

1919年10月

1919年10月

1919年10月

1919年10月

チリ共和国中部地域
資源開発協力基礎調査

総括報告書

JICA LIBRARY



1030131(5)

昭和59年5月

国際協力事業団
金属鉱業事業団

国際協力事業団

〒100 東京都千代田区千代田 1-1-1

国際協力事業団

国際協力事業団

国際協力事業団	
受入 月日 '84. 8. 17	704
登録No 10619	66.1
	MPN

国際協力事業団
〒100 東京都千代田区千代田 1-1-1

は し が き

日本政府はチリ共和国政府の要請に応え、同国中部地域の鉱物資源賦存の可能性を確認するため、ランドサット・データの解析、空中写真の解析、広域的地質調査・地化学探査および物理探査などの諸調査を実施することとし、その実施を国際協力事業団に委託した。

国際協力事業団は、本調査の内容が地質および鉱物資源の調査という専門的な分野に属することから、この調査の実施を金属鉱業事業団に依頼した。

本調査は、昭和56年から昭和58年まで3ケ年にわたって実施され、チリ共和国政府関係機関の協力を得て予定通り完了した。本報告書は3ケ年の調査結果をとりまとめたものである。

おわりに本調査の実施にあたって御協力いただいたチリ共和国政府、関係機関ならびに外務省、通商産業省、在チリ日本大使館および関係各社の方々に衷心より感謝の意を表わすものである。

昭和59年5月

国際協力事業団

総 裁 有 田 圭 祐

金属鉱業事業団

理事長 西 家 正 起

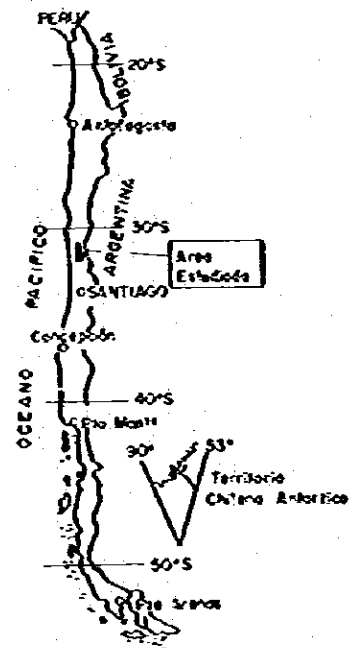
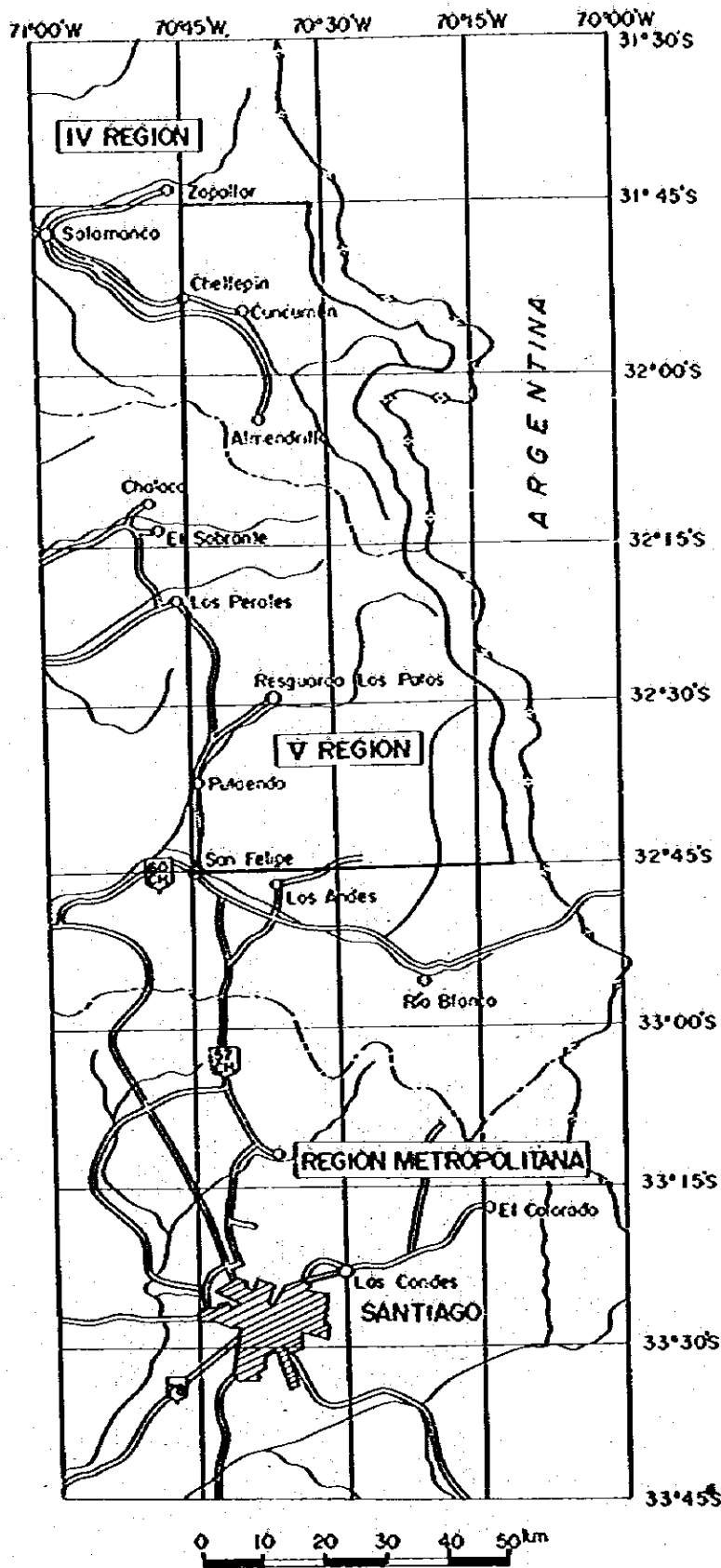
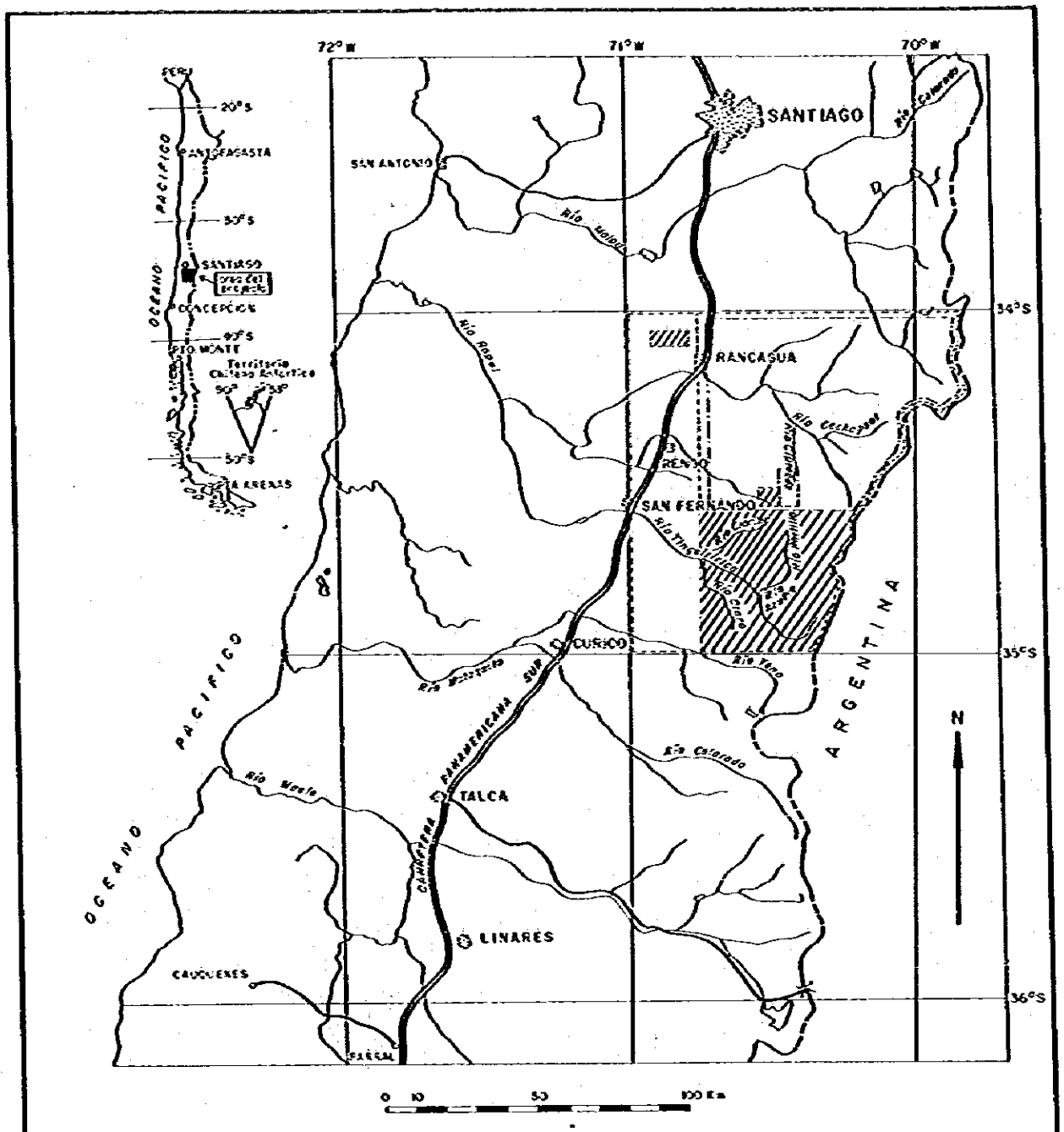


Fig. i Mapa de Ubicación del Area al Norte de Mina Río Blanco



Áreas estudiadas:

- FASE I (1982)
 FASE II (1983)
 FASE III (1984)

Fig. II Mapa de ubicación del área al sur de Mina EL Teniente (Área al este de los 71°W entre 34° y 35°S)

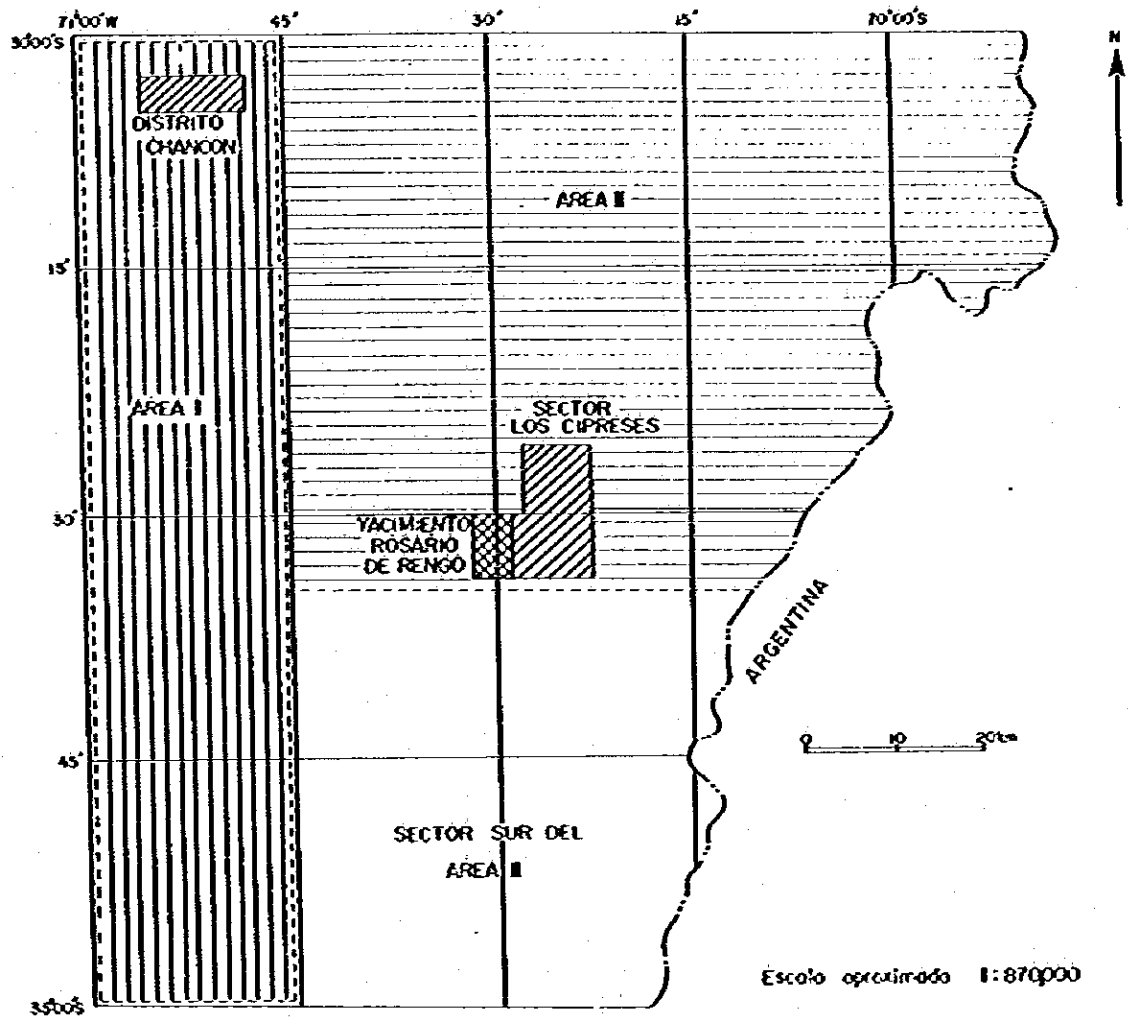


Fig. II

Mapa de ubicación de los áreas estudiadas durante los tres fases.

総 合 目 次

は し が き

調 査 位 置 図

要 約

第 I 部 リオ・ブランコ 北部 地域

第 II 部 エル・テニエンテ 南部 地域

要 約

チリ共和国政府は、リオ・ブランコ (Rio Blanco) 北部地域の地質鉱床調査を日本政府に要請してきた。日本政府はこの要請に応え、1981年より資源開発協力基礎調査を開始した。しかし、チリ共和国政府は、同国の鉱業事情によりリオ・ブランコ北部からエル・テニエンテ (El Teniente) 南部への調査範囲の変更を要請してきた。日本政府はこの要請に応え、調査地域を変更し中部地域として3ヶ年にわたって資源開発協力基礎調査を実施した。本報告書は、この結果をまとめたものである。

本調査の目的は、中部地域において地質構造と鉱化作用との関係を解明し、鉱床賦存の可能性を把握することにある。

第1年次調査は、リオ・ブランコ北部地域 (4,100Km²) では写真地質解析およびランドサット (Land Sat) ・データ解析を実施した。この結果、ポーフィリー・銅型鉱化作用に関連すると思われる変質帯の分布が明らかになった。

また、エル・テニエンテ南部地域 (8,840Km²) では全域の写真地質解析、I区域の地質調査、チャンコン (Chanco) 地区の地質調査 (準精査) を実施するとともに、既存資料の検討を行った。

これらの結果、135箇所の変質帯が抽出された。また、チャンコン地区で金・銅を主体とした浅熱水性銅脈型鉱化帯を多く確認した。

第2年次調査は、第1年次調査によって抽出された変質帯のうち比較的規模の大きな51箇所の変質帯について地質調査を実施し、変質作用の比較的強い39箇所の変質帯について地化学探査 (岩石) を実施した。

さらに、I区域、II区域の地化学探査 (河床堆積物) を実施した。

これらの結果、

- (1) ロス・シプレセス (Los Cipreses) 地区からロサリオ・デ・レンゴ (Rosario de Rengo) 鉱床
- (2) 39箇所の鉱化・変質帯から640変質帯
- (3) IおよびII区域の地化学探査から、
 - (a) シプレシジョス (Cipresillos) 沢上流域 (Cu異常域)
 - (b) パンガル川 (Pangal) とカチャポアル (Cachapoal) 川の合流点付近 (Au異常域)

(c) ネグラ (Negra) 沢中～上流域 (Zn 異常域)

などが有望地域として抽出された。

第3年次調査は、チャンコン地区におけるトレンチ調査、液体包有物の充填温度測定、および物理探査 (IP法)、ロサリオ・デ・レンゴ鉱床における物理探査、並びにⅢ区域南部における20箇所の酸化・変質帯に対する地質調査・地化学探査などを実施した。

これらの結果、次の事項が明らかになった。

(1) チャンコン地区

(a) チャンコン地区鉱脈群は単純金鉱床ではなくて、多金属鉱床の可能性がある。

(b) 同地区の、エル・マンサーノ (El Manzano) 山付近に発達している合金-石英脈は下部で合金硫化物 (主として黄銅鉱) 脈に変わる可能性が濃厚であり、かつ潜頭性鉱脈の賦存も充分予想される。

(2) ロサリオ・デ・レンゴ鉱床

同鉱床の溶脱帯の下部に二次硫化物富化帯および初生帯の賦存が期待されるが、二次硫化物富化帯は小規模なものと想定される。

(3) Ⅲ区域南部

20箇所の酸化・変質帯の酸化・変質作用はいずれも微弱である。

今後は、チャンコン地区では鉱脈の規模、鉱況の把握および潜頭性鉱脈の把握のため物理探査、ボーリング調査の実施を提言する。

ロサリオ・デ・レンゴ鉱床ではモリブデンの分布特性を解明するため地質精査および初生帯の規模の把握のため物理探査の実施が望ましい。

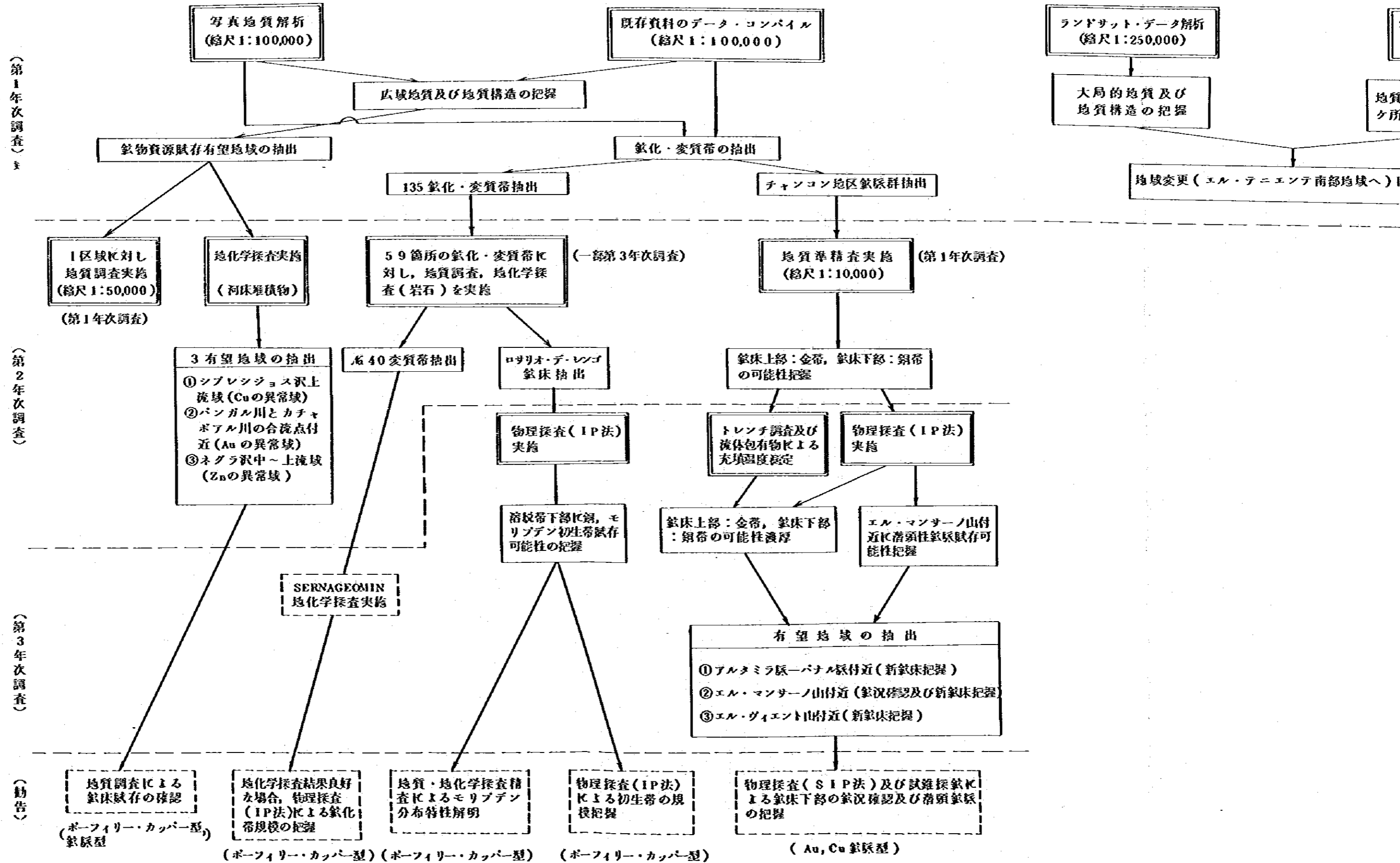
№40変質帯では、チリ共和国地質鉱山局 (Servicio Nacional de Geología y Minería : 以下 SERNAGEOMIN と略す) が実施している地化学探査の結果が良好ならば酸化帯の規模の把握のため物理探査の実施が望ましい。

シブレシジョス沢上流域、パンガル川とカチャポアル川合流点付近および、ネグラ沢中～上流域の地化学探査異常域では酸化作用の解明のため地質調査の実施が望ましい。

Tab. 1 鉱床賦存有望地域抽出フロー・チャート

エル・テニエンテ南部地域

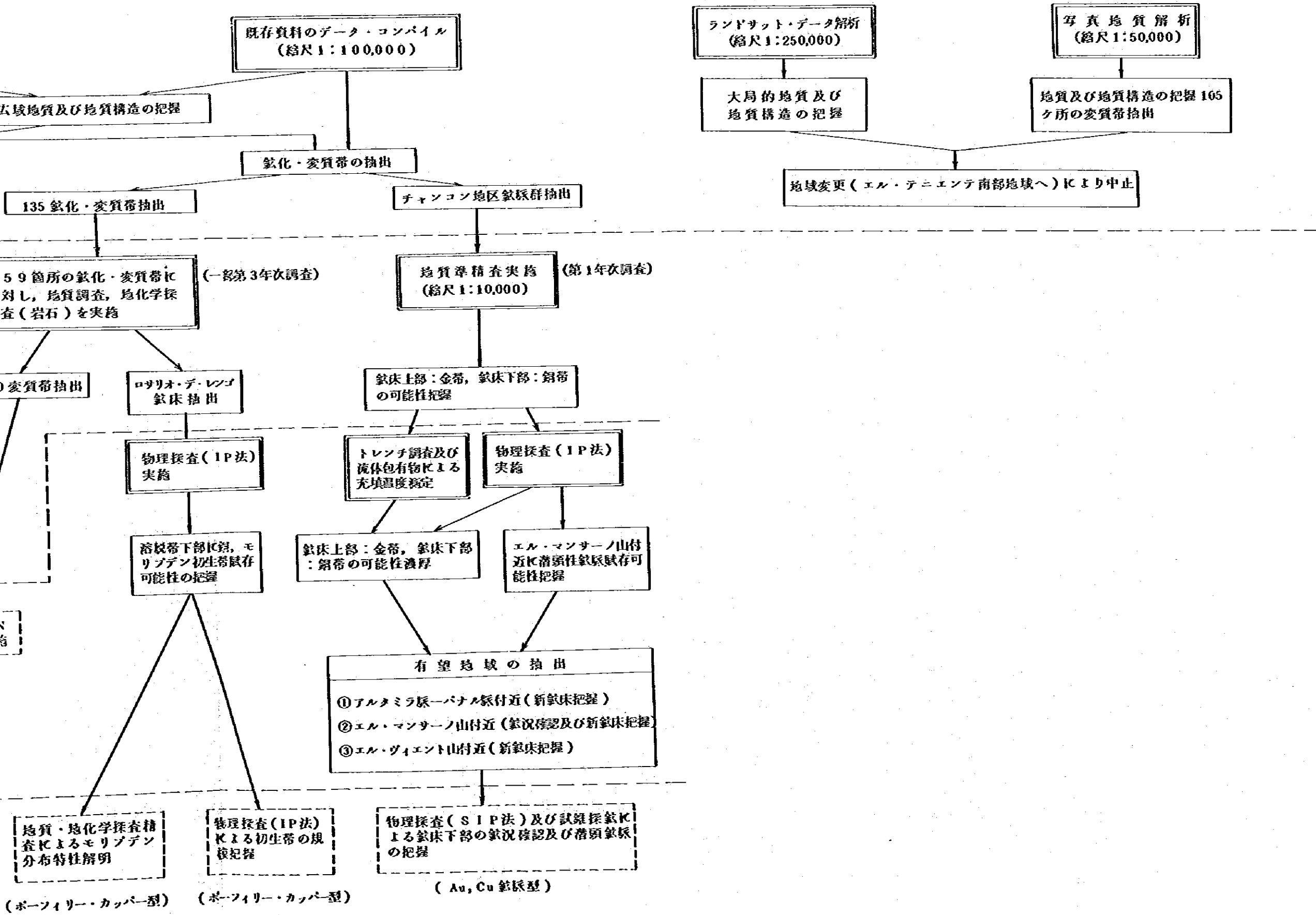
リオ・ブランコ北部地域



Tab. 1 鉱床賦存有望地域抽出フロー・チャート

・テニエンテ南部地域

リオ・ブランコ北部地域



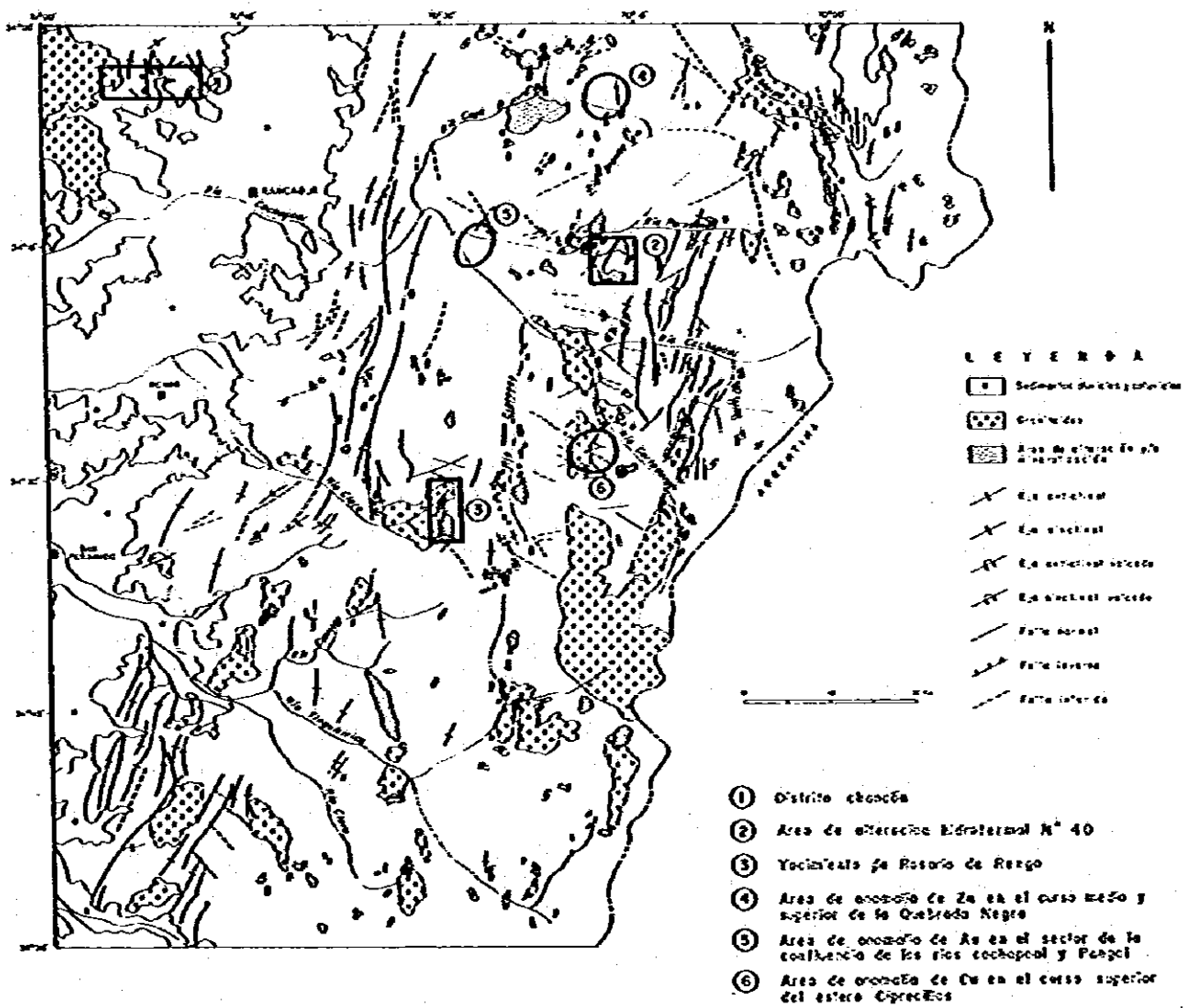


Fig.IV Áreas de recomendación para una futura prospección

目 次

は し が き

要 約 i~ii

第I部 リオ・ブランコ北部地域 1

第1章 調査概要 1

1. 目 的 1

2. 調査地域 1

3. 調査期間 1

4. 調査員 2

第2章 調査地域の概要 3

1. 地 形 3

2. 気候および植生 3

3. 交 通 3

4. 集落および産業 4

第3章 ランドサット・データ解析 5

1. 使用データ 5

2. 解析方法 5

3. 解析結果 6

第4章 空中写真地質解析 7

1. 使用空中写真 7

2. 解析方法 7

3. 解析結果 7

第II部 エル・テニエンテ南部地域 9

第1章 調査概要 9

1. 目 的 9

2. 調査地域・方法および調査量	9
3. 調査期間	9
4. 調査員	9
第2章 調査地域の概要	10
1. 地形	10
2. 気候および植生	11
3. 交通	11
4. 集落および産業	12
第3章 空中写真地質解析	13
1. 使用空中写真	13
2. 解析方法	13
3. 解析結果	13
第4章 地質および地質構造	16
1. 概要	16
2. 地質層序	16
2-1 ナシエンテス・デル・テノ層	17
2-2 リオ・ダマス層	17
2-3 レーニョス・エスピノーサ層	18
2-4 パーニョス・デル・フラコ層	18
2-5 コリマブ層	18
2-6 ロ・パーシェ層	19
2-7 コヤ・マチャリ層	19
2-8 フレジョネス層	19
2-9 鮮新世～第四紀火山噴出物および未固結堆積物	20
3. 貫入岩類	20
4. 地質構造	21

第5章 鈹床	23
1. 概要	23
2. 鈹化・変質作用のタイプおよび分布	23
3. 鈹化・変質作用と地質構造および火成活動との関係	24
4. 精査対象地域の抽出	25
第6章 地化学探査	26
1. 岩石による地化学探査	26
1-1 試料の採取	26
1-2 指示元素	26
1-3 検討方法	26
1-4 結果	27
2. 河床堆積物による地化学探査	28
2-1 試料の採取	28
2-2 指示元素	28
2-3 検討方法	28
2-4 結果	28
第7章 チェンコン地区調査	30
1. 地質	30
2. 地質構造	30
3. 鈹脈裂か	30
4. 鈹化作用	31
4-1 鎔の内構造	31
4-2 構成鈹物	31
4-3 構成鈹物の産状	32
4-4 帯状分布	32
4-5 生成順序	33
4-6 鈹況	33

5. 変質作用	33
5-1 欽化作用に関係ある変質作用	33
5-2 欽化作用に関係のない変質作用	33
6. 流体包有物の充填温度	33
6-1 充填温度	34
6-2 塩濃度	34
7. 物理探査(IP法)	35
7-1 位 置	35
7-2 探査方法および調査量	35
7-3 測定結果	35
第8章 ロス・シブレセス地区調査	37
1. 概 要	37
2. ロサリオ・デ・レンゴ欽床	37
2-1 地 質	37
2-2 欽化作用	38
2-3 変質作用	41
2-4 地化学探査	43
2-5 物理探査(IP法)	43
第9章 結論および勧告	46
1. 結 論	46
2. 勧 告	48
参考文献	50

Figuras

- Fig. i** Mapa de ubicación del área al norte de Mina Río Blanco.
- Fig. ii** Mapa de ubicación del área al sur de Mina El Teniente.
(Área al este de los 71°W entre 34° y 35°S)
- Fig. iii** Mapa de ubicación de las áreas estudiadas durante las tres fases.
- Fig. iv** Áreas de recomendación para una futura prospección.
- Fig. I-1** Columna geológica generalizada del área estudiada.
- Fig. I-2** Mapa de interpretación con imágenes "Landsat".
- Fig. I-3** Columna fotogeológica generalizada del área estudiada.
- Fig. I-4** Mapa fotogeológico en el área norte de "Río Blanco".
- Fig. I-5** Plano tectónico y ubicación de zonas alteradas en el área norte de "Río Blanco".
- Fig. II-1** Columna fotogeológica generalizada del área estudiada.
- Fig. II-2** Columna geológica generalizada del área regional.
- Fig. II-3** Mapa geológico regional.
- Fig. II-4** Perfiles geológicos regionales.
- Fig. II-5** Diagrama (Qz-Feld K-Plg).
- Fig. II-6** Mapa estructural regional con ubicación de intrusivos y zonas de alteración y/o mineralización.

- Fig. II-7** Distribución de las vetas en el Distrito Chancón.
- Fig. II-8** Diagrama de frecuencia de vetas, fallas y diques en el Distrito Chancón.
- Fig. II-9** Croquis de la zanja N^o 4 en la veta Manzano.
- Fig. II-10** Paragenesis.
- Fig. II-11** Histograma de temperatura de llenado en el Distrito Chancón.
- Fig. II-12** Róngos de temperatura de llenado en inclusiones fluidas.
- Fig. II-13** Gradiente térmico supuesto de las vetas en base de temperatura de llenado de inclusiones fluidas.
- Fig. II-14** Salinidad de las inclusiones fluidas.
- Fig. II-15** Plano de perfiles, puntos de medición geofísicos y Mapa geológico en Chancón.
- Fig. II-16** Mapa de interpretación de P.I. en el Distrito Chancón.
- Fig. II-17** Mapa de mineralización y alteración del Yacimiento Rosario de Rengo.
- Fig. II-18** Curvas por elemento analizado en perfil de muestreo geoquímico a-a' en Yacimiento Rosario de Rengo.
- Fig. II-19** Mapa de interpretación de P.I. en el Yacimiento Rosario de Rengo.

Tablas

- Tab. I Proceso del trabajo durante tres fases.
- Tab. I-1 Cuadro de características de análisis de imágenes "Landsat".
- Tab. I-2 Cuadro de características de interpretaciones fotogeológicas.
- Tab. II-1 Distribución de trabajo durante tres fases.
- Tab. II-2 Muestras analizadas durante tres fases.
- Tab. II-3 Periodo de trabajo durante tres fases.
- Tab. II-4 Lista de miembros de los equipos durante tres fases.
- Tab. II-5 Cuadro de características fotogeológicas.
- Tab. II-6 Correlación con trabajos anteriores.
- Tab. II-7 Episodio geológico y estructural del área estudiada.
- Tab. II-8 Clasificación de anomalía geoquímica.
- Tab. II-9 Cantidad de anomalías geoquímicas por área de alteración.
- Tab. II-10 Características de vetas en Distrito Minero Chancón.
- Tab. II-11 Resultados de medición de inclusiones fluidas.

PLANOS

PL. 1 PLANO DE UBICACION DE YACIMIENTOS METALICOS Y AREAS
DE ALTERACION HIDROTERMAL EN EL AREA ANDINA ENTRE
LOS 34ºS Y 35ºS (1)

Escala 1:100.000

PL. 2 PLANO DE UBICACION DE YACIMIENTOS METALICOS Y AREAS
DE ALTERACION HIDROTERMAL EN EL AREA ANDINA ENTRE
LOS 34ºS Y 35ºS (2)

Escala 1:100.000

第1部 リオ・ブランコ北部地域

第 I 部 リオ・ブランコ北部地域

第 1 章 調査概要

1. 目的

当該地域はアンデス造山帯のポーフイリー・カッパー・ベルト (Ruiz Fuller C. et al, 1965) 内であって、かつこの付近にはロス・ペランブレス (Los Pelambres) やリオ・ブランコなどの大規模ポーフイリー・カッパー型鉱床や有望鉱帯 (Instituto de Investigaciones Geológicas, 1981) が密集しており、従来から鉱物資源賦存の可能性が高い地域として注目されている。

この可能性を検討するため、ランドサット・データ解析および空中写真地質解析を実施した。

2. 調査地域

当該地域はチリ国中央部のアンデス山脈に位置し、行政上は第 4 州イジャベル (Illapel) 県および第 5 州ペトラ (Petra) 県、サン・フェリッペ (San Felipe) 県、ロス・アンデス (Los Andes) 県の 2 州 4 県にまたがっている。

調査区域は面積 $4,100 \text{ Km}^2$ で次の経緯度に囲まれた範囲である (Fig. i 参照)。

北 限	南 緯	$31^{\circ}45'$
南 限	南 緯	$32^{\circ}45'$
東 限	チリとアルゼンチンの国境より 5 Km チリ側	
西 限	西 経	$70^{\circ}45'$

3. 調査期間

本調査の期間は次の通りである。

- (a) ランドサット・データ解析作業 ……昭和 56 年 9 月 15 日～同年 10 月 15 日
- (b) 空中写真地質解析作業 ……昭和 56 年 9 月 15 日～同年 11 月 10 日
- (c) 報告書作成および印刷 ……昭和 56 年 12 月 1 日～57 年 2 月 10 日

なお、本調査は全て日本で行われた。

4. 調 査 員

本調査に従事した調査員は次の通りである。

解析作業	…………	古川 雄也
		鈴木 英夫
		鎌田 治郎
		小原 賢
		大地 正高
		武田 進
		佐藤 哲男
報告書作成	…………	古川 雄也
		小原 賢

なお、ラッドサット・デジタル解析の画像処理は東海大学情報センターで行われた。

第2章 調査地域の概要

1. 地 形

当該地域はアンデス山地の西縁から中央部に当たり、地域南西部の沖積平野を除き、極めて急峻な山岳地形を示している。

山地の標高は西から東へと増しており、西部では2,000 m前後、東部では4,000 m前後となり、最高峰は地域南東隅にあるラ・バルバ (La Parva) 山の海拔4,857 mである。

大水系は東西に開析されており、アルゼンチンとの国境を分水嶺として西に流下している。この東西の水系から分岐して南北性の小水系が密に発達しており、それからさらに分岐した水系が細かく、密接しており、全体の水系を複雑化している。

2. 気候および植生

当該地域の気候は草原ないし山岳気候を示しており、地域中央・東部の高山地帯では冬期の5月から10月の間にかなりの降雪があり、冬期を通じての積雪総量は通常10 m前後で、真冬の7月の月間積雪量は1~3 mである。

冬期の気温は-10℃以下になることは稀で通常0℃前後である。

夏期の12月から2月にかけては降雨も少なく乾燥した好天気が続く。夏期の気温は20℃前後である。

地域西部の低山地および平野部では冬期でも殆ど積雪はなく、気温も冬期10℃前後、夏期25℃前後である。また山岳部における春先の11月は天候が急変し易く、しばしばひょうを伴った雷雨にみまわれるといわれている。

冬期から春先にかけては河川に地表水がみられるが、夏期になると大河川を除き水は涸れる。

当該地域の植生は総じてまばらで岩砂漠となっているが、相対的に地域西部の方が植生も密になっている。また多くの河川沿いには植生の密集したオアシスが点在している。植生は高山性の背の低い針状の草木が多く、樹林はみられない。

3. 交 通

当該地域内の交通は至って不便で、同地域を横断している車道は地域北端のサラマンカ

(Salamanca) からロス・ペランブレス (Los Pelambres) 鉱山 (クンクメン (Cuncunén) から同鉱山まで私道) に至る道路だけである。また段断車道は全くない。車道は地域北・西部だけに若干あり、地域中央部から東部は人・馬の通行が可能な程度の山道が主要河川沿いに敷設されているだけである。ただ大部分が岩砂漠であるため道路のない箇所でも人・馬の通行は可能であるが、地形が急峻なため山腹の通行は不可能な箇所が多い。

サンチャゴ (Santiago) 市から当該地域の南部に至るにはロス・アンデス (Los Andes) 市あるいはサン・フェリッペ (San Felipe) 市経由のルートがあり、サンチャゴ市より両市へはほぼ同じ道程で約 80 Km を有し、車輛による所要時間は約 1 時間 20 分である。また車輛によって地域北部に至るにはパンアメリカン・ハイウェイ → イジャベル (Illapel) → クンクメン → ロス・ペランブレス 鉱山のルートか、イジャベル → サラマンカ (Salamanca) → アルメンドリジョ (Almendrijo) のルートしかない。両ルート共全道程約 400 Km、所要時間 6 ~ 7 時間を要する。なお、利用できる交通機関は車輛だけである。

4. 集落および産業

当該地域内にある最大集落はサン・フェリッペ市 (人口 32,100, Instituto Geográfico Militar, 1976) であり、その他は数軒から数十軒の小部族が地域の西部および北部に点在しているだけで中央から東・南部にかけては無集落であり、極端な過疎地となっている。なお、夏期には遊牧民が緑地を求めて点々と移動している。したがってめぼしい産業はなく、前述の鉄鉱鉄床を小規模に生産している鉱山業ぐらいである。ただ、既述の通り地域内には現在探鉱中の大規模鉄床 (ロス・ペランブレス) があり、同鉄床が生産に入ると本地域も鉱山地帯として活気づいてこよう。

第3章 ランドサット・データ解析

1. 使用データ

本解析に使用したデータは、ブラジルの受信局で得られたランドサット2号のMBS (Multi Spectolar Scanner) の70μフィルム、およびCCT (Computer Compatible Tape) である。

2. 解析方法

解析内容はアナログ処理データにて通常の写真地質的手法による巨視的な地質・地質構造の判読とデジタル処理データ(リニアメント強調画像)による組織的なリニアメント抽出の2種類である。判読後、既存地質データとの対比をし総合的考察を行う。

具体的内容は以下の通りである。

1) 地質・地質構造の判読

判読に最適なバンドの白黒画像およびフェールスカラー合成画像から地質・地質構造の情報を直接判読する。本解析の基本的目的を考慮し、対象となる鉱化作用と密接に関係する貫入岩類(花崗岩質岩類)の分布や配列および断層などの主要なリニアメントの役割に着目し、可能ならば変質帯の抽出を行う。

2) リニアメント抽出

1)の判読についても断層、節理等のリニアメント抽出は可能であるが、デジタル処理データによって作成された画像を用い、被覆物質あるいは縮尺や解像度の要因で一般にアナログ処理データの画像では判読の困難なリニアメントをも抽出する。実際にはリニアメントの他の火砕岩類などのベディングを強調画像上で表現できうる場合もあり、その際地質構造の把握に十分な情報を提供するばかりでなく、リニアメントの分布・密度と岩質に差が認められるならば、地質单元区分を飛躍的に容易にする。

3) 既存地質データとの対比

上記の判読で得られたデータと既存の地質データを対比・総合し、次の段階の調査に有効な指針を与える。

3. 解析結果

解析の結果、本地域の地質単元は次の5単元に区分される。

A単元：礫岩および火山岩類（ラス・チルカス（Las Chilcas）層に相当）

B単元：火砕岩類および火山岩類（アバニコ（Abanico）層に相当）

C単元：細粒火砕岩類および火山岩類（ファレジョネス（Farellones）層およびアバニコ層の一部）











D単元：未固結堆積物（氷河堆積物、沖積層）

E単元：花崗岩類あるいは変質帯

以上の単元の諸特徴、模式柱状図および写真地質図を各々、Tab. 1-1, Fig. 1-1 および Fig. 1-2 に示した。

本地域には、N-S系の断層およびその他のリニアメントが、地域の中央に、断続しながらも顕著に発達する。その他、主としてNNE-SSWおよびNE-SW系のリニアメントが小規模ながら全域に発達している。

Tab. I-1 Cuadro de Características de Análisis de Imágenes "Landsat"

UNIDAD	TEXTURA EN FOTO	CARACTERÍSTICAS TOPOGRAFÍAS						VEGETACION	OBSERVACIONES	LITOLÓGIA PROBABLE	CORRELACION CON DATOS CONOCIDOS (I.G. 1981)
		DRENAJE		RESISTENCIA		LINEAMIENTOS					
		MODELO	DENSIDAD	ROCAS	PERFIL	DIRECCION	INTENSIDAD				
D	fine • suave pareja		bajo	muy bajo				moderada o alta	generalmente cultivado	sedimentas resistentes	depósitos recientes
C	fine • medio • suave no pareja		bajo o medio	moderado o alto		principalmente N45-55W N45-35W NW-35E	falla alguno (desplaz.)	ninguno	Presencia de lineamientos N-S.	lavas y rocas arcillosas	rocas arcillosas y lavas
B	• • sub pareja		medio	id		principalmente NW-35W N-35E	falla	id	Las geológicas trazadas no son claras.	lavas y rocas arcillosas	rocas arcillosas y lavas
A	fine • medio rugged		alto	id		principalmente NE	falla alguno (desplaz.)	id	Presencia de lineamientos NW-35W	rocas clásticas y lavas	conglomerado y rocas volcánicas
E	fine, suave pareja no pareja		medio	alto		principalmente N-35E	falla	id	generalmente mediano	rocas intrusivas y/o zona alterada	granitoides y/o alteración hidrotermal

CENOTRICO

MESOZONCO

ROCAS INTRUSIVAS

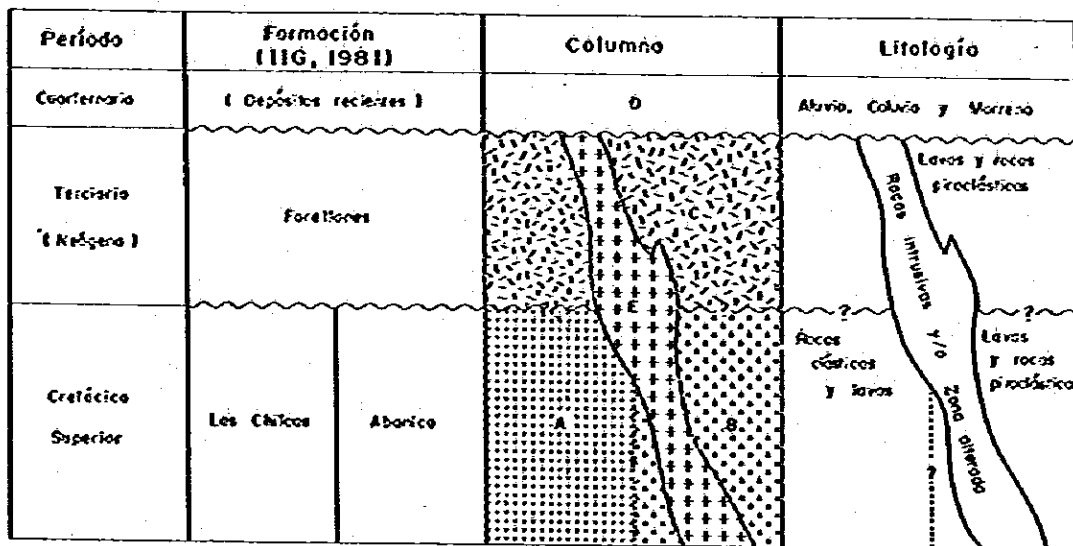
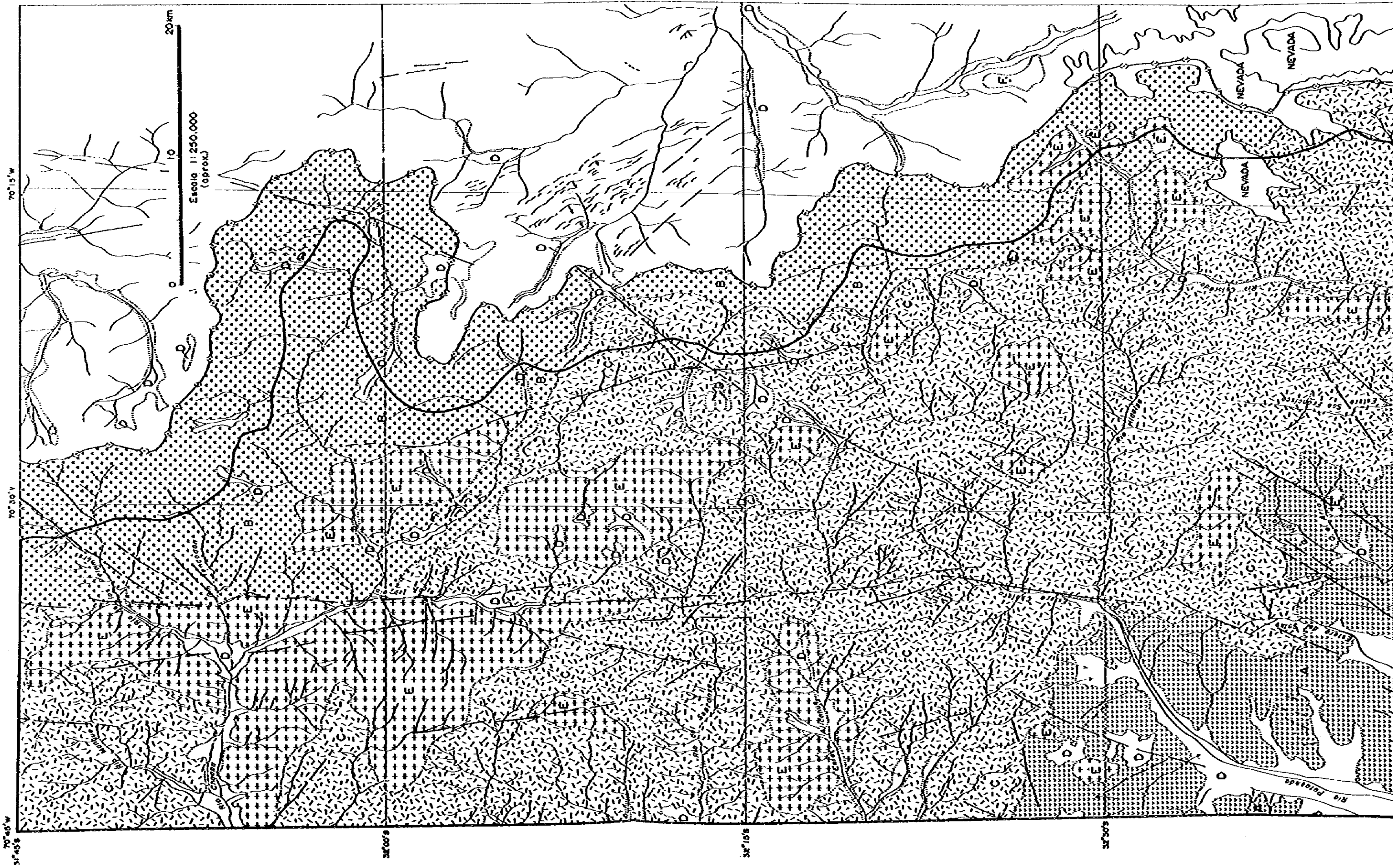
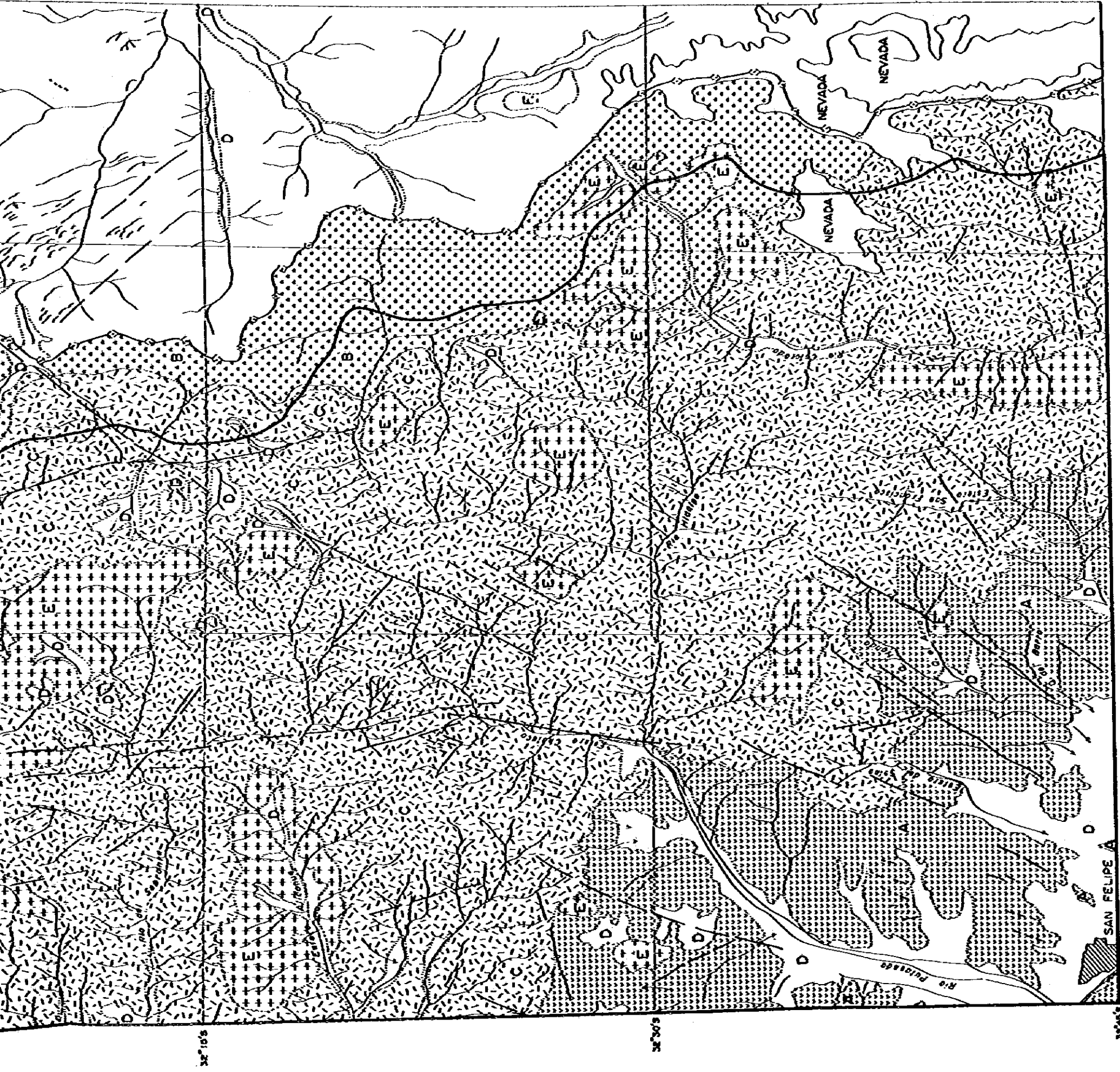


Fig. I - 1 Columna Geológica Generalizada del Area Estudiada





LEYENDA

Unidad	Litológia probable	Contacto litológico (confiable / supuesto en imagen)
D	Depos. recientes	Trazo de estratificación
C	Lavas y rocas piroclásticas	Falla (confiable / supuesto) y/o otro lineamiento en imagen
B	Lavas y rocas piroclásticas	Drenaje
A	Rocas efusivas y lavas	Area urbanizada
E	Rocas intrusivas (granitoide) y/o zona alterada	Lago

Fig. I-2 Mapa de Interpretación con Imágenes "Landsat"

第4章 空中写真地質解析

1. 使用空中写真

本解析に使用された空中写真はチリ陸軍地理院発行の縮尺1:70,000の白黒印画206枚である。

2. 解析方法

本アの空中写真を実体視し、地質区分および地質構造の情報をオーバーレイに表現し、既存の縮尺1:50,000地形図に移写し、縮尺1:100,000の水系図にまとめた。

3. 解析結果

本解析の結果、Tab.1-2, Fig.1-3, Fig.1-4およびFig.1-5に示したように、成層岩類は、 A_1 , A_2 , A_3 およびBの4単元に、貫入岩類は、 $C_1 \sim C_7$ の7単元に、変質帯は変質度により4単元に各々区分された。

(1) 地質単元

単元 A_1 はラス・ナルカス層に対比可能な上部白堊系の火山岩類および砕屑岩類、単元 A_2 はアバニコ層に相当する上部白堊系の砕屑岩類を伴う火山岩類ないし火砕岩類、単元 A_3 はフェレジョネス層に一致する新第三系の火砕岩類ないし火山岩類より構成される。これら相互の関係については単元 A_1 と A_2 は断層で接し、累重関係は不明、単元 A_1 と A_3 は調和的、単元 A_2 と A_3 は傾斜不整合である。

未固結堆積物は単元Bと表示され、沖積層、氷河堆積物および崖錐堆積物より構成される。

貫入岩類は7単元($C_1 \sim C_7$)に区分され、それぞれ、閃輝岩、花崗岩類(A)、花崗岩類(B)、斑状の石英安山岩、斑状の安山岩、石英安山岩ないし流紋岩および安山岩または玄武岩質安山岩より構成され、このうち花崗岩類(A)が最も広く発達する。

(2) 地質構造

本地域の主要な構成岩類(成層岩類)はN-S方向に連続し、緩傾斜の波曲状構造を示しながら、全体としてE側に緩傾斜する。顕著な褶曲は単元 A_1 中、特に本地域の北東部で見られ、N-S方向の軸をもつ背・向斜が繰り返して発達する。単元 A_1 および A_2 には

Tab. 1-2 Cuadro de Características de Interpretaciones Fotogeológicas

UNIDAD	TONO EN FOTO	TEXTURA EN FOTO	CARACTERÍSTICAS TOPOGRÁFICAS				DIRECCIÓN DE ROLLO DE LINEA-CONTACTO INTRUSIVO (MANTENIMIENTO)	VEGETACIÓN	LITOLÓGICA PROBABLE	CORRELACION CON DATOS CONOCIDOS (110, 1981)
			DRENAJE		RESISTENCIA					
			MODELO	BANDA	ROCAS	PERFIL				
SEDIMENTOS NO CONSOLIDADOS	B	Claro o gris	sub línea medularmente distribuido	bajo	muy bajo		tierra	tierra, escurio y morango	escurio realista	
	A1	oscuro o gris oscuro	denudado o sub denudado	muy alto	medio	NE-SW o NW-SE	pequeño bosque	rocas cristalinas y ligas	Formación Fossilifera	
	A2	gris oscuro o gris parduzco	denudado o sub denudado	medio	bajo	N-S o NW-SE	id	rocas cristalinas y ligas con rocas antiguas	Formación Abasco	
	A3	gris oscuro o gris parduzco	denudado o sub denudado	alto	medio	N-S o NW-SE	pequeño bosque	lavas, rocas cristalinas y ligas	Formación Las Chucas	
ROCAS	C7	oscuro	línea		alto	NE-SW o E-W	tierra	diabaso y/o andesit. basáltico		
	C8	claro	id		medio	NW-SE o E-W	muy tierra	basalto y/o rhyol		
	C9	gris oscuro o gris	pequeño		alto	N-S o NW-SE	compag. media	tierra	tierra	
	C10	claro	id		bajo	N-S o NW-SE	tierra	tierra	tierra	
ROCAS INTRUSIVAS	C11	muy claro	id		alto	N-S o E-W	tierra	granítico (B)	granítico	
	C12	gris o claro	denudado o sub denudado	bajo	id	N-S o NW-SE	tierra	granítico (A)	id	
	C13	gris o claro	denudado o sub denudado	bajo	id	N-S o NW-SE	pequeño bosque	tierra	id	
	C14	gris o claro	denudado o sub denudado	medio	bajo	N-S o NW-SE	compag. media	tierra	tierra	
ZONAS	D1	claro o gris	id		medio	N-S o NW-SE	compag. media	tierra	tierra	
	D2	claro o muy claro	id		bajo	N-S o NW-SE	compag. media	tierra	tierra	
	D3	claro o muy claro	id		id	N-S o NW-SE	id	tierra	tierra	
	D4	muy claro	id		id	N-S o NW-SE	id	tierra	tierra	
ALTERACIONES	E1	claro o gris	denudado o sub denudado	bajo	alto	N-S o NW-SE	tierra	tierra	tierra	
	E2	claro o gris	denudado o sub denudado	bajo	alto	N-S o NW-SE	tierra	tierra	tierra	

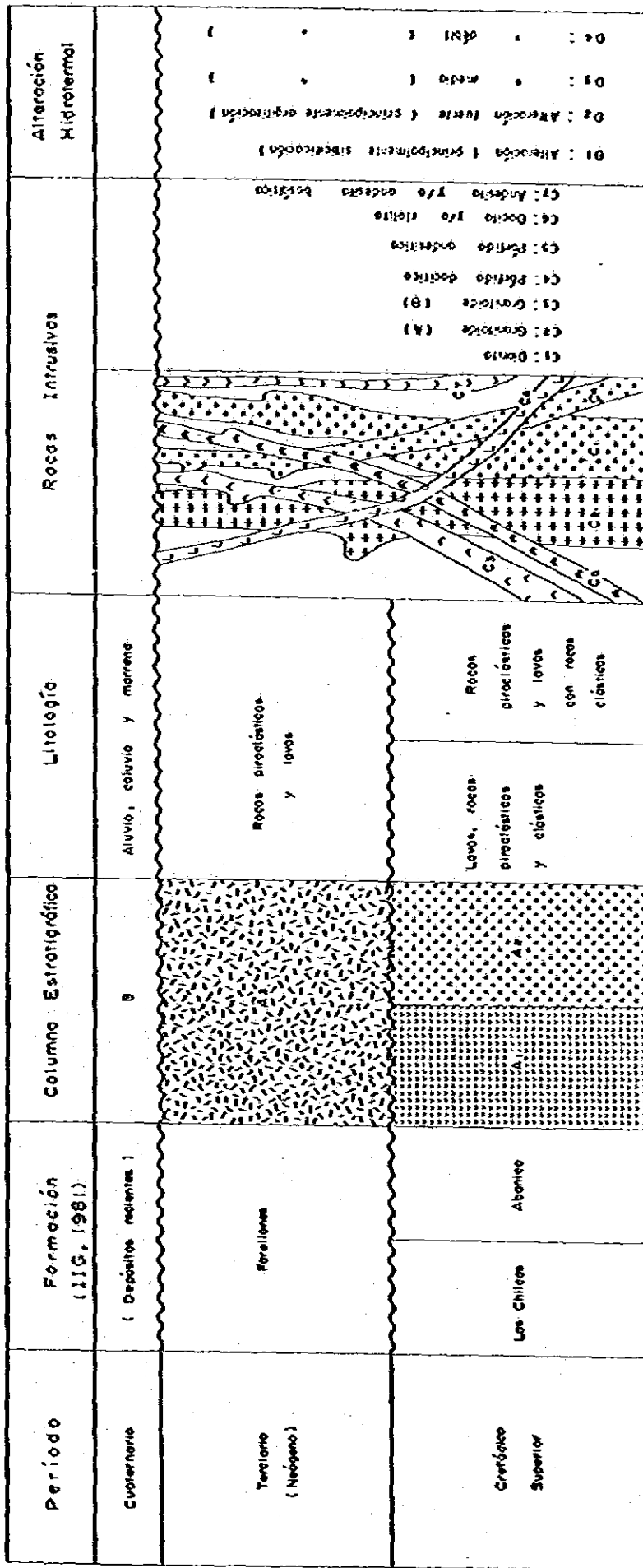
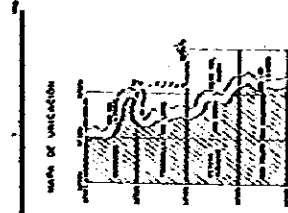


Fig. I-3 Columna Fotogeológica Generalizada del Área Estudiada

ESTUDIO GEOLOGICO DE EXPLORACION MINERA
EN LA REPUBLICA DE CHILE

MAPA FOTOLOGICO EN EL AREA
NORTE DE "RIO BLANCO"

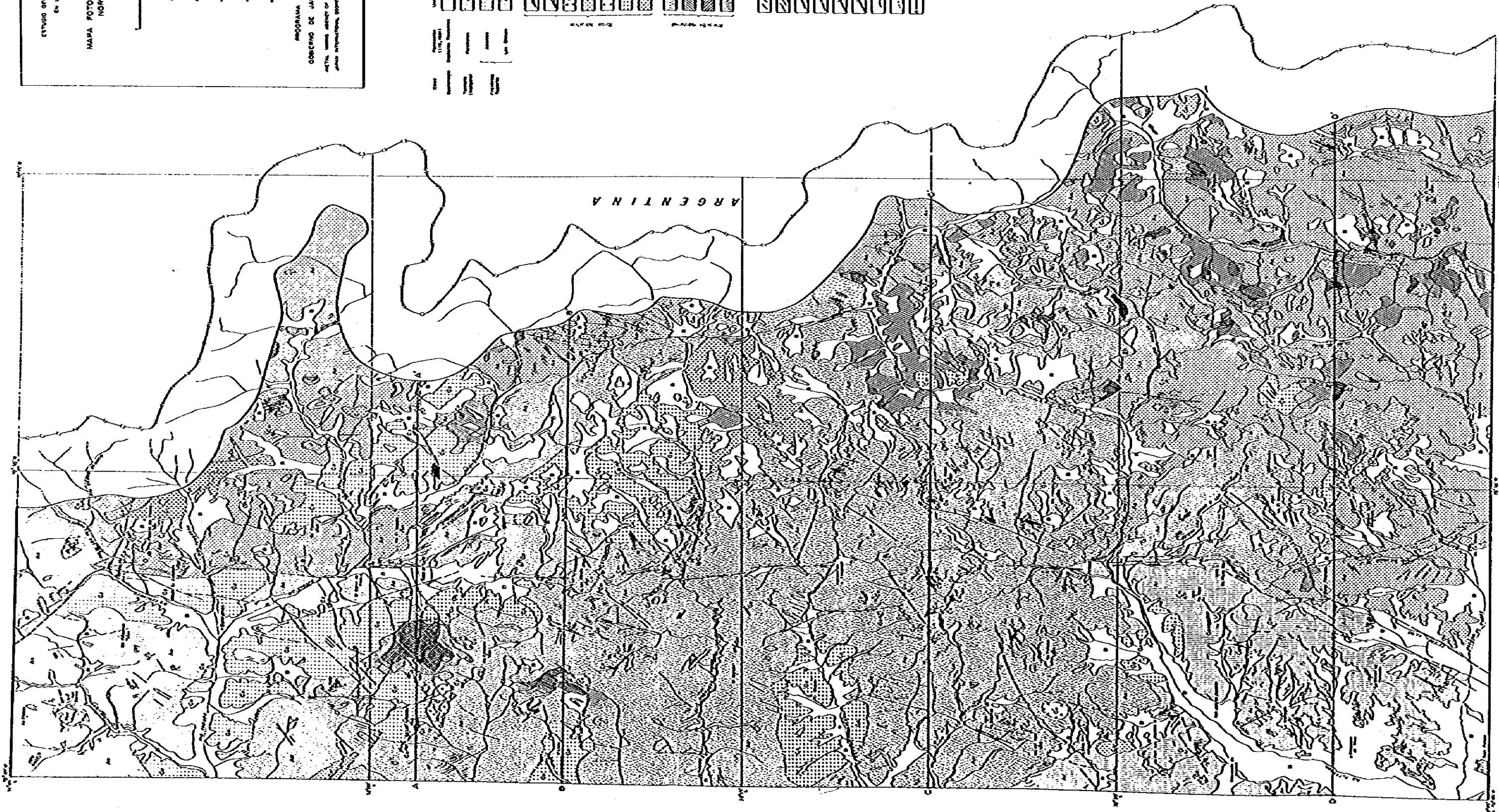


PROGRAMA DE EXPLORACION MINERA
GOBIERNO DE JAPON GOBIERNO DE CHILE
AGENCIA NACIONAL DE EXPLORACION MINERA
SERVICIO NACIONAL DE GEOMORFOLOGIA Y GEOTECNIA

FECHA DEL MAPA

LEYENDA

Simbolo	Descripción
[Círculo negro]	Volcanes
[Círculo con punto]	Volcanes antiguos
[Círculo con línea]	Volcanes con fumarolas
[Círculo con X]	Volcanes con fumarolas y fumarolas
[Círculo con punto y X]	Volcanes con fumarolas y fumarolas y fumarolas
[Círculo con punto y X y línea]	Volcanes con fumarolas y fumarolas y fumarolas y fumarolas
[Círculo con punto y X y línea y punto]	Volcanes con fumarolas y fumarolas y fumarolas y fumarolas y fumarolas
[Círculo con punto y X y línea y punto y línea]	Volcanes con fumarolas y fumarolas y fumarolas y fumarolas y fumarolas y fumarolas
[Círculo con punto y X y línea y punto y línea y punto]	Volcanes con fumarolas y fumarolas y fumarolas y fumarolas y fumarolas y fumarolas y fumarolas



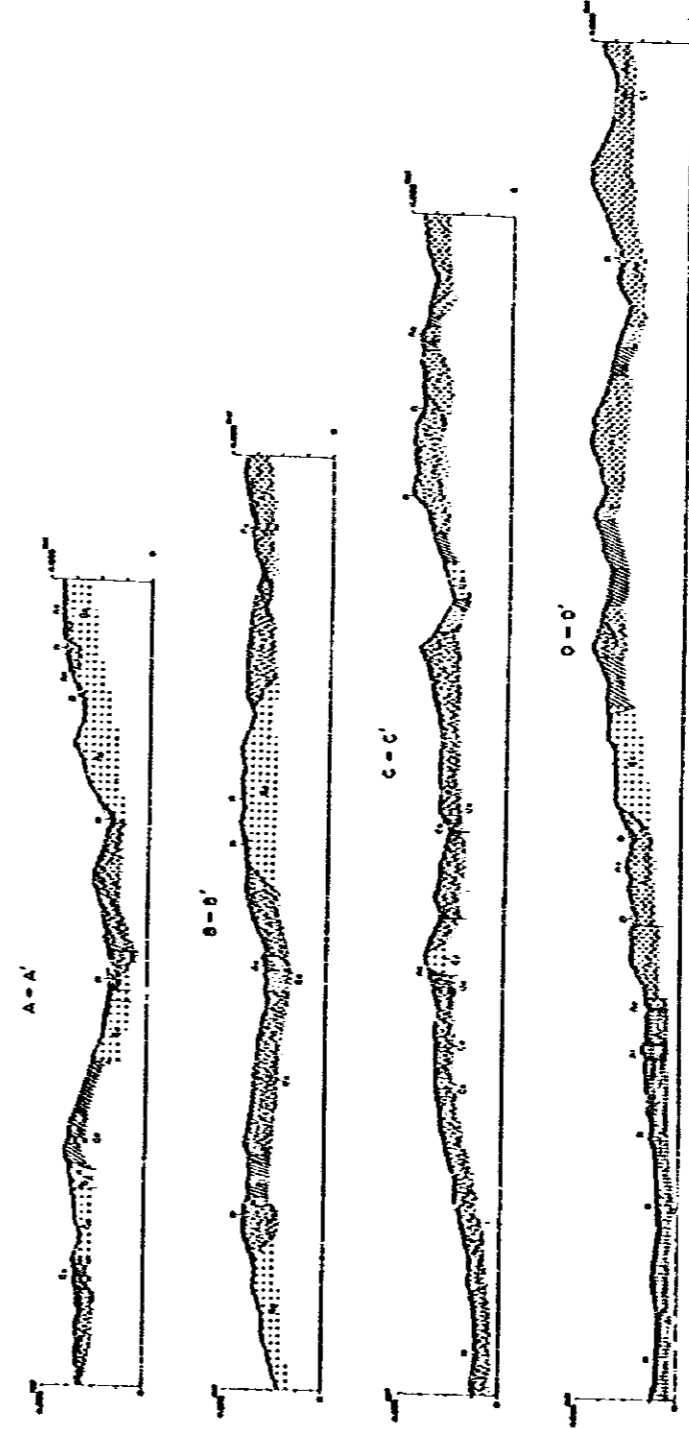
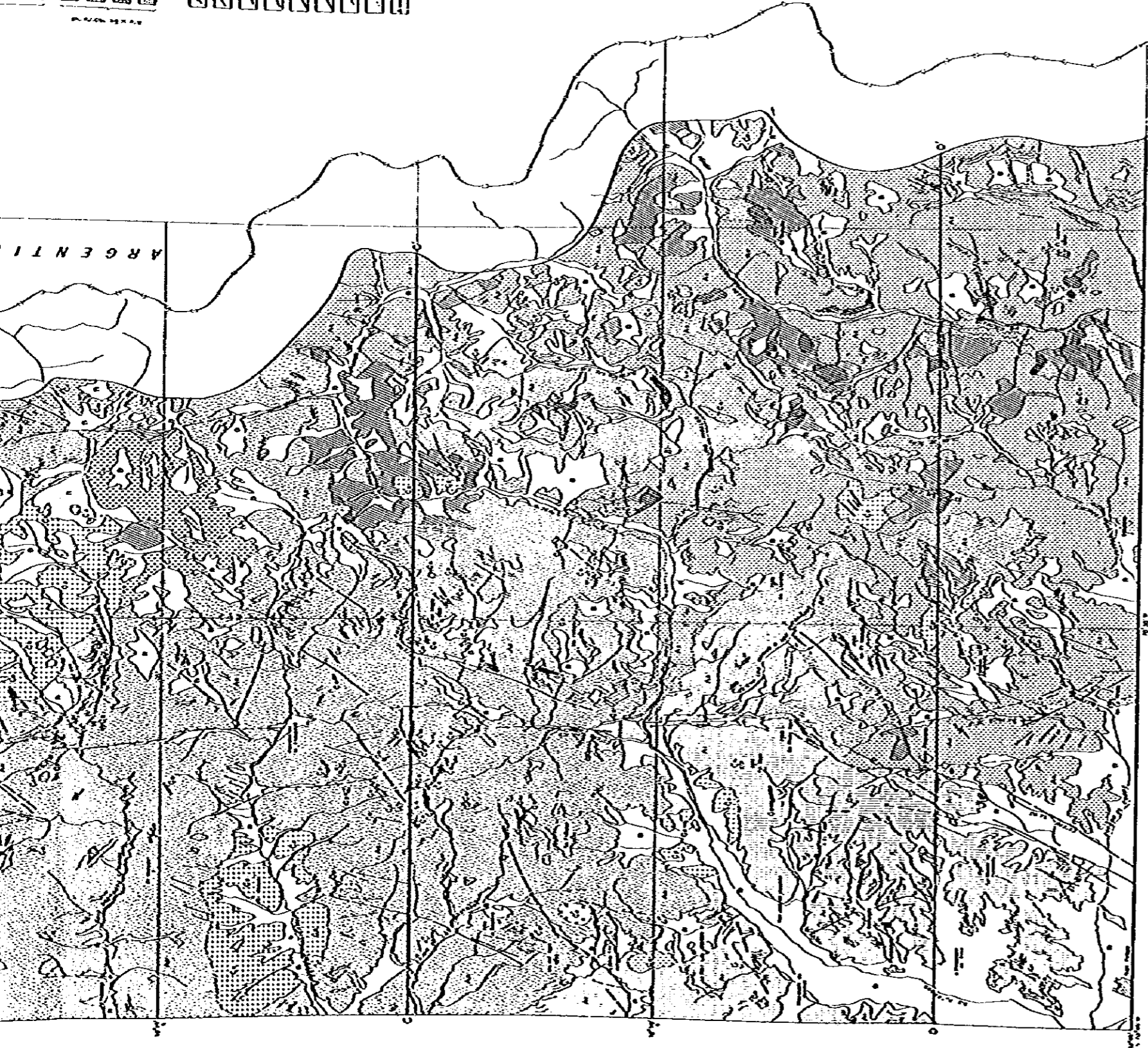
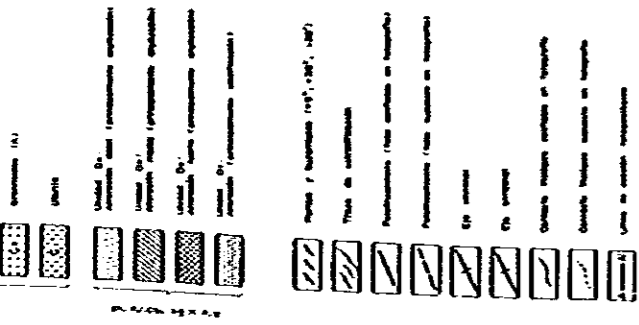


Fig.I-4 Mapa Fotogeológico en el Area Norte de "Río Blanco"

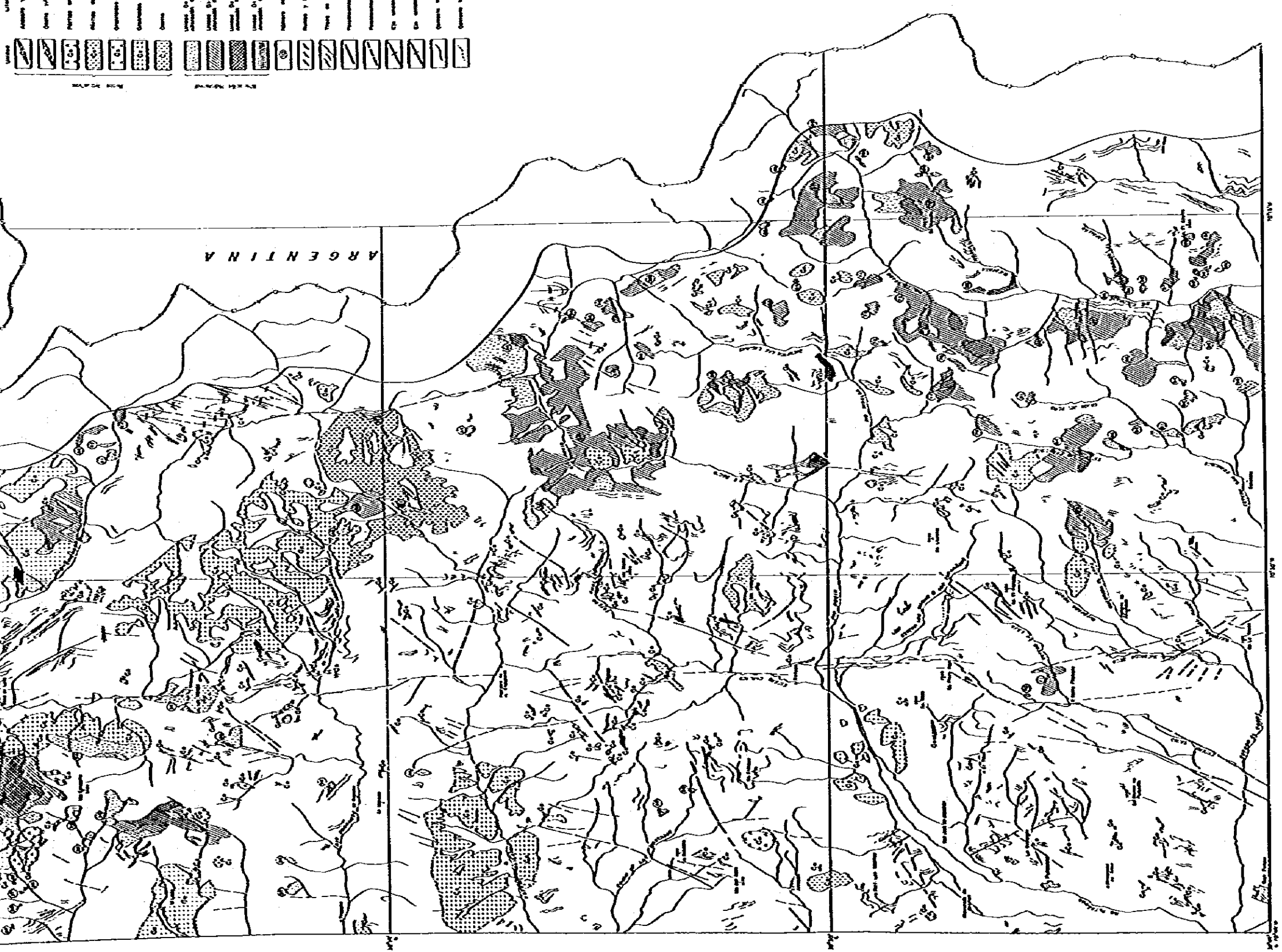
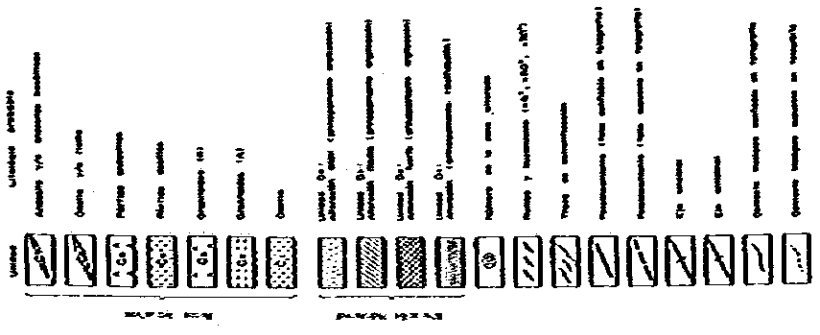


Fig. I-5 Plano Tectónico y Ubicación de Zonas Alteradas en el Area Norte de "Río Blanco"

NNW-SSEないしNW-SE方向の軸をもつ褶曲（両翼は緩傾斜）がみられるが連続性に乏しい。主要断層は本地域の中央部をN-S方向で断続的に発達し、ランドサット・データ解析の結果にも顕著に表現されている。

(3) 金属鉱床賦存のポテンシャル

既述のように本地域において105箇所に及ぶ変質帯が抽出された。それらの一部は既存資料における熱水変質帯に対比されるが、既存資料には記載のない（同資料では40箇所が記載されている）新しいもの（65箇所）まで含まれている。またそれらの変質帯に対して変質の程度による細分（单元D₁～D₄）も試み、その妥当性に対しては現地チェックによらねばならないが、妥当性が証明された場合、今後の採査に対する本解析の意義は大きいものと考えられる。

以上のように、本地域は火成活動の極めて活発な地域であり、かつ多数の変質帯の発達が判読され、また、本地域がボーフィリー・銅・ベルト内に位置しているなどのことからして、本地域にはボーフィリー・銅型鉱床の賦存が大いに期待される。

第Ⅱ部 エル・テニエンテ南部地域

第Ⅱ部 エル・テニエンテ南部地域

第Ⅰ章 調査概要

1. 目的

本調査の目的は、チリ共和国中部地域に発達している鉄床および酸化・変質帯を地質・鉄床学的に検討し、将来における鉄物資源開発への基礎資料を得ること、および同地域における新鉄床獲得、などにある。

2. 調査地域・方法および調査量

調査地域は総面積 $8,840\text{km}^2$ で、年次別調査位置図 Fig. Ⅱ-1 に、また地域別位置図を Fig. Ⅱ-2 に示した。

年次別調査方法および調査量を Tab. Ⅱ-1 に表示した。また研究および分析に供した試料の一覧表を Tab. Ⅱ-2 に示した。

3. 調査期間

年次別調査工程を Tab. Ⅱ-3 に示した。

4. 調査員

本調査に参加した調査員名を年次別に Tab. Ⅱ-4 に示した。

Tab. II-2 Muestras analizadas durante tres fases

	Fase I (1982)	Fase II (1983)	Fase III (1984)	Total
Analisis geoquimicos (sedimentos de drenaje)	0	1,023	0	1,023
" (rocas)	0	415	244	659
Analisis quimico de mena	117	45	0	162
Analisis quimico de roca total	0	6	0	6
Cortes transparentes	80	30	20	130
Cortes pulidos	21	43	10	74
Analisis de difraccion Rayos X	24	74	109	207
Dataciones radiometricas	2	5	0	7
Estudio de inclusion fluida	0	0	25	25

Tab. II-3 Período de trabajo durante tres fases

Grupos de trabajo	Fase I (1982)												Fase II (1983)						Fase III (1984)							
	'82	7	8	9	10	11	12	'83		1	2	3	4	5	6	7	8	'83	11	12	'84	1	2	3	4	5
Estudio fotogeológico																										
Geología y geoquímica regional																										
Geología y geoquímica de semi-detalle																										
Geología y geoquímica de detalle																										
Exploración geofísica																										

Trabajo en Japón

Trabajo en Chile

Tab. I-4 年次別調査員一覽表

区分	担当	氏名		所属
		日本	例	
第一年次	調整員	馬場 三也 (金屬鉱業事業団)	Carlos Portigliati Navarro (SERNAGEOMIN)	
	"	川野 進 (")	Carlos Emparan Cabrollet (")	
	"	田村 秀雄 (")	Sergio Diaz Bonilla (")	
	"	武田 尚雄 (")	Luis Bobenrieth Giglio (")	
第二年次	調整員	高橋 和雄 (国際協力事業団)	Carlos Portigliati Navarro (SERNAGEOMIN)	
	"	北田 次之 (金屬鉱業事業団)	Carlos Emparan Cabrollet (")	
	"	吉川 進 (")	Sergio Diaz Bonilla (")	
	"	武野 尚雄 (")	Ricardo Balle Pellerano (")	
第三年次	調整員	石田 真次 (金屬鉱業事業団)	Carlos Portigliati Navarro (SERNAGEOMIN)	
	"	北川 三也 (")	Sergio Diaz Bonilla (")	
	"	馬場 正夫 (")	Juan Cortes Parra (")	
	"	吉野 尚三 (")	Gonzalo Alejandro Yanez Carrizo (")	

第2章 調査地域の概要

1. 地 形

チリは地理的に西側の海岸沿いに南北に連なる海岸山脈 (Cordillera de Costa) と東側のアルゼンチンとの国境沿いにやはり南北に走るアンデス山脈 (Cordillera de los Andes) と、その両山脈にはさまれた中央盆地 (Valle Central) に大別されており、写真地質解析が行われた範囲は海岸山脈東端部、中央盆地およびアンデス山脈に該当し、その大部分はアンデス山脈によって占められている。アンデス山脈は褶曲山脈で、アルゼンチンとの国境近くでは褶曲山脈の上に第四紀の成層火山が形成されており標高を一段と高くし、その一部は海拔 5,000m に及んでいる。

褶曲山脈地帯は海拔 3,000~4,000m 級の山系からなり、谷部は著しく開析され深い峡谷を作り、尾根部はのこぎり歯状のぎざぎざした瘦せ尾根をなしている。

主要河川はアルゼンチンとの国境を分水嶺として、南東から北西あるいは東から西に流下しており、調査地域を横断しているカチャポアル川、クラロ (Claro) 川およびティンギリリカ (Tinguiririca) 川が特に著名である。

地質調査 (概査) が行われた地域は主として中央盆地によって占められており、同地域の北西部に海岸山脈の東端部が現われており、また同地域の南東部はアンデス山脈の西端部にかかっている。

調査地域中央部を広く占めている中央盆地は地溝帯に形成された構造盆地 (Charrier y Lillo, 1973) と考えられており、海拔 400m 前後の沖積平野が NNE-S SW に細長く延びており、その幅は広いところで 16km を有している。また同盆地内には海拔 600~700m の小丘が孤島状に点在している。

同盆地の東にあり NNE-S SW に延びる山地はアンデス山脈と中央盆地との漸移帯で比較的なだらかな山陵を示し、標高も 2,000m 級が最高峰である。

また、調査地内に存する海岸山脈も、同山脈の中心部からはずれているためゆるやかな嶺線と幅広い谷部からなり、標高も 2,000m どまりである。

地質精査地域は中央盆地に銜接した海岸山脈内にある。

2. 気候および植生

調査地域内の気候は東のアンデス山地と西の中央盆地域では大きく異なっており、アンデス山地は典型的な高地山岳性気候を示し、アルゼンチンとの国境近くの一部には氷河がみられ、また、4,000~5,000m級の高地は所々で万年雪に覆われている。

山岳地帯の気候は、夏期の12月~2月には殆ど降雨もなく好天が続くが、気温は夏期を通して、日中15~18℃、夜間は5~8℃と低い。同地帯の冬期は降雨が多く、1,500m以上の山岳部では雪となり、冬期累計積雪量は数十mに達することも稀ではない。気温は日中5~10℃、夜間-8℃前後となる。

中央盆地域では、夏期は好天が長く続き12月~2月の平均降雨量は74mm程度と少ない。夏期の気温は日中30℃をしばしば越すが、盆地にもかゝわず乾燥しているため暑さをさほど感じさせない。冬期は雨量が多く、7月~9月の月平均降雨量は282mmを示し、4日に1日程度の周期で雨天が訪れる。冬期の気温は日中15℃前後となる。盆地内では殆ど降雪をみないが同盆地近郊の1,500m以上の山岳部では積雪がある。

アンデス山脈地帯における植生は粗で、大河川沿いに細長く緑地を作っているが、多くは裸地となっている。

中央盆地域(概査域)における沖積平野は殆ど耕作地と市街地となっており、チリにおける農産物の主要産地の一つとなっている。中央盆地近郊の山地は植生が極めて密で、特に沢部はバラ科植物が密集しており歩行は困難を極める。森林は比較的少なく、多くはトゲのあるかん木類によって占められている。

3. 交通

調査地域内のアクセスは西の中央盆地域を除いて極めて悪く、同地域を横断している車道は地域南部のサン・フェルナンド(San Fernando)市よりクラロ川沿いにフラコ(Flaco)温泉経由でアルゼンチンに通じている1ルート(サン・フェルナンド市より国境まで82km)だけである。この他主要河川沿いに中央盆地からアンデス山脈に向う車道が数本敷かれているが、同盆地からせいぜい30~40km程度の延長で終わっている。それから先は山道となり馬に頼るしかない。しっかりした馬道も主要河川沿いだけで、裸地が多いので徒歩による通行は大部分可能であるが、尾根部および斜面沿いは急崖、岩壁が多く、同地域における歩行には専門的技術を要する。

地質調査の行われた中央盆地沿いのアクセスは極めて良好で、同盆地中央部を幹線道路であるパンアメリカン高速道が走っており、それより網目状に車道が設けられているが、舗装道路は市街地を除き、パンアメリカン高速道とエル・テニエンテ鉱山専用道路だけである。

なお、馬道は比較的密に発達している。

調査地域の北部にあるランカグア市(Rancagua)へはサンチャゴ市より道程80km、車で1時間15分の地にある。また、精査地へはランカグア市より25分を要する。

4. 集落および産業

集落は中央盆地周辺に集中しており、なかでも人口140,000人を有するランカグア市と39,000人のサン・フェルナンド市が大きい。東部の山岳地帯には一部の段行鉱山を除いて集落は極めて粗大の大河川沿いに数軒単位で点在するだけである。

産業は鉱業と農業が主体で、世界でも屈指の大規模鉱床(坑内掘)であるエル・テニエンテ鉱山が本地域の北端部にあり、粗鉱65,000t/日の銅、モリブデンを主体に生産が行われており、従業員は約6,000人を有し、上記のランカグア市民の50%は同鉱山と何らかの関わりを持っている。

また、精査地(チャンコン地区)には、3箇所の段行中の鉱山イングレス(Ingles)鉱山、レオナ(Leona)鉱山およびカンデラリア(Candelaria)鉱山があり、いずれも金を主体としている。イングレス鉱山は生産量(粗鉱)3,000t/月、従業員は60名の小規模鉱山で、その他は数名の従業員からなる零細鉱山である。

本地域の中央盆地はチリーにおける農業の中心となっており、広大な果樹園(主としてブドウ、ミカン、西瓜)と田園が広がっており、また牧畜業、養鶏業も盛んである。

第3章 空中写真地質解析

1. 使用空中写真

本解析に使用した空中写真は、チリ陸軍地理院 (Instituto Geografico Militar de Chile) 発行の縮尺 1 : 70,000 および 1 : 60,000 の白黒印画で、使用枚数は、229枚であった。

2. 解析方法

解析は、各空中写真を実体視することにより写真地質学上でいう判読要素、すなわち写真的特徴としての色調、肌合、地形的特徴としての水系の形態、密度、抵抗度 (起伏量または侵食度)、谷断面、山陵形態、フォトリニアメント (方向、強度、頻度)、および植生密度などを判読し、地質境界線、ベタング・トレース、ディップスロープなどの注釈記号を用いて地質区分および地質構造の情報を一枚おきに固定されたオーバーレイ上に表現した。

3. 解析結果

本解析の結果、本地域の地質は Tab. 3-5K 示すように 19 の地質単元に区分され、それぞれ成層岩類 (B₁ ~ B₇)、未固結堆積物 (A₁ ~ A₃)、貫入岩類 (C₁ ~ C₃) および変質帯 (D₁ ~ D₂) に大別される。この結果と既存資料および本年次地質調査結果とを総合的にコンパイルし地質層序を対比すると、Fig. 3-1の通りである。貫入岩類は塩基性～酸性の各種岩類が発達し、多くの貫入岩は岩株状をなしている。

地質構造は大局的には N-S 性を示しており、また新第三系より古い地層には著しい褶曲構造が発達している。

フォトリニアメントおよび断層は、本地域の北部中央から南西部に多く認められその方向は、N-S から NNE-SSW が卓越している。

変質帯は、135箇所に判読された。それらの分布については Pl. 1 および 2 K 示すとおりである。

この結果と既存資料および本年次地質調査の結果とを総合的にコンパイルした本プロジェクト全域の地質層序は次の通りとなる。

ジュラ系 ナシエンテス・デル・テノ (Nacientes del Teno) 層 (流紋岩質～安山岩質

Tob. II-5 CUADRO DE CARACTERÍSTICAS FOTOGEOLOGICAS

UNIDAD	TONO EN FOTO	TEXTURA EN FOTO	CARACTERÍSTICAS TOPOGRÁFICAS								LITOLOGIA PROBABLE	RESULTADO DE OBSERVACIONES EN TERRENO				
			DRENAJE		RESISTENCIA		ESTRATIFICACIÓN	DIRECCION DE ROCAS INTRUSIVAS	DIRECCION DE LINEA-VENTO(FALLA)	CONTACTO			VEGETACION			
			MODELO	DENSIDAD	ROCAS	PERFIL										
A ₃	blanco	Suave									claro		Nieve	Nieve.		
A ₂	blanco o gris	Suave, fina	Sub linea distribuido		bajo	muy bajo						claro		coluvio y morrena.	recientes	
A ₁	gris	Suave enrejado	meandriforme		bajo	muy bajo						claro	mucho o medio.	aluvio.	depósitos	
B ₇	oscuro o gris oscuro	poco Suave	Sub linea sub dendritico		medio o bajo	media					poco.	claro o poco claro	medio o pobre	lava. y roca piroclásticas	Andesito y toba	
B ₆	gris	fine	dendritico		media	medio						claro	pobre	roca intrusiva	Formacion Broden Fragmentos de andesito diorita cuarcifera porfido dacitico y	
B ₅	oscuro o gris oscuro	granosa y poco Suave	dendritico. Sub paradero		alto	medio o alto		existencia			muchos	poco claro o mucho claro	medio	Volcanitas	Formacion Forellones Lava Andesito. Brecha tobacea	
B ₄	gris o oscuro	granosa	dendritico		alto	medio o alto		existencia			muchas	poco claro	medio o mucho	Volcanitas	Formacion caya machari Lava Andesito. Brecha tobacea Toho kapiti Liraita y Lulita	
B ₃	gris o blanca.	Suave y poco Suave	dendritico. sub paradero		medio o bajo	medio o bajo		existencia			muchos	poco claro	mucho	rocas piroclásticas acida y lava	Formacion Lo valle. Volcanitas daciticas y andesiticas	
B ₂	gris o blanca	muy Suave	Sub linea Sub dendritico		bajo	medio		existencia			poco	claro	pobre	rocas piroclásticas y rocas clásticas		
B ₁	gris.	Suave.	Sub linea Sub paradero		bajo	medio		existencia			poco	claro y poco claro	pobre	rocas clásticas volcanitas		
C ₇	blanco	fino. Suave.				medio						claro	pobre	rocas acidos		
C ₆	gris oscuro	granoso										claro	pobre	rocas basicos		
C ₅	gris o blanco	Suave fino	dendritico		medio	alto o medio						N-S	claro	pobre	granodiorita	granodiorita
C ₄	gris	linea.				medio						N-SE	poco claro	mucho		andesito
C ₃	gris	linea				medio						N-S	poco claro	mucho		dacito.
C ₂	gris	granoso	dendritico		medio	medio o alto							poco claro	mucho	diorita	diorita. diorita cuarcifera
C ₁	gris blanco	Poco Suave fino	dendritico sub paradero		medio	alto						NNE-SSW	claro	medio	roca granitoides	monzo granito
D ₂	gris claro	fino Suave	dendritico sub paradero		medio o bajo	bajo							comparo libremente claro	pobre	alteracion debil	
D ₁	claro o muy claro	fino suave	dendritico		bajo	bajo							id	pobre	alteracion fuerte	

Periodo	Unidad	Formación	Litología	Rocas Intrusivas
Cuaternario	A ₃		Glacial.	<p style="text-align: center;">Diente y Diabro Guardarraya (Ca)</p> <p style="text-align: center;">Monzonita (C.) Diabro Guardarraya (Ca)</p> <p style="text-align: center;">Granodiorita (C.5)</p> <p style="text-align: center;">Dacita (C.3) Andesita (C.4)</p> <p style="text-align: center;">Rocas ácidas (C.7) y básicas (C.6)</p>
	A ₂		Arenas Moreno.	
	A ₁		limos, Gravas	
Terciario (mioceno - plioceno)	B ₇		Lava Andesítica proclásticos andesíticos	
	B ₆	Chiméno de brecho (F. Braden)	Fragmentos de andesita, diabro cuarcífero y porfido dacítico.	
Terciario Cretácico	B ₅	Farellones	Volcanitas y sedimentitas continentales	
	B ₄	Coya Machali	Volcanitas y sedimentitas continentales	
Cretácico	B ₃	Lo Valle	Volcanitas dacíticas y andesíticas	
	B ₂	Cólimapu	Sedimentitas continentales y Volcanitas andesíticas	
Cret. Jura		B ₂	Boño del Flaco	Sedimentitas marinas
	Jurásico	B ₁	Leñas Espinoza	Sedimentitas marinas
Río Damas			Sedimentitas y Volcanitas andesíticas	
Nacientes del Teno			Sedimentitas marinas, Volcanitas y proclásticos riolíticos y andesíticos	

FIG. I - I COLUMNA FOTOGEOLOGICA GENERALIZADA
DEL AREA ESTUDIADA

火山岩類および海成堆積岩類)

ジュラ系	リオ・ダマス (Rio Damas) 層 (安山岩質火山岩類および堆積岩類)
"	レーニャス・エスピノーサ (Lenas Espinoza) 層 (海成堆積岩類)
ジュラ系 ↓ 下部白亜系	バーニョス・デル・フラコ (Baños del Flaco) 層 (海成堆積岩類)
"	コリマプ (Colimapu) 層 (陸成堆積岩類および安山岩質火山岩類)
上部白亜系	ロ・バージェ (Lo Valle) 層 (石英安山岩質~安山岩質火山岩類)
上部白亜系 ↓ 下部第三系	コヤ・マチャリ (Coya-Machali) 層 (安山岩質火山岩類および陸成堆積岩類)
新第三系	ファレジョ・ネス層 (石英安山岩質~安山岩質火山岩類および陸成堆積岩類)
第四系	新期火山噴出物、沖積層、崖錐堆積物および氷河堆積物

などである。このうち、コヤ・マチャリ層が、もっとも広い分布を示している。

以上の地層のうち、ジュラ系の一部と下部白亜系を除き、殆どが陸成の中~陸性の火山噴出物から構成されていることからすると、本地域は、白亜紀前期に陸化し、その後現世に至るまで陸域下に置かれ、かつ白亜紀前期に始まった中~陸性の火山活動が白亜紀後期~第三紀初期に最盛期を迎え、その後も現世まで同活動は断続して行われた、いわゆる火山活動の極めて激しかった地域である、と言える。

また、貫入岩類は塩基性~酸性の各種岩類が発達しているが、このうち花崗閃緑岩の分布がもっとも広く、また、多くの貫入岩は岩株状をなしている。

これらの貫入岩類の形成時期は相対的に地域の西部から東部に向って若くなっており、白亜紀後期~第三紀初期にもっとも活発化している。古くは白亜紀後期の前半から新しく新第三紀後期までである。

地質構造は大局的にはN-S性を示しており、また、新第三系より古い地層には著しい褶曲構造が発達しており、一部には地層の逆転もみられる。

フト・リアメントおよび新層もN-S性が卓越しており、チリ全土における主要構造に一致している。

酸化を伴った、あるいは酸化作用の未確認の変質帯は既存資料によると44箇所におよんでおり、写真地質解析の結果ではこの他に91箇所の新たな変質帯を判読している。

この135箇所の変質帯のうち、あるものは局部的に密集しており、その密集域の数は、

エル・テニエンテ地域を除くと9地域に及んでいる。

この9地域にみられる変質帯の多くは、1.0 Km × 1.0 Kmの規模をもつ塊状をなしており、その一部は酸化帯を伴っており、また、中～酸性の岩株との関連を暗示した分布を示しているなどの点からして注目に値するものである。

この9地域は次の通りである。

- ① ロス・シプレセス (Los Cipreses) 川上流
- ② クラロ (Claro) 川上流
- ③ ロス・ルシオス (Los Rucios) 川上流
- ④ ラス・カヤナス (Las Cayanas) 付近
- ⑤ コルタデラル (Cortaderal) 川上流
- ⑥ クラリョ (Clarillo) 川上流
- ⑦ アスフレ (Azufre) 川上流東部
- ⑧ アスフレ (Azufre) 川上流北部
- ⑨ ラス・ダマス (Las Damas) 川流域

第4章 地質および地質構造

1. 概 要

当該地域は、海岸山脈東縁、中央盆地およびアンデス山脈の3つの地形構造単元にまたがっているが、このうち、アンデス山脈が大部分を占めている。

構成岩類は主として成層岩類からなり、その厚さは14,000m (Klohn, 1960) から10000m (Charrier, 1981b) を有している。また、貫入岩類の露出面積は全地域の約4割を占めている。

成層岩類は主として中生代から新生代の火山岩類から構成されており、一部ジュラ紀後期の海進期および白亜紀前期の海退期の海成層を挟在している。火山岩類は中性〜フェルシクを示し、安山岩相が卓越している。

この成層岩類は3つの不整合面によって次の4つの地質単元に区分され、それらは同数の褶曲作用と侵食作用に関係している。

- (a) 2つの海進-海退のサイクルからなるジュラ系-白亜系で、第1期サイクルにはナシエンテス・デル・テノ層、リオ・ダマス層、レーニョス・エスピノーサ層などが形成され、第2期サイクルには、バーニョス・デル・フラコ層とコリマブ層の形成をみた。
- (b) 上部白亜系〜古第三系の陸成火山岩類および堆積岩類(ロ・バージェ層およびコヤ・マチャリ層)
- (c) 中新統〜鮮新統の陸成火山岩類および堆積岩類(フレジョネス層)
- (d) 新期アンデス火山活動および未固結堆積岩類

以上の成層岩類は主として中新世の貫入岩類によって貫かれている。

チリ中央部における火成活動は中生代〜新生代に行われ、その時期は西から東に新しくなっている(Drake 他, 1982; Manizaga および Vicente, 1982)が60m. y. から30m. y. の間深成活動が欠除しており、その時期は火山活動に代っている。この火山活動は25m. y. 前から再び活発化し現世まで続いており、2m. y. 前には同活動が西に逆戻りしている。

2. 地質層序

調査地域に分布している成層岩類は次の2-1〜2-9の地質・単元から構成されている。

また、総合模式地質柱状図を Fig. 1-2 に、地質層序対比表を Tab. 1-6 に、地質図および同断面図を各々 Fig. 1-3 および Fig. 1-4 に示した。

なお、地質図および同断面図には、ジュラ紀から白亜紀前期の主として海成層からなる成層岩類（ナシエンテス・デル・テノ層、リオ・ダマス層、レーニャス・エスピノーサ層およびバーニョス・デル・ツラコ層）を一括して図示した。

2-1. ナシエンテス・デル・テノ層

本層は調査地域に分布する成層岩類中もっとも古いもので、一部火砕岩を挟在した海成砕層岩類である。

模式地はテノ川の源流域で分布は調査地域東縁のアルゼンチン国との国境に沿って、南北に帯状をなしている。

模式地における構成岩類は、下部で、礫岩、砂岩、頁岩、石灰質岩、凝灰岩、中部で、礫岩、砂岩、泥灰岩および石灰岩と安山岩質火砕岩を挟在しており、上部で硬石こうと石こうなどからなる。

本層の層厚は 1,600m と見積られている。また、同層は著しく褶曲しており、石こう層は上位層に注入したダイアピル構造を示している。

本層の形成時期は貝化石からジュラ紀中～後期と考えられている。

2-2. リオ・ダマス層

本層は優勢な火山噴出岩類を挟在した海成および陸成の砕層岩類で、ジュラ紀～白亜紀の第1期サイクルの海退期に主として陸域で堆積している。本層は下位層を整合に覆っている。

模式地はティンギリリカ川上流のラス・ダマス川で、調査地域の東縁に沿って南北に細長く分布している。

岩相は、模式地において、安山岩質角礫岩、赤色砂岩、礫岩、安山岩質溶岩および石こう質赤色頁岩などからなっている。

本層の層厚は模式地で 5,550m を有しているが、東方および北方で薄くなっており、平均 3,000m 程度である。

本層は全般的に褶曲運動を受けているが、西部ではあまり変形されておらず、東部では著しい褶曲運動を示し、逆断層や石こうのダイアピル構造が発達している。

形成時期は、年代測定の結果、ジュラ紀後期とされている。

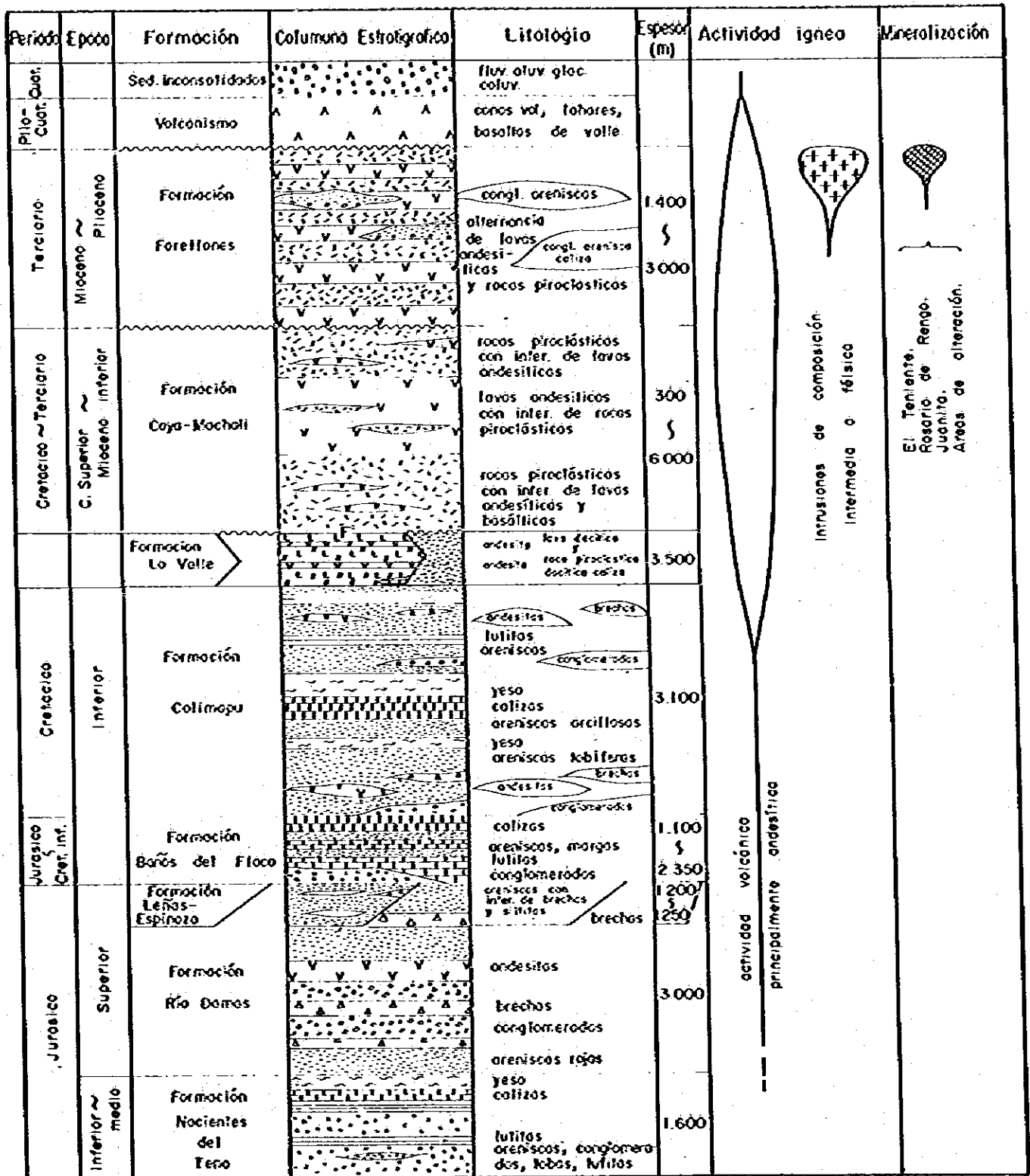
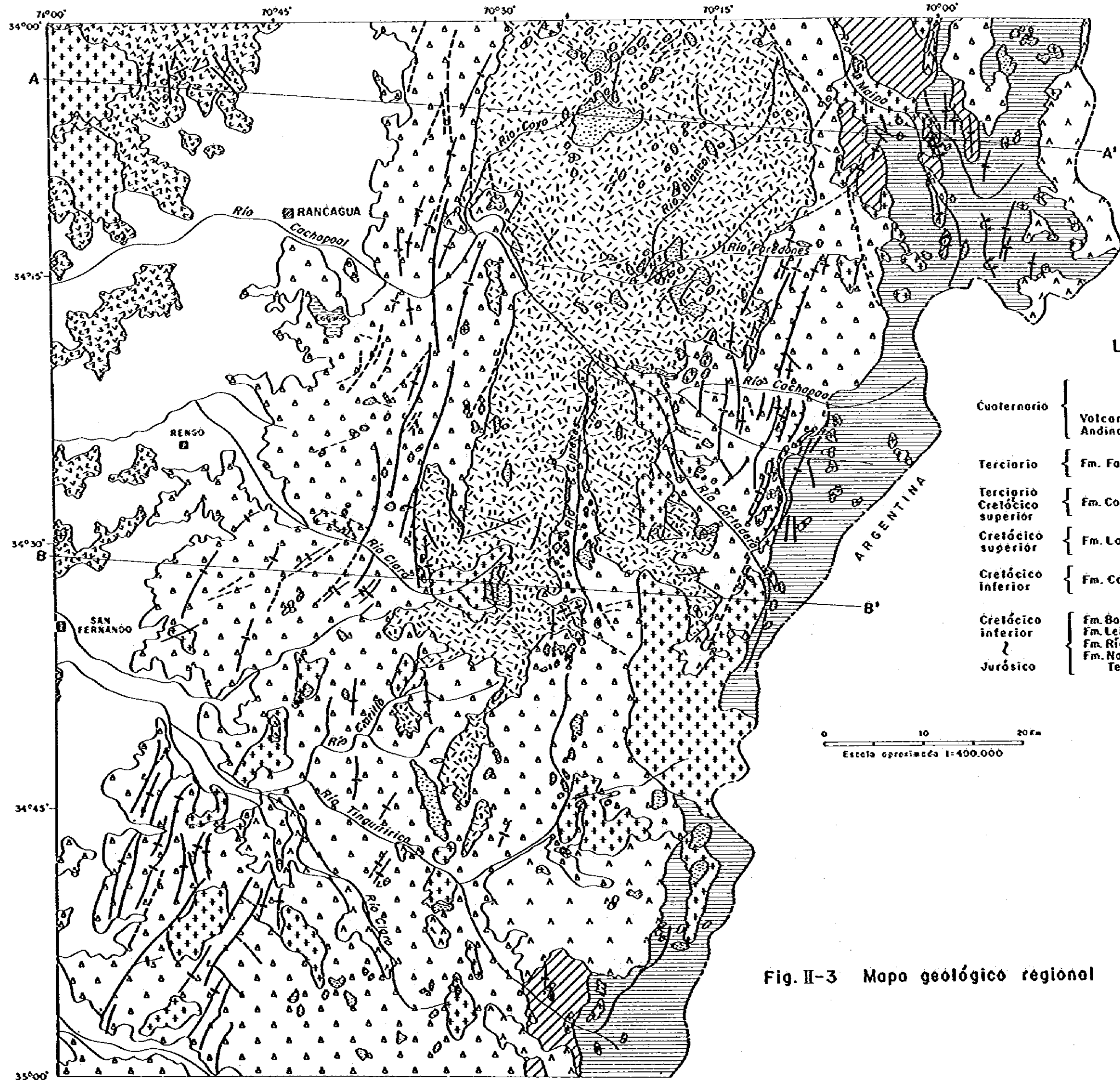


FIG. 1-2 COLUMNA GEOLÓGICA GENERALIZADA DEL AREA REGIONAL

Tab. II-6 CORRELACION CON TRABAJOS ANTERIORES

	Klohn (1960)	González y Vergara (1962)	Vergara (1967)	Charrier y Lillo (1973)	Charrier (1981b)	NSAJ-SERNACSO-MIN. (1983)
Cuaternario	Holoceno					Volcanitas y medicinas inconsolidados
	Platoceno	Erusiones basálticas		Volcanismo Postmiocénico	Actividad volcánica localizada en centros eruptivos	
Terciario	Plioceno	Solevantamientos	Cola de Zorro		Farellones	Farellones
	Mioceno	Peniplanización		Farellones		
	Oligoceno					
	Eoceno	Farellones				
	Paleoceno	Coya-Machali		Abanico	Coya-Machali	Coya-Machali
Cretácico	Superior				Lo Valle	Lo Valle
		Colimapu	Corona del Fraile		Lo Valle	Colimapu
			Abanico	Colimapu		
	Inferior	Baños del Fiaco	Pan de Los Venados			
Jurásico		Baños del Fiaco				
	Valm	Nacientes del Teno	Río Damas	Nacientes del Teno	Nacientes del Teno	Nacientes del Teno
	Dogker					
	Lias					



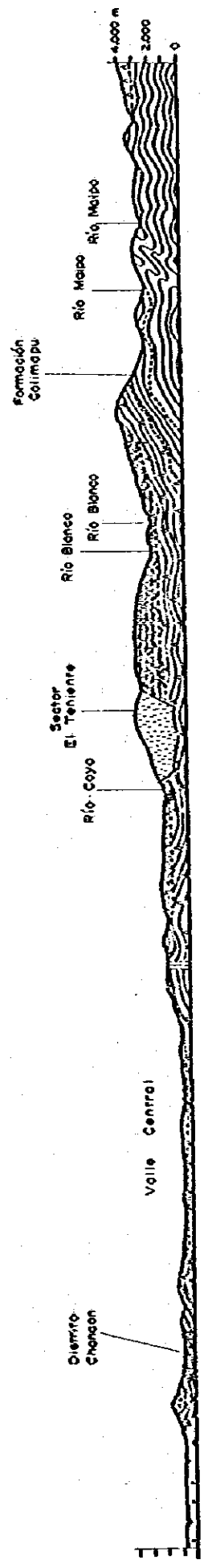
LEYENDA

- | | | |
|------------------------------|---|---|
| Cuaternario | { | Sedimentos oluviales y coluviales |
| Volcanismo Andino joven | { | Volcanitos andesíticos y basálticos |
| Terciario | { | Fm. Farellones |
| Terciario Cretácico superior | { | Fm. Coyo-Macholi |
| Cretácico superior | { | Fm. Lo Valle |
| Cretácico inferior | { | Fm. Colimapu |
| Cretácico inferior | { | Fm. Baños del Fuego
Fm. Leños-Espinoza
Fm. Río Damas
Fm. Nacientes del Teno. |
| Jurásico | { | Sedimentitos marinos |
| | { | Granitoides |
| | { | Área de alteración y/o mineralización |
| | { | Eje anticlinal |
| | { | Eje sinclinal |
| | { | Eje anticlinal volcado |
| | { | Eje sinclinal volcado |
| | { | Fallo normal |
| | { | Fallo inverso |
| | { | Fallo inferido |
| | { | Perfil geológico |
| | { | Límite internacional aproximado y no oficial. |

0 10 20 Km
Escala aproximada 1:400.000

Fig. II-3 Mapa geológico regional

A ——— A'



B ——— B'

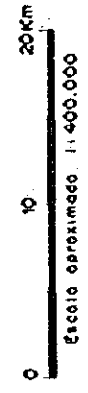
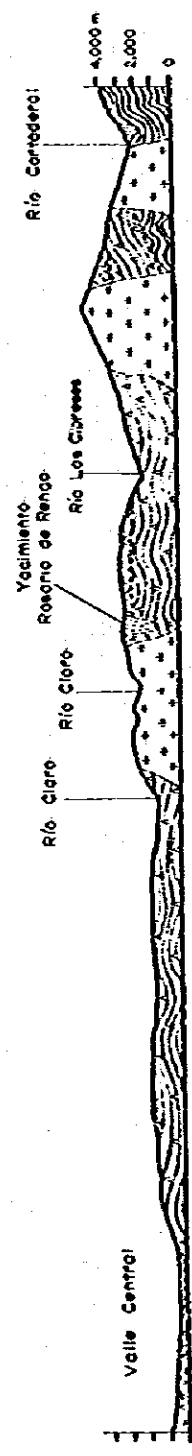


Fig. II-4 Perfiles geológicos regionales

2-3. レーニャス・エスピノーサ層 (再定義)

本層は当初 Klohn (1960) によって、緑灰色の火砕岩とその上位の含化石石灰質岩からなる海進期の地層に対して命名されたもので、その模式地はレーニャス川とその支流のエスピノーサ沢である。

その後、Charrier (1982) によって、Klohn の定義した海進層の下部の砕屑岩に限定した再定義がなされた。

本層は下位層を整合に覆っている。

再定義された本層の分布は模式地に限定されている。

本層は A, B, C および D の 4 部層に細分されており、最下部の A 部層は、シルト岩および泥質岩を挟んだ砂岩層からなり、B 部層は砂岩、C 部層は角礫岩やアテナイトからなり、黒色シルト岩を挟んでいる。最上位の D 部層は、角礫岩、アテナイトおよび黒色シルト岩などから構成されている。

本層の層厚は 1,200~1,250 m である。

本層には NNE-SSW の軸をもった向斜構造が発達している。

形成時期はジュラ紀後期と考えられている。

2-4. パーニョス・デル・フラコ層

本層は主として石灰岩からなる含化石海成層で、ティンギリリカ川上流に模式地がある。

本層は下位層を整合に覆っており、その分布は調査地域の北東および南東部に限られている。

模式地における本層は石灰岩、砂岩、石灰質砂岩、暗色頁岩、細粒凝灰岩、火山性礫岩、安山岩質角礫岩などから構成されている。

層厚は 1,100~2,350 m を有している。

本層には、一般に N-S 性の褶曲構造が発達しており、向・背斜褶曲を繰返している。

形成時期は具化石からジュラ紀後期~に提正白堊紀前期とされている。

2-5. コリマブ層

本層は陸成起源の堆積岩で、その模式地は、マイボ (Maipo) 川上流域およびブランコ川の支流のコリマブ沢である。下位層との関係は整合である。

分布は調査地域の北東および南東部に限られている。

模式地における本層は上・中・下の 3 部層に細分されており、下部層は、泥質ないし赤

色凝灰質砂岩、細粒凝灰岩、礫岩、安山岩溶岩および同質角礫岩などからなり、中部層は、石こう、赤色泥質砂岩、石灰岩、泥灰岩、石灰質頁岩、赤色頁岩などで、上部層は頁岩、赤色凝灰質砂岩、稀に安山岩溶岩ないし同質角礫岩を挟在している。

層厚は場所によって異なっており600~3,100mと見積っている。

本層はかなり激しい褶曲運動を受けており、褶曲軸の主方向はN-S性を示している。

本層の形成時期は白亜紀前期とされている。

2-6. ロ・パーシェ層

本層は陸成の石英安山岩相を主体としており、一部安山岩相を挟在している。

分布は、調査地域の西端部に南北に広がっている。

本層は下位のコリマブ層と直接接している箇所がなく、下位層との関係は不明である。

本層は石英安山岩溶岩、同質火砕岩、安山岩溶岩および同質火砕岩などから構成されており、本層の下位層準に一部陸成の石灰岩薄層を挟む。石英安山岩相と安山岩相は互層状をなしているが、相対的に上位層準で前者が、下位で後者が優勢である。

本層には波長の大きい緩やかなN-S性の褶曲構造が発達している。

本層の形成時期は、石英安山岩の絶対年代測定結果(K/Ar法)・(116±2m. y.) から白亜紀後期と解される。

2-7. コヤ・マチャリ層

本層は、主として泥質堆積岩と安山岩質火山噴出岩類からなる陸成層で、調査地域の中央部を南北に広大な面積を占めて分布している。

本層は下位のコリマブ層を不整合に覆っている。また、ロ・パーシェ層とは断層で接して

本層は主として安山岩、玄武岩、斑状粗面岩、角礫質溶岩、安山岩質火砕岩などから構成されており、砂岩、泥岩および礫岩を挟在している。

本層の層厚は変化に富んでおり、300~10,000mと場所によって異なっている。

本層も著しい褶曲運動を受けており、主な褶曲軸はN-S系である。また、本地域東部では、本層中に逆断層が密に発達している。

形成時期は、白亜紀後期~新第三紀前期(中新世)と考えられている。

2-8. ツァレジョネス層

本層もコヤ・マチャリ層に類似した陸成の火山噴出岩で、地域の中央部に南北に伸長し

て幅広く分布している。

本層は、下位層を傾斜不整合に覆っている。

本層は主として安山岩質溶岩と同質火砕岩の互層からなり、局部的に玄武岩や流紋岩ないしは湖成の礫岩、砂岩、泥岩および石灰岩などの薄層を挟在している。

同層は全般にプロピライト化を受け、緑色を呈しており、下位のコヤ・マチャリ層との岩質的識別が困難な程度似しているが、本層は一般に水平に近い構造を示しているのに対し、コヤ・マチャリ層の場合、 $40^{\circ}\sim 50^{\circ}$ と傾斜し、かつ著しい褶曲構造を呈している点で区別が可能である。なお、本層も局部的には緩やかな褶曲構造を有している。

層厚は場所によって異なっており、北部で厚く3,000 m、中央部で薄く1,400 mを有している。

本層から化石の産出は知られていないが、K-Ar法による絶対年代の資料はかなり多く、同資料からして本層は中新世～鮮新世と考えられている。

2-9. 鮮新世～第四紀火山噴出物および未固結堆積物

アルゼンチン国との国境近くや、地域南部および北部の谷部を埋めて新期の安山岩質ないし玄武岩質の火山噴出物が流出している。これらは鮮新世～現世の活動によるものとされている。

未固結堆積物には沖積層、河岸段丘堆積物、河床堆積物、崖錐堆積物、氷成堆積物などがあり、このうち、構造的盆地とされている中央盆地を埋めた沖積層がもっとも広い分布を占めている。

また、アンデス山脈中央～東部には所々に氷碛石が堆積している。

3. 貫入岩類

貫入岩類の分布は調査地域のほぼ4割を占めており、それらは、バソリス、岩株、キューボラ、岩枝あるいは岩脈などの産状を呈しているが、これらのうち、岩株がもっとも多い。

これらの貫入岩類はFig. 1-3に示す通り、顕著な選在性はみられない。

深成岩ないし半深成岩の岩相は、Fig. 1-3に示した通り、同図の右下に集中していることから、花崗閃緑岩、トータル岩、石英モソ閃緑岩、石英閃緑岩などが多い。

貫入火山岩の産状は岩脈が一般的であり、岩相は安山岩から流紋岩までであるが、安山岩が一般的である。

貫入岩類の固結年代については、代表的岩体に対し、K-Ar法による絶対年代測定を行ったが、その結果を西の岩体から東の岩体へと上から順に列記すると次の通りとなる。

(Fig. 1-5 参照)

分布	距離 (km)	岩 相	絶 対 年 代
西 ↑ ↓ 東	0	ト ナ ル 岩	83.0 ± 2 m. y.
	18	花 崗 閃 緑 岩	16.6 ± 0.7 "
	40	花 崗 閃 緑 岩	10.3 ± 0.5 "
	58	モ ン ノ 花 崗 岩	11.7 ± 0.5 "
	77	石 英 モ ン ノ 閃 緑 岩	15.1 ± 0.5 "

上表の最上段の岩体は海岸山脈の東端に分布しているバソリスで、その他はアンデス山脈中に分布している岩株で、その両者の間には時代差が認められるが、岩株同志の間では西から東へ若い岩体が分布しているとは言い難く、むしろ逆の傾向がみられる。また、それらの時代差は顕著なものでない。

これらのことから本地域のアンデス山脈側に発達している貫入岩はほぼ同時期（中新世）の固結と考えられる。

また、火成活動が時代と共に西から東へ移動している、という考え（Drake y otros 1982、および Munizaga y Vicente 1982）は、海岸山脈地帯とアンデス山脈地帯といった大きな単位でとらえてみると、本地域でも当てはまっている。

4. 地質構造

調査地域に分布する地層はジュラ系から第四系までいずれも南北方向に伸長している。このことは、堆積当時の基盤構造が南北性であったことを示しており、また、その当時の火山活動の場が南北に配列していたことを物語っている。

また、新層および褶曲軸にしても南北系が優勢である。

以上の通り、調査地域の地質構造は南北系が支配的といえる。この方向はチリ全土の主構造に一致するものである。

新層および褶曲構造が顕著に認められるのはジュラ系から中部第三系（コヤ・マチャリ層）までであり、特にアンデス山脈を構成しているそれらには横臥褶曲や衝上新層がみられ、コヤ

- 1a. Cuarzolita
- 1b. granitoides cuarcíferos
- 2. granito de feldespato alcalino
- 3. granito ← 3a sienogranito
- 4. granodiorita ← 3b monzogranito
- 5. fenolita
- 6^a. sienita cuarcifera de feldespato alcalino
- 7^a. sienita cuarcifera
- 8^a. monzonita cuarcifera
- 9^a. monzodiorita cuarcifera / monzogabro cuarcifera
- 10^a. diorita cuarcifera / gabro cuarcifera / onorlasita cuarcifera
- 6. sienita de feldespato alcalino
- 7. sienita
- 8. monzonita
- 9. monzodiorita / monzogabro
- 10. diorita / gabro / onorlasita

(STRECKEISEN, 1976)

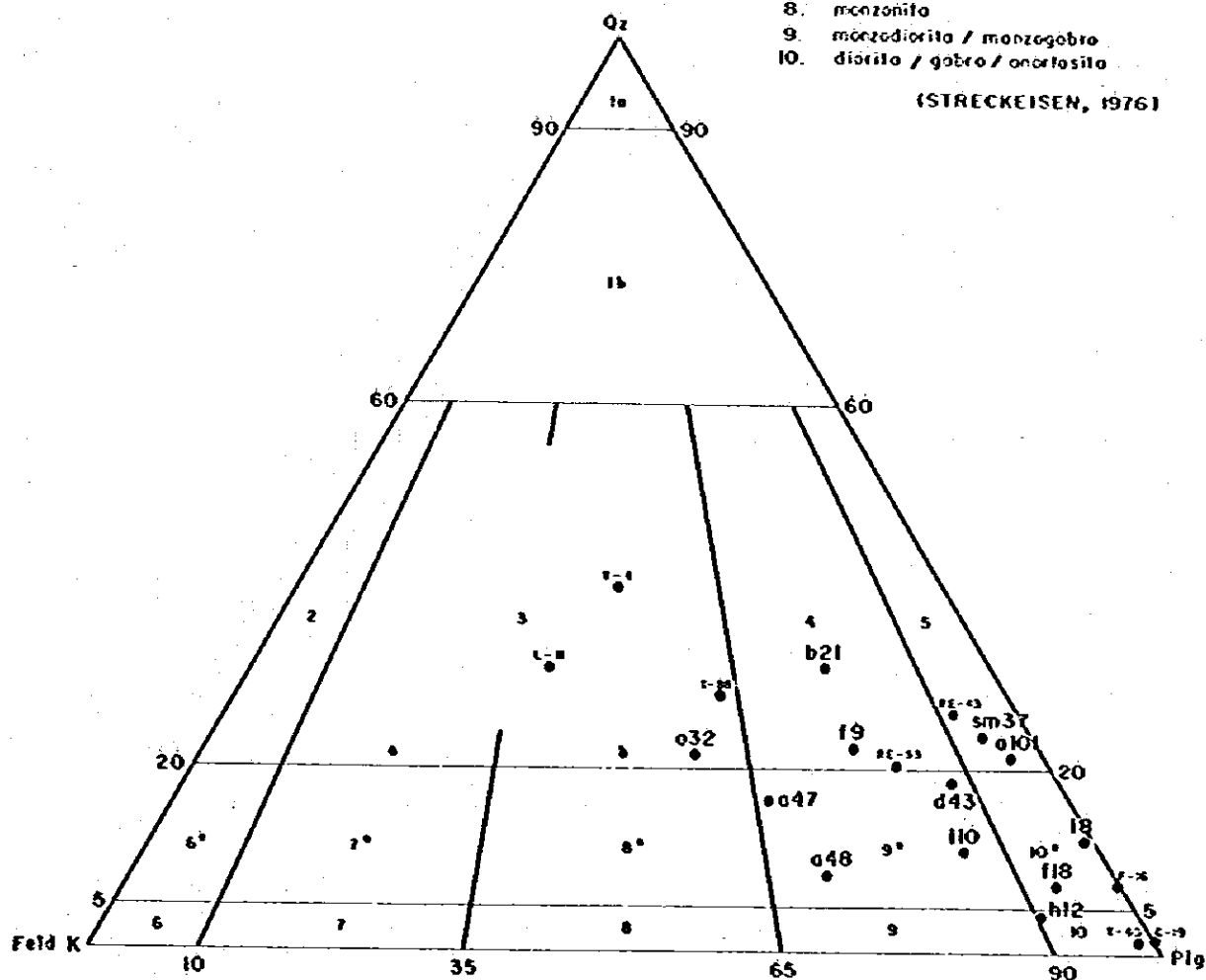


Fig. II-5 DIAGRAMA (Qz - Feld K - Plg)

・マチャリ層堆積後、すなわち、第三紀中新世以降に東西方向からの最大横圧力が加わったことを示している。

なお、海岸山脈の東縁部をなすロ・バージェ層には緩やかな波長の大きい褶曲構造がみられるだけである。

このことからして、圧縮応力はアンデス山脈に集中した感がある。

コヤ・マチャリ層以降の地層には局部的（ファレジョネス層の一部）に褶曲構造が認められるだけであり、また、新層発達密度も小さい。NNE—SSWに伸長した中央盆地は後中新世に形成された地溝と考えられている。

調査地域には、3つの不整合面があり、3回にわたって大きな侵食作用が行われている。すなわち、













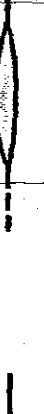

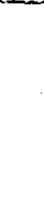


第1期侵食作用（白堊紀前期）……ジュラ紀から小さな上昇と沈降を繰り返しながら続いた海域が、この時に完全に陸化した。

第2期侵食作用（新第三紀前期）……白堊紀後期から続いた陸域における火山活動がこの時期に休止し、侵食作用を受けた。

第3期侵食作用（新第三紀後期）……第2期侵食作用後、再び火山活動が活発化し、鮮新世まで続き、その後完新世まで休止し、その間、侵食作用を受けた。

以上の諸活動および諸作用を要約するとTab. 1-7の通りとなる。

Tab. II-7 Episodio geológico y estructural del área estudiada

	Cretácico inferior Jurásico	Neógeno inferior Cretácico superior	Neógeno superior	Cuaternario
Sedimentación				
Erosión				
Ambiente	Principalmente marino	epeirogenesis continental	continental	continental
Volcanismo				
Plutonismo				
Plegamiento y fallamiento				

第5章 鉱 床

1. 概 要

本地域には、PL. 1および2に示したように大小の数多くの鉱床および鉱化・変質帯が従来から知られ、あるいは空中写真地質解析によって判読されている。その主なものはエル・テニエンテ鉱床で代表されるポーフイリー・銅型鉱床とエル・イングレス鉱床で代表される浅熱水性鉱脈型鉱床である。

ポーフイリー・銅型鉱床および同型鉱化・変質帯は本地域の中央からアルゼンチン共和国との国境にかけて南北に分布している。それらは新第三紀中～後期中性～フェルシックな貫入岩と密接して形成されており、いわゆる第三紀銅・ベルト地帯に相当している。

同型鉱床には、一般的に地表から深部に向って、溶脱帯（酸化帯）—二次硫化鉄富化帯—初生帯の鉱物組合せの垂直的変化がみられ、また、数 K_2 ～数 $+$ K_2 の熱水変質帯を作っている。

主要な初生鉱物は黄鉄鉱、黄銅鉱および輝水鉛鉱で、それらは網状、鉱染状をなしている。

鉱脈型鉱床はチャコン地区に密集しておりエル・イングレス鉱床を初めとして2,3の鉱床が現在採行中である。鉱種は金、銅を主体としている。

同地区の鉱脈群は鉱脈上部で合金石英脈、同下部で合金銅鉄脈に移化する可能性がある。

以上の他に、本地域の主として中央部には、温泉作用によって形成されたと考えられる多数の変質帯が発達しているが、それらには有用金属鉱物を殆ど伴っていない。

2. 鉱化・変質作用のタイプおよび分布

調査地域には次のタイプの鉱床および変質帯が発達している。（PL. 1, 2 参照）

- (a) ポーフイリー・銅型鉱床
- (b) 鉱脈鉱床
- (c) 鉱染鉱床
- (d) 熱水変質帯（温泉作用）
- (e) 接触変質作用による鉱化・変質帯

(a)のタイプには、エル・テニエンテ鉱床とロサリオ・デ・レンゴ鉱床がある。前者は、世界的規模の銅およびモリブデンの鉱床で、地域の中央北部にあり、現在鋭意生産中である。なお、同鉱床およびその周辺は調査の対象から除外されている。

後者は、地域のほぼ中央に位置しており、現在、生産および採鉱は行われていない。同鉱床は銅およびモリブデンの網状鉄染鉱床で、特に部分的であるがモリブデンに富んでいる点で他の同型鉱床と異なっている。なお、同鉱床については第8章で詳細する。

(b)のタイプには、金・銀を主要鉱種としている脈と銅を主要鉱種としている脈がある。前者は地域の北西端に近いチャンコン地区に鉄脈群として発達しており、後者は細脈として各所に点散している。

なお、チャンコン地区の鉄脈群については第7章で詳述する。

(c)の代表的タイプには、地域の中央北部に位置したフアニータ (Juanita) 鉱床がある。同鉱床はトータル斑岩岩脈中に発達した銅の鉄染鉱床である。なお、同鉱床は現在稼働されていない。

(d)のタイプの変質帯は、鉄焼けを作った珪化および粘土化帯で、多くの場合鉄染状の黄鉄鉱を作っているもので、ごく一部の變質帯に黄銅鉱、閃亜鉛鉱を作っている。なお、このタイプの変質帯が本地域でもっとも多く、特に地域の東半分には偏在している。

(e)のタイプに該当する変質帯は、No. 6, 45, 47, 49 および No. 126 とごく限られている。

いずれも花崗岩類 (変質帯によって岩相は異なる) と被貫入岩類の接触部に発達しており、珪化、粘土化、一部黒雲母化を受けた母岩中に鉄染状の黄鉄鉱、褐鉄鉱、赤鉄鉱、一部磁鉄鉱が産している。

3. 鉄化・変質作用と地質構造および火成活動との関係

鉄化・変質作用と地質構造および火成活動との関係については、5-2で述べたような鉄化・変質作用のタイプによって各々異なっている。

ポーフイリー・カッパー型のエル・テニエンテ鉱床の場合は、鮮新世の石英安山岩斑岩と密接している (Camus 1975 および松久、1982)、といわれており同型のロサリオ・デ・レンゴ鉱床の場合は、中新世の石英安山岩斑岩と考えられている (国際協力事業団ほか、1983) 鉄脈鉱床の場合、関係火成活動は明瞭でない。

ロス・シブレセス川変質帯およびⅡ区域南部に分布している多くの変質帯は、変質鉱物組合

せから地表部あるいは地表下ごく浅所に形成されたものと考えられ、かつ、コヤ・マチャリ層々準に偏在しており、その上位のファレジョネス層にまで及んでいない。このことからして、これらの変質帯はコヤ・マチャリ層の火山岩類をもたらした火山活動の末期の火山作用に関係して形成されたものと推察される。

その他の鉱床および変質帯は関係火成活動が必ずしも明瞭でないが、Fig. 1-6にみられるように貫入岩類の分布密度の高い地域（東半分）に偏在していることからすると、同岩類と直接的な関連はないにしても間接的な関連性はあるものと思われる。

地質構造と鉱化作用の関連性については、直接的な関連性は明瞭でないが、鉱床および鉱化・変質帯の分布が南北に密であることからすると大局的にはN-S系の主構造との関連性の存在が伺える。

4. 精査対象地域の抽出

以上の鉱床および鉱化・変質帯の調査に基づいて次の地域が精査の対象地域として抽出された。

すなわち、

(a) チャンコン地区

(b) ロス・シブレヒス地区（ロサリオ・デ・レンゴ鉱床を含む）

の2地区である。これらの地区の精査結果については第7章および第8章で述べる。

その他の鉱床および鉱化・変質帯については、規模が小さく、あるいは鉱化作用および変質作用が微弱であり、精査の対象から除外された。

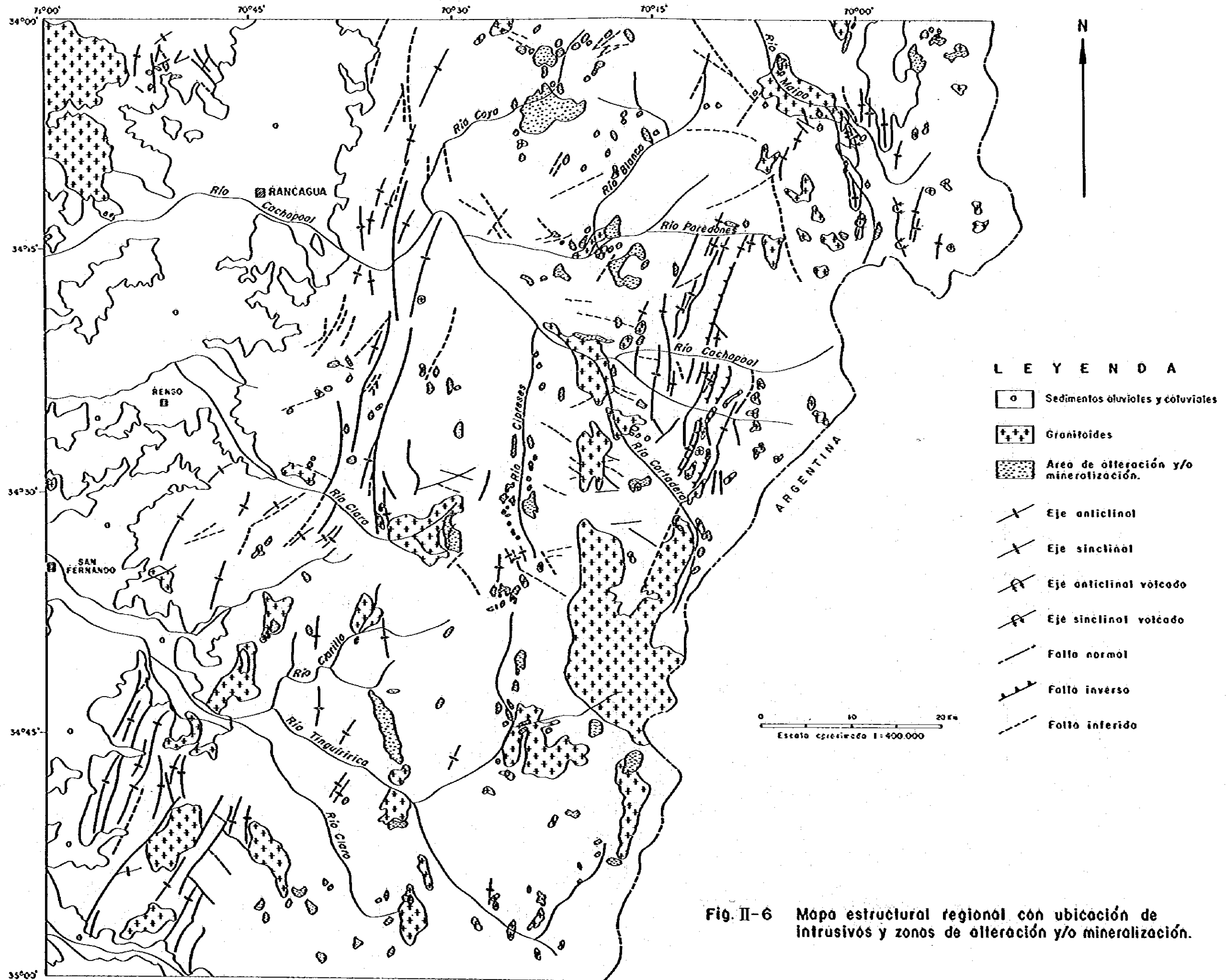


Fig. II-6 Mapa estructural regional con ubicación de intrusivos y zonas de alteración y/o mineralización.

第6章 地化学探査

変質作用を作った鉄焼けに対する鉍化作用の有無の検討および新鉍床発見の確率を把むことを目的として、Ⅰ、Ⅱ区域およびⅢ区域南部において地化学探査を行った。前者の目的に対しては岩石を、また後者の目的に対しては河床堆積物を各々対象とした。その結果を以下に要約する。

1. 岩石による地化学探査

1-1. 試料の採取

試料の採取は、変質岩と非変質岩に分けて次表の通り行った。なお、非変質岩の採取目的は、バック・グラウンド値を決定するためである。

区域	変質帯	変質岩	非変質岩
Ⅰ区域	-	20個	-個
Ⅱ区域	38	158	32
Ⅲ区域南部	20	213	31
計	58	392	63

1-2. 指示元素

区域別に、予想される鉍種が異なるので、指示元素も区域別に若干異なる。

Ⅰ区域……Cu, Mo, Pb, As, Zn, Au (6元素)

Ⅱ区域……Cu, Mo, Au, As, Zn, Rb, Sr (7元素)

Ⅲ区域南部……Cu, Mo, Pb, Zn, Au, Ag (6元素)

1-3. 検討方法

異常値(鉍化作用の有無の判定基準)の算出に当っては、Cu, Pb, Zn, AsおよびRbについては、非変質岩の分析値の統計処理によるしきい値($\bar{X} - 2S$)以上を異常とし、 $\bar{X} + 2S$ 以上、 $\bar{X} + 3S$ 以下を弱異常、 $\bar{X} + 3S$ 以上を高異常とした。

また、Au, AgおよびMo値は測定限界以下が多かったので、MoおよびAgについては経験値、Auについては、非変質岩分析値の最高値を異常値の下限とした。

Srについては、Rb/Sr比をもって検討し、Arnbrust et al. (1971), Oyarzun

(1974)およびOlade et.al.(1976)などを参考に異常区分を行った。

以上の異常区分を一覧表にまとめると、Tab. I-8の通りとなる。なお、CuおよびZnにおける異常区分の区域別相違は、非変質岩の統計処理数の違いによる。すなわち、I区域では、同数の32個、II区域南部では、I区域とII区域南部の合計63個であった。

Tab. I-8 Clasificación de anomalías geoquímicas

X	Area I		Area II		Sector sur del área II	
	anomalía baja	anomalía alta	anomalía baja	anomalía alta	anomalía baja	anomalía alta
Au	$\leq 006, < 010$	010	$\geq 006, < 010$	$010 <$	$\geq 006, < 010$	$010 \leq$
Ag	-	-	-	-	$06 \leq$	-
Cu	$\leq 256, < 1604$	$1604 \leq$	$\geq 256, < 1604$	$1604 \leq$	$\geq 18, < 155$	$155 \leq$
Mo	$\leq 10, < 30$	$30 \leq$	$\geq 10, < 30$	$30 \leq$	$\geq 10, < 30$	$30 \leq$
Pb	-	-	-	-	$\geq 46, < 103$	$103 \leq$
Zn	$\leq 87, < 236$	$236 \leq$	$\geq 87, < 236$	$236 \leq$	$\geq 166, < 212$	$212 \leq$
As	$\leq 301, < 389$	$389 \leq$	$\geq 301, < 389$	$389 \leq$	-	-
Rb	-	-	$\geq 15, < 145$	$145 \leq$	-	-
Rb/Sr.	-	-	$\geq 050, < 100$	$100 \leq$	-	-

1-4. 結果

元素別に異常が検出された変質帯の名称は、Tab. I-9の通りである。

検討の結果を要約すると次の通りとなる。

- Kの増加とCaの減少で特徴づけられる変質作用を伴い、かつCuおよびMoの鉱化作用が期待されるのはお40変質帯である。
- お58変質帯にもCuとMoの鉱化が考えられるが、お40変質帯のような変質作用は伴っていない。
- お86変質帯の粘土化部は全般にCu含有量が高いが、それは鉱化作用によるものではなくて、母岩(石英モンソ閃緑岩)自体の銅含有量の高いことに起因していると解される。
- Auの濃集が考えられるのはお15およびお42変質帯である。
Znの濃集はお30変質帯に考えられる。

Tab. II-9 Cantidad de anomalías geoquímicas por área de alteración

Nombre de Área de Alteración	Cantidad de Muestra	Cantidad de anomalías geoquímicas								
		Cu	Mo	Zn	As	Au	Rb	Rb/Sr	Ag	Pb
No. 4	2				1		1	1		
6	11				1		1	1		
11	2	2			2		1	1		
13	2				1					
15	8	1	1			1				
16	2				1					
19	2				1					
25	2				2		1	1		
29	1				1					
30	13	3		3	2		1	1		
36	5			1	1					
40	28	8	4		10		3	3		
41	2		1		1					
42	19		2		2	1	3	3		
44	1				1					
45	4						1	1		
47	8	1			1		1			
48	3				3					
50	2			1			1	1		
57	2				1					
58	4	1	1							
63	9						3	3		
64	4						1	1		
65	3				1					
66	1				1					
70	1				1					
82	2				2					
86	9	6							1	
87	5		2							
88	8								1	
90	11									
91	5									
93	1									1
94	11									1
96	7		1							
97	13			1						2
98	20									
99	18		1						4	1
102	77	9	3						4	2
110	9									1
123	8		1							
126	7			1						
Otro 1	1	1	1		1					
Otro 2	2	1			1					
distrito chancon	1	1								
Total	356	34	18	8	39	2	18	17	10	8
Cantidad de área de alteración	-	11	11	6	23	2	12	11	4	6

- 以上の酸化作用はいずれもさほど強いものではない。なお、上記の変質帯の位置は P L 1、2 に示してある。

2. 河床堆積物による地化学探査

2-1. 試料の採取

区域別に採取した試料数は次の通りである。

区 域	試 料 数
I 区 域	263
II 区 域	731
ロス・ソプレセス地区	29

2-2. 指示元素

指示元素は 6-1-2 の岩石の場合と同一である。

2-3. 検討方法

Cu、Zn、Pb、As および Rb の 5 成分については、統計処理を行い、 $\bar{X} + 2S$ 以上、 $\bar{X} + 3S$ 以下を弱異常、 $\bar{X} + 3S$ 以上を高異常とした。

Mo および Au については、岩石の場合と同様、経験値に基づき、異常区分を行った。各成分の異常区分は次の通りである。

	弱 異 常	高 異 常
Cu	$\geq 225, < 435$	$435 \leq$
Zn	$\geq 250, < 434$	$434 \leq$
As	$\geq 48, < 96$	$96 \leq$
Rb	$\geq 126, < 198$	$198 \leq$
Pb	$\geq 46, < 103$	$103 \leq$
Au	$\geq 0.06, < 0.10$	$0.10 \leq$
Mo	$\geq 10, < 30$	$30 \leq$

2-4. 結 果

元素別に異常数をまとめると次の通りとなる。

元 素	異 常 数		
	弱 異 常	高 異 常	計
O u	16	9	25
M o	9	0	9
Z n	12	5	17
P b	5	4	9
A u	3	6	9
A s	29	9	38
R b	27	5	32

これらの異常の大部分は、既知の鉱化・変質帯に対応されるが、次の3異常域 (Fig. iv 参照) には、未知の鉱化帯の賦存が期待される。

- a) シプレッシュス沢上流域 (O u 異常)
- b) バンガル川とカチャポアル川の合流点付近 (A u 異常)
- c) ネグラ沢の中～上流域 (Z n 異常)

第7章 チャンコン地区調査

1. 地質

本地区の地質は主として安山岩溶岩および同質火砕岩、一部石英安山岩および同質火砕岩からなるロ・パージェ層、石英安山岩および同質火砕岩からなるフアレジョネス層、第四系、およびモンゾ花崗岩、流紋岩、石英安山岩、安山岩などの貫入岩類によって構成されている。鉛床の母岩は主としてロ・パージェ層の安山岩であり、一部同質火砕岩である。

2. 地質構造

ロ・パージェ層は一般にNE-SWからE-W走向を示し、西に 15° ~ 30° の緩傾斜をなしているが、本地区の東部では走向がN-Sに変わり傾斜が 30° W前後とやや立ってくる。

ロス・ペウモス (Los Peumos) 尾根付近には南北性の軸をもった小規模な向斜構造がみられるが、同構造は南で閉じている。

本地区にはかなり密に断層が発達しており、その多くは推定断層であるが、イングレス鉛床やレオーナ鉛床付近では、鉛床を切った確認断層もある。

断層系としては、NW-SE系、E-W系、NE-SW系、NNW-SSE系、N-S系などであるが、このうち、NW-SE系の頻度をもっとも高い (Fig. 1-8 参照)。これらの断層は、殆どが鉛床形成後である。

3. 鉛床裂か

本地区には Fig. 1-7 に示したように数多くの鉛床裂かが発達しており、それは Fig. 1-8 に示した裂かパターンを呈している。

これらの鉛床裂かをまとめると発達頻度は $N60^{\circ}$ ~ 80° W系がもっとも多く、全体の約3割を占めており次いで $N40^{\circ}$ ~ 60° E系の約2割である。その他の系統の頻度は1割内外である。

主要な鉛床裂かである $N60^{\circ}$ ~ 80° W系は連続性にも富んでおり、同系の代表的鉛床であるアニータ (Anita) 脈、ラ・フリア (La Julia) 脈、カンパーナ (Campana) 脈およびマンザーノ (Manzano) 脈などが各々750m、600m、700m、550mの確認水平延長をもっている。

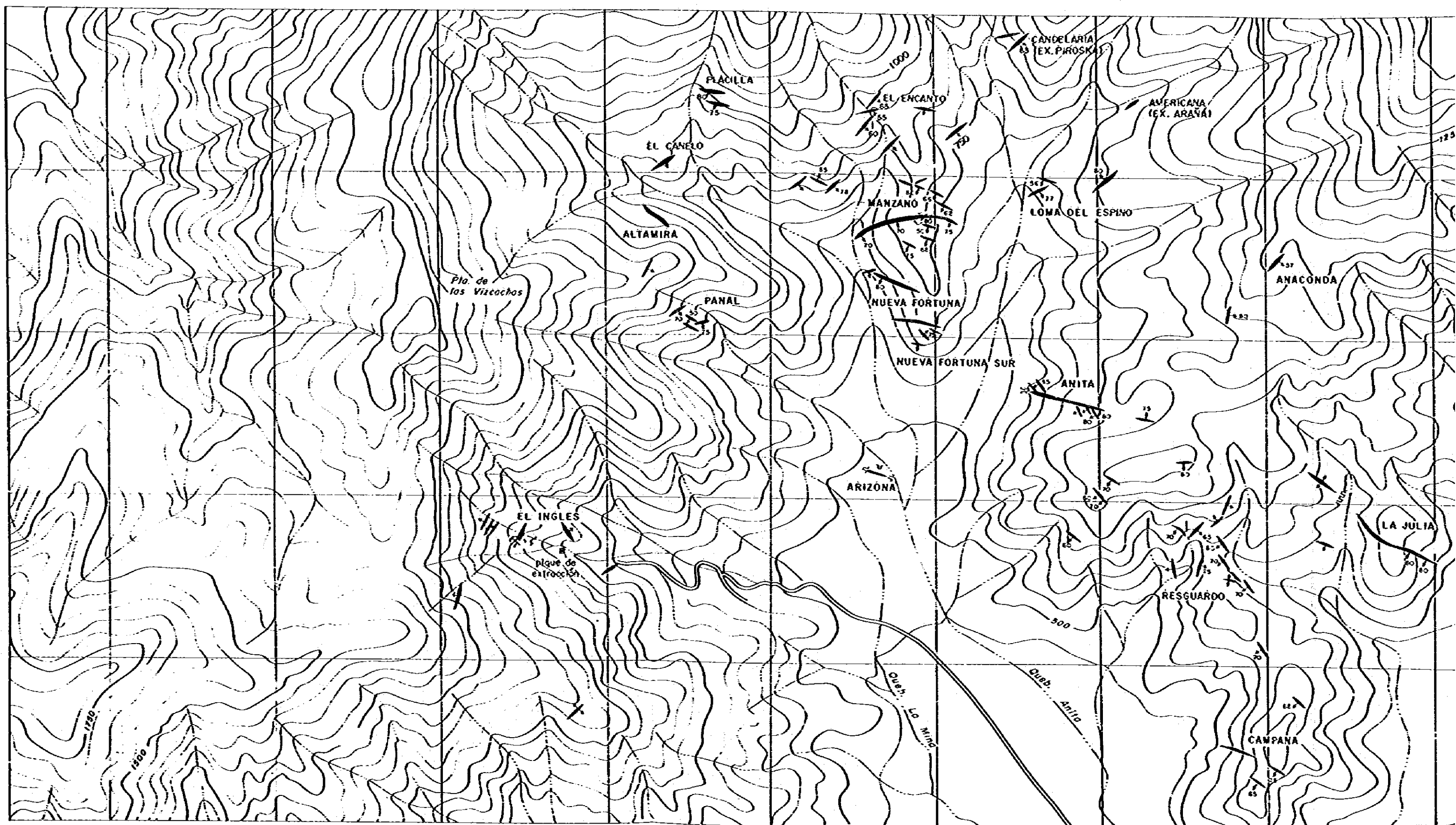
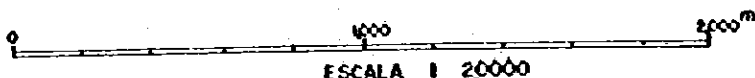
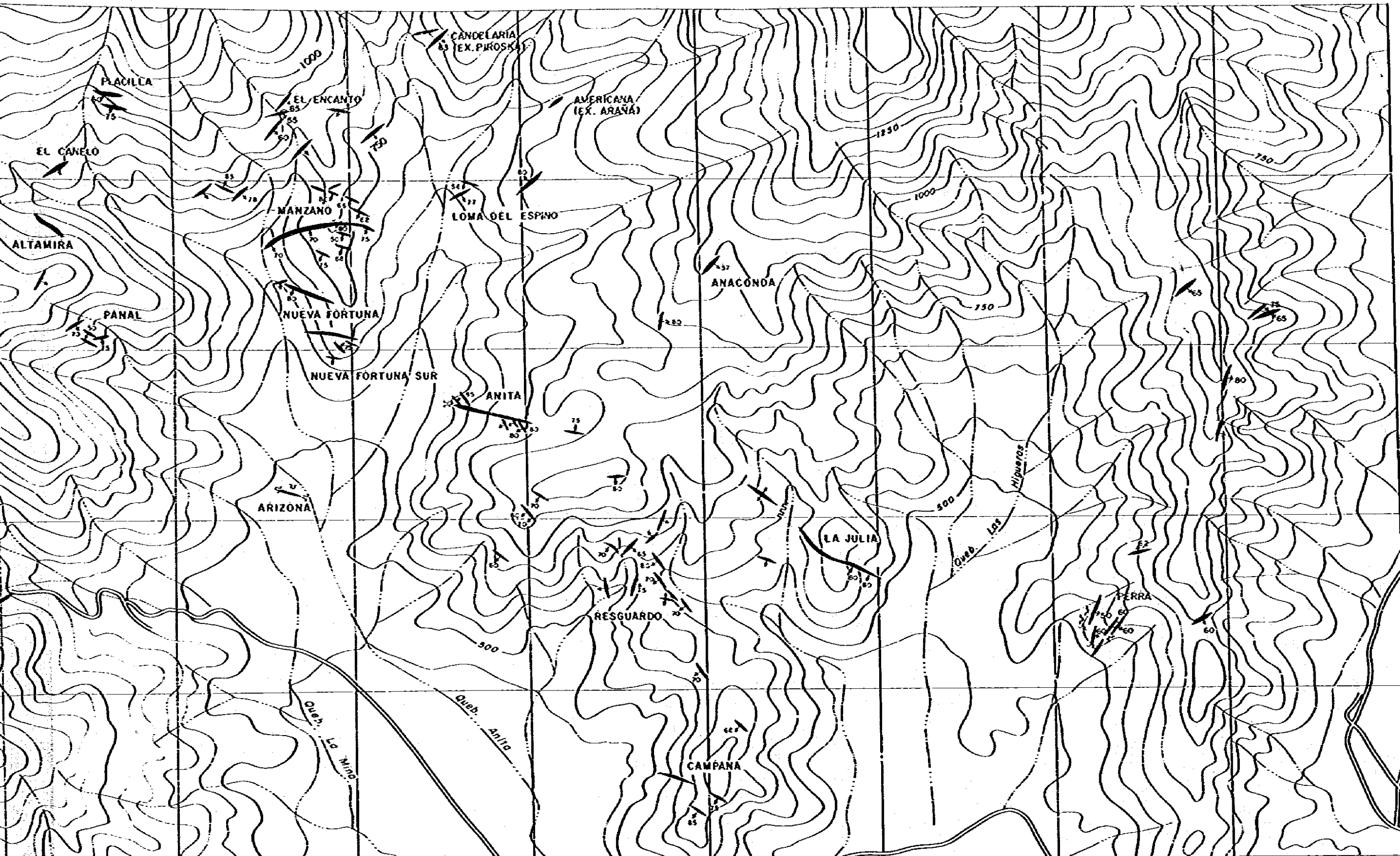


Fig. II - 7

Distribución de las vetas en el Distrito Chancón



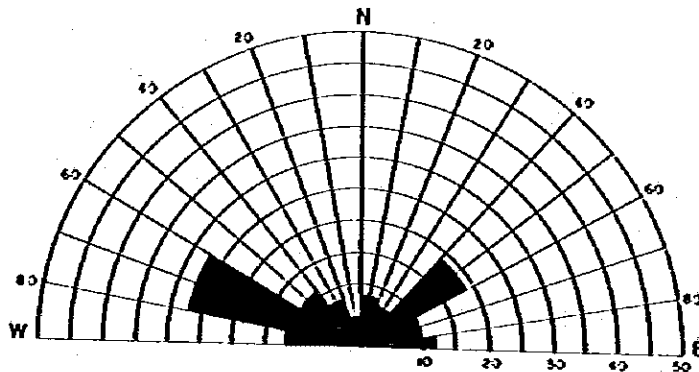
ESCALA 1:20000

Distribución de los vetos en el Distrito Choncón

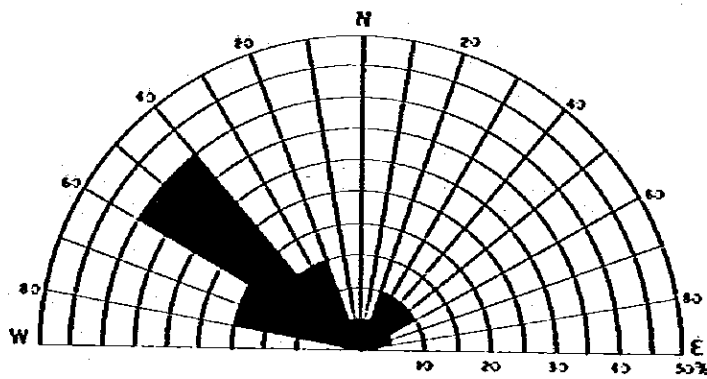
- LEYENDA
- Vetos
 - Mina
 - Socarrón

Fig. II-7

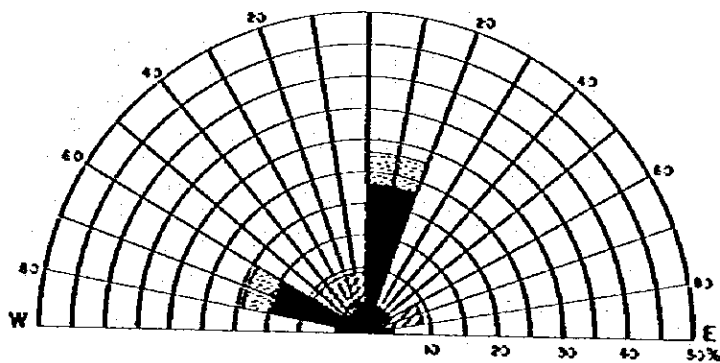
VETA CON MINERALIZACION



FALLA



DIQUE



- Riofita y óxido
- Andesito
- Granitoides

Fig. II-8 Diagrama de frecuencia de vetas, follos y diques en el distrito Chancón.