

水戸野行記 巻之三

（水戸野行記 巻之三）

（巻之三）

（巻之三）

水戸野行記 巻之三

水戸野行記 巻之三

水戸野行記 巻之三

LIBRARY
702
661
MM
LIBRARY

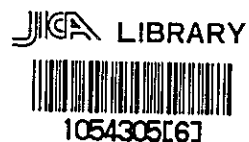
70 17

ボリヴィア共和国南部地区
鉍物資源開発基礎調査報告書

第 3 卷
(第 3 年次)

昭和54年2月

国際協力事業団
金属鉍業事業団



国際協力事業団

| | |
|--------------------|------|
| 受入 月日 '84. 4 13 | 702 |
| | 66.1 |
| 登録No. 03359 | MPN |

は し が き

日本政府はボリヴィア共和国の要請に応え、同国南部地区の鉱物資源賦存の可能性を確認するため、地質調査等の鉱床探査に関する諸調査を実施することとし、その実施を国際協力事業団に委託した。国際協力事業団は本調査の内容が地質および鉱物資源の調査という専門分野に属することから、この調査の実施を金属鉱業事業団に依頼することとした。本調査は3箇年にわたって行なわれたものであるが、昭和53年度はその第3年次にあたり、三井金属エンジニアリング株式会社黒沼廣治を団長として、11名からなる調査団を編成して、昭和53年5月3日から昭和53年11月17日まで現地に派遣した。

現地調査はボリヴィア共和国政府関係機関、特に鉱山冶金省、ボリヴィア鉱山公社の協力を得て予定通り完了した。

本報告書は第3年次の調査結果をとりまとめたもので、第1年次、第2年次の調査結果とあわせて、最終報告書の一部となるものである。

おわりに本調査の実施にあたって御協力をいただいた、ボリヴィア共和国政府の関係機関ならびに通商産業省、外務省、在ボリヴィア日本大使館および関係各社の方々に衷心より感謝の意を表するものである。

昭和54年2月

国際協力事業団

総裁 法眼晋作

金属鉱業事業団

理事長 西家正起

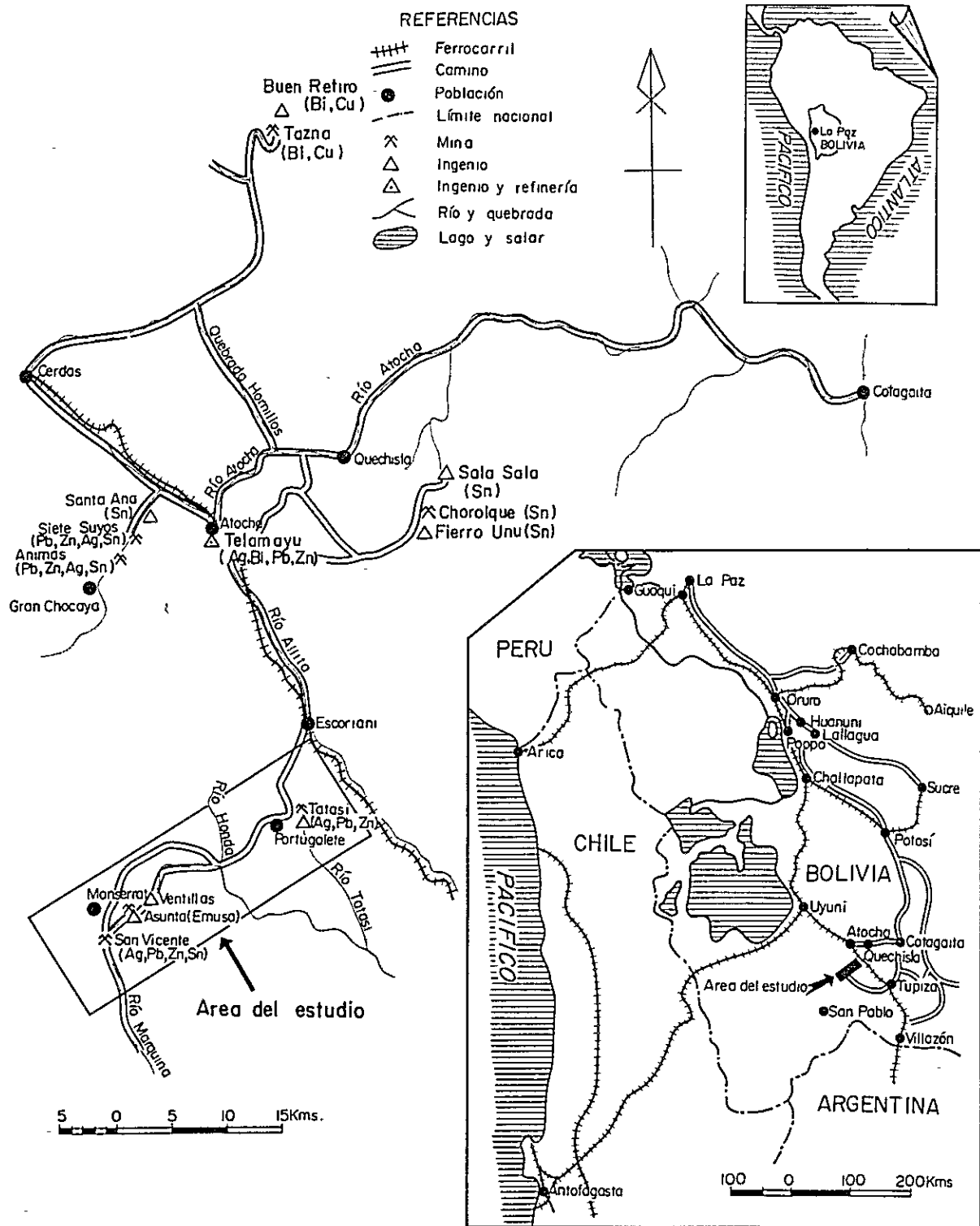


Fig. 1 Plano del área de investigación

総 合 目 次

は し が き

位 置 図

要 約..... iii

総 論..... 1

各 論

第 I 部 物理探査 (I P 法) I - 1

第 II 部 試 錐..... II - 1

APENDICES

Datos geológicos

別 卷

MAPAS ANEXOS

Mapas geológicos

Mapas geofísicos

Columnas geológicas de taladro

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

要 約

本調査はボリビア共和国南部地区における、第3年次の調査として実施された。第1年次において San Vicente (サン ビセンテ), Tatasi (タタシ) 両地域の地質調査を実施し、第2年次調査においては San Vicente 地域における IP 調査、試錐調査によって、Quebrada San Francisco (サン フランシスコ谷) の IP 異常帯、San Vicente 鉱床群の下部および延長部、Montserrat (モンセラート) 鉱床群の下部および延長部の各地域が抽出された。

本調査の目的は、これらの地区に対して、試錐および IP 調査を実施し、第1年次から継続した調査の最終段階として、鉱床賦存を確認、または発見することにあつた。

現地調査は昭和53年5月から同11月にかけて物理探査班、試錐班に分け、調査員が派遣されて、実施された。

今年次の調査は、最終年次として、物理探査と試錐に集約され、物理探査は Dipole - Dipole (ダイポール ダイポール) 電極配置の周波数領域 IP 法が実施され、測線総延長は 3 1.4 km である。試錐は掘進孔数 5 孔、総延長 1,5 0 6.5 m が実施された。

これらの調査を通じて、第2年次に得られた San Vicente 鉱山区域、および Monserrat 区域の地質鉱床について、より詳細な資料が追加され、両地域の開発に対して、具体的な指針を与えると共に、また新たな問題を提起している。

調査地域は、ボリビア南部のアルティプラーノ高原地帯にあり、侵蝕が進んで壮年期地形を呈する地域で、高度は海拔 4,7 0 0 m に達する。年間降雨量が少なく、また標高が高いため、昼夜の気温格差が大きく、特殊な気候のため、半砂漠的山地および高原となっており、植生も極めて少ない。

調査地域の地質は、地域の南西部では新第三系の礫岩、中央部はオルドビス系の砂岩、粘板岩およびこれらの互層よりなり、北東部ではオルドビス系を傾斜不整合に覆う白亜系、新第三系が分布しているが、今年次調査実施区域においては、すべて新第三系の礫岩によって被覆され、石英安山岩岩脈を除いては、他の岩石が見られなかった。

これら岩脈は、中新世後期の火成活動に関わるもので、San Vicente 鉱床群、Montserrat 鉱床群の鉱床生成とは、極めて密接な関係にある。

San Vicente 鉱床群は、新第三系の San Vicente 礫岩中にあり、オルドビス系と第三系を境する San Vicente 逆断層を生じせしめた、東西方向の横圧力によって生成した裂罅系に胚胎するもので、試錐を実施した San Vicente 鉱床群中最大の規模を有する Seis de Agosto (セイス デ アゴスト) 脈は、この一次張力裂罅に属する。さらに、一次剪断面や二次の張力面、剪断面に沿い、多数の鉱脈が生成され、San Vicente 鉱床群を形成している。San Vicente 鉱床群の裂罅の特性としては、各剪断、もしくは張力面に沿った規則的な

裂罅系をなすが、Montserrat 鉍床群においては、複雑な裂罅の配列を示し、鉍脈は連鎖状、雁行状、網状などの不規則な配列をなし、裂罅形成の際の応力分布は相当不規則で、San Vicente 鉍床群に比較して、その規模が小さい。

San Vicente 鉍床群、および Montserrat 鉍床群に随伴する変質作用は、珪化、絹雲母化作用を主とし、鉍物は、石英、絹雲母、カリ長石、明ばん石、カオリンなどであり、変質帯の分類からは中性帯 K 系絹雲母化帯[※]に属する。San Vicente 鉍床群の鉍脈に伴う変質帯の幅は狭く、鉍脈上下盤のみに限られるが、Montserrat 鉍床群においては、鉍脈の分布するすべての区域におよぶ広域変質の形態を示している。

San Vicente 鉍床群における鉍石鉍物は、四面銅鉍、閃亜鉛鉍、方鉛鉍、黄銅鉍、黄鉄鉍、黄錫鉍、錳石、白鉄鉍から成り、脈石は石英、重晶石を主としている。San Vicente 鉍床群には多数の脈があるが、Seis de Agosto 脈が最も重要な脈であり、この脈について、No 53-2、No 53-3 の 2 本の試錐が実施されたが、No 53-3 試錐孔は、同脈の西部延長下部を探索目標として実施され、0 m 坑準下部 230 m で同脈に逢着した。鉍化は劣勢で、珪化、粘土脈となっており、鉍石鉍物は殆どみられなかった。No 53-2 試錐孔は、本脈の中央よりやや西部に位置し、0 m 坑準下 120 m で着脈した。着脈深さは、それぞれ 164.70 m ~ 164.90 m 幅 0.2 m、166.00 m ~ 167.10 m、幅 1.10 m、167.10 m ~ 168.00 m、幅 0.90 m であるが、銀 0.011 % ~ 0.02 %、亜鉛 2.36 % ~ 1.83 % の低品位銀、亜鉛鉍石であり、本着脈部付近では、鉍化が上部と比較し劣化している。

以上の試錐と、第 2 年次実施の No 52-3 試錐の結果より、西部および西部の下部に向って、鉍化作用が劣化していることが想定され、鉍化作用の中心部は Seis de Agosto 脈中央部、およびその東部支脈と交差している付近と考えられ、この部分に対し、早急に探鉍を行なって、今後の開発に資すべきと考えられる。No 53-2 試錐孔では、0 m 坑準下部 280 m で Deseada (デアアダ) 脈の珪化脈に逢着し、鉍徴を得ており、この上部の探鉍を考える必要がある。

San Vicente 鉍脈群に見られる帯状分布の考察の結果、Quebrada San Francisco 左岸に発達する San Francisco 脈に、銀-鉛帯が波及するような傾向が見られ、同脈付近に、IP 調査により高 FE 帯が捕捉されているので、San Francisco 脈に対し、試錐が実施された。本孔では、著しく粘土化、珪化された空隙を伴う破碎帯に逢着した他、見るべきものは殆どなく、2、3 の粘土化、珪化の平行脈が存在していた程度である。

San Vicente 鉍床群の第 2 年次採取試料の分析値に、第 3 年次コア分析値を加え、370 個の試料の銀、銅、鉛、錳、亜鉛の 5 成分について、それぞれの相関係数を求めたが、第 2 年次実施

※絹雲母を主として構成される変質帯で、アルカリ・アルカリ土類活動度と水素イオン活動度の比が高く、温度が比較的高い生成環境で生成された粘土鉍物よりなる。歌田(1977)

と同様、銀-銅が最も高い相関を示し、次いで銀-亜鉛であり、他には明瞭な相関関係がみられず、銀鉱量の獲得には、四面銅鉱、閃亜鉛鉱の富鉱部を探索することが肝要であることを示している。Seis de Agosto 本脈中央部および本脈と支脈の交会部付近、いわゆる San Vicente 鉱床群の中心部は、これらの条件にも合うものである。

Montserrat 鉱床群の構成鉱物は、閃亜鉛鉱、四面銅鉱、黄錫鉱、方鉛鉱、錫石、黄銅鉱、黄鉄鉱、白鉄鉱、および濃紅銀鉱、ブーランジェライト鉱などの硫化鉱物、または硫酸鉱物より構成され、共生関係は複雑である。諸元素間の相関関係については、錫-銅の相関が極めて高く、次いで銀-銅、銀-錫の順となっており、この点より、錫品位は黄錫鉱の存在に由来していること、また銀品位は四面銅鉱の存在に依存しているのは明らかである。銀-錫の相関も高い点より、四面銅鉱、黄錫鉱の両鉱物が密接な相関関係を以て存在していることが判明した。銀、錫共に価値が高く、これらに富む Salvadora (サルバドーラ) 脈、San Martin (サンマルティン) 脈の探鉱は興味のあることであるが、現状では鉱物の回収という点で問題が残るであろう。

試錐による鉱化作用の状況は、No 52-1 試錐孔(第2年次実施) No 53-4 試錐孔結果より見て、Salvadora 脈は両試錐孔間でその連続が確認され、No 53-4 試錐孔での Salvadora 脈は掘削深度 179 m 付近で、見掛け幅 0.21 m、品位銀 0.07%、錫 0.03%、亜鉛 1.08%、鉛 0.14%、銅 1.14% であり、188.6 m 付近の脈は、見掛け幅 0.6 m、品位銀 0.037%、錫 0.69%、亜鉛 0.30%、鉛 0.05%、銅 1.69% である。この他に、Salvadora 脈下盤に分布する脈、および上盤に分布する脈、地表露頭の A 脈、B 脈に対比される脈があるが、良好な鉱化作用の存在を示したものは、No 53-5 試錐孔の比較的浅部で、地表露頭より連続する San Martin 脈で、掘削深度 50.93 m ~ 51.70 m 間 0.77 m の鉱化部がこれに対比され、0.77 m に対する平均品位銀 0.044%、亜鉛 1.38%、錫 0.82%、鉛 0.19%、銅 0.74% で、錫、銀の品位が高い。

Montserrat 鉱床群の既調査資料に、今年度実施の帯状分布を検討した結果、高錫帯とその他の帯に分けられ、高錫帯は Salvadora 脈、および San Martin 脈に現われている。一般に高錫帯は、深部に存在しているため、深部の探鉱に興味を持たれる。

Salvadora 脈の高錫帯は、西部およびその深部に伸びているので、Salvadora 脈の西部の下部延長部の探鉱が必要である。また San Martin 脈の東西方向およびその深部は未探鉱で、興味を持たれる地点である。

以上試錐地質より、今後調査を要する地区としては、

① Seis de Agosto 脈の鉱化中央部および東部の下部探鉱である。さらにこれら探鉱によって鉱況がある程度判明したら、詳細な鉱況を知るための沿層掘下りが当然必要になると思われる。

② Seis de Agosto 脈北東部に発達する剪断、張力裂罅が錯綜している脈 (Ramo Seis

de Agosto, Artola, Disputada, Jesús, Adela, Guernica, etc脈)の下部探
鉦が必要だと思われる。

③ Monserrat 区域の Salvadora 脈の西部および下部延長部の探鉦が必要だと思われる。

④ San Martin 脈の東西延長およびその下部について試錐探鉦を行なうべきである。

物理探査の結果の検討により, Quebrada San Francisco に沿って, Seis de Agosto 脈の東端より (F測線) 西に向い伸びた大きな FE異常帯の拡がりが見えた。その起因は、粘土化変質帯と、細粒黄鉄鉱を伴った微細脈群によるものと考えられる。

Monserrat 地区では, No 52-1 試錐孔より東に向い, 高 FE異常帯が拡がり, San Vicente 断層まで続いているものと考えられる。

この高 FE異常帯は, Monserrat 区域の絹雲母化変質帯の分布とはほぼ一致している。特に FE値が高くなるのは, No 52-1 試錐孔から No 52-2 試錐孔の間であり, Salvadora 脈や A 脈の鉦化の最も強いのは, これらの試錐孔付近であろうと推定される。



總 論

総 論 目 次

| | |
|-------------------------------|----|
| 第1章 序論 | 2 |
| 1-1 調査経緯および目的 | 2 |
| 1-2 調査概要 | 3 |
| 第2章 調査地域の概要 | 5 |
| 2-1 地形, 気候 | 5 |
| 2-2 位置, 交通 | 5 |
| 2-3 San Vicente 地域の地質概要 | 6 |
| 2-4 San Vicente 鉱山概要 | 7 |
| 第3章 総合検討 | 8 |
| 3-1 物理探査 (IP法) についての検討 | 8 |
| 3-2 試錐についての検討 | 9 |
| 第4章 結論および将来への展望 | 14 |
| 4-1 結論 | 14 |
| 4-2 今後の調査に対する意見 | 15 |

第 1 章 序 論

1-1 調査の経緯および目的

ボリヴィア共和国は、錫、タングステン、銀、アンチモン、鉛、亜鉛、ビスマス、石油、天然ガス等の鉱物資源に富み、特に錫鉱石の生産は、マレーシア、インドネシアと並び世界の主要鉱生産国となっている。同国の経済は久しく錫鉱石の輸出に頼っているが、錫価格の変動が国家財政に大きな影響を与えている。^{※1} このような状態より脱却するため産業の多様化を計り、鉱業でも錫鉱石以外の鉱種についての探鉱開発を進めてきた。また、鉱産資源は産出一次品のまま輸出していたが、最近、とみに増加の傾向にある輸送費の逡減と、付加価値の増大を計るため、国内に製錬所を建設して処理することが有利であると、考えるようになった。従って、同国政府は国内製錬所の建設を鉱業政策の基本路線として推進してきた。

この施策の一環として、ボリヴィア共和国政府は、日本国政府に亜鉛製錬所建設に関する技術協力を要請し、日本国政府は、これに応じて昭和50年2月、調査団を派遣し、亜鉛製錬所建設に関して、すべての観点から調査検討を行なった。さらに、昭和51年3月には、亜鉛製錬所建設に伴うインフラストラクチャーの調査団を送って、付帯的事項の検討を行なった。一方、ボリヴィア共和国政府は、亜鉛製錬所建設計画に呼応して、その原料確保のために努力を重ねてきた。その結果、今後探鉱開発を行なうべき地域として、Cochabamba(コチャバンバ)南方の鉛・亜鉛鉱床地帯、Potosí(ポトシ)東方のHuara Huara(ワラワラ) - San Lucas(サンルーカス)鉛・亜鉛鉱床地帯、Tupiza(トゥピサ)地域一帯の鉱床地帯を抽出し、その探鉱開発に対する援助を日本国政府に要請してきた。

日本国政府は、昭和51年6月に調査団を派遣し、これら候補地域の鉱床賦存の有望性と資源開発協力基礎調査実施の可能性を検討した。その結果、Tupiza 地域の一部の San Vicente(サンビセンテ)鉱山を含むボリヴィア南部地区は、亜鉛鉱床賦存の可能性が大きく、探鉱結果によっては早急に有力な亜鉛製錬原料の供給地となり得るので、昭和51年から本地区^{※2}において資源開発協力基礎調査が実施されることになった。

本調査は、第3年次調査として立案されたものであり、その目的は、第2年次までの調査により抽出された鉱床賦存の可能性の強い地域、および既知鉱床の下部について、IP法による物理探査、および試錐を実施し、新たな鉱床の発見と既知鉱床の下部の探鉱、および開発に指針を与えることにある。

※1 鉱産物輸出のボリヴィアの全輸出に対する割合は53%、石油および天然ガスの輸出は37%である。鉱産物の輸出中で錫鉱石の占める割合は60%である。(1974年度)

※2 昭和51年度に実施された第1年次調査では、本地区を南部 San Vicente 地区と呼称している。

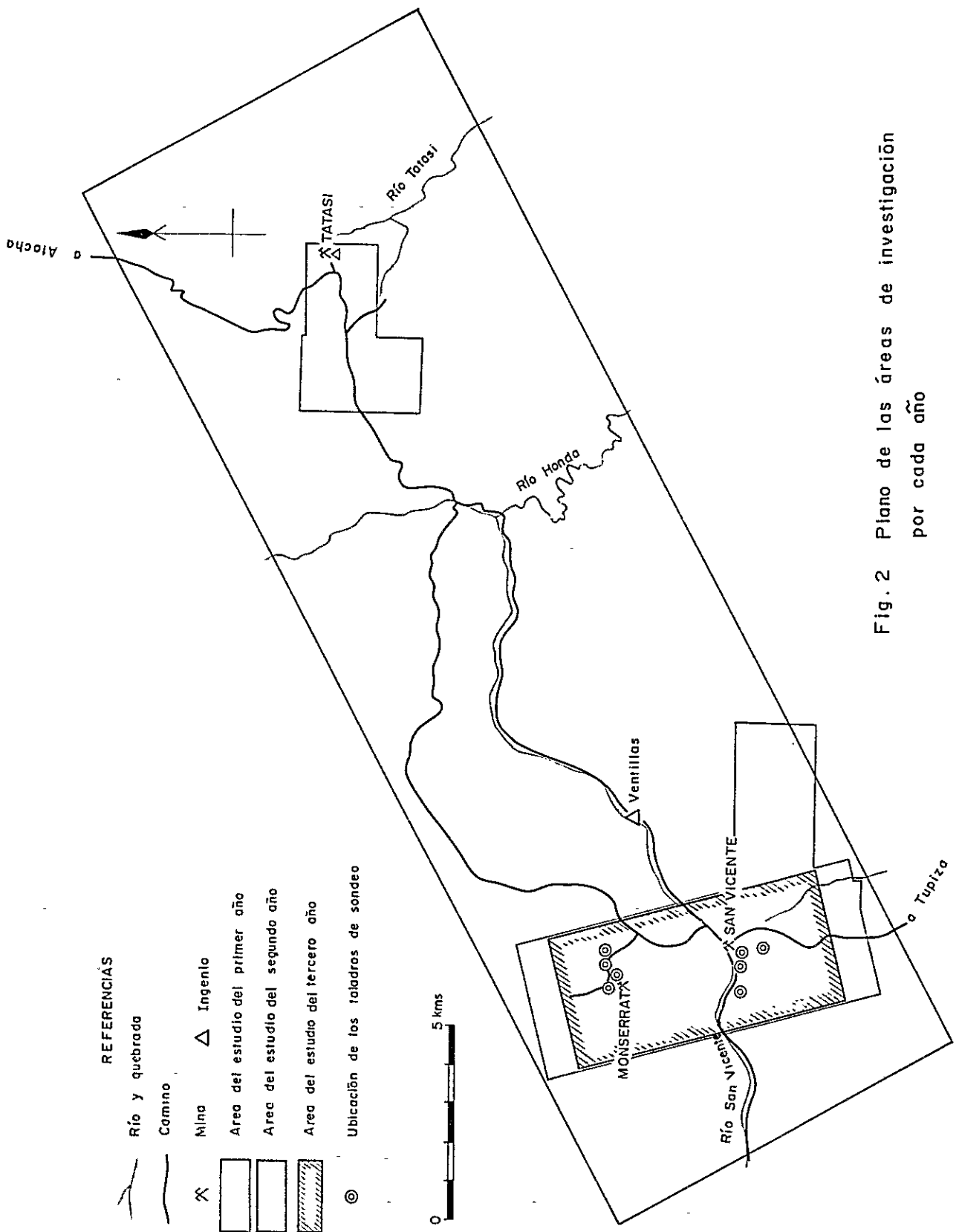
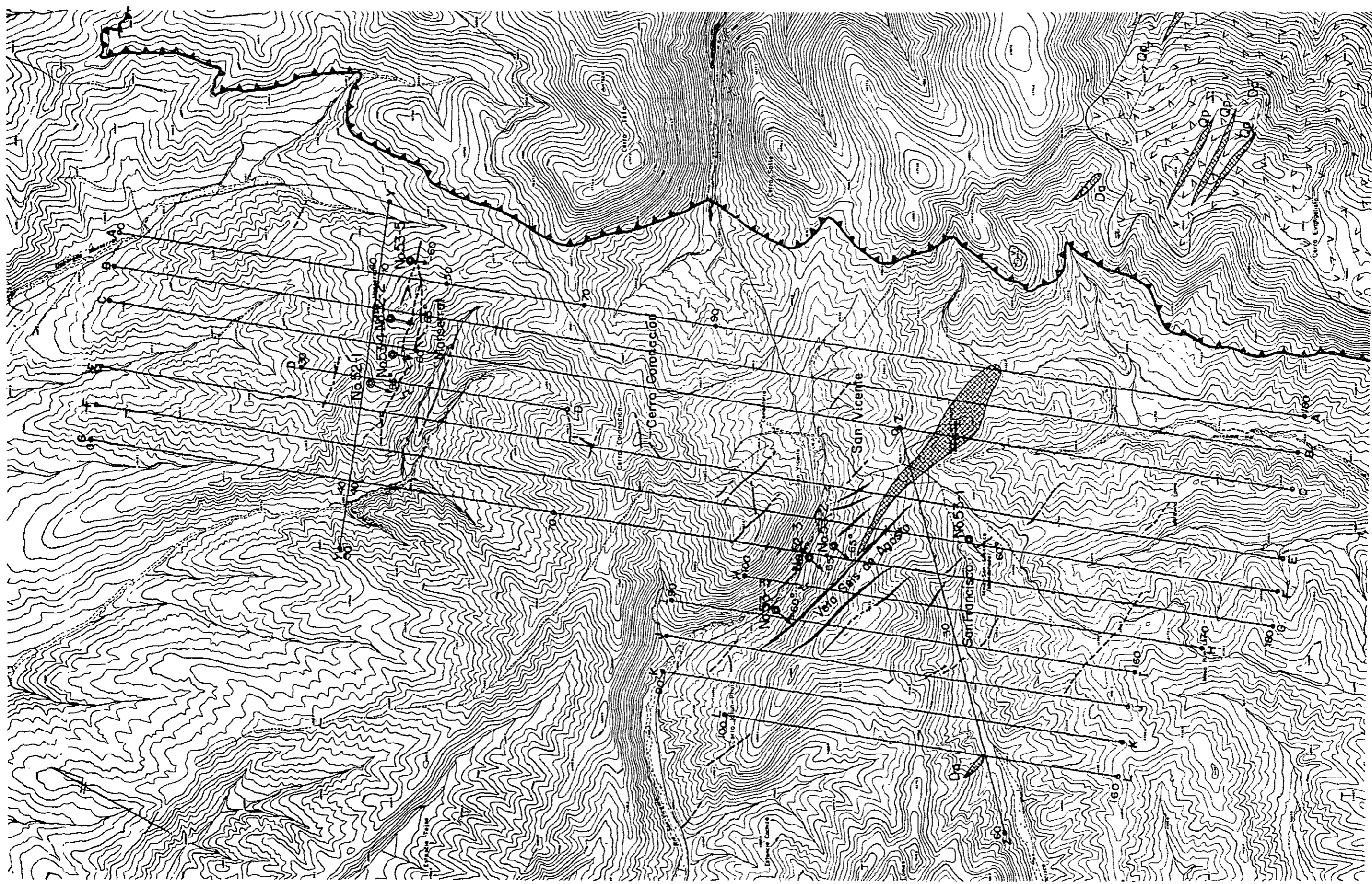


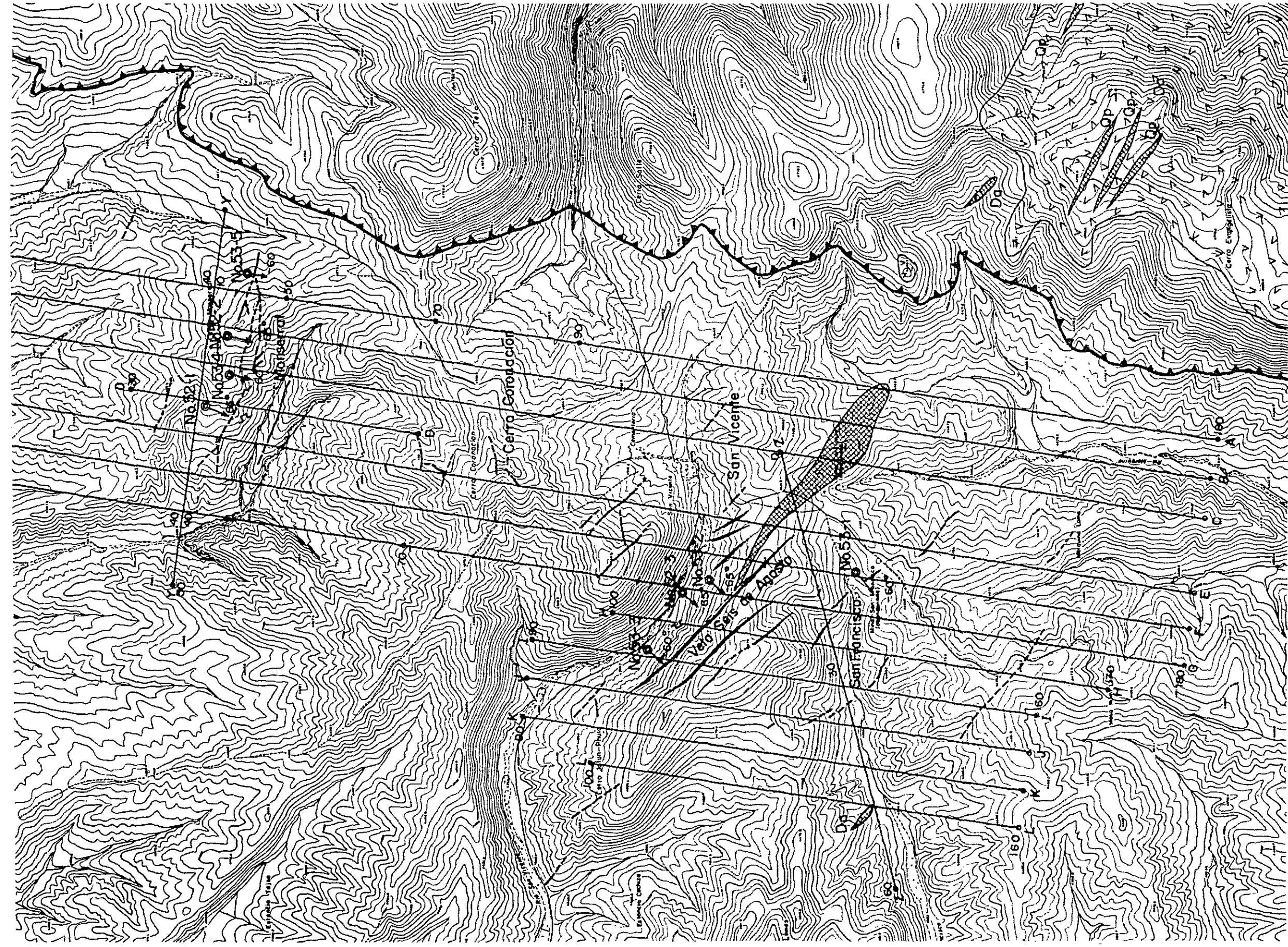
Fig. 2 Plano de las áreas de investigación por cada año



LEYENDA

- Rocas volcánicas de Potos Orkhó
- Diques (Dc: dacita, Qp: pórfiro cuarcífero, An: andesita)
- Línea de medición de geofísica (años 1977 y 1978)
- Ubicación, dirección e inclinación de taladro (años 1977 y 1978)





LEYENDA

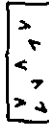



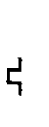

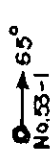

-  Bocas volcánicas de Patos Ortúo
-  Diques (Da: dacita, Qp: pórfiro cuarcífero, An: andésita)
-  Veta
-  Veta inferida o pobre
-  Bocamina
-  Línea de medición de geofísica (años 1977 y 1978)
-  Ubicación, dirección e inclinación de taladro (años 1977 y 1978)
-  Falla inversa

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

1-2 調査概要

1-2-1 調査範囲 (Fig. 1 および Fig. 2 参照)

調査地域は、ボリビア共和国南部 Atocha (アトチャ) 南方約 30 km に位置し、ボリビア鉱山公社 (Corporación Minera de Bolivia, 略称 COMIBOL) に属しており、Quechisla (ケチスラ) 鉱業所管内の San Vicente 鉱山を含む一帯である。

本年度調査地域は、Fig. 2 に示されるように、第 2 年次の調査で、San Vicente 地域と呼ばれた地域の一部であり、その面積は約 20 km² である。

1-2-2 調査方法および期間

IP 法による物理探査および試錐と、これらに伴う IP 測線沿いの地質調査が行なわれた。

(1) 物理探査

物理探査は、Dipole-Dipole (ダイポール ダイポール) 電極配置の IP 法が、実施された。

IP 法の実施地域は、Montserrat 区域と、San Vicente 鉱山区域の 2 区域に分けられる。Montserrat 区域では、電極間隔 50 m で 6 測線 (測線延長 13.9 km)、および電極間隔 100 m で 1 測線 (測線延長 2.5 km) について IP 調査を実施した。San Vicente 鉱山区域でも同様に、電極間隔 50 m で 4 測線 (測線延長 12 km)、および電極間隔 100 m で 1 測線 (測線延長 3 km) について IP 調査を実施した。本年度の IP 調査測線総延長は 31.4 km で、内訳は電極間隔 50 m で 25.9 km、電極間隔 100 m で 5.5 km である。

調査期間は、昭和 53 年 5 月 3 日から昭和 53 年 6 月 30 日までの 59 日間である。

これらの調査は、日本人調査団員と、ボリビア鉱山公社より参加したボリビア人調査団員により、実施された。

(2) 試錐

San Vicente 鉱山区域において試錐孔数 3 孔、掘進延長計 903.60 m、Montserrat 区域で 2 孔、計 602.90 m の試錐が実施され、本年度試錐は計 5 孔、総延長 1,506.50 m である。

調査期間は酷暑期の 8 月を挟み 2 期に別れ、前期は昭和 53 年 5 月 19 日から昭和 53 年 7 月 24 日までの 68 日間と、後期昭和 53 年 8 月 30 日から昭和 53 年 11 月 17 日までの 80 日間、総計 148 日間である。

調査は主に日本人調査団員の手で行なわれた。

1-2-3 調査団の構成

現地調査は日本国調査団、ボリビア鉱山冶金省、およびボリビア鉱山公社の協力で実施され、現地調査に参加した日本人調査団員は下記の通りである。

| | | |
|---------|---------|------------------|
| 団長 | 黒 沼 廣 治 | 三井金属エンジニアリング株式会社 |
| 総括および渉外 | 千 村 和 弘 | 国際協力事業団 |
| | 宮 内 東 洋 | 金属鉱業事業団 |
| | 中 村 研 治 | 〃 |
| 物理探査 | 大 屋 峻 | 三井金属エンジニアリング株式会社 |
| | 速 藤 康 雄 | 〃 |
| | 賀 来 学 | 〃 |
| 試 錐 | 山 本 延 彦 | 〃 |
| | 田 上 勇 吉 | 〃 |
| | 佐 藤 治 七 | 〃 |
| | 井 上 茂 | 〃 |
| | 関 義 則 | 〃 |
| | 鈴 鹿 久 | 〃 |
| | 佐 藤 喜久雄 | 〃 |

ボリウァ鉱山公社より本年度調査に参加した調査団員は以下の通りである。

| | | |
|------|----------------------|----------|
| 物理探査 | Rodolfo Rico Almanza | ボリウァ鉱山公社 |
| | Mignel Delgado R. | ボリウァ鉱山公社 |
| 試 錐 | Mario Guerra A. | ボリウァ鉱山公社 |

第2章 調査地域の概要

2-1 地形, 気候

調査地域はボリヴィア南部のアルティプレーノ高原地帯にあり、標高4,400 mから4,700 mに達し、調査地付近で標高最高点は、San Vicente 東方 Cerro Pupusani (セロ ププサーニ) の4,787 mである。San Vicente 地域は一般に高原状の地形を呈し、起伏は緩やかである。

年間降雨量は400 mm前後で極めて少なく、5月から11月の間の乾期には、殆ど降雨はない。気温は年間平均気温が5~6℃と推定される。6月には最高気温が2~3℃を越える日は殆どなく、終日気温が零度以下の日が多い。最低気温は-25℃位まで下がり、夏季でも、夜間の気温は氷点以下である。調査地では西風が強く、10 m/sec 前後の風が終日吹き、1年中風が吹いている。調査地域は、気温が低いのみならず、強風が絶えず吹いているため、非常に寒く感じる。

このように降雨量が少なく、標高が高く、気温の日格差が大きいため、植生は少なく、半砂漠状高原となっている。

2-2 位置, 交通 (Fig. 1 参照)

調査地域はボリヴィア共和国南部にある Atocha 市南方約30 km に位置している。

首都 La Paz (ラパス) から調査地域に至る交通方法としては、鉄道と自動車がある。鉄道を利用した場合、La Paz よりアルゼンチンとの国境の町 Villazón (ビリヤゾン) に達する La Paz - Villazón 線により調査地域に近い Atocha 市で下車し、自動車にて調査地域に達する。La Paz - Atocha 間は週5回定期鉄道便があり、所要時間は約15時間である。

自動車による場合は、La Paz より Potosí を経由する道路を利用するのが最も便利である。途中の Cotagaita (コタガイタ) と Atocha の間約90 km は Rio Atocha (アトチャ川) の河床が道路となっており、雨期の際には通行不能で、Cotagaita より Tupiza を経由して調査地域へ行く必要がある。

La Paz より調査地域までの4輪駆動車による所要時間、および距離は次の通りである。

| | | | | | |
|--------|--|--------|--|-----------|--------------------------------------|
| La Paz | $\frac{10 \text{ 時間}}{574 \text{ km}}$ | Potosí | $\frac{4 \text{ 時間}}{18.5 \text{ km}}$ | Cotagaita | $\frac{3 \text{ 時間}}{70 \text{ km}}$ |
|--------|--|--------|--|-----------|--------------------------------------|

| | | | | | | |
|-----------|--------------------------------------|--------|--------------------------------------|--------|--------------------------------------|-------------|
| Quechisla | $\frac{30 \text{ 分}}{19 \text{ km}}$ | Atocha | $\frac{1 \text{ 時間}}{32 \text{ km}}$ | Tatasi | $\frac{1 \text{ 時間}}{36 \text{ km}}$ | San Vicente |
|-----------|--------------------------------------|--------|--------------------------------------|--------|--------------------------------------|-------------|

2-3 San Vicente 地域の地質概要

物理探査が実施された San Vicente 地域は、広く新第三系 San Vicente 累層が分布しており、その東側に San Vicente 断層を挟んでオールドビス系最下位の Asunta (アスタ) 砂岩部層が分布している。San Vicente 累層は赤色の無層理塊状の礫岩で、直径数 cm ~ 20 cm の大中小の角礫または亜鉛礫が不規則に堆積したもので、基質は細砂、シルトによって構成されている。礫はオールドビス系の珪質砂岩、粘板岩および部分的に若干の白亜系の赤色砂岩、同頁岩、乳白色石英脈に由来した乳白色石英礫より成っている。

南部の San Vicente 鉱山区域において、San Vicente 累層中に幅 2 m ~ 20 m、延長約 200 m の石英安山岩岩脈 (San Vicente 岩脈と呼称) が東西に貫入している。この他に、San Vicente 鉱山 0 m 坑道南東部に、NE-SW 方向の幅 5 m の石英安山岩岩脈がみられる。

当地域の東側にある San Vicente 断層は、新第三系の San Vicente 累層の上に、下位のオールドビス系の Asunta 砂岩部層を押し上げた逆断層である。この San Vicente 断層形成時の横圧力によって、San Vicente 鉱床群や Monserrat 鉱床群を胚胎する裂罅群が生じた。また San Vicente 坑 0 m 坑道南東端の地質精査により、その南の Quebrada San Francisco に推定された San Francisco 断層も、同時に形成されたものと考えられる。

この地域には現在探鉱開発中の San Vicente 鉱山区域に含まれる San Vicente 鉱床群や、Monserrat 区域に含まれる Monserrat 鉱床群の他に、両区域の中間に Cerro Coronación (セロ コロナシオン) 鉱床群、San Vicente 鉱山区域の南に南東部鉱床群があるが、後者の二鉱床群については探鉱が進んでいない。

San Vicente 鉱床群は、N 50° E または N 55° W の一次剪断系、N 75° W の二次剪断系、N 85° W の一次張力系、N 65° E の二次張力系の裂罅より形成され、本鉱床群中最も鉱化作用の強い Seis de Agosto 脈は延長 1,300 m、脈幅平均 1.7 m である。

これらの鉱脈は閃亜鉛鉱、方鉛鉱、黄銅鉱、含銀四面銅鉱およびその他の銀鉱物、黄鉄鉱を主要鉱石鉱物としており、脈石としては石英、重晶石より構成されている。

Monserrat 鉱床群には、銀鉱物として含銀四面銅鉱、濃紅銀鉱、Ag-Pb-Bi-Sb-S 鉱物、錫鉱物として黄錫鉱、鉛石がみられ、閃亜鉛鉱、黄銅鉱、方鉛鉱、黄鉄鉱を主要鉱石鉱物としており、San Vicente 鉱床群に比し錫に富むが一般に細脈である。

Cerro Coronación 鉱床群は、酸化銅鉱を主とする小規模の鉱脈より構成され、San Vicente 鉱山区域の南の南東部鉱床群の鉱脈は、錫鉱物、閃亜鉛鉱、方鉛鉱より構成されるが、いずれも鉱化作用は上記二鉱床群に比し弱い。

鉱化作用に伴う変質作用は、上記鉱床群の周辺にみられるが、Monserrat 鉱床群と San Vicente 鉱床群の変質作用はその性質、規模が明瞭に相違する。即ち Monserrat 鉱床

群の変質作用は、鉱床群の全てを包括する広い範囲におよんでおり、絹雲母を主とする粘土化作用と黄鉄鉱化作用が主なもので、これに珪化作用を伴っている。一方、San Vicente 鉱床群の変質作用は、鉱脈に沿って、幅数 m から10数 m の範囲にみられるもので、珪化作用を主とし、これに絹雲母化、緑泥石化、炭酸塩化等の粘土化作用、黄鉄鉱化作用を伴っている。

San Vicente 坑0 m 坑道南東端の地質状況により、その南のSan Francisco 谷に推定される剪断性のSan Francisco 断層は、おそらく珪化作用、粘土化作用を受けた幅数10 m の変質破碎帯を、伴うものと予想される。

2-4 San Vicente 鉱山概要

San Vicente 鉱山は、ボリビア鉱山公社のQuechisla 鉱業所に属する鉱山である。その歴史は古く、スペイン植民地時代より稼行されていたが、1926年以降休山していた。

1968年にボリビア鉱山公社の探査隊によって調査され、1969年より本格的に開発されることになり、目下坑道取明開坑中である。本鉱山の鉱石処理のため、本鉱山東方6 km の所にあるVentillas (ベンティリャス)に選鉱場が1977年12月に竣工した。

San Vicente 鉱山の鉱床は、Montserrat 鉱床、San Vicente 鉱山本鉱床、およびSan Vicente 鉱山南東部の鉱床に大別される。現在生産活動のため開発されている鉱床は、San Vicente 本鉱山の各脈であり、Montserrat 鉱床については、ようやく採鉱に着手した程度である。南東部の鉱床については、まだ組織的な採鉱は実施されていない。

鉱床はいずれも脈状鉱床であるが、Montserrat 鉱床とSan Vicente 本鉱床とでは若干構成鉱物を異にし、Montserrat 鉱床では、錫石、閃亜鉛鉱、黄銅鉱、黄錫鉱に銀鉱物を付随し、一般に細脈である。San Vicente 本鉱床では、含銀四面銅鉱、黄銅鉱、方鉛鉱を構成鉱物とし、主脈のSeis de Agosto脈などは延長約1,200 m に達する。この本鉱床を対象としてVentillas 選鉱場が建設された。その鉱石処理能力は400 ton /日である。1978年度におけるVentillas 選鉱場予定月間処理量は、9,417 ton で亜鉛品位6.10%、銀品位0.04%であり、精鉱量は861 ton で、亜鉛品位50%、銀品位0.349%である。1977年10月現在の稼働人員は、採鉱職鉱員186名、Ventillas 選鉱職鉱員112名、間接部門職鉱員90名で計388名となっている。現在30 m 坑準、0 m 坑準、および-30 m 坑準で開発されており、本鉱床の各脈の水平延長およびMontserrat 鉱床について坑道探鉱が実施され、出鉱体制が整えられつつある。また、坑外設備、社宅等の建設も進められ、発展途上にある。

第 3 章 総合検討

3-1 物理探査 (I P 法) についての検討

San Vicente 鉸山区域においては、第 2 年次の物理探査 (I P 法) の結果、Quebrada San Francisco を中心とした大きな高 F E 異常帯が、F 測線から西方に向い拡がっている事が確認された。この結果、第 3 年次の物理探査において、第 2 年次に I P 調査を行なった測線の西方において、I P 測定を行ない、高 F E 異常帯の西方への伸展状況を調査した。

Montserrat 区域においては、第 2 年次の I P 調査の結果、地表が強く粘土化変質を受けている地域と、高 F E 異常帯の分布が一致する事が判った。また、第 2 年次の試錐調査により発見された高品位の高銀錫脈の周辺部で、上記高 F E 異常帯の中でも F E 値が最も高くなっていた。この高 F E 異常帯の西縁は、第 2 年次の調査で確認されたが、第 3 年次調査によって東方への伸びを調査した。

Montserrat 区域と San Vicente 鉸山区域の間の連続性を調査するために、E 測線において、両区域間の I P 測定を行なった。

I P 調査結果を、既知の地質調査結果や試錐調査結果等と総合検討した結果、次のような結論を得た。

- (1) San Vicente 鉸山区域で、最も経済的価値の高い Seis de Agosto 脈は、電極間隔および電極移動間隔をそれぞれ 50. m とし、電極隔離係数を 1 ~ 4 まで変化させる Dipole - Dipole 電極配置による I P 調査により、充分確認が出来る。
- (2) Quebrada San Francisco 周辺の大きな高 F E 異常帯は、San Francisco 旧坑のすぐ西方で、F E 値が最も高くなっている。

この高 F E 異常帯のうち、最も F E 値が高い所付近で実施された、本年度の No 53-1 試錐孔の試錐調査結果では、San Vicente 礫岩層中に、粘土化変質や細粒黄鉄鉸を伴った微細脈が多い。地表地質調査によれば、この高 F E 異常帯の分布地域の西部では、殆ど露頭がなく、鉸脈や変質帯等は殆ど発見されていない。従って、この高 F E 異常帯は、San Vicente 礫岩層中で、粘土化変質や細粒黄鉄鉸を伴った細脈が発達した部分ではないかと考える。

- (3) Quebrada San Francisco 周辺の大きな高 F E 異常帯は、F 測線から K 測線まで連続している。
- (4) Montserrat 区域では、Salvadora 脈と A 脈に相当する、高 F E 値でありかつ脈状の低比抵抗岩体は、A 測線から E 測線まで連続している。
- (5) A 測線測点 35 ~ 38 間で、F E 値が非常に高くなっている。この高 F E 異常帯は、地表示徴として、粘土化および褐鉄鉸化した古い掘り跡付近に相当し、B 測線 C 測線と西に行く

に従い、深く潜頭している。

(6) D測線測点54～56間から、E測線測点54～56間へと続く高FE異常帯がある。この異常帯は強いカオリン化変質帯の分布地域に一致している。

(7) Monserrat 区域で、FE値が最も高いのは、E測線とF測線であり、F測線のすぐ西側にあるG測線でのFE値は、F測線でのFE値に比べ極端に小さい。従って、Monserrat 区域の変質帯は、G測線の東側のみに広がっていると考えられる。

(8) Monserrat 区域とSan Vicente 鉱山区域の間には、Cerro Coronación 付近に、細い銅鉱脈が数本有るが、E測線でのIP測定の結果では、見掛比抵抗値・FE値共に、特に異常と云えるような値を示さなかった。

3-2 試錐についての検討

San Vicente 鉱山区域においては、第2年次の地質調査の結果、珪化、粘土化作用の強い脈としてその下部が有望視され、また物理探査(IP法)により検出された高FE異常帯にはほぼ一致し、その発展が期待されたSan Francisco 脈と、試錐の結果、さらに下部での鉱況確認を必要としたSeis de Agosto 脈とを対象として、試錐が実施された。

一方、Monserrat 区域においては、第2年次に実施された試錐により深部において着鉱し、さらに同年次の物理探査によって、着鉱地を含むMonserrat 坑付近一帯に比較的高FE値を示す地域があり、これらが東部に発展する傾向にあったので、第2年次実施の№52-1試錐孔により東部付近一帯を対象として、試錐を実施し、あわせて付近の下部探鉱を行なった。San Vicente 鉱山区域では、San Francisco 脈に対し№53-1試錐孔延長202.10m、Seis de Agosto 脈に対し、№53-2試錐孔延長351.00m、№53-3試錐孔延長350.50mの2孔、Monserrat 区域においては、№53-4試錐孔延長301.90m、№53-5試錐孔延長301.00m、計5孔総掘削延長1,506.5mの試錐が実施された。さらに岩芯鑑定、着鉱部の化学分析、鉱物の顕微鏡観察、X線回折などを実施したが、その調査・研究の内容を総合検討した結果、次のような結論が得られた。

(1) 実施地域の地質は、すべて中新世後期に属するSan Vicente 累層により構成され、San Vicente 鉱山区域、Monserrat 区域の両区域においては岩相の変化は少く、いずれの区域もオルトビス系の珪質砂岩、粘板岩、赤色砂岩礫を多量に有する赤色の礫岩より構成されている。

(2) 実施地域の地質構造は、試錐結果によっても特に変わった構造はみられず、ほぼ東西の褶曲軸を有し、ゆるやかに波状の褶曲を繰り返しているものと考えられる。

(3) San Vicente 鉱山区域および、Monserrat 区域に対して実施した試錐地質では、変質鉱物の組合せに大きな変化はなく、両区域共石英、カオリナイト、カリ長石、

明ばん石、緑泥石などより構成され、この変質作用は大まかに中性帯K系の絹雲母化帯に属すると云える。しかし、変質の形態は両区域では大きく異なり、Montserrat 区域では、Montserrat 鉱床群分布区域全域にわたり変質作用がおよんでおり、San Vicente 鉱山区域では、試錐結果によれば、最大、鉱脈を中心に上下盤にそれぞれ1~2 m程度であった。San Vicente 鉱山区域では、鉱脈落し方向に沿い、変質は弱変質で、Deseada 脈の着脈点の掘削深度349 mに達している。Montserrat 区域では、No 53-4 試錐孔で、掘削深度266 m付近より未変質の赤色礫岩に入り、変質帯の底部を把握した。これらの事実から、Montserrat 区域の変質帯は、東西方向に長く伸び、南北方向には地表では広いが、下部では狭くなり、変質帯の南北辺は、南辺は北に、北辺は南に傾斜して、深部に向うものと推定される。

(4) 裂罅系の解析については、試錐による地質資料では、平面的な連続性を正確に追求することができないため、第2年次調査結果以上の解析はできないが、Seis de Agosto 脈については、下部で裂罅の幅が小さくなるような傾向がみられる。Montserrat 区域の各試錐孔にみられる裂罅は、全般的に幅が狭く、かつその数が多い。また裂罅の規模の変化が大きく、鉱脈は連鎖状、網状、雁行状の形態を示す。これらは裂罅形成の場となった地層内の応力分布が、かなり不均一であったことを示している。しかし上記した変質帯の形状からみると、下部で狭くなる傾向がみられ、下部ではこの変質帯の幅に比例した狭い範囲に収斂して作用した応力分布が考えられ、これによって、裂罅の幅も大きくなることが期待されるので、主要脈であるSalvadora 脈、San Martin 脈には引き続き下部探鉱が必要である。

(5) San Francisco 脈下部およびその周辺の探鉱のため実施したNo 53-1 試錐孔においては、紋箇所の粘土脈もしくは珪化脈に達しているが、153.3 m~155.5 m間で幅2.2 m、銀0.003%、鉛0.03%、亜鉛2.03%、銅0.05%で低品位である。San Francisco 脈位置と想定される深度117.9 m付近では、珪化、粘土化を伴う軟弱帯であった。

(6) Seis de Agosto 脈に実施したNo 53-2 試錐孔において、Seis de Agosto 脈の下部延長は164.70 m~168.00 m間に捕捉したが、その間の品位は次の通りである。

①164.70 m~164.90 m間0.20 m、銀0.011%、亜鉛2.36%で、錫、鉛、銅は示微程度、②166.00 m~167.10 m間1.10 m、見るべき品位がなく、③167.10 m~168.00 m間0.90 m、銀0.01%、亜鉛1.83%で他は示微程度である。①~③の部分における裂罅は、1 cm未満の幅で微細脈となっている。分析はこれらの脈の1~2本を含み、脈の上下盤の鉱染部も入れて行なわれた結果である。この結果よりみると、上部の既開発部に比し、鉱化作用ははるかに劣化している。

No 53-3 試錐孔では見るべき鉱化部がみられず、数条の変質部が捕捉されたのみであり、

Seis de Agosto 脈は、181.6 m ~ 182.0 m の弱変質部に対比されるが、本位層では相当鉱化が劣化していた。以上の結果より、Seis de Agosto 脈の鉱化作用は、西部およびその下部では劣化するものと考えられ、鉱化の中心は主要立入坑道と Seis de Agosto 脈の交会部付近で、かつ Seis de Agosto 脈と Ramo Seis de Agosto 脈（セイス デ アゴスト支脈）の交会部付近の2交会部を含む地帯が、富鉱部形成の中心となっているものと考えられ、今後この付近の下部に期待がもたれ探鉱を実施する必要がある。これらの傾向は Fig. II - 8 によって明らかである。

(7) Monserrat 区域においては、鉱脈分布が複雑であるため、Salvadora 脈、San Martin 脈などの主要脈を中心にして、① Salvadora 下盤脈グループ、② Salvadora 脈グループ、③ Salvadora 上盤脈グループ、④ A 脈グループ、⑤ B 脈グループ、⑥ San Martin 脈グループ、⑦ San Martin 上盤脈グループに分類した。

①の Salvadora 下盤脈グループについて、No 52-1 試錐孔より No 53-4 試錐孔に連続し、No 53-4 試錐孔における深度 287.35 m ~ 287.45 m 間 10 cm が対比されるが、鉱化は劣勢で各元素示微程度であった。

②の Salvadora 脈グループは No 52-1 試錐孔で深度 295.50 m で着鉱しているが、No 53-4 試錐孔では深度 179.35 m ~ 206.12 m 間で着鉱し、この間に3本の脈が存在して、下部より 188.60 m ~ 189.40 m 間 0.6 m、179.35 m ~ 179.56 m 間 2.1 cm の2本の脈が良好で、それぞれ銀 0.037%、錫 0.69%、亜鉛 0.30%、鉛 0.05%、銅 1.69%、および鉄 0.007%、錳 0.03%、亜鉛 1.08%、鉛 0.14%、銅 1.14% を示した。これらの脈は No 52-2 試錐孔の 290.13 m ~ 290.40 m 間の着鉱部に連続する。この部分では、やや亜鉛品位が高いが、全般に低品位となっている。これからして Salvadora 脈は東部で劣化し、西部で優勢となる傾向がみられる。

③の Salvadora 上盤脈グループには、No 53-4 試錐孔の、深度 283.0 m ~ 155.00 m 間に存在する数脈が属し、このグループ中比較的品位良好な部分は、㉑ 4.455 m ~ 4.465 m 間 0.10 m、㉒ 6.546 m ~ 6.556 m 間 0.10 m、㉓ 9.035 m ~ 9.041 m 間 0.06 m で品位はそれぞれ、㉑ 銀 0.03%、錫 0.01% 以下、亜鉛 1.450%、鉛 0.06%、銅 0.01% 以下と、㉒ 銀 0.089%、錫 0.16%、亜鉛 93.3%、鉛 0.02%、銅 0.34%、および ㉓ 銀 0.046%、錫 0.15%、亜鉛 1.17%、鉛 0.60%、銅 0.34% で ㉒ が良好な品位を示している。これらは No 52-1 試錐孔の 277.40 m 付近、288.35 m 付近の脈に対比され、No 52-2 試錐孔に対しては深度 132.73 m ~ 155.51 m 間の数条の細脈に対比されるが、全般的に細脈で鉱化は劣勢である。

④の A 脈グループは No 52-2 試錐孔、No 53-5 試錐孔に現われ、No 52-2 試錐孔の数条の細脈が No 53-5 試錐孔の深度 145.30 m ~ 146.20 m 間 0.90 m の脈に対比されるが、

この間に亜鉛 1.63% を示すのみで、他は示徴程度で余り期待は持てない。

⑤のB脈グループは、No 53-5 試錐孔において深度 210.09 m ~ 298.30 m 間に現われた脈により構成され、有価金属元素の品位は低く、珪化もしくは絹雲母化部よりなり、鉍化の示徴程度である。

⑥の San Martin 脈は地表に露頭を有し、その下部延長は、No 53-5 試錐孔の深度 ④ 50.93 m ~ 51.60 m 間 0.67 m, ⑤ 51.60 m ~ 51.70 m 間 0.10 m に現われ、③と⑥の 0.77 m に対する平均品位は銀 0.044%, 亜鉛 1.38%, 錫 0.82%, 鉛 0.19%, 銅 0.74% で、今年度実施した試錐の着鉍品位としては最高である。構成鉱物は黄錫鉍, 黄鉄鉍, 閃亜鉛鉍, 濃紅銀鉍を主としブーランジェライト鉍などよりなる複雑硫化鉍である。

⑦の San Martin 上盤脈グループの脈は、No 53-5 試錐孔により深度 2380 m ~ 3990 m 間で5本の脈が捕捉されたが、いずれも品位は低い。

以上の試錐の結果よりみれば、Montserrat 鉍床群中最も連続性が認められる鉍脈グループは、Salvadora 脈のグループである。本脈の水平方向での鉍況変化については、試錐結果よりみれば、西部程鉍況が良好であり、また概して下部程品位が高い傾向を有する。この点より本脈のグループについては、西部およびその下部探査に期待し得ると考える。San Martin 脈については、着鉍部の品位が良好で、今後水平方向特に東部に対する探鉍およびそれらの下部探査を実施して、展延状況を確認することが必要である。この脈は細脈であるが、極めて銀品位の高い部分があり興味をもたれる。

(8) 鉍物の共生については、San Vicente 鉍山区域においては、閃亜鉛鉍, 黄鉄鉍, 四面銅鉍, 方鉛鉍を主とするが、Montserrat 区域においては、閃亜鉛鉍, 四面銅鉍, 黄錫鉍, 錫石, 黄銅鉍, 黄鉄鉍, 白鉄鉍, ブーランジェライト鉍など硫化鉍物, 硫酸鉍物が複雑に共生している。Montserrat 鉍床の試料 67 個について、銀, 銅, 錫, 鉛, 亜鉛の各元素相互の相関関係を電子計算機によって計算した結果、銅-錫が極めて高い相関を示し、錫は黄錫鉍に由来していることが明らかである。また銀は、銅および錫と高い相関を示し、銀品位は銅を有する四面銅鉍に由来していることが明らかであり、黄錫鉍と四面銅鉍の共生より、錫と銀とが比較的高い相関を示すものと考えられる。本区域の鉍脈の高価有価鉍物としては、銀, 錫が主であるので、この相関関係から見れば、黄錫鉍, 四面銅鉍の共生する鉍脈を探鉍することが重要と[※]考えられる。

(9) 帯状分布については、第2年次に San Vicente 鉍山区域について詳しく調査された

※銅-錫相関係数 = 0.95262

銀-銅相関係数 = 0.51636

銀-錫相関係数 = 0.46837

但し、 $n = 67$, $\phi = 65$ いずれも危険率 1% で有意

ので、第3年次は試錐によって新しく資料が追加された Monserrat 区域についてのみ検討した。
この結果、Salvadora 脈グループの錫含有率が、[※]銀-鉛含有率、もしくは銀-亜鉛含有率
または銀-銅含有率のいずれよりも高いことを示している。このことより、上部で一部錫含有率
の高い San Martin 脈を除けば、一般的に深部で錫含有率が高い。この高錫含有率帯が一般
に品位が良好であることより、Monserrat 鉱床群については、錫含有率の高い下部探鉱が重
要である。

※高錫含有率帯とは、Ag-Zn-Sn 三角ダイアグラムで、 $\text{Sn} \times 10 / [\text{Ag} \times 100 + \text{Zn} + \text{Sn} \times 10]$ が40%以上の部分をいう。

第4章 結論および将来への展望

4-1 結論

第2年次に実施された地質調査、物理探査(IP法)、試錐によって、鉱物資源探査のため有望区域として選定されたSan Vicente 鉱山区域および Monserrat 区域において、今回、物理探査(IP法)、試錐が実施され、その調査結果として、次のような結論が得られた。

(1) Seis de Agosto 脈下部

本脈は、San Vicente 地域における最も有力な鉱脈であり、西部延長部の下部、現開発部のやや西部の下部について、試錐が行なわれた。本脈下部では、西に向い鉱化が劣化する傾向が見られる。しかしながら、主要立入坑道付近は鉱化の中心と目され、富鉱部の落し方向は東落しの方向を示すので、本脈においては、中部より東部にかけての下部探鉱に興味を持たれる。第3年次実施した試錐による着脈位置の上部坑道において、裂罅の方向、傾斜などの変化が乏しかったので、試錐孔着脈位置でも大きな張力裂罅を形成していない。しかし、本脈の中部より東部にかけては、二次剪断脈が派生し、裂罅形成には変化もあるので、有望視される。

(2) San Francisco 脈の下部および延長部

Quebrada San Francisco の両側に広がるIP異常帯内に位置するSan Francisco 脈については、下部において粘土化作用、珪化作用に伴う破碎帯が発達しており、さらに、この下部延長部における鉱化が考えられるので、さらに深度を増しての探鉱により、その状況を明らかにする必要がある。本脈について実施された試錐は1本であり、必ずしも脈の鉱化分布を明らかにしていないので、Quebrada San Francisco 右岸の本脈の西部延長部についても、探鉱を実施する必要がある。

(3) Monserrat 鉱床群の Salvadora 脈の下部および西部延長部

第2年次および第3年次の試錐による調査の結果、下部で錫が卓越し、高錫帯となっている。また比較的西部の Salvadora 脈が優勢であり、IP異常帯の西部限界付近までは鉱況優勢と期待が持たれるので、下部および西部の探鉱は必要である。San Martin 脈には、銀、錫の高品位帯が比較的浅部で捕捉されており、構成鉱物は硫化鉱物、硫酸塩鉱物などで、Salvadora 脈の構成鉱物とも類似し、Salvadora 脈と同様の鉱化部が期待出来るので、本年次実施試錐孔を中心にして、下部およびその東西延長部の探鉱を試錐により実施すべきである。

(4) IP調査結果では、Quebrada San Francisco を中心にした大きな高FE異常帯は、San Francisco 脈を東縁とし、西はK測線まで連続している。FE値が最も高くなるのは、San Francisco 脈のすぐ西であり、第3年次のNo.53-1試錐孔では、粘土化

変質帯や細粒黄鉄鉱脈を伴う微細脈が発達していた。従って、現在までの知見では、この高F E異常帯は、上記微細脈群によるものと考えられる。しかし、この高F E異常帯の西部は露頭も殆どないので、高F Eの起因を断定し得ず、微細脈の鉱化作用が好転することも考えられる。

(5) Monserrat 区域では、Salvadora 脈に伴う高F E、低比抵抗帯が、I P調査結果からは最も有望な地帯である。特に、第2年次のN052-2試錐孔付近でF E値が最も高くなる。

(6) Monserrat 区域のI P調査結果では、F測線より西側へは、高F E帯は殆ど続かず、深く潜入していることも考えられる。

東方への高F E異常帯の伸びは、San Vicente 断層付近まで連続していると考えられる。

4-2 今後の調査に対する意見

要調査地区とその方法

(1) San Vicente 鉱山において最も重要な脈は、Seis de Agosto脈であり、この鉱化部の中心部の下部探鉱を行なって下部における鉱化帯の分布を明らかにすること。このためにすでに実施された試錐位置よりさらに東部において、等間隔の試錐を実施し、着鉱後、その鉱化中心部より、沿層掘下りを行なって鉱化の状況を明らかにし、併せて開発方式の立案に資すべきである。

(2) Seis de Agosto脈の北東部に発達する脈は、剪断裂罅と張力裂罅が錯綜しており、交会部における富鉱部形成に期待が持たれるので、これらの脈の下部探鉱を、試錐によって実施すべきである。

(3) Monserrat 区域Salvadora 脈については、I P異常帯西部境界付近までの下部探鉱を目的とした試錐を実施すべきである。

(4) Monserrat 区域におけるSan Martin脈の東西延長、下部探鉱を目的とした試錐を実施すべきである。

(5) Monserrat 各鉱脈の相互関係を明らかにするため、トレンチによる地表露頭調査および0m坑道立入の掘進継続の必要がある。第1年次より第3年次までの調査で行なわれた鉱物の研究結果は、銀品位および錫品位は四面銅鉱、黄錫鉱に由来していることが多く、産出鉱石の付加価値を高めるには、これら鉱物の回収率を向上させる必要がある。特に、Monserrat 鉱床は、複雑硫化鉱に銀、錫などの有価金属が濃縮し、錫石、または輝銀鉱のような組成の単純な鉱物に由来していないので、探鉱に際しては、これら複雑硫化鉱の回収も考慮した上で、開発計画を策定しなければならない。

(6) Quebrada San Francisco 周辺に広がる高F E異常帯の原因としては、粘土化変質や、細粒黄鉄鉱を伴った微細脈群によると考えられるが、高F E異常帯の西部には殆ど露頭がなく、高F E値の原因を断定出来ない。従って、この高F E異常帯の西部でトレンチ

等により、地表地質調査を行ない、高FE値の原因を調査してみる必要がある。

(7) San Vicente 地域におけるIP調査は、先ず全域にわたり傾度電極配置により実施し、その内でFEの高い地域において、Dipole - Dipole 電極配置で精査を行なった。今後、San Vicente 鉱山区域や、Montserrat 区域のような地質条件下で、IP調査を行なう場合、以下のような点について留意する必要があると考える。

(a) San Vicente 鉱山区域のように、全体的にFEバックグラウンド高い所でも、鉱床や変質帯などの存在する所では、FE値がさらに高くなっており、鉱床や変質帯の存在が殆ど考えられない所（但し極細脈は除く）では、FE値はバックグラウンドと考えられる値を示す。

(b) San Vicente 鉱山区域で、最も有価鉱物の優勢な Seis de Agosto 脈は、鉱脈幅が約1.7m有り、その両側に幅約10mの石英・重晶石を主とし絹雲母化作用や黄鉄鉱化作用を受けた変質帯を伴っている。Seis de Agosto脈を電極間隔50mのDipole - Dipole電極配置IP法で測定した場合、FE値が約1割バックグラウンド値より高くなっている。脈の存在する所では、見掛比抵抗も低くなり、脈周辺部では、それは高くなっている。従って、Seis de Agosto脈程度の規模の鉱脈でも、上記のようなIP測定で充分感知出来る。

(c) Quebrada San Francisco に沿う高FE異常帯は、一般に脈状応答体に伴うFE異常帯と形が異なり、非常に広い範囲に分布している。

これは、現時点では、粘土化変質帯や、細粒黄鉄鉱を伴う微細脈群によると考えている。しかし、この高FE異常帯付近には、露頭が殆どなく、今後の研究調査に待たれる所が多い。

(d) San Vicente 鉱山区域の鉱脈は、Seis de Agosto脈以外はずっと細かったので、IP調査結果では、1つずつの脈として判別出来なかった。しかし、脈群としては、いくつかの脈の集ったものの周辺で、FE値は高くなっており、異常を検出し得た。

(e) Montserrat 区域のような、広い粘土化変質帯があり、その一部に鉱脈が発達しているような場所では、変質帯の分布域は、FE値が周辺に比し約1割は高くなっている。この高FE帯の中でも、FE値や見掛比抵抗値に変化があり、Salvadora脈やA脈に沿って、見掛比抵抗値が周囲に比べ約1/5になっている。今までの調査では、この広域の変質帯の中での変質については、全体に絹雲母化している事が解っているだけで、定性的にも定量的にも明らかにされていない。今後、変質の調査研究を進め、IP調査結果との相関関係を考察し、その知見をIP調査結果の解釈に役立てれば、IP調査が鉱床探査に、さらに有益な指針を与える可能性を示している。

(f) IP調査は、今回調査したような鉱床の探査に、非常に有益な手段であることが、立証された。

従って、今後も、この種の鉱床探査には、IP調査が必須の手法として採り上げられるべきである。

各 論

第 I 部 物理探査(IP法)

第 I 部 物理探査 (I P 法)

| | |
|--|--------|
| 第 1 章 物理探査の概要 | I - 5 |
| 第 2 章 探査方法 | I - 6 |
| 2 - 1 測定方法 | I - 6 |
| 2 - 2 測定装置 | I - 7 |
| 2 - 3 作業方法 | I - 8 |
| 第 3 章 解析方法 | I - 10 |
| 3 - 1 測定結果の表示 | I - 10 |
| 3 - 2 地形補正 | I - 10 |
| 3 - 3 短電極間隔 I P 測定 | I - 10 |
| 3 - 4 地下の電気的性質 | I - 11 |
| 3 - 5 電子計算機によるモデル計算 | I - 12 |
| 第 4 章 調査結果 | I - 13 |
| 4 - 1 物理探査地域の地質構造 | I - 13 |
| 4 - 2 Dipole - Dipole 電極配置による I P 測定 | I - 14 |
| 4 - 3 モデル計算と現場測定結果の比較 | I - 19 |
| 第 5 章 物理探査 (I P 法) 結果より推定される地下構造 | I - 21 |
| 5 - 1 San Vicente 鉾山区域 | I - 21 |
| 5 - 2 Monserrat 区域 | I - 21 |
| 参考文献 | I - 23 |

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 |

第 1 章 物理探査の概要

第 2 年次までの調査により明らかになった I P 異常帯の拡がりを把握し、今後の探査方針を確立させるために、Monserrat 区域と San Vicente 区域の 2 箇所、Dipole-Dipole 電極配置による周波数領域 I P 法を実施した。

San Vicente 鉾山区域では、第 2 年次調査で、San Vicente 鉾山一帯からこの南方にかけての I P 調査を実施した。その結果、Quebrada San Francisco に沿った大きな I P 異常帯が発見された。この I P 異常帯の西方への延長を確認するため、第 2 年次 I P 調査測線の東側に、新たに 3 測線を設け、Dipole-Dipole 電極配置による I P 測定を行なった。第 2 年次および第 3 年次のほぼ南北の測線を横切り、Quebrada San Francisco 沿いに新たに測線を設け、上記 I P 異常帯について調査を行なった。

Montserrat 区域は、第 2 年次の I P 調査によって、広範囲に I P 異常帯が発見された。この I P 異常帯は、西方に向い深く潜在しているが、東方延長は第 2 年次までの調査では明らかにはできなかった。従って、第 3 年次の調査で A, B, C, D, の 4 測線に沿って、Dipole-Dipole 電極配置による I P 測定を実施した。また、San Vicente 鉾山区域と同様に、これらの測線を横切る Y 測線でも、I P 測定を実施し、各測線間の I P 異常の連続性、および深部への延長を調査した。

第 2 章 探査方法

2-1 測定方法

第 3 年次の調査では、大地の IP 現象をみつけるために、2 つの異なった周波数（この場合は 2.5 Hz と 0.3 Hz）の電流を地中に流し、それぞれの周波数での比抵抗を測定し、比較する周波数法による測定を行なった。

周波数法による IP 測定値を表示する係数として、無次元の係数 FE (Frequency Effect, または PFE; Percent Frequency Effect) がある。この報告書では FE は次のように定義する。

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

ここで、 R_1 は低い方の周波数で測定した見掛比抵抗値、 R_2 は高い方の周波数で測定した場合の見掛比抵抗値である。FE の表示方法は研究者により少し異なるが、その違いは主として(1)式の分母が R_1 とか、 $\sqrt{R_1 R_2}$ となったりしており、(1)式と大きな相違はない。

電流電極対と電位電極対を大地に設置し、見掛比抵抗を測定した場合、見掛比抵抗値は次式で表わされる。

$$R = K \frac{\Delta V}{I} (\Omega m) \dots\dots\dots(2)$$

ここで、

- R : 見掛比抵抗値 (Ωm)
- K : 電極配置により決まる幾何係数
- I : 電流電極対より大地への印加電流 (Ampere)
- ΔV : 電位電極対間の電位差 (Volt)

IP 測定結果の解析によく使われる係数に、MF (金属係数 Metal Factor) , または, MCF (金属伝導度係数 Metal Conduction Factor) と呼ばれるものがある。MF は FE を見掛比抵抗値で除し、定数を乗じ、適当な数値にしたものである。本報告書では、MF は次のように定義した。

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

一般に金属硫化物等、鉱床探査目的鉱物を多く含んだ岩石は比抵抗が低く、FE は高いので、

IP調査結果をMFにより表示すると、鉱床付近ではその周辺に比べて、MF値は大きくなる。

地表でのIP測定は、地表近くの地中に設置した2つの電流電極間に電流を流し、その電流により励起された電位を、他の2点に設置された電位電極対により測定する。電流、および電位電極の設置方法の代表的な例が、Fig. 1-2-1に示してある。

電流電極に流す電流は、エンジン発電機により60 cpsの交流として発電される。この交流を発信機内で整流し、切換素子により切り換え、極低周波交番電流として、銅箔を埋設した電流電極に流す。

電位電極は非分極性の電極壺を使用した。受信信号は、受信機内のフィルターで必要な周波数の信号のみを取り出し、電位差計により読みとった。この受信機の電源は、一般に乾電池を使用している。

電流および電位電極の配置は、本調査では、Dipole-Dipole電極配置を使用した。FE値、見掛比抵抗値、およびMF値は(1)、(2)、および(3)式により算出した。

Dipole-Dipole電極配置はFig. 1-2-1に図示した。本調査では測線A、B、C、D、E、J、K、L、Y、Zで電極間隔(a)を50 mとし、測線YおよびZでは(a)を100 mとした場合の測定も行なった。電極隔離係数(n)は1、2、3、4とした。Dipole-Dipole電極配置の場合、(2)式の幾何係数Kは次式で表わされる。

$$K = \pi n(n+1)(n+2)a \dots\dots\dots(4)$$

今回の調査で、見掛比抵抗値の計算に実際に使用したKの値は、

| n | K | |
|---|--------------|---------------|
| | (a = 50 m) | (a = 100 m) |
| 1 | 942 | 1880 |
| 2 | 3770 | 7540 |
| 3 | 9420 | 18800 |
| 4 | 18800 | 37700 |

である。

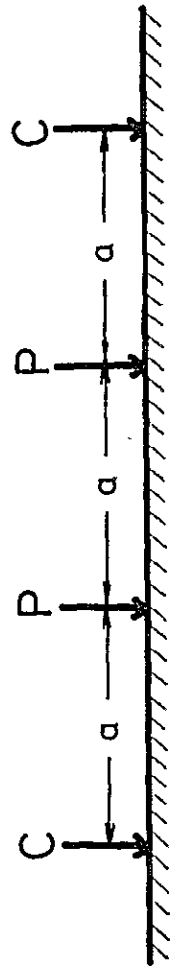
2-2 測定装置

本調査で使用した測定機器と、その主な仕様は次の通りである。

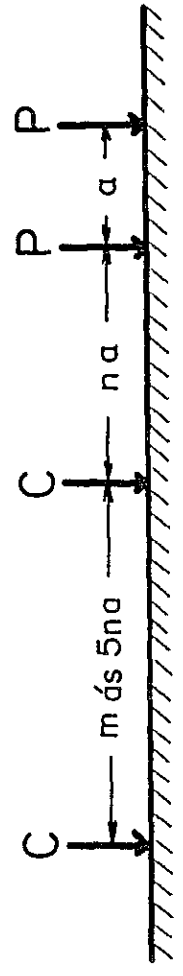
送信機

横浜電子研究所製 L-5202

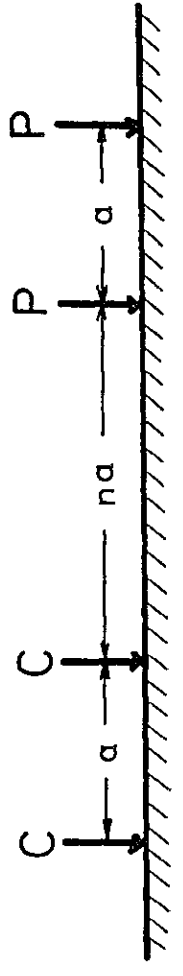
重量 約50 kg



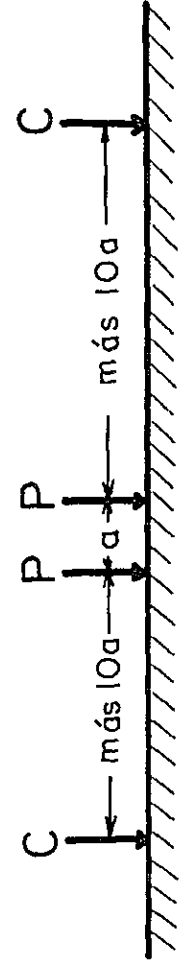
WENNER



POLO-DIPOLO



DIPOLO-DIPOLO



GRADIENTE

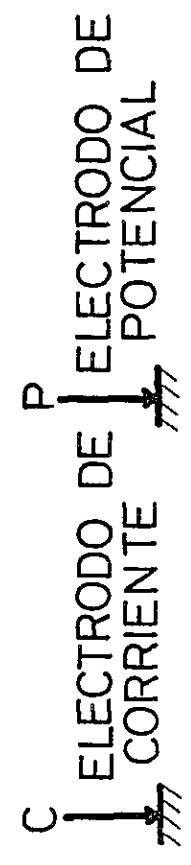


Fig. 1-2-1 Configuración de electrodos

| | |
|-------|---|
| 出力電圧 | 40 V ~ 800 V |
| 出力電流 | 0.2 A ~ 4.0 A |
| 送信周波数 | 5.0 Hz, 2.5 Hz, 1.25 Hz, 0.3 Hz, 0.1 Hz, 他に Time Domain の電流波形も発信可能 |

受信機

| | |
|-----------|---|
| 横浜電子研究所製 | 7505UB |
| 重量 | 33 kg |
| 最大感度 | 10 μ V |
| 受信周波数 | 5.0 Hz, 2.5 Hz, 1.25 Hz, 0.3 Hz, 0.1 Hz |
| 入力インピーダンス | 2 M Ω |

エンジン発電機

| | |
|--------|---------|
| 新大和工業製 | EG-2400 |
| 重量 | 65 kg |
| 出力電圧 | 100 V |
| 最大出力 | 2.4 KVA |
| 出力周波数 | 60 Hz |

2-3 作業方法

2-3-1 測線設定測量作業

測線設定は、牛方製のポケルトコンパスと、エスロンテープにより実施した。エスロンテープで斜距離を測定し、ポケルトコンパスにより方位角と、傾斜角を測定した。各測点では、測定位置に石を積み上げ、ペンキで測点番号を記入した。

測線は、第2年次の測線と同じものを使用したものが多かったため、第2年次の測定後移動していないものを基準として使用した。ほぼ南北に伸びる平行な測線A~Lの方位角は、N 19°W~S 19°Eである。これらの測線を横切る測線Y, Zの方位角は、N 71°E~S 71°W, およびN 84°E~S 84°Wであるが、地形により少々異なる所もある。測点は水平距離50mごとに設けた。

南北方向に伸びる測線では、北から南にむかい、測点番号が大きくなり、東西方向に伸びる測線では、東から西にむかい、測点番号が大きくなっている。

2-3-2 IP測定作業

(1) 電流電極埋設および配線

電流電極は、約30cm×30cmの銅箔を使用し、50cm位の深さに埋設した。埋設に際し、大地と銅箔の接触を良くするため、塩水と、石の混らない土とを混ぜ、銅箔をその間に挟むよ

うにした。接地抵抗の充分低くならない所では、銅箔を数枚用いた。

配線に際しては、電流電線と電位測定電線の距離を少なくとも50 mは離すようにした。電線の接続部は絶縁テープを充分巻き、電流の漏洩を防いだ。

(2) 電位電極

電位電極は、飽和硫酸銅水溶液で満たした壺の中に、銅製針金を浸したものを使用した。壺の底からは、徐々に硫酸銅液がしみ出すようになっており、銅製針金は、硫酸銅液を介して、大地と電氣的に接続されている。このような電極は、分極が非常に少ないと言われている。電位電極の接地を良くするために、電位電極位置で10 cm位の深さの穴を掘り、水を入れ、その中に電位電極壺を押しつけた。このようにして、測定電位電極系全体の抵抗を1~2 K Ω とした。この値は、受信機の入力インピーダンス2 M Ω に比べ充分小さい。

第 3 章 解析方法

3-1 測定結果の表示

Dipole-Dipole 電極配置の見掛比抵抗値、FE 値、および MF 値は、広く使われている直角二等辺三角形法により表示した (Fig. I-3-1)。この表示法では、電流電極対の midpoint と、電位電極対の midpoint を結ぶ線を底辺とする直角二等辺三角形の頂点に、それらの電極対により測定した測定値を表示した。

3-2 地形補正

各種電極配置により見掛比抵抗を測定すると、地下が電氣的に等方均質であっても、地表地形が平坦でない場合、大地が平坦であると仮定して計算した見掛比抵抗値は均一でなくなる。Dipole-Dipole 電極配置の場合、一般に、地形の凸所では、見掛比抵抗値が高くなり、凹所では、逆に低くなる。従って、電極配置と地形の関係には、充分注意する必要がある。しかし、実際の地形と同じような 3 次元的地形モデルを作り、その見掛比抵抗値への影響を調べることは、手間がかかる割合に、実際の効果は疑問なので、殆ど行なわれていない。実用的なものとして、地形や地下電気構造を 2 次元的なものと考えて行なう電子計算機による計算が、しばしば使用される。

測線が谷や尾根の伸びる方向と直交する場合、2 次元モデルによる地形補正は非常に有効である。しかし、測線の方向と谷や尾根の伸びる方向があまり違わない場合、測線方向の地形断面を 2 次元モデルの地形断面として地形補正を行なうと、誤差を生じるおそれ大きい。本調査結果を解析するにあたり、見掛比抵抗値の一部について、2 次元地形補正を施した。

3-3 短電極間隔 IP 測定

今回の Dipole-Dipole 電極配置の電極間隔は、主に 50 m とし、Y および Z 測線では、100 m の測定も行なった。しかし、このような電極間隔が、本調査地域内にある幅数 m 以下の脈状鉱床に対しても有効であるかどうかを知るために、電極間隔を 10 m と 20 m にして、San Vicente 坑最大の鉱脈である Seis de Agosto 脈を横切り、試験的に測定を行なった。測定を行なった測線は I 測線で、測点 8 ~ 10 番までの間、延長 100 m である。

見掛比抵抗値 (Fig. I-3-4 参照) は $a = 10\text{ m}$ 、 $a = 20\text{ m}$ の場合ともに、I 測線測点 9 を境にし南側が北側に比べ 3 ~ 5 倍になっている。しかし、 $a = 50\text{ m}$ での見掛比抵抗値分布図 (Fig. I-3-4) では、測点 10 付近の下部にやや比抵抗の低い部分があるようであるが、 $a = 10\text{ m}$ や $a = 20\text{ m}$ のように、測点 9 を境にした南北の見掛比抵抗値の変化はあまり大きくない。この現象は Seis de Agosto 脈に伴う珪化帯の幅が約 10 m であることから、

$a = 10\text{ m} \sim 20\text{ m}$ の場合、脈幅は電極間隔に比べ充分大きいですが、 $a = 50\text{ m}$ の場合、脈幅は電極間隔に比べると、無視できる位狭くなっていることによると考えられる。

FE値でみると、 $a = 10\text{ m}$ や $a = 20\text{ m}$ の場合では(Fig. 1-3-5参照)、特にSeis de Agosto脈を示すと思われるようなFE異常はみうけられない。 $a = 50\text{ m}$ の場合(Fig. 1-3-5参照)は測点108から109の間に、FEの高い異常帯がはっきり見られる。

通常、電極間隔(a)が大きい所にIP調査で異常を認められる場合、(a)が狭くなっても同様な異常をみつけられるのが普通である。しかし、Seis de Agosto脈付近では地表の風化により、電極間隔が狭い場合には、測定深度が風化帯の下底より浅く、IP異常が検出されなかったと考える。

以上のことから、Seis de Agosto脈と同規模の磁脈があれば、FE値の分布と見掛比抵抗値の分布より、 $a = 50\text{ m}$ の電極間隔で充分発見できることが確認された。

3-4 地下の電気的性質

本調査地一帯の電気的性質(特に比抵抗およびFE)について、第1年次は岩石試料測定により、第2年次には現場測定や、岩石試料測定により調査した。調査方法ならびに結果については、第2年次報告書に詳しく記述したのでここでは割愛し、結果のみを記載する。Fig. 1-3-2に示すように、採取した岩石試料を実験室内で測定した場合、礫岩の比抵抗値は $200\text{ }\Omega\text{ m} \sim 2,000\text{ }\Omega\text{ m}$ の間に広く分布している。

礫岩のFE値は、殆ど0%~30%近くまでの範囲に広く分布している。しかし、礫岩を採取し試料として、比抵抗、FE等を測定しようとする場合、一般的に礫岩を採取するのは風化などのため非常に困難で、珪化をうけ固くなった礫岩以外のものは、あまり採取できなかった。珪化した礫岩は、鉍脈の近くにあるものが多く、殆どの場合成鉄鉍等を含んでいる。肉眼で見ても、黄鉄鉍を全く含んでいない礫岩の試料による室内測定の結果、比抵抗の相乗平均値は $700\text{ }\Omega\text{ m}$ で、FEの相加平均値は0.5%であった。

室内測定の外に、現地で三極法による短電極間隔測定も行なった。この結果、礫岩の分布地域での比抵抗値は、 $170\text{ }\Omega\text{ m} \sim 380\text{ }\Omega\text{ m}$ で、電極間隔が広くなるに従って、比抵抗値は大きくなる傾向にある。FE値は1.0%~2.8%で、FE値も電極間隔が広くなるに従い、大きくなる傾向にある。

以上のことより、San Vicente地域の礫岩の比抵抗は $200\text{ }\Omega\text{ m} \sim 1,000\text{ }\Omega\text{ m}$ で、FEは0.5%~3%だと考える。(第2年次報告書第II部参照)

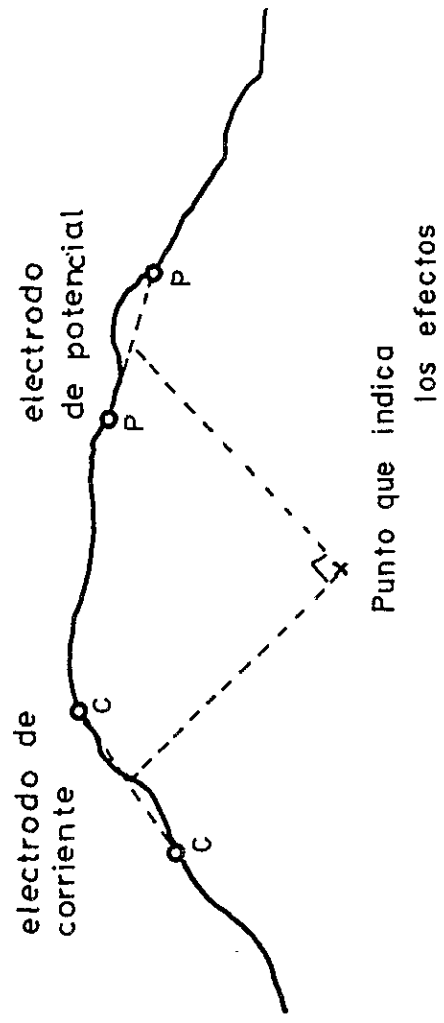


Fig. I-3-1 Ejemplo de trazado

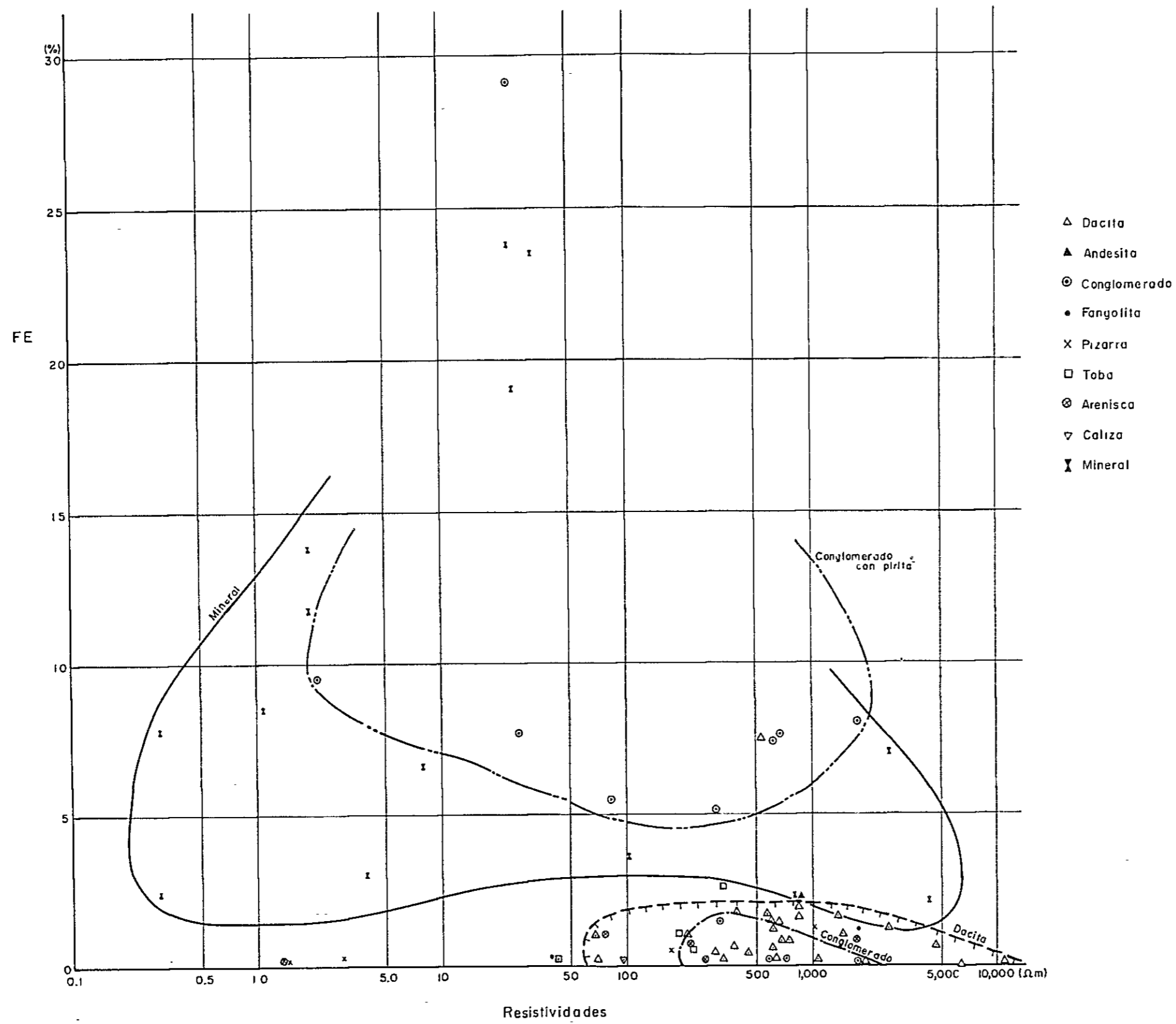


Fig. I-3-2 Correlación entre resistividad y FE por medición en laboratorio

3-5 電子計算機によるモデル計算

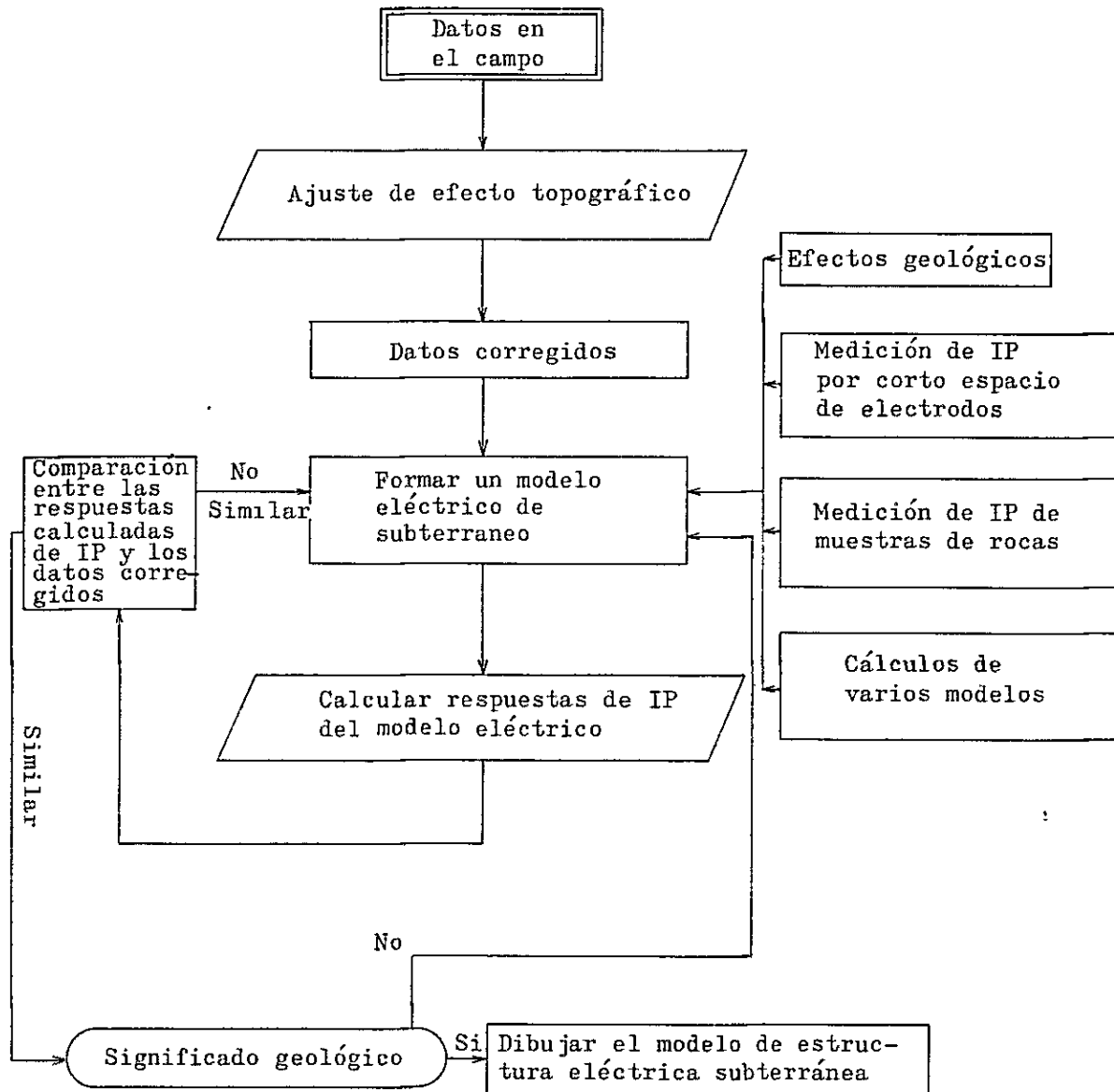
Dipole-Dipole 電極配置による I P 測定結果のうち、代表的なものについて地下構造モデルを作成し、電子計算機を使いシミュレーションを行なった。シミュレーションの方法は Fig. 1-3-3 に示した。詳細は下記の通りである。

- (1) 実測値から地形の影響を除去する（見掛比抵抗値のみについて）。（3-2 地形補正の項参照）
- (2) 地質調査、岩石試料物性測定、短電極間隔 I P 測定の結果より、今までに行なわれたモデル計算結果や、水槽実験結果などから、見掛比抵抗値と F E 値の分布、およびその絶対値を最も良く表わすと考えられる地下電気構造モデルを作成する。
- (3) 作成したモデルの電気的な応答、即ち実測時と同じ様な電極配置で I P 測定をした場合の見掛比抵抗値、および F E 値を、電子計算機により近似計算を行なう。電子計算機の容量、および計算時間の関係から、モデルは 2 次元とした。
- (4) 計算機による計算結果と実測値の比較を行なう。この場合、F E 値および見掛比抵抗値について、それぞれ大雑把な傾向、およびそれらの値が類似していれば、そのモデルを測線沿いの電気的地下構造と考える。

実測値は 3 次元的な地下構造を捕捉しているが、計算結果は 2 次元地下構造モデルの 2 次元計算結果であり、近似計算を行なっているため、両者の一致をあまり細かく追求しても意味がない。

- (5) 計算結果と測定結果がかけ離れている場合、モデルを修正し、(3)から繰り返す。
- (6) 計算結果と測定結果が概略一致した場合、そのモデルを地下電気構造モデルとし、地質技師と討議の上、地質との相関関係等考え合わせた解釈をし、地下地質構造モデルを作成する。

以上のように、I P 調査結果から、地下地質構造モデルを作成するのに、それぞれ 5 個前後の地下電気構造モデルを作り、電子計算機で計算した。



Indice

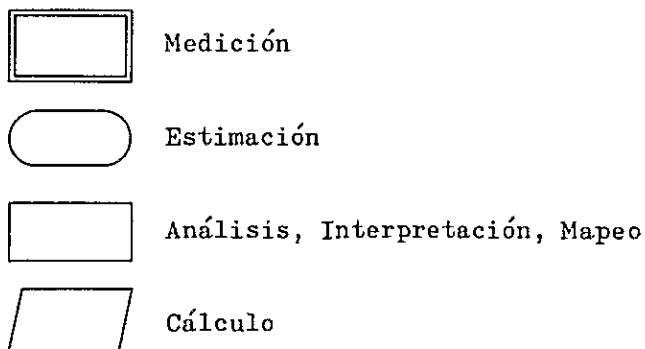


Fig. I-3-3 Diagrama de avance de simulación por computadora

Resistividades Aparentes

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

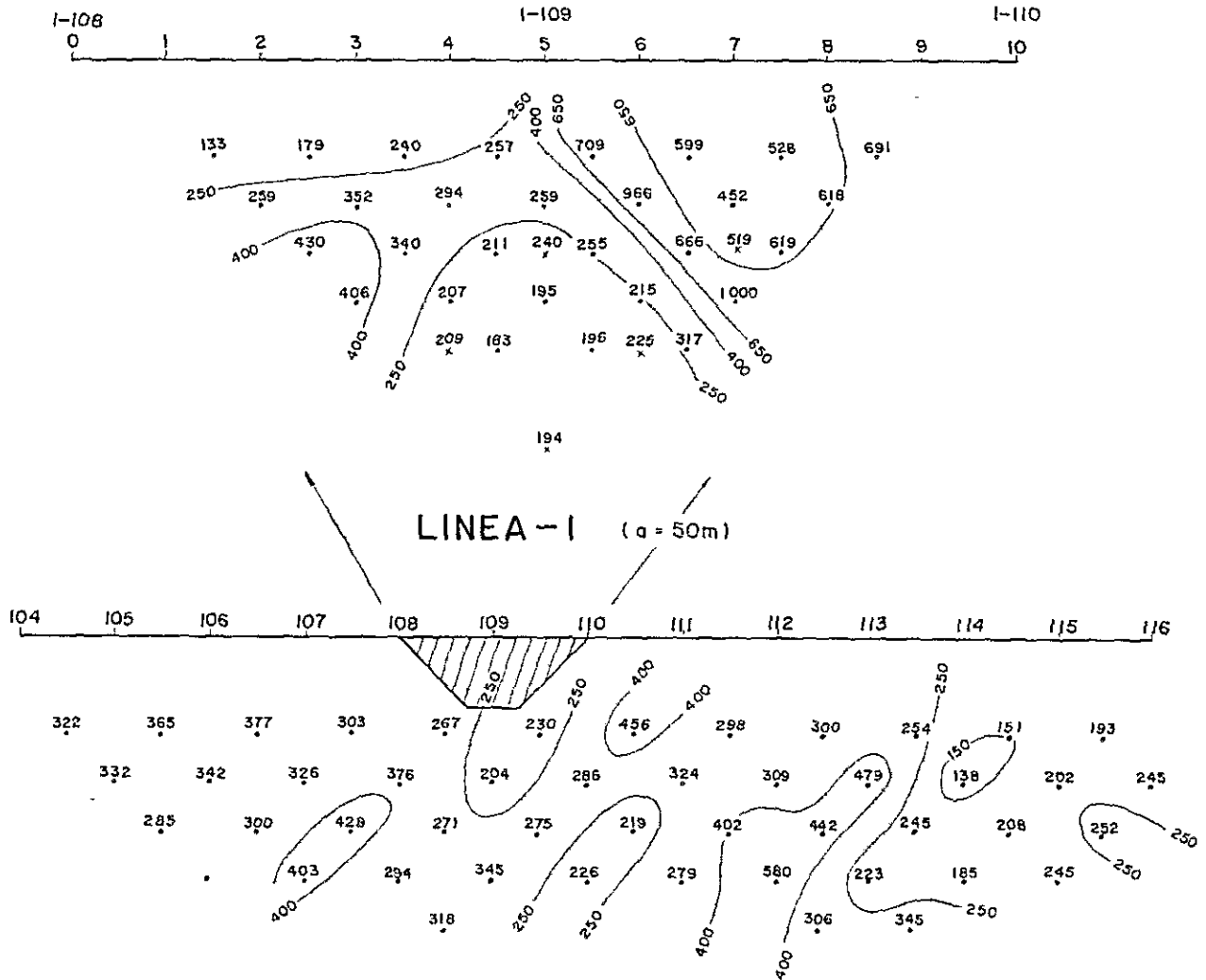


Fig.I-3-4 Perfiles de resistividad de la línea "I",
la parte de la veta Seis de Agosto

Efectos de Frecuencia

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

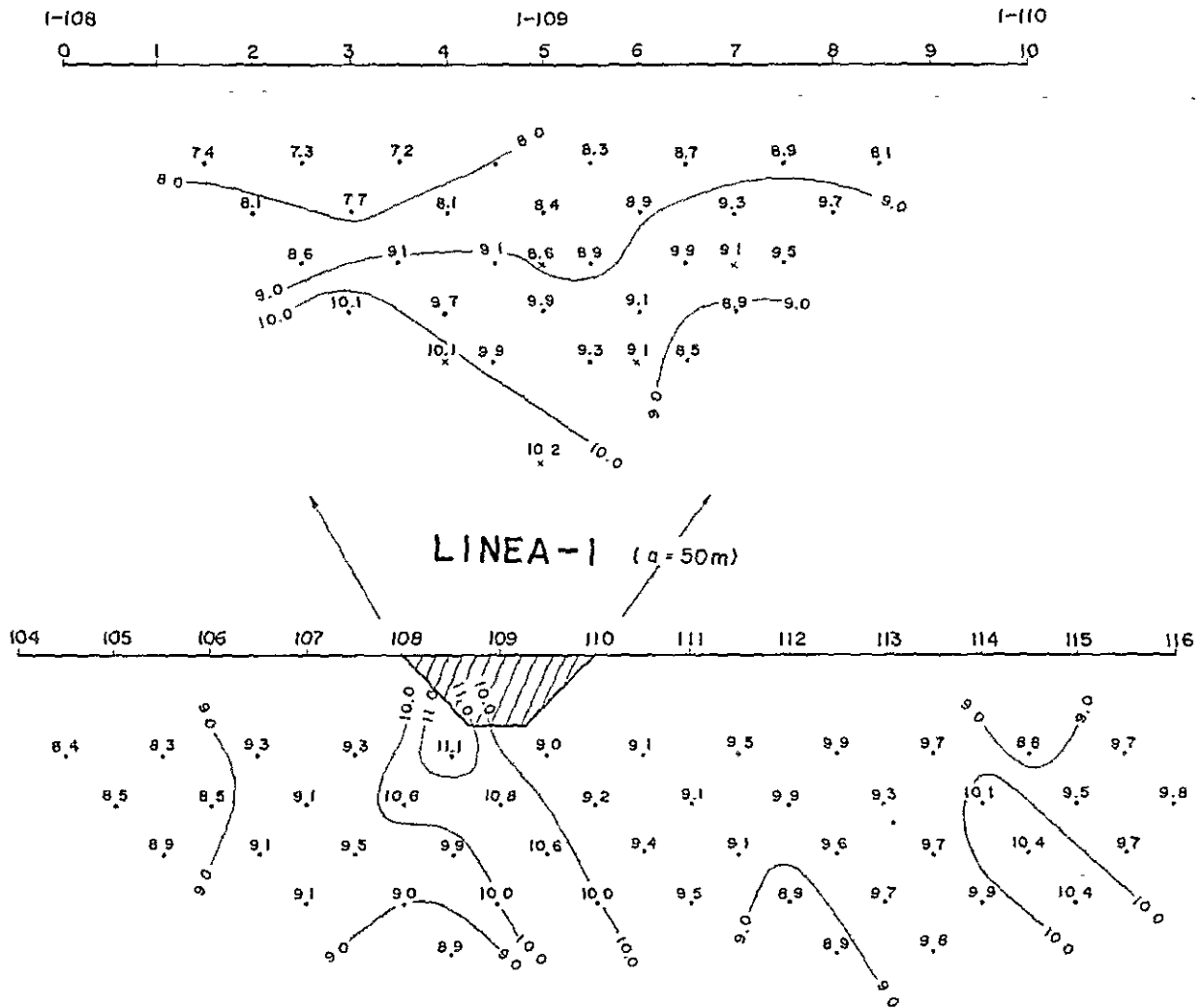


Fig.I-3-5 Perfiles de FE de la línea "I", la parte de la veta Seis de Agosto

第 4 章 調査結果

4-1 物理探査地域の地質構造

物理探査が実施された San Vicente 地域は、広く新第三系 San Vicente 累層が分布しており、その東側に San Vicente 断層を挟んで、オルドビス系最下位の Asunta 砂岩部層が分布している。San Vicente 累層は赤色の無層理塊状の礫岩で、直径数cm~20cmの角礫、または亜角礫が不規則に堆積したもので、基質は細砂、シルトによって構成されている。礫はオルドビス系の珪質砂岩、粘板岩および部分的に若干の白亜系の赤色砂岩、同頁岩、乳白色石英脈に由来した乳白色石英礫より構成されている。San Vicente 地域は、鉱床の分布から、大まかに San Vicente 鉱山区域と Monserrat 区域に分けられるので、以下それぞれの区域についての地質および地質構造について述べる。

(1) San Vicente 鉱山区域

San Vicente 鉱山区域において、物理探査を実施した箇所での火成活動は、San Vicente 鉱山南東部区域に比し少なく、わずかに岩脈の貫入が見られるのみである。これらの岩脈は、いずれも San Vicente 累層中に貫入している。岩脈は San Vicente 鉱山において、東西方向に幅2m~20m、延長約200mの規模で貫入している石英安山岩脈(San Vicente 岩脈と呼称)と San Francisco 旧坑南西1100m、San Francisco 川南岸に露出する石英安山岩脈および San Vicente 0m坑準坑道南東部にNE-SW方向の石英安山岩脈がみられる。岩脈の貫入は、いずれも本区域に見られる鉱脈裂罅の方向と同じく、東西方向の横圧によって生成された裂罅に貫入したものと想定されるが、貫入部付近の San Vicente 層は安定しており、地質構造に特に影響は与えていない。

本区域の地質構造は、極めて変化に乏しく、San Vicente 累層は東西方向の背斜もしくは向斜の軸を有して、ゆるやかに波状の褶曲をなし、その傾斜は10°前後である。当区域の地質構造は、東側にある、San Vicente 断層によって特徴づけられ、同断層を生成した横圧力は区域のすべての裂罅生成を規制している。

San Vicente 断層は、新第三系の San Vicente 累層の上に、下位のオルドビス系の Asunta 砂岩部層を押し上げた逆断層である。また San Vicente 坑0m坑準坑道南東端の第二年次の地質調査により、その南の Quebrada San Francisco に断層を推定し、San Francisco 断層と呼称したが、本断層も同時に形成されたものと考えられる。

現在開発中の本区域には、San Vicente 鉱床群が発達しており、その南には南東部鉱床群、北には Cerro Coronacion (セルロ コロナシオン) 鉱床群が発達しているが、San Vicente 鉱床群を除いてはいずれも未探鉱である。

本区域の鉱化作用は、銀、亜鉛を主とする鉱化作用で、これに銅、錳などの鉱化作用が付随し、

本区域の鉱石鉱物としては、含銀四面銅鉱、閃亜鉛鉱、方鉛鉱、黄銅鉱、黄鉄鉱等より構成され、この他に黄錫鉱、錫石、白鉄鉱を伴っている。また脈石鉱物は、石英、重晶石を主としている。San Vicente 鉱床群の鉱脈を形成した各裂隙は、 $N85^{\circ}W$ 系を一次の張力面とし、本鉱床群の最大の規模を有するSeis de Agosto 脈は、この張力裂隙に属する。その他、 $N55^{\circ}W$ 方向を一次の剪断面とするSan José 脈などがあり、さらに $N75^{\circ}W$ 、 $N65^{\circ}E$ の方向の二次剪断面にGuernica I, II 脈、Seis de Agosto 支脈、Artola 脈などが属している。

鉱化作用に伴う変質作用は、上記鉱床群の周辺にみられ、各鉱脈に沿って、幅数 m から10数 m の範囲で、鉱脈の上下盤に、珪化作用を主とし、絹雲母化作用、緑泥石化作用などの変質作用が発達しているが、変質帯は鉱脈付近に限定されている。

(2) Monserrat 区域

本区域においては、火成活動はみられず、San Vicente 累層の礫岩のみによって構成されている。本地域においては、前記したSan Vicente 断層がSan Vicente 鉱山区域より連続して、区域の東部を南北に走る以外に、特に目立った地質構造上の変化はなく、東西方向の背斜、もしくは向斜軸を有する褶曲を、緩い傾斜で波状に繰返しているのみである。

本区域にはMonserrat 鉱床群が存在し、Cerro Monserrat を中心に分布しているが、裂隙は上記San Vicente 鉱床群と同様に、東西の横圧力により生じた張力面に、本鉱床群の主脈であるSalvadora 脈が生成し、同時に生成された二次剪断面に、 $N60^{\circ}E$ 系の分岐脈が形成されている。一般に本区域の鉱脈は細脈、連鎖状で、鉱況の変化が激しい。鉱石鉱物は黄鉄鉱、黄錫鉱、閃亜鉛鉱、黄銅鉱を主とし、これに錫石、方鉛鉱、四面銅鉱、濃紅銀鉱、車骨鉱などを伴っている。特に下部で錳に富む傾向がある。

本区域の変質作用は前記San Vicente 鉱山区域の変質作用と異なり、比較的広い範囲に分布し、いわゆる変質帯を形成している。

変質帯は鉱脈の分布するCerro Monserrat 付近一帯に広く発達し、その方向は東西方向である。変質作用は絹雲母化作用、珪化作用であり、地表露頭は漂白化され、白色を呈して明瞭である。この変質帯は試錐結果によれば、掘止め深度の300 m まで連続し、深部に達している。この状況より推定すれば、本区域にはCerro Monserrat 付近を東西に走る幅の広い破砕帯があり、ここに鉱化および変質作用が行なわれたものと想定されるが、地質構造上からは明瞭でない。

4-2 Dipole-Dipole 電極配置によるIP測定

4-2-1 San Vicente 鉱山区域

第3年次は、San Vicente 鉱山区域において、J測線、K測線、L測線のそれぞれ測点

100から160の間、およびこれらの測線と、第2年次測定した測線を横切るZ測線の測点0から測点60の間で、Dipole - Dipole 電極配置によるIP測定を行なった。各測線では、電極間隔(a)は50mで測定を行なった。特にZ測線では、深部での電気的性質を探るため、電極間隔を100mとした測定も行なった。

(1) FE値

(a) J測線測点100～160 (FE平均値9.3%, 標準偏差0.9%)

本測線のFE平均値は、東側にあるI測線(第2年次測定)のFE平均値とほぼ同じであるが、その標準偏差はJ測線で0.9%, I測線で1.1%である。従って、J測線のFE値はI測線のFE値に比べ変化に乏しい。

本測線上でFE値が、10%以上と高くなっているところは、測点117～118間と、測点127～140間である。測点127～140間の広い範囲にわたる高FE帯は、東方より長く連続したもので、Quebrada San Franciscoに沿ったものである。

本測線では、Seis de Agosto脈は測定範囲の北にはずれる。

(b) K測線測点100～160 (FE平均値9.7%, 標準偏差0.9%)

測点105～106間および測点126～145間で、FE値は10%以上となっている。測点126～145間の高FE帯は、Quebrada San Francisco周辺に広がる高FE帯の西方向への延長部である。

測点105～106間の高FE帯は、 $n=1$ の測定値が高くなっているのみで、下部ではFE値はあまり高くない。その他、測点110や、測点107の $n=2\sim3$ の所で、FE値が10%以上となり点在している。

(c) L測線測点100～160 (FE平均値9.0%, 標準偏差0.7%)

San Vicente 鉾山区域で、FE平均値が9%以下の測線はE測線、F測線、およびこのL測線で、その間にあるG、H、I、J、K測線では、全て9%以上である。標準偏差もL測線では0.7%と非常に小さい。

FE値が、10%以上とやや高くなっている所が点在しているのは、測点128～145間のQuebrada San Francisco周辺と、測点108～109間である。

Quebrada San Francisco周辺の高FE帯では、K測線までは11%以上のFEを示すような高FE部が点在していたが、本測線では、FE値は11%以下に限られている。

測点108～109間では、 $n=2$ までFE値が10%以上と高くなっている。

(d) Z測線測点0～60 (FE平均値10.6%, 標準偏差1.3%)

Z測線は、San Vicente 鉾山区域で大きな高FE帯が連続しているQuebrada San Francisco沿いに設けられた測線で、E、F、G、H、I、J、K、L測線を横切っている。従って、本測線でのFE平均値は、San Vicente 鉾山区域内では最高の、10.6%

となっている。

本測線でFE値が11%以上と高いのは、測点0～29間であり、そのうちで、測点22～29間は、 $a = 100m$ で、 $n = 2$ 以上の深部のみ、FE値が11%以上となっている。この高FE帯の中でも、測点10～22間は、FE値が12%以上となっており、ところどころで13%以上とFE値が、非常に高くなっている。測点10～22間ではE測線、F測線およびG測線が本測線を横切っている。

測点38～35間の深部にも、FE値が11%以上の高FE帯が存在する。

測点39付近より西方（測点番号の大きくなる方）では、FE値が10%以上の所が殆どを占めるようになり、測点50の西方は、さらにFE値が低くなり、9%以下の所が多くなる。

(2) 見掛比抵抗値

(a) J測線測点100～160（見掛比抵抗相乗平均値286Ωm）

見掛比抵抗値が400Ωm以上と高くなっている所は、測点112～120間の尾根からその南斜面にかけての地域である。

見掛比抵抗値が250Ωm以下と低い所は、測点100～111間に点在している部分、測点123～124間、および測点133～158間の大部分である。

(b) K測線測点100～160（見掛比抵抗相乗平均値265Ωm）

見掛比抵抗値の400Ωm以上と高い所は、測点108～113間、測点127～129間の2箇所である。

測点108～113間の高見掛比抵抗帯は、J測線測点112～120間から連続しL測線の測点106～111間へと続くものと考えられる。

一方、見掛比抵抗値が250Ωm以下の所は、測点105～107間、測点117～124間、測点133～140間、測点142～144間の浅い所、および測点145～160間と非常に大きく拡がっている。

(c) L測線測点100～160（見掛比抵抗相乗平均値247Ωm）

見掛比抵抗相乗平均値は、J測線、K測線、L測線と西に行くに従い低くなっている。

見掛比抵抗値が400Ωm以上と高くなっている所は、J測線から連続している測点106～111間だけである。

250Ωm以下の見掛比抵抗値を示した所は、測点102～104間、測点114～115間、測点118～125間、測点133～135間、測点136～140間、および測点142～160間である。特に測点155～160間で見掛比抵抗値は150Ωm以下である。

(d) Z測線測点0～60（見掛比抵抗相乗平均値224Ωm）

本測線での見掛比抵抗値は、測点0～24付近まで変化が激しく、測点24～60間の見掛

比抵抗値はほとんど $200 \Omega m$ 台である。

測点 0～24 間で見掛比抵抗値が $250 \Omega m$ 以上と高くなっている所は、測点 7～9 間の深部、測点 13～19 間である。一方、見掛比抵抗値が $150 \Omega m$ 以下と低くなっている所は、測点 5～13 間で測点 7～9 間の深部を除いた所、および測点 19～20 間である。

4-2-2 Monserrat 区域

Monserrat 区域においては、A 測線測点 22～70 間、B 測線測点 22～70 間、C 測線測点 25～70 間、D 測線測点 30～70 間、および E 測線測点 52～100 間で、電極間隔 (a) を $50 m$ とし IP 測定を行なった。また、これらの測線を測点 40 で横切る Y 測線 (測点 0～60 間) で、電極間隔を $50 m$ および $100 m$ とし、IP 測定を行なった。これら IP 測定は全て Dipole-Dipole 電極配置で行なった。

(1) FE 値

(a) A 測線測点 22～70 (FE 平均値 4.5%, 標準偏差 2.1%)

FE 値が 7% 以上と高くなっている所は、測点 24～26 間、測点 30～32 間、測点 33～34 間、測点 35～38 間、測点 43～45 間、測点 46～48 間である。特に測点 35～38 間では、FE 値が 9% 以上の所もあり、高くなっている。

測点 51～70 間で FE 値は、5% 以下と低く、特に測点 60～70 間は 2% 以下の所が多い。

(b) B 測線測点 22～70 (FE 平均値 4.6%, 標準偏差 2.2%)

FE 値が 7% 以上の所は、測点 32～38 間、測点 41～47 間 (測点 44 を中心として "ハ" の字型分布)、および測点 50～52 間である。特に測点 35～38 間の深部では、FE 値が 9% 以上と高くなっている。

FE 値が 4% 以下と低い所で、比較的固まっている場所は、測点 22～30 間、および測点 55～70 間であるが、その他の場所にも点在している。

(c) C 測線測点 25～70 (FE 平均値 4.7%, 標準偏差 2.4%)

FE 値が 7% 以上の所は、測点 33～42 間、測点 46～52 間である。本測線の FE 平均値は、A 測線および B 測線に比べ大きく、かつ標準偏差も大きい、FE 値が 9% 以上となることはない。

FE 値が 5% 以下と低い所は、測点 25～34 間、測点 42～44 間および測点 53～70 間である。

(d) D 測線測点 30～70 (FE 平均値 5.7%, 標準偏差 2.2%)

本測線の FE 平均値は A, B, C 測線の FE 平均値に比べ、1% 以上大きくなっている。これは、他の測線では低 FE 値を示している測点 30 より北の部分で、本測線では測定していないことにもよるが、本測線は全体に FE 値が高いと考えられる。

F E 値が 7 % 以上と高い所は、測点 3 4 ~ 3 6 間、測点 3 8 ~ 3 9 間、測点 4 1 ~ 4 2 間、測点 5 0 ~ 5 2 間、および測点 5 2 ~ 5 8 間（測点 5 5 を中心とした“ハ”の字状分布を示す）である。

F E 値が 5 % 以下と低くなっている所は、測点 6 1 ~ 7 0 間である。

(e) Y 測線測点 0 ~ 5 0 (F E 平均値 6.2 % , 標準偏差 1.8 %)

本測線の F E 平均値は 6.2 % と、 Monserrat 区域で本年度調査を行なった測線中では最高である。これは昨年度調査を行なった、 E 測線の F E 平均値に次ぐものである。従って本測線は、 A ~ G 各測線の比較的 F E 値の大きな部分を横切って、設定してあることがわかる。

F E 値が 7 % 以上となるのは、測点 3 4 の東方（測点番号の小さい方）のみであり、測点 3 4 の西方へ行くに従い、 F E 値は低くなり、測点 4 9 付近では 2 % 台である。 F E 値が高いのは、測点 3 1 と 3 2 の間（ E 測線と F 測線の間）で、 1 1 % 以上と高くなっている。

測点 3 1 から東方に向い、 F E 値はゆるやかに低くなり、測点 1 6 ~ 0 間では、浅い所では 5 % 台の F E 値が測定されている。

(f) E 測線測点 5 0 ~ 1 0 0 (F E 平均値 2.9 % , 標準偏差 1.1 %)

本測線の F E 平均値は極端に低い。従って、 Monserrat 区域と San Vicente 鉱山区域の間には、 F E 値の高い所はほとんどない。

F E 値の高い所は、測点 5 4 ~ 5 6 間と測点 7 8 ~ 7 9 間の上部で、 F E 値が 7 % 以上と高くなっている。その他の地域では、 F E 値は 2 % 台 ~ 1 % 台である。

(2) 見掛比抵抗値

(a) A 測線測点 2 2 ~ 7 0 (見掛比抵抗相乗平均値 2 1 1 Ωm)

本測線での見掛比抵抗値の分布は、比較的単純で、測点 4 5 ~ 4 6 間の下部に 1 0 Ωm 以下の極く低い見掛比抵抗帯があり、それをとりまくように、両側に 4 0 0 Ωm 以上の高見掛比抵抗帯がある。高見掛比抵抗帯は、測点 4 1 ~ 4 3 間および測点 5 0 ~ 5 3 間である。

測点 3 7 の北側（即ち測点番号の小さい方）および測点 5 7 の南側で、見掛比抵抗は 2 5 0 Ωm 以下となっている。

(b) B 測線測点 2 2 ~ 7 0 (見掛比抵抗相乗平均値 2 2 4 Ωm)

本測線での見掛比抵抗分布も、 A 測線のそれと良く似ている。

測点 4 4 ~ 4 6 間の下部に、見掛比抵抗値が 2 5 Ωm 以下の低見掛比抵抗帯があり、その両側、即ち測点 3 7 ~ 4 4 間および測点 4 8 ~ 5 2 間に、見掛比抵抗値が 4 0 0 Ωm 以上の高見掛比抵抗帯がある。

A 測線の場合と異なるのは、測点 5 3 ~ 5 4 間で見掛比抵抗値が 1 5 0 Ωm 以下とやや低くなっていることである。

(c) C 測線測点 2 5 ~ 7 0 (見掛比抵抗相乗平均値 2 0 2 Ωm)

本測線の見掛比抵抗分布も、前記2測線のそれと同様である。

測点43～45間の下部に、見掛比抵抗値が $150\Omega m$ と低くなっている所があり、測点33～38間および測点47～51間で、見掛比抵抗値が $400\Omega m$ 以上と高くなっている。

測点52～53間の上部で、見掛比抵抗値が $150\Omega m$ 以下と低くなっている。測点27～32間の上部にも、 $150\Omega m$ 以下の低見掛比抵抗帯がある。

(d) D測線測点30～70(見掛比抵抗相乗平均値 $151\Omega m$)

上記3測線に比べ、本測線の見掛比抵抗分布は変化が激しく、低見掛比抵抗帯と高見掛比抵抗帯が狭い地域で、次々に現われる。

見掛比抵抗値が $65\Omega m$ 以下と低い所は、測点35～38間、測点42～45間の下部、測点53～55間の下部である。

見掛比抵抗値が、 $250\Omega m$ と比較的高い所は、測点32～36間の上部、測点41～42間の上部、測点45～50間の上部、測点52～53間、測点57～58間、測点63～66間の下部である。

(e) Y測線測点0～50(見掛比抵抗相乗平均値 $186\Omega m$)

本測線での見掛比抵抗値は、最小で $41\Omega m$ と、他の測線のように極端に低い所はない。見掛比抵抗値 $65\Omega m$ 以下と低い所は、測点23～25間の低い所である。測点23の西方(測点番号の大きい方)は比較の見掛比抵抗が低く $150\Omega m$ 以下の所が多い。

(f) E測線測点50～100(見掛比抵抗相乗平均値 $216\Omega m$)

本測線はMonserrat区域とSan Vicente 鉾山区域との間を結んだもので、この測線沿いに小さな鉾脈が地表地質調査で発見されているが、大きな変質帯や鉾床は知られていない。

見掛比抵抗値の変化は少なく、測点48～49間、および94～95間の地表近くで、見掛比抵抗値は $400\Omega m$ 以上と高く、測点81～83間の下部で、見掛比抵抗値が $150\Omega m$ 以下と低くなっている。測点56～57間で、 $150\Omega m$ 以下と見掛比抵抗値の低い所がある。

4-3 モデル計算と現場測定結果の比較

現場測定結果をもとに、電子計算機によるモデル計算のシミュレーションを行なった。シミュレーションの方法は“第3章3-5電子計算機によるモデル計算”の項で述べたとおりである。シミュレーションを行なった測線は、San Vicente 鉾山区域I測線測点104～116間、Monserrat区域B測線測点35～53間、およびD測線測点30～60間である。結果を各測線別に記述する。

4-3-1 San Vicente 鉾山区域I測線測点104～116(Fig. 1-4-1参照)

第2年次の報告書で、本測線測点110～150間のモデル計算結果について詳述したが、

San Vicente 鉱山区域最大の鉱脈 Seis de Agosto 脈についてのモデル計算は行なえなかった。さらに、第2年次の Dipole - Dipole 電極配置の測定では、電極移動間隔が 100 m 毎であった。第3年次は電極移動間隔を 50 m 毎とし測定した。その結果、Fig. 1-4-1 に示すように Seis de Agosto 脈の露頭の下で、FE 値が周辺より約 1.5 % 高くなる。一方、見掛比抵抗値は 50 % 前後低くなっている。これらの FE 値と見掛比抵抗値を与えるような2次元モデルとして、周辺より比抵抗の低い FE の高い脈(②)の周囲を、比抵抗が高く、FE の低い部分(①)が挟むようになっているモデルを考えたところ、比較的測定値と似通った結果を示した。この比抵抗が低く FE が高い脈は Seis de Agosto 脈の鉱石部分と考えられ、比抵抗が高く FE が低い部分は、珪化帯だと考えられる。

4-3-2 Monserrat 区域B測線測点35~53 (Fig. 1-4-2 参照)

本測線での測定値のうち、FE 値の高い部分は、測点44を中心とした"ハ"の字型分布を、見掛比抵抗値の低い部分は、測点45と46間を中心とした、"ハ"の字型分布をしている。

計算モデルとしては、測点44より少し測点43寄りに FE が最も高く、比抵抗はやや低い脈(③)を置き、測点44~45間には FE がやや高く、比抵抗が低いもの(④)を置くと測定結果とよく一致する。

地表地質調査によると、測点44~46間には古い掘り跡がある。

4-3-3 Monserrat 区域D測線測点30~60 (Fig. 1-4-3 参照)

本測線の FE 値の高い部分の分布は、測点55付近を中心とした"ハ"の字型部、測点46~49間での大きいもの、および測点35付近の3箇所である。また、測点41~42間にも FE 値の高い所がある。

計算モデルとしては測点55付近、測点47付近、測点41付近、および測点35付近の4箇所に FE の高い脈を置いた。上記のそれぞれに対応するような鉱脈や変質帯が、地質調査で発見されている(ただし測点41付近のものは除く)。

ESCALE 1 10000

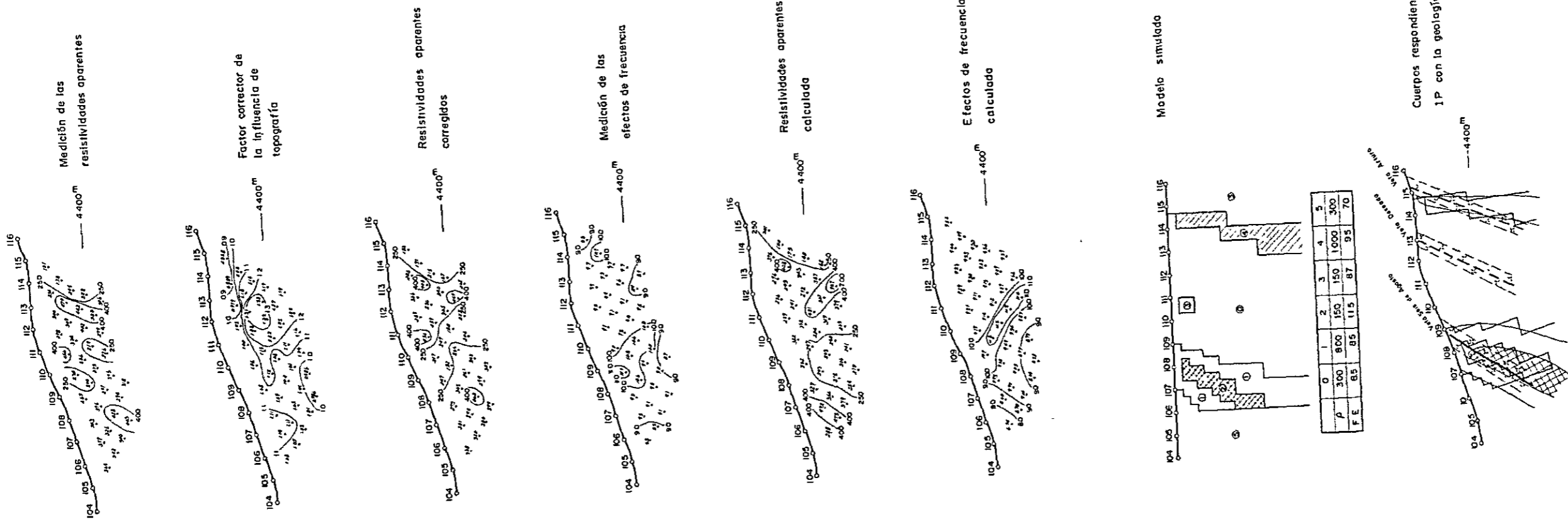
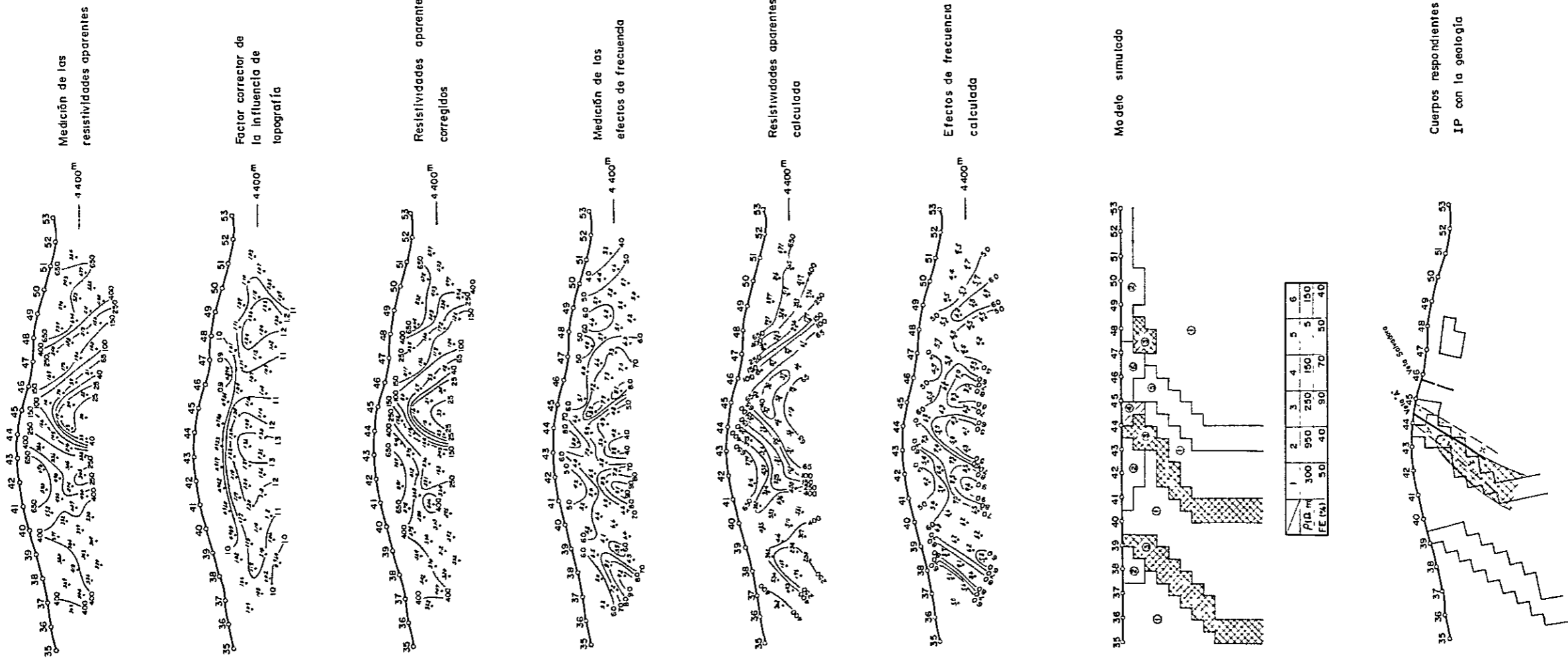


Fig. I-4-1 Simulación por computadora (Línea "I" de la zona de la mina San Vicente)

ESCALE 1:10000



| | | | | | |
|-----------------------|-----|-----|-----|-----|-----|
| $\rho_{10} \text{ m}$ | 300 | 950 | 250 | 150 | 150 |
| FE (%) | 50 | 40 | 90 | 70 | 50 |
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| | 6 | | | | |

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

ESCALE 1:10000

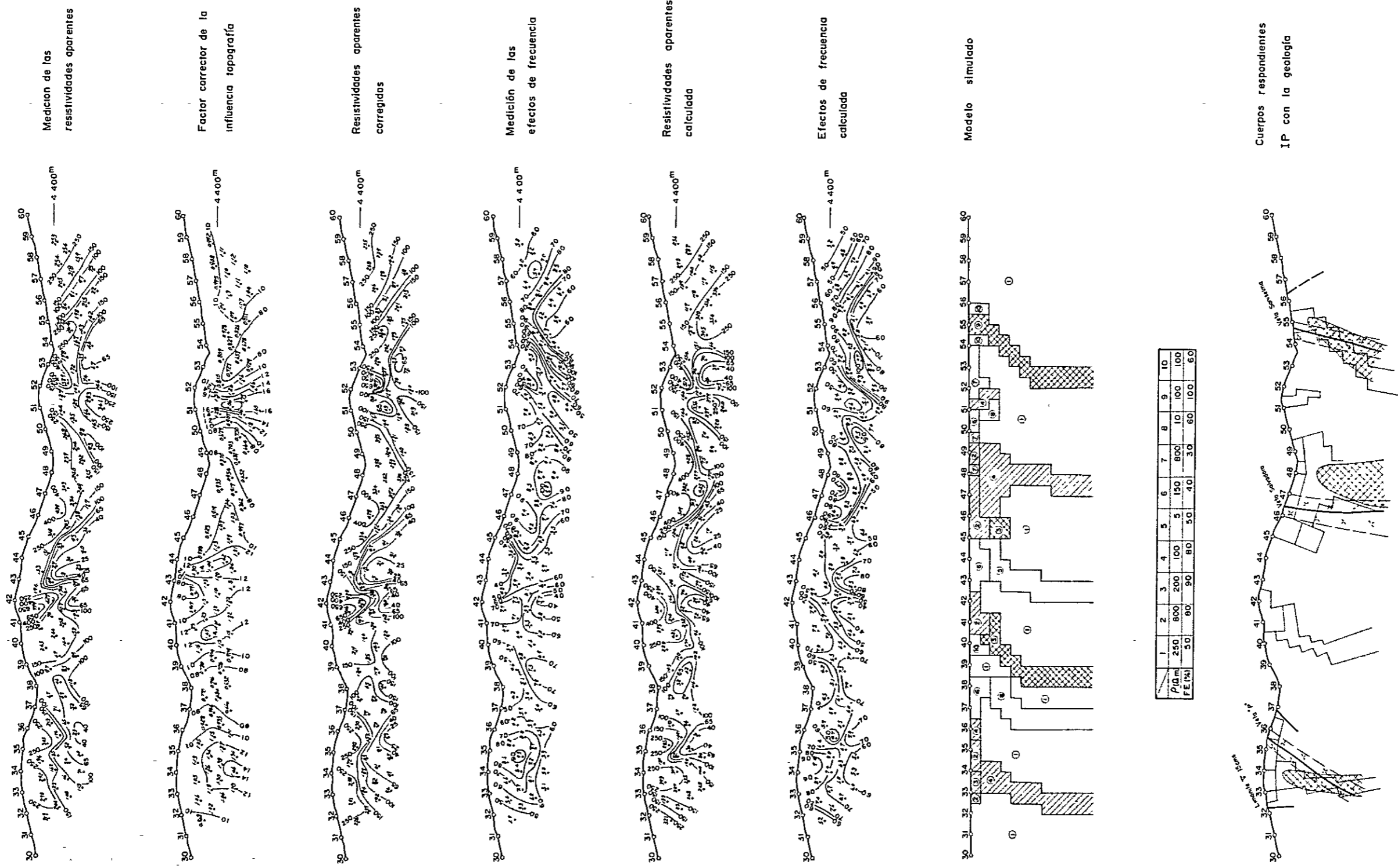


Fig 1-4-3 Simulación por computadora (Línea "D" de la zona Monserrat)

第5章 物理探査(IP法)結果より推定される地下構造

5-1 San Vicente 鉱山区域

San Vicente 鉱山区域では、E測線測点120付近からA測線測点134付近を通り、東に伸びる石英安山岩脈の他、地表はSan Vicente 礫岩層のみに覆われている。San Vicente 礫岩層の中には、ほぼ東西方向に伸びる鉱脈が発達している。

San Vicente 地域で最も経済価値の高い Seis de Agosto 脈の上を横切っているIP測定の結果、電極間隔を50mとし、電極の移動間隔を50m毎とした場合、最も顕著なFE異常が現われた。I測線測点109付近で、FE値が約1.5%高異常を示した。

第3年次の測定は、Quebrada San Francisco を中心にして、その両側に拡がった高FE異常岩体の西方への拡がり、その性質を調べることにあった。この高FE異常岩体は、K測線までは連続しているが、L測線での測定ではほとんど見られない。この高FE異常岩体は、G測線付近でFE値が最も高く、H測線、I測線、J測線と西方に向いFE値が低くなる。San Francisco 坑はG測線付近で、この高FE異常岩体の中にあるので、両者の関係は非常に重要である。

本年度 San Francisco 坑付近で掘削されたNo 53-1 試錐孔の調査結果では、No 53-1 試錐孔付近には微細脈が発達している。これら微細脈には、幅数 m の珪化変質や、粘土化変質を伴い、細粒黄鉄鉱鉱染も見られる。一方、Seis de Agosto脈付近の試錐結果では、微細脈は見られない。従って、Quebrada San Francisco 付近の高FE異常帯は、これら変質帯を伴った、微細脈群によるものではないか考える。

San Vicente 鉱山区域H測線測点120付近より、北西に伸びL測線測点107付近へと続く、尾根沿いの高FE異常帯がある。この高FE異常帯は、Deseada 脈およびArturo脈の分布地域と一致し、一部ではSeis de Agosto脈の分布地域をも含んでいる。この高FE異常帯は、Deseada 脈、Arturo脈の分布地域を示すものと考えられる。

5-2 Monserrat 区域

San Vicente 鉱山区域に比べ、FE値は約5%低くなっている。見掛け比抵抗値の分布では高い値と低い値が接し、急激な変化を示している。

地質的には、San Vicente 鉱山区域とほぼ同様で、San Vicente 礫岩層の中に、いくつかの鉱脈が、雁行状網状に発達している。

第2年次の調査結果によれば、E測線では測点43を境に、南と北で大地の比抵抗が変わり、岩質の大きな変化、もしくは地下水の状況の変化があったと考えていた。しかし、今回E測線の東側に、D測線、C測線、B測線、およびA測線と4つの測線でIP測定を行なった結果、この

低見掛比抵抗部は、脈状の低比抵抗岩体によるものではないかと考えられる。この脈状低比抵抗岩体の両側には高比抵抗帯がある。地表地質調査によると、A脈または、Salvadora脈と呼ばれる古い掘り跡の位置に相当する。この脈状低比抵抗岩体は、E測線まで連続しているが、その西方、F測線では、深部にややF/E値の高い部分はあるが、F/E値はずっと低くなっている。従って、A脈やSalvadora脈は、E測線より西へ続かないか、続いたとしても非常に深くなっている。

A測線測点35～38間に、非常にF/E値の高い部分がある。この高F/E異常帯は、B測線、C測線と西方に向い深くなっている。この高F/E異常帯に相当するような地表示徴としては、A測線測点36付近に古い掘り跡があり、この周辺は粘土化、褐鉄鉱化作用を受けている。

A測線測点44～47間に、高F/E異常帯が2つある。この高異常帯は、B測線測点43～45間、C測線測点44～50間、D測線測点45～49間、E測線測点47～51間へ続く。地表示徴としては、A脈およびSalvadora脈に相当する。

D測線測点54～56間から、E測線測点54～56間と続く高F/E異常帯がある。この高F/E異常帯に相当する地表示徴としては、強い粘土化変質を受けた変質帯がある。

これら測線を測点40で横切る、Y測線での測定結果によると、E測線とF測線の間で、F/E値が最高になり、F測線の西側ではF/E値はずっと低くなっている。従ってF測線では、変質作用は、ずっと弱くなっているか、なくなっていると考えられる。

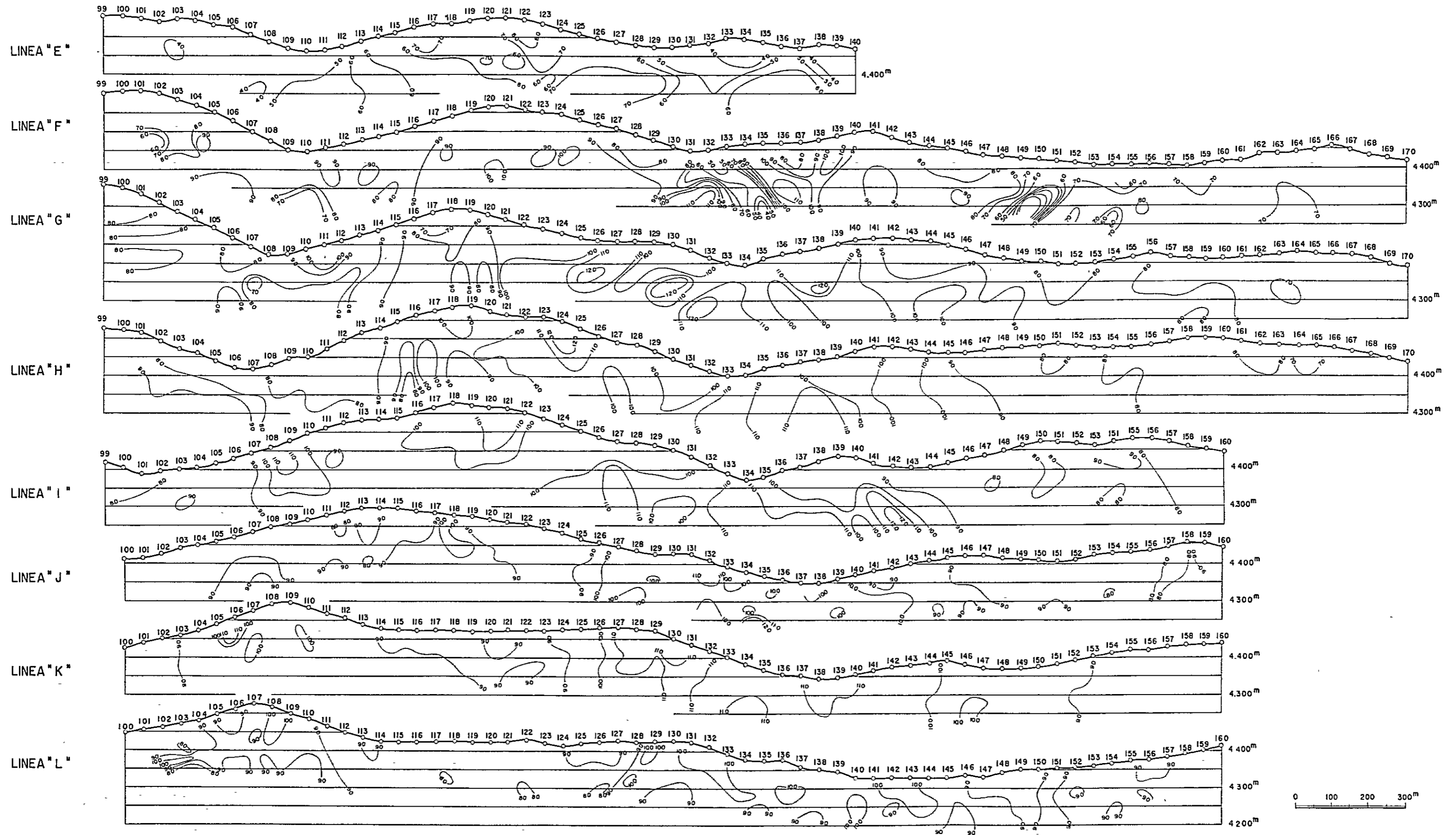


Fig.I-5-1 Diagrama por paneles de perfiles de los efectos de frecuencia de zona de mina San Vicente

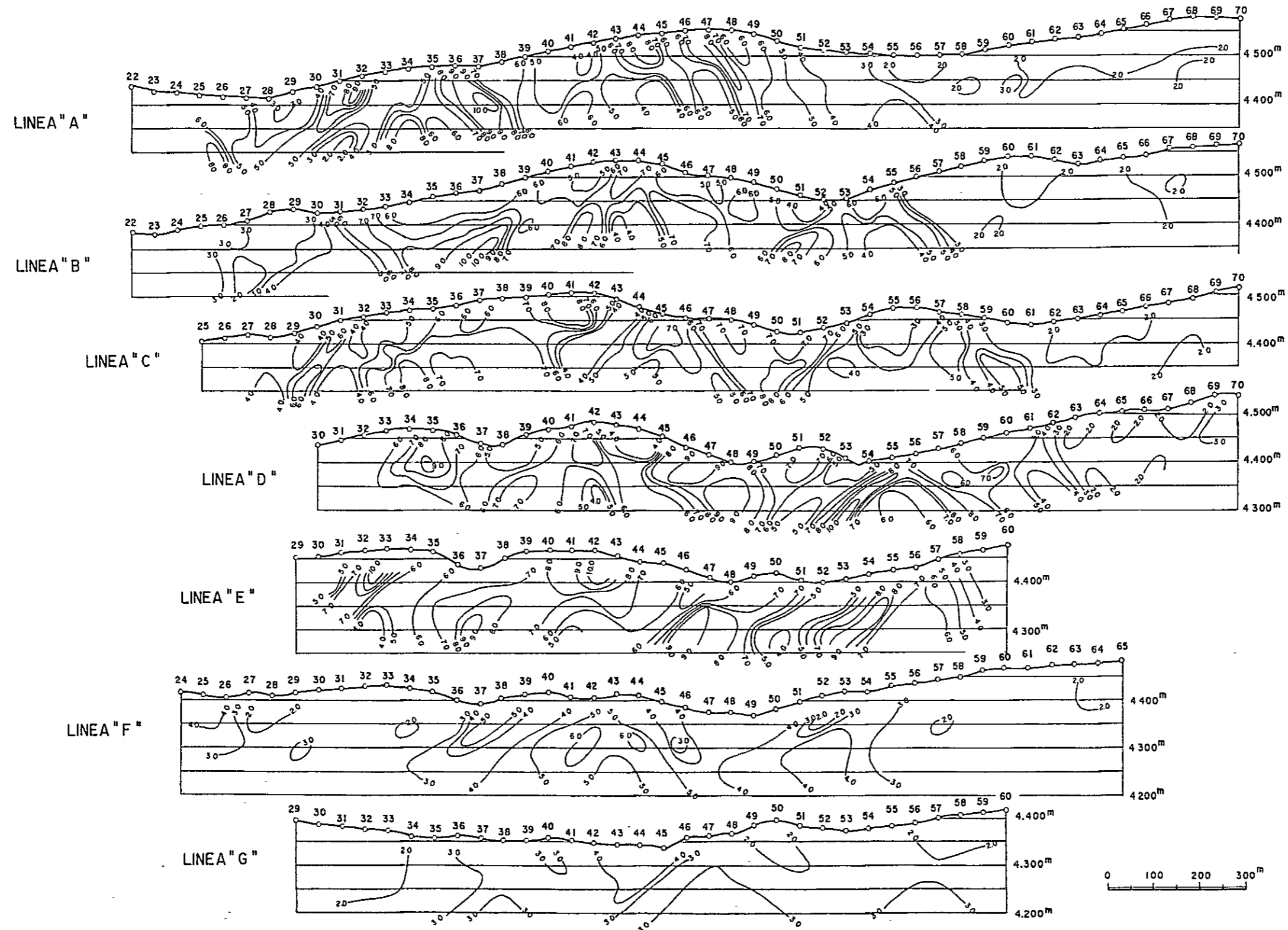


Fig.I-5-2 Diagrama por paneles de perfiles de los efectos de frecuencia de zona Monserrat

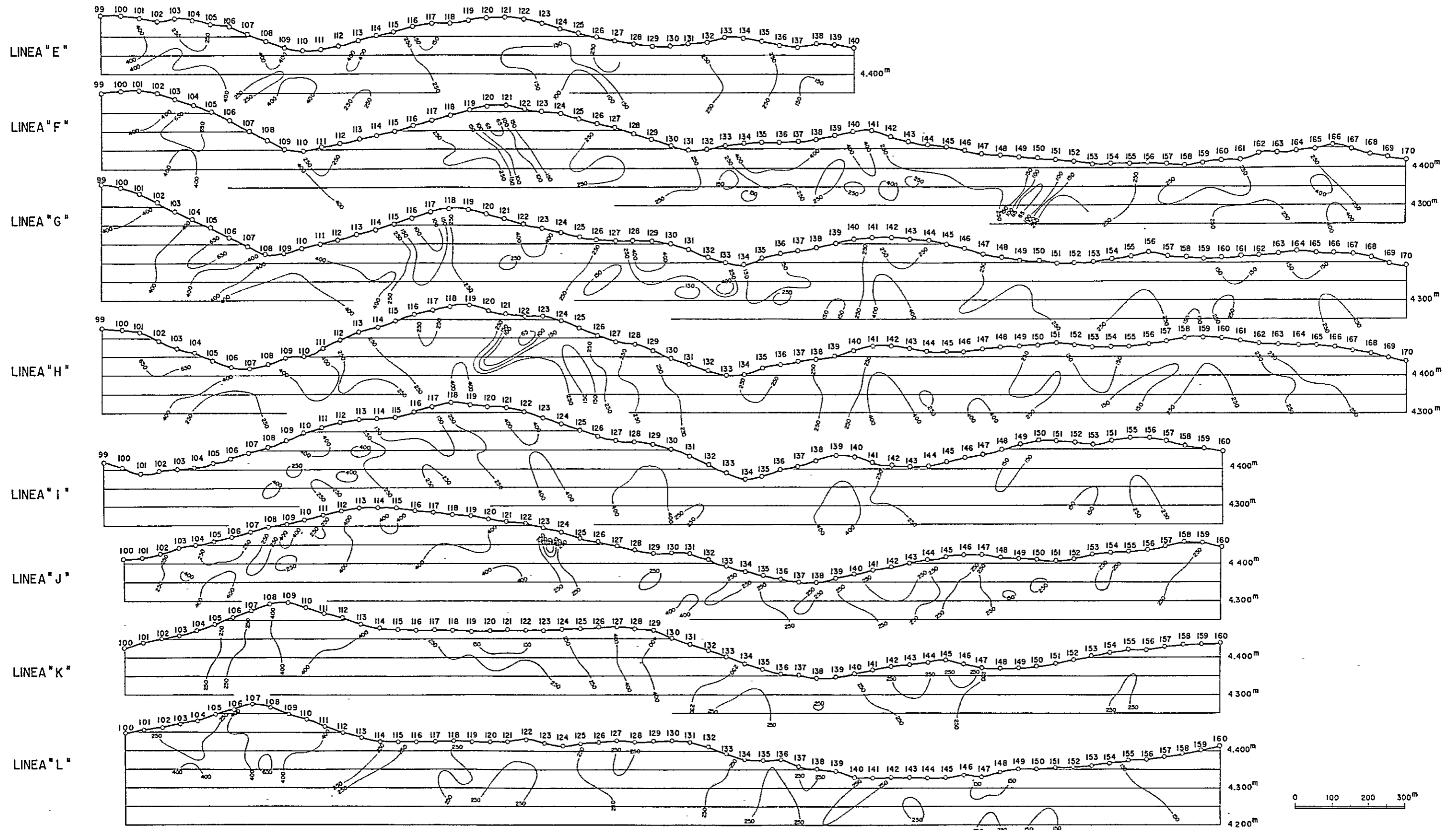


Fig.1-5-3 Diagrama por paneles de perfiles de las resistividades aparentes de zona de mina San Vicente

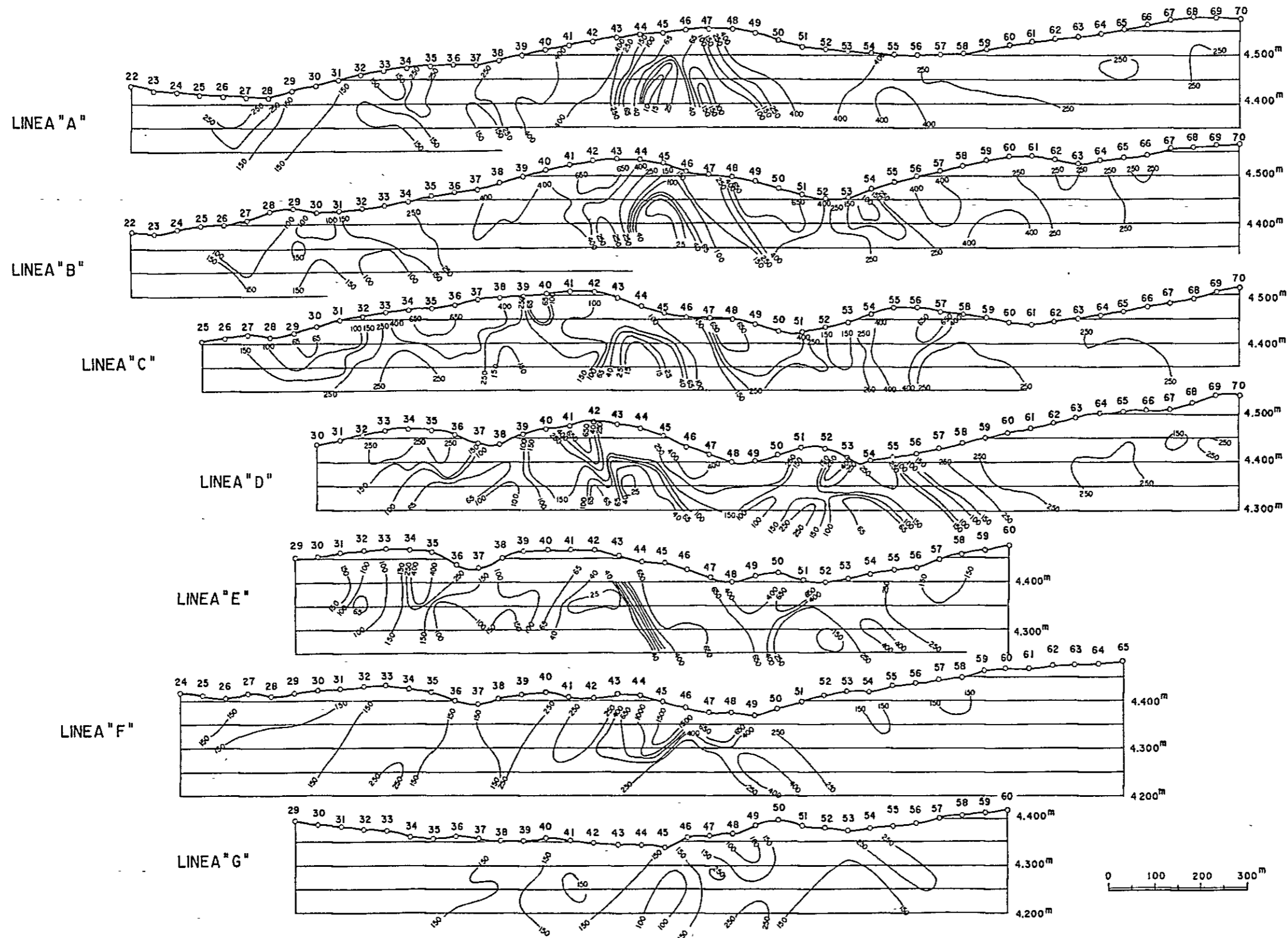


Fig.I-5-4 Diagrama por paneles de perfiles de las resistividades aparentes de zona Monserrat

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 andéstica |
| 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 (Ω m) | 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 (Ω m) | 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.

各 論

第II部 試 錐

第Ⅱ部 試 錐

| | | |
|------|---------------------|-------|
| 第1章 | 試錐の概要 | Ⅱ- 5 |
| 第2章 | 試錐工法および使用機械 | Ⅱ- 6 |
| 第3章 | 試錐作業 | Ⅱ- 7 |
| 3-1 | 設営作業 | Ⅱ- 7 |
| 3-2 | 移設作業 | Ⅱ- 7 |
| 3-3 | 撤収作業 | Ⅱ- 8 |
| 3-4 | コアリングの状況と泥水管理 | Ⅱ- 8 |
| 3-5 | 試錐用水 | Ⅱ- 9 |
| 3-6 | 掘進状況 | Ⅱ- 10 |
| 3-7 | 逸泥対策 | Ⅱ- 12 |
| 第4章 | 試錐地質 | Ⅱ- 14 |
| 4-1 | 試錐位置の選定 | Ⅱ- 14 |
| 4-2 | 試錐地質 | Ⅱ- 14 |
| 4-3 | 試錐地質と鉋床との関連 | Ⅱ- 19 |
| 参考文献 | | Ⅱ- 28 |

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 |

第1章 試錐の概要

本試錐は Monserrat 区域, San Vicente 鉱山区域において, 第2年次に実施された調査結果にもとずき, 銀, 錫, 亜鉛鉱床賦存状況の把握を目的として, 実施された。

現地の作業は気候, 工期の都合で, 前・後期2期に分けて実施した。第1期は昭和53年5月19日に開始し, 同年7月24日に終了した。第2期は昭和53年8月30日に開始し, 同年11月17日に終了した。

全期間に掘進した試錐孔数は5孔で, 総掘進延長は1,506.50 mである。試錐作業は日本人主任調査員1名, 調査員4名と, 現地の協力を得て, San Vicente 鉱山区域より試錐助手を雇い入れ, 試錐機1台で1日3交替制で作業を実施した。

掘進方法はワイヤーライン工法により掘進し, コア採取率の向上と, 工程進捗に努めた。Monserrat 区域および San Vicente 鉱山区域は, 標高4,400~4,600 mの高地にあり, 本工事期間中, 朝晩は気温が下がった。特に第1期工事は-15℃以下となり, 試錐用水, ポンプ等が凍結して, 試錐作業は困難を極めた。また第2期工事の後半には, 雨期に近い季節となり, 雷雨, 降雪により作業工程が一時低下した。しかしながら, 苛酷な自然条件を克服して, 予定通りの工期で目的の工事を終了した。これは全工事期間を通じて労働災害がなく, 作業上の大きなトラブルも発生しなかったことによる。掘進成績は1方当り, 最低3.67 m, 最高8.36 m, 平均5.05 mであった。

Tabla II-1 Resultados de perforación

| Número de taladro de máquina | Fecha de comienzo y terminación | Avance total mts. | Testigo sacado | | Número de turno de perforación | | | Avance por un turno de trabajo general de perforación mts. | Avance por un turno trabajado sólo por perforación mts. | Observación |
|------------------------------|---------------------------------|----------------------|--------------------------|-------------------|--------------------------------|--------------------|-------|---|--|-------------|
| | | | Largo de testigo mts. | Recuperación % | Por perforación | Por reves-timiento | Total | | | |
| 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 | |

第 2 章 試錐工法および使用機械

試錐対象地域の岩石類は主に礫岩であり、一部に軟弱地層、破碎帯、変質帯の出現が予測されたため、ベントナイトを基剤とする泥水工法、H Q、N Q、B Qワイヤーライン方式ならびにH W、N W、B Wケーシング工法を計画した。

本試錐の掘進は、0～4 m間の表土では、5 7/8" トリコンビットを使用し、岩盤に逢着して以降60m～80mまではH Q T-W Lダイヤモンドビットで掘進した。さらに60m～80m以深ではN Q T-W Lダイヤモンドビットで掘進を行ない、一部軟弱地層に遭遇した時は、B Wケーシングで孔壁を保持し、B Q T-W Lダイヤモンドビットで掘進して、目的を達成した。

試錐機の基礎は木材が入手困難なため、すべてコンクリート基礎とし、1孔について2箇所（ $0.50\text{ m} \times 1.30\text{ m} \times 0.70\text{ m}$ ）を打設した。また、櫓の基礎も同様コンクリート基礎とし、1孔について4箇所（ $0.60\text{ m} \times 0.60\text{ m} \times 0.50\text{ m}$ ）を打設した。

掘進傾斜 -60° に対して、垂直用櫓を用いたため、ロッドの昇降、ケーシングパイプの挿入に多少の難点があった。

また掘進中は逸泥が著しく、水運搬量が多くなったため、しばしば作業を中断したが、掘進能率、コア採取率共に良好な成果を得ることができた。

この工事に使用した試錐機、および機材の型式、仕様はTable II-2の通りである。

Tabla II—2 Máquinas y materiales usados

| Artículo | Modelo | Capacidad, Tipo, Medida, Especificación | Cantidad |
|---|---|---|-------------------------------------|
| Máquina de perforación | TGM-3 Cabeza giratoria Torno Bomba de aceite | Capacidad BQT 660mts. Medida Altura 1,520mms. Largo 2,380 " Anchura 990 " Velocidad de eje (r.p.m.) 200. 500. 770. 1000 Capacidad de izar 2,200 tons 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 |

