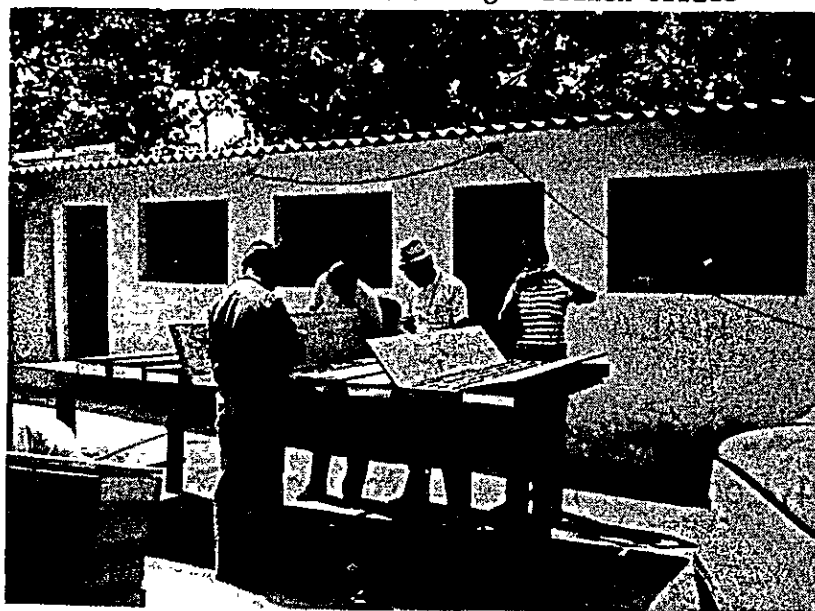


Photo. 11 Discussion on geological informations
of Rovira-South Chaparral area, at
INGEOMINAS Ibagué Branch Office



Mr. N. Aizawa
Dr. O.H. Pulido
(Geologo)
Mr. T. Suzuki
Dr. H.L. Quiroga
(Jefe)
Mr. H. Kamono
Mr. J. Oikawa

Photo. 12 Observation of drilling cores,
at INGEOMINAS Ibagué Branch Office



Hato Viejo	48 Km
San Antonio	120 Km
Chaparral	158 Km
Rio Blanco	201 Km
Puerto Saldaña	227 Km

これらの各町村までは非舗装道路を通じ、Ibagué市又はChaparral市からバスの便があり、トラックやジープの通行に支障はない。

地域の水系は全てRio Magdalenaの支流で、大部分Cordillera Centralの東斜面を東に流下し、一部は南北系に流れ樹枝状のパターンを示す。

本調査地域の広域地質は6-2の項で述べられた通りであるが、上部ジュラ紀のIbagué batholith中にはこれまでIngeominas, UNDPおよびその他の調査により多数の鉍徴地および変質帯が知られている。これらの鉍化作用の主要なものは白亜紀～第三紀の石英斑岩質岩類の貫入に密接に関係して形成されたものと考えられている。

7-3-1 Los Andes 地域

1) 位置, 交通, 地形

本地域はRovira町の北西約10Kmに位置する(Fig.-44)。調査地域内の主要鉍化変質帯であるQuebrada Chimbacito流域に至るにはRoviraの北方約9Kmの小部落より馬で約1時間半にてQ. Chimbacito南端の尾根部Cuchilla de San Cristobalに到達する。ここよりQ. Chimbacito沿いに下りRio AndesとQ. Chimbacitoの合流点付近からジープで前記の部落まで帰るルートがあり、このルートによる入山も可能である。

現地は中央部～西部の火成岩類の分布する地域で壮年期の急峻な地形を呈し、特に西側のCordillera Centralに向ってより急峻な地形を示す。一方東部の第三紀層が分布する地域では比較的なだらかな地形を示す。

主要水系はRio Magdalenaの支流Rio Andes及びRio Luisが東に向って流れ、Q. ChimbacitoはRio Andesの一支流で、地域中央部を約2Km間北流する。

本地域の海拔標高はRio Andes付近で800～850m、Cuchilla de San Cristobal付近で約1,400mを示す。

ii) 調査経緯

本地域の地質調査はIngeominasによりTolima州の地質図幅調査の為比較的早い時期から行われている。

古くはWhite Uribe(1934年)やSingewald(1950年)等によりCu-Mo脈の存在が報告されている。又、Marin(1969年)はこの地域の地質調査を実施し、1970年に河川堆積物による地化学探査サンプリングを行った。その後、1975年にIngeominasは第1

次の組織的な鉍床探査を実施した。即ち

地質調査； 概査 1/10,000
精査 1/2,500, 1/5,000

地化学探査； 河川堆積物，岩石及び細脈等のサンプリング。

これらの探査によりポーフィリー・銅型と考えられる鉍化変質帯を Q. Chimbacito 流域に捕捉した。

この第1次の調査結果に基づいて1976年第2次調査が同じく Ingeominas によって実施された。即ち

試 錐； 3本，582m
物理探査； I.P法，測線延長18Km

を実施した結果，石英斑岩の貫入に伴ったポーフィリー・銅型 Cu-Mo 鉍化帯を捕捉した。

試錐岩芯の分析値は

Cu 最大 3,200 ppm 平均 900~950 ppm
Mo 最大 1,500 ppm 平均 100~200 ppm

を示し，Cu-Mo 鉍化作用は認められたが，経済的な鉍化帯及び品位の濃集は認められなかった。又，I.P調査結果からも新たな探鉍余地を示すデータは得られなかった。

Ingeominas はこれらの調査結果から探鉍活動を中止している。

今回の調査では，これらの諸データを再検討し，且つ現地の主要変質帯及び鉍化帯を踏査して新たな観点から今後の探鉍余地の有無を検討した。

III) 地質・構造

1) 地 質

本調査地域の地質は上部ジュラ紀の貫入と考えられる Ibagué batholith に属する石英閃緑岩，及び白亜紀末～第三紀の貫入で鉍化作用に最も関係が深いと考えられる石英安山岩質斑岩～石英斑岩並びに鉍化作用後の貫入と考えられる中～塩基性岩脈等から成る。

a) Ibagué batholith

本岩体は本調査地域を含む Cordillera Central の東翼に沿って Tolima 州から Narino 州にかけて 400 Km 以上に亘って NNE-SSW 方向に伸張した最大巾 45 Km の大規模なバソリス状岩体であり，本調査地域はこの岩体のほぼ中心部～東縁部に位置する。

本地域のバソリスは一般に灰色～淡灰色の中～粗粒の石英閃緑岩～花崗閃緑岩から成り，主要造岩鉍物は石英，長石類と少量の黒雲母及び角閃石等で，しばしば斜長石が鉄酸化物で汚染されて肉眼的にピンク色を示しカリ長石と区別困難な場合が多い。

鏡下では石英，斜長石，カリ長石を主要造岩鉍物とし少量の黒雲母，角閃石，磁鉄鉍

等を伴う等粒状完晶質構造を示す。鉍化変質作用を蒙り新鮮な鉍物は少ない。

石英は0.1~1.5mm大の細粒~中粒融食形その他形結晶を示して長石類の結晶の間を埋めて分布する。結晶中に微小な液体~ガス包有物が認められ弱い累帯構造を示すものも認められる。珪化作用を蒙った所では2次石英の小結晶がモザイク状集合を示して発達している。

斜長石は0.5~3.0mm大の自形~半自形結晶を示す。An = 30, カールスバッド双晶, アルバイト双晶が発達し, 弱い累帯構造を示すものもある。多くの結晶は鉄酸化物に汚染されて褐灰色を示す。鉍化変質帯では熱水変質を蒙りアルバイト化によりスリガラス状で輪郭が不明瞭となり, 2次石英, 緑泥石, 方解石又はセリサイト等に交代されて新鮮な結晶はほとんど残存していない。

カリ長石は2mm以下の自形~半自形結晶で, 微斜長石構造を示す。

黒雲母は0.1~0.5mm大の他形結晶を示して石英, 長石の結晶の間に散点する。新鮮なものが少なく緑泥石, セリサイト等に交代されて仮像のみを残すことが多い。鉍化変質帯で特に黒雲母化作用を蒙ると細粒の黒雲母が斑状に集合したり, 割目に沿って濃集して縞状を呈することがある。

角閃石はほとんど緑泥石, 方解石等に変化しわずかに仮像を残すのみである。

その後アバタイト, スフェン, 磁鉄鉍等が認められ, 鉍化変質帯では硫化鉍物, 粘土鉍物を認める。造岩鉍物の量的関係は, 斜長石>石英>カリ長石>黒雲母>その他の順で, 石英閃緑岩~花崗閃緑岩の特徴を示す。

鉍化変質帯の試料は著しい珪化作用, 緑泥石化作用, 炭酸塩化作用及びセリサイト化作用等を蒙って居り, 試錐岩芯(Na 1~2)中には黒雲母化作用及び硫化鉍物の顕著な鉍染等が鏡下で観察される。

b) 斑岩類

Ibagué batholith を貫いて巾10m~数10mの岩脈状又は岩株状形態を示してQ. Chimbacito や試錐岩芯中に認められる。

Q. Chimbacito 最上流部に同質の岩相を有する角礫岩脈 (breccia dyke) が分布する。

本岩類は灰色~暗灰色塊状の石英斑岩又は石英安山岩で, 隠微晶質~微晶質石基を有するポーフイリーティック組織が特徴的である。

鏡下では斜長石, 石英, カリ長石及び黒雲母の大型斑と, 微~細粒石英(主として2次石英), 黒雲母, 長石片から成る石基が観察される。斑晶のうちで, 石英は0.3~0.5mm大の半自形~他形結晶を示して分布する。珪化作用を強く蒙ると2次石英により置換されて初生の石英結晶は仮像のみとなる場合が多い。

斜長石は、0.5~4.0mm大の自形結晶で、カールスパッド双晶、アルバイト双晶及び稀にペルクリン双晶が発達する。又、多くの結晶には累帯構造が顕著に認められる。鉍化変質帯では大部分の結晶はアルバイト化作用、珪化作用及び炭酸塩化作用等を蒙り、不透明なスリガラス状となって、緑泥石、2次石英、方解石等が結晶を置換して集合している。

カリ長石は、0.5~4.0mm大の自形~半自形結晶を示し、カールスパッド双晶や微斜長石構造が認められる。鉍化変質帯では炭酸塩化作用、アルバイト化作用、セリサイト化作用等を蒙り、不透明となり微細な方解石、緑泥石又はセリサイト等がへき開を中心として濃集している。

黒雲母は、0.1~0.4mm大の小結晶が斑状又は脈状に集合している。鉍化変質帯では初生的な結晶はほとんど認められず、大部分黒雲母化作用により2次的に形成されたものである。一般に淡緑色~褐色を呈し、緑泥石灰するものが多い。

その他にアバタイト、スフェン、セリサイト等が微晶結晶として分布するが、特にセリサイト化が強い部分では斑状に濃集している。

石基はガラス質~隠微晶質であったと考えられるが、鉍化変質帯では珪化作用を蒙り0.2~0.5mm大の等粒状の2次石英がモザイク状に石基の大部分を占めている。又、少量の黒雲母、方解石、緑泥石等が石英粒の間を間粒状に埋めて認められる。

c) 角礫岩脈

Q. Chimbacito 最上流部に角礫岩脈が小範囲露出しているが、この角礫を構成する部分の鏡下での観察結果では、上記の石英斑岩と類似する岩相、変質作用を示している。

又、露頭の一部には酸化銅鉍等の鉍化作用が認められる。

2) 構造

Ibagué batholith 中の地質構造については狭い範囲の調査であったため不明な点が多いが、Quebrada Chimbacito 流域では局所的に割目の発達する部分が観察され、特に試錐No 1~3孔の周辺部で多く見られ、鉍化変質が強く認められる。割目の方向性は必ずしも規則的ではないが、N70°E系およびN50°W系が比較的強い。

斑岩類は巾10m~数10mの小規模な岩脈状又は岩株状に分布するが、その方向性は必ずしも規則的ではない。しかし全体的にはNE系およびNW系が多い傾向を示す。割目の多い所には網状石英~褐鉄鉍細脈が発達している。

IV) 鉍化・変質

本地域内に認められる鉍化作用としては、White Uribe (1934年)等が報告している如く古くからCu-Mo脈の存在が知られている。

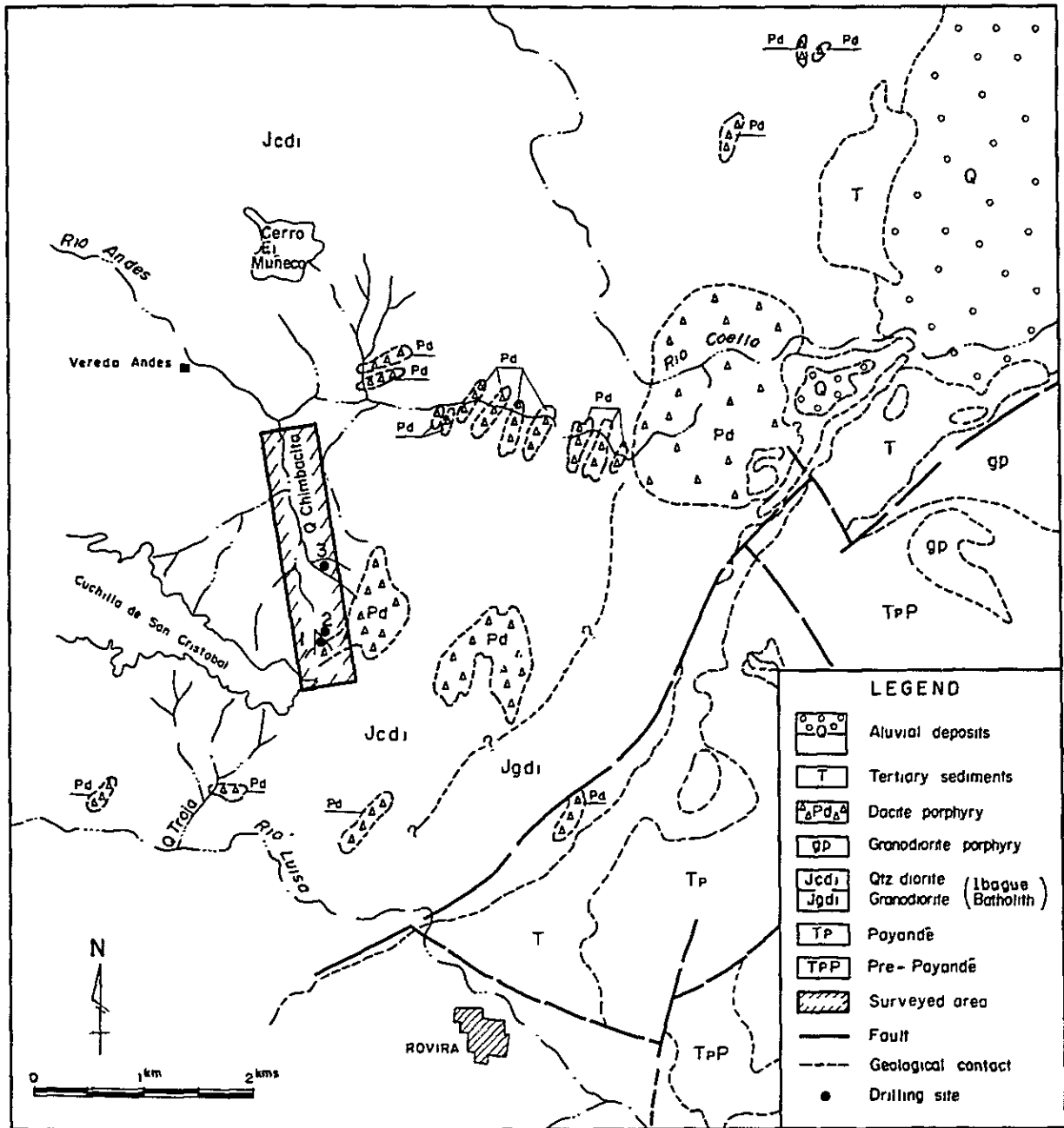
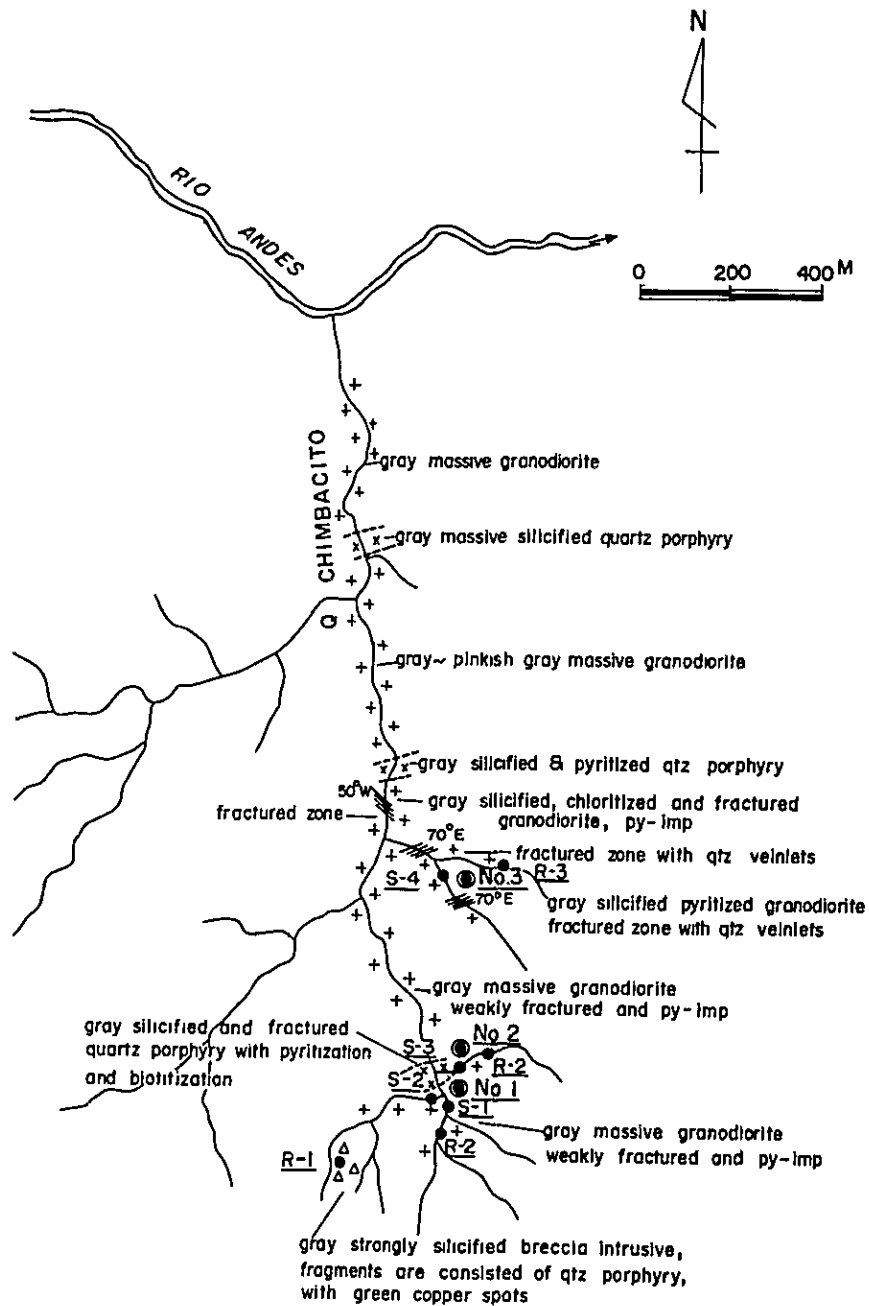


Fig.-45 Geological map of Los Andes area



LEGEND

UPPER CRETACEOUS TO TERTIARY

△ △ Breccia intrusive

x x Quartz porphyry

UPPER JURASIC

+ + Granodiorite, quartzdiorite (Ibague Batholith)

● Drilling site

● Location of samples

R-1 L.A (R) 093001

R-2 L.A (R) 093002

R-3 L.A (R) 093003

S-1 L.A (SS) 093001

S-2 L.A (SS) 093002

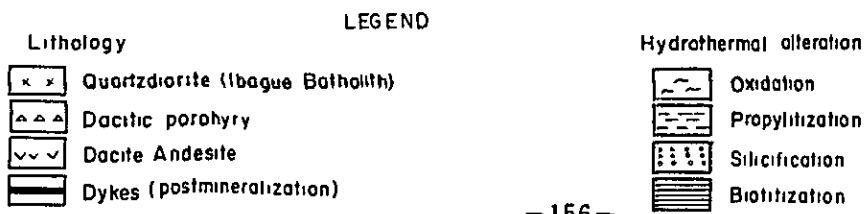
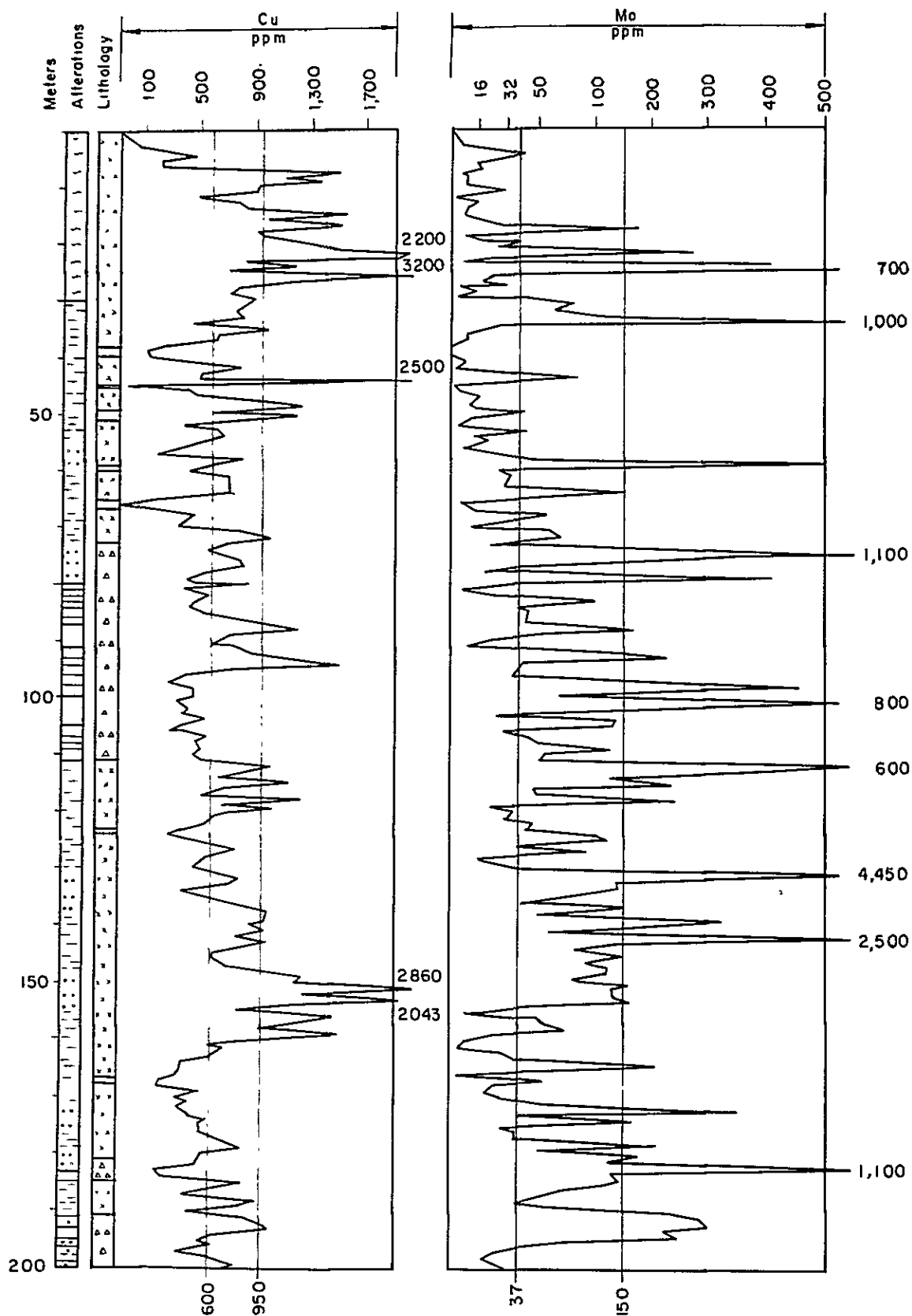
S-3 L.A (SS) 093003

S-4 L.A (SS) 093004

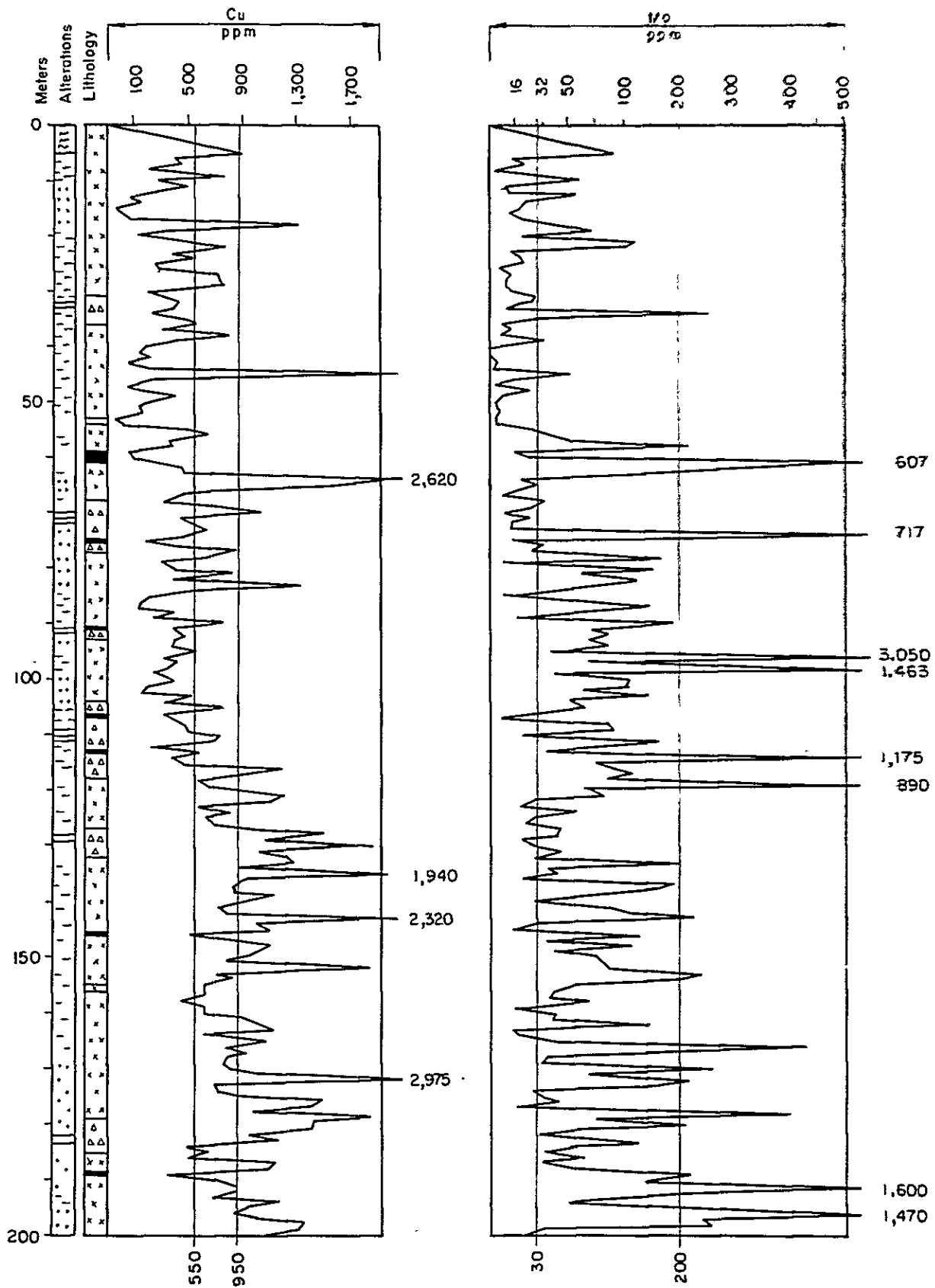
Fig.-46 Geological route map of Q. Chimbacito

Fig. - 47 Drilling Core Log and Assay (Cu-Mo)
in Los Andes Area
(No. 1, No. 2, No. 3)

Los Andes No 1



Los Andes No 2

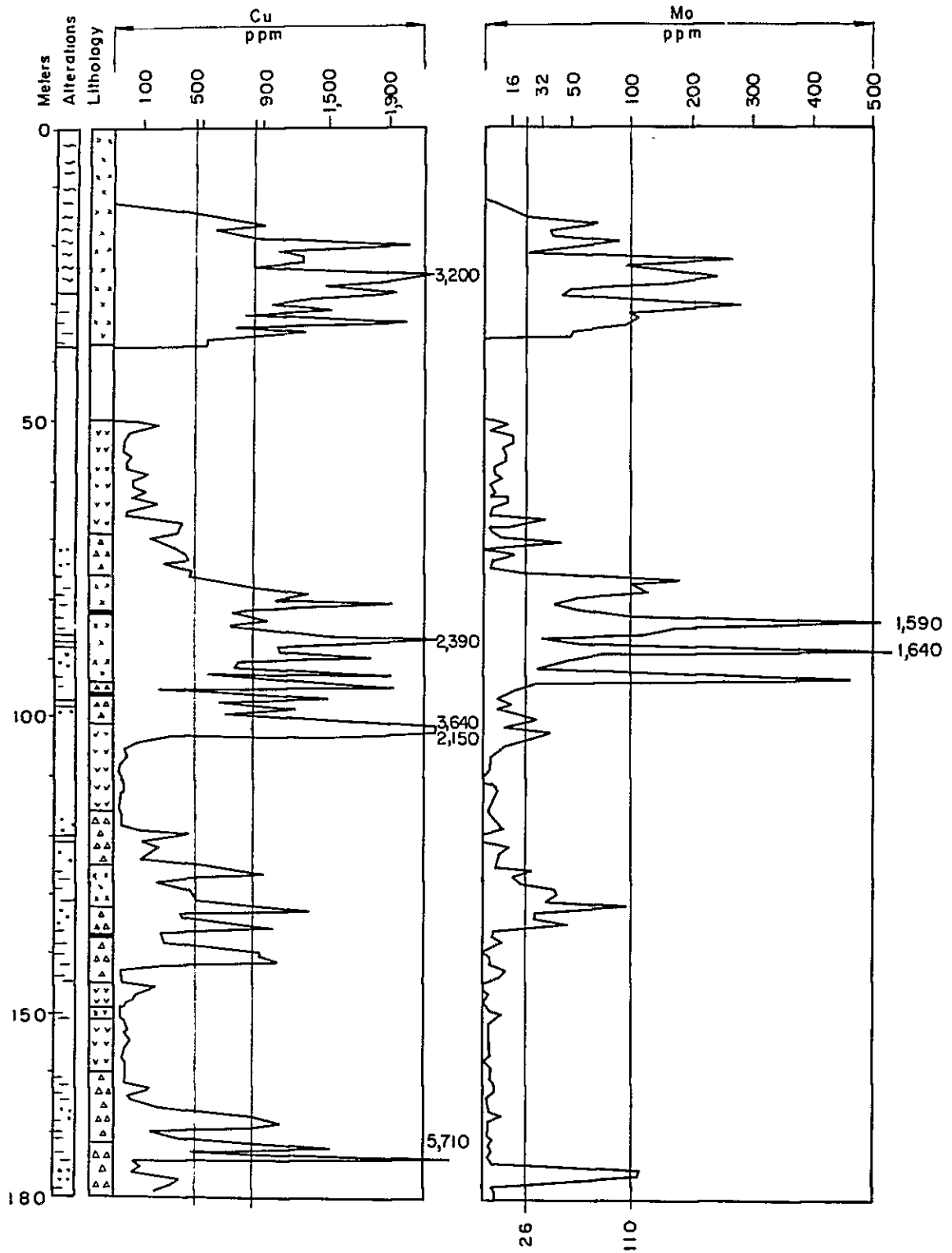


LEGEND

- Lithology**
- Quartzdiorite (Ibague Batholith)
 - Dacitic porphyry
 - Dacite Andesite
 - Dykes (postmineralization)

- Hydrothermal alteration**
- Oxidation
 - propylitization
 - Silicification
 - Biotitization

Los Andes No 3



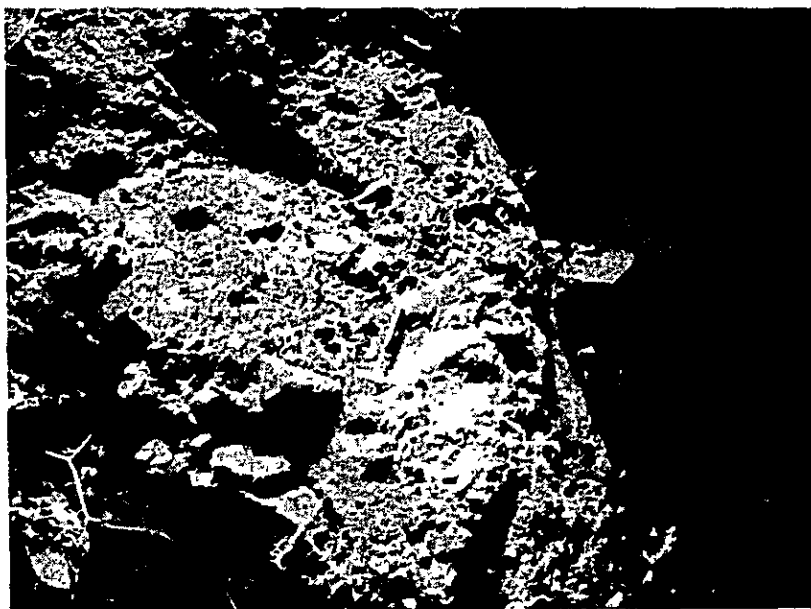
LEGEND

- | | |
|---|--|
| Lithology | Hydrothermal alteration |
| <ul style="list-style-type: none"> Quartziorite (Ibague Batholith) Dacitic porphyry Dacite Andesite Dykes (postmineralization) | <ul style="list-style-type: none"> Oxidation propylitization Silicification Biotitization |

Photo. 13 A view of drilling sites, in Los Andes area



Photo. 14 Outcrop of breccia dyke, in Los Andes area



Containing green copper slightly (L.A(R)093001)

その後の調査資料から本地域の鉍化作用は、石英斑岩の貫入に密接して形成されたポーフィリー・銅型鉍化作用があることが判明した。即ち、石英斑岩の貫入によって多数の割目が形成され、この割目群に熱水変質～鉍化作用が濃集して形成される傾向を示す。

変質作用は珪化作用、黒雲母化作用、炭酸塩化作用、緑泥石化作用及びセリサイト化作用等が認められ、potassic～phyllitic zone (帯)を形成している。

鉍化作用はこの変質に一致して分布する傾向を示し、鉍石鉍物は黄鉄鉍、黄銅鉍、輝銅鉍、輝水鉛鉍および磁鉄鉍等から成り、地表部で局所的に酸化銅鉍が認められる。

Q. Chimbacito流域の地表では黄鉄鉍が割目に沿って強く認められ、若干の黄銅鉍を伴う。

又、角礫岩脈中に少量の酸化銅鉍を認めるが、この流域全体としてはCu-Mo鉍化作用が弱い。この流域から採取した河川堆積物の分析値は別表 (Table-12) の如く102～340 ppm Cuと低い値を示した。

一方Ingeominasの試錐岩芯では一般に鉍染状～細脈状鉍化作用を認めるが、特に割目の発達する部分にCu-Moが濃集する傾向を示す。特にMoは石英脈に密接に伴って産する。

酸化帯は地表下10～20m付近までで、褐鉄鉍、酸化銅鉍等を認める。2次富化帯は試錐孔№1及び№3に認められ地表下20～40m間に存在する。但し№2孔では不明瞭である。初生帯では黄鉄鉍、黄銅鉍、輝水鉛鉍、磁鉄鉍等が網状細脈状～鉍染状の産状を示す。

一般に品位のバラツキが激しく、高品位帯としてまとまらない。試錐岩芯の分析値では平均値は前掲の如く900～950 ppm Cu (最大値3,200 ppm)と低い値を示し、地表調査及び地化学探査結果等から総合的に判断して経済的な鉍化帯の賦存を推定することは困難である。

V) 調査結果のまとめ

1) Ingeominasの調査資料、試錐岩芯検討及び最も鉍化作用の強い地域と考えられるQ. Chimbacitoの現地踏査を実施した結果、本地域には石英斑岩の貫入に密接に関係して形成されたポーフィリー・銅型鉍化作用の存在が確認された。

2) しかしながらQ. Chimbacitoから採取された河川堆積物試料の分析結果は102～340 ppm Cuと低く又、鉍化変質帯の中心部と推定される個所で実施したIngeominasの試錐岩芯の分析値は最大0.3% Cuと低い値を示しており、Q. Chimbacito地区に経済的な鉍床賦存を推定することは困難である。

3) Los Andes地域内で今後Q. Chimbacito地区以上の鉍化帯が存在する可能性は乏しいと判断されることより、Los Andes地域全体に対する今後の探鉍価値は小さいものと思考する。

7-3-2 Infierno 地域

1) 位置、交通、地形

本地域はRovira町の南西約10Kmに位置する (Fig.-44)。

本調査地域に至るには Rovira 町より約 14 Km 南の Hato Viejo 部落を経由しなければならぬ。又、UNDP による第一期広域調査の試錐跡のある Q. Pajarito 及び UNDP-Ingeominas による第二期の試錐 № 3 孔のある Q. Bebedero へはそれぞれ別のルートを通る必要がある。

Q. Pajarito の UNDP-№ 1 孔に至るには Hato Viejo より西へジープにより約 4 Km にて Q. Pajarito 入口付近に達し、これより徒歩約 40 分で試錐跡に至る。又、Q. Bebedero の Ingeominas № 3 孔付近までは Hato Viejo の北約 2 Km で幹線道路から分れて西へ約 4 Km で到達する。幹線道路から上記 2 地点までの道路はトラック道路でかなりの悪路だがジープの通行は可能である。

現地は Cordillera Central の東斜面に位置して、Q. Pajarito や Q. Bebedero 以西の火成岩類の分布する地域では比較的急峻な地形を呈し、一方 Q. Bebedero 東部の第三紀層の分布する地域ではゆるやかな地形を示している。

本地域の水系は Rio Magdalena の支流である Rio Tuamo が地域北部で東方に流れ、これの支流 Q. Infierno, Q. Bebedero 等が北方又は北北東方向に流れている。又、調査地域南西部の Q. Pajarito は Rio Chili の支流で南に向って流れている。

ii) 調査経緯

本地域は 1975 年に実施された UNDP の第一期地化学探査結果でアノマリー帯として選出されたものの一つ (アノマリー № 21) で、この結果の追跡調査として 1977~1978 年 UNDP 及び Ingeominas により本調査地域に第二期の地質概査、精査、地化学探査、物理探査 (I.P 法、磁力探査法) 及び試錐探査が実施された。

第二期の調査内容は下記の通りである。

地質調査	概査	150 Km ²
	精査	10 Km ²
地化学探査		150 Km ²
	ストリームセヂメント	162 個
	岩石試料	212 個
	岩石チップ (精査)	815 個
	岩石薄片 (概査)	25 個
	(精査)	211 個
物理探査	I.P 法 12 測線	5.72 Km ²
	磁力探査 637 点	30 Km
試錐探査	6 孔	1,217 m
	分析用試用	680 個
	岩石薄片	29 個

(他に UNDP 第二期の試錐 1 孔 191.42 m)

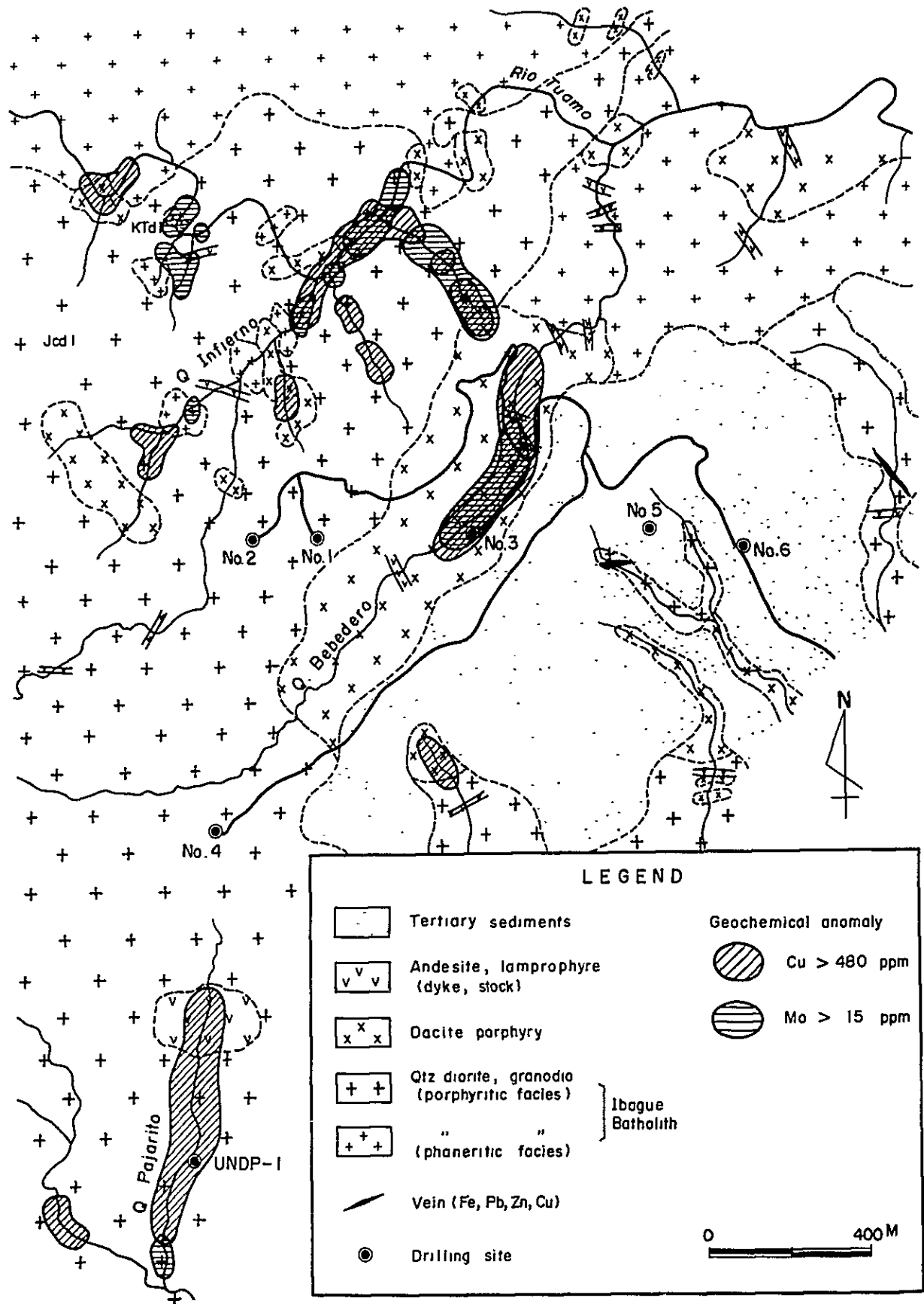


Fig.-48 Geological map of Infierno area

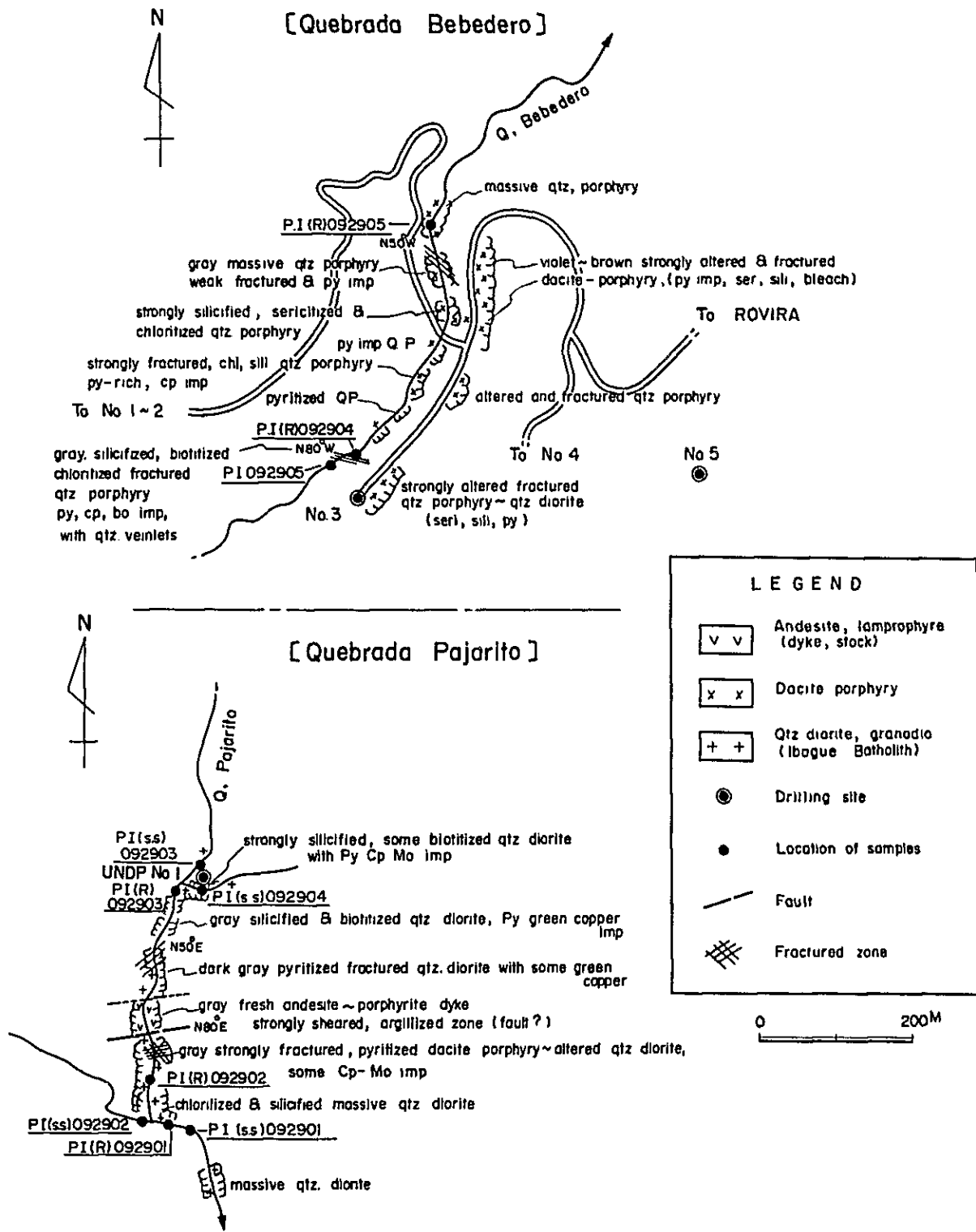


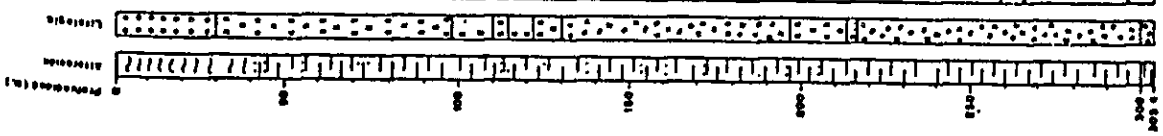
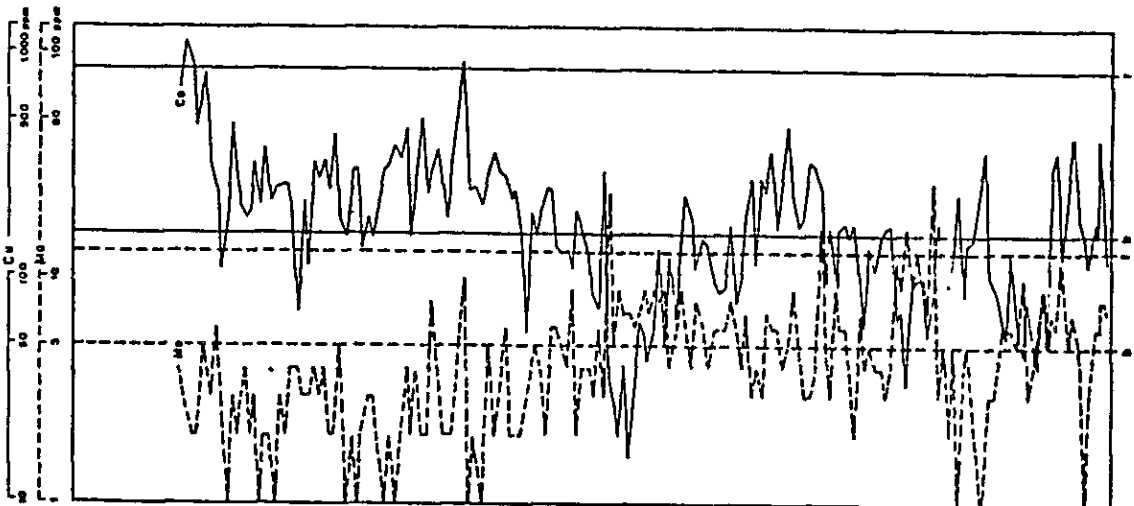
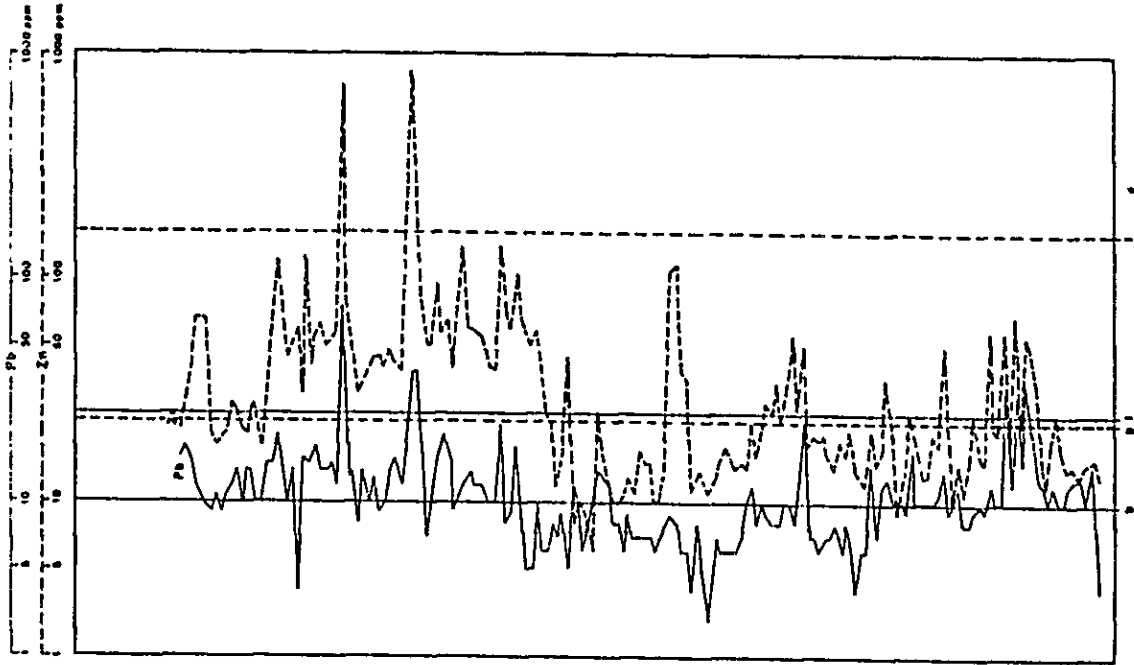
Fig.- 49 Geological route map of Infierno area

Fig.-50 Drilling Core Log and Assay (Cu- Mo)
in Infierno Area

No. 1, No. 2, No. 3

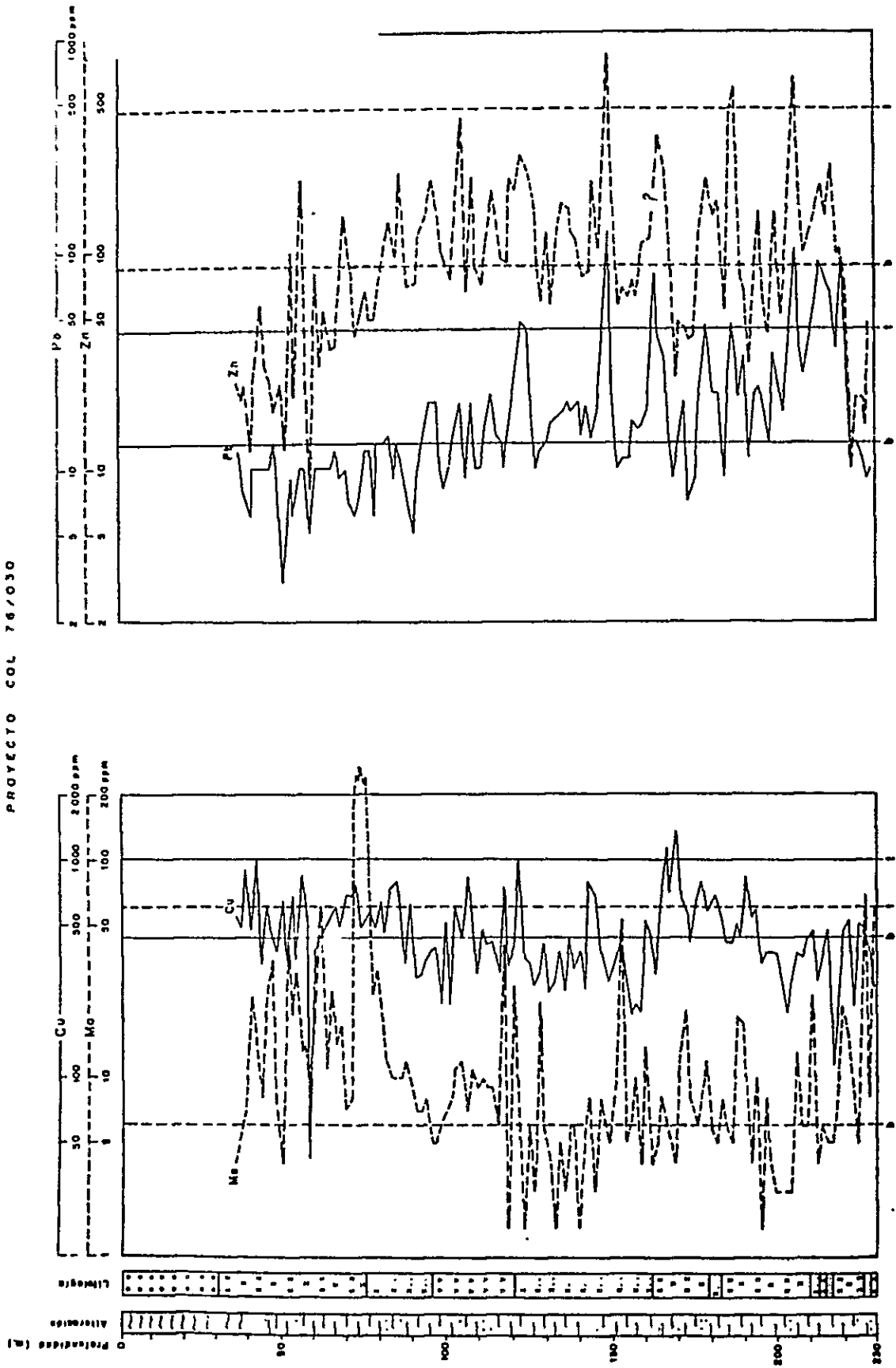
No. 4, No. 5, No. 6

NACIONES UNIDAS - INGLONINAS
 PROYECTO COL 18/030

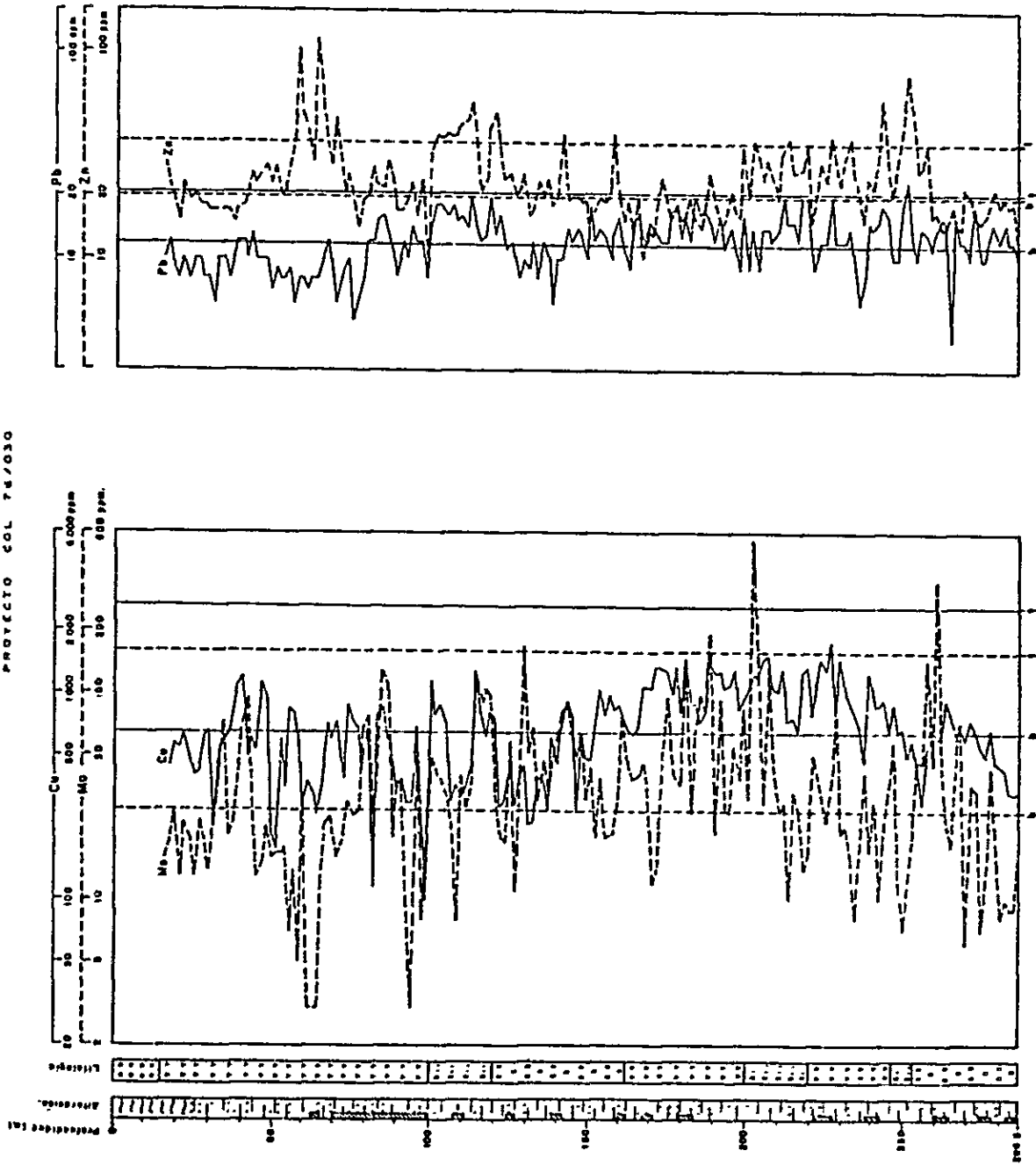


0020 IMP - 1
 Fig - 23

NACIONES UNIDAS - INGEOMINAS
 PROYECTO COL 76/030

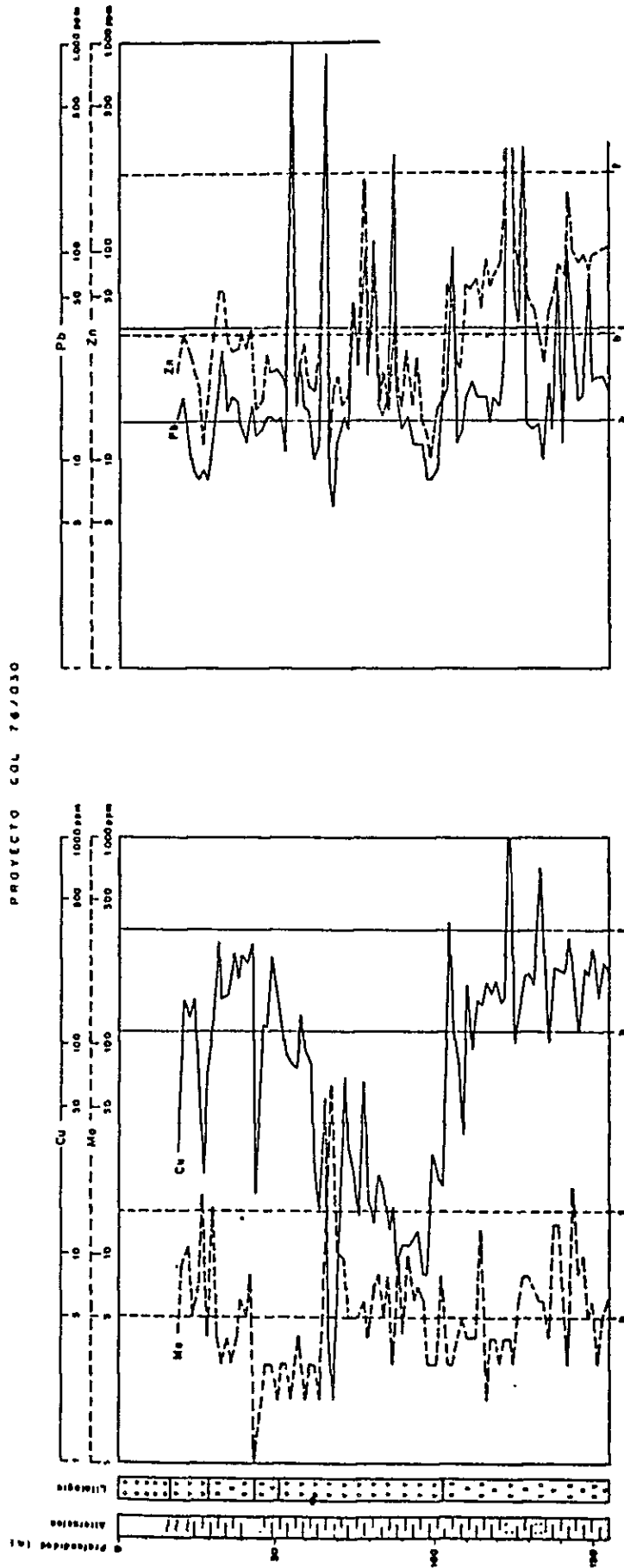


POZO INF - 2
 FIG - 24



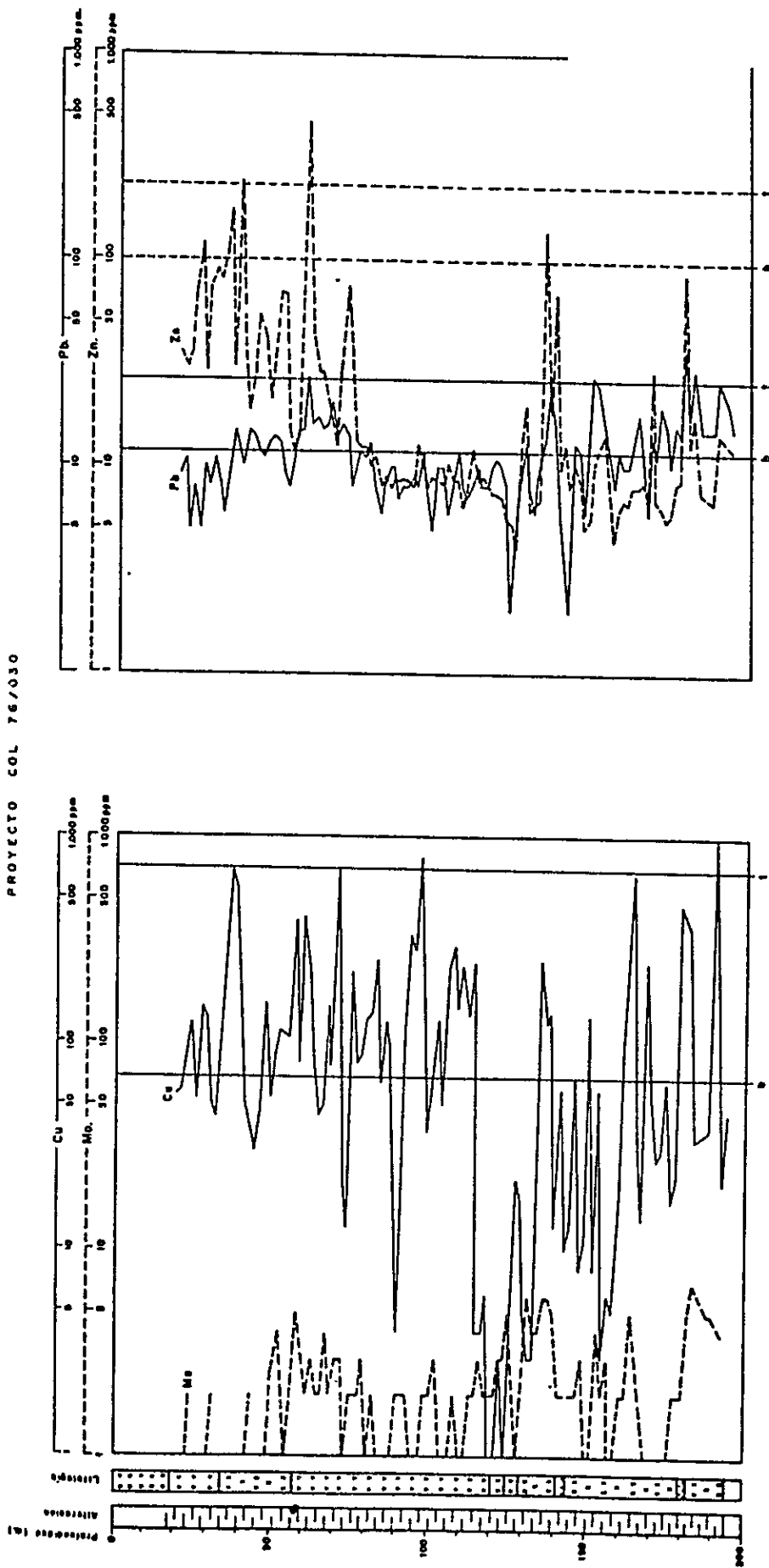
POZO INF-3
 FIG-28

NACIONES UNIDAS — INGENOMINAS
 PROYECTO COL 76/030



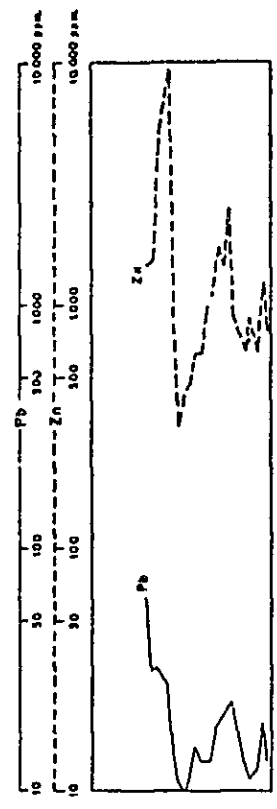
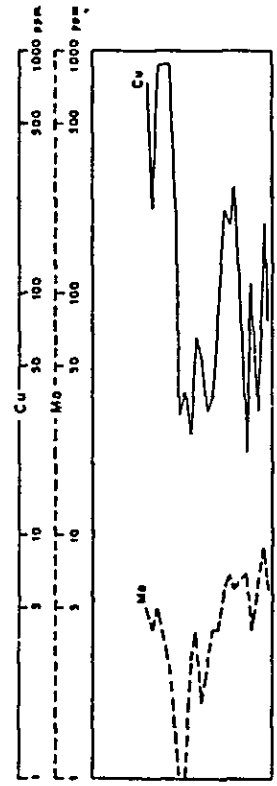
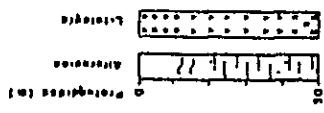
POZO INF-4
 FIG-26

NACIONES UNIDAS — INGEOMINAS
 PROYECTO COL 76/030



POZO INF - 8
 Fig - 27

NACIONES UNIDAS - INGEOMINAS
 PROYECTO COL 78/030



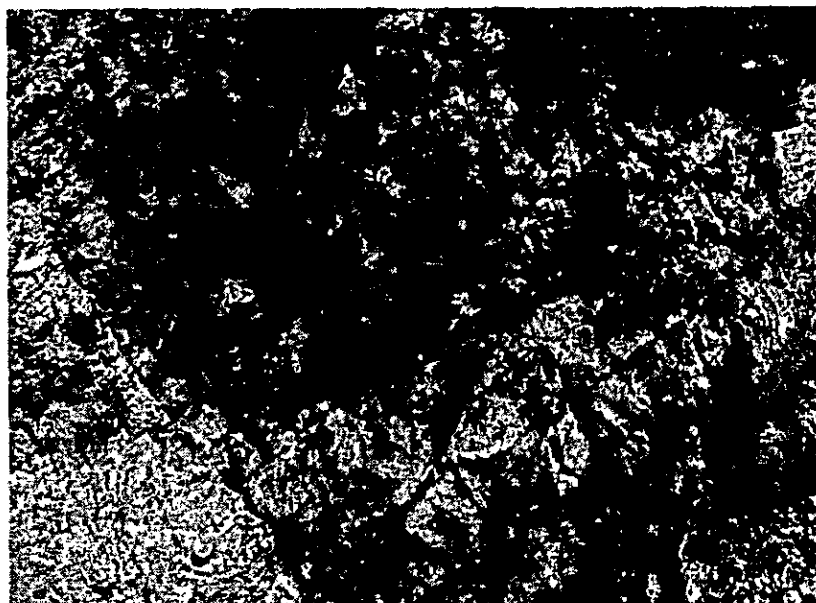
POZO INF-8
 Fig-2B

Photo. 15 Outcrop of phyllic altered zone,
in Infierno area



Looking from drilling site No. 3

Photo. 16 Strongly phyllic altered porphyritic
Quartzdiorite, in Infierno area



Near drilling site No. 3, containing network of
pyrite-limonite-quartz vein and dissemination

以上の調査結果、本地域にはポーフィリー・カップー型の鉍化帯及び変質帯の存在することが確認されたが、経済的な鉍床を形成するに足る鉍化作用の強さおよび連続性に乏しいことが判明したので1978年6月本地域の探鉍は中断された。

III) 地質, 構造

1) 地 質

本地域には Los Andes 地域と同様、上部ジュラ紀末の Ibagué batholith が広い範囲に分布し、これを貫いて白亜紀～第三紀の貫入と考えられる石英斑岩類及び安山岩～珪岩岩脈と、これらを不整合に覆う第三系堆積岩類が分布する。

a) Ibagué batholith

地域北部の Rio Tuamo から南部の Q. Pajarito にかけて広く分布する。又、Q. Bebedero 周辺から東部では石英斑岩に貫かれ且つ第三紀層に覆われて沢底に若干分布する。

本地域の batholith は灰色～淡灰色、中～粗粒の石英閃緑岩～花崗閃緑岩の岩相を示し、多量の石英、斜長石を主要造岩鉍物とし、少量の黒雲母とカリ長石から成る等粒状完晶質岩である。

鏡下では粗粒の斜長石の斑晶と細～中粒の石英の斑晶が等粒状に分布し、これらの間に細粒の黒雲母が間填状に分布する完晶質組織が認められる。

斜長石は、最大 5 mm 大の大型斑晶で自形～半自形結晶を示し、アルバイト双晶、カールスバット双晶が発達し、稀に弱い累帯構造を認める。

石英は、0.5～1.0 mm 大の他形結晶が大部分で、自形結晶を示すものは極めて少ない。等粒状、モザイク状を成して長石粒の間を埋めて分布する。

カリ長石は、2.0～5.0 mm 大の自形～半自形結晶で微斜長石構造やミルメカイト構造等が認められるが量的には少ない。

黒雲母は、0.1～0.5 mm 大の長柱状半自形を示して上記の各結晶の間に少量認められる。新鮮なものは少なく、緑泥石や他の鉍物に変化している。

その他にアパタイト、スフェン、黄鉄鉍、磁鉄鉍等が認められる。

造岩鉍物の量的関係は、斜長石 \geq 石英 $>$ カリ長石 $>$ 黒雲母 $>$ その他の順となっており、比較的石英の多い粗粒な石英閃緑岩を主体とし、局部的にカリ長石の多い花崗閃緑岩の岩相を示す。

Q. Pajarito から得られた岩石試料 P.I (R) 092902 では著しい炭酸塩化作用、アルバイト化作用、珪化作用等を蒙り、長石類の大部分は不透明なスリガラス状となり、方解石、緑泥石、一部セリサイト及び2次石英により交代されている。又、鉄苦土鉍物は全て緑泥石又は方解石に交代されている。

b) 斑岩類

地域中央部の Q. Bebedero 流域とこれ以北の Q. Infierno 及び Rio Tuamo 等に岩株状、岩脈状形態を示して多数分布し、石英斑岩～石英安山岩質斑岩の岩相を示す。この中 Q. Bebedero に分布する岩体は規模が最大で直径約 1 Km の岩株状形態を示す。又、No 3 孔の試錐跡に至る道路のカッティング及び Q. Bebedero 中に良く露出している他に No 3 孔の試錐岩芯中に捕捉されている。

道路のカッティングでは本岩体の酸化溶脱帯と割目系が良く観察出来、又、Q. Bebedero 中では風化、酸化作用の少ない比較的新鮮な露出が観察される。

本岩類は灰色～暗灰色を示し、酸化溶脱帯では鉄酸化物や粘土鉱物（カオリン、セリサイト等）の影響により灰白色、黄褐色、赤紫色等の種々の色を示す。

鏡下では斜長石、石英及び若干のカリ長石の斑晶を有するポーフイリーティック組織が特徴的で、熱水変質作用を蒙り新鮮な結晶は少ない。結晶のうち石英は、0.5～2.5 mm 大の自形～半自形結晶で、累帯構造を示すものもある。

斜長石は 0.5～2.5 mm 大の自形～半自形結晶で、アルバイト双晶、カールスバッド双晶及び稀にペルクリン双晶を認める、他に累帯構造が良く発達する。

カリ長石は、1.0～1.8 mm 大の自形結晶で、カールスバッド双晶を示すものもある。

石基は 0.1～0.5 mm 大の細粒の 2 次石英が等粒状に分布し、この石英粒の間を埋めて斜長石片、鉄苦土鉱物から変化した緑泥石、方解石等が認められる。

造岩鉱物の量的関係は、斜長石 \geq 石英 $>$ カリ長石 $>$ その他、の順になっており、本岩類は主に石英斑岩から成り局部的に石英安山岩質斑岩の岩相を示す。

Q. Pajarito や Q. Bebedero の試錐岩芯中に認められる本岩類は熱水変質作用～鉱化作用を蒙り、炭酸塩化用、珪化作用及びアルバイト化作用が発達して造岩鉱物の大部分は方解石、2 次石英、緑泥石又はセリサイト等により置換されている。

c) 安山岩～玢岩岩脈

地域の各沢に小規模岩脈状又は一部岩株状を示して分布し、暗灰色～桃灰色を示し、細～中粒斜長石を多量に包有する安山岩～玢岩の岩相を示す。

Q. Pajarito 及び Q. Bebedero 流域の露頭及び試錐岩芯に捕捉された本岩類は、いずれも新鮮な多量の斜長石と有色鉱物（角閃石、輝石等）から成り、鉱化作用後の貫入と見られる。

d) 第三系堆積岩類

地域の東部に Ibagué batholith 及び斑岩類を不整合に覆って広く分布する陸成層である。

岩相は一般に黄赤色～赤紫色を呈す砂岩、泥岩、粘土質砂岩及び礫岩等から成り、基

底部に基底礫岩層を伴う。

2) 構造

Ibagué batholith 中には Q. Pajarito 付近で N50°E, E-W 系および NW 系, N-S 系の割目が発達しているが, 広域地質構造は不明である。

斑岩類は batholith 中に N-S 系および NW 系の方向性を示して岩脈および岩株状に貫入している。Q. Bebedero に分布する斑岩は NE 系を示しているが, 岩体中では E-W 系, NW 系の割目が多い。

安山岩～玢岩岩脈類は一般に巾数 m の岩脈で, E-W 系および NW 系を示すものが多い。

第三系堆積岩類は, Ibagué batholith および斑岩類を不整合に覆い, 一般走向 N-S, 傾斜 10°~20°E を示して比較的平坦に分布し, 地域の東方で古生層と断層で接している。

IV) 鉍化, 変質

本地域の鉍化作用は, これまでに実施された地質調査, 地表調査, 地化学探査及び試錐探査等の結果から石英斑岩の貫入に密接に関係して形成されたポーフイリー・カッパー型 Cu-Mo 鉍化作用であることが判明している。

変質作用は一般に [propylitization + silicification] 帯が広く分布する中に局所的に phyllic 帯や potassic 帯が分布している。

Q. Pajarito 及び Q. Bebedero にはそれぞれ Potassic 帯及び Phyllic 帯が分布し, これらの変質帯中で割目の発達した所に鉍化作用が濃集する傾向を示している。

Q. Pajarito では石英斑岩の小規模な岩脈が露出しており, この周辺から UNDP 試錐孔周辺部にかけて石英細脈, 黒雲母化作用の発達した potassic 帯が認められる。

この変質帯中に見られる鉍化作用を構成する鉍石鉍物は, 一般に黄鉄鉍及び少量の黄銅鉍で, 局所的に酸化銅鉍を伴う。又, 試錐孔付近では石英細脈中に若干の輝水鉛鉍を認める。

UNDP 試錐岩芯中では黄鉄鉍を多く認めるが, 黄銅鉍は少ない, 又輝水鉛鉍は極めて少ない。

UNDP 試錐岩芯の分析値の平均値は下記の通りで低い値を示している。

Cu	500 ~ 800 ppm
Mo	10 ~ 20 ppm
Zn	100 ~ 200 ppm
Pb	50 ~ 120 ppm

この流域から河川堆積物のチェックサンプルの分析値 (Table-12) では, UNDP 試錐孔付近で最高値 1.332 ppm Cu を示し, この付近が鉍化作用の最も強い部分と考えられるが, その試錐岩芯中に見られる鉍化作用は上記分析値に示す通り低い値である。

Q. Bebedero では石英斑岩が岩株状に広く分布しており, Ingeominas 試錐 No 3 孔に至る

作業道路のカッティングや沢の中で割目の発達を観察され、又、変質作用はセリサイト化作用、珪化作用及び緑泥石化作用等が発達し phillite 帯～propylite 帯を形成している。

露頭部に見られる銅鉍化作用は弱く、黄鉄鉍が強く認められる。

Ingeominas No.3 孔 試錐岩芯の鏡下に見られる鉍石鉍物は黄鉄鉍、黄銅鉍及び輝銅鉍等である。

黄鉄鉍は自形～多形を示して脈状、鉍染状、又は斑状に分布し、鉍石鉍物の大部分を占める。

黄銅鉍は少量で他形を示して黄鉄鉍の結晶の間を埋めて分布する。

輝銅鉍は黄銅鉍の周縁部又は割目に沿って2次的に形成されたもので量的には極めて少ない。

その他、輝水鉛鉍、方鉛鉍又は閃亜鉛鉍等は認められない。

Ingeominas No.3 孔の岩芯の分析値の平均値は下記の通り

Cu ; 600 ppm Mo ; 30 ppm Zn ; 20 ppm Pb ; 12 ppm

と低い値を示す。又、Q. Bebedero 流域から採取した河川堆積物のチェックサンプルでも Cu ; 125 ppm と低い値を示す (Table-12)。

試錐岩芯では酸化溶脱帯は地表下 20～30 m まで続くが、2次富化帯は明瞭ではない。

V) 調査結果のまとめ

Ingeominas の調査資料、試錐岩芯や UNDP 試錐岩芯等の検討の後、Q. Pajarito 及び Q. Bebedero が本地域内で最も代表的な鉍化、変質帯と考え現地踏査を実施し、且つ現地で採取した試料の分析及び室内研究の結果

- 1) 本調査地域の鉍化作用は石英斑岩の貫入に伴って形成されたポーフィリー・カッパー型鉍化作用である。
- 2) 種々の分析値や鏡下の観察の結果では、Cu-Mo 鉍化作用は経済的な鉍床賦存を示すには弱い値である。
- 3) Q. Pajarito 及び Q. Bebedero に分布する鉍化変質帯は本地域内で最もポテンシャルの高い所と判断される。
- 4) Ingeominas, UNDP の試錐探査はこれらの主要部に実施されたもので、今後本地域内でこれ以上の鉍化帯が存在する可能性は少ないと考えられる。

7-3-3 Los Guayabos 地域

i) 位置, 交通, 地形

本地域は Rovira 町から San Antonio に通ずる国道沿で、San Antonio の北約 20 Km にあり、道路のカッティングにスカルン型鉍化帯の露頭が分布する。

現地付近の地形は壮年期の急峻な地形を示す。

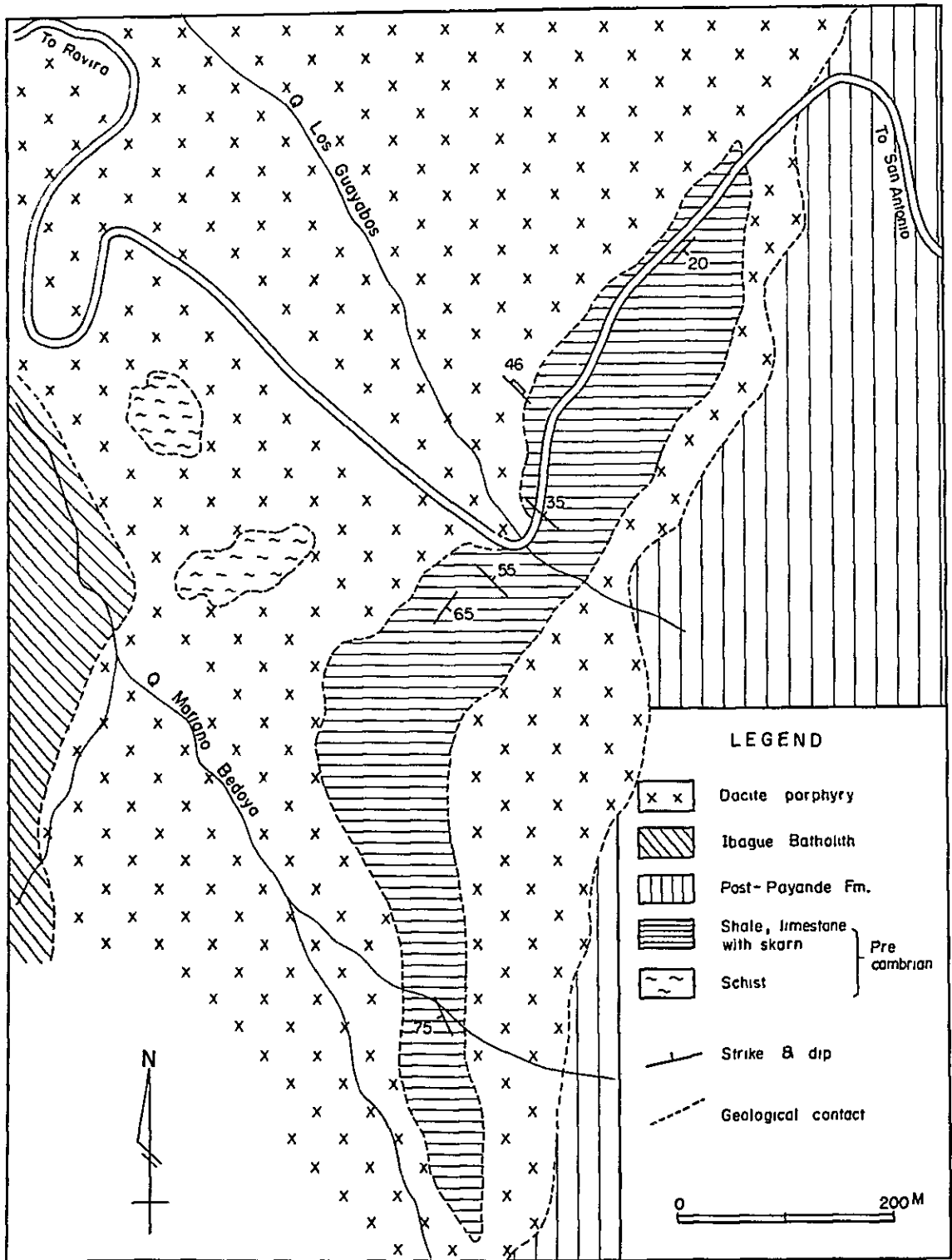


Fig-51 Geological map of Los Guayabos area

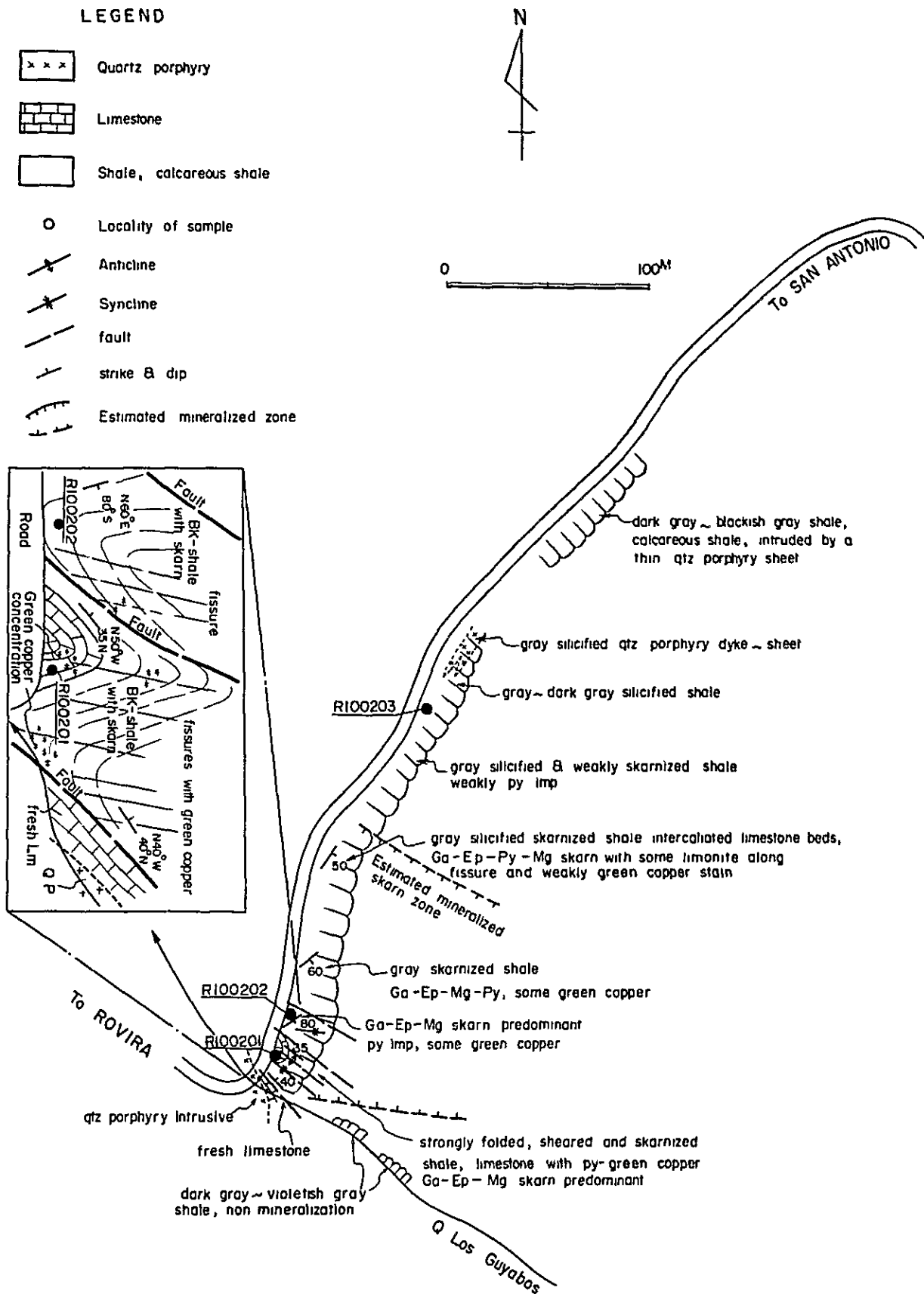


Fig.-52 Geological route map of Los Guayabos Area

主要水系は Rio Magdalena の支流 Rio Cucuan が地域の北部を東に向って流れ、この支流 Q. Los Guayabos 及び Q. Mariano Bedoya が北西方向に平行に流れている。

II) 調査経緯

本調査地域内にはスカルン型銅，亜鉛鋳化帯の露頭が前記の道路に分布している。

これらの鋳化帯の存在は古くは，スペイン植民地時代の金，銀探鋳の時代から知られていたものの様である。

近年この周辺で実施された探査作業としては 1975 年 UNDP の第一期地化学探査があり Cu アノマリー No 14 として報告されている。

1976 年には Tolima 州の地質図幅調査の為，本地域の地質調査が実施された。

1977 年には Ingeominas により本地域の地質調査，地化学探査（河川堆積物），露頭調査等が実施された。

これらの鋳化帯は Tolima 州の鋳産図に Los Guayabos No 459 及び No 457 (Cu) として記載されている。

Ingeominas の調査結果では本地域のスカルン型鋳床は大規模なものは期待出来ないが，小規模鋳床の発見を目的とした探鋳の継続の必要性を述べ，その探査方法として土壌による地化学探査及び磁力探査を挙げている。

今回の調査では，これらの各種情報を参考にし，且つ調査に先立ち視察した Mina Vieja 鋳山のスカルン型鋳床の知見を基に上記道路のカッティングの露頭及び Q. Los Guayabos 上流部の現地踏査を実施した。

III) 地質，構造

1) 地 質

本地域には先カンブリア系堆積岩類，変成岩類，三疊系～ジュラ系の Post Payandé 層と，これらを買いた上部ジュラ紀の Ibagué batholith 及び白亜紀～第三紀の石英斑岩が分布する。

スカルン型鋳化作用は先カンブリア系石灰岩質堆積岩類を買いた石英斑岩に密接に関係して形成されたものであり，以下に鋳化作用に関係の深い岩類について記述する。

a) 先カンブリア系岩類

Q. Los Guayabos, Q. Mariano Bedoya の上流域及び国道のカッティングに沿ってほぼ南北方向に延長約 1 Km, 巾 100～150 m の範囲で分布する。又，一部 Q. Mariano Bedoya の北方に片麻岩が小規模捕獲岩状に分布する。

本岩類の正確な時代は不明であるが，岩相が Cordillera Central 付近に分布する先カンブリア系に類似することから先カンブリア系とされているが，石灰岩層を挟在することから Payandé 層の可能性もある。

暗灰色～黒色の石灰岩質頁岩を主とし、石灰岩の薄層を挟在する。

石英斑岩に貫かれて接触変成作用を蒙った所では石灰岩は大理石化し、石灰質頁岩類と共に局部的にスカルン化を受けている。

b) 石英斑岩

調査地域の中央部に広く分布し、Post Payanolé層、Ibagué batholith を貫き、先カンブリア系を捕獲岩として取込んでいる。

灰色～暗灰色を呈し中～粗粒の長石類、石英の斑晶が顕著な塊状石英斑岩の岩相を示す。

本岩は先カンブリア系石灰岩、石灰岩質頁岩等に接触変質作用を与えているが、Q. Los Guayabos と道路の交叉部に露出するものは比較的新鮮で、本岩自身の変質は少ないものと考えられる。

2) 構造

先カンブリア系は、一般走向N-S系又はNE系を示すが、Q. Los Guayabos周辺の道路上ではNW系方向の褶曲と構造断層を伴った複雑な構造が見られ、この部分にスカルン化、銅鉍化が集中している。

この構造は北東部に向って次第にゆるやかとなり、スカルン化、銅鉍化作用も弱くなる。石英斑岩中には断層その他の大きい構造は認められない。

IV) 鉍化作用

本調査地域の鉍化作用は、先カンブリア系の石灰岩、石灰質頁岩中にこれら貫いた石英斑岩により形成されたスカルン型鉍化作用である。

スカルン鉍物は柘榴石を主とし、陽起石、緑れん石、方解石等を伴い、又常に磁鉄鉍を随伴する。

柘榴石は茶褐色～緑褐色を示す灰、鉄分の多いアンドラダイトで自形～半自形結晶が顕著である。

鉍石鉍物は黄鉄鉍、黄銅鉍、赤鉄鉍及び磁鉄鉍等で、上記柘榴石結晶の間を埋めて分布する。

露頭部表面には酸化銅鉍及び鉄酸化物が認められる。

試料№100202の鏡下の観察では柘榴石の結晶粒の間に黄鉄鉍、黄銅鉍が不規則斑状～脈状に分布する。

赤鉄鉍は黄鉄鉍、黄銅鉍を囲む様に、又はへき開中に脈状に分布し、稀に黄銅鉍中に針状～長柱状自形結晶を示して分布する。

黄銅鉍の周縁部に輝銅鉍が2次的に形成され黄銅鉍をフィルム状に囲んでいる。

これらの鉍化作用はMina Vieja 鉍山のスカルン型鉍化作用に類似するが、Mina Vieja

の鉍石鉍物の組合せは上記の他に更に閃亜鉛鉍を伴う。

今回の調査では、Q. Los Guayabos 沿および道路の露頭を調査して、これらのスカルン帯及び鉍化帯の相互関係、分布の規模、鉍化作用の強さ等を追跡調査した。

その結果 Q. Los Guayabos と道路の交叉部周辺に見られる NW 系の褶曲、断層の発達した部分でスカルン化作用及び鉍化作用が強く、これより北方に向って次第に弱くなる。

又、南の Q. Los Guayabos 内ではスカルン化作用及び鉍化作用は認められず、断層関係により南には延長していないと解釈される。

以上のデータから本地域の鉍化帯は小規模で、道路沿いに約 120 m、厚さ約 15~20 m でほぼ東西方向の範囲内に分布し、数 10 万トン程度の鉍体の賦存する可能性が推定される。

この鉍化帯から得られた試料 No. 100201 および 100202 の分析値は別表 (Table-13) の通りである。

V) 調査結果のまとめ

Ingeominas の調査資料の検討、現地踏査及び現地で採取したチェックサンプルの分析、室内研究等から次の結論が得られた。

- 1) 本地域には先カンブリア系の石灰岩、石灰岩質頁岩の捕獲岩中にスカルン型鉍化作用が認められる。
- 2) スカルン帯及び鉍化帯の規模は小さく、道路沿いに長さ約 120 m、厚さ 15~20 m で東西に伸びた分布が認められる。
- 3) この鉍化帯の分布する範囲に数 10 万トン程度の鉍体の賦存する可能性がある。
- 4) 今後の探鉍には試錐探査が有効と考えられる。

7-3-4 Puerto Saldaña 地域

i) 位置、交通、地形

本調査地域は Rio Blanco 町の南々西約 26 Km の Puerto Saldaña 部落付近に位置する。

道路は 1976 年に Rio Blanco-Pto. Saldaña-La Herrera 間に開通して居り、Pto. Saldaña 部落南方の道路のカットニングに沿った Cu-Mo 鉍化帯の露頭部までジープで容易に到達出来る。

付近一帯は Cordillera Central に近い位置にあり、前記の 3 地域の地形よりも急峻な地形を呈す。

地域の中央部を東西に分断して北流する Rio Magdalena の支流 Rio Saldaña は深い V 字谷の地形で、両岸が屹立し、その支流には大きな滝が多く分布する。

Rio Saldaña から派生する枝沢は E-W 系又は NW 系の樹枝状パターン又は格子状パターンを示して分布する。

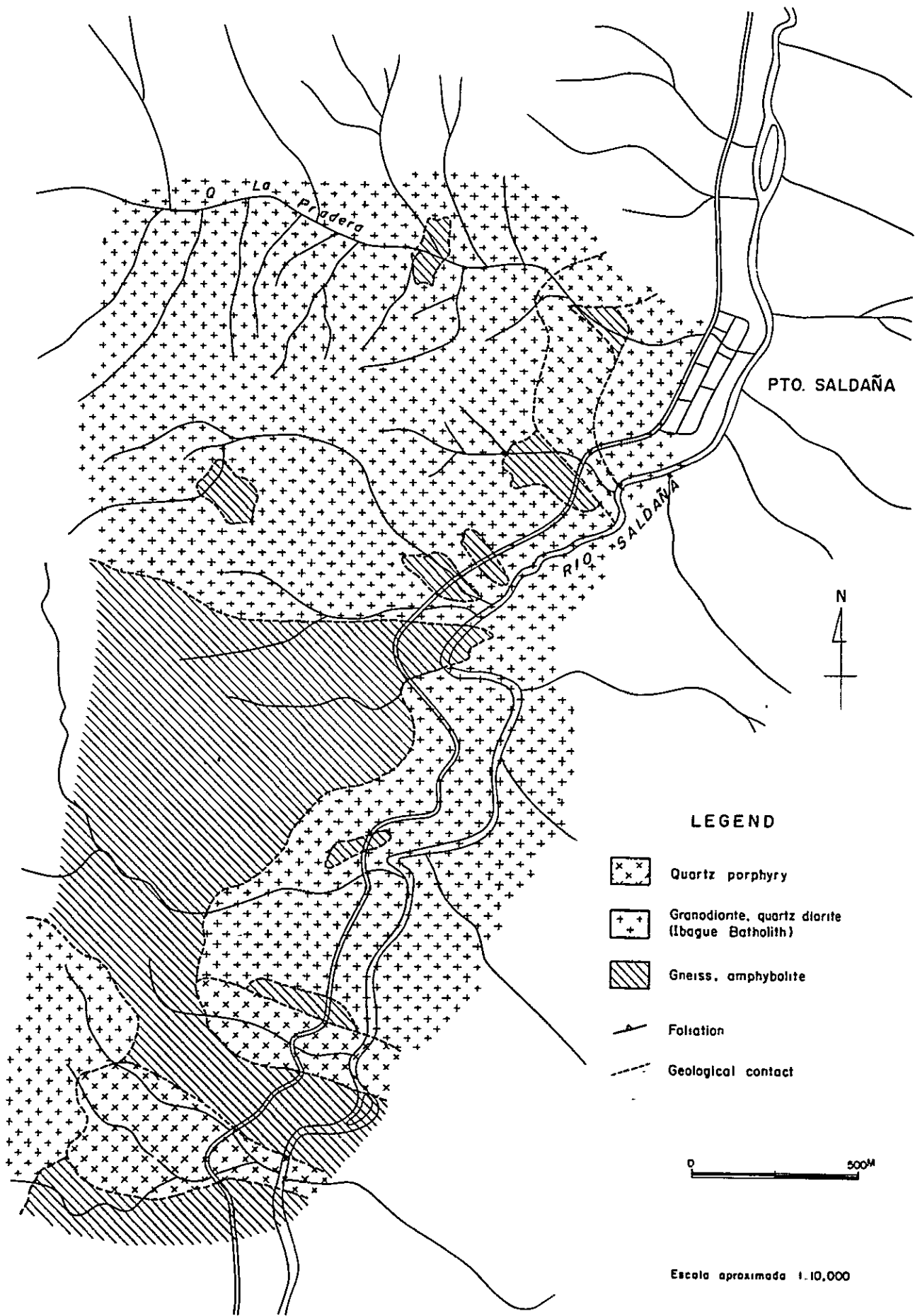


Fig.- 53 GEOLOGICAL MAP OF PUERTO SALDAÑA AREA

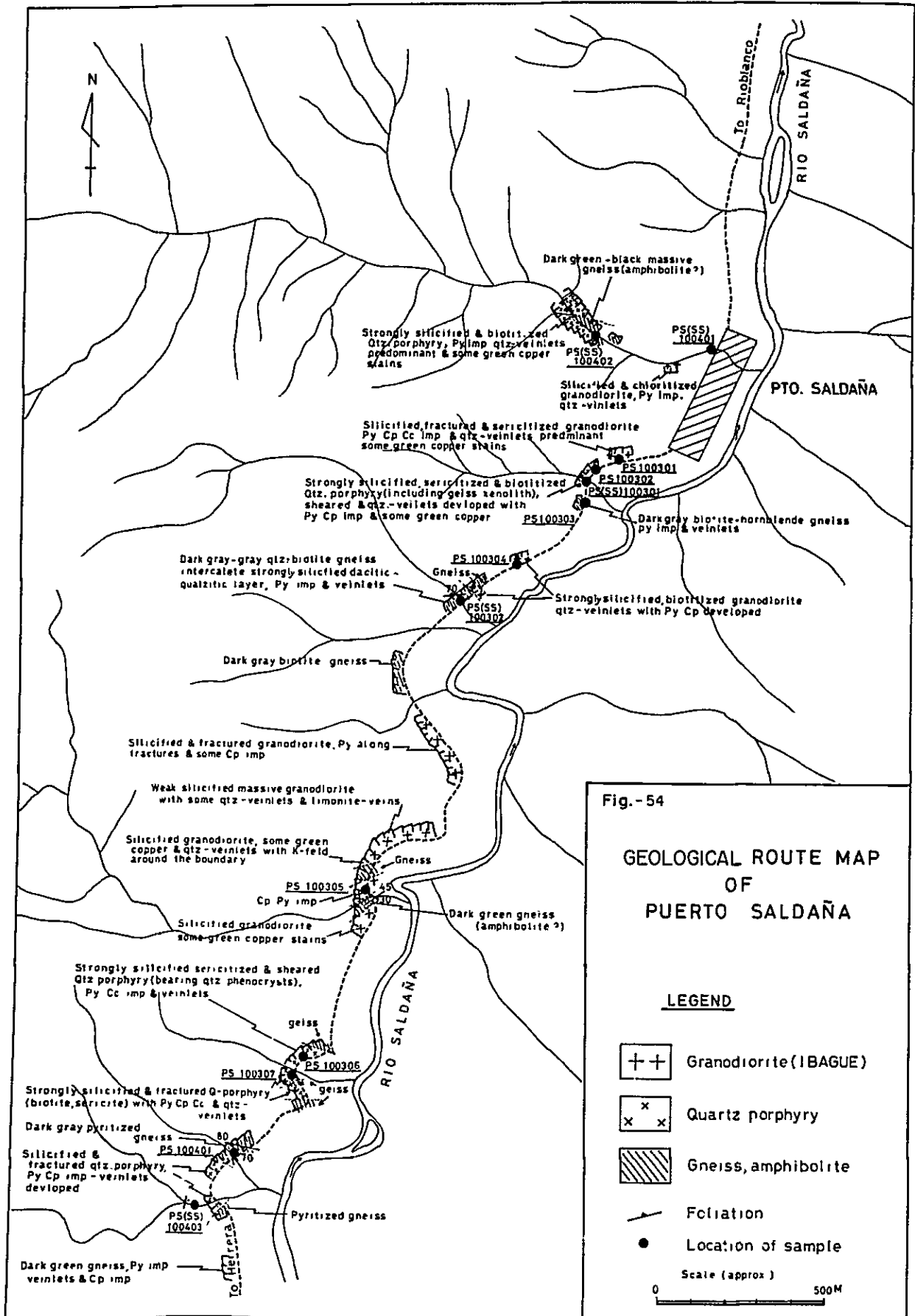
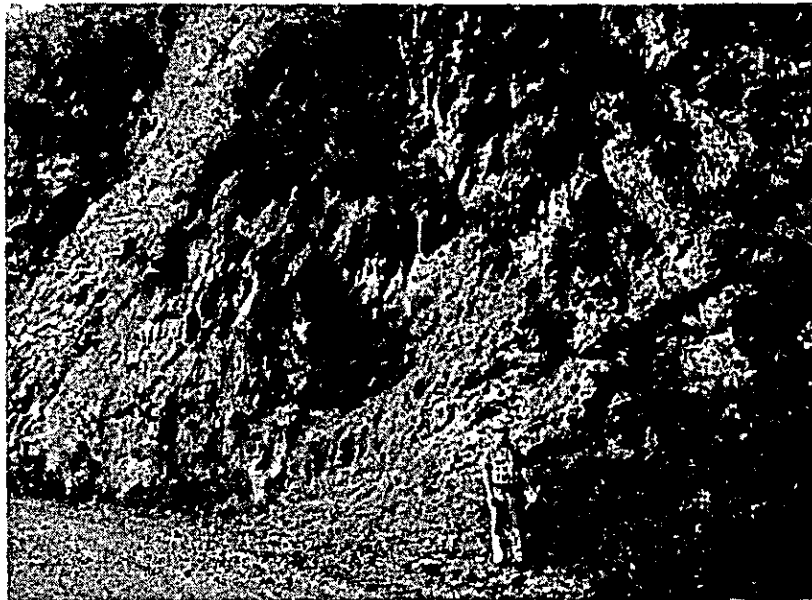
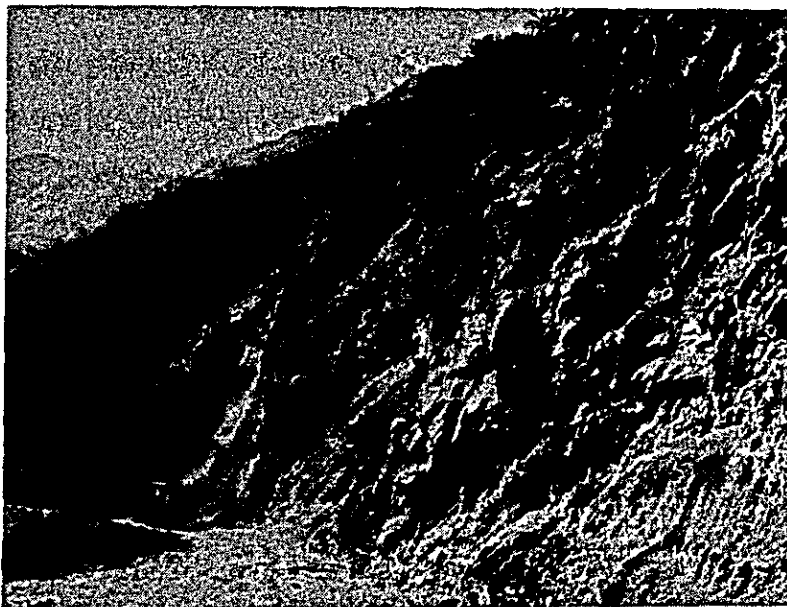


Photo. 17 Outcrop of mineralized skarn,
in Los Guayabos area



Containing chalcopyrite-magnetite-green copper
(L.G.(R)100201)

Photo. 18 Outcrop of strongly phyllic altered Granodiorite,
in Puerto Saldaña area



Containing pyrite-chalcopyrite-chalcocite-green copper
veinlet (P.S(R)100301 & 100302)

ii) 調査経緯

本地域の探査は1975年UNDPの第一期地化学探査の調査範囲に含まれ、この地化学探査の結果アノマリー№28として報告されている。

1976年この地域に開通した道路のカットニングに鉍化変質帯が認められ、Ingeominasにより地質調査及び地化学探査が行われている。その調査報告では本地域にはRio Saldaña沿いに約3.5km、巾60~70mの範囲に14本のN-S系の銅鉍脈が分布し、一部にポーフィリー・銅型に類似の鉍化作用が分布するが、経済性に乏しいと結論している。

今回の調査ではこれらの資料を検討し、道路のカットニングに分布する鉍化変質帯露頭と周辺の現地踏査を実施した。

iii) 地質, 構造

1) 地質

本地域は上部ジュラ紀のIbague batholithのほぼ中央部に位置しており、batholithの石英閃緑岩と、これに捕獲岩状に取り込まれた先カンブリア系の片麻岩類及びこれらを一貫く白亜紀~第三紀の石英斑岩から構成される。

a) 先カンブリア系岩類

主として調査地域の南西部に広く分布するが、Pto. Saldaña南の道路に良く露出する。

本岩類はIbague batholithに捕獲岩状に取り込まれており、その岩相からCordillera Central付近に分布する先カンブリア系に対比されている。

岩相は黒雲母片麻岩を主とし、少量の珪岩、角閃岩を挟在する。

黒雲母片麻岩は暗緑色~暗灰色を呈し、薄い縞状の片麻状構造が発達している。

野外の観察では局所的に見掛けが片岩に似る岩相を示すが、顕微鏡下では鉍物粒子が粗粒で、片麻状構造が発達することや、斜長石の含有量が20%以上を占めること等の理由から片麻岩とした。

鏡下では石英、斜長石、黒雲母が同一方向に平行配列している片麻状構造が顕著に認められる。

石英は微小の他形結晶を示して斜長石と黒雲母の間を埋めて分布する。

斜長石は、1.0~1.5mm大の半自形~他形結晶を示して黒雲母の間に分布する。結晶の一部又は全部がアルバイト化、方解石化、セリサイト化作用を蒙っている。

黒雲母は、1.0mm前後のフレークが同一方向に平行配列して片麻状構造を形成する。

新鮮な結晶は赤褐色~淡褐色の多色性を示すが、一部緑泥石に変化している。

その他にアバタイト、鉄鉍物(磁鉄鉍, 黄鉄鉍)等が散点する。

b) Ibague batholith

調査地域全域に広く分布し、淡灰色～褐灰色粗粒の石英閃緑岩，花崗閃緑岩の岩相を示す。

鏡下では石英，斜長石を主要造岩鉱物とし，少量のカリ長石及び黒雲母を伴う完晶質構造を示す。

石英は，0.1～1.5 mm 大の細～中粒他形結晶を示して長石類の結晶の間を埋めて分布する。結晶中には微細な液体～ガス包有物が認められる。

斜長石は，0.5～3.0 mm 大の中～粗粒自形～半自形結晶を示す。アルバイト双晶，カールスバッド双晶が発達し，弱い累帯構造が認められる。鉱化変質帯付近では熱水変質作用を蒙り，これら結晶の一部は緑泥石，方解石，セリサイト及び2次石英に変化している。

カリ長石は，0.5～2.0 mm 大の自形～半自形結晶で，カールスバッド双晶，微斜長石構造を示す。

黒雲母は，0.5～1.0 mm 大の針状他形結晶を示して長石類，石英結晶の間に分布する。新鮮なものは少なく，緑泥石に変化しているものが多い。

その他にアバタイト，スフェン，磁鉄鉱等が普遍的に認められ，熱水変質を蒙ると硫化鉱物，粘土鉱物，方解石等を伴う。

c) 石英斑岩

Pto. Saldaña 部落の西にほぼN-S方向の岩脈状を示すものと，地域南部に東西方向に伸張した岩脈状又は岩株状岩体が分布する。岩相は灰色～暗灰色緻密質な石基に斜長石，石英の斑晶を包有する石英斑岩の岩相を示す。鏡下では石英，斜長石，黒雲母を斑晶とし，隠微晶質～微晶質な石基から成る斑岩状構造が特徴的である。

石英は，0.5～2.0 mm 大の自形～半自形結晶を示す。結晶の輪郭が不規則融食形を示したり，累帯構造を示すものも認められる。鉱化変質帯で珪化作用を蒙る所では細粒の2次石英集合が認められる。

斜長石は，1.0～4.0 mm 大で大型の自形～半自形結晶を示す。結晶は丸味を帯びた巾広形で，アルバイト双晶，カールスバッド双晶，稀にペリクリン双晶が発達し，累帯構造を顕著に示すものが多い。鉱化変質帯ではアルバイト化，珪化及び炭酸塩化作用等を蒙り，微細な2次石英，方解石，緑泥石等に変化する。

黒雲母は，0.5～1.0 mm 大の自形～半自形結晶を示して斜長石，石英の間に点在する。新鮮なものは褐色～緑灰色の多色性を示すが，大部分緑泥石に変化している。

石基は，石英，斜長石，鉄苦土鉱物等の微晶質～隠微晶質組織を示す。鉱化変質帯では珪化，炭酸塩化，セリサイト化作用等を蒙り細粒の2次石英が発達し，粘土鉱物，方解石等が石英粒の間に形成される。

2) 構造

本地域の広域的地質構造は不明の点が多いが、地域中央部をN-S系に貫流するRio Saldañaに構造線が推定され、これより派生したと考えられるN-S系、NW系又はN-W系の割目が多く観察される。

先カンブリア系片麻岩中の片麻構造には方向性は特に認められない。

石英斑岩はN-S系又はE-W系の裂か系に沿った貫入と見られ、岩脈状又は岩株状に分布し、貫入の周辺部には網状の割目が多く発達している。

iv) 鉱化・変質

本地域の鉱化作用は石英斑岩の貫入に伴ったポーフイリー・銅型Cu-Mo-Zn鉱化作用と考えられる。

鉱化変質帯は、Pto. Saldaña 部落付近から南方に向って道路沿いに約3.5 Kmの間強弱を示して分布するが、特に石英斑岩の内部及びその周辺部の割目系の発達した部分に濃集する傾向を示す。

地域南部の枝沢に柘榴石スカルの転石を認めるが、これはスカロン型鉱化作用が存在する可能性を示唆する現象かも知れない。

鉱石鉱物は黄鉄鉱が主要鉱物で、少量の黄銅鉱、輝銅鉱、輝水鉛鉱及び閃亜鉛鉱を認める。

鏡下の観察では多数の黄鉄鉱の自形～半自形結晶の間を埋めて少量の他形黄銅鉱、閃亜鉛鉱が分布する。

黄銅鉱の周縁部は輝銅鉱が2次的に形成されてフィルム状に黄銅鉱の結晶を囲んでいる。

閃亜鉛鉱中には黄銅鉱が難容して微晶状に包有されて居るのが観察される。

調査地域の道路より西側に分布する枝沢から得られた河川堆積物のチェックサンプルの分析値は別表(Table-12)の通りであるが、いずれもCu, Mo値は低い値を示す。一方Ingenio Minasの実施した地化学探査結果でもこれらの西側上流にはアノマリーは捕捉されなかった。

これらの事実から本調査地域内の西側上流域には鉱化変質帯が存在する可能性が少ないと考えられるが、これは上流域に鉱化作用に密接な関係を有する石英斑岩の貫入が認められない為と考えられる。

一方Rio Saldaña東側については今後調査を実施して上記石英斑岩の分布を追跡し、その分布形態を把握する必要がある。

本地域内の鉱化変質帯から得られた試料の分析値は別表(Table-13)の通りであるが、いずれも低い値を示し、河川堆積物の分析値と合わせて考えると、本地域の鉱化作用はポーフイリー・銅型の鉱化作用を示すが、経済的な鉱床の賦存を示すには低い値である。

この様に本地域内に弱い鉱化作用のみ残存する理由としては、本来弱い鉱化作用しか存在

しなかったことも考えられるが、他の理由としては本地域の地形的な削剝作用が顕著で、鉍化帯の主要部は既に侵食されてしまった可能性が考えられる。もしもそれが事実ならば地形的にもつと高所を調査する必要がある。

V) 調査結果のまとめ

- 1) 本地域の地質は先カンブリア系片麻岩類の捕獲岩を包有する Ibagué batholith とこれらを買いた岩脈状、岩株状石英斑岩により構成される。
- 2) 本地域の鉍化作用は石英斑岩の貫入に伴って形成されたポーフイリー・銅型 Cu-Mo-Zn 鉍化作用である。
- 3) 鉍化帯は Pto. Saldaña 付近から南に約 3.5 Km 間分布するが、地質分布および地化学探査結果からその巾は狭いと思われされる。
- 4) Rio Saldaña の東側に未調査地域があり石英斑岩の広がりや鉍化作用の広がりを追跡する余地は残されているが、本地域のポーフイリー・銅型鉍化帯の主要部は既に削剝されてしまった可能性がある。
- 5) 本地域の鉍化作用のみでは経済性に乏しいと判断される。

7-3-5 Mina Vieja 鉍山の概要 (視察)

調査に先立ち視察した Mina Vieja の概要は下記の通りである。

鉍山名；Mina Vieja

会社名；Promociones Industriales y Minero Ltda.

地質；三疊～ジュラ紀の Payandé 層 (石灰岩, チャート, 頁岩を狭在) 中にジュラ紀末の Ibagué Batholith が貫入し Payandé 層中にスカルン帯を形成している。

鉍床；スカルン型銅鉍床

スカルン鉍物は柘榴石, 緑れん石, 透輝石等で、鉍石鉍物は磁鉄鉍, 磁硫鉄鉍, 黄鉄鉍, 黄銅鉍, 赤鉄鉍等である。

鉍床規模；Payandé 層中に東西方向に伸張した三日月形を示し, 最大巾 20 m を示す。1961～1962 年にスウェーデンのポリーデン社が実施した探鉍で鉍量 456 千トン, 品位 1.7% Cu が計上されたが, 現在その大半は採掘済みである。

生産規模；粗鉍量 250 T/日 1.9% Cu

精鉍量 270 T/月 25～29% Cu

従業員数；坑内 74 人 選鉍 44 人

7-4 Piedrancha 地域

7-4-1 位置・交通・地形

本地域はコロンビア南部の中心都市である Pasto (パスト) 市の西方約 100 Km, 太平洋岸

から約180Km東方に位置する。鉍化地帯として興味のもたれる地域は、北緯 $0^{\circ}50'$ から $2^{\circ}00'$ と西経 $77^{\circ}20'$ から $78^{\circ}10'$ の中に北北東方向に横たわる幅約30Km延長約70Km面積約2,100Km²の範囲である。地域内東部には、北からSotomayor(ソトマイヨール), Samaniego(サマニエゴ), Guachaves(ワチャベ, 別名Santa Cruz=サンタクルス)等の部落があり、南部にはPasto市とTumaco(ツマコ)港を結ぶ自動車道路があつて、道路ぞいに多数の民家が散在する。(Fig.-56参照)付近の中心部落はPiedrancha(人口:約3,000人)でPastoから自動車にて約3時間で達し、小規模ながらレストラン, ホテルがある。しかしながら鉍化帯として興味のもたれる本地域中心部は、高温多湿のジャングル地帯であるため村落が少く、自動車道路も存在しない。わずかにGuachaves西北直距約25KmのTelembi(テレンビ)川とCristal(クリスタル)川との合流点付近に小規模なCeba(セイバ)牧場があり、その地点から、Sotomayor, Guachaves, Mallama(マリヤマ, Piedrancha 東南東約10Km)にある夫々の部落へ通ずる人道(一部馬路)がある。これらの人道の途中には小規模の金山が多数知られており、現在も一部稼行中である。Pasto付近で生産された金は鉍山エネルギー省Pasto支局(Zona Minera と称される)にて製煉され、政府に買上げられているが年間約100Kgの処理を行つて居る。

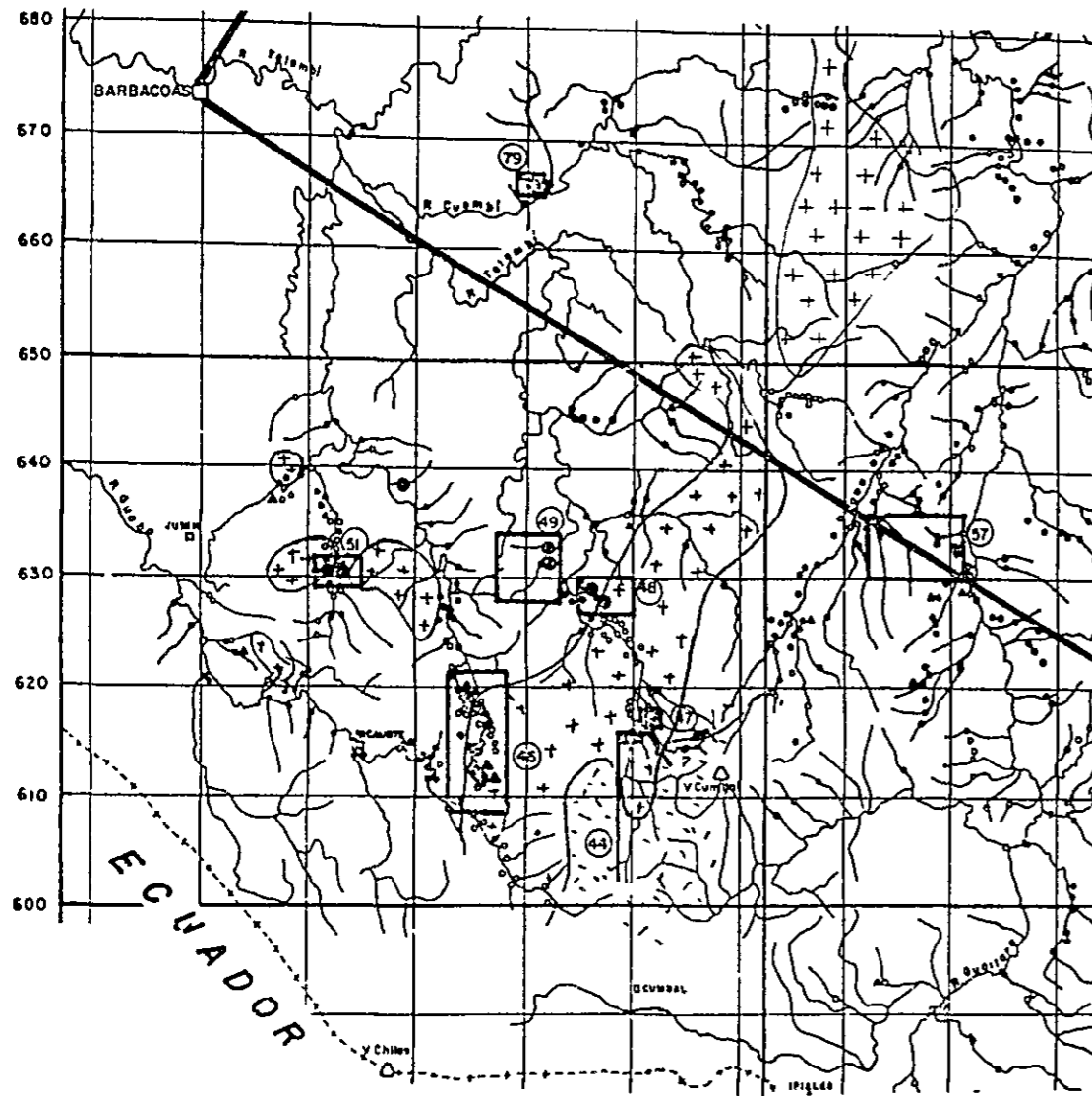
本地域はコロンビアの西部山脈の南端に当り、地域内東部は標高2,700~3,500mの高地をなし、Gualcala(ワルカラ), Inga(インガ), Sotomayor等の高山が聳立している。中央部から西方へは急激に高度を減じ、前記のCeba牧場付近では標高数百米となっている。したがつて平均勾配約10%の急峻地形をなして居り、山岳寄りでは多数の滝, 懸崖を有する。

本地域の水系は、東部はSamaniego部落を通るPacual(パクアル)川が深い溪谷をなして北北東へ流れ、南端にはGuabo(ガボ)川が北西方向へ流れている。中央部の水系はほとんどすべて北西方向へ向い、Telembi川に集るが、Telembi川の上流である本地域内での主な主流は、南から、Gualcala川, Telembi川, Saspi(サスピ)川である。この内、Telembi川の更に上流の支流Vargas(バルガス)川, Concordia(コンコルディア)川付近及びSaspi川上流地域に多数の金山が分布する。又、UNDP第一次調査においてCu-Mo異常値が抽出されたのは、GualcalaとTelembi川上流地区である。

本地域は年間を通じ雨量の多い所で晴天の日が少ないため、空中写真が出来ておらず、したがつて、地形図が完成していない。レーダー写真から作成した10万分の1の水系図があるのみである。

7-4-2 調査経歴及び資料

本地域は古くから産金地帯として知られておつたが、気候が健康的でなく、地形も非常に峻峻なため開発が遅れ、十分な調査が行われたことが無かつた。1973年5月から開始されたUNDP-Ingeominasによる第一次広域調査である「中央及び西部山脈南部地域調査」の最南西



GEOQUIMICA
Resultados Cu y Mo

31 Zona anómala en Cu y/o Mo seleccionada con número

o Ubicación de la muestra de sedimentos
Cortes elaborados para unidades litológicas y por medio de curvas de frecuencia acumulativa

UNIDAD LITOLÓGICA	Cu ppm	Mo ppm
Nº DENOMINACION	0-1	0-1
12 Neovolcánica	15	60
11 Sed Cretáceo-terciario	19	68
10 Intrusivos no diferenciados	32	132
9 Sed Cretáceo (Vilota)	16	78
8 Volcánicos no diferenciados	20	80
7 Grupo Diabásico Cord C.	70	140
6 Grupo Diabásico Cord Occ.	107	180
4 Grupo Dagua	69	149
2 Complejo de Cajamarca	44	130
1 Igneas premesozoicas	20	80



MAPA INDICE

COLOMBIA

31

Zona anómala en Zn y/o Pb seleccionada con número

o Ubicación de la muestra de sedimentos
Cortes elaborados para unidades litológicas y por medio de curvas de frecuencia acumulativa

UNIDAD LITOLÓGICA	Zn ppm	Pb ppm
Nº DENOMINACION	0-1	0-1
12 Neovolcánica	81	130
11 Sed Cretáceo-terciario	79	108
10 Intrusivos no diferenciados	88	128
9 Sed Cretáceo (Vilota)	89	130
8 Volcánicos no diferenciados	58	130
7 Grupo Diabásico Cord C.	62	148
6 Grupo Diabásico Cord Occ.	90	178
4 Grupo Dagua	90	160
2 Complejo de Cajamarca	90	248
1 Igneas premesozoicas	46	108

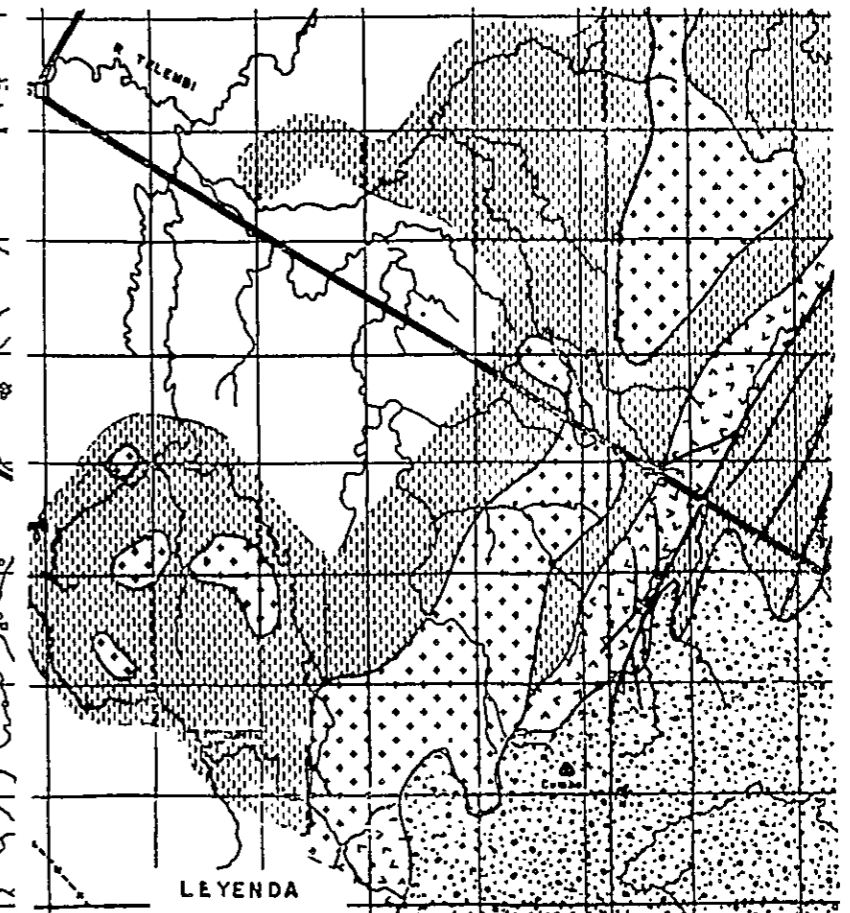


GEOQUIMICA

Resultados Pb y Zn

31

Zona anómala en Zn y/o Pb seleccionada con número

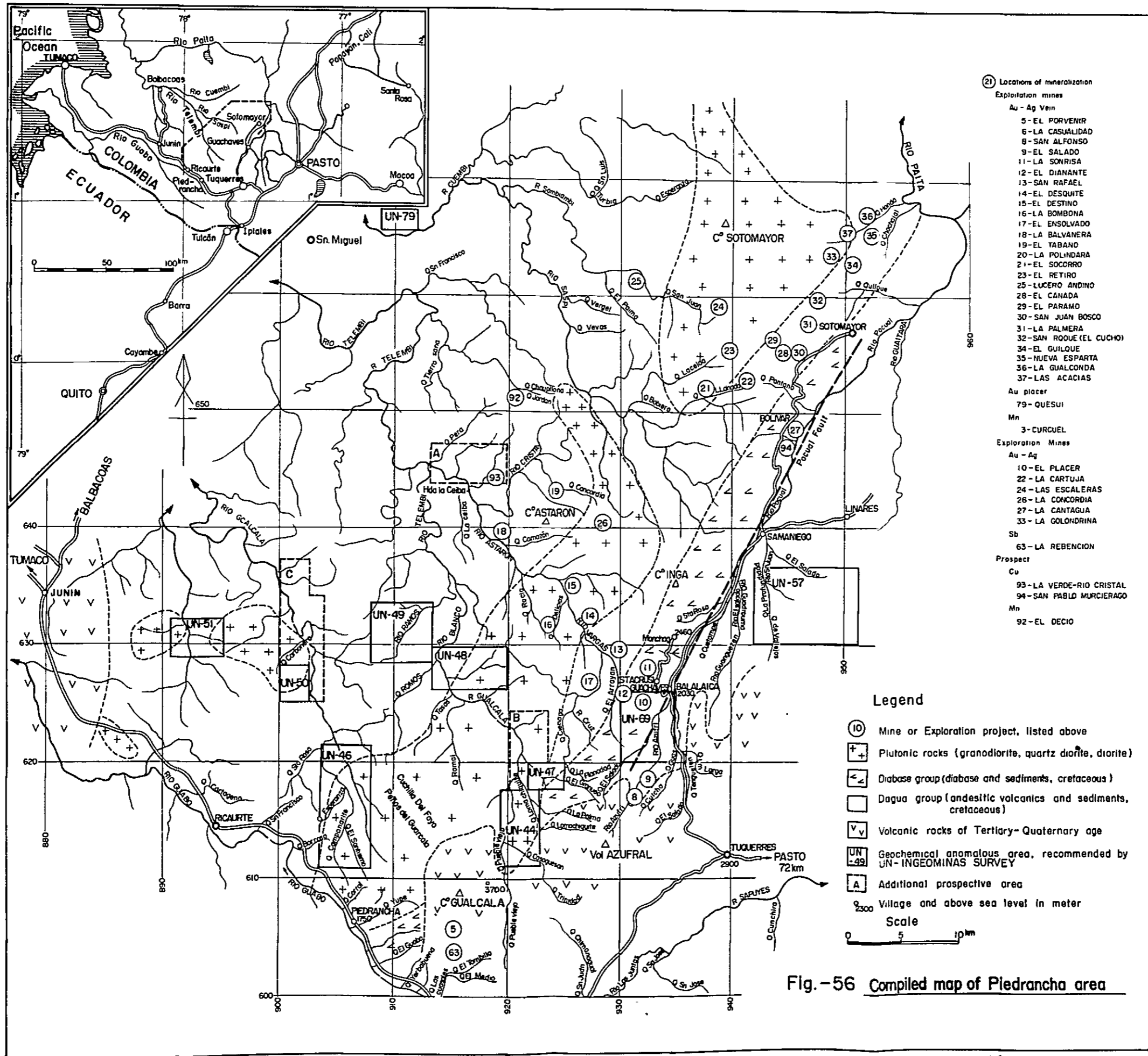


LEYENDA

- q Aluviones recientes, terrazas, conos (limos, arena y gravas) Edad Cuaternario
- Neovolcánica lavas y rocas piroclásticas, flujos de lava, sedimentos continentales (arenas, arcillas, conglomeraos) Edad Terciario tardío hasta Cuaternario
- Sedimentos Cretáceo-terciarios: complejo de sedimentos predominantemente continentales y transicionales (arenas, arcillas, lutitas arenosas, conglomeraos, arcosas, localmente calizas). Incluye Vilota
- Intrusivos no diferenciados incluye todos los intrusivos de composición ácida a intermedia y de edad Jurásica hasta Terciario excluyendo al bitito de bogoté
- Sedimentos Cretáceos (Vilota s.l.) complejo de sedimentos transicionales y marinos, lutitas negras, lutitas arenosas y calcáreas, arcillas arenosas y arcillolitas Edad Maastricht-Cenozoico
- Volcánicos no diferenciados del suroriente incluye igneíbritos, andesitas, dacitas, intercalaciones de areniscas, conglomeraos, lutitas del Jurásico (equivalente al Grupo Payandé)
- Grupo Diabásico Cord Central similar al grupo diabásico Cord Occidental pero con numerosas intercalaciones en toda su extensión Edad Cretácea
- Grupo Diabásico Cord Occidental complejo volcánico-sedimentario con predominancia de diabásicos, basálticos intercalaciones de lutitas, arcillolitas, lutitas, areniscas Edad Cretácea
- Grupo Dagua (lutitas, esquistos verdes, gneiss, calcáreas, cuarcitas intercalaciones volcánicas (basaltos) Edad insegura, probablemente Cretácea tardía
- Complejo de Cajamarca esquistos verdes, esquistos graníticos, lutitas, esquistos cuaríticos, gneiss, calcáreas, intercalaciones metavolcánicas Edad Paleozoica
- Igneas Pre-Mesozoicas nesetas graníticas, migmatitas, onitas con pegmatitas rosadas y stocks anatóxicos Edad Paleozoica y Precámbrico.

GEOLOGIA
SECTOR SUR

Fig. 55 Localities of geochemical anomalies of UNDP 1st phase exploration work in the Piedrancha area.



- (21) Locations of mineralization
- Exploitation mines
- Au - Ag Vein
- 5 - EL PORVENIR
 - 6 - LA CASUALIDAD
 - 8 - SAN ALFONSO
 - 9 - EL SALADO
 - 11 - LA SONRISA
 - 12 - EL DIANTE
 - 13 - SAN RAFAEL
 - 14 - EL DESQUITE
 - 15 - EL DESTINO
 - 16 - LA BOMBONA
 - 17 - EL ENSOLVADO
 - 18 - LA BALVANERA
 - 19 - EL TABANO
 - 20 - LA POLINDARA
 - 21 - EL SOCORRO
 - 23 - EL RETIRO
 - 25 - LUCERO ANDINO
 - 28 - EL CANADA
 - 29 - EL PARAMO
 - 30 - SAN JUAN BOSCO
 - 31 - LA PALMERA
 - 32 - SAN ROQUE (EL CUCHO)
 - 34 - EL GUILQUE
 - 35 - NUEVA ESPARTA
 - 36 - LA GUALCONDA
 - 37 - LAS ACACIAS
- Au placer
- 79 - QUESUI
- Mn
- 3 - CURCUEL
- Exploration Mines
- Au - Ag
- 10 - EL PLACER
 - 22 - LA CARTUJA
 - 24 - LAS ESCALERAS
 - 26 - LA CONCORDIA
 - 27 - LA CANTAGUA
 - 33 - LA COLONDRINA
- Sb
- 63 - LA REBENCION
- Prospect
- Cu
 - 93 - LA VERDE-RIO CRISTAL
 - 94 - SAN PABLO MURCIERAGO
- Mn
- 92 - EL DECIO

- Legend**
- (10) Mine or Exploration project, listed above
 - + Plutonic rocks (granodiorite, quartz diorite, diorite)
 - << Diabase group (diabase and sediments, cretaceous)
 - Dagua group (andesitic volcanics and sediments, cretaceous)
 - V Volcanic rocks of Tertiary-Quaternary age
 - UN Geochemical anomalous area, recommended by UN-INGEOMINAS SURVEY
 - A Additional prospective area
 - 2300 Village and above sea level in meter
- Scale
- 0 5 10 km

Fig.-56 Compiled map of Piedrancha area

端地域として初めて組織的な調査が行われることになった。調査は広域的地化学探査を主体とし地質概査を伴ったもので、その結果本地域内の Telembi 川及び Gualcala 川上流にて Cu, Mo, Pb, Zn のアノマリー地帯を発見し、第二次調査推薦地区 9ヶ所を抽出している。

(Fig. 55, №UN-44, 46, 47, 48, 49, 50, 51, 69, 79)

しかしながら、現地調査には交通、気候条件に相当な制約があり、装備、人員等に少からぬ費用を要することから、他の地域のプロジェクトが優先したため、第二次調査は実施されず、わずかに Piedrancha 部落に近い UN-46 地域の最上流地域に於いて地化学探査概査が 1978 年に Ingeominas の手によって実施されたのみである。

現地は雨期が長く、常に雲量が多いため、空中写真撮影も進んで居らず、地形図が未完のため調査の隘路となっている。今回の調査団の現地調査時期も丁度、雨期に当り、入山一調査が非常に困難な状態にあったので、当地域の南東部 Guachaves 部落近辺と、南端部 Piedrancha 部落から数 Km 北方に入山して露出岩石類の調査及び数ヶ所の川砂地化学探査試料採取を行ったにとどまった。

又、当地域の鉱業については、Pasto にある “ Zona Minera ” 事務所が監督及び開発援助を行っているので、その作成・保存資料、サンプル等について検討及び担当者との討議を行うことにより、現地状況の情報を得ることに努めた。

同様に、根拠地とした Piedrancha 部落の現地事情に詳しいものから鉱石サンプルの提供を受け、状況の聴取を行った。

特に Zona Minera 事務所からは、50 万分の 1 鉱山及び探査プロジェクト分布図の提供を受けたので、それから当地域に関係するものを Fig. 56 に記入した。但し、地形図の水系位置が相当異なっているので、鉱山・プロジェクトの位置の正確な転写は出来ず、かなり不正確なものにならざるを得なかった。この内、Guachaves 北西に所在する El Tabano (エル・タバノ) 鉱山は Nariño 州第一の鉱山で、金・銀・黄銅鉱が石英に伴って水平的な裂か群を充填しているもので、厚さ 1.5 乃至 2.0 m の鉱脈を稼行している。又、同じく近傍にある La Concordia 鉱山は 30 年間の稼行歴を持ち、300 m × 500 m の地区内の坑内採掘を行って 30 万 t 以上の鉱石を出坑した。地表部では最初堆積岩類の中の鉱脈であったが、掘下る内に閃緑岩体のものになっている。しかし、最も生産量が多いのは、Telembi 川下流の Barbacoas (バルバコアス) 町近辺で稼行されている砂金鉱床群である。採掘が容易なため多数の小企業乃至個人での採掘が行われているが、かつて American Gold and Platinum Co. の子会社 Chocó - Pacifico 会社が合併会社 Nariño 鉱業会社を設立し、Barbacoas 町の上流約 2.5 Km 地点で稼行したことがある。

7-4-3 地質 鉱床

i) 一般概要

1) 地質分布

コロンビアの地形及び地質は、北部に於いては、東部、中部、西部の3帯に分かれ、東西約500Kmにわたって分布するが、南部に Ecuador 国境に向って次第に接近し合い、Pasto 付近では、3帯が接続して約150Kmの狭い幅となっている。大局的に、その東部 Mocoa (モコア) 付近には先カンブリア系の変成岩類、中央部 Pasto 付近には古生層粘板岩、変成火成岩類、Piedrancha 地域を含む西部には白亜系の塩基性火山岩類、頁岩、砂岩の互層からなる堆積岩が分布する。全体の構造傾向はNE-SW乃至NNE-SSWである。更に西部海岸地帯には第三系及び第四系の堆積岩類が分布するが、南部は一般に火山活動が盛んで Pasto 周辺から南部にかけ、又、Piedrancha 西方 Junin (フニン) 部落一帯に第三系乃至第四系の安山岩質火山岩類(熔岩、凝灰岩、火山泥流等)が分布する。

深成岩活動は、東部には三疊紀乃至ジュラ紀の石英閃緑岩類、及び白亜紀の石英閃緑岩類の底盤(batholith)状侵入岩体が分布し、西部には、第三紀の閃緑岩、花崗岩類が底盤状及び岩株状貫入岩体として分布する。

鉍化作用としては、東部にある Mocoa ポーフイリー・カッパー探鉍プロジェクトが最も注目される銅モリブデン鉍化作用で現在 UNDP-Ingeominas プロジェクトとして探鉍継続中である。Pasto 南方には Los Alisares (ロセ・アリサレス) Cu プロジェクトがあるが調査中である。西部は金鉍地帯として知られ、Telembi 上流地帯には脈状鉍床が多数分布し、下流の Balbacoas 町付近では、漂砂鉍床(砂金)探掘が盛んに行われている。又、Piedrancha 西方約5Kmでは、マンガン鉍の探掘が行われたことがあり、南方エクアドル共和国との国境にある Chile (チレ) 火山では自然硫黄の探掘が計画されている。

Piedrancha 地域、すなわち Telembi 上流地域の地質分布については、前述の如く、地形図が完成していないこともあって情報が足りずよく判っていない。数種の既存地質図によれば、白亜系堆積岩類中に、酸性深成岩が北東に伸びた底盤状をなして貫入していることと一致しているものの、その形状については夫々の図面で異なっている。一応最も新しい情報によると見られる UNDP-Ingeominas 調査第一次報告書付図(1976年)によれば、Fig. 55 及び Fig. 56 の如くで、酸性深成岩類は Piedrancha 部落から北東方向へ幅約10Kmにて延長約50Km、Samaniego 北西付近迄分布する。更にその北東部 Sotomayor 山を中心として約15Km×20Kmの塊状をなして再び露出し、更に北部へ約5Kmの幅で連続している。又、同種の岩石は西南部、Ricaurte (リカウルテ) 部落北方約15Kmに、直径約5Km及び3Kmの小規模岩体として3ヶ所、更には Ricaurte 部落西方約10Kmに2Km×5Kmの小貫入岩体として分布している。

本深成岩体の主要成分は、閃緑岩、花崗閃緑岩、及び石英閃緑岩からなり、その縁辺部に安山岩質乃至石英安山岩質のキューボラ(Cu-Pola)状、アポフィシス(apophysis)

状，又は岩脈状貫入岩体があるもので，これらの派生岩体が本地域内の鉍化作用に関連あり，被貫入岩の火成岩及び堆積岩の両者に鉍化を及ぼしている。（Ref. Recursos Minerales de Colombia, 1978, P420）

2) 地質構造

本地域の東部にある Pacual 川は NNE-SSW 方向の大きな断層に沿って流れ，西岸にはその断層に沿ってほぼ平行に幅約 5 Km の輝緑岩帯（diabase group と称される）が分布する。本層は輝緑岩を主とし，砂岩，頁岩等を互層に狭む白亜紀層で，前述の安山岩質堆積岩類（Dagua group と称される）よりも上位にあるものとされている。この Pacual 断層以外には，確認された断層はなく，この地域の構造解析は今後の調査によらなければならないが，水系図によって構造線方向を仮定してみると，NW-SE 方向の構造線帯が，ほぼ平行に，且つ約 10 Km の間隔を以って規則的に並び，更に興味深いことには，それらの構造線付近に金鉍山群及び UNDP-Ingeominas 地化学探査アノマリー地区が配列する。

（Fig. 57）特にアノマリー地区 No. 49, 48, 47 の方向は，上記 Pacual 断層との会合点付近に Azufral（アスフラル）火山が存在する位置に当る。これらの構造線群が，既述の派生安山岩質乃至石英安山岩質貫入岩体の位置づけや，金鉍脈のための裂か帯生成と関連性を持つことは充分考えられる。

ii) 調査地域の地質・鉍化帯

今回の調査に於いて，Piedrancha 部落近傍に露出する本岩体の一部を観察することが出来たが，岩質は優白色粗粒の等粒状岩石で，他形一半自型の長石及び石英に，角閃石，黒雲母が認められ，長石には若干桃色を帯びたカリ長石も含んだ花崗閃緑岩様岩石であった。それまでに現地調査を行った他のプロジェクトの深成岩，例えば Acandí-Murindó-Pantanos 地域の暗緑色の石英閃緑岩（Mandé Batholith）及び Infierno-Los Andes-Puerto Saldaña 地域の暗灰色の石英閃緑岩（Ibague Batholith）とは異なり，かなり酸性の外観を呈している。但し，この付近では，非常に新鮮で黄鉄鉍の含有も全く認められず鉍化作用との関連性を示唆するものは見られなかった。一方，東南部 Guachaves 付近の調査では，弱変質した白亜系堆積岩が観察出来たのみで，貫入岩体は見る事が出来なかったが，Guachaves と Manchag（マンチャグ）部落との中間に現在廃坑のみとなっている Sonrisa（ソソリサ）金鉍床地があり，それを視察することが出来た。幅 10~20cm の石英脈の方向は N70°W 乃至 E-W 系で，その方向には平行的に粘土化破砕帯が存在しており，鉍化帯と破砕帯分布との関連性が重要であるとの認識を持った。本旧坑地帯の下流に於ける川砂試料の分析結果は Au 1.39, Ag 5.5, Cu 2.06（いずれも ppm）であり，鉍化地帯をよく反映している。

又，Piedrancha 北方 Telembí 川土流から採取された 2 試料について顕微鏡観察を行った結果は，Table-14 及び同写真 CO-45, CO-46 の如くであり，試料 No. 100902（CO-45）

は金鉱脈からのもので石英を主とし、細粒ながら黄銅鉱が認められる。試料№100903は幅広い岩脈状鉱化部から採取されたという拳大の試料であるが、絹雲母化作用を激しく受けた石英安山岩質斑岩(dacitic porphyry)に石英を脈石として閃亜鉛鉱、黄銅鉱、方鉛鉱、黄鉄鉱が見られるものである。石英は一部犬歯状をなし、斑岩との境界も曲面を示しているので、空洞充填乃至角礫状破碎帯に鉱化した鉱石の印象が強い。母岩の斑岩中にも細かい硫化鉱物の鉱染が認められる。本試料にはAu 4.4 ppm (Table.-13)含まれており非常に興味深い。

なお、地化学探査アノマリー地区としてUNDP-Ingeominas 報告書に推挙された地区の他に、中程度の異常値であるが要注意地区を挙げる事が出来、Fig.56にA, B, Cとして記入した。また一般に本地域の北半分では十分なサンプリングが行われたとは云い難い、多数の金山が実在することからも、未発見の鉱徴地が潜在している可能性が高い。

7-4-4 調査結果のまとめ

本地域中央部の地質状況は、調査時期が悪く交通不便のため入山調査出来ず具体的な判定理由に欠けるが、次の理由により、金、銀、銅、鉛、亜鉛、モリブデン鉱床賦存地域として非常に興味ある地域と判断される。

- i) UNDP-Ingeominas調査による銅、モリブデン、鉛、亜鉛アノマリーが多数存在する。
- ii) 北東部の(比較的アクセスの良い)地域には多数の金鉱山が存在し、花崗閃緑岩体のあとに貫入した石英斑岩類に伴って鉱化を受け、銅、鉛、亜鉛を伴っている。
- iii) 以上の鉱徴地はNW-SE系の数本のほぼ平行な破碎帯に関係した配置をなし、規模の大きな鉱床を作り得る地質環境にある。

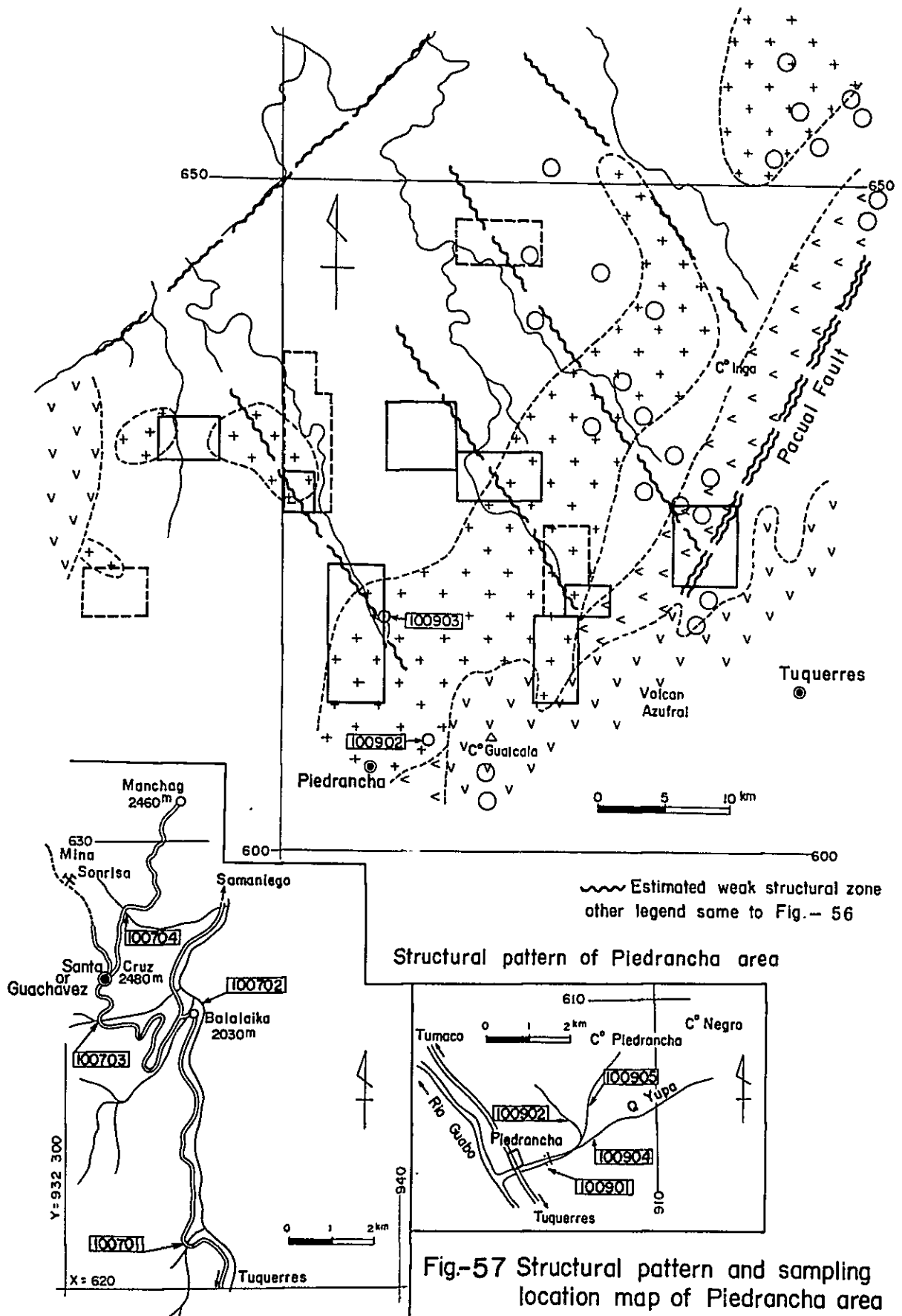


Photo. 19 Discussion on geological informations of Piedrancha area, at INGEOMINAS Popayán Branch Office



Mr. T. Suzuki
Dr. G.P. Quevedo
(Subjefe)
Mr. J. Oikawa
Mr. N. Aizawa
Mr. H. Kamono
Dr. P.A. Marin
(Jefe)

Photo. 20 Outcrop of altered andesitic rock in Cretaceous system, at Guachavez district in Piedrancha area



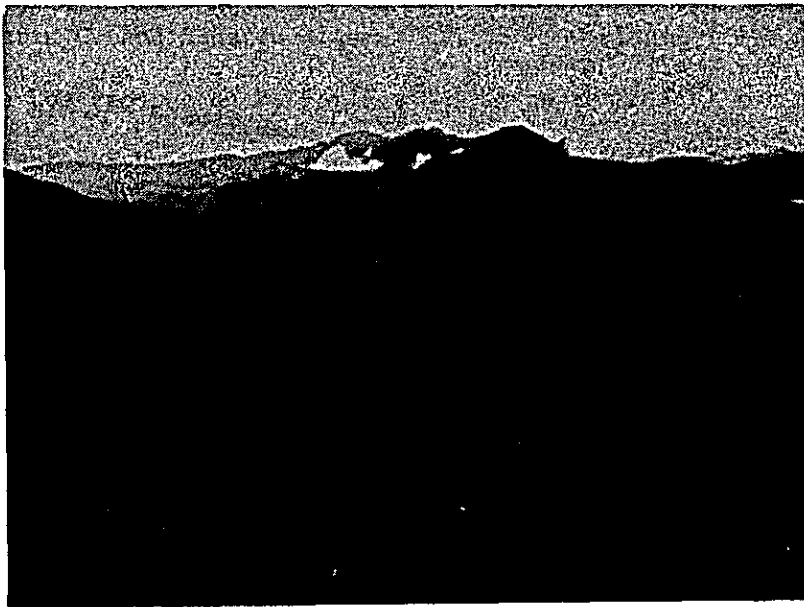
Containing pyrite-quartz veinlet

Photo. 21 A view of Piedrancha village



Looking the west (downstream)

Photo. 22 A view of southern part of Piedrancha area
(1,600^m ~ 3,000^m above the sea level)



Looking the south

参 考 文 献

1. 現地調査収集文献, 資料

- Ocravio Ramirez A., Alfonso Arias T. and Hector Castro P., 1973,
Anomalia Geoquimica para Cobre, Molibdeno y Plata en el Area
de Pantanos-Pegadorcito Depto. - de Antioquia -. Ingeominas
Report
- Carlos J. Buitrago R. and Joaquín Buenaventura A., 1975, Ocurrencias
Minerales en La Region Central del Dept. de Tolima.
Ingeominas Report
- Joaquín Buenaventura A., 1976, Ocurrencias Minerales en Las Regiones Sur
y Oriental. Ingeominas Report
- Oscar H. Pulido, Carlos J. Vesga, Herlos J. Vesga, Hernando Lozano and
Dario Mosquera, 1976, Mineralizaciones de Molibdeno y Cobre en La Vereda
Andes, Municipio de Rovira, Tolima (Informe Preliminar).
Ingeominas Report
- Gilberto Guarín C. and Eduardo Alvarez G., 1977, Geologia y Geoquímica
de Los Prospectos de Porfido Cuprifero en El Area Murindo
(Sectores La Rica, Jarapet'o y Taparos), Municipio de Riosucio
Depto. del Choco. Ingeominas Report
- NACIONES UNIDAS, 1977, Proyecto de Metales Basicos en Las Cordilleras
Central y Occidental.
- Oscar H. Pulido U., 1978, Mineralizaciones de Molibdeno y Cobre en La
Vereda Andes, Municipio de Rovira, Tolima. Ingeominas
Report
- Eduardo Alvarez G. and Humberto Gonzales I., 1978, Geologia y Geoquímica
del Cuadrangulo 1-7, Urrao. Ingeominas Report

Raul Angulo Carmona, 1978, Recursos Minerales de Colombia.

Ingeominas Report

Dario Barrero-Lozano, 1979, Geology of The Central Western Cordillera,

West of Buga and Roldanillo, Colombia. Ingeominas Report

Oscar H. Pulido U. and Carlos A. Arboleda O., 1979, Mineralizacion de

Tipo Porfido Cuprifero en El Area del Proyecto Infierno

(Rovira, Tolima). Ingeominas Report

Pedro Marin, 1979, Areas Promisorias para Depositos del Tipo Porfido

Cuprifero en El Sur del Depto. del Tolima. Ingeominas Report

NACIONES UNIDAS-Ingeominas, 1979, Evaluacion de La Anomalia Geoquimica

para Cobre y Molibdeno en Las Cabeceras del Rio Muerto.

Municipio de Acandí, Depto. del Choco.

2 その他の文献, 資料

Roberto Wokittel, 1960, Compilacion de Los Estudios Geologicos Oficiales

en Colombia. Ministerio de Minas y Petroleos.

海外技術協力事業団, 1965,

コロンビア共和国鉱物資源調査報告書

J.D. Lowell and J.M. Guilbert, 1970, Lateral and Vertical Alteration -

Mineralization Zoning in Porphyry Ore Deposits

Earl M. Irving, 1971, La Evolucion Estructural de Los Andes Mas

Septentrionales de Colombia. Ingeominas Boletin Geologo

Vol. XIX No. 2

Octavio Ramirez A., Alfonso Arias T. and Others., 1972, Estudio Geoquimico

en El Area Pantanos - Pegadorcito Mpios. de Frontino y Dabeiba

Depto. de Antioquia. Ingeominas Report

金属鉱業事業団, 1972,

海外鉱業事情調査報告書(南米地域)

海外鉱物資源開発誌, 1973,

コロンビア共和国セロ・パンタノス銅鉱床調査報告書

V.F. Hollister, 1973, Regional Characteristics of Porphyry Copper Deposits
of South America

Ingeominas, 1976, Informe Anual, Informe No. 1714

U.N.D.P., 1976, Formulario de Revision del Proyecto

動燃事業団, 1977,

コロンビア国ウラン鉱床調査報告書

S.E. Kesler and Others, 1977, Evolution of Porphyry Copper Mineralization

in an Oceanic Island Arc: Panama. Econ. Geol. Vol. 72

PP. 1142 ~ 1153

U.N.D.P., 1977, Evaluacion de Laterite Niqueliferas en Los Deptos. de

Cordova y Antioquia.

在コロンビア日本大使館, 1978,

最近のコロンビア経済概況

在コロンビア日本大使館, 1978,

コロンビアの主要経済指標

国際協力事業団, 金属鉱業事業団, 1978,

昭和53年度チリ共和国資源開発協力基礎調査フォローアップ調査報告書

在コロンビア日本大使館, 1979,

コロンビア共和国概観

ラテン・アメリカ協会, 1979,

ラテン・アメリカ事典

APPENDICES



Table -12 Results of Chemical Analyses of Geochemical Survey
Samples in Four Surveyed Areas

1. <u>Emission Spectroanalysis</u>		. Stream Sediment (- 30 mesh)													
Area	Nos.of Samples	Ag	Au	Cr	Cu	K	Mg	Mn	Mo	Ni	Pb	Sb	Sn	Ti	Zn
Acandí	(s.s) 091803	-	-	0	2	3	4	3	-	0	-	-	-	1	0
"	(s.s) 091905	-	-	0	2	3	4	3	-	0	-	-	-	1	-
Murindó	(s.s) 092001	-	-	1	3	1	4	3	-	0	-	-	-	2	0
"	(s.s) 092004	-	-	0	3	2	4	3	-	0	-	-	-	1	0
"	(s.s) 092005	-	-	1	3	1	3	3	-	1	-	-	-	2	0
Pantanos	(s.s) 092101	-	-	0	2	3	3	2	-	0	-	-	-	2	0
"	(s.s) 092102	-	-	-	3	2	4	3	-	0	-	-	-	2	0
"	(s.s) 092103	-	-	-	3	3	3	3	-	0	-	-	-	2	0
"	(s.s) 092104	-	-	-	3	3	4	3	-	0	-	-	-	2	-
Puerto Saldaña	(s.s) 100302	-	-	0	1	3	4	3	-	0	-	-	-	4	-
"	(s.s) 100402	-	-	0	1	3	4	3	-	0	-	-	-	2	-
"	(s.s) 100403	-	-	1	1	3	4	3	-	0	-	-	-	4	-
Piedrancha	(s.s) 100703	-	-	1	2	3	4	3	-	1	-	-	-	4	-
"	(s.s) 100704	0	-	1	2	3	4	3	-	0	0	-	-	3	-
"	(s.s) 100903	-	-	2	0	2	4	3	-	0	-	-	-	4	-
"	(s.s) 100904	-	-	2	1	3	4	3	-	0	-	-	-	4	-

. Soil (- 30 mesh)

Area	Nos. of Samples	Ag	Au	Cr	Cu	K	Mg	Mn	Mo	Ni	Pb	Sb	Sn	Tl	Zn
Acandi	(s) 091801	-	-	-	2	1	3	3	-	0	-	-	-	3	0
Murindó	(s) 092001	-	-	0	2	1	3	2	-	0	-	-	-	4	0
Pantanos	(s) 092101	-	-	-	0	3	3	2	-	0	-	-	-	3	0
"	(s) 092103	-	-	0	3	2	3	2	-	0	-	-	-	3	0

Note; - : nil

0 : a few

1 : some few

2 : less

3 : moderate

4 : strong

5 : very strong

2. Atomic Absorption Analysis

. Stream Sediment

Area	Nos. of Samples	Grain. Size (mesh)	Au ppm	Ag ppm	Cu ppm	Mo ppm
Acandi	(s.s) 091801	-30			262	
"	(s.s) 091802	"			279	
"	{ (s.s) 091803-a	30 ~ 50	0.00		268	9
"		50 ~ 80	0.00		299	10
"		-80	0.00		366	10
"	(s.s) 091804	-30			571	
"	(s.s) 091805	"			407	
"	(s.s) 091806	"			231	
"	(s.s) 091901	"			455	
"	(s.s) 091902	"			150	
"	(s.s) 091903	"			71	
"	(s.s) 091904	"			232	
"	(s.s) 091905	"	0.00	0.5	140	
"	(s.s) 091906	"			122	
"	(s.s) 091907	"			364	
Murind6	{ (s.s) 092001-a	30 ~ 50	0.07		1,065	0
		50 ~ 80	0.12		1,861	2
		-80	0.16		3,342	2
"	(s.s) 092002	-30			161	
"	(s.s) 092003	"			1,545	

Area	Nos. of Samples	Grain Size (mesh)	Au ppm	Ag ppm	Cu ppm	Mo ppm
Murindó	(s.s) 092004	-30	0.06	0.3	3,278	
"	(s.s) 092005	"	0.21	0.1	1,544	
"	(s.s) 092006	"			2,970	
"	(s.s) 092007	"			204	
Pantanos	(s.s) 092101	"			441	
"	(s.s) 092102	"	0.00	0.1	897	
"	(s.s) 092103	"			719	
"	(s.s) 092104-a	30 ~ 50	0.00		729	4
"	-b	50 ~ 80	0.00		732	4
"	-c	-80	0.00		800	4
Los Andes	(s.s) 093001	-30			132	
"	(s.s) 093002	"			102	
"	(s.s) 093003	"			340	
"	(s.s) 093004	"			185	
Infierno	(s.s) 092901	"			247	
"	(s.s) 092902	"			241	
"	(s.s) 092903	"			1,332	
"	(s.s) 092904	"			729	
"	(s.s) 092905	"			125	
Puerto Saldaña	(s.s) 100301	"			254	
"	(s.s) 100302-a	30 ~ 50	0.00		20	0
"	-b	50 ~ 80	0.00		22	0
"	-c	-80	0.00		32	0

Area	Nos.of Samples	Grain Size (mesh)	Au ppm	Ag ppm	Cu ppm	Mo ppm
Puerto Saldaña	(s.s) 100401	-30			13	
"	(s.s) 100402	"	0.00	0.0	11	
"	(s.s) 100403	"	0.00		18	0
Piedrancha	(s.s) 100701	"			12	
"	(s.s) 100702	"			62	
"	(s.s) 100703	"			84	
"	(s.s) 100704	"	1.39	5.5	206	
"	(s.s) 100901	"			2	
"	(s.s) 100902	"			2	
"	(s.s) 100903	"			10	
"	(s.s) 100904	"	0.11		20	0
"	(s.s) 100905	"			6	

. Soil

Area	Nos.of Samples	Grain Size (mesh)	Au ppm	Ag ppm	Cu ppm	Mo ppm
Acandí	(s) 091801	-30	0.00		123	12
"	(s) 091802	"			222	
"	(s) 091803	"			155	
"	(s) 091901	"			574	
Murindó	(s) 092001	"	0.50		289	1
Pantanos	(s) 092101	"	0.00		6	0
"	(s) 092102	"			23	
"	(s) 092103	"	0.00	0.0	288	
Piedrancha	(s) 100901	"			7	

Table - 13 Results of Chemical Analyses of Mineralized Rocks
in Four Surveyed Areas

Atomic Absorption Analysis											
Rock in Surface	Area	Nos. of Samples	Cu %	Mo ppm	Au ppm	Ag ppm	Pb %	Zn %			
Acandí		(R) 091801	0.01	49	< 0.2						
"		(R) 091902	0.42	6	< 0.2						
"		(R) 091904	0.08	< 5	< 0.2						
Murindó		(R) 092001	< 0.01	< 5	< 0.2						
"		(R) 092003	0.36	5	< 0.2						
Pantanos		(R) 092102	1.14	17	< 0.2						
Los Guayabos		(R) 100201	0.04	12	< 0.2						
"		(R) 100202	0.15	< 5	< 0.2						
Puerto Saldaña		(R) 100301	0.09	< 5							
"		(R) 100302	0.16	11							
"		(R) 100305	0.04	< 5	< 0.2						
"		(R) 100307	0.09		< 0.2	2					
Piedrancha		(R) 100902	0.13		0.2	9					
"		(R) 100903	0.05		4.4	21	0.33				1.46
Mina Vieja		(R) 100101	4.58	< 5	0.7						

Table-14 Description of Microscopic Observation

Thin section

No.	Sampling No.	Locality	Macroscopic Observation	Microscopic Observation
CO-02	091802	Acandi area	Greenish gray, coarse grained diorite, with pyrite impregnation.	Coarse grained granular texture. Quartz; original, anhedral 1 to 1.5mm secondary silicification anhedral quartz 0.2 to 0.4mm. Plagioclase; anhedral 1 to 2mm. Orthoclase; anhedral, mostly suffered strong albitization. Moderate sericitization. Mafic mineral are mostly altered to chlorite. Calcite and zeolite (fibrous); in small veinlets. Propylitized quartz diorite. Accessory mineral; apatite, zircon, sphene, rutil.
CO-05	091906	Acandi area	Dark greenish gray to black dioritic rock. Abundant yellowish green mica aggregates after hornblende are visible.	Coarse grained granular texture. Quartz; anhedral 1 to 2mm. Fresh hornblende is rare, and mostly altered to mica and phlogopite showing light yellow to light green pleochroism with parallel cleavage to crystal elongation. The mica has been largely altered to chlorite, with brush-like lamellar structure. Feldspars are subjected to albitization from their margins. Small calcite is observed in cracks. Acc. min.; apatite, zircon.
CO-06	AC-Bo. 1-169	Acandi area Borehole sample No. 1-169 ft.	White coarse grained sericitized dioritic rock, with small sulphide (py. cp) impregnation.	Granular, with variation in size. Mafic minerals are not visible owing to strong alteration. Orthoclase and plagioclase; 2 to 4mm, showing dirty surface by medium and strong sericitization. Quartz; 1 to 2mm. Widely occupied among feldspars due to strong silicification. Some calcite; in feldspars. Silicified quartz diorite (or phyllic altered quartz diorite). Acc. min.; sphene, apatite, abundant fine rutil.
CO-07	AC-Bo. 1-433	Acandi area Borehole sample No. 1-433 ft.	White medium grained altered diorite	Coarse grained, anhedral. Feldspar; 1 to 2mm, surface altered intermediate-ly to sericite and chlorite. Chlorite is very abundant among feldspar and quartz. Propylitized quartz diorite. Acc. min.; apatite, zircon, abundant rutil.

No.	Sampling No.	Locality	Macroscopic Observations	Microscopic Observations
CO-08	AC-Ro. 1-678	Acandi area Borehole sample No. 1-678	Dark gray, medium grained diorite	Granular texture. Plagioclase; anhedral, subhedral, abundant. Some plagioclase have zonal structure. Hornblende; 1 to 1.5mm, largely altered to biotite (2 to 3mm) and furthermore to chlorite. Orthoclase is rare. Feldspars are relatively fresh, however marginal parts of some feldspar are suffered albitization. Silicified diorite. Acc. min.; apatite, little sphene.
CO-09	092001	Murindo area	Light gray, silicified diorite	Granular texture. Hornblende; 1 to 2mm, greenish brown. Quartz; 1 to 2mm in size. Plagioclase; subjected to albitization from marginal face. Abundant cracks indicate cataclastic structure, and are filled by sericite and opaque minerals (sulfide). Phyllic altered diorite. Acc. min.; apatite, zircon.
CO-10	092003	Murindo area	Light gray altered diorite with green spot of chlorite associated with pyrite.	Approximately 30% of this specimen is chloritized. Quartz; 1mm in size, also occupies 30%. Plagioclase; 1 to 3mm, partly shows zonal structure. Chlorite zone is accompanied with small (sec (secondary) biotite). In general, cataclastic structure. Among feldspar and quartz crystals, sericite, chlorite, and opaque minerals are recognized. Feldspar is suffered weak albitization. Propylitized diorite.
CO-11	092005	Murindo area	Quartz porphyry, with green Cu stained.	Porphyritic texture. Plagioclase; 2 to 3mm, euhedral to subhedral, with zonal structure, marginal parts are altered to albite. Quartz phenocryst; 1 to 8mm. Hornblende; 1 to 3mm, altered to biotite or furthermore to chlorite. Groundmass is composed of small (0.1 to 0.2mm) quartz, plagioclase, and orthoclase. Quartz porphyry.

No.	Sampling No.	Locality	Macroscopic Observation	Microscopic Observation
CO-12	092102	Pantanos area	Silicified quartz porphyry with green Cu.	Porphyritic texture. Quartz; 2mm in size. Plagioclase; 1 to 2mm in size, corroded. Plagioclase is suffered sericitization. Groundmass; strongly kaolinized. Limonite is observed in druse. Acc. min.; apatite, zircon, abundant fine rutil.
CO-13	092102	Pantanos area	Silicified quartz porphyry with quartz veinlets and pyrite-chalcopyrite.	Porphyritic texture. Quartz; 2mm as phenocryst, 0.1 to 0.2mm small anhedral crystals in matrix. Plagioclase is almost altered to saussurite, and strongly sericitized along fractures. Opaque minerals are recognized in fractures. And also, limonite stained. Acc. min.; abundant rutil.
CO-14	P-Bo. 3-564	Pantanos area Borehole sample No. 3-56.4 ft.	White quartz porphyry. (Dacitic)	Porphyritic texture. Quartz; 1 to 2mm. Feldspar up to 5mm in size. Moderate sericitization, chloritization, and weak carbonitization are recognized in this specimen. Groundmass is completely altered to saussurite. Altered quartz porphyry.
CO-15	P-Bo. 5-129	Pantanos area Borehole sample No. 5-129 ft.	White quartz porphyry. (Dacitic) with Cu vein.	Porphyritic texture. Quartz; 1 to 2mm. Plagioclase; up to 4mm in size. Feldspar is completely altered to sericite and kaolinite. Small crystals in the groundmass are identified as quartz, feldspar 0.05mm± in size.
CO-16	P-Bo. 5-233	Pantanos area Borehole sample No. 5-233 ft.	Gray quartz porphyry.	Porphyritic texture. Quartz; 1 to 2mm. Feldspar; 1 to 3mm. Corroded quartz is observed obviously. Groundmass is strongly kaolinized. Strong carbonitization is widely recognized in this specimen.

No.	Sampling No.	Locality	Macroscopic Observations	Macroscopic Observations
CO-17	P-Bo. 9-140	Pantanos area Borehole sample No. 5-140 ft.	Gray quartz diorite	Granular, cataclastic texture. Quartz phenocrysts of 1 to 5mm in size are divided into many small parts which show wave extinction each other. Hornblende; 1 to 5mm, mainly altered to chlorite, sphene and sericite. Feldspar with fine pericline-albite twinning is weakly sericitized. Altered quartz diorite. Acc. min.: zircon, apatite.
CO-18	P-Bo. 9-160	Pantanos area Borehole sample No. 9-160 ft.	Gray quartz diorite	Granular, cataclastic texture. Divided quartz grains are arranged in the same direction roughly, with elongated form of 5:1 ratio up to 0.2mm in width. Feldspars are completely altered to sericite, so their forms are not distinct. The same rock as the former, but more advanced alteration is suffered.
CO-19	P-Bo. 11-143	Pantanos area Borehole sample No. 11-143 ft.	Coarse grained, chloritized quartz diorite	Granular, cataclastic texture. Quartz; 1 to 4mm, broken, fractured, and wave extinction. Feldspar, strongly altered; 1 to 2mm, moderate sericitization along cleavages and cracks, and albitization is undergone from crystal margin. Groundmass; chloritization strongly. Altered quartz diorite. Acc. min.: apatite, sphene.
CO-20	P-Bo. 11-290	Pantanos area Borehole sample No. 11-290 ft.	Pinkish gray, porphyritic altered rock.	Slightly porphyritic, cataclastic texture highly potassic altered. Quartz; 1 to 3mm, divided into fine grains 0.2 to 0.5mm in size with irregular shape showing wave extinction. Feldspar; 1 to 3mm, consists of original and secondary potassic feldspars and albite. As an intense alteration is widely observed, the twinning pattern is indistinctly recognized except very fine pericline twinnings of plagioclase. Groundmass is composed of small (0.1 to 0.2mm) euhedral and subhedral of potassic feldspar, and anhedral quartz, which may have been secondarily crystallized while potassic-alteration. Margin of feldspar is altered, due to moderate kaolinization, weak sericitization and chloritization. Sericite aggregates with opaque (sulfide) minerals are visible.

No.	Sampling No.	Locality	Macroscopic Observations	Microscopic Observations
CO-23	092902	Infierno area	Yellowish gray coarse grained strongly silicified, sericitized dioritic rock, with disseminated chalcopyrite and pyrite.	Granular texture. Feldspar: anhedral, 3 to 5mm, with fine albite twinning, 50 to 100 of extinction angle and nearly 90° of cleavage to crystal's elongation. Pseudomorphic potassic feldspar after plagioclase, and moderately silicified. Quartz; in aggregates of anhedral crystals of 1 to 3mm, among feldspars. No mafic minerals are observed, due to alterations. Calcite is observed in cracks. Act. min.; abundant sphene is scattered as an alteration product.
CO-24	092905	Infierno area	Gray silicified and chloritized diorite, with a few pyritization.	Porphyritic texture. Phenocryst feldspar: idiomorphic plagioclase 2mm in size, some parts show zonal structure. In general, the surface is dirty due to kaolinization. Phenocryst quartz is very rare and small up 1mm in size. Alteration; sericitization and chloritization are so strong that the original forms of mafic minerals are not able to be observed. Silicification quartz is in the form of veinlet and impregnation in groundmass. Fairly limonitized. Altered quartz diorite.
CO-25	PI-Bo. 1-22.5	Infierno area Borehole sample No. 1-22.5m	Dark gray, chloritized and silicified diorite with disseminated chalcopyrite and pyrite.	Slightly porphyritic texture. Phenocryst plagioclase; subhedral to euhedral, 1 to 2mm, having zonal structure and medium albittization. Phenocryst quartz; rare, anhedral, 1mm in size. Mafic minerals are completely altered to chlorite. Quartz and plagioclase in groundmass are 0.5mm in size. Strong silicification and biotitization are observed in veinlet and impregnated form. Medium sericitization on feldspar and many clastic with chlorite are observed.

No.	Sampling No.	Locality	Macroscopic Observations	Microscopic Observations
CO-26	PI-Ba. 1-173	Infierno area Borehole sampling No. 1-173m	Gray medium grained quartz diorite.	<p>Porphyritic texture.</p> <p>Phenocryst plagioclase; subhedral to euhedral, 2 to 5mm in size, with zoning structure partly, and altered from margin to inner part by albitization.</p> <p>Phenocryst quartz; rare, 1 to 1.5mm in size, irregular rimmed form.</p> <p>Quartz and plagioclase with biotite in the groundmass are 0.2 to 0.5mm in size.</p> <p>Quartz and biotite are in veinlets and spotted-form due to strong silicification and biotitization. Biotite is mostly changed to chlorite.</p> <p>Acc. min.: apatite, sphene.</p>
CO-27	PI-Bo. 3-100	Infierno area Borehole sample No. 3-100 ft.	Light gray, phyllic altered diorite with pyrite impregnation.	<p>Porphyritic texture.</p> <p>Phenocryst plagioclase; strongly altered to sericite.</p> <p>Phenocryst quartz; 2mm, anhedral.</p> <p>Groundmass; small crystals of quartz and plagioclase, 1mm, with small (1mm) pyrite. Fibrous zeolite in druses, fan shaped.</p> <p>Phyllic altered quartz diorite.</p>
CO-28	PI-Bo. 3-519	Infierno area Borehole sample No. 3-519 ft.	Phyllic altered porphyritic quartz diorite, with light brown part.	<p>Porphyritic texture.</p> <p>Phenocryst of quartz; 2mm in size, plagioclase; strongly altered to sericite, having abundant very small (2μ) crystals of reddish rutile which make light brown color to the rock.</p> <p>Groundmass crystals are 0.1 to 0.3mm in size, with sericite and quartz due to silicification.</p>
CO-29	O93001	Los Andes area Breccia dike	Dark gray porphyritic altered quartz diorite.	<p>Porphyritic texture.</p> <p>Phenocryst plagioclase; 1 to 2mm in size.</p> <p>Quartz; 1 to 2mm, with chloritized biotite, and have been undergone carbonization. Sphene is abundantly observed as secondary alteration product. Other acc. min.; apatite.</p> <p>Groundmass; quartz, sericite and chlorite, 0.1 to 0.2mm in size, and strong carbonization is observed.</p>

No.	Sampling No.	Locality	Macroscopic Observations	Microscopic Observations
CO-30	093003	Los Andes area	Silicified quartz diorite	Porphyritic texture. Plagioclase of phenocryst; 1 to 2mm in size, euhedral to anhedral, with zoning structure, albitization, and potassic alteration, in breccia structure. Groundmass; 0.2 to 0.4mm in size, of quartz and plagioclase, with sericitization and silicification. A few zeolite is observed.
CO-31	LA-Bo. 1-59	Los Andes area Borehole sample No. 1-59m	Light gray strongly silicified quartz diorite, with chlorite aggregates.	Granular texture. Phenocryst quartz; anhedral 1 to 2mm. Plagioclase; strongly sericitized. Chlorite aggregates which are thought to be changed from biotite are observed in druses and around silicification quartz. Calcite is recognized in cracks as a final product.
CO-32	LA-Bo. 1-127	Los Andes area Borehole sample No. 1-127m	Dark gray dioritic rock with impregnation of chalcopyrite and pyrite, and partly altered to pinkish brown minerals.	Granular texture. Plagioclase; 2 to 3mm in size, anhedral, sericitized. Hornblende up to 2mm in size is altered to biotite and chlorite. A few calcite is observed.
CO-33	LA-Bo. 2-105	Los Andes area Borehole sample No. 2-10.5m	Light gray strongly silicified quartz diorite with brown or green chloritized part.	Porphyritic structure. Phenocryst plagioclase; 2 to 4mm in size, with zonal structure. Quartz; 1 to 1.5mm in size. Groundmass; plagioclase, quartz and biotite 0.2 to 0.5mm in size. This rock have been undergone strong biotitization and chloritization. Acc. min.: apatite, little sphene.
CO-34	LA-Bo. 2-128.2	Los Andes area Borehole sample No. 2-128.2m	Gneiss with black biotite and light brown feldspar.	Banded structure. Bands of quartz and biotite, 1mm in width. Quartz; 0.05 to 0.3mm in size. Biotite; 0.05 to 0.2mm, they are arranged in the same direction roughly. The bigger feldspar crystals of more or less 4mm in size, are intruded by fine-grained quartz veinlet, with biotite. Fine crystals of rutile (1 μ) are observed in feldspar, and their color effect feldspar light brown.

No.	Sampling No.	Locality	Macroscopic Observations	Microscopic Observations
CO-35	100201	Guayabos area	Greenish and yellowish brown compact garnet skarn with pyrite, and limonite stained.	Andradite with small epidote, quartz veinlets of 0.1 tp 0.5mm in width, sulfides and limonite.
CO-36	100202	Guayabos area	Brownish gray and yellowish green skarn.	Andradite and sulfide minerals, with small grains of epidote.
CO-37	100301	Puerto Saldaña area	Slightly porphyritic granodiorite.	Granular texture. Phenocryst plagioclase; anhedral 2 to 3mm in size, with zonal structure. Quartz; 2 to 5mm in size. Groundmass; silicification quartz (0.2 to 0.5mm) and biotite (0.1 tp 0.5mm). Relatively fresh.
CO-38	100302	Puerto Saldaña area	Silicified granodiorite.	Slightly porphyritic texture. Plagioclase; 2 to 3mm in size. Quartz; 0.5 to 1mm in size. The half numbers of biotite crystals have been undergone chloritization. Apatite is observed as main accessory mineral.
CO-39	100303	Puerto Saldaña area	Gray strongly silicified granodioritic rock (porphyritic)	Porphyritic texture. Plagioclase and orthoclase; 2 to 3mm in size, anhedral. Quartz; 1 to 3mm in size. Some biotite crystals are remained in fresh, 0.05 to 0.2mm in size. Quartz and sericite are formed in veinlets.
CO-41	100306	Puerto-Saldaña area	Gray dacitic porphyry; silicified, impregnation of pyrite, yellow brown iron oxide stained. (Py:Cp = 5:1)	Porphyritic texture. Phenocryst; plagioclase 1 to 2mm, euhedral, subhedral with zonal structure. Quartz; 1 to 1.5mm in size, corroded. Biotite; 1 to 1.5mm in size, almost chloritized. Groundmass; microcryptocrystalline, plagioclase and quartz 0.05mm in size. Fine quartz veinlets and weak sericitization are observed.
CO-42	100307	Puerto Saldaña area	Dark gray, silicified and chloritized dacitic porphyry. Py-Cp impregnated. (Py:Cp = 3:1)	Porphyritic texture. Phenocryst; plagioclase with zonal structure 1 to 4mm in size. Quartz, 1 to 2mm. Phenocrysts are relatively fresh. Groundmass; coarse grained plagioclase and quartz 0.1 to 0.5mm in size. Weak sericitization, muscovite accumulation with sulphide and a little zeolite are observed.

No.	Sampling No.	Locality	Macroscopic Observations	Microscopic Observations
CO-43	100401	Puerto Saldaña area	Black biotite schist, with pyrite veinlet.	The rock consists of 60 to 80% biotite and 25 to 15% feldspar (plagioclase and lesser orthoclase). Biotite; 0.1 to 2mm in size, occupies among anhedral or broken crystals of feldspar. Quartz is little quantity; 5% approximately. Relatively fresh. Only small quartz-chlorite-biotite veinlet is observed.
CO-44	100901	Piedrancha area	Black, altered andesite, weakly metamorphosed. (Hornfels)	Porphyritic texture. Phenocryst feldspar; idiomorphic plagioclase 1mm in size is altered strongly to sericite, chlorite, and saussurite. Groundmass is mostly altered to chlorite and small quartz. Chloritized and silicified andesite.
CO-46	100903	Piedrancha area	Gray silicified acidic rock with chalcopyrite dissemination.	Granular texture. The rock consists of 65% quartz, 30% muscovite and 5% plagioclase. Quartz is mostly clean and secondary mineral, 0.5 to 3mm in size. Muscovite is secondary mineral too, and 0.1 to 4mm in size. Plagioclase is partly altered to sericite, remaining its idiomorphic form. That suggests this rock may be originally a dacite-like porphyry.
CO-47	100101	Mina Vieja	Brownish green Cu skarn ore	Andradite; euhedral to subhedral, 1 to 2 mm in size. Needle-like hematite 1 to 2 mm in size is recognized in calcite. Calcite and quartz are crystallized after andradite.

Table-15 Description of Microscopic Observation

Polished section

No.	Sampling No.	Locality	Macroscopic Observations	Microscopic Observations
CO-13	092102	Pantanos area	Silicified quartz porphyry with small pyrite and chalcopyrite	A small piece of chalcopyrite is visible.
CO-15	P-Bo. 5-129	Pantanos area Borehole sample No. 5-129 ft.	Chalcopyrite-pyrite veinlet with quartz, in porphyritic rock. Chalcopyrite is in the center, otherwise, pyrite crystallized near vein-limit.	Euhedral chalcopyrite is always associated with pyrite. In the cracks of chalcopyrite, chalcocite is recognized as the former's alteration. Veinlet of cp-py is 4mm in width. Intimate association of cp-py, is same to disseminated spots out of the veinlet also.
CO-21	P-Bo. 11-257.5	Pantanos area Borehole sample No. 1 -257.5 ft.	cp-py fine impregnation in chloritized rock.	Irregularly shaped small spots of chalcopyrite, pyrite, and sphalerite are observed as, 0.01 to 0.5mm grains. These minerals are occurred in separate or in contact. They are mostly accompanied with chlorite aggregates. py:cp = 1:1
CO-22	P-Bo. 11-296	Pantanos area Borehole sample2 No. 11-296 ft.	Cu rich impregnation with chloritized in potassic altered dioritic rock.	Small chalcopyrite and pyrite are distributed in hair-like cracks and spots. Cu rich, cp:py = 3:1. Both minerals are associated with chlorite aggregates.
CO-27	PI-Bo. 3-100	Infierno area	Gray silicified intrusive rock with disseminated pyrite	Quartz veinlet with anhedral pyrite (0.2-0.4cm) including small chalcopyrite (0.3mm).
CO-36	100202	Guayabos area	Chalcopyrite and magnetite associated with garnet and epidote skarn	Anhedral pyrite 0.2-1.0cm, lesser amount of chalcopyrite 0.2-0.4mm, associated with magnetite and hematite in needle like crystal form.
CO-39	100303	Puerto Saldaña area	Silicified gneiss with pyritization	Anhedral pyrite 1-2mm as impregnation and veinlet. In pyrite, very small crystal (0.05-0.05mm) of chalcopyrite are included.
CO-45	100902	Piedrancha area	Quartz vein, with pyrite and chlorite.	Small chalcopyrite (0.2mm) is recognized in the pyrite-quartz veinlet. Gold is not observed in this specimen.

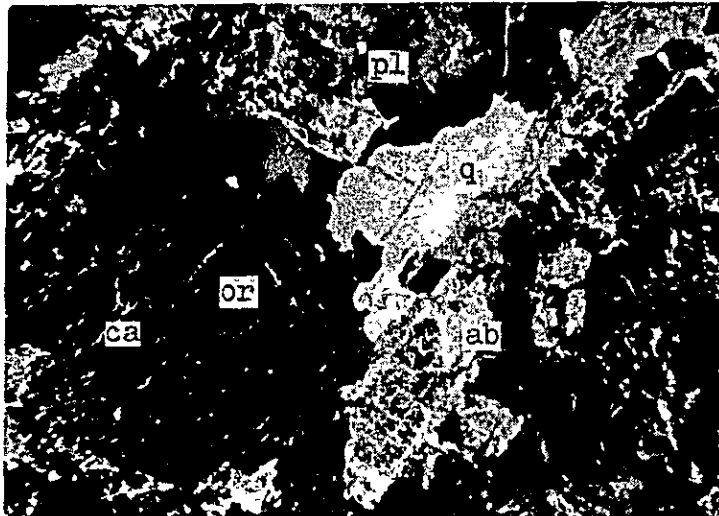
(2)

No.	Sampling No.	Locality	Macroscopic Observations	Microscopic Observations
CO-46	100903	Pedrancha area	Breccia ore of sphalerite, galena, chalcopyrite, and pyrite with quartz.	Subhedral pyrite, the bigger (0.2-0.5mm) anhedral sphalerite, and small anhedral chalcopyrite among the gangue minerals are identified and very small inclusions in sphalerite are observed. Little galena is associated with sphalerite.
CO-47	100101	Mina Vieja	Chalcopyrite-garnet skarn ore	Chalcopyrite; massive and fine veinlets (0.01mm, width) in gangue minerals, associated with magnetite in irregular form.

Fig-58 Photomicrographs of Thin sections

Abbreviation			
q	Quartz	ch	Chlorite
pl	Plagioclase	ca	Calcite
or	Orthoclase	ap	Apatite
ab	Albite	spn	Sphene
hb	Hornblende	ka	Kaoline
bi	Biotite	an	Andradite
mv	Muscovite	ze	Zeolite
se	Sericite		

CO-02
No.091802
Acandi area



Crossed Nicols

0 $\frac{1}{2}$ mm

Propylitized quartz diorite
Albitization of plagioclase is apparent.

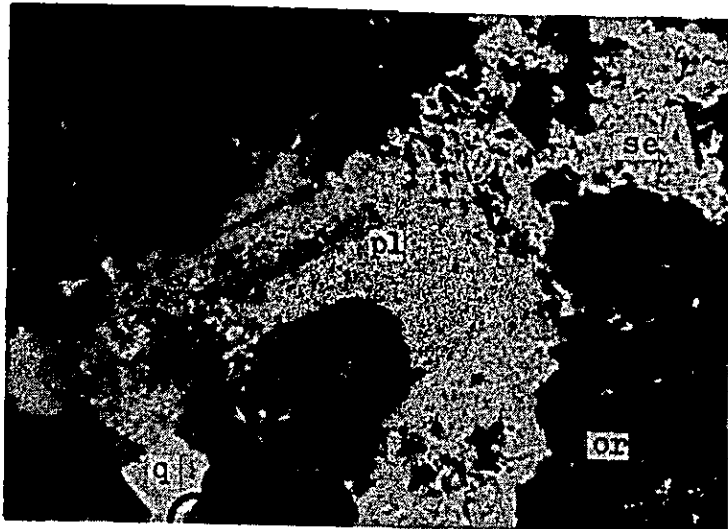
CO-05
No.091906
Acandi area



Crossed Nicols

0 $\frac{1}{2}$ mm

Propylitized quartz diorite
Fresh hornblende is rare, and mostly altered to biotite
and chlorite.

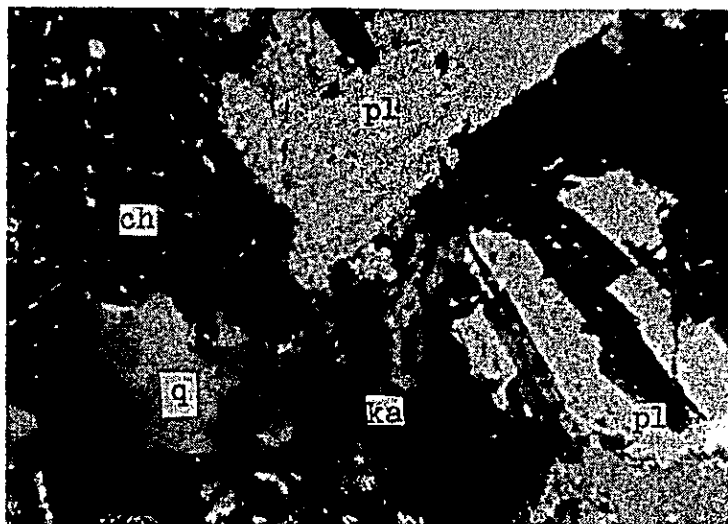


CO-06
No.AC-Bo.1-169
Acandi area

Crossed Nicols

0 1 mm

Altered quartz diorite
Plagioclase highly altered to sericite and saussurite.



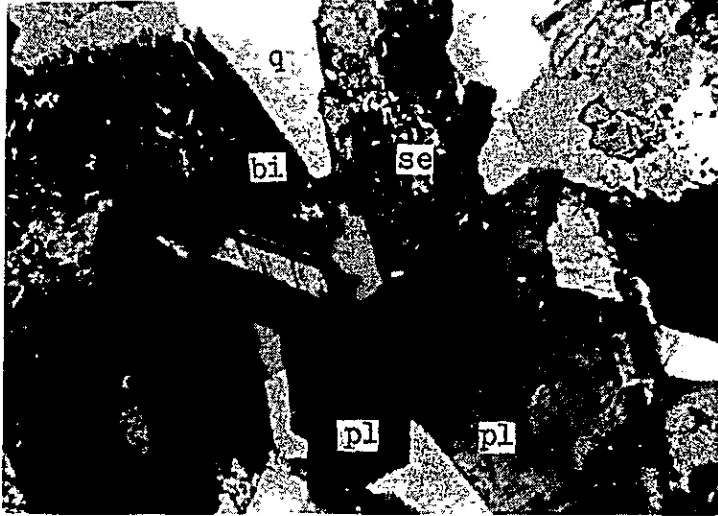
CO-07
No.AC-1-433
Acandi area

Crossed Nicols

0 1 mm

Altered quartz diorite
Strong chloritization is observed.

CO-08
No.AC-Bo.1-678
Acandi area



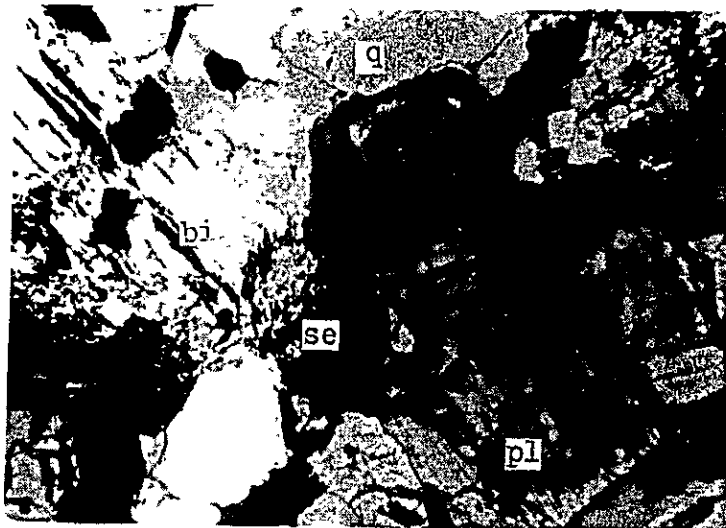
Crossed Nicols

0 1 mm

Silicified diorite

Feldspars are relatively fresh, but hornblends are mostly changed to biotite.

CO-09
No.092001
Muriondo area

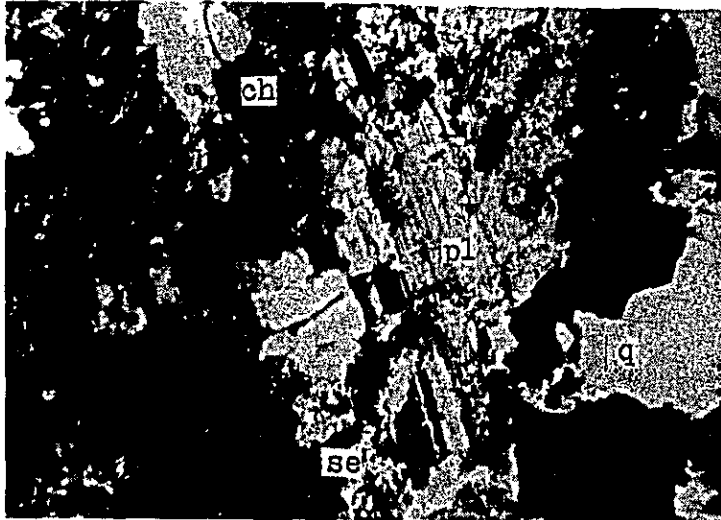


Crossed Nicols

0 1 mm

Phyllic altered quartz diorite

Cataclastic structure and albitization are recognized.

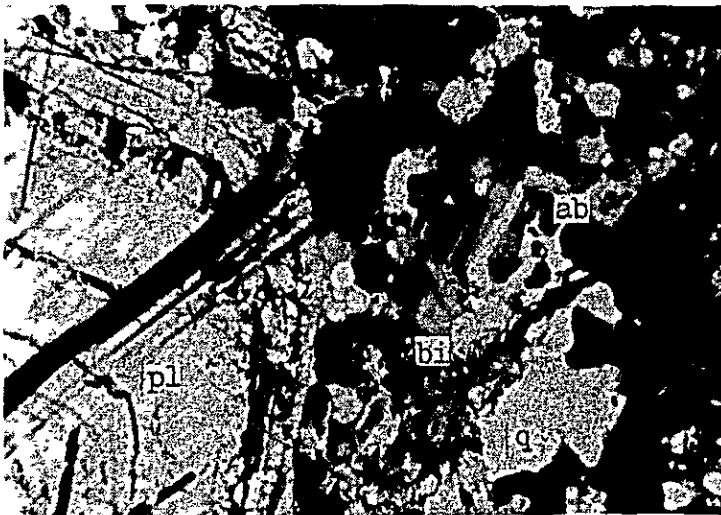


CO-10
 NO.092003
 Murindo area

Crossed Nicols

0 1 mm

Propylitized quartz diorite
 Cataclastic structure, sericitization and chloritization are visible.



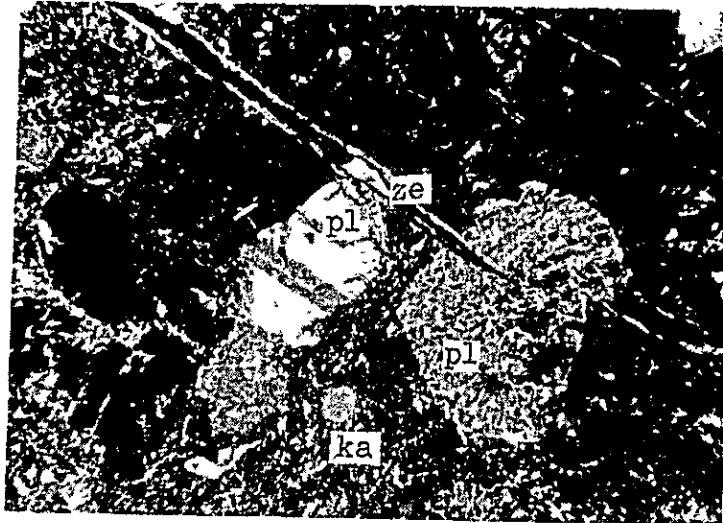
CO-11
 No.092005
 Murindo area

Crossed Nicols

0 1 mm

Quartz porphyry
 Large phenocrysts of quartz and plagioclase showing zonal structure are 1 to 8 mm in size, cemented by small (0.1-0.2mm) crystals of quartz and feldspars of groundmass. Hornblende has been altered to biotite and chlorite.

CO-12
No.092102
Pantanos area



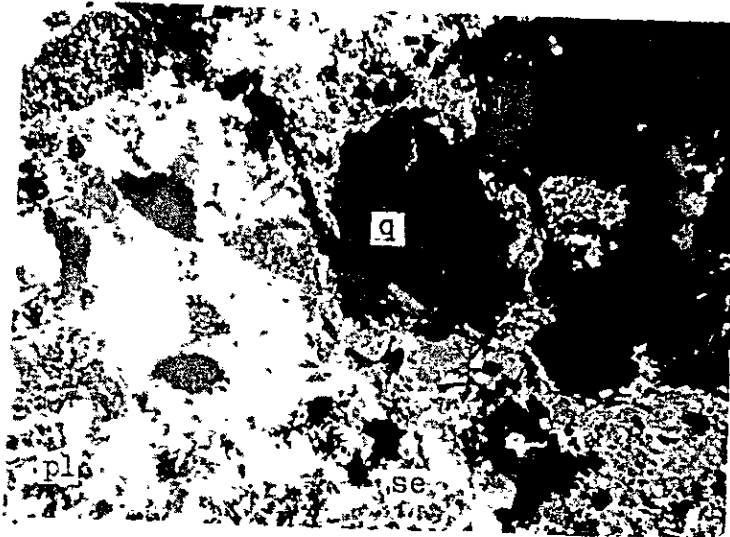
Crossed Nicols

0 1 mm

Silicified quartz porphyry

The rock is suffered sericitization, and groundmass is strongly kaolinized. Zeolite is observed in the latest fractures.

CO-13
No.092102
Pantanos area

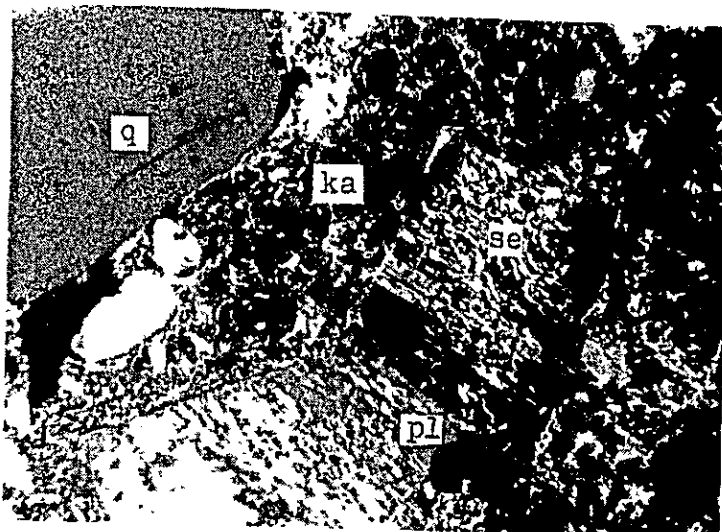


Crossed Nicols

0 1 mm

Silicified quartz porphyry

Intense sericitization is observed in groundmass and on the phenocryst plagioclase.



CO-14
 No.P-Bo.3-564
 Pantanos area

Crossed Nicols

0 1 mm

Altered quartz porphyry

The rock is moderately altered by sericitization and chloritization.



CO-15
 No.P-Bo.5-129
 Pantanos area

Crossed Nicols

0 1 mm


Quartz porphyry

Plagioclases are altered to sericite and kaolinite.
 Opaque minerals are abundant.

CO-16
No.P-Bo.5-233
Pantanos area




Crossed Nicols

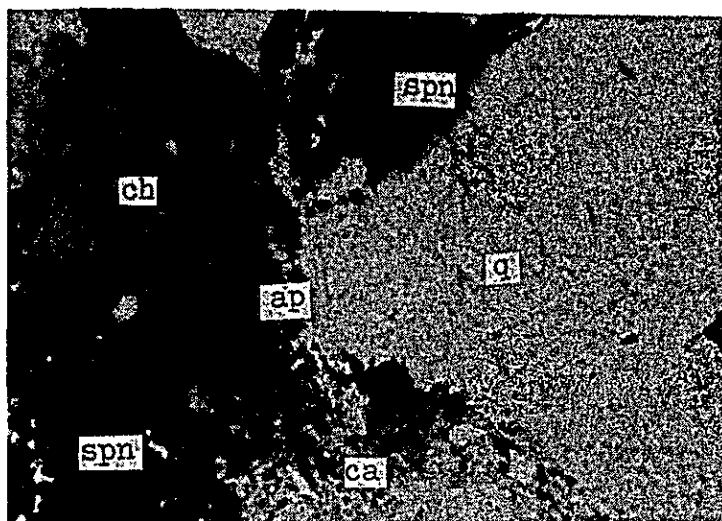
Quartz porphyry  1 mm
Corroded quartz, albitized plagioclase and strongly carbonitized groundmass are apparent.

CO-17
No.P-Bo.9-140
Pantanos area



Crossed Nicols

Quartz diorite  1 mm
Divided quartz shows wave-extinction, i.e. cataclastic structure. Chloritization and sericitization are moderately. Hornblende has changed mostly to chlorite and sphene.

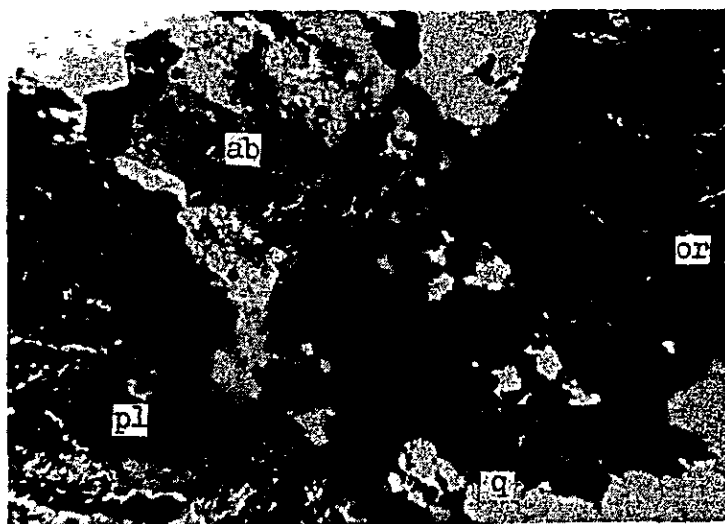


CO-18
 No.P-Bo.9-160
 Pantanos area



↑ Crossed Nicols
 ← Open Nicol

Altered quartz diorite
 Feldspars have changed mainly to sericite. mafic minerals altered to mostly chlorite and sphene. The quartz shows wave-extinction on the divided parts.

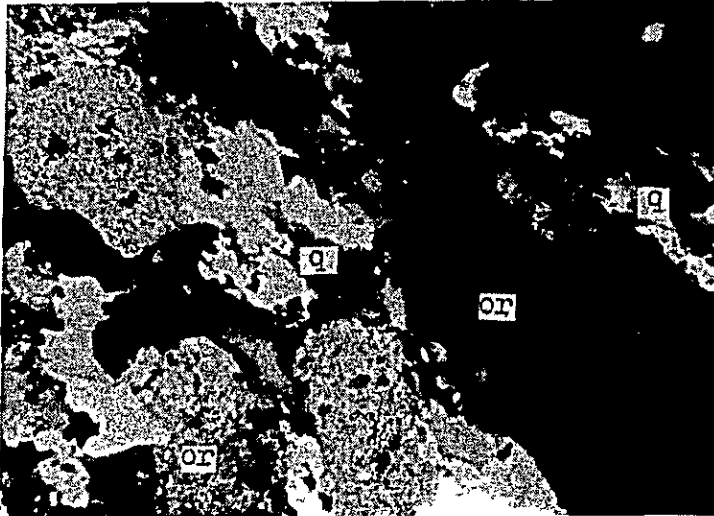


CO-19
 No.P-Bo.11-143
 Pantanos area

Crossed Nicols

Altered quartz diorite
 Moderate sericitization, strong chloritization are apparent.

CO-20
No.P-Bo.11-290
Pantanos area



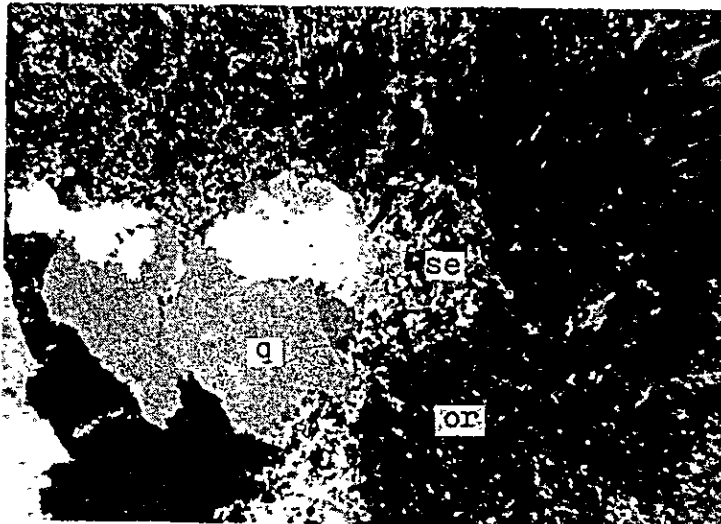
Crossed Nicols

0 1 mm

Porphyritic altered rock

Potassic alteration is intense, and silicification is moderate.

CO-23
No.092902
Infierno area

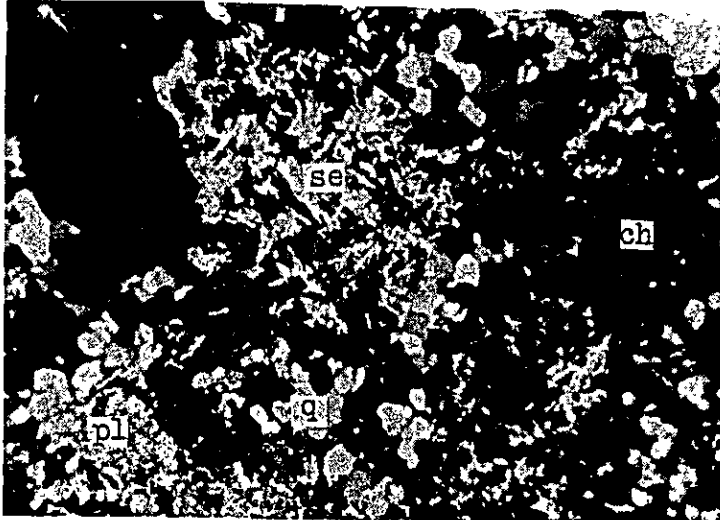


Crossed Nicols

0 1 mm

Altered quartz diorite

Potassic alteration, silicification and sericitization are very intense. Mafic minerals are not remained by these alterations.

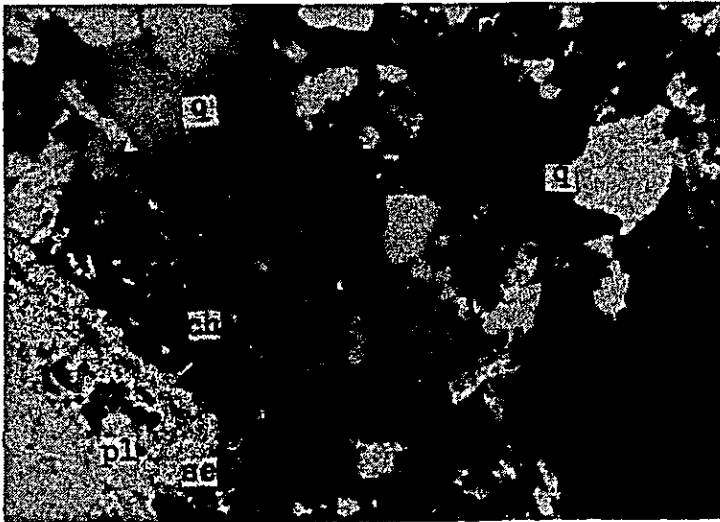


CO-24
 No.092905
 Infierno area

Crossed Nicols

0 _____ 1 mm
 Porphyritic quartz diorite

Sericitization, chloritization and silicification are so strong that original structure could not be observed.



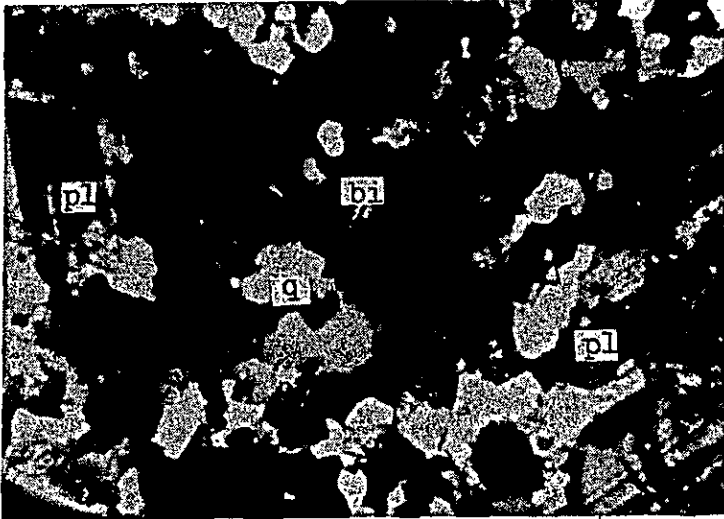
CO-25
 No.PI-Bo.1-22.5
 Infierno area

Crossed Nicols

0 _____ 1 mm
 Porphyritic quartz diorite

Plagioclase suffered sericitization and albitization, and hornblende has changed to chlorite. Also biotitization with quartz is obvious in veinlets.

CO-26
No.PI-Bo-1-173
Infierno area

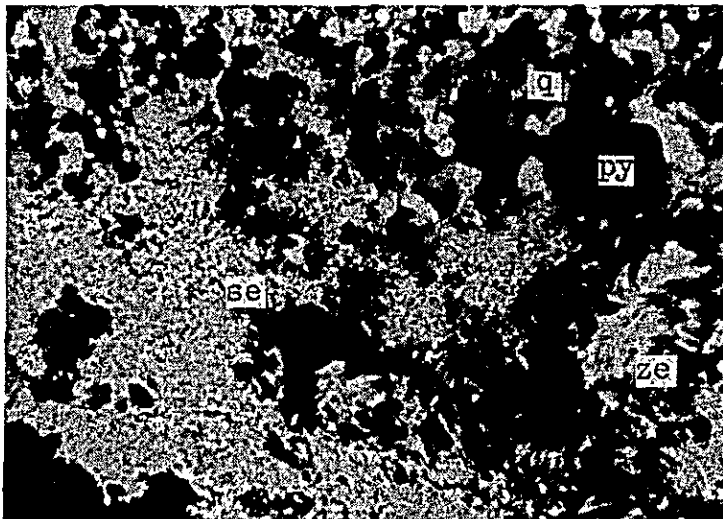


Crossed Nicols

Quartz diorite 0 _____ 1 mm

Plagioclase suffered albitization. In groundmass, secondary biotite is observed among quartz and plagioclase.

CO-27
No.PI-Bo.3-100
Infierno area

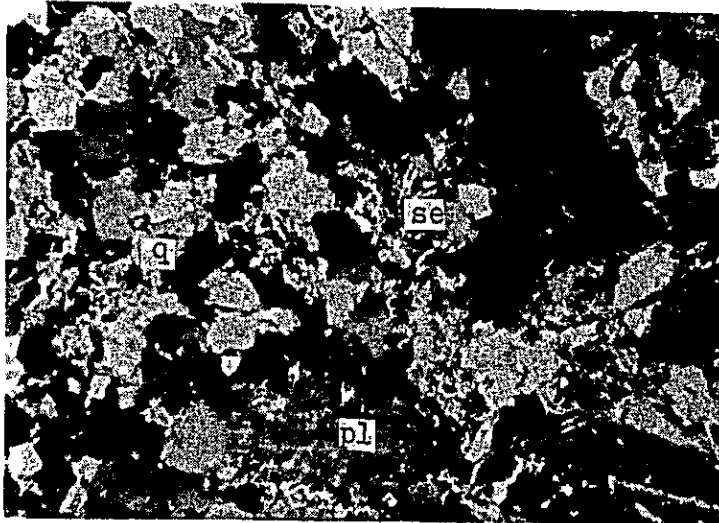


Crossed Nicols

0 _____ 1 mm

Phyllic altered diorite

Strong sericitization, and zeolite in druses are observed.



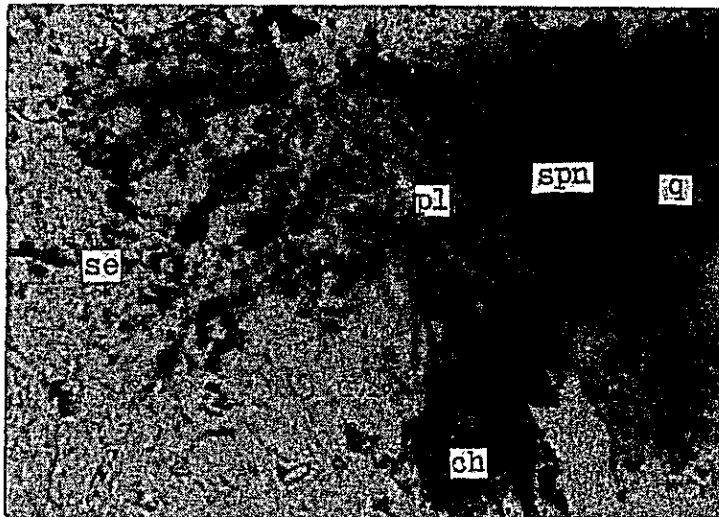
CO-28
No.PI-Bo.3-519
Infierno area

Crossed Nicols

0 _____ 1 mm

Porphyritic quartz diorite

Silicification and sericitization are moderately. Fine and abundant rutils give the rock light brown color.



CO-29
No.093001
Los Andes area

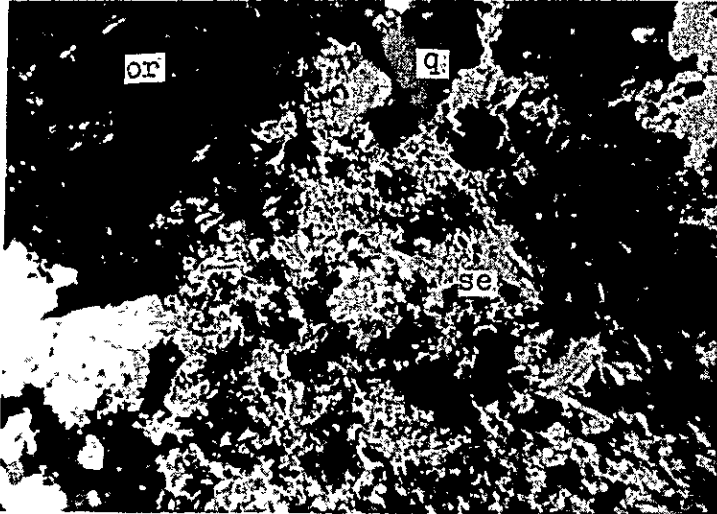
Open Nicol

0 _____ 1 mm

Porphyritic quartz diorite

Chloritization and carbonitization are strongly, and so, shene is observed frequently as an alteration product.

CO-30
No.093003
Los Andes area



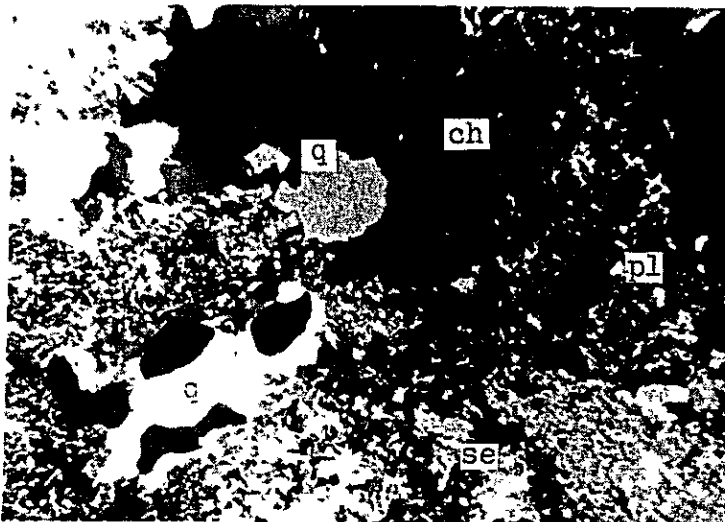
Crossed Nicols

0 1 mm

Silicified quartz diorite

Porphyritic and brecciated structures are recognized, and potassic alteration and albitization are apparent.

CO-31
No.LA-Bo.1-59
Los Andes area



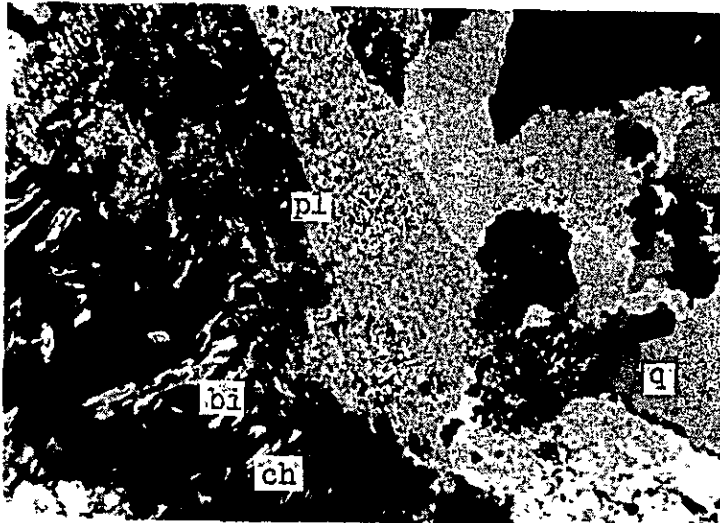
Crossed Nicols

0 1 mm

Quartz diorite

Strong sericitization, silicification and chloritization are observed. Opaque minerals (sulphides) have occurred with quartz and chlorite.

CO-32
No. LA-Bo. 1-127
Los Andes area



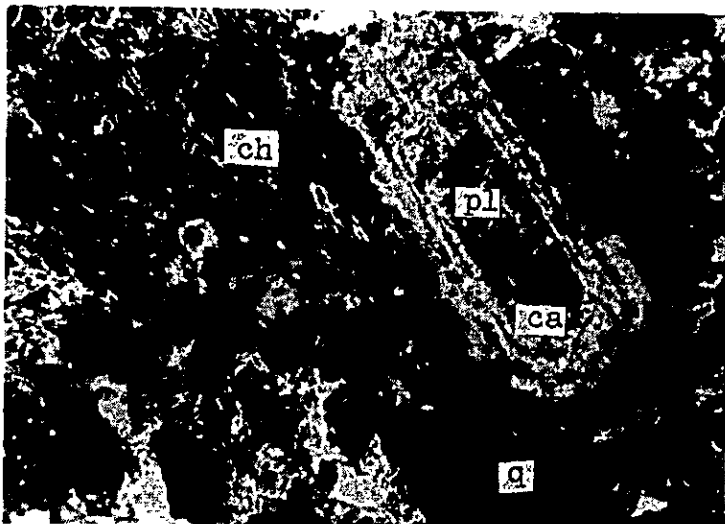
Crossed Nicols

0 1 mm

Altered diorite

Hornblende has changed to biotite and chlorite where alteration more advanced.

CO-33
No. LA-Bo. 2-105
Los Andes



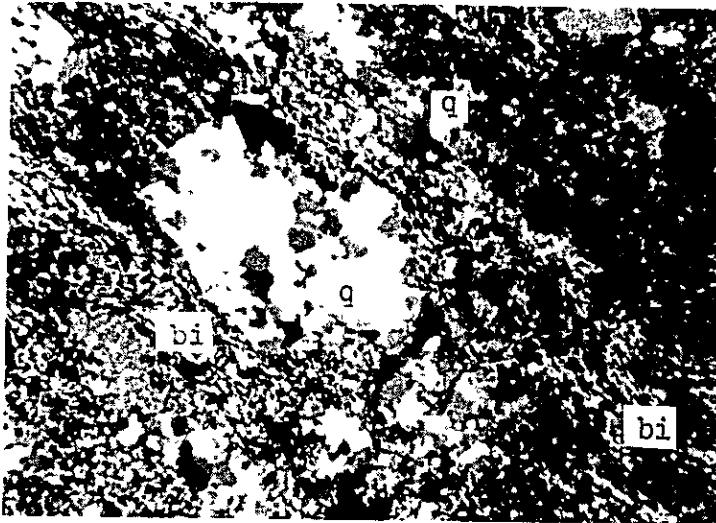
Crossed Nicols

0 1 mm

Quartz diorite

The rock generally altered by biotitization and chloritization, and plagioclase with zonal structure is suffered carbonitization.

CO-34
No. LA-Bo.2-128.2
Los Andes area

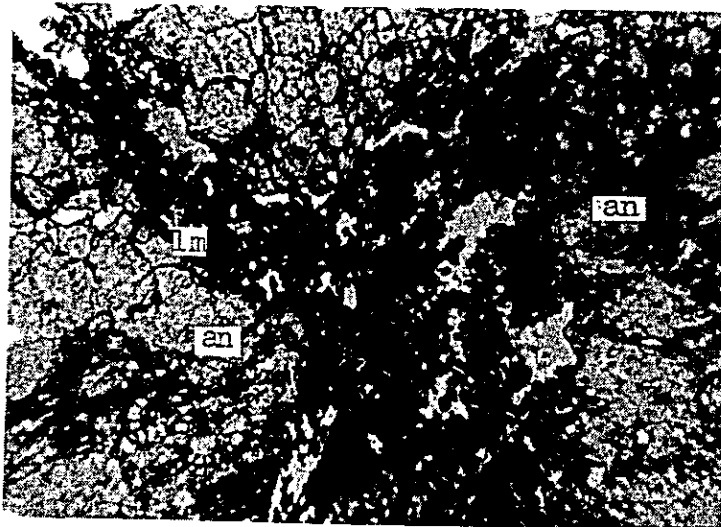


Crossed Nicols

0 1 mm

Gneiss

Feldspars and quartz distribute in eye-like spots, cementing by roughly parallel arranged biotite.



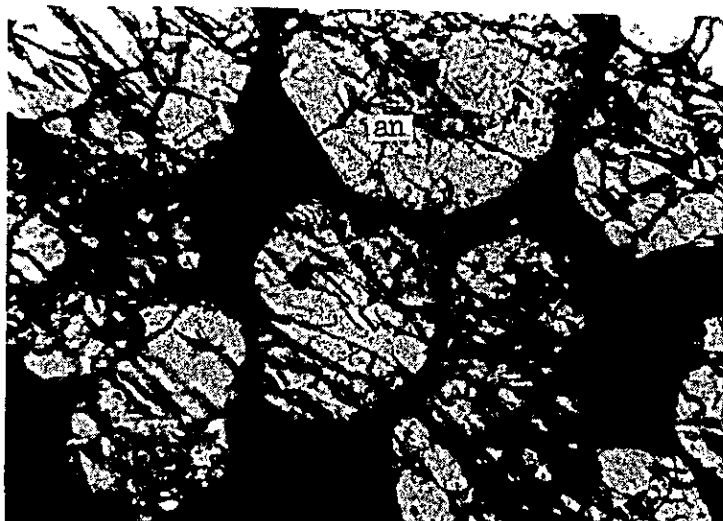
CO-35
No. 100201
Guayabos area

Open Nicol

0 1 mm

Skarn ore

Andradite is seen with iron-oxide in its cracks.

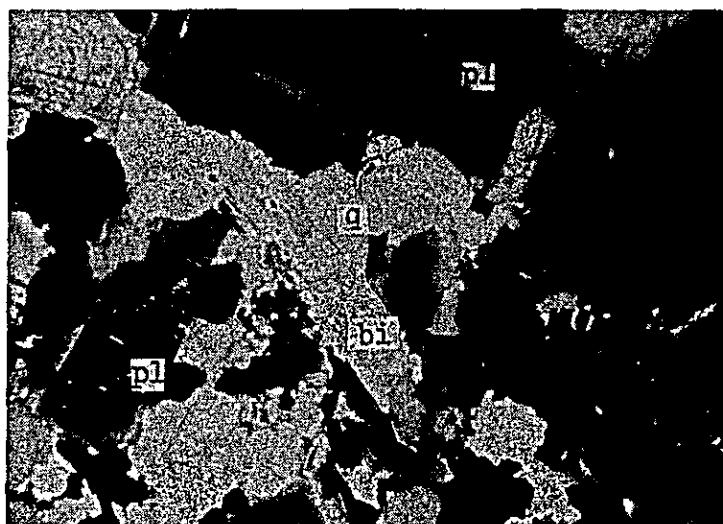


CO-36
No. 100202
Guayabos

Open Nicol

0 1 mm

Andradite crystals are cemented by sulphide.



CO-37
No. 100301
Puerto Saldana area

Crossed Nicols

0 1 mm

Granodiorite

This is porphyritic and relatively fresh, however silicification quartz and biotite flakes are seen as secondary crystallization.