

THE UNIVERSITY OF CHICAGO
DEPARTMENT OF CHEMISTRY
RESEARCH REPORT

NO. 11
1963

RESEARCH REPORT

DEPARTMENT OF CHEMISTRY
THE UNIVERSITY OF CHICAGO
5708 SOUTH CAMPUS DRIVE
CHICAGO, ILLINOIS 60637



INFORME DE INVESTIGACION GEOLOGICA
EN
REGION SUR, REPUBLICA DE BOLIVIA

VOL. III
(TERCER AÑO)

FEBRERO DE 1979

METAL MINING AGENCY
JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY

GOBIERNO DEL JAPON

 **LIBRARY**



1054213E2J

国際協力事業団	
受入54.6.12 月日 '84.5.16	702
	55.5
登録No. 04759	M.P.N

PROLOGO

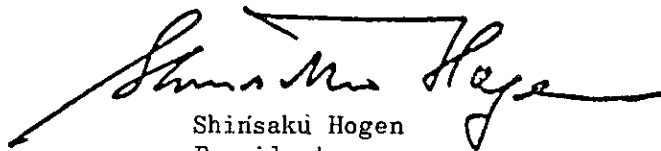
El gobierno del Japón, de acuerdo con la solicitud de la República de Bolivia, decidió efectuar estudios relativos a la exploración minera tales como investigaciones geológicas, etc., para comprobar la existencia de recursos minerales en la región Sur de dicho país, y encargó la ejecución de los estudios a la Japan International Cooperation Agency (JICA). La JICA pidió a la Metal Mining Agency of Japan (MMAJ) llevar a cabo estos estudios, puesto que son de materias especiales pertenecientes a investigaciones sobre la geología y los recursos minerales.

Estos estudios se han realizado por espacio de tres años. En este tercer año, enviamos a Bolivia una misión investigadora, compuesta por 11 miembros y presidida por el Sr. Ing. Hiroji Kuronuma de MESCO Inc. desde el 3 de Mayo al 17 de noviembre. Las investigaciones en el área citada se realizaron y se concluyeron tal como estaban planeados, gracias a las cooperaciones de las autoridades gubernamentales de la República de Bolivia, en especial, el Ministerio de Minería y Metalurgia, y la Corporación Minera de Bolivia.

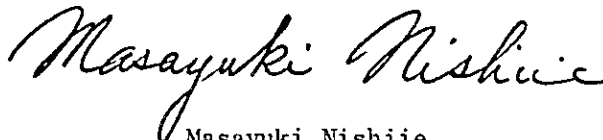
El presente informe es fruto de las investigaciones correspondientes al tercer año, y forma parte del informe final así como los resultados de los estudios de los primero y segundo años.

Al terminar, quisiéramos manifestar nuestro profundo agradecimiento a todas las personas tanto de las autoridades gubernamentales bolivianas en relación como de los Ministerios de Comercio Internacional e Industria, de Relaciones Exteriores, la Embajada del Japón en Bolivia y todas las empresas privadas relacionadas.

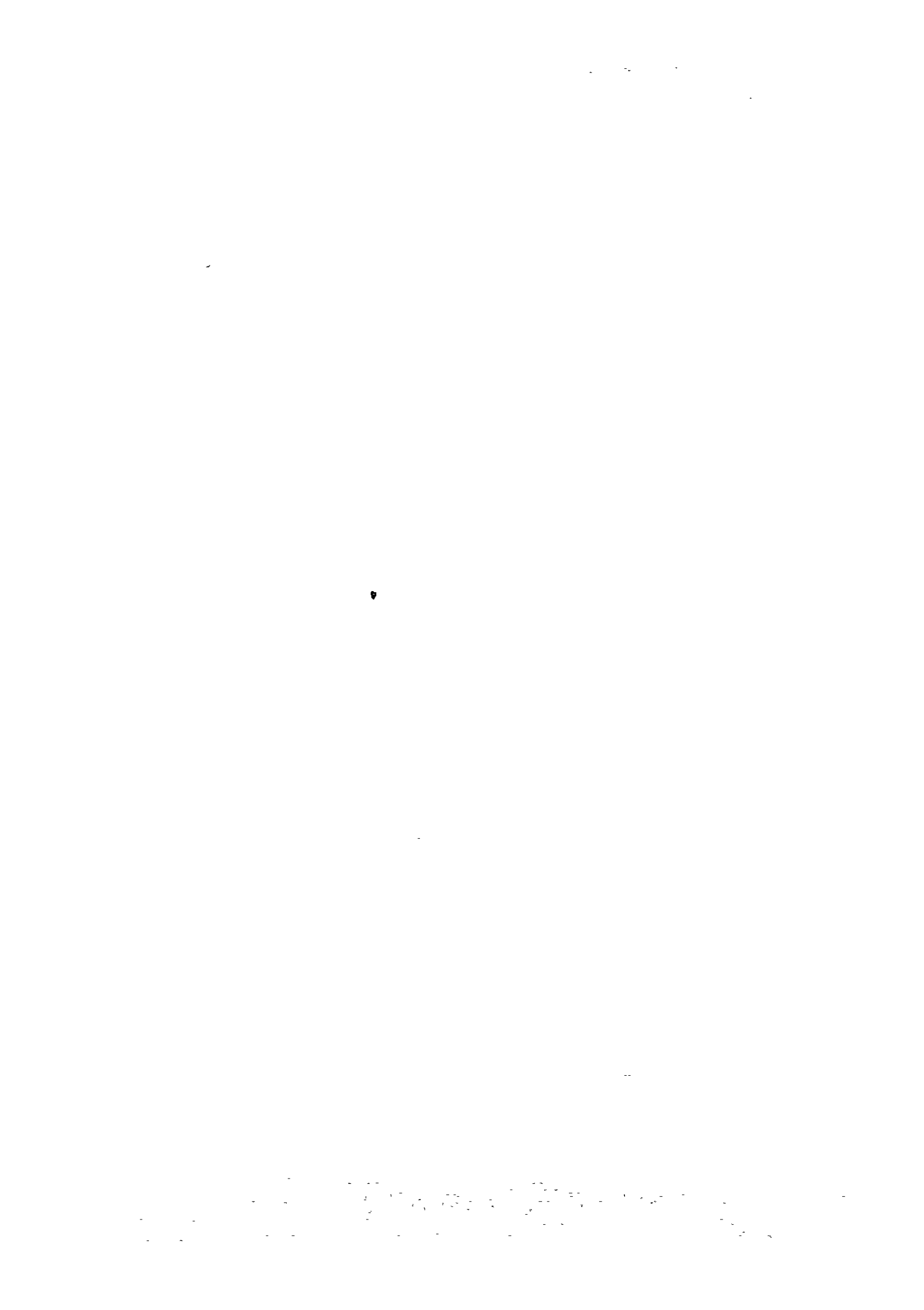
Febrero de 1979



Shinsaku Hogen
Presidente
Japan International Cooperation Agency



Masayuki Nishiie
Presidente
Metal Mining Agency



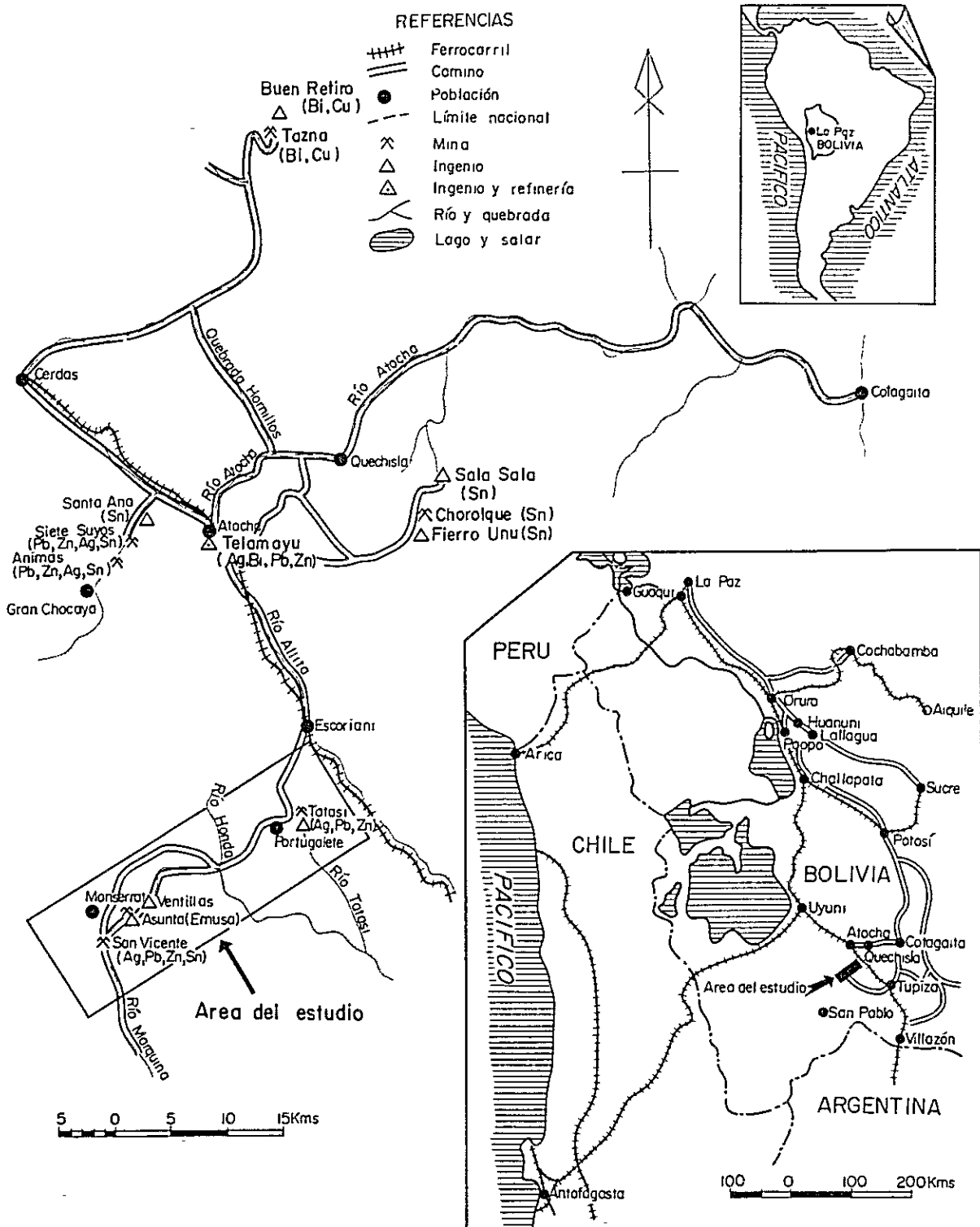


Fig.1 Plano del área de investigación

CONTENIDO GENERAL

PROLOGO

PLANO DEL AREA DE INVESTIGACION

RESUMEN iii

DESCRIPCION GENERAL Y SUMARIO 1

DESCRIPCION DETALLADA

 PARTE I PROSPECCION GEOFISICA 1 - 1

 PARTE II SONDEO II - 1

APENDICES

 Datos geológicos

MAPAS ANEXOS

 Mapas geológicos

 Mapas geofísicos

 Columnas geológicas de taladro de sondeo

Handwritten text at the top of the page, possibly a header or title, which is mostly illegible due to fading and bleed-through.

2

Handwritten text at the bottom of the page, possibly a footer or concluding remarks, which is mostly illegible due to fading and bleed-through.

LISTA DE FIGURAS

- Fig. 1 Plano del área de investigación
- Fig. 2 Plano de las áreas de investigación por cada año
- Fig. 3 Plano de ubicación de las líneas de medición de prospección geofísica y de los taladros de sondeo



Resumen

La presente investigación se ha realizado en la región Sur de la República de Bolivia como la del tercer año. En el primer año se efectuó la investigación geológica en las áreas San Vicente y Tatasi. Y en el segundo año, en el área San Vicente se seleccionaron la zona de anomalía de IP de la Quebrada San Francisco, las partes inferiores y extendidas de los grupos de yacimientos de San Vicente y de Monserrat, mediante la prospección por el método IP y la investigación por sondeo.

La presente investigación tiene por objeto comprobar la existencia de yacimientos o descubrirlos como la última etapa de la investigación continuada desde el primer año, por medio de efectuar sondeo y prospección IP.

Se mandaron los investigadores dividiéndose en los grupos de prospección geofísica y de sondeo, y la investigación se efectuó desde mayo del año 1978 hasta noviembre del mismo año.

La presente investigación, como la del último año, se resume en la prospección geofísica y el sondeo. En la prospección geofísica, se tomó el método IP de disposición de electrodos de dipolo-dipolo, y la longitud total de las líneas de medición fue 31.4 kms. El sondeo se efectuó en cinco taladros con el avance total de 1,506.5 mts.

Mediante dichos estudios, se han añadido unos datos más detallados a los que se consiguieron en el segundo año referente a la geología sobre yacimientos de la zona de la mina San Vicente y de la zona Monserrat, los cuales indican direcciones concretas sobre la exploración de las dos áreas arriba mencionadas, y al mismo tiempo, presentan otros nuevos problemas.

El área investigada se halla ubicada en la faja de Altiplano de parte Sur de Bolivia, cuya altura llega a 4,000 mts. sobre el nivel del mar. Su geomorfía presenta una formación del período madurado debido a avance

de erosión. En esta área predomina un clima muy especial por causa de baja precipitación anual y de existencia de gran diferencia de temperatura entre día y noche causada por altura, por lo cual estas zonas son montañosas, medio desierta y mesetas donde hay muy poca vegetación.

En cuanto a la geología del área, la parte Suroeste está compuesta por las capas de conglomerado del sistema Terciario Neógeno; y la parte Central, por areniscas, pizarras y su disposición alternante del sistema Ordovícico, en la parte Nordeste se difunden el sistema Terciario Neógeno y el del Cretácico que cubren el sistema Ordovícico en discordancia inclinada. En las zonas investigadas del tercer año se observaron unos diques de dacitas cubiertos de los conglomerados del sistema Terciario Neógeno y no se encontró ninguna otra roca.

Estos diques se relacionan con la actividad ígnea del Mioceno Superior y tienen las relaciones muy íntimas con la formación del grupo de yacimientos de San Vicente y de Monserrat.

El grupo de yacimientos de San Vicente se encajona en la formación San Vicente del sistema Terciario Neógeno, y las fisuras de estas vetas habían formado por la compresión lateral en dirección Este-Oeste que formó la falla inversa de San Vicente dividiendo el sistema Terciario Neógeno y el Ordovícico. La veta Seis de Agosto pertenece a dichas fisuras de los planos de tensión primaria, cuya veta tiene la máxima extensión dentro del grupo de yacimientos de San Vicente. Y además a lo largo de los planos de cizalla primaria y de los de tensión y cizalla secundaria se formaron muchas vetas que componen el grupo de yacimientos de San Vicente. El carácter del grupo mencionado está en sus fisuras muy regulares a lo largo de cada plano de cizalla y de tensión. Pero en el grupo de yacimientos de Monserrat la fisuras señalan su disposición compleja y sus vetas tienen disposiciones irregulares como la forma encadenada, de escalón, de red, etc. La distribución

de esfuerzo en la formación de fisuras es bastante irregular y su extensión no es amplia en comparación del grupo de yacimientos de San Vicente.

Las alteraciones que se acompañan con estos dos grupos de yacimientos de San Vicente y Monserrat son principalmente silicificación y sericitización, y además se observan cuarzo, sericita, feldespatos potásico, alunita y caolinita. Según la clasificación de las fajas alteradas, estas zonas pertenecen a la zona sericitizada de la serie K de la zona neutral*, sin embargo, no se investigó cómo se cambian estas alteraciones a medida que se aproximan al margen de los yacimientos. La anchura de las zonas alteradas acompañantes a las vetas del grupo de yacimientos de San Vicente es poca y está limitada solamente en las paredes sobre y subyacentes de las vetas. En cambio, en el de Monserrat presenta la forma de alteraciones amplias abarcando todas las zonas distribuidas de vetas.

Los minerales metálicos del grupo de yacimientos de San Vicente están compuestos por tetraedrita, esfalerita, galena, calcopirita, pirita, estannina, casiterita y marcasita; y los minerales de ganga están compuestos principalmente por cuarzo y baritina. Dentro de muchas vetas del grupo de yacimientos de San Vicente, la veta Seis de Agosto es la más importante, en la cual se efectuaron los sondeos del taladro No. 53-2 y del No. 53-3. Se realizó el sondeo No. 53-3 con el objeto de investigar la parte inferior hacia Oeste de la presente veta. Se encuentra esta veta en 230 mts. bajo el Niv. 0 mt., pero la mineralización no tiene alta calidad sino es veta silicificada y alterada en arcilla, por lo tanto no se observan minerales metálicos. El taladro No. 53-2 se sitúa un poco al Oeste del centro de

* La zona alterada constituida principalmente por sericita consta de los minerales arcillosos producidos en el ambiente de la temperatura bastante alta y de gran diferencia entre la actividad de iones de alcalinos terrosos y alcalinos y la de iones hidrogenados. Utada (1977)



dicha veta, y en éste se encuentran vetas en el Niv. -120 mts. Las profundidades donde se encuentran vetas son entre 164.70 mts. y 164.90 mts. con anchura de 0.20 mt., entre 166.00 mts. y 167.00 mts. con anchura de 0.90 mt., y entre 167.10 mts. y 168.00 mts. con anchura de 0.90 mt., que son de minerales argentíferos y de cinc de las leyes bajas como plata de 0.011% a 0.002% y cinc de 2.36% a 1.83%. Además esta parte mencionada está debilitada en comparación con la parte superior.

Según el resultado del sondeo de dichos taladores y el del No. 52-3 del segundo año, se presume que la mineralización está debilitada hacia Oeste y su parte inferior y que la parte central de la mineralización está en los alrededores del centro de la veta Seis de Agosto y donde esta veta encuentra con su ramo oriental. Por lo tanto, se considera que se deberá explorar esta zona pronto para la explotación en adelante. En el sondeo No.53-2, se encuentra en el Niv. -280 mts. una veta silicificada de la veta Deseada donde se señala indicio de mineralización, por lo siguiente que es necesario explorar su parte inferior.

Como resultado de la consideración sobre el zonamiento observado en el grupo de vetas de San Vicente, se supone que una faja de plata y plomo llegue a la veta San Francisco que se desarrolla en la orilla izquierda de la Quebrada San Francisco, y además se desarrolla una zona de FE alto medida por método IP. Por lo siguiente, se efectuó el sondeo para la veta San Francisco, y se encuentra una zona fracturada muy alterada en arcilla y silicificada con unos espacios, y que existen dos o tres vetas paralelas del mismo carácter.

Sobre los valores de análisis de 370 juegos de muestras del segundo año y de testigos del tercer año del grupo de yacimientos de San Vicente, se calcularon coeficientes de correlación entre cada dos de cinco elementos de plata, cobre, plomo, estaño y cinc. Como resultado de ello, entre plata-cobre se señala la correlación más íntima, a ésta sigue la de plata-cinc;



y otros no indican correlación clara, así como los resultados del análisis del segundo año, lo cual indica que para obtener plata es necesario explorar la parte fuertemente mineralizada de tetraedrita y esfalerita.

Los minerales componentes del grupo de yacimientos de Monserrat constan de minerales de sulfuro y polisulfuro como esfalerita, tetraedrita, estannina, galena, casiterita, calcopirita, piritita, marcasita, pirargirita y boulangerita, y su paragénesis es complicado. En cuanto a las correlaciones entre los principales elementos, la de estaño-cobre es muy íntima; siguen a ésta la de plata-cobre y la de plata-estaño, y la de estaño-cobre forma una línea completamente directa; lo cual aclara que la ley de estaño depende de la existencia de estannina. El hecho de que la correlación de plata-cobre es íntima indica que la ley de plata depende de la existencia de tetraedrita. Y el hecho de que la de plata-estaño es también íntima aclara que tetraedrita y estannina existen en correlación íntima. Ambos minerales de plata y estaño tienen valores altos, por lo que será muy interesante la exploración de las vetas Salvadora y San Martín que contienen éstos. Sin embargo, de momento hay un problema en recogimiento de los minerales.

En cuanto al estado de la mineralización, por el sondeo se comprobó la conexión entre el sondeo No. 52-1 (del segundo año) y el No. 53-4 (del tercer año) de la veta Salvadora. Según sus resultados la veta Salvadora en el sondeo No. 53-4 tiene 0.21 mt. de anchura aparente y las leyes son plata 0.07%, estaño 0.03%, cinc 1.08%, plomo 0.14% y cobre 1.14%, en la profundidad de 179 mts. y alrededor de la profundidad de 188.60 mts. tienen 0.60 mt. de anchura aparente, y las leyes son plata 0.037%, estaño 0.69%, cinc 0.30%, plomo 0.05% y cobre 1.69%. Aparte de éstas, existen vetas delgadas difundidas en las paredes sobre y subyacentes de la veta Salvadora, otras contrastadas con las vetas "A" y "B" de afloramientos superficiales. Sin embargo, la veta que señala la existencia de mineralización fuerte es la



veta San Martín, la cual continúa desde el afloramiento superficial y se encuentra en la parte de poca profundidad del taladro No. 53-5. La parte mineralizada con 0.77 mt. de anchura aparente entre 50.93 mts. y 51.70 mts. de profundidad perforada se contrasta con dicha veta. Las leyes de promedio de esta parte mineralizada son plata 0.044%, cinc 1.38%, estaño 0.82%, plomo 0.19% y cobre 0.74%, así que las de estaño y plata son altas.

Juzgando por los datos ya reconocidos y el zonamiento investigado en el tercer año, el grupo de yacimientos de Monserrat se puede dividir en zonas de alto contenido de estaño y otras. Aquellas se encuentran en las vetas Salvadora y San Martín, y en el Niv. 0 mt. existen en la parte profunda, excepto la veta San Martín, por lo que es interesante la exploración de la parte profunda.

Al mismo tiempo, la zona de alto contenido de estaño de la veta Salvadora se extiende en la parte Oeste e inferior. En la veta San Martín no se ha efectuado la exploración en la parte inferior y en la dirección horizontal. Por lo tanto, es interesante la exploración de la parte extendida e inferior en la parte Oeste de la veta Salvadora, y la exploración en la dirección horizontal y su parte inferior de la veta San Martín.

Por dicha investigación mediante el sondeo, se recomienda la exploración de las partes siguientes:

① la parte central de la mineralización, y la parte Este e inferior de la veta Seis de Agosto, y conforme a ello, a efecto de aclarar detalladamente el grado de mineralización, una rampa hacia abajo a lo largo de la veta;

② la parte inferior de vetas formadas por fisuras intrincadas de cizalla y tensión que se desarrollan en la parte Nordeste de la veta Seis de Agosto, tales como el ramo Seis de Agosto, las vetas Artola, Disputada, Jesús, Adela, Guernica, etc.;

③ la parte extendida al Oeste y su parte inferior de la veta Salvadora

en la zona Monserrat, y

④ las partes extendidas al Este y al Oeste, y su parte inferior de la veta San Martín.

Por la prospección geofísica, se ha aclarado la extensión de la zona grande de anomalía de FE alto que se difunde desde el margen Este de la veta Seis de Agosto (línea F) hacia el Oeste. Se considera que ésta se debe al grupo de venillas que acompañan zona alterada en arcilla y pirita de granos finos.

Según se presume, en la zona Monserrat la zona de anomalía de FE alto se extiende desde el taladro No. 52-1 hacia el Este y continúa hasta la falla San Vicente. Esta indica la difusión de la zona sericitizada de la zona Monserrat. Los valores de FE son altos especialmente entre los taladros No. 52-1 y No. 52-2, por lo que se considera que las vetas Salvadora y "A" están mineralizadas más fuertemente en los alrededores de dichos taladros.

DESCRIPCION GENERAL Y SUMARIO

CONTENIDO

DESCRIPCION GENERAL Y SUMARIO

CAPITULO 1	INTRODUCCION	2
1-1	Reseña histórica y objeto de la investigación	2
1-2	Reseña de los trabajos de investigación	4
CAPITULO 2	RESEÑA GENERAL DEL AREA DE ESTUDIO	7
2-1	Geomorfología y clima	7
2-2	Localidad y accesibilidad	7
2-3	Reseña geológica del área San Vicente	8
2-4	Reseña general de la mina San Vicente	11
CAPITULO 3	DISCUSION GLOBAL	13
3-1	Discusión sobre la prospección geofísica (método IP)	13
3-2	Discusión sobre el sondeo	15
CAPITULO 4	CONCLUSION Y VISTA EXTENDIDA PARA EL FUTURO	23
4-1	Conclusión	23
4-2	Opinión sobre la exploración en el futuro	25

CAPITULO 1 INTRODUCCION

1-1. Reseña histórica y objeto de la investigación

La República de Bolivia abunda en recursos minerales de estaño, tungsteno, plata, antimonio, plomo, cinc, bismuto, petróleo, gas natural, etc. Especialmente en la producción de estaño, es uno de los principales países productores del mundo, así como Malasia e Indonesia. Su economía ha dependido de la exportación de estaño desde hace mucho tiempo, por lo que la variación de la cotización de dicho metal influía mucho sobre el estado financiero del país.* A efecto de liberarse de tal situación, el gobierno boliviano planeó la diversificación de industrias, y en la minería ha venido fomentando la exploración y el desarrollo de otros minerales. Por otra parte, los recursos minerales se han exportado en forma de productos primarios. Pero para disminuir costo de flete que actualmente tiene tendencia de aumento constante, y además, para aumentar el valor agregado de los productos, resulta más conveniente que el país posea sus propias fundiciones y trate ahí los minerales por sí mismo. Por consiguiente, el gobierno boliviano anhela construir plantas de fundición en el país, y lo fomenta como la línea básica de la política minera.

Como una serie de esta política minera, el gobierno boliviano solicitó al gobierno del Japón su cooperación técnica para construir fundición de cinc. El gobierno japonés, correspondiendo a dicha solicitud, envió una misión de investigación en febrero de 1975, y se efectuaron estudios al respecto desde toda clase de punto de vista. Posteriormente, en marzo de 1976, envió otra misión a efecto de investigar infraestructura para llevar

* Industrias minerales ocupan 58% de toda la exportación del país; petróleo y gas natural, 31%. En la exportación de industrias minerales, estaño ocupa 55% (el año 1975).

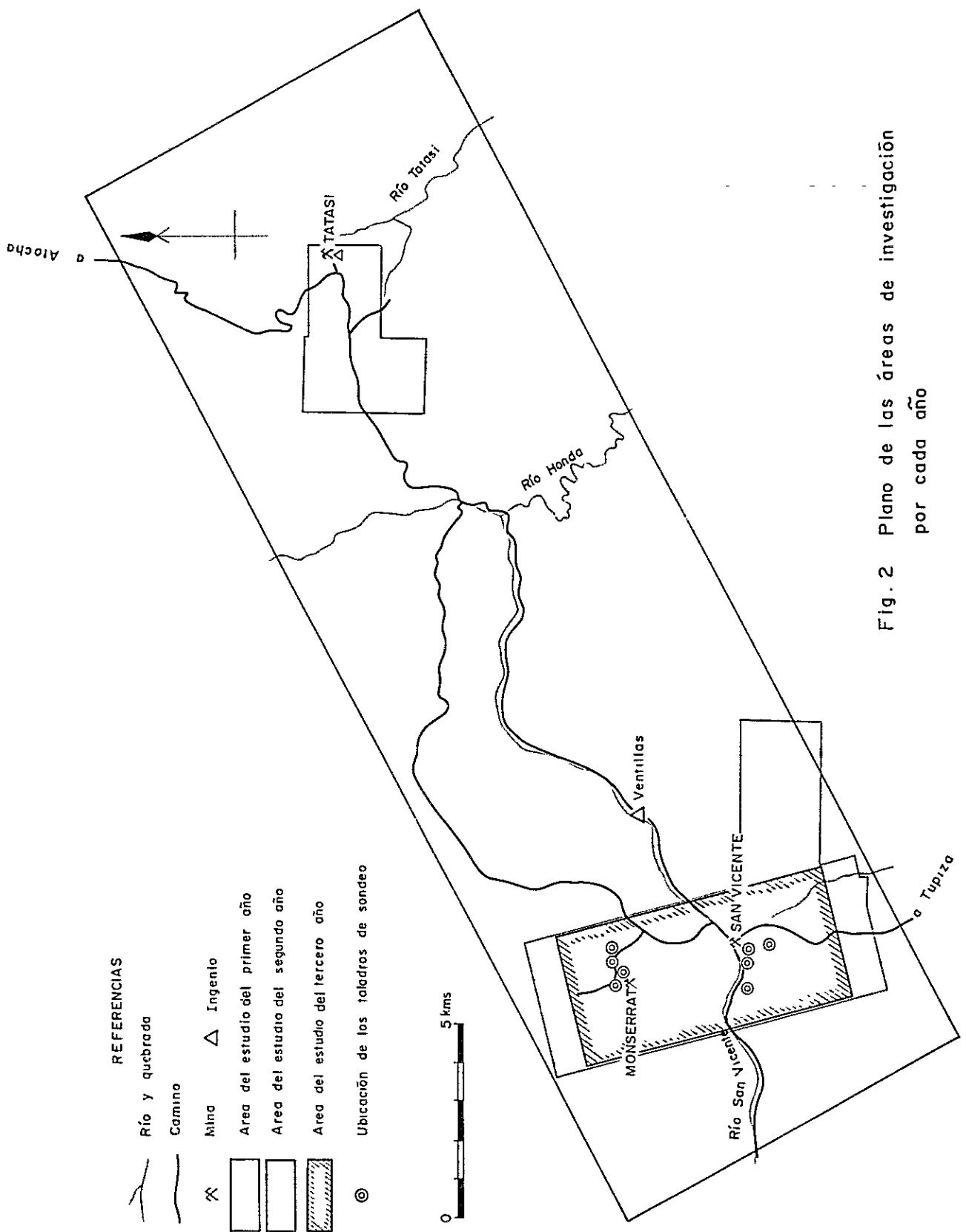
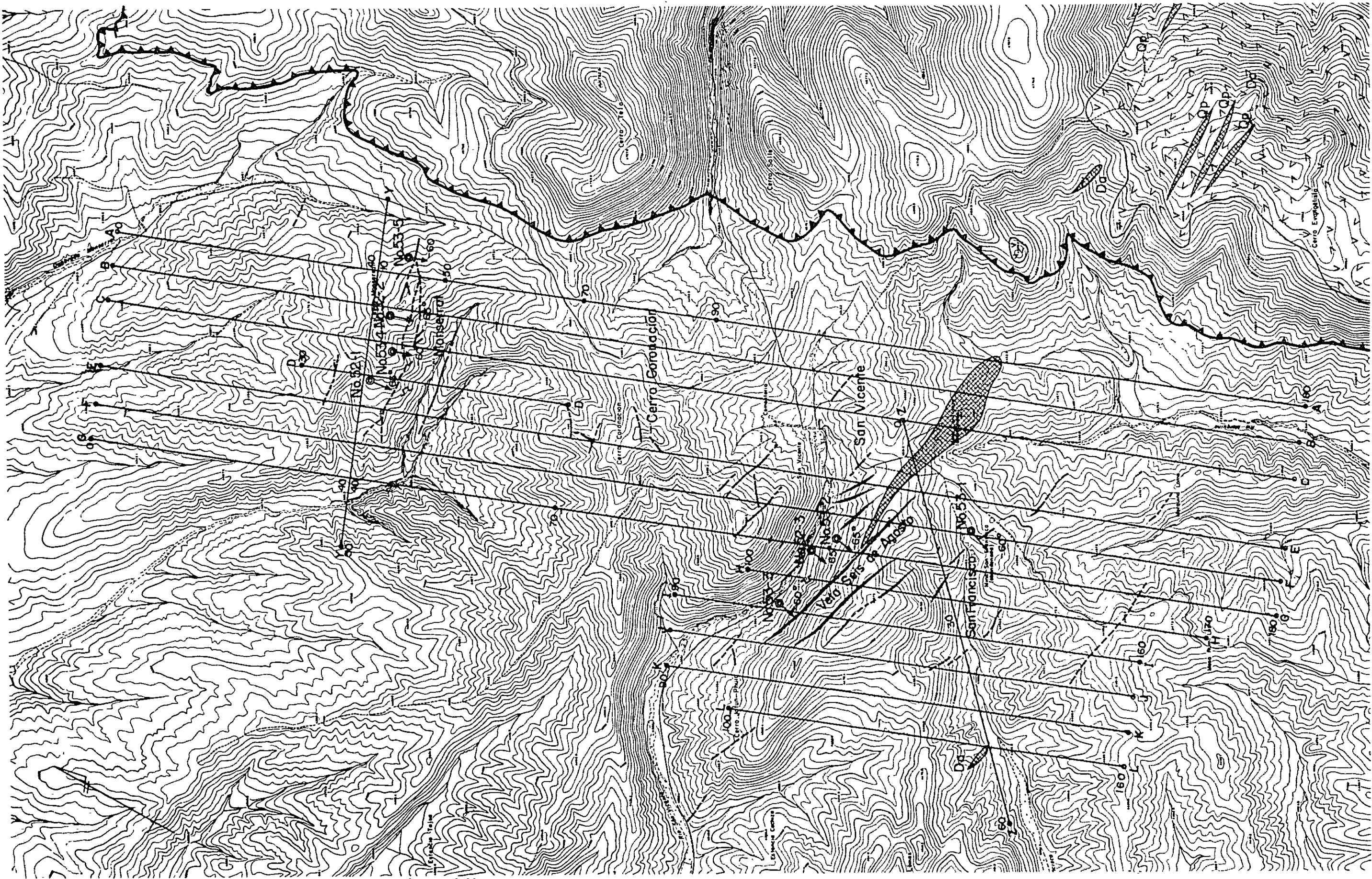


Fig. 2 Plano de las áreas de investigación por cada año



LEYENDA





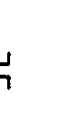
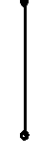
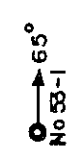

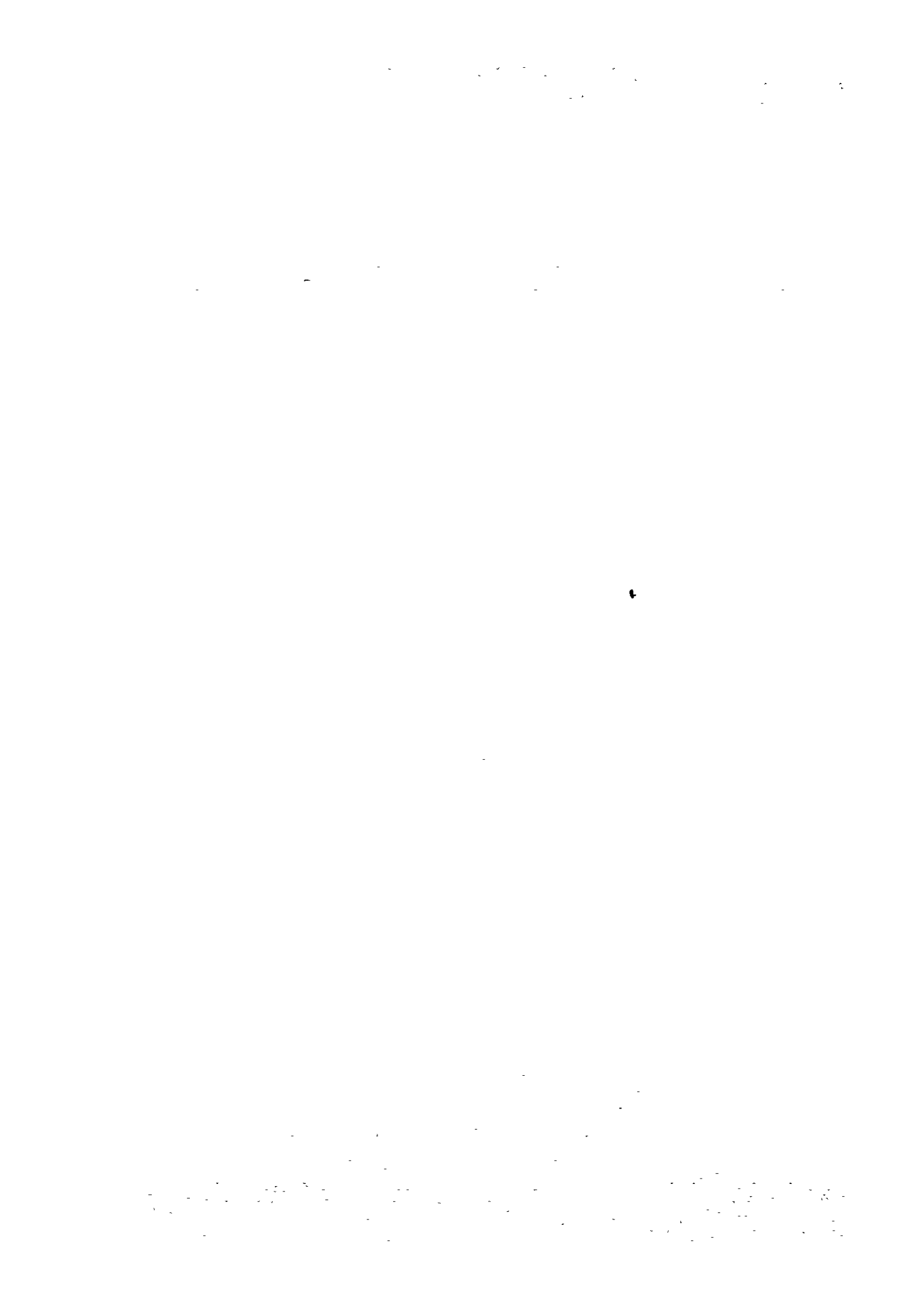
-  Rocas volcánicas de Potosí
-  Diques (Dc: dacita, Qp: pórfiro cuarcifero, An: andesita)
-  Veta
-  Veta inferida o pobre
-  Bocamina
-  Línea de medición de geofísica (años 1977 y 1978)
-  Ubicación, dirección e inclinación de taladro (años 1977 y 1978)
-  Falla inversa



Fig.3 Plano de ubicación de las líneas de medición de prospección geofísica y de los taladros de sondeo



a cabo estudios relacionados con la construcción de la fundición de cinc. Mientras, el gobierno boliviano, sincronizando con el plan de construcción de dicha fundición, ha venido esforzándose en obtener sus materias primas. Y como resultado de ello, seleccionó unas áreas que se deben explorar y solicitó al gobierno japonés la cooperación para su exploración y desarrollo, a saber:

- una zona mineralizada de cinc y plomo en el Sur de Cochabamba;
- otra zona mineralizada de cinc y plomo de Huara Huara - San Lucas en el Este de Potosí, y
- otra zona mineralizada de varios minerales del área Tupiza.

El gobierno japonés envió, en junio de 1976, una misión investigadora para ver tanto la posibilidad de la existencia de yacimientos, como la viabilidad de la investigación básica sobre la cooperación para el desarrollo de recursos minerales. Como la conclusión de estudios de dicha misión, se suponía que, con mucha posibilidad, se extenderían yacimientos en la región Sur,* incluyendo la mina San Vicente, que es una parte del área Tupiza, y que podría proveer, en poco tiempo, de materias primas a la fundición de cinc. Por lo tanto, se ha efectuado la investigación de la primera etapa en dicha región desde el año 1976.

La investigación del presente año se planteó como la del tercer año a efecto de dar recomendaciones tanto para descubrir yacimientos desconocidos, como para explorar y desarrollar las partes inferiores de los yacimientos ya reconocidos. Para realizar dicho objeto, se efectuaron la prospección geofísica por el método IP y la de sondeos en las áreas seleccionadas por la investigación de los años anteriores que, con mucha posibilidad, tendrían yacimientos, así como en las partes inferiores de los yacimientos ya reconocidos.

* En el informe del primer año, del año 1977, esta región se denominó "el área San Vicente".

1-2. Reseña de los trabajos de investigación

1-2-1. Alcance de la investigación (Véanse Fig. 1 y Fig. 2)

El área de exploración se sitúa a unos 30 kms. al Sur de Atocha en la región Sur de la República de Bolivia. En esta área está comprendida la mina San Vicente, que está bajo la jurisdicción de la Empresa Minera Quechisla perteneciente a la Corporación Minera de Bolivia (COMIBOL).

Como se menciona en la Fig. 2, el área investigada del presente año es una parte del área llamada San Vicente en la investigación del segundo año, y tiene la extensión de unos 20 kms².

1-2-2. Sistema y término de la investigación

Se efectuaron la prospección geofísica por el método IP y la prospección de sondeos. Y relacionándose con dichas prospecciones, se hizo la investigación geológica a lo largo de las líneas de medición de la prospección IP.

(1) Prospección geofísica

La prospección geofísica se efectuó por el método IP de disposición de electrodos de dipolo-dipolo.

El área investigada por el método IP se divide en dos zonas; la zona Monserrat y la zona de la mina San Vicente. En la primera, se efectuó la prospección IP sobre 6 líneas en las que los electrodos se instalaron a intervalos de 50 mts. (el largo total de las líneas de medición fue de 13.9 kms.), y sobre una línea con electrodos a intervalos de 100 mts. (el largo, 2.5 kms.). En la segunda, se efectuó de la misma manera sobre 4 líneas con electrodos a intervalos de 50 mts. (el largo total, 12 kms.), y sobre una línea con electrodos a intervalos de 100 mts. (el largo, 3 kms.). En la presente investigación, el largo total de todas las líneas de medición de la prospección IP fue de 31.4 kms., que consta de 25.9 kms. con electrodos a intervalos de 50 mts. y 5.5 kms. con electrodos a intervalos de 100 mts.

El término de la prospección IP fue de 59 días, desde el 3 de mayo de 1978 hasta el 30 de junio del mismo año.

Esta prospección fue efectuada por los miembros japoneses de la misión investigadora y los miembros bolivianos que participaron de la COMIBOL.

(2) Sondeo

En la zona de la mina San Vicente se realizaron tres taladros de sondeo con un avance total de 903.60 mts.; en la zona Monserrat, dos taladros con un avance total de 602.90 mts. En el presente año, se realizaron cinco taladros de sondeo con un avance total de 1,506.50 mts.

El término de la investigación se compuso de dos partes divididas por la estación muy fría del mes de agosto. La primera parte fue de 68 días, desde el 19 de mayo de 1978 hasta el 24 de julio del mismo año; la segunda, 80 días desde el 30 de agosto de 1978 hasta el 17 de noviembre del mismo año. Y en total el término se sumó a 148 días.

La prospección de sondeos fue efectuada mayormente por los miembros japoneses.

1-2-3. Formación de la misión investigadora

Los trabajos de investigación se realizaron bajo la cooperación de la misión japonesa, el Ministerio de Minería y Metalurgia de Bolivia y la Corporación Minera de Bolivia.

Los miembros japoneses de la misión que participaron en estos trabajos son los siguientes:

Jefe de la misión: Hiroji Kuronuma MESCO Inc.

Grupo de administración general y relaciones públicas:

Kazuhiro Chimura	Japan International Cooperation Agency
Toyo Miyauchi	Metal Mining Agency
Kenji Nakamura	" " "

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 ensuring transparency and accountability in financial reporting.

2. The second part of the document outlines the various methods and techniques used to collect and analyze data. It highlights the need for a systematic approach to data collection and the importance of using reliable sources of information.

3. The third part of the document focuses on the analysis and interpretation of the collected data. It discusses the various statistical and analytical tools that can be used to identify trends, patterns, and relationships within the data.

4. The fourth part of the document discusses the importance of communicating the results of the analysis to the relevant stakeholders. It emphasizes the need for clear and concise reporting and the importance of providing context and interpretation for the findings.

5. The fifth part of the document discusses the various challenges and limitations associated with data collection and analysis. It highlights the need for careful planning and execution to ensure the quality and reliability of the data.

6. The sixth part of the document discusses the various applications and uses of the collected data. It highlights the importance of using the data to inform decision-making and to identify areas for improvement and optimization.

7. The seventh part of the document discusses the various ethical considerations and best practices associated with data collection and analysis. It emphasizes the need for transparency, accountability, and respect for individual privacy and data security.

8. The eighth part of the document discusses the various future trends and developments in data collection and analysis. It highlights the importance of staying up-to-date with the latest technologies and techniques in the field.

9. The ninth part of the document discusses the various resources and tools available for data collection and analysis. It highlights the importance of using high-quality, reliable tools and resources to ensure the accuracy and reliability of the data.

10. The tenth part of the document discusses the various conclusions and recommendations based on the analysis. It emphasizes the need for a comprehensive and holistic approach to data collection and analysis and the importance of ongoing monitoring and evaluation.

Grupo de prospección geofísica:

	Takashi Oya	MESCO Inc.
	Yasuo Endo	" "
	Manabu Kaku	" "
Grupo de sondeo:	Nobuhiko Yamamoto	MESCO Inc.
	Yukichi Tagami	" "
	Jishichi Sato	" "
	Shigeru Inoue	" "
	Yoshinori Seki	" "
	Hisashi Suzuka	" "
	Kikuo Sato	" "

Los miembros bolivianos que participaron en la investigación del presente año son los siguientes:

Grupo de prospección geofísica :

Rodolfo Rico Almanza	Corporación Minera de Bolivia
Miguel Delgado R.	"



CAPITULO 2 RESEÑA GENERAL DEL AREA DE ESTUDIO

2-1. Geomorfología y clima

El área de estudio se sitúa en la altiplanicie de la parte Sur de Bolivia con una altura de 4,000 mts. a 4,700 mts. s.n.m. En el área de estudio, el lugar más alto es el Cerro Pupusani situado al Este de San Vicente, y su altura es de 4,787 mts. El área San Vicente presenta generalmente una topografía de forma de altiplanicie con altibajos moderados.

La precipitación anual es muy poca, siendo alrededor de 400 mms. por término medio. En la estación seca, desde mayo hasta noviembre, casi no llueve. Referente a la temperatura, se supone que el término medio del año es entre 5 y 6 centígrados. En junio, casi no hay días en los que la temperatura suba a 2 ó 3 centígrados, y en muchos días, la temperatura no sube al cero grado todo el día. La temperatura mínima hasta alrededor de 25 centígrados bajo cero, y aun en el verano, la temperatura nocturna es bajo cero. En el área de estudio, es fuerte el viento del Oeste. Todo el día sopla viento a 10 mts. por segundo de velocidad a través del año. No solamente la temperatura es baja, sino también siempre sopla viento fuerte, por lo que hace mucho frío.

Como lo arriba mencionado, la precipitación anual es muy poca, y además, el cambio de la temperatura en un día es grande debido a la altura muy elevada, por lo que esta área tiene forma de altiplanicie semidesierta con muy poca vegetación.

2-2. Localidad y accesibilidad (Véase Fig. 1)

El área de estudio se sitúa a unos 30 kms. al Sur de Atocha en la región Sur de Bolivia.

Como los medios de transporte entre la capital La Paz y el área de

estudio, se pueden usar ferrocarriles y automóviles. En el caso de utilizar los ferrocarriles, por la línea La Paz - Villazón (un pueblo en la frontera con Argentina), se va a Atocha situada cerca de la presente área. De ahí se llega al área de estudio en automóvil. Entre La Paz y Atocha, hay servicios regulares del tren 5 veces a la semana, cuyo recorrido es de 15 horas aproximadamente.

En el caso de emplear sólo automóviles, es lo más conveniente utilizar la carretera que sale de La Paz y pasa por Potosí. Pero la carretera pasa por el lecho del Río Atocha en unos 90 kms. entre Cotagaita y Atocha, por lo que en la temporada de lluvia ésta no es transitable y es necesario llegar al presente área vía Tupiza.

La distancia y el tiempo necesario del viaje en jeep entre La Paz y el área de estudio es como lo siguiente:

La Paz	$\frac{10 \text{ horas}}{574 \text{ kms.}}$	Potosí	$\frac{4 \text{ horas}}{185 \text{ kms.}}$	Cotagaita	$\frac{3 \text{ horas}}{70 \text{ kms.}}$	Quechisla
$\frac{30 \text{ minutos}}{19 \text{ kms.}}$	Atocha	$\frac{1 \text{ hora}}{32 \text{ kms.}}$	Tatasi	$\frac{1 \text{ hora}}{36 \text{ kms.}}$	San Vicente	

2-3. Reseña geológica del área San Vicente

En el área San Vicente donde se efectuó la prospección geofísica, se difunde ampliamente la formación San Vicente del sistema Terciario Neógeno, y en la parte Este de ésta, pasando la falla San Vicente, se difunde el miembro de areniscas de Asunta, que es la parte inferior del sistema Ordovícico. La formación San Vicente es de conglomerados rojos de aspecto macizo sin estratificación. Son sedimentos irregulares de fragmentos de varios tamaños con diámetros de unos centímetros a 20 cms., de angulares a subangulares. Sus matrices se forman de arena fina y limo. Los fragmentos se componen principalmente de arenisca cuarzosa y pizarra del sistema Ordovícico, y parcialmente contienen un poco de arenisca roja y arcilla

roja del sistema Cretácico respectivamente y cuarzo lechoso derivado de las vetas del mismo.

En la parte Sur de la presente área, o sea, en la zona de la mina San Vicente, un dique de dacita intruye en la formación San Vicente con una anchura de 2 mts. a 20 mts. y longitud de unos 200 mts. en la dirección Este-Oeste (En adelante se llamará "el dique San Vicente"). Aparte de éste, se observa otro dique de dacita con un ancho de 5 mts. de la dirección NE-SO en la parte Sudeste de galerías del nivel 0 mt. de la mina San Vicente.

La falla San Vicente situada en el lado Este de la presente área es la falla inversa donde la parte infrayacente, el miembro de areniscas de Asunta del sistema Ordovícico, se empuja encima de la formación San Vicente del Terciario Neógeno. Por la compresión lateral que nació al formar la falla San Vicente, fueron formados los grupos de fisuras que encajonan el grupo de yacimientos de San Vicente y el de Monserrat. Y se considera que se formó al mismo tiempo la inferida falla San Francisco de la Quebrada San Francisco que fue supuesta por la investigación geológica detallada del extremo Sudeste de galerías del nivel 0 mt. de la mina San Vicente.

En esta área hay cuatro grupos de yacimientos, a saber: el grupo de yacimientos de San Vicente situado en la zona de la mina San Vicente; el grupo de yacimientos de Monserrat situado en la zona Monserrat; el grupo de yacimientos del Cerro Coronación situado en medio de dichas zonas, y el grupo de yacimientos de la parte Sudeste de la zona de la mina San Vicente. Entre éstos, los dos grupos primeros están explorados actualmente, pero en los dos últimos no se ha avanzado la exploración.

El grupo de yacimientos de San Vicente está formado por las fisuras de los sistemas de cizalla primaria de $N50^{\circ}E$ ó $N55^{\circ}O$, de cizalla secundaria de $N75^{\circ}O$, de tensión primaria de $N85^{\circ}O$ y de tensión secundaria de $N65^{\circ}E$. La veta Seis de Agosto, que es la más mineralizada en este grupo de yacimientos, tiene 1,200 mts. de largo, y su ancho es de 1.7 mts. por término medio.



Los principales minerales componentes de sus vetas son esfalerita, galena, calcopirita, pirita, tetraedrita argentífera y otros minerales argentíferos. Y como minerales de ganga, se observan cuarzo y baritina.

En el grupo de yacimientos de Monserrat, se observan tetraedrita argentífera, pirargirita y mineral de Ag-Pb-Bi-Sb-S como minerales argentíferos; estannina y casiterita, como minerales estanníferos. Sus minerales principales son esfalerita, calcopirita, galena y pirita. Sus vetas son generalmente delgadas, aunque abundan en estaño comparando con las del grupo de yacimientos de San Vicente.

El grupo de yacimientos del Cerro Coronación se compone de vetillas delgadas principalmente de cobre óxido; el grupo de yacimientos de la parte Sur de la zona de la mina San Vicente, vetillas de minerales estanníferos de esfalerita y galena. Pero la mineralización de ambos grupos es más débil que los dos grupos anteriores.

Las alteraciones derivadas de la mineralización se observan en los alrededores de dichos grupos de yacimientos. Pero entre el grupo de yacimientos de Monserrat y el de San Vicente, las propiedades y escalas de alteraciones son claramente distintas. Es decir, las alteraciones del grupo de yacimientos de Monserrat cubre una área amplia que abarca toda la extensión de yacimientos; las alteraciones principales son alteración arcillosa compuesta principalmente de sericitización y piritización, acompañando silicificación. En cambio, en el grupo de yacimientos de San Vicente, las alteraciones se observan a lo largo de las vetas con el ancho de unos metros a diez y tantos metros; la alteración principal es silicificación y se acompañan alteraciones arcillosas tales como de sericitización, cloritización y carbonatación, y piritización.

Se presume que la inferida falla San Francisco del carácter de cizalla situada en la Quebrada San Francisco, que se infiere juzgando por el estado



geológico del margen Sudesde de galerías del nivel 0 mt. de la mina San Vicente, tal vez acompañe una zona fracturada y alterada con el ancho entre 10 y 30 mts. afectada por silicificación y alteración arcillosa.

2-4. Reseña general de la mina San Vicente

La mina San Vicente pertenece a la Empresa Minera Quechisla de la Corporación Minera de Bolivia. Tiene historia larga datada de la época colonial española, pero desde el año 1926 se había quedado clausurada. Sin embargo, en el año 1968 miembros del Departamento de Exploración de la COMIBOL la investigaron, y el año siguiente se decidió desarrollarla. Actualmente se están abriendo los interiores de la mina. Para tratar minerales de esta mina, se construyó una planta de flotación en Ventillas situado a 6 kms. hacia Este de la mina en diciembre de 1977.

Los yacimientos de la mina San Vicente se dividen en los de Monserrat, los principales de la mina San Vicente y los de la parte Sudeste de la misma. Entre éstos, los que se desarrollan para su actividad productiva son las vetas de los yacimientos principales de la mina San Vicente, mientras en los yacimientos de Monserrat apenas se acaba de comenzar la exploración. Referente a los yacimientos de la parte Sudeste de la mina San Vicente, todavía no se ha realizado exploración sistemática.

Todos los yacimientos son de vetas, pero entre los yacimientos de Monserrat y los principales de la mina San Vicente, hay un poco de diferencia en sus minerales componentes. Los yacimientos de Monserrat tienen casiterita, esfalerita, estannina, calcopilita y unos minerales argentíferos, y sus vetas son generalmente delgadas. Por otra parte, los minerales componentes de los yacimientos principales de la mina San Vicente son tetraedrita argentífera, calcopirita y galena. Además, la veta principal Seis de Agosto tiene unos 1,200 mts. de largo. Para los minerales de los



yacimientos principales de la mina San Vicente, se construyó la planta de flotación de Ventillas, cuya capacidad es de 400 toneladas diarias.

En el año 1978, la cantidad proyectada de tratamiento mensual es de 9,417 toneladas con leyes de cinc 6.10% y de plata 0.040%. La cantidad concentrada es de 861 toneladas con leyes de cinc 50% y de plata 0.349%. En octubre de 1977, los números de trabajadores son como lo siguiente: los empleados y obreros de la mina 186 personas; los del Ingenio Ventillas 112 personas, y los de secciones indirectas 90 personas, abarcando en total 388 personas. Actualmente se desarrollan en los niveles de 30 mts., 0 mt. y -30 mts.

Se han comprobado extensiones horizontales de cada veta de los yacimientos principales, y se ha realizado una galería de exploración en los yacimientos de Monserrat. Mediante dichas actividades, la mina se está preparando para su producción. Al mismo tiempo, se están construyendo los equipos exteriores de mina, los campamentos, etc. Como se ha mencionado, la mina está en marcha de progreso.

yacimientos principales de la mina San Vicente, se construyó la planta de flotación de Ventillas, cuya capacidad es de 400 toneladas diarias.

En el año 1978, la cantidad proyectada de tratamiento mensual es de 9,417 toneladas con leyes de cinc 6.10% y de plata 0.040%. La cantidad concentrada es de 861 toneladas con leyes de cinc 50% y de plata 0.349%. En octubre de 1977, los números de trabajadores son como lo siguiente: los empleados y obreros de la mina 186 personas; los del Ingenio Ventillas 112 personas, y los de secciones indirectas 90 personas, abarcando en total 388 personas. Actualmente se desarrollan en los niveles de 30 mts., 0 mt. y -30 mts.

Se han comprobado extensiones horizontales de cada veta de los yacimientos principales, y se ha realizado una galería de exploración en los yacimientos de Monserrat. Mediante dichas actividades, la mina se está preparando para su producción. Al mismo tiempo, se están construyendo los equipos exteriores de mina, los campamentos, etc. Como se ha mencionado, la mina está en marcha de progreso.

CAPITULO 3 DISCUSION GLOBAL

3-1. Discusión sobre la prospección geofísica (método IP)

En la zona de la mina San Vicente, la prospección geofísica por el método IP del segundo año ha aclarado que una zona de anomalía de FE alto que rodea la Quebrada San Francisco se extiende hacia el Oeste de la línea de medición F. Como resultado de ello, en el tercer año se investigó la extensión hacia el Oeste de dicha zona de anomalía de FE alto por la prospección IP en la parte hacia el Oeste de las líneas de medición del segundo año.

En la zona Monserrat, como resultado de la prospección del segundo año, se ha aclarado que el área cuya superficie está afectada fuertemente por la alteración arcillosa coincide con la distribución de zonas de anomalía de FE alto. Por otra parte, en los alrededores de las vetas con altas leyes de plata y estaño se observa el FE más alto entre dichas zonas de anomalía de FE alto. El borde Oeste de estas zonas se aclaró por la prospección del segundo año, por lo que en el presente año se investigó su prolongación hacia el Este.

A efecto de aclarar la continuidad entre la zona Monserrat y la de la mina San Vicente, se efectuó la prospección IP entre ambas zonas en la línea E.

Como resultado de la discusión global de los resultados de la prospección IP y los de la investigación geológica y de sondeo ya reconocidos, se obtuvieron las conclusiones siguientes:

- (1) Se puede reconocer satisfactoriamente la veta Seis de Agosto, que tiene el valor económico más importante en la zona de la mina San Vicente, por la prospección IP de la disposición de electrodos de dipolo-dipolo tomando la distancia de los electrodos y la de traslación de electrodos



ambos en 50 mts. y cambiando el coeficiente desde 1 hasta 4 de la distancia de separación entre los electrodos.

(2) En la zona grande de anomalía de FE alto que rodea la Quebrada San Francisco, el FE es el más alto en el punto muy cercano hacia el Oeste de la mina abandonada San Francisco. Según los resultados del taladro No.53-1 del tercer año perforado en el lugar más cercano a dicho punto, se hallan muchas venillas muy delgadas que acompañan alteración arcillosa y pirita de granos finos en la formación de conglomerados de San Vicente.

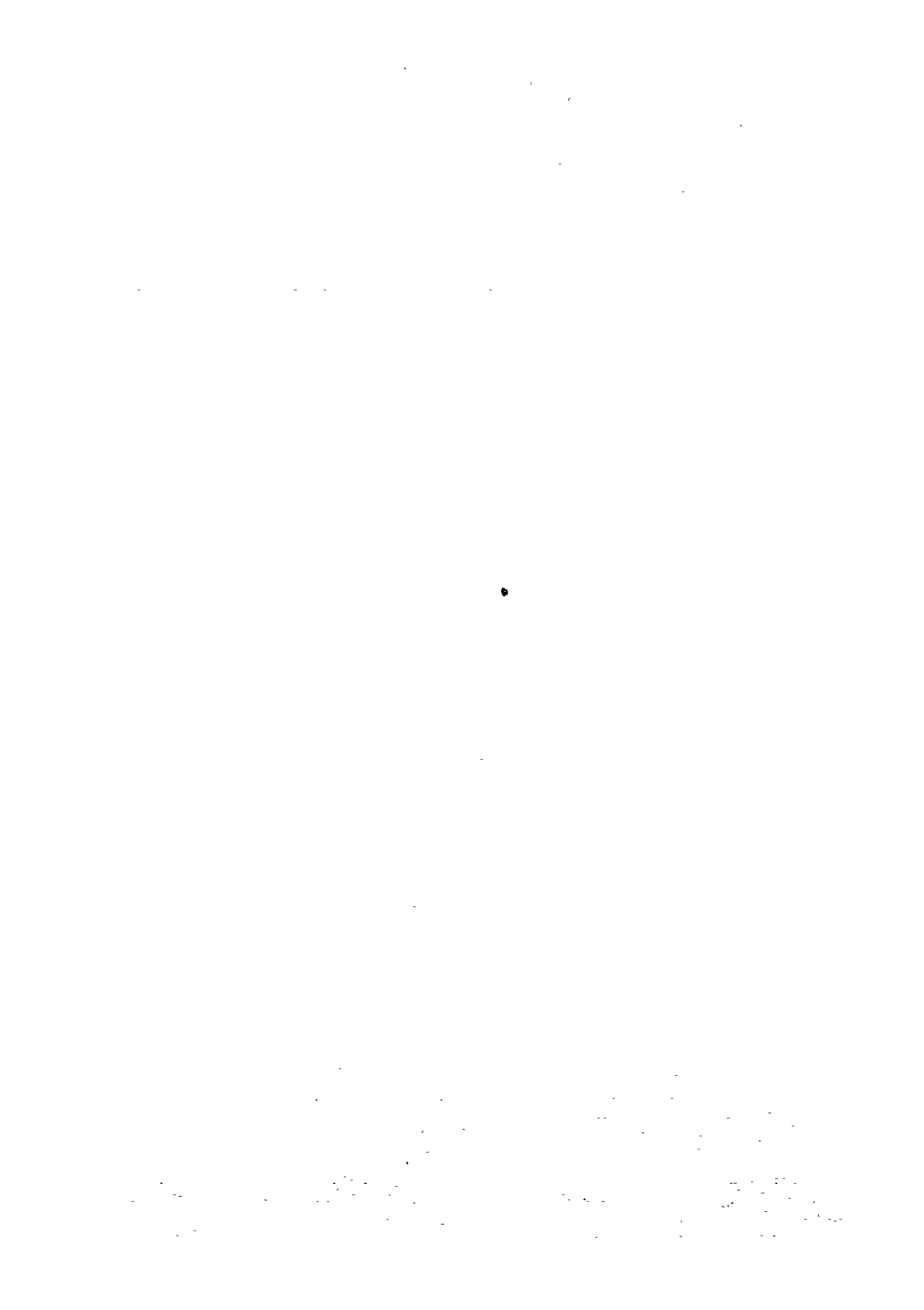
Conforme a la investigación geológica de superficie, en la parte Oeste del área donde se difunde dicha zona de anomalía de FE alto, casi no se encuentran afloramientos, ni se descubren vetas ni zonas alteradas. Por consiguiente, se considera que esta zona de anomalía de FE alto es la parte donde se desarrollan venillas que acompañan alteración arcillosa y pirita de granos finos.

(3) La zona grande de anomalía de FE alto que rodea la Quebrada San Francisco continúa desde la línea F hasta la línea K.

(4) En la zona Monserrat, la zona con el FE alto y la resistividad aparente bajo de tipo filón que corresponde a las vetas Salvadora y "A" continúa desde la línea A hasta la línea E.

(5) Los valores de FE son muy altos entre el punto 35 y el 38 de la línea A. Esta zona de anomalía de FE alto corresponde, como indicios de superficie, a los alrededores del tajo abandonado afectado por alteración arcillosa y limonitización. Cuanto más se va hacia el Oeste, tanto más ésta se profundiza, en la línea C más que en la línea B.

(6) Se halla una zona de anomalía de FE alto que continúa desde la línea D entre el punto 54 y el 56 hasta la línea E entre el 54 y el 56. Esta zona de anomalía corresponde al área donde se difunden las zonas fuertemente caolinizadas.



(7) En la zona Monserrat, los valores de FE son los más altos en las líneas E y F. En la línea G situada al Oeste muy cerca de la línea F, el FE es extremadamente bajo comparado con el FE de ésta. Por consiguiente, se considera que, en la zona Monserrat, la zona alterada se extiende sólo en la parte Este de la línea G.

(8) Entre la zona Monserrat y la de la mina San Vicente, se hallan unas vetas delgadas de cobre alrededor del Cerro Coronación. Pero, según los resultados de la prospección IP en la línea E, no se observan especialmente los valores que indiquen anomalía ni del FE ni de la resistividad aparente.

3-2. Discusión sobre el sondeo

Referente a la zona de la mina San Vicente, según la investigación geológica del segundo año, la veta San Francisco está fuertemente silicificada y alterada en arcilla, y según la prospección geofísica, ésta se halla en una zona de anomalía de FE alto, por lo que se considera que su parte inferior es prometedora. Por otra parte, como resultado del sondeo, se considera que sería necesaria la exploración de la parte inferior de la veta Seis de Agosto. Por lo tanto, en el tercer año se efectuó el sondeo para con dichas dos vetas. Mientras, en cuanto a la zona Monserrat, según el sondeo del segundo año, se encuentra zona mineralizada en la parte profunda. Además según la prospección geofísica, se halla un área que indica los valores comparativamente altos de FE en los alrededores de la sección Monserrat que incluyen dicha zona mineralizada, y tiende a extenderse hacia el Este. Por lo tanto, se efectuó el sondeo en la parte hacia el Este del taladro No.52-1 del segundo año, y al mismo tiempo, se exploró la parte inferior en sus alrededores. En la zona de la mina San Vicente, se efectuaron el sondeo No.53-1 con avance de 202.16 mts., los sondeos No.53-2 y No.53-3 con avance de 351.00 mts. y 350.50 mts. respectivamente para con la veta Seis de Agosto.



En la zona Monserrat, se efectuaron el sondeo No. 53-4 de 301.90 mts. y el sondeo No. 53-5 de 301.00 mts. El avance de estos cinco taladros es 1,506.50 mts. en total. Además, se efectuaron observación de testigos, análisis químico de partes mineralizadas, estudio de minerales por microscopio de reflexión, difracción por rayos-X, etc. Como resultado de ello, se obtuvieron las conclusiones siguientes:

(1) La geología de toda el área investigada se compone de la formación de conglomerados de San Vicente que pertenece al Mioceno Tardío. Entre las zonas de la mina San Vicente y Monserrat, las facies litológicas no son muy distintas, y ambas zonas se componen de arenisca silíceas, pizarra y conglomerado que contiene mucha cantidad de fragmentos rojos de arenisca.

(2) En la geología del área investigada, no se encuentran estructuras especialmente distintas según los resultados del sondeo. Se considera que se repiten pliegues suavemente ondulados cuyos ejes son de Este-Oeste.

(3) Referente a la alteración, dichas dos zonas no tienen mucha diferencia en las combinaciones de minerales alterados. Ambas zonas se componen de cuarzo, caolinita, feldespato potásico, alunita, clorita, etc. Se puede decir que este tipo de alteración pertenece aproximadamente a la zona sericitizada de la serie K de la zona neutral. Sin embargo, las formas de alteración son muy distintas entre las dos zonas. En la zona Monserrat, es amplia afectando toda la zona de difusión del grupo de yacimientos de Monserrat. En cambio, en la zona de la mina San Vicente, tiene a lo más 1-2 mts. de anchura en ambas paredes sobre y subyacentes de vetas, según los resultados del sondeo. En la zona de la mina San Vicente, la alteración es débil a lo largo de la dirección del buzamiento de vetas, pero llega a la profundidad perforada de 349 mts. donde se encuentra la veta Deseada. En la zona Monserrat, en el taladro No. 53-4, se encuentra conglomerado rojo no alterado a la profundidad de 266 mts. aproximadamente

1. The first part of the document is a list of names and titles, including "The Hon. Mr. Justice" and "The Hon. Mr. Justice".

y se aclara el fondo de la zona alterada. Juzgando por ello, se presume que la zona alterada de la zona Monserrat se extiende largamente en la dirección Este-Oeste; en la dirección Norte-Sur, es amplia en la superficie, pero se reduce en la parte inferior; en los extremos Norte y Sur, esta zona lleva inclinación al Norte en el extremo Sur, y al Sur en el extremo Norte hacia la parte profunda.

(4) Referente a las fisuras, por los datos geológicos mediante el sondeo, no se puede aclarar su continuidad horizontal exactamente, por lo que no se puede analizar más detalladamente que los resultados del segundo año. Sin embargo, en la veta Seis de Agosto, la fisura tiende a estrecharse en la parte inferior. Las fisuras que se encuentran en los taladros de la zona Monserrat son generalmente estrechas y muchas. Además, su escala varía mucho y las vetas presentan formas de cadena, de red y de escalón. Esto indica que no era bastante uniforme la difusión del esfuerzo en el estrato donde se formaron fisuras. Sin embargo, como lo arriba mencionado, esta zona alterada tiene tendencia de estrecharse en la parte inferior, por lo que se presume que la difusión del esfuerzo afectó concentradamente en un área limitada que se proporciona la anchura de dicha zona en la parte inferior, y se espera el aumento de la anchura de fisuras. Por lo tanto, será necesario continuar la exploración de la parte inferior de las principales vetas Salvadora y San Martín.

(5) En el taladro No. 53-1 que se efectuó para la exploración de la parte inferior de la veta San Francisco y sus alrededores, se encuentran unas vetas arcillosas o silicificadas. Entre 153.3 mts. y 155.5 mts. con 2.2 mts. de ancho, se contienen Ag 0.003%, Pb 0.03%, Zn 2.03% y Cu 0.05%, así que las leyes son bajas. En la profundidad de 117.9 mts. en la que se presume hallar la veta San Francisco, se encuentra zona blanda que acompaña silicificación y alteración arcillosa.

(6) En el taladro No. 53-2 efectuado para con la veta Seis de Agosto, se encuentra la prolongación a la parte inferior de la veta Seis de Agosto entre 164.70 mts. y 168.00 mts. de profundidad. Las leyes por cada profundidad son: (1) 0.2 mt. entre 164.70 mts. y 164.90 mts. Ag 0.011%, Zn 2.36%, Sn, Pb y Cu de indicios; (2) 1.10 mts. entre 166.00 mts. y 167.10 mts. no se observan leyes notables; (3) 0.90 mt. entre 167.10 mts. y 168.00 mts. Ag 0.01%, Zn 1.83%, otros de indicios: así que en las partes (1) y (3) se encuentran las leyes de plata y cinc. En las partes de (1) a (3), las fisuras tienen menos de 1 cm. de ancho y forman venillas muy delgadas. Cada parte contiene una o dos venillas y el análisis se hace incluyendo también zonas diseminadas de sus paredes sobre y subyacentes. Juzgando por ello, comparado con la parte superior ya explorada, la mineralización está muy debilitada.

En el taladro No. 53-3 no se encuentran partes notablemente mineralizadas, sino unas partes alteradas. La veta Seis de Agosto se contrasta con la parte débilmente alterada entre 181.60 mts. y 182.00 mts., pero en este punto la mineralización está bastante debilitada. Como resultado de ello, se considera que la mineralización de la veta Seis de Agosto se debilita en la parte Oeste e inferior; al contrario, el centro de la mineralización se halla alrededor donde se encuentran esta veta y el recorte principal; la zona que contiene esta parte, alrededor donde se encuentran dicha veta y su ramo es el centro de la formación de zona fuertemente mineralizada. Por lo tanto, la parte inferior de los alrededores de dicha zona es prometedora, y será necesaria la exploración en esta zona. Dichas tendencias se aclaran en la Fig. II-8.

(7) En la zona Monserrat, la difusión de vetas es complicada, por lo que tomando en el centro las vetas principales, tales como las vetas Salvadora y San Martín, se clasificaron en los grupos siguientes: (1) el

grupo de vetas subyacentes de Salvadora; ② el de vetas Salvadora; ③ el de vetas sobreyacentes de Salvadora; ④ el de vetas "A"; ⑤ el de vetas "B"; ⑥ el de vetas San Martín y ⑦ el de vetas sobreyacentes de San Martín.

El grupo ① de vetas subyacentes de Salvadora continúa desde el taladro No. 52-1 hasta el taladro No. 53-4, y en éste se contrasta con la parte de 10 cms. entre 287.35 mts. y 287.45 mts. de profundidad. Pero las leyes son de indicios totalmente, así que la mineralización es débil.

El grupo ② de vetas Salvadora se encuentra en la profundidad de 295.50 mts. en el taladro No. 52-1, mientras en el taladro No. 53-4 se hallan tres vetas entre 179.35 mts. y 206.12 mts., entre las cuales están fuertemente mineralizadas, la de entre 188.60 mts. y 189.40 mts. y la de entre 179.35 mts. y 179.56 mts. de parte inferior, indicando las leyes de Ag 0.037%, Sn 0.69%, Zn 0.30%, Pb 0.05%, Cu 1.69%, y Ag 0.07%, Sn 0.03%, Zn 1.08%, Pb 0.14%, Cu 1.14% respectivamente. Estas vetas continúan a la parte mineralizada entre 290.13 mts. y 290.40 mts. del taladro No. 52-2, pero en esta parte sólo la ley de cinc es un poco alta, y otros minerales indican leyes bajas en general. Juzgando por ello, la mineralización de la veta Salvadora se empeora en la parte oriental, y se mejora en la parte occidental.

El grupo ③ de vetas sobreyacentes de Salvadora se compone de unas vetas encontradas entre 28.30 mts. y 155 mts. del taladro No. 53-4. Las partes de leyes comparativamente altas son: (a) 0.10 mt. de ancho entre 44.55 mts. y 44.65 mts., (b) 0.10 mt. entre 65.46 mts. y 65.56 mts., (c) 0.06 mt. entre 90.35 mts. y 90.41 mts. Las leyes respectivas son :
(a) Ag 0.003%, Sn 0.01% o menos, Zn 14.50%, Pb 0.06%, Cu 0.01% o menos;
(b) Ag 0.089%, Sn 0.16%, Zn 9.33%, Pb 0.02%, Cu 0.34%; (c) Ag 0.046%, Sn 0.15%, Zn 1.17%, Pb 0.60%, Cu 0.34%; así que la parte (b) presenta



altas leyes. Estas vetas se correlacionan con las de los alrededores de 277.40 mts. y 288.35 mts. del taladro No. 52-1, y las de 132.7 mts. a 155.51 mts. del taladro No. 52-2 pero son generalmente delgadas y la mineralización es débil.

El grupo (4) de vetas "A" se encuentra en los taladros No. 52-2 y No. 53-5. Unas vetas delgadas del taladro No. 52-2 se correlacionan con la de 0.90 mt. de ancho entre 145.30 mts. y 146.20 mts. de profundidad. Pero en ésta las leyes son de indicios excepto la de cinc de 1.63%, y no es prometiente. El grupo (5) de vetas "B" se compone de vetas encontradas entre 210.09 mts. y 298.30 mts. del taladro No. 53-5. Las leyes de elementos metálicos de valores son bajas, y se compone de partes silicificadas o sericitizadas. La mineralización es de indicio nada más.

El grupo (6) de vetas San Martín tiene afloramientos en la superficie, y su parte extendida e inferior se encuentra en el taladro No. 53-5, (a) entre 50.93 mts. y 51.60 mts. con 0.67 mt. de ancho y (b) entre 51.60 mts. y 51.70 mts. con 0.10 mt. de ancho. Las leyes de promedio de 0.77 mt. de anchura de (a) y (b) son Ag 0.044%, Zn 1.38%, Sn 0.82%, Pb 0.19% y Cu 0.74%, así que es la veta mineralizada más ancha entre las que se encuentran en el sondeo del presente año. Los minerales componentes son principalmente estannina, pirita, esfalerita y pirargirita, y se acompaña boulangerita formando sulfuros complejos. Referente al grupo (7) de vetas sobreyacentes de San Martín, se encuentran cinco vetas entre 23.80 mts. y 39.90 mts. de profundidad en el taladro No. 53-5, pero todas indican leyes bajas.

Juzgando por los resultados del sondeo arriba mencionados, el grupo de vetas Salvadora se reconoce la continuidad más notable en el grupo de yacimientos de Monserrat. Referente al cambio del grado de mineralización en la dirección horizontal de este grupo de vetas, como resultado del

... ..

sondeo, cuanto más se va hacia el Oeste, la mineralización es más fuerte, y en general las leyes son más altas hacia la parte inferior. Por lo tanto, en este grupo de vetas, se considera que será prometiente la exploración de la parte occidental y su parte inferior. Referente al grupo de vetas San Martín, las leyes de las partes mineralizadas son altas, por lo que es necesaria la confirmación del estado de extensión mediante la exploración en la dirección horizontal, sobre todo en la parte oriental y su parte inferior. Es interesante, ya que parcialmente indica la ley muy alta de plata, aunque se compone de vetas delgadas.

Referente al paragénesis de los minerales, en la zona de la mina San Vicente se observan principalmente esfalerita, pirita, tetraedrita y galena; mientras, en la zona Monserrat, se hallan minerales complicadamente coexistentes de sulfuros y polisulfuros, tales como esfalerita, tetraedrita, estannina, casiterita, calcopirita, pirita, marcasita, boulangerita, etc. Como resultado del cálculo por computadora de las correlaciones entre los elementos de plata, cobre, estaño, plomo y cinc,* la combinación de cobre-estaño indica correlación muy íntima, por lo que obviamente estaño se deriva de estannina. Mientras, plata indica correlación íntima con cobre y estaño, lo cual aclara que la ley de plata se deriva de tetraedrita, que contiene cobre, y se considera que debido al paragénesis de estannina y tetraedrita, estaño y plata indican correlación comparativamente alta. En la presente zona, los minerales de altos valores de vetas son principalmente plata y estaño, por lo cual, juzgando por dichas correlaciones, se considera que es importante la exploración de vetas en que coexistan estannina y tetraedrita.

* El coeficiente de correlación de cobre-estaño = 0.95262; el de plata-cobre = 0.51636; el de plata-estaño = 0.46837; donde $n = 67$, $\text{df} = 67 - 2 = 65$. Todos son significantes en el nivel de 1%.



(8) En cuanto al zonamiento de los minerales, en el segundo año se investigó detalladamente en la zona de la mina San Vicente, por lo que en el tercer año se discute sobre la zona Monserrat cuyos datos nuevos se han conseguido por el sondeo. Y resulta que, en el grupo de vetas Salvadora, la proporción de contenido de estaño indica valores más altos que las de plata-plomo, plata-cinc y plata-cobre.* Juzgando por ello, la proporción de estaño es alta generalmente en la parte profunda, exceptuando el grupo de vetas San Martín en las que parcialmente la proporción de estaño es alta en la parte poco profunda. En la zona de alto contenido de estaño las leyes son altas en general. Por lo tanto, en el grupo de yacimientos de Monserrat, es importante la exploración de partes de alto contenido de estaño.

* La proporción alta de contenido de estaño se refiere a la parte de más de 40% de $\text{Sn} \times 10 / (\text{Ag} \times 100 + \text{Zn} + \text{Sn} \times 10)$ en el diagrama triangular de Ag-Zn-Sn.



CAPITULO 4 CONCLUSION Y VISTA EXTENDIDA PARA EL FUTURO

4-1. Conclusión

En las zonas de Monserrat y de la mina San Vicente, que fueron escogidas como zonas de buena perspectiva para la prospección geofísica (el método IP) y el sondeo realizados en el segundo año, se han realizado en el tercer año la prospección geofísica (el método IP) y el sondeo. Y se han obtenido las conclusiones siguientes.

(1) La parte inferior de la veta Seis de Agosto

Esta veta es la más poderosa en el área San Vicente, y se han realizado los sondeos para la parte inferior prolongada al Oeste y la parte inferior un poco Oeste de la parte actualmente explotada. En la parte inferior de esta veta la mineralización tiende a debilitarse a medida que se va hacia el Oeste. Sin embargo, se presume que el contorno del recorte principal es el centro de la mineralización, y la dirección del buzamiento de la parte ampliamente mineralizada señala la de Este. Por lo tanto, nos interesa la exploración de la parte inferior desde el centro hacia el Este. En la galería que existe encima de las partes mineralizadas encontradas en el sondeo del tercer año, las fisuras tienen poca variación en dirección e inclinación, por lo que en dicha parte mineralizada no se forman fisuras grandes de tensión. Pero, como en la parte del centro al Este se forman vetas de cizalla secundaria y se ve la variación de la formación de fisuras, lo cual nos da la esperanza.

(2) La parte inferior y su parte prolongada de la veta San Francisco

En la parte inferior de la veta San Francisco, que se sitúa en la zona de anomalía de IP extendida en ambos lados de la Quebrada San Francisco, se desarrolla la zona fracturada, afectuada por alteración a arcilla y silicificación. Y se presume la mineralización de la parte

prolongada de esta parte inferior. Por consiguiente, es necesario aclarar el estado de esta parte por exploración. Se necesita efectuar la exploración en la parte prolongada hacia el Oeste de esta veta de la orilla izquierda de la Quebrada San Francisco, porque se ha realizado un sondeo nada más, lo cual no se aclara definitivamente la distribución de la mineralización de ella.

(3) La parte inferior y la parte prolongada al Oeste de la veta Salvadora en el grupo de yacimientos de Monserrat

Según los resultados de la investigación por sondeos de los segundo y tercer años, se supera el estaño en la parte inferior, la que es la zona de contenido alto de estaño a base del paragénesis de minerales y el zonamiento. Además, la veta Salvadora situada bastante Oeste es poderosa y se cree que esta veta se continúa hasta el alrededor del límite occidental de la zona de anomalía de IP. Por lo tanto esperamos en la exploración de las partes inferior y occidental. En la veta San Martín existen zonas de alta ley de plata y plomo, cogidas en la parte poco profunda. Los minerales componentes son de sulfuro y polisulfuro, y están complicados pero son semejantes a los de la veta Salvadora. Por lo tanto, hay posibilidad de encontrar partes mineralizadas según el estado de fisuras igual que la parte ampliamente mineralizada en la veta Salvadora. Hay que hacer la exploración en la parte inferior y su parte prolongada hacia Este-Oeste haciendo del centro el sondeo realizado el tercer año.

(4) Según los resultados de la investigación IP, la zona ancha de anomalía de FE alto cuyo centro es la Quebrada San Francisco se continúa desde la veta San Francisco (el límite oriental) hasta la línea K (el límite occidental). El valor de FE es el más alto en la parte muy occidental de la veta San Francisco y se desarrollan venillas acompañando



la zona alterada a arcilla y pirita de grano fino en el taladro No. 53-1 del tercer año. Por lo tanto, según los datos conseguidos hasta el presente, se cree que esta zona de anomalía de FE alto está causada por el grupo de venillas antes mencionadas. Sin embargo, como en la parte Oeste de esta zona de anomalía casi no existen afloramientos, es imposible afirmar la razón de FE alto. Como se cree que se mejoraría la mineralización de venillas, será necesario realizar el sondeo para comprobar estado de mineralización.

(5) Según los resultados de la investigación IP, la zona de FE alto y de la resistividad baja acompañada de la veta Salvadora en la zona Monserrat tiene la mejor esperanza. Sobre todo, alrededor del taladro No. 52-2 del segundo año, el valor de FE es el más alto.

(6) Conforme a los resultados de la investigación IP de la zona Monserrat, la zona de FE alto casi no continúa al Oeste de la línea F, por lo cual se presume que esta zona de FE alto se profundiza. Se supone también que esta zona de anomalía, referente al Este, se extendería casi hasta la falla San Vicente.

4-2. Opinión sobre la exploración en el futuro

(1) La veta Seis de Agosto es la más importante en la mina San Vicente. Y es necesario aclarar la distribución de la zona mineralizada en la parte inferior por medio de la exploración de la parte inferior del centro de esta parte. Para esto, hay que realizar los sondeos con la misma distancia en la parte más oriental que los lugares donde ya se fueron realizados los sondeos. Después de haberse encontrado la veta, hay que perforar una rampa a lo largo de la veta para aclarar el estado de la mineralización, lo cual dará el dato para el método de explotación.

(2) En cuanto a las vetas desarrolladas en la parte Nordeste de la veta

Seis de Agosto, las fisuras de cizalla y de tensión se mezclan y se espera la formación de la parte ampliamente mineralizada en su cruce. Por lo tanto se necesita realizar la exploración de la parte inferior de estas vetas empleando los sondeos.

(3) Respecto a la veta Salvadora de la zona Monserrat, hay que realizar el sondeo con el objeto de la exploración en la parte inferior hasta alrededor del límite occidental de la zona de anomalía de IP.

(4) Se debe efectuar el sondeo para aclarar la prolongación de Este-Oeste y para explorar la parte inferior de la veta San Martín en esta zona.

(5) Se necesita investigar el afloramiento superficial por zanja y mantener la perforación en el recorte Niv. 0 mt. para aclarar la correlación de las vetas de Monserrat. Según los resultados de la investigación de las muestras sacadas durante los tres años, las leyes de plata y plomo mayormente dependen de esfalerita y estannina, por lo tanto es necesario mejorar la eficiencia de sacar los minerales para elevar el valor suplementario. Especialmente en los yacimientos de Monserrat, los minerales de sulfuros complicados contienen los metales valiosos como plata y estaño, los cuales no dependen de los minerales de sus componentes simples como casiterita o argentita. Por consiguiente, al explorar hay que trazar el plano de exploración considerando la manera de sacar estos minerales de sulfuros complicados.

(6) Se presume que la anomalía de la zona de FE alto difundida alrededor de la Quebrada San Francisco está causada por el grupo de las venillas muy delgadas acompañadas de la alteración a arcilla y pirita de grano muy fino. Sin embargo, como casi no existen afloramientos en la parte occidental de la zona de anomalía de FE alto, no se puede decidir las razones del valor alto. Por lo tanto, es necesario investigar su geología superficial por zanja para aclarar las razones.



(7) Se realizó la investigación IP en toda el área San Vicente por disposición gradiente de electrodos de dipolo-dipolo en el segundo año. Y se efectuó la investigación detallada por disposición de electrodos de dipolo-dipolo en las zonas de FE alto de este área. Se cree que en caso de hacer la investigación IP en condiciones de la geología como la zona Monserrat o la zona de la mina San Vicente, es necesario en futuro atender a los puntos siguientes:

(a) Aun en una zona, como la de la mina San Vicente, donde "background" de FE es generalmente alto, en los lugares de ella donde existen yacimientos o la zona alterada el valor de FE es alto, en cambio en los lugares donde no se espera la existencia de yacimientos (excepto venillas), el valor de FE es igual que el de "background".

(b) La veta Seis de Agosto que es la más valiosa en la zona de la mina San Vicente tiene 1.7 mts. de anchura cuyos ambos lados están acompañadas de la zona alterada constituida principalmente por cuarzo y baritina con unos 10 cms. de anchura afectada por sericitización y piritización. Cuando se midió la veta Seis de Agosto por el método de polarización inducida de disposición de electrodos de dipolo-dipolo con la distancia de 50 mts. entre los electrodos, el valor de FE señaló 1% más que el de "background". En los lugares donde existe la veta, la resistividad aparente es baja y es alta en el borde de la veta. Por lo tanto, se puede acertar la existencia de las vetas grandes como Seis de Agosto empleando la medición IP antes mencionada.

(c) La zona de anomalía de FE alto a lo largo de la Quebrada San Francisco se difunde ampliamente, lo cual es diferente de la zona de anomalía de FE acompañada de veta. Se cree, por lo menos, actualmente que esto ocurre por causa de las venillas que acompañan piritita



de grano fino o de la zona alterada a arcilla. Sin embargo, casi no existe el afloramiento alrededor de esta zona de anomalía de FE alto. Por lo tanto, se necesita la investigación futura.

(d) Las vetas de la zona de la mina San Vicente son muy delgadas excepto la de Seis de Agosto, por eso no se pudo distinguir cada veta según los resultados de la investigación IP. Sin embargo, alrededor de algunas vetas juntas, o sea, alrededor de un grupo de vetas, el valor de FE es alto.

(e) Dentro de los lugares donde existe una zona ancha alterada a arcilla en la cual se desarrollan las vetas como en la zona Monserrat, en la zona difundida de alteración el valor de FE es 1% más en comparación de su contorno. Aun dentro de la zona de FE alto, los valores de FE y la resistividad aparente se varían, por ejemplo a lo largo de la veta Salvadora o la veta "A", la resistividad aparente es una quinta en comparación del contorno. Según las investigaciones hasta ahora, sólo se reconoce que la alteración de la zona alterada es generalmente sericitización y no está clasificada en cuanto a su carácter ni su cantidad. La investigación futura de la clasificación de alteración presentará la correlación con el resultado de la investigación IP que tiene la posibilidad de dar a la exploración de yacimientos una gran orientación.

DESCRIPCION DETALLADA

PARTE I

PROSPECCION GEOFISICA

(METODO IP)



CONTENIDO

PARTE I PROSPECCION GEOFISICA (METODO IP)

CAPITULO 1 RESEÑA DEL TRABAJO DE PROSPECCION GEOFISICA	I - 5
CAPITULO 2 METODO DE PROSPECCION	I - 6
2-1 Método de medición	I - 6
2-2 Instrumentos de medición	I - 9
2-3 Sistema de trabajo	I - 9
CAPITULO 3 SISTEMA DE INTERPRETACION	I - 12
3-1 Expresión de los resultados de medición	I - 12
3-2 Corrección por topografía	I - 12
3-3 Medición por el método IP de corta distancia de electrodos	I - 13
3-4 Propiedad eléctrica del subterráneo	I - 14
3-5 Cálculo de modelo por la computadora electrónica ...	I - 15
CAPITULO 4 RESULTADOS DE LA PROSPECCION	I - 18
4-1 Geología estructural del área de estudio	I - 18
4-2 Medición del método IP por disposición de electrodos de dipolo-dipolo	I - 21
4-3 Comparación de los cálculos de modelos con los resultados de la medición en el lugar de trabajo ...	I - 30
CAPITULO 5 ESTRUCTURA SUBTERRANEA PRESUMIDA POR LOS RESULTADOS DE LA PROSPECCION GEOFISICA (METODO IP)	I - 33
5-1 Zona de la mina San Vicente	I - 33
5-2 Zona Monserrat	I - 34
BIBLIOGRAFIA	I - 36



LISTA DE FIGURAS

- Fig. I-2-1 Configuración de electrodos
- Fig. I-3-1 Ejemplo de trazado
- Fig. I-3-2 Correlación entre resistividad y FE por medición en laboratorio
- Fig. I-3-3 Diagrama de avance de simulación por computadora
- Fig. I-3-4 Perfiles de resistividad de la línea "I", la parte de la veta Seis de Agosto
- Fig. I-3-5 Perfiles de FE de la línea "I", la parte de la veta Seis de Agosto
- Fig. I-4-1 Simulación por computadora
(Línea "I" de la zona de la mina San Vicente)
- Fig. I-4-2 Simulación por computadora
(Línea "B" de la zona Monserrat)
- Fig. I-4-3 Simulación por computadora
(Línea "D" de la zona Monserrat)
- Fig. I-5-1 Diagrama por paneles de perfiles de los efectos de frecuencia de zona de mina San Vicente
- Fig. I-5-2 Diagrama por paneles de perfiles de los efectos de frecuencia de zona Monserrat
- Fig. I-5-3 Diagrama por paneles de perfiles de las resistividades aparentes de zona de mina San Vicente
- Fig. I-5-4 Diagrama por paneles de perfiles de las resistividades aparentes de zona Monserrat

LISTA DE TABLAS

- Tabla I-3-1 Resultados de ensayo de IP de muestras



LISTA DE PLANOS

Pl. I-1-1	Mapa de localidades de líneas y puntos del estudio geofísico de Area San Vicente (I)	1:5,000
Pl. I-1-2	Mapa de localidades de líneas y puntos del estudio geofísico de Area San Vicente (II)	1:5,000
Pl. I-2-1	Perfiles de la línea "A" de zona Monserrat	1:5,000
Pl. I-2-2	Perfiles de la línea "B" de zona Monserrat	1:5,000
Pl. I-2-3	Perfiles de la línea "C" de zona Monserrat	1:5,000
Pl. I-2-4	Perfiles de la línea "D" de zona Monserrat	1:5,000
Pl. I-2-5	Perfiles de la línea "E" de zona Monserrat	1:5,000
Pl. I-2-6	Perfiles de la línea "Y" de zona Monserrat	1:5,000
Pl. I-2-7	Perfiles de la línea "J" de zona de mina San Vicente	1:5,000
Pl. I-2-8	Perfiles de la línea "K" de zona de mina San Vicente	1:5,000
Pl. I-2-9	Perfiles de la línea "L" de zona de mina San Vicente	1:5,000
Pl. I-2-10	Perfiles de la línea "Z" de zona de mina San Vicente	1:5,000
Pl. I-3-1	Mapa de los efectos de frecuencia de zona de mina San Vicente (n=2)	1:5,000
Pl. I-3-2	Mapa de los efectos de frecuencia de zona de mina San Vicente (n=4)	1:5,000
Pl. I-3-3	Mapa de los efectos de frecuencia de zona Monserrat (n=2)	1:5,000
Pl. I-3-4	Mapa de los efectos de frecuencia de zona Monserrat (n=4)	1:5,000

...

Pl. I-4-1	Mapa de las resistividades aparentes de zona de mina San Vicente (n=2)	1:5,000
Pl. I-4-2	Mapa de las resistividades aparentes de zona de mina San Vicente (n=4)	1:5,000
Pl. I-4-3	Mapa de las resistividades aparentes de zona Monserrat (n=2)	1:5,000
Pl. I-4-4	Mapa de las resistividades aparentes de zona Monserrat (n=4)	1:5,000
Pl. I-5-1	Mapa de los factores de conducción metálica de zona de mina San Vicente (n=2)	1:5,000
Pl. I-5-2	Mapa de los factores de conducción metálica de zona de mina San Vicente (n=4)	1:5,000
Pl. I-5-3	Mapa de los factores de conducción metálica de zona Monserrat (n=2)	1:5,000
Pl. I-5-4	Mapa de los factores de conducción metálica de zona Monserrat (n=4)	1:5,000
Pl. I-6-1	Mapa explicativo de la polarización inducida y estructura geológica de zona de mina San Vicente	1:10,000
Pl. I-6-2	Mapa explicativo de la polarización inducida y estructura geológica de zona Monserrat	1:10,000

CAPITULO 1 RESEÑA DEL TRABAJO DE PROSPECCION GEOFISICA

A efecto de definir la dirección de prospección de lo porvenir confirmando la extensión de la zona de anomalía de IP descubierta en la investigación de los años anteriores, se efectuó la prospección del método IP del dominio de frecuencia por la disposición de electrodos de dipolo-dipolo en las dos zonas; la zona Monserrat y la zona de la mina San Vicente.

Con respecto a la zona de la mina San Vicente, en la investigación del segundo año, se efectuó la prospección IP en los alrededores de la mina San Vicente y hacia el Sur de ésta. Como resultado de ello, se descubrió una zona grande de anomalía de IP a lo largo de la Quebrada San Francisco. A fin de comprobar la continuidad hacia el Oeste de esta zona, se efectuó la medición IP por la disposición de electrodos de dipolo-dipolo instalando 3 líneas nuevas de medición en el lado Este de las líneas del segundo año. Además, se efectuó la prospección sobre dicha zona de anomalía de IP instalando otras líneas de medición que atravesaron las líneas arriba mencionadas a lo largo de la Quebrada San Francisco.

Referente a la zona Monserrat, en la prospección IP del segundo año, se descubrió ampliamente una zona de anomalía de IP. Esta zona se halla en la parte más profunda avansándose más hacia el Oeste. Pero su extensión hacia el Este no se comprobó en la prospección de los años anteriores. Por consiguiente, en la presente prospección, se efectuó la medición IP por la disposición de electrodos de dipolo-dipolo sobre las 4 líneas de A, B, C y D. Además, así como en la zona de la mina San Vicente, se efectuó la medición IP sobre la línea Y que atravesó dichas líneas, y se investigaron tanto la continuidad de la anomalía de IP entre cada línea de medición, como la extensibilidad hacia la parte más profunda.

1. The first part of the document discusses the importance of maintaining accurate records of all transactions and activities. It emphasizes that this is crucial for ensuring transparency and accountability in the organization's operations.

2. The second part of the document outlines the various methods and tools used to collect and analyze data. It highlights the need for a systematic approach to data collection and the importance of using reliable sources and methods.

CAPITULO 2 METODO DE PROSPECCION

2-1. Método de medición

En la prospección del presente año, a fin de encontrar el fenómeno IP de la tierra, se efectuó la medición por el método IP del dominio de frecuencia. Este método consta de circular corrientes eléctricas de dos frecuencias diferentes (en el presente caso, 2.5Hz y 0.3Hz), medir los valores de resistividad respectivos y compararlos.

Como el factor que indica el valor de IP medido por el método del dominio de frecuencia, hay FE (efecto de frecuencia, o PFE; efecto de frecuencia por el porcentaje) non-dimensional. El FE está definido en este informe como la siguiente fórmula:

$$FE = \frac{R_1 - R_2}{R_2} \times 100 (\%) \quad \text{-----} \quad (1)$$

donde: R_1 : Resistividad aparente obtenida por medición de
frecuencia baja

R_2 : Resistividad aparente obtenida por medición de
frecuencia alta

El método de indicación del FE varía según diferentes investigadores.

Pero sus diferencias son nada más que el cambio del denominador, por ejemplo, los denominadores pueden ser R_1 ó $\sqrt{R_1 R_2}$. Y al fin no hay gran diferencia entre la fórmula (1) y las de arriba indicadas.

Cuando un par de electrodos de corriente y un par de electrodos de potencial se ponen contacto a la tierra, la resistividad aparente se indica como la siguiente fórmula:

$$R = K \frac{\Delta V}{I} \quad (\varrho m) \quad \text{-----} \quad (2)$$

donde: R : Resistividad aparente (ϱm)

K : Factor geométrico a ser determinado por la disposición de electrodos

I : Corriente transmitida a la tierra del par de electrodos de corriente (amperio)

ΔV : Diferencia del potencial entre los dos electrodos de potencial (voltio)

Como los factores que se usan muchas veces para la interpretación del IP, hay un factor llamado MF (factor de metal), o MCF (factor de conducción metálica). El MF se obtiene dividiendo FE o M (cargabilidad) por la resistividad aparente y multiplicando por una constante determinada, y luego el numérico se obtiene en un alcance adecuado. En este informe lo ha sido definido como lo siguiente:

$$MF = \frac{FE}{R_2} \times 10^3 \text{ ----- (3)}$$

Generalmente las rocas que contienen muchos minerales, objetos de la exploración de yacimientos tales como sulfuros metálicos, tienen baja resistividad y alto FE. Y según la expresión por el término de "MF", el MF de los resultados de la prospección IP en los alrededores de yacimientos es más grande que el MF medido en las partes contiguas exteriores.

Para la medición IP en la superficie de tierra, generalmente se circula la corriente eléctrica entre los dos electrodos de corriente establecidos en la tierra cerca de la superficie, y se mide el potencial excitado por esa corriente eléctrica por un par de electrodos de potencial conectados a la tierra en otros dos puntos. Los ejemplos representativos de los métodos de instalaciones de electrodos de corriente y de potencial se muestran en la Fig. I-2-1.

La corriente eléctrica que circula en los electrodos de corriente se genera por el motor generador eléctrico en la corriente alterna de 60 cps. Esta corriente alterna se rectifica y se la cambia por SCR, y se circula en onda cuadrada de frecuencia super-baja en los electrodos de hojas de cobre establecidos en la tierra.



Para los electrodos de potencial, se usan potes de electrodos no polarizables. Referente a las señales receptoras, se saca solamente la señal de frecuencia requerida por medio del filtro dentro del receptor y se la lee por el potenciómetro. Para este receptor generalmente la pila se usa como la fuente de energía eléctrica.

En la presente prospección, en cuanto a la disposición de electrodos de corriente y de potencial, se adoptó la disposición de electrodos de dipolo-dipolo. El valor de FE, el valor de resistividad aparente y el valor de MF fueron calculados por las fórmulas (1), (2) y (3).

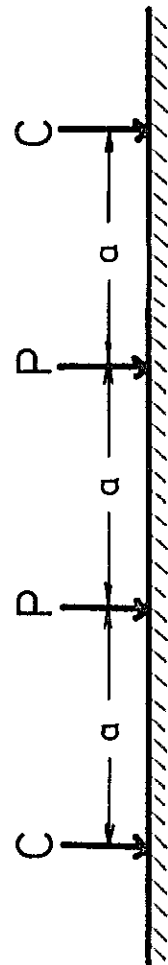
La disposición de electrodos de dipolo-dipolo se muestra en la Fig. I-2-1. En la presente prospección, la distancia "a" entre los electrodos se toma en 50 mts. en las líneas de medición A, B, C, D, E, J, K, L, Y y Z. En las líneas Y y Z, se realizó también la prospección en el caso de a = 100 mts. La constante "n" de la distancia de separación entre los electrodos se toma de 1 a 4. En el caso de la disposición de electrodos de dipolo-dipolo, el factor geométrico "K" de la fórmula (3) se expresa en la siguiente fórmula:

$$K = \pi n (n + 1) (n + 2) a \text{ ----- (4)}$$

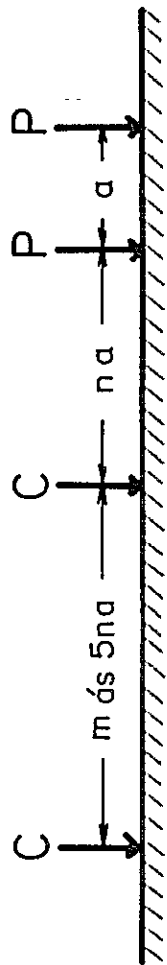
Los valores usados en los cálculos actuales de la resistividad aparente son los siguientes:

n	K	
	a = 50 mts.	a = 100 mts.
1	942	1,880
2	3,770	7,540
3	9,420	18,800
4	18,800	37,700

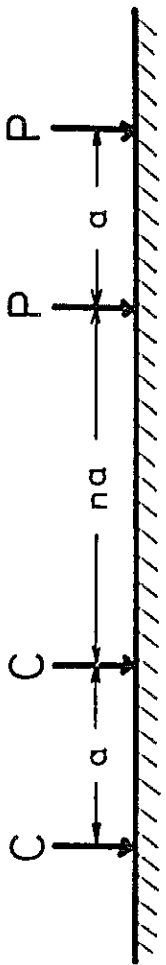




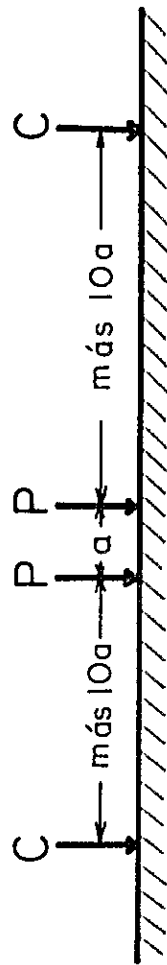
WENNER



POLO-DIPOLO



DIPOLO-DIPOLO



GRADIENTE

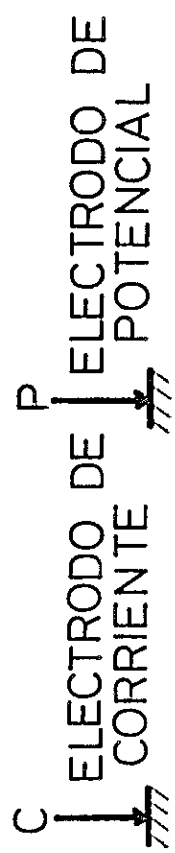


Fig. I-2-1 Configuración de electrodos

2-2. Instrumentos de medición

Los instrumentos de medición utilizados en la presente prospección son los siguientes:

Transmisor:

L-5202, manufacturado por El Laboratorio Electrónico de Yokohama

Peso : aprox. 50 kgs.

Voltaje de salida : 40 V ~ 800 V

Corriente de salida : 0.2 A ~ 4.0 A

Frecuencias para transmisión : 5.0 Hz, 2.5 Hz, 1.25 Hz, 0.3 Hz, 0.1 Hz

Además, es posible la transmisión de forma de ondas del dominio de tiempo.

Receptor:

7505UB, manufacturado por El Laboratorio Electrónico de Yokohama

Peso : 3.3 kgs.

Sensibilidad máxima : 10 μ V

Frecuencias receptoras : 5.0 Hz, 2.5 Hz, 1.25 Hz, 0.3 Hz, 0.1 Hz

Impedancia de entrada : 2 M Ω

Motor generador:

EG-2400, manufacturado por Shindaiwa Kogyo

Peso : 65 kgs.

Voltaje de salida : 100 V

Potencia neta : 2.4 KVA

Frecuencia : 60 Hz

2-3. Sistema de trabajo

2-3-1. Establecimiento de las líneas de medición y mensura

La mensura topográfica se llevó a cabo por el teodolito sencillo y

la cinta de eslón, ambos manufacturados por Ushikata Co., Ltd. Con la cinta de eslón se efectuó la medición de distancia inclinada; con el teodolito sencillo, las mediciones de azimut y ángulo de inclinación. Se amontonaron piedras en la posición del punto de medición, marcándose con pintura el número de medición respectivo.

Referente a las líneas de medición, se usaron muchas líneas instaladas en el segundo año, por lo que se utilizaron como base los puntos de medición del segundo año que no se habían movido. Las direcciones de las líneas paralelas de A a L que se extienden aproximadamente en la dirección Norte-Sur son de $N19^{\circ}O \sim S19^{\circ}E$. Las direcciones de las líneas Y y Z que atraviesan dichas líneas son de $N71^{\circ}E \sim S71^{\circ}O$ y $N84^{\circ}E \sim S84^{\circ}O$, pero hay unos lugares donde la dirección es un poco diferente debido a la topografía. Los puntos de medición se instalaron por cada intervalo de 50 mts.

En las líneas que se extienden en la dirección Norte-Sur, se tomaron los números corridos del punto de medición a partir del extremo Norte hacia el Sur; en las líneas de la dirección Este-Oeste, a partir del extremo Este hacia el Oeste.

2-3-2. Trabajo de medición IP

(1) Instalación subterránea de electrodos de corriente y disposición de cables

Para el electrodo de corriente, se usó hoja de cobre, su tamaño aproximadamente de 30 cms. x 30 cms., y se la instaló a la profundidad subterránea de más o menos 50 cms. una por cada electrodo. Al realizarse la instalación subterránea, para conseguir el mejor contacto de la hoja de cobre con la tierra, se hizo una mezcla de agua salada y tierra sin piedras, y se metió la hoja entre estas mezclas hechas. Y en los lugares donde fue imposible bajar la resistencia suficientemente, se usaron varias hojas por un electrodo.



Al disponer los cables, el cable de la corriente y el de la medición de potencial se separaron a una distancia de por lo menos 50 mts. En los puntos conectivos de los cables, se enrolló cinta aislada suficientemente para que no se escapara la corriente eléctrica.

(2) Electrodo de potencial

Para el electrodo de potencial, se usó alambre de cobre sumergido en pote lleno de la solución de sulfato de cobre saturada. Desde el fondo del pote se trazaba gradualmente la solución de sulfato de cobre, y el alambre de cobre se conecta eléctricamente con la tierra por medio de esta solución. Dicen que este electrodo tiene relativamente poca propiedad polarizable. Para mejorar la conexión con la tierra del electrodo de potencial, se excavó un hoyo de más o menos 10 cms. de profundidad en el punto del electrodo de potencial y se puso agua, en el cual se metió el electrodo de potencial. Por el medio arriba mencionado, la resistencia del sistema entero del electrodo de potencial de medición se fijó al valor $1 \sim 2 \text{ K}\Omega$. Este valor es suficientemente bajo comparado con el valor $2 \sim 10 \text{ M}\Omega$ de impedancia de entrada del receptor.

CAPITULO 3 SISTEMA DE INTERPRETACION

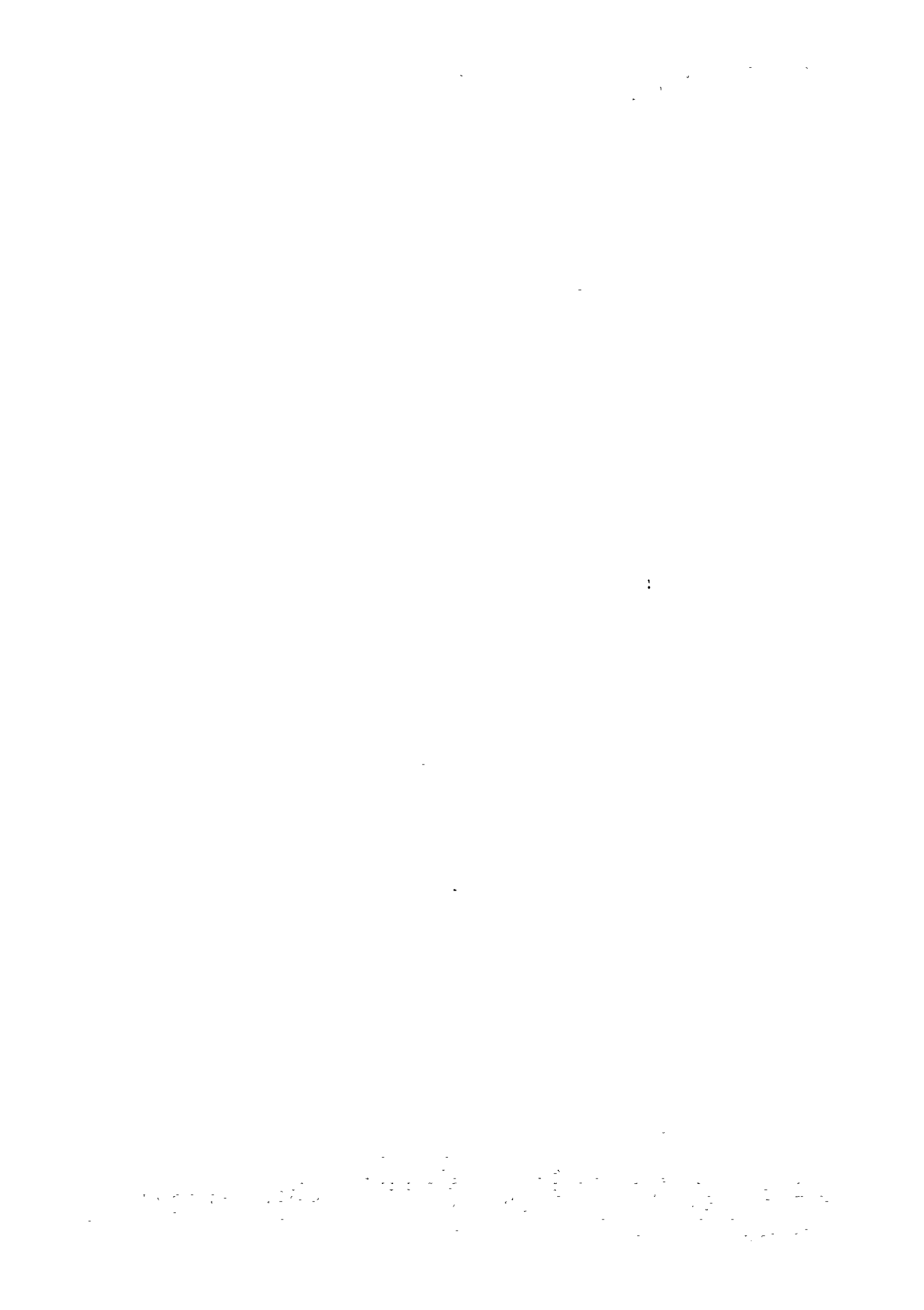
3-1. Expresión de los resultados de medición

Los valores de la resistividad aparente, del FE y del MF se expresan por el método del triángulo ortogonal isósceles que se emplea ampliamente (Véase Fig. I-3-1). En este método, el valor medido por el par de electrodos de potencial se muestra en el vértice del triángulo ortogonal isósceles cuya base es la línea que conecta el centro de dicho par de electrodos de potencial y el centro del par de electrodos de corriente.

3-2. Corrección por topografía

Cuando se mide la resistividad aparente por varios tipos de disposiciones de electrodos en la tierra donde la topografía superficial de la tierra no está plana, aunque la parte subterránea eléctricamente está homogéneo-isotrópica, la resistividad aparente calculada con la suposición de que la tierra esté plana no resulta uniforme. En la disposición de electrodos de dipolo-dipolo, generalmente debajo de la topografía convexa la resistividad aparente es alta; en la parte cóncava, es baja. Por lo tanto, se necesita mucha atención en los efectos de la disposición de electrodos y de la topografía. Sin embargo, el hacer modelo de tres dimensiones parecido a la topografía actual para averiguar los efectos para la resistividad aparente requiere mucho trabajo, además el efecto práctico de este trabajo es dudoso. Por lo tanto, este modelo no se usa con frecuencia, y muchas veces se usa el cálculo por la computadora electrónica considerando la topografía y la estructura subterránea eléctrica como dos dimensiones.

Cuando la línea de medición cruza diagonalmente la dirección de valle o de serranía, la corrección por topografía por el modelo de dos dimensiones



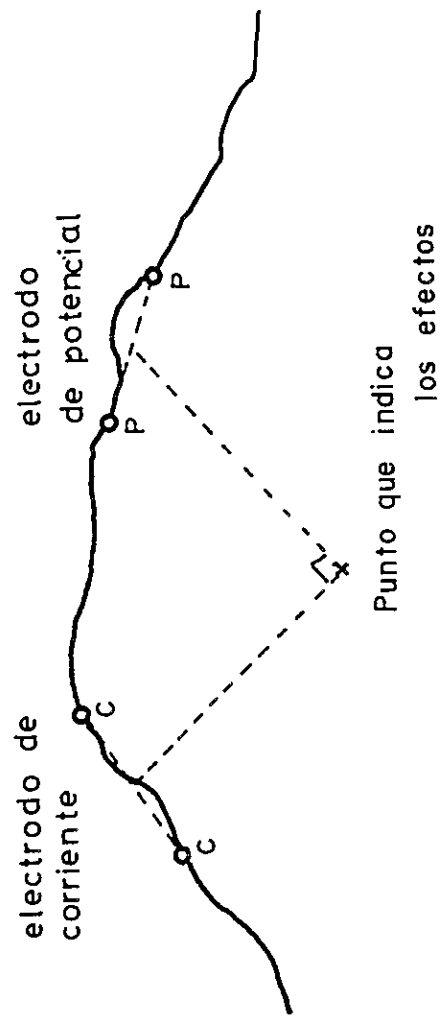


Fig. I-3-1 Ejemplo de trazado

es muy eficaz. Pero, cuando no hay mucha diferencia entre la dirección de la línea y la de valle o de serranía, si la corrección por topografía se efectúa tomando el corte de la topografía de dirección de la línea como el corte de la topografía de un modelo de dos dimensiones, habrá peligro de causar algún error. En la presente prospección, al interpretar los resultados de la medición, en unas líneas se efectuó la corrección por topografía por dos dimensiones.

3-3. Medición por el método IP de corta distancia de electrodos

En la presente prospección, la medición IP de disposición de electrodos de dipolo-dipolo se efectuó principalmente con electrodos a intervalos de 50 mts. Y sobre las líneas Y y Z, se realizó también con electrodos a intervalos de 100 mts. Además, a efecto de comprobar si dichos intervalos de electrodos eran eficaces también para con los yacimientos del tipo filón de unos metros o menos de anchuras observados en el área de estudio, se efectuó la medición con electrodos a intervalos de 10 mts. y 20 mts. atravesando la veta Seis de Agosto, que es la veta más grande de la mina San Vicente. La medición se efectuó en el largo total de 100 mts. entre los puntos 8 y 10 de la línea I.

Los valores de la resistividad aparente son, a partir del punto 9 de la línea I, 3~5 veces más en el lado Sur que en el lado Norte, en ambos casos de $a = 10$ mts. y $a = 20$ mts. (Véase Fig. I-3-4). Sin embargo, en la figura de "Distribución de los valores de la resistividad aparente" (la Fig. I-3-4), en el caso de $a = 50$ mts., no es tan grande el cambio de los valores de la resistividad aparente entre los lados Sur y Norte del punto 9 comparando con los casos de $a = 10$ mts. y $a = 20$ mts., aunque se observa, en la parte inferior del punto 10, una parte donde la resistividad aparente es un poco baja. Juzgando por el hecho de que la zona silicificada que se

asocia con la veta Seis de Agosto tiene unos metros de ancho, se considera que dicho fenómeno se debe a que en los casos de $a = 10$ mts. y $a = 20$ mts., la anchura de la veta es suficientemente grande comparando con el intervalo de los electrodos; en el caso de $a = 50$ mts., es tan angosta que se puede desatender.

Referente a los valores de FE, en los casos de $a = 10$ mts. y $a = 20$ mts., no se puede encontrar especialmente ninguna anomalía de IP que parezca mostrar la veta Seis de Agosto. En cambio, en el caso de $a = 50$ mts., se observa claramente una zona de anomalía de FE alto entre los puntos 108 y 109 (Véase Fig. I-3-4).

Cuando se observa alguna anomalía en el caso de que el intervalo "a" de los electrodos es grande, generalmente se observa anomalía de la misma especie también en el caso de que "a" es pequeño. Pero se considera que, debido a la eflorescencia de la superficie de tierra, en el caso de que el intervalo de electrodos fue pequeño, la profundidad de medición fue menos que la de la zona florescida y no se encontró ninguna anomalía.

Como resultado de lo arriba mencionado, se comprueba que si hay vetas como la veta Seis de Agosto, se podrá encontrarlas suficientemente en la medición con electrodos a intervalos de 50 mts. por medio de interpretar la distribución de los valores de FE y de resistividad aparente.

3-4. Propiedad eléctrica del subterráneo

Con respecto a la propiedad eléctrica (de la resistividad y el FE especialmente) del área de estudio, en el primer año se realizó la medición de las muestras de rocas; en el segundo, la misma medición y también la medición del campo. En cuanto a los métodos de la medición y sus resultados se describen detalladamente en el informe del segundo año, por lo que en éste sólo se describen los resultados abreviadamente. Como se menciona

en la Fig. I-3-2, en el caso de medir las muestras de rocas en el laboratorio, los valores de la resistividad del conglomerado se difunden ampliamente en unos $\varrho m \sim 2,000 \varrho m$.

Los valores de FE del conglomerado también se difunde ampliamente en la esfera de 0% ~ un poco menos de 30%. Sin embargo, en el caso de tomar muestras del conglomerado y medirlas su resistividad, FE, etc., debido a la fluorescencia y otras causas, era muy difícil tomar conglomerados difundidos extensamente, y no se pudo lograr muchas muestras excepto conglomerados endurecidos por la silicificación. Los conglomerados silicificados se observan, en muchos casos, en los alrededores de vetas, y casi sin excepción contienen pirita y otros minerales. En la medición en el laboratorio de las muestras que parecen no contener pirita en la observación macroscópica, el valor promedio geométrico de la resistividad fue de $700 \varrho m$ y el valor promedio algébrico del FE fue de 0.5%.

Aparte de la medición en el laboratorio, se efectuó la medición por el método de tres electrodos de corta distancia. Como resultado de ello, los valores de la resistividad en el área donde se difunde el conglomerado fueron de $170 \varrho m \sim 380 \varrho m$, y fueron tendentes a aumentarse proporcionalmente cuanto más se alejaron los electrodos. Los valores del FE fueron de 1.0% ~ 2.8%, y se observó la misma tendencia que los de la resistividad.

Juzgando por lo arriba mencionado, se considera que el valor de la resistividad del conglomerado del área San Vicente es de $200 \varrho m \sim 1,000 \varrho m$; el valor del FE, 0.5% ~ 30%, ambos aproximadamente. (Véase el informe del segundo año, PARTE II PROSPECCION GEOFISICA.)

3-5. Cálculo de modelo por la computadora electrónica

Dentro de los resultados de la medición efectuada por el método IP de disposición de electrodos de dipolo-dipolo, basando en los resultados

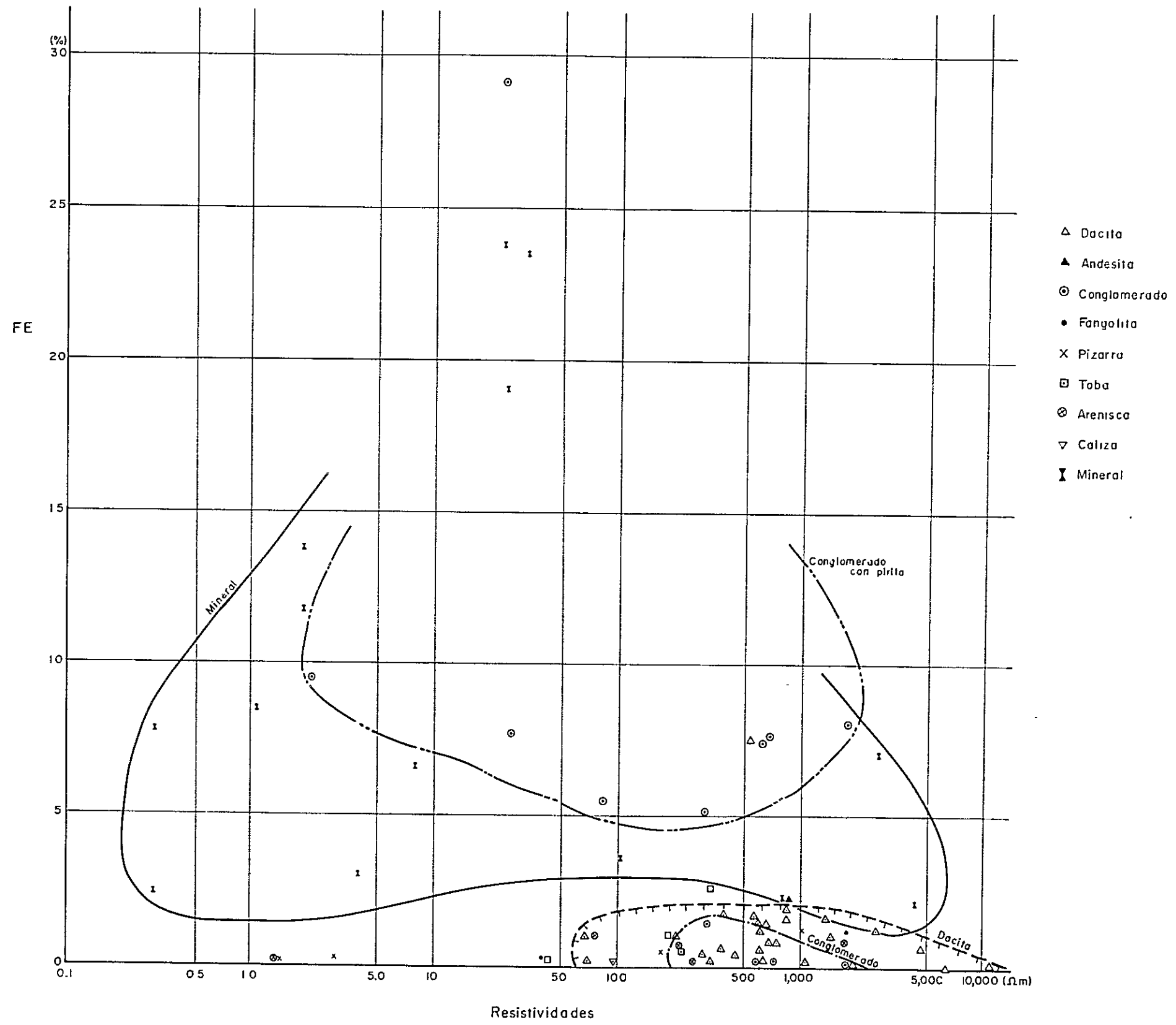


Fig. I-3-2 Correlación entre resistividad y FE por medición en laboratorio

representativos, se hicieron modelos de la estructura subterránea, y se realizaron simulaciones por la computadora electrónica. Los procedimientos de las simulaciones se muestran en la Fig. I-3-3, y sus detalles se mencionan a continuación:

(1) Eliminación de los efectos de la topografía desde el valor de medición realmente efectuada (solamente sobre el valor de la resistividad aparente), (Véase 3-2 "Corrección por topografía").

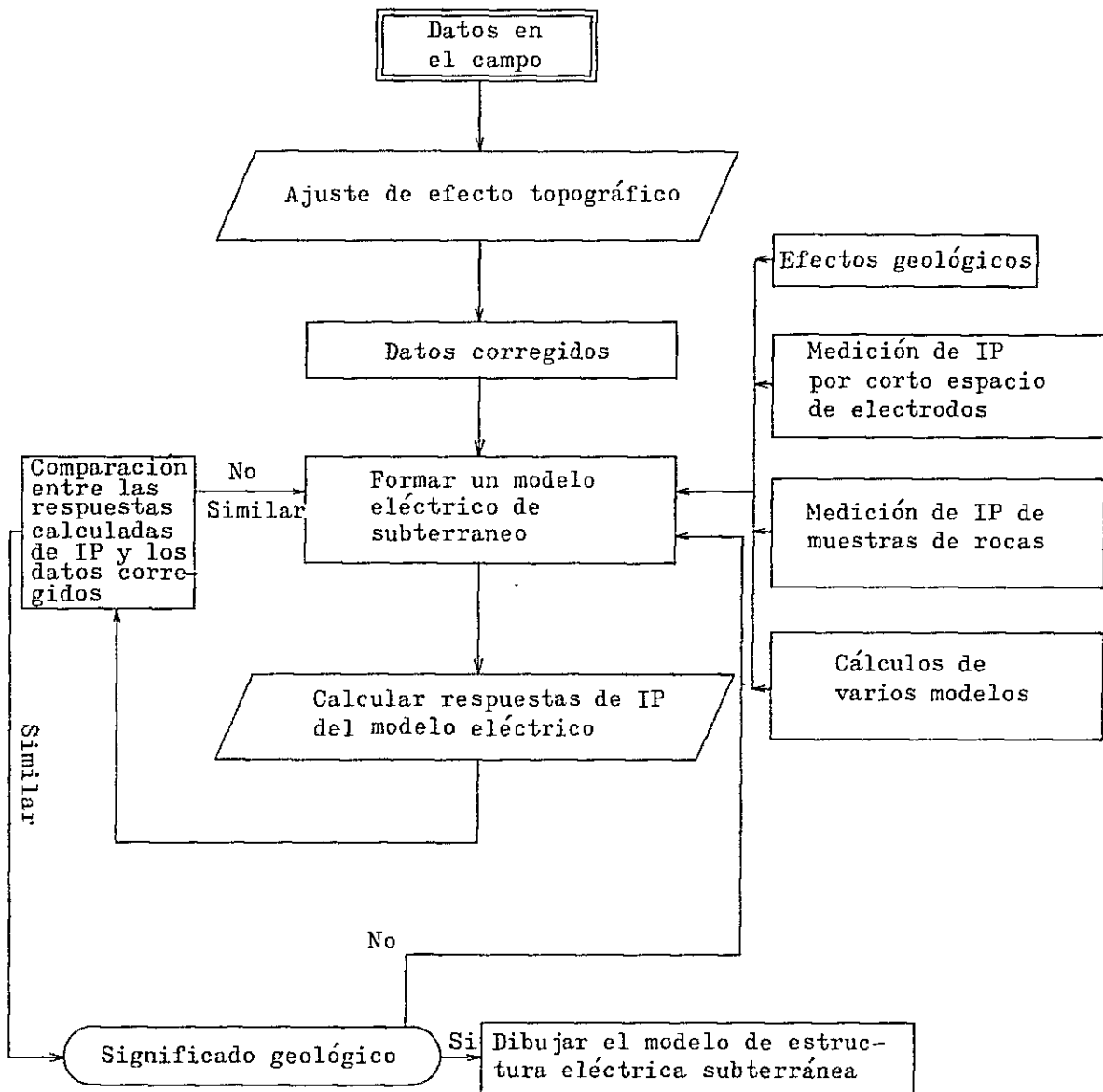
(2) Elaboración de un modelo de estructura subterránea eléctrica que pueda representar, en la mejor forma, la distribución del valor de resistividad y del valor de FE y sus representativos valores absolutos, en base de los resultados de los cálculos de modelos efectuados por los datos de prospección geológica, medición de la propiedad física de muestras de rocas y de medición del método IP de corta distancia de electrodos, los resultados de experimentos en el tanque de agua, etc.

(3) Cálculo aproximado por la computadora de las respuestas eléctricas de los modelos efectuados en (2), es decir, el valor de la resistividad aparente y el valor del FE en el caso de medirlos por el método IP por la disposición de electrodos casi misma que la realmente efectuada.

Considerando la capacidad de la computadora y el tiempo necesario para el cálculo, los modelos son de dos dimensiones.

(4) Comparación de los resultados de cálculo (3) obtenidos por la computadora y los valores realmente medidos. En esta comparación, si en lo general las tendencias y los valores en el FE y la resistividad aparente son respectivamente aproximados, esos modelos son considerados como las estructuras subterráneas eléctricas a lo largo de las líneas de medición.

Los valores de medición real se toman en la estructura subterránea de tres dimensiones, pero los resultados del cálculo son del modelo de la estructura subterránea de dos dimensiones y son del cálculo aproximado



Indice





-  Medición
-  Estimación
-  Análisis, Interpretación, Mapeo
-  Cálculo

Fig. I-3-3 Diagrama de avance de simulación por computadora

nada más. Por lo tanto, el estudiar más detalladamente de la coincidencia de ambos valores no tiene mucha importancia.

(5) Si se encuentran los resultados del cálculo muy alejados de los valores realmente medidos, se rectifican los modelos y se repiten los procedimientos desde (3).

(6) Si los resultados del cálculo coinciden aproximadamente con los valores medidos, esos modelos se consideran como las estructuras subterráneas eléctricas, y después de consultar con los ingenieros geólogos se hacen los modelos de estructura geológica subterránea.

Con los procedimientos arriba mencionados, para hacer modelos de estructura geológica subterránea en base de los resultados de la prospección del método IP, para cada caso se hicieron cinco modelos más o menos de estructura subterránea eléctrica y los cálculos respectivos se realizaron por la computadora electrónica.



Resistividades Aparentes

(a = 10m y 20m
Entre puntos 108 y 110)

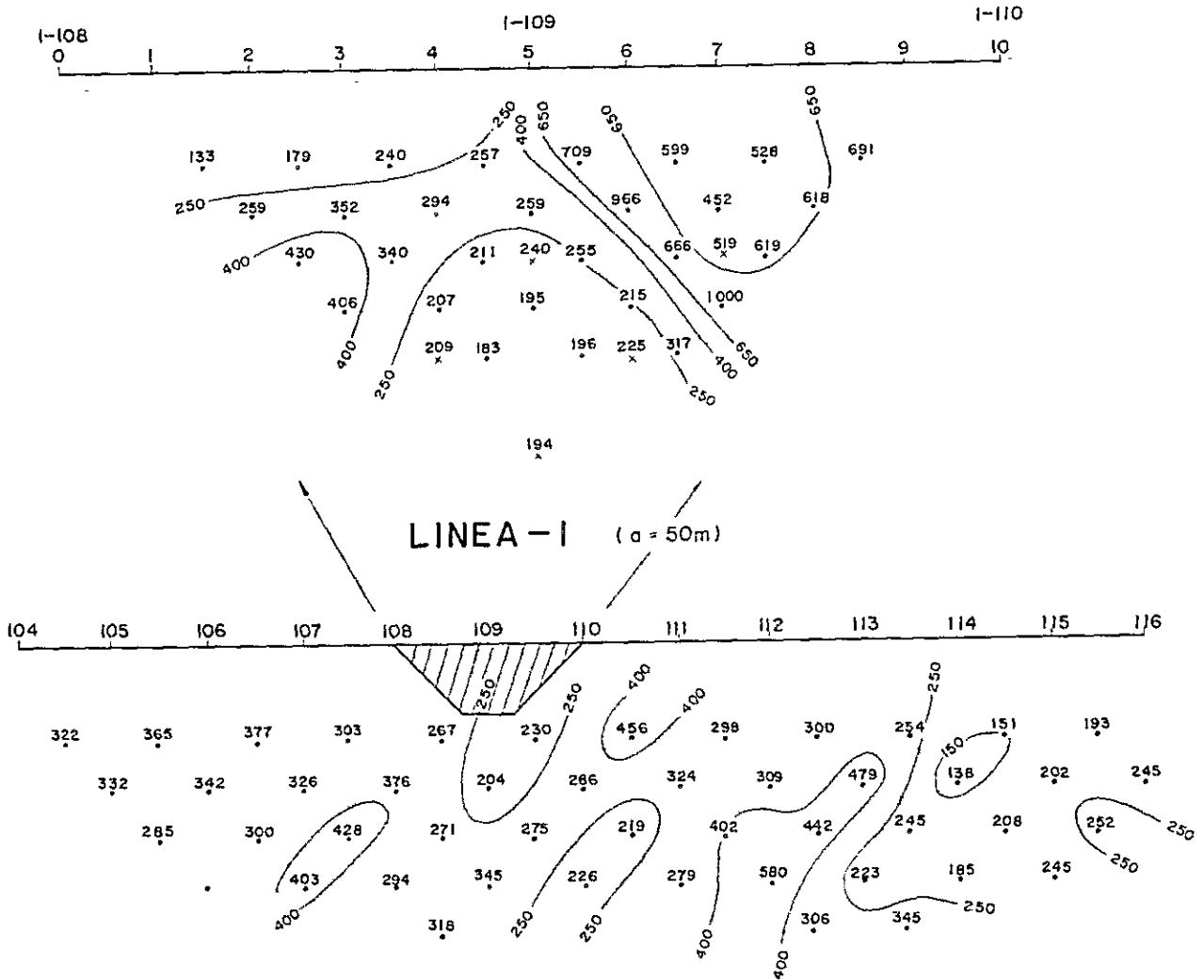


Fig.I-3-4 Perfiles de resistividad de la línea "I",
la parte de la veta Seis de Agosto



Efectos de Frecuencia

($a = 10\text{m}$ y 20m
Entre puntos 108 y 110)

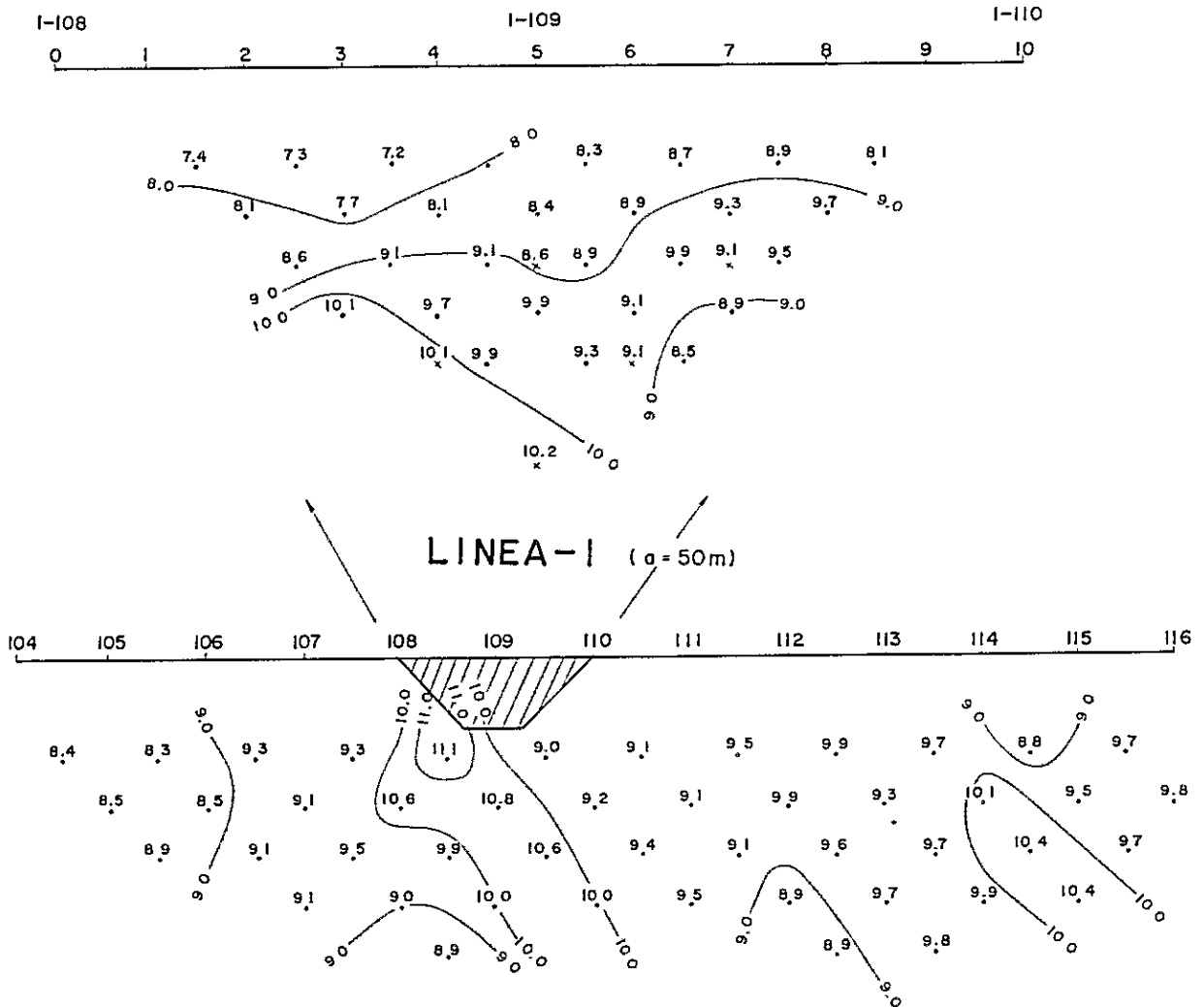


Fig.I-3-5 Perfiles de FE de la línea "I", la parte de la veta Seis de Agosto

CAPITULO 4 RESULTADOS DE LA PROSPECCION

4-1. Geología estructural del área de estudio

En el área San Vicente donde se efectuó la prospección geofísica, se difunde ampliamente la formación San Vicente del sistema Terciario Neógeno, y en la parte oriental de ésta, pasando la falla San Vicente, se difunde el miembro de areniscas de Asunta, que es la parte inferior del sistema Ordovícico. La formación San Vicente se constituye de conglomerados rojos de aspecto macizo sin estratificación, que son sedimentos irregulares de fragmentos de varios tamaños con diámetros de unos centímetros a 20 cms., de angulares a subangulares. Sus matrices se forman de arena fina y limo. Los fragmentos se componen principalmente de arenisca cuarzosa y pizarra del sistema Ordovícico, y parcialmente contienen un poco de arenisca roja y arcilla roja del sistema Cretácico y cuarzo lechoso derivado de las vetas del mismo. Juzgando por la distribución de yacimientos, el área San Vicente se divide principalmente en la zona de la mina San Vicente y la zona Monserrat. A continuación se describen geología y geología estructural de ambas zonas.

(1) Zona de la mina San Vicente

Comparado con la zona Sudeste de la mina San Vicente, en los puntos donde se efectuó la prospección geofísica de la presente zona se observan pocas actividades ígneas, excepto la intrusión de unos diques, y todos éstos intruyen en la formación San Vicente. Uno de ellos es de dacita que intruye con 2 mts. ~ 20 mts. de ancho y unos 200 mts. de largo en la dirección Este-Oeste en la mina San Vicente (En adelante se llamará "el dique San Vicente"); otro pequeño de dacita que aflora a 1,100 mts. al Suroeste de la mina abandonada San Francisco en la orilla Sur del Río San Francisco; otro pequeño de dacita de la dirección NE-SO en la parte Sudeste de



galerías Niv. 0 mt. de la mina San Vicente. Se presume que todos éstos intruyen en las fisuras formadas por la compresión lateral de la dirección Este-Oeste, así como las fisuras de vetas que se observan en la presente zona. Pero la formación San Vicente es estable en los alrededores de la parte de intrusión San Vicente es estable en los alrededores de la parte de intrusión y los diques no influyen particularmente sobre la geología estructural.

En la presente zona la geología estructural tiene muy poca variación. La formación San Vicente tiene ejes de anticlinal o sinclinal en la dirección Este-Oeste y forma pliegues suavemente ondulados, cuya inclinación es más o menos de 10° . La geología estructural de la presente zona se caracteriza por la falla San Vicente que se sitúa en la parte oriental, y la compresión lateral que formó esta falla controla la formación de todas las fisuras de esta zona. La falla San Vicente es la falla inversa donde la parte infrayacente, el miembro de areniscas de Asunta del sistema Ordovícico, se empuja encima de la formación San Vicente del Terciario Neógeno. En la investigación del segundo año, conforme a los resultados de la investigación geológica detallada del extremo Sudeste de galerías Niv. 0 mt. de la mina San Vicente, se presumió una falla en la Quebrada San Francisco y se la denominó "la falla San Francisco". Se considera que ésta también se formó al mismo tiempo que la falla San Vicente.

En la presente zona, que está explorada actualmente, se desarrolla el grupo de yacimientos de San Vicente. Además, se desarrolla al Sur de éste el grupo de yacimientos de la parte Sudeste, y al Norte el del Cerro Coronación. Pero todavía no se han explorado excepto el de San Vicente.

Referente a las mineralizaciones, se observan principalmente las de plata y cinc, y se acompañan las de cobre, estaño, etc. Los minerales metálicos se componen de tetraedrita argentífera, esfalerita, galena,



calcopirita, pirita, etc., y se acompañan estannina, casiterita y marcasita.

Los minerales de ganga se componen principalmente de cuarzo y baritina.

Las fisuras que forman las vetas del grupo de yacimientos de San Vicente tienen el plano de tensión primaria en la dirección N85°0, y la veta Seis de Agosto, que es la más grande en este grupo de yacimientos, pertenece a esta serie de fisuras de tensión. Aparte de esta veta, la veta San José es del plano de cizalla primaria en la dirección N55°0, y las vetas Guernica I y II, el ramo Seis de Agosto y la veta Artola pertenecen al plano de cizalla secundaria en las direcciones N75°0 y N65°E.

Las alteraciones acompañadas con las mineralizaciones se observan en los alrededores de dichos grupos de yacimientos. Se desarrolla principalmente la silicificación, y también se observan la sericitización y la cloritización a lo largo de cada veta con el ancho de unos metros a diez y tantos metros en sus capas sobre o subyacentes. Pero las zonas alteradas se limitan sólo en las partes cercanas de las vetas.

(2) Zona Monserrat

En la presente zona no se observan actividades ígneas, y la zona se compone solamente de conglomerados de la formación San Vicente. En esta zona no se observa la variación notable en la geología estructural exceptuando que la falla San Vicente antes mencionada corre en la dirección Norte-Sur en la parte oriental de la zona continuamente desde la zona de la mina San Vicente. Sólo se observan pliegues ondulados con inclinación moderada que tienen ejes de anticlinal o sinclinal en la dirección Este-Oeste.

En la presente zona existe el grupo de yacimientos de Monserrat difundido alrededor del Cerro Monserrat. Referente a las fisuras, así como el grupo de yacimientos de San Vicente, la fisura principal que es la veta Salvadora se forma a lo largo del plano de tensión producido por la compresión lateral de la dirección Este-Oeste. Y las vetas ramificadas del

sistema N 60°E se forman a lo largo del plano de cizalla secundaria producido al mismo tiempo. En general las vetas en la presente zona son delgadas y tienen forma de cadena, y su estado de mineralización varía mucho.

Los minerales metálicos se componen principalmente de pirita, estannina, esfalerita y calcopirita, y se acompañan casiterita, galena, tetraedrita, pirargirita, bournonita, etc. Se observa una tendencia de abundancia en estaño especialmente en la parte inferior.

Las alteraciones de la presente zona, a diferencia de las de la zona de la mina San Vicente, se difunden en una extensión comparativamente amplia y se forma una faja alterada.

Esta faja alterada se difunde ampliamente en torno al Cerro Monserrat donde se hallan vetas, y su dirección es de Este-Oeste. Las alteraciones constan de sericitización y silicificación, lo cual aclara el hecho de que los afloramientos están blanqueados. Según los resultados del sondeo, esta faja alterada continúa hasta la profundidad de 300 mts. donde se para la perforación y llega a la parte más profunda. Juzgando por estas condiciones, se presume que en la presente zona hay una faja fracturada extensa de la dirección Este-Oeste en los alrededores del Cerro Monserrat, en la cual se presume que se efectuaron mineralizaciones y alteraciones, pero esto no se ha aclarado completamente basando en la geología estructural.

4-2. Medición del método IP por disposición de electrodos de dipolo-dipolo

4-2-1. Zona de la mina San Vicente

En el presente año se efectuó la medición por el método IP de la disposición de electrodos de dipolo-dipolo, entre el punto 100 y el 160 de las líneas J, K, L y entre el punto 0 y el 60 de la línea Z que atraviesa dichas líneas y las líneas medidas el año pasado. En cada línea se efectuó la medición con la distancia "a" entre los electrodos de 50 mts. Sobre todo,

en la línea Z se efectuó también la medición con 100 mts. de distancia entre los electrodos para detectar la característica eléctrica de la parte profunda.

(1) Valor de FE

(a) Línea J entre el punto 100 y el 160 (el valor promedio de FE 9.3%, la desviación normal 0.9%)

El valor promedio es aproximadamente igual que el de la línea I que está al Este (medida el año pasado). La desviación normal de la línea J es de 0.9%, y la de la línea I es de 1.1%. Por lo tanto el valor de FE de la línea J tiene menos variación que el de la línea I.

En la línea J, los puntos donde los valores de FE son altos, o sea, más de 10%, se encuentran entre el punto 117 y el 118, y entre el 127 y el 140. La zona amplia del valor alto de FE, entre el punto 127 y el 140, continúa desde la parte Este a lo largo de la Quebrada San Francisco.

La veta Seis de Agosto está al Norte de esta zona de medición de la línea J.

(b) Línea K entre el punto 100 y el 160 (el valor promedio de FE 9.7%, la desviación normal 0.9%)

Los valores de FE son más de 10% en los lugares entre el punto 105 y el 106, y entre el 126 y el 145.

La zona del valor alto, entre el punto 126 y el 145 es la prolongación hacia Oeste de la zona del valor alto, que se extiende en contorno a la Quebrada San Francisco.

En la zona del valor alto de FE del punto 105 al 106, el valor medido es alto sólo en caso de $n=1$. En la parte inferior el valor medido no es tan alto. Y entre el punto 110 y el 107, cuando $n=2-3$, los valores de FE son altos, más de 10%, y están esparcidas las zonas del valor alto de FE.

(c) Línea L entre el punto 100 y el 160 (el valor promedio de FE 9.0%, la desviación normal 0.7%)

En la zona de la mina San Vicente, las líneas donde los valores promedios de FE son menos de 9% son las de E, F y L. En todas las líneas de G,H,I,K, que están entre esas tres arriba indicadas, los valores promedios son más de 9%. En la línea L, la desviación normal es también muy baja, 0.7%.

Los lugares donde están esparcidas las zonas del valor alto de FE, más de 10%, se encuentran entre el punto 128 y el 145 alrededor de la Quebrada San Francisco y entre el 108 y el 109.

En cuanto a la zona del valor alto de FE del alrededor de la Quebrada San Francisco existen esparcidas las partes del valor alto, más de 11%, hasta la línea K, pero en la L el valor se limita menos de 11%. Entre el punto 108 y el 109 el valor de FE es alto, más de 10%, hasta cuando $n=2$.

(d) Línea Z entre el punto 0 y el 60 (el valor promedio de FE 10.6%, la desviación normal 1.3%)

Esta línea está instalada a lo largo de la Quebrada San Francisco, donde se encuentran las zonas continuas del valor alto de FE. Y esta línea corre atravesando las líneas E, F, G, H, I, J, K y L. Por lo tanto el valor promedio de FE de esta línea es el más alto, 10.6%, en la zona de la mina San Vicente.

En esta línea entre el punto 0 y el 29, los valores de FE son altos, más de 11%. En este lugar, entre el 22 y el 29, los valores de FE son más de 11% solamente en la parte profunda, o sea, cuando $a=100$ mts. y $n \geq 2$. En esta zona del valor alto de FE, entre el 10 y el 22, los valores son más de 12% y además se encuentran algunos lugares del valor muy alto, más de 13%. Entre el 10 y el 22 las

líneas E, F y G atraviesan esta línea Z.

En la parte profunda entre el 38 y el 35, también existe la zona del valor alto, más de 11%.

En el lugar más Oeste del punto 39 (donde están puestos los números mayores) casi todos los valores de FE son menos de 10%. Y en el lugar más Oeste del 50, los valores de FE son más bajos, o sea, se encuentran muchos lugares de los valores menos de 9%.

(2) Valor de resistividad aparente

(a) Línea J entre el punto 100 y el 160 (el valor promedio geométrico de la resistividad aparente 286 Ω m)

La resistividad aparente es alta, más de 400 Ω m, en la cumbre de lomo y su flanco Sur entre el punto 112 y el 120.

En las partes esparcidas entre el punto 110 y el 111, en la parte del 123 al 124, y en la mayor parte del 133 al 158, la resistividad aparente es baja, menos de 250 Ω m.

(b) Línea K entre el punto 100 y el 160 (el valor promedio geométrico de la resistividad aparente 265 Ω m)

La resistividad aparente es alta, más de 400 Ω m, en las dos partes del punto 108 al 113 y del 127 al 129.

Se presume que la zona de alta resistividad aparente entre el punto 108 y el 113 continúa desde la línea J entre el 112 y el 120, hasta la línea L entre el 106 y el 111.

Los lugares de la resistividad aparente de menos de 250 Ω m se difunden muy ampliamente entre el punto 105 y el 107, entre el 133 y el 140, en la parte poco profunda del 142 al 144, y entre el 145 y el 160.

(c) Línea L entre el punto 100 y el 160 (el valor promedio geométrico de la resistividad aparente 247 Ω m)

Con el orden de la línea J, la línea K y la línea L, cuanto más se va al Oeste, más baja el valor promedio geométrico de la resistividad aparente.

Sólo en la parte del punto 106 al 111 que continúa desde la línea J, la resistividad aparente es alta, más de 400 Ω m.

La resistividad aparente es baja, menos de 250 Ω m, entre el punto 102 y el 104, entre el 114 y el 115, entre el 118 y el 125, entre el 133 y el 135, entre el 136 y el 140, y entre el 142 y el 160. Sobre todo entre el 155 y el 160, la resistividad aparente es menos de 150 Ω m.

(d) Línea Z entre el punto 0 y el 60 (el valor promedio geométrico de la resistividad aparente 224 Ω m)

En esta línea la resistividad aparente varía mucho desde el punto 0 hasta los alrededores del punto 24, y es mayormente en el orden de 200 Ω m entre el 24 y el 60.

Entre el punto 0 y el 24, los lugares donde se muestra alta resistividad aparente de más de 250 Ω m están en la parte profunda del punto 7 al 9, y entre el punto 13 y el 19. Mientras, es baja, menos de 150 Ω m, entre el 5 y el 13 excepto la parte profunda del 7 al 9, y entre el 19 y el 20.

4-2-2. Zona Monserrat

En la zona Monserrat se efectuó la medición por el método IP con la distancia "a" entre los electrodos de 50 mts., entre el punto 22 y el 70 de la línea A, entre el 22 y el 70 de la B, entre el 25 y el 70 de la C, entre el 30 y el 70 de la D, y entre el 52 y el 100 de la E. También se efectuó la medición por el método IP con las distancias de 50 mts. y de 100 mts. entre el punto 0 y el 60 de la línea Z, que atraviesa el punto 40 de dichas líneas. Todas estas mediciones se realizaron con la disposición de electrodos de dipolo-dipolo.

(1) Valor de FE

(a) Línea A entre el punto 22 y el 70 (el valor promedio de FE 4.5%, la desviación normal 2.1%)

Los lugares donde los valores de FE son altos, más de 7%, se encuentran entre el punto 24 y el 26, entre el 30 y el 32, entre el 33 y el 34, entre el 35 y el 38, entre el 43 y el 45, y entre el 46 y el 48. Sobre todo, entre el 35 y el 38, se observan algunos lugares cuyos valores de FE son más de 9% y están registrados los valores altos de FE.

Entre el punto 51 y el 70 los valores son bajos, menos de 5%, sobre todo, entre el 60 y el 70 existen muchos lugares de los valores de menos de 2%.

(b) Línea B entre el punto 22 y el 70 (el valor promedio de FE 4.6%, la desviación normal 2.2%)

Los lugares donde los valores de FE son más de 7% están entre el punto 32 y el 38, entre el 41 y el 47 (difundidos en torno al punto 44, en forma de la letra "V" invertida) y entre el 50 y el 52. Especialmente en la parte profunda del lugar entre el punto 35 y el 38 está registrado el valor alto de FE, más de 9%.

Los lugares del valor bajo, menos de 4%, se ven comparativamente concentrados entre el 22 y el 30 y entre el 55 y el 70, pero en otras partes también están dispersados.

(c) Línea C entre el punto 25 y el 70 (el valor promedio de FE 4.7%, la desviación normal 2.4%)

Entre el punto 33 y el 42 y entre el 46 y el 52 los valores de FE son más de 7%. El valor promedio de FE y la desviación normal de esta línea son más altos que los de las A y B, pero los valores de FE nunca pasan de 9%.

Entre el 25 y el 34, entre el 42 y el 44, y entre el 53 y el 70 los valores de FE son bajos, menos de 5%.

(d) Línea D entre el punto 30 y el 70 (el valor promedio de FE 5.7%, la desviación normal 2.2%)

El valor promedio de FE de esta línea es más de 1% más alto que el de las líneas A, B y C. Podemos mencionar hasta cierto punto, que esto se debe a que no están medidos los valores de FE en la parte más Norte del punto 30 de esta línea, donde se registran los valores bajos de FE en las otras líneas, pero más bien, podemos pensar que en toda la línea D los valores de FE son altos.

Los lugares donde los valores de FE son altos, más de 7%, se encuentran entre el punto 34 y el 36, entre el 38 y el 39, entre el 41 y el 42, entre el 45 y el 49, entre el 50 y el 52, y entre el 52 y el 58 (difundidos en torno al punto 55 en forma de " / \ ").

Entre el punto 61 y el 70 los valores de FE son bajos, menos de 5%.

(e) Línea Y entre el punto 0 y el 50 (el valor promedio de FE 6.2%, la desviación normal 1.8%)

El valor promedio de FE de esta línea, 6.2% es el más alto en las líneas medidas del área estudiada del año presente en la zona Monserrat. Este valor tiene la segunda altura, después de el de la línea E, registrado el año pasado. Por lo tanto es claro que la línea Y corre atravesando las partes de los valores altos de FE de cada línea.

Solamente en los lugares orientales del punto 34 (están puestos los números menores), los valores de FE llegan más de 7%. A medida que se va al Oeste del 34, los valores bajan, y cerca del 49 llegan al orden de 2%.

Los valores son altos, más de 11%, entre el punto 31 y el 32

(entre la línea E y la F).

A medida que se va al Este del punto 31 los valores de FE bajan gradualmente. Y en la parte poco profunda del 16 al 0, los valores son orden de 5%.

(f) Línea E entre el punto 50 y el 100 (el valor promedio de FE 2.9%, la desviación normal 1.1%)

El valor promedio de FE de esta línea es extremadamente bajo. Por eso entre la zona Monserrat y la de la mina San Vicente apenas existen lugares de los valores altos de FE.

En la parte poco profunda del punto 54 al 56 y del 78 al 79, los valores de FE son altos, más de 7%. En otra parte de la presente línea los valores son del orden de 2% al de 1%.

(2) Valor de resistividad aparente

(a) Línea A entre el punto 22 y el 70 (el valor promedio geométrico de la resistividad aparente 211 Ω m)

La distribución de la resistividad aparente es comparativamente simple en esta línea. En la parte profunda del punto 45 al 46 se halla una zona de muy baja resistividad aparente de menos de 10 Ω m. Y rodeando ésta en sus ambos lados se observan zonas de alta resistividad aparente de más de 400 Ω m. Estas zonas de alta resistividad aparente se hallan entre el punto 41 y el 43, y entre el 50 y el 53.

Partiendo del punto 37 hacia el Norte (es decir, en los puntos de menores números) y partiendo del punto 57 hacia el Sur, la resistividad aparente es menos de 250 Ω m.

(b) Línea B entre el punto 22 y el 70 (el valor promedio geométrico de la resistividad aparente 224 Ω m).

La distribución de la resistividad aparente de esta línea se parece a la de la línea A.

En la parte profunda del punto 44 al 46 se halla una zona de baja resistividad aparente, menos de 25 Ωm , y en sus ambos lados, o sea, entre el 37 y el 44, y entre el 48 y el 52, se hallan zonas de alta resistividad aparente de más de 400 Ωm .

A diferencia de la línea A, la resistividad aparente es un poco baja, menos de 150 Ωm , entre el punto 53 y el 54.

(c) Línea C entre el punto 25 y el 70 (el valor promedio geométrico de la resistividad aparente 202 Ωm)

La distribución de la resistividad aparente de esta línea se parecen a la de las líneas anteriores.

En la parte profunda del punto 43 al 45, la resistividad aparente es baja, 15 Ωm . Mientras, es alta, más de 400 Ωm , entre el 33 y el 38, y entre el 47 y el 51.

En la parte poco profunda del punto 52 al 53, la resistividad aparente es baja, menos de 150 Ωm . En la parte poco profunda del 27 al 32 también se halla una zona de baja resistividad aparente de menos de 150 Ωm .

(d) Línea D entre el punto 30 y el 70 (el valor promedio geométrico de la resistividad aparente 151 Ωm)

Comparando con dichas tres líneas, la distribución de la resistividad aparente en esta línea tiene mucha variación. Aparecen seguidamente zonas de alta resistividad aparente y de baja resistividad aparente.

La resistividad aparente es baja, menos de 65 Ωm , entre el punto 35 y el 38, en la parte poco profunda del 42 al 45 y del 53 al 55.

La resistividad aparente es comparativamente alta, 250 Ωm , en la parte poco profunda del punto 32 al 36, del 41 al 42 y del 45 al 50, entre el 52 y el 53, entre el 57 y el 58, y en la parte profunda del

63 al 66.

(e) Línea Y entre el punto 0 y el 50 (el valor promedio geométrico de la resistividad aparente 186 Ωm)

La resistividad aparente en esta línea es 41 Ωm como mínimo, y no se hallan zonas donde ésta sea extremadamente baja como se observan en las otras líneas. Entre el punto 23 y el 25, la resistividad aparente es baja, menos de 65 Ωm . Partiendo del punto 23 hacia el Oeste (es decir, en los puntos de números mayores), la resistividad aparente es comparativamente baja, y se hallan muchas zonas donde ésta es menos de 150 Ωm .

(f) Línea E entre el punto 50 y el 100 (el valor promedio geométrico de la resistividad aparente 216 Ωm)

Esta línea se instala atravesando la zona Monserrat y la de la mina San Vicente. A lo largo de esta línea se han descubierto unas venillas en la investigación geológica de superficie, pero no se encuentran zonas de gran alteración ni yacimientos.

La resistividad aparente en esta línea tiene poca variación. Entre el punto 48 y el 49, y en la parte poco profunda del 94 al 95, la resistividad aparente es alta, más de 400 Ωm . En la parte profunda del 81 al 83, es baja, menos de 150 Ωm . Entre el 56 y el 57 se halla una zona donde la resistividad aparente es baja, menos de 150 Ωm .

4-3. Comparación de los cálculos de modelos con los resultados de la medición en el lugar de trabajo

A base de los resultados de la medición en el lugar de trabajo, se efectuó la simulación de los cálculos de modelos por la computadora electrónica. Los procedimientos de simulación están mencionados en el párrafo III-3-5 "Cálculo de modelo por la computadora electrónica". Las líneas donde se

efectuó la simulación fueron la línea I entre el punto 104 y el 116 en la zona de la mina San Vicente, la línea B entre el 35 y el 53, y la línea D entre el 30 y el 60 en la zona Monserrat. Los resultados medidos por cada una de dichas líneas se mencionan a continuación.

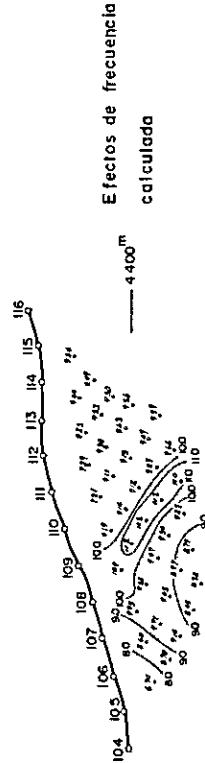
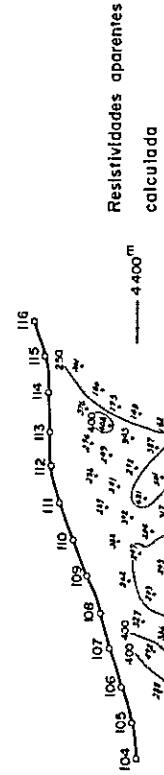
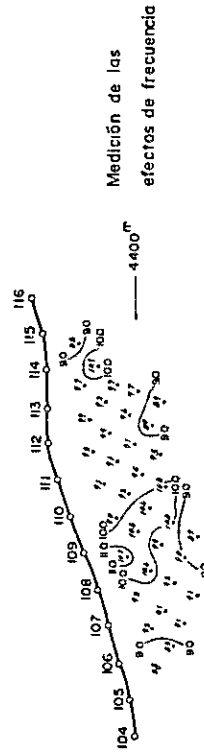
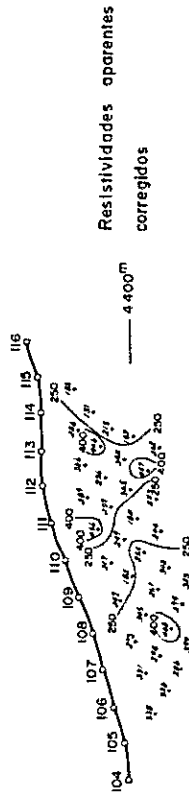
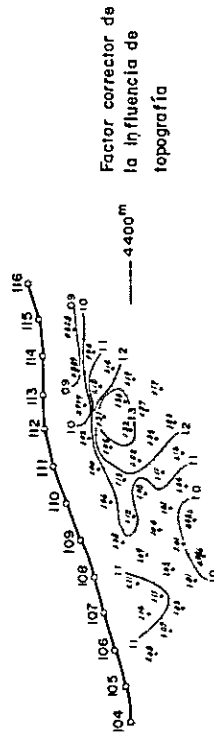
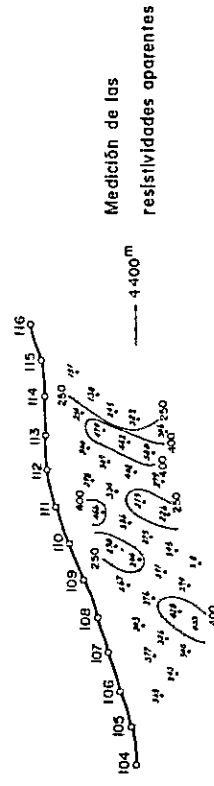
4-3-1. Línea I entre el punto 104 y el 116 de la zona de la mina San Vicente (Véase Fig. I-4-1)

En el informe del año pasado se mencionaron detalladamente los resultados de los cálculos de modelos entre el punto 110 y el 150 de esta línea, pero no se efectuaron los cálculos de modelos de la E veta Seis de Agosto, que es la veta más grande en la zona de la mina San Vicente. Y además el año pasado se hizo la medición por cada 100 mts. por la disposición de electrodos de dipolo-dipolo. Este año se midieron a intervalos de 50 mts. Como consecuencia, debajo del afloramiento de la veta Seis de Agosto el valor de FE es aproximadamente 1.5% más alto que sus alrededores, lo cual está señalado en la Fig. I-4-1. En cambio, la resistividad aparente ha bajado aproximadamente 50%. En el caso de suponer un modelo en que la parte (①) con la resistividad más alta y FE más bajo que sus alrededores rodea la veta (②) con la resistividad más baja y FE más alto, para obtener modelo de dos dimensiones que tenga estos valores de FE y de la resistividad aparente, se consiguieron los valores comparativamente similares a los que se midieron. Se considera que la veta con los valores bajos de la resistividad y altos de FE es parte de minerales de la veta Seis de Agosto y que la parte con resistividad alta y FE bajo es parte silicificada.

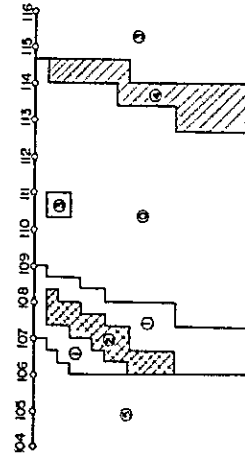
4-3-2. Línea B entre el punto 35 y el 53 de la zona Monserrat (Véase Fig. I-4-2)

Entre los valores medidos en esta línea, la parte con los valores altos de FE se difunde en la forma de la letra "V" invertida cuyo centro es el punto 44, y la parte con los valores bajos de la resistividad aparente

ESCALE 1 10000



Modelo simulado



ρ	0	1	2	3	4	5
P	300	800	150	1000	300	300
F E	85	85	115	87	95	70

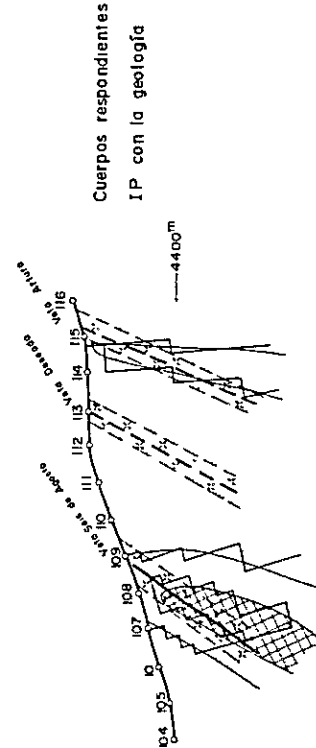


Fig. I-4-1 Simulación por computadora (Línea I" de la zona de la mina San Vicente)

ESCALE 1:10000

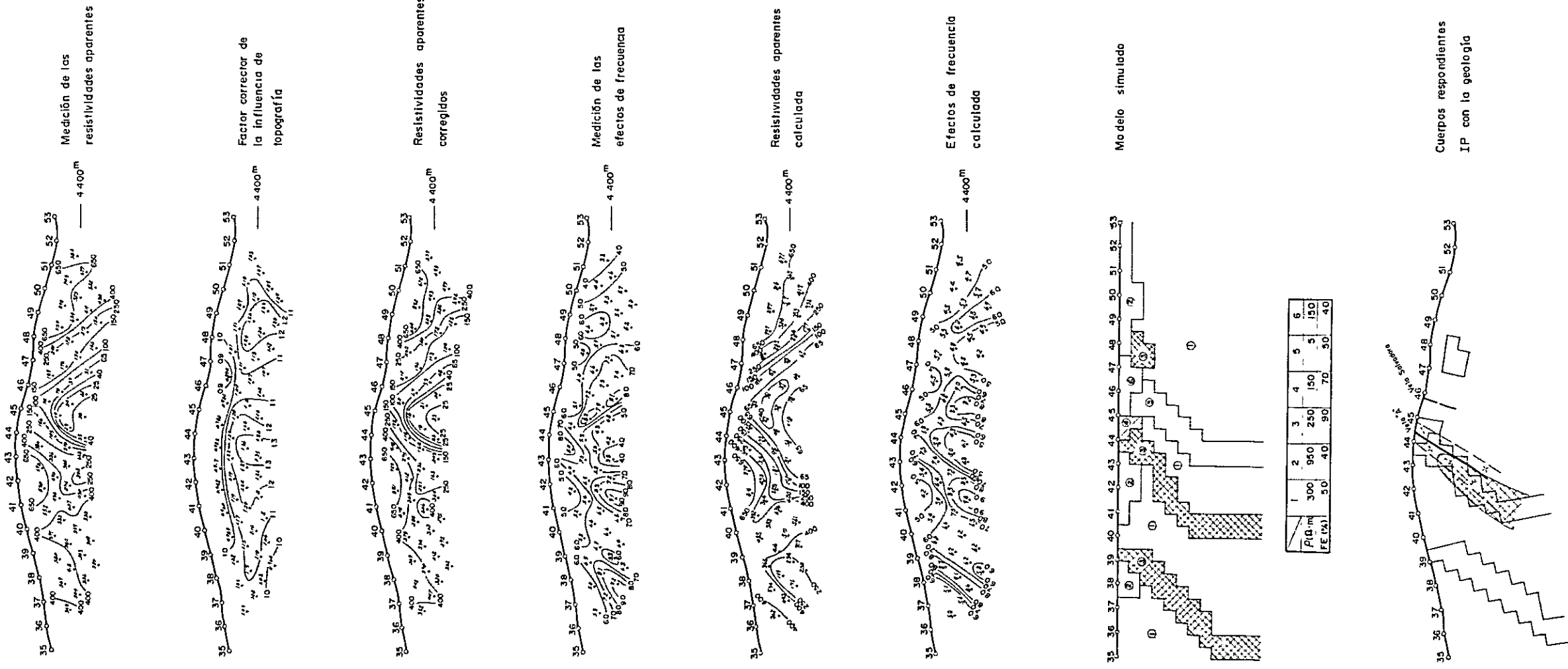


Fig. I-4-2 Simulación por computadora (Línea "B" de la zona Monserrat)

ESCALE 1' 10000

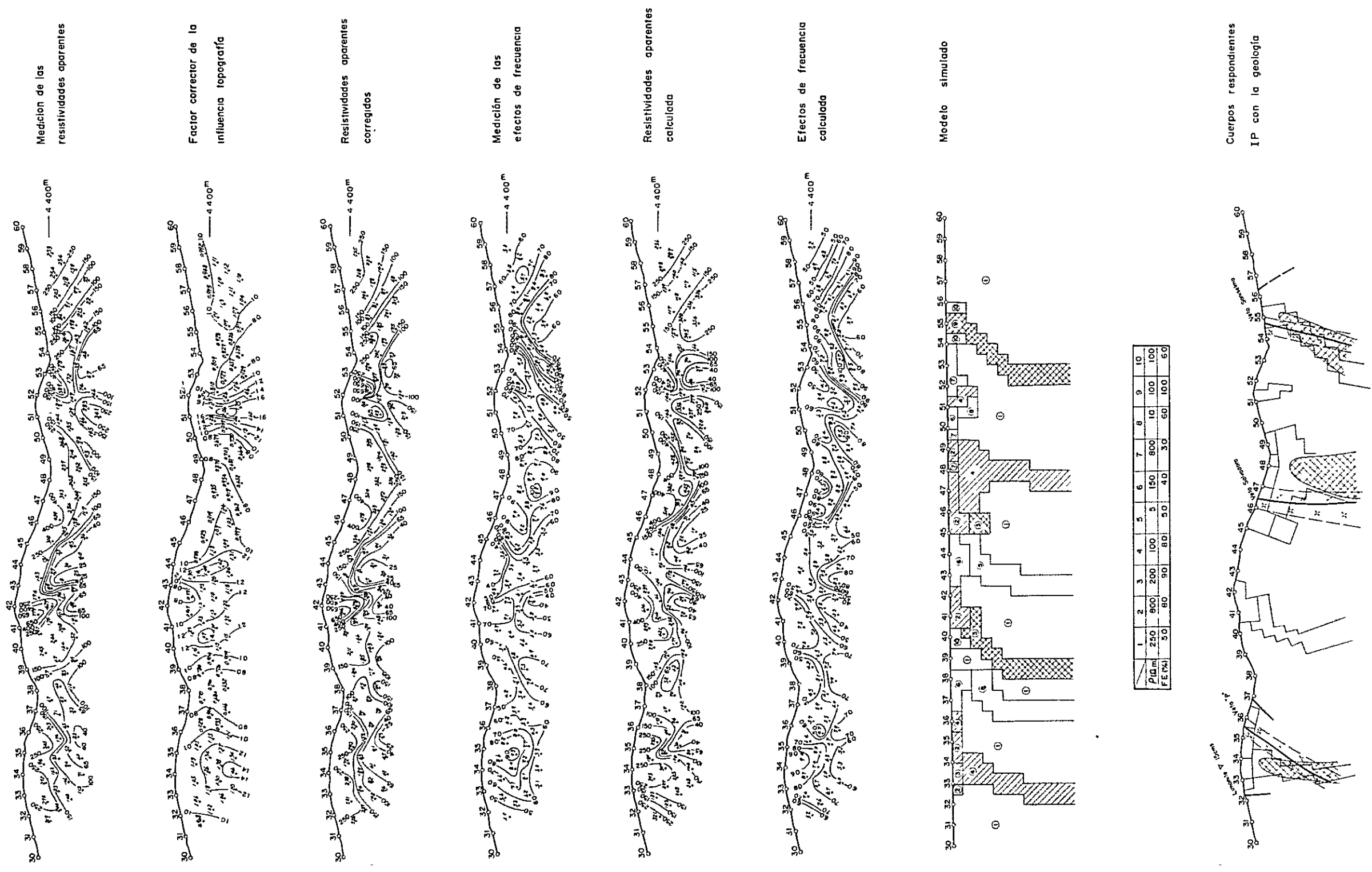


Fig 1-4-3 Simulación por computadora (Línea "D" de la zona Monserrat)

se extiende en la misma forma cuyo centro se sitúa entre el 45 y el 46.

El modelo calculado se coincide bien con el resultado medido al suponerse una veta (③) con el FE más alto y la resistividad un poco baja entre el punto 43 y el punto cercano al 44, y al suponerse una parte (④) con el FE un poco alto y la resistividad baja entre el punto 44 y el 45. Según la investigación geológica de superficie, hay un tajo explotado hace tiempo entre el 44 y el 46.

4-3-3. Línea D entre el punto 30 y el 60 de la zona Monserrat

(Véase Fig. I-4-3)

Las partes con los valores altos de FE en esta línea se difunden en tres partes; la parte de la forma de la letra "V" invertida en torno al punto 55 y sus alrededores, la parte amplia entre el 46 y el 49, y los alrededores del 35. Además se observa una parte del FE comparativamente alto entre el 41 y el 42.

Como modelos calculados se suponen vetas del FE alto en cuatro partes; los alrededores de los puntos 55, 47, 41 y 35. Se observan indicios de la superficie correspondidos a dichos lugares en la investigación geológica (excepto los alrededores del punto 41).

CAPITULO 5 ESTRUCTURA SUBTERRANEA PRESUMIDA POR LOS RESULTADOS
DE LA PROSPECCION GEOFISICA (METODO IP)

5-1. Zona de la mina San Vicente

En la zona de la mina San Vicente, exceptuando el dique de dacita que extiende hacia el Este pasando por los alrededores del punto 120 de la línea E y el punto 134 de la línea A, toda la zona está cubierta por la formación de conglomerados de San Vicente. Entre la formación de conglomerados de San Vicente hay vetas que se extienden en la dirección Este-Oeste.

Basándose en los resultados de la prospección IP que se realizaron cruzando sobre la veta Seis de Agosto considerada como del valor económico más importante en el área San Vicente, utilizando los electrodos a intervalos de 50 mts. y midiendo en cada 50 mts. se obtuvieron los valores notablemente más altos de anomalía de FE.

El propósito de la medición del presente año está en averiguar la extensión de las rocas de anomalía de FE alto hacia el Oeste y su carácter, las cuales están extendidas en ambos lados de la Quebrada San Francisco. Estas rocas de anomalía de FE alto están continuadas a la línea K, pero casi no se encuentran en la medición de la línea L. Estas zonas de anomalía de FE alto señalan los valores de FE más altos en los alrededores de la línea G, y los valores bajan gradualmente con el orden de la línea H, la línea I y la línea J. La mina San Francisco está situada alrededor de la línea G en esta zona de rocas de anomalía de FE alto, por lo que la relación entre ellas es muy importante.

Según los resultados de la investigación del taladro de sondeo No. 53-1 perforado alrededor de la mina San Francisco en el presente año, se desarrollan unas venillas muy delgadas en los alrededores de este taladro. Estas venillas acompañan zonas afectadas por la silicificación y la



alteración arcillosa de unos metros de anchura, y se ve también la diseminación de granos finos de pirita. Por otra parte, según los resultados del sondeo en los alrededores de la veta Seis de Agosto, no se encuentran venillas muy delgadas. Por consiguiente se presume que las zonas de anomalía de FE alto en los alrededores de la Quebrada San Francisco se debe a dichas venillas que acompañan zonas alteradas.

5-2. Zona Monserrat

Los valores de FE comparados con los valores de la mina San Vicente son aproximadamente 5% menos en esta zona. En cuanto a la distribución de los valores de la resistividad aparente, una zona de los valores altos y otra de bajos se encuentran conectadas mostrando una brusca variación.

Geológicamente la zona Monserrat es aproximadamente igual a la zona de la mina San Vicente, es decir, en la formación de conglomerados de San Vicente se desarrollan unas vetas, una al lado de otra en forma de red y escalón.

Según la investigación del año pasado, se consideró que había algún cambio de la propiedad de rocas o cambio de las condiciones de aguas subterráneas, juzgando por el hecho de que en la línea E la resistividad de la tierra se varía dividiéndose en las partes del Sur y del Norte por el punto 43.

Sin embargo, según la medición del presente año por el método IP en las cuatro líneas de D, C, B y A instaladas en la parte Este de la línea E, se presume que esta zona de baja resistividad aparente se debe a las rocas de baja resistividad del tipo filón, en ambos lados de estas rocas de alta resistividad. Según la investigación geológica de superficie, dichas rocas de baja resistividad se coinciden con el punto del tajo abandonado de la veta llamada la veta "A" o la veta Salvadora. Estas rocas de baja resistividad

del tipo filón están conectadas hasta la línea E, pero hacia Oeste en la línea F, el FE son bastante bajo aunque hay zona de los valores un poco altos en la parte profunda. Por lo tanto, se presume que la veta "A" y la veta Salvadora no continúan al Oeste de la línea E, o que se hallan en la parte muy profunda en caso de que continúan.

Entre el punto 35 y el 38 de la línea A existe una parte de FE alto. Estas zonas de anomalía de FE alto se profundizan más hacia el Oeste en las líneas B y C. Como el indicio de superficie que corresponde a estas rocas, se observa un tajo abandonado en los alrededores del punto 36 de la línea A, y esta zona está arcillada y limonitizada.

Se encuentran dos zonas de anomalía de FE alto en la línea A entre el punto 44 y el 47. Estas zonas continúan a la línea B entre el punto 43 y el 45, la línea C entre el 44 y el 50, la línea D entre el 45 y el 49, y la línea E entre el 47 y el 51. Como el indicio de superficie, coincide con la veta "A" y la veta Salvadora.

Se observa otra zona de anomalía de FE alto que continúa desde la línea D entre el punto 54 y el 56 hasta la línea E entre el 54 y el 56. Como el indicio de superficie que corresponde a esta zona, existe una zona fuertemente caolinitizada.

Según los resultados de la medición en la línea y que cruza dichas líneas en el punto 40 de cada línea, los valores de FE suben al máximo entre la línea E y la línea F y bajan bastante en la parte Oeste de la línea F. Por lo tanto, se considera que en la línea F las alteraciones se debilitan mucho o que no se observan en absoluto.

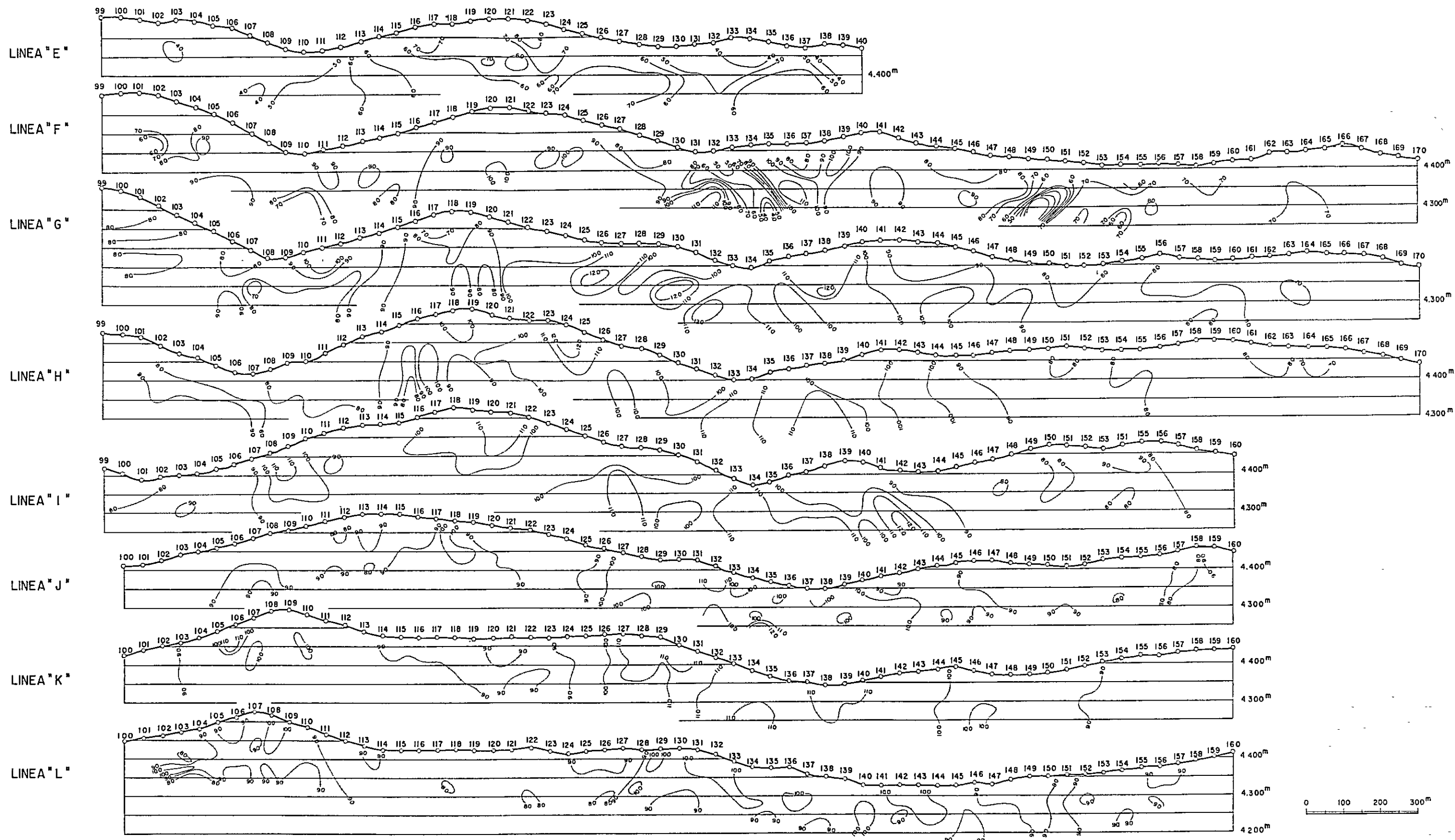


Fig.I-5-1 Diagrama por paneles de perfiles de los efectos de frecuencia de zona de mina San Vicente

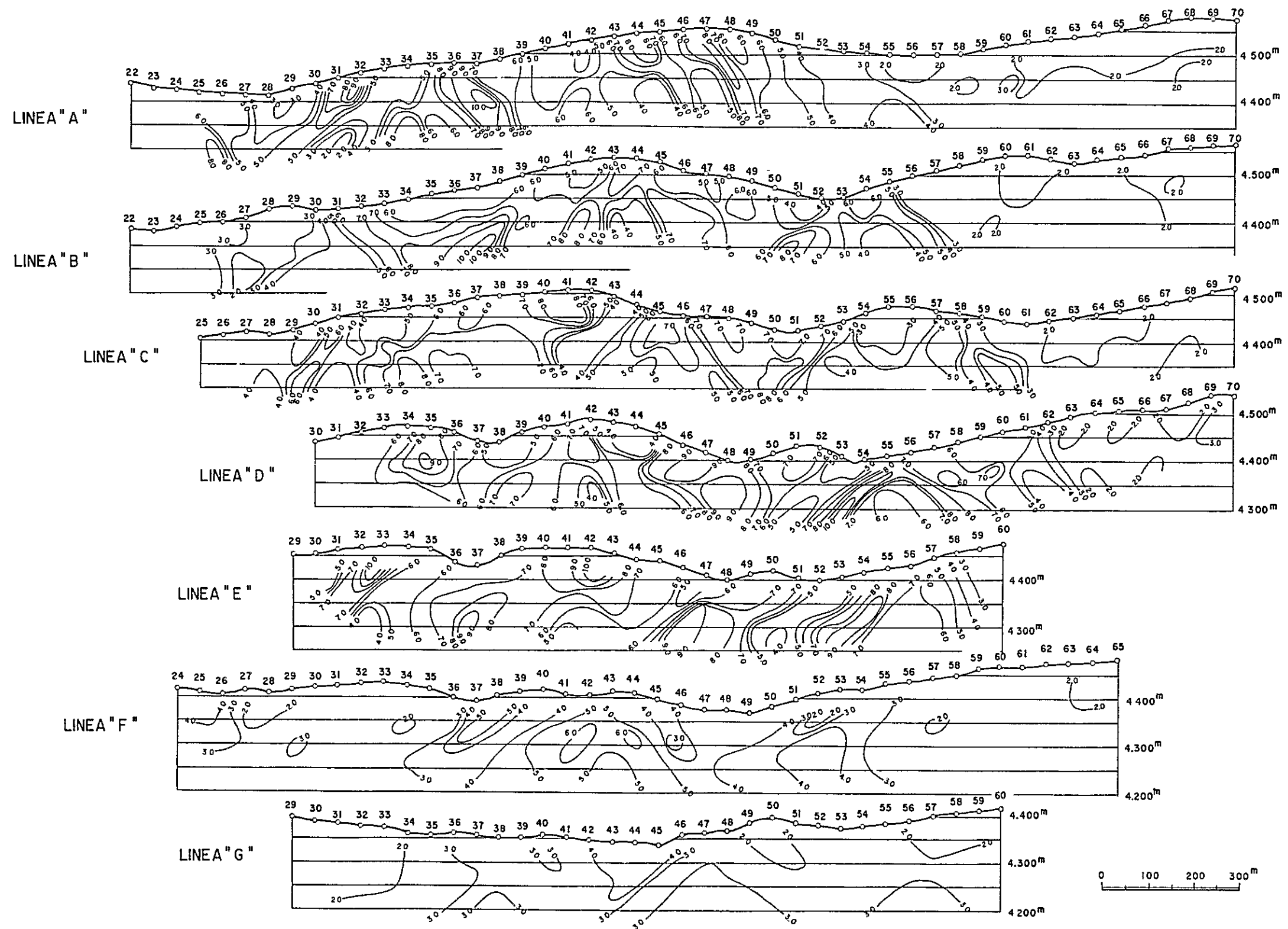


Fig.I-5-2 Diagrama por paneles de perfiles de los efectos de frecuencia de zona Monserrat

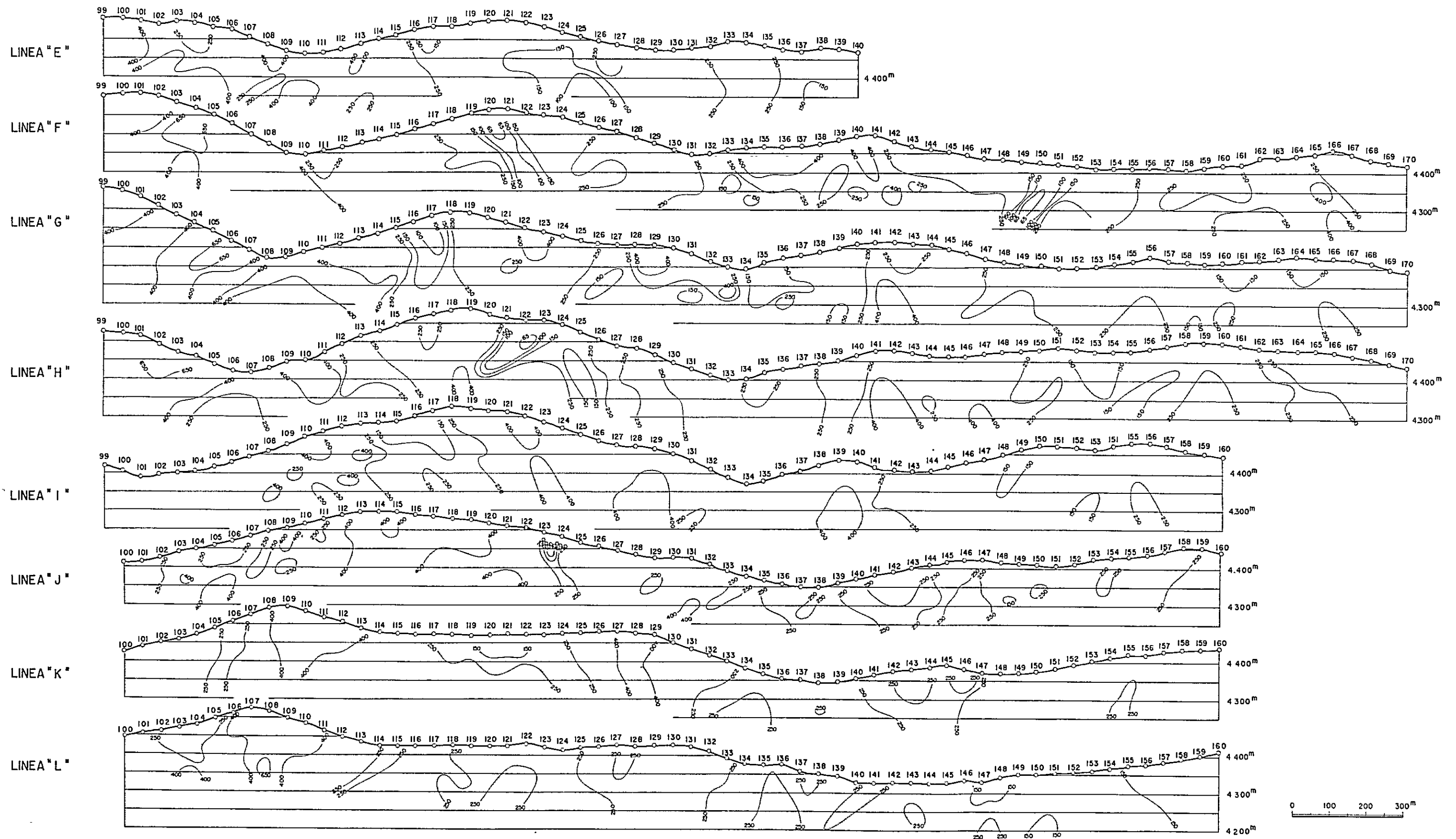


Fig. I-5-3 Diagrama por paneles de perfiles de las resistividades aparentes de zona de mina San Vicente

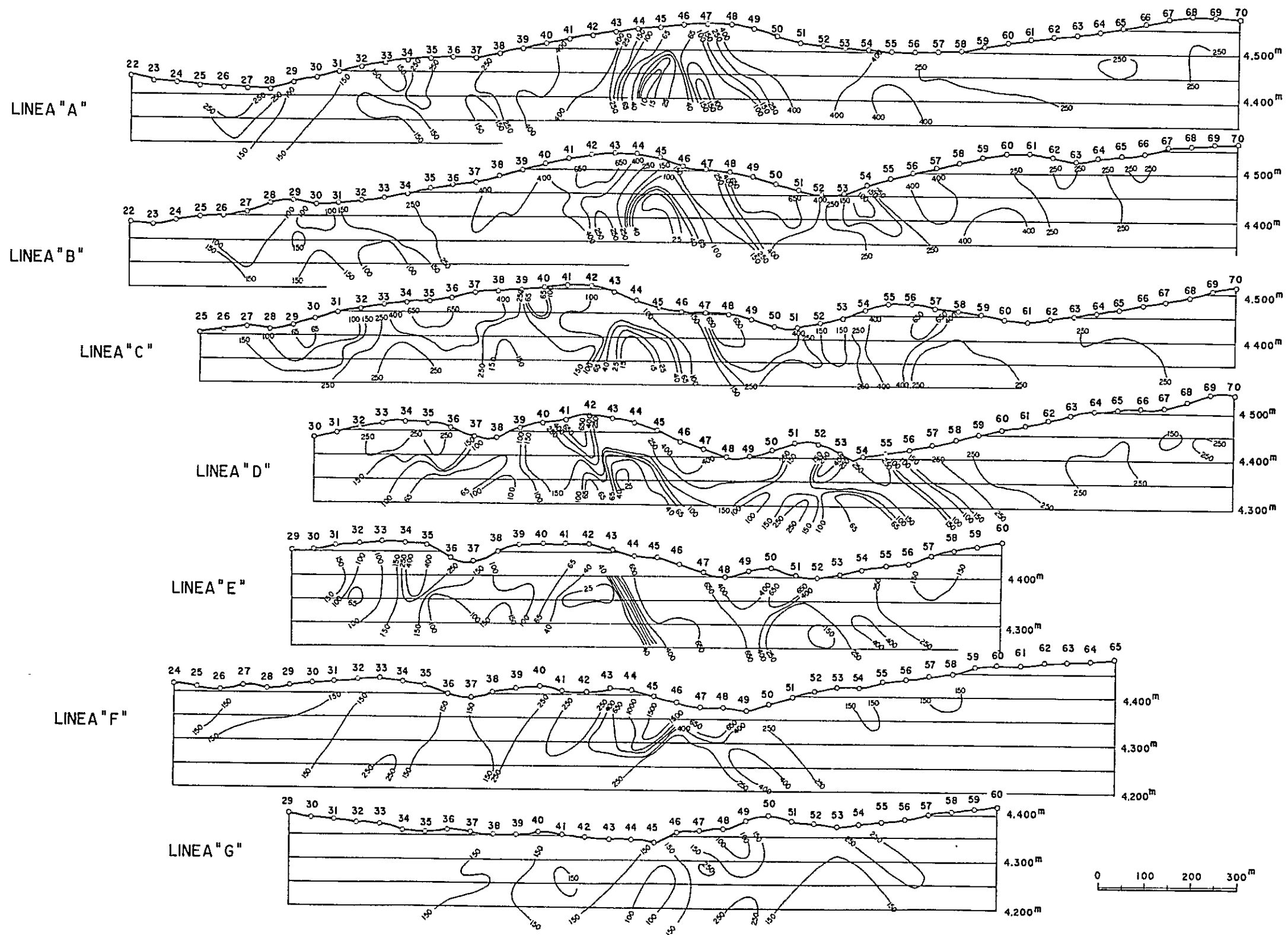


Fig.I-5-4 Diagrama por paneles de perfiles de las resistividades aparentes de zona Monserrat



Tabla I-3-1 Resultados de ensayo de IP de muestras

Dacita, Andesita

Núm. de muestra	Localidad de colección	AR (Ω m)	FE (%)	Nota
401		211	1.0	Dacita
529		11,100	0.1	Dacita, básica
642		378	0.6	Dacita
5080	mina	2,620	1.2	Dacita, Zn venillas
S - 216		1,980	0.1	Dacita
S - 4009	mina	450	0.4	Dacita andésica
T - 316		4,720	0.6	Dacita
T - 611		393	1.8	Dacita, (vol-bre)
T - 2024	mina	843	1.9	Dacita
T - 2030	mina	685	0.8	Dacita alterada
T - 3009	mina	612	1.2	Dacita alterada
T - 3011	mina	603	1.4	Dacita alterada
T - 3017	mina	572	1.7	Dacita
T - 4012	mina	644	1.4	Dacita
T - 4014	mina	854	2.3	Andesita
59		1,358	1.6	Dacita (dique), py.
70		336	0.2	Dacita
75		841	1.6	Dacita
82		295	0.4	Dacita
86		538	7.5	Dacita con minerales
114		68	1.0	Dacita
167		6,473	0	Dacita
171		732	0.8	Dacita
187		70	0.2	Dacita
188		610	0.6	Dacita
191		1,084	0.2	Dacita
196		1,484	0.9	Dacita
208		625	0.2	Dacita

(promedio)

(740)

(1.1)



Mineral

Núm. de muestra	Localidad de colección	AR (Ω m)	FE (%)	Nota
2013	mina	8	6.6	Zn, Py, Ba
2020	mina	0.3	7.8	Py rico
2032	mina	0.3	2.4	Pb, Zn, Ba
3013	mina	0.1	-	Pb rico, Ba, Zn
S - 220		32	23.5	Pb, Zn, Cu, Py, Ba
S - 2002	mina	4	3.0	Pb, Zn, Py, Ba
S - 5025	mina	2	11.8	Zn, Ba, Py
S - 6003	mina	28	23.8	Pb, Py rico, Ba, Zn
S - 6010	mina	2	13.8	Py rico, Ba, Marcacita
A - 6011	mina	4,280	2.1	Zn, Ba rico, Py
T - 2023	mina	102	3.6	Pb, Zn rico, Ba
38		1.1	8.5	Py, Ba, Zn
47		811	2.3	Pb, Zn, Ba
121		2,685	7.0	Pb, Zn
146		25	19.0	Py, Zn, Pb

(promedio)

(12) (10.0)

Pizarra

Núm. de muestra	Localidad de colección	AR (Ω m)	FE (%)	Nota
T - 4016	mina	1,020	1.2	sili.
78		3.0	0.3	
84		1.5	0.2	
207		172	0.5	

(promedio)

(30) (0.6)



Conglomerado

Núm. de muestra	Localidad de colección	AR (Ωm)	FE (%)	Nota
S - 640	mina	1,870	0.1	sili., Zn
S - 5073		313	1.4	sili.
6		722	0.2	
39		581	0.2	
5027	mina	676	7.6	Zn, Ba, Py
S - 3001A	mina	27	7.7	sili., Cu, Zn, Py
S - 4002	mina	624	7.4	sili., Py
S - 5042	mina	1,820	8.0	Zn, Cu, Py, venillas
S - 6006	mina	24	29.1	Py rico, Zn, Cu, venillas
S - 6019	mina	2.2	9.5	Py, Zn, Cu, venillas
7	mina	302	5.1	Py
11		83	5.5	Py

(promedio) (210) (6.8)

Arenisca

Núm. de muestra	Localidad de colección	AR (Ωm)	FE (%)	Nota
74		1,759	0.8	calcárea
85		1.4	0.2	
97		262	0.2	
192		226	0.6	
199		76	1.0	

(promedio) (102) (0.6)

Toba

Núm. de muestra	Localidad de colección	AR (Ω m)	FE (%)	Nota
S - 3008	mina	332	2.6	
T - 4013	mina	224	0.5	
147		193	1.0	Toba brecha
186		43	0.2	Toba brecha

(promedio) (160) (1.1)

Fangolita

Núm. de muestra	Localidad de colección	AR (Ω m)	FE (%)	Nota
322		1,830	1.2	
328		40	0.3	

(promedio) (270) (0.8)

Caliza

Núm. de muestra	Localidad de colección	AR (Ω m)	FE (%)	Nota
775		99	0.2	

Abreviación

Py ; Pirita
 Zn ; Esfalerita
 Pb ; Galena
 Cu ; Calcopirita
 Ba ; Baritina
 Sili. ; Silicificación
 Vol-bre ; Brecha volcánica
 AR ; Resistividad aparente
 FE ; Efecto de frecuencia

BIBLIOGRAFIA

- Coggon, J.H. (1973): A Comparison of IP Electrode Arrays. .
Geophysics, vol.38, p.737-761
- Gobierno del Japón, et al. (1977): Informe de Investigación Geológica en Area San Vicente, República de Bolivia. vol.I, Japan International Cooperation Agency and Metal Mining Agency of Japan, Tokyo, 76p.
- Gobierno del Japón, et al. (1978): Informe de Investigación Geológica en Región Sur, República de Bolivia. vol.II, Japan International Cooperation Agency and Metal Mining Agency of Japan, Tokyo.
- Nabighian, M.N. and Elliot, C.L. (1974): Unusual Induced Polarization Effects from a Horizontally Three-layered Earth. 44th Ann. Int. Meet., Soc. Explor. Geophys., Dallas Texas, 1974, Abstr., Biograph., p.52-53.
- Seigel, H.O. (1967): The Induced Polarization Method. Mining and Ground Water Geophysics/1967, edited by L.W. Morley, Dept. of Energy, Mines and Resources, Government of Canada, Ottawa, p.123-137.
- Sumner, J.S. (1976): Principles of Induced Polarization for Geophysical Exploration. Elsevier Scientific Publishing Co., Amsterdam, 277p.
- Sunde, E.G. (1949): Earth Conduction Effects in Transmission Systems. Dover Publishing Co., New York, 370p.
- Vacquire, V., Holmes, C.R., Kintzinger, P.R. and Lavergne, M. (1957): Prospecting Ground Water by Induced Polarization. Geophysics, vol.22, p.660-687.
- Wait, J.R. (editor) (1959): Overvoltage Research and Geophysical Applications. Pergamon Press, London.

DESCRIPCION DETALLADA

PARTE II

SONDEO



CONTENIDO

PARTE II SONDEO

CAPITULO 1	RESEÑA DE TRABAJO DE SONDEO	II-5
CAPITULO 2	METODO DE SONDEO Y MAQUINAS USADAS.....	II-7
CAPTULO 3	OPERACION DE SONDEO.....	II-8
3-1	Preparación general	II-8
3-2	Transporte e instalación	II-8
3-3	Desarme y retiro	II-10
3-4	Condición de testificación y control del agua de lodo ..	II-10
3-5	Agua para sondeo.....	II-12
3-6	Estado de perforación.....	II-13
3-7	Medidas contra la pérdida de agua.....	II-18
CAPITULO 4	GEOLOGIA INVESTIGADA POR SONDEO.....	II-19
4-1	Selección de las ubicaciones de taladros de sondeo	II-19
4-2	Geología investigada por sondeo	II-21
4-3	Relación entre la geología y los yacimientos	II-31
BIBLIOGRAFIA	II-46

LISTA DE FIGURAS

- Fig. II-1 Resultado de las obras de sondeo, No. 53-1
- Fig. II-2 Resultado de las obras de sondeo, No. 53-2
- Fig. II-3 Resultado de las obras de sondeo, No. 53-3
- Fig. II-4 Resultado de las obras de sondeo, No. 53-4
- Fig. II-5 Resultado de las obras de sondeo, No. 53-5
- Fig. II-6-1 Fotografía de las partes mineralizadas del taladro No. 53-4
(1) ~ (2)
- Fig. II-6-2 Fotografía de las partes mineralizadas del taladro No. 53-5
- Fig. II-7-1 Croquis de las partes mineralizadas del taladro No. 53-1
- Fig. II-7-2 Croquis de las partes mineralizadas del taladro No. 53-4
(1) ~ (3)
- Fig. II-7-3 Croquis de las partes mineralizadas del taladro No. 53-5
- Fig. II-8 Plano de sección longitudinal de la veta Seis de Agosto
- Fig. II-9 Plano diagramático de perfiles de la zona Monserrat
- Fig. II-10 Diagramas triangulares de Ag-Pb-Sn, Ag-Sn-Cu y Ag-Sn-Zn por cada grupo de vetas de la zona Monserrat
- Fig. II-11 Diagramas triangulares de Ag-Pb-Sn, Ag-Sn-Cu y Ag-Sn-Zn por las alturas de la zona Monserrat
- Fig. II-12 Diagrama esparcido de cobre y estaño de la zona Monserrat

LISTA DE TABLAS

Tabla II-1	Resultados de perforación
Tabla II-2	Máquinas y materiales usados
Tabla II-3	Consumo de materiales
Tabla II-4	Trabajo de trasladación
Tabla II-5-1	Datos resumidos de perforación, No. 53-1
Tabla II-5-2	Datos resumidos de perforación, No. 53-2
Tabla II-5-3	Datos resumidos de perforación, No. 53-3
Tabla II-5-4	Datos resumidos de perforación, No. 53-4
Tabla II-5-5	Datos resumidos de perforación, No. 53-5
Tabla II-6-1	Análisis de las horas trabajadas por las obras de sondeo, No. 53-1
Tabla II-6-2	Análisis de las horas trabajadas por las obras de sondeo, No. 53-2
Tabla II-6-3	Análisis de las horas trabajadas por las obras de sondeo, No. 53-3
Tabla II-6-4	Análisis de las horas trabajadas por las obras de sondeo, No. 53-4
Tabla II-6-5	Análisis de las horas trabajadas por las obras de sondeo, No. 53-5
Tabla II-7	Especificación de las coronas de diamantes y los cilindros escariadores
Tabla II-8	Estado de consumo de las coronas de diamantes, el tricono y los cilindros escariadores
Tabla II-9	Lista de análisis químico de los testigos



LISTA DE PLANOS

Pl. II-1	Mapa geológico y perfiles geológicos	1:25,000
Pl. II-2-1 (1) ~ (2)	Columna geológica de taladro de sondeo, No. 53-1	1:200
Pl. II-2-2 (1) ~ (4)	Columna geológica de taladro de sondeo, No. 53-2	1:200
Pl. II-2-3 (1) ~ (4)	Columna geológica de taladro de sondeo, No. 53-3	1:200
Pl. II-2-4 (1) ~ (3)	Columna geológica de taladro de sondeo, No. 53-4	1:200
Pl. II-2-5 (1) ~ (3)	Columna geológica de taladro de sondeo, No. 53-5	1:200
Pl. II-3-1 (1) ~ (2)	Mapa geológico de los afloramientos y ubicaciones de sondeo, Zona de la mina San Vicente	1:2,000
Pl. II-3-2	Mapa geológico de los afloramientos y ubicaciones de sondeo, Zona Monserrat	1:2,000
Pl. II-4-1	Perfiles geológicos de los taladros, Zona de la mina San Vicente	1:2,000
Pl. II-4-2	Perfiles geológicos de los taladros, Zona Monserrat	1:2,000



CAPITULO 1 RESEÑA DE TRABAJO DE SONDEO

Los sondeos se realizaron con el objeto de obtener las informaciones de mineralización y magnitud de los yacimientos de plata, estaño y cinc en las zonas de Monserrat y de la mina San Vicente conforme a los resultados de la investigación del segundo año.

Los trabajos de sondeo en las presentes zonas se efectuaron en dos períodos debido al clima y al plazo de las operaciones. El primero comenzó el día 19 de mayo de 1978 y terminó el día 24 de julio del mismo año. El segundo comenzó el día 30 de agosto y terminó el día 17 de noviembre.

Los taladros perforados durante los dos períodos son cinco y el avance total de perforación alcanza a 1,506.50 mts. Dichos trabajos fueron efectuados por un ingeniero japonés, cuatro operadores japoneses y ayudantes bolivianos contratados en la zona de la mina San Vicente, bajo la colaboración de las autoridades locales. Los sondeos se realizaron en tres turnos por día, con una máquina de sondeo.

Respecto al método de perforación, se adoptó el de "Wire line" para obtener mayor avance y mejor recuperación de testigos.

Como la zona Monserrat y la de la mina San Vicente están situadas en la altiplanicie de 4,400 ~ 4,600 mts. de altura sobre el nivel del mar, era muy difícil trabajar en ambos períodos a causa de la baja temperatura de la madrugada y de la noche. Sobre todo, en el primer período era difícil porque la temperatura bajaba a menos de -15°C y se congelaron el agua para sondeo, la bomba, etc. Además, en la última mitad del segundo período se acercó la estación de lluvia, y nieves y chubascos con truenos causaron dificultad en el trabajo temporalmente. Sin embargo, venciendo dichas condiciones severas de la naturaleza se acabaron todos los trabajos programados conforme al período prefijado. Esto se debe también a que no

ocurría ningún accidente ni problema grave durante todo el transcurso de los dos períodos. Los resultados de perforación por cada turno son los siguientes: el mínimo de 3.67 mts., el máximo de 8.36 mts. y el promedio de 5.05 mts.

Tabla II-1 Resultados de perforación

Número de taladro	Modelo de máquina	Fecha de comienzo y terminación	Avance total	Testigo sacado		Número de turno de perforación			Avance por un turno de trabajo general de perforación	Avance por un turno de trabajo sólo por perforación	Observación
				Largo de testigo	Recuperación	Por perforación	Por revestimiento	Total			
			mts.	mts.	%				mts.	mts.	
53-1	TGM-3	2, Jul. '78 17, Jul. '78	202.10	195.50	96.73	41	14	55	3.67	4.93	
53-2	TGM-3	14, Sep. '78 26, Sep. '78	351.00	347.20	98.92	33	44	77	4.56	10.64	
53-3	TGM-3	5, Jun. '78 26, Jun. '78	350.50	336.60	96.03	57	16	73	4.80	6.15	
53-4	TGM-3	17, Oct. '78 28, Oct. '78	301.90	290.80	96.32	28	29.5	57.5	5.25	10.78	
53-5	TGM-3	1, Oct. '78 11, Oct. '78	301.00	287.30	95.45	28	8	36	8.36	10.75	
Total			1,506.50	1,457.40	96.74	187	111.5	298.5	5.05	8.06	

CAPITULO 2 METODO DE SONDEO Y MAQUINAS USADAS

Las rocas del área donde se efectuaron los sondeos son principalmente conglomerados. Se había presumido que habría capas blandas y fajas cizalladas o alteradas, por lo que se planeó tomar el método de agua de lodo con bentonita como el reactivo básico, el sistema "Wire line" de HQ, NQ y BQ, y el medio de revestimiento de HW, NW y BW.

En la perforación de taladros, para el suelo superficial de 0 ~ 4 mts. de profundidad, se utilizó el tricono 5 7/8"; después de llegar a rocas hasta 60 ~ 80 mts. de profundidad, la corona de diamante HQT-WL; en la parte más profunda, la corona de diamante NQT-WL; y al encontrar capas blandas, la corona de diamante BQT-WL manteniendo la pared de taladro con los tubos de revestimiento BW. De tal manera se llevó a cabo el objeto.

Se utilizó hormigón para los cimientos en todos cinco taladros por la razón de que era difícil conseguir maderas. Por cada taladro se instalaron dos cimientos (0.50 mt. x 1.30 mts. x 0.70 mt.). Y también se utilizó hormigón para los cimientos de castillos. Por cada taladro se instalaron cuatro cimientos (0.60 mt. x 0.60 mt. x 0.50 mt.).

La inclinación de taladros era de -60° , y se utilizaron castillos para perforaciones verticales, por lo que hubo un poco de dificultad tanto en revestimiento de tubos, como en ascenso y descenso de varillajes. Durante la perforación hubo notable pérdida de agua, y como consecuencia, se aumentó la cantidad del transporte de agua, por lo cual se interrumpió unas veces el trabajo. Pero se logró buen resultado tanto en la eficiencia de perforación como en la recuperación de testigos. Los modelos y las medidas de la máquina de sondeo y otras máquinas usadas en esta obra se mencionan en las páginas siguientes.

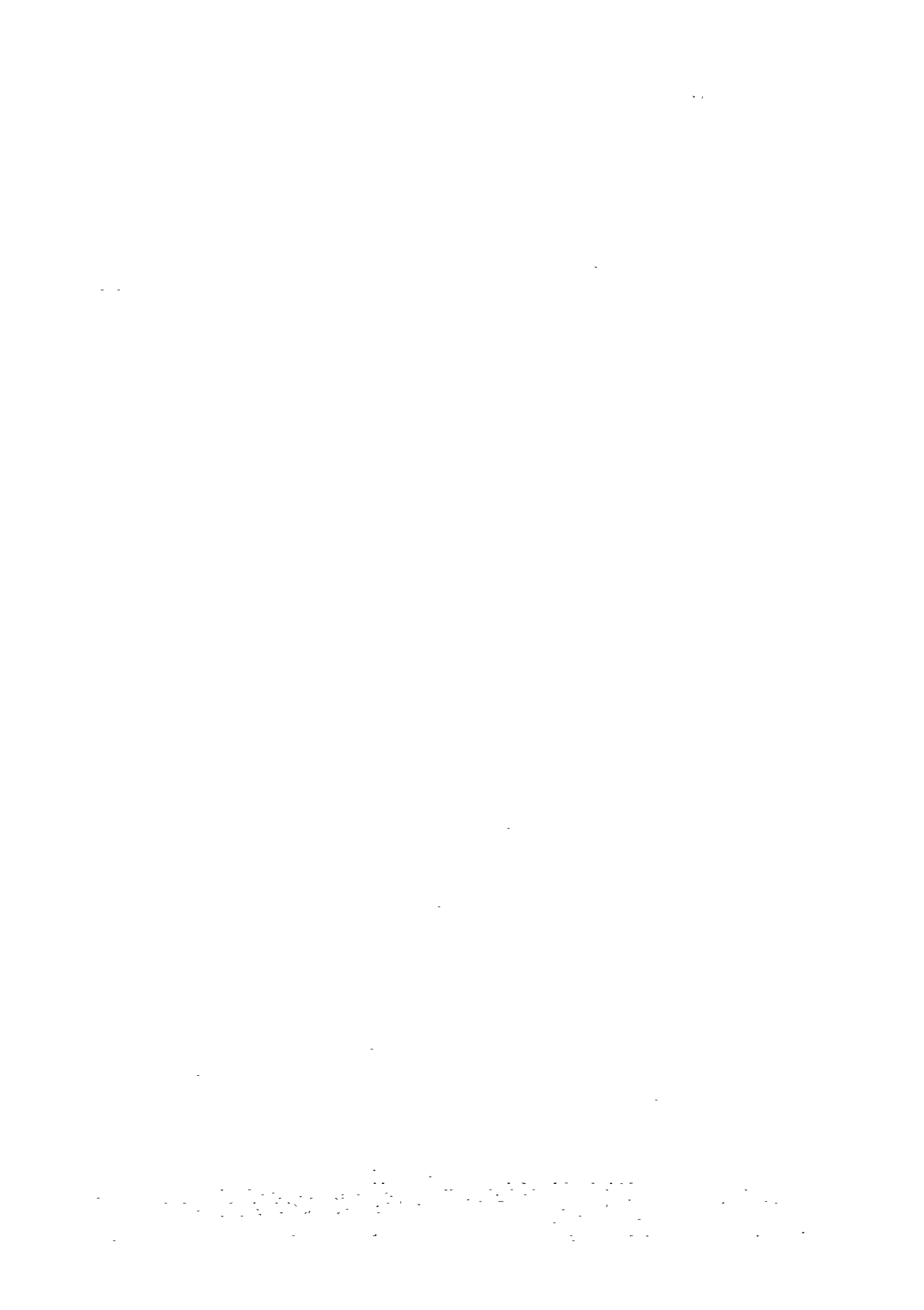


Tabla II—2 Máquinas y materiales usados

Artículo	Modelo	Capacidad, Tipo, Medida, Especificación	Cantidad
Máquina de perforación	TGM-3	Capacidad BQT 660mts. Medida Altura 1,520mms. Largo 2,380 " Anchura 990 " Cabeza giratoria Velocidad de eje (r.p.m.) 200. 500. 770. 1000 Torno Capacidad de izar 2,200 tons Bomba de aceite Capacidad 60ℓ./ 50 r.p.m. Máxima presión 70 kgs./cms ² .	Juego 1"
Motor para perforación	F4L-912	Revolución 1500 ~ 2400 r.p.m. Potencia 49 HP	1"
Bomba para perforación	NAS - 3C	Duplex Cilindro y doble acción Peso 330 kgs. Diámetro de pistón 75mm 75ℓ./min. Presión máxima 40kg./cm ²	
Motor diesel de bomba para perforación	2TR-22L	Revolución 1500 ~ 2000 r.p.m.	1"
Bomba para abastecimiento de agua	E-IN-3	Peso 14 kgs. Capacidad 360 ℓ./min Capacidad de desagüe Vertical 26 mts.	1"
Motor diesel de bomba para abastecimiento de agua	EC-05-2D	Revolución 4500 r.p.m.	1"
Mezcladora de lado	MCE-100A	Capacidad de tanque 125ℓ. Capacidad de mezclar 100ℓ.	1"
Castillo de perforación	DRP-9-5B	Altura 9mts. Carga tolerable 5 tons	1"
Varillaje	HQT NQT BQT	3mts. 3mts. 3mts.	Piezas 35" 120" 120"
Tubo de revestimiento	HW HW NW NW NW BW	3mts. 0.5mt. 3mts. 1.5mts. 0.5mt. 3.0mts.	5" 5" 35" 5" 5" 100"

Artículo	Medida	Unidad	Cantidad					Total
			53-1	53-2	53-3	53-4	53-5	
Cable metálico	12mmx30m	pieza	-	-	4	2	-	6
Cable de manila	12mmx25m	"	1	-	-	1	-	2
Tela desechada		kgs.	6	5	5	8	6	30
Llave para tubo	900mm	pieza	1	-	-	2	1	4
Llave para tubo	600mm	"	2	-	-	4	-	6
Llave para tubo	450mm	"	1	-	-	1	1	3



Tabla II-3 Consumo de materiales

Artículo	Medida	Unidad	Cantidad					Total
			53-1	53-2	53-3	53-4	53-5	
Gasolina		ℓ.	340	110	340	90	120	1,000
Aceite No.30		"	120	50	140	120	120	550
Aceite No.10		"	-	-	10	-	-	10
Grasa		kgs.	2	3	2	10	3	20
Diesel		ℓ.	1,760	1,320	1,980	1,320	1,540	7,920
Hemal-20c		"	18	18	-	36	-	72
Bentonita		kgs.	1,050	1,425	750	1,375	1,625	6,225
Libonito		"	57	32	110	45	66	310
C.M.C.		"	16	15	11	20	23	85
Soda cáustica		"	2	3	1	2	5	13
Tubo exterior	HQT	pieza	-	-	1	-	1	2
"	NQT	"	-	-	1	-	1	2
"	BQT	"	1	-	-	-	1	2
Tubo interior	HQT	"	-	-	1	-	1	2
"	NQT	"	-	-	2	-	1	3
"	BQT	"	1	-	-	-	1	2
Juegos de piezas de cabeza de tubo interior	HQT	"	-	-	1	-	1	2
"	NQT	"	-	1	1	1	-	3
"	BQT	"	1	-	-	-	1	2
Entubado	HQT	"	-	-	1	-	1	2
"	NQT	"	-	-	1	1	1	3
"	BQT	"	1	-	-	-	1	2
Copla de entubado	HQT	"	-	-	1	-	1	2
"	NQT	"	-	-	1	1	1	3
"	BQT	"	1	-	-	-	1	2
Anillo de gancho	HQT	"	-	-	1	-	1	2
"	NQT	"	-	1	1	-	1	3
"	BQT	"	1	-	-	-	1	2
Caja de extractor	HQT	"	1	1	3	1	1	7
"	NQT	"	2	2	4	2	3	13
"	BQT	"	4	-	-	-	4	8
Extractor	HQT	"	3	2	5	4	3	17
"	NQT	"	5	3	7	5	5	25
"	BQT	"	7	-	-	-	8	15
Anillo "Snap"	HQT	"	1	-	1	-	1	3
"	NQT	"	1	1	1	1	1	5
"	BQT	"	2	-	-	-	2	4
Goma de control	HQT	"	2	1	2	1	2	8
"	NQT	"	2	1	4	4	2	13
"	BQT	"	2	-	-	-	4	6
Amortiguador	HQT	"	1	-	1	-	1	3
"	NQT	"	1	1	2	1	1	6
"	BQT	"	3	-	-	-	2	5
Zapata de tubería de revestimiento	HW	"	1	1	1	1	1	5
"	NW	"	1	1	1	1	1	5
"	BW	"	1	-	-	-	1	2
Cemento		kgs.	800	800	640	960	840	4,040
Cajón		caja	35	68	61	57	52	273
Tabla de madera		mts.	6	5	12	4	3	30
Cable de hierro		kgs.	15	20	10	25	10	80
Clavo		kgs.	10	20	10	15	5	60

