チリ共和国サンチャゴ西部地区
鉱物資源開発計画調査

報告書

1980年3月

国際協力事業団

はしがき

日本政府はチリ共和国政府の要請に基づき，同国サンチャゴ西部地区の鉱物資源開発計画調査を行うこととし，その実施を国際協力事業団に委託した。

当事業団は１９８０年１月２８日から２月２６日までの３０日間にわたり隅田　実氏を団長とする５名の調査団を現地に派遣し，チリ国政府関係機関の協力を得て調査を実施した。

本報告書は，現地調査並びに収集した資料に基づき帰国後解析，検討しその成果を取りまとめたものである。本報告書がチリ共和国の鉱物資源開発に寄与すると共に，同国と我が国との経済・技術交流及び友好親善の一助となれば誠に喜ばしいことである。

終わりに，今回の調査に当られた団員各位に謝意を表わすと共に，本調査実施に当って御協力いただいたチリ共和国政府関係機関の方々をはじめ，在チリ共和国日本大使館，外務省及び通商産業省の関係各位に対し衷心より感謝の意を表するものである。

１９８０年３月

国際協力事業団
総裁　有田圭輔

伝　達　状

国際協力事業団
総裁　有　田　圭　輔　殿

ここにチリ共和国における鉱物資源開発計画調査の報告書を謹んで提出いたします。

本調査はチリ共和国政府の要請に基づき，国際協力事業団が技術協力の一環として実施したものであります。本調査は１９８０年１月２８日から２月２６日の間に，国際協力事業団１名，同和工営㈱２名，海外鉱物資源開発㈱１名，及び三井金属エンジニアリング㈱１名の計５名の専門家により，同国サンチャゴ西部地区を対象に現地調査を実施したものであります。

調査団は現地調査のほか，チリ共和国の公的機関の保有する資源情報，一般情報もできるだけ収集いたしてまいりました。

帰国後，調査結果及び収集資料をもとに，検討と解析を行い，調査地域内における有望地区の選定とその探鉱計画策定などの作業を行い，報告書としてまとめました。

本調査地域内には８０近くの鉱床があり，そのうちには大規模に稼行している鉱山も幾つかありますが，大部分は充分な探鉱作業が行われておらず，今後の探鉱如何によっては未開発地区も含めて，さらに発展する可能性をもっているものと考えられます。

本報告書の提出により，本地域の鉱物資源開発が一層活発に進展することを願っております。

最後に，本調査実施にあたり多大のご協力を頂きましたチリ共和国経済企画庁（ODEPLAN）チリ工科大学（Universidad Técnica del Estado），在チリ共和国日本大使館，国際協力事業団ならびに金属鉱事業団の関係各位に対し，心から謝意を表します。

１９８０年３月

チリ共和国サンチャゴ西部地区
鉱物資源開発計画調査団
団長　　隅　田　　実

結論及び今後の探査指針

チリ国より調査対象地域として提示されたサンチャゴ西部地区の地質，鉱床に関して，現地調査，室内研究，既存資料の検討，解析を行なった。

とくに現地調査については，探査有望地域の選定を考慮して①鉱床と地質の関連性②探査対象地域の広さ③鉱業権の3点に留意した。

1－1 結　　論

1）本地域は白亜紀下部及び上部層中の火山性同生の銅鉱床（一部堆積性）が多数存在するが，二，三の鉱床を除いては系統的あるいは精密な探鉱作業は実施されていない。

2）鉱化作用は塩基性ないし中性の火山活動に始まり，酸性火山活動に終る一連の火山活動の末期に近く，海底（あるいは湖底）において泥質物の堆積する環境下で行なわれたものと判断される。

3）鉱床は一般に層状をなし，火山岩あるいは堆積岩の堆積構造と整合的に賦存する。

4）上記の結果，選定された探査有望地区は，北部1,100㎢，南部370㎢，計1,470㎢である。

1－2 今後の探査指針

1）この地域に対しては，鉱床と火山活動の関係，及び鉱床層準を的確に把握する必要があるため，類似の成因をもつ我が国の黒鉱鉱床に対するのと同様な，組織的探査方法を用いる必要がある。

2）探査の方法としては，鉱床と地質の特徴，地理的条件などから考えて，空中写真地質を含む地質，鉱床精査により，最重点地区を抽出し，その地区に対して，地化学探査及び空中電磁法を適用して，試錐地点を決定し，最終的にボーリングを実施する事が望ましい。

チリ共和国サンチャゴ西部地区鉱物資源開発計画調査報告書

目　　次

第　I　編

第　II　編

第　III　編

Figure List:

Table List:

Plate List:

Appendices:

第 I 編

第　I　編

第1章　序　　論

1－1　調査の背景と目的

チリ国における層状銅鉱床は，中生代ジュラ紀末から新生代古第三紀に亘る地層中に存在するが，特に安山岩質火山岩類の海底火山活動が活発であった下部白亜系中に発達するマントタイプ及び不規則鉱染鉱床が重要であると考えられている。これらの鉱床の大半は，成因上，日本の黒鉱（Kuroko）に多くの類似点を有しており，チリ中部地域にとくに集中していることが知られている。

１９７８年１０月，今回のカウンターパートであるチリ国立工科大学（U.T.E.）は，チリ中部地域の銅鉱化作用と白亜紀の火山岩・堆積岩の生成過程との関連性についての研究，調査を推進させるため，チリ政府を通じて日本政府に対し，公式に技術・経済両面の協力を要請してきた。

さらに１９７９年８月，チリ国政府は，口上書により日本国政府に対し，サンチャゴ西部の具体的な調査実施希望地域を提示し，協力を要請してきた。日本国政府はこの要請に応えて，国際協力事業団を通じて本格的な鉱物資源開発調査の対象地域の選定と，その地域に適合した探査方法を策定するため，屋田団長他４名からなる調査団を編成し，１９８０年１月～２月の約１ケ月間現地調査を実施した。

要請のあった地域は，サンチャゴ市からもバルパライソ港からも，いずれも１００Km以内という好条件でありながら，二，三の鉱山を除いてはこれまで組織的探鉱がなされていなかったものである。また当該地域には中規模の優良銅鉱床の発見が期待されるが，これは，好立地と相俟って探鉱・開発コストや開発準備期間などの点で，極めて有利な条件を備えていると言うことができよう。

1－2　調査の内容

1－2－1　調査地域の概要

(1)　調査地域の範囲

チリ国政府より提示された調査対象地域は，サンチャゴ市の西方約２０Kmを至近点とし，La Ligua 谷及び Laguna de Aculeo を夫々北限，南限とし，北部で東西４０Km，南部で２５Km，南北１６０Km，面積5,500Kmである（Fig. 1）。

(2)　地勢及び交通

地域は首都サンチャゴと太平洋岸の間を南北に走る海岸山脈の主として東半部を占めてい

る。山脈東側の平野部は海抜500～700m，山脈は山頂部で2,000 m程度で，一般に1,000～1,500mの幼年期の地形を呈している。

4本の主要幹線道路が本地域を東西に横断し，また山脈の東西両山麓には南北に走る道路が発達している。サンチャゴ及びバルパライソ港を東西にひかえ，また多くの地方都市，町村が平野部に散在することから調査作業は，交通，物資・労働力調達などの面で条件に恵まれている。

(3) 気候及び植生

本地域は半乾燥地帯に属し，降雨量は季節によって変るが，山脈の西側は東側より多い。雨期は5月から8月で，この時期以外の降雨量は極く少量である。山脈の東西両側の降雨量及び気温は次の通りである。

地　　区	気　温　(℃)			降雨量 (mm)
	夏期平均	冬期平均	年平均	年平均
東側：サンチャゴ	22.0	10.0	14.0	362
西側：バルパライソ	17.7	12.1	14.8	461

春と夏の間はQuillota，El Melón，Catapilo の各谷では朝に霧雨が多い。植生は低いまばらな樹木と，一般に刺の多い灌木であるが，海岸地帯に比べ内陸側は密生していない。

(4) 地域の鉱業

地域の鉱山は，若干の金山を除いて，殆んどすべて銅鉱山である。

銅鉱山数は，今回調査したもの24山，文献によるもの53山（Table 1，2，Plate 1）計77山ある。内訳は外国系鉱山会社：1（El Soldado，Exxon 社），チリ個人企業：38（Pudahuel 社のLo Aguirre など）のほか社公団，公社の保有しているもの，放棄されているもの，あるいはピルキネロ（Pirquinero：個人の鉱山師）の稼働するものなどとなっている。

主要稼働鉱山は，El Soldado（Exxon 社，2,000万トン，Cu 1.8%），Lo Aguirre（Pudahuel 社，940万トン，Cu 2.1%），Las Animas，El Salado，Consuelo などである。

選鉱場としては，現在稼働中のものに，Catemu（ENAMI），El Soldado（Exxon），La Africana（Pudahuel），El Luro（個人企業，Tiltil），El Sauce（Cia. Minera El Sauce）などがある。

精錬所は，操業中のものはChagres（Exxon）のみで，南部のNaltagua（Cia.Minera Naltagua）は閉鎖されている。

1－2－2　現地調査

現地においては，次の諸点に主眼をおいて調査を実施した。

U.T.E. 地質専門家と共同して，既存の地質・鉱床関係資料の検討，短期間に実効をあげる調査ルートの選定と工程について打合わせたのち，現地調査に入った。

(1) 主要ルートによる地域一般の地質状況の把握

(2) 鉱床タイプ，産状，鉱床学的特性，鉱床胚胎層準の岩石学的特徴，変質帯の有無の観察，サンプリング

(3) 調査資料及び文献により，(2)の関係を表示できる各種図表の作成

(4) 探鉱ポテンシャリティーの高い地区の選定

(5) 最も探鉱価値の高い地区についての探査方法の策定

1－2－3　国内作業

研究作業としては，岩石薄片２６枚の顕微鏡観察を行った。

今回の調査目的から考えて採取された岩石試料の中から，

(1) 各層準の特徴的な岩石

(2) 鉱床胚胎層準の岩石

を選定したものである。なお観察結果及び顕微鏡写真は Appendix ２に示してある。

解析作業としては，地質平断面図，層序対比図，鉱床一覧表等の作成を行い，地質・鉱床に関する考察がなされた。

1－3　調査団の編成

調査団の構成人員は次に示す通りである。

団長	隅田　実	同和工営㈱	総括，地質調査
団員	森脇久光	国際協力事業団	業務調整
〃	竹下湯一	同和工営㈱	庶務一般，地質調査
〃	冨沢尚男	海外鉱物資源開発㈱	〃
〃	土居信一	三井金属エンジニアリング㈱	〃

カンウシターパート

Andrés Dávila Dias (Universidad Técnica del Estado)

Ricardo Galatzan Albala (Universidad Técnica del Estado)

1－4　調査期間及び工程

1月28日から2月26日までの30日間の現地調査工程は次の通りである。

日順	月／日	曜日	滞在地	作業内容
1	1／28	月	ニューヨーク経由	東京発
2	29	火	サンチャゴ	日本大使館表敬
3	30	水	〃	U.T.E. ODEPLAN表敬，U.T.Eと打合せ
4	31	木	〃	調査準備（車輌，人夫調達，地形図購入）
5	2／1	金	〃	調査，南部地区（Melipilla 周辺）
6	2	土	〃	〃，北部地区（La Calera 周辺）
7	3	日	〃	〃，中部地区（Tiltil 周辺）
8	4	月	La Calera	移動，調査，中，北部地区（Tiltil～Llaillay）
9	5	火	〃	調査，北部地区（La Ligua, Cabildo, El Soldado 周辺）
10	6	水	〃	〃　〃（〃，〃，〃） チリ出国（森脇）
11	7	木	〃	調査，北部地区（〃，〃，〃）
12	8	金	サンチャゴ	〃，移動，北部地区（La Carmeca 周辺） 東京着（森脇）
13	9	土	〃	調査，北部地区（Caqui, Rio Aconcagua, Santa Teresita 周辺）
14	10	日	〃	調査整理
15	11	月	〃	調査，中部地区（Cerro Negro, Desengaño 周辺）
16	12	火	〃	〃，〃（〃，〃）
17	13	水	〃	〃，〃（Lo Aguirre, Portezuelo 周辺）
18	14	木	〃	〃，〃（〃，〃）
19	15	金	〃	〃，南部地区（Consuelo, Andacollo, Las Güias 周辺）
20	16	土	〃	〃，〃
21	17	日	〃	〃，〃（〃，〃，〃）
22	18	月	サンチャゴ	調査，南部地区（Consuelo, Andacollo, Las Güias 周辺）
23	19	火	〃	〃　〃（〃，〃，〃）
24	20	水	〃	調査整理

日順	月／日	曜日	滞在地	作業内容
25	2／21	木	〃	ODEPLAN，日本大使館挨拶，調査結果概要口頭報告
26	22	金	〃	調査整理
27	23	土	〃	帰国準備
28	24	日	ロスアンゼルス	サンチャゴ発
29	25	月	機内	
30	26	火	東京着	

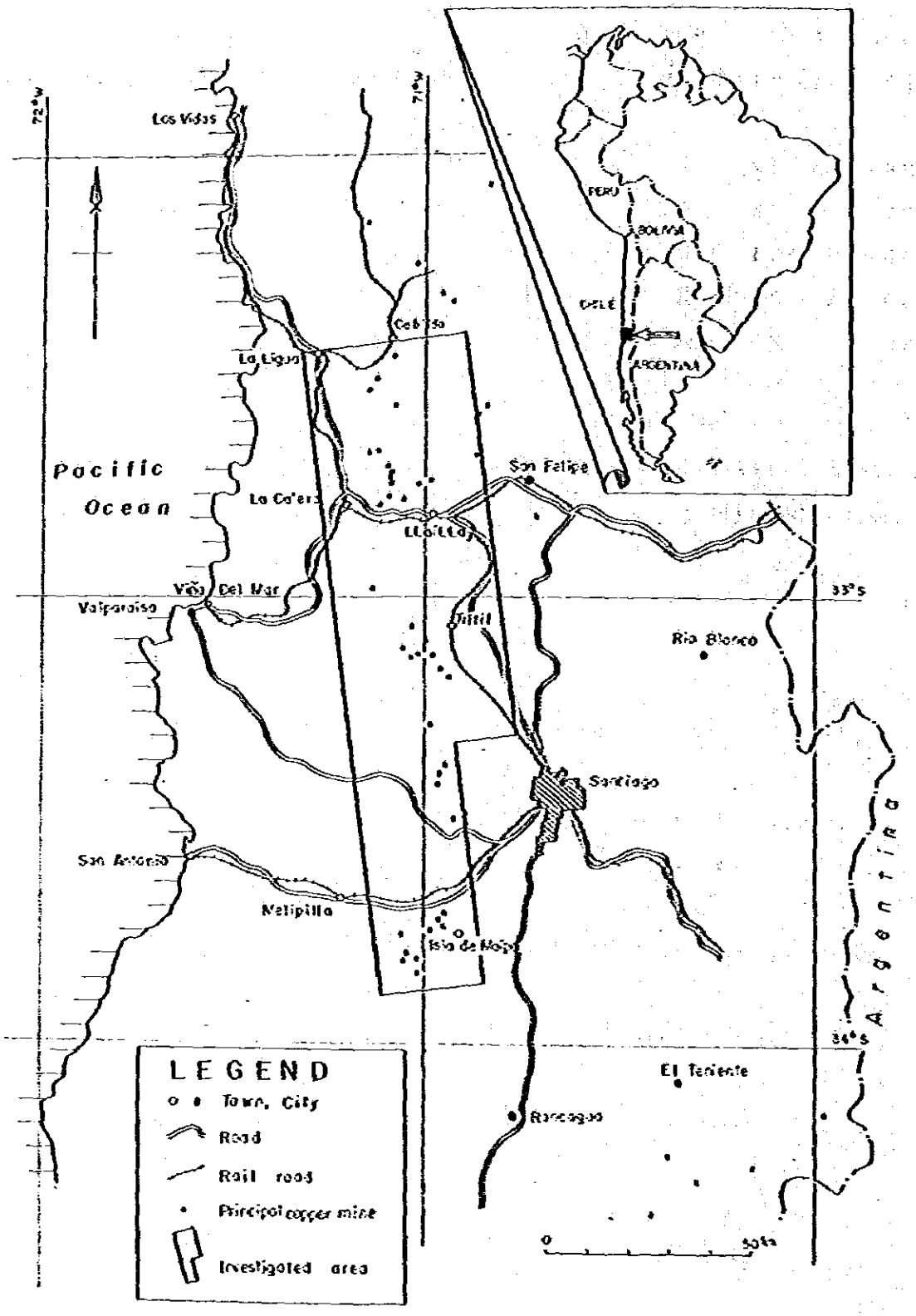


Fig 1 Location Map of Investigated Area

第２章　チリ国の最近の政治経済情勢

２－１　政治，経済概況

1）現ピノチェト政権は革命後まる６年を経て，経済政策などの実務面で，ゆるやかではあるが着実な政策を堅持しているところから，一般民衆の信頼を得るに至っており，地味ながらも安定した政治を維持している。

2）基本的な経済政策の骨子とするところは：

　　インフレの抑制

　　国際収支の改善

　　経済活動の拡大

以上，それぞれにかなりの成果をあげてきている。工業政策は，従来の輸入代替と国内産業保護から脱皮し，国際競争力の強化を図っている。

3）実　績

i）公営企業の民間への移管，貿易自由化の促進，関税率の引下げ，通貨流通量の引下げ等により，インフレは１９７４年の３７５％から１９７６年の１７４％，１９７８年303％と著しく低下し，石油の大巾値上りにもかかわらず１９７９年も３０％台となっている。

ii）政府所有の企業数を４６４社から１９７８年には６０社に減少させた。したがって１９７３年５億ドル以上であった公営企業の赤字が１９７９年には2,500万ドルの黒字に転換した。

iii）国民総生産の成長率は年８％に近い水準で安定しつつある。

２－２　鉱業政策

前政権が実施した５大銅鉱山の国家専管政策を引継ぐと共に，その他の鉱山の開発については，１９７４年４月に公布された新外資導入法に基づいて，外資に対して大巾に開放している。

外国投資に対するチリ国政府の基本政策は，

1）外国投資家に契約遂行上の保証を与える。

2）投資に対する繁雑な手続きを止める。

3）外国投資の元本，利益，利子などすべての回収を認める。

4）権利，義務とも国内投資家と同じ扱いにする。

などであり，最近チリ国への外国投資は着実に伸びている。

２－３　外資導入の状況

1）１９７４年以来の総件数は３４６件，認可金額総計は4,123百万ドルとなっているが，

年を追う毎に件数，金額ともに増加している。とくに'78－'79年6月までの1年半だけでの外資導入金額は，認可金額全体の70％に達している。

2）業種別では，銅を中心とする地下資源開発の件数は14件と少いが，金額的には全体の90％以上を占めている。国別では，アメリカ91％，カナダ5.4％，パナマ3％，その他ラテンアメリカ，ヨーロッパ，アジアなど10ケ国以上にわたっている。

3）銅鉱山関係進出企業の主なものは次の通りである。

進出企業	投資先	総投資額（百万ドル）
EXXON	Disputada de Las Condes	1,200
Falconbridge Superior Oil Mc.Intyre Mines	Quebrada Blanca	500
Noranda Mine	Andacollo	350
ANACONDA	Los Pelambres	1,500
St.Joe Minerals	El Indio	100
合計		3,650

（出典：外国投資委員会資料，1978）

2－4 鉱産物

チリ国の経済は，伝統的に銅，硝石，鉄鉱石，ヨード，モリブデンなどの鉱産物がその柱である。特に以前は，銅モノカルチャー（1973年の総輸出額に占める銅の比率は74％）であったが，現在では輸出品目の多様化によって銅の比率は50％に低下した。

1）財政収入総額

2,885百万ドル（1978年）の内，銅による収入は277百万ドル（＝9.6％）である。

2）輸出総額

2,473百万ドル（1978年）の内，鉱産物は1,420百万ドル（＝57％）である。また，鉱業部門が国内総生産（GNP）に占める割合は11.8％に達している。

3）鉱産物の生産

年	銅（千トン）	鉄鉱石（千トン）	モリブデン（トン）	ヨード（トン）
1976	1,005	10,055	10,899	1,259
1977	1,056	7,890	10,938	1,856
1978	1,041	9,666	13,197	1,922

4) 鉱産物の輸出額（単位百万ドル）

年	銅	鉄鉱石	モリブデン	ヨード・硝石
1976	1,247	86	46	41
1977	1,187	82	54	40
1978	1,201	80	47	47

5) 銅山の生産コスト

チリの場合は他の自由世界諸国に比して低い。すなわち1977年度のCODELCOの主要4大銅山の平均生産コストはポンド当り47.6セント，平均販売価格は55.5セントであった。

（出典：世界経済情報サービス，1980，ARCレポート，チリ）

第 Ⅱ 編

第　II　編

第1章　地質鉱床の概要

1－1　地　質

ジュラ紀から古第三紀にかけて発達したアンデス地向斜は，主として安山岩の広汎な活動で特徴づけられ，また海成あるいは陸成の混質堆積岩を随所に伴っている。その範囲は，北はAntofagasta州Tocopillaから，南はBiobio州Los Angelesに至る東西約100Km，南北1,700Kmに及んでいる。特に火山活動が活発であった白亜紀には，地向斜の発達と成因を共にすると考えられるマントタイプ及び不規則鉱染鉱床が極めて多数存在している（Fig.2）。

調査対象地域において，鉱床の胚胎と特に関連性を持つ地層は，下部～上部白亜紀に亘る4層であって，下位よりLo Prado，Veta Negra，Cerro Morado及びLas Chilcasの各層である。

これらの地層は，主として中性ないし酸性の火山岩，火山砕屑岩類及び海成，陸成の混質堆積岩よりなる。構造は一般に走向ほゞ南北，傾斜は30°～60°東の単斜構造を示す。また地域中央部から南部にかけては花崗岩類が広く貫入している。

1－2　鉱　床

(1)　上記の4層の各層に銅鉱床が賦存するが，その大半は火山性・堆積性同生の銅鉱床に属し，成因的には日本の黒鉱型鉱床との類似点を有している。

(2)　この種の鉱床は調査地域全般に亘って分布している。鉱石鉱物は斑銅鉱，斑銅鉱－輝銅鉱（Lo Prado層上部からCerro Morado層及び／あるいはLas Chilcas層の下部にかけて），また黄銅鉱－黄鉄鉱，及び／あるいは黄銅鉱－斑銅鉱（Lo Prado層及びCerro Morado層）の組合せとなっている。

(3)　中性（ときに塩基性）から酸性に移る火山活動の発達が銅の鉱化作用に密接な関係を有しており，上記の如くLo Prado層からLas Chilcas層に亘って，いくつかの鉱床胚胎に適した地層が存在する。

(4)　鉱化作用の場を規制している地質現象は，その最小単位として，下位より①塩基性ないし中性火山岩の噴出。②中性ないし酸性の海底火山活動　③海成（ときに陸成）の混質堆積岩の堆積の順序がある。酸性火山岩の頂部付近はしばしば上部の堆積岩と混り合ったいわゆるPeperite様をなすか，あるいは溶岩の自破砕構造を示し，その部分から混質岩にかけて銅鉱化作用が見られるのが特徴である。

このような火山岩－鉱化部－堆積岩の単位は1つの鉱床内で2回以上繰り返される事があ

り，上記4層のいずれにおいても略々同様の現象がみられる。

(5) 顕著な熱水変質作用は見られない。

(6) 調査した２４鉱山と文献調査による５３鉱山の一覧表をそれぞれTable 1.及びTable 2－1，Table 2－2に示した。表の内容は鉱床胚胎層準，母岩，鉱床タイプ，鉱石鉱物，脈石鉱物，鉱体規模，品位，現況等である。

(7) 本地域に賦存するマントタイプと称される鉱床について，William D.Carter(1961)は次の如く分類している。

タイプⅠ：海成石灰岩中の接触交代鉱床。黄銅鉱，黄鉄鉱の鉱化。スカルン鉱物はgrossularite が多い。

タイプⅡ：変岩質安山岩溶岩或上部の杏仁状鉱物に富む部分の気孔や割れ目を主に斑銅鉱が充填鉱化しているもの。

タイプⅢ：凝灰角礫岩の石灰質マトリックスに黄銅鉱，斑銅鉱，輝銅鉱の鉱化。鉱化している層準は含化石の薄い石灰岩と石灰質リモライト層に被われている。

今回の調査結果ではこの分類が必ずしも適切であるとは考えられないので，主として，鉱床の形態に重点を置いた分類を行った。

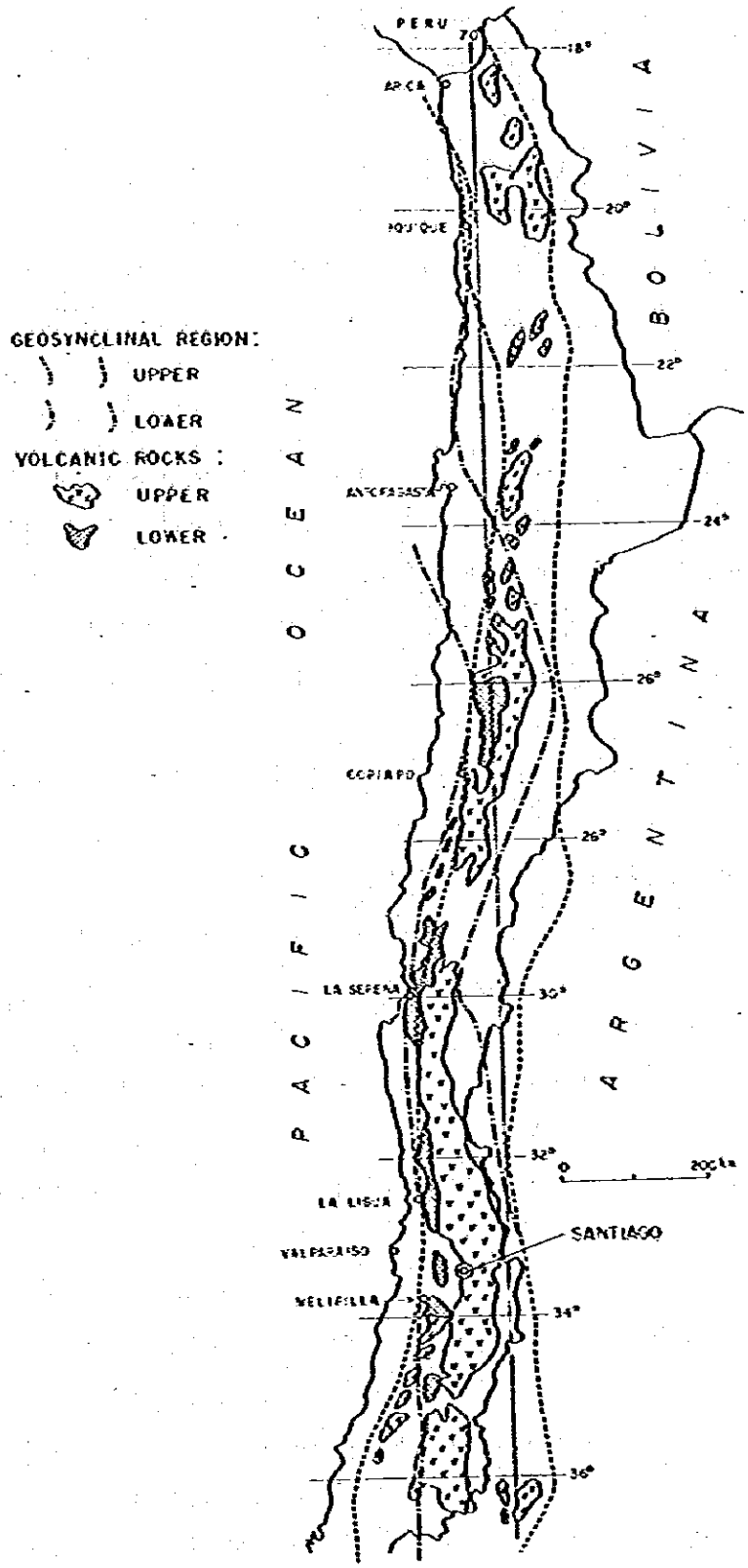


Fig 2 Distribution of Upper and Lower Cretaceous Paleogeography

第2章　地質鉱床各論

2－1　地質・鉱床

調査地域の層序，岩相，層厚及び各層に賦存する主な鉱床はFig.3とTable 3に示されている通りである。海岸山脈の背稜の西側にはジュラ紀のEl Melón層が広く露出するが，地域内ではこれは北部のAconcagua 河付近及びそれ以北に限られる。以下に調査に重要な白亜系の地質・鉱床について下位より順に詳述する。なお地域内の地質図と地質断面図をそれぞれPlate 2，Plate 3に示す。

2－1－1　Lo Prado 層

本地域中部で花崗岩底盤に一部切断されるほかは全域に亘って分布する。特にTiltil西方以北とTalagante 南西部に発達している。

海成堆積岩（石灰岩，砂岩，頁岩），火山岩類（玄武岩，安山岩，石英安山岩，及びそれらの火山砕屑岩類）及びイグニンブライトより構成される。

走向NS～N10°E，傾斜 38°～45°E

鉱床の産状の特徴は次の如くである。

(1)　鉱石鉱物：主として黄銅鉱－黄鉄鉱，斑銅鉱－黄銅鉱，斑銅鉱のみの種々の組合せがある。

(2)　石英安山岩（あるいは流紋岩）溶岩とその上に重なる泥質堆積岩との間に存在する鉱化したPeperite及び／あるいは自破砕溶岩の存在。

(3)　鉱石を含む細脈の欠除

(4)　鉱床の産状は地層と整合なマント状，ある場合には不規則な鉱染をなすこともある。また時には，地層面に完全に平行なバンドや層をなすこともある。

(5)　肉眼的には，母岩の熱水変質作用はほとんどみられない。

Lo Prado 層はH.Thomas（1958）によりNeocomianとされ，Veta Negra 層が整合で重なる。

2－1－2　Veta Negra 層

Talagante 北方で花崗岩に覆われる以外は全域に分布し，特に北部に広く発達する。

主として緻密及び斑状安山岩と陸成の堆積岩の厚いレンズよりなる。

この層は下部のPurehue 部層と上部のOcoa 部層に分れる。

Purehue 部層は下部に赤色の陸成砂岩，凝灰岩及び角礫岩があり，Ocoa 部層には，斜長石の大斑晶を有する安山岩溶岩の存在が特徴である（H.Thomas，1958により"Ocoitas"と呼ばれる）。

安山岩類に引続いて中性ないし酸性の火山岩類が噴出し，その活動の末期にLo Prado 層

同様に鉱化作用をもたらしている。

鉱化作用の特徴は下記の如くである。

(1) 鉱石鉱物は主として斑銅鉱，斑銅鉱－黄銅鉱，斑銅鉱－輝銅鉱のいずれかの組合せとなっている。

(2) 斑状安山岩及び細粒安山岩の上部に酸性あるいは中性の火山岩が重なり，鉱化作用を受けている部分に流状組織の発達している事が多い。

(3) 鉱化の産状は，鉱染状，塊状及び／あるいは pseudo-stratiform をなす。

(4) 熱水変質は稀にしかみられない。

Veta Negra 層上位に不整合に Las Chilcas 層（Thomas，1958）あるいは Cerro Morado 層（W. Carter and N. Aliste 1962）が重なる。H.Thomas は Veta Negra 層を Aptian － Albian としている。

2－1－3　Cerro Morado 層

北部の Aconcagua 河以北にのみ分布し，その南端は下位の Veta Negra 層と上位の Las Chilcas 層の間にくさび状に尖滅する。Catemu 町以北では最大厚さ 3,000m に達する。

陸成堆積岩，安山岩，石英安山岩及びそれらの砕屑岩類よりなる。この層に関する研究は未だわずかしかなされていないが Las Animas, Blanqueado などの銅鉱床を胚胎しており，採鉱上重要である。

鉱床の一般的特徴は次の如くである。

(1) 酸性火山岩頂部に鉱化した Peperite の発達。

(2) 鉱石鉱物：黄銅鉱－黄鉄鉱，ときに黄銅鉱－斑銅鉱。

(3) 鉱床は一般にマントあるいは鉱染状をなし，ときに塊状及び／ または pseudo-stratiform をなす。

Cerro Morado 層の上位に Las Chilcas 層が不整合に重なり（Carter and Aliste，1962），上部白亜系のベースをなす。

2－1－4　Las Chilcas 層

地域内では Tiltil 周辺から東部の丘陵，平野部にかけて分布している。

ベース付近とんどすべて陸成の赤色砂質岩よりなり，上部は火山角礫岩，安山岩類（溶岩，凝灰岩）及び玄武岩よりなる。この地層は，H.Thomas（1958）により，上部白亜系とされている。

Tiltil 付近には，流紋岩－石英安山岩に関係して鉱染状の鉱床が若干存在するがあまり重要性はない。

2－2　鉱床胚胎の場に関する考察

2－2－1　鉱床胚胎層の地質

今回調査したもののうち，いくつかの重要な鉱床について記す（Fig.4－1，Fig.4－2）（Table 1，2）。

(1)　Venus（Lo Prado 層）　㉜

下位より安山岩溶岩－石英安山岩溶岩－Peperite（鉱化）－頁岩の組合わせが1単位であり，この単位が20～30m毎に何回か繰り返されている。採掘されているのはそのうち3層であるが，たとえその個所で鉱化が弱く，また単位層が薄くても，水平，傾斜方向への探鉱価値は大きいと考えられる。

(2)　Consuelo（Lo Prado 層）　㉛

下位より安山岩ないし石英安山岩溶岩－石英安山岩溶岩あるいは火山角礫岩（鉱化）－Peperite（鉱化）－頁岩－石灰岩（含化石）の一連の堆積単位が鉱床胚胎層準である。

(3)　Las Animas（Cerro Morado 層）　⑭

下位より安山岩溶岩－安山岩溶岩（鉱化）－頁岩（石灰質）－安山岩溶岩（角礫化，鉱化）－頁岩

こゝでは頁岩を挟んで上下盤の安山岩に鉱化が見られる。

(4)　Blanqueado（Cerro Morado 層）　⑬

鉱床胚胎層は Las Animas の連続と見られるが，ここでは Peperite の発達が著しい。下盤安山岩，Peperite 両者共に鉱化されているが，Peperite への黄銅鉱の網状鉱化が特徴的である。

(5)　El Salado（Veta Negra 層）　㉑

この鉱床も前記の諸鉱床と類似の地質が見られる。

明瞭な鉱化層は上，下2層存在する。

下位の鉱化層は，安山岩溶岩から石英安山岩溶岩（下部は塊状，上部は杏仁状構造をもつ）を経て凝灰岩質頁岩に移る堆積過程のうち，石英安山岩部が鉱化しており，薄い頁岩の上位には再び安山岩溶岩が覆う。

上位の鉱化層は，安山岩溶岩から石英安山岩を経て凝灰質頁岩に至る。石英安山岩部が鉱化しているのは下位鉱化層同様であるが，こゝでは石英安山岩上部が火山角礫岩となっており上方へ細粒となる級化構造を示している。

(6)　La Verde（Lo Prado 層）　㉗

ここでは，鉱化層下位の300mに及ぶ厚い火山岩類の堆積状態が連続露頭として観察できた。最下部から，安山岩溶岩→Peperite→凝灰質砂岩→安山岩溶岩という一連の地質単位が存在する。このPeperiteには鉱化は見られない。これを厚さ200mの陸性火山岩

が覆っている。酸性岩は下位よりイグニンブライト，安山岩質火山礫凝灰岩の薄層を経て，厚い石英安山岩質軽石凝灰岩になる。更に厚さ１００ｍの安山岩溶岩を経て石英安山岩から La Verde 鉱床帯に入る。

鉱化部は，上，下２層がある。下部層は石英安山岩溶岩，上部層は石英安山岩質のPeperite であって，両層共に泥質及び砂質の堆積岩薄層に覆われている。堆積岩の薄層はさらに安山岩溶岩に覆われる（Fig.5）。

２－２－２　鉱床胚胎の場

今回調査した鉱床及び諸資料から，調査目的として重要である火山性・堆積性同生の銅鉱床の地質的特徴については第Ⅱ編，１－２，２－１及び２－２－１にて述べてきた通りである。

これらの地質的特徴から鉱床胚胎の場について以下述べるように考察を行った。これらのことは将来の探査地域の選定と探査方法の策定にとって重要な意義をもつと考える。

(1) 鉱化作用は，中性ないし塩基性火山活動に始まり，石英安山岩（あるいは流紋岩）で代表される酸性火山活動の末期において，泥質物の堆積する海底（あるいは湖底）の環境下で行なわれた。

この一連の火山活動と鉱化作用は，１回だけ，あるいは短時間内に引続いて繰り返されて１つの鉱床を形成し，また，このような鉱化作用が一層（formation）中に２回以上もたらされ，更に既述の各層堆積のすべての時期に亘って繰り返されている。

(2) 鉱石鉱物はほとんどが黄銅鉱，斑銅鉱，輝銅鉱からなり，一般に細かい鉱染として（時にかなり密な塊状に近い形で）存在する。溶岩の基質の中に分散する場合，杏仁状をなす場合，Peperite と自破砕溶岩中に網状をなす場合などがあり，さらに堆積岩中に鉱化がおよんで，堆積面と平行な縞状をなすものなどが見られる。一部を除いては鉱石鉱物は初生である。鉱化作用は酸性火山活動の末期に母岩の固結と同時あるいは，その後のきわめて短時間のうちに行なわれたものと考えられる。

(3) 鉱体の形態は地層を切るような構造支配を受けておらず，地層の堆積面とほぼ並行している。

(4) 以上考察したことのうち，銅鉱床が酸性火山岩類と関係しており，かつ，泥質岩の堆積環境下で地層とほぼ調和的に生成された点は黒鉱鉱床の生成との大きな類似点である。

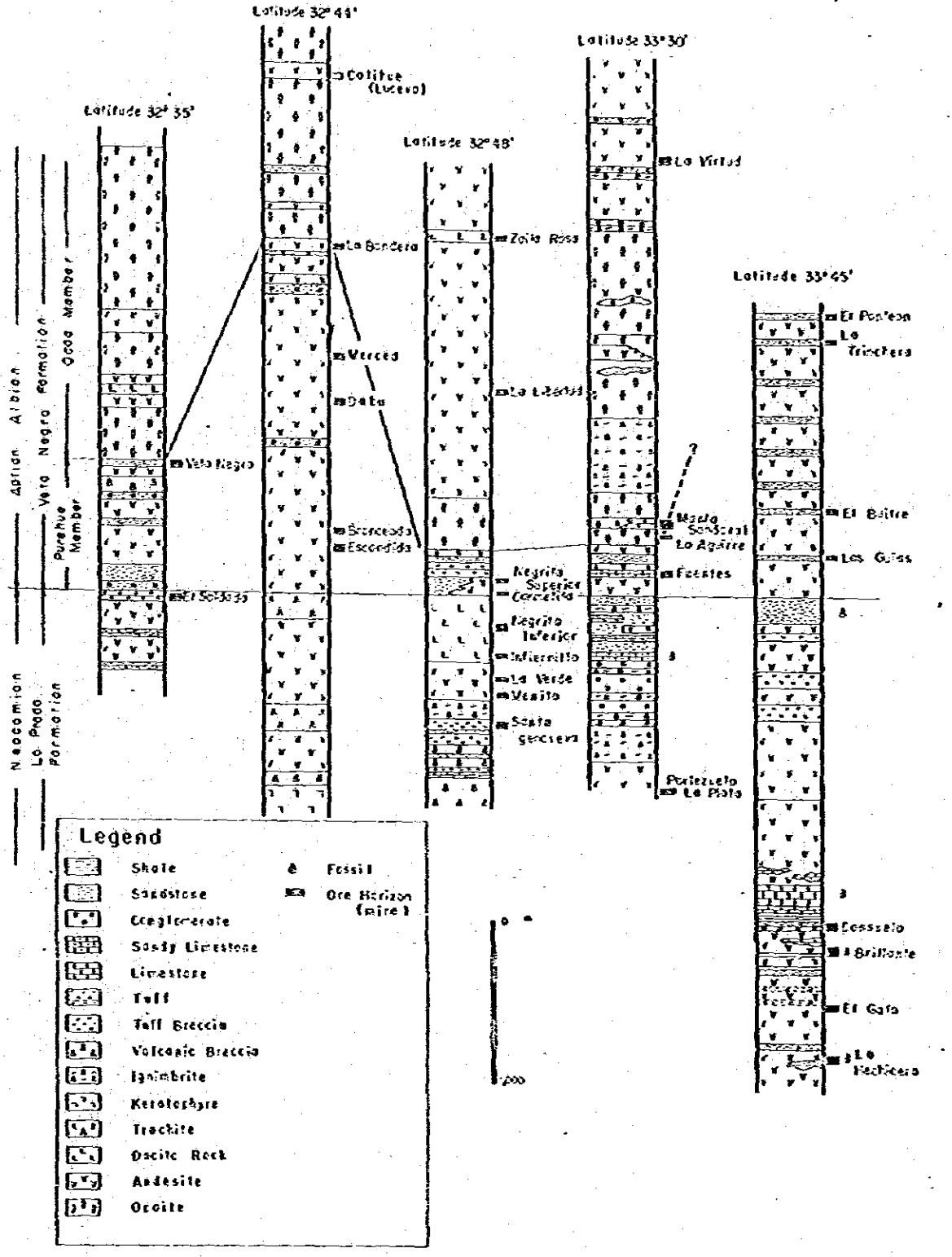
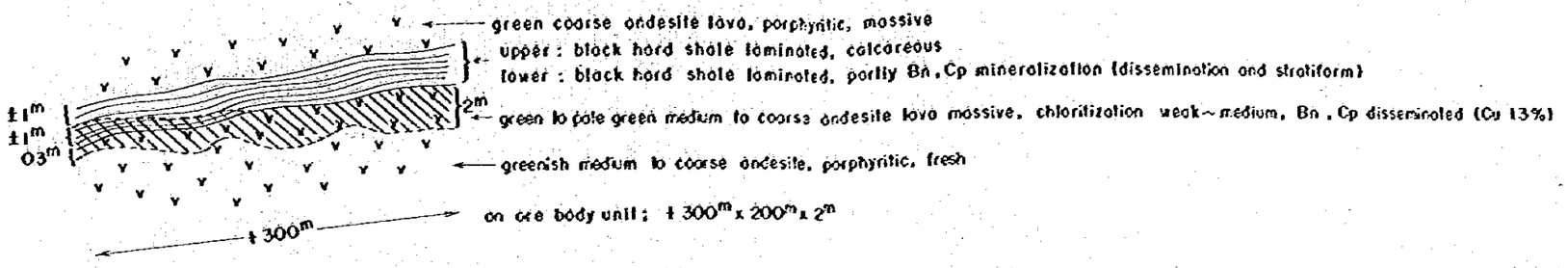
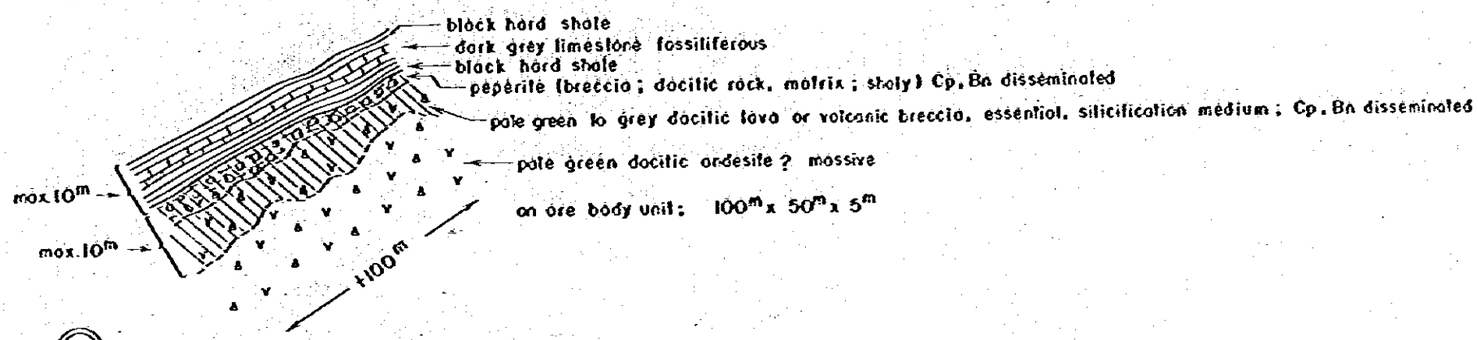


Fig. 3 Stratigraphic Correlation of Western Region of Santiago, Chile

⑥ Guayacan Mine (modified section) (Lo Prado Formation)



⑤1 Consuelo Mine (Lo Prado Formation)



⑤2 Venus Mine (Lo Prado Formation)

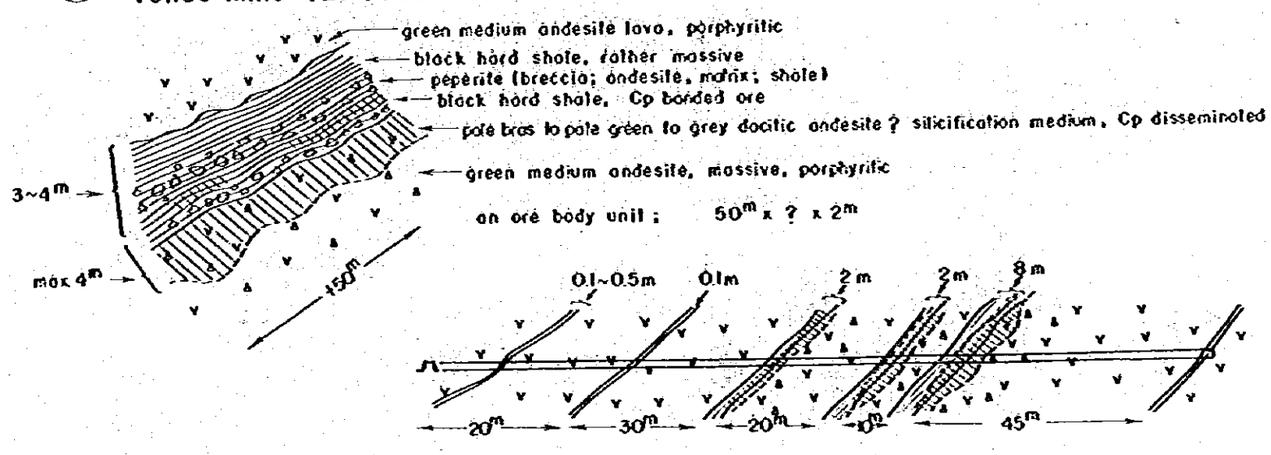
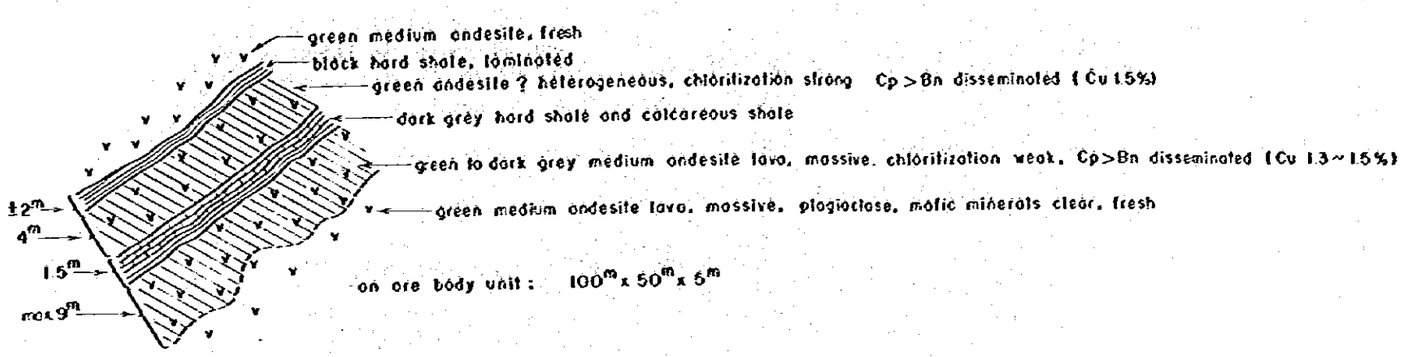
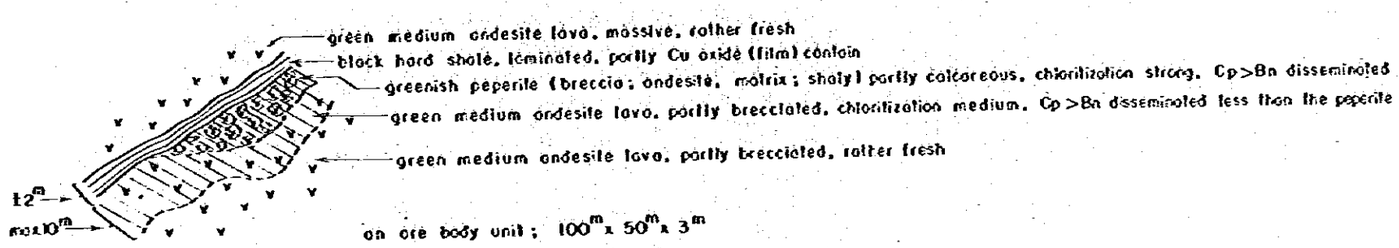


Fig. 4-1 Detailed Sketches of Some Important Ore Deposits

⑭ Los Animas Mine (Cerro Morado Formation)



⑬ Blanqueado Mine (Cerro Morado Formation)



㉑ El Solado Mine (Veta Negro Formation)

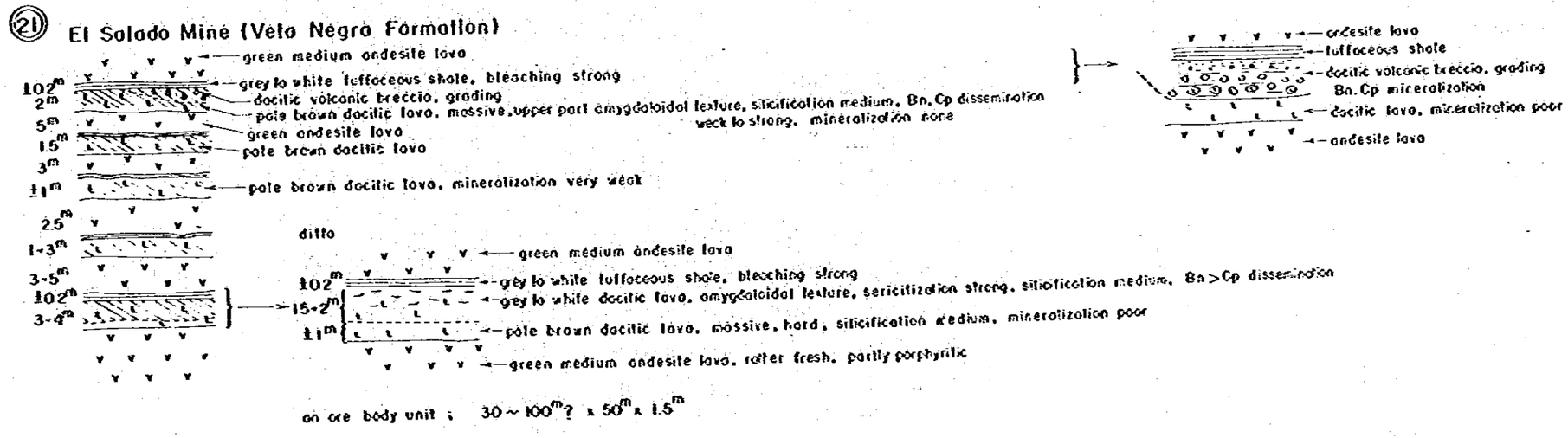


Fig. 4-2 Detailed Sketches of Some Important Ore Deposits

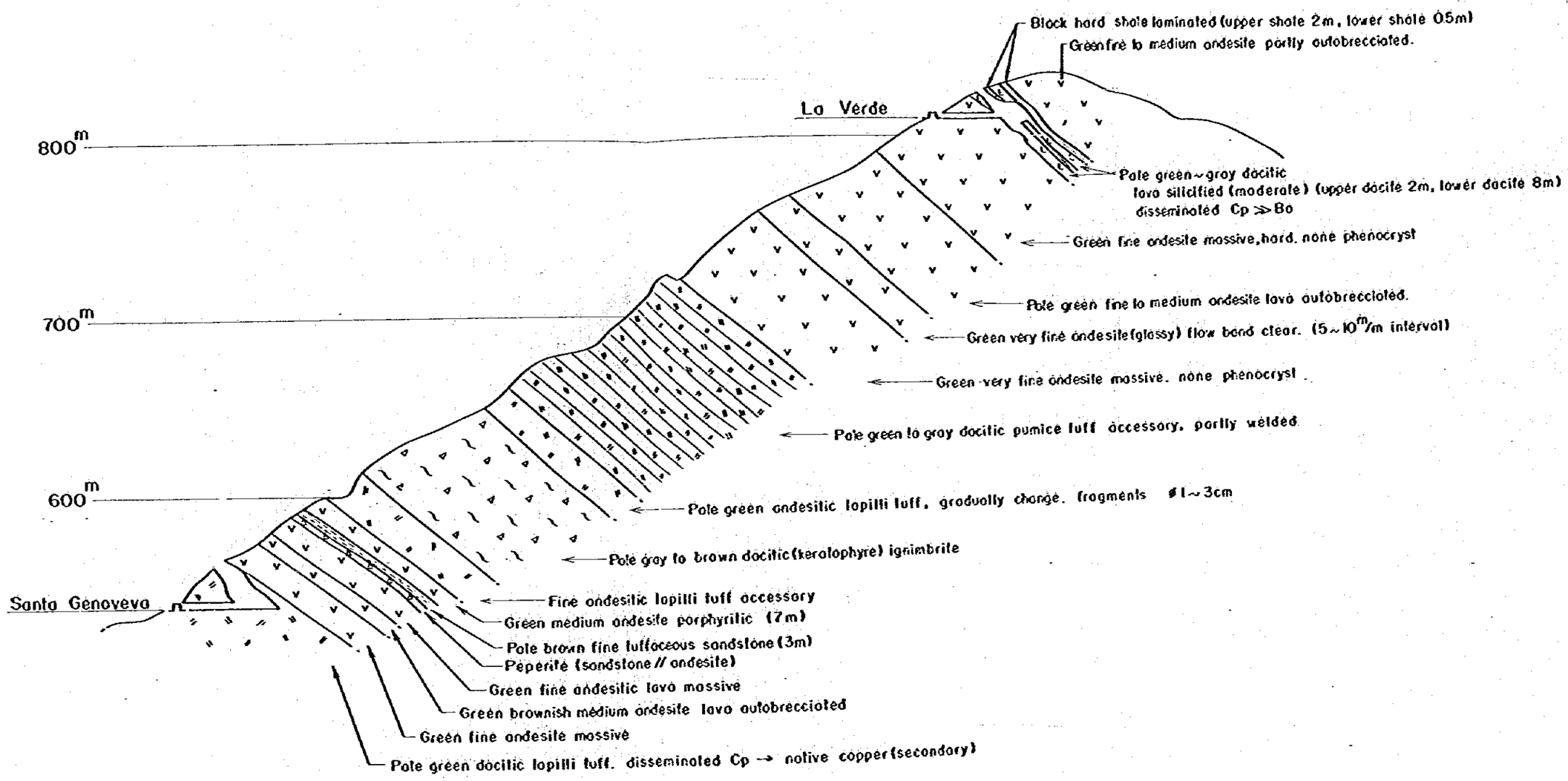


Fig. 5 Geological Profile from Santa Genoveva to La Verde (W – E)

Table 1 Geological Features of Copper Ore Deposits in the Western Region of Santiago, Chile (Investigated in 1980)

NAME OF MINE	SITUATION: THE NAME OF MAP AND LOCALITY	SITUATION: COORDINATION AND ALTITUDE	FORMATION	COUNTRY ROCK (HW: HANGING WALL ROCK, FW: FOOT WALL ROCK)	TYPE OF ORE DEPOSIT	ORE MINERALS	GANGUE MINERALS	SCALE OF ORE BODY	ORE GRADE	SPECIAL ITEMS	OPERATION	REFERENCES
FELIPO	Cabildo* Cabildo	32°30'05" Lat S 71°06'25" Long W 865m	La Pirca	Andesitic tuff (HW: Calcareous shale, Andesite; FW: Andesite)	Strata-bound and disseminated, partly massive	Chalcopyrite (Bornite, Chalcocite) Pyrite	Epidote, Calcite, Chlorite	Length 10m, Width 7m, Thickness 2m	Cu 14%	Several inaccessible levels	Small mining 30-60 t/day	Chilean and Japanese Mission 1980 (5)
GUAYACAN	Cabildo* Cabildo	32°34'43" Lat S 71°06'00" Long W 1060m	La Pirca	Porphyric andesite, Fragmental, Calcareous shale (HW: Black shale; FW: Andesite)	Strata-bound and disseminated	Chalcopyrite (Bornite) Pyrite	Epidote, Calcite	Length 100m, Width 50m, Thickness 15-20m	Cu 18%	Stratiform, N20°E/25°E	"Pequeñero" system 20 t/day	Dmc (6)
FARELLON DELIRIO	Cabildo* Cabildo	32°33'38" Lat S 71°04'00" Long W 1250m	La Pirca	Acidic tuff, Volcanic breccia (HW: Andesite lava; FW: Andesite lava)	Pseudo-stratiform and disseminated	Chalcopyrite, Pyrite, Bornite, Chalcocite (Cu Oxide)	Epidote, Calcite	Length 20m, Width 10m, Thickness 4-5m	Cu 15-20%	Stratiform, N30°E/25°E	Inactive	Dmc (7)
BLANQUEADO	Ñuble* Coelemu	32°45'01" Lat S 71°54'19" Long W 1200m	Cerro Morado	Andesitic breccia, Fragmental (HW: Shale; FW: Andesite)	Stratiform and disseminated, partly network	Chalcopyrite, Bornite, Chalcocite (Pyrite)	Calcite	Length 60m, Width 5m, Thickness 1-3m	Cu 12-13%	Stratiform, N65°E/15°E	Inactive, Cu Mining Company, State Copper Corporation	Dmc (12)
ANIMAS	Ñuble* Coelemu	32°45'01" Lat S 71°54'19" Long W 1190m	Cerro Morado	Andesitic breccia (HW: Calcareous shale; FW: Andesite)	Stratiform and disseminated	Chalcopyrite, Bornite (Chalcocite, Covellite) Pyrite	Calcite	Length 180m, Width 80m, Thickness 9m	Cu 13-15%	Stratiform, N5°/15°E	Production 1978: 600000, 1979: 600000, 1980: 600000, Cu Mining Company, State Copper Corporation	Dmc (14)
ROMERO	Ñuble* Coelemu	32°45'01" Lat S 71°54'15" Long W 1110m	Cerro Morado	Fragmental, Andesitic breccia (HW: Shale; FW: Andesite)	Pseudo-stratiform and disseminated	Chalcopyrite, Galena	Calcite	Length 200m, Width 90m, Thickness 6m	Cu 13-15%	Stratiform, N5°/15°E	Cu production 80 t/day, Cu Mining Company, State Copper Corporation	Dmc (15)
EL SALADO	Ñuble* Coelemu	32°44'46" Lat S 71°58'09" Long W 700m	Vela Negra	Fragmental, Welded tuff (HW: Porphyric andesite; FW: Andesite lava)	Pseudo-stratiform, Disseminated and massive	Bornite, Chalcopyrite, Covellite	Quartz	Length 300m, Width 300m	Cu 22%	Fragmental, Sheared, Excavated, Stratiform, N6°W/30°E	Private company 70-80 t/day	Dmc (21)
ZORRA POSA OR ELEFANTE	La Coelemu Purehue	32°44'47" Lat S 71°04'17" Long W 630m	Vela Negra	Fragmental (HW: Tuff; FW: Volcanic breccia, Andesite)	Pseudo-stratiform (Amygdaloidal type)	Chalcocite, Bornite, Native Cu	Quartz, Epidote, Sericite	Length 8m, Width 15m, Thickness 2-3m	Cu 15%	Small open pit, Fault structures, N15°E/60°W	Inactive, Cu Mining Company, State Copper Corporation	Dmc (23)
LA FLOVERA	La Coelemu Purehue	32°44'41" Lat S 71°02'15" Long W 790m	Vela Negra	Sandstone (HW: Acidic Porphyric andesite; FW: Andesite lava)	Stratiform	Malachite, Chalcopyrite (Bornite)	Quartz, Limonite	Inaccessible	Cu 15%	Inaccessible, Stratiform, N6°W/20°E	Abandoned mine, Private company	Dmc (24)
LA VERDE	La Coelemu Hualqui	32°43'52" Lat S 71°06'24" Long W 815m	La Pirca	Dacite lava, Fragmental (HW: Shale, Andesite; FW: Andesite, Andesite)	Pseudo-stratiform, Disseminated (Fracture enrichment)	Chalcopyrite, Bornite, Chalcocite	Sericite, Quartz	Length 20m, Width 12m, Thickness 7m	Grade of fracture zone Cu 30-40%	Fracture zone and fault zone enrichment, N60°W/75°NE, N60°E/50°SE, Stratiform N6°W/20°E	"Pequeñero" system 10 t/day, Cu Mining Company, State Copper Corporation	Dmc (27)
SANTA GENOVEVA (SANTA ROSA)	La Coelemu Hualqui	32°45'04" Lat S 71°06'33" Long W 500m	La Pirca	Fragmental (HW: Porphyric tuff; FW: Quartz porphyry)	Vein, Disseminated ?	Bornite, Pyrite, Native Cu in oxide zone	Quartz, Chlorite	Length 80m, Width 30m, Thickness 15m	Cu 05-30%	Oxide zone (Fracture ~2m, N50°E/65°S)	"Pequeñero" system, Cu Mining Company, State Copper Corporation	Dmc (28)
EL SAUCE	Uribe Lagos Tabón-Los Chicos	32°51'56" Lat S 70°55'18" Long W 450m	Los Chicos	Calcareous shale (HW: Shale; FW: Shale)	Disseminated (Enrichment along the white fault)	Chalcopyrite, Bornite, Pyrite	Calcite	Length 25m, Width 10m, Thickness 6m	Cu 15%	Fault N30°E/45°SE, Stratiform, N20°E-20°W/25°E	Operating by small plant, Capacity 50 t/day, Inactive since, Private Company	Dmc (29)
RAVAVANA	Quebrada Alvarado* Quebrada Alvarado La Cruz 33	33°04'16" Lat S 71°01'40" Long W 1380m	Vela Negra	Dacite, Andesitic andesite	Vein	Chalcopyrite, Pyrite	Quartz, Calcite, Sericite, Epidote	Length 200-300m, Width 100m, Thickness 10m	Cu 2-3%	10 Inaccessible levels	Inactive in 1973, Private Company	Dmc (31)
EL BOLIVIANO	Tiltil* Tiltil	33°05'42" Lat S 70°57'30" Long W 750m	Los Chicos	Dacite-rhyolite (HW: Andesite?; FW: Andesite)	Disseminated, Amygdaloidal type	Chalcopyrite, Bornite, Chalcocite, Covellite	Quartz, Calcite	Inaccessible	Oxide Cu 30-40%	Inaccessible	Private Company 30-40 t/day	Dmc (33)
FORTUNA ALTO	Tiltil* Tiltil - Polpaico	33°08'24" Lat S 70°55'23" Long W 720m	Los Chicos	Fragmental, Shale (HW: Andesite breccia; FW: Andesite lava)	Pseudo-stratiform and disseminated	Chalcopyrite, Bornite	Calcite, Barite	Length 5m, Width 5m, Thickness 2m	Cu 20%	Fault N-S Barite, Stratiform, N10°E/40°E	Inactive, Private Company	Dmc (40)
FORTUNA BAJO	Tiltil* Tiltil - Polpaico	33°08'24" Lat S 70°55'12" Long W 690m	Los Chicos	Lapilli tuff, Tuff (HW: Shale; FW: Andesite)	Stratiform ?	Copper oxide	Calcite	Length 10m, Width 2m, Thickness 2m	Cu 30%	Small open pit, Stratiform, N10°E/35°E	Inactive, Private Company	Dmc (41)
TRINCHERA	Laguna de Aculeo* Nahuelpo	33°45'17" Lat S 70°57'41" Long W 550m	Vela Negra	Shale (HW: Porphyric andesite; FW: ?)	Contact	Chalcopyrite, Bornite, Pentlandite	Garnet, Quartz, Calcite	Inaccessible	Unknown	Inaccessible	Abandoned mine, Private Company	Dmc (54)
BUITRE	Laguna de Aculeo* Nahuelpo	33°45'24" Lat S 70°58'05" Long W 530m	Vela Negra	Shale (HW: Porphyric andesite; FW: Andesite)	Contact	Chalcopyrite, Bornite, Pentlandite, Magnetite	Garnet, Quartz, Calcite	Length 15m, Width 5m, Thickness 3m	Cu 15%	Stratiform, N5°/40°E	Inactive, Private Company	Dmc (53)
VENUS	Laguna de Aculeo* Nahuelpo	33°45'32" Lat S 70°55'03" Long W 600m	La Pirca	Shale, Fragmental (HW: Dacite andesite; FW: Andesite lava)	Strata-bound and disseminated (partly massive)	Chalcopyrite, Pyrite, Bornite, Malachite, Azurite	Quartz, Calcite	Length 14-30m, Width 9-15m, Thickness 2-3m	Cu 20%	At least 3 times repetition of ducts, N45°E/55°E, Stratiform, N20°E/35°E	"Pequeñero" system 10 t/day	Dmc (52)
FELIPO	Laguna de Aculeo* Nahuelpo	33°45'46" Lat S 70°55'58" Long W 610m	La Pirca	Shale (HW: Andesite lava; FW: Andesite lava)	Strata-bound, Specially finely bedded, partly massive, disseminated	Chalcopyrite, Bornite, Pyrite	Calcite, Quartz	Width 18m	Cu 15-20%	Inaccessible, Stratiform, N10°E/15°NE	Inactive, Private Company	W Santa Adelaida, Wilfred 1977 (50)
CONSUELO	Laguna de Aculeo* Nahuelpo	33°46'03" Lat S 70°55'55" Long W 880m	La Pirca	Fragmental, Welded tuff (HW: Andesite lava; FW: Andesite lava)	Strata-bound and partly massive (Vein)	Bornite, Chalcopyrite	Calcite	Length 50m, Width 20m, Thickness 3-7m	Cu 25-30% Fragmental, Cu 12% Shale	Stratiform, N10°E/40°E	"Pequeñero" system 80-100 t/month	Chilean and Japanese Mission 1980 (51)
MASCOTA	Chiguayante* Cerro Alto Weigante	33°46'02" Lat S 71°01'02" Long W 730m	La Pirca	Shale (HW: Andesite; FW: Andesite lava)	Stratiform, Vein ?	Chalcopyrite, Bornite	Quartz	Inaccessible	Cu 15-20%	Inaccessible, Stratiform, N10°E/40°E	Inactive, Private Company	Dmc (55)
MANTOS NEGROS	Chiguayante* Penuelas	33°49'00" Lat S 71°01'16" Long W 640m	La Pirca	Porphyric andesite (HW: Widely tuff; FW: Andesite)	Pseudo-stratiform and disseminated	Malachite, Chrysocolla (Cu oxide)	Calcite	Length 5m, Width 3m, Thickness 15m	Cu 15% ±	Stratiform, N45°E/40°E	Abandoned mine, Operation 1965-1966, Private Company	Dmc (56)
ABUELITA MOSTAZA	Chiguayante* Penuelas	33°49'00" Lat S 71°01'16" Long W 400m	La Pirca	Limestone	Stratiform and disseminated	Chalcopyrite, Bornite	Calcite	Length 15-50m, Width 12m, Thickness 2-3m	Cu 15-20%	Stratiform, N10°E/40°E	Orig. Investor exploration, Private Company	A Davis 1977 (59)

* Topographic base 1:50,000 IGM (1969)
** Topographic base 1:100,000 IGM (1955)

"pequeñero" : a private mine

Table 2 – 1 Geological Features of Copper Ore Deposits in the Western Region of Santiago, Chile

(Compiled by A Davis, 1980, UTE)

NAME OF MINE	SITUATION: NAME OF THE MAP AND LOCALITY	SITUATION: COORDINATION AND ALTITUDE	FORMATION (MEMBER)	COUNTRY ROCK	TYPE OF ORE DEPOSIT	ORE MINERALS	GANGUE MINERALS	SCALE OF ORE DEPOSIT	ORE GRADE	SPECIAL ITEMS	OPERATION	REFERENCES
EL SAUCE	*La Ligua Cabildo	32° 27' 16" Lat S 71° 04' 11" Long W 660 m	La Ficeto	Limestone	Pseudostratiform Partly massive Contact ?	Chalcopyrite, Pyrite	Garnet		18 – 22% Cu	Several levels Relict stratification Dressing by small plant Capacity 1,000 t/day	500-700 t/day Private company	A Davis, 1968 (partial cont) (62)
LOS MAQUIS NORTE	*La Ligua Cabildo	32° 27' 26" Lat S 71° 04' 03" Long W 625 m	La Ficeto	Limestone and shale	Strata-bound Disseminated	Chalcopyrite, Pyrite			16% Cu	Several levels	Private company Inactive mine	Data (63)
LOS MAQUIS SUR	*La Ligua Cabildo	32° 27' 44" Lat S 71° 03' 52" Long W 520 m	La Ficeto	Limestone and shale	Pseudostratiform Disseminated and partly massive (Contact)	Chalcopyrite, Pyrite, Sphalerite	Garnet	Length : 100 m Width : 60 m Thickness : 0.5-3 m	15 – 20% Cu	Several levels Dressing by small plant Unknown capacity	Private company Inactive mine	(Carter, 1961 Bol N°0 Instituto Investigaciones Geológicas Chile) (A Davis, 1980 UTE cont) (64)
EL SOLDADO	*Nogales El Cobre, Nogales	32° 38' 08" Lat S 71° 06' 09" Long W	La Ficeto	Tuff, breccia, limestone, effusive and intrusive andesite	Irregular bodies Pseudostratiform Disseminated and rarely fine veinlets	Chalcocite, Digenite, Bornite, Pseudomalachite, Chalcopyrite, Pyrite	Albite, Quartz, Chlorite, Calcite, Epidote		20% Cu	Several levels Dressing by middle plant Unknown capacity	Private company (EXXON)	(Davis, 1976 (Congreso Geológico Chileno) PP 253 (A Davis, 1980 UTE cont) (11)
CORRAL DEL ROMERO	*Nogales Cerro de Gómez, Catemu	32° 38' 47" Lat S 71° 02' 00" Long W	Veta Negra (Occo)	Andesite, volcanic breccia and acidic lava flow	Pseudostratiform Disseminated		Chlorite, Epidote, Silica			Outcrops	Private company	(A Davis, 1979 unpub cont) (65)
VETA NEGRA	*Nogales Cerro Chusca, Cabildo	32° 38' 50" Lat S 71° 05' 15" Long W	Veta Negra (Purehue)	Red sandstone and black shale	Stratiform Disseminated						Private company Abandoned in 1958	(Thomas, 1958 Bol N°2 Instituto Investigaciones Geológicas Chile) (12)
LA REINA	*Nogales Cerro de Gómez, Catemu	32° 38' 57" Lat S 71° 02' 00" Long W	Veta Negra (Occo)	Andesite and volcanic breccia	Disseminated	Bornite, Pseudomalachite	Chlorite			Outcrops	Private company	(A Davis, 1979 unpub cont) (66)
MANTO BROWN	*Nogales Quebrada La Fortuna, Catemu	32° 40' 25" Lat S 71° 04' 10" Long W	Veta Negra (Occo)	Andesite and acidic lava flow and amygdaloidal structure	Disseminated	Bornite, Chalcopyrite, Rare copper oxides, Pseudomalachite	Epidote, Chlorite		15 – 20% Cu		Private company Inactive mine	Data (67)
DABÚ	*Nogales El Corretón, Nogales	32° 41' 13" Lat S 71° 06' 42" Long W 850 m	Veta Negra (Purehue)	Aphanitic and porphyritic andesite	Disseminated and rarely fine veinlets	Bornite			18 – 24% Cu	Outcrops	Private company	Data (68)
BRONCEADA	*Nogales El Corretón, Nogales	32° 41' 51" Lat S 71° 06' 03" Long W 620 m	Veta Negra (Purehue)	Aphanitic, porphyritic andesite and volcanic breccia	Pseudostratiform Disseminated	Bornite, Chalcopyrite				Several outcrops	Private company	(Palacios, S.V. 1975 Geología de Sector Sur Oriente de Catemu, Tesis de Ingeniero Geólogo, Universidad de Chile, Santiago) (69)
ESCONDIDA	*Nogales El Corretón, Nogales	32° 42' 03" Lat S 71° 06' 15" Long W 570 m	Veta Negra (Purehue)	Aphanitic and porphyritic andesite	Disseminated	Copper oxide				Several outcrops	Private company	Data (36)
LA MERCED	*Nogales El Corretón, Nogales	32° 42' 54" Lat S 71° 05' 18" Long W 670 m	Veta Negra (Purehue)	Porphyritic andesite, partly brecciated	Pseudostratiform Disseminated	Chalcocite, Bornite	Epidote			Several short levels (Ea)	Private company Inactive mine	Data (16)
COLIHUE O LUCERO	*Nogales El Corretón, Nogales	32° 42' 15" Lat S 71° 03' 26" Long W 1520 m	Veta Negra (Occo)	Volcanic breccia, porphyritic andesite and acidic lava flow	Disseminated	Bornite, Chalcocite			25 – 30% Cu	Fluidal structure (inaccessible)	Private company	(A Davis, 1969, unpub cont) (17)
CAQUI	*Nogales Rancho de la Sombra, Purehue	32° 44' 34" Lat S 71° 04' 09" Long W 1580 m	Veta Negra (Occo)	Volcanic breccia and andesite	Disseminated	Bornite, Chalcopyrite				Outcrops	?	(A Davis, M Marsh, 1976 unpub cont) (19)
LA BANDERA	*Nogales El Corretón, Nogales	32° 44' 36" Lat S 71° 05' 03" Long W 1300 m	Veta Negra (Occo)	Fluidal and amygdaloidal andesite, volcanic breccia and fluidal dacite	Pseudostratiform Disseminated	Bornite, Copper oxides			20 – 25% Cu	Several outcrops	Private company Inactive mine	(A Davis, 1977 unpub cont) (18)
EL MANZANO	*Nogales El Cobre, Los Cóndores	32° 44' 48" Lat S 70° 58' 33" Long W 730 m	Veta Negra (Occo)	Aphanitic andesite and acidic lava flow and andesite	Pseudostratiform Disseminated and massive	Bornite, Chalcopyrite and Copper oxides				Position of strata Stratification N5°W/30°E	Private company Inactive mine	(A Davis, 1976 unpub cont) (37)
LA LIBERTAD	*La Calera Purehue – Hijuelas	32° 48' 33" Lat S 71° 04' 39" Long W 650 m	Veta Negra (Occo)	Aphanitic and porphyritic andesite	Disseminated and veinlets	Chalcopyrite, Pyrite			10% Cu		Abandoned mine	(Oyarzún, B.J. Sandoval S.R. Davis, D.A. 1976 private report) (70)
CARMELITA	*La Calera Purehue – Hijuelas	32° 49' 00" Lat S 71° 06' 00" Long W 520 m	Veta Negra (Purehue?)	Porphyritic andesite with interlocked structure	Disseminated	Chalcopyrite, Pyrite			08-10% Cu		Abandoned mine Underwater (inaccessible)	Data (71)
INFIERNILLO	*La Calera Purehue – Hijuelas	32° 49' 11" Lat S 71° 06' 20" Long W 760 m	Veta Negra (Purehue)	Aphanitic andesite and andesite	Disseminated and veins	Chalcopyrite, Bornite			15 – 20% Cu	Stratification N60°E/4°E Vein N30°E/70°S N10°E/60°S	"Prospects" since 300 t/month Co Minera de Cobre Stock company	(A Davis, 1979 unpub cont) (28)
NEGRITA	*La Calera Purehue – Hijuelas	32° 49' 57" Lat S 71° 06' 49" Long W 380 m	Veta Negra (Purehue)	Aphanitic and porphyritic lava and volcanic breccia	Disseminated in fractures	Chalcopyrite, Pyrite			10 – 15% Cu	Stratification: N5°W/44°E	Private company Inactive mine	(Oyarzún, B.J. Sandoval S.R. Davis, D.A. 1976 private report) (72)
BRILLANTE (TILTIL)	*Quebrada de Alvarado Tiltil	33° 06' 45" Lat S 71° 00' 02" Long W 1560 m	Veta Negra (Occo)	Aphanitic and porphyritic andesite, andesite tuff and volcanic breccia	Pseudostratiform Disseminated and amygdaloidal veinlets	Chalcopyrite, Bornite, Chalcocite	Chlorite, Epidote	Length : 30 m Width : 12 m Thickness : 2-4 m	25 – 30% Cu	Stratification: N5°W/20°E	Private company Inactive mine	(A Davis, R Gatich, 1979 unpub cont) (32)
VERDEONES	*Quebrada de Alvarado Tiltil	33° 06' 14" Lat S 71° 00' 35" Long W 1650 m	Veta Negra (Occo)	Andesite and volcanic breccia	Disseminated	Bornite, Chalcopyrite				Stratification: N5°W/20°E	Abandoned mine	(A Davis, M Marsh, 1976 private report) (35)
CERRO NEGRO	*Quebrada de Alvarado Tiltil – Colina	33° 06' 27" Lat S 71° 01' 51" Long W 1760 m	Veta Negra (Purehue?)	Andesite and volcanic breccia, acidic lava flow	Disseminated	Chalcocite, Bornite, Chalcopyrite				Outcrops Stratification: N5°W/10°E	?	(Davis, 1976 private report) (34)

* : Topographic base 1:50,000 (IGM 1969)

Table 2-2

NAME OF MINE	SITUATION: NAME OF THE MAP AND LOCALITY	SITUATION: COORDINATION AND ALTITUDE	FORMATION (MEMBER)	COUNTRY ROCK	TYPE OF ORE DEPOSIT	ORE MINERALS	GANGUE MINERALS	SCALE OF ORE DEPOSIT	ORE GRADE	SPECIAL ITEMS	OPERATION	REFERENCES
CALETAS COLORADAS	• Tatal Tatal	33°06' 19" Lat S 70°57' 33" Long W 820 m	Los Chicos	Rhyo-dacite lava flow, andesite and volcanic breccia	Disseminated	Chalcopyrite, Pyrite, Copper oxide				Outcrops		Díaz, A 1976 Verbal comm (36)
ALAMO	• Tatal Potrerillo	33°08' 44" Lat S 70°56' 32" Long W 760 m	Los Chicos	Aphanitic and porphyritic andesite, dacite lava flow	Disseminated	Chalcopyrite, Pyrite					Inactive Private company	Díaz, A 1979 Verbal comm (39)
LO AGUIRRE AND SAN ANTONIO	• Pudahuel Pudahuel	33°26' 23" Lat S 70°55' 14" Long W 700 m	Veta Negra (Occa)	Aphanitic and porphyritic andesite, volcanic breccia, dacite lava flow	Pseudostratiform Disseminated and massive	Bornite, Chalcopyrite, Pyrite, Copper oxide	Calcite, Epidote, Chlorite	Reserves: 11-12 million tons	2.2% Cu	Stratification: N8°W/60°E	Production 10000 T/y Dressing by pick Conc for Vina-Pudahuel	Díaz, A 1979 Verbal comm; Lex, B 1968 (43) (44)
MANTO SANDOVAL	• Pudahuel Maipú	33°29' 34" Lat S 70°54' 27" Long W 680 m	Veta Negra (Occa)	Fossiferous limestone	Stratiform Disseminated	Covellite Chalcocite Copper oxides		Thickness: 2.5 m	1.7% Cu	Stratification: N20°-30°W/70°E	Several outcrops Private company	Ferst, A.L.E 1970. Grade Tress Depto Geología U de Chile (46)
FUENTES	• Pudahuel Pudahuel	33°29' 38" Lat S 70°54' 35" Long W 740 m	Veta Negra (Purehue)	Limestone, chlorite, calcite, fossiferous sandstone	Stratiform Disseminated Veinlets	Chalcopyrite, Bornite, Chalcocite, Covellite, Specularite, Pyrite, Copper oxide	Calcite, Sericite, Quartz, Feldspar	Length: 270 m Width: 60 m Thickness: 1.5-5 m	1.2% Cu	Stratification: N30°W/60°E	Inactive Several levels Private company	Otto (73)
LA VIRTUD	• Tolaguate Maipú	33°30' 21" Lat S 70°53' 07" Long W 690 m	Veta Negra (Occa)	Aphanitic and oligoclase andesite, dacite lava flow	Disseminated and oligoclase	Bornite, Chalcopyrite			2.0% Cu	Stratification: N25°W/40°E	Two levels Inactive Private company	Díaz, A 1976 Private report (46)
LAS GUIAS (NALTAGUA)	• Tolaguate Naltagua	33°44' 04" Lat S 70°59' 07" Long W 350 m	La Prada	Limestone, sandstone, tuffs, lavas, andesite	Strata-bound Disseminated	Bornite, Chalcopyrite, Copper oxide					Inaccessible Private company	Díaz, A 1977 Private report (74)
LAS VACAS	• Tolaguate Naltagua	33°44' 34" Lat S 70°59' 21" Long W 490 m	La Prada	Limestone, sandstone, tuffs, andesite	Strata-bound Disseminated and massive	Chalcopyrite, Bornite				Stratification N0°E/34°E	Inactive Private company	Díaz, A 1979 Verbal comm (47)
DIEZ HERMANOS	• Chalqui Carmen Alto	33°45' 48" Lat S 71°04' 58" Long W 350 m	La Prada	Andesite, volcanic breccia	Disseminated Veinlets	Bornite, Chalcopyrite				Outcrops	Abandoned mine	Díaz, A 1976 Verbal comm (48)
BRILLANTE (NALTAGUA)	• Chalqui Naltagua	33°45' 00" Lat S 71°00' 05" Long W 820 m	La Prada	Tuffs, sandstone, andesite	Strata-bound Disseminated Banded ore	Chalcopyrite, Pyrite			1.5 - 2.0% Cu	Stratification N10°E/45°E	Inaccessible Private company	Díaz, A 1977 Verbal comm. (75)
EL GATO	• Chalqui Naltagua	33°46' 01" Lat S 71°00' 55" Long W 730 m	La Prada	Tuffs, sandstone, andesite	Strata-bound Disseminated	Chalcopyrite, Pyrite				Stratification N10°E/45°E	Inaccessible Private company	Díaz, A 1977 Verbal comm (76)
LA HECHICERA	• Chalqui Carmen Alto	33°46' 24" Lat S 71°00' 34" Long W 575 m	La Prada	Tuffs, sandstone, andesite	Strata-bound Disseminated	Chalcopyrite, Pyrite					Inaccessible Private company	Díaz, A 1977 Verbal comm (77)
LA DURA	• Chalqui Carmen Alto	33°46' 47" Lat S 71°00' 02" Long W 450 m	La Prada	Andesite, volcanic breccia, dacite lava flow	Disseminated	Copper oxide				Fluidal structure	Inaccessible Private company	Díaz, A 1977 Verbal comm (55)
SAN ENRIQUE	• Chalqui Peloncho	33°50' 44" Lat S 71°02' 17" Long W 750 m	La Prada	Andesite and dacite lava flow	Disseminated	Bornite, Chalcopyrite				Outcrops Stratification N10°E/45°E		Oyarzun, J and Marcoleta, V 1977 Private report (61)
VIRGEN DEL CARMEN	• Chalqui Peloncho	33°50' 54" Lat S 71°00' 07" Long W 600 m	La Prada	Andesite, volcanic breccia and dacite lava flow	Disseminated Replacement	Copper oxide				Outcrops Fluidal structure		Díaz, A 1977 Verbal comm (64)
LAS GUIAS (PALLOCABE)	• Chalqui Peloncho	33°51' 18" Lat S 71°05' 24" Long W 760 m	La Prada	Aphanitic and porphyritic andesite, dacite, volcanic breccia, tuff, arkose sandstone	Vein Disseminated	Bornite, Chalcopyrite			2.5% Cu		200 T/a Private company	Díaz, A 1977 Private report (60)

• Topographic base 1:50,000 (I.G.M. 1969)

Table 3 Stratigraphy of Western Region of Santiago – Chile

ERA	PERIOD	EPOCH			FORMATION	MEMBER	ROCK FACIES	THICKNESS	DEPOSITS
MESOZOIC	TERTIARY						White, Reddish and Light Green Lava and Tuff also Conglomerate, Sandstone, and Shale (Continental)	6,500 m ±	UNKNOWN
	CRETACEOUS	UPPER	MIDDLE SENONIAN ?		LO VALLE				
			CENOMANIAN TURONIAN ?		LAS CHILCAS (klc)		Andesite Lava, Tuff and Breccia, Dark Brown Conglomerate, Sandstone and Shale (Continental)	6,500 m ±	FORTUNA BOLIVIANO SAUCE (TABON)
					CERRO MORADO		Andesite	MAX. 3,000 m	GLANOUCADO ANIMAS ROMERO
		LOWER	APTIAN ALBIAN		VETA NEGRA (Kvn)	OCOA (kmo)	Shale, Limestone, Andesitic (Oolite) and Acidic (Rhyolite and Dacite) Rocks, Continental Sandstone Lenses	6,000 m ±	SALADO ZOILA ROSA LA FILOMENA RAMAYANA LO AGUIRRE TRINCHERA
						PUREHUE (kmp)	Porphyritic and Aphanitic Andesite and Red Sandstone (Continental)	600–2,600 m	BUITRE VETA NEGRA DABU LA MELCED
			BARREMIAN HAUTERIVIAN	NEOCOMIAN	LO PRADO (klp)	UPPER	Andesite and Acidic Rocks with Intercalations of Marine Sedimentary Rocks (Sandstone, Shale and Limestone)	13,000 m ±	EL SOLDADO GUAYACAN PEUMO CONSUELO VENUS LA VERDE MASCOTA SANTA GENOVEVA MANTOS NEGROS FARELLON DELIRIO
						MIDDLE	Green and Red Tuff and Breccia (Continental)	0–1,000 m	SANTA TERESITA
						LOWER	Marine Sediments (Calcareous Sandstone, Black Shale and Limestone) and Volcanic Rocks (Andesitic and Acidic Rocks)	2,000 m ±	LA PATAGUA CENTINELA
	JURASSIC				EL MELÓN				UNKNOWN
					CERRO CALERA				

(THOMAS, 1958
CARTER AND ALISTE, 1962)

第3章 探 査 の 指 針

① 平面的には，調査地域内のLo Prado, Veta Negra, Cerro Morodo, Las Chilcas の各層に，火山性・堆積性同生の銅鉱床は普遍的に分布している。

② 鉱床の胚胎層は，Plate 3，Fig.3に見られるように，各層のあらゆるレベルに不規則に分布し，地域全体に亘るような連続した単一の鉱床層準としてはとらえ難い。

③ 2－2で述べたように，鉱床はほとんど共通した地質条件を備えており，特にその成因上，種々の堆積岩（黒色頁岩，石灰質頁岩，石灰岩，凝灰岩，砂岩など）の存在する層準は最も重要である。

次いで，中性から酸性に移る火山岩相の変化に注目すべきである。

④ 鉱化帯に特徴的なPeperiteあるいは自破砕溶岩の存在に留意すべきである。

⑤ 鉱床は地層と整合的あるいは準整合的，時には地下火山性的形状で胚胎する。

⑥ 硫化鉱物の鉱化作用と関係づけられる母岩中の熱水変質は殆んど見られない。

⑦ 多くの鉱床では，銅鉱物は細かい鉱染をなし，時に溶岩の基質や杏仁状構造を埋めていて，母岩の基質が暗色の場合には普通の斑状溶岩の観を呈する。

第４章　有望地域の選定

本調査地域は，既述の如く，Thomas（１９５８），Carter（１９６１）により，地質，鉱床調査が行なわれているが銅鉱床胚胎層の地質の解明，鉱床の層序学的位置付け及び探査有望地域の選定には至っていない。

今回の主要目的である"探査有望地域の選定"は，鉱床と地質の関連性，未探査地域の広さ，及び鉱業権，の主として３点に留意して下記の如く行なった。

４－１　選　定　基　礎

① 今回の現地調査では，全域の地質踏査，２４の銅鉱床調査及び文献により，鉱床の層序学的位置付けが明らかになり，多数の銅鉱床が層準規制を受ける火山性（一部堆積性）同生鉱床である事が確認された。

② 調査データをもとにして，地質平・断面図，鉱床と地質の詳細な関係図及び今までに知られている全銅鉱床の一覧表を作成して鉱床の賦存する地質条件を検討，解析した。

その結果，多くの鉱床が，安山岩－石英安山岩－Peperite（もしくは角礫岩）－頁岩という地層の累重と密接な関係を有する事が明らかになった。

③ 今回の調査で確認した主要な鉱床胚胎層準は１０層以上に及ぶが，とくに，(a)El Soldado鉱床の南方延長に当るLo Prado層生部，La Verde鉱床の存在するVeta Negra層，Prehue部層，El Salado鉱床の存在するOcoa部層上部，Animas，Blanqueado鉱床を胚胎しているCerro Morado層の発達する北部一帯，

(b)Cerro Negro, Manto, Brillanteなどの鉱床を胚胎しているOcoa部層，Bolivianoの存在するLas Chilcas層下部の発達しているTiltil西部，

(c)Peumo，Consuelo，Las Güiasなどの存在するLo Prado層のとくに発達する南部一帯は探鉱価値が高い。

④ 上記の鉱床は二，三の鉱床を除いては，小規模に探査，開発されたのみであり，鉱床学的見地に基づく組織的な探査は行なわれておらず，未探査地域はきわめて広い。

⑤ 火山性同生鉱床は，既知の鉱床の走向，傾斜延長方向は勿論の事，その成因から考えて鉱床層準に沿って潜頭している可能性が大である。

⑥ 中部から南部にかけては花崗岩類が広く分布しているので探査価値に乏しい。

⑦ 鉱業権

地域北西部には，El Soldado鉱山を有するExxonをはじめとし私企業鉱区が大きく，またLo Aguirre鉱山周辺はPudahuel社の鉱区である。

その他の地域は主として公団，公社の所有するもの，失効しているものが多いことが判

明した。

4－2 探査有望地域

上記の調査結果を総合して選出した探査有望地域は計1,470㎢である。この地域は今後の探査実施に際して，現在までの地質，鉱床の知見度，探査方法，立地条件等を考慮して便宜上，下記の4地域に区分した。

地域名	面積
Catemu	320㎢
Eastern Limache	380
Tiltil	400
Carmen Alto	370

① Catemu

Cerro Morado層中のAnimas，El Saladoを中心とする数枚の鉱床層準の南北延長及び調査地域最大のEl Soldado鉱床層準の南延長部を含み，未探査地域はきわめて広い。また国有の鉱区が広い。

② Eastern Limache

今回の調査では他地域に比較して調査日数が少く，また文献による鉱床の数も少いが，これは主として立地条件，地形によるものである。しかしながらLo Prado，Veta Negra両層の鉱床層準はCatemu，Tiltil両地域から連続している事は明らかであり，地質精査を先行させるに値する地域である。

③ TilTil

この地域は，Lo PradoからLas Chilcasに至る各層に鉱床層準が確認できた。文献を検討した結果，数層の鉱床層準の南北延長個所は未探査であり，また鉱区関係の条件も良好である。

④ Carmen Alto

これまでに多数の銅鉱床が知られているが，現在は小規模に数山が稼行しているのみである。

地質と鉱床の関係は，他の諸地域同様であり，Lo Prado，Veta Negra両層が広く分布し，とくにLo Prado層中の数層の鉱床層準の南北延長は未探鉱地域が広い。鉱区は国有のもののほか，小さい個人鉱区が分散している。

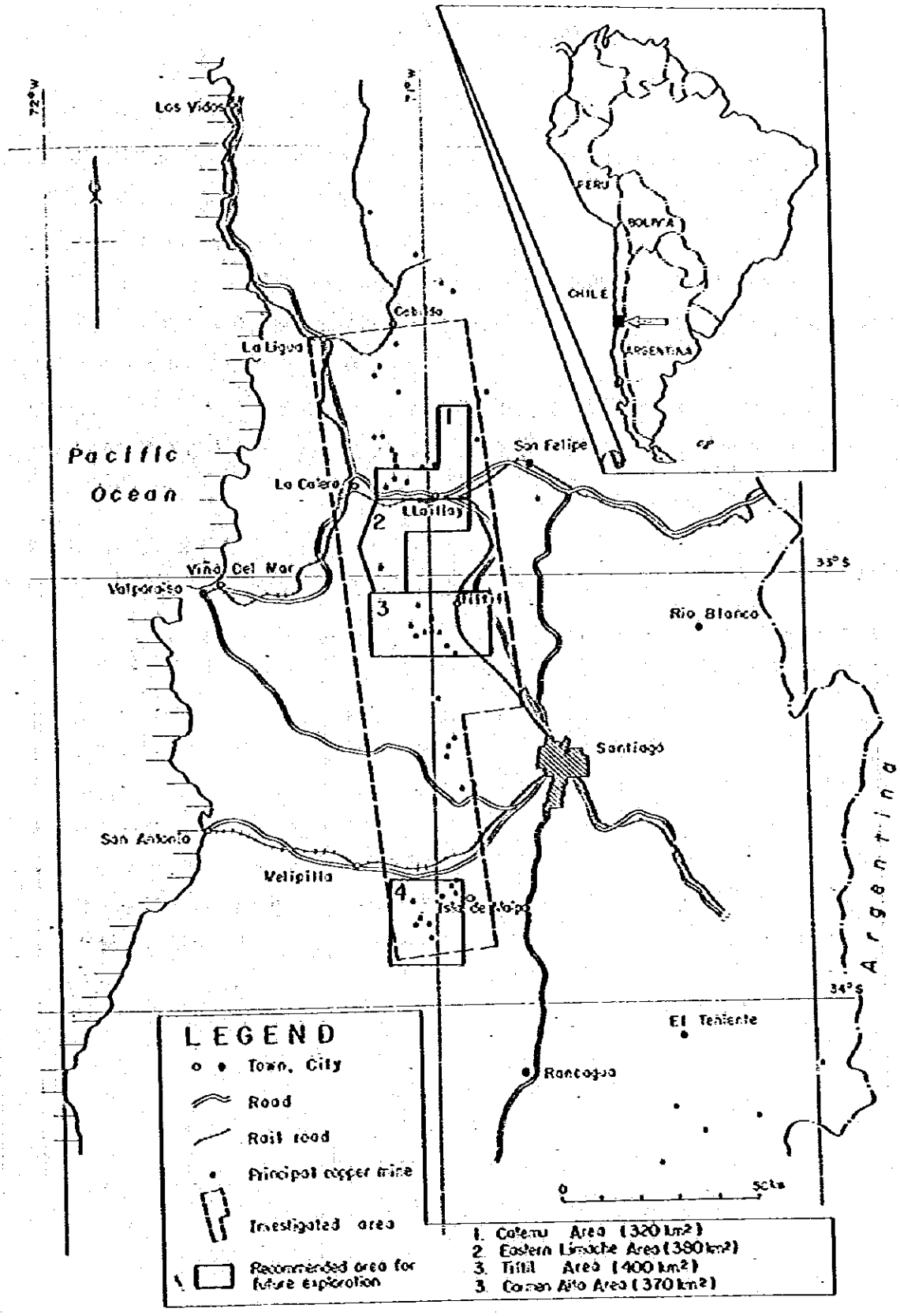


Fig 6 Recommended Area for Future Exploration

第5章　将来の探査について

5－1　探査方針の立案

第4章で述べた探査有望地域に対する探査方針の立案に際しては，前記，探査の指針（第3章）を骨子とすると共に，我が国の黒鉱をはじめとする火山性・堆積性同生鉱床における経験を充分に活かすように努めた。

即ち，鉱化作用の特徴，鉱体及び鉱床の形状，鉱床と岩相及び層序との関係，鉱床と火成活動の関係，変質などの地質・鉱床学的要素のほか，地形，植生，気候，立地条件，環境，鉱区関係などの諸条件を総合的に検討した。

探査方針は，探査作業を3段階に分け，初年度に最有望地域の抽出を行い，第2年度に精密調査により試錐地点の選定まで持ってゆき，第3年度に試錐を中心とした作業を行う。

5－2　探査方法

上記の方針にしたがい，探査方法及び工程を下表の如く策定した。

	第1年度	第2年度	第3年度
方法	写真地質 地質概査 鉱床調査 地形図作製	地化学探査 物理探査 地質精査	試錐 地質精査
備考	4地域全域（約1500Km²）より新たに探査最有望地域を抽出	地化学探査：Stream sedimentを主とし，一部rockおよびsoilを行う。 成分；Cu, Zn 物理探査：空中電磁法。 2年度により試錐地点の選定を行う。	必要ならば試錐孔を利用した検層（IP法）を行う。 岩芯についての鉱物学的研究，化学分析。

第 Ⅲ 編

第 III 編

第1章 要 約

1－1 調査地域及び調査目的

地域はサンチャゴ市西方の海岸山脈の主として東半部に相当し，La Ligua 谷及び Laguna de Aculeo をそれぞれ北限，南限とする面積約5,500Kmの範囲である。

目的は，地域の白亜系と火山性・堆積性同生の鉱鉱床の地質・鉱床学的関連性の調査結果から，将来の探査有望地域の選定と探査方法の策定を行なう事であった。

1－2 調 査 作 業

(1) 既存地質関係資料の検討，解析及び討論

(2) 主要ルートによる地域の一般地質の把握

(3) 重要で，比較的アクセスの良い鉱床及びその周辺の調査により鉱床の性状，構造規制などの把握

(4) 実地調査結果と既存の資料を基にして，種々の総括図表の作成

(5) 探査有望地区の選定と探査方法の策定

1－3 地 質

地域はアンデス地向斜のうち，特に火成活動の活発であった白亜紀下部及び上部の地層が発達し，その一般走向は南北，傾斜は東への単斜構造を示す。

目的とする鉱床の胚胎に関連性を有する地層は下位より次の4層である。

(1) Lo Prado 層

火山岩類：主として安山岩質，石英安山岩質の溶岩，火山砕屑岩類，イグニンブライト

海成堆積岩類：頁岩，石灰岩，砂岩

(2) Veta Negra 層

火山岩類：主として細粒あるいは斑状安山岩，とくに上部の Ocoa 部層に斜長石の巨大斑晶を含む Ocoite の存在，下部の Prehue 部層の陸成の赤色安山岩溶岩・角礫岩，凝灰質砂岩よりなる一群の存在が特徴的である。

(3) Cerro Morado 層

地域北部で，Veta Negra 層と上位の Las Chileas 層の間に不整合の関係で分布する。陸成堆積岩類，安山岩質及び石英安山岩質溶岩ならびに砕屑岩よりなる。

(4) Las Chileas層

ベースはほとんどすべて陸成の赤色砂岩よりなり，上部は安山岩質溶岩，凝灰岩及び玄武岩よりなる。

1－4 鉱　　床

地域の主要な，かつ大半の鉱床は火山性・堆積性同生の銅鉱床である。その特徴を列記すれば下記の如くである。

(1) 鉱石鉱物　：　黄銅鉱，斑銅鉱，輝銅鉱。

(2) 母　　岩　：　安山岩，石英安山岩，Peperite，頁岩。

(3) 鉱　　石　：　火山岩中の基質に鉱染状あるいは杏仁状に鉱化。

Peperite中に網状鉱化。

頁岩中に堆積面に並行な縞状鉱化。

(4) 鉱床の胚胎層：　鉱床の賦存する一単位は，下位より，安山岩溶岩－石英安山岩溶岩（ときにイグニンブライト）－Peperite（あるいは火山角礫岩）－泥質堆積岩となっている。

鉱化作用は石英安山岩あるいはPeperite（あるいは火山角礫岩）を中心として，その上位，下位の岩石に及んでいることもしばしばである。

鉱床胚胎層は一鉱山において２枚以上存在する場合があり，上記１－３の４層（formation）のいづれにも賦存する。

(5) 鉱床の形状　：　一般に地層に並行であるか，母岩である火山岩やPeperite，角礫岩の堆積面に概ね並行な層状または塊状，ときに不規則鉱染状をなす。

(6) 鉱床の規模　：　今回調査した２４鉱床については一般に，一つの富鉱部の規模は，厚さ２～１０ｍ，水平延長１０～３００ｍである。

(7) 鉱石の品位　：　鉱床全体としては一般にCu １～３％とみられる。

1－5 探査有望地域

すでに第４章に述べた如く，鉱床と地質の関連性，未探査地域の状況及び鉱業権の三点に基づいて，北部に1,１００kd（Catemu，Eastern Limache，Tiltilの３地域），南部に３７０kd（Carmen Alto地域）計1,４７０kdを探査有望地域として選定した。

第2章 結　　論

以上，チリ国より調査対象地域として提示された地域全域について，地質，鉱床に関する現地調査，既存資料，室内研究資料を主とし，鉱業権，立地条件，自然条件，をも含めて総合的に検討した結果，下記の結論を得た。

① 地域の主要な鉱床は火山性・堆積性同生の銅鉱床であり，多数の鉱床が知られているが，El Soldado, Lo Aguirreなどの数山を除いては地質・鉱床学的に系統的な探査は行なわれていない事，既知鉱床の延長部は鉱床の特性から考えて探鉱価値が大なる事から，北部と南部に4地域計1,470㎢の探査有望地域を選定した。

② 探査の方法は，鉱床胚胎の諸条件を総合して，次のように実施するのが望ましい。
全作業工程を3つの時期に分ける。

初年度は選定された4地域に対し，写真地質調査と地質・鉱床精査を行い，このうちから最も有望な地域をさらに限定する。

第2年度は，最有望地域の地化探と空中電磁法により主として鉱床胚胎層準の追跡と潜頭の新鉱化帯の発見に努める。この年度には最終的に試錐地点の選定まで行う。

第3年度は試錐作業を中心として，新鉱床発見に努める。

References

Ann de Grys, 1964, Copper Distribution Patterns in Soils and Drainage. Econ. Geol., Vol. 59, pp. 636-646.

Carlos, R.F., et al, 1962, Metallogenetic Provinces of Chile. Econ. Geol., Vol. 57, pp. 91-106.

Carter, W. 1961, Yacimientos de Cobre tipo manto, su distribución en fajas mineralizadas, Provincia de Aconcagua.
Bol. I I G. n. 10, 30p., 6 gr., Santiago.

Carter, W. and Aliste, N., 1962, Cuadrángulo El Melón.
Carta inédita I I G, Santiago.

CODELCO, 1975, El Cobre Chileno.

Comité de Inversiones Extranjeras, Chile, 1978, (Unpublished Report)

CORFO, 1966, Geologia Economica de Chile.

Dowa Mining Co., Ltd., 1977, Geology of syngenetic and sedimentary ore deposits in Central Chile. (Unpublished, in Japanese)

Instituto de Investigaciones Geologicas-Chile, 1963-1964, Mapa Geologico de La Hoja Valparaiso-San Antonio. Scale, 1:250,000.

Instituto de Investigaciones Geologicas-Chile, Mapa Metalogenico de Chile.
Scale, 1:1,500,000.

Instituto de Investigaciones Geologicas-Chile, Mapa Geologico; Cordillera de La Costa entre el valle de La Ligua y La Cuesta de Barriga.
Scale, 1:150,000.

Instituto de Investigaciones Geologicas-Chile, 1965, Geologia y Yacimientos Metaliferos de Chile.

Levi, B., 1968, Cretaceous Volcanic Rocks from a Part of the Coast Range West from Santiago, Chile: A Study in Lithologic Variation and Burial Metamorphism in the Andean Geosyncline. University of California, Berkeley.

Makeev, J.V., 1975, Geologia del Sector Sur Oriental del Cuadrangulo El Melón, Provincia de Aconcagua, V Region de Chile. Departamento de Geologia Facultad de Ciencias Fisicas y Matematicas Universidad de Chile.

Metal Mining Agency of Japan, Metallogenetic Provinces of South America (in Japanese)

Metal Mining Agency of Japan, Metalliferous ore deposits of Chile. (in Japanese)

Mitsui Mining & Smelting Co., Ltd., 1960, Geological Report on Lugue Mine. (Unpublished, in Japanese)

Mitsui Mining & Smelting Co., Ltd., 1968, Geological Informations about La Africana. (Unpublished, in Japanese)

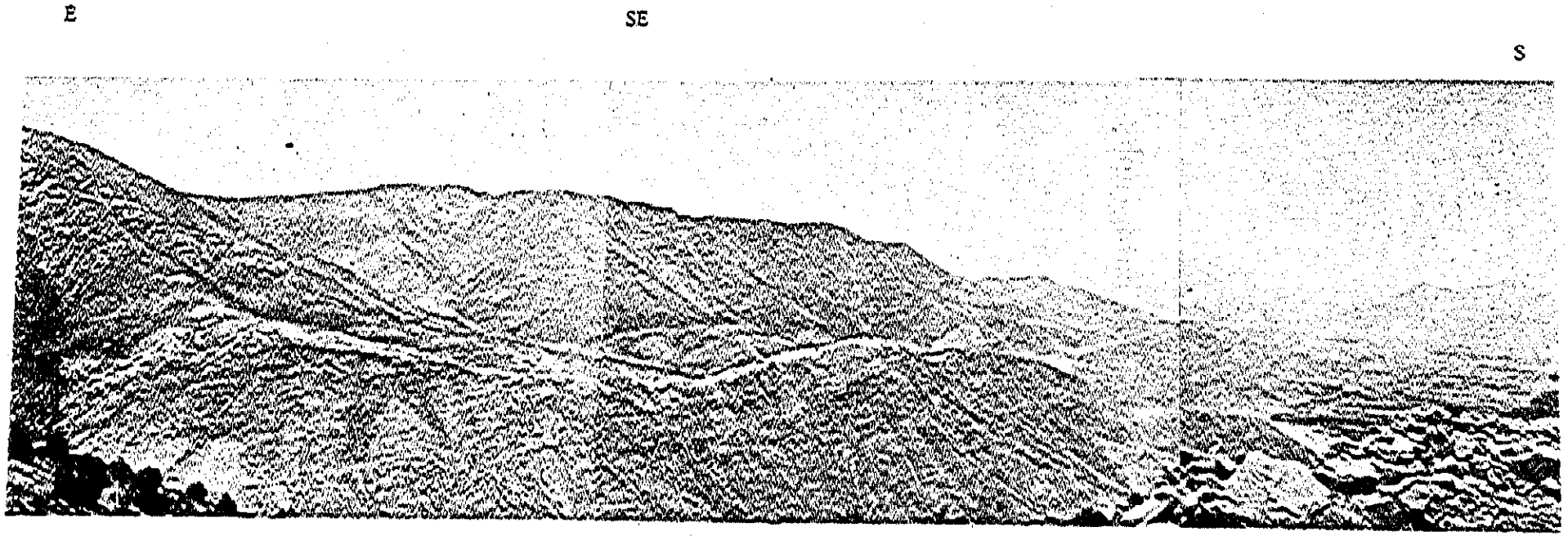
Mitsui Mining & Smelting Co., Ltd., 1968, Geological Report on Requel Mine. (Unpublished, in Japanese)

Thomas, H., 1958, Geologia de la Cordillera de la Costa entre el Valle de La Ligua y La Cuesta de Barriga. I I G Boletín, No. 2.

World Economic Information Services, 1980, Chile (in Japanese)

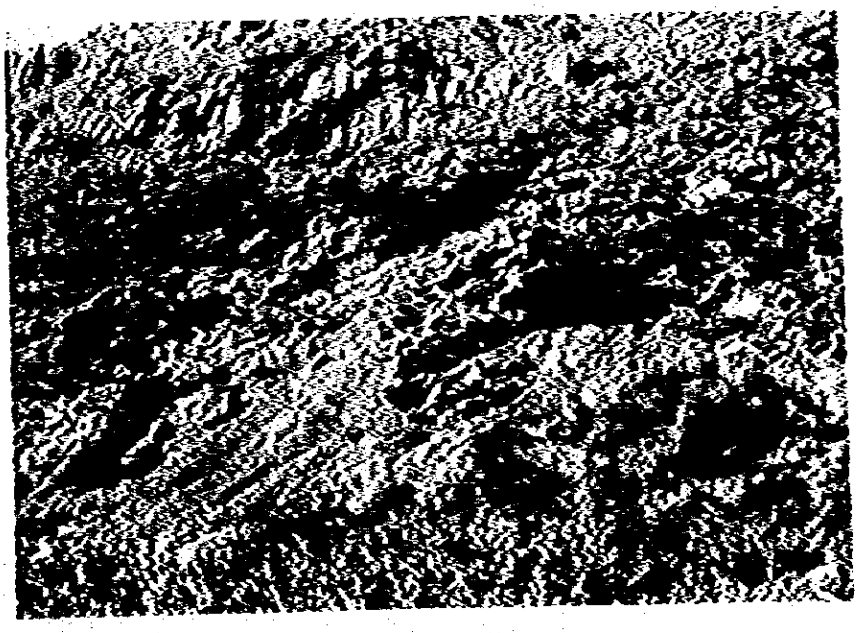
APPENDICES

Appendix 1 Photographs

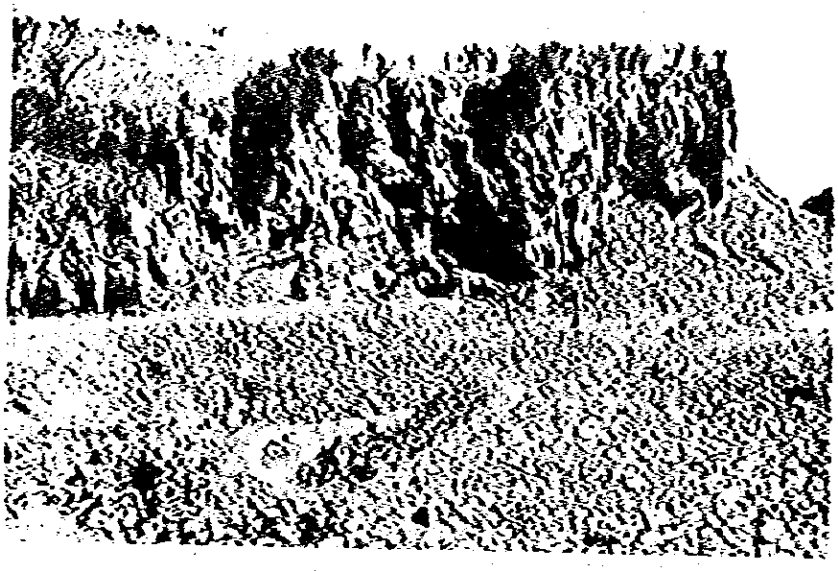


A view from Las Animas Mine. (Cerro Morado Formation)

The view of Guayacan Mine from Fortuna Mine. The upper part belongs to the Veta Negra Formation and the lower, to the Lo Prado. (Northern area)

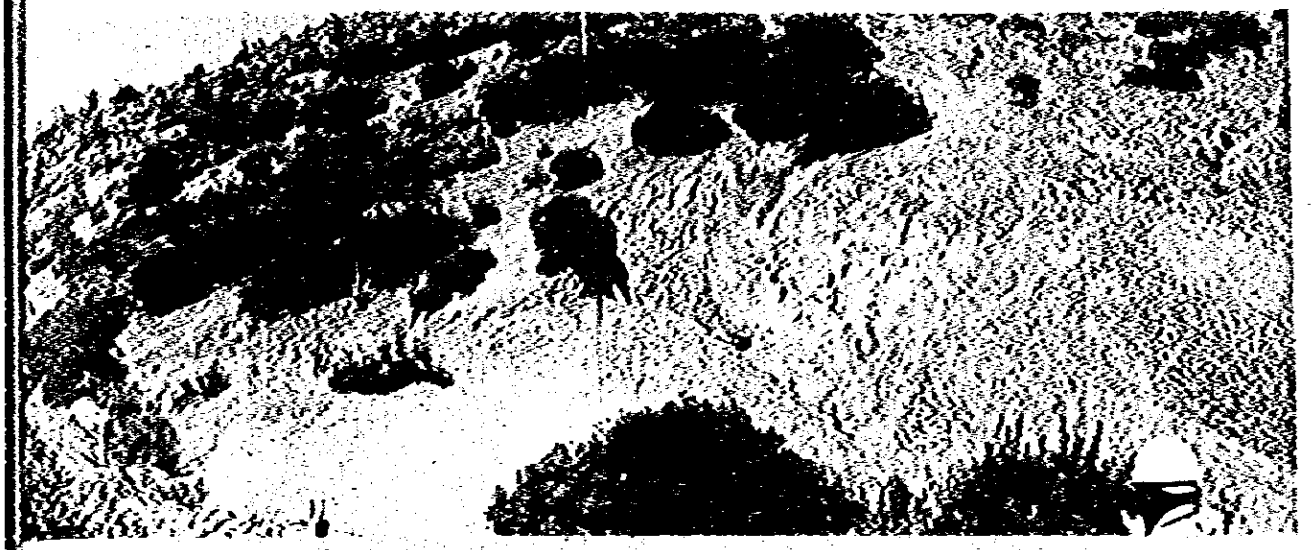


Farellones Mine (the uppermost of the Lo Prado).
The upper part shows andesitic rock belonging to the Veta Negra Formation. (Northern area)



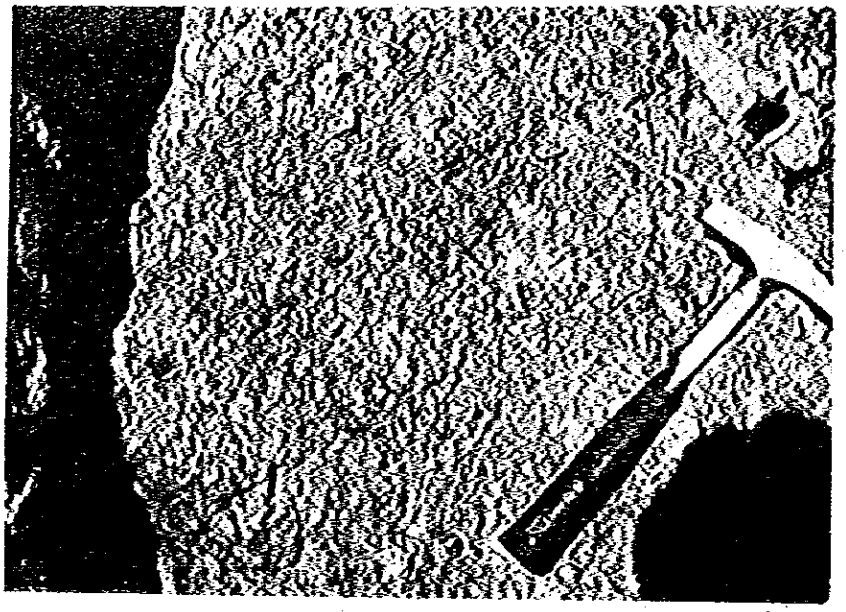
A poor ore horizon, shale-bed (exposed) lies over the copper ore deposits at Blanqueado Mine. (Northern area)

Adit of Ramayana Mine. (Central area)

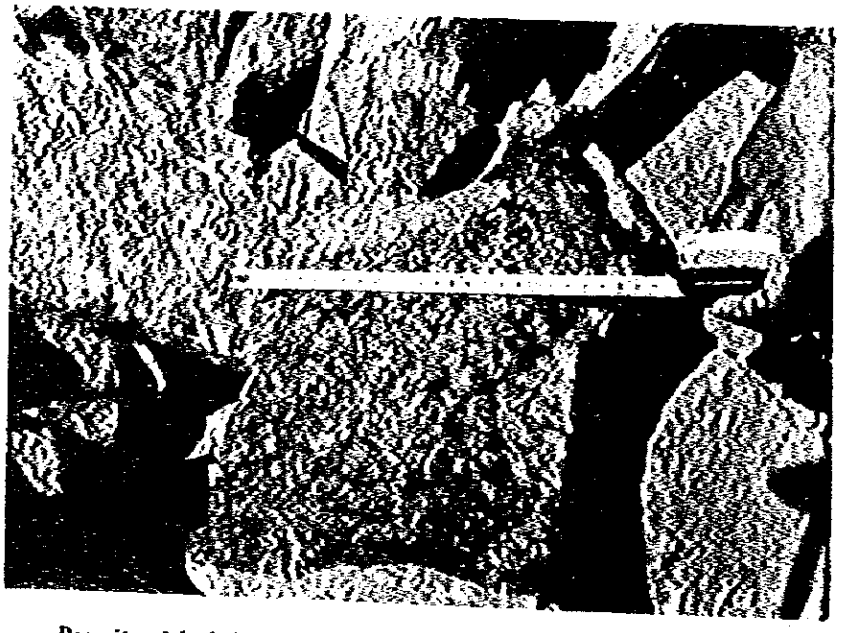


El Boliviano Mine (open pit and adit)
The copper ore deposits lie in dacitic rock belonging to the Las Chilcas Formation. (Central area)

Typical view of the southern area.
The uppermost of the hind mountain may be granitic rock on the Lo Prado Formation.

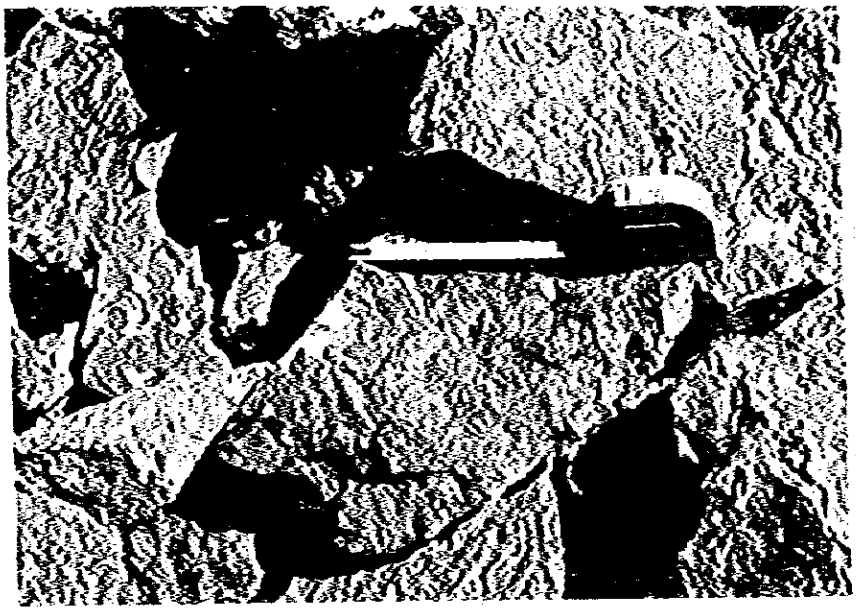


Andesite breccia, Las Chilcas Formation
(6km south of Tiltil)



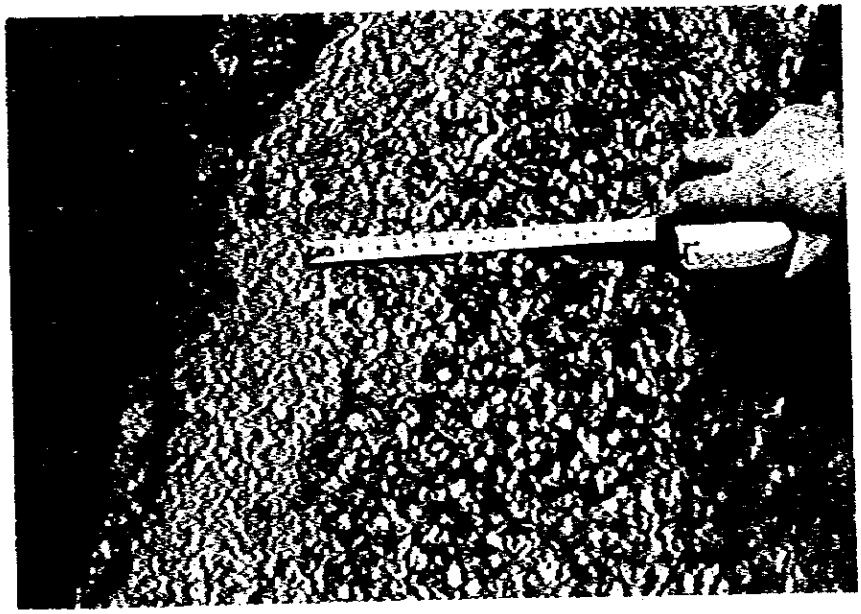
Peperite with chalcopyrite mineralization, Cerro Morado Formation.

(Romero Mine)



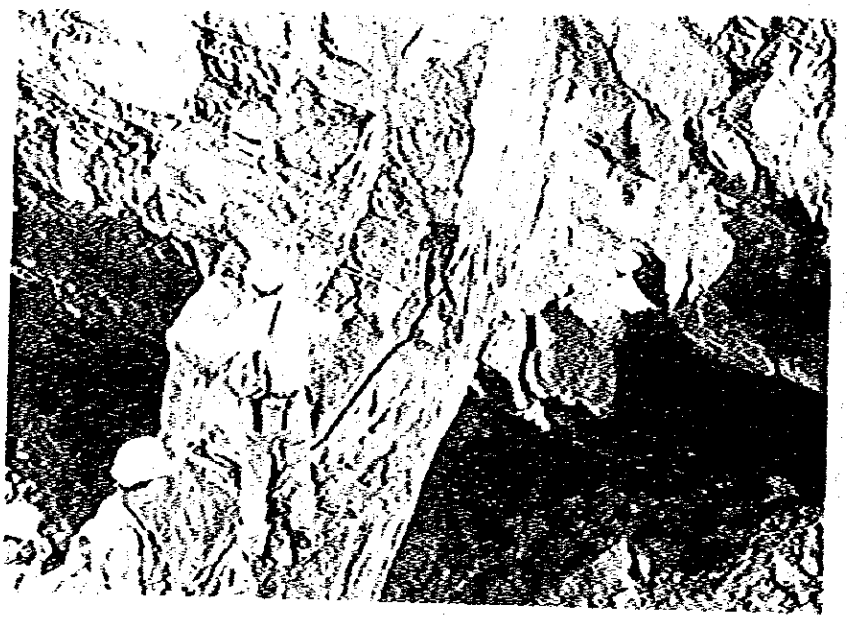
Peperite, Cerro Morado Formation

(Blanqueado Mine)



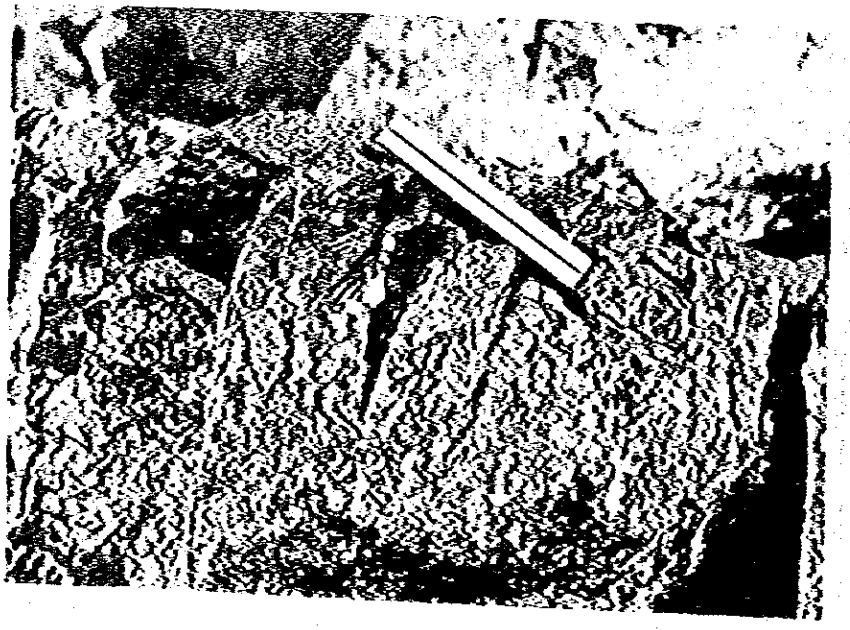
Ocoite, Veta Negra Formation

(6km east of Ocoa)



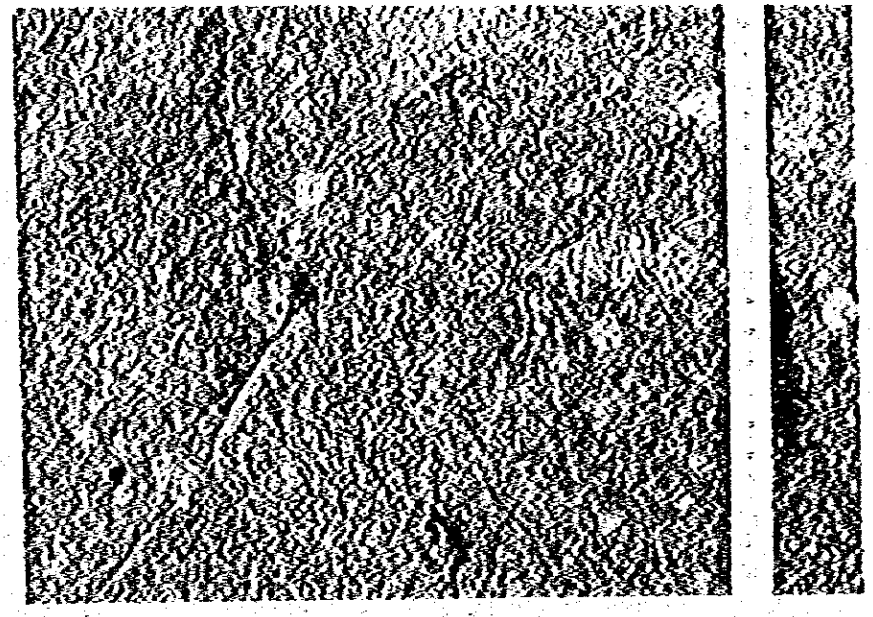
Shale, overlain ore horizon, Lo Prado Formation.

(Guayacan Mine)



Peperite ~ Andesite Breccia, Lo Prado Formation.

(Guayacan Mine)

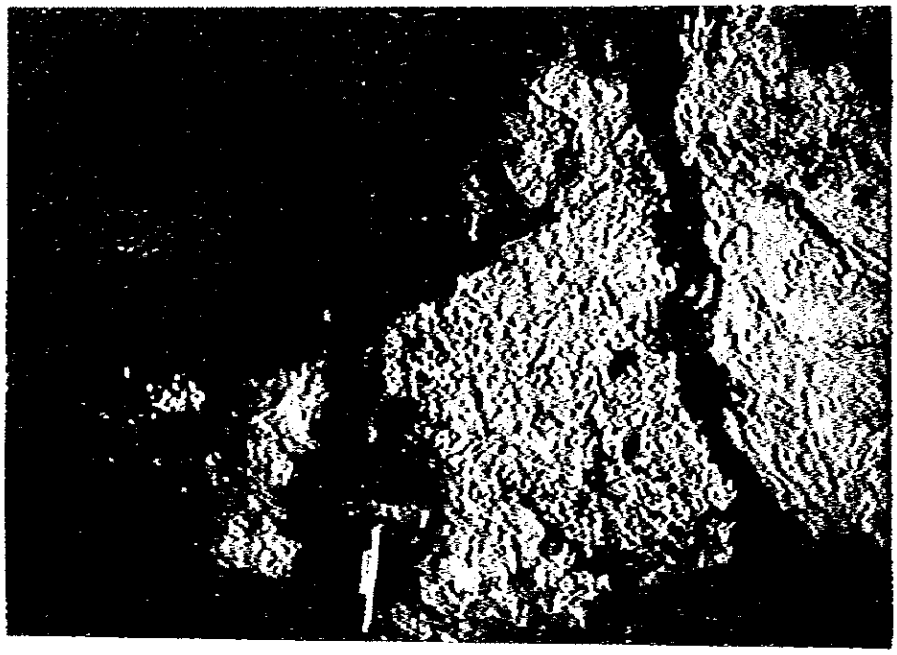


Volcanic Breccia, Lo Prado Formation.

(Cholqui)

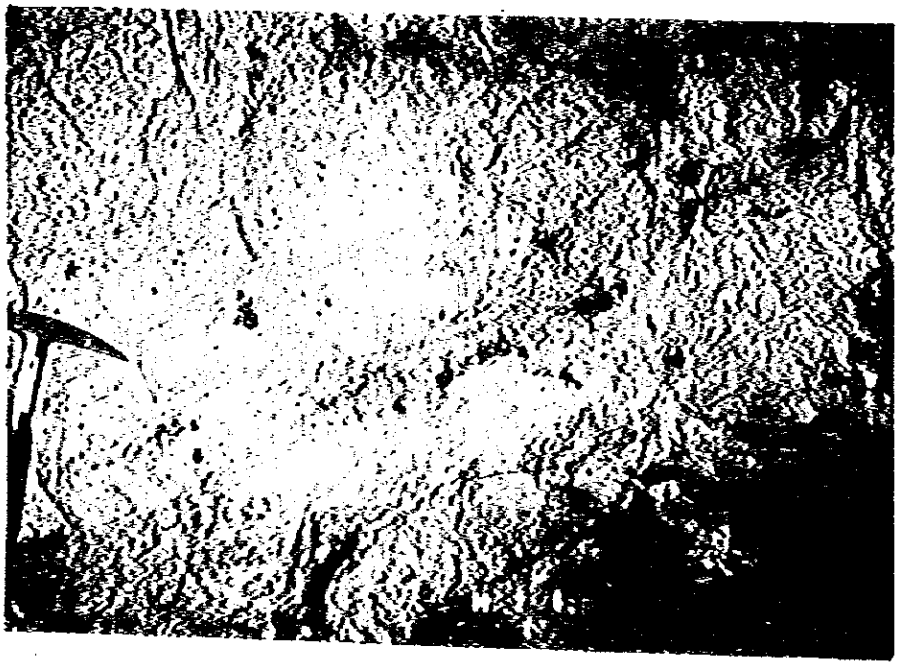
Shale, Lo Prado Formation.

(3km southeast of Cholqui)



Disseminated Ore (Chalcopyrite >> Bornite)

(La Verde Mine)



Whitish Dacite with bornite mineralization

(El Salado Mine)