

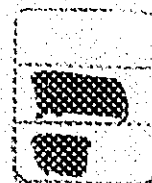
ペルー共和国
鉍物資源開発基礎調査

第 4 卷

地表地質調査報告書

昭和47年11月

海外技術協力事業団
金属鉍物探鉍促進事業団



ペルー共和国
鉍物資源開発基礎調査

第 4 卷

地表地質調査報告書

昭和47年11月

海外技術協力事業団
金属鉍物探鉍促進事業団

国際協力事業団

受入 月日	'84. 3. 15	709
登録No.	00267	66
		KE

目 次

第1章 調査概要	2
1-1 調査目的	2
1-2 調査概要	2
第2章 地 質	6
2-1 各ルートの地質	6
2-2 各ルートの地質総括	10
2-3 地質構造	11
2-4 鉱物資源	12
第3章 岩石の室内研究	14
3-1 岩石研究	14
3-2 磁気測定	16
3-3 写真地質調査と地質概査との関連	16
3-4 空中磁気探査と地質概査との関連	17
第4章 今後の調査に対する意見	18

APPENDIX

第 1 章 調 査 概 要

1-1 調査目的

昭和 46 年度は、ペルー共和国ヤウリ地区における調査の第 1 年度にあたり、地表地質概査を行ない、空中磁気探査、写真地質調査等の作業と共に、調査地域における地質構造及び鉱床等の概要を把握することを目的とした。

1-2 調査概要 (Fig 1, Fig 2 参照)

1-2-1 調査範囲

南緯 $14^{\circ}30'$ (北限) 及び $15^{\circ}00'$ (南限) ならびに西経 $71^{\circ}00'$ (東限) 及び $73^{\circ}30'$ (西限) の各線によって囲まれる面積約 $15,000 \text{ km}^2$ の地域を対象とした。

周辺の地質状況より、本調査地域内において、標準的な地質状況を示すと考えられる地域を選び、そのなかで地形、交通を考慮して、ルートを選定した。

1-2-2 調査期間

現地滞在期間 昭和 46 年 10 月 22 日 - 11 月 17 日 27 日間

現地調査期間 昭和 46 年 10 月 27 日 - 11 月 9 日 14 日間

1-2-3 調査方法

主要ルートの地質概査は、ペルー地質調査所地質技師 3 名を含む調査班 A~C の 3 班を編成して、ジープ、馬および徒歩により 14 日間行なわれた。とくに西部地域では、人家の少ない地帯なので、ほとんどキャンプによる調査が行なわれた。

1-2-4 主要ルート (Fig 3 参照)

(A) A 班は、チウラ (Chiura) 図幅北方にあるアンタバンバ (Antabamba) よりチウラ図幅南方にあるコタワシ (Cotahuasi) 間を、馬背により 8 日間調査し、図幅内調査距離 80 km に達した。調査はペルー地質調査所地質技師 Victor Pecho および齊藤正夫が担当した。

(B) B 班は、ベリーリエ (Velille) エスキーナ (Esquina)、サンミゲル鉱山 (San Miguel) (ベリーリエ図幅南方 7.5 km にある鉱山) 間、延長 100 km 、およびチンタヤ鉱山 (Tintaya) 付近延長 90 km のルートを 9 日間で調査した。調査はペルー地質調査所地質技師 (Luis Reyes) および掛川周男、小原賢が担当した。

(C) C 班は、ヤウリ (Yauri) 周辺およびヤウリーエルデスカンソ (El Descanso) 間の延長 190 km のルートを 13 日間で調査した。調査はペルー地質調査所地質技師 Jorge Gardos および柴田精久、田上勇吉が担当した。

調査距離ルートの総延長は、 460 km 以上に及んだ。

LOCATION MAP OF THE YAURI AREA, SOUTHERN PERU

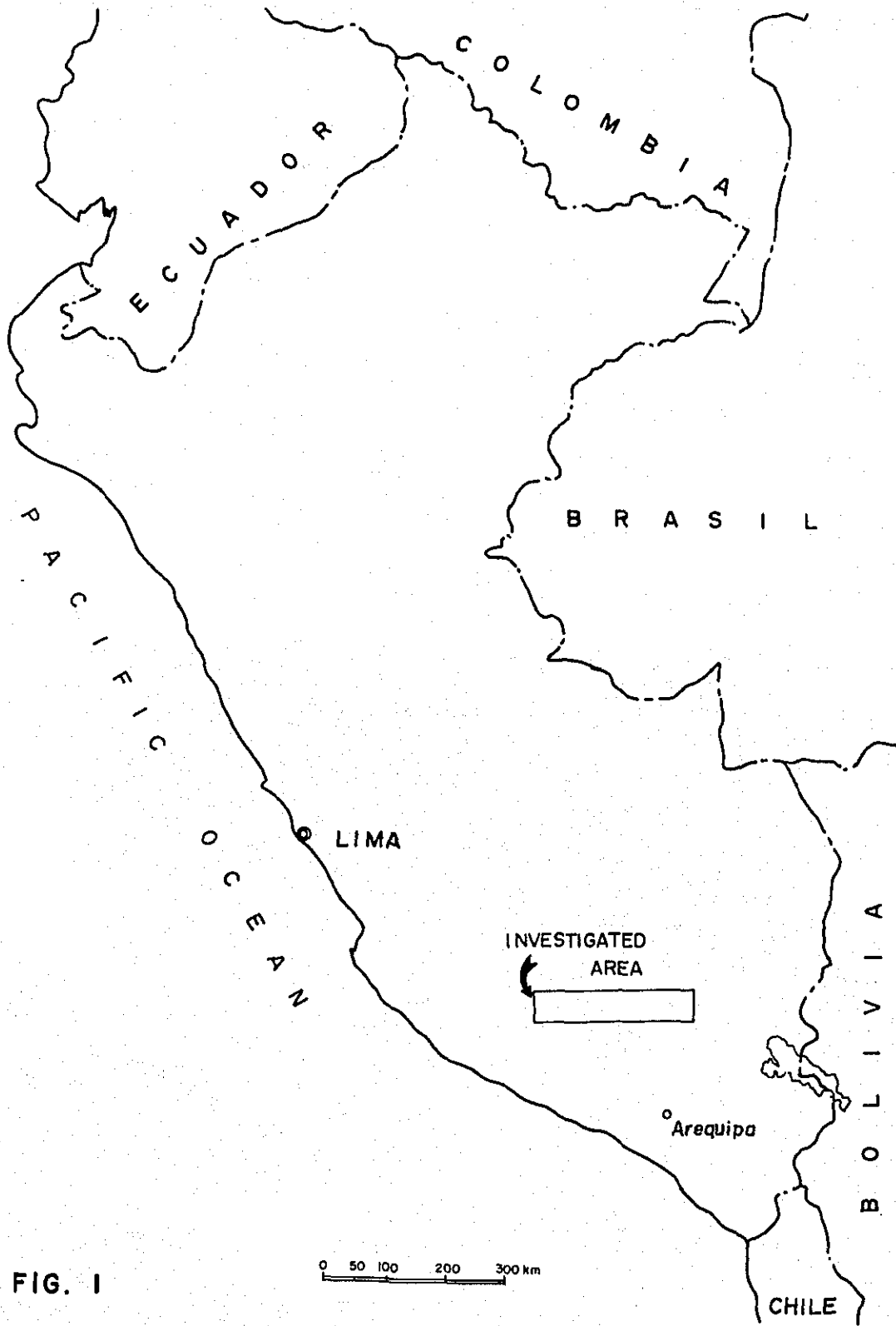


FIG. 1

LOCATION MAP OF THE YAURI AREA, SOUTHERN PERU

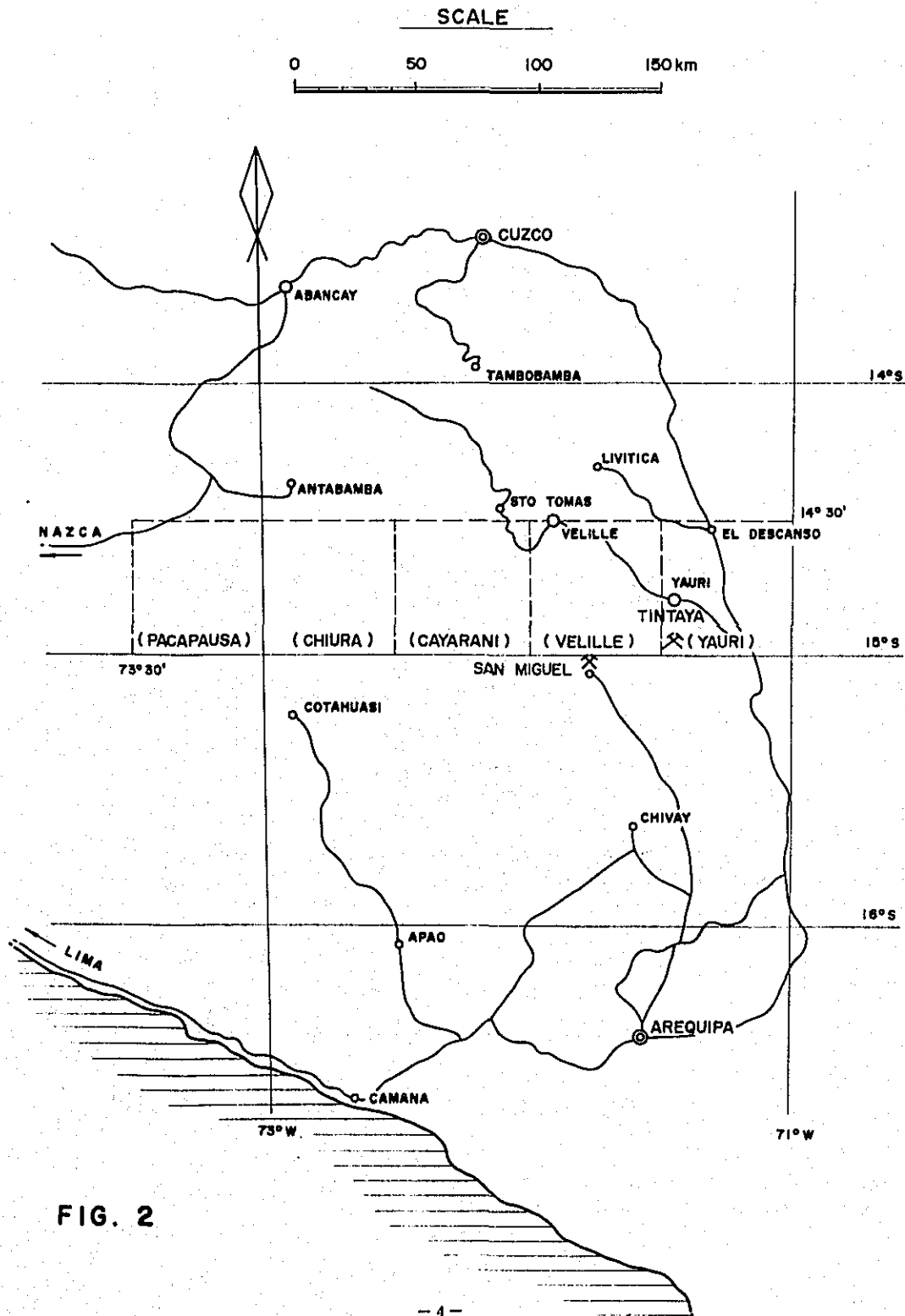


FIG. 2

ERA	PERIOD	CORRELATION WITH PUBLISHED PAPERS	THICKNESS	COLUMNAL SECTION	PETROGRAPHY	INTRUSIVE ACTIVITIES	STRUCTURAL MOVEMENT	
CENOZOIC	Quaternary	Recent Dep.		• • • • •	Fluvial Dep. Basalt Lava Flow			
		Fluvio - Glac.		△ △ △ △ △	Fluvio - Glacial Deposits			
		Barroso F.	Upper		∇ ∇ ∇ ∇ ∇	White Tuff Lava Flow or Tuff breccia of Andesite, Dacite, Basalt		Unconformity Folding
					∇ ∇ ∇ ∇ ∇	Tuff breccia of Andesite or Dacite.		
			Middle?		— — — — — + + + + + • • • • •	Glacial Deposits. Bedded Tuff, Sandstone, etc. White Massive Tuff		
		Lower	Middle?		• • • • •	White Tuff, Tuffaceous Sandstone, Tuffaceous Conglomerate etc.		
				∇ ∇ ∇ ∇ ∇	Dacitic white Tuff, Tuff Breccia			
	Lower?			∇ ∇	Lava Flow, Tuff breccia and Tuff of Basalt, Andesite, Dacite, etc. Andesite or Dacite Lava Flow. Andesitic Tuff breccia	Puna		
	Tertiary	Lower	Sencca V. Tacaza F.		— — — — —	Bedded Tuff, Tuff breccia		Surface Fault Unconformity
			Correlation Uncertain		• • • • • ∇ ∇ ∇ ∇ ∇	Permeable Sediments such as Sandstone, Conglomerate. Andesite or Dacite		Folding
Puno F.			Upper		— — — — — — — — — — — — — — —	Alternation of Reddish-Brownish Sandstone, Conglomerate, Silt Stone.		Unconformity
			Lower		• • • • • • • • • • • • • • • ∇ ∇ ∇ ∇ ∇ ∇ ∇ ∇ ∇ ∇	Reddish-Brownish Conglomerate Volcanic Conglomerate, Tuff breccia, etc.		
MESOZOIC	Jurassic	Lower	Yura Form	Hualhuani		+ + + + +	Granitic Rocks	Fault Unconformity Folding Unconformity
				Labra		+ + + + +		
MESOZOIC	Cretaceous	Middle	Ferrobamba Formation			+ + + + +		
						+ + + + +		
MESOZOIC	Jurassic	Lower	Yura Form	Hualhuani		+ + + + +		
				Labra		+ + + + +		

FIG. 4 GENERALIZED COLUMNAR SECTION

OVERSEAS TECHNICAL COOPERATION AGENCY TOKYO, JAPAN
(Prepared by MITSUBI KINZOKU ENGINEERING SERVICE CO., LTD.)

第 2 章 地 質

2-1 各ルート of 地質

調査地域に分布する各地層の層序については、限られた概査のため対比不十分であるが、周辺地域の文献を参考とし、Fig 4 の模式柱状図に示した。地層名はこの柱状図中の名称を使用した。

2-1-1 アンタパンバークタワシ、ルート (Fig 5 - B, Fig 6, Fig 7 参照)

(A) 分布岩石

本ルートは、チウラ図幅中央部をN-S方向に縦断したルートであって、主として海拔4,500m以上の高地である。本ルートは、大部分火山岩及び火山砕屑岩より成り、先第三紀層はわずかにルート北部の低地に露出しているにすぎない。

(B) 先第三紀層

本岩層は赤色砂岩、凝灰質赤色砂岩、珪岩より成る地層と石灰岩層より成り、前者は北部モレパンバ付近に広く分布し、文献を参考とすれば、中生代ジュラ紀ユラ層 (Yura Formation) 中のワルアニ層 (Hualhuani Sub-Formation) 又はユラ層中のラブラ層 (Labra Sub-Formation) に相当し、後者は白亜紀フェロパンバ層 (Ferrobamba Formation) に相当するものと考えられる。ワルアニ層は珪岩を主とし、ラブラ層は黒色頁岩、砂岩を主とするといわれているので、岩質的にこれらはユラ層に相当する。

地層の走向は、N 20°W、傾斜は西へ25°前後、多少の褶曲を示している。

ルートの中央部海拔4,700m付近に分布する石英安山岩質凝灰岩の間に、延長1km以上にわたり凝灰質赤色砂岩および珪岩が露出している。これは、ユラ層の基盤が突出している部分と考えられる。

フェロパンバ層石灰岩は、灰白色細粒の岩石よりなる。これらの両者をつらぬいて花崗閃緑岩が分布する。花崗閃緑岩は、粗粒花崗閃緑岩より細粒石英閃緑岩まで岩相変化し、角閃石、雲母を含む。

(C) 第三紀中期タカサ層 (Tacaza Formation)

先第三紀層を破つて、白色凝灰岩が分布している。写真地質図上では、タカサ層としているが地質的には第四紀バロッソ (Barroso) 上部層と考えられ、今回の調査のみでは判定が困難である。

(D) 第四紀火山岩類

本ルート中には、安山岩質浮石質凝灰岩、安山岩熔岩流、石英安山岩質熔岩流、安山岩質角礫凝灰岩がゆるやかな傾斜あるいはほとんど水平に分布しており、最上部には、黒色玄武岩熔岩流が部分的に存在している。ルート中央部付近の山頂付近には、白色凝

灰岩が分布している。これら安山岩類は、暗色～灰色の硬質岩で、雲母を含むこと多く斜長石、時に角閃石、輝石を含み、玄武岩質になるに従って、かんらん石が含まれる。変質により、方解石、緑れん石、白雲母が含まれる。玄武岩は、角閃石、斜長石、輝石、磁鉄鉱を含み、黒色堅硬な岩石で所により黄灰色を示す。

これら火山岩類の厚さは、700mに達し、おそらく下部は、タカサ層であろうと推定されるが、大部分はパロツソ層であろう。これらは数回にわたる火山岩、火山砕屑岩の噴出によって形成されたもので、酸性岩より塩基性岩に至る岩質の変化がみられる。

2-1-2 ベリーリエーエスキナーサン・ミゲル、ルート (Fig 5A・Fig.8 Fig 9 参照)

(A) 分布岩石

エスキナー北方には、先第三紀岩層の進入岩類及び一部に石灰岩が分布している。本ルートは、これらを被う角礫凝灰岩、その上部に石英安山岩類が分布する。

(B) 先第三紀層および進入岩類

石灰岩は再結晶し、塊状を示す。この石灰岩はフェロバンバ層のものと考えられる。また、進入岩類はベリーリエー周辺にあるものの延長部にあたり、堅硬な粗粒岩で、輝石—角閃石—石英閃緑岩を主としている。石灰岩と進入岩類の関係は未確認である。

(C) 第三紀タカサ層

先第三紀層の上部には、角礫凝灰岩が分布し、一部に砂質凝灰岩層を挟み、タカサ層相当層と考えられる。

これらは、E-WまたはN-S方向の節理が発達しており、基盤岩を不整合に被っている。岩質は、灰色やや硬質岩で5cm大の角礫を含有している。

(D) 第四紀パロツソ層

上記の角礫凝灰岩の上部には、安山岩—灰紫色石英安山岩—石英安山岩質凝灰岩がそれぞれ厚さ40m～300mで一部層理を示して分布している。これらはパロツソ層下部～中部相当層と思われる。岩質は青灰色堅硬で、微晶質のかんらん石、輝石、長石、磁鉄鉱をともなう玄武岩質安山岩または、石英、長石、雲母の結晶破片が散在する暗色石英安山岩質凝灰岩である。さらにこの上部に、玄武岩熔岩流がありパロツソ上部相当層と思われる。この玄武岩は山頂にはほぼ水平に分布し、岩質は暗紫褐色、細粒堅硬岩で、かんらん石、普通輝石の斑晶、磁鉄鉱が認められる。

2-1-3 ベリーリエーヤウリ間のルート (Fig 5-A, Fig 11, Fig 12 参照)

(A) 分布岩石

ベリーリエー周辺、ヤウリ北部付近には、黒色砂岩、頁岩層及び石灰岩層の先第三紀層と、さらにこれらをつらぬく進入岩類が分布する。これらを被ってパロソ層の安山岩、玄武岩および一部凝灰岩が分布し、ベリーリエーヤウリ間の海拔 4,500 m を超える山塊を形成している。

(B) 先第三紀層

ベリーリエー付近のユラ層は、凝灰質砂岩と黒色頁岩との互層より成り、走向方向 N-S 西緩傾斜を示すが、ベリーリエー付近では逆に東傾斜となり、上部にフェロパンパ層の石灰岩が整合的に載っている。これらの地層は花崗岩質岩の岩株、岩脈によってつらぬかれている。

(C) 進入岩類

進入岩類は、NNW-SSE の方向をもって先第三紀層と接し N-S 方向及び E-W 方向の節理が発達し、一部に NNW-SSE 方向の葉理構造が認められる。岩質は、花崗閃緑岩質斑岩で、ベリーリエー西側の完晶質粗粒岩に比べ斑状である。雲母、角閃石、灰曹長石の斑晶と、アルカリ長石-石英の微晶より成る岩石や、輝石、斜長石と微粒石英から成る閃緑岩質の岩石を主とする。コボラケ (Coporaque) 北方に見られる進入岩類は、閃緑岩質であって角閃石を含み、一部雲母、石英を含んでいる。

(D) 第四紀パロソ層

前述の地層の上部にパロソ層安山岩類があつて、ヤウリーベリーリエー間の山塊を形成し、ヤウリ周辺では進入岩類を不整合に被っている。下部は石英安山岩質凝灰岩となり、安山岩の破片を含み、細粒の有色鉱物の破片を含有している。安山岩類は、暗黒色堅硬で長石斑晶を含む雲母、輝石安山岩が多い。一方ヤウリーベリーリエー間の山塊上部に玄武岩質岩石があり、かんらん石、輝石を含み、流理構造が見られる。

ヤウリ周辺平野部では、段丘堆積物が発達している。

2-1-4 ヤウリーエクトルテハダ (Hector Tejada) 間ルート (Fig 5-A, Fig 10 Fig 12 参照)

(A) 分布岩石

ヤウリ南部には、先第三紀層の珪岩、頁岩類がほぼ N-S 方向に分布し、その周辺に石灰岩類が広く分布している。これらをつらぬいて進入岩類の底盤、岩脈、岩株が数多く存在している。これらの岩石を母岩として、金属鉱床が数多く知られ、金属鉱床地帯を形成している。ヤウリよりエクトルテハダ付近までの間には、これらの岩石類を被って、パロソ層中部の砂質凝灰岩、泥質凝灰岩、礫岩等が広く分布している。エクトルテハダの東部 2.2 km 付近には、プノ層 (Puno Formation) の礫岩及び砂岩の互層が

ほぼ NNW-SSE 方向に分布している。

(B) 先第三紀層

珪岩、頁岩類はヤウリ東南部に、幅約 3 km、延長約 10 km にわたって露出し、NNW-SSE 方向の走向を示し、N-S 方向の軸をもって褶曲構造を示している。ケチュア地区では、珪化のいちぢるしい所が見られ黒色頁岩が灰白色堅硬に変質している。石灰岩は、細粒、暗色ないし灰白色で、稿状の層理を示すものが多く、前述の珪岩、頁岩の周辺に分布し、不整合又は断層をもって接している。NNW-SSE 方向の軸をもって褶曲構造を示す。

アトラヤ鉱山北方 2 km の石灰岩中には、小型有孔虫の類の Polymorphininae (三疊紀より現代まで) 及び Oolininae (ジュラ紀より現代まで) を含有し、また、Tintinoida 類の Carpcionella (欧州アルプス山地では、上部ジュラ紀—下部白亜紀に多いといわれる) を含有している。

したがって、この石灰岩を含むフエロパンパ層は白亜紀の地層と判断され、この下位の珪岩、頁岩層はユラ層相当層であろうと推定される。

(C) 第三紀ブノ層

エクトルテハダ東方には、礫岩、砂岩より成る地層が分布している。走向は NNW-SSE、西へ急傾斜をなすものが多い。礫岩は、礫の大きさ最大 5~15 cm 程度で、主として花崗岩、閃緑岩、安山岩、石灰岩、頁岩等の礫より成り粗粒砂岩により固結されている。砂岩は灰白色ないし暗灰色で、粗粒又は中粒のやや硬い岩石である。これは岩質上より、チチカカ湖 (Lago Titicaca) 付近に発達するブノ層であると推定した。またこの礫種より、ブノ層は進入岩類より後期の堆積物であると考えられる。

(D) 第四紀パロソソ中部層

上記の地層を被って、白色凝灰岩類が広く分布している、砂質凝灰岩、泥質凝灰岩、浮石質細粒凝灰岩、及びこれらの互層より成り、ややルーズな堆積物である。地層の走向は NE-SW または NW-SE に変化し、ゆるやかな傾斜を示す。これは湖沼堆積物で、一部に植物化石を含む。アトラヤ鉱山付近に多い石灰質凝灰岩は、この付近に分布している多くの石灰岩が侵蝕流下し、火山岩の侵蝕物や降下火山灰と混合して形成されたものと考えられる。

(E) 進入岩類

このルートで見られる進入岩類は花崗閃緑岩、石英モンソニ岩、閃緑岩及び一部石英斑岩の岩種よりなる。これらは前述の珪岩、頁岩および石灰岩をつらぬいて、底盤、岩株、岩脈の状態分布している。

アトラヤ鉱山付近の花崗岩は、雲母、角閃石を含む粗粒完晶質岩であるが、エクトルテハダ南部 4 km の地点では、石灰岩を N-S 方向につらぬく閃緑岩質ひん岩が見られ、

輝石と斜長石を含んでいる。本岩類は白亜紀石灰岩をつらぬいており、第三紀プノ層の礫中に含まれることより、白亜紀末の進入岩と推定される。

2-1-5 ケチュア (Quechua) — ヤウリ — エルデスカンソ (El Descanso) 間ルート (Fig 5-B Fig 10, Fig 11 参照)

(A) 分布岩石

ヤウリ北部には進入岩類が露出し、これらを被ってパロツソ層中部の白色凝灰岩、砂質凝灰岩、泥質凝灰岩類が広く分布している。エルデスカンソ付近には、プノ層の礫岩、砂岩が分布し、走向方向NNW-SSE、西傾斜を示している。

(B) 進入岩類

このルートに見られる進入岩類は主として閃緑岩より成り、ペリーリエ〜ヤウリ間ルートで述べた粗粒完晶質雲母、輝石、角閃石を含む岩石につながる岩体である。ヤウリ北方12kmには黄鉄鉱、黄銅鉱の鉱染している所もみられる。

(C) 第三紀プノ層

エルデスカンソの南部に広く分布している礫岩、砂岩より成る地層である。礫岩の礫種は大きさ20cm以下で、石灰岩、珪岩、安山岩、石英粗面岩等の円礫、亜角礫よりなり、粗粒砂により固結されている。走向NNW-SSE、傾斜は西へ25°~60°と変化する。砂岩は粗粒砂岩、泥岩、泥質凝灰岩、凝灰質砂岩などより成り、いずれも浅海性の堆積物であることを示している。

(D) 第四紀パロツソ層中部層

プノ層を不整合に被って、砂質凝灰岩、泥質凝灰岩、浮石質凝灰岩等がゆるい傾斜を示して分布している。本層はヤウリ盆地のなだらかな地形を形成していて、エクトルテハダ付近に分布している同種の地層につながる湖沼堆積物である。地層の厚さは約100mと推定される。これらは第四紀パロツソ層中部層と考えられる。

2-2 各ルートの地質総括

各ルートの地質は次のごとく総括される。

(A) 中生代ジュラ紀ユラ層は、黒色頁岩、砂岩、および灰色珪岩より成り、調査地域北部に広く分布するユラ層中のラブラ層およびワルアニ層に岩質的に対比される。本岩層は、アンタバンパーコタワシルートの北部および中部において、さらにヤウリ南部地区において確認されている。

(B) 白亜紀フエロパンパ層は、主として石灰岩等より成る。本層はチンタヤ鉱山北方において、化石が発見され、白亜紀層に対比される。本層は、ヤウリ南部に広く露出しており、ペリーリエ南部およびチウラ北部でそれぞれ確認された。前述のユラ層の珪岩周辺に分布し、褶曲、断層の方向がユラ層のそれと類似しており、ユラ層に引続き堆積した

ものと考えられる。

- (C) 白亜紀末進入岩類の岩相は、花崗岩、花崗閃緑岩、閃緑岩、モンソニ岩、閃緑岩質ひん岩、石英斑岩等各種の変化を示す。これらはヤウリおよびベリーリエ地域に広く分布しており、またアンタパンパー—コタワシ間のルート北部に小さく露出している。底盤状、岩株状、岩脈状をなして、珪岩、石灰岩等をつらぬき、白亜紀末に進入したものと思われる。鉱床の生成は、前述の堆積岩および進入岩類の組合せが重要な要素となる。
- (D) 第三紀初期ブノ層は、礫岩、砂岩、砂質凝灰岩より成り第三紀下部に対比される。これは、礫種の中に、石灰岩、珪岩等の先第三紀層岩石、および花崗岩類の円礫を含むことによる。本岩はNNW—SSE方向に、エルデスカンソより、エクトルテハダ東部にかけて分布している浅海性の堆積層で、岩相の変化が多い。
- (E) 第三紀中期タカサ層は、中性火山岩類および角礫凝灰岩類よりなる。ベリーリエ南部に、安山岩質凝灰岩、砂質凝灰岩が分布している。写真地質調査では、これをタカサ層としているが、上部の安山岩または石英安山岩との境界が、明瞭でないので、タカサ層かどうかは判定しがたい。また、アンタパンパー—コタワシ・ルート北部に分布する先第三紀層を被り白色凝灰岩がある。写真地質調査では、タカサ層としているが、断面研究の結果では、第四紀火山岩の中部相当層と思われる。したがって、今回の地表概査でタカサ層と判断したものは、エスキーナ周辺に分布するものであるが断定するには更に精密な調査が必要である。
- (F) 第四紀火山岩類は、角礫凝灰岩、白色凝灰岩および安山岩、玄武岩、石英安山岩等の熔岩流より成る。分布の方向性は明瞭なものではなく、緩傾斜または水平なものが多い。ヤウリーベリーリエ図幅の西部、及びチウラ図幅の大部分を占めている。岩質が、酸性→中性→塩基性に時間と共に変化しているのが認められた。
- (G) ヤウリ盆地には、先第三紀層およびブノ層を被って、パロツソ中部層の湖沼堆積物が堆積している。これは、砂質凝灰岩、砂岩、泥質凝灰岩、浮石質凝灰岩などより成る。

2-3 地質構造

地質概査の結果、判明した一部の地質構造は次のとおりである。

2-3-1 先第三紀層および進入岩類

- (A) 先第三紀層のユラ層およびフェロパンパ層は、N—S方向またはNNW—SSE方向の軸をもって褶曲を示し、N—S方向の断層運動をうけている。両者の構造線の方向には類似性が多い。
- (B) 進入岩類はN—S方向に多く貫入し、N—S方向の本岩の岩脈も多い。一部にE—W NW—SE方向のものも見られる。また、NW—SE方向、NE—SW方向の断層運動を受けている。

- (C) 侵入岩類および先第三紀層は、ベリーリエ、エスキーナ付近に露出するものと、ヤウリ南部に露出するものを結ぶと、略NW-SE方向に分布していることが判る。エクトルテハダとサンタルシア・デ・ピチガ (Santa Lucia de Pichigua) を結ぶNW-SE方向の線以東には、露出は知られていない。
- (D) 先第三紀層はアンタパンバーコタワシ・ルートの北端と南部に分布している。南部では、新期火山岩の間に本層の珪岩が地るい状に突出している。これはブナ侵蝕面形成時に、侵蝕されずに残ったものと思われる。

2-3-2 第三紀層ブノ層

第三紀層のブノ層は走向NNW-SSEで、西へ急傾斜を示す。本層の西側は、湖沼堆積物の白色凝灰岩と接していて、その境界付近にNNW-SSE方向に石英安山岩の熔岩流の丘がならんで分布している。このことよりブノ層の西側に沿う弱線の存在が考えられ、弱線に沿って、この熔岩流が噴出したものと考えられる。

2-3-3 第三紀および第四紀層の火山岩類

本岩類は西部地区では、比較的緩傾斜の火山岩、火山砕屑岩の堆積物であり、走向傾斜は判然としないが、安山岩、玄武岩・白色凝灰岩など、岩相が変化するにすぎない、それらに若干の差がある。

本層の火山岩類の流理は、ヤウリ西部ではNW-SE方向を示すものが多く、一部にN-S、E-Wの方向性が見られる。本層のうちヤウリ盆地付近の湖沼堆積物は、走向NNW-SSE、緩傾斜の堆積を示している。

2-4 鉱物資源

本地域内における、既知鉱床ないし鉱床示徴のうちおもなものは次表のとおりである。

鉱床名	鉱床タイプ	母岩
チンタヤ Tintaya	スカルン銅	石灰岩
アタラヤ Ataraya	" "	"
ケチユア Quechua	ポーフイリーカッパー	石英モンソニ斑岩、珪岩

2-4-1 既知鉱床

本調査において、チンタヤ、アタラヤ、ケチユアの3鉱床を視察した。

(A) チンタヤ鉱床

本地区は石灰岩、珪岩およびこれらをつらぬく閃緑岩、石英モンソニ岩質斑岩より成る。

本鉱床は、石灰岩と石英モンソニ岩質斑岩間に生成されたスカルン鉱床であり、鉱床は、ルーフペンダント状に残った石灰岩層周辺に形成され、緑れん石、ざくろ石、磁鉄

鉱、赤鉄鉱、透輝石、菱鉄鉱等のスカルン鉱物と、黄銅鉱、輝銅鉱、黄鉄鉱、輝水鉛鉱の硫化鉱より成る。酸化帯は、数10mの深さに達し、孔雀石、珪孔雀石、藍銅鉱、赤銅鉱などを含有し、二次富化を受けており、下部は硫化鉱床帯である。変質は、緑泥石化が強く、セリサイト化、粘土化が見られる。

(B) アトラヤ鉱床

チンタヤ鉱床と同種のスカルン鉱床であり、銅鉱物が多く、磁鉄鉱がやや少ない。石灰岩とこれをつらぬく閃緑岩、および石英斑岩が分布し、鉱床はこれら岩石の接触部に沿う脈状の形態を示す。堅坑により坑内採掘中で、硫化鉱を対象とする浮遊鉱場(300T/1)が稼働中である。

(C) ケチユア鉱床

チンタヤ南方約10kmに在り、本地区は頁岩、砂岩をはさむ珪岩層および石灰岩層が分布しており、N-S方向を軸とする褶曲構造を示している。これら堆積岩類をつらぬいて、閃緑岩、および石英モンゾニ斑岩、石英斑岩が分布している。石灰岩、珪岩およびこれらをつらぬく石英モンゾニ斑岩の境界付近に胚胎した銅、モリブデンの鉱染鉱床(ポーフイリー・カッパー型)である。珪岩は破碎が進み、地表には数ヶ所に酸化銅の鉱染が見られる。黄銅鉱、輝銅鉱、黄鉄鉱などの硫化鉱を含み、現在探鉱中である。

2-4-2 鉱徴地

今回の調査によって発見された鉱徴地は、ヤウリ北方12kmの道路南側(サントルシア・デピチグアの西方750m)に、ひん岩状閃緑岩が露出している。この岩石中に、NE-SW方向、傾斜垂直の裂こがあり、これを中心に幅10m~20mの範囲が若干珪化を受け、黄銅鉱、斑銅鉱、黄鉄鉱を鉱染している。この裂こに沿って、珪孔雀石、孔雀石が見られ、一部に輝銅鉱も認められた。この裂こ周辺の銅の品位は、0.1%程度と考えられる。この付近の閃緑岩には、黄鉄鉱の鉱染が見られるところがあり、新期の凝灰岩に被われた他の鉱徴地の可能性が考えられる。

第 3 章 岩石の室内研究

3-1 岩石研究

3-1-1 研究概要

調査ルートに沿った各所において、代表的な岩石のサンプルを採集し、顕微鏡による観察を行ない、代表的な岩石の一部に対し顕微鏡写真撮影をおこなった。(Table 1 参照)

各岩石の岩相、岩石相互の関係および地層の走向傾斜等の地質、岩石の記載は、ルートマップに示した。(Fig 5 A, Fig 5 B 参照)

各岩石の顕微鏡観察結果については、Table 3 に記載し、また顕微鏡写真については、Table 4 に示した。

数種の凝灰岩類については、X線解析を行ない、おのおのの構成鉱物を明らかにした。(Table 5 参照)

化石については、採集したサンプル 4 種について、日本地質調査所で鑑定した結果、チンタヤ鉱山北部における石灰岩のサンプル中に、小型有孔虫の類を含有しているのを確認し、この石灰岩を白亜紀の地層であろうと推定する根拠とした。これ以外のサンプル中には、化石は確認されなかった。(Table 2 参照)

3-1-2 各岩石の顕微鏡観察結果 (Table 3, 4 参照)

各ルート別サンプル中、代表的サンプルの薄片 20 枚の観察結果は次の通りである。

(A) アンタバンパーコタワシルートの安山岩類

石英安山岩(サンプル A-4)、安山岩(サンプル A-3)、輝石安山岩(サンプル A-9)の 3 サンプルは、何れも下部パロツソ層の岩石である。石英安山岩(A-4)中の鉱晶は、斜長石(Andesine - Oligoclase)雲母、石英であるのに対し、輝石安山岩(A-9)は雲母、輝石、かんらん石および短冊状の斜長石微晶を含んでおり、安山岩(A-3)はそれらの中間的な鉱物組成より成る。何れも副成分鉱物として、磁鉄鉱を含む岩石が多い。これらの観察より、本ルートのパロツソ層の安山岩類は、酸性より塩基性にいたる成分の岩石より成っている。玄武岩熔岩流として、採集したサンプル A 8 は、角閃石、輝石、斜長石(An 50)磁鉄鉱を主晶鉱物とする塩基性黒色岩である。

(B) 進入岩類

完晶岩には、花崗岩(K-31)、花崗閃緑岩(A-1)がある。角閃石、長石(Andesine - Oligoclase)石英、時に黒雲母を含み、二次鉱物として方解石、磁鉄鉱、雲母が見られる。

斑岩には、石英閃緑岩質斑岩(S-1)、(K-6)、(T-11)がある。石英、

角閃石、斜長石 (An 30-40) を主成分鉱物とし、時に普通輝石を含み、副成分鉱物は燐灰石、ジルコン、磁鉄鉱、せつ石などを含んでおり、これら3サンプルはきわめて類似した組成を有している。S-1とT-11は、コボラケ北部にある一進入岩体より採集したサンプルであるが、K-6は、エスキーナ北部の進入岩体である。

さらに、花崗閃緑岩質斑岩には、S-6がある。細粒-中粒岩で、斜長石、角閃石、雲母、少量の石英を主成分とし、せつ石、燐灰石、ジルコンを副成分とする。

閃緑岩質ひん岩には、T-4、S-8があり、輝石は何れも方解石に変質し、長石、石英を含有する。T-4中の雲母は緑泥石化している。T-4は、石灰岩をつらぬく岩脈で変質が多い。閃緑岩質ひん岩には、さらにS-3があり、角閃石、黒雲母、長石 (Andesine-Albite) より成り、副成分として、燐灰石、ジルコン、せつ石、磁鉄鉱を含んでいる。

上記の進入岩類は、岩相、形態の差にもかかわらず、角閃石、雲母、斜長石 (An 30-40) 石英を主とし、一部輝石をとまなうもので、副成分鉱物には、燐灰石、ジルコン、せつ石、磁鉄鉱を含んでいる。かつ、二次鉱物として方解石、雲母等に変質しているのが多い特徴を有している。

(C) エスキーナ周辺のタカサ層岩石 (Fig 5 A, Table 3参照)

タカサ層岩石には、K-8の石英安山岩質集塊岩がある。本サンプルは、5cm大の亜角礫を含む灰色岩で、斑晶には、角閃石、輝石、黒雲母、長石、基質部には、石英、長石、角閃石、雲母、燐灰石、磁鉄鉱などの微粒が見られる。

(D) ベリーリエーヤウリ区域の下部パロツソ層岩石

石英安山岩質凝灰岩 (K-15)、安山岩質凝灰岩 (S7) の2サンプルがある。K-15は、斑晶に石英、斜長石 (Oligoclase - Andesine) 黒雲母を含み、不規則亜角礫、石英破片をとまない、一部モンモリロ石化を受けている。

S-7は、安山岩角礫を含み、石英、斜長石、輝石、角閃石、磁鉄鉱の斑晶と石英、長石の基質部より成る。

何れも、角礫を含む酸性 - 中性成分の凝灰岩である。

(E) ベリーリエーヤウリ区域の上部パロツソ層岩石

玄武岩 (K-19) (K-15'), 安山岩 (K-34, S-5) がある。

何れも暗色~紫灰色の硬質岩で、玄武岩は、かんらん石、輝石、磁鉄鉱、斜長石の斑晶または微晶を含み、安山岩は、輝石、斜長石 (Andesine) 黒雲母の斑晶を有している。したがって、パロツソ層上部は、中性 - 塩基性の火山岩を主とした岩石で構成されている。

S-4は、パロツソ層下部に分類している暗紫色普通輝石玄武岩であり、かんらん石、普通輝石の斑晶を有し、斜長石、かんらん石、輝石、磁鉄鉱の基質部より成る岩石であり、岩質から見ると、パロツソ層上部の岩石に類似していると思われる。

3-2 磁気測定

(A) 帯磁率測定

空中磁気探査の解析に資するため、地表地質概査により採集された岩石試料について、帯磁率の測定をおこなった。測定にはBison Instruments Model 3101を用いた。(Table 1参照)

岩石名	個数	帯磁率 $\times 10^{-3}$ c. g. s. e. m. u. / cc
安山岩類	15	0.88
凝灰岩類	12	0.29
先第三紀堆積岩類	3	0.02
新期堆積岩類	4	0.34
花崗岩類	12	0.65 (1ヶ除外)
ブノ厩	1	2.22

Table 1 より、岩石別平均値は上表の通りである。

上表より、安山岩類、花崗岩類は、他の岩類に比して、帯磁率が大きい値を示し、一方堆積岩類は小さい値を示している。しかし、Table 6 によれば、花崗岩類の帯磁率の値は、 $10^{-3} \sim 10^{-5}$ c. g. s. e. m. u. / cc のオーダーに広い範囲を示し、サンプルによって、相当の差異のあることを示している。安山岩類も、花崗岩類と同様に、帯磁率の値は広い範囲を示すが、玄武岩は、比較的高い値を示す。これは顕微鏡観察により玄武岩には磁鉄鉱が他岩石より比較的多く含有されていることを確認している。ブノ厩の礫質砂岩が極めて高い値 (2.22×10^{-3} c. g. s. e. m. u. / cc) を示すのは、構成礫のうち非常に帯磁率の高いものを含む部分を測定したためである。

これら採集サンプルは、限られた数であるが、岩石別に分類した上記の値は、大局的な傾向を表わしているものと考えられる。

(B) 残留磁気測定

岩石試料の残留磁気測定を測機合製無定位磁力計を使用して行なった。測定結果は、Table 1 のとおりである。

3-3 写真地質調査と地質概査との関連

写真地質調査の解析に当っては、地表地質概査のルートマップを使用し、個々の地質と対応する写真上の特徴について対比をおこなった。写真地質調査の解析図は、地表概査の結果とよく一致する場所が多く、短時日の間に、広範囲の地質および地質構造を判読するには、きわめて

有効であることが判明した。

地表概査のアンタバンパーコタワシ間ルートにおいて、先第三紀層の珪岩が延長1 km以上にわたり露出していることが確認されたが、写真地質上では、火山岩類と識別されない。また、エクトルテハダ東部にあるブノ層と新期凝灰岩類との境界付近には、石英安山岩の熔岩流を地表概査では確認しているが、写真地質図では、ほとんど図示されていない。これらの事実より考え写真地質調査は、広範囲の地域を迅速に調査するには、きわめて有効であるが、地質の判読に限界があることを示し、地質調査による現地確認が必要と思われる。

3-4 空中磁気探査と地質概査との関連

空中磁気探査の解析に当っては、地表地質概査によって観察された地質の特徴も考慮に入れた。

空中磁気探査の面積に比較して、地表地質概査はルート进行调查したのみなので、空中磁気探査の結果と地表地質概査との詳細な関連はつけられなかったが、調査ルートの地質と空中磁気探査によって解析された結果はよい一致を示している。

アンタバンパーコタワシ間には安山岩、玄武岩等の火山岩が卓越していることが地表地質概査で観察されており、空中磁気探査でもこの地域には浅部に存在する磁性岩体による異常が多く分布しており、地表地質概査による結果を裏付けている。

ヤウリ付近の地域には、アンタバンパーコタワシ方面に比較すると火山岩の分布が少ないが、侵入岩の露出が観察されており、空中磁気探査でもこの地域には深部磁性岩体による異常が卓越している。露出している侵入岩体と空中磁気探査により解析された浅部磁性岩体による異常の分布が一致している部分もあるが一致しない部分もある。これは、侵入岩の帯磁率がTable 6に示すように、低い値から高い値の間にバラツいていることが原因と考えられる。

上述のように空中磁気探査と地表地質概査の対応が比較的良好なので、更に詳細な地質調査をおこない、空中磁気探査と地表地質の関連を研究することが望ましい。

第4章 今後の調査に対する意見

本年度の地表地質調査の結果、今後この地域に対しては、次のような探査をおこない、更に詳細な地質を把握することが望ましい。

- (A) 先第三紀堆積岩層および侵入岩類の分布が広く、かつ鉱床賦存の多い東部地域を優先し、東部地域全体の地質調査を行ない、地質ならびに鉱床状況を明らかにする。
- (B) 地域全域の河川の流砂堆積物を組織的に採集し、地化学探査を実施し、有望鉱徴地を迅速に明らかにする。
- (C) 化石の採集、岩石の顕微鏡研究および絶対年代測定を行ない、基礎的な地質データを研究し、時代区分を明らかにする。
- (D) 有望鉱徴地には、地質の精査を行ない、鉱床胚胎の場の詳細な形態、性格を明らかにする。

文 献

Norman D. Newell (1949)

Geology of the Lake Titicaca Region, Peru and Bolivia.
The Geological Society of America, Memoir 36

William F. Jenks (1956)

Handbook of South American Geology.
The Geological Society of America, Memoir 65.

Eleodoro Bellido B. (1969)

Sinopsis de la Geologia del Peru
Servicio de Geologia y Minería

Eleodoro Bellido B. (1969)

Aspectos Generales de la metalogenia del Peru
Servicio de Geologia y Minería

APPENDIX

	<u>Page</u>
FIG.1. LOCATION MAP OF THE YAURI AREA, SOUTHERN PERU	1
FIG.2. LOCATION MAP OF THE YAURI AREA, SOUTHERN PERU	2
FIG.3. GEOMORPHIC DIVISIONS OF THE YAURI AREA	(S.V.)
FIG.4. GENERALIZED COLUMNAR SECTION	(S.V.)
FIG.5A. ROUTE MAP & LOCATION MAP OF SAMPLES	(S.V.)
FIG.5B. ROUTE MAP & LOCATION MAP OF SAMPLES	(S.V.)
FIG.6. GEOLOGICAL PROFILE OF RIO MOLLEBAMBA-RIO HUARCAYA	(S.V.)
FIG.7. COMPILED COLUMNAR SECTION OF RIO MOLLEBAMBA-RIO HUARCAYA ROUTE	(S.V.)
FIG.8. GEOLOGICAL PROFILE OF ESQUINA-CAYANCA	(S.V.)
FIG.9. LOCAL COLUMNAR SECTION OF ESQUINA, TAMBOPATA, CAYANCA-AYAPATA	(S.V.)
FIG.10. GEOLOGICAL PROFILE OF QUECHUA-EL DESCANSO	(S.V.)
FIG.11. LOCAL COLUMNAR SECTION VELILLE-YAURI-HECTOR TEJADA, EL DESCANSO	(S.V.)
FIG.12. GEOLOGICAL PROFILE OF VELILLE-YAURI-HECTOR TEJADA	(S.V.)
TABLE 1. LIST OF ROCK SAMPLES	A - 1
TABLE 2. FOSSIL	A - 3
TABLE 3. MICROSCOPIC OBSERVATION OF ROCKS	A - 4
TABLE 4. MICROPHOTOGRAPHS OF ROCKS	
TABLE 5A X-RAY DIFFRACTIVE ANALYSIS OF ROCKS	
B "	
C "	
D "	
E "	
TABLE 6. MEASURED MAGNETIC SUSCEPTIBILITY	

APPENDIX

TABLE 1 LIST OF ROCK SAMPLES

Q: QUADRANGLE

SAMPLE NO.	ROCK NAME	FORMATION GROUP	LOCATION	MAGNETIC MEASUREMENT SUSCEPTIBILITY <small>$\times 10^{-3} \text{ c.g.s. emu/cc}$</small>	MANUFACTURE OF THIN SECTION	PHOTOGRAPH UNDER MICROSCOPE	X - RAY DIFFRACTIVE ANALYSIS	FOSSIL	REMNANT MAGNETIZATION		
									<small>$10^{-3} \text{ Jr. emu/cc}$</small>	D	I
A 1	GRANODIORITE	GRANITE GROUP	MOST NORTHERN PART OF Q. CHIURA	2.18	○						
A 2	DACITE	LOWER BARROSO F.	49 KM NORTH OF CHUMPAYO LOMAS IN Q. CHIURA	0.02	○						
A 3	ANDESITE	LOWER BARROSO F.	48 KM NORTH OF CHUMPAYO LOMAS IN Q. CHIURA	0.23	○						
A 4	BIOTITE DACITE	LOWER BARROSO F.	41 KM NORTH OF CHUMPAYO LOMAS IN Q. CHIURA	0.53	○	○ ○					
A 6	DACITIC VOLCANIC BRECCIA	MIDDLE BARROSO F.	36 KM NORTH OF CHUMPAYO LOMAS IN Q. CHIURA	0.84	○						
A 7	ANDESITIC TUFF BRECCIA	MIDDLE BARROSO F.	34 KM NORTH OF CHUMPAYO LOMAS IN Q. CHIURA	0.05	○						
A 8	BLACK BASALT	BASALT LAVA	23 KM NORTH OF CHUMPAYO LOMAS IN Q. CHIURA	2.26	○	○ ○					
A 9	BASALTIC ANDESITE	LOWER BARROSO F.	18 KM NORTH OF CHUMPAYO LOMAS IN Q. CHIURA	1.13	○	○					
A 10	DACITE TUFF	LOWER BARROSO F.	13 KM NORTH OF CHUMPAYO LOMAS IN Q. CHIURA	0.28	○						
A 11	WHITE TUFF	MIDDLE BARROSO F.	2 KM WEST OF CHUMPAYO LOMAS IN Q. CHIURA	0.30	○						
A 12	TUFF WITH SHALE	"	"	—		○					
A 15	ANDESITE	LOWER BARROSO F.	5 KM SOUTH WEST OF CHUMPAYO LOMAS IN Q. CHIURA	0.87							
K 1	HORNBLLENDE BIOTITE DIORITE	GRANITE GROUP	10 KM NORTH OF TAMBOPATA	0.09					0.093	210	+41°
K 2	LIMESTONE	FERROBAMBA F.	11 KM SOUTH OF VELILLE IN Q. VELILLE	0.03							
K 6	DIORITE	GRANITE GROUP	13 KM NORTH WEST OF ESQUINA IN Q. CAYARANI	0.09	○						
K 8	TUFF BRECCIA	TACAZA F.	4 KM WEST OF ESQUINA IN Q. CAYARANI	0.24	○	○ ○ ○					
K 11	BIOTITE ANDESITE	TACAZA F. ?	3 KM NORTH WEST OF TAMBOPATA	1.89	○				0.291	330	-33°
K 15	DACITIC WELDED TUFF	LOWER BARROSO F.	5 KM SOUTH EAST OF TAMBOPATA IN Q. VELILLE	0.27	○	○					
K 15'	OLIVINE BASALT	UPPER BARROSO F.	"	1.13	○	○ ○ ○					
K 19	GREY ANDESITE	UPPER BARROSO F.	5 KM SOUTHEAST OF CAYANCA IN Q. VELILLE	2.74	○						
K 20	LAPILLI TUFF	TACAZA F. ?	7.5 KM SOUTH OF Q. VELILLE SAN MIGUEL MINE	—	○	○					
K 23	BRECCIA PIPE	?	"	—							
K 28	PEARLITIC ANDESITE	—	8 KM EAST OF SAN MIGUEL MINE	0.07					0.077	210	-22°
K 29	PUMICEOUS WHITE TUFF	MIDDLE BARROSO F.	AYAPATA, IN Q. VELILLE	0.05			○				
K 30	CALCAREOUS GREY TUFF	MIDDLE BARROSO F.	10 KM NORTH OF ATARAYA MINE IN Q. YAURI	0.12							
K 31	GRANITE	GRANITE GROUP	2 KM NORTH OF ATARAYA MINE	1.76	○	○					
K 33	LIMESTONE	FERROBAMBA F.	"					○			
K 34	GREY ANDESITE	UPPER BARROSO F.	3 KM SOUTH OF QUECHUA IN Q. YAURI	0.05	○						
K 10	TUFF	TACAZA F.	7 KM SOUTH OF ESQUINA IN Q. VELILLE				○				
S-1	QUARTZ DIORITE	GRANITE GROUP	10 KM NORTH WEST OF YAURI IN Q. YAURI	0.36	○	○ ○					
S-2	PURPLISH ANDESITE	LOWER BARROSO F.	5 KM NORTH OF COPORAQUE IN Q. VELILLE	0.03							
S-3	DIORITE PORPHYRITE	GRANITE GROUP	17 KM NORTH WEST OF YAURI IN Q. YAURI	1.55	○						
S-4	PURPLISH BASALT	LOWER BARROSO F.	31 KM NORTH WEST OF YAURI IN Q. VELILLE	0.11	○						
S-5	PURPLISH GREY ANDESITE	UPPER BARROSO F.	20 KM SOUTH EAST OF VELILLE IN Q. VELILLE	1.29	○	○					
S-6	GRANODIORITE PORPHYRITE	GRANITE GROUP	12 KM EAST OF VELILLE IN Q. VELILLE	0.69	○	○					
S-7	SILICIFIED TUFF	LOWER BARROSO F.	11 KM EAST OF VELILLE IN Q. VELILLE	1.94	○						
S-8	DIRITE PORPHYRITE	GRANITE GROUP	8 KM EAST OF VELILLE IN Q. VELILLE	0.03	○						
S-9	TUFFACEOUS SANDSTONE	YURA F.	4 KM EAST OF VELILLE	0.03							
S-10	DACITIC PORPHYRY	GRANITE GROUP	1 KM EAST OF VELILLE	4.73							
S-12	GRANODIORITE	GRANITE GROUP	13 KM NORTH EAST OF HECTOR TEJADA								

SAMPLE NO.	ROCK NAME	FORMATION GROUP	LOCATION	MAGNETIC MEASUREMENT SUSCEPTIBILITY <small>$\times 10^{-3}$ c.g.s. emu/cc</small>	MANUFACTURE OF THIN SECTION	PHOTOGRAPH UNDER MICROSCOPE	X - RAY DIFFRACTIVE ANALYSIS	FOSSIL	REMNANT MAGNETIZATION		
									<small>10^{-3} Jr. emu/cc</small>		
S-13	Py-DIORITE - PORPHYRITE	GRANITE GROUP	12 KM NORTH OF YAURI								
S-14	ANDESITE	MIDDLE BARROSO F.	13 KM NORTH OF YAURI								
S-15	HORNBLende BIOTITE DIORITE PORPHYRITE	GRANITE GROUP	8 KM NORTH WEST OF COPORAQUE	0.29					0.580	330	-57°
S-16	DACITIC TUFF	MIDDLE BARROSO F.	16 KM SOUTH EAST OF VELILLE	0.05					0.003	0	+41°
S-20	SANDSTONE	MIDDLE BARROSO F.	11 KM NORTH EAST OF YAURI	—					—	—	—
T-1	SANDY TUFF	MIDDLE BARROSO F.	1 KM NORTH OF YAURI IN Q. YAURI	0.13							
T-2	QUARTZITE	YURA F.	17 KM SOUTH EAST OF YAURI IN Q. YAURI	0.03	○	○	○				
T-3	LIMESTONE	FERROBAMBA F.	5 KM SOUTH OF HECTOR TEJADA IN Q. YAURI	0.01							
T-4	PORPHYRITE	GRANITE GROUP	11 KM EAST OF TINTAYA MINE IN Q. YAURI	0.03	○						
T-5A	SANDY TUFF	MIDDLE BARROSO F.	7 KM SOUTH EAST OF HECTOR TEJADA IN Q. YAURI	0.02							
T-5B	SANDY TUFF	" "	" " " "	—			○				
T-6	SANDSTONE	PUNO F.	22 KM EAST OF HECTOR TEJADA IN Q. YAURI	2.22			○				
T-7	MUDSTONE	MIDDLE BARROSO F.	13 KM NORTH EAST OF YAURI IN Q. YAURI	0.02							
T-8	SANDSTONE	" "	15 KM NORTH EAST " "	0.98							
T-9	SANDSTONE	" "	" " " "	0.36							
T-10	WHITE TUFF	" "	8 KM NORTH OF HECTOR TEJADA IN Q. YAURI	0.03							
T-11	QUARTZ DIORITE PORPHYRITE	GRANITE GROUP	12 KM NORTH OF YAURI IN Q. YAURI	0.07	○						

TABLE 2. FOSSIL

Sample No. : K - 33
 Geological Group : Ferrobamba Formation
 Location : 2km North of Ataraya Mine
 Rock Name : Limestone
 Fossils : Foraminifera Range indicated
 Family Polymorphininae (genus and sp. indet.)
 " " Triassic to Recent
 " Oolininae (genus and sp. indet.)
 " Jurassic to Recent

Tintinoids

Carpionella sp.

(Range : from Jura. to Low Creta. in Alps Mts.)

This Ferrobamba Formation can be assumed from Jura. to Low Creta. in Geologic time.

Rock No. : K - 30
 Rock Name : Calcareous grey Tuff
 Geological Group : Middle Barroso Formation
 Location : 10km North of Ataraya Mine

Sample does not contain any Fossils.

Rock No. : K - 2
 Rock Name : Limestone
 Geological Group : Ferrobamba Formation
 Location : 11km South of Velille in Q. Velille

Sample does not contain any Fossils.

Rock No. : ATARAYA
 Rock Name : (Calcarenite) Calcareous Tuff
 Geological Group : Ferrobamba Formation
 Location : Ataraya Mine

Sample does not contain any Fossils.

TABLE 3

Microscopic Observation of Rocks

No. S-1
Name : Hornblende quartz diorite
Location : 10 km northwest-west of Yauri in Quadrangle Yauri
Geological Group : Granite group

Macroscopic Observation :

White color with black dots. Partly with porphyritic texture. A black gabbroic xenolith shows an 1-cm aggregate of mafic minerals.

Microscopic Observation :

Texture granular (granitic), partly porphyritic and allotriomorphic-granular with laths of plagioclase, quartz and hornblende are mostly allotriomorphic. Hornblende: pleochroic with X=light green, Y=light brown, Z=green: sometimes containing numerous inclusions of quartz and feldspar and rarely those of augite.

Plagioclase: An30-40 (n=quartz)

Accessories: apatite, sphene.

Altered minerals: magnetite, muscovite.

No. S-3
Name : Hornblende biotite diorite porphyrite
Location : 17 km northwest-west of Yauri in Quadrangle Yauri
Geological Group : Granite group

Macroscopic Observation :

Compact hard rock partly with foliation recognized.
Color grey, containing white silic minerals mixed with mafics of black minerals of 2 - 3 mm size.

Microscopic Observation :

Phenocrysts of hornblende, biotite and plagioclase (mainly andesine) are scattered in a sub-trachytic matrix of plagioclase and alkali-feldspar laths with accessory grains of zircon, allanite, epidote, sphene, fluorite and iron ore.

Hornblende, pleochroic with X=light brown, Y=reddish brown, Z=reddish brown, is considerably opacitized. Biotite also opacitized, has pleochroism of X=yellow, Y and Z=reddish brown.

Some phenocrysts of plagioclase with oscillatory zoning, change occasionally its composition from central andesine to marginal albite.

No. S-4

Name : Olivine augite basalt

Location : 31 km north-west of Yauri in Quadrangle Vellie

Geological Group : Lower Barroso Formation

Macroscopic Observation :

Dark purple-colored, compact rock.

A phenocryst of feldspar is 1 cm in size.

Microscopic Observation :

Phenocrysts of olivine and augite are scattered glomeroporphyritically in a semi-holocrystalline matrix with distinct trachytic texture, which consists of feldspar microlite and smaller amounts of olivine, augite and opaque minerals (possibly magnetite).

Most crystals of olivine are strongly altered into reddish brown iddingsite. Large phenocrysts of augite sometimes contain plagioclase poikilitically.

A large crystal of quartz rimmed with greenish brown glass, and fine-grained aggregates of greenish brown biotite, glass and opaque minerals are probably resorbed xenoliths or xenocrysts.

No. S-5

Name : Biotite augite andesite

Location : 20 km south-east of Velille in Quadrangle Velille

Geological group : Upper Barroso Formation

Macroscopic Observation:

A dark to black colored, compact hard-rock with phenocrysts of white feldspar (2-5mm size).

Microscopic Observation :

Phenocrysts of plagioclase (andesine), augite, biotite lie in a cryptocrystalline matrix with scattering andesine laths and specks of augite, biotite, apatite, zircon and magnetite.

Some large phenocrysts of plagioclase have very abundant liquid inclusions, and occasionally include augite, biotite, and magnetite.

Augite is altered in part to greenish brown chlorite-like minerals. Biotite is comparatively fresh with reddish brown pleochroism.

No. S-6
Name : Biotite hornblende granodiorite porphyry
Location : 12 km east of Velille in Quadrangle Velille
Geological Group : Granite group

Macroscopic Observation :

Dark grey-colored, fine to medium grained.
A phenocryst of feldspar is 7 mm in size, and a mafic black crystal is 5 mm in length.

Microscopic Observation :

Phenocrysts of oligoclase, hornblende, biotite and a little quartz lie in a cryptocrystalline matrix composed mainly of alkali feldspar and quartz with apatite, zircon, sphene and opaque iron ore. Crystals of sphene and apatite both showing euhedral forms, grow often up to microphenocrysts. Hornblende is relatively fresh and pleochroic with X=light green, Y=light brown, Z=greenish brown. Biotite, marginally opacitized shows pleochroism of X=light yellow, Y and Z=dark brown.

No. S-7
Name : Andesitic lithic-crystal tuff
Location : 11 km east of Velille in Quadrangle Velille
Geological Group : Lower Barroso Formation

Macroscopic Observation :

Microcrystalline, grey compact rocks, containing black mafic mineral aggregates (1 mm size),
Medium grained, hard rocks.

Microscopic Observation:

Andesitic fragments and crystals of quartz, plagioclase, augite, green hornblende and magnetite are scattered in a base of vitrified glass with minute grains of quartz, feldspar and chlorite.

Excepting quartz and hornblende, all minerals are distinctly altered. Hornblende shows a pleochroism of X=light green. Y=light brown and Z=green.

No. S-8
Name : Diorite porphyry
Location : 8 km east of Venville in Quadrangle Venville
Geological Group : Granite group

Macroscopic Observation :

Dull yellowish in color, medium to fine grained rocks containing dull grey xenolith, partly darker in color.

Microscopic Observation :

Texture sub-ophitic.

Phenocrysts of plagioclase and strongly altered pyroxene are filled with interstitial quartz grains (showing sub-ophitic texture).

Plagioclase is andesine. Accessory minerals are sphene (comparatively rich), epidote and green biotite.

Pyroxene is almost completely altered to calcite and brown chloritic minerals.

No. T-2

Name : Quartzite

Location : 17 km south east of Yauri in Quadrangle Yauri

Geological Group : Yura Formation

Macroscopic Observation :

A white, transparent hard brittle rock with fine crystals of quartz, partly impregnated with pyrite.

Microscopic Observation :

Mozaic aggregates of quartz.

No. T-4

Name : Diorite porphyry

Location : 11 km east of Tintaya mine in Quadrangle Yauri

Geological Group : Granite group

Macroscopic Observation :

A yellowish dull grey, hard rock partly with porous druses of 2 - 3 mm size.

Microscopic Observation :

Texture sub-ophitic, with interstitial quartz and biotite.

Biotite, altered partly to chlorite, shows pleochroism of green to colorless.

Phenocrysts are pyroxene, and altered to calcite and mica-like minerals (chlorite-hydromica).

Plagioclase is andesine, an accessory mineral is apatite.

No. T-11
Name : Augite hornblende biotite quartz diorite
Location : 12 km north of Yauri in Quadrangle Yauri
Geological Group : Granite Group

Macroscopic Observation :

Black to grey in color; phenocrysts of feldspar show
1-cm long rods and a black mafic mineral is
0.2 - 0.5 mm in size.

Microscopic Observation :

Coarse-grained, holocrystalline; allotriomorphic quartz, biotite and a little potash feldspar fill interstitially between crystals of idiomorphic plagioclase.

Mafic mineral are in glomeroporphyritic aggregates. Augite is distinctly altered, along the margin of which are hornblende and biotite.

Hornblende is pleochroic with X=light yellow, Y=green, Z=dark green, and biotite with X=light yellow, Y=Z=reddish brown.

Plagioclase shows same index as quartz, An30-40 (acidic andesine).

Accessory minerals are apatite (relatively large crystal), zircon, magnetite.

No. A-1
Name : Hornblende biotite granodiorite
Location : Northernmost part in Quadrangle Chiura
Geological Group : Granite Group

Macroscopic Observation :

Mozaic, coarse-grained;
grey in color with black mafic (2 - 3 mm) scattered.

Microscopic Observation :

Coarse-grained, holocrystalline
Plagioclase --- distinct normal zoning, sub-idiomorphic,
rimmed with oligoclase.
Quartz ----- alioctomorphic --- hypidiomorphic.
Biotite ----- almost fresh, partly altered to muscovite.
 X=light green, Y=light brown, Z=green.
Hornblende --- nearly fresh, lesser than biotite in amount.
 X=light green, Y=light brown, Z=green.
Accessory minerals --- distinct large crystal of sphene,
 apatite.
Secondary minerals --- calcite, muscovite, magnetite.

No. A-3

Name : Altered andesite or dacite flow

Location : 48 km north of Chumpayo Lomas in Quadrangle Chiura

Geological Group: Lower Barroso Formation

Macroscopic Observation :

Dark to black, compact rock; fine-grained with relatively pure black and grey to black matrix.

Microscopic Observation :

Phenocrysts of plagioclase (andesine?), pseudomorphs after biotite, hornblende and augite, and microphenocrysts of quartz lie in a cryptocrystalline matrix of plagioclase laths and quartz granules with accessories of apatite and magnetite.

Mafic minerals are almost completely altered into calcite, chlorite, opaque minerals etc. and secondary calcite is also formed in matrix.

No. A-4

Name : Biotite dacite

Locality : 41 km north of Chumpayo Lomas in Quadrangle Chiura

Geological Group : Lower Barroso Formation

Macroscopic Observation :

Grey and slightly light brown,
compact hard rock with flow bandings recognized.

Microscopic Observation :

Phenocrysts of plagioclase (andesine - basic oligoclase), biotite and quartz scattered in a cryptocrystalline matrix with abundant quartz, plagioclase, biotite plus accessory zircon, apatite, sphene and magnetite.

Biotite shows a distinct pleochroism with X=yellow, Y and Z=dark brown.

No. A-8
Name : Augite hornblende trachybasalt or Trachyandesite
Location : 23 km north of Chumpayo Lomas in Quadrangle Chiura
Geological Group : Basalt Lava flow

Macroscopic Observation :

Pure black compact rock with
white felspar scattered.

Microscopic Observation :

Phenocrysts composed of hornblende, plagioclase, augite, magnetite with minor amounts of olivine and hypersthene are scattered in the sub-trachytic or hyalopilitic matrix of plagioclase microlite and glass.

Hornblende is brown in color, opacitized in its margin, and rarely contains poikilitic crystals of augite and plagioclase.

Augite is less in amount and of a smaller grain than hornblende.

Olivine is rarely recognized as glomeroporphyritic phenocrysts.

Plagioclase phenocrysts generally show normal zoning with the core of An50.

Some large phenocrysts of plagioclase contain hornblende and magnetite.

No. A-9
Name : Biotite augite andesite
Location : 18 km north of Chumpayo Lomas in Quadrangle
Chiura
Geological Group : Lower Barroso Formation

Macroscopic Observation :

Dark grey, partly yellowish grey, comparatively compact rock, with white aggregates (3 - 5 mm) scattered; a dark aggregate of mafic minerals is 5 mm in size.

Microscopic Observation :

Phenocrysts of plagioclase (chief constituent and andesine) augite, biotite and olivine, lie in a sub-ophitic groundmass of plagioclase laths (andesine) filled interstitially with quartz and brown glass.

Augite and olivine phenocrysts are comparatively fresh, and some of olivine include picolite-like opaque minerals. Plagioclase shows weak normal zoning.

Biotite, having reddish brown color, is remarkably apacitized.

In the matrix, calcite, epidote, biotite and muscovite are formed by weak alteration.

No. K-6
Name : Augite hornblende quartz diorite
Location : 13 km north-west of Esquina in Quadrangle Cayarani
Geological Group : Granite Group

Macroscopic Observation :

Hard compact, dark grey in color.
Partly porphyritic, coarse-grained.

Microscopic Observation :

Texture Sub-ophitic, holocrystalline.
Quartz grains filled interstitially between idiomorphic crystals of plagioclase.
Plagioclase shows distinct normal zoning, the core of which is basic andesine, and its margin acidic oligoclase.
Mafic minerals of hornblende are mostly altered.
Pleochroism of hornblende: X=light brown, Y=dark green, Z=brown.
Accessory minerals are apatite, zircon, epidote, sphene, calcite, magnetite and chlorite.

No. K-8
Name : Augite-biotite-hornblende dacitic agglomerate
Location : 4 km west of Esquina on Quadrangle Cayarani
Geological Group : Tacaza Formation

Macroscopic Observation :

A grey compact rock with black mafic minerals spotted. Phenocrysts of white feldspar (3 mm) are rarely found. Pebbles (5 cm in diameter) are contained to give a porphyritic appearance.

Microscopic Observation :

Phenocrysts of hornblende, biotite, augite and plagioclase lie in a cryptocrystalline groundmass stippled with quartz, plagioclase, hornblende, biotite, apatite and magnetite.

Hornblende, somewhat opacitized, is the most abundant mafic mineral and has a characteristic pleochroism like basaltic hornblende with X=yellowish brown, Y=reddish brown, Z=dark brown.

Biotite shows also weak opacitization and pleochroism of X=yellow, Y and Z=dark brown.

Most phenocrysts of plagioclase are andesine and some show oscillatory zoning.

A little calcite is formed partly in a matrix.

No. K-15

Name : Biotite dacitic welded tuff

Location : 5 km south east of Tambopata in Quadrangle Velille

Geological Group : Lower Barroso Formation

Macroscopic Observation :

A dark colored rock with white spots of kaolinized feldspar (1-2mm), and dark to black round pebbles (2 cm). Biotite is abundant.

Microscopic Observation :

Broken crystals and fragments of quartz, plagioclase (oligoclase - andesine) and biotite with accessory apatite and magnetite granules scattered in a glassy matrix.

Most of fragments are angular, but some of quartz fragments are partly corroded.

Biotite showing pleochroism of X=yellow, Y and Z=dark brown, is elongated and often bended.

Montmorillonite - like mineral occurs in part as veinlets.

No. K-15'
Name : Olivine basalt (Andesite)
Location : 5 km south-east of Tambopata in Quadrangle Velille
Geological Group : Upper Barroso Formation

Macroscopic Observation :

Dark purple-brown in color, fine-grained, comparatively compact.

Mafic minerals are brown altered 0.1 mm - 3 mm in size.

Microscopic Observation :

Phenocrysts of olivine and microphenocrysts of augite are scattered in a fluidal groundmass of sub-parallel plagioclase microlites with augite, olivine, magnetite and a little brown glass.

Olivine is mostly altered to iddingsite, and augite often shows zonal texture.

The composition of plagioclase microlite is not completely determined but is estimated to be sanidine or more basic one, as its index is higher enough than that of cement.

Muscovite, probably a alteration product, is recognized in part.

No. K-19
Name : Basaltic andesite or Aphyric basalt
Location : 5 km south-east of Cayanca in Quadrangle Vellie
Geological Group : Upper Barroso Formation

Macroscopic Observation :

Blue-grey in color, microcrystalline, compact.
Elongated druses with feldsper crystals contained.

Microscopic Observation :

A typical phenocryst is absent, and small crystals of plagioclase (sanidine - labradorite), augite and olivine, accompanied by abundant granular magnetite make up sub-trachytic texture.

The chief constituent is plagioclase and then follows augite.

Olivine is partly rimmed with iddingsite and rarely grows up to microphenocryst.

No. K-20
Name : Altered lapilli tuff
Location : San Miguel Mine, 16.5 km south-east of Cayarani
in Quadrangle Velille
Geological Group : Tacaza Formation ?

Macroscopic Observation :

Mozaic, relatively compact
grey, partly yellow-green in color,
green aggregates of Chlorite (?) (1 cm).

Microscopic Observation :

Mainly crystal fragments of quartz, feldspar and
altered mafic minerals scattered in a base of micro-
crystallines composed of quartz, chlorite, calcite,
etc.

A mafic mineral, now altered into a pale green chlo-
rite-like mineral and calcite, seems to be pyroxene
from its crystal form.

No. K-31

Name : Biotite-hornblende-quartz Granite

Location : 5 km north west of Ataraya Mine in Quadrangle Yauri

Geological Group : Granite Group

Macroscopic Observation :

Grey to black, holocrystalline, with black mafic minerals scattered; hornblende is 1-2 mm in size; feldspar is white.

Microscopic Observation :

Texture holocrystalline; with coarse grained, idiomorphic quartz, hornblende, biotite scattered allotriomorphic- interstitially in plagioclase, showing sub-ophitic texture. Plagioclase with normal zoning; its margin consists of oligoclase (n=smaller than quartz, larger than cement), its core being more basic andesine.

Hornblende relatively altered to chlorite and calcite, and pleochroic from pale green to colourless.

Biotite is fresh with X=light yellow, Y=Z=reddish brown.

Accessories ----- Zircon, garnet, magnetite.

Secondary minerals ----- Calcite, white mica, chlorite, magnetite.

No. K-34

Name : Augite andesite

Location : 3 km south of Quechua Mine in Quadrangle Yauri

Geological Group : Upper Barroso Formation

Macroscopic Observation :

Purple-grey, dark in color.

Compact, fine-grained, with dark to black spots of decomposed mafic minerals of 1-2 mm size.

Microscopic Observation :

Phenocrysts of major augite and minor plagioclase and olivine lie in a matrix of feldspar accompanied by augite, opaque minerals and rare sphene.

Augite phenocrysts, generally shows glomeroporphyritic, and texture are often rimmed by small grains of brownish opaque minerals (ilmenite?), and some large ones contain poikilitic plagioclase.

Olivine occurs also as glomeroporphyritic crystals, but most of them are altered into aggregates of brown iddingsite and opaque minerals.

Groundmass is composed of euhedral and subparallel andesine laths filled with anhedral feldspar and a little augite, showing subtrachytic and sub-ophitic textures.

The above mentioned anhedral feldspar changes its composition from central oligoclase to marginal alkali-feldspar.

Quartz phenocrysts surrounded by reddish brown mica-minerals are rarely recognized.

TABLE 4

Microphotographs of Rocks



Open Nicol 0 _____ 1 mm

S - 1 Hornblende quartz diorite

Location : 10 km north westwest of Yauri
 in Quadrangle Yauri

Geological Group : Granite Group

K : Potash feldsper

Pl : Plagioclase

Q : Quartz

Hb : Hornblende



Crossed Nicols 0 _____ 1 mm

S - 1 Hornblende quartz diorite

Location : 10 km northwest-west of Yauri
in Quadrangle Yauri

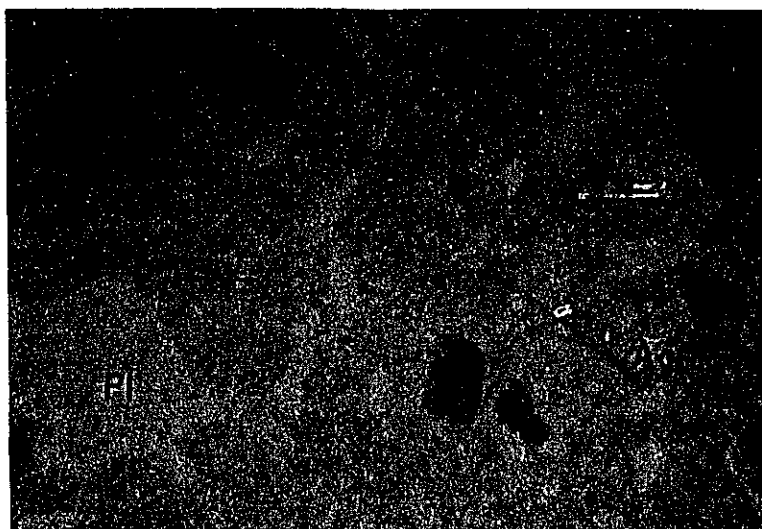
Geological Group : Granite Group

K : Potash feldsper

Pl : Plagioclase

Q : Quartz

Hb : Hornblende



Open Nicol 0 0.5mm

S - 5 Biotite augite andesite

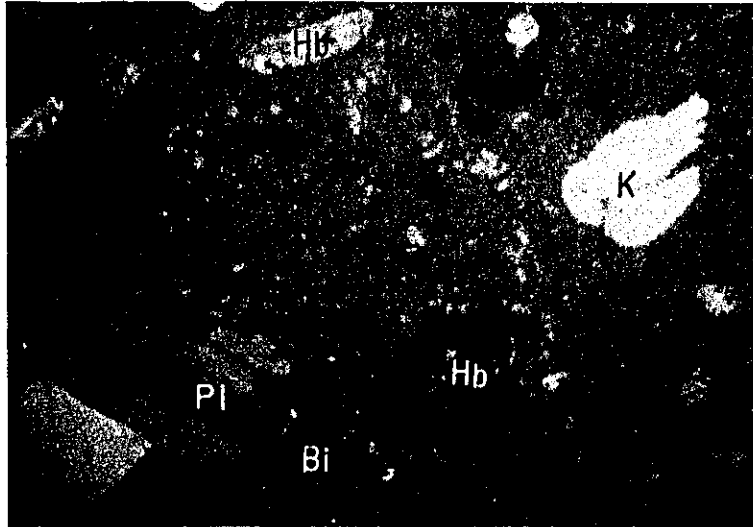
Location : 20 km south-east of Velille
in Quadrangle Velille

Geological Group : Upper Barroso Formation

Pl : Plagioclase

Bi : Biotite

Ag : Augite



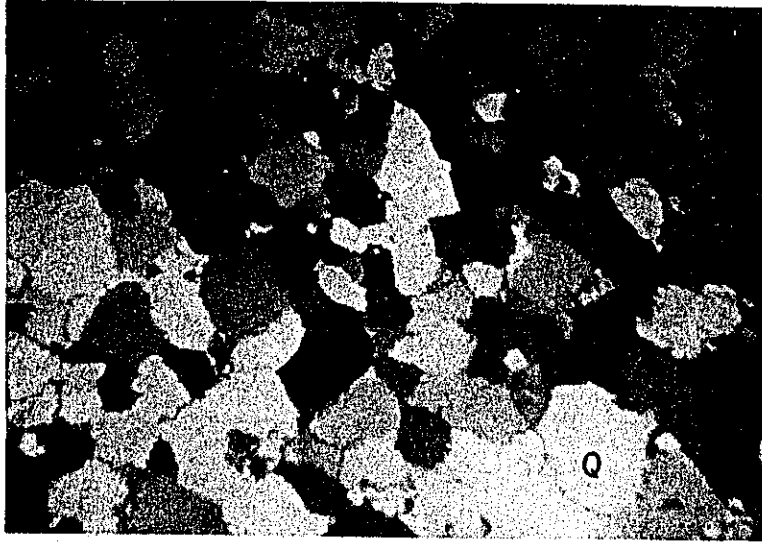
Crossed Nicols 0 _____ 1mm

S - 6 Biotite hornblende granodiorite porphyry
(or Dacitic porphyry)

Location : 12 km east of Velille
 in Quadrangle Velille

Geological Group : Granite Group

Pl : Plagioclase
K : Potash feldsper
Hb : Hornblende
Bi : Biotite



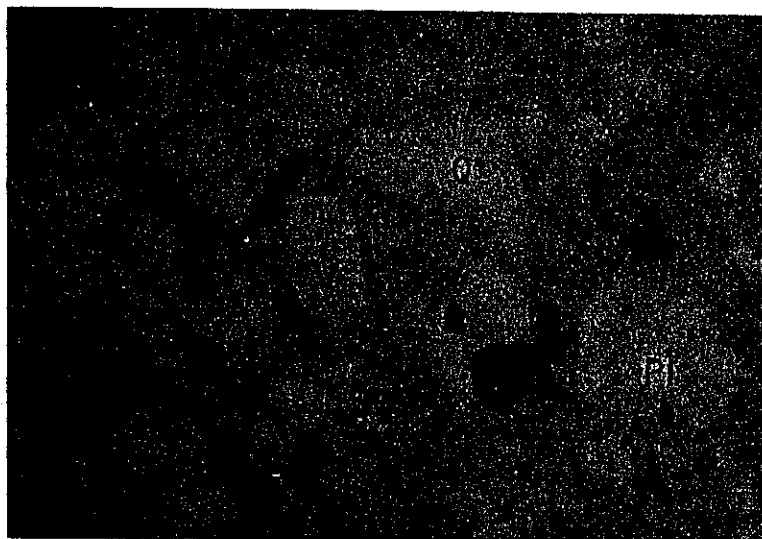
Crossed Nicols 0 1 mm

T - 2 Quartzite

Location : 7 km north-east of Tintaya
Mine in Quadrangle Yauri

Geological Group : Yura Formation

Q : Quartz



Open Nicol

0 _____ 1 mm

A - 4 Biotite dacite

Location : 41 km North of Chumpayo

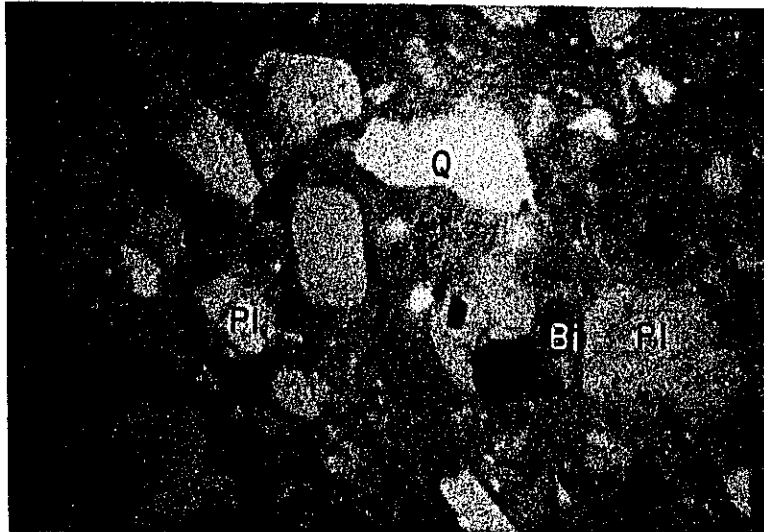
Lomas in Quadrangle Chiura

Geological Group : Lower Barroso Formation

Q : Quartz

Pl : Plagioclase

Bi : Biotite



Crossed Nicols

0 _____ 1 mm

A - 4 Biotite dacite

Location : 41 km north of Chumpayo

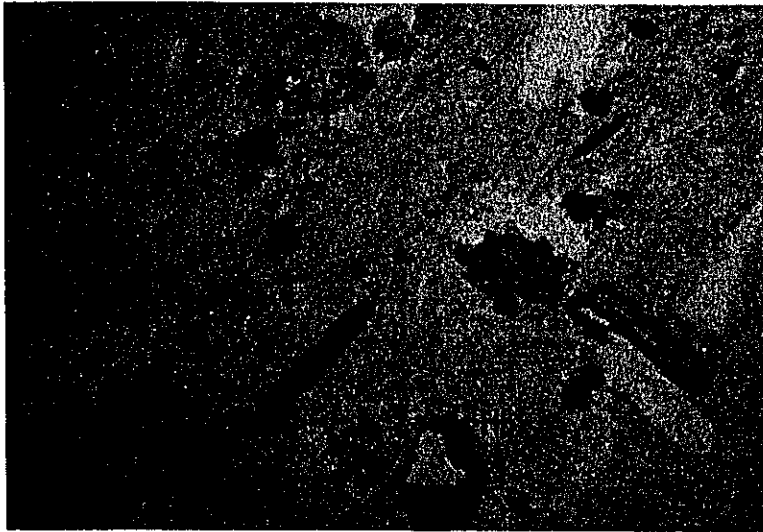
Lomas in Quadrangle Chiura

Geological Group : Lower Barroso Formation

Q : Quartz

Pl : Plagioclase

Bi : Biotite



Open Nicol

0  1mm

A-8 Augite hornblende trachybasalt

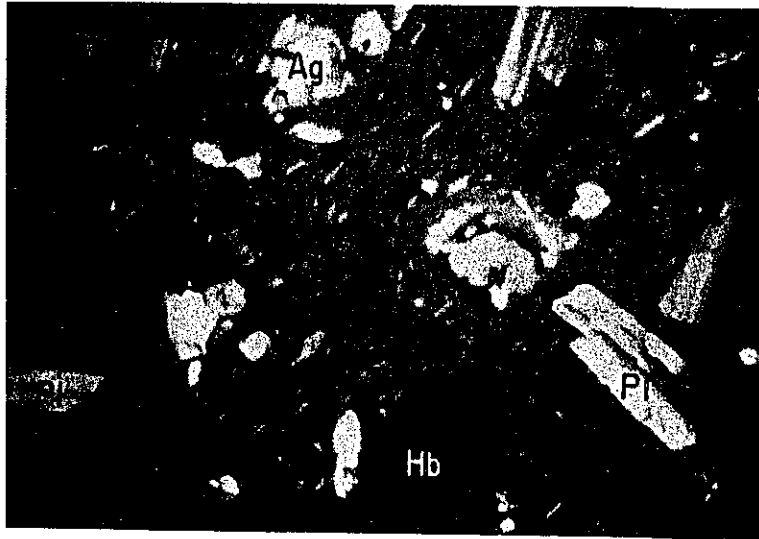
Location : 23 km north of Chumpayo
Lomas in Quadrangle Chiura

Geological Group : Basalt lava flow

Pl : Plagioclase

Ag : Augite

Hb : Hornblende



Crossed Nicols 0 _____ 1mm

A - 8 Augite hornblende trachybasalt

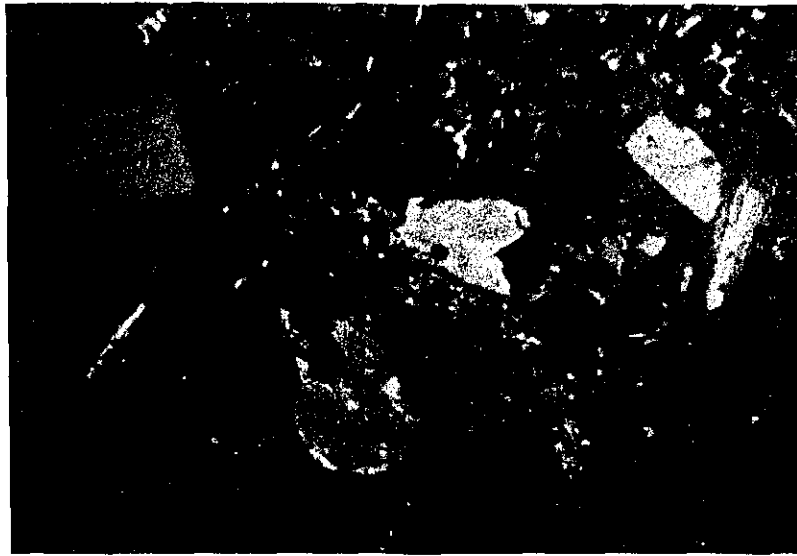
Location : 23 km north of Chumpayo
Lomas in Quadrangle Chiura

Geological Group : Basalt lava flow

Pl : Plagioclase

Ag : Augite

Hb : Hornblende



Crossed Nicols 0 _____ 1mm

A - 9 Biotite augite andesite

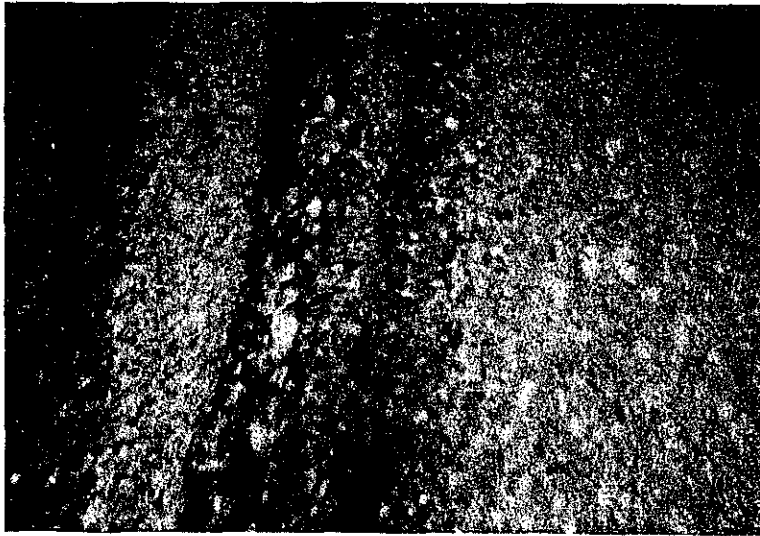
Location : 18 km north of Chumpayo Lomas
in Quadrangle Chiura

Geological Group : Lower Barroso Formation

Pl : Plagioclase

Bi : Biotite

Ag : Augite



Open Nicol 0 _____ 1 mm

A - 12 Tuffaceous shale

Location : 6 km south-west of Chumpayo
 : Lomas in Quadrangle Chiura
Geological Group : Middle Barroso Formation



Crossed Nicols 0 _____ 1mm

K - 8 Augite biotite hornblende dacitic
agglomerate

Location : 4 km West of Esquina in
Quadrangle Cayarani

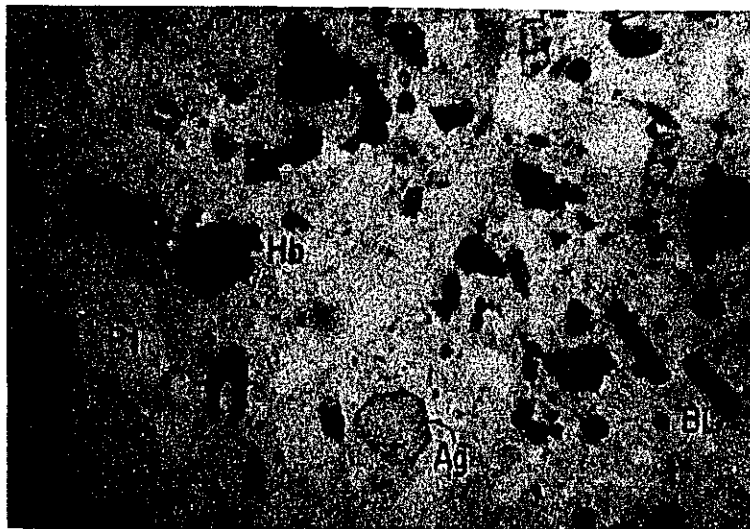
Geological Group : Tacaza Formation

Pl : Plagioclase

Bi : Biotite

Hb : Hornblende

Ag : Augite



Open Nicol

0 0.5 mm

K - 8 Augite biotite hornblende dacitic
agglomerate

Location : 4 km west of Esquina on
Quadrangle Cayarani

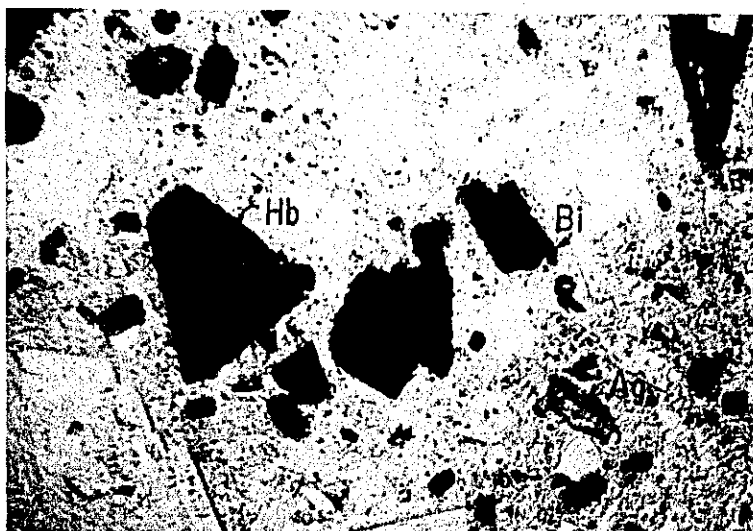
Geological Group : Tacaza Formation

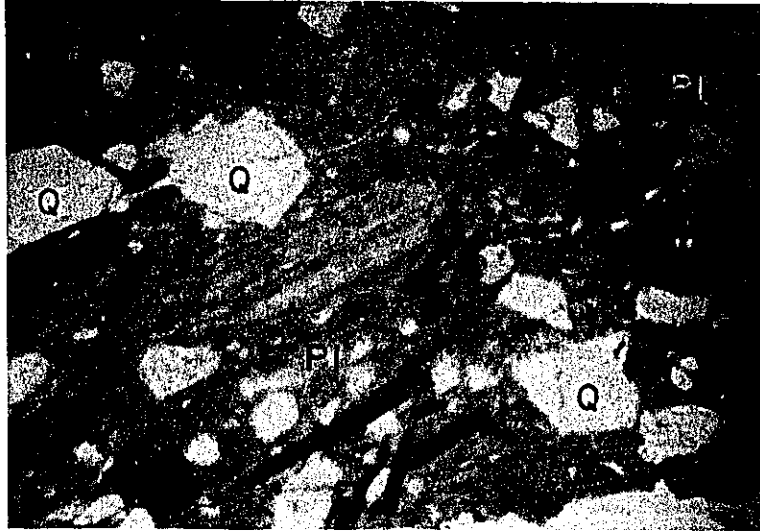
Pl : Plagioclase

Bi : Biotite

Hb : Hornblende

Ag : Augite





Open Nicol

0 _____ 1mm

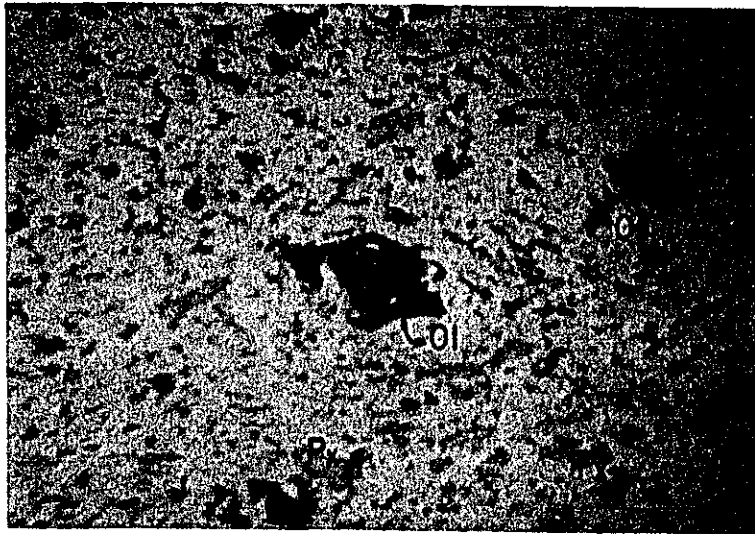
K - 15 Biotite dacitic welded tuff

Location : 5 km south-east of Tambopata in Q. Velille

Geological Group : Lower Barroso Formation

Q : Quartz

Pl : Plagioclase



Open Nicol

0 _____ 1mm

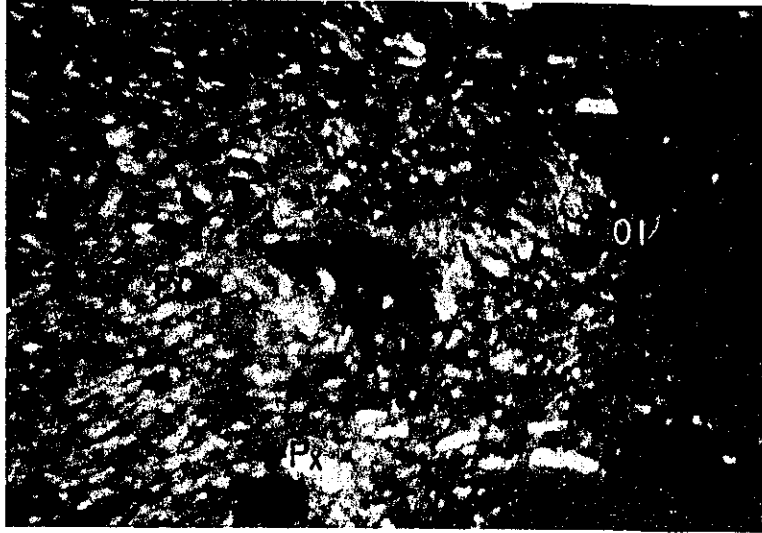
K - 15' Olivine basalt

Location : 5 km south east of Tambopata in Q. Velille

Geological Group : Upper Barroso Formation

Ol : Olivine

Px : Pyroxene



Crossed Nicols

0 _____ 1 mm

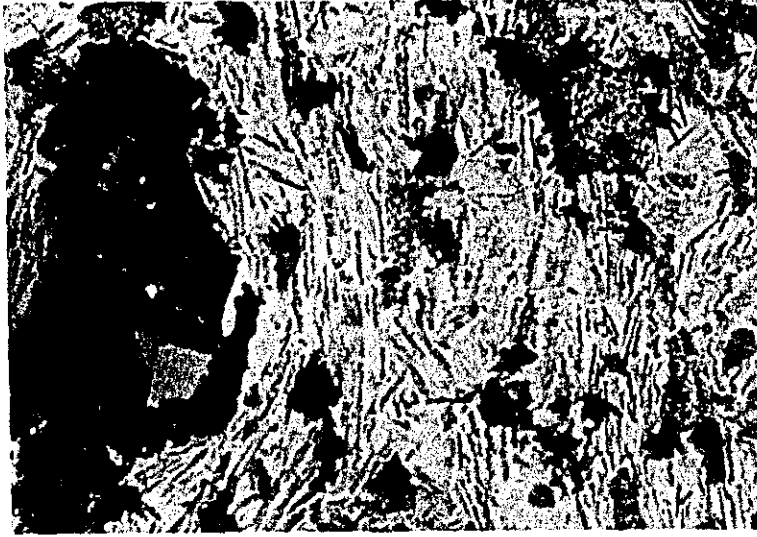
K - 15' Olivine basalt

Location : 5 km south-east of Tambopata
Quadrangle Vellille

Geological Group : Upper Barroso Formation

Ol : Olivine

Px : Pyroxene



Open Nicol

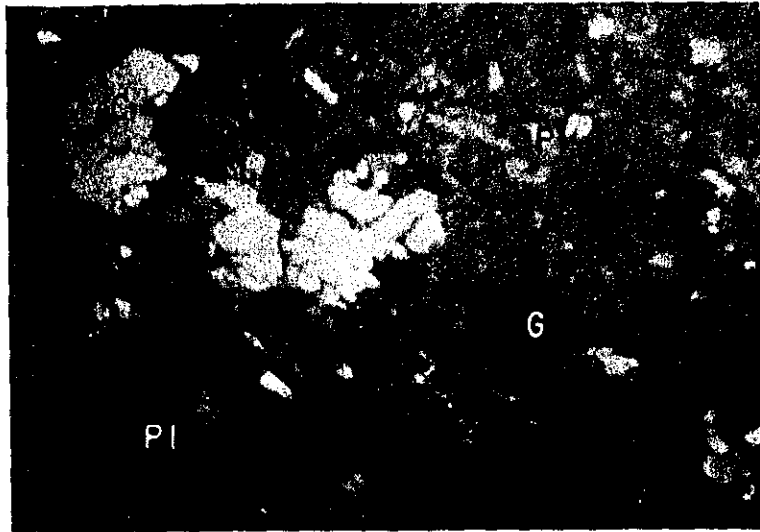
0 0.1 0.2mm

K - 15' Olivine basalt

Location : 5 km south east of Tambopata
in Quadrangle Vellie

Geological Group : Upper Barroso Formation

Olivine phenocryst is altered to Iddingsite.
Granular microphenocryst of augite scattered.



Crossed Nicols 0 _____ 1 mm

K - 20 Altered lapilli tuff

Location : Mina San Miguel 7.5 km south of
Quadrangle Velille


Geological Group : Tacaza Formation?

C : Calcite after Pyroxene

Pl : Plagioclase

G : Glassy part



Crossed Nicols 0  1mm

K - 31 Biotite-hornblende granite

Location : 5 km north-west of Ataraya
in Quadrangle Yauri

Geological Group : Granite Group

Pl : Plagioclase

Q : Quartz

Bi : Biotite

TABLE 5

X-ray diffractive analysis

Sample No: T-1

Geological Group: Middle Barroso Formation

Location: 1 km north of Yauri

Rock name: Sandy tuff

Recognized minerals: Andesine?

Alpha-Quartz?

Cristobalite?

Sample No: T-5-B

Geological Group: Middle Barroso Formation

Location: 7 km SE of Hector Tejada in Quadrangle Yauri

Rock name: Sandy tuff

Recognized minerals: Labradorite?

Montmorillonite

Alpha-Quartz?

Sample No: T-7

Geological Group: Middle Barroso Formation

Location: 13 km NE of Yauri in Quadrangle Yauri

Rock name: Mudstone

Recognized minerals: Calcite

Alpha-Quartz?

Sample No: K-29

Geological Group: Middle Barroso Formation

Location: Ayapata in Quadrangle Velille

Rock name: Pumiceous white tuff

Recognized minerals: Orthoclase?

Cristobalite

Andesine

Sample No.: K-10

Geological Group: Tacaza Formation

Location: 7 km south of Esquina in Quadrangle Velille

Rock name: Andesitic tuff

Recognized minerals: Labradorite-Andesine?

Alpha-Quartz?

TABLE 6

	MEASURED MAGNETIC SUSCEPTIBILITY			
	$\times 10^{-5}$ c.g.s. e.m.u./cc	$\times 10^{-4}$ c.g.s. e.m.u./cc	$\times 10^{-3}$ c.g.s. e.m.u./cc	$\times 10^{-3}$ c.g.s. e.m.u./cc
GRANITE GROUP				
PRE TERTIARY SEDIMENTARY ROCKS				
YOUNGER SEDIMENTARY ROCKS				
TUFF GROUP				
ANDESITE GROUP				
BASALT				

