que está localizado fuera de la zona de amortiguación, deberá necesariamente tomarse en cuenta para la elaboración del desarrollo minero (Fig II-4-4). De tal manera, que es necesario de hacer evaluaciones sobre el impacto del polvo, desagüe, ruido, etc. para la construcción de facilidad de mina, carretera y puente en base a un plan concreto en el futuro.

6-2 Recomendaciones

De acuerdo a los resultados obtenidos dentro de este año, se puede inferir la existencia de una buena mineralización de cobre y molibdeno en las profundidades de los alrededores de las quebradas Controversia, Rica y Fortuna, por lo que se considera una alta posibilidad de desarrollo minero. Para el cálculo de reservas, se hace necesario llevar a cabo investigaciones geológica, geofísica y de perforación con el objeto de confirmar buena zonas de mineralización y de esclarecer la extensión de dicha mineralización. También se encontró una zona mineralizada en la quebrada Verde localizada en la parte norte del área, por lo que es necesario de investigación geológica, geofísica y de perforación para esclarecer mejor dicha mineralización.

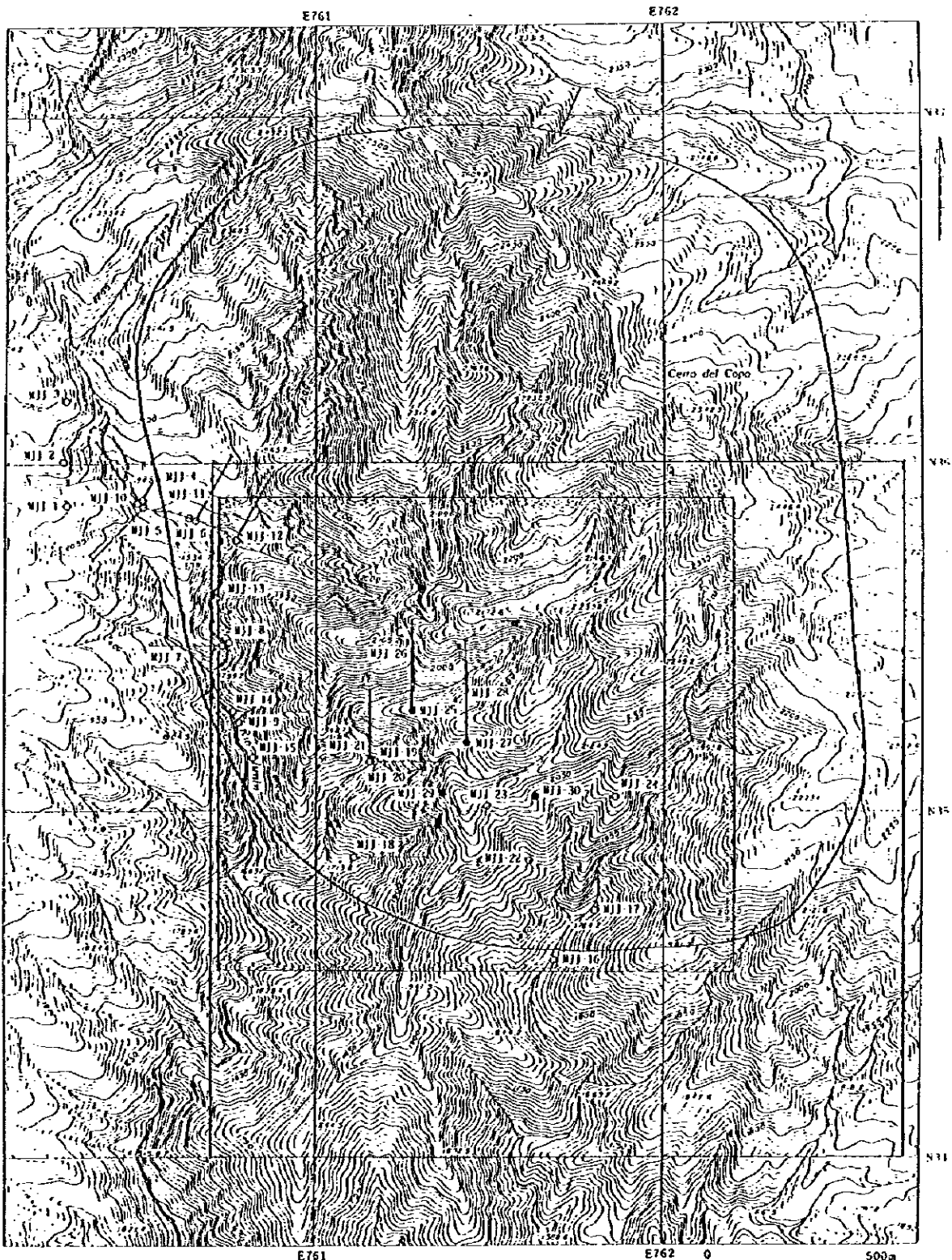
Se recomienda de llevar a cabo un estudio de prefactibilidad de desarrollo minero en base los resultados de las investigaciones arriba mencionados, por lo que es necesario de un plan de desarrollo minero tomando en cuenta el impacto medio ambiental que considere el área de reserva ecológica Cotacachi-Cayapasu en las parte norte del área del proyecto.

En base a los resultados hasta ahora encontrados, se recomiendan las siguientes investigaciones en el área de Imbaoeste (Fig. I-6-1):

- 1) Investigación geológica: estudio geológico de detalle con ejecución de trincheras en las quebradas Controversia, Rica, Fortuna y Verde.
- 2) Investigación geofísica: uso del método CSAMT en la parte norte y noreste del área estudiada en este año e incluyendo la quebrada Verde.
- 3) Investigación de perforación: perforación en la parte este del río Junín, en la corriente de la

quebrada Controversia, desde corriente media hacia agua arriba de la quebrada Rica, como también en la parte oeste y este de la quebrada Fortuna.

- 4) Estudios de prefactibilidad.
- 5) Estudios de impacto medio ambiental



- Lugar de Perforación (1996)
- Lugar de Perforación (1991-1995)
- ▨ Investigación Geológica (1996)
- Investigación Geofísica (1996)
- Área recomendada para la Exploración

Fig. I-6-1 Área recomendada para las investigaciones futuras en Imbaoste

PARTE II

DESCRIPCION DETALLADA

CAPITULO 1 INVESTIGACION GEOLOGICA

1-1 Propósito

El propósito de la investigación geológica es estudiar las relaciones de la geología y estructuras geológicas con las zonas mineralizadas del área de Imbaocste, como también determinar la configuración y extensión de las zonas de alteraciones en esta área.

1-2 Metodología

Las rutas de las investigaciones fueron levantadas topográficamente a través de una brújula Ushikata y cinta métrica y fueron conducidas a lo largo de los ríos, crestas y caminos abiertos para el transporte de las equipos de la perforación. Los resultados de estas investigaciones se han presentado en el mapa geológico (Apéndice 2) y en las secciones geológicas (Apéndice 3).

1-3 Resultados de la investigación

1-3-1 Geología y estructuras geológicas

La geología en el área en estudio y en las áreas circundantes están compuestas predominantemente por granodiorita y pórfidos variados. La granodiorita está correlacionado con el batolito Apuela-Nañegal. Los pórfidos, varían entre pórfido cuarcífero, pórfido diorítico y pórfido granodiorítico y se presentan como diques o pequeños cuerpos intruidos en el batolito granodiorítico.

Dentro del área de la investigación geológica se observaron numerosos diques de pórfido granodiorítico intruidos en granodiorita. Dichos diques tienen su buzamiento hacia el Sur y a lo largo de las direcciones preferenciales de ENE-WSW y de NW-SE, sin embargo la dirección predominante es ENE-WSW.

Debido a la variación en la composición de dichos diques, se distinguieron los siguientes tipos de rocas: roca con alto porcentaje de pórfido de cuarzo y plagioclasa (pórfido cuarcífero), roca con alto porcentaje de pórfido de plagioclasa y bajo de pórfido de cuarzo (pórfido granodiorítico), roca con bajo porcentaje de pórfidos y con matriz gruesa (porfirita).

En la superficie, las variaciones de composición en estos diques, se presentan enmascarados debido al fuerte intemperismo y alteraciones en estas rocas, dificultando el reconocimiento de dichas variaciones en la superficie.

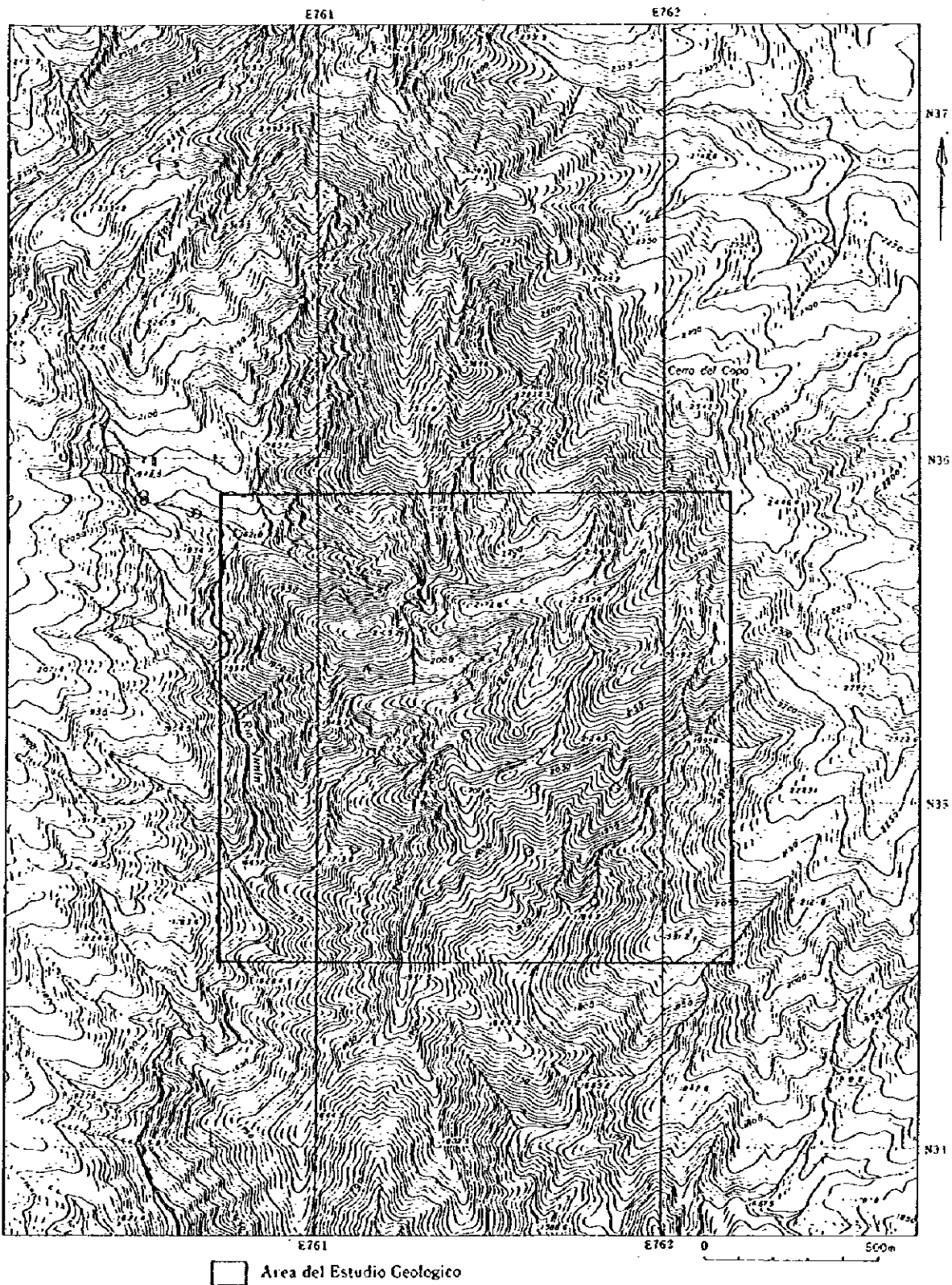


Fig. II-1-1 Ubicación del área de la investigación geológica en la zona central de Imbaoste

En lo que sigue se presentan algunas características de estas rocas, las que se determinaron por medio de estudios en secciones delgadas:

Pórfido cuarífero (número de muestra Y96003)

Textura: porfirítica

Pórfido: Cuarzo = plagioclasa → biotita. Alto porcentaje de pórfido de cuarzo y plagioclasa con dimensiones de 3mm hasta 5mm.

Matriz: Cuarzo, plagioclasa, sericita.

Minerales de alteración: Sericita, epidoto, clorita.

Pórfido granodiorítico (número de muestra Y96038)

Textura: porfirítica.

Pórfido: Plagioclasa → cuarzo → biotita = anfibolita. Alto porcentaje de plagioclasa.

Matriz: Cuarzo, plagioclasa, sericita, epidoto.

Minerales de alteración: Sericita, epidoto.

Porfirita (número de muestra Y96004)

Textura: porfirítica.

Pórfido: Plagioclasa → cuarzo. Bajo porcentaje de pórfidos.

Matriz: Cuarzo, plagioclasa, sericita, epidoto, clorita. Matriz gruesa.

Minerales de alteración: Cuarzo, sericita, clorita, epidoto.

En la quebrada Controversia se observa una falla de dirección ENE-WSW con buzamiento hacia el SSE. Otra falla con dirección N-S con buzamiento hacia el E fue constatada a lo largo del río Junín.

1-3-2 Mineralización

Mineralizaciones se observaron en el medio curso y en el ramal de la quebrada Controversia, en la parte arriba de la quebrada Rica y en la quebrada Fortuna tanto aguas arriba, como aguas abajo y en un ramal de esta quebrada. Las zonas mineralizadas se encuentran insertadas en pórfido granodiorítico y en la granodiorita que presentan alteraciones como silicificación y Sericitización. En estas zonas se observan disseminaciones y mallas de películas con pirita, calcopirita, molibdenita y bornita. En lo que sigue se hace una descripción de las zonas mineralizadas, conjuntamente con resultados analíticos de las muestras.

1) Medio curso de la quebrada Controversia

Mineralización: ancho: 324 m, Cu: 0.33%, Mo: 0.003% (en estos resultados están excluidos las muestras colectadas a lo largo de los caminos a los pozos MJJ-19 y MJJ-20). Estos resultados se encuentran correlacionados con la mineralización interceptada en los pozos MJJ-19 y MJJ-20.

Roca huésped: Pórfido granodiorítico y granodiorita.

Forma de mineralización: Malla de películas y disseminación.

Mineral: Pirita, calcopirita, covelina, bornita, magnetita. Estudios por medio de secciones pulidas presentan covelina y bornita de origen secundario.

Resultados de análisis químicos: ancho: 412 m, Cu: 0.28%, Mo: 0.005%.

2) Ramal de la quebrada Controversia

mineralización: La zona mineralizada está en las proximidades de la falla de dirección ENE-WSW, lo que comprueba la presencia de mineralización en zonas de fallas.

Roca huésped: Granodiorita y zona de falla.

Forma de mineralización: Disseminación.

Mineral: Bornita, calcocita, molibdenita y malaquita. Estudios por secciones pulidas presentaron bornita cambiando para calcocita y de esta forma la calcocita es secundario.

Resultados de análisis químicos: ancho: 60 m, Cu: 0.48%, Mo: 0.006%.

3) Quebrada Rica arriba

mineralización: Fuertemente mineralizada. Posiblemente representa la extensión nordeste de la mineralización interceptada en el pozo MJJ-27.

Roca huésped: Pórfido granodiorítico alterado y granodiorita alterada

Forma de mineralización: Disseminación

Mineral: Pirita, calcopirita, bornita, molibdenita. Rica en pirita. Estudios por secciones pulidas presentaron adicionalmente covelina, digenita y calcocita, siendo la covelina y calcocita de origen secundario.

Resultados de análisis químicos: ancho: 116 m, Cu: 0.39%, Mo: 0.005%.

4) Quebrada Fortuna arriba

mineralización: La zona mineralizada es ancha, pero la presencia de pirita es notable con bajo contenido de cobre.

Roca huésped: Pórfido granodiorítico alterado y granodiorita alterado.

Forma de mineralización: Malla de películas y disseminación.

Mineral: Pirita, calcopirita, bornita, molibdenita. Esencialmente pirita. Estudios por secciones pulidas presentaron adicionalmente covelina y calcocita de origen secundario.

Resultados de análisis químicos: ancho: 322 m, Cu: 0.18%, Mo: 0.003%.

5) Tributario de la quebrada Fortuna

mineralización: Debido a alta incidencia de cascadas el muestreo fue insuficiente, sin embargo se observa en forma notable la presencia de pirita con bajo contenido de cobre.

Roca huésped: Pórfido granodiorítico alterado y granodiorita.

Forma de mineralización: Diseminación.

Mineral: Esencialmente pirita. Estudios por sección pulida presentó muy poca calcopirita.

Resultados de análisis químicos: ancho: 34 m, Cu: 0.06%, Mo: 0.004%.

6) Quebrada Fortuna abajo

mineralización: Localmente buenas fajas mineralizadas, pero la presencia de pirita es alta y la zona mineralizada es de pequeña escala.

Roca huésped: Granodiorita alterado.

Forma de mineralización: Malla de películas y diseminación.

Mineral: Esencialmente pirita con algo de bornita. Estudios por secciones pulidas presentaron adicionalmente poca calcopirita y tennantita.

Resultados de análisis químicos: ancho: 88m, Cu: 0.17%, Mo: 0.001%.

1-3-3 Alteración

De los resultados de las observaciones a simple vista y a través de los análisis por rayos X, se puede distinguir 3 zonas de alteración hidrotermal con los siguientes minerales diagnósticos:

- i) cuarzo-sericita-clorita,
- ii) cuarzo-plagioclasa-clorita-epidoto y
- iii) cuarzo-plagioclasa-caolinita-montmorillonita.

1) cuarzo-sericita-clorita

Está distribuida desde la parte central hacia la parte norte y noroeste del área bajo estudio. Esta combinación de minerales diagnósticos se interpreta como correspondiente a la alteración filítica.

2) cuarzo-plagioclasa-clorita-epidoto

Está distribuida principalmente desde la parte oeste hacia la parte sudoeste y también en la parte este del área estudiada. Otra pequeña distribución se encuentra en la parte arriba de la quebrada Rica y en un tributario de la quebrada Fortuna. Esta combinación de minerales diagnósticos fue interpretado como correspondiente a la alteración propilítica.

3) cuarzo-plagioclasa-caolinita-montmorillonita

Presenta una pequeña distribución en las crestas del área bajo estudio.

Esta combinación de minerales diagnósticos se considera como resultado de el intemperismo.

1-3-4 Relación entre geología, mineralización y alteración

En el área bajo estudio, la granodiorita se encuentra intruida por numerosos diques de pórfido granodiorítico con dirección de ENE-WSW (Fig. II-1-2, Fig. II-1-3).

Mineralización se observó en el curso medio de la quebrada Controversia, en aguas arriba de la quebrada Rica y en la quebrada Fortuna. En estas localidades las mineralizaciones se presentan tanto en pórfido granodiorítico como en granodiorita, lo que sugiere que estas mineralizaciones están relacionadas a la actividad hidrotermal generada por el pórfido granodiorítico. De esta forma, se considera que la localización y extensión de las zonas mineralizadas son controladas por la distribución de pórfido granodiorítico. Además, la presencia de mineralizaciones de cobre alrededor de una zona de falla de dirección ENE-WSW, en el tributario de la quebrada Controversia, indica que la mineralización también está relacionada con la falla.

La presencia constante de minerales de alteración como cuarzo-sericita-clorita, asociadas con las mineralizaciones de cobre es indicativo que la silicificación y Sericitización están fuertemente relacionadas con estas mineralizaciones. La distribución de la zona de alteración, silicificación y sericitización es muy amplia y se extiende no solamente desde la parte central hacia la parte norte y noroeste de la área estudiada, como se suponía inicialmente, sino que también la zona mineralizada se extiende hacia el norte y noroeste (Fig. II-1-4).

1-3-5 Resultados de ensayos de laboratorio

Utilizando las muestras tomadas en el campo, se realizaron los siguientes ensayos de laboratorios: sección delgada de rocas (Apéndice 5), sección pulida de minerales (Apéndice 6), ensayos por rayos X (Apéndice 7), mediciones de temperatura de inclusión fluida (Apéndice 8), análisis químico de minerales (Apéndice 9) y datación de rocas (Apéndice 10).

Por los análisis al microscopio en secciones delgadas de rocas se pudo verificar que la granodiorita y pórfido granodiorítico presentan minerales de alteración como cuarzo, sericita, clorita y epidoto.

Por los análisis al microscopio en secciones pulidas de minerales se verificó que los sulfuros son principalmente pirita y calcopirita y que otros sulfuros como covelina y calcocita se presentan alrededor del cristal de la calcopirita llenando fracturas de la roca (Apéndice 11). A diferencia de lo observado en testigos de las perforaciones, la covelina y la calcocita se presentan mezclados, sin la textura original, indicando que estos dos minerales son de origen secundario como productos de

oxidación de la calcopirita.

De la mediciones de temperatura de inclusión fluida se pudo verificar que la temperatura de homogeneización está entre 180.3°C y 372.8°C. En el curso medio de la quebrada Controversia, hacia la parte superior de la quebrada Rica y la parte superior de la quebrada Fortuna, donde se observaron los mejores resultados analíticos para cobre, se obtuvieron temperaturas de mas de 300°C.

Por los estudios de datación de rocas se pudo obtener para granodiorita una edad de 7.51 \pm 0.17 Ma. Los estudios petrográficos indicaron que la alteración en granodiorita presentó minerales diagnósticos como cuarzo y sericita, lo que puede indicar un posible rejuvenecimiento.

Los pórfidos presentaron una edad de como 5.93 \pm 0.13 Ma. y 7.88 \pm 0.25 Ma. (Pórfido cuarcífero) y 5.81 \pm 0.13 Ma. (Pórfido granodiorítico). Dichos pórfidos puede dividirse en dos edades diferentes, pero la muestra de edad 5.81 \pm 0.13 Ma. (Pórfido granodiorítico) se localiza en las proximidades de la zona mineralizada pudiendo de esta forma haber sido rejuvenecido por la alteración. La edad de 5.93 \pm 0.13 Ma. (Pórfido cuarcífero) es muy próxima a la edad de Pórfido granodiorítico indicando también posible rejuvenecimiento por alteración. La edad de 7.88 \pm 0.25 Ma. (Pórfido cuarcífero) es muy próxima de la edad de granodiorita 7.51 \pm 0.17 Ma., pero con posibilidad de rejuvenecimiento por alteración.

Todos los resultados de datación indicaron alteración y en consecuencia existe la posibilidad de rejuvenecimiento, sin embargo, se ve la posibilidad que algunos diques de pórfido granodiorítico se hayan intruido durante una edad muy próxima a la granodiorita.

1-4 Conclusiones

Del conjunto de las investigaciones se pueden mencionar las siguientes conclusiones: Durante las investigaciones realizadas este año se pudo constatar que numerosos diques de pórfido granodiorítico con dirección ENE-WSW y buzamiento hacia el sur se encuentran intruidos dentro del batolito granodiorítico. Estos diques varían desde pórfido cuarcífero, pórfido granodiorítico hasta porfírita.

A lo anterior se puede añadir la confirmación de la presencia de dos fallas, una con dirección ENE-WSW con buzamiento SSE y otra con dirección N-S con buzamiento para E, las mismas que demuestran tener una posible relación con la mineralización.

Mineralizaciones fueron observadas en el medio curso y en un tributario de la quebrada Controversia, en la parte superior de la quebrada Rica y en la quebrada Fortuna tanto en la parte superior, como en la parte inferior y en un tributario de esta quebrada. Las zonas mineralizadas se encuentran insertadas en pórfido granodiorítico y en la granodiorita que presentan alteraciones como silicificación y sericitización. En estas zonas se observan diseminaciones y mallas de

películas con pirita, calcopirita, molibdenita y bornita. Las mineralizaciones en el medio curso de la quebrada Controversia (ancho: 324 m, Cu: 0.33%, Mo: 0.003%) y en la parte superior de la quebrada Rica (ancho: 116 m, Cu: 0.39%, Mo: 0.005%) presentaran relativamente buenos resultados y se les puede considerar como extensiones de las zonas mineralizadas interceptadas en los pozos MJJ-19, MJJ-20 y MJJ-27.

En la quebrada Fortuna en la partes superior e inferior y en tributario de esta quebrada, se encuentran mineralizaciones que son anchas, pero con una notable presencia de pirita con bajo contenido de cobre.

Los estudios de secciones pulidas permitieron identificar covelina y calcocita de origen secundaria sugiriendo la posibilidad de depósitos originados por enriquecimiento secundario, sin embargo, la falta de minerales secundarios vistos en testigos de las perforaciones demuestran que el enriquecimiento secundario es de pequeña escala.

La combinación de los minerales, cuarzo-plagioclasa-sericita que representa la zona de alteración filítica se encuentra distribuida desde la parte central hacia la parte norte y noreste del área estudiado, concluyéndose que dicha zona que presenta alta potencialidad para mineralizaciones se extiende hacia el norte y noreste. La zona propilitica representada por la combinación de minerales cuarzo-plagioclasa-clorita-epidoto, se encuentra distribuida principalmente desde la parte oeste hacia la parte sudoeste y también en la parte este del área bajo estudio. Además, la zona representada por caolín de origen intempérico presenta pequeñas distribuciones en las crestas del área central.

Los resultados de datación de rocas indican procesos de alteración y por ende, la posibilidad de rejuvenecimiento de estas rocas, aunque se puede asumir también que algunos diques de pórfido granodiorítico intruyeron en edad muy próxima a la granodiorita.

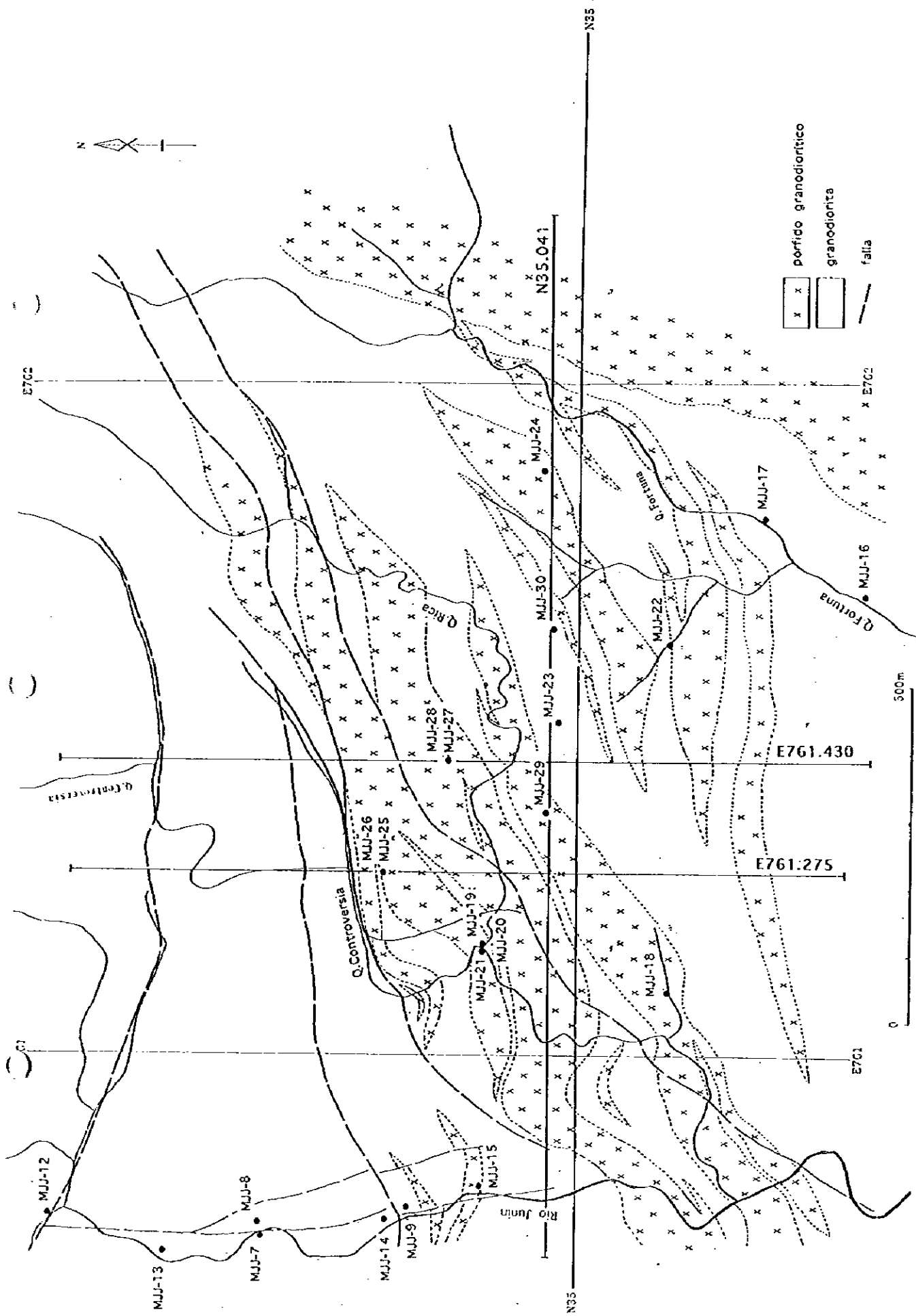
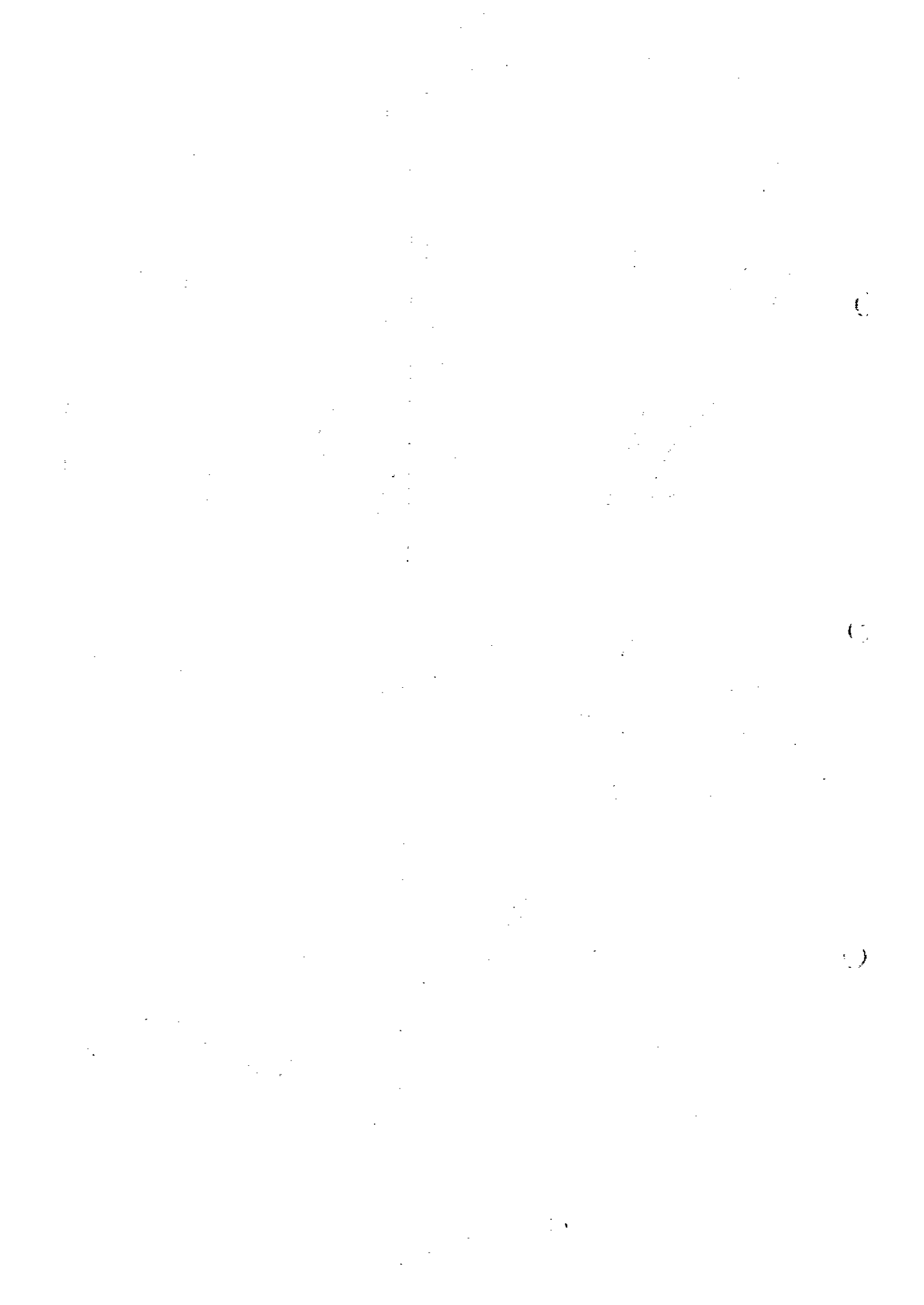
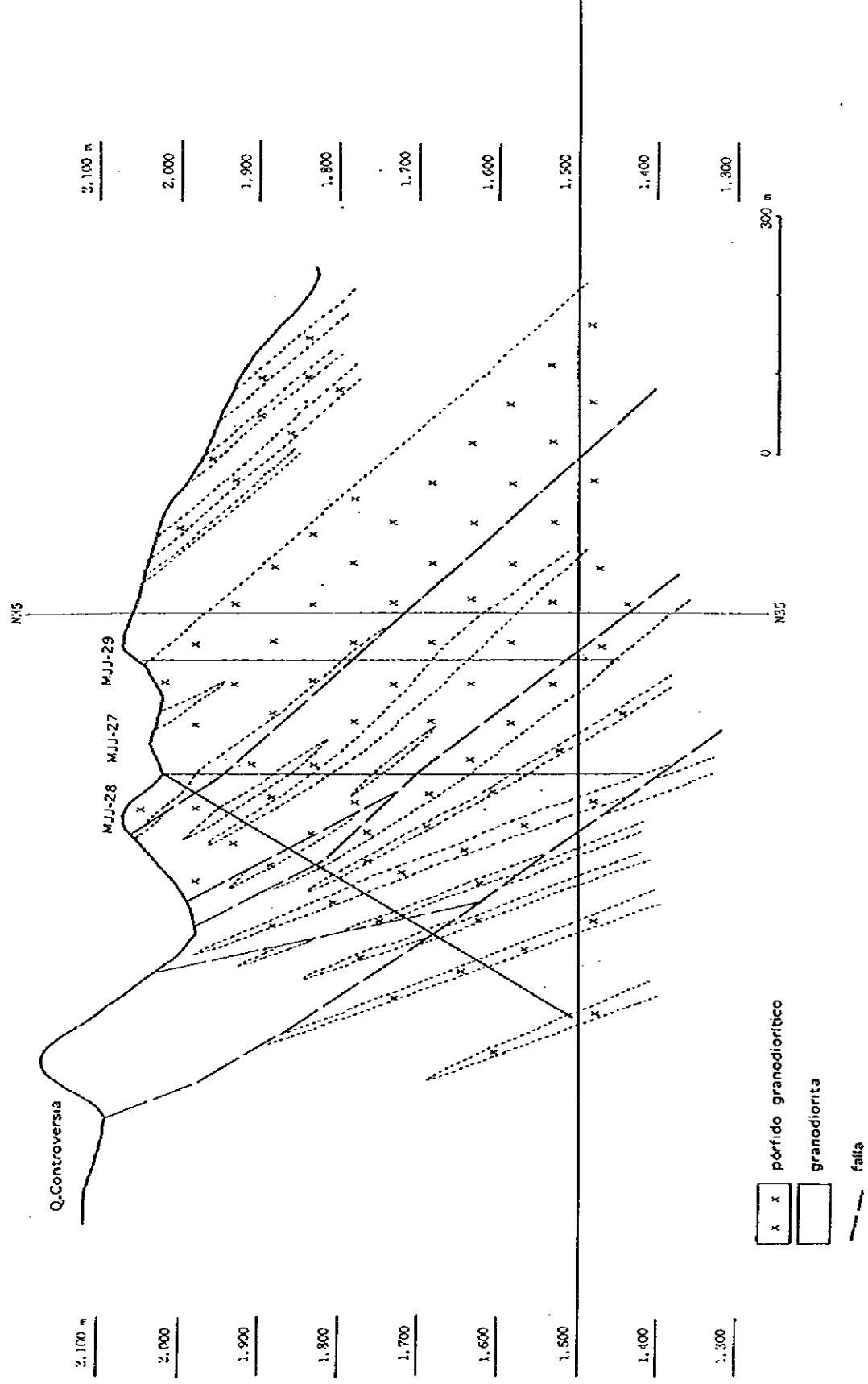
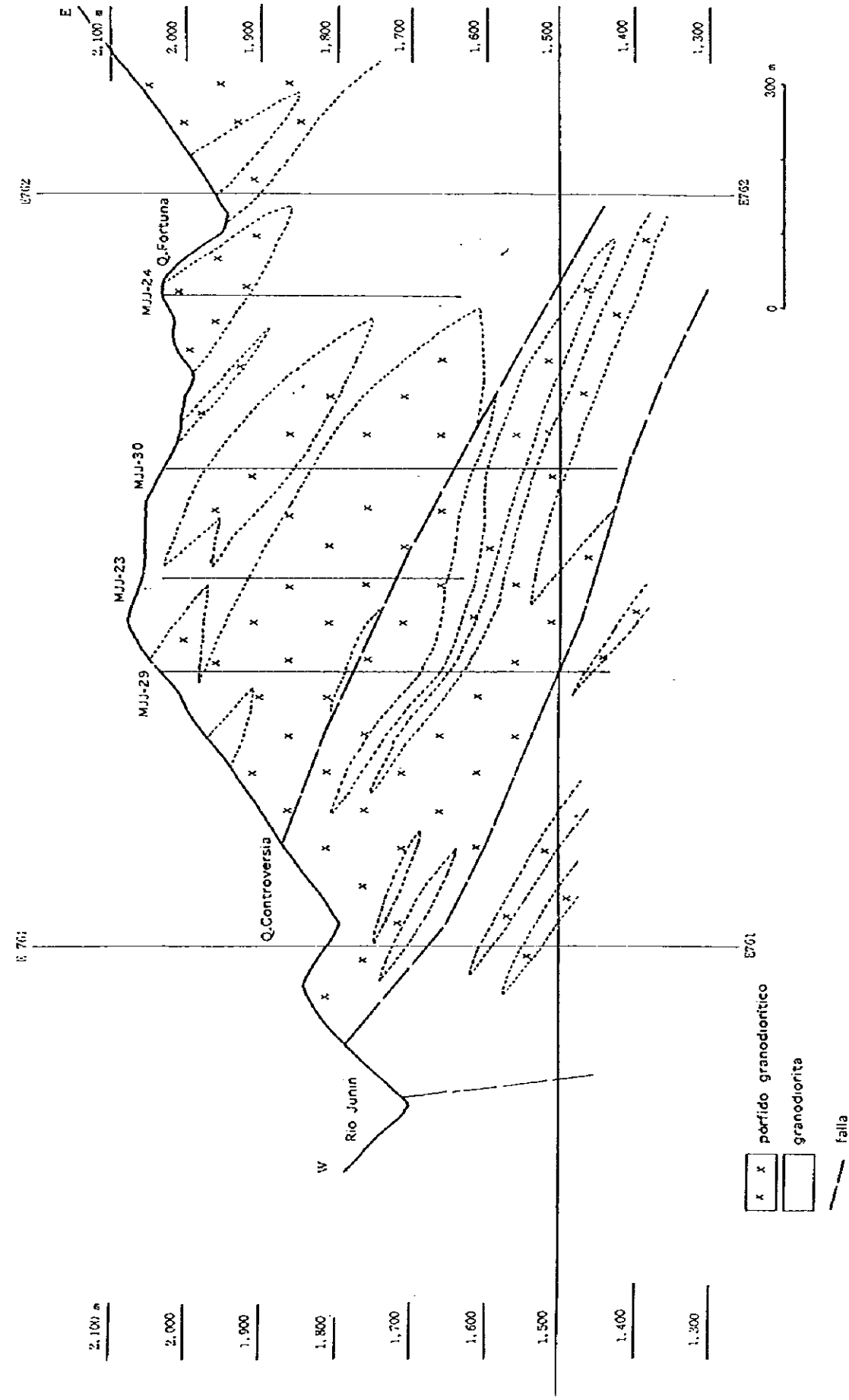


Fig. II-1-2 Mapa geológico de la zona central de Imbaoste





E761.430



N35.041

Fig. II-1-3 Perfiles geológicos de la zona central de Imbaocste

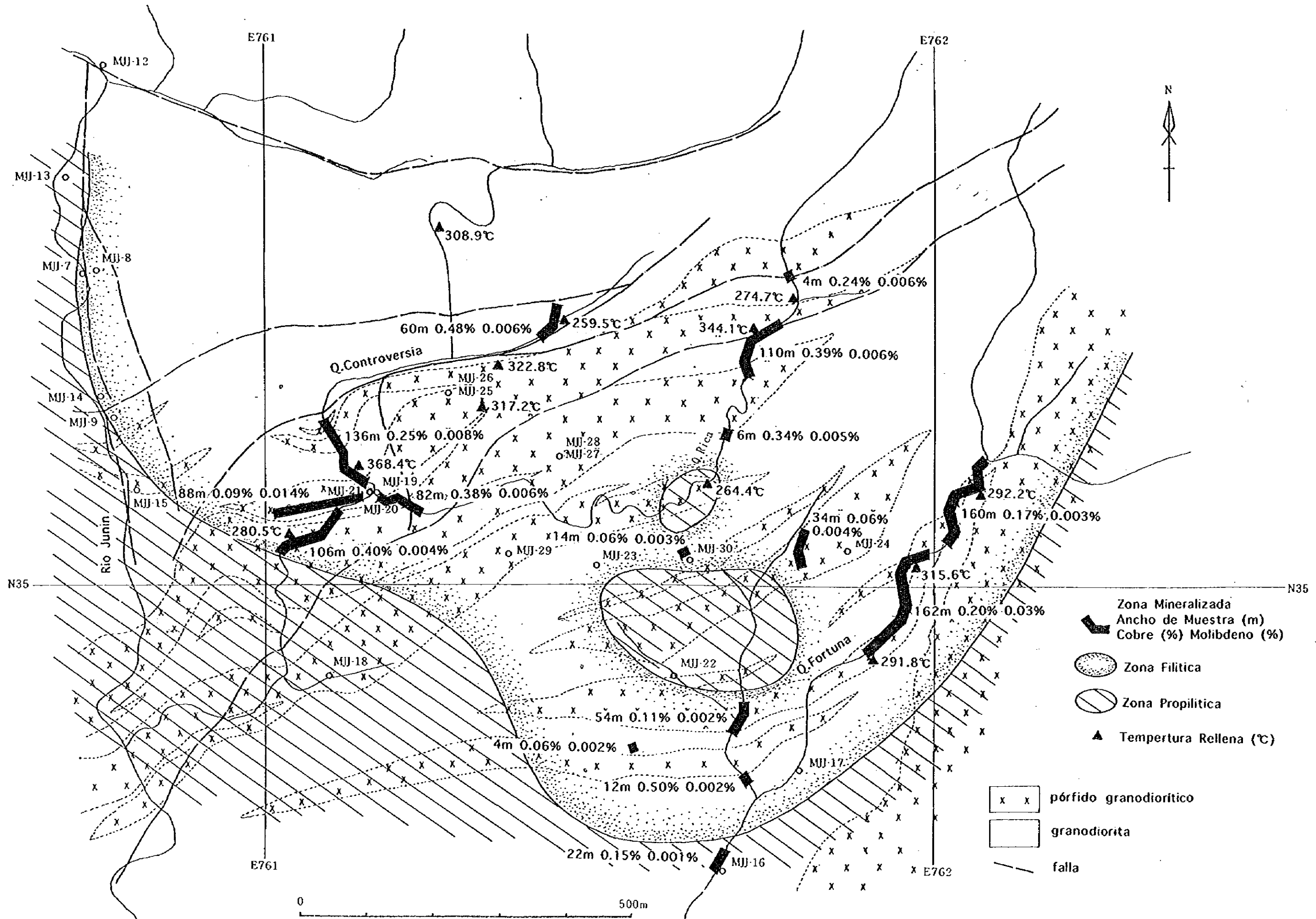


Fig. II-1-4 Resultados compilados de la investigación geológica en la zona central de Imbaoste

CAPITULO 2 INVESTIGACION GEOFISICA

2-1 Propósito de la investigación

Esclarecer la relación existente entre las estructura resistiva y geológica , como también comprender la forma de distribución de la mineralización utilizando el método geofísico CSAMT en el área de Imbaocste de la provincia de Imbabura de la República de Ecuador.

2-2 Metodología

2-2-1 Principios básicos del método de CSAMT

El método CSAMT (Audio Magneto Telúrico de Fuente Controlada) es una técnica de sondeo electromagnético de alta resolución que mide los campos eléctricos y magnéticos producidos por una fuente artificial. Para resolver el problema de los niveles de las señales naturales asociados con el método magneto telúrico (MT) , esta técnica utiliza en su lugar una fuente controlada compuesta por un dipolo eléctrico puesto a tierra en forma fija la cual provee corrientes estables y confiables a varias frecuencias dentro del rango AMT (de 1 Hz a 2,000 Hz). Este dipolo transmisor esta compuesto por 2 juegos de electrodos de corriente espaciados entre 1.5 a 2.0 Km. y localizado a distancias suficientemente lejos del aparato receptor de señales en tal manera que las señales de onda incidentes se comportan como ondas planas cuando llegan al equipo receptor.

Las mediciones de amplitud y variaciones de fase del campo eléctrico y de su campo asociado perpendicular campo magnético a diferentes AMT frecuencias están relacionadas con la resistividad de la tierra por medio de la bien conocida relación MT (Resistividad de Cagniard):

$$\rho_a = \frac{1}{5f} \left| \frac{E_x}{H_y} \right|^2$$

donde ρ = Resistividad aparente (Ω -m)

f = Frecuencia (Hz)

E = Campo eléctrico (V/m)

H = Campo magnético (A/m)

Las ondas electromagnéticas de alta frecuencia son altamente atenuadas en las capas superficiales de la tierra, mientras que las ondas de baja frecuencias penetran a mas profundidad, aun en terrenos conductivos. La profundidad que los campos que penetran a la tierra se puede determinar por medio del concepto de efecto de piel, que se basa en el hecho que en una tierra de propiedades uniformes, los campos eléctricos y magnéticos disminuyen en forma exponencial con la

profundidad, de tal manera que la profundidad de penetración(d) en metros esta relacionado con la resistividad (ρ) del terreno en Ωm y la frecuencia (f) de la señal transmitida en Hz, por la ecuación siguiente:

$$d = 503 \left(\frac{\rho}{f} \right)^{\frac{1}{2}}$$

Esta ecuación indica que cuando se varia la frecuencia de la señal, se pueden obtener sondeos verticales continuos y que frecuencias mas bajas se requieren cuando se quiere una mejor profundidad de exploración.

2-2-2 Procedimiento de campo

Los electrodos de corriente para la transmisión de la corriente se ubicaron de tal manera que la distancia entre dichos electrodos y las estaciones a medir era de mas de 5 Kms, como se indica en la Fig. II-2-1. La distancia entre los dos electrodos de corriente era de alrededor de 2 Kms y para lograr un mejor contacto con la tierra, se utilizó de rejillas metálicas cubiertas con aluminio y varios electrodos metálicos como de 1 metro de largo enterrados en. Con este arreglo se logró una resistencia de contacto como de 100 Ω , con lo que se logró enviar corrientes máximas de alrededor de 10.8 Amperios.

Las estaciones se localizaron principalmente a lo largo de crestas o bien a lo largo de los ríos o quebradas. De esta manera 91 estaciones, separadas entre 100 y 150 metros entre si, se localizaron como se indica en la Fig. II-2-2. Para su localización también se ocupó brújulas del tipo Ushikata a lo largo de rutas establecidas. Dos componentes horizontales del campo electromagnético son medidos: una componente de campo eléctrico paralelo al dipolo transmisor (E_x) y una componente perpendicular de campo magnético (H_y). La componente de campo eléctrico se mide como una diferencia de potencial a través de un dipolo de como 30 metros de longitud, el cual termina a ambos lados por medio de tarros porosos en contacto con la tierra y con una resistencia de menos de 10K Ω . El campo magnético se detecta por medio de una antena de embobinado de inducción por ferrita colocado cerca del centro del dipolo eléctrico. Las señales E_x y H_y llegan a un receptor el cual numeriza, apila y promedia hasta que datos suficientemente precisos han sido obtenidos. Durante el levantamiento, las mediciones se tomaron 3 veces con el objeto de obtener datos confiables y suficientemente precisos, sin embargo a frecuencias bajas se observa un efecto llamado efecto de campo próximo la cual causa saturación de la señal y previene por lo tanto adquisición adecuada de los datos. En este levantamiento el efecto de campo próximo se observó por lo general en las frecuencias abajo de los 64 o 128 Hz.

La Fig. II-2-3 ilustra en forma pictórica la forma en que las medidas se tomaron

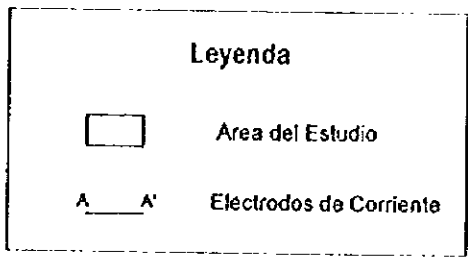
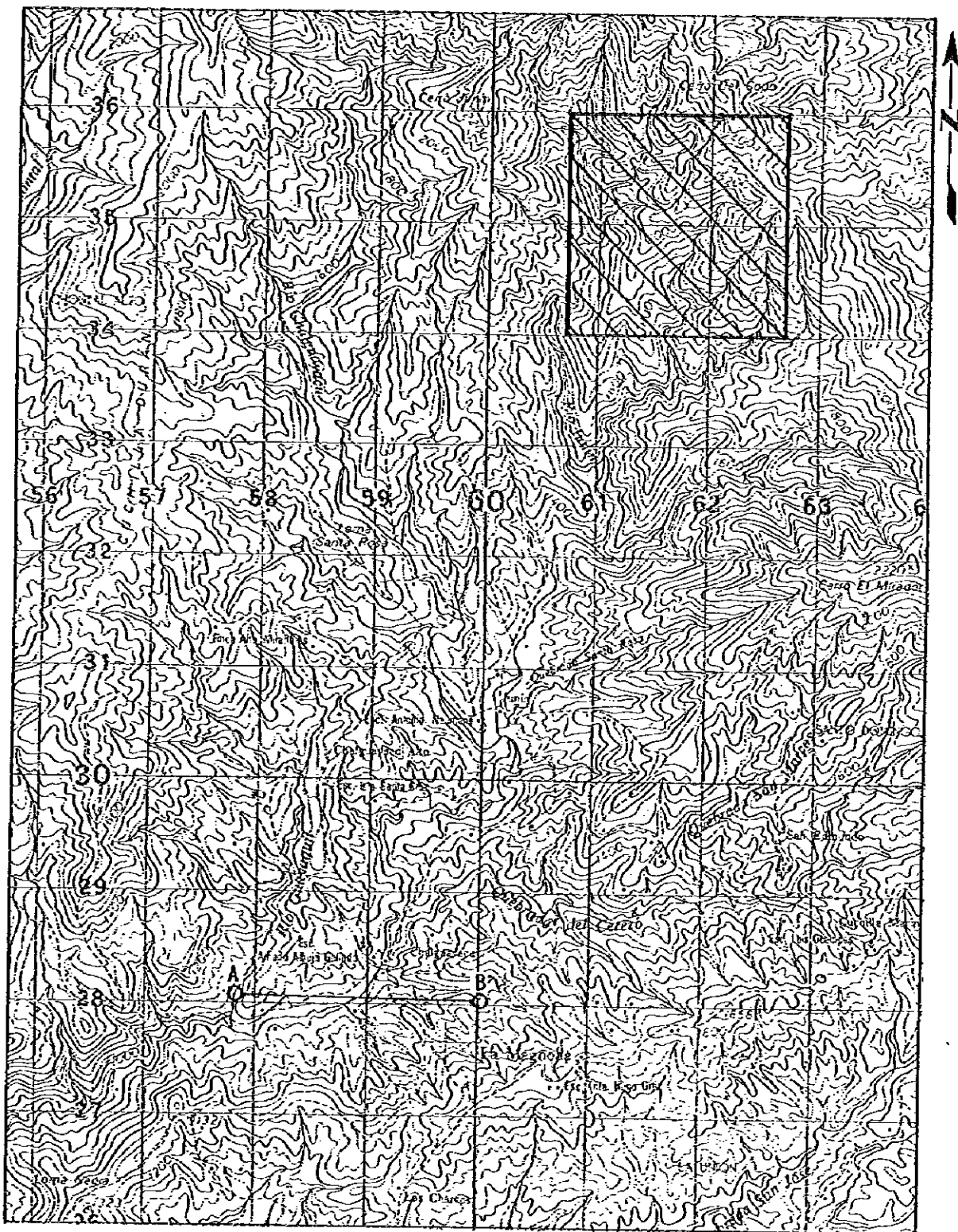


Fig. II-2-1 Mapa de ubicación del área de la investigación geofísica en la zona central de Imbaoste

1. The first part of the document discusses the importance of maintaining accurate records of all transactions and activities. It emphasizes that proper record-keeping is essential for transparency and accountability, particularly in the context of public administration and government operations. The text notes that without reliable records, it becomes difficult to track the flow of funds and resources, which can lead to inefficiencies and potential misuse.

2. The second part of the document outlines the various methods and tools used to collect and analyze data. It mentions the use of surveys, interviews, and focus groups to gather qualitative information, as well as the application of statistical software for quantitative analysis. The author highlights that a combination of these methods provides a more comprehensive understanding of the issues being studied. Additionally, the text discusses the importance of ensuring the reliability and validity of the data collected, which involves careful planning and execution of the research process.

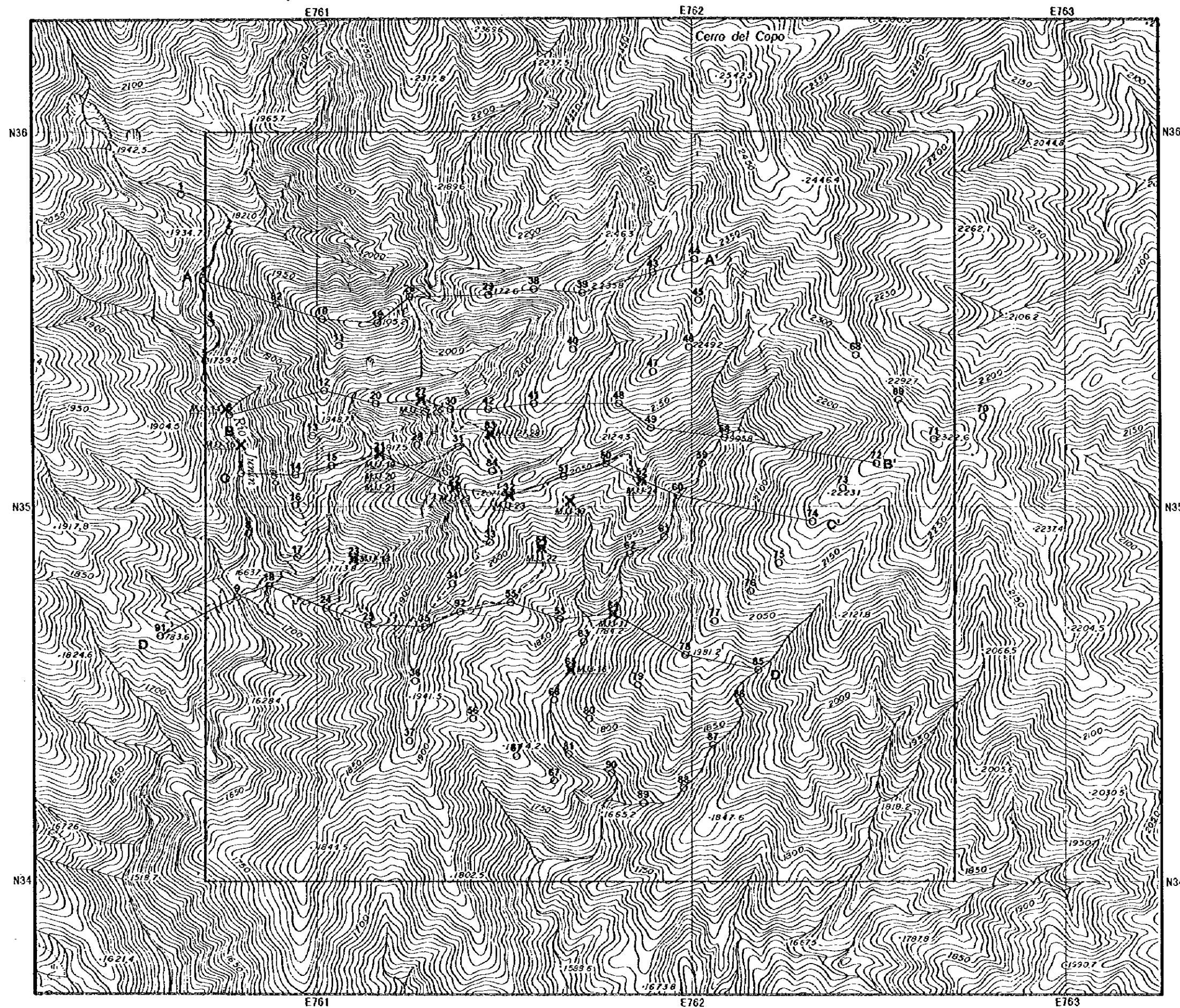
3. The third part of the document focuses on the challenges and limitations of the research process. It identifies several common obstacles, such as limited access to data, time constraints, and the complexity of the subject matter. The author suggests that researchers should be aware of these challenges from the outset and develop strategies to mitigate them. For example, building strong relationships with data providers and clearly defining the research objectives can help overcome some of these barriers. The text also notes that while research provides valuable insights, it is not without its limitations, and researchers should be transparent about the scope and potential biases of their findings.

4. The final part of the document discusses the implications of the research findings and the role of the researcher in society. It argues that research should not only be conducted for the sake of knowledge but also to inform policy and practice. The author emphasizes that researchers have a responsibility to communicate their findings in a clear and accessible manner, so that they can be used to address real-world problems. The text concludes by noting that while research is a complex and often challenging endeavor, it is a vital part of the process of understanding and improving the world around us.

()

()

()



N

↑

Leyenda

○	Estación CSAMT
×	Pozo
A—A'	Sección
□	Area del Levantamiento

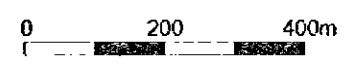
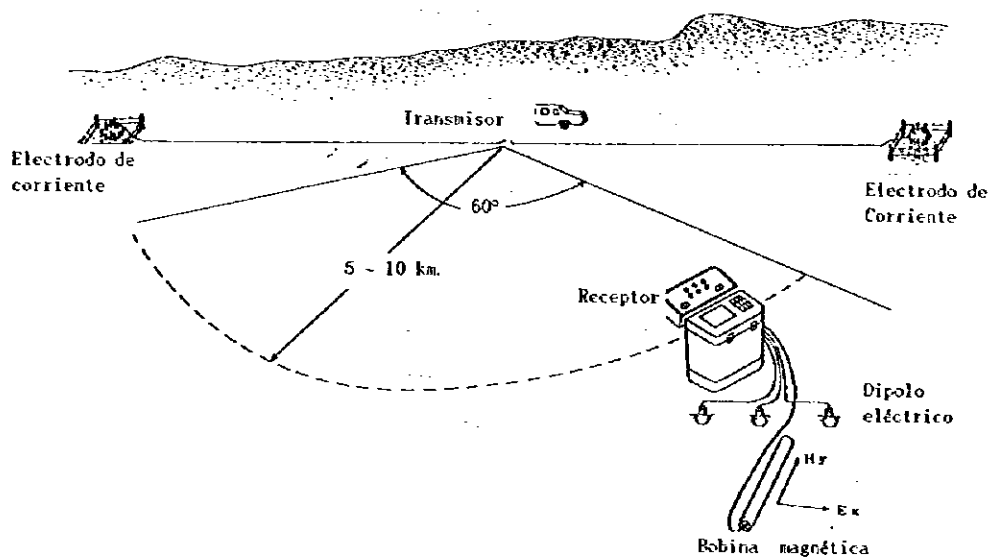


Fig. II-2-2 Mapa de localización de las estaciones CSAMT

Fig.II-2-3 Descripción esquemática del método de CSAMT



2-2-3 Especificaciones del equipo

Básicamente el equipo consiste de un sistema receptor y un sistema transmisor.

El sistema de recepción está compuesto por un sensor de embobinado magnético usado para medir el campo magnético, tarros porosos para medir el dipolo eléctrico y la unidad receptora procesadora de datos (GDP-16) fabricada por la compañía Zonge (Zonge Engineering & research Organization).

El equipo utilizado para el sistema de transmisión consiste de una consola transmisora, un dispositivo para controlar la frecuencia y de un generador a motor.

Tabla II-2-1 Especificaciones del equipo de CSAMT

TRANSMISOR	
a) Generador	Honda Potencia Máx. 5 HP
b) Transmisor	CH-90 Chiba Denshi, Japan Potencia de salida: 1,200V Corriente de salida: 0.2 ~ 20 Amp. Frecuencia: DC ~ 8,192 Hz
c) Controlador de Transmisión	XMT-16, Zonge Engineering Co. Rango de frecuencia: 0.001 ~
RECEPTOR	
a) Procesador de datos	GDP-16/3can. Zonge Engineering Co. Un 16 bit A/D Ganancia in pasos binarios de 1/8 a 4,096 Hz Señal mínima detectable 0.03 μ V Voltaje máximo de entrada 10V Impedancia de entrada DC ~ 10M Ω Rango dinámico 160 dB Compensador de SP \pm 2V RAM 512 KB A/D convertidor 16 bit Filtro supresor de banda 50/150,60/180 Hz
b) Sensor Magnético	ANT/I Zonge Engineering Embobinado de inducción por Ferrita Rango de frecuencia 1/8 ~ 4,096 Hz Precisión 0.5mV/ γ . Hz

2-2-4 Mediciones eléctricas en muestras de roca

Con el objeto de complementar los resultados de resistividad medidos en el campo por el levantamiento geofísico, se midieron también las propiedades eléctricas de muestras de rocas tomadas tanto de los afloramientos en el área como también de los testigos de las perforaciones. Un total de 34 muestras se recolectaron para determinar su resistividad eléctrica y su cargabilidad de polarización inducida.

2-2-5 Método de análisis

El análisis de los datos del levantamiento CSAMT realizado en el área de Imbaoceste fue llevado a cabo según el diagrama de flujo descrito en la Fig. II-2-4.

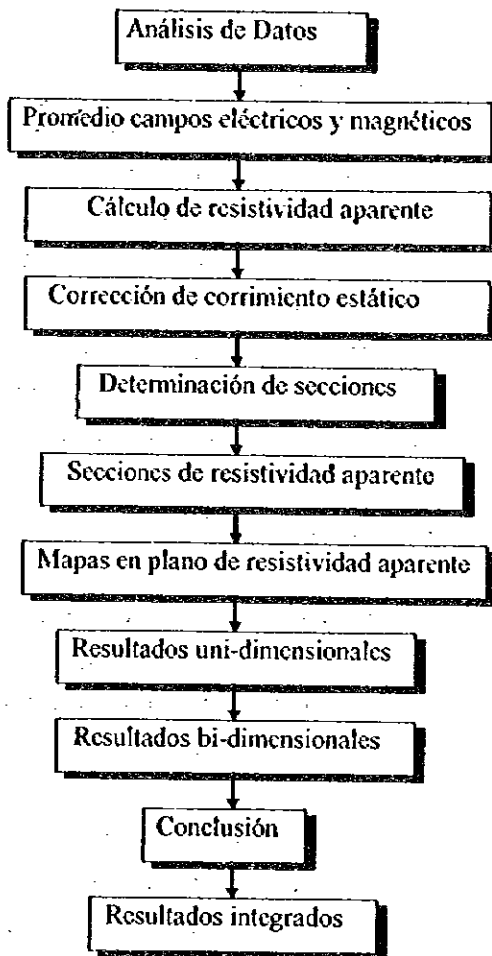


Fig. II-2-4 Diagrama de flujo para el análisis de CSAMT

(1) Corrección por corrimiento estático

Una de las dificultades encontradas en el análisis de los datos en el método CSAMT es el llamado efecto estático, que es el corrimiento paralelo en la parte de las frecuencia bajas en las curvas de resistividad aparente debido a la existencia de anomalías superficiales y de carácter local. El análisis uni-dimensional de los datos de CSAMT, que son afectados por dicho efecto estático,

pueden conducir a una errónea interpretación en la estructura eléctrica si no se aplica dicha corrección a los datos.

Análisis bi-dimensional de los datos de CSAMT es capaz de tratar con el efecto estático por medio de la incorporación de estructuras detalladas de distribuciones de resistividad superficiales en modelos de resistividad bi-dimensional.

En esta área, la topografía es bastante escarpada, por lo que las crestas son angostas y los valles profundos. Puesto que las estaciones de CSAMT se ubicaron en su mayoría sobre las partes altas de las crestas y sobre las partes bajas de los valles, las mediciones de resistividad son sin lugar a dudas influenciadas por los efectos topográficos, es decir por efectos de corrimiento estático, por lo que las resistividades aparentes resultan mas bajas en las crestas y mas altas en los valles. Si este es el caso, el análisis uni-dimensional no resulta del todo razonable y por lo tanto, correcciones de corrimiento estático se llevaron a cabo de la siguiente manera:

- El área de 5 Km² cubierta por el levantamiento geofísico, es además de ser relativamente pequeña, se puede asumir que la resistividad medida es el resultado de simplificar la geología como formada por una clase de granodiorita.
- La estructura geoelectrica en esta área se puede agrupar dentro de un reducido número de curvas de resistividad aparente.
- La diferencia en resistividades en cada estación está relacionada por factores como meteorización, mineralización, alteración, etc., por lo que el mismo patrón de resistividad aparente se vincula con estructura similar, sin tomar en cuenta los efectos superficiales cerca de la superficie que existen a las frecuencias mas altas.

La corrección del corrimiento estático se determinó de la siguiente manera:

- Una curva promedio de resistividad aparente se preparó utilizando todas las estaciones medida.
- Correlación existente entre dicha curva y las curvas por estación son calculadas.
- Dependiendo de dicha correlación, las curvas de resistividad aparente se separaron en tres grupos, según si la correlación calculada resultó alta, baja o negativa. Una curva promedio se prepara por cada grupo para el análisis uni-dimensional.
- Las resistividades aparentes medidas se promedian para cada estación, por lo que el factor de corrección para cada estación se determina como su diferencia con respecto a la resistividad aparente promedio.

(2) Análisis uni-dimensional

Antes de hacer uso de los modelos uni-dimensionales, los datos observados son primero corregidos por corrimiento estático. En base a los datos corregidos, el modelado uni-dimensional calcula por procesos directos y de inversión los campos magnéticos y eléctricos provenientes de

capas estratificadas.

(3) Análisis bi-dimensional

El análisis bi-dimensional realizado para procesar los datos de CSAMT se basa en un código en Fortran desarrollado por los Drs. Uchida y Ogawa del Servicio Geológico de Japón (GSJ).

El método que se utiliza es el método de los elementos finitos (FEM), en la cual el espacio (la sección vertical) a analizar se discretiza en cierto número de elementos o bloques rectangulares. Los tamaños de los bloques se deciden en base a las profundidades de penetración (efecto pelicular) de las frecuencias máxima y mínima utilizadas. La topografía se incorpora por medio de un corrimiento vertical de los nodos de los bloques de acuerdo a la elevación de la superficie. Después de varias iteraciones, los valores finales de resistividad son ploteados en cada bloque y se trazan los contornos usando el centro de cada bloque como su valor representativo.

El código básicamente consiste de 2 partes: uno es el directo, el cual usa el método FEM y la otra es inversión.

Las mediciones de CSAMT se realizaron en el modo transversal de inducción TM, es decir el campo eléctrico es perpendicular al rumbo de la anomalía geológica, de tal manera que en los cálculos bi-dimensionales se utiliza el mismo modo transversal TM. Dicho resultado permitió analizar las secciones paralelas a la dirección aproximada E-W del dipolo transmisor.

2-3 Resultados

2-3-1 Mediciones en muestras de roca

34 muestras de rocas se recolectaron de afloramientos y de testigos de perforaciones ubicadas en el área bajo estudio. Tanto su ubicación como mediciones obtenidas en el laboratorio, se describen en la Tabla II-2-2. Los valores de la resistividad de las muestras medidas en el laboratorio oscilaron entre 243 y 75200 Ωm , mientras que los valores de cargabilidad de polarización inducida variaron entre 1.3 y 45.4 mV/V.

A partir de la ubicación de dichas muestras y del conocimiento de sus propiedades eléctricas, se puede inferir una posible estructura de resistividad del área.

Tabla II-2-2 Propiedades eléctricas de muestras de rocas

No.	Ubicación	Tipo de roca	Resist(Ω m)	Carzab.	Observaciones
1	MII-25(118.80m)	Roca Alterada	6.150	9.3	(1), (4)
2	MII-25(238.00m)	Roca Alterada	6.020	7.2	(1), (5)
3	MII-25(363.20m)	Granodiorita	4.940	11.8	
4	MII-25(427.50m)	Granodiorita	498	1.3	
5	MII-25(476.20m)	Granodiorita	3.500	12.5	
6	MII-27(13.80m)	Pórfido Granodiorita	4.750	7.1	
7	MII-27(59.40m)	Granodiorita	791	9.4	
8	MII-27(122.0m)	Pórfido Granodiorita	744	11.8	
9	MII-27(123.40m)	Pórfido Granodiorita	578	3.8	
10	MII-27(184.85m)	Granodiorita	1.340	10.8	
11	MII-27(280.40m)	Roca Alterada	2.680	12.2	(1), (4)
12	MII-27(328.30m)	Roca Alterada	2.280	11.6	(2), (3)
13	MII-27(382.20m)	Roca Alterada	2.410	5.6	(1), (3)
14	MII-27(471.60m)	Granodiorita	243	7.0	
15	MII-29(60.60m)	Pórfido de Cuarzo	2.100	12.6	
16	MII-29(242.80m)	Roca Alterada	900	45.4	(2), (4)
17	MII-29(360.40m)	Granodiorita	3.920	10.2	
18	MII-29(390.20m)	Roca Alterada	2.100	16.5	(2), (4)
19	MII-29(541.60m)	Roca Alterada	3.370	29.0	(1), (4)
20	MII-30(34.00m)	Granodiorita	589	11.6	
21	MII-30(99.50m)	Pórfido de Cuarzo	540	12.2	
22	MII-30(319.50m)	Pórfido Granodiorita	1.250	9.9	
23	MII-30(498.50m)	Roca Alterada	1.580	9.6	(1), (3)
24	MII-30(516.70m)	Roca Alterada	904	16.1	(1), (3)
25	MII-30(566.15m)	Roca Alterada	1.990	12.1	(2), (3)
26	Y96001	Granodiorita	13.100	7.8	
27	Y96002	Pórfido Granodiorita	14.100	14.0	
28	Y96004	Pórfido Granodiorita	19.100	12.0	
29	Y96006	Granodiorita	24.900	10.7	
30	Y96007	Granodiorita	6.300	18.9	
31	Y96011	Granodiorita	75.200	7.0	
32	Y96019	Pórfido Granodiorita	29.900	2.9	
33	Y96336	Pórfido de Cuarzo	1.045	9.3	
34	Y96143	Granodiorita	3.510	6.1	

- Notas: (1) Silicificación fuerte, (2) Silicificación mediana
(3) Sericitización fuerte (4) Sericitización mediana
(5) Sericitización débil

Abreviaciones:

cargab.: cargabilidad de polarización inducida, en mV/V

resist.: resistividad eléctrica, en Ωm

2-3-2 Curvas de resistividad aparente

Ya que el análisis uni-dimensional de los datos CSAMT que son afectados por el efecto estático puede que lleven a errores de interpretación, es necesario aplicar una adecuada corrección para minimizar dicho efecto.

Como se indica en la Fig. II-2-5, a las curvas de resistividad aparente de las estaciones medidas se les aplicó una corrección de corrimiento de efecto estático. El análisis del patrón de curva de resistividad aparente para cada estación llevó a la separación de las curvas en 3 grupos: A, B y C.

Grupo A: las estaciones dentro de este grupo, muestran una alta correlación con respecto a la curva promedio de resistividad aparente, la cual a partir de los niveles de frecuencia altos muestran el patrón de resistividad aparente: Alta~Baja~Alta, estando los valores de resistividad aparente distribuidos ampliamente entre valores de menos de 1 Ωm hasta 1000 Ωm . En estas curvas, el efecto de campo próximo aparece desde la frecuencia de 64 Hz. Las correcciones estáticas aplicadas a estas estaciones, ubicadas todas sobre las crestas, son en su mayoría del tipo ascendente (corrimiento positivo), las cuales después de la corrección sus valores de resistividad se concentran alrededor de 200 Ωm .

Grupo B: Estaciones de este grupo muestran una baja correlación con respecto a la curva promedio, indicando un patrón de resistividad aparente de Mediana~Baja~Alta, estando los valores de resistividad aparente distribuidos entre los 10 y 1000 (m si es que no se toma en cuenta los resultados de la estación No. 52. El efecto de campo próximo aparece desde los 64 o 128 Hz. Las correcciones estáticas aplicadas a este grupo de curvas es descendente. Las estaciones de este grupo están ubicadas tanto en cresta como en valle, sin embargo, la mayoría de estas están sobre crestas a lo largo de la dirección E-W.

Grupo C: Las estaciones de este grupo reflejan una correlación negativa, e indicando un patrón del tipo: Bajo~Bajo~Alto. El efecto de campo próximo aparece desde los 128 Hz y con valores de resistividad aparente que oscilan entre 100 y 10000 Ωm . Si se excluye la estación No. 91, todas las estaciones están ubicadas sobre valle, por lo que la corrección que se aplica es del tipo descendente.

Las curvas de resistividad aparente que se obtuvieron para todas las estaciones fueron sometidas a un análisis uni-dimensional tal como se indica en el apéndice 12.

2-3-3 Distribución de la resistividad aparente

(1) Secciones de resistividad aparente

Un total de 4 secciones (A, B, C y D) de resistividad aparente, como se indica en el apéndice 19, fueron elaboradas a lo largo de la dirección E-W.

En general se observa que en las crestas a lo largo de la dirección N-S, se encuentran estaciones con resistividades bajas de menos de $100\Omega m$ y en los valles, resistividades de más de $600\Omega m$. Este hecho está relacionado con el efecto topográfico (efecto de corrimiento estático). Sin dicho tipo de corrección se observa baja resistividad en las crestas y alta resistividad en los valles. Inspección de las secciones A y D indican que la resistividad aparente disminuye de norte a sur.

(2) Mapa en plano de la resistividad aparente

Para el análisis de la información se elaboraron mapas en plano utilizando un total de 3 frecuencias, es decir, frecuencias de 256, 1024 y 4096 Hz. Para la elaboración de los mapas se utilizaron tanto los datos medidos como también los corregidos por corrimiento estático. Fig. II-2-6 ilustra dichos resultados para la frecuencia de 4096 Hz, sin embargo los restantes mapas a las frecuencias de 256 y 1024 Hz se indican en los apéndices 13 ~ 18 (antes y después de la corrección de corrimiento estático). Al igual que lo mencionado anteriormente en (1), los mapas de resistividad aparente de los datos medidos, reflejan el mismo efecto topográfico, es decir, resistividad baja en las crestas y altas en los valles.

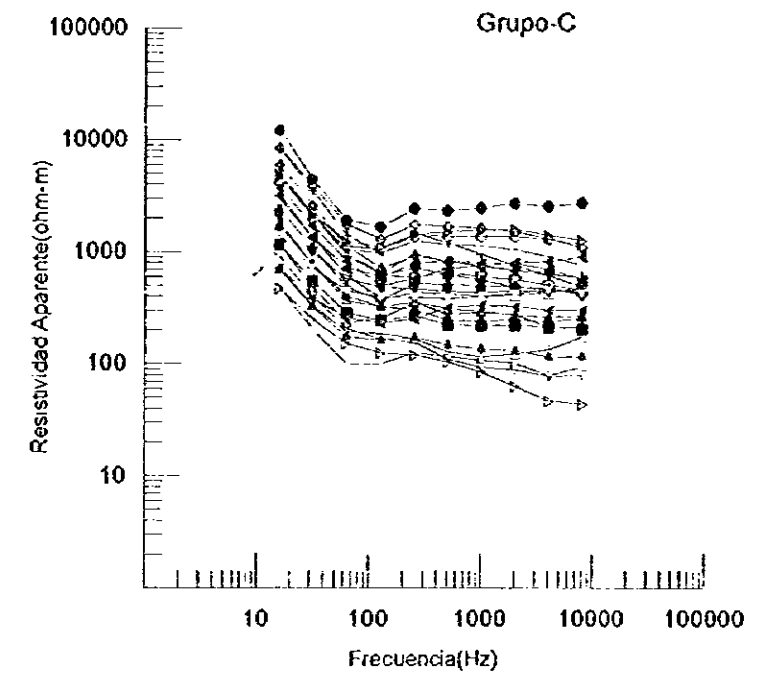
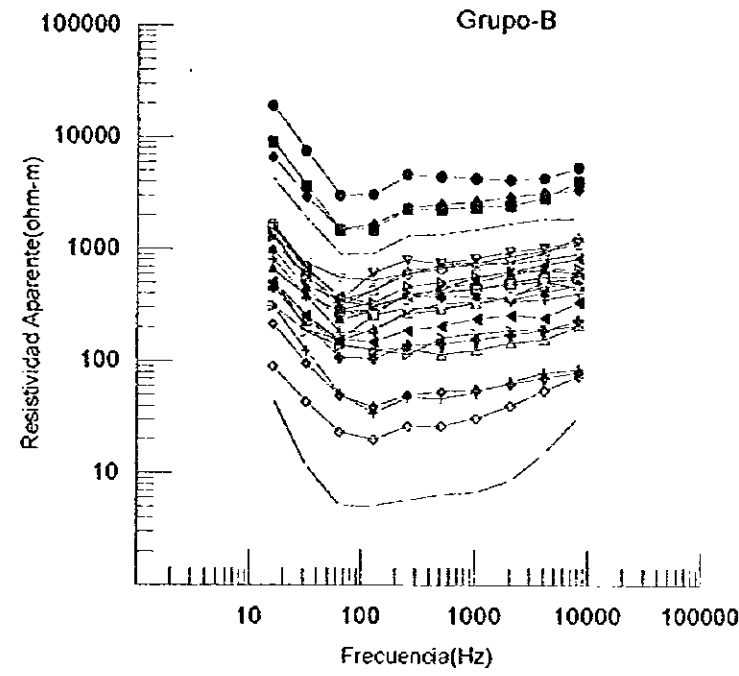
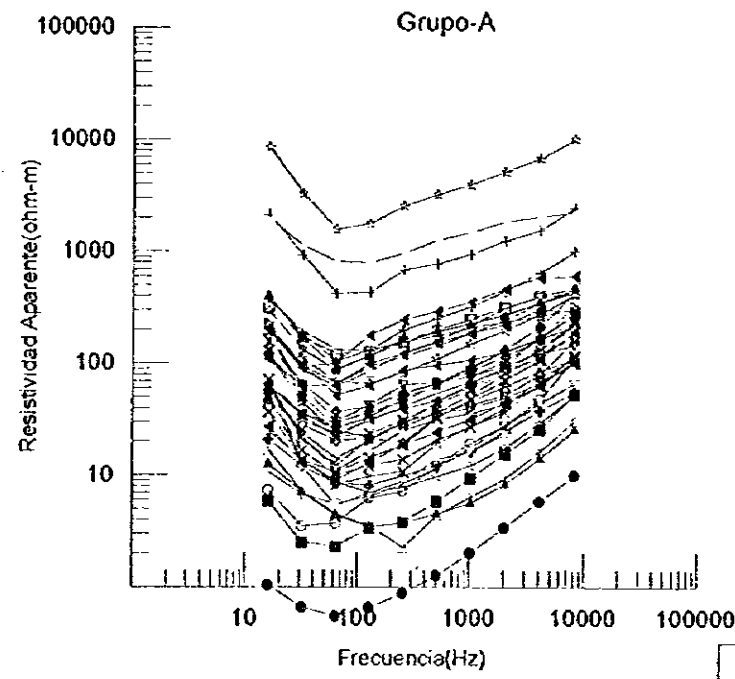
A lo largo de la cresta, la tendencia observada en la resistividad cuando la frecuencia disminuye sugiere la presencia de una zona de baja resistividad que se ensancha bajo la capa superficial.

En los mapas en plano que muestran los valores de resistividad utilizando los datos corregidos, se puede observar que los valores de resistividad para las estaciones del grupo 'A' presentan valores altos de resistividad aparente superiores a $250\Omega m$, las estaciones del grupo 'B' con valores intermedios de resistividad aparente entre $160 \sim 400\Omega m$, mientras que los del grupo 'C', con valores bajos de resistividad aparente de menos de $250\Omega m$.

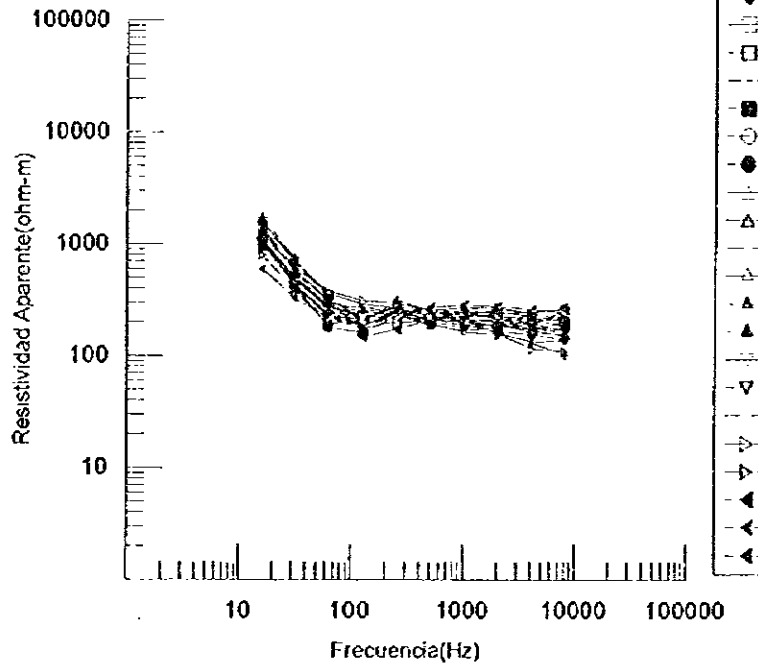
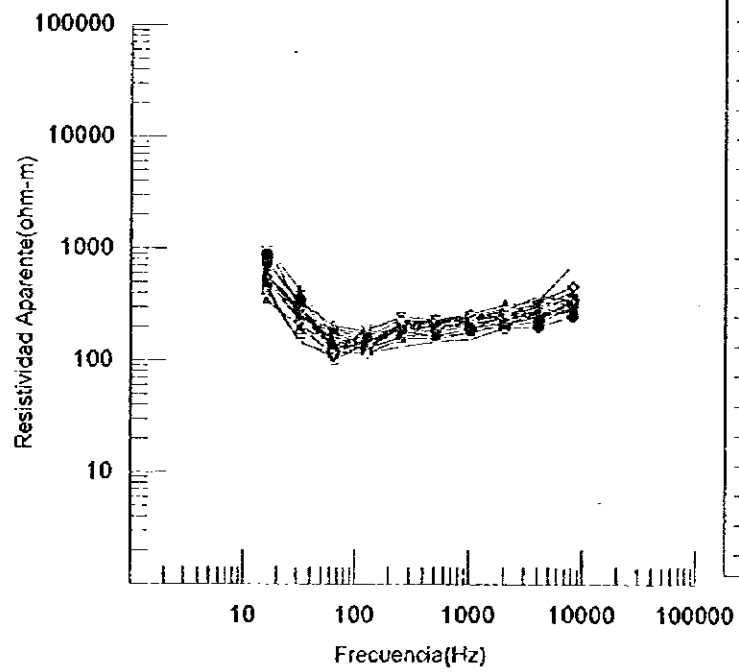
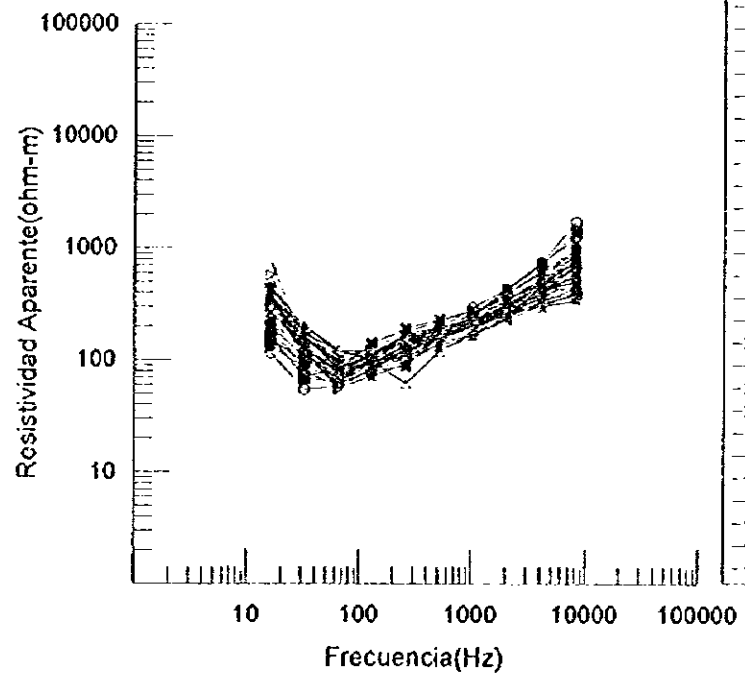
Las zonas con valores bajos de resistividad aparente se observan distribuidas de la siguiente manera:

- a) A lo largo de la dirección E-W en la parte NW del área bajo estudio
- b) A lo largo de la dirección N-S en la parte oeste del río Junio, rodeando la estación No. 21.
- c) En la dirección NE-SW a lo largo de la Q. Fortuna y a lo largo de la quebrada al este de la quebrada Fortuna.

Antes de Corrimiento Estático



Después de Corrimiento Estático



- Legenda
- Estación 10
 - Estación 11
 - Estación 12
 - Estación 13
 - Estación 14
 - Estación 15
 - Estación 16
 - Estación 17
 - Estación 18
 - Estación 19
 - Estación 20
 - Estación 21
 - Estación 22
 - Estación 23
 - Estación 24
 - Estación 25
 - Estación 26
 - Estación 27
 - Estación 28
 - Estación 29
 - Estación 30
 - Estación 31
 - Estación 32
 - Estación 33
 - Estación 34
 - Estación 35
 - Estación 36
 - Estación 37
 - Estación 38
 - Estación 39
 - Estación 40
 - Estación 41
 - Estación 42
 - Estación 43
 - Estación 44
 - Estación 45
 - Estación 46
 - Estación 47
 - Estación 48
 - Estación 49
 - Estación 50
 - Estación 51
 - Estación 52
 - Estación 53
 - Estación 54
 - Estación 55
 - Estación 56
 - Estación 57
 - Estación 58
 - Estación 59
 - Estación 60
 - Estación 61
 - Estación 62
 - Estación 63
 - Estación 64
 - Estación 65
 - Estación 66
 - Estación 67
 - Estación 68
 - Estación 69
 - Estación 70
 - Estación 71
 - Estación 72
 - Estación 73
 - Estación 74
 - Estación 75
 - Estación 76
 - Estación 77
 - Estación 78
 - Estación 79
 - Estación 80
 - Estación 81
 - Estación 82
 - Estación 83
 - Estación 84
 - Estación 85
 - Estación 86
 - Estación 87
 - Estación 88
 - Estación 89
 - Estación 90
 - Estación 91
 - Estación 92

- Legenda
- Estación 1
 - Estación 14
 - Estación 15
 - Estación 17
 - Estación 18
 - Estación 20
 - Estación 24
 - Estación 26
 - Estación 27
 - Estación 29
 - Estación 30
 - Estación 38
 - Estación 43
 - Estación 51
 - Estación 52
 - Estación 53
 - Estación 57
 - Estación 58
 - Estación 67
 - Estación 68
 - Estación 69
 - Estación 81
 - Estación 83
 - Estación 85
 - Estación 87

- Legenda
- Estación 2
 - Estación 3
 - Estación 4
 - Estación 5
 - Estación 6
 - Estación 7
 - Estación 8
 - Estación 9
 - Estación 21
 - Estación 23
 - Estación 28
 - Estación 31
 - Estación 54
 - Estación 59
 - Estación 60
 - Estación 61
 - Estación 62
 - Estación 63
 - Estación 64
 - Estación 65
 - Estación 66
 - Estación 68
 - Estación 88
 - Estación 89
 - Estación 90
 - Estación 91

Fig. II-2-5 Corrección de corrimiento estático de las curvas de resistividad



Fig. II-2-6 Mapa en plano de la resistividad aparente a 4096 Hz

Las dos primeras resistividades mencionadas arriba en a) y b), son indicativas de zonas fracturadas como de también zonas mineralizadas a lo largo de fallas, mientras que la tercera, indica zonas alteradas con mineralización.

Por otra parte, las zonas de alta resistividad aparente se distribuyen a lo largo de las crestas reflejando capa meteorizada con poco grado de saturación de agua.

2-3-4 Análisis uni-dimensional

Al igual que para el análisis de las secciones transversales de resistividad aparente mencionadas en Sec. 2-3-3, un total de 4 secciones (A, B, C y D) se plotearon utilizando los resultados del análisis en una dimensión e indicadas en la Fig. II-2-7. Por medio de los resultados de los análisis uni-dimensionales para cada estación, se determinaron los valores de resistividad a las diferentes elevaciones de 1800, 1650 y 1500 metros, los cuales sirvieron a la vez para preparar mapas en plano de resistividad a dichas elevaciones y que se indican en la Fig. II-2-8.

En general, las 4 secciones analizadas presentan una estructura eléctrica de 3 capas: Alta~Baja~Alta. La primera capa, muestra valores altos de resistividad arriba de los 250 Ω m y con un espesor alrededor de los 100 metros, indicando una capa meteorizada. La siguiente capa, muestra valores intermedios y bajos de resistividad abajo e los 250 Ω m, con un espesor que esta entre 200 ~ 600 metros y que se distribuye hacia el sur aumentando en profundidad y en espesor. Esta capa, según su ubicación y forma de distribución, se puede clasificar en 4 zonas:

a. Zona norte de baja resistividad

Se distribuye a lo largo de la dirección E-W desde la estación 3 a la 26. En concordancia con los estudios geológicos que detectó una falla E-W a lo largo de esta zona, se puede inferir que esta zona de baja resistividad esta relacionada con una zona de fracturamiento a lo largo de la falla.

b. Zona occidental de baja resistividad

Se distribuye en la dirección N-S a lo largo del río Junio reflejando una zona fracturada a lo largo de la falla del río Junín. En la parte central de esta zona, desde la estación 11 a la 17 y a niveles inferiores de la cresta, la baja resistividad de la parte norte muestra una tendencia a disminuir su espesor y aumentar en cambio su resistividad hacia el sur.

c. Zona central de baja resistividad

En la parte central del área bajo estudio y desde la estación No. 33, se distribuye una zona de baja resistividad, la cual se extiende hacia el SSE con mas baja resistividad y a mas profundidad y espesor. Hacia el NE de la estación No. 40 y NNE de la estación No. 49, esta zona tiende a ser mas superficial y de menos espesor.

d. Zona Q. Fortuna de baja resistividad

Esta zona de baja resistividad se distribuye en la dirección NE-SW a lo largo de la quebrada Fortuna con poco espesor pero tornándose mas profunda y mas espesa al este de la parte inferior de la cresta. De la parte este y noreste de esta zona no se pueden hacer inferencias porque el levantamiento CSAMT no cubrió esta parte, sin embargo se presume que dicho bajo resistivo se extiende hacia la dirección noreste. Afuera del área bajo estudio, se puede también inferir que la baja resistividad observada en los alrededores de la estación No. 44 sugiere la posibilidad de una extensión de esta zona hacia el noreste.

2-3-5 Análisis bi-dimensional

El análisis bi-dimensional de los datos incluye la topografía de la sección bajo análisis, sin embargo, dicho análisis no incluye las correcciones de corrimiento estático.

Los resultados del análisis bi-dimensional se indican en la Fig.II-2-9, la cual incluye solamente las secciones C y D, sin embargo el análisis de las secciones A y B están en el apéndice 26. Las secciones transversales que se elaboraron corren a lo largo de la dirección E-W, dirección que resulta ser perpendicular a las crestas y valles, por lo que las secciones analizadas muestran la topografía sobresaliente para el análisis.

En este levantamiento, la topografía encontrada fue bastante escabrosa, por lo que el análisis bi-dimensional presenta algunas deficiencias puesto que este análisis no toma en cuenta el efecto lateral característico de una estructura tridimensional mas compleja.

Por otra parte, el análisis uni-dimensional al compararse con el análisis bi-dimensional refleja casi la misma estructura en 3 capas, es decir, Alta-Baja-Alta. Sin embargo, ambos resultados son en alguna manera diferentes ya que la influencia de la fuerte topografía en el área del levantamiento no es del todo eliminada en el análisis bi-dimensional.

2-4 Conclusiones

Puesto que algunas perforaciones se realizaron dentro del área del levantamiento CSAMT, la correlación de los análisis de los testigos de la perforación y los resultados geoelectricos del levantamiento geofísico conducen a una mejor interpretación de la mineralización del área bajo estudio.

Con tal objeto, se prepararon varios mapas en plano a diferentes niveles (1800, 1650 y 1500m de elevación) indicando tanto los resultados químicos de las muestras de testigos como los resultados de la resistividad eléctrica. La Fig.II-2-10 presenta dichos resultados a la elevación de 1650 metros sobre el nivel del mar, mientras que los apéndices 27, 28 y 29 presentan los resultados

a las tres diferentes elevaciones.

Durante el análisis geoquímico, se analizaron las muestras para los elementos Cu, Mo, S y Na. Los mapas en plano elaborados para los elementos de Cu y Mo indicaron casi los mismos factores de correlación y por consiguiente casi el mismo patrón, por lo que la Fig. II-2-10 indica solamente los resultados para S, Cu y Na.

Durante la campaña de perforación realizado en este año fiscal, las perforaciones hechas en el área central, MMJ-29 y MMJ-30 arrojaron resultados de mineralización favorable. En este respecto, los resultados geofísicos indicaron que los valores bajo-mediano (de menos de 250 Ω m) de la zona de resistividad coincide con la zona mineralizada detectada por la perforación.

A partir de los análisis químicos de las muestras de los testigos de la perforación, se ha encontrado que en los niveles superficiales se detectan relativamente alto grados de Cu, medianos de S, altos de Na y bajos de valores de resistividad. A partir de estos resultados, se espera que promisorios grados de Cu puedan encontrarse en las zonas de baja-media resistividad, en tal modo que a niveles superficiales vayan acompañadas de alteración débil y valores medios de sulfatos mientras que a nivel mas profundos, vayan acompañadas de una fuerte alteración y valores medios de sulfatos. Lo anteriormente mencionado se puede tomar como una definición a ser aplicada en esta área. Basados en dichos resultados y tomando en consideración las zonas de baja-mediana resistividad, las siguientes áreas de estudio pueden delinarse:

a. Zona central de baja resistividad

Baja resistividad se extiende desde la central parte hacia la parte sudoeste y hacia la parte oeste-noroeste del área. A partir de la distribución de baja resistividad desde la parte sudoeste y los resultados geoquímicos de la perforación MJJ-18 se puede inferir que en la zona sudoeste se puede esperar bajo contenido de Cu, alto de S, alto de Na y alteración débil. Hacia la parte oeste-noroeste como también noreste se ve extendida la zona de baja resistividad y los análisis geoquímicos indican alta posibilidad de alto grado de Cu.

b. Zona norte de baja resistividad

A niveles profundos la existencia de bajo Cu, bajo S, alto Na, alteración débil como también la mineralización débil reflejan una alta resistividad, sin embargo, cerca de la superficie la existencia de bajo S, mediano Na puede ser inferido. La resistividad baja está relacionado con fracturamientos, por lo que cerca de la superficie, el fracturamiento va acompañado de mineralización.

c. Zona occidental de baja resistividad

Los resultados encontrados en esta zona son prácticamente los mismos que la zona anteriormente mencionada. A profundidad y de los resultados de resistividad alta se puede inferir que la existencia de mineralización es prácticamente no existente, sin embargo la

resistividad baja de la parte norte que cruza las estaciones 10 y 11 cerca de la superficie, la resistividad baja da indicaciones de una mineralización prometedora.

d. Zona Q. Fortuna de baja resistividad

Desde la parte oriental de la quebrada Fortuna a profundidad, como también al noreste se extiende una zona de baja resistividad. Los análisis químicos de MJJ-16 y 17 su contenido de Cu tanto de cerca de la superficie como a profundidad presentan casi ningún cambio, pero presentan tendencia a disminuir en S y con gran cambio en Na, por lo que existe posibilidad de una mineralización que se extiende hacia el lado occidental del área.

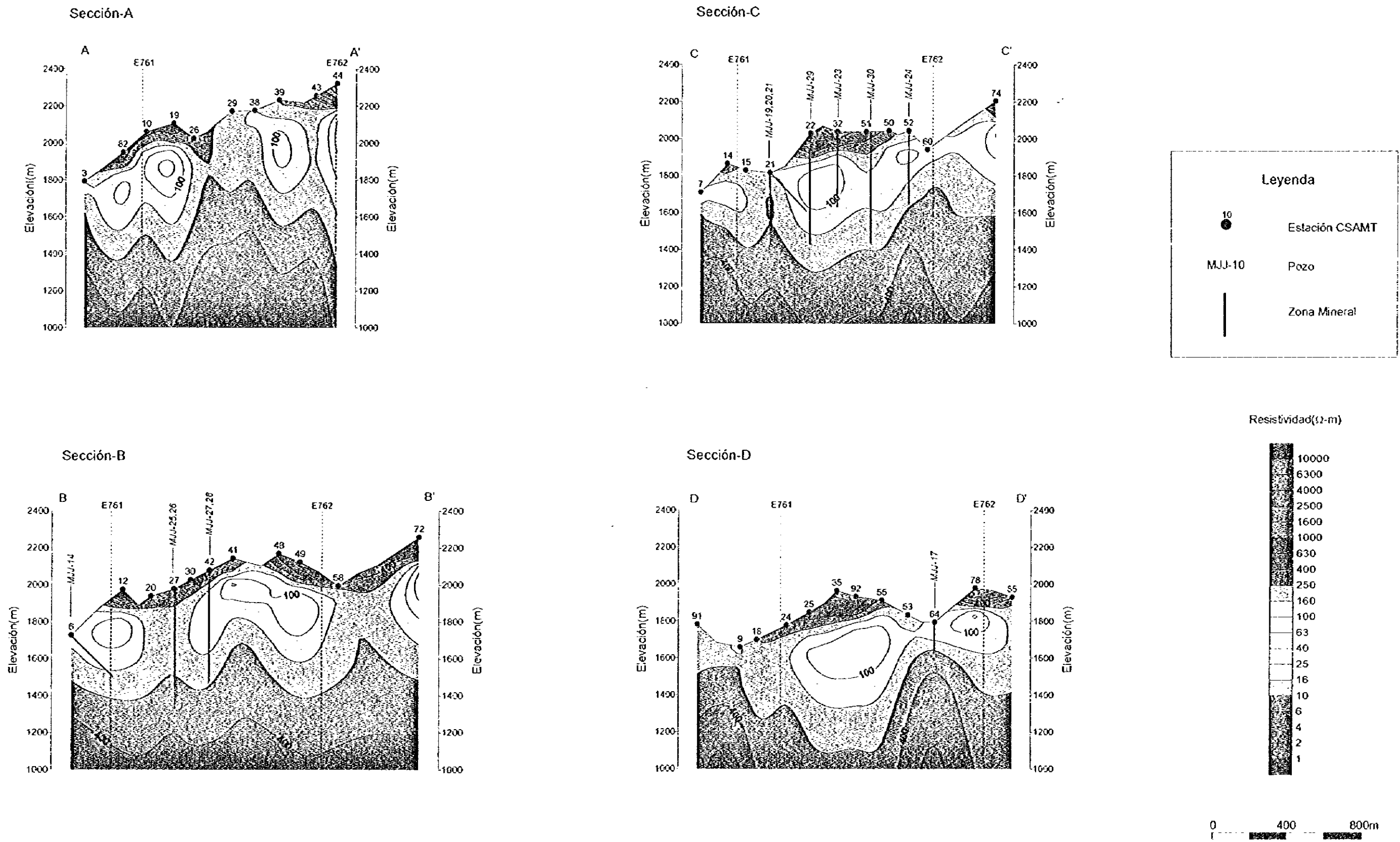


Fig II-2-7 Secciones de resistividad analizada en 1-D (Secciones A, B, C y D)

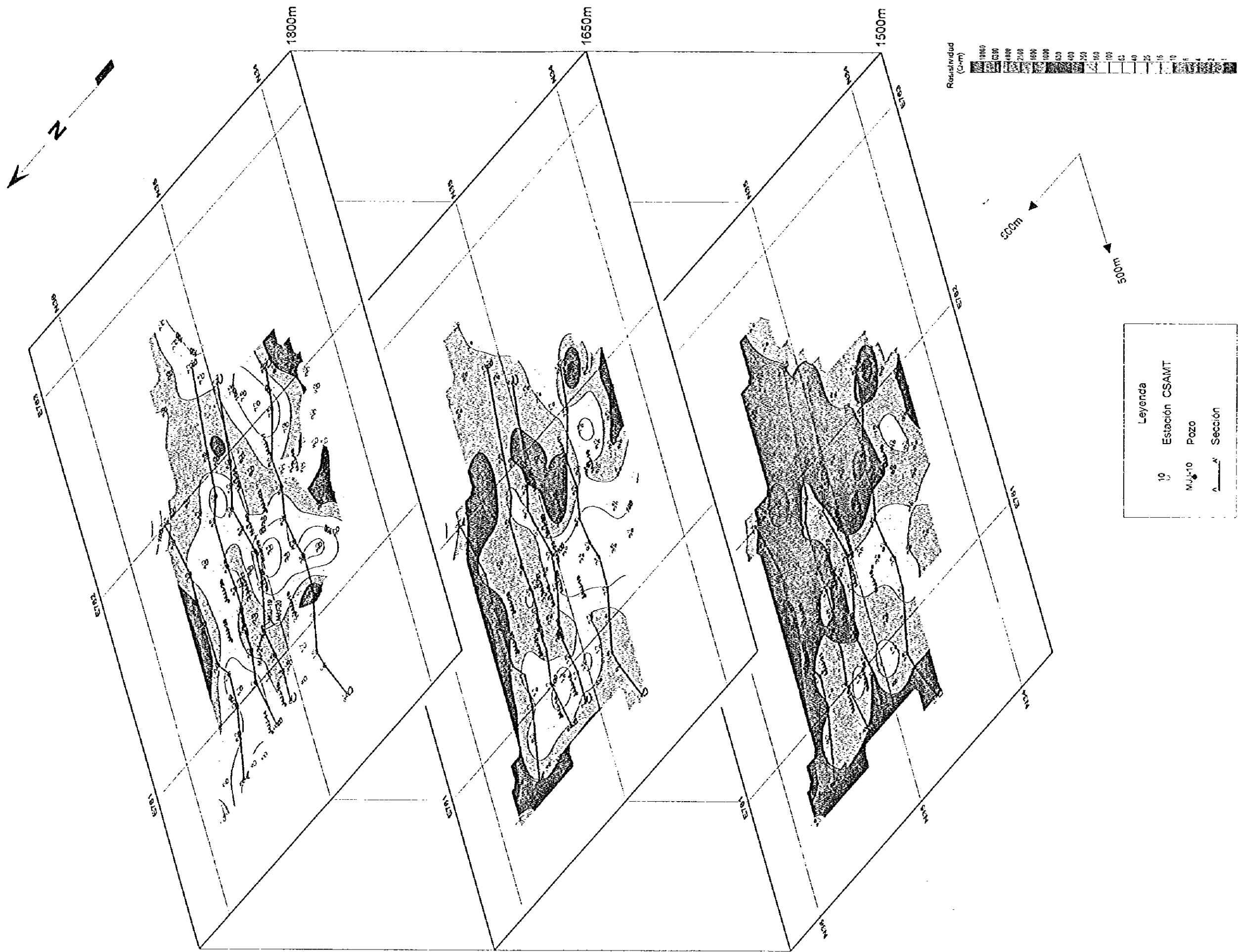
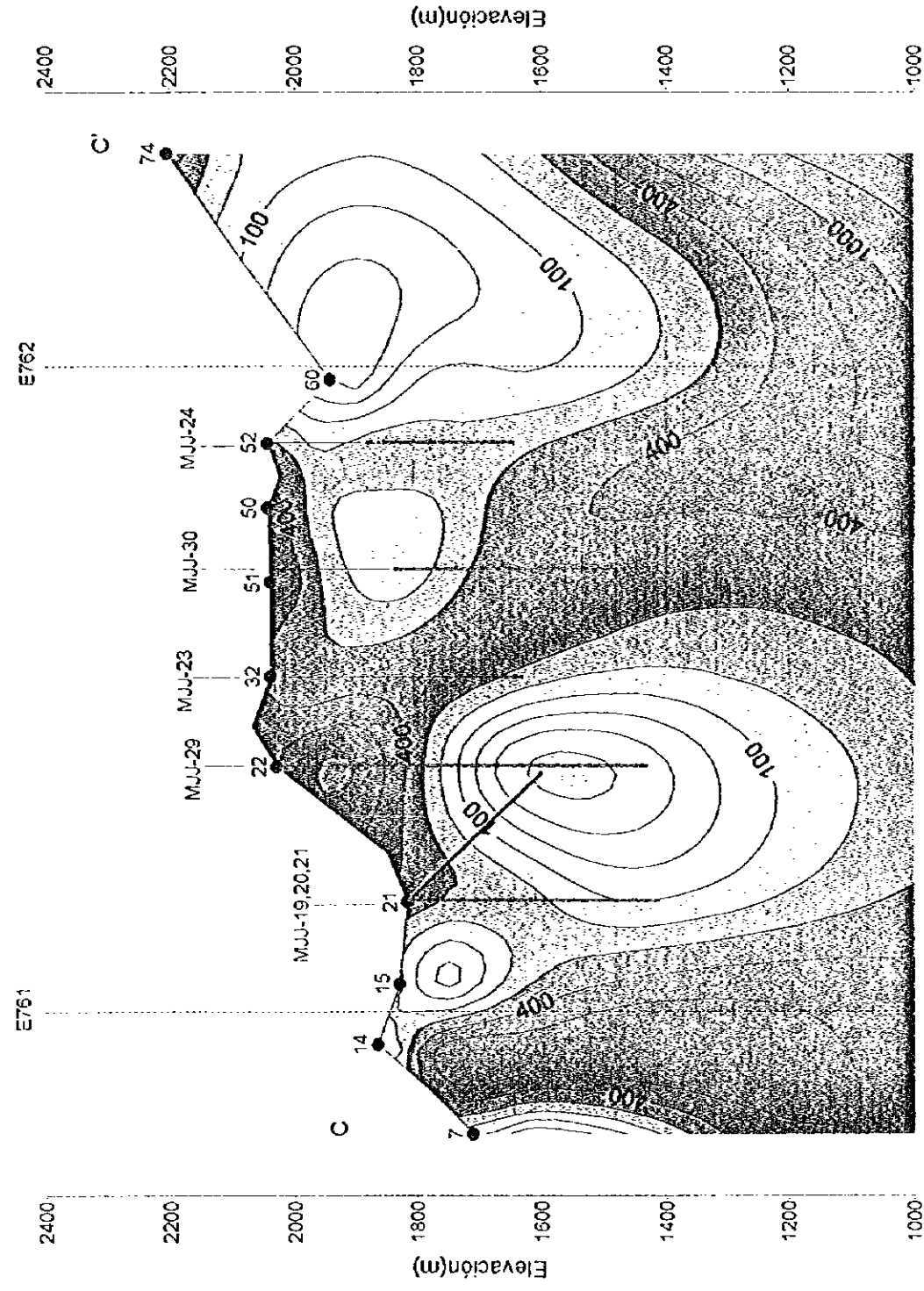


Fig. II-2-8 Mapa en plano de la resistividad aparente a 4096 Hz en 3 niveles

Sección-C



Sección-D

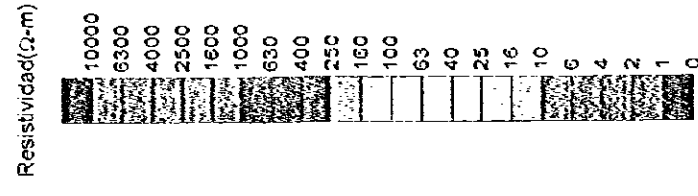
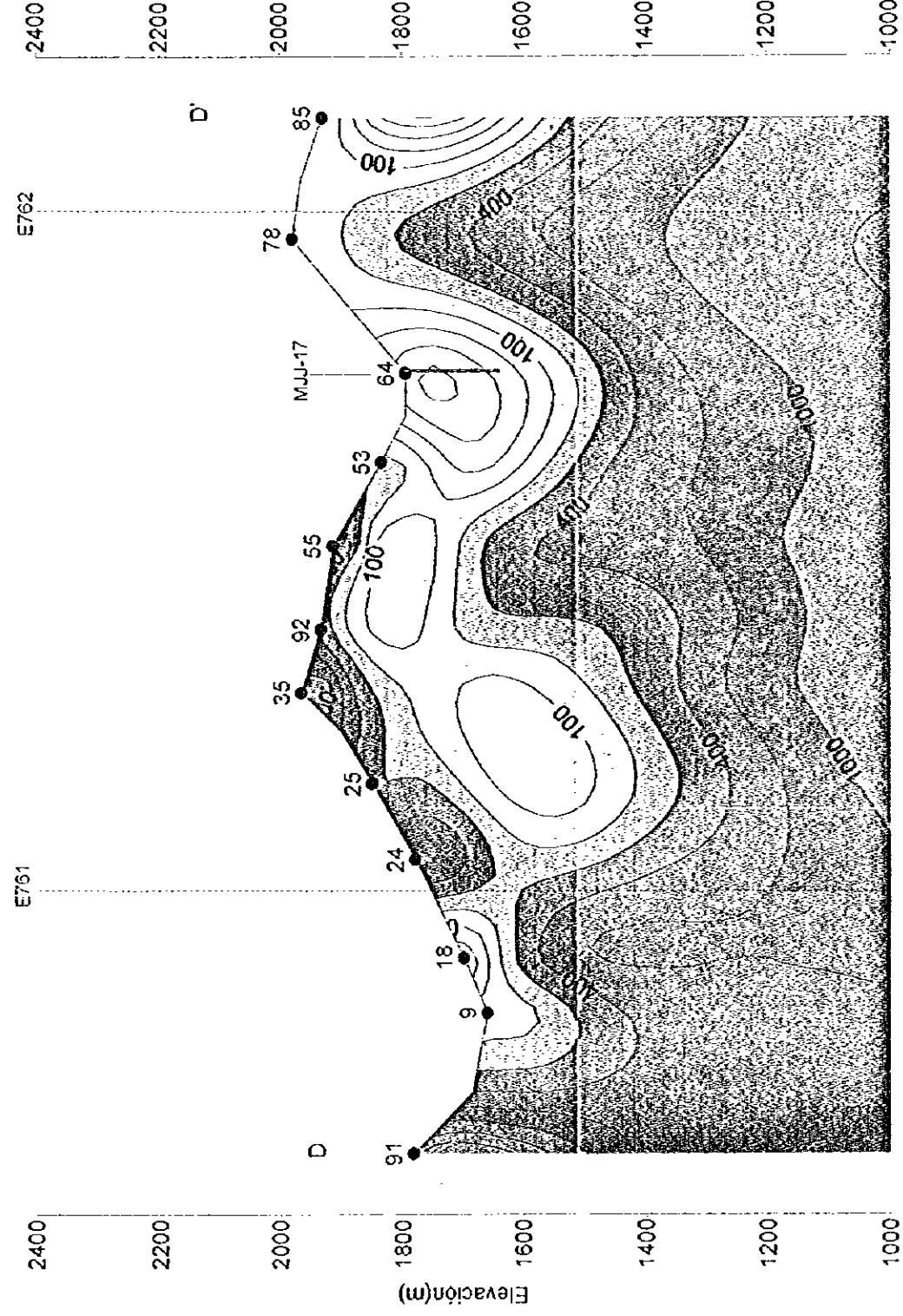


Fig. II-2-9 Estructura 2-D de la resistividad (Secciones C y D)

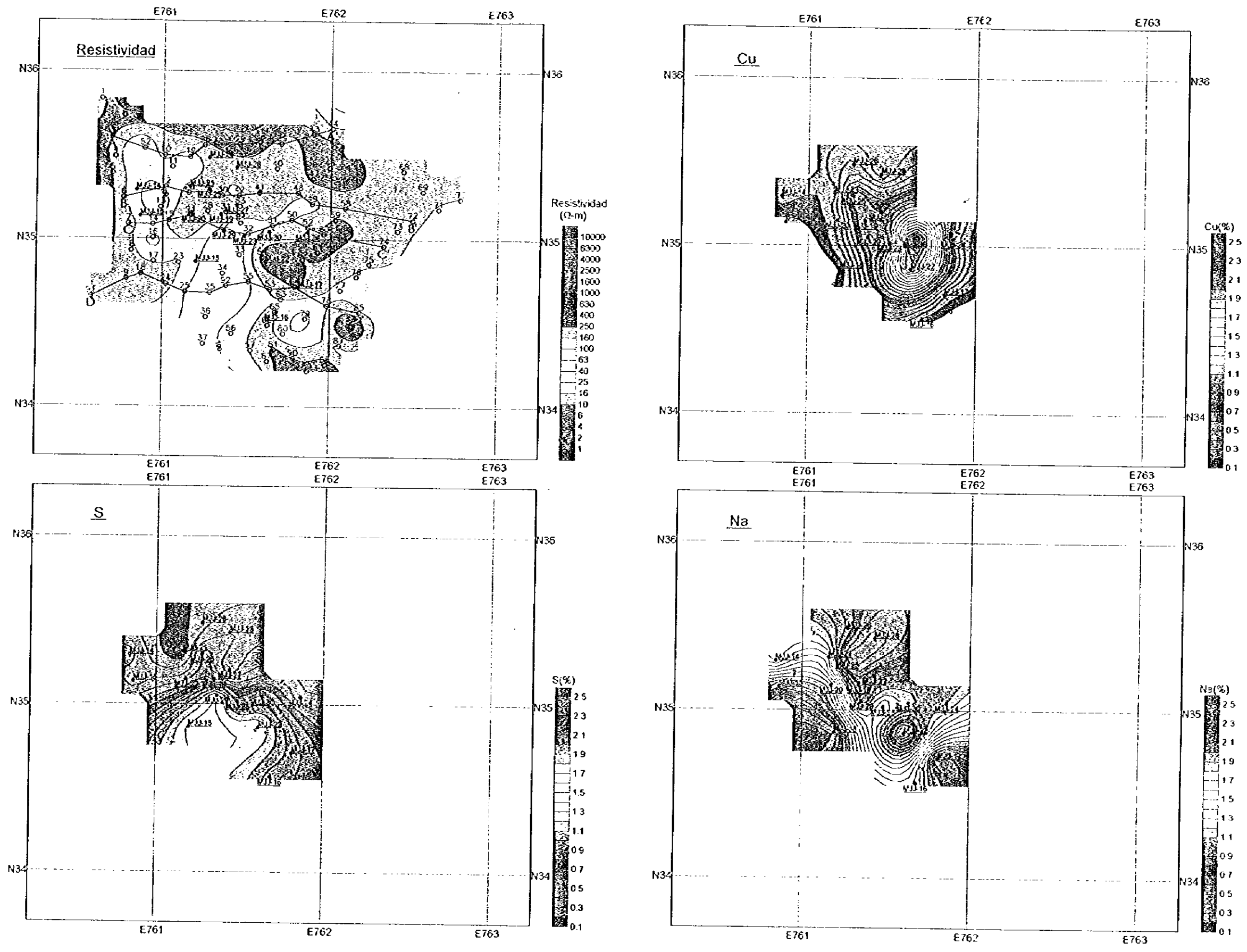


Fig. II-2-10 Interpretación integrada de mapas (elevación: 1650m)

