

ペルー共和国中部地区

鉍物資源開発基礎調査報告書

第 7 卷

JICA LIBRARY



1035189[8]

昭和54年2月

国際協力事業団
金属鉍業事業団

国際協力事業団	
受入 月日 584. 8. 29	709
登録No. 14332	066-k MRN

は し が き

日本政府はペルー共和国政府の要請に応え、同国中部地区の鉱物資源賦存の可能性を確認するため、地質等の調査を実施することとし、この調査を国際協力事業団に委託した。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的な分野に属することから、調査の実施を金属鉱業事業団に依頼することとした。

本調査は、実質的に4ヶ年にわたって行われるもので、本年はその第4年次における上記調査の一環として、三井金属エンジニアリング株式会社吉川恵章氏を団長として11名からなる地質・地化学調査団および試錐調査団を編成して、昭和53年5月12日から昭和53年10月4日まで現地に派遣した。現地調査は、ペルー共和国政府関係機関の協力を得て予定通り完了した。

本報告書は第4年次実施した本調査地域内における地質・地化学調査および試錐調査の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ペルー共和国政府・関係機関並びに通商産業省、外務省、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54年2月

国際協力事業団

総 裁 法 眼 晋 作

金属鉱業事業団

理事長 西 家 正 起

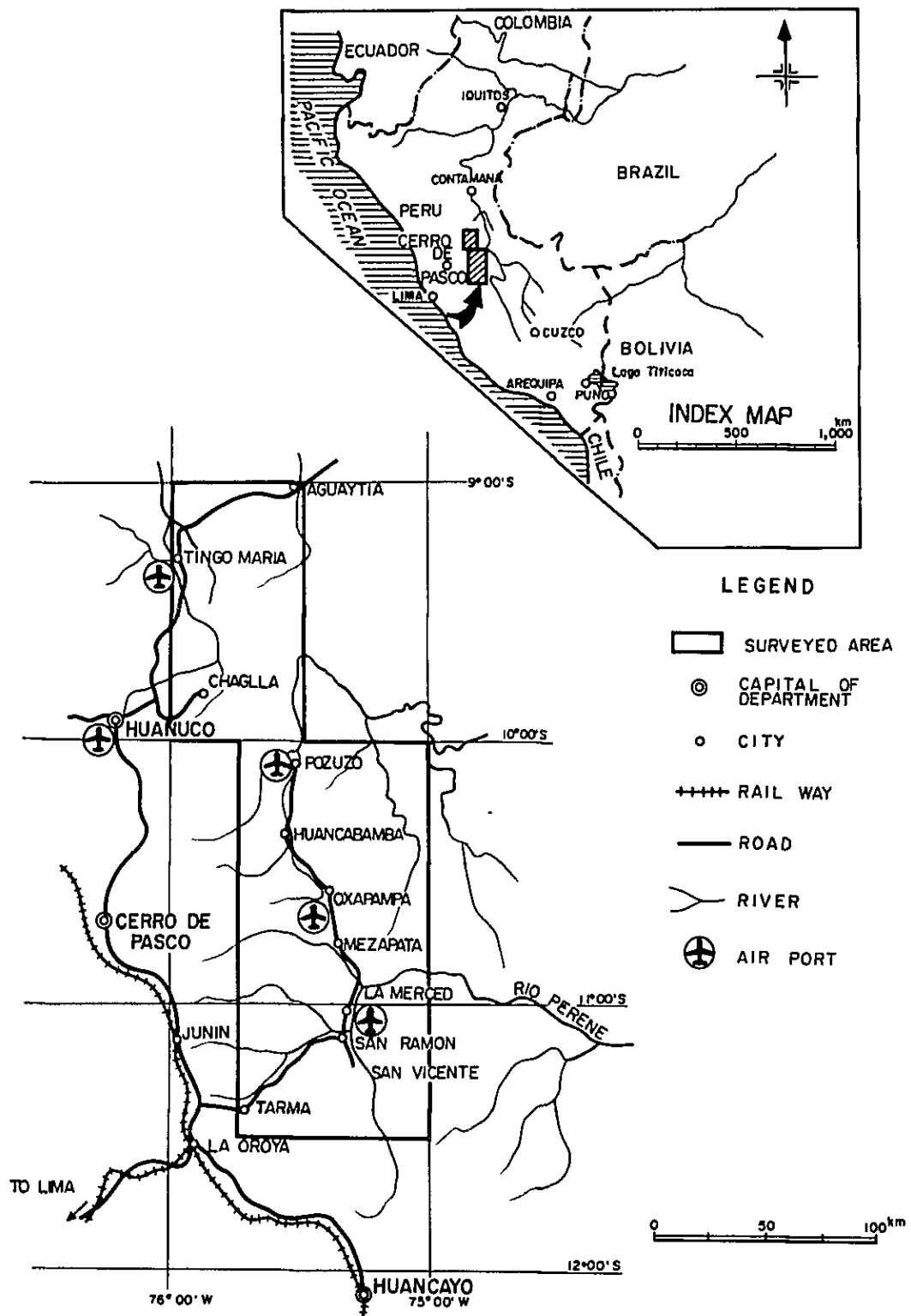


Fig. 1. Location Map of the Surveyed Area

総 合 目 次

は し が き

位 置 図 (Fig.1)

要 約 ii

総 論 1

各 論

第 I 部 地質調査..... I - 1

第 II 部 試錐工事..... II - 1

APPENDICES

要 約

この調査は、ペルー共和国中部地区 (Fig.1) における鉱物資源開発協力基礎調査の一環として実施されたものである。本年度はその最終年度として Pucara 層群が分布する南部の San Roque, Tambo Maria 両地域および北部の Chaglla 地域において、地質調査、トレンチ、地化学探査および試錐が行われた。これらの調査は、新鉱徴を発見し、鉱床の賦存状況を明確にすること、そして鉱床の生成機構について考察することなどを目的として実施した。現地作業は、1978年5月から10月までの間に行われ、室内作業は1979年2月まで行われた。

中部地区は、古生界から新生界までの堆積岩類が主として NNW-SSE 方向で分布し、地区西部の高地には変成岩類、火成岩類が分布している。Pucara 層群はこの火成岩類の東縁沿いに分布し、主としてドロストン (苦灰岩)、石灰岩などの炭酸塩岩類より成る。このうちドロストンは、それが含有する微量成分や蒸気残留物の分布から見て閉塞性の強い酸性環境で形成されたものと、潮流のある浅瀬の環境で形成されたものがある。前者は San Vicente, San Roque 両地域が、後者は Tambo Maria, Chaglla 両地域が相当する。ドロマイト (苦灰石) は続成作用の初期に海水中のマグネシウム交代作用により生成されたものである。またドロストン中のゼブラ構造は、従来考えていた構造運動に起因した再結晶作用によるのではなく、ドロマイト化による容積の減少によって生じた空隙に、徐々に晶出したために生成されたものである。

Pucara 層群中の層準規制鉛・亜鉛鉱床は鉱染型、割れ目充填型および縞状型に分類される。それぞれ平均的に亜鉛数 100ppm-数 1,000ppm, 3-4% および 10-20% の品位を有している。鉱染型は主として石灰岩中に、割れ目充填型と縞状型はドロストン中に胚胎される。

岩石による地化学探査により、鉛、亜鉛のアノマリーは平均値より高いアノマリーを有する San Roque 型と低いアノマリーを有する Tambo Maria 型の二つのタイプに分類される。San Roque 型では、鉱染型鉱徴を伴う石灰岩に比較的広いアノマリーが見出され、割れ目充填型鉱徴を伴うドロストンに狭いアノマリーが見出される。一方、縞状型鉱徴を伴う Tambo Maria 型では、亜鉛値が鉛値より低いアノマリーは、ドロストン中のゼブラ構造の分布に一致している。これらから鉛、亜鉛はドロマイトおよびゼブラ構造生成に起因し移動、濃集したことが示唆される。

Pucara 層群中の層準規制鉛・亜鉛鉱床は、堆積岩類と同生的に沈澱したもので、火成活動によってもたらされたものではないと考えられる。陸地より供給された金属イオンは、堆積盆へ運びこまれ、初生的に硫化物として沈澱した。硫化鉱物は、母岩のドロマイト化作用によって生じる空隙を移動し、割れ目充填型または縞状型として濃集したものである。

以上の調査結果から、中部地区における層準規制鉱床は、鉱染型から割れ目充填型および縞

状型へと濃集しているが、

- ① 金属イオンが流入し、逸散しないための堆積環境
- ② 硫化物として沈殿するための還元環境
- ③ ドロマイトが生成され、ゼブラ構造が形成される環境

などが濃集の条件として必要である。San Vicente 地域はこれらのすべての条件を備えている。San Roque 地域の初生環境は San Vicente 地域とのそれと類似しているが、ドロマイトが生成されていないところもあり、ドロマイトは存在してもゼブラ構造が発達していない。これに反し、Tambo Maria 地域および Chaglla 地域は濃集の条件は揃っているが、初生硫化物の沈殿が San Vicente 地域および San Roque 地域より少ないため、大規模な鉱床はあまり期待出来ない。

以上のことから、今後鉱床賦存が期待できる場所は San Vicente 地域を除くと、先づ San Roque 地域であり、今後さらに調査が必要である。さらに範囲を広げて見ると Chontabamba から Pusagno に至る地域、San Ramon 北西部地域、Huanca bamba 北西部地域、および北部の Las Palmas 西部地域などである。

調査方法としては地質調査、トレンチ調査、地化学探査、炭酸塩岩類の微量成分分析、重力探査および試錐が有効である。

総論

総 論

第 1 章	序 論	3
1-1	調査の目的	3
1-2	調査の経緯	3
1-3	調査の概要	4
1-4	調査団の編成	5
第 2 章	結論および将来への展望	6
2-1	結 論	6
2-2	将来への展望	9
参 考 文 献		

LIST OF ILLUSTRATIONS

- Fig. 1. Location map of the surveyed area.
2. Area and methods of the field works carried out from 1975 to 1978.
 3. Accessibility map of the surveyed area.
 4. Schematic paleoenvironment illustrating the correlation to geology, geochemical anomalies and mineral showings.
 - (1) Entire surveyed area.
 - (2) Oxapampa area.

LIST OF TABLES

- Table 1. Entire field works carried out from 1975 to 1978 in the surveyed area.
2. Periods of the surveyed works in 1978.

第 1 章 序 論

1-1 調査の目的

この調査は、ペルー共和国中部地区の Junin (フニン) Pasco (パスコ), および Huanuco (ワヌコ) の 3 県の東部における鉱物資源開発協力基礎調査として計画された約 20,000 km² の範囲内で行われた (Fig. 1)。

調査の目的は、調査地域に層準規制鉛・亜鉛鉱床の胚胎が期待される Pucara (プカラ) 層群の分布とその地質構造を明らかにし、その中から鉱床賦存の可能性の高い地域を抽出すること、そしてこの鉱床に対する最も適切な調査の方法を明らかにするなどであった。

1-2 調査の経緯

計画された約 20,000 km² の地域は、その南部地域の一部を除き開発がやや遅れているところである。1974年ペルー共和国動力鉱山省は、調査地域を含む Cordillera Oriental (コルディレラ オリエンタル) 開発計画を企画し、Side Looking Airborne Radar (SLAR スラー) モザイクの作成を進め、それに基づく地質解析を行なった。

この調査は、それを引継ぐような形で前述の地域を対象として1975年に開始された。初期の予察調査は1975年から1976年にかけて、SLARモザイクから作成された地質解析図のチェック調査と、鉱床に関する基礎的な情報を得るための地化学探査により構成された。その結果、調査地域の Pucara 層群の分布や地質構造が明らかにされ、この層群が San Vicente (サン ビセンテ) 鉱床などの層準規制鉛・亜鉛鉱床の母岩として重要であることが判明した。

また、1976年には地質調査は主として南部の Pucara 層群が分布する地域に限定され、さらに1977年にはその中の San Roque (サン ロケ) 地域、Tambo Maria (タンボ マリア) 地域などの数地域において、地質調査、地化学探査、物理探査(重力法)および試錐などが実施された。これらの調査によって、層準規制鉛・亜鉛鉱床は Pucara 層群のドロストンと泥質炭酸塩岩類に層準規制され、特に^{*}ドロストンは Oxapampa (オクサパンパ) 地域に卓越して分布していることが明らかにされた。

1978年には、調査地域はさらに San Roque, Tambo Maria の両地域に縮められ、トレンチを併用した精密な層序対比、地化学探査と、試錐が実施された。また北部の Chaglla (チャグラ) 地域ではこれまでの南部地域において実施して来た調査方法を適用しての地質調

脚注 *本調査では従来ドロマイトを岩石ドロマイトおよび鉱物ドロマイトの両義に使用して来た。本巻では、その混同を避けるため岩石ドロマイトをドロストン、鉱物ドロマイトをドロマイトとして記述する。

査および地化学探査が行われた。

Fig. 2, Table 1 はこれまでに実施された作業のすべてを表わしたものである。

1-3 調査の概要

1-3-1 調査地域

地質調査

トレンチを伴う精査 (San Roque 地域
Tambo Maria 地域) 約 15 km²

精査 (Chaglla 地域) 約 4.5 km²

トレンチ (San Roque 地域, Tambo Maria 地域) 合計 5,626 m (29 測線)

試錐 (San Roque 地域, Tambo Maria 地域) 合計 902.6 m (3 本)

これらの調査地域は Fig. 2 に, またそれらの地域へのルートは Fig. 3 に示す。

1-3-2 調査の方法および調査期間

(1) 現地調査

San Roque, Tambo Maria 両地域の調査は, Oxapampa 市をベースとしトラック, ジープなど常時 7 台の車輛を使用して行われた。トレンチの伐採, 掘削および埋戻などの作業はすべて人力によった。Chaglla 地域では, 車両の乗入れは不可能であるため, Chaglla 町をベースとし, 馬を使用して資材運搬, 移動と調査作業が行われた。

地化学探査のサンプリングは, 地質調査と同時にされた。

試錐は, Oxapampa 市をベースとし機械運搬のため既存道路の改良ならび新設作業が行われた。それらに引続き掘進作業を行った。

これらの現地作業は 5 月 12 日以降逐次開始され, すべては 10 月 4 日に終了した。

(2) 解析

以上の現地作業と, これまでの調査とによって得られた諸資料による解析作業は, 現地調査に引続き実施された。これらの作業は, 一部ペルー共和国で行ったほかすべて日本で行われた。なおペルー側のカウンターパートである David Dávila 技師が本年の日本での解析作業に参加された。Table 2 は本年の現地作業と解析作業の期間を示したものである。

1-4 調査団の編成

現地作業および解析作業は、ペルー共和国動力鉱山省地質鉱物研究所（ Instituto de Geología y Minería ）の協力を得て、三井金属エンジニアリング株式会社により実施された。

調査団の編成は下記の通りである。

団 長	吉 川 恵 章	三井金属エンジニアリング株式会社
総括渉外	末 森 満	国 際 協 力 事 業 団
	金 野 雄	金 属 鉱 業 事 業 団
	沢 田 賢 治	＃
地質調査員	佐 藤 弘	三井金属エンジニアリング株式会社
	深 堀 康 昌	＃
	田 上 勇 吉	＃
	土 居 信 一	＃
	南 野 正 彦	＃
	斎 藤 稔	＃
試錐調査員	谷 川 勝 政	＃
	中 山 勇	＃
	那 須 忠 利	＃
	渡 辺 重 光	＃
総括渉外	Benjamin Morales	ペルー共和国地質鉱物研究所
	Alberto Pool	＃
	Edgardo Ponzoni	＃
	Gregorio Flores	＃
カウンターパート	Oscar Palacios	＃
	David Dávila	＃
	César Vilca	＃
	Alejandro Garro	＃
	Luis Carrera	＃
	David Zambrano	＃

第 2 章 結論および将来への展望

2-1 結 論

本年度ペルー共和国中部地区では、地質調査、地化学探査および試錐などの現地作業と、日本における解析作業および1977年までに実施された調査を含めた総合解析が行われた。その結果を総括的に述べると、次の通りである。San Roque 地域にて割れ目充填型の鉛・亜鉛・鋳の顕著な露頭が発見された。これは、先に発見されている鋳染型および縞状型とともに、Pucara 層群の炭酸塩岩に胚胎される層準規制鋳床である。Pucara 層群の石灰岩中には鋳染型しか認められず、他のタイプはすべてドロストンに胚胎される。ドロストンは、この地域では、蒸発性の強い礮性環境において、堆積に引続く続成期に生成されたもので、この時のドロマイト化作用が鋳石・鋳物の濃集に大きな役割を果たしている。ゼブラ構造に伴われる縞状鋳は最も濃集度が高く、経済的価値も高いと結論される。

以下、今年度明らかにされたことを要約する。

(1) Pucara 層群の層序

Pucara 層群は、中部地区のほぼ中央部をNNW-SSE方向で、帯状に分布している。本層群は石灰岩およびドロストンなどの堆積岩類によって構成され、ドロストン—石灰岩を主とする3部層とし、泥質—砂質石灰岩を主とする2部層とに分けられる。これらは下位から第Ⅰ—Ⅴ層とする。ドロストンは南部のSan Vicente地域、Tambo Maria地域およびChaglla 地域など、ほぼ全域に分布する第Ⅲ層のものと、San Roque 地域に分布する第Ⅴ層のものとが顕著である。その他の層準のドロストンは微弱である。

第Ⅲ層のドロストンは、San Vicente 地域では碎屑質岩類との互層が顕著であるが、その他の地域ではほぼ均質である。これに対し、第Ⅴ層のドロストンは碎屑質岩類との互層、石灰岩への岩相変化を特徴としている。

これらの炭酸塩岩類の層序の対比は、産出する化石と岩相上の特徴により行われた。本層群は、北部では約1,900 m、南部では約2,450 mの層厚を有し、中生代三畳紀上部—ジュラ紀中部に対比される。

(2) Pucara 層群の堆積環境

調査地域の炭酸塩岩中のストロンチウムは、第Ⅱ層の泥質黒色石灰岩を除き、10—390 ppmである。これから、第Ⅱ層を除く調査地域の殆んど炭酸塩岩類は、WOLF (1967)、CHESTER (1965)により説明されているような、浅海性礮性環境に堆積したものであることが考察される。これに対し、第Ⅱ層は、普遍的にアンモナイトの化石を含んでいることから、やや深海性の環境における堆積物と見られる。

硫酸バリウムは、600-3,000ppm含有されておりCHESTER (1965)が示す礫性環境の値より極端に高い。2%に達するところもある。また、蒸発残留物として石膏が、San Vicente 地域およびPusagno (プサグノ) 地域に見出されている。濃集した硫酸バリウムおよび石膏は特にドロマイトの分布域内に一致して存在しており、蒸発性の強い堆積環境を示している。

以上のことなどから、Pucara 層群は、概ね浅海性礫性環境を基本として堆積したものであるが、地域的にドロマイトが生成される閉塞性の強い環境および潮流を伴う浅瀬の環境に堆積したものである。

(3) Mitu 層群を基盤とした堆積環境

Mitu (ミツ) 層群は、古生代末期に堆積した火山性礫岩を主とする陸成堆積岩である。San Roque 地域からPusagno 地域にかけてこのMitu 層群がPucara 層群中に地壘状に分布している。地壘状Mitu 層群の西側と東側とでは、堆積岩類には岩相、蒸発残留物の有無などの差異がある。したがって、Mitu 層群の一部が地背斜構造に関連して隆起し、Pucara 層群の堆積環境に対し、堡礁のベースとして変化を与える効果をもたらしたものと考えられる。すなわち、ドロマイトが生成されるための蒸発性環境に重要な役割を果たしたものと結論される。San Vicente 地域も同様の環境が指摘できる。しかしTambo Maria 地域およびChaglla 地域にはMitu 層群の露出はなく、堡礁あるいは浅瀬の基盤は明らかでない。

この解析の端緒は、Mitu 層群が1977年No.52-2孔で発見されたことと、本年度の調査で、その掘りと性格が明らかにされたことによる。

(4) ドロマイトの生成およびゼブラ構造の形成

調査地域のドロマイトは、大別して微晶質ドロマイトと粗晶質ドロマイトとがある。両者の間には成分的な大差がなく、単なる結晶度の差が存るだけである。FRIEDMAN (1967), 庄司 (1971) らによれば、同時堆積性ドロマイトは先に述べたような堆積環境で生成されるとして、その生成機構を説明している。調査地域でも、海水からの炭酸カルシウムの沈殿、マグネシウム(以下Mg)を含む高濃度塩水との反応によるプロトドロマイトの生成、続成期における転移、交代作用およびドロマイト化作用によりドロマイトとして安定したものである。この過程の中で、CHILINGAR (1967), FAIRBRIDGE (1967) によって指摘されているドロマイト化の際の12-13% (最高) に達する容積減がある。これは高濃度塩水の通路となり連鎖的なドロマイト化作用に効果を与えている。従って、ゼブラ構造は続成期のドロマイト化作用の際、堆積面とほぼ平行に連続的に生じた空

際に穏やかな晶出が行われたことによるものである。

(5) 炭酸塩岩類中の鉛・亜鉛の挙動

地化学探査によって1977年と同様に San Roque 型の高い値のアノマリーと、Tambo Maria 型の低い値のアノマリーが得られた。そのうち、San Roque 型では、鉛染型鉛微のある石灰岩で、広範囲のアノマリーがあり、割れ目充填型のあるドロストンで小規模のアノマリーしか現れないという岩相による差異が認められた。一方、Tambo Maria 型はすべてドロストンしかもセブラ構造の分布に一致してアノマリーがあり、亜鉛値より、鉛値が低くなっている。ドロストン中のドロマイトは低 Mg 方解石、アラゴナイトとして堆積したのち生成されている。このドロマイトへの転移ないし交代作用に起因して金属元素が移動したと考えられる。これらから層準規制鉛・亜鉛鉛床における岩石地化学探査は有効であるが、母岩による差異に留意して行うことによりさらに効果的な判断が可能である。

(6) 層準規制鉛・亜鉛鉛床のタイプ

Pucara 層群中の層準規制鉛・亜鉛鉛床は、主として第Ⅲ層と第Ⅴ層の炭酸塩岩類に胚胎される。これらの鉛微は濃集のタイプにより次の3種に分けられる。

- ① 鉛染型
- ② 割れ目充填型
- ③ 縞状型

(7) 鉛床の生成機構

このタイプの鉛床の生成は、初生の硫化物の沈澱と、その濃集のプロセスを経ている。初生硫化物の成因については、SCHNEIDER (1964)、STANTON (1972) などによって、海水中に溶出している金属イオンが弱酸性から中性の環境で SO_4 イオン、メタンガスにより還元されて沈澱したものであると述べられている。従って沈澱した初生硫化物の割合は、堆積盆へ流入する金属イオンの量と、沈澱に適した環境に支配されるといえる。

その後の濃集はドロマイト化作用に伴われる。ドロマイト化に際して生ずる空隙は高濃度塩水の通路となり、また初生硫化物の集積の場となる。濃集の割合は、空隙の大きさと運搬される初生硫化物の量に支配される。

(8) 調査地域の評価

San Vicente 地域は、以上述べた金属イオンの流入、初生硫化物が沈澱する環境、ドロマイトが生成される環境そしてセブラ構造が広範囲に形成されるといふ、このタイプの鉛床の沈澱ならびに濃集の条件をすべて備えたところである。その結果として縞状型の San Vicente 鉛床がある。San Roque 地域は、San Vicente 地域に類似した環境を

有している。しかし現在までゼブラ構造の発達は認められず、また鉍染型および割れ目充填型が認められているのみである。従って、ゼブラ構造の発達があれば縞状型の濃集が期待出来る。

San Roque 地域に対し、Tambo Maria 地域、Chaglla 地域ともにゼブラ構造はよく発達している。しかし初生硫化物の沈澱が極めて少かったため、その濃集の規模は小さい。

2-2 将来への展望

以上の調査の結果から、中部地区における層準規制鉛・亜鉛鉍床は、

- ① 多量の鉛、亜鉛などの金属イオンが堆積盆へ流入すること。
- ② それらの金属イオンが逸散しないこと。
- ③ 硫化物として沈澱するための還元環境であること。
- ④ ドロストンが生成され、縞状構造を生成するようなところへ硫化物が濃集すること。

などの条件において顕著であると言える。

中部地区では、以上のような環境を持ったところとして、また、今後の調査によって期待される地域として、

- ① San Roque 地域
- ② Chontabamba (チョンタバンバ) から Pusagno までの地域
- ③ San Ramon (サン ラモン) 北西部地域
- ④ Huancabamba (ワンカバンバ) 北西部地域
- ⑤ Las Palmas (ラス パルマス) 西部地域

などがあげられる (Fig. 4 (1), (2))。

San Roque 地域では、ゼブラ構造を発見することを指標として調査を進めるべきであり、そのためトレンチを含む地質調査、地化学探査および試錐が有効な方法である。

また、そのほかの地域では、地質調査、地化学探査により、その堆積環境の考察、ドロストンの分布および硫化物の沈澱の状況を把握し、引続き試錐による調査を進めてゆくことが望ましい。堆積環境を考察するための炭酸塩岩中の微量成分の分析、ドロストンの分布を知るための重力探査も効果的である。

References

- AMSTUTZ, G.C., RAMDOHR, P., ELBAZ, F., and PARK, W.C., 1964.
Diagenetic behaviour of sulphides. *Developments in sedimentology*,
2. pp.65-90. Elsevier, Amsterdam.
- ANDERSON, G.M., 1973. The hydrothermal transport and deposition of galena
and sphalerite near 100°C. *Econ. Geol.*, Vol. 68, pp.480-492.
- BARTON Jr., P.B., 1967. Possible role of organic matter in the precipita-
tion of the Mississippi Valley ores. In: J.S. BROWN (Editor),
Genesis of Stratiform Lead-Zinc-Barite-Fluorite Deposits.
Econ. Geol. Monogr., 3. pp.371-377.
- BEALES, F.W., 1975. Precipitation Mechanisms for Mississippi Valley-Type
ore deposits. *Econ. Geol.*, Vol. 70. pp.943-948.
- BERNARD, A.J., 1973. Metallogenic processes of intra karstic sedimentation.
In: *Ores in Sediments* (AMSTUTZ, G.C. and BERNARD, A.J. ed.).
Springer, New York.
- BROWN, J.S. (editor), 1967. *Genesis of Stratiform Lead-Zinc Barite-Fluorite
Deposits*. *Econ. Geol. Monogr.*, 3.
- CALLAHAN, W.H., 1967. Some spatial and temporal aspects of the localization
of Mississippi Valley-Appalachian type ore deposits.
Econ. Geol., *Monogr.*, 3, pp.14-19
- CHESTER, R., 1965. Geochemical criteria for differentiating reef from
non-reef facies in carbonate rocks.
Bull. Am. Assoc. Petrol. Geologists, 49: pp.258-276.
- CHILINGAR, G.V., BISSELL, H.J., and WOLF, K.H., 1967.
Diagenesis of carbonate rocks. *Developments in Sedimentology*, 8.
Elsevier, Amsterdam.

- FAIRBRIDGE, R.W., 1957. The dolomite question, in regional aspects of carbonate deposition. S.E.P.M., Spec. publ., 5.
- FAIRBRIDGE, R.W., 1967. Phases of diagenesis and authigenesis. Developments in Sedimentology, 9A. Elsevier, Amsterdam.
- FLUGEL, E. und FLUGEL-KAHLER, E., 1962. Mikrofazielle und geochemische Gliederung eines obertriadischen Riffes der nördlichen Kalkalpen. Mitt. Museums Bergbau, Geol. Technik Landes museum "Joanneum", Graz, 24: pp.1-128.
- FRIEDMAN, G.M. and SANDERS, J.E., 1967. Origin and occurrence of dolostones. Carbonate rocks, Developments in Sedimentology, 9A. Elsevier, Amsterdam.
- FUJINUKI, T., 1973. Minor elements in carbonate rocks (in Japanese). Mining Geol., Vol.23, pp.295-306.
- GRAF, D.L., 1960. Geochemistry of carbonate sediments and sedimentary carbonate rocks, part III. Illinois state Geol. Surv., Circ., 301, pp.71.
- HAGNI, R.D., 1976. Tri-State ore deposits: The character of their host rocks and their genesis, in WOLF, K.F. (editor), Handbook of Strata-bound and Stratiform ore deposits. Vol.6, Chapter 10, pp.457-494.
- HAMADA, T., 1977. Some aspects of Marine carbonate masses from the paleoecological point of view (in Japanese). Jour. Japanese Assoc. Petrol. Technologists, vol. 42, No.6.
- HOAGLAND, A.D., 1971. Appalachian Strata-bound deposits: Their essential features, genesis and the exploration problem. Econ. Geol., Vol. 66, pp.805-810.

- HOAGLAND, A.D., 1976. Appalachian Zinc-Lead deposits, in WOLF, K.F. (editor), Handbook of Strata-bound and stratiform ore deposits, vol. 6, chapter 11, pp.495-534. Elsevier, Amsterdam.
- JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY ; METAL MINNING AGENCY OF JAPAN, 1976-1978. Report on geological survey of the Cordillera Oriental Central Peru. Vol. 1-6.
- JONES, B.F., 1961. Zoning of saline minerals at Deep Spring Lake, California, U.S.A.. Geol. Surv. Profess. Papers, 424B: pp.199-209.
- KOBE, H.W., 1977. El Grupo Pucará y su Mineralización en el Perú Central. Boletín de la Sociedad. Geological del Perú, pp.61-84.
- LAFFITE, P., 1967. Cartographie metallogénique et gites stratiformes. Econ. Geol. Monogr., 3, Genesis of Stratiform Lead-Zinc-Barite-Fluorite Deposits. J.S. BROWN (editor).
- LAUNEY, PH., ROUTHIER P., 1964. Discussion of papers in part A. Developments of sedimentology, vol. 2, pp.102.
- LOVE, L.G. and ZIMMERMAN, D.O., 1961. Bedded pyrite and micro-organisms from the Mount Isa shale. Econ. Geol., vol.56, pp.873-896.
- LOVE, L.G., 1962. Biogenic primary sulfide of the Permian Kupferschiefer and marl slate. Econ. Geol., vol.57, pp.350-366.
- LOVE, L.G., 1964. Early diagenetic pyrite in fine-grained sediments and the genesis of sulphide ores. Developments in Sedimentology, 2, sedimentology and ore genesis. Elsevier, Amsterdam.
- MASSAAD, M., 1974. Framboidal pyrite in concretions. Mineral Deposita, 9, pp.87-89. Springer, New York.
- NICOLINI, P., 1964. L'Application des courbes prévisionnelles á la recherche des gisements stratiformes de plomb. Developments in Sedimentology, vol.2, pp.53-64.

- NOBLE, E.A., 1963. Formation of ore deposits by water of compaction.
Econ. Geol., vol.58, pp.1145-1156.
- RENFRO, A.R., 1974. Genesis of evaporite associated stratiform metalliferous deposits-A Sabkha process. Econ. Geol., vol.69, pp.33-45.
- SCHNEIDER, H.J., 1964. Facies differentiation and controlling factors for the depositional lead-zinc concentration in the Ladinian geosyncline of the eastern Alps.
Developments in Sedimentology, 2. Elsevier, Amsterdam.
- SHOJI, R., 1971. Sedimentary petrology (in Japanese).
Asakura Pub., Tokyo.
- SKALL, H., 1975. The paleoenvironment of the Pine Point Lead-Zinc district.
Econ. Geol. vol. 70, pp.22-47.
- STANTON, R.L., 1972. Ore petrology, McGraw-Hill, New York. pp.541-553.
- STERNBERG, E.T., FISCHER, A.G. and HOLLAND, H.D., 1959.
Strontium contents of calcites from the Steinplatte Reef Complex.
Austria, Geol. Soc. Am., Abstr., 70: 1681.
- TUREKIAN, K.K. and NEDEPOHL, K.H., 1961. Distribution of the elements in some major units of the earth's crust. Bull. Geol. Soc. Amer., 72, pp.175-191.
- WOLF, K.H., CHILINGAR, G.V., and BEALES, F.W., 1967.
Elemental composition of carbonate skeletons, minerals, and sediments: Developments in Sedimentology, 9B, Carbonate rocks.
Elsevier, Amsterdam.

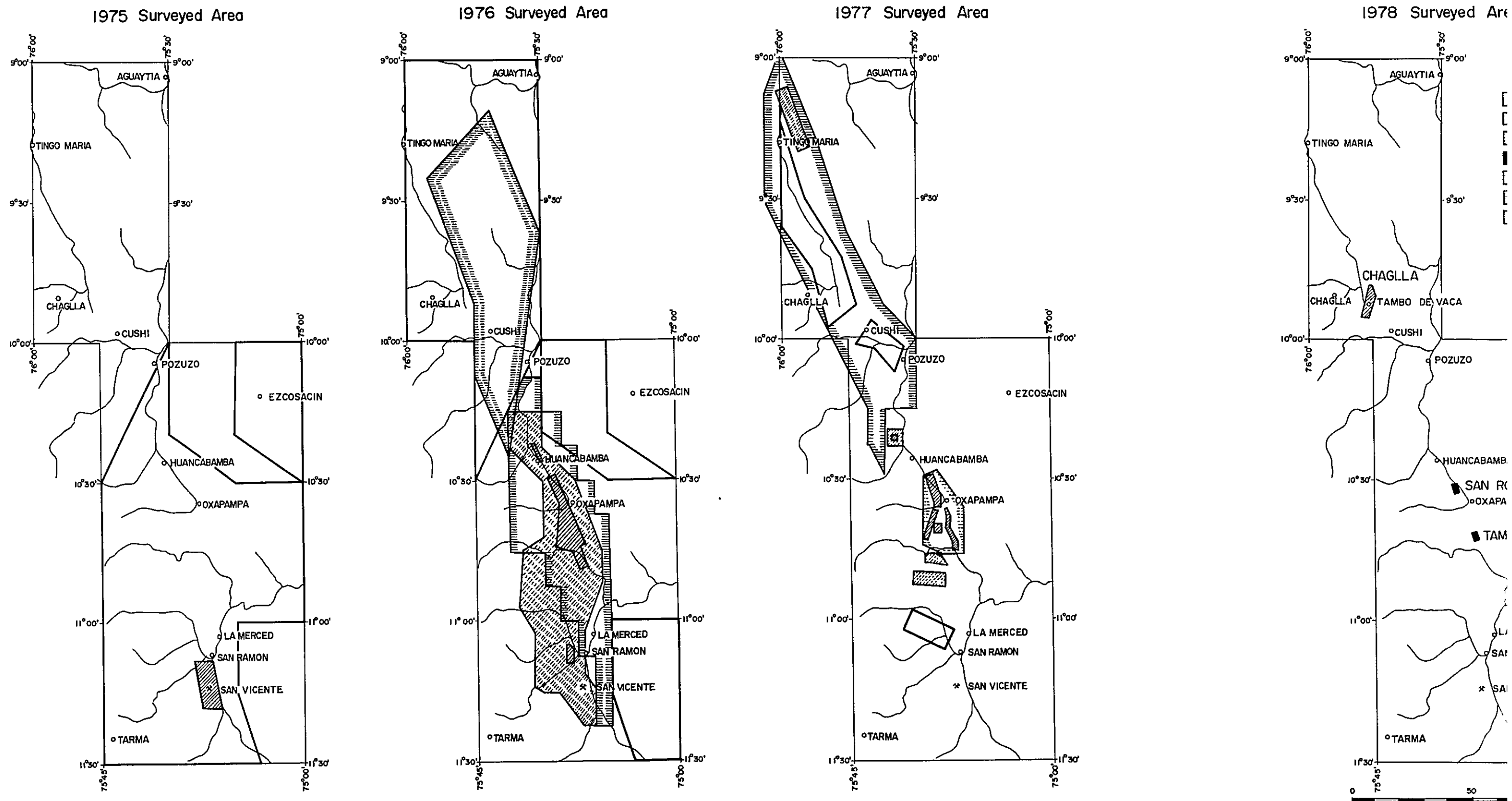


Fig. 2 Areas and methods of the field works carried out from 1975 to 1978

ved Area

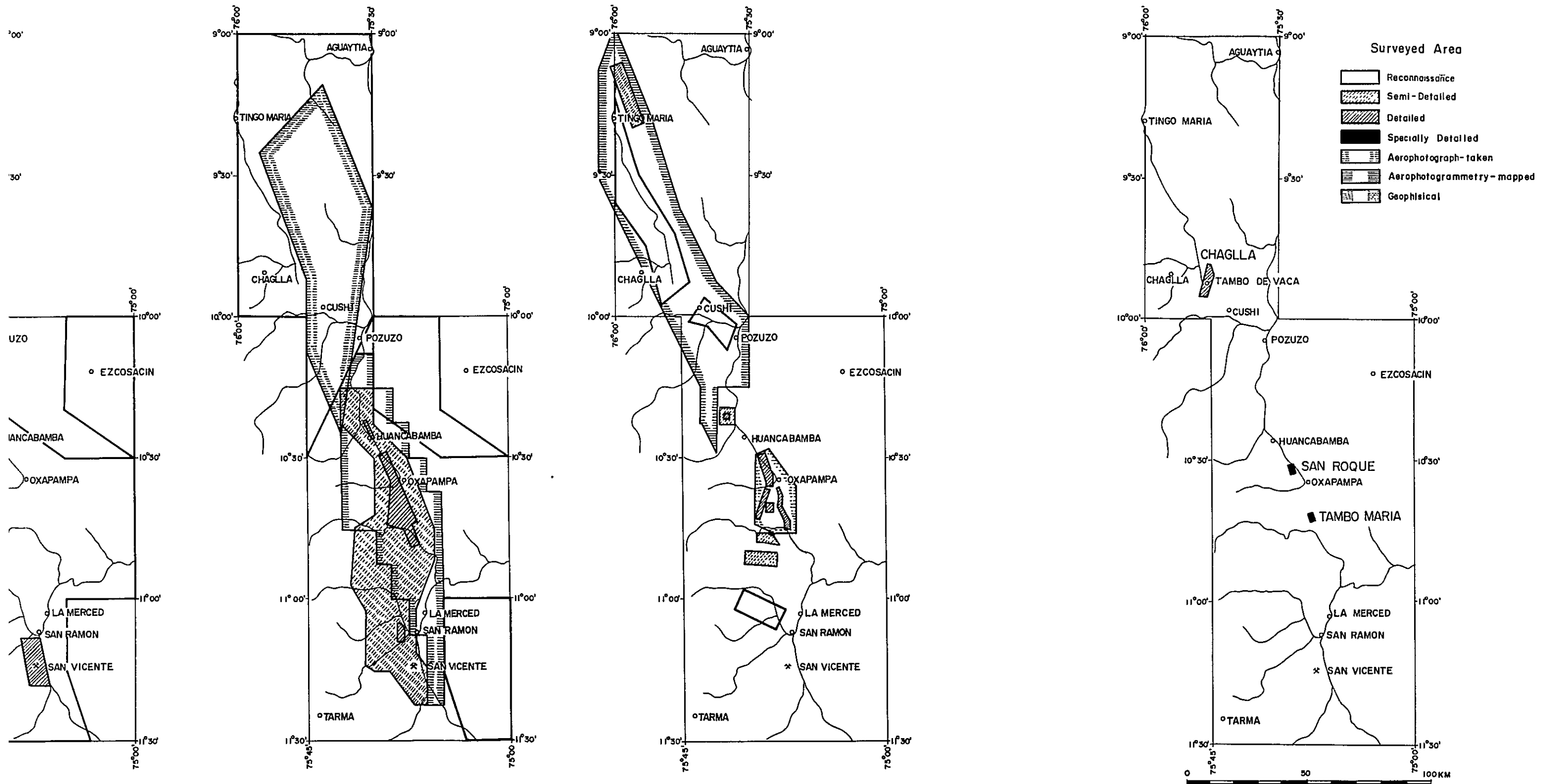


Fig. 2 Areas and methods of the field works carried out from 1975 to 1978



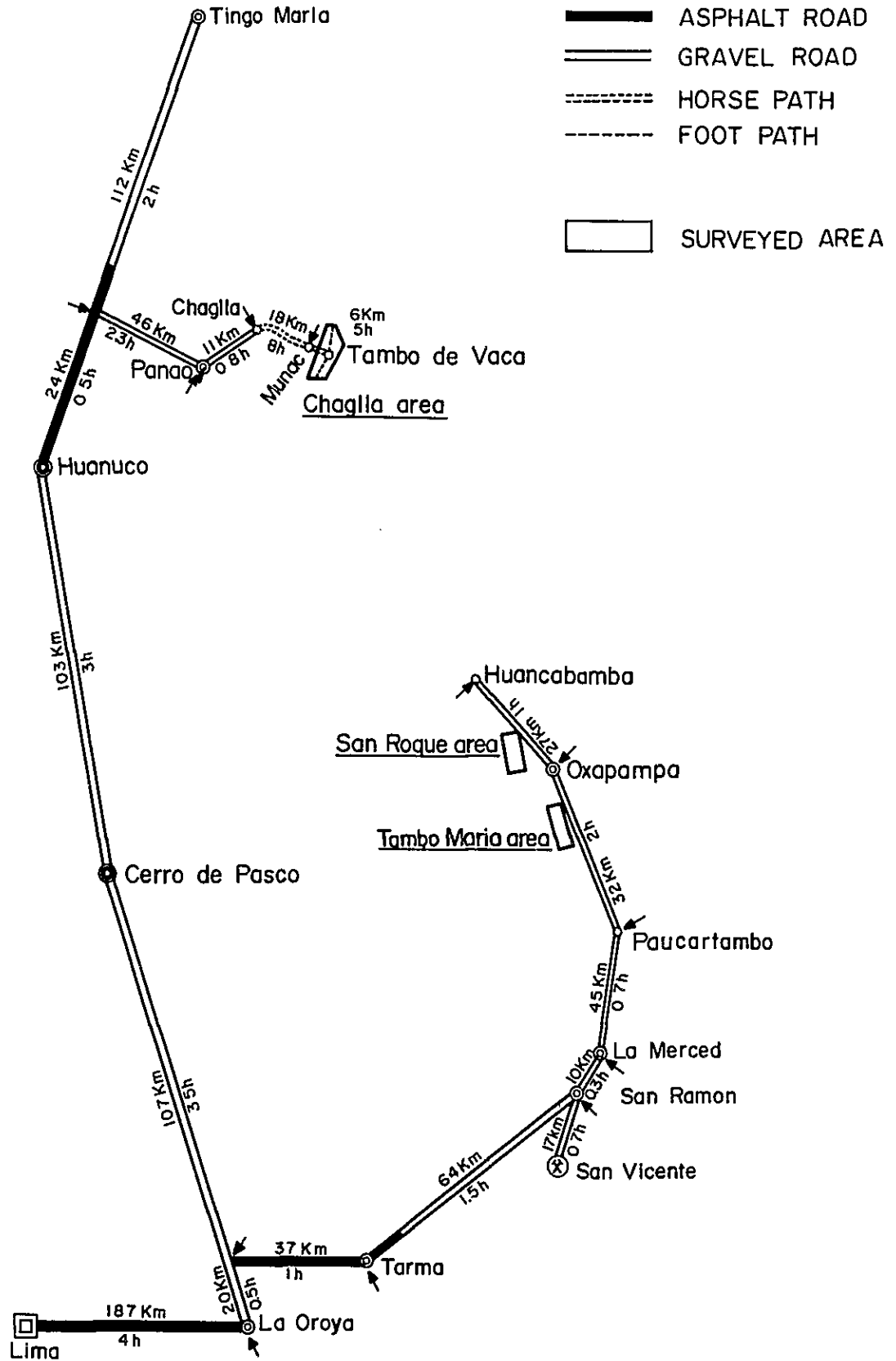
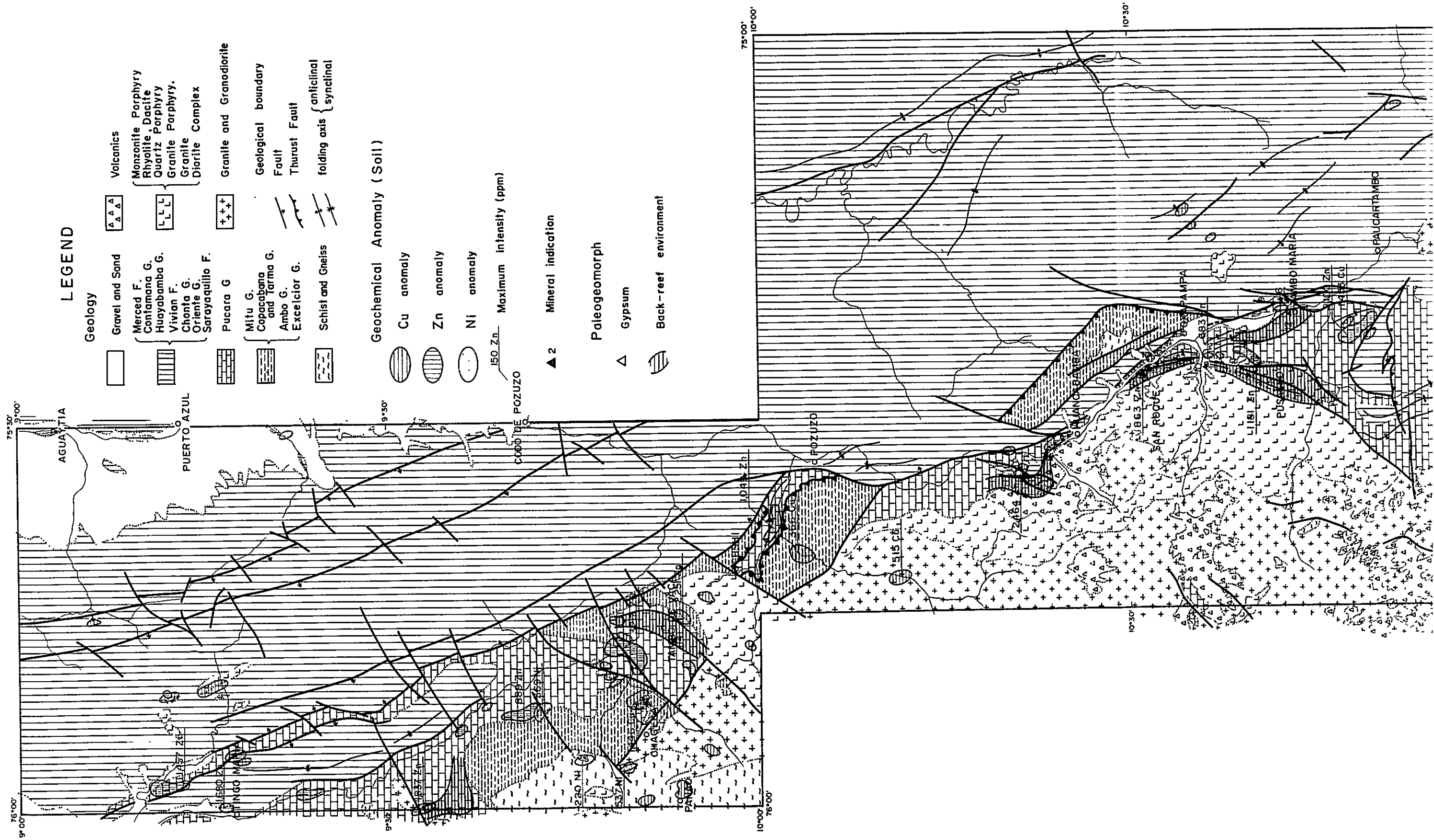


Fig. 3. Accessibility map of the surveyed area



LEGEND

- Geology**
- Gravel and Sand
 - Merced F. Contamana G.
 - Huayabamba G.
 - Vivian F.
 - Chonta G.
 - Oriente G.
 - Sarayakuillo F.
 - Pucara G
 - Mitu G.
 - Copacabana and Tarma G.
 - Ambo G.
 - Excelcior G.
 - Schist and Gneiss
 - Volcanics
 - Monzonite Porphyry
 - Rhyolite Dacite
 - Quartz Porphyry
 - Granite Porphyry.
 - Granite
 - Diarite Complex
 - Granite and Granodiorite
 - Geological boundary
 - Fault
 - Thrust Fault
 - folding axis { anticlinal } { synclinal }
- Geochemical Anomaly (Soil)**
- Cu anomaly
 - Zn anomaly
 - Ni anomaly
 - 150 Zn
 - Maximum intensity (ppm)
- Paleogeomorph**
- ▲ 2 Mineral indication
 - △ Gypsum
 - Back-reef environment



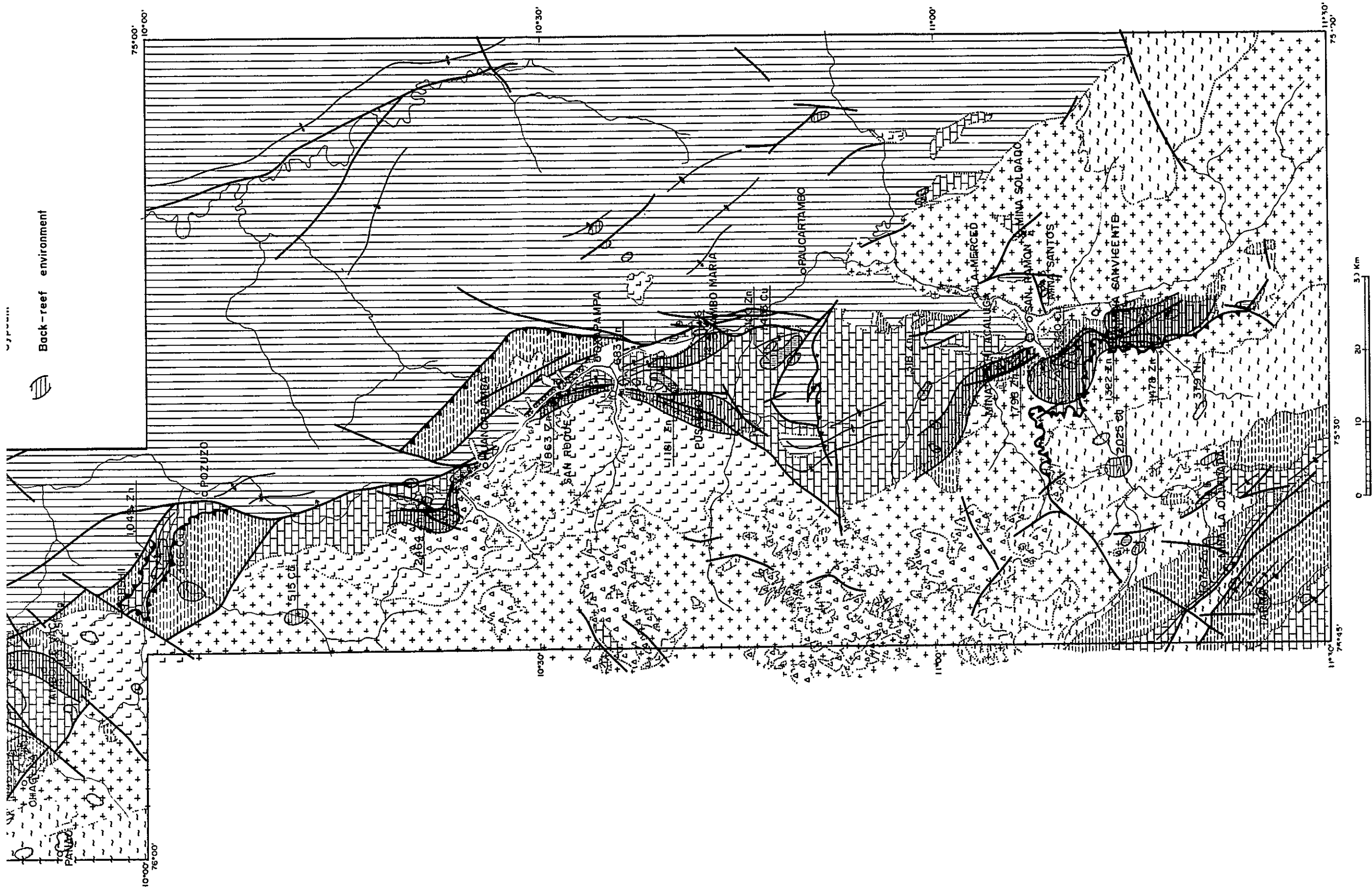
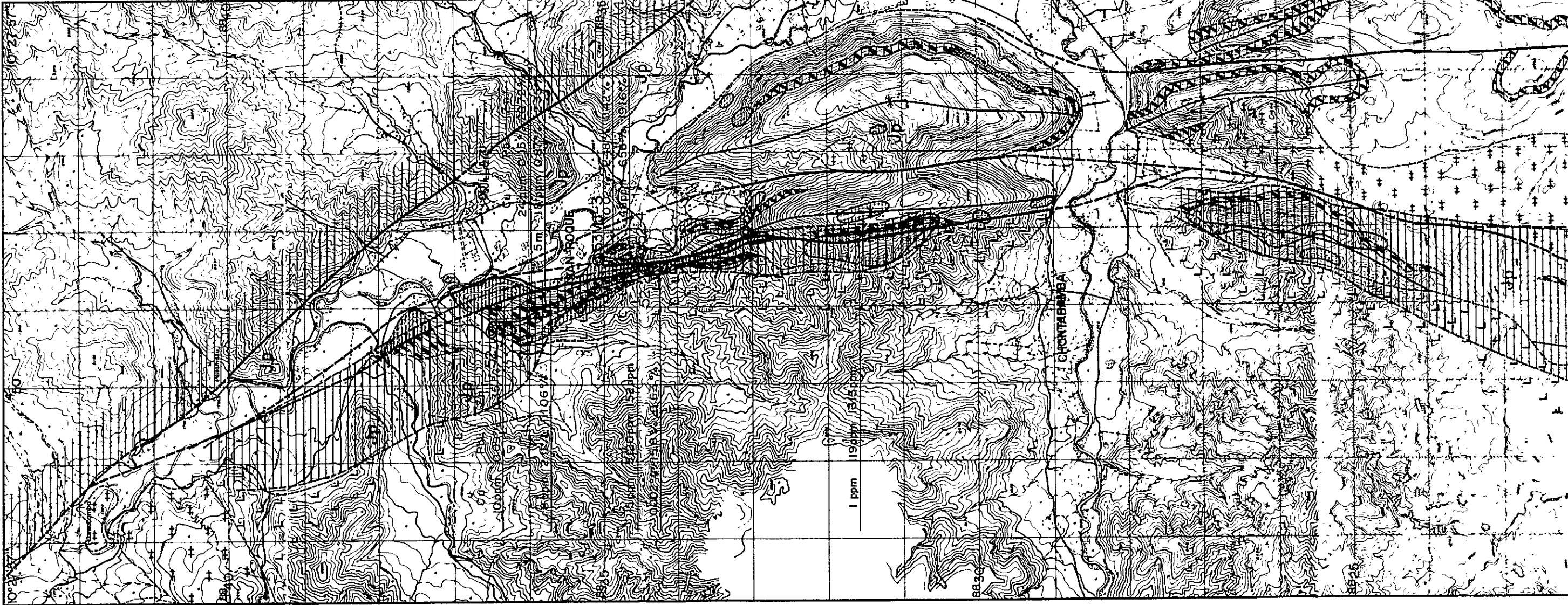


Fig. 4(1) Schematic Paleoenvironment Illustrating the Correlation to Geology, Geochemical Anomalies and Mineral Showings in the Entire Surveyed Area

75°28'58"

75°24'41"



75°21'24"

GEOLOGY

- Post Pucara Sediments
- Dolomite (V) { Dolostone } Pucara G.
- Zebra dolomite
- Dolomite (III) { Dolostone }
- Mitu G
- Monzonite porphyry
- Dacite & Quartz porphyry
- Granite
- Diorite
- Fault { confirmed
- folding axis { synclinal
- anticlinal
- Geological boundary
- Portal
- Drill Hole

GEOCHEMICAL ANOMALY

- San Roque type anomaly
- Tambo Maria type anomaly
- Mineralization
- Cu Pb Zn Ore analysis

PALEOGEOMORPH

- Back reef environment during deposition of Dolomite V member (Dolostone)
- Back reef environment during deposition of Dolomite III member (Dolostone)
- Gypsum

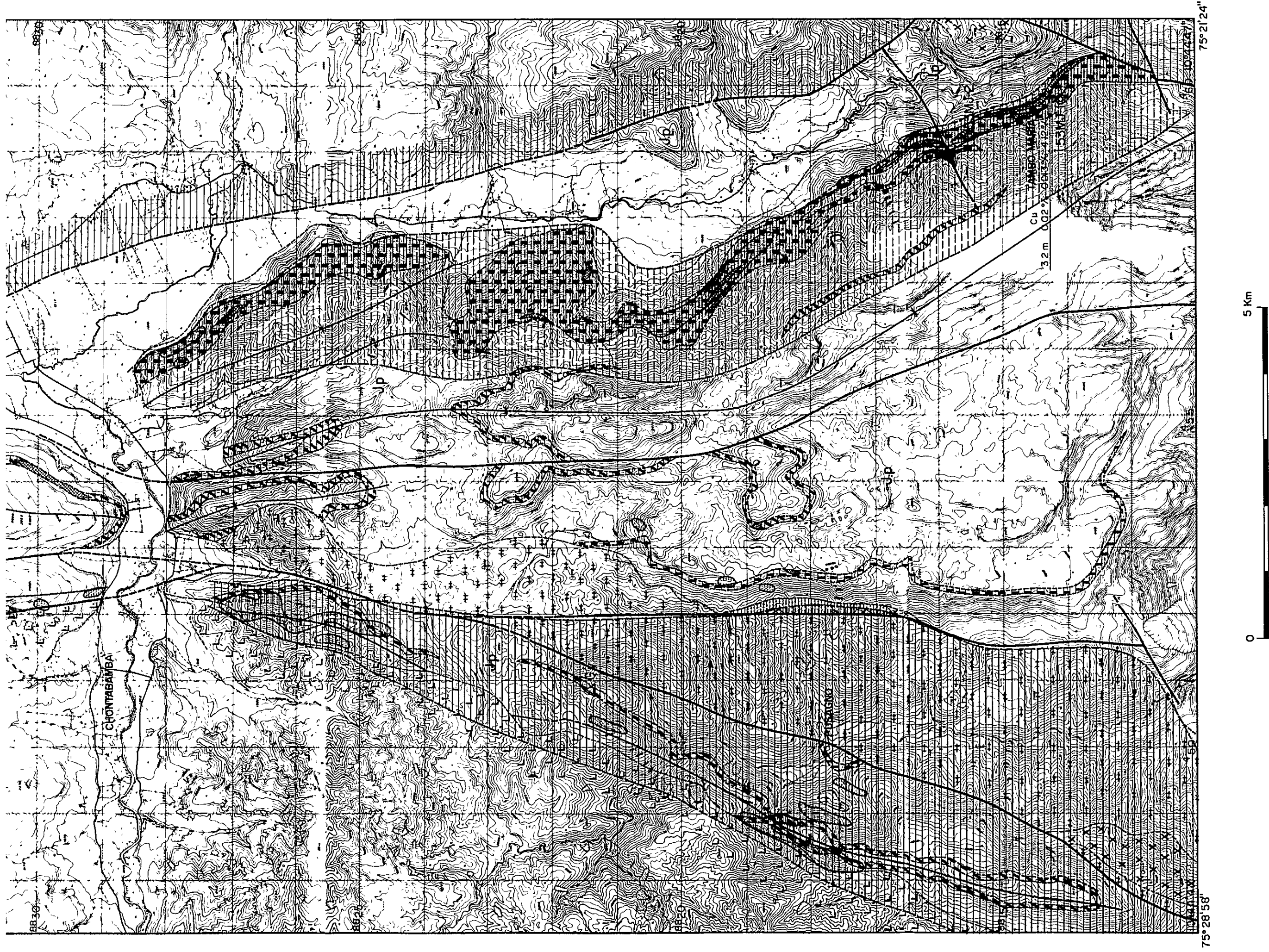


Fig. 4(2) Schematic Paleoenvironment Illustrating the Correlation to
 Geology, Geochemical Anomalies and Mineral Showings
 in the Oxapampa Area

Table 1 Entire field works carried out from 1975 to 1978 in the surveyed area.

Items	1975	1976	1977	1978
Geological Survey (Km ²)				
Reconnaissance	10,000	10,000	1,000	-
Semi-detailed survey	-	2,000	300	-
Detailed survey	100	259	100	45
Detailed survey combined with trenching survey	-	-	-	15
Trenching Survey (m)	-	-	187	5,626
Geochemical Survey (samples)				
Reconnaissance	2,595	1,702	262	-
Semi-detailed survey	-	2,622	315	-
Detailed survey	412	2,034	1,185	404
Geophysical Survey (Km ²)	-	-	400	-
Drilling (m)	-	-	(4 holes) 968.8	(3 holes) 902.6
Aerophoto Taking (Km ²)	-	3,000	-	-
Topographic Mapping (Km ²)	-	3,000	3,400	-

各 論

第 I 部 地質調査

各 論

第 1 部 地 質 調 査

第 1 章	調 査 の 概 要	1 - 5
1 - 1	調 査 の 目 的	1 - 5
1 - 2	野 外 作 業	1 - 5
1 - 3	室 内 作 業	1 - 6
第 2 章	地 質 お よ び 鉍 床	1 - 7
2 - 1	地 質 概 要	1 - 7
2 - 2	鉍 床 概 要	1 - 8
2 - 3	Oxapampa 地 域 の 地 質 お よ び 鉍 床	1 - 8
2 - 4	Chaglla 地 域 の 地 質 お よ び 鉍 床	1 - 16
第 3 章	Pucara 層 群 に つ い て	1 - 20
3 - 1	層 序 と そ の 対 比	1 - 20
3 - 2	Pucara 層 群 の ド ロ ス ト ン と そ の 堆 積 環 境	1 - 22
3 - 3	ド ロ マ イ ト の 生 成 と ゼ ブ ラ 構 造 に つ い て	1 - 27
第 4 章	地 化 学 探 査	1 - 29
4 - 1	目 的 お よ び 方 法	1 - 29
4 - 2	解 析 お よ び 結 果 の 検 討	1 - 29
第 5 章	層 準 規 制 鉍 床 に つ い て	1 - 33
5 - 1	タ イ プ お よ び そ の 産 状	1 - 33
5 - 2	鉍 石 の 特 徴	1 - 35
5 - 3	母 岩 と 鉍 化 作 用 に つ い て	1 - 37
5 - 4	鉍 床 の 生 成 機 構 に つ い て	1 - 40

LIST OF ILLUSTRATIONS

- Fig. 1 Location map of the surveyed area.
- Fig. 2 Areas and methods of the field works carried out from 1975 to 1978.
- Fig. 3 Accessibility map of the surveyed area.
- Fig. 4 Schematic paleoenvironment illustrating the correlation to geology, geochemical anomalies and mineral showings.
- (1) Entire surveyed area.
 - (2) Oxapampa area.
- Fig. I-1 Generalized geological map of the surveyed area.
- Fig. I-2 Generalized geological columns of the entire surveyed area.
- Fig. I-3 Scheme of orogenic cycle in the surveyed area.
- Fig. I-4 Generalized lithological distribution and correlation of the Pucara Group.
- (1) San Roque area.
 - (2) Tambo Maria area.
 - (3) Chaglla area.
 - (4) Entire surveyed area.
- Fig. I-5 Histograms of Sr content on carbonate rocks.
- Fig. I-6 Histogram of Mg contents on carbonate rocks.
- Fig. I-7 Schematic cross-sections of San Roque area during sedimentation of the Pucara Group.
- Fig. I-8 Histograms for Cu, Pb and Zn on rocks classified by each district in the surveyed area.
- Fig. I-9 Correlation of geochemical values between Sr and Zn on carbonate rocks.

LIST OF TABLES

- Table 1 Entire field works carried out from 1975 to 1978 in the surveyed area.
- Table 2 Period of the surveyed works in 1978.
- Table I-1 List of mineralization in the surveyed area.
- Table I-2 Contents and those relationship of minor elements on carbonate rocks in the surveyed area.
- Table I-3 Results of statistical analysis of geochemical samples.

LIST OF APPENDICES

- A. I-1. List of rock samples
- I-2. Photographs of ores and others.
- I-3. Microscopic observation of the thin section.
- I-4. Microscopic observation of the polished section.
- I-5. Photomicrographs of rocks and ores.
- I-6. Chemical composition of ore samples.
- I-7. List of fossils.
- I-8. Photographs of fossils.
- I-9. Results of X-ray diffraction test.
- I-10. Charts of X-ray diffraction test.
- I-11. Results of X-ray microanalysis.
- I-12. Flow sheets of chemical analysis.
- I-13. Geochemical contents of 4-elements on rocks of the detailed survey area.

LIST OF PLATES (in the associated case)

- PL. I-1. Geological sketches of the trench.
Scale 1/500
- | | | |
|------|-------------|------------------------|
| (1) | San Roque | T-1, T-2, T-3 |
| (2) | " | T-4, T-5, T-6 |
| (3) | " | T-7, T-8, T-9 |
| (4) | " | T-10, T-11, T-12 |
| (5) | " | T-13, T-14 |
| (6) | Tambo Maria | T-15, T-16, T-17 |
| (7) | " | T-18, T-19, T-20 |
| (8) | " | T-21, T-22, T-23 |
| (9) | " | T-24, T-25, T-26, T-27 |
| (10) | San Roque | T-28, T-29 |
- PL. I-2. Geological maps of the specially detailed survey area.
Scale 1/5,000
- | | |
|-----|-------------|
| (1) | San Roque |
| (2) | Tambo Maria |
- PL. I-3. Geological maps of the detailed survey area.
Scale 1/25,000
- | | |
|-----|---------------------------|
| (1) | No.2 Oxapampa. |
| (2) | No.3 Pusagno-Tambo Maria. |
| (3) | No.4 East Tambo Maria. |
| (4) | No.8 Chaglla. |
- PL. I-4. Geological profiles of the specially detailed survey area.
Scale 1/5,000
- | | |
|-----|-------------|
| (1) | San Roque |
| (2) | Tambo Maria |
- PL. I-5. Geological profiles of the detailed survey area.
Scale 1/25,000
- | | |
|-----|-----------|
| (1) | Oxapampa. |
| (2) | Chaglla. |
- PL. I-6. Sample location and geochemical assay map of the surveyed area.
- | | | |
|-----|--------------|----------------|
| (1) | San Roque. | Scale 1/5,000 |
| (2) | Tambo Maria. | Scale 1/5,000 |
| (3) | Chaglla. | Scale 1/25,000 |
- PL. I-7. Correlation maps between the mineralized zone, geochemical anomaly and geological structure of the surveyed area.
- | | | |
|-----|--------------|----------------|
| (1) | San Roque. | Scale 1/5,000 |
| (2) | Tambo Maria. | Scale 1/5,000 |
| (3) | Chaglla. | Scale 1/25,000 |

第 1 章 調査の概要

1-1 調査の目的

ペルー共和国中部地区において1975年より1977年までに実施された鉱物資源開発基礎調査により、調査地域におけるPucara層群の分布とその構造とが明らかにされ、南部のTambo MariaとSan Roqueにおいて、本層群を母岩とする鉛、亜鉛の新鉱徴が発見されている。

1978年の調査は、1977年までの調査結果に基づき、南部ではTambo MariaとSan Roqueの2地域においてトレンチを併用した地質調査および地化学探査を実施した。これらの調査は新鉱徴を発見し、その胚胎層準や層準規制の状況を明確にすること、そして鉱床の生成機構について考察することなどを目的として実施された。

一方、北部のChaglla地域において、これまで南部地域で実施されて来た地質調査および地化学探査と同一手段をもちい、この地域に分布するPucara層群の地質および地質構造ならびに鉱床賦存の可能性を考察することを目的として調査が行われた。

1-2 野外作業

トレンチ調査はSan Roque地域とTambo Maria地域とにおいて実施された。トレンチ・ルートを選定に当たっては、これまでの調査結果に基づき、層序と構造とがより明白となるように、また地化学探査のアノマリーと鉱化帯の関係が把握できるように合計27測線延長5,300mが計画された。引続き、濃密な植生を排除するための伐開作業と岩盤を露出させるための掘削作業とが実施された。さらにSan Roque地域では地質鉱床の解釈上必要と判断された2測線のトレンチが追加され実施された。これらすべての作業は人力により行われた。

トレンチにおける地質調査は、掘削作業に引続きポケットコンパスを使用し縮尺 $1/500$ で行われた。また補足的な地質調査は、San Roque地域のトレンチの周辺において縮尺 $1/10,000$ 地形図を基に行われた。

一方、Chaglla地域の地質調査は、1977年に空中写真より図化された地形図(縮尺 $1/25,000$)を使用し、調査地域の主要構造にほぼ直交するルートの総延長約5.3kmを選定し、一部の地域で伐開作業を伴いながら実施された。

炭酸塩岩を対象とした地化学探査試料は、地質調査と同時に、トレンチ調査および地表地質調査ルートにおいて採取された。試料はトレンチではおよそ35m毎に、Chaglla地域、Oxapampa地域の地質調査ではおよそ300m毎に1個の割合となるように採取された。

以上の調査は、日本人技師7名、ペルー人技師5名により行われた。

1-3 室内作業

野外作業に引続き、室内作業が試錐作業の結果を含めて行われた。それらは一部が現地で実施されたほかすべて日本で行われた。

実施された室内作業の主要なものは次の通りである。

	試料数 (個)		
	地質調査	試錐	計
(1) 岩石薄片顕微鏡観察	48	20	68
(2) 鉍石研磨片顕微鏡観察	23	11	34
(3) 鉍石分析	30	-	30
(4) X線回折	10	5	15
(5) X線マイクロアナリシス	5	1	6
(6) 化石鑑定	23	5	28
(7) 地化学探査試料(岩石)の分析(Cu, Pb, Zn, Mg)	404	60	464
(8) 微量成分分析(Sr, Ba, Si, Al, Ca,)	53	-	53

第 2 章 地質および鉱床

2-1 地質概要

ペル-共和国中部地区には、堆積岩類、火成岩類および変成岩類が分布しており、それらはこの地域の一般的地勢が有するNNW-SSE方向に支配されている。

堆積岩類は南西部の狭い地域と中央部から北部にかけての広い地域とに分布している。南西部には変成岩類を基盤として古生界から中生界が分布しており、中央部から北部は一部に古生界の分布が認められるが、大部分はPucara層群を含む中生界から新生界までの堆積岩類によって構成され、概ね西側から東側に向って新期堆積岩類が分布している。

火成岩類は、東部アンデス山脈沿いに南部Tarma(タルマ)、San Ramon付近からOxapampa西方を経て、Chaglla 付近までNNW-SSE方向をもって主として分布している。これらの火成岩類は古生代末期の貫入岩類、中生代の閃緑岩類、花崗岩類および斑岩類ならびに新生代第三紀の火山岩類および貫入岩類に分類される。

さらに、変成岩類は南部Tarma - San Ramon間の高地および北部Panao(パナオ)付近の高地においてルーフペンダントとして分布しており、片麻岩類および片岩より構成されている(Fig. 1-1, Fig. 1-2)。

堆積岩中の褶曲構造は、主としてNNW-SSE方向の褶曲軸を有するものであり、古期堆積岩中では激しく、新期堆積岩中では比較的穏かな発達をしている。一方、断層構造は、中間盆地の中のTingo Maria - La Merced構造線を始めとするNNW-SSE系が最も顕著であり、NEE-SWW系やNWW-SEE系、NNE-SSW系なども発達している。以上のようなNNW-SSE系を基調とする地質構造や、この地域の地勢に一致した岩層分布は、さらに地史的には古生代から新生代までに到るアンデスの造山運動に関連して形成されたものと考察される。たとえば、この地域の先駆的火山活動である古生代末期の花崗岩類は東部アンデス山脈の東縁の地背斜運動に関連して貫入したものであり、それ以降の火山活動も主としてこの花崗岩類に関連して活動している。また、中生代以降の堆積岩類は、特に東側では、地背斜に沿って形成された凹地に堆積したもので、地背斜の形成は堆積岩類の分布を強く規制していると見做すことが出来る。断層構造や褶曲構造は、NNW-SSE方向に、ほぼ直交したNEE-SWW方向の横圧力を蒙って発展したものであると言える(Fig. 1-3)。

以上の地質環境の中で、本年度の調査地域はいづれもTingo Maria - La Merced構造線の西側に位置しており、主として中生代三疊紀 - ジュラ紀のPucara層群により構成されている。このうちSan Roque地域は、Pucara層群の分布が中部地区の中で最も狭くなっているところの一つであり、しかもこの層群中をおよそN-S方向に断層が発達し、断層沿い

に Mitu 層群（古生代二疊系）や、さらに西側に中生代末期 — 新生代に活動した火成岩類が分布するなど複雑な地質を呈している。

2-2 鉱床概要

これまで実施された調査により、中部地区には多くの金属鉱床ならびに鉱徴の存在が知られている。非金属鉱床では小規模な石膏鉱床が Oxapampa 付近で知られている。

2-2-1 金属鉱床

調査地域の金属鉱床は、鉱種とその成因により次の4つのタイプに分類される（Table I-1）。

- (1) Pucara 層群中の層準規制鉱床（鉛，亜鉛）
- (2) Pucara 層群の炭酸塩岩と貫入岩との接触部に形成された接触交代鉱床（銅，鉛，亜鉛）
- (3) Pucara 層群ならびに中生代閃緑岩などの中の脈状鉱床（銅，鉛，亜鉛）
- (4) 第三紀モンゾニ岩中の斑岩銅型鉱床（銅）

層準規制鉱床は、Pucara 層群の主としてドロストーンを母岩として胚胎されており、この地域で稼行されている San Vicente 鉱床や、休止中の Pichita Caluga（ピチタ カルガ）鉱床およびこれまでの調査で発見された Tambo Maria, San Roque 鉱徴などが属する。この地域で最も重要な鉱床タイプで、これに関しては第5章において詳述する。

接触交代鉱床は、主に San Ramon の東方の古生代末期に貫入した花崗岩類と、ルーフベンド状に分布する Pucara 層群石灰岩との接触部に胚胎される。稼行されたことのある Santos（サントス）および Soldado（ソルダード）鉱床が知られているが、いずれも小規模で、また詳しい調査はなされていない。

脈状鉱床は、稼行されたことのある Tarma 東方の La Olividada（ラ オリビダーダ）鉱床（銅）のほか、Chaglla 付近、San Ramon 付近などに極めて微弱な鉱徴が知られている。また斑岩銅型鉱床は Tambo Maria の東方に貫入するモンゾニ岩に僅かの銅の鉱染が認められる程度である。

2-2-2 非金属鉱床

一方、非金属鉱床としては Oxapampa 北方にて中生代白亜紀上部の Chonta（チョンタ）層群に、また Pusagno 西方の Pucara の層群にも小規模な石膏鉱床が挟在されているのが知られている。

2-3 Oxapampa 地域の地質および鉱床

Oxapampa 地域では、本年度は San Roque 地域および Tambo Maria 地域がより詳しい調査が必要な地域として抽出され、3本の試錐ならびに29本のトレンチによる詳細な層序対

比ならびに鉱床賦存状況の調査などが実施された。その結果、鉱床胚胎層準の層序関係が明確になり、トレンチ T-4、T-28 および T-29 などにおいて新たな鉛、亜鉛鉱徴が発見された。以下試錐の結果を含めて記述する。

2-3-1 San Roque 地域

Oxapampa 市北北西 8 km 付近にある本地域では、Pucara 層群は、Huancabamba 河の西側にほぼ南北方向に露出している。Pucara 層群の西側には、白亜紀末期の貫入と考えられる石英斑岩、花崗斑岩が分布している。なお、この Pucara 層群中に Mitu 層群が断層関係で存在していることが 1977 年の調査で明らかにされているが、本年度の調査により、さらに広く分布することが確認された。Pucara 層群の東側は新期堆積岩類の Oriente 層群、Chonta 層群などよりなるが、本年度の調査では新しい知見がなかったのでその記載は省略する。

(1) Mitu 層群

本地域では西側の石英斑岩、花崗斑岩に接するものと、Pucara 層群をあたかも貫入しているかのように、Pucara 層群に挟まれたものの 2 列の分布がほぼ NW-SE 方向に確認された。それらの幅は、南部では 100 m 前後であるが、北部では 400 m 程に広がっている。

酸性火山岩、花崗岩を主とする礫と、赤色凝灰岩質マトリックスから構成される火山性礫岩であり、トレンチ T-3 において葉理の発達した層灰岩 (tuffite) 様赤褐色凝灰岩が、また T-29 の西方では流紋岩質凝灰岩が認められた。鏡下では、前者の凝灰岩は石英、長石の破砕物、脱ガラス質化した極細粒石英よりなる石基中に、やや大きい 50-100 μ 大の石英の破片が観察される (サンプル番号 L740)。一方、後者では石英を斑晶とし、長石、ガラス質物質から成る顕著な流理構造が認められる (A770)。

Mitu 層群の層理面は不明瞭で、その礫種も様々であり、礫の淘汰も悪く、その内部堆積構造などは明らかでない。ブロック運動によるホルスト (地塁) 構造を示し、Pucara 層群に対し、相対的に隆起していると考えられる。ホルスト構造の形成は Pucara 層群との関係において極めて重要であり、これに関しては第 3 章において詳述する。

(2) Pucara 層群

泥質ドロストン、細粒結晶質ドロストン、泥質石灰岩、細粒結晶質石灰岩、および砂岩などの互層によって構成され、この地域での最大層厚は約 1,000 m である。

① 各岩相の特徴

ドロストンは灰色、暗灰色、帯黄褐灰色などを呈し、粒径、成分から砂質ドロストン、泥質ドロストン、細粒結晶質ドロストンなどに細分できる。砂質ドロストンは粒径 50-100 μ 微小球状の石英と微晶質ドロマイト (micritic dolomite) とからなる岩

石で、石英とドロマイトの割合はほぼ 1 : 1 である。主にトレンチ T-1, T-2, T-4 および T-28 などの北部に存在している (L712)。

泥質ドロストンは、肉眼的に灰色-帯黄褐灰色の緻密な泥岩質岩であり、T-2, T-4, T-5 および T-28 付近に顕著である。鏡下では、微晶質ドロマイトが殆んどを占め、細粒 (10 - 20 μ) の碎屑性石英 (detrital quartz) を若干含む (L745, L796 など)。この泥質ドロストン中には肉眼でも明らかなゲル状の石英から固結したと推定される径 1 mm から 5 mm の玉髓 (chalcedony) が層理面に沿って存在することがあり、特にトレンチ T-2, T-4 のそれには周囲に微粒の方鉛鉱、閃亜鉛鉱を伴っている (L718, S725)。また石英はレンズ状に幅 50 cm から 1 m, 長さ 1 m から 5 m のチャート質の珪質砂岩として挟在されることもある (L809)。

細粒結晶質ドロストンは泥質ドロストンから漸移的に移行して存在するのと、泥質石灰岩中にレンズ状をなして存在するのと 2 種ある。いずれも水平方向の連続性に乏しい。灰色から暗灰色、帯青暗灰色を呈する粗晶質ドロストン (dolosparite) で粒径 10 - 15 μ の他形または半自形のモザイク状組織を示す。まれに肉眼でも結晶粒のはっきり識別できる粗粒結晶 (well crystalline) ドロストンもある (L709)。

石灰岩は灰色 - 暗褐灰色の泥質石灰岩、細粒 - 中粒砂質石灰岩および細粒結晶質石灰岩がある。泥質石灰岩は一部瀝青質 (bituminous) である。鏡下の観察では、化石粗微晶質方解石岩 (biosparmicrite) あるいは骨格片入り碎屑性石灰岩 (skeletal detrital limestone) と呼べるもので、化石の破片 (石灰藻、苔虫など) を多く含みかつ径 20 - 40 μ の碎屑性石英片を 20 - 25%* 含む。

その基質は微晶質方解石 (micritic calcite) よりなり、その中に 30 - 40% の粗晶質方解石 (sparry calcite) が含まれている (サンプル番号 53305, 53308)。

この泥質石灰岩は本地域にて 4 層認められたが、その内 C 層 (後述) は水平方向の連続性が比較的良く、San Roque 地域の岩相対比の上で鍵層として取扱われた。

砂質石灰岩は泥質石灰岩に比較して層厚が薄く、平均 20 - 30 m であり、レンズ状に存在することもある。碎屑性石英片を 25% 程度含み、かなり粗粒の方解石結晶 (600 μ) を含む。時に非晶質の膠結物 (1 mm \times 2.5 mm) も含み、不透明鉱物は少ない (53304)。化石類は泥質石灰岩に比較して少なく、また含有されていても破片が多く保存も良好ではない。

細粒結晶質石灰岩は、上記の砂質石灰岩や石灰質ドロストンを挟み、本地域の南部に

脚注 * 鏡下における面積の割合をあらわす。

多く分布している。粗晶質方解石と碎屑性石英片を含み、時に30-40%の微晶質方解石を含む。化石は主として本地域の下部の泥質石灰岩に豊富であり、以下の化石が鑑定された。(熊本大学 村田正文教授鑑定, A. 1-6)

- | | |
|-----------------------------------------------|--------------|
| | サンプル番号 |
| Gastropods | …… L 7 2 8 |
| Cardilidae Gen. et Spindel, Shell of bivalves | } …… L 7 4 8 |
| Peclinidae Gen. et indet. | |

② 層序対比

1977年の報告書第6巻では、San Roque 地域のPucara層群は第IV層および第V層が発達していると判断した。本年度のトレンチおよび試錐による調査は以上の結果を引継ぎ、さらに詳しい岩相対比、層序対比が行なわれた。地質構造を考慮に入れてデータをまとめたのが、San Roque 地域層序対比図 (Fig. 1-4 (1)) である。中部地区のPucara層群の層序対比図はFig. 1-4 (4)に示される。本年度はそれらの層序を検討する上で第IV層をさらにA, B, およびC層に細分し、また第V層もDおよびE層に区分した。なお、52-1孔の層序対比は1977年の報告書(第6巻)と異なり、かなり上位に対比される。次に各層の特徴を述べる。なお第III層からA層まで、A層からE層までは、すべて整合関係にある。

I) 第III層 (III member), 層厚 +100m*

本層はSan Roque 地域では地表にはその露出がなく、試錐孔No 53-MJ 3孔、No 52-3孔およびNo 52-4孔によってのみ確認された最下部の地層である。石灰質ドロストンを挟在する灰色 - 暗灰色、細粒 - 中粒結晶質石灰岩である。No 52-4孔の下部ではEchinoidの破片も発見されているが、一般には化石は乏しい。鋳徴は発見されていないが、分析結果はZn 200-500ppmとやや高い値を示している。

II) 第IV層A層, 層厚160m

San Roque 地域の南部でやや層厚を増し、北部で薄くなっている。下部から泥質石灰岩、灰色 - 暗灰色、細粒 - 中粒結晶質石灰岩および含有孔虫砂質石灰岩によって構成され、上部では一部ドロストンのレンズを挟在する。下部の泥質石灰岩はEchinoidの化石に富み陸成の碎屑性石英および長石を40-50%含んでいる(52312)。

脚注* San Roque 地域において確認された層厚

灰色 — 暗灰色，細粒 — 中粒結晶質石灰岩は方解石細脈，方解石の点滴状斑点が特徴的である。ドロマイトの挟みは№ 5 2 - 4 孔付近の San Roque 谷の斜面に存在するもので，やや石灰質のところもあり灰色，微晶質である。

iii) 第Ⅳ層B層，層厚 1 5 0 m

下部より泥質石灰岩，暗灰色細粒結晶質ドロストン，暗灰色細粒石灰岩によって構成されている。この層準の特徴は化石を豊富に含むことである。化石は Echinoids, Brachiopods, Crinoids および Bryozoan を主とし，一部化石床を形成している。泥質石灰岩は南部では石灰質ドロストン，泥質ドロストンのレンズを挟在する。№ 5 3 - MJ 3 孔では Brachiopod の殻を多く含み，シルト質になっている。暗灰色細粒結晶質ドロストン中には化石は見い出されず，やや連続性に乏しい層準である。B 層最上部の暗灰色細粒石灰岩は一部微晶質方解石岩 (micrite) もあるが，一般に粗晶質方解石岩 (sparite) が多く，Brachiopods, Crinoids, Bryozoan および Echinoid の化石に富み，かつ鉍染状の方鉛鉍を伴うのが特徴である (5 3 3 0 4, 5 3 3 0 5 など)。

iv) 第Ⅳ層C層，層厚 1 2 0 m

一部砂質細粒石灰岩を上部に挟在するところもあるが，泥質石灰岩を主体とする層準で，挟在層もなく割合均質である。鉍徴も認められない。水平方向の連続性がよく，層序対比上鍵層として取扱われた。本層の泥質石灰岩は暗灰色，時には黒色で 瀝青質な部分もある。粗微晶質方解石岩 (sparmicrite) と呼べる岩石で北部でやや層厚を増す。最下底部を除いて化石に乏しい。

v) 第Ⅴ層D層，層厚 4 0 0 m

中部から北部にかけて厚く堆積したと考えられ，泥質ドロストン，中粒 — 細粒結晶質ドロストン，砂質ドロストン，泥質石灰岩および砂岩などからなる。泥質ドロストンは硬く緻密で，灰色 — 帯褐灰色を呈し，一部層理面に直交した平行の割れ目が発達している。碎屑性石英 および化石の破片に富み，方鉛鉍を伴った閃亜鉛鉍の鉍徴がある。結晶質ドロストンは泥質ドロストン中に薄層 (層厚 1 0 m から 2 0 m) をなして存在し，灰色，淡灰色および暗灰色を呈する。砂質ドロストンはレンズ状に泥質ドロストン中に挟在され，層厚も薄く (± 1 0 m) ，泥質ドロストンから漸移的に変化する。泥質石灰岩はレンズ状に局在し，鏡下では微晶質方解石岩である。砂岩はややチャート質で泥質ドロストンの層理面に沿って厚さ 5 0 cm から 1 m ，長さ 1 m から 5 m のレンズ状に存在している (L 7 1 3) 。なお，№ 5 2 - 1 孔の D 層の中には泥質ドロストンの岩相変化したものと考察されるシルト岩の薄い挟みが認められる

が、地表では明瞭ではなかった。

vi) 第V層E層, 層厚+50m

San Roque 地域における最上部の層準でトレンチT-2の最上部付近に存在する。石灰質砂岩であるが、一部ドロマイト化作用を受けている(L712)。微晶質方解石(5-10 μ)と微球状の石英とかなり、石英の割合はほぼ50%に達している。化石に乏しく、不透明鉱物も殆んどない。

vii) まとめ

- A) A, B, C層(第IV層)は石灰岩を主体とし、D層はドロストーンを主体とするが、南部では石灰岩が主体となるなど岩相変化が著しい。
- B) 泥質岩相はB層からC層にかけ、またD層の北部に於て著しい。
- C) 鉛鋅徴はほぼB層に限定され、亜鉛鋅徴はD層のやや上部層に限定される。
- D) 化石類はB層とC層下部で豊富である。
- E) 本地域のドロストーンは連続性に乏しい。

(3) 火成岩類

これらのPucara層群に対して、白亜紀末期に貫入したと考えられる石英斑岩、花崗斑岩が西側に存在する。鏡下では極めて微粒(30-40 μ)の石英の石基からなり、0.2-0.4mm大のかり長石または融食された石英の斑晶が観察される(L808)。一部に流理構造が観察され、溶岩流の一部として形成されたものと考察される。

(4) 地質構造

中部でやや盛り上がり、北へ緩くブランジした南北性の軸を持つ向斜構造を示し、特に今回の鋳徴が認められたSan Roque地域北部では複向斜構造を示す。Mitú層群とPucara層群との関係はすべて断層関係にある。

(5) 鋳徴

San Roque地域のトレンチの鋳徴は、トレンチT-4で最初に発見され、T-2でも転石をがら鉛の高品位鋳徴が発見された。このため、T-4の鋳徴の拡がり調査する目的でT-28, T-29の追加トレンチが実施され、本調査地域の最大規模の鋳徴が発見されるに至った(Table 1-1)。

鋳石は泥質なやや結晶質のドロストーンに発達する割れ目を充填した「あめ色閃亜鉛鋳」を主体とし、若干の方鉛鋳を伴う。閃亜鉛鋳によって充填された割れ目の最大幅は約3cmであり、平均して1cm前後のものが多い。トレンチT-28で実施された5m間のチャンネルサンプリングでは平均品位Pb 0.87%, Zn 2.35%を示し、特に高品位部のピースサンプル(長さ20cm)ではPb 0.15%, Zn 20.72%に達している(L783)。

鉍徴はD層の泥質ドロストンと細粒結晶質ドロストンの境界付近を中心に、両盤に脈状に拡がり、一部玉髓質石英のまわりに粒状に存在することがある。これらの閃亜鉛鉍はかなり異極鉍、菱亜鉛鉍によって交代されている (S725, S783, L784など)。

以上の割れ目充填型に対し、昨年までに発見された本地域の鉍徴はすべて鉍染型であり、方鉛鉍または閃亜鉛鉍が0.1 mmから5 mm大の粒状結晶で炭酸塩岩中に散在するタイプである。1977年の試錐No 52-1孔で着鉍した鉍石もこの粒状の閃亜鉛鉍が化石をとりまいて散在していた鉍染型である。

本地域の鉍徴をまとめてみると次のようになる。

- ① 鉍徴はPucara 層群のB層とD層中にあり、層準規制をうけている。
- ② B層の鉍徴は石灰岩に伴う方鉛鉍の鉍染するタイプである。
- ③ D層の鉍徴は泥質ドロストン、細粒結晶質ドロストンに伴う閃亜鉛鉍の割れ目充填型および鉍染型である。
- ④ 鉍染型は極めて低品位であるが、割れ目充填型はやや高品位部も存在し若干の方鉛鉍も伴う。

2-3-2 Tambo Maria 地域

本地域はOxapampa市の南南東約18 kmに位置する。Pucara層群はHonda(オンド)川の両岸に沿って分布している。本年度は特にドロストンに注目し、1976年発見された鉍徴地を中心に13本のトレンチと2本の試錐孔を実施し、細い層序対比を行った。

(1) Pucara 層群

本年度調査が実施された地域は下位から黒色—暗灰色泥質石灰岩、黒色瀝青質石灰質砂岩、細粒—中粒結晶質ドロストンおよび淡褐色砂岩によって構成される。ドロストン中には細い縞状のいわゆるゼブラ構造(dolostone with zebra-structure)が発達している。

① 各岩相の特徴

黒色—暗灰色泥質石灰岩は細粒の碎屑性石英片、粗晶質方解石、有機質を起源とする非晶物質などから構成されている。一部砂岩質および瀝青質なところもあり、非常に細かい黄鉄鉍の散在が認められる。葉理の発達がよくみられ、層理面は水平方向に対し、約30°を示す。

黒色瀝青質石灰質砂岩は本調査地域の北部に分布しており、上記の石灰岩の上位にレンズ状に存在し、かなり細粒で一部シルト質である。葉理が発達し、傾斜は西へ30°-40°である。Psiloceras, Bivalves, Bryozoa および Algal debris などの化石を含み、上位のドロマイトに近い所でやや顕著である。鏡下では、化石片を形成し

ている粗晶質方解石（0.02 - 1.5 mm）と基質の微晶質方解石，砕屑性石英が確認できる（53215）。

細粒 — 中粒結晶質ドロストンは，本調査地域のドロストンの大部分を占め露出している。非常によく再結晶した粗粒のモザイク組織を示し，鏡下ではドロマイトは80 - 90%に達し，少量の方解石，不透明鉱物，および粘土鉱物を伴う。ドロマイトの結晶粒は50 μから1.5 mm大に達し，時に半自形 — 他形であるがドロマイトの菱形結晶（dolorhombs）が存在する。

この結晶質のドロストン中に，レンズ状ないし薄層状にいわゆるゼブラ構造が認められる。これは暗灰色細粒ドロマイトと白色粗大結晶ドロマイト（結晶粒は1.5 mm大前後）がリズムカルに0.3 cmから2 cmの幅で交互に存在して縞馬のような縞模様を形成しているドロストンである。このゼブラ構造は，拳大の小規模のものから伸長性に富んだやや規模の大きいものなどがあり，それらが5 - 10 mの厚さ（又は幅），延長の最大500 m程度の規模で結晶質ドロストン層の比較的下部側に多く発達している。この結晶質ドロストン層の中に薄層として，砂質ドロストン，泥質ドロストンも挟在される。Nq 53 - MJ 2孔では80 m付近から180 m付近までの間に認められる。

最上位の砂岩は淡褐色を呈し，かなり石灰質である。砂岩と石灰岩の互層になっている部分もあるが，上盤の境界はまだ確認されていない。

② 層序対比

1977年までの調査結果とほぼ変わらず，ドロストンがPucara層群の第Ⅲ層に，それより下位の砂質 — 泥質石灰岩が第Ⅱ層にそれぞれ対比できる。なお，上位の石灰質砂岩層は第Ⅳ層に相当する（Fig. 1 - 4(2), 1 - 4(4)）。従ってSan Roque地域の層準よりすべて下位に属し，第Ⅲ層はSan Vicente 鉱床の層準と対比できる。

(2) 鉱 徴

1976年発見のドロストン中に存在する縞状の閃亜鉛鉱の露頭以外，本年度は新しい鉱徴の発見はなく，試錐孔Nq 53 - MJ 2孔の190.5 m付近で黄鉄鉱を伴うZn 1.9%の鉱徴（53213）が認められたに過ぎない。

Tambo Maria 鉱徴の特徴をまとめてみると以下のとおりである。

- ① Pucara層群第Ⅲ層ドロストン中に存在し，特にゼブラ構造と呼ばれる再結晶したドロマイトとともに縞状に閃亜鉛鉱が濃集し，その角礫状を呈する部分にやや濃集する傾向にある。
- ② 品位はやや低く（チャンネル・サンプリング 3.2 m間でZn 4.12%，第6巻参照）閃亜鉛鉱は殆んど菱亜鉛鉱によって置換されている。ピースサンプルの最高品位はPb