

關於中華人民共和國與蘇聯
簽訂友好合作條約的說明

蘇聯政府
(莫斯科)

1951年10月

蘇聯政府
國際協力委員會

702
61
1951

61
1951

ボリヴィア共和国グランチョカヤ地域
資源開発協力基礎調査報告書

第 4 卷
(総括報告書)

昭和 57 年 3 月

金属鉱業事業団
国際協力事業団

JICA LIBRARY



1054315[5]

国際協力事業団	
箱 57.8.28 5	1702.20
	166.12
登録No. 13578	IMP/N

は し が き

日本国政府はボリヴィア共和国政府の要請に応え、同国南部に位置するグランチョカヤ地域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及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委託することとした。

本調査は昭和54年9月から昭和57年2月までの3ケ年にわたって実施され、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3ケ年間の調査結果をとりまとめたものである。

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関係機関ならびに外務省、通商産業省、在ボリヴィア日本大使館及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57年2月

国際協力事業団

総 裁 有 田 圭 輔

金属鉱業事業団

理事長 西 家 正 起

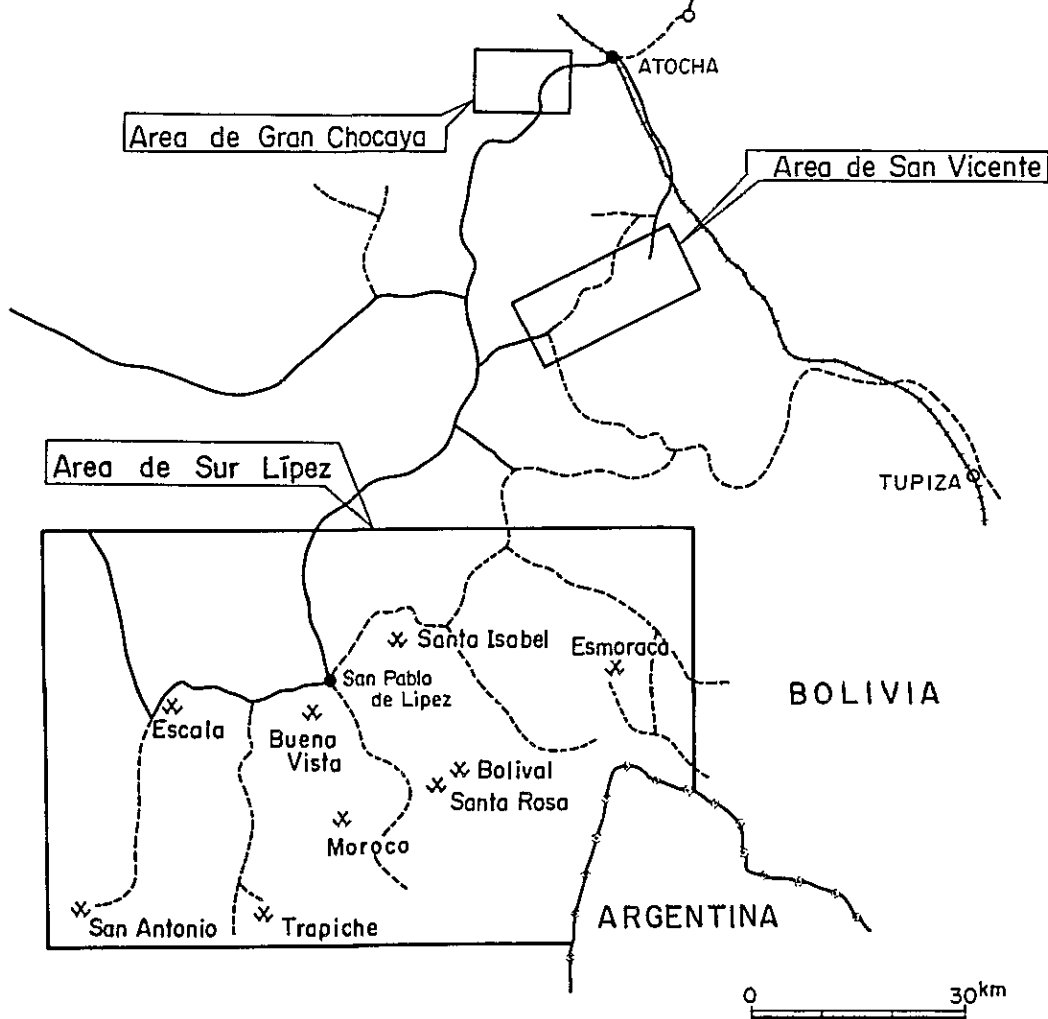
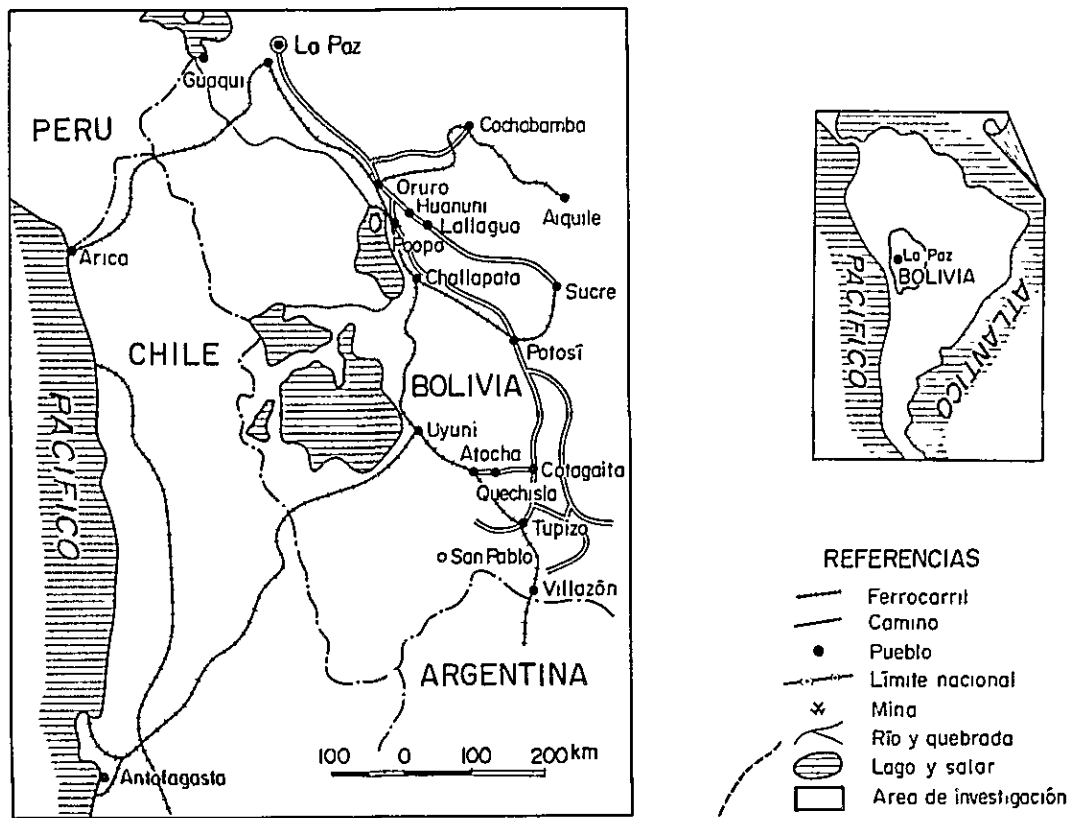















Fig. 1 Plano general del área de investigación

- REFERENCIAS**
-  Ferrocarril
 -  Río y quebrada
 -  Camino
 -  Pueblo
 -  Mina  Ingenio
 -  Área de la investigación semi detallada (1979)
 -  Área de la investigación detallada (1979)
 -  Área de la investigación de interior mina (1980)
 -  Área de la prospección geofísica (1980)
 -  Ubicación de sondeo (1980)
 -  Ubicación de sondeo (1981)
- 0  5kms

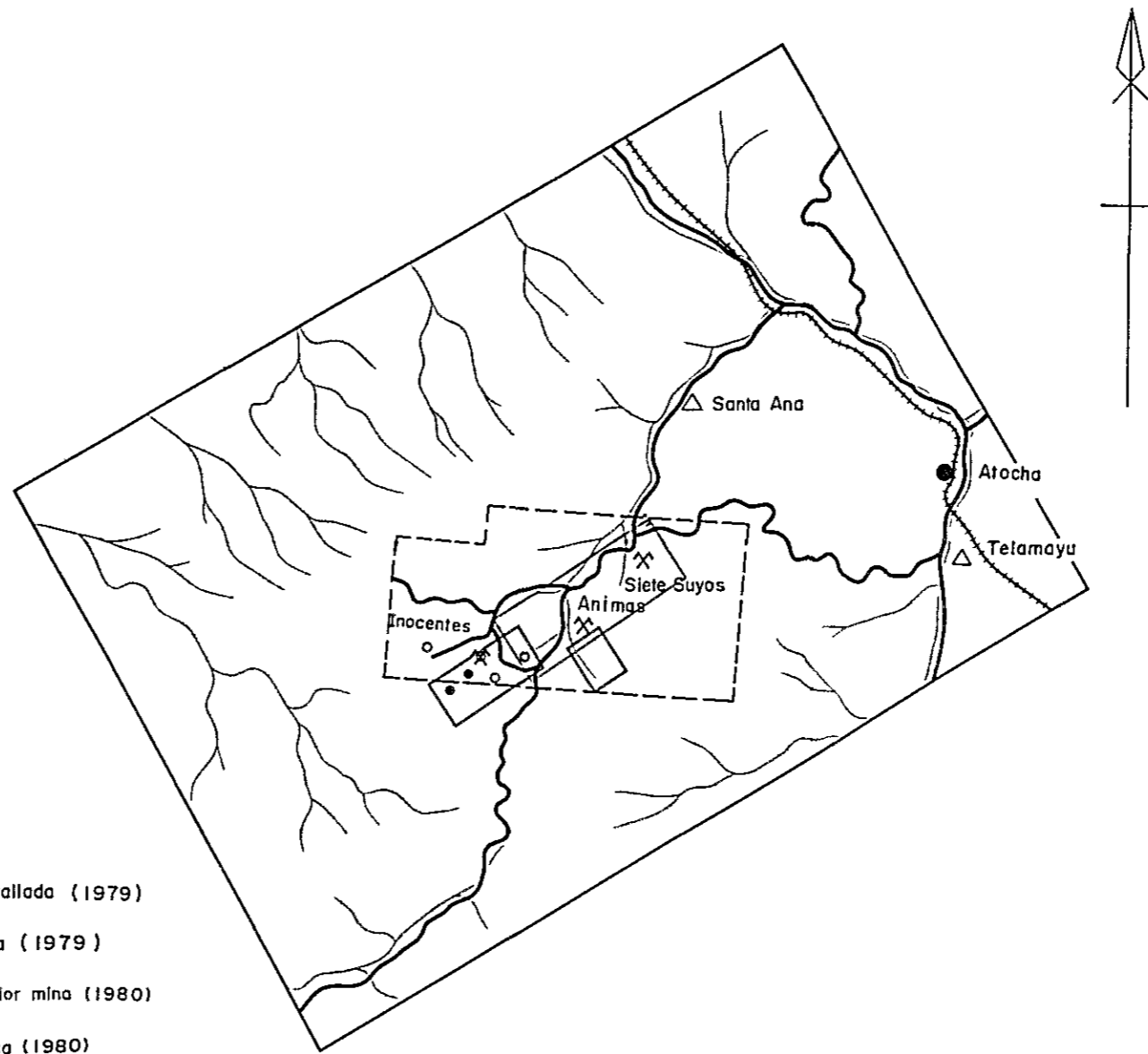


Fig 2 Plano de alcance del área de investigación

要 約

本調査はボリヴィア共和国南部に位置するGran Chocaya (グランチョカヤ) 地域における、亜鉛・錫・銀を主とする鉱物資源開発を目的とし、昭和54年9月より昭和57年2月に至る3ヶ年にわたり実施した。更に昭和56年度には、ボリヴィア最南端のアルゼンチンとの国境に接するSur Lípez (スールリベス) 地域の地質予備調査も実施した。調査の実施に当っては、ボリヴィア鉱山公社 (COMIBOL) の多大な協力を得た事を銘記する。

1. Gran Chocaya 地域

- (1) 調査は、対象地域280㎢から、段階的に鉱床賦存可能地域を抽出し、その目的により地質概査・地質精査・坑内地質精査・物理探査及びボーリング探鉱を実施した。
- (2) 調査地域は、ボリヴィア共和国南部のアルティプラーノに位置し、地形は浸食作用が進行した結果、極めて急峻であり、標高は4,700mにも達する。年間降雨量は極端に少なく半砂漠的気候を呈する。気温の日較差が大きく、植生はほとんど認められない自然条件の極めて厳しい不毛の地となっている。
- (3) 調査地域の地質はオルドビス系を基盤に白亜系及び第三系から構成される。オルドビス系は調査地域周縁部に発達し、粘板岩・砂岩及びこれらの互層よりなり、上位の地層とは傾斜不整合及び断層で接する。白亜系は地域の東端及び西端に小規模に発達する赤色砂岩層を主体にし、上位層及び下位層とは断層及び不整合で接する。第三系の主体は地域の大半を占める石英安山岩及び同質火砕岩である。
- (4) 調査地域の地質構造は、主としてオルドビス系と白亜系中の褶曲構造と断層構造に反映されている。褶曲構造は北西-南東方向が優勢であり、この方向はアンデス山系の構造にほぼ一致する。新第三系はほとんど褶曲運動を被っていない。断層の方向は多様であり特定の方向性は認められないが、基本的には、地域西方を南北に縦断するアンデス山系の骨格をなすSan Vicente (サンビセンテ) 断層に支配されるものと推定される。
- (5) 調査地域内の鉱床はAnimas (アニマス) 鉱山を中心に発達する鉱脈群で、その分布は新第三紀の石英安山岩の発達する範囲内に限定され、火成活動が鉱床の生成に密接に関係した事を暗示している。その時期はK-Ar法による絶対年代の測定結果、中新世最末期を示す。
- (6) これらの鉱脈を胚胎する裂罅系は北東-南西方向の横圧力によって形成された剪断裂罅及

び張力裂隙と推定される。横圧力の方向は鉱床地帯の褶曲軸に直交しており、これは本地域に作用した構造運動に起因するものと判断される。

(7) 当鉱床で確認された鉱石鉱物は黄銅鉱・四面銅鉱・銅藍・方鉛鉱・毛鉱・車骨鉱・硫酸塩鉱・閃亜鉛鉱・錫石・黄錫鉱・フランクアイト・濃紅銀鉱・カンフィルダイト・黄鉄鉱・白鉄鉱・硫砒鉄鉱・菱鉄鉱・磁鉄鉱・磁硫鉄鉱・ピクスヒ鉱・輝蒼鉛鉱・蒼鉛々鉱・自然蒼鉛・鉄マンガン重石・鉄重石・マンガン重石・輝安鉛鉱・閃安鉛鉱・ダドムンダイト・金紅石、更に銀・錫・鉛・亜鉛・鉄・蒼鉛・硫黄等の複雑な硫塩鉱物であり、産出する鉱物種の多いこと、並びに鉱石組織の複雑さが本鉱床の特徴である。

(8) これらの鉱物のうち一般的に高温生成の鉄マンガン重石・金紅石並びに低温生成の白鉄鉱・繊維亜鉛鉱等の地質温度計、流体包有物の実験結果並びに(7)の多様な鉱物の顕微鏡鑑察を総合すると、本鉱床は比較的短期間に多種多様な鉱物が生成されたゼノサーマル型鉱脈鉱床で、高温の中心は鉱床帯北西のVeta Rosario（ロサリオ脈）付近であったものと推定される。

(9) 当鉱床は金属元素の組合せ・品位・各元素間の相関関係の相違などから、比較的高温生成で比較的単純な鉱物組合せのⅠ帯から、低温生成で複雑多様な鉱物組合せのⅤ帯までの5帯に分帯され、鉱床の累帯分布が明らかにされた。

(10) 鉱床を中心として発達する大規模な変質帯は、X一線解析結果、カオリナイト・緑泥石・斜長石・方解石などの鉱物を指標として鉱化作用の中心部から外側に向って5帯に分帯された。更に、その結果を採鉱に応用出来ることが明らかにされた。

(11) Animas 鉱山の主脈であるVeta Burton（ブルトン脈）ならびにVeta Inca VI（インカⅥ脈）は複数の富鉱体を有し、その落し方向はほぼ垂直である。

(12) Inocentes（イノセントス）坑の主脈であるVeta Nueva（ユエバ脈）の南西延長部で実施されたボーリングMJ-1は未着鉱であり、岩芯の検鏡ならびにX一線解析結果、鉱化作用も変質作用も劣勢であり、ボーリング地点はAnimas鉱床帯の南西末端部であることが明らかにされた。

(13) Gran Chocaya 部落南部で実施されたボーリングMJ-6は未着鉱であり、岩芯の検鏡ならびにX一線解析結果、本地点まで優勢な鉱化作用が及んでいないことが解明された。

(14) Inocentes 坑のVeta NuevaとAnimas 鉱山のVeta Rosarioの各鍾先のほぼ中間のIP異常帯に対して実施されたボーリングMJ-2・MJ-5は未着鉱であり、岩芯の検鏡ならびにX一線解析結果、Veta NuevaとVeta Rosarioは各々異なる鉱化中心を有して

おり、両脈は連続しておらず、ボーリング地点では鉍化並びに変質作用が劣化していることが判明した。

(15) Veta Burtonの南西延長部のIP異常帯に実施されたボーリングMJ-3は未着鉍であったが、岩芯の検鏡並びにX-線解析結果、鉍石鉍物の種類・組合せが多種多様で更に、変質作用も顕著であり、本孔付近に鉍脈の賦存する可能性を強く暗示した。

(16) MJ-3の南西約600mの位置に実施されたボーリングMJ-4は、着鉍長40cmと5.0cmの高品位鉍に着鉍した。鉍石鉍物の種類・組合せの多様性・母岩の変質作用の程度等はAnimas鉍床の中心部と同様に極めて優勢であり、IP異常の原因も判明した。この結果、Animas鉍山の南西部は有望な探鉍候補地となった。

(17) 地表IP探査の結果、異常帯が数箇所確認された。これらの異常帯の一部に対してボーリング探鉍がなされた。Veta Rosarioの南西部の異常帯に対してはMJ-5が実施されたが顕著な鉍化帯並びに変質帯は確認されず、本異常帯は地表付近の変質帯を反映したものと解釈した。

Veta Burtonの南西部の異常帯に対してはMJ-3・MJ-4が実施され両孔とも優勢な鉍化帯と変質帯を確認し、特にMJ-4は稼行対象になり得る規模と品位を有する2本の脈を確認した。

(18) IP異常帯に対するボーリング探鉍の結果、異常帯の原因が確認され、今後、IP探査法がボリヴィア国内のAnimas鉍床と類似の鉍床の探査に有効であることが実証された。

(19) 今後の探査方針はMJ-4で着鉍した鉍脈に立入坑道で着鉍させ、北東並びに南西方向の錘押し探鉍を実施する。更にこの立入坑道を利用してMJ-3・MJ-4の南東部のボーリング探鉍を促進し、Animas鉍山南西部の探鉍をほぼ達成させる。

(20) IP探査で測線の南西端並びに南東端に確認された異常帯の原因が不明であるため、今後測線を延長し、これらを解明する必要がある。

(21) 当鉍山の鉍石価値を高めるための選鉍試験は、今後本鉍山にとって重要である。

2. Sur Lípez 地域

(1) 当地域には無数の鉍徴・旧坑・変質帯が確認されており、San Antonio (サンアントニオ) 鉍山、Buena Vista (ブエナビスタ) 鉍山は現在探鉍中で、Esmoraca (エスマラカ) 鉍山は操業中である。

- (2) 本地域は未開発であり、自然条件はボリヴィア共和国国内でも最も厳しく、調査に際しては綿密な計画と万全の準備が必要である。
- (3) 既知鉍徴地の大半は、標高約 4,500 m 以上の急峻な山岳地帯に集中し、更に自動車道路から遠隔地に位置する。
- (4) 調査に際して必要な労務者をはじめ、食糧その他の全ての物資を地域外から補給しなければならない。
- (5) 多数の鉍徴地の立地条件・地質鉍床学的条件を比較検討した結果、以下の理由で、San Antonio 鉍山の探鉍を最優先させるべきであると判断した。
- (i) 地理的に本地域の探鉍中心並びに資材の中継基地である Escala 鉍山に近い。
 - (ii) 鉍山を中心として発達する変質帯は極めて大規模かつ優勢であり、更に東方の Cerro Amarillo を中心にして前者と同程度の規模と質を有する変質帯が発達する。
 - (iii) スペイン植民地時代に、当時としては極めて大規模に稼行された形跡がある。
 - (iv) 地表には最大脈幅 200 cm にも及ぶ多数の露頭が認められ、Mesa de Plata (メサデプラタ) の通洞地並でも脈幅数 m に及ぶ鉍脈の採掘跡が存在する。
 - (v) 鉍床は主脈の Sistema de Veta No II を中心に多数の平行脈からなり、走向延長は 1,000 m 前後で最大脈幅は数 m に達するものと推定される。
 - (vi) 鉍脈は地表下約 150 m の Mesa de Plata の通洞地並で硫化鉍物を随伴するものの鉍石の主体は依然として酸化鉍であり、下部での初生硫化鉍帯に期待がもてる。
 - (vii) 通洞地並以下も採掘された形跡はあるが、その規模・地質鉍床学的情報並びに採掘を中止した理由が不明である。
 - (viii) 鉍石は含銀・鉛・亜鉛鉍で経済性が高い。

目 次

は し が き	
位 置 図	
要 約	i
第 1 章 序 論	5
1-1 調査の経緯及び目的	5
1-2 調査概要	5
第 2 章 調査地域の一般概要	9
2-1 位置, 交通	9
2-2 地形, 気候	9
2-3 鉱業所概況	10
第 3 章 調査地域の地質概要	13
3-1 地質概要	13
3-2 地質構造	15
3-3 地 史	16
3-4 鉱 床	18
第 4 章 第 1 年次調査	23
4-1 調査方法	23
4-2 第 1 年次調査結果	24
第 5 章 第 2 年次調査	29
5-1 調査方法	29
5-2 第 2 年次調査結果	30
第 6 章 第 3 年次調査	33
6-1 調査方法	33
6-2 第 3 年次調査結果	33
第 7 章 結論及び将来への展望	37
7-1 調査方法	37
7-2 結 論	38

7-3 今後の探査方針 38

参 考 文 献

参 考 資 料

LISTA DE FIGURAS

- Fig. 1 Plano general del área de investigación
- Fig. 2 Plano de alcance de área de investigación
- Fig. 3 Sistema de transporte de minerales en secciones Animas y Siete Suyos
- Fig. 4 Columna Geológica
- Fig. 5 Perfil idealizado
- Fig. 6 Modelo de vetas
- Fig. 7 Modelo de Fisuras
- Fig. 8 Zona de elementos metalicos principales
- Fig. 9 Mapa de distribución de ley de Ag de Veta Burton y Veta Inca VI
- Fig. 10 Mapa de distribución de ley de Cu, Pb, Zn, Sn de Veta Burton
- Fig. 11 Mapa de distribución de ley de Cu, Pb, Zn, Sn de Veta Inca VI
- Fig. 12 Alcance de temperatura de homogenización
- Fig. 13 Distribución de minerales detectados por rayos-X en la línea de medicon que cruza rectangularmente el grupo de vetas de Animas-Siete Suyos
- Fig. 14 Clasificación de zona alteradas
- Fig. 15 Mapa de interpretación sumaria de geofísica
- Fig. 16 Mapa de ubicación de pozos y sus perfiles geológicos

LISTA DE TABLAS

- Tabla 1 Lista de estratigrafía del área de Sur Lípez
- Tabla 2 Lista de las vetas de la mina Animas-Siete Suyos
- Tabla 3 Ley promedia de los elementos metálicos principales
- Tabla 4 Correlaciones de los elementos metálicos principales
- Tabla 5 Lista de las minerales por observación microscópica de las secciones pulidas
- Tabla 6 Salinidad de inclusiones fluidas de muestra F-1 de veta Rosario
- Tabla 7 Lista de clasificación de los minerales alterados
- Tabla 8 Tiempo necesario para trasladar de la mina Escala a cada indicios del área de Sur Lípez
- Tabla 9 Lista de minas y indicios del área de Sur Lípez

LISTA DE APENDICE

Columnas geológicas de taladro de sondeo

LISTA DE PLANO

Mapa geológico y sus perfiles del área estudiada semi detallada

第 1 章 序 論

1-1 調査の経緯及び目的

ボリヴィア共和国は、マレーシア・インドネシアと並び世界の主要錫生産国であり、錫生産に国家財政の大半を依存する鉱業国である。最近の鉱石の輸送費高騰対策と、付加価値の増大という観点から同国内に製錬所を建設するという鉱業政策を推進してきた。本政策の一環として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た。日本国政府はこれに応じて1975年及び1976年に亜鉛製錬所建設及びこれに伴うインフラストラクチャーに関する調査団を派遣し、調査検討させた。

ボリヴィア共和国政府は、前述計画に伴う亜鉛鉱石の確保という観点から、亜鉛鉱床探査に関する技術協力を日本国政府に要請した。この結果、日本国政府はボリヴィア共和国南部のSan Vicente (サンビセンテ) 鉱山、Tatasí (タタシ) 鉱山を中心とする地域での鉱床探査を1976年から1978年まで実施した。

この間にボリヴィア共和国政府は更に上記地域の北方に位置するGran Chocaya (グランチョコカヤ) 地域の鉱床探査の技術協力を日本国政府に依頼した。その結果、日本国政府は本地域の調査を1979年から開始し1981年に完了した。当調査は、調査地域の地質及び地質構造更に鉱床の特性を解明し、より効果的な探鉱手段で鉱床胚胎地域を抽出し、究極的に新鉱床を発見することを目的とした。更に第3年次にはSur Lípez地域の地質予備調査を実施し、本地域内の鉱徴地の探鉱優先順位を検討した。

1-2 調査概要

1979年から1981年にわたるGran Chocaya地域の資源開発協力基礎調査はFig 1に示す通りAmimas 鉱山を中心にした280km²の範囲内で実施された。調査はCOMIBOLの協力を得て地表地質調査・坑内地質調査・物理探査(IP法)及びボーリング探鉱が友好裏に実施された。調査の経過は、前述の探査方法の結果を総合的に解析して、当初の調査地域からより有望な鉱床胚胎地域を抽出し、それに対してより適切な探査方法を適用した。

Sur Lípez地域の地質予備調査は面積4,300km²内に分散する主要鉱徴地を対象に坑内外地質概査を実施した。

本調査に従事した日本国側及びボリヴィア共和国側調査員は次の通りである。

調 査 法	1979年	1980年	1981年
計 画 ・ 折 衝	黒 子 孟 夫 中 村 研 治 千 村 和 弘	田 所 久 造 石 橋 健 中 村 研 治 納 篤	田 所 久 造 石 田 真 中 村 研 治
地 質 調 査	黒 沼 廣 治 伊 藤 俊 弥 堀 昌 雄 蛇 目 秀 雄 北 畠 光 雄 大 山 勉 H. Martínez J. Carlos A. Flores J. Caballero V. Choque T. Magne G. Wieler	伊 藤 俊 弥 蛇 目 秀 雄 高 野 良 一 金 龍 之 緒 川 上 恭 一 W. Salinas D. Garzon J. Carlos H. Martínez P. Velazco J. Caballero V. Choque	石 田 真 北 善 次 中 村 研 治 佐 原 猛 伊 藤 俊 弥 J. Murillo P. Velazco
物 理 探 査		遠 藤 康 雄 田 中 栄 治 又 坂 慈 雄 三 浦 一 憲 C. Angulo J. Larrea	
ボ ー リ ン グ 工 事		梶 尾 昌 延 狩 野 茂 谷 川 育 夫 草 野 宏 通	梶 尾 昌 延 清 水 久 司 藤 井 究 哉

1-2-1. 第1年次調査

第1年次の調査は、Animas 鉱山を中心にして、面積280km²の地質概査と既存鉱山を中心とした面積30km²の鉱化変質帯の地質精査がなされた。地質概査の結果、縮尺1:10,000のルートマップに基き縮尺1:20,000の地質図が作成された。地質精査の結果、旧坑、露

頭等の鉍化変質帯等が正確に記載された縮尺1：5000の地質図と同縮尺の変質帯分帯図が作成検討された。

1-2-2 第2年次調査

第2年次の調査は、第1年次の地質精査範囲内(30km²)で地表地質精査、坑内地質精査、物理探査(IP法)及びボーリング探鉍が実施された。地表地質精査はInocentes(イノセントス)坑を中心としたボーリング探鉍地点を含む約1.5km²を対象に実施された。坑内地質精査は、Animas鉍山の302m、510m、617m、661m、700m、740m、780mの各地並及びInocentes坑の132m地並で実施され、調査坑道総延長は26kmに達した。縮尺1：1,000の地質スケッチに基く調査結果、縮尺1：5,000の地並別坑内地質図と地質断面図が作成された。また採取された510個の鉍石試料は化学分析をはじめ各種の室内実験に供され、その結果を総合的に検討して、鉍化作用、変質作用、鉍脈を胚胎する裂罅の生成等の特性が解明された。特に鉍石の構成鉍物・鉍物組成などと富鉍体の関係及び富鉍体と各種金属成分の分布形態が解明された。

IP法による物理探査は、Animas鉍山の南西からInocentes坑にかけての13.2km及びAnimas鉍山東南部の4kmの計17.2kmの測線に実施された。本調査は周波数法を採用し、電極配置はDipole-Dipole法とし、一部で平均三極法を採用した。調査と平行して、データの解釈とシュミレーション解析の基礎資料を得るため、調査地域内とその周辺で岩石及び鉍石試料を35個採取し室内実験に供した。

ボーリング探鉍はInocentes坑の主脈であるVeta Nueva(ヌエバ脈)の北東及び南西縫先き延長部で各々1孔の計2孔、掘進長80225mを実施した。

1-2-3 第3年次調査

第3年次の調査は、第2年次の調査結果に基づいて計画・実施された。ボーリング探鉍はAnimas鉍山のVeta Rosario(ロサリオ脈)とVeta Burton(ブルトン脈)・Veta Colorada(コロラダ脈)の南西延長部のIP異常帯に対して3孔、掘進長1,054mとGran Chocaya部落南部の変質帯に1孔・401.5mの試錐が実施された。

地質予備調査は、ボリビア共和国最南端のアルゼンチン共和国との国境に接するSur Lípez地域の面積約4,300km²について実施された。調査地域内に知られている、無数の鉍徴地のうち、10個所について調査及び試料採取を実施しその結果を比較・検討し次期探鉍候補地を抽出した。

第 2 章 調査地域の一般概要

2-1. 位置・交通

調査地域は、首都 La Paz (ラパス) 市の南々東、直距離約 520 km の付近に位置し、行政上は Potosí (ポトシ) 州 Nor Chichas (ノルチチャス) 郡に属する。

La Paz から調査地域への交通は、鉄道と自動車による方法がある。鉄道の場合は、La Paz よりアルゼンチンとの国境の町 Villazón (ビリアゾン) に達する La Paz - Villazón 線により調査地域に近い Atocha (アトチャ) まで約 15 時間、Atocha から自動車で約 30 分で調査地域中心部の Animas 鉱山に達する。

自動車による場合は、多様なルートがあるが、乾期には La Paz - Potosí - Cotagaita (コタガイタ) - Animas 経由で約 860 km、2 日の行程が普通である。雨期には、各所で道路が水没寸断され、調査地への所要時間及びルートは一定せず、交通の途絶える場合も発生する。Sur Lípez 地域は Animas 鉱山の南西約 300 km に位置し、同鉱山から更にジープで 1 日の行程を要する。

従って、La Paz から Sur Lípez 地域までは 3 日の行程となる。

2-2. 地形・気候

調査地域は、ボリビア共和国南部のアルティプレーノにあり、標高は約 3,600 m から地域中央部の Cerro Khumullani (セロクムラニ) の 4,703 m に達する。調査地域のほぼ中央を Río Chocaya (リオチャカヤ川) が北東に流下し、その浸食作用が進行し、急峻な壮年期地形を呈する。Animas 鉱山を中心にして第三紀中新世に活動した石英安山岩よりなる標高約 4,500 ~ 4,700 m に達する高峰が点在し、これらは調査地域周辺部の堆積岩の分布する平坦な地域と対照的であり、地質と地形が密接な関係を示す。

調査地域は、南緯 21° に位置し、熱帯性気候に属すべき地域であるが、標高が高いため特異な気候となっている。すなわち、年間平均気温は 5 ~ 6 °C であるが、冬期の夜間気温は氷点下 25 °C まで下り、夏期でも氷点下に達する。日中の最高気温は冬期の 7 月で 15 °C 前後、夏期の 12 月で 25 °C 前後であるが、夜間には急激に下り、気温の日較差は 30 °C にも達する。乾期と雨期の区別が明瞭で、雨期は 12 月から 3 月までで、年間降雨量がこの時期に集中するため、各所の道路が寸断され、道路網は麻痺状態となる。乾期にはほとんど降雨がなく乾燥が

激しく、湿度は0～30%程度である。こうした本地域の厳しい気候条件は植生、住民生活に大きな影響を与えており、調査地域の大半は不毛の地となっている。Sur Lípez 地域の大半は標高約4,400m以上の急峻な地形で自然条件はGran Chocaya 地域よりも一段と厳しい。

2-3. 鉱業所概況

Animas 鉱山及びSiete Suyos (シエテスーヨス) 鉱山は、COMIBOL が所有しており、組織的には

Quechisla (ケチスラ) 鉱業所 - Chocaya (チョカヤ) 事業所 $\left\{ \begin{array}{l} \text{Animas 鉱山部} \\ \text{Siete Suyos 鉱山部} \end{array} \right.$
の機構となっている。

両鉱山ともスペイン植民地時代に開発されたもので、その歴史も古く大規模な鉱床である。当鉱床の北東部は、Siete Suyos 鉱山、南西部はAnimas 鉱山によって採掘されている。採掘深度は地表下780mにまで達しているが、深部での鉱況は依然として優勢である。特にVeta BurtonはAnimas 鉱山の主要脈であり、その出鉱量は全体の約90%を占める。

産出される粗鉱は2種類あり、銀-鉛-亜鉛系の鉱石はTelamayu (テラマユ) 選鉱場で、銀-錫-銅系の鉱石は、Santa Ana (サンタアナ) の選鉱場で処理される。

両鉱山からの月間産出粗鉱量は、1981年現在Telamayu 選鉱場への約17,000t (銀325g/t, 鉛1.81%, 亜鉛3.08%) 及び、Santa Ana 選鉱場への約4,800t (銀160g/t, 錫0.35%, 銅0.19%) の計21,800tである。両鉱山の全従業員は約1,150名でそのうちの約60%が坑内従業員である。

なおQuechisla 鉱業所は後述する各事業所を統括する事務管理部門のみからなる。当鉱業所はChocaya 事業所の他に次の事業所を管理するボリヴィア南部のCOMIBOLの鉱業の中心地である。

Choroluque (チョロルケ) 鉱山：世界一標高の高い鉱山で鉱床は第三紀の石英安山岩及びその周辺の花砕岩中に胚胎される錫鉱脈鉱床でありタングステンを伴う。

Tazna (タズナ) 鉱山：本鉱山はボリヴィア国内の代表的なビスマス鉱山で、当鉱山からの鉱石を対象にTelamayu にビスマス製錬所が建設された。1981年現在、ビスマスの市況悪化でビスマス鉱は採掘されておらず、タングステンを稼行対象としている。鉱床は新第三紀の石英斑岩及びオルドビス系の堆積岩中に胚胎される鉱脈型鉱床である。

Tatasí 鉱山：本鉱山に対して1976年より3ヶ年にわたって資源開発協力基礎調査が実

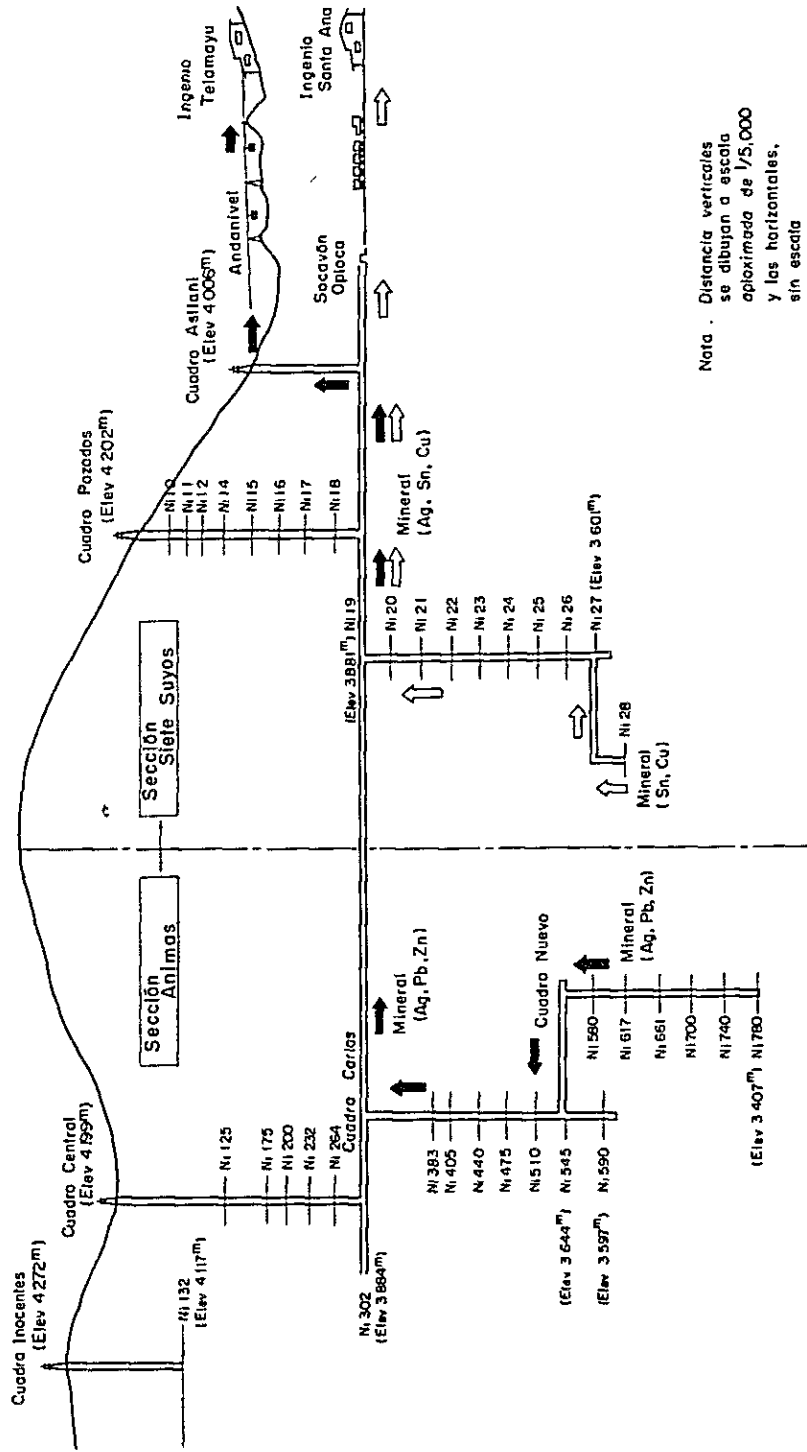


Fig. 3 Sistema de transporte de minerales en secciones Animas y Siete Suyos

施された。鉱床は第三紀石英安山岩及び同質火砕岩中に胚胎される銀－錫－鉛－亜鉛の鉱脈型鉱床である。

San Vicente 鉱山： 当鉱山も1976年から3ヶ年にわたる資源開発協力基礎調査の対象となった。鉱床は第三紀の赤色砂岩中に胚胎される銀・錫を随伴する閃亜鉛鉱を主体とする鉱脈鉱床である。

Telamayu 選鉱場： 当所には選鉱場・ビスマス製錬所及び工作工場が併設されている。当工作工場は、前述各鉱山の諸設備の製作・修理・整備業務を担当している。

第3章 調査地域の地質概要

3-1. 地質概要

調査地域は東アンデス山系一帯を形成する古生界とアルティプラーノに分布する第三系の境界付近に位置する。この境界付近には新第三紀以降の活動とされている酸性の貫入岩及び噴出岩が点在する以外は、極めて単調な劣地向斜型堆積物及び新第三紀後期の凝灰岩類が分布するのみである。これらの酸性火山活動は、ポリヴィア国内の主要な鉱床地帯に発達し、錫・銀・鉛・亜鉛・アンチモン・ビスマスなどの鉱床生成に密接に関与している。

本地域の地質はオルドビス系を基盤に後述の白亜紀及び第三紀の各累層から構成される。地質予備調査の Sur Lípez 地域では San Vicente 累層堆積後に Rondal 累層を構成する玄武岩の火成活動が局部的に認められる。この玄武岩火成活動以外、Sur Lípez 地域の地質・地史及び地質構造等は、Gran Chocaya 地域と同様である。

Tabla 1 Lista de estratigrafía del área de Sur Lípez

Area		Sur Lípez	Gran Chocaya	Rocas
Edad		Unidades	Unidades	
QUOTERNARIO		Aluviones, Terrazas etc.		
TERCIARIO	Mioceno Superior	Lavas y rocas piroclásticas	Lavas y rocas piroclásticas	Intrusivos, lavas y piroclásticos
		Formación Quehua	Formación Quehua	Tobas, Tobas lapilli, Tobas brecha etc
			Formación Rondal	Lava de basalto
		Formación San Vicente	Formación San Vicente	Arenisca con conglomerado
	Eoceno	Formación Potoco	Formación Potoco	Areniscas
CRETACICO	Formación El Molino	Formación El Molino	Areniscas y calizas	
ORDOVICICO	Miembro Peña Azul	Areniscas y pizarras, alternante de areniscas y pizarras	Areniscas y pizarras	
	Miembro Peña Blanca			

オルドビス系：本系は調査地域の東及び南西部に広範囲に分布し、砂岩と粘板岩を主体とする。本系は下部の Peña Blanca (ベニヤブランカ) 砂岩粘板岩互層部層と上部の Peña Azul (ベニヤアスル) 粘板岩部層に大別され、両部層とも著しい褶曲作用を被っているが変

成作用は被っていない。前者は暗黒～暗灰色の粘板岩と淡灰～灰色の細粒砂岩が10 cm前後の厚さで互層し、美しい縞状及びスランプ構造が随所に観察される。Peña Azul粘板岩部層は劈開面の発達した弱い層理を有する黒色粘板岩を主体する。本系は層厚1,500 m以上に及ぶが、火砕岩や礫岩などを全たく挟在せず、単調な典型的劣地向斜堆積物である。上位の白亜系とは断層並びに傾斜不整合で接する。

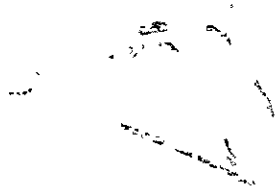
白亜系：ボリヴィア国内での白亜系は、古生界の分布する地域に細長い地向斜を形成して発達する内海成及び陸成堆積物であり、赤色砂岩、石灰岩及び石灰質砂岩から構成される。本系は調査地域の東部で南北方向に帯状、西部ではドーム状分布を示すが、いずれも小規模である。本系は成層した赤色砂岩層を主体にして、上部で石灰岩の薄層を挟在し、これらの地層から産出するMelanides sp., Epidermis de mamifero etc.の植物及び動物化石の鑑定結果と岩相から、本層を同国内でのEl Molino(エルモリノ)累層に対比した。上位の第三系とは傾斜不整合と漸移関係で接する。

第三系：Animas 鉞山を中心に広範囲に分布する本地域の第三系は、地域西部に分布するPotoco(ポトコ)累層とこれを傾斜不整合で覆うSan Vicente累層、調査地域のほぼ30%を占めてSan Vicente累層を不整合で覆うQuehua(ケウア)累層、さらに火成岩及び火砕岩類が累層する。これらの第三系は一部に水の影響が認められるものの、全体としては陸成層といえる。火成岩以外は明瞭でほぼ水平な傾斜を示すが、Potoco累層のみは急傾斜を示す。

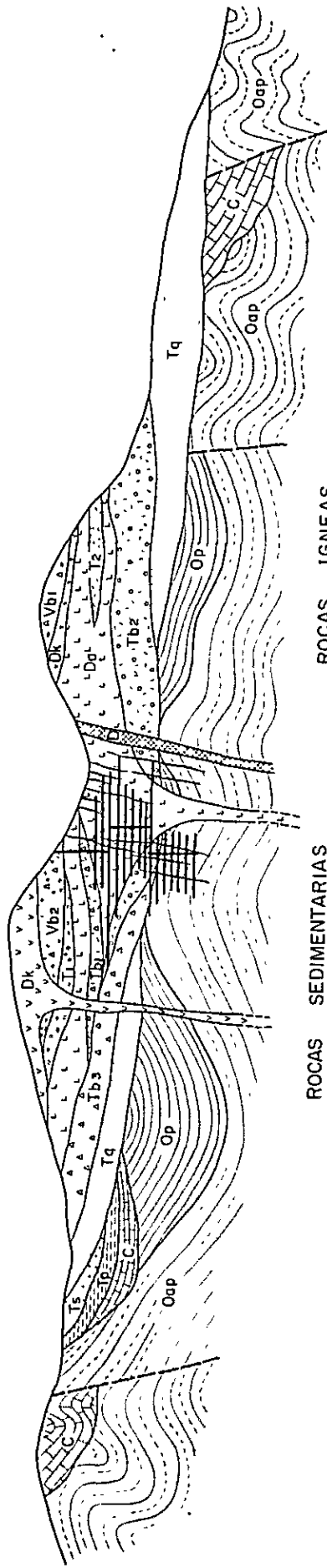
Potoco累層は調査地域の西方に小規模な帯状分布を示し、美しい偽層の発達する成層した赤色～赤灰色砂岩及びシルト岩より構成される陸成層である。本累層と下位のEl Molino累層の赤色砂岩層との肉眼的識別は困難であるが、本累層の方がEl Molino累層より固結度が低い。両者の関係は平行不整合ないし漸移関係にあるものと推定している。

San Vicente累層は調査地域西部に極めて小規模に分布する、不鮮明な層理を示す凝灰質赤色砂岩と赤色砂岩より構成され、下位のPotoco累層とは基底礫岩を伴って傾斜不整合で接する。当累層から産出する広葉植物のCassiaの化石から、本累層を岩相の全く異なる塊状礫岩を主体とするSan Vicente累層に対比した。

Quehua累層は、調査地域をとりまいて広範囲に分布する岩相変化に富む火砕岩である。本累層は局部的にレンズ状赤色砂岩薄層を挟在する以外は、すべて凝灰質で続成作用が進行せず、極めて軟質な岩石である。しかし、岩相は極めて多様で変化に富み、軽石凝灰岩・軽石質凝灰岩・火山礫凝灰岩・火山豆石凝灰岩等から構成される。







ROCAS SEDIMENTARIAS

ROCAS IGNEAS




















- | | |
|--|---|
| <p>TERCIARIO</p> <ul style="list-style-type: none">  Brecha volcánica de Cerro Pabelón  Brecha volcánica de Batán Loma  Toba de Cerro Negro Paza  Toba de Rancho Lupajara  Toba brecha de Gran Chocaya  Toba Lapilli de Rancho Candelaria  Toba brecha de Inocentes  Formación Quechua  Formación San Vicente  Formación Pataco <p>CRETACIO</p> <ul style="list-style-type: none">  Formación El Molino (Calizas y areniscas rojas) <p>ORDOVICICO</p> <ul style="list-style-type: none">  Miembro de pizarras de Peña Azul  Miembro de disposición alternante de areniscas y pizarras de Peña Blanca | <ul style="list-style-type: none">  Dique de dacita  Dacita de Cerro Khumullani (Lavas)  Dacita de Anmas (Lavas) <ul style="list-style-type: none">  Vetas  Falla  Socavón |
|--|---|

Fig. 5 Perfil idealizado



火成岩及び火砕岩は、Animas 鉱山を中心に広範囲に発達する一連の黒雲母-角閃石石英安山岩質岩石である。鉱化作用はすべて本岩の分布地域内に限られ、当調査地域もポリヴィア国内の他の代表的な多金属鉱床地帯と同様に、酸性火成活動が鉱床生成と密接に関連することを示している。

火成岩は局部的に柱状節理を有する緻密堅硬な貫入岩相も観察されるが、大半は流理構造や自破砕構造を示す熔岩相からなり、前後2回の活動が認められる。前期の熔岩をAnimas 石英安山岩熔岩、後期のものをCerro Khumullani 石英安山岩熔岩と呼称している。これら前後2回の火山活動に伴い、各々の熔岩を中心にして、その周縁部に局部的に数ユニットの石英安山岩質火砕岩が発達する。これらの岩石は多量の黒雲母・角閃石・石英などの結晶又は、結晶片を含有し、岩相・分布・層準などの相違からInocentes 凝灰岩・Rancho Candalaria (ランチョカンデラリア) 火山礫凝灰岩・Gran Chocaya 凝灰角礫岩・Cerro Negro Pozo (セロネグロポソ) 凝灰岩及び、Rancho Lupijara (ランチョルピハラ) 凝灰岩と呼称されている。一連の火成活動の時期は、石英安山岩熔岩のK-Ar法による絶対年代測定結果、 $11.7 \pm 0.6 \text{ m.y.} \sim 12.1 \pm 0.6 \text{ m.y.}$ を示し、中新世最末期に対応する。

3-2. 地質構造

本地域の地質構造は、北北西-南南東より東西方向を示す。すなわち、当地域はアルゼンチンとの国境付近より続く南北方向を示す地質構造がペルーとの国境に続く北西-南東方向に屈曲する地点に位置する。これらの地質構造は主としてオルトビス系と白亜系の褶曲構造及び断層に反映されている。

褶曲運動としては、白亜紀以前の地層がバリスカン・ネバダ及びアルプスの各造山運動を受けた結果、激しい褶曲構造を示す。その褶曲軸の方向は断層によりブロック化された地域ごとに多様である。しかし、Animas 鉱山を中心にして東西20km前後の範囲内では、褶曲軸の方向はほぼ北西-南東系と解釈され、特に鉱床地帯では、この構造が安定し波長、数100m以下の対称褶曲を示し、その軸面は垂直に近い。

褶曲の程度はオルトビス系で最も著しく、次いで白亜系そして第三紀Potoco 累層の順である。

断層としては南北・北東-南西及び東西系が発達するが卓越した方向性は認められない。しかし、広域的に断層運動を考察すると、本地域西方を東アンデス山系の骨格をなすSan

Vicente 断層が南北に縦断しており、当地域も基本的には南北系の断層に支配されているものと推定される。

坑内での褶曲構造はオルドビス系に普遍的であり、卓越する褶曲軸の方向は、北西—南東系で、波長、数 100 m 以下の対称褶曲で、軸面は垂直に近い。北西—南東系以外の褶曲構造が局所的に観察されるが、いずれも断層運動により小ブロック化された特異な場所に限定される。

またこの主要褶曲軸と直交する方向にも極めて緩傾斜の褶曲構造が認められるが、その詳細は不明である。

坑内での断層は随所に観察されその規模も多様であるが、垂直断層以外はおおむね正断層であり、逆断層は確認されていない。これらの走向は北西—南東、北東—南西、東—西及び南—北系と多様であるが、このうち南—北系は極めて稀で、他の 3 系統の断層が同程度の頻度で発達している。しかし、これらのうち、断層破砕帯を伴う落差の大きい断層はオルドビス系と第三系を画するものが主体であり、302 m 地並の随所で観察される。その方向は北西—南東系、北東—南西系及び東—西系であり、卓越した特定の方向性は認められない。但し、302 m 地並のオルドビス系内の北東向主要運搬坑道では、北西—南東系の破砕帯を伴う断層が顕著であり、調査地域内では主要褶曲軸に平行な断層が優勢なのかもしれない。

断層落差については、Veta Rafael (ラファエル脈) 北西の Falla Basofia (バソフィア断層) が、オルドビス系と第三系間で上下方向に約 80 m、また 700 m 地並の Veta Inca VI で水平方向に約 50 m の転位が確認されているのみである。しかし、オルドビス系と第三系間に発達する断層以外は、その連続性及び転位量も極めて小さく、小規模な断層であろうと推定している。また断層運動と鉍化時期の関係は、鉍脈に切られる断層・鉍化作用を伴う断層・鉍脈を切る断層等と多様であり、断層運動が前鉍化作用期から後鉍化作用期にわたって活動したことを示している。

3-3. 地 史

調査結果及び既存の資料から、当地域の地史は次ように要約される。

本地域は古生代にはブラジル盾状地と西部アンデス地向斜に属しており、膨大な古生代の堆積物を堆積させている。特にオルドビス紀に海進が頂点に達し大地向斜を形成した。その結果オルドビス系の層厚は 10,000 m にも達するものと推定され、本地域に分布するオルドビス系はその一部といわれている。

この地向斜には火成活動が全く存在せず、典型的な劣地向斜の特徴を示している。オルドビス系とシルリア系の関係は、タコニック造山運動の影響により不整合関係を示す。本地域の北方の Uyuni (ウユニ) 付近にはシルリア系の発達があり、かつてはそれが本地域まで分布していたのではないかと推定されるが明確ではない。

シルリア紀以後は、ボリヴィア中央部において、デボン紀に海進並びに海退があり、更に二疊紀に小規模な海進が起ったが、本地域までは及んでいない。恐らく、本地域には、デボン紀以降の堆積作用は行なわれず、又、仮に堆積したとしても極く薄く、当時、当地域は古地理的には東に開いた海の西縁部であったものと推定されている。その後、三疊紀末から白亜紀前期にかけてボリヴィア全土の大半が陸化している。この期間に、古生代の古期岩類は激しい褶曲運動を受け、かつ、その後の侵食作用により準平原化している。この激しい褶曲運動は晩期パリスカン造山運動又は、早期アルプス造山運動のネバタ時相に対応するものと考えられている。

白亜紀中期に至り、ペルーからボリヴィア南部にかけて狭小な地向斜が形成され、浅海または瀕海成堆積物を堆積させた。調査地域の El Molino 累層は白亜紀後期の堆積物である。この白亜系は古第三系の陸成堆積物に漸移し、その境界は明らかでない。ボリヴィア国内で、白亜紀に玄武岩の火成活動が知られているが、本調査地域内では確認されていない。白亜系はボリヴィア国内における最後の海成層となり、これ以後の海成層は確認されていない。

古第三紀に至り、東西アンデス山系が上昇し、両山系に挟まれたアルティプラノ堆積盆地が形成され、この盆地は両山系の上昇と盆地の連続的な沈降に伴なって層厚 10,000 m 以上に達する第三系を堆積させ、現在もなお本盆地の埋積が続いている。

調査地域及びその周辺で白亜系は、古第三系の Potoco 累層に漸移し、または平行不整合で海成層より陸成層に移化している。調査地域南西の Sur Lípez 地域には、本累層上部付近に玄武岩ないし安山岩の活動が知られているが、当調査地域には及んでいない。

調査地域では Quehua 累層堆積時に至り激しい火成活動が起り、調査地域を広範囲に火砕岩が覆っている。本地域及びその周辺では漸新世から中新世にかけてカルクアルカリ岩系の石安山岩・石英斑岩などの噴出・貫入が行なわれ、これらの火成活動に関連して、錫・金・銀・鉛・亜鉛・銅・タングステン・アンチモン・ビスマス等の多様な鉱化作用があった。

これら一連の火成活動の一端として調査地域内で中新世最末期に Animas 鉱山を中心とした火山活動があり、各種の火砕岩及び熔岩流を噴出している。この火成活動に伴なって Animas 鉱山, Siete Suyos 鉱山, Inocentes 坑などの一連の鉱化作用があったものと推定さ

れる。

これら一連の石英安山岩の活動は、前期の Animas 石英安山岩熔岩と後期の Cerro Khumullani 石英安山岩熔岩に 2 分される。両熔岩の K-Ar 法による絶対年代測定の結果は、 $11.7 \pm 0.6 \text{ m.y.} \sim 12.1 \pm 0.6 \text{ m.y.}$ で中新世最末期を示し、地域西部の San Vicente 鉍山、Tatasí 鉍山付近の火山岩より若干新しい年代を示している。

第三紀に至り、アルプス造山運動に伴う褶曲運動は、漸新世前期・中新世前期及び後期並びに鮮新世後期であったとされており、Potoco 累層は中新世前期までの褶曲運動によって激しい褶曲を受け、また、この間に当地域の主要な断層が形成されている。

San Vicente 累層以降の各地層は、ほとんど褶曲作用を受けておらず、本累層と Potoco 累層の関係は傾斜不整合である。

3-4. 鉍 床

調査地域はボリビア共和国南西部の東アンデス山系の西端に位置し、ほぼ南北に延びる広大な多金属鉍脈鉍床地帯のほぼ中央部を占め付近には多数の稼行鉍山及び鉍徴地が知られている。これらの鉍床はいずれも成因的に新第三紀の石英安山岩火成活動に密接に関連して形成されたゼノサーマル型鉍脈鉍床と解釈されている。

Chocaya 鉍山は、スペイン植民地時代から稼行された歴史の古い鉍山であり、Animas 鉍山を中心にその北東延長に Siete Suyos 鉍山、南西部に Inocentes 坑が位置し、鉍床帯の規模は北東-南西の走向方向に約 6 km、これと直交する方向に約 3 km に及び、垂直方向には地表下 780 m まで開発され、鉍況はなお優勢である。

鉍脈を胚胎する裂隙の形成は、本地域の基盤をなすオルドビス系中の主要褶曲軸に直交する北東-南西方向の横圧力によるものと解明された。

稼行対象金属は銀・錫・亜鉛・鉛・銅等であり、産出鉍物の種類とその組合せが多種多様であり、更に鉍物組成の複雑さが本鉍床の特徴である。

鉍床母岩は上部で第三紀の主として石英安山岩、下部でオルドビス系であり、鉍況はオルドビス系中で多少優勢となる傾向を示す。鉍脈の走向は、ほぼ北東-南西系であるが、傾斜は北西と南東に落す 2 系が存在し、各々多数の平行脈から構成される。

鉍脈の規模は、最大の Veta Colorada で走向方向に約 2000 m に及び、傾斜方向には Veta Burton と Veta Inca VI が地表下 780 m まで開発され鉍況は依然として優勢である。

Tabla. 2 Lista de las vetas de mina Animas-Siete Suyos

Veta	Rumbo	Buzamiento	Longitud(m)	Plomedio de Ancho de Veta(cm)
Rosario	N50°E	80°N	1,450	21
San Juan	N55°E	80°N	550	31
Colorada	N45°E	75°S	2,000	17
Inca	N30°E	50°N	400	22
Inca I	N45°E	80°N	750	50
Judios	N40°E	70°N	150	33
Rafael	N50°E	80°S	250	59
Animas	N40°E	80°S	250	37
Dejada	N50°E	85°S	100	25
Esperanza	N60°E	80°S	250	22
San Patricio	N60°E	70°S	400	11
Salvadora	N50°E	70°S	300	24
Arturo	N50°E	65°S	600	16
Nueva	N55°E	70°S	700	31
Chorro	N50°E	65°S	300	
Burton	N50°E	80°S	1,500	25
Inca II	N40°E	80°S	550	14
Inca III	N50°E	65°S	300	
Inca IV	N40°E	70°S	150	10
Inca V	N80°E	70°S	250	
Inca VI	N50°E	75°S	250	29
Inca VII	N45°E	65°S	100	10
A	N55°E	70°S	40	25
B	N45°E	70°S	150	15
C	N55°E	70°S	250	19
D	N60°E	75°S	150	17
E	N60°E	85°N	100	9
F	N45°E	80°N	150	12
G	N50°E	50°N	150	18
H	N40°E	80°N	350	50
I	N40°E	80°S	100	30
J	N35°E	70°N	150	35
K	N70°E	70°N	200	29
M	N50°E	70°S	100	19

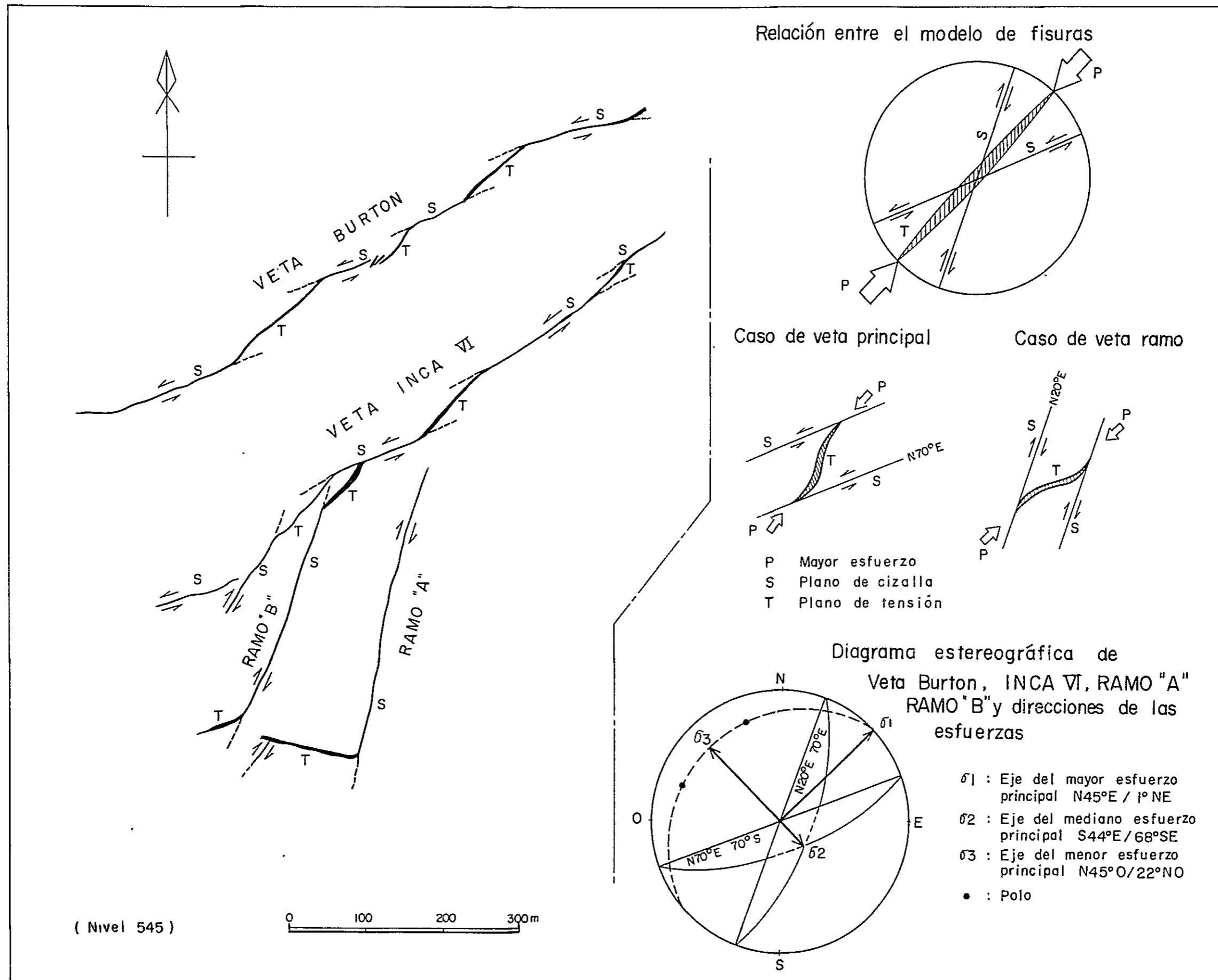


Fig. 7 Modelo de fisuras

Tabla. 3 Ley promedia de elementos metalicos principales

	Números de análisis	Cu(%)	Pb(%)	Zn(%)	Sn(%)	Ag(g/t)
Zona I	37	0.94	2.39	3.03	1.29	877
Zona II	14	1.05	0.36	2.00	1.07	331
Zona III	40	0.37	4.66	9.93	1.57	1271
Zona IV	48	0.06	22.14	14.04	0.95	2545
Zona V	70	0.31	22.91	17.04	0.61	1206
Total	209	0.41	13.80	11.42	1.01	1383

Tabla. 4 Correlaciones de elementos metalicos principales

	Correlación positivo	Correlación negativo
Zona I	Sn-Cu Sn-Ag	
Zona II	Sn-Cu Pg-Zn	
Zona III	Sn-Cu Ag-Pb Sn-Pb Cu-Pb	
Zona IV	Sn-Cu Ag-Pb Sn-Pb Sn-Ag Cu-Zn	
zona V	Ag-Pb	Cu-Zn Pb-Zn

Confianza : más 95%

Grupos de vetas en cada zona

- Zona I : Veta Rosario, San Fuan.
- Zona II : Veta Rafael, Animas, Dejada.
- Zona III: Veta Esperanza, Salvadora, Arturo, Chorro.
- Zona IV : Veta Burton, Inca II, III, IV, Judios.
- Zona V : Veta Inca V,VI,VII.

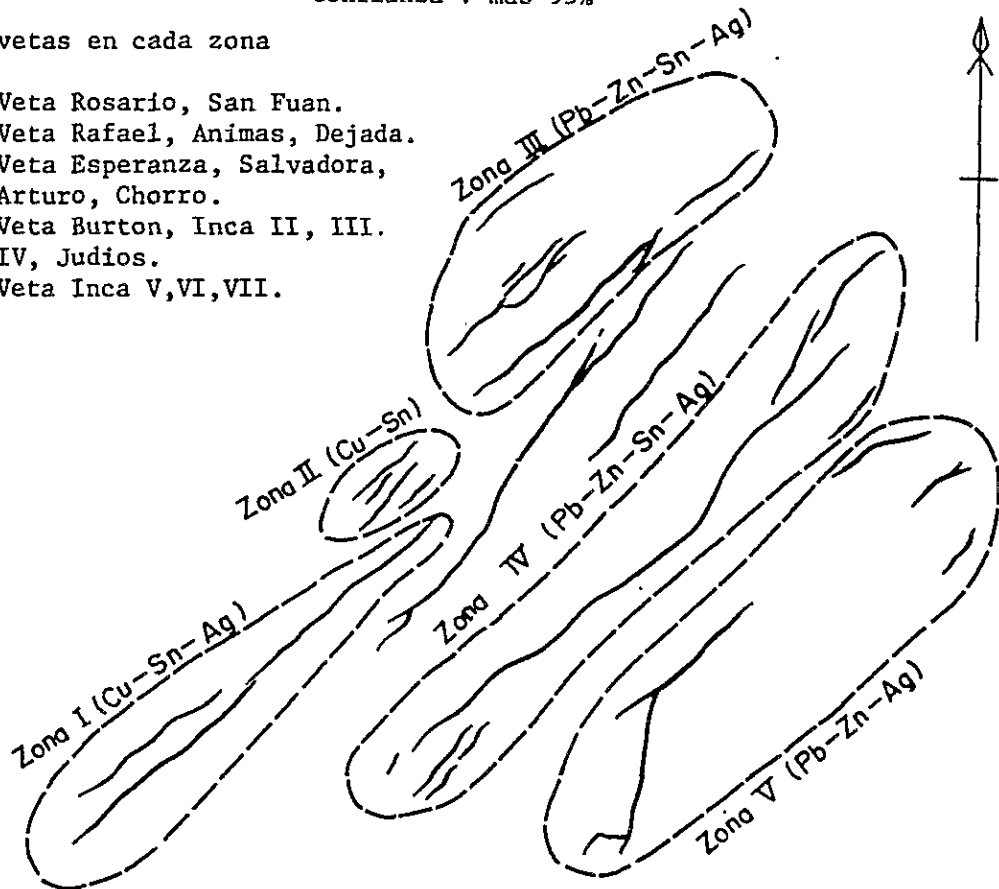


Fig. 8 Zona de elementos metalicos principales

1. The first part of the document is a list of names and titles, including "The Hon. Mr. Justice G. D. C. O'Connell, Chief Justice of the Supreme Court of the State of New South Wales" and "The Hon. Mr. Justice G. D. C. O'Connell, Chief Justice of the Supreme Court of the State of New South Wales".

脈幅は各鉍脈間で顕著な差が認められ、更に同一鉍脈内でも膨縮が激しく変化に富み、最大脈幅は2 m以上にも達する。Veta Burtonはその規模及び品位ともAnimas 鉍山の主要脈であり、当脈からの出鉍量は全体の約90%を占める。

地表では鉍床賦存地帯を中心に北東-南西方向に大規模な脱色変質帯や無数の旧坑・トレンチ跡が点在するが、鉍脈の露頭は存在せず、当鉍床は潜頭鉍床といえる。

当鉍床は、その規模も大きく、かつ経済性の高い銀・錫に富んでおり、当鉍山の発展は、Quechisla 鉍業所及び当地域の発展に大きく貢献するものと期待されている。

3-4-1 鉍 脈

Tab. 2, Fig. 6 に示す通りAnimas 鉍床は、鉍質の異なる大小多数の平行脈から構成されるが、品位及び規模の点から主要脈はVeta Colorada・Veta IncaⅠ及びVeta Burtonといえる。Animas 鉍山及びSiete Suyos 鉍山は同一鉍脈群を採掘しているが、両鉍山とInocentes 坑の鉍脈の関係は坑道で直接明らかにされていない。

3-4-2 裂罅系の形成機構

坑内地質精査の結果、鉍脈を胚胎する裂罅系は、一次の剪断裂罅系及び張力裂罅系から構成されており、これを形成せしめた最大主応力の方向は北東-南西系で、その応力は地質構造運動に起因するものと解釈された。この方向は、当地域の基本地質構造であるオルドビス系の主要褶曲軸と直交して地質構造と調和し、更に、裂罅系がオルドビス系からAnimas 石英安山岩熔岩中にまで連続して存在する事実にも好都合である。

3-4-3 鉍物の累帯分布

当鉍床は従来から銀-鉛系と銀-錫系の鉍脈に大別され、前者にはVeta Burton・Veta Judios (フデオス脈)・Veta IncaⅡ (インカⅡ脈)・Veta IncaⅢ (インカⅢ脈)・Veta Arturo (アルツェロ脈)・Veta Nueva (ヌエバ脈)などが、後者にはVeta Colorada・Veta IncaⅠ (インカⅠ脈)・Veta San Juan (サンファン脈)などが属するものとされていたが、これを定量的に示した例はない。

坑内地質精査の結果、当鉍床を金属元素の組合せ・品位・各元素間の相関関係の相違から、Fig. 8, Tab. 3.4 に示す通り定量的にⅠ帯からⅤ帯まで分帯した。また各帯の分析品位及び元素間の相関関係に対する顕微鏡観察による鉍物学的な裏付けもなされた。各帯は以下に要約される。

Ⅰ帯：Veta Rosario で代表される銅-錫-銀系の鉍脈群で主要鉍物の大半は黄鉄鉍と石

英である。錫－銀と錫－銅の間に顕著な正相関が認められる。

Ⅱ帯：Veta Animas で代表される銅－錫系の鉱脈群で、主要鉱物の大半は黄鉄鉱と石英である。錫－銅と鉛－亜鉛の間に顕著な正相関が認められる。

Ⅲ帯：Veta Esperanza（エスペランサ脈）で代表される鉛－亜鉛－錫－銀系の鉱脈群で、主要鉱物は黄鉄鉱・石英・方鉛鉱・閃亜鉛鉱等である。銀－鉛，銅－鉛及び錫－鉛の間にそれぞれ顕著な正相関が認められる。

Ⅳ帯：Veta Burtonで代表される鉛－亜鉛－錫－銀系の鉱脈群であり、主要鉱物は方鉛鉱と閃亜鉛鉱である。銀－鉛，銅－亜鉛，錫－鉛及び錫－銀の間にそれぞれ顕著な正相関が認められる。

Ⅴ帯：Veta Inca VI で代表される鉛－亜鉛－（錫）－銀系の鉱脈群で、主要鉱物は方鉛鉱と閃亜鉛鉱である。銀－鉛の間に正相関が、鉛－亜鉛と銅－亜鉛の間に負相関が顕著に認められる。

従って、当鉱床は、金属元素の組合せ・品位・各元素間の相関関係の相違などに基く、鉱脈の走向に平行な累帯構造を示すことが明らかにされた。

3-4-4. 金属元素の累帯分布

Veta Burton並びにVeta Inca VIの垂直的品位分布の検討を実施した。その結果、Veta Burtonでは、東部と西部に各元素の濃集部が1個所ずつ存在し、その濃集部を中心にして、品位は走向方向に規則的に低下する。Veta Inca VIには、1個所の濃集部が認められるのみであるが、その特性は、Veta Burtonのそれとほぼ同様である。

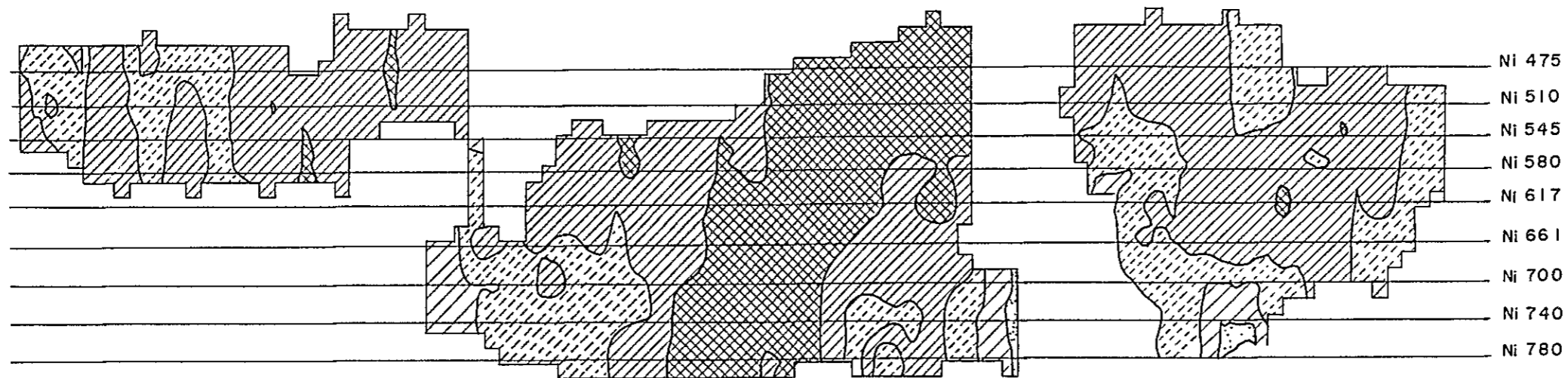
各元素の濃集部は、ほぼ同一場所に集中しかつ重複して発達する結果、鉱脈の富鉱部は组成的に極めて複雑となる。更に、各元素の品位分布は富鉱部を中心にして走向方向に対称的に低下するが、垂直方向の変化は認められない（Fig. 9, 10, 11参照）。

3-4-5. 鉱物

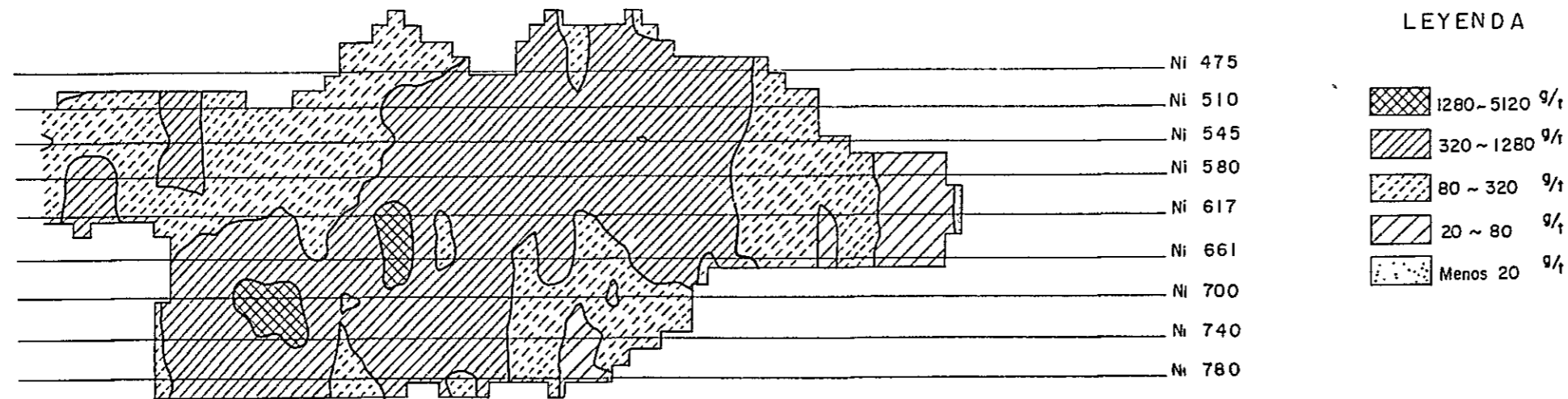
本鉱床には多種・多様な鉱物を産するが、現在まで報告されている鉱物は黄銅鉱・四面銅鉱・銅藍・方鉛鉱・毛鉱・車骨鉱・硫酸塩鉱・閃亜鉛鉱・錫石・黄錫鉱・フランクアイト・濃紅銀鉱・カンフィルダイト・黄鉄鉱・白鉄鉱・硫砒鉄鉱・菱鉄鉱・磁鉄鉱・磁硫鉄鉱・ピクスビ鉱・輝蒼鉛鉱・銀－錫－鉛－アンチモニー－硫塩鉱物・石英・絹雲母などである。更に、第2年次の調査で新たに確認された鉱物及び、未同定硫塩鉱物は蒼鉛々鉱（ $Pb_5Sb_8S_{17}$ ）・蒼鉛－蒼鉛々鉱・銀－蒼鉛々鉱・自然蒼鉛・鉄重石（ $FeWO_4$ ）・マンガン重石（ $MnWO_4$ ）・鉄マン



VETA BURTON



VETA INCA ∇



LEYENDA

	1280 ~ 5120 g/t
	320 ~ 1280 g/t
	80 ~ 320 g/t
	20 ~ 80 g/t
	Menos 20 g/t

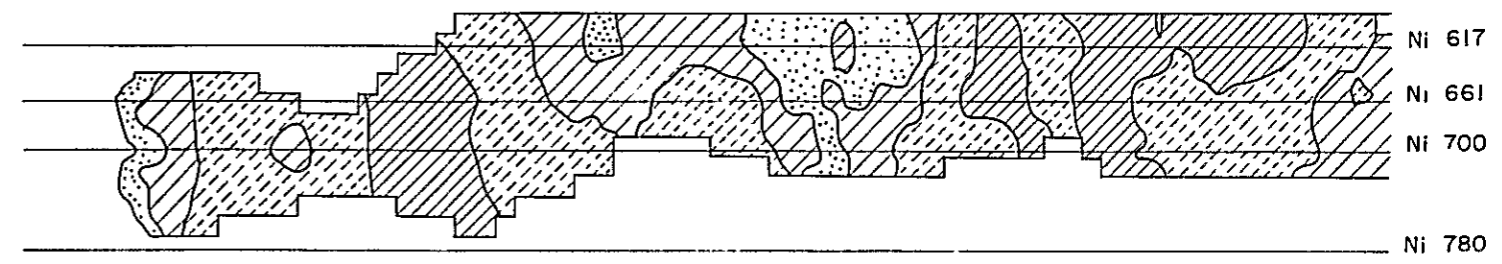
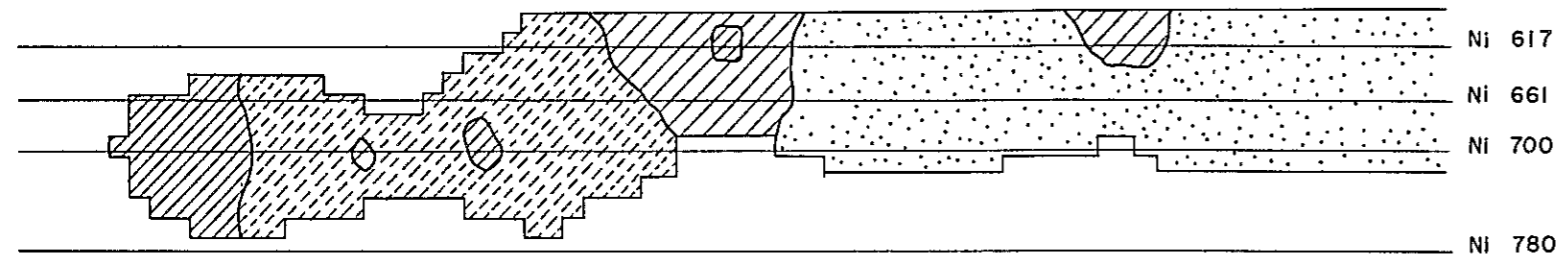


Nota : Por cálculo de computadora con datos de mina Animas

Fig. 9 Mapa de distribución de ley de Ag de Veta Burton y Veta Inca ∇

(Cu)

(Zn)



LEYENDA

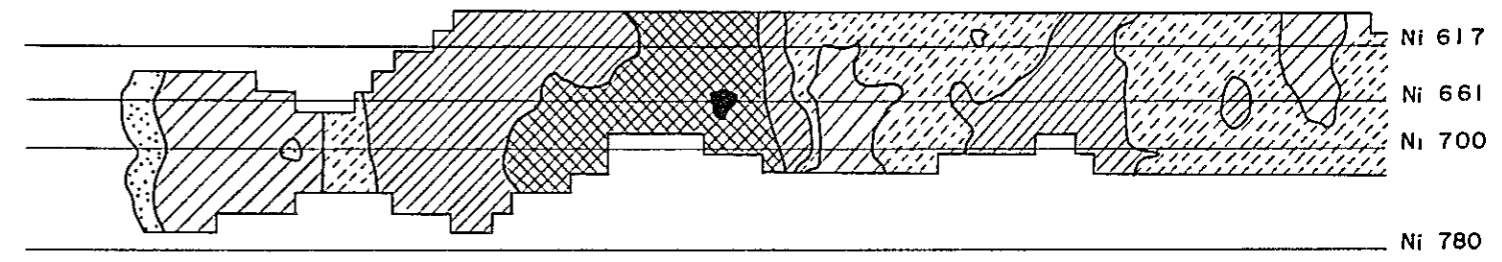
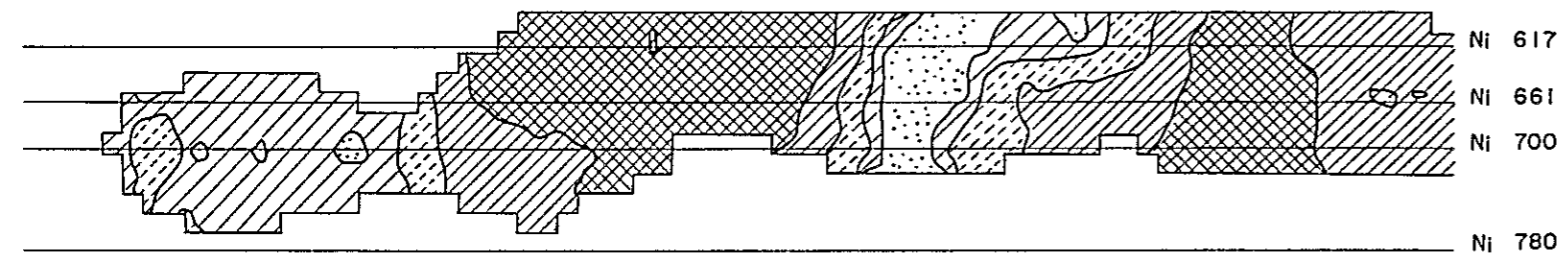
	0.17 ~ 0.40 %		0.03 ~ 0.07 %
	0.07 ~ 0.17 %		Menos 0.03 %

LEYENDA

	20.00 ~ 31.50 %		7.90 ~ 12.60 %
	12.60 ~ 20.00 %		Menos 7.90 %

(Pb)

(Sn)

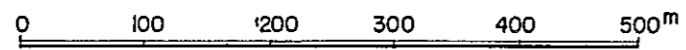


LEYENDA

	26.50 ~ 60.00 %		5.15 ~ 11.70 %		Menos 2.27 %
	11.70 ~ 26.50 %		2.27 ~ 5.15 %		

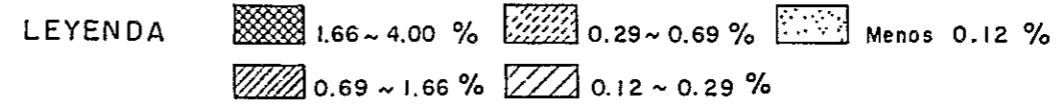
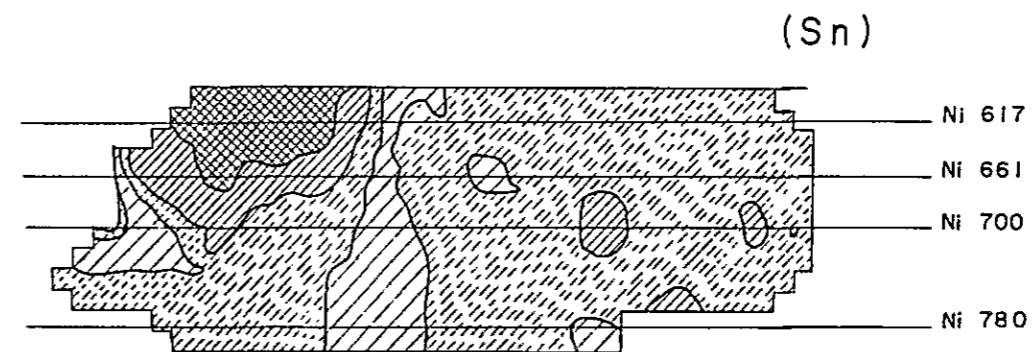
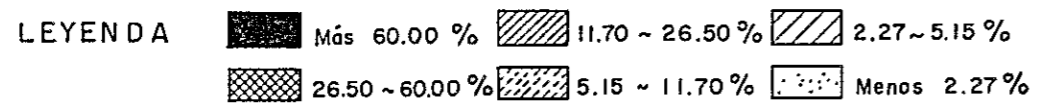
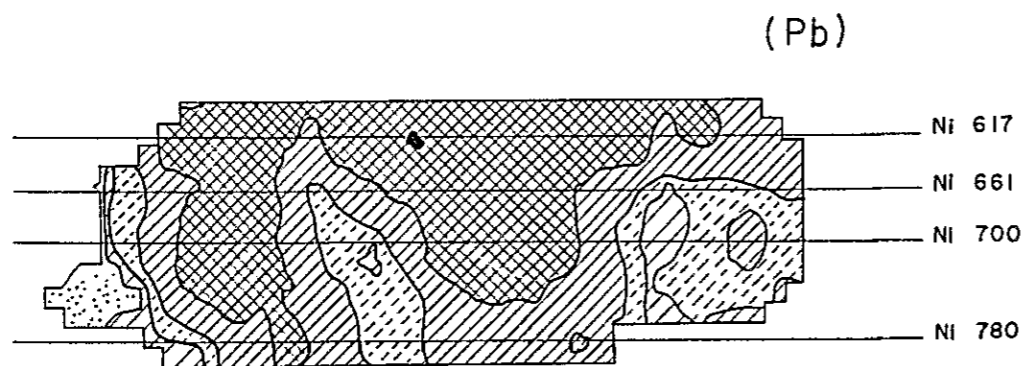
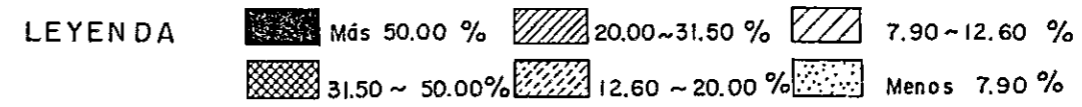
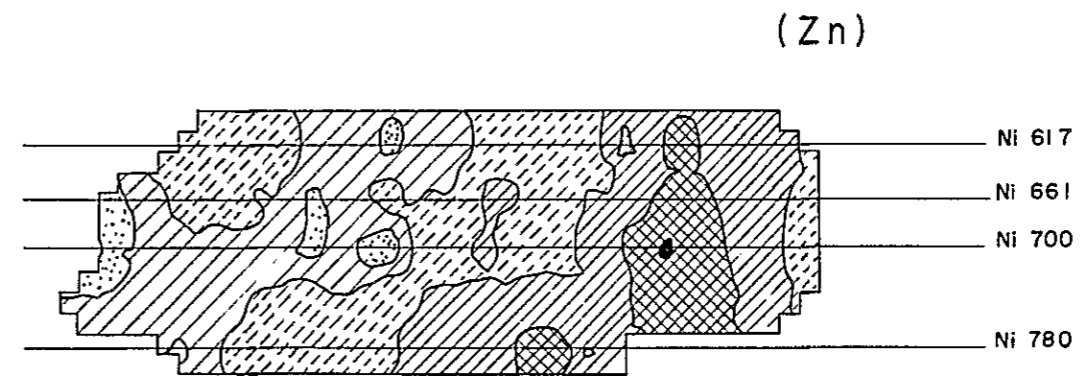
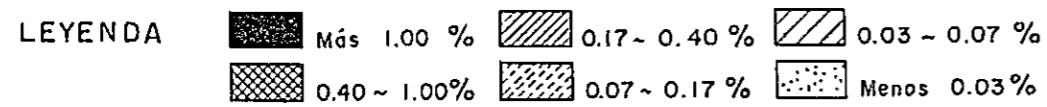
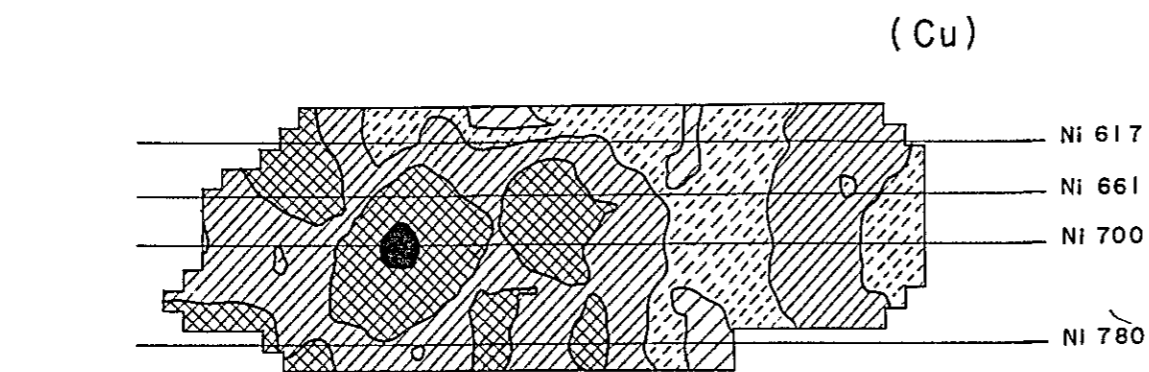
LEYENDA

	Más 4.00 %		0.69 ~ 1.16 %		0.12 ~ 0.29 %
	1.16 ~ 4.00 %		0.29 ~ 0.69 %		Menos 0.12 %



Nota : Por cálculo de computadora

Fig. 10 Mapa de distribución de ley de Cu, Pb, Zn, Sn de Veta Burton



Nota : Por cálculo de computadora

Fig. 11 Mapa de distribución de ley de Cu, Pb, Zn, Sn de Veta Inca VI

Tabla. 5 Lista de las minerales por observación microscopía de secciones pulidas

veta	Minerales principales					Minerales accesorios								Otros Minerales
	py	qz	sp	cp	gn	stan	cas	fc	canf	Ag-Pb	Ag-Bi	asp	po	
Rosario	•	•	•	•	•	•	•		•	•		•		rt, wurt, bi, bmt, ferb, Ag-Pg
San Juan	•	•		•		•	•				•	•		
Rafael	•					•	•				•	•		
Animas	•		•			•					•	•		fre
Colorada	•	•	•			•	•							
Inca	•	•		•		•					•	•		cv, Bi-SS
Inca I	•	•	•	•		•	•					•	•	Pb-Fe, Pb-Zn
Esperanza	•	•	•	•	•	•	•		•	•				Pb-Sn, Pb-Zn
San Patricio	•	•	•			•		•				•		jm
Arturo	•	•	•	•		•	•					•		jm, td, Pb-Fe, Pb-Zn
Animas	•		•			•					•	•		fre
Burton	•	•	•				•					•	•	jm, wurt
Inca II	•	•	•	•	•					•		•		gud, Ag-SS, Pb-Zn
Inca IV		•	•		•							•		
Inca VI	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•		•	•	jm, bo, mar, ang, td, pr, zk, bl, Ag-Pg, Pg
Inca VII	•		•										•	mar
B	•	•	•				•					•		Pb-Zn, Pb-Fe, Pb-SS
C	•	•	•									•		
D	•	•	•		•									Pb-SS
G	•	•			•	•	•					•		rt
J	•		•		•	•								Pb-Zn

Símbolos

py	: Pirita	Ag-Pb	: Ag-Pb Sulfosale	ferb	: ferberita	zk	: Cinquenita
qz	: Cuarzo	Ag-Bi	: Ag-Bi Sulfosale	cv	: covellina	bl	: Boulangerita
sp	: Esfalerita	asp	: Arsenopirita	jm	: Jamesonita	pg	: Plagionita
cp	: Calcopirita	po	: pirrotina	td	: Tetrahedrita	Ag-Pg	: Ag-Plagionita
gn	: Galena	rt	: Rutilo	fre	: Freibergita	Pb-Sn	: Pb-Sn Sulfosale
stan	: Estannina	wurt	: Wurtzita	gud	: Gudumndita	Pb-Zn	: Pb-Zn Sulfosale
cas	: Casiterita	bi	: Bismuto nativo	bo	: Bournonita	Pb-Fe	: Pb-Fe Sulfosale
fc	: Franckeita	bmt	: Bismutina	mar	: Marcasita	Pb-SS	: Pb Sulfosale
Canf	: Canfieldita			ang	: Anglesita	Ag-SS	: Ag Sulfosale
						Bi-SS	: Bi Sulfosale

**Tabla. 6 Salinidad de Inclusiones fluidas de muestra
F-1 de veta Rosario**

Nº	Temperatura helada (°C)	Salinidad (wt. % NaCl eq.)	Temperatura de homogenización(°C)	Origen
1	-1 8.5	2 1.6	3 0 3	segunda seuda
2	-1 8.0	2 1.2	3 1 4	"
3	-1 7.6	2 0.9	2 6 4	segunda
4	-1 3.3	1 7.3	2 7 1	"
5	- 8.4	1 2 2	2 9 0	primera
6	- 6.2	9.5	2 9 9	"

Número de muestra	Nombre de veta	Nivel	Número de inclusión	Temperatura de homogenización		
				200°C	250	300
F - 4	Rosario	Ni 302	14		257°C	349°C
F - 1	"	"	11		270°C	314°C
F - 2	"	"	5		255°C	290°C
F - 3	"	"	6		235°C	253°C
F - 7	Esperanza	Ni 510	1	223°C		
F - 6	Burton	Ni 617	3	223°C	235°C	
F - 5	"	"	2	195°C	201°C	

Fig. 12 Alcance de temperatura de homogenización

ガン重石 $\{(Fe \cdot Mn)WO_4\}$ ・輝安鉛鉍 $(Pb_0 Sb_{14} S_{27})$ ・閃安鉛鉍 $(P_5 Sb_4 S_1)$ ・グドムンダイト $(FeSbS)$, 更に, 蒼鉛-銀・鉛-亜鉛・鉛-錫・銀-錫・鉛-鉄などの組合せの硫酸鉍物及び金紅石である。

このうち鉄マンガン重石・金紅石・繊維亜鉛鉍などの確認は, 地質温度計として鉍床生成温度の推定並びに, 後述の流体包有物の実験結果の検討にも有益である。黄鉄鉍以外の鉄硫化鉍物については, 硫酸鉄鉍はⅠ帯で極めて普遍的に産するが, Ⅱ帯・Ⅲ帯・Ⅳ帯と, 次第にその存在量を減じ, Ⅴ帯ではⅠ帯の約30%程度の存在頻度となる。しかし, 磁硫酸鉄鉍はⅠ帯・Ⅱ帯及びⅢ帯には全く確認されず, Ⅳ帯で1個所認められるが, Ⅴ帯ではかなり普遍的に観察される。白鉄鉍はⅠ帯からⅣ帯までの各帯には全く確認されないが, Ⅴ帯では2個所でその存在が確認されている。また, 複雑な硫酸鉍物の種類・産出頻度はⅠ帯よりⅣ帯及びⅤ帯中に圧倒的に高い。今後, これら事実を説明することにより, 鉍化作用の物理化学的性質が説明されその結果が鉍床探査に利用されよう。

3-4-6. 流体包有物

第2年次は, Veta Rosario・Veta Esperanza・Veta Burtonなどから, 流体包有物の試料を採取して, その均質化温度を測定し, また, その一部については塩濃度も測定して鉍床生成温度の推定を試みた。その結果, 鉍床生成温度は195℃~349℃で, 西部のVeta Rosario付近が最も高温となり, 東及び南東に向って低下する傾向を示す。この実験結果は, 前述の数種の鉍物を利用した地質温度計の結果と一致しており, 今後, 鉍化作用の中心及び鉍液の流動方向の追跡などの探鉍手段として利用されよう (Fig. 12, Tab. 6 参照)。

3-4-7. 鉍化作用

当鉍床は多種多様な鉍物が, ほぼ同時期に相前後して晶出し形成された複雑な鉍脈鉍床である。しかし, 分析品位・品位分布の形態・鉍物組成と鉍物組合せ及び, 流体包有物の実験結果などを総合的に検討すると, 鉍化作用は次の如く要約される。

- ① 鉍床生成温度は, Ⅰ帯付近の高温部を中心に周囲に向って低下した。この推定は, 流体包有物実験及び, 地質温度計で立証される。
- ② 鉍床の累帯構造は脈に平行に発達する。この現象は金属元素の組合せ・品位・各元素間の相関関係などの差異から, 鉍床が5帯に分帯され得ることで明らかにされた。
- ③ 同一鉍脈内での鉍化作用の中心は1個所以上存在し, その場所は移動しなかった。またその鉍化中心は, 一部の例外を除き各元素の濃集部と一致する。この現象はVeta Burtonに

銅・鉛・亜鉛・錫・銀などに富む富鉍部が2箇所存在し、かつ各元素の品位が、この富鉍部を中心として走向方向に対称的に低下する事実から推定される。

④ 多種・多様な鉍石鉍物は、時期的な晶出量の差は認められるが、ほぼ同時期に相前後して晶出したものである。このことは鉍石の肉眼的及び、顕微鏡的観察と鉍物の共生関係からも明らかである。

3-4-8. 変質作用

当鉍床の変質帯は既知鉍床を中心に広範囲に発達する。この変質帯と鉍床の関係を解明するために、鉍脈に直交する方向に3,800mの測線を設定して、測線沿に37個、及び変質帯内からランダムに31個の計68個の試料を採取し、X-線解析を実施し、その結果を検討した。この結果Fig.13, 14, Tab. 7に示す通り、鉍化帯を変質鉍物または鉍物組合せの相違から次の5帯に分帯した。

I 帯 カオリナイト-緑泥石帯

II 帯 緑泥石帯

III 帯 カオリナイト帯

IV 帯 斜長石消失帯

V 帯 斜長石-方解石混合帯

これら複雑な鉍物組合せの変質帯の生成は、同一場所で酸性熱水変質作用と中性熱水変質作用が重複して作用した結果と解釈された。この結果、X-線解析による鉍物組合せの決定は鉍床探査に応用可能なことが判明した。



Tabla. 7 Listas de clasificación de minerales alterados

7-1 Lista de los números detectados de cada mineral por Intensidad

Nombre de mineral Intensidad	Qu	Cbt	Pl	Or	Ser	Chl	Mnt	Kao	Dol	Cal	Gy	Sid	Py	Sph
1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	3	0
2	0	0	5	17	62	27	1	29	2	14	8	5	23	1
3	3	1	16	31	14	1	0	3	1	3	0	1	1	0
4	4	1	21	16	5	0	0	0	1	1	0	5	0	0
5	93	2	9	4	12	1	0	0	0	1	1	0	5	0
Total	100	4	51	68	94	29	1	32	4	19	9	11	32	1

Qu : Cuarzo
 Cbt : Cristobalita
 Pl : Plagioclasa
 Or : Ortoclasa
 Ser : Sericita
 Chl : Clorita
 Mnt : Montmorillonita
 Kao : Caolinita
 Dol : Dolomita
 Cal : Calcita
 Gy : Yeso
 Sid : Siderita
 Py : Pirita
 Sph : Esfalerita

7-2 Lista de los números detectados de Interior y exterior de minas, y por cada mineral

Nombre de mineral Ubicación	Qu	Cbt	Pl	Or	Ser	Chl	Mnt	Kao	Dol	Cal	Gy	Sid	Py	Sph
Exterior de la mina	68	4	43	53	67	22	1	16	1	10	4	0	10	1
Interior de la mina	32	0	8	15	27	7	0	16	3	9	5	11	22	0
Total	100	4	51	68	94	29	1	32	4	19	9	11	32	1

7-3 Lista de Intensidades medias geométricas de Interior y exterior de mina, y por cada mineral

Nombre de mineral Ubicación	Qu	Cbt	Pl	Or	Ser	Chl	Mnt	Kao	Dol	Cal	Gy	Sid	Py	Sph
Exterior de la mina	5	4	3	3	2	2	2	2	2	2	3	0	2	1
Interior de la mina	5	0	3	3	3	2	0	2	3	3	2	3	3	1
Promedio	5	4	4	3	3	2	2	2	3	3	2	3	2	1

Intensidad
 1 : muy débil
 2 : débil
 3 : mediano
 4 : fuerte
 5 : muy fuerte

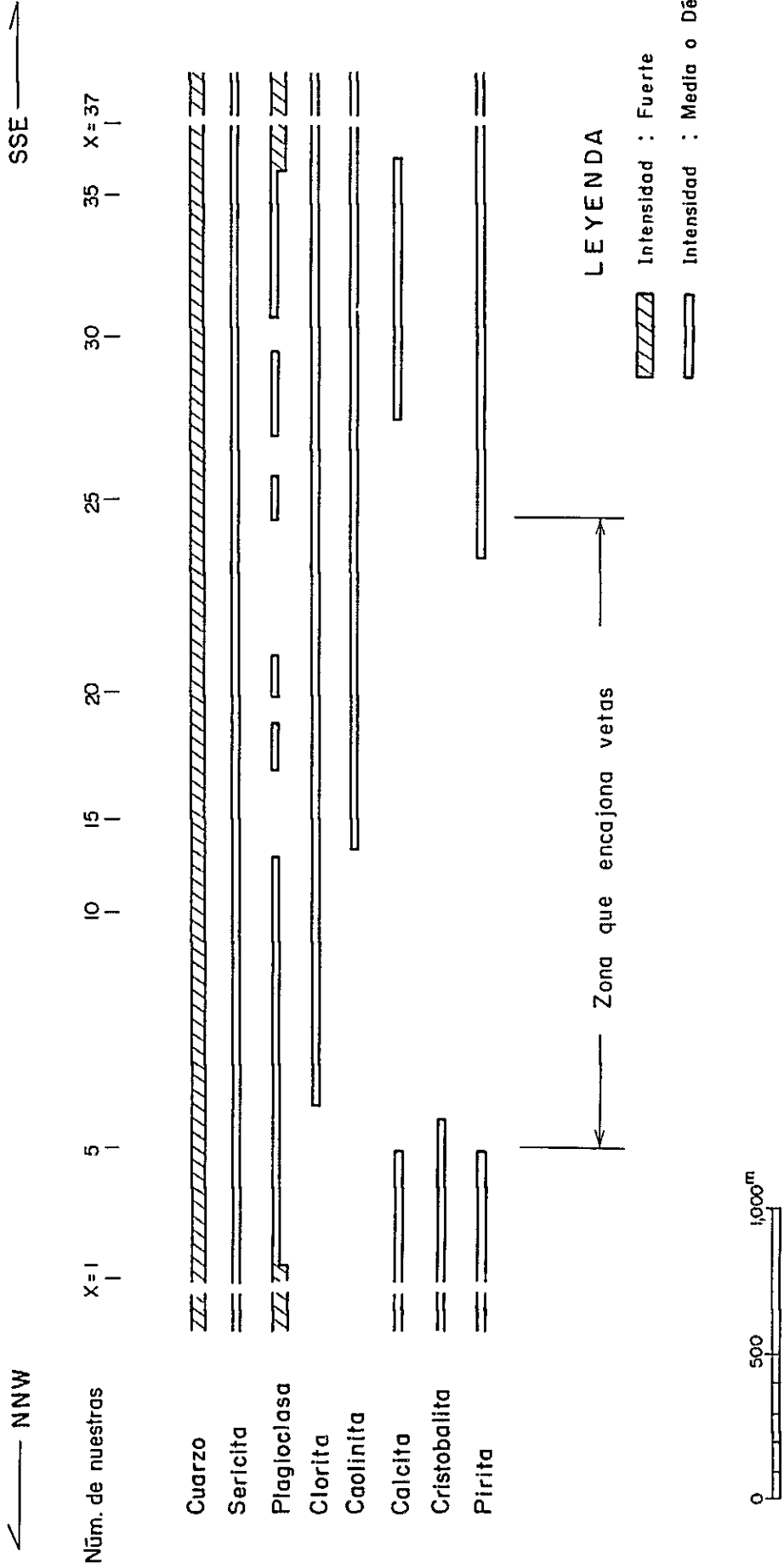


Fig. 13 Distribución de minerales detectados por rayos - X en la línea de medición que cruza rectangularmente el grupo de vetas de Animas - Siete Suyos

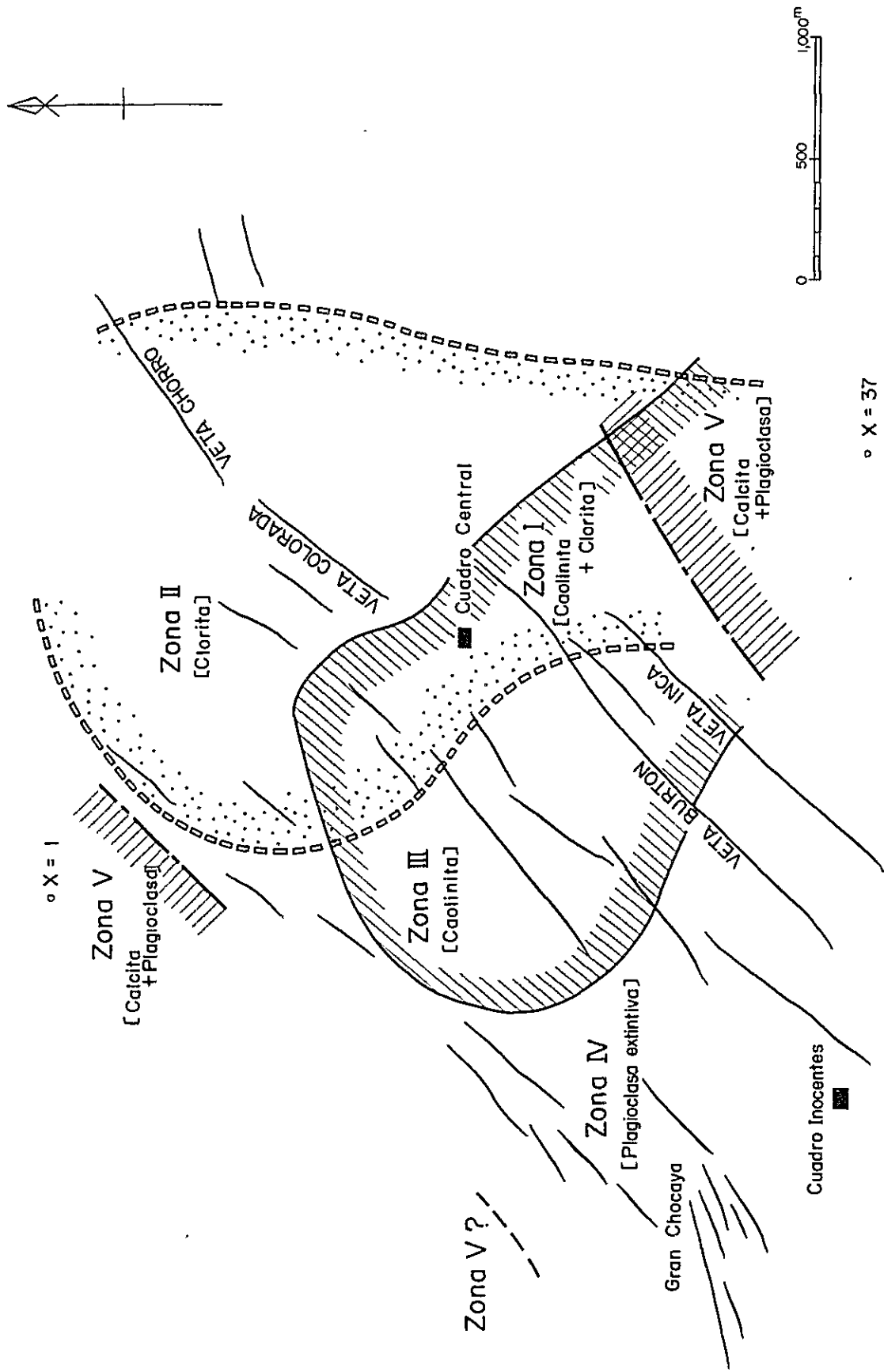


Fig. 14 Clasificación de zonas alteradas

o X = 37

第 4 章 第 1 年次調査

本調査は、銀・鉛・亜鉛・錫・銅鉱山である Animas 鉱山を中心とした面積 280km² の対象地域から、より鉱床賦存の可能性の高い地域を抽出し、次段階の探査候補地並びに探査方法を決定することを目的とした。

この目的のため、第 1 年次調査は、①広域の地質及び地質構造を把握するための地質概査、②地質概査に基き有望地域として抽出された Animas 鉱山, Siete Suyos 鉱山, 及び Inocentes 坑を中心とする地域の地質と鉱床の詳細を解明するための地質精査を実施した。

4-1. 調査方法

4-1-1. 地質概査

調査に先立ち調査地域全域にわたる写真地質解析を行い地質調査の参考とした。

調査は縮尺 1/10,000 の地形図を使用してルートマップを作成し、縮尺 1/20,000 の地質図を作成した。

調査にあたっては調査路線が出来るだけ全域に平均して入るように考慮した。調査地区の地質構造の方向は主として南北もしくは北西～南東方向であるため、調査路線は出来るだけこれを横断する方向に発達した峡谷、河川及び山地の尾根沿いにとり、調査結果が地質構造の解明に有効であるように配慮した。しかし、火山岩分布地域では地形が複雑であったため必ずしもこの通りには行われなかった。

調査は概査の精度で行われ、500m×500mの範囲内に少なくとも1箇所の測定、観察箇所が入るように努力した。しかし調査地区の北部を主とする平坦部では、現地性風化物が多く上記のような観察箇所を得ることは困難であった。

4-1-2. 地質調査精査

精査は、Animas 鉱山, Siete Suyos 鉱山及び Inocentes 坑区域が有望地域であり、特に Inocentes 坑地区は未だ開発が進んでいないため、Inocentes 坑付近に調査の重点を置き、これらの地域を包含する 30km² の面積について実施された。本調査は縮尺 1/5,000 地形図を使用し、鉱脈、鉱徴地、変質帯、坑口等はコンパス測量により正確な位置が把握され、また、立坑位置、主要鉱脈についてはトランシット測量により正確な位置を把握してこれを図化した。特に連続する鉱脈、変質帯対しては追跡して測量を行い、その連続性を確認した。

このようにして少くとも $300\text{ m} \times 300\text{ m}$ の区画内には1個の観察資料が入るようにし、調査密度の向上を計ったが、場所によっては露頭が少なく、特に Cerro Khumullani, Cerro Negro Pozo 南麓付近は重要な区域であったが、露頭不足であった。

精査範囲内では特に裂隙系の解析、変質帯についての考察を行って本区域の鉱化作用を解明するため、鉱化の中心部と推定される区域から規則的な X-線試料の採取を行った。

4-2 第1年次調査結果

(1) 調査地域の地質はオールドビス系・白亜系上部層の El Molino 累層・始新統の Potoco 累層・中新統の San Vicente 累層・Quehua 累層及び Animas 並びに Cerro Khumullani 石英安山岩熔岩と同質火砕岩より構成される。

オールドビス系は下位の Peña Blanca 砂岩粘板岩部層と上位の Peña Azul 粘板岩部層より構成され、両部層とも全く火成活動の痕跡を示さない典型的な劣地向斜型堆積物である。

El Molino 累層は、産出した *Melanoides* sp. の化石の鑑定結果、外洋から隔離された浅内海での堆積物であるものと推定された。本累層は石灰岩・石灰質砂岩・赤色砂岩の互層より構成され、調査地域内での分布範囲は極めて小規模である。

Potoco 累層は層理の発達した赤褐色頁岩・赤色砂岩の互層からなる始新世の陸成層である。Potoco 累層を不整合で覆う San Vicente 累層は、層理の発達の乏しい赤色砂岩であるが、前述の通り産出する化石から、本累層を、岩相の全く異なる礫岩を主体とする中新世の標式地の San Vicente 累層に対比した。Quehua 累層は局部的に赤色砂岩薄層を挟在する火砕岩で本地域の大半を覆って広範囲に分布するが、その火成活動の中心は不明である。本累層は Animas 鉱山の石英安山岩の K-Ar 法による絶対年代測定結果、中新世最末期の火成活動によるものと推定される。

(2) 地質構造は、オールドビス系と白亜系に反映されアンデス山系の一般地質構造にほぼ平行な NNW-SSE 方向の褶曲軸を有する。しかし、オールドビス系の褶曲構造は白亜系のそれよりも極めて顕著であり、これは晩期パリスカン造山運動又はアルプス造山運動のネバダ時相の褶曲運動の結果と推定される。

El Molino 累層と Potoco 累層は、ほぼ同様な褶曲構造を示しており、その時期は漸新世前期と考えられ、この褶曲運動に伴って調査地域内の大半の断層が形成されている。San Vicente 累層以降の地層はほぼ水平であり、中新世以後、現在にいたるまで本地域は大規模

な構造運動を受けていない。

(3) 調査地域の火山活動は Animas 鉱山, Siete Suyos 鉱山及び Inocentes 坑付近を中心として活動を開始し, 石英安山岩熔岩及び同質火砕岩類を広く分布させた。

本火山活動の時期は, K-Ar 法による絶対年代測定結果, 11.7 ± 0.6 m.y. から 12.1 ± 0.6 m.y. を示しており, 中新世最末期である。

本火山岩及び火砕岩と Quehua 累層との関係は整合的であり, 本岩類は Quehua 累層中の一部層と考えられる。

本火山岩の全岩分析値から判断すると本岩はカルクアルカリ岩系に属し, San Vicente 鉱山と Tatasí 鉱山付近の火山岩と比較すると若干 $K_2O + Na_2O$ のアルカリ成分が少なく岩漿分化が進んでいないものと判断される。

本地域の火山層序としては,

- ① Inocentes 凝灰角礫岩, Rancho Candalaria 火山礫凝灰岩の噴出。
- ② Animas 石英安山岩熔岩の噴出。この噴出中, 一時的に Gran Chocaya 凝灰角礫岩, Rancho Lupijara 凝灰岩, Cerro Negro Pozo 凝灰岩の噴出。
- ③ Belén Loma 火山角礫岩の噴出。
- ④ Cerro Khumullani 石英安山岩熔岩の噴出, 及び Cerro Pabelleón 火山角礫岩の噴出。

と考えられるが, この一連の火山活動の中心を明らかにし得なかった。しかし, Animas 石英安山岩熔岩は広い範囲で一様な岩相を有することから, 同一マグマ溜から数ヶ所の火道を通じて噴出し, 次第にその活動の場所が調査地域の中心部から外側に移動した。この結果, 後期噴出の Cerro Khumullani 石英安山岩熔岩の分布は, Animas 鉱山を中心として, その周辺部に馬蹄形になったものと推定される。

火山活動を引き起した要因を検討するために, 地質構造の解析を行ったが, 特に本地区の地質構造との関係は見出せなかった。従って, 火山活動は地下深部の広域的な構造線に支配されたと推定される。

(4) 鉱床は Animas, Siete Suyos 鉱山及び Inocentes 坑区域に分布し走行 $N 50^\circ E$ 及び $N 58^\circ E$ の 2 系の剪断裂罅を充填した鉱脈型鉱床である。裂罅生成の要因は石英安山岩熔岩の上昇, 貫入, 流出等の火山活動に伴うほぼ垂直方向の圧縮力と考えられる。しかし, 地表調査のみでは, 裂罅生成の原因が解明出来ず坑内調査結果をも併せて検討した。鉱石鉱物としては含

銀方鉛鉱，閃亜鉛鉱，錫石，黄銅鉱を主とし，これに黄錫鉱，濃紅銀鉱，フランクアイト，輝蒼鉛鉱，黄鉄鉱，硫砒鉄鉱，菱鉄鉱等を随伴し，更に少量の車骨鉱，カンフィルダイト，白鉄鉱，磁硫鉄鉱，ピクスビ鉱，磁鉄鉱，銀－錫－鉛－アンチモンの硫塩鉱物を産出する。これら鉱物の共生関係から本鉱床は浅所高温鉱脈型鉱床（ゼノサーマル）に属するものとした。

鉱床母岩は，上部から下部へAnimas石英安山岩熔岩，同質火砕岩，オールドビス系となり，鉱況はオールドビス系中で一般に優勢となる。鉱脈の規模は，Veta Coloradoは走向延長に約2,000m，Veta Burtonは同じく1,800mで，さらにこれらに平行して数条の鉱脈が賦存している。Veta Burton，Veta Inca Mは780m地並まで開発が及んでおり，鉱況は依然として優勢である。

しかし，現在かなり採掘が進んでおり，鉱量確保のため鉱脈の延長及び下部方向の探査が急務である。従って，同年次に地表調査と平行して変質帯の調査を行い変質鉱物の分帯によって，探査に何らかの指針を得ることを試みた。その結果，既開発鉱床上部の地表に最も強い変質帯の存在が判明し，これを中心にして5帯の変質帯が認められ，変質程度の強い帯から弱い帯に鉱物組合せの相違により次の様に分帯した。

- I帯　カオリナイト－緑泥石混合帯
- II帯　緑泥石帯
- III帯　カオリナイト帯
- IV帯　斜長石消失帯
- V帯　斜長石－方解石混合帯

(5) 本地域の鉱床は，鉱脈露頭の存在しない潜頭鉱床であり，変質帯のみが広範囲に発達する。従って地表に発達する変質帯の下部に鉱床賦存の可能性が高く，特にオールドビス系中でその可能性が大きい。変質帯の検討等から，探鉱有望地域及び方法は次の通りと判断した。

- ① Inocentes坑地域一帯に発達する変質帯に対してはボーリング探鉱を実施する必要がある。
- ② Animas鉱山のVeta RosarioとInocentes坑のVeta Nuevaの間の未探鉱地区についてはボーリング探鉱を実施する。またVeta Burton南西延長部の未探鉱地区には物理探査IP法を実施し，その結果ボーリング探鉱を検討する。
- ③ Animas鉱床北西部の既知鉱脈群下部については，既開発立入坑道を利用し，ボーリング探鉱を実施し，その鉱況を明らかにする。

④ Animas 鉱山, Siete Suyos 鉱山の既開発部下部探鉱については, 今回の調査結果を基にして, 更に詳細に共生鉱物の累帯配列, 裂隙系の解析, 火山岩と鉱化作用の関係などを検討し, その結果鉱化作用の中心部を推定し, 深部に対する具体的な探鉱方針を確立する。

第 5 章 第 2 年 次 調 査

本調査は第 1 年次の調査結果に基き抽出された精査地域内で、既知鉍脈群の鍾先延長並び平行脈の探鉍を実施し、併せて新鉍床賦存の高い地域を選定することを目的とした。

このため、第 2 年次の調査は坑内地質精査・IP 法による物理探査及びボーリング探鉍が採用された。

5 - 1. 調 査 方 法

5 - 1 - 1. 坑内地質精査

Inocentes 坑の 1 3 2 m 地並、Animas 及び Siete Suyos 鉍山の 3 0 2 m, 5 1 0 m, 5 4 5 m, 6 1 7 m, 6 6 1 m, 7 0 0 m, 7 4 0 m, 7 8 0 m の各地並において坑内地質精査を実施した。本調査には縮尺 1 / 1,0 0 0 の坑内図を使用し、実測により正確な位置を把握しながら、坑道のスケッチを実施した。スケッチは天盤面とし、重要な地質・鉍床の産状については、部分的に拡大スケッチを行ない観察精度を向上させた。また、鉍脈沿いに原則として 3 0 m 間隔で鉍石試料を採取しその数は 5 2 0 個に達した。これら試料については銅・鉛・亜鉛・錫を分析し、更に室内試験に利用し併せて鉍化作用の解析に供した。

5 - 1 - 2 物 理 探 査

物理探査は周波数法を採用し、電極配置は Dipole - Dipole の IP 法を主体にし、一部に平均三極法も併用した。対象地区は第 1 年次の地質精査で確認された強変質帯の南東 (A 地区) 及び南西延長 (B 地区) に計 1 7. 2 km 実施され、測線間隔は 2 0 0 m, 測線数は 1 5 本であった。

A 地区は Animas 鉍山の南東部での平行脈の賦存を期待したものである。B 地区は同じく Animas 鉍山の南西鍾先延長と、Inocentes 坑の Veta Nueva の延長と平行脈の存在を期待したものである。

5 - 1 - 3. ボーリング探鉍

ボーリング探鉍は Fig. 1 6 に示す通り、Inocentes 坑の主脈である Veta Nueva の北東並び南西鍾先に実施された。工事量は 2 孔で計 8 0 2. 2 5 m であった。

5-2. 第2年次調査結果

(1) Inocentes 坑の Veta Nueva の北東及び南西の鍾先延長探査のボーリング2孔はいずれも優勢な鉱徴を得られなかった。

(2) Animas 鉱床の鉱脈群は平面的な鉱物組合せ、品位、生成温度の相違等から次の5帯に区分された。

- I 帯 Cu - Sn - (Ag) 帯
- II 帯 Cu - Sn - (Ag) 帯
- III 帯 (Pb) - (Zn) - Sn - Ag 帯
- IV 帯 Pb - Zn - Sn - Ag 帯
- V 帯 Pb - Zn - (Sn) - Ag 帯

これらのうち、経済性の高い帯域はⅣ帯とⅤ帯であり、Veta Burton, Veta Inca M を中心とした鉱脈群である。

なお、Ⅱ帯はⅠ帯とⅢ帯の漸移帯である。

(3) Veta Burton, Veta Inca M の垂直的な品位の分布からこれらの富鉱体の落しはほぼ垂直であり、最下底の780地並でも鉱況はなお優勢である。

(4) 流体包有物の実験結果並びに地質温度計の検討などから、鉱床生成温度は西部の Veta Rosario が高温(349℃)であり、東部及び南東部に向って低下(195℃)したものと推定される。

(5) Animas 鉱山の鉱脈はその規模並びに富鉱部とも北西から南東に向ってより深部に達する傾向を示す。

(6) 以上の結果、坑道探鉱は経済性の高い Veta Burton 並びに Veta Inca M を中心とした鉱脈群の既知富鉱部の下部、尖滅した富鉱部の鍾先延長並びに Veta Inca M 以南の平行脈の確認に重点をおくべきである。

(7) 物理探査の結果、IP異常帯が6箇所確認された。これらのうち Veta Burton の南西延長部の IP異常帯Ⅳと、Veta Nueva 南部の IP異常帯Ⅴについてはボーリング探鉱で確認する必要がある。

(8) (7)のうち IP異常帯Ⅰ及びⅣは、それぞれ測線の末端部に位置し、その全容が確認されていないので、今後、測線を延長してこれらを解明する必要がある (Fig. 15)。

(9) 今年次の IP 調査結果は、既存の鉱床を明瞭に反映しており、今後、IP 探査は他の Ani-

Handwritten marks or scribbles, possibly a signature or initials, located in the center of the page.

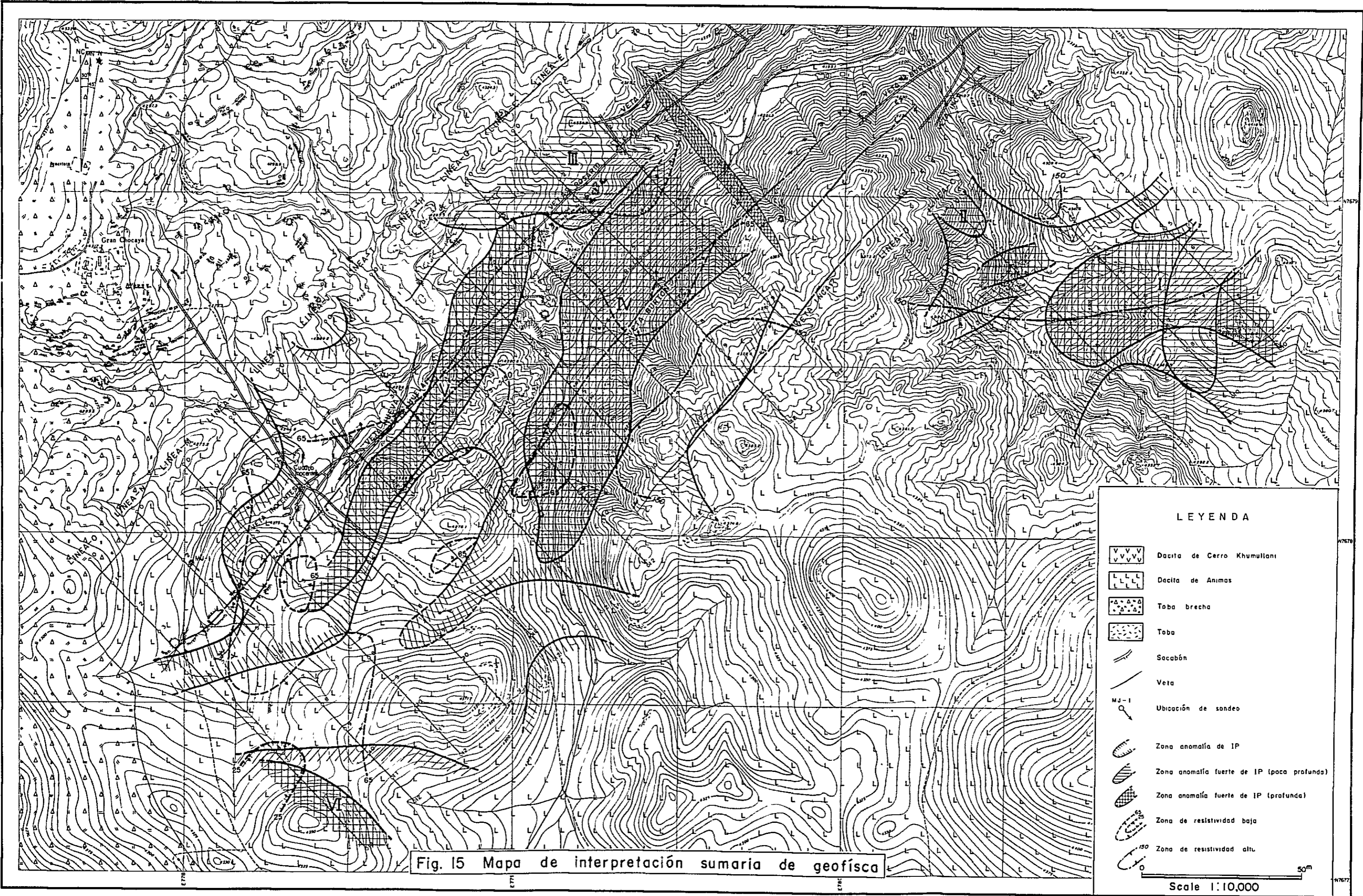














Fig. 15 Mapa de interpretación sumaria de geofísica

LEYENDA

-  Dacite de Cerro Khumullani
-  Dacite de Animas
-  Toba brecha
-  Toba
-  Sacabón
-  Veta
-  Ubicación de sondeo
-  Zona anomalía de IP
-  Zona anomalía fuerte de IP (poca profunda)
-  Zona anomalía fuerte de IP (profunda)
-  Zona de resistividad baja
-  Zona de resistividad alta

Scale 1:10,000

mas 鉾山と同種の鉾脈型鉾床の探鉾手段として有効であると判断される。

第 6 章 第 3 年次 調査

第 3 年次の調査は、その対象地域並びに作業内容の違いから Gran Chocaya 地域と Sur Lípez 地域に大別される。

Gran Chocaya 地域では、第 1 年次及び第 2 年次の調査結果から選定された地域に対してボーリング探鉱のみが実施された。Sur Lípez 地域では、同地域内の多数の既知鉱徴地に対する地質予備調査が実施された。

6-1. 調査方法

Gran Chocaya 地域では、4 孔、総掘進長 1,455.5 m のボーリング探鉱が、第 1 年次の地質精査で選定された変質帯と、第 2 年次の物理探査で抽出された IP 異常帯の一部に対して実施された。

Sur Lípez 地域では、面積約 4,300 km² 内の無数の既知鉱徴地のうち、代表的な 10 鉱徴地に対して地質予備調査が実施された。当調査は、当該鉱徴地の鉱化作用並びに変質作用の概要を把握し、各鉱徴地の探鉱価値を判定することを目的とし、これに必要な試料を多数採取し、室内実験に供した。

6-2. 第 3 年次調査結果

6-2-1. Gran Chocaya 地域

(1) Veta Burton の南西延長部の IP 異常帯に対して実施されたボーリング MJ-3 は未着鉱であったが、岩芯の検鏡並びに X-線解析結果、鉱化作用並びに変質作用とも極めて顕著であることが解明された。これらの結果は本孔付近に鉱脈の賦存する可能性を強く暗示し、IP 異常の原因をも明らかにした。

(2) MJ-3 の南西約 600 m 地点の IP 異常帯に実施されたボーリング MJ-4 は着鉱長 50 cm (Cu 0.03%, Pb 7.81%, Zn 16.98%, Ag 350 g/t) と 40 cm (Cu 0.01%, Pb 1.60%, Zn 17.91%, Sn 0.37%, Ag 310 g/t) の高品位鉱に着鉱した。本孔の鉱石鉱物の種類、組合せの多様性、極めて顕著な母岩の変質作用は Animas 鉱床の中心部と同様であることが明らかとなり、同時に IP 異常帯の原因も解明された。この結果 Animas 鉱山南西部の本孔を中心とする地域が極めて有望かつ重要な探鉱候補地域となった。

(3) Inocentes 坑の Veta Nueva と Animas 鉱山の Veta Rosario の各鍾先きのほぼ中間の IP 異常帯に対して実施されたボーリング MJ-5 は未着鉱であり、岩芯の検鏡並びに X-線解析結果、Veta Nueva と Veta Rosario は各々異なる鉱化中心を有しており、両脈は連続しておらず、本位置では鉱化作用ならびに変質作用が劣化していることが解明された。

(4) Gran Chocaya 部落南部に発達する変質帯に対して実施されたボーリング MJ-6 は未着鉱であり、岩芯の検鏡並びに X-線解析結果、本孔の変質作用は極めて劣勢であり、本地点付近が Animas 鉱床帯の西端であることを暗示しており、このことは地表地質精査結果と一致する。

(5) 当鉱床の今後の探鉱方針は MJ-4 で着鉱した鉱脈に立入坑道で着脈させ、北東並びに南西方向に錫押し探鉱を実施する。更にこの立入坑道を利用して MJ-3, MJ-4 の南東部のボーリング探鉱を実施する。この結果、Animas 鉱山南西部の鉱床賦存の可能性の強い有望地域の探鉱がほぼ達成されよう (Fig. 16)。

6-2-2 Sur Lípez 地域

Sur Lípez 地域には無数の鉱徴地が知られているが、各々の立地条件・地質鉱床学的条件を比較検討した結果、これらの鉱徴地のうち、以下の理由で San Antonio 鉱山の探鉱を最優先させるべきと判断した。

- (1) 地理的に本地域の探鉱中心並びに資材の中継基地である Escala 鉱山に近い。
- (2) 鉱山を中心として発達する変質帯は極めて大規模かつ優勢であり、更に東方の Cerro Amarillo を中心にして前者と同程度の規模と質を有する変質帯が発達する。
- (3) スペイン植民地時代に、当時としては極めて大規模に稼行された形跡がある。
- (4) 地表には最大脈幅 200 cm にも及ぶ多数の露頭が認められ、Mesa de Plata (メサデプラタ) の通洞地並でも脈幅数 m に及ぶ鉱脈の採掘跡が存在する。
- (5) 鉱床は主脈の Sistema de Veta No. II を中心に多数の平行脈からなり、走向延長は 1,000 m 前後で最大脈幅は数 m に達するものと推定される。
- (6) 鉱脈は地表下約 150 m の Mesa de Plata の通洞地並でも硫化鉱物を随伴するものの鉱石の主体は依然として酸化鉱であり、下部での初生硫化鉱帯に期待がもてる。
- (7) 通洞地並以下も採掘された形跡はあるが、その規模・地質鉱床学的情報並びに採掘を中止した理由が不明である (品位・鉱種の変化・出水等の自然条件の変化又は金属市況の変化等)。
- (8) 鉱石は含銀・鉛・亜鉛鉱で経済性が高く、このことは採掘跡並びに通洞地並での分析値で立

00 100
100 100
100 100

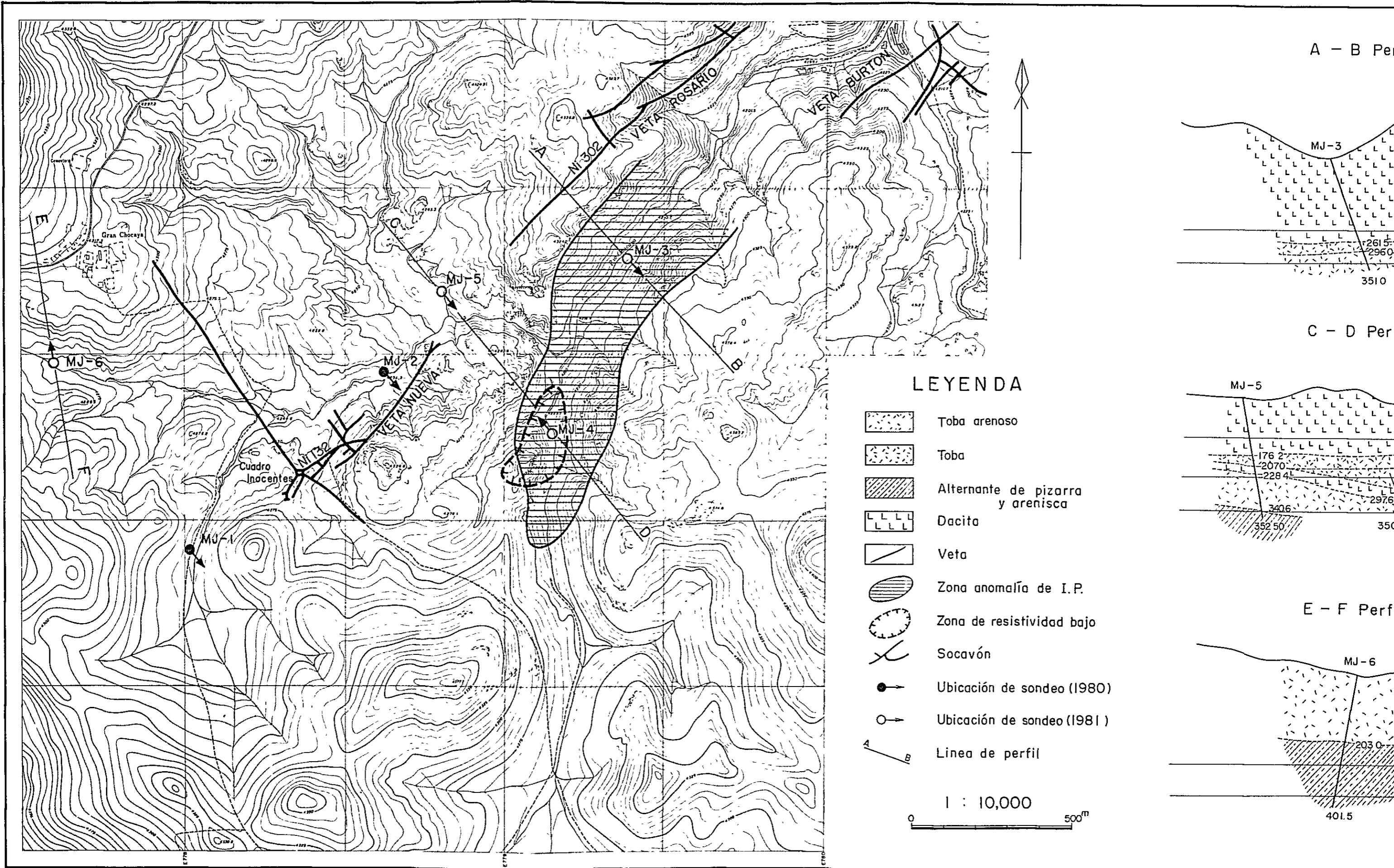
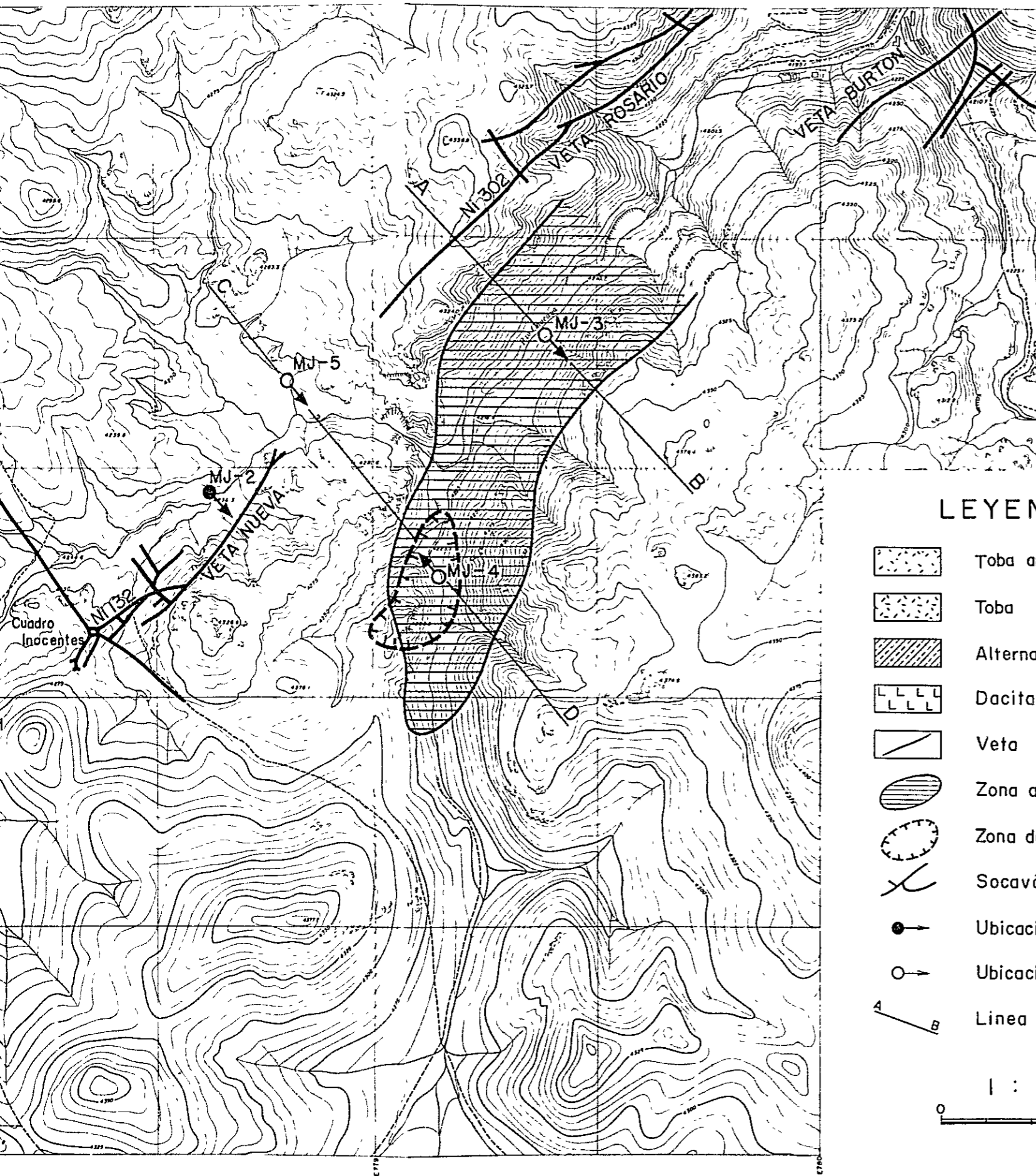


Fig. 16 Mapa de ubicación de pozos y sus perfiles geológicos

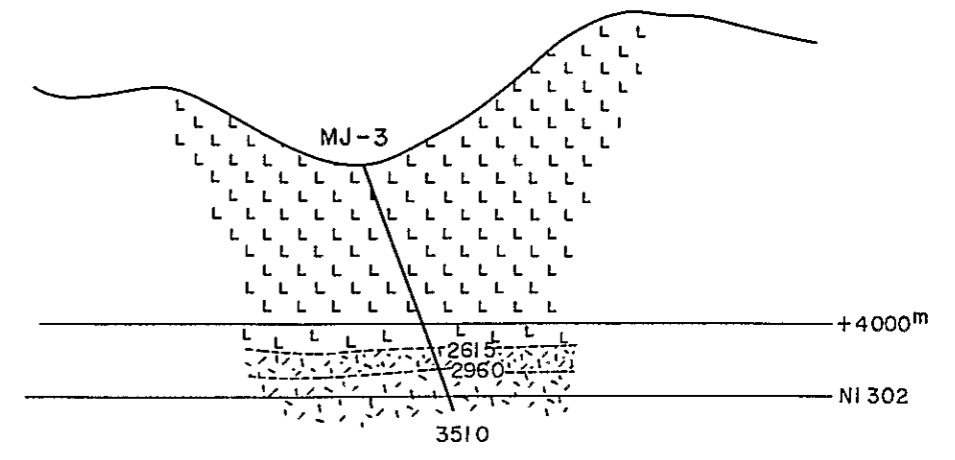


LEYENDA

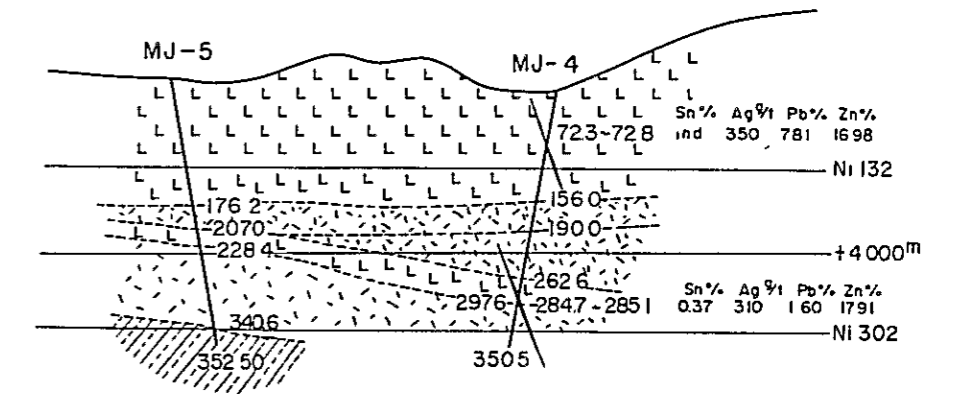
- Toba arenoso
- Toba
- Alternante de pizarra y arenisca
- Dacita
- Veta
- Zona anomalía de I.P.
- Zona de resistividad bajo
- Socavón
- Ubicación de sondeo (1980)
- Ubicación de sondeo (1981)
- Línea de perfil

1 : 10,000
0 500m

A - B Perfil



C - D Perfil



E - F Perfil

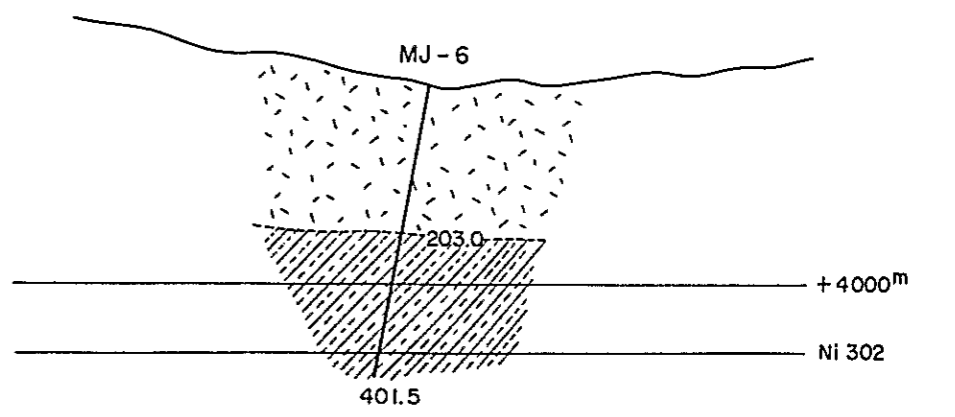


Fig.16 Mapa de ubicación de pozos y sus perfiles geológicos

Tabla 9 Lista de minas y indicios del área de Sur Lipez

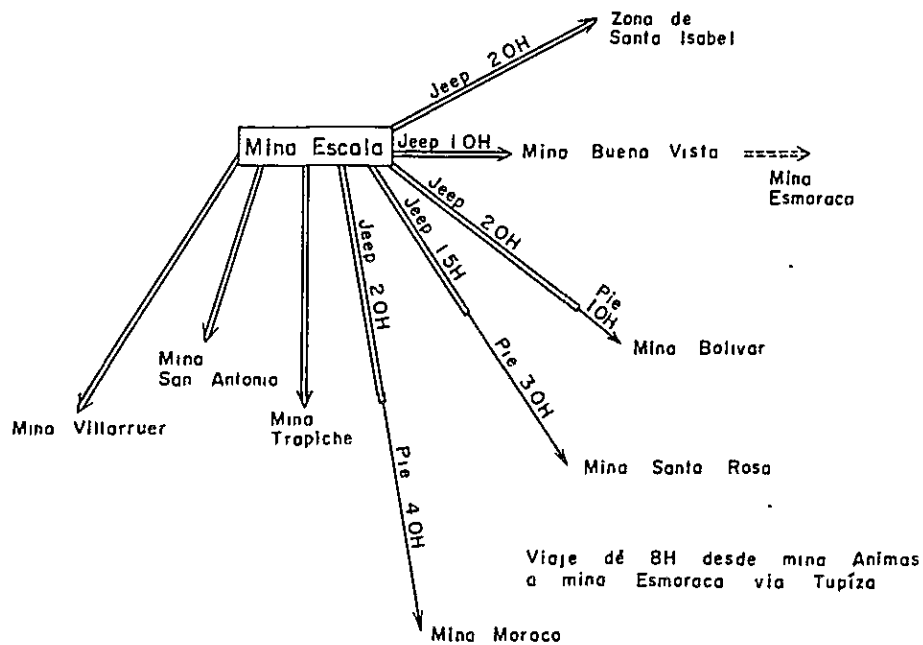
Zona	Nombre de mina o veta	Rumbo (°)	Buzamiento (°)	Longitud (m)	Ancho de veta (cm)	Roca de madre	Alteración	Ley					Minerales principales	Minerales accesorios
								Cu %	Pb %	Zn %	Sn %	Ag t/g		
Santa Isabel	Mercedes	N80W	70N		40	Dacita	Ser.	0.02	1.93	0.50	0.02	58		
	San Agustin	N85W	80N		40	"	Ser.Chl.	0.18	15.42	31.41	0.03	160	sp.gn.cp.py	tet.bn.cv
	Consuelito					"	Ser.Chl.Mnt.	0.33	6.01	6.64	0.03	270	sp.py.gn.mar	arp.cv
	Escalera					"	"	0.05	0.60	0.40	0.73	50	gn.qz.py.sp	mar.tet
San Antonio	Veta No I	EW	45~80N	400	500	"	Ser.Chl.Mot.Kao.	0.12	5.18	8.91	0.03	1,087	gn.sp.gz.mar py.cal	tet.mar.hm jm.cp.cv.py
	Veta No. II	N80E	70N	1,000?	500	"	"							
	Veta No III	N50W	60S	250		"	"							
	Amarillo(socavon)	N75W	85N	25	15	"	Ser.Mot.	0.07	1.07	1.25	0.03	463		
Buena Vista	Veta San Pablito	N70W	70N	700	50	Toba	Ser.	0.68	14.93	16.66	0.03	620	gn.sp.py.st	cp.jm.hm.cv po.tet.orp rl.
Escala	Escala Socavón-C	N55W	80N	300(+1000)	80	Dacita	Ser.Chl.	0.11	8.05	21.00	0.02	190	sp.gn.qz.ang sid	py.mar.arp tet.jm.cp
Bolivar						Andesita	Ser.Mot.Kao.							
Trapiche	Trapiche	EW	80S	500?	10	Toba	Ser.Mot.	(sb) 1.54	0.20	1.03	0.03	365	st	
Villarruer	Villarruer	N80W	90	100	60	Andecita	Ab.Mot.	0.19	65.70	3.71	0.03	420	gn	py.cv.ang.sp
Moroco	Rica	N70W~EW	80S	1,500	160	Dacita	Ser.Chl.						sid.sp.gn.tet py	arp.mar.cp bn
Esmoraca	Esmoraca	N80W	70N	2,000	200	"	Ser.Chl.	(WO ₃) 4.03	0.42	1.14	0.27	15	wol.py.sch.hm mag.sp.cp	qz
Santa Rosa	Santa Rosa	N50W	SW	500	160	"	Ser.Mot.Kao.	0.04	0.84	0.60	0.03	45		

símbolos

py : pirita
mar : marcasita
po : pirrotina
ars : arsenopirita
hm : hematita
mag : magnetita
lim : limonita
sid : siderita
cal : calcita
qz : cuarzo
orp : oropimento
rl : rejalgar
gn : galena
ang : anglesita
jm : jamesonita
bo : bournonita
sp : esfalerita
cp : calcopirita
cv : covellina
bn : bornita
tet : tetrahedrita
cs : casiterita
stan : estannina
st : antimonita
wol : wolframita
sch : scheelita
el : electrum
Ser : sericitización
Chl : cloritización
Mot : montmorillonitización
Kao : kaolonitización
Ab : albitización

証されている。

Tabla. 8 Tiempo necesario para trasladar de la mina Escala a cada indicios de área de Sur Lipez



第7章 結論及び将来への指針

7-1. 調査方法

調査地域はボリビア共和国南部に位置し、Gran Chocaya地域、Sur Lipez地域とも同国内では有数の鉱床地域として知られ、スペイン植民地時代に銀山として探鉱、開発された実績をもつ鉱山が多い。Gran Chocaya地域はボリビア国内に建設の予定されていた亜鉛製錬所の有望な給鉱地として注目され、鉱量確保が急務とされていた。このために、地域全体の基礎的地質調査結果から、段階的に探鉱範囲を限定し、究極的には鉱床を発見するための適切な調査方法が採用された。

一方、Sur Lipez地域は、現在同国内に建設中の鉛製錬所に鉱石を供給する目的で注目されている地域である。従って、同地域内の鉱徴地の地質概査を実施し、各鉱徴地の地質状況・変質作用・鉱化作用等の特性の一端を明らかにし、もって当地域内の鉱徴地の探鉱優先順位をつけ、より効果的な探鉱計画立案の一助とすることを目的とした。Gran Chocaya地域に対する調査方法は目的に応じ地質調査・物理探査・ボーリング探査が計画・実施された。

面積280km²の地質概査により、調査地域の地質・地史・地質構造・火成活動が解明された。その結果鉱床の賦存可能性の強い地域はAnimas鉱山を中心とする30km²の範囲に限定された。更にこの30km²の範囲に対して変質帯調査を含む地質精査が実施され、鉱脈の配列パターン・変質帯の実体が解明された。その結果に基づき次段階の調査計画が立案された。

第2年次は坑内地質精査・物理探査・ボーリング探査が実施された。地質精査では鉱脈を胚胎する裂隙の形成機構が解明され、鉱床の累帯構造・富鉱体の落としと形態等の特性、複雑な鉱物の同定と共生関係・鉱床の生成温度と鉱液の流動方向等が解明された。物理探査はDipole-DipoleによるIP法を採用し、既開発鉱床の延長部並びに平行脈の探査を実施した。その結果、当該地域内の顕著なIP異常帯が短期間で明確にされた。この異常帯は第3年次のボーリング探鉱でその原因が明らかにされ、本方法が、同国内のAnimas 鉱床と類似の鉱床探査に有効であることが立証された。

ボーリング探鉱は第2年次と第3年次に計6孔を実施した結果、当鉱床の今後の探鉱・開発並びに評価に極めて有益な指針を与えた。

7-2 結 論

- (1) 特定の鉱物またはその共生関係を利用して Animas 鉱床の変質帯を、中心部から外側に向かって5帯に分帯し得た。更に、本方法は今後の探鉱に応用可能なことが判明した。
- (2) Animas 鉱床はX-線解析結果、方解石及び斜長石の認められない変質帯内に賦存することが判明した。この事実は他鉱床の探鉱に有効に活用出来よう。
- (3) 流体包有物実験による鉱液の流動方向の解析は今後富鉱体の形態・落しの解析に応用可能であろう。
- (4) 各種の方法による詳細な鉱石鉱物に関する研究結果、各脈の鉱物の共生関係、鉱物組成等の実体が解明された。これらの結果は出鉱品位の調整・有価金属の回収対策等という面で鉱山の実操業に有効に活用出来よう。
- (5) IP探査法は、同国内のAnimas 鉱床と同型の鉱床の探査に有効であることが立証された。
- (6) ボーリング探鉱では、Gran Chocaya 部落南部で実施されたMJ-6の結果、同部落付近における鉱化作用並びに変質作用とも劣勢となり当面の探鉱対象地域から除外し得ることが判明した。しかし、Veta Burton の南西延長のIP異常帯に対して実施されたMJ-4は稼行対象になり得る2本の鉱脈を確認し、本孔付近の探鉱価値を飛躍的に向上させた。
- (7) Sur Lipez 地域に確認されている無数の鉱徴の立地条件・地質鉱床学的条件を比較検討した結果、San Antonio 鉱山の探鉱を最優先させるべきであると判断した。

7-3 今後の探査方針

- (1) Animas 鉱山についてはMJ-4で確認した2本の鉱脈に立入坑道を掘進し、着鉱後、北東・南西方向の錘押探鉱を実施すべきである。また、これらの立入坑道を利用しMJ-3、MJ-4の下部並びに周縁部の坑内ボーリング探鉱を促進させるべきである。第2年次のIP探査結果、測線の南西並びに南東末端部に確認された異常帯に対しては追跡調査を実施すべきである。
- (2) Sur Lipez 地域のSan Antonio 鉱山の探鉱については、正確な地形図に基づき基本的地質調査から始める必要がある。しかし調査地域は鉱山周縁に発達する変質帯を含む限られた範囲とし、坑内外地質精査から始めるべきであろう。当地域の調査結果の解析とそれに基づく探鉱方針の決定にはGran Chocaya 地域の調査結果で得られた貴重な知識と技術が、極めて

有効に活用されよう。

BIBLIOGRAFIA

I GEOLOGIA

- (1) Ahlfeld, F.E. y Braniza, L. (1960) : Geología de Bolivia
- (2) Ahlfeld, F.E. y Schneder Scherbina, F. (1964) : Los Yacimientos Minerales y de Hidrocarburos de Bolivia; Departamento Nacional de Geología, Bol. 5 (Espacial)
- (3) Ahlfeld, F.E. (1973) : Geología de Bolivia
- (4) Ahlfeld, F.E. (1976) : Metallogenetic Epoch and Provinces of Bolivia; Mineralium Deposita 2, P.291-311
- (5) Alvaro Wieler (Agosto 1971) : Informe Geológico del Grupo Minero de Esmoraca
- (6) Billings, M.P. (1973) : Structural Geology; Charles E. Tuttle Company, Tokyo, 514P
- (7) Brady, D.A. and Chaves, C.A. (1954) : Geological Report of "Siete Suyos-Animas Properties"; Corporación Minera de Bolivia, by Prospection Limited
- (8) Branisa, L. (1965) : Los Fósiles Guñas de Bolivia I, Paleozoico; Servicio Geológico de Bolivia, Bol.6
- (9) C PHOB, B. . (1968) : Geología Económica (traducido en japonés)
- (10) COMIBOL (1972) : El Yacimiento Argentífero de Chocaya-Animas
- (11) COMIBOL (1972) : El Yacimiento Argentífero de Chocaya-Siete Suyos
- (12) GEOBOL (1970-1971) : Proyecto Lípez-COMIBOL-70 MINA SANTA ROSA GE-02
- (13) GEOBOL (1970-1971) : Proyecto Lípez-COMIBOL-70 MINA MERCEDES-GOYA
GE-05
- (14) GEOBOL (1970-1971) : Proyecto Lípez-COMIBOL-70 MINA BUENA VISTA GE-6
- (15) GEOBOL (1970-1971) : Proyecto Lípez-COMIBOL-70 MINA SAN ANTONIO GE-10
- (16) GEOBOL (1970-1971) : Mapeo Geológico Regional de la Concesión Moroco, San Antonio, Bonete, Aviadora

- (17) Hass, J.L., Jr. (1971) : The Effect of Salinity on the Maximum Thermal Gradient of a Hydrothermal System at Hydrostatic Pressure; Economic Geology, Vol. 66, P940-946
- (18) Heinrich, E. Wm. (1965) : Microscopic Identification of Minerals, McGraw-Hill Book Company, New York, 414P
- (19) Horst F. von Bandat (1962) : Aerogeology
- (20) Kelly, Wm. C. and Turneure, F.S. (1970) : Mineralogy, Paragenesis and Geothermometry of the Tin and Tungsten Deposits of the Eastern Andes, Bolivia; Economic Geology, Vol.65, P609-680
- (21) Kussmaul, S., Jordan, L. and Ploskonka, E. (1975) : Isotopic Ages of Tertiary Volcanic Rocks of SW-Bolivia; Geol. Jb. Vol.14, P111-120
- (22) Kussmaul, S., Hörman, P.K., Ploskonka, E. and Subieta, T. (1977) : Volcanism and Structure of Southwestern Bolivia; Jour. of Volcanology and Geothermal Research. 2, P73-111
- (23) Lemmlein, G.G., and Klevtsov, P.V. (1961) : Relations among the Principal Thermodynamic Parameters in a Part of the System $H_2O-NaCl$; Geochemistry, No. 2, P148-158
- (24) Matsuno, H. (1976) : Aerofotogeología (en japonés)
- (25) Miyashiro, A. y Kushiro, I. (1975) : Litrología II (en japonés)
- (26) McKinstry, H.E. (1953) : Shears of the Second Order; American Journal of Science, Vol.251, P401-414
- (27) MMAJ/JICA (1977) : Informe de Investigación Geológica en Area San Vicente, República de Bolivia, Vol.I
- (28) MMAJ/JICA (1978) : Informe de Investigación Geológica en Región Sur, República de Bolivia, Vol. II
- (29) MMAJ/JICA (1979) : Informe de Investigación Geológica en Región Sur, República de Bolivia, Vol.III

- (30) MMAJ/JICA (1979) : Informe de Investigación Geológica en Región Sur, República de Bolivia, Vol. IV (Sumario)
- (31) MMAJ/JICA (1980) : Informe de Investigación Geológica en Area Gran Chocaya, República de Bolivia, Vol.1
- (32) MMAJ/JICA (1981) : Informe de Investigación Geológica en Area Gran Chocaya, República de Bolivia, Vol.2
- (33) Potter, R.W., II, Clynne, M.A., and Brown, D.L. (1978) : Freezing Point Depression of Aqueous Sodium Chloride Solutions; Economic Geology, Vol.73, P284-285
- (34) Rivas, S. (1963) : Observaciones al Informe Geológico de Prospeccion Ltd. sobre las propiedades de Siete Suyos-Animas
- (35) Roeder, E. (1967) : Fluid Inclusions as Samples of Ore Fluids; Barnes, H.L., ed., Geochemistry of Hydrothermal Ore Deposits, Holt, Rinehat, and Winston, Inc., New York, P515-574
- (36) Saigusa, M. (1958) : Geology and Mineralization of the Akenobe Mine, Hyogo Prefecture, Japan; Mining Geology, Vol.8, P218-238 (in Japanese)
- (37) Shimomura, Y. (1979) : Estabilidad de la Cuesta en Explotación de Cielo Abierto; Calizas. NO/177 P76-88 (en japonés)
- (38) Singewald, S.T. and Berry, E.M. (1922) : The Geology of the Coro Coro Copper District of Bolivia; The Johns Hopkins University Studies in Geology, No.1
- (39) Takeda, H. (1972-1973) : La Geología y los Yacimientos de los Andes en Sudamérica 1,2,3; Geological Review, No.217, P52-63; No.224, P36-47; No.229, P46-62 (en japonés)
- (40) Takenouchi, S. (1975) : Basic Knowledge on Studies of Fluid Inclusions in Minerals -2-; Gem News, Vol.2, P66-73 (in Japanese)
- (41) Takenouchi, S. (1975) : Basic Knowledge on Studies of Fluid Inclusions in Minerals -3-; Gem News, Vol.2, P110-121 (in Japanese)

- (42) Tatsumi, T. (1977) : Fundamental of Contemporary Economic Geology; University of Tokyo Press, 257P
- (43) Ueda, S. y Sugimura, A. (1973) : Zona de Movimiento Tectónico del Mundo (en japonés)
- (44) Uemura, T. and Iwamatsu, A. (1979) : Joint, Fault, and Stress Field; Earth Science, Iwanami Shoten Co., Ltd., Tokyo, P137-160 (in Japanese)
- (45) Watanabe, T. (1965) : Progreso de la Geología Económica (en japonés)

II GEOFISICA

- (1) ZienKiewicz and Cheung (1967) : The Finite Element Method in Structural and Continuum Mechanics; McGraw-Hill
- (2) Coggon, J.H. (1971) : Electromagnetic and Electrical Modeling by the Finite Element Method; Geophysics Vol.36, P132-155
- (3) Sumner, J.S. (1976) : Principles of Induced Polarization for Geophysical Exploration

APENDICE

COLUMNAS GEOLÓGICAS DE
TALADRO DE SONDEO

THE UNIVERSITY OF CHICAGO

PHYSICS DEPARTMENT
5712 S. UNIVERSITY AVE.
CHICAGO, ILL. 60637

UBICACION DE POZOS DE DIAMANTINA

No.	X	Y	Z	Dirección	Inclinación	Profundidad	Fecha
MJ-1	E 778,010	N7,677,870	+ 4,260 ^m	S 50 E	- 70°	401,05 ^m	ENE 1981
MJ-2	E 778,620	N7,678,435	+ 4,236 ^m	S 45 E	- 70°	401,20 ^m	FEB 1981
MJ-3	E 779,385	N7,678,795	+ 4,215 ^m	S 45 E	- 70°	351,00 ^m	AGT 1981
MJ-4	E 779,140	N7,678,270	+ 4,225 ^m	N 45 W	- 80°	350,50 ^m	SEP 1981
MJ-5	E 778,305	N7,678,700	+ 4,240 ^m	S 45 E	- 80°	352,50 ^m	SEP 1981
MJ-6	E 777,610	N7,678,480	+ 4,275 ^m	N 10 W	- 80°	401,50 ^m	OCT 1981

SIGNOS

GEOLOGICO



Arenisa



Toba arenosa



Toba



Toba lapilli



Toba brecha



Alterante de pizarra y arenisca



Dacita



Veta

∠ 30°

Angulo de veta, estratificación y grieta

MINERAL

Py

Pirita

Sp

Esfalerita

Gn

Galena

Lim

Limonita

Sid

Siderita

Qz

Cuarzo

Pl

Plagioclasa

Calc

Calcita

Hb

Hornblenda

Chl

Clorita

Bio

Biotita

MUESTRA

BX

Rayos - X

BC

Análisis químico

BS

Sección delgada

BP

Sección pulida

MJ-1-1

0m ~ 100m

PROFUNDIDAD (m)	COLUMNA GEOLOGICA	NOMBRE DE ROCA	DESCRIPCION	VETA	ALTER ARQUILLO SILICIFIL BLANQUEA	NUMERO DE MUESTRAS	PROFUNDIDAD (m)	LARGO DE MUESTRA (cm)	RESULTADO DE ANALISIS								
									Cu (%)	Pb (%)	Zn (%)	Sh (%)	Ag (qt)				
0-5		Terrano				X-1	3										
5-10		Dacita	rojizo alterado, lava flujo														
10-14			fenocristal biotita hornblenda cuarzo plagioclasa														
14-20			gris														
20-25			textura de lava brecha clara alteración arcillosa														
25-30						X-2	20										
30-35																	
35-38		Dacita	gris alteración arcillosa														
38-40			gris compacta														
40-45			textura de lava que brecha arcillosa por alteración														
45-50			gris - mareno esta brecha			X-3	40										
50-55						T-1	45										
55-60																	
60-65		Toba Lapilli	matriz rojizo brecha arenosa rojizo 3mm matriz biotita cuarzo plagioclasa dominante			X-4	60										
65-70			gradación de grano normal														
70-75		Arenisca	tobaca gris rojizo														
75-80		Toba Lapilli	fragmentos de arenisca redonda que marcan en parte estrato no clara			T-3	68.5										
80-85		Arenisca	tamboré y toba dacita gradualmente														
85-90		Toba	fragmentos de toba arenosa gris														
90-95		Toba-Toba Lapilli	matriz biotita cuarzo dominante gradualmente toba o toba lapilli arenosa														
95-100		Toba Lapilli	gradación de grano			X-5	80										
100-105		Dacita	compacta gris clara (intrusiva) silicificada fuertemente														
105-110			gris con fenocristal de biotita cuarzo hornblenda														
110-115			red afuselar y venilo de pirita	910 ^m pr. ss w=0.3-10 ^m		BC-1	910-	13	0.01	0.20	1.25	0.05	20				
115-120			venilo de pirita venilo de pirita	928 ^m pr w=0.5 ^m		BC-2	944-	73	0.01	0.09	2.15	0.05	10				
120-125			silicificado fuertemente	9515 ^m pr ss w=2.7 ^m													
125-130			venilo de pirita y asfelerita	9615 ^m pr. ss w=1.5-2.0 ^m		BC-3	9615-	25	0.004	0.14	1.00	0.05	10				
130-135			draca con glauco asfelerita silicificada blanca			X-6	100										

MJ - 1 - 3

200m ~ 300m

Profundidad m	COLUMNA GEOLOGICA	NOMBRE DE ROCA	DESCRIPCION	VETA	ALTER ARCILO SILICIFI BLANQUEA	NUMERO DE MUESTRAS	PROFUNDIDAD DE MUESTREO (m)	LARGO DE MUESTRA (cm)	RESULTADO DE ANALISIS									
									Cu (%)	Pb (%)	Zn (%)	Sn (%)	Ag (g/t)					
200		Alternante de arenisca y pizarra	grs textura de desmoronamiento claro gradación grano normal pizarra negra dominante zona cizalla															
210		.	pizarra negra en parte banda de arenisca espesor 3cm textura de desmoronamiento clara															
215		.																
220		145°				X - 12	220											
225		.	arenisca blanca / pizarra negra espesor -10cm			T - 4	222											
230		140°	en arenisco textura de desmoronamiento claro y gradación grano normal arenisca gris blanca dominante															
235		.	pizarra negra dominante alternante arenisca espesor -2cm textura de desmoronamiento clara															
240		130°	en pizarra alternante arenisca gris espesor -1cm desmoronamiento gradación normal			X - 13	240											
245		.																
250		150°	Alternante de arenisca y pizarra															
255		.	textura de desmoronamiento totalmente en arenisca															
260		.	zona cizalla y arcillosa															
265		140°	Pizarra			X - 14	260											
270		140°	alternante típica y sedimento tipo flysch															
275		160°	Alternante de Arenisca y pizarra															
280		.																
285		.	pizarra negra dominante textura de desmoronamiento			X - 15	280											
290		150°																
295		.																
300		140°				X - 15	300											

MJ-1-4

300m ~ 40105m

PROFUNDIDAD (m)	COLUMNA GEOLOGICA	NOMBRE DE ROCA	DESCRIPCION	VETA	AJER ARSILLO SILICIFI BLANQUEA	NUMERO DE MUESTRAS	PROFUNDIDAD DE MUESTREO (m)	LARGO DE MUESTRA (m)	RESULTADO DE ANALISIS											
									Cu (%)	Pb (%)	Zn (%)	Sn (%)	Ag (ppm)							
305		Alternante de arenisca y pizarra	pizarra negra dominante arenisca gris desmoronada espesor 10 ^{cm}																	
310		40°				7-5	305.5													
315		60°-40°		pizarra negra y arenisca gris alternante regularmente																
320		60°		arenisca dominante zona cizalla			X-17	320												
325		Arenisca		arenisca gris triturada																
330		Arenisca		arenisca bandeada																
335		Arenisca		pizarra negra cizallada arenisca gris cizallada ancho de 20 ^{cm}																
340		Alternante de arenisca y pizarra	40°-50°	pizarra dominante alternante de arenisca espesor 1 ^m desmoronamiento claro			X-18	340												
345				desmoronamiento claro																
350		40°-50°																		
355				alternante delgada espesor 1-2 ^m																
360		40°-50°					X-19	360												
365																				
370		40°		pizarra negra dominante desmoronamiento claro																
375																				
380							X-20	380												
385																				
390		40°		pizarra dominante espesor 10 ^{cm}																
395				pizarra dominante espesor 3 ^{cm}																
400		40°					X-21	400												

PROFUNDIDAD (m)	COLUMNA GEOLOGICA	NOMBRE DE ROCA	DESCRIPCION	VETA	MATERIA ARCILLO SILICIFI	BLANQUEA	NUMERO DE MUESTRAS	PROFUNDIDAD DE MUESTRO (m)	LARGO DE MUESTRA (cm)	RESULTADO DE ANALISIS				
										Cu (%)	Pb (%)	Zn (%)	Sn (%)	Ag (%)
100	L	Decita	masa blanca con cuerpo poco alterada arcillosa y disseminada	1037 ^m calc con sp				103 70	10					
102	L													
105	L													
106	L		gris macizo con biella											
108	L		cazalla											
110	L		gris macizo alterada											
111	L	Decita	gris triturada débilmente											
112	L		gris rojizo, con puntos blanco											
113	L		triturada débilmente porfirifica											
115	L													
119	L	Decita	porfirifica matriz es alterada				X-27	120						
120	L													
125	L													
126	L	Decita	gris rojizo cizalla débil											
127	L		porfirifica compacta											
128	L		con pl de blanco bio hb											
130	L		gris triturada blanqueamiento silicificado débil											
130.9	L		gris blanco silicificado y disseminado											
131	L		gris rojizo porfirifica											
131.4	L		con pl de blanco lechoso	1318 ^m py										
135	L		macizo y compacto											
137	L		veta de calcite delgada											
137.5	L		gris rojizo triturado											
138	L		macizo y compacto				X-28	140						
140	L													
142	L		gris porfirifica con pl de blanco											
143	L		lechoso bio hb es											
144	L		compacto macizo											
145	L		druso con chl w 2 ^{mm}											
146	L		triturada grano 20 ^{cm}											
146.9	L		gris alterado druso con chl musca											
148	L		gris compacto macizo	sp py 1495 rad alveolar										
150	L													
152	L		con venillo de arenisca	1502 co venillo - rad alveolar										
154	L		gris rojizo grano grueso astrato				T-9	155						
155	L	Arenisca	no clara											
156	L		en parte con bracho de arenisca gris											
158	L		gris tabaco con fragmentos de pizarra negra como imbricada				X-30	160						
160	L		se puede ver estratos en parte gradación grano vertical unidad 10-30 ^{cm}											
162	L													
170	L													
171	L	Toba Lapilli	litica en parte como toba bracho											
172	L	Arenisca	gris tabaco con fragmento de pizarra negra y arenisca gris sub anguloso gradación grano											
175	L													
176	L	Toba	gris macizo litifico con fragmento de pizarra negra y es bio											
180	L		maliza es alterada				X-31	180						
182	L		con fragmentos de arenisca gris 30 ^m											
184	L		gris triturado gris											
185	L		macizo alterada fragmentos											
187	L		gris con fragmentos de pizarra y arenisca gris											
188	L													
192	L													
200	L													

PROFUNDIDAD (m)	COLUMNA GEOLOGICA	NOMBRE DE ROCA	DESCRIPCION	VETA	ALTA ARCILLO SILICIFI BLANQUEA	NUMERO DE MUESTRAS	PROFUNDIDAD DE MUESTEREO (cm)	LARGO DE MUESTRA (cm)	RESULTADO DE ANALISIS								
									Cu (%)	Pb (%)	Zn (%)	Sn (%)	Ag (ppm)				
200		Toba				T-8	204										
210						BC-17	206.4	5									
212.5			toba triturada y alteración arcillosa														
218			toba verde clara gris media con fragmentos de arenisca gris														
215			fragmentos de arenisca roja														
220						X-33	220										
225						BC-18	224.2	15									
223.5			toba triturada gris zona de falla														
228																	
230		Arenisca	arenisca gris triturada y cristalina														
235			alteración arcillosa, cristalina														
240			gris silicificada densamente														
240.5			pequeña arena y estafanita														
245		Alteración de arena y plomo	arenisca gris triturada y cristalina														
245			arenisca gris triturada y cristalina														
250			sedimento del tipo típico de flysch														
252.5			arenisca con siderita cristalina														
255			gris desmoronada y clara														
255.5			arenisca con siderita														
260			arenisca desmoronada			X-35	260										
265			gradación de grano normal														
265			placa de deslaminación con película de arena														
270			arenisca desmoronada														
270.5			arenisca desmoronada														
275			arenisca desmoronada														
278.5			gris desmoronamiento claro														
280																	
284.5			placa de deslaminación con poca arena														
287																	
288.5			arenisca desmoronada														
290			arenisca desmoronada														
295			arenisca desmoronada														
300			arenisca desmoronada														

MJ-2-4

300m ~ 40120m

PROFUNDIDAD m	COLUMNA GEOLOGICA	NOMBRE DE ROCA	DESCRIPCION	VETA	ALTERACION ARCILLO SILICIFI BLANQUEA	NUMERO DE MUESTRAS	PROFUNDIDAD DE MUESTREO m	LARGO DE MUESTRA cm	RESULTADO DE ANALISIS											
									Cu (%)	Pb (%)	Zn (%)	Sn (%)	Ag (ppm)							
305		Alternante de areniscas pizarra	desmoronamiento dominante banda en parte triturada con poca pirita																	
310			dominante arenisca																	
315																				
320		260°																		
325				dominante areniscas desmoronamiento claro																
330				plano de deslizamiento de pirita con goethita																
335				dominante pizarra																
340		270°		pirita fina concentrada																
345		270°																		
350				plano de deslizamiento																
355				zona triturada																
360					sp w 2cm		BC-19	359												
365				banda de pirita fina estructura de desmoronamiento claro																
370		270°																		
375																				
380		280°																		
385				desmoronamiento claro																
390				zona azulado débilmente																
395			diseminada poca pirita																	
400			plano de deslizamiento																	
405			drusa con siderita galena poca																	
410			triturada																	
415																				
420			venilla de siderita pirita plano de deslizamiento con pirita triturada pirita diseminada				BC-20	400	20											

PROFUNDIDAD (m)	COLUMNA GEOLOGICA	NOMBRE DE ROCA	DESCRIPCION	VETA	ALTERACION SILICIFI BLANQUEA PIRITAZA	NUMERO DE MUESTRAS	PROFUNDIDAD DE MUESTREO (cm)	LARGO DE MUESTRA (cm)	RESULTADO DE ANALISIS										
									Cu (%)	Pb (%)	Zn (%)	Sn (%)	Ag (g/t)						
0		terrero																	
0	L L	dacita	gris blanqueado fuertemente y silicificado diseminado de Py, blanqueado, porfirico poca limonita -3 ^{er} m cuarzo y plagioclasa cristál dominante																
10	L L																		
15	L L																		
20	L L	poroso poca grita con limonita																	
24	L L			Py w 0.1cm															
25	L L			Py w 0.1cm															
27	L L	triturado																	
30	L L	Py diseminada y venilla dominante				BC-1	295	50	003	0.28	0.05	Ind	30						
32	L L	drusa con Py blanco o gris compacto																	
35	L L	poco brechado																	
38	L L			Py w 2.0cm															
40	L L	compacto Py venilla poca brechado																	
45	L L	gris y porosa gris y compacto poroso Py venilla dominante				BC-2	50	50	001	0.12	2.72	0.36	20						
50	L L	diseminada de Py gris y compacto				BS-1	50												
55	L L																		
57	L L	triturado Py venilla dominante																	
60	L L	diseminación de poca esteaterita																	
64	L L	gris compacto																	
68	L L	Py venilla y diseminación fuertemente																	
70	L L	brechado blanco poroso blanco compacto				BX-1	70												
75	L L																		
80	L L	alteracion fuerte porosa Py diseminada fuertemente																	
85	L L	compacto blanco y gris																	
90	L L	Py venilla																	
95	L L	venilla de pizarra gris 20cm ²																	
98	L L	Py muy delgada																	
100	L L	poroso, diseminación de Py y venilla brechado																	

MJ-3-4

300m~3505m

PROFUNDIDAD (m)	COLUMNA GEOLOGICA	NOMBRE DE ROCA	DESCRIPCION	VETA	ALTERACION SILICIFI BLANQUEA PIRITAZA	NUMERO MUESTRAS	PROFUNDIDAD DE MUESTREO	LARGO DE MUESTRA (cm)	RESULTADO DE ANALISIS										
									Cu (%)	Pb (%)	Zn (%)	Sn (%)	Ag (g/t)						
		lebo	gris con fragmento de cuarzo dominante fragmento fisico pizarra arenisca silicificación fuerte																
310			triturado																
			Py venillo w 05-20cm																
320			gris oscuro con mancha lenticular			B5-2	3200												
330			triturado																
				Py - Sp w 20cm		BP-5	3350												
340																			
350						BC-8	3479	10	Ind	008	092	003	20						
			3500m			BX-5	3500												
40																			
70																			
80																			
90																			

PROFUNDIDAD (m)	COLUMNA GEOLOGICA	NOMBRE DE ROCA	DESCRIPCION	VETA	ALTERACION SILICIFI	BLANQUEO PIRITAZA	NUMERO DE MUESTRAS	PROFUNDIDAD (m)	LARGO DE MUESTRA (m)	RESULTADO DE ANALISIS								
										Cu (%)	Pb (%)	Zn (%)	Sn (%)	Ag (%)				
0		terreno																
0		gaceta	rojo pardo macizo compacto															
10			con venilla de limonita alterado fuertemente															
10			venillas de limonita en filara	Lim = 10-30 cm Lim = 30cm			BC-9	130	20	Ind	003	0.61	003	10				
20			fragmentada debilmente gris macizo compacto porfirifica															
20			feno Qz, Bw, Pl dominante															
30																		
40			Pl fenocristo - 5 ^o /m ²															
50																		
60			en parte concentrada con Py fina granizada															
60							BS-3		61									
65				Py = 0.10m														
70			medio silicificado															
70			distribución a red atvular de Py drusa dominante	Py = 0.3cm			BR-6		70									
71		veta		Sp-Py = 0.05m			BC-10	72.3	50	003	7.81	16.98	Ind	350				
71				Sp-Py = 0.05m			SP-6	72.3										
71				Sp-Py = 1.0cm			BC-11	72.8	120	Ind	0.12	0.66	005	20				
71			venilla en forma drusa				BC-12	74.0	100	Ind	0.14	0.81	003	20				
72							BC-13	75.0	100	Ind	0.05	0.58	005	10				
72			venillas de Py y Sp en drusa				BC-14	78.0	100		0.81	1.47	005	20				
72							BC-15	77.0	100		0.09	0.66	003	20				
72			blanca macizo aligrado fuertemente				SP-7	77.5										
72							BC-16	78.0	100	Ind	1.52	0.71	003	40				
72							BC-17	79.0	100	001	1.88	0.66	0.23	6.0				
80			debilmente arcilla				BC-38	80.0	100	Ind	0.82	0.46	003	40				
90			gris clara - blanca compacto															
90			mezizo															
90			medio silicificado															
90			distribución de Py															
90			fenocristo de Bio Hb Qz dominante															

PROFUNDIDAD (m)	COLUMNA GEOLOGICA	NOMBRE DE ROCA	DESCRIPCION	VETA	ALTER ARZILLA SILICIFI BLANQUEA PIRITAZA	NUMERO DE MUESTRAS	PROFUNDIDAD MUESTREO (cm)	LARGO DE MUESTRA (cm)	RESULTADO DE ANALISIS											
									Cu (%)	Pb (%)	Zn (%)	Sn (%)	Ag (g/l)							
110	L A L A L	decita	triturado alterado en arcilla debilmente																	
	L A L A L		debilmente triturado y alterado en arcilla																	
	L A L A L		textura claramente brachada																	
	L A L A L		triturado y alterado en arcilla																	
120	L A L A L																			
	L A L A L																			
	L A L A L																			
130	L A L A L		gris oscura Py - disseminación silicificada fuertemente dominante Oz - fenocrista																	
	L A L A L		blanco lechoso compacto Py - disseminación textura brachada alteración arcilla y silicificación																	
	L A L A L		triturado																	
140	L A L A L					BX-7	140													
	L A L A L		gris macizo Py - disseminación fuerte Sp en drusa																	
	L A L A L																			
150	L A L A L																			
	L A L A L																			
160	L A L A L	taba 110° taba arenoso	gris claro con fragmentos de pizarra y arenisca disseminación de Py																	
	L A L A L	taba lapilli	gradación regular taba arenoso taba lapilli																	
	L A L A L	taba arenoso	fragmentos . pizarra gris y arenisca roja																	
170	L A L A L	taba lapilli																		
	L A L A L	taba arenoso																		
180	L A L A L	taba lapilli																		
	L A L A L	taba	gris claro litica fragmentos pizarra, arenisca, decita poca, en parte bandada con arenisca dominante Bio Oz grano																	
190	L A L A L		aparentemente taba pumicea silicificada media disseminación de Py disminuye fragmento litica																	
200	L A L A L		fragmento de pizarra gris 5cm ²																	

PROFUNDIDAD (m)	COLUMNA GEOLOGICA	NOMBRE DE ROCA	DESCRIPCION	VETA	ALTERACION SILICIFI BLANQUEA PIRITAZA	NUMERO DE MUESTRAS	PROFUNDIDAD MUESTREO (m)	LARGO DE MUESTRA (cm)	RESULTADO DE ANALISIS						
									Cu (%)	Pb (%)	Zn (%)	Sr (%)	Ag (g/t)		
207.40		tofo													
209.00		470' veta	en parte bondiada con arenisco	Sp-Py w 5cm		BC-18	20725	18	0.01	0.26	8.03	0.03	180		
210.00		470' veta		Sp-Py w 5cm		BX-8 BC-19	2083 2095	35	0.02	0.94	4.83	0.72	130		
			sobremonta diseminación de Py												
			gris poca diseminación de Py												
220						BC-40	2210	10	Ind	0.10	0.41	0.03	20		
						BC-39	2241	20	Ind	0.45	0.81	0.03	30		
			debil silicificación												
230															
240															
250			poca diseminación de Py gris media silicificación gris claro debil silicificación												
260						BS-4	260								
262.4	L L L	destita	gris con puntos blanco porfirico			BC-20	2650	20	Ind	0.26	0.92	Ind	20		
	L L L		fanocrisis Pl Qz 0.5-1.0cm # concentración de estafarita de tipo irregular silicificado en gris												
270	L L L														
	L L L														
	L L L														
280	L L L		media silicificación con venillas de Sp w 2mm venillas de Sp Py tipo irregular	Sp Py w 5cm		BC-21 BC-22 BP-9 BX-9	2765 2795 2795 2800	10 30	0.02 0.01	0.81 0.63	18.86 2.69	Ind 0.05	150 30		
	L L L														
	L L L														
284.7	L L L	veta	compacta fina enriquezada	Sp Py w 4cm		BC-23 BP-10	2847 2850	40	0.01	1.60	17.91	0.37	310		
285.1	L L L		en Sp drusa			BC-38	2851	20	Ind	0.51	0.71	0.13	100		
	L L L		triturada												
	L L L		verde pálida												
290	L L L		con punto. blancos												
	L L L														
	L L L														
300	L L L	tofo	con puntos blancos, y fragmentos de pizarra y arenisco roja pumita verde			BC-37	2983	10	Ind	0.21	0.41	0.03	Ind		

PROFUNDIDAD (m)	COLUMNA GEOLOGICA	NOMBRE DE ROCA	DESCRIPCION	VETA	ALTERACION SILICEA	BLANQUEO	PIRITIZA	NUMERO DE MUESTRAS	PROFUNDIDAD DE MUESTREO (m)	LARGO DE MUESTRA (cm)	RESULTADO DE ANALISIS				
											Cu (%)	Pb (%)	Zn (%)	Sn (%)	Ag (g/t)
303.35	[Dotted pattern]	toba	perla concentrada de Py				BC-24	300.4	10	1m	0.26	0.71	0.08	70	
303.5		65°					BP-11 BC-25	303.4 303.4	20	0.01	1.13	3.25	0.23	200	
310	[Dotted pattern]														
320	[Dotted pattern]														
320		60°	pedozos de Sp recuperación de testigo	Sp = 0.5cm											
330	[Dotted pattern]														
340	[Dotted pattern]														
350	[Dotted pattern]						BX-10	350.0							
350.5m															
60															
70															
80															
90															
90															
90															
90															
90															

PROFUNDIDAD (m)	COLUMNA GEOLOGICA	NOMBRE DE ROCA	DESCRIPCION	VETA	ALTERACION SILICIFI BLANQUEA PIRITAZA	NUMERO DE MUESTRAS	PROFUNDIDAD DE MUESTRO (m)	LARGO DE MUESTRA (m)	RESULTADO DE ANALISIS				
									Cu (%)	Pb (%)	Zn (%)	Sn (%)	Ag (g/t)
90	L L L L	decita	silicificada debilmente Py-diseminación e rad alveolar			BC-28	105.0	30	Ind	0.19	0.56	Ind	10
100	L L L L												
110	L L L L	290'	venilla, parcialmente diseminada de Sp	Qz-Py = 10 ^{cm}		BC-29	115.0	50	Ind	0.41	0.51	0.05	20
	L L L L					BC-30	116.0	50		0.30	0.71	0.03	20
	L L L L		venilla de Py - Sp			BC-31	118.0	30		0.15	0.86	0.03	Ind
120	L L L L												
130	L L L L		finamente concentrada de Py gradualmente se cambia perlitica gris o dominante de Pl blanca gris oscuro										
140	L L L L												
150	L L L L		venilla de Py										
160	L L L L												
170	L L L L												
180	L L L L												
190	L L L L	160'	venilla de Py gris verdoso grano fino	Sid w 10 ^{cm}									
	L L L L	150'-60'	veta drusa irregular chilid margin compacta	Sp - Py w 5-10 ^{cm}		BC-32 BP-12	192.3 192.4	25	Ind	0.24	4.17	0.03	10
194.2	L L L L		labe verde pálido fino										

MJ-5-3

200m ~ 300m

PROFUNDIDAD (m)	COLUMNA GEOLOGICA	NOMBRE DE RDCA	DESCRIPCION	VETA	ALTER ARCILLA	SILICIFI	BLANQUEA	PIRITAZA	NUMERO DE MUESTRAS	PROFUNDIDAD DE MUESTEREO (cm)	LARGO DE MUESTRA (cm)	RESULTADO DE ANALISIS						
												Cu (%)	Pb (%)	Zn (%)	Sn (%)	Ag (g/t)		
207.0		lobo arenoso	gradación con fragmento de arenisca roja estratificación 210° gris pelifica															
210		locito	blanco alterado en arcilla						BK-13	210								
220																		
228.4		lobo	gris diseminación de Py															
230																		
240			banda de pelifica con fragmento de pizarra concentrada de Py - Sp gris gelida fragmentos de arenisca gris y pizarra dominante < 2cm ²						BP-13 BC-33 BC-34	235.8 235.7 258.6	30 10	0.01 0.01	0.88 0.08	3.41 2.64	1.43 1nd	180 10		
250			gradualmente se cambia en color gris oscura y dominante moteada de color blanca															
260																		
270			gradualmente gris rosado dominante de moteada de color blanca dominante de fragmentos de arenisca roja, gris gris púrpula ~ rojo dominante de Bio-Qs - Pl grano															
280									BK-14	280								
290																		
300																		

MJ-5-4

300m~352.5m

PROFUNDIDAD (m)	COLUMNA GEOLOGICA	NOMBRE DE ROCA	DESCRIPCION	VETA	ALTERACION SILICIFI BLANQUEA PIRITIZA	NUMERO DE MUESTRAS	PROFUNDIDAD DE MUESTREO (m)	LARGO DE MUESTRA (m)	RESULTADO DE ANALISIS						
									Cu (%)	Pb (%)	Zn (%)	Sn (%)	Ag (g/t)		
300		leba	gris rojizo			BS-6	305								
310		270"	gradualmente gris pálida con fragmentos de pizarra y arenisco	Py-Sid = 50"		BC-35 BP-14	310 I 310 I	18	144	0.21	0.76	0.61	10		
320			diseminada de Py alterada en azufre gris												
330															
340						BS-7	341								
340.6		alternante de pizarra y arenisco	bandeada pizarra negra y fina arenisca gris												
350		230"				BS-8 BX-15	347 350								
360															
370															
380															
390															
400															

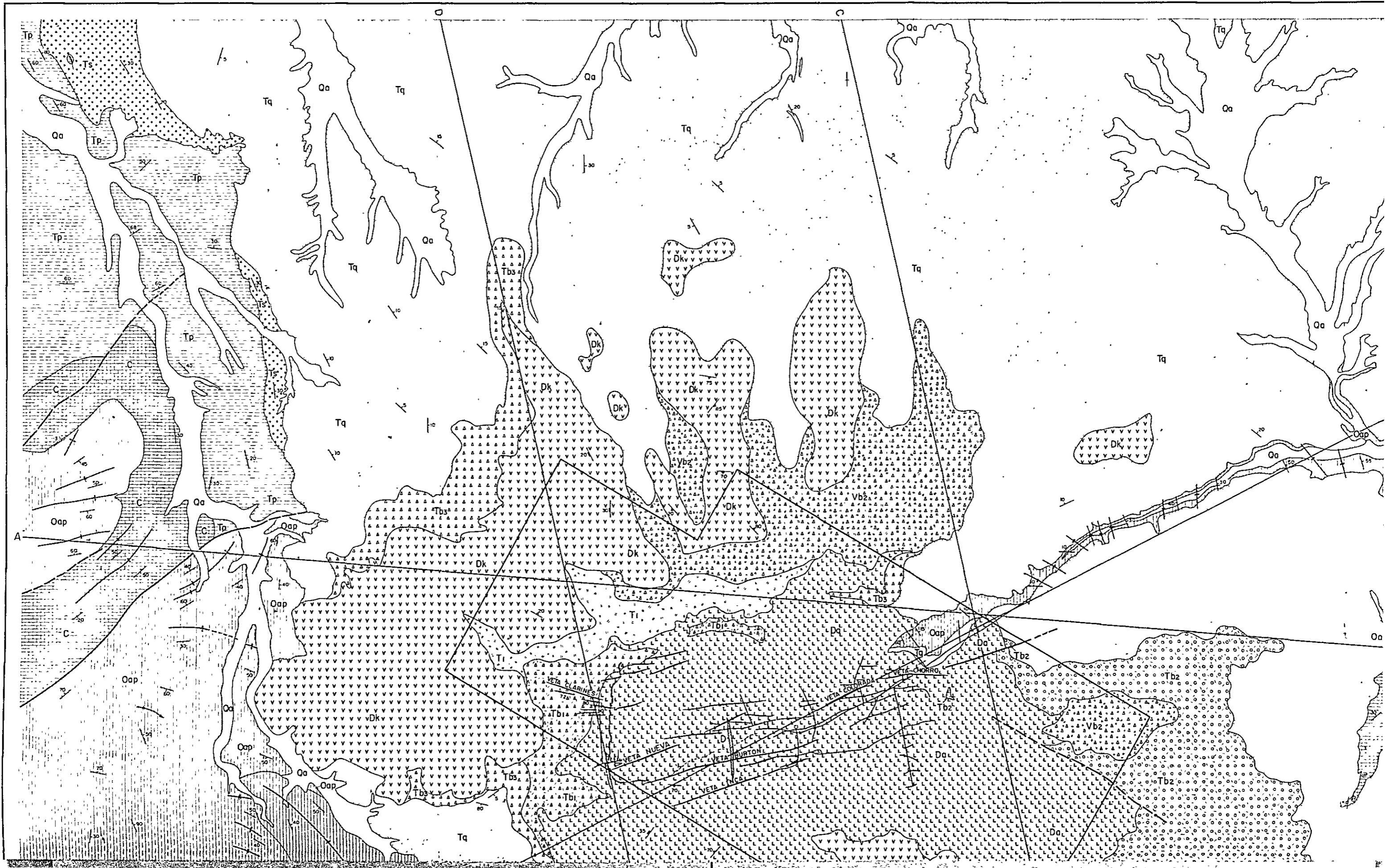
MJ-6-1

0m ~ 100m

PROFUNDIDAD (m)	COLUMNA GEOLOGICA	NOMBRE DE ROCA	DESCRIPCION	VETA	ALTER ARCLLA SILICIFI	BLANQUEA	PIRITAZA	NUMERO DE MUESTRAS	PROFUNDIDAD DE MUESTREO (m)	LARGO DE MUESTRA (cm)	RESULTADO DE ANALISIS								
											Cu (%)	Pb (%)	Zn (%)	Sn (%)	Ag (g/t)				
3		terreno																	
10																			
12		toba brecho	gris rojizo brecho arenisco de Ordoviciano angular																
20			matriz Bi-Oz-Pt dominante alterada en arcilla																
32		toba	blanca, alterada en arcilla fuertement macizo tanto de pumiceas 20^{μ} montmorillonita fragmento litico pobre																
40			pardo rojizo, macizo, puntos blanco Pt, Oz dominante. Bio sobre fragmentos litico <math><15^{\mu}</math> arenisco gris y rojo																
50			con fragmento de pumita blanco																
70			gradualmente rojizo claro					BX-16	700										
80		toba arenoso toba lapilli toba arenoso toba lapilli toba arenoso	gradación toba arenoso → toba lapilli Bio-dominante pardo rojizo Bio, Gr, Pt - dominante enriquecida en fragmentos de arenisco rojo y gris <math><15^{\mu}</math> predominante de fragmentos de arenisco rojo <math><25^{\mu}</math> debil estratificación					BS-9	870										
90		toba lapilli toba arenoso toba lapilli toba	tanto de pumita <math><15^{\mu}</math> (Bio-dominante)																
100																			

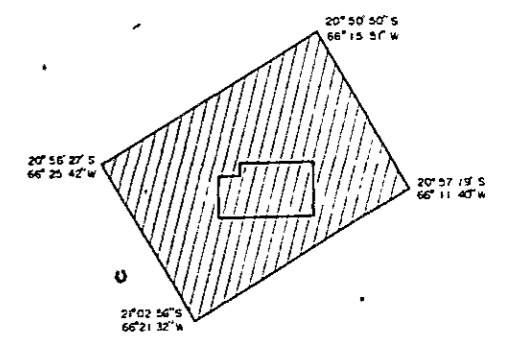
PROFUNDIDAD (m)	COLUMNA GEOLOGICA	NOMBRE DE ROCA	DESCRIPCION	VETA	ALTERACION SILICIFI BLANQUEA PIRITAZA	NUMERO DE MUESTRAS	PROFUNDIDAD DE MUESTREO (m)	LARGO DE MUESTRA (cm)	RESULTADO DE ANALISIS										
									Cu (%)	Pb (%)	Zn (%)	Sn (%)	Ag (g/t)						
		labra	arenosa, maciza predominante de cristal de Bto Qz Pl dominante de fragmentos de arenisca gris, roja																
110																			
120																			
130			gris pelido fino moleno fino con pumita arenosa grano medio gris verdosa esencial fino																
140						BX-17	1400												
150			gris verdosa pelido esencial fino (labra cristal)																
160																			
170			grano medio labra esencial predominante de Bto Qz Pl																
180			debil estratificación de banda de pelitico moleno																
190			predominante de fragmento de arenisca gris <1cm																
200			banda de pelitico gris																

PROFUNDIDAD (m)	COLUMNA GEOLOGICA	NOMBRE DE ROCA	DESCRIPCION	VETA	MATERIA ARCILLA	SILICIO	BLANQUEO	PIRITAZA	NUMERO DE MUESTRAS	MUESTRAS DE	PROFUNDIDAD DE MUESTREO (m)	LARGO DE MUESTRA (m)	RESULTADO DE ANALISIS						
													Cu (%)	Pb (%)	Zn (%)	Sn (%)	Ag (g/t)		
203.0	A A A A A	toba	dominante de brecha de arenisco gris																
		talla 240° arenisco	parda rojizo-gris																
			gris pardo fino																
210		225°	se cambia gradualmente							BA-18	2100								
			arenisco a alternante de pizarra negra y arenisco gris fino 225°																
			arenisco > pizarra																
220		230°	predominante arenisco gris macizo																
			estratificación clara																
230		220°	arenisco = pizarra arenisco > pizarra estratificación clara																
240																			
250																			
260		220°	pizarra > arenisco																
270		240°	arenisco > pizarra plana deslizada con arcilla negra ancho de 5cm																
280		240°	pizarra > arenisco																
			triturada																
290		230°	estructura de desmoronamiento de arenisco																
300																			



INVESTIGACION GEOLOGICA
EN
AREA GRAN CHOCAYA, REPUBLICA DE BOLIVIA

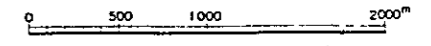
MAPA GEOLOGICO
DEL AREA ESTUDIADA
SEMI-DETALLADA



METAL MINING AGENCY OF JAPAN
JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY
GOBIERNO DEL JAPON

FEBRERO 1980
preparada por DOWA ENGINEERING CO. LTD

ESCALA 1

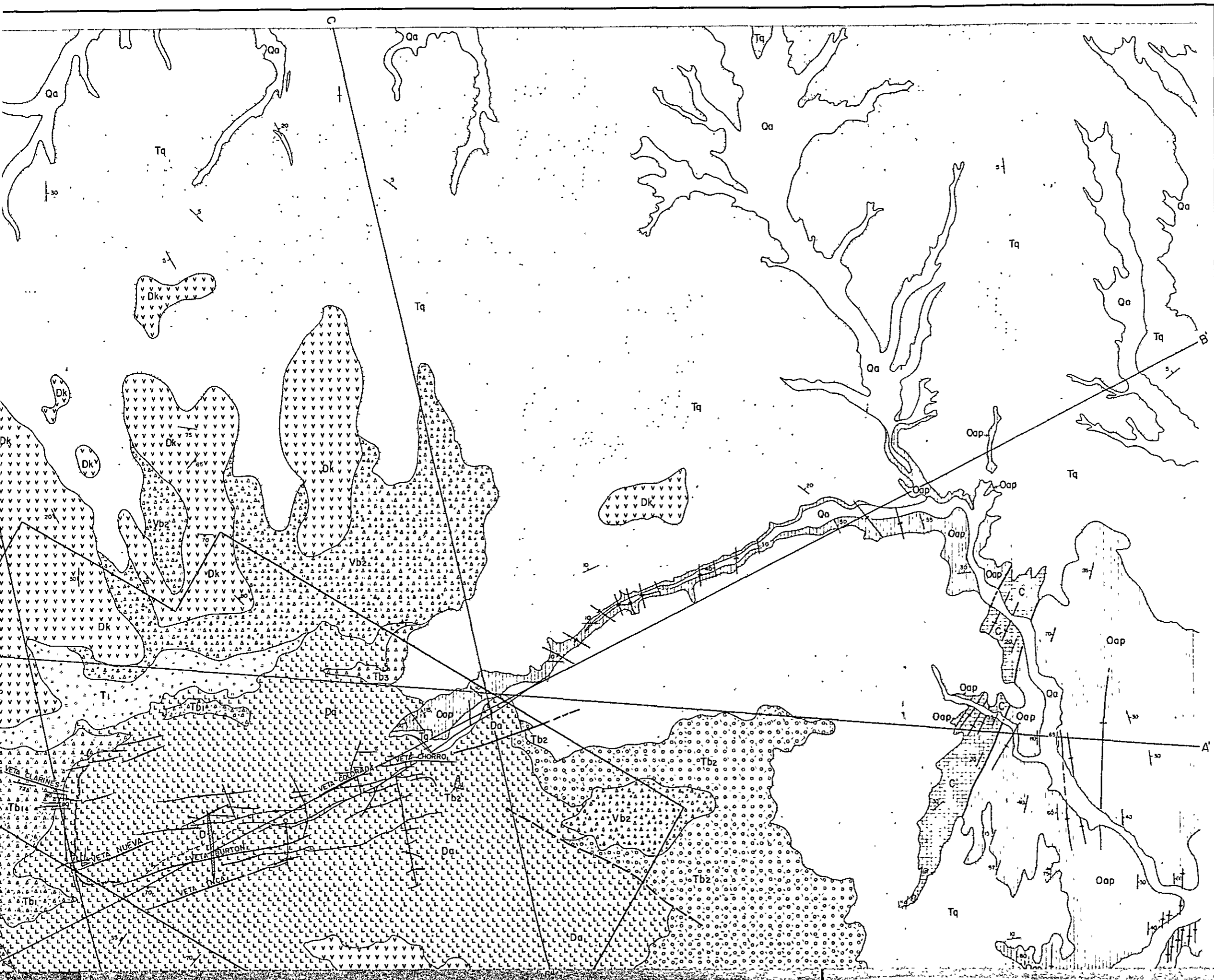


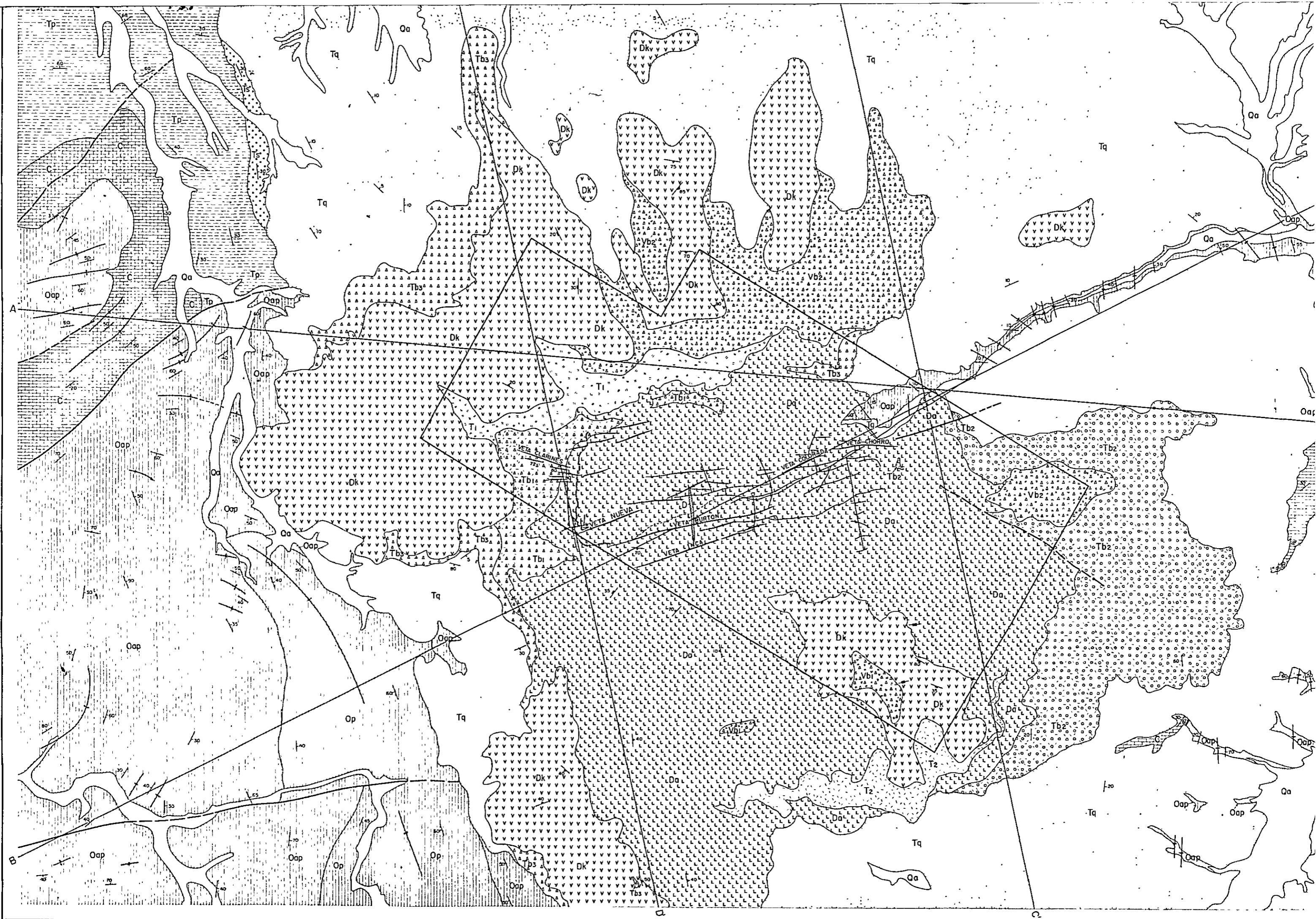
LEYENDA

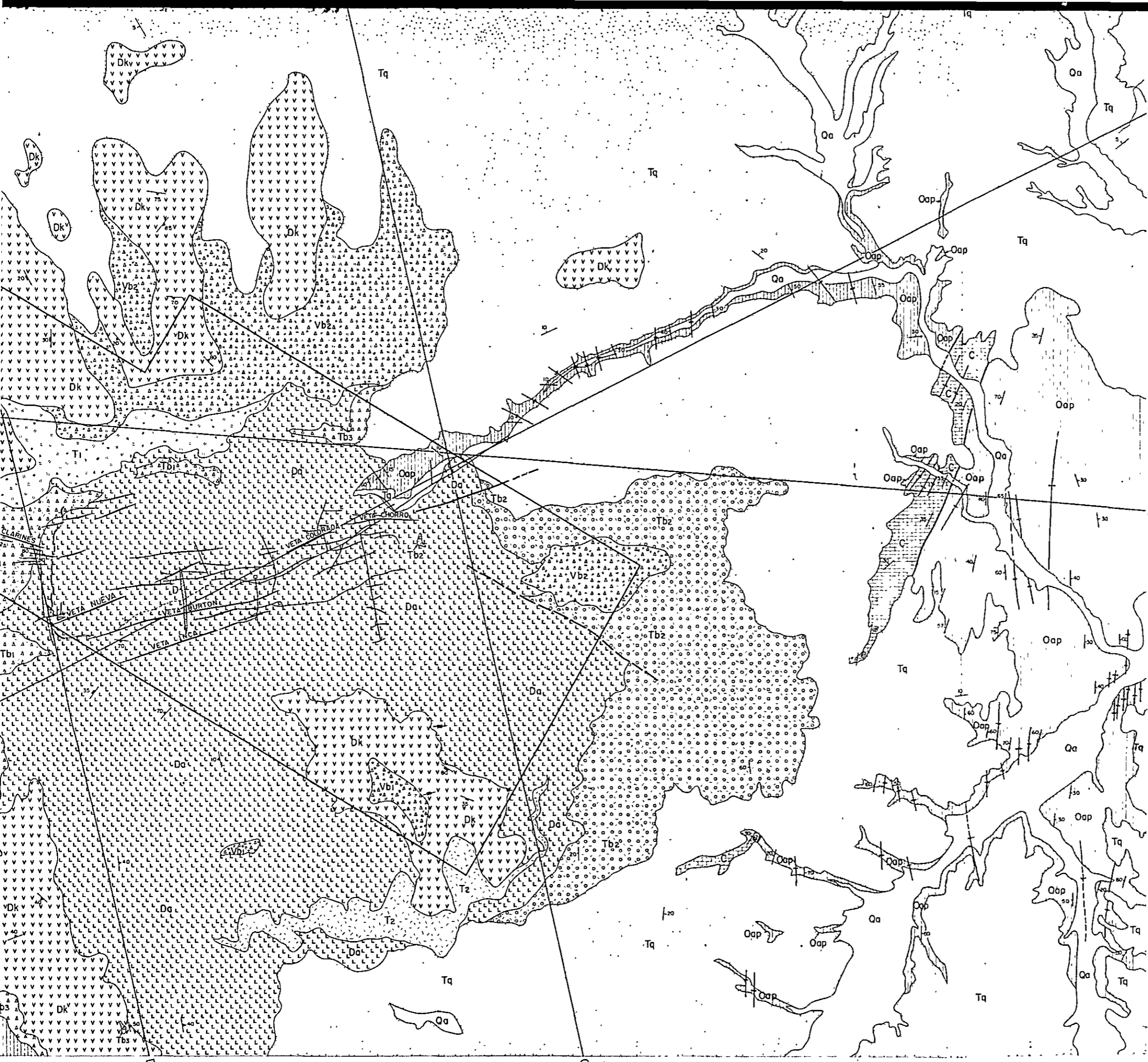
ROCAS SEDIMENTARIAS		ROCAS IGNEAS	
CLATERRIFERO	Qa Depósitos aluviales (gravas y arenas)	Dk	Dique de dacita
	Vb1 Braza volcánica de Cerro Pabellón	Dk	Dacita de Cerro Knuksulón (Lavas)
	Vb2 Braza volcánica de Bañin Loma	Da	Dacita de Animas (Lavas)
	T1 Toba de Cerro Negro Puro		
	T2 Toba de Rancho Lujadero		
	Tb1 Toba brecha de Gran Chocaya		
	Tb2 Toba Lapilli de Rancho Cordobano		
	Tb3 Toba brecha de Inocentes		
	Tq Formación Quehuá (Tobas y areniscas)		
	Ts Formación San Vicente (areniscas rojas)		
	Ip Formación Polaco (areniscas grisáceas)		
TERCIARIO	C Formación El Molino (Calizas y areniscas rojas)		
CRETACIO	Oap Miembro de pizarras de Peña Azul		
ORDOVICICO	Oap Miembro de disposición alternante de areniscas y pizarras de Peña Blanca		

SIGNOS CONVENCIONALES	
GEOLOGICOS	
	Contacto
	Eje simétrico con dirección de hundimiento
	Eje asimétrico con dirección de hundimiento
	Falla
	Falla inversa
	Rumbo y buzamiento de estratos
	Estructura de flujo con indicación de rumbo y buzamiento
	Dirección con indicaciones de rumbo y buzamiento

MINERIAS







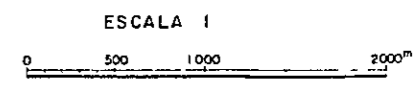
20° 56' 27" S
66° 25' 42" W

20° 57' 19" S
66° 11' 42" W

20° 56' 50" S
66° 21' 32" W

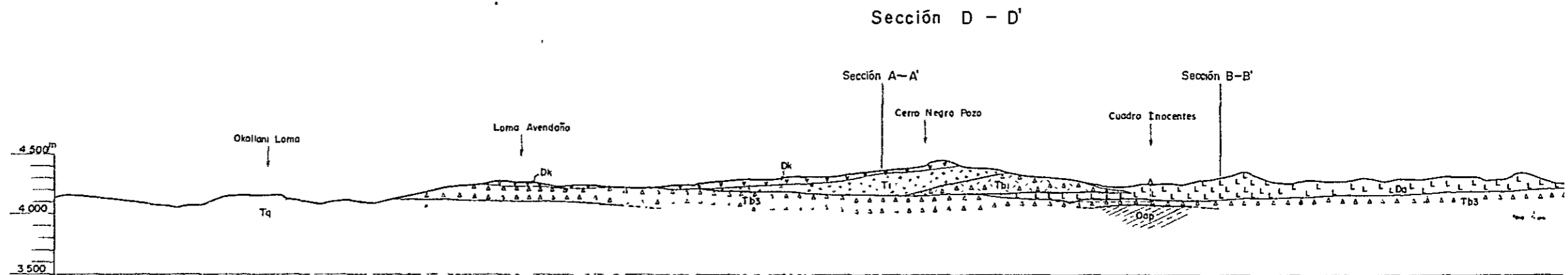
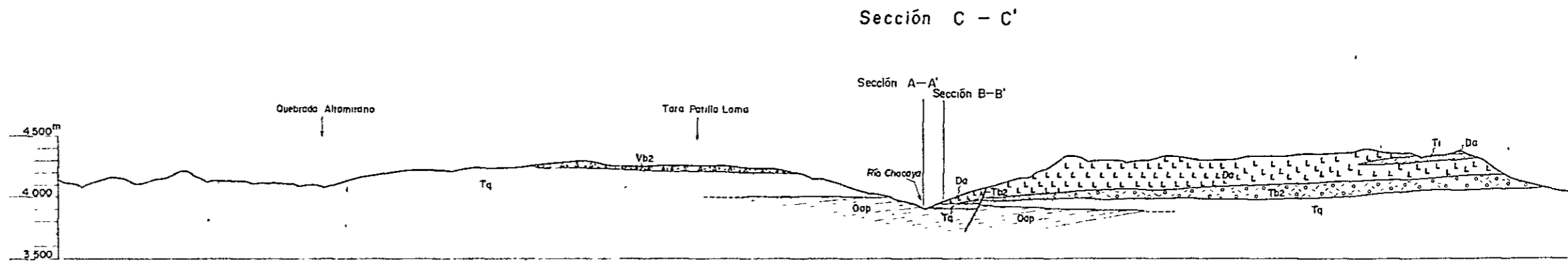
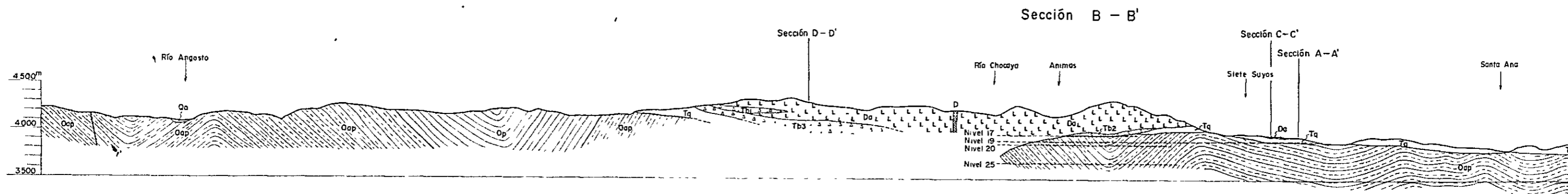
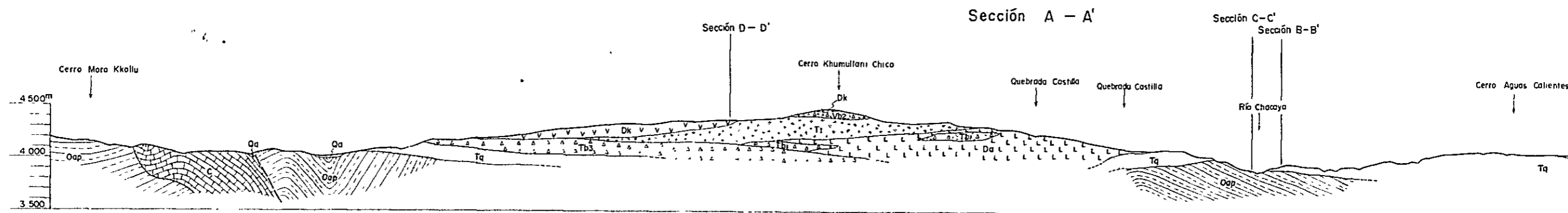
METAL MINING AGENCY OF JAPAN
JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY
GOBIERNO DEL JAPON

FEBRERO 1980
preparado por DOWA ENGINEERING CO., LTD



LEYENDA

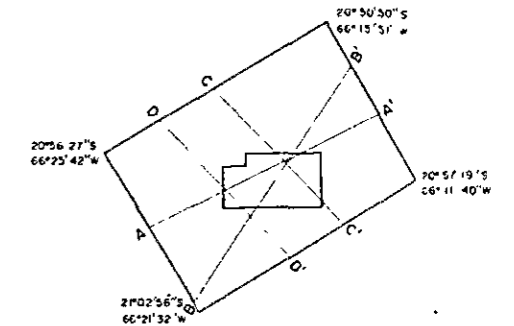
- | | | | |
|----------------------------|--|---|--|
| ROCAS SEDIMENTARIAS | | ROCAS IGNEAS | |
| CUATERNARIO | Qa Depósitos aluviales (Gravas y arenas) | Dique de dacita | |
| | | Dacita de Cerro Khamulani (Lavas) | |
| | | Dacita de Animas (Lavas) | |
| | | SIGNOS CONVENCIONALES | |
| | | GEOLOGICOS | |
| | | Contacto | |
| | | Eje anticlinal con dirección de hundimiento | |
| | | Eje sinclinal con dirección de hundimiento | |
| | | Falla | |
| | | Falla aferrada | |
| | | Rumbo y buzamiento de estratos | |
| | | Estructura de flujos con indicación de rumbo y buzamiento | |
| | | Dacitas con indicaciones de rumbo y buzamiento | |
| TERCIARIO | Vb1 Brecha volcánica de Cerro Pabeñán | | |
| | Vb2 Brecha volcánica de Bellón Loma | | |
| | T1 Toba de Cerro Negro Pozo | | |
| | T2 Toba de Rancho Lujajara | | |
| | T3 Toba brecha de Gran Crocoya | | |
| | T4 Toba Lapiz de Rancho Condolera | | |
| | T5 Toba brecha de Inocentes | | |
| | Tq Formación Guehua (Tobas y areniscas) | | |
| | Ts Formación San Vicente (areniscas rojas) | | |
| | Tp Formación Pitaco (areniscas grisáceas) | | |
| CRETACICO | C Formación El Molino (Calizas y areniscas rojas) | | |
| ORDOVICO | Dk Miembro de pizarras de Peña Azul | | |
| | Oap Miembro de disposición alternante de areniscas y pizarras de Peña Blanca | | |
| | | MINERIAS | |
| | | Veta con buzamiento | |
| | | Socavón | |
| | | Zona de la investigación detallada | |
| | | FOSILES | |
| | | Invertebrados | |
| | | Plantas | |



INVESTIGACION GEOLOGICA
EN
AREA GRAN CHOCAYA, REPUBLICA DE BOLIVIA

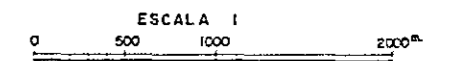
PERFILES GEOLOGICOS DEL
AREA ESTUDIADA SEMI
DETALLADA

Línea A-A' · B-B'
C-C' · D-D'

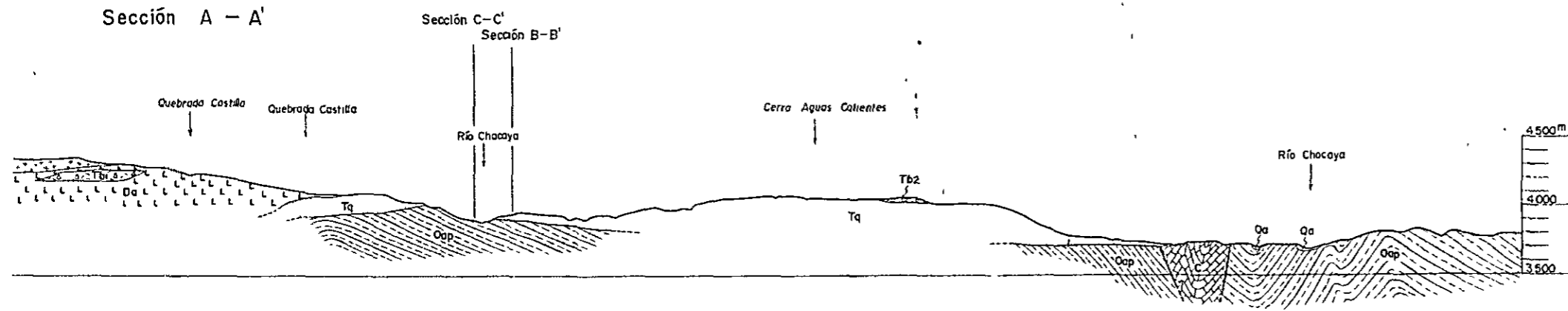


METAL MINING AGENCY
JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY
GOBIERNO DEL JAPON

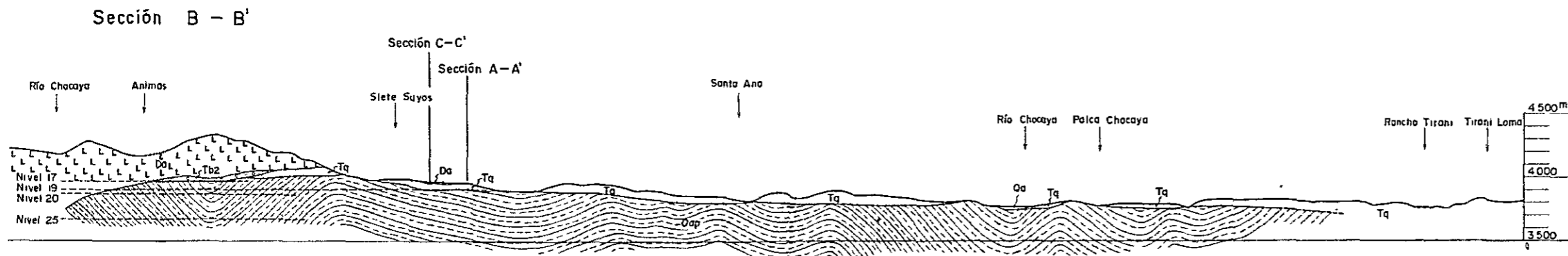
FEBRERO 1980
preparado por DOWA ENGINEERING CO, LTD



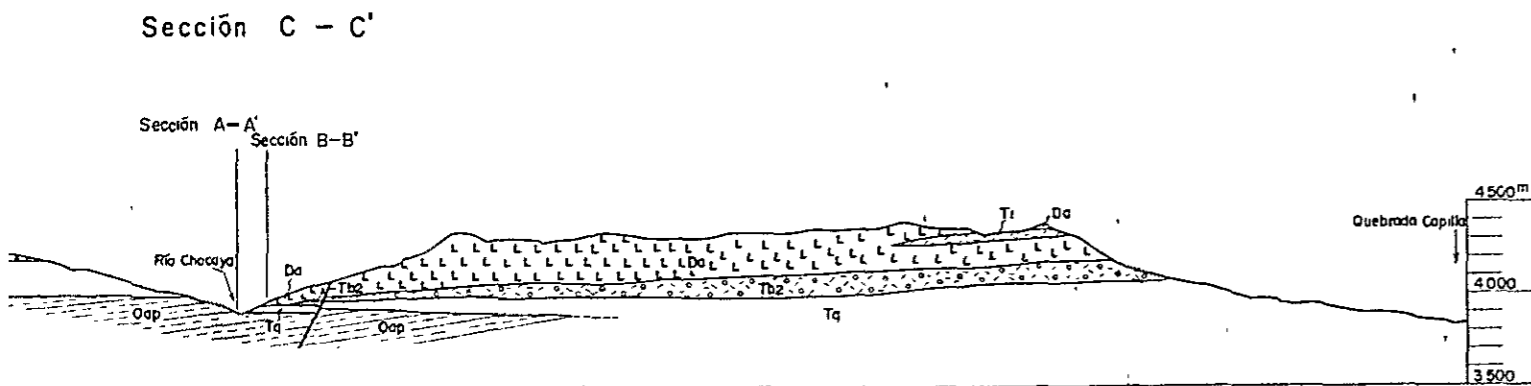
Sección A - A'



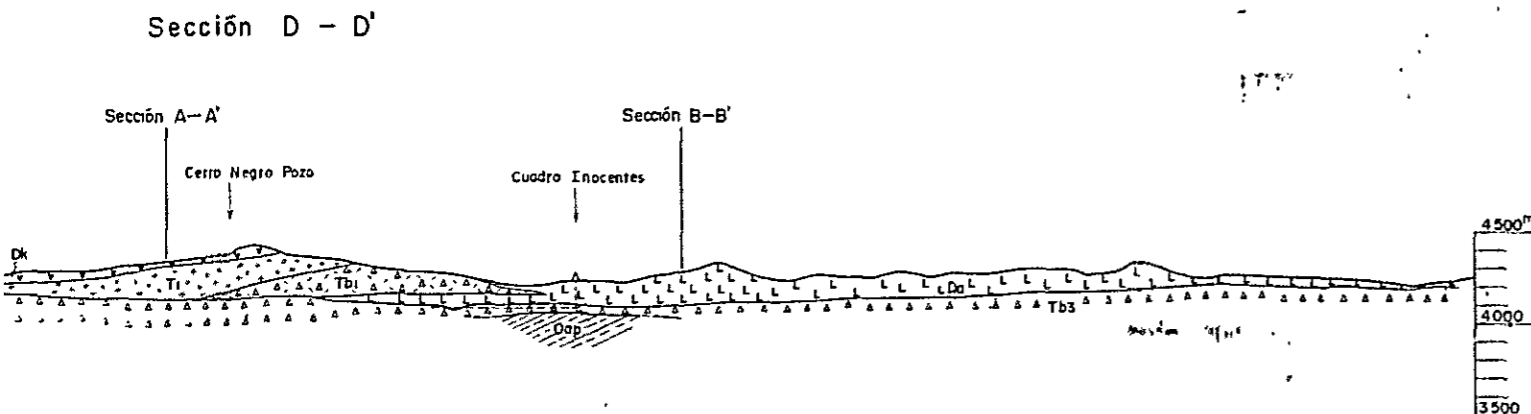
Sección B - B'



Sección C - C'



Sección D - D'



LEYENDA

ROCAS SEDIMENTARIAS		ROCAS IGNEAS	
CUATERNARIO	Qa Depósitos aluviales (Gravas y arenas)		Dique de dacita
	Vb1 Brecha volcánica de Cerro Pabellón	Dk Dacita de Cerro Khumilani (Lavas)	
	Vb2 Brecha volcánica de Balén Loma	Da Dacita de Animos (Lavas)	
	T1 Taba de Cerro Negro Pozo		
	T2 Taba de Rancho Lupijora		
	T3 Taba brecha de Gran Chocaya		
TERCIARIO	Tb2 Taba Lapilli de Rancho Candelaria		SIGNOS CONVENCIONALES GEOLOGICOS
	Tb3 Taba brecha de Inocentes		Contact
	Tq Formación Quehua (Tabas y areniscas rojas)		Falla
	Ts Formación San Vicente (Areniscas rojas)		Falla inferida
	Tp Formación Palaco (Areniscas glauáceas)		Sacación Nivel 25 (Nivel de Siete Suyos)
CRETACIO	Ca Formación El Molino (Calizas y areniscas rojas)		FOSILES
			Invertebrados
ORDOVICIA	Op1 Miembro de pizarras de Peñón Azul		Plantas
	Op2 Miembro de disposición alternante de areniscas y pizarras de Peña Blanca		

115
71
A
111

USA
702
G1
1979