

第5章 空中写真の解析



第5章 空中写真の解析

5-1 概 要

本解析の対象地域は第2章で既に述べたように第1年次の調査によって抽出された2地域であり、それらはそれぞれ第2年次と第3年次に解析が実施された。前者は第1年次地域の中部地区（Chubut州と一部Río Negro州）内にあり、後者はその北部地区（Neuquén州）に位置する。対象地域の面積と写真枚数はそれぞれ17,850km²、511枚と9,518km²、374枚である。解析に使用した写真の縮尺はいずれの場合も約1：50,000である。

本解析は室内での写真地質学的判読（モザイク写真と水系図の作成をも含む）、野外での地表地質チェックとそれに基づいた再判読及び総括より基本的に構成される。

地質・地質構造の判読は通常の写真地質学的手法によって実施され、判読要素である写真的特徴（階調、肌合）と地形的特徴（水系パターンと水系密度、谷断面、抵抗度、ベディングと傾斜量、節理等のフォトリアメント、山稜形態及び起伏量等）が着目された。判読で得られた情報は既存の地質資料と対比された後、作成された水系図上に地質単位としてプロットされ、いわゆる予察写真地質解析図が得られた。野外の地表地質チェック（ルート調査）で確認した事実は演繹的に再判読に活用された。これらの結果は再度既存資料と対比され、最終的に縮尺1：100,000の地質図にまとめられた。

5-2 解析結果

5-2-1 第2年次

第2年次の空中写真の解析の結果、対象地域の地質は1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, Q, W, D及びGの12の単元群に大別され、それらは最小のユニットである地質単元に細分された（合計で43単元）。1～8とQの各単元群は変成岩類、堆積岩類、火山岩類・火砕岩類及び未固結堆積物のいずれかに、単元群Wは中性ないし塩基性岩類（貫入岩類）に、単元群Dは小規模な脈岩類に、さらに単元群Gは酸性岩類（貫入岩類）に対比される。これらのうち貫入岩類を除く他の単元群に対応する地層名とその地質時代及び岩質は以下の通りである。

単元群1：先カンブリア系ないしシルル系の変成岩類（Cushamen層 — 対象地域^{*}

* 以下「対象地域」を省略する。

- の北部), 上部古生界の堆積岩類 (Esquel 層 — 中央部と Tepuel 層 — 南部)
- 单元群 2 : ジュラ系下部ライアス統の堆積岩類 (Sedimentas liásicas — 中央部), ジュラ系下部ないし中部の火山岩類 (Pillriquitron 層 — 北部, Lago La Plata 層群 — 南部)
- 单元群 3 : ジュラ系上部ないし白亜系下部の堆積岩類・火山岩類 (Coyhaique 層群又は Arroyo Cajón 層及び Taquetren 層 — 南部と中央部の一部), 白亜系中部の酸性火山岩類 (Divisadero 層群 — 南部), 白亜系上部の火山岩類 (La Cautiva 層 — 中央部)
- 单元群 4 : 始新統の火山岩類 (Ventana 層 — 主として中央部)
- 单元群 5 : 漸新統の堆積岩類 (Ñirihuau 層 — 主として中央部)
- 单元群 6 : 中新統の火砕岩類 (Collón Curá 層 — 主として中央部)
- 单元群 7 : 時代未詳の堆積岩類 (シルト岩・礫岩 — 中央部) — 恐らく第三系
- 单元群 8 : 鮮新統の火山岩類 (玄武岩質 — 中央部)
- 单元群 Q : 第四系の未固結堆積物

貫入岩類については, 单元群 W の中性ないし塩基性岩類が二疊紀後期ないしジュラ紀中期, 单元群 G の酸性岩類がジュラ紀前期, 白亜紀前期と後期及び古第三紀の活動によるものである。

单元群 I の変成岩類以外の上記の单元群の占める範囲は第 2 章~4 章で既に述べた Cordillera Patagónica の地形区分に属する。

細分された 43 の各地質单元についての写真的特徴及び地形的特徴等は Tabla 9 の総括表に示された通りでありそれぞれ固有の特徴を有している。これらの諸特徴のうち, 单元群 Q を構成する 6 つの地質单元以外の各地質单元 (单元に細分されていないものも含む) の特筆すべき事項は以下の通りである。

- 单元 1 a : 暗灰色の階調
- 单元 1 b : 暗灰色の階調
- 单元 2 a : 急峻な山稜形態
- 单元 2 b : 暗灰色ないし灰色の階調, 高い抵抗度
- 单元 2 c : 平行状及び樹枝状の水系パターンの組み合わせ, 極めて高い抵抗度
- 单元 2 d : 高い抵抗度, 部分的に発達するベディング
- 单元 2 e : 灰色ないし暗灰色の階調, 不規則な肌合, 高い抵抗度

- 单元 2 f : 明灰色ないし明色の階調, 節理の発達
- 单元 2 g : 单元 2 e に類似
- 单元 2 h : 灰色ないし明灰色の階調, 滑らかな肌合
- 单元 2 i : 粗いこぶ状の突起部が散在する肌合
- 单元 3 a : 羽毛状の水系パターン
- 单元 3 b : 亜平行状の水系パターン
- 单元 3 c : 低密度の亜平行状の水系パターン
- 单元 3 d : 中ないし高密度の亜平行状ないし亜樹枝状の水系パターン
- 单元 3 e : 角状で尖鋭な山稜形態
- 单元 3 f : 明灰色ないし明色の階調, 低密度の亜直方状ないし亜平行状の水系パターン
- 单元 3 g : 单元 2 e に類似 (階調は相対的により明るい)
- 单元 3 h : 低密度の平行状の水系パターン
- 单元 4 a : 粗粒な肌合, 高い抵抗度
- 单元 4 d : 軟岩と硬岩の有律な互層, 明色の階調
- 单元群 5 : 明灰色ないし灰色の階調, 低密度の樹枝状の水系パターン, 中程度の抵抗度
- 单元 6 a : 中程度の密度をもつ樹枝状の水系パターン
- 单元 6 b : 多丘型地形
- 单元 6 c : 低密度の亜平行状の水系パターン, 低い抵抗度, 台地状の山稜形態
- 单元 6 d : 中程度の抵抗度, 塊状
- 单元 7 a : 粗粒で不均質な肌合, 低い抵抗度, 多丘型地形
- 单元 7 b : 低密度の平行状ないし亜平行状の水系パターン
- 单元群 8 : 不規則な肌合, 高い抵抗度
- 单元 W₁ : 灰色ないし暗灰色の階調, 粗粒な肌合, 高い抵抗度
- 单元 W₂ : 高密度の亜樹枝状ないし亜平行状の水系パターン
- 单元群 D : 明灰色の階調, 細粒から粗粒まで変化する肌合, 高い抵抗度
- 单元 Q₁ : 中程度の密度をもつ亜樹枝状ないし亜羽毛状の水系パターン
- 单元 Q₂ : 明灰色の階調, 節理の発達
- 单元 Q₃ : 粗粒で不均質な肌合, 直方状の水系パターン, 節理の発達

单元G₁：明色ないし明灰色の階調，一定しない肌合

单元G₂：低密度の亜平行状ないし亜放射状の水系パターン

これら区分された各地質単元の分布状況には調査地域の各部分ごとに特徴的な偏在性が認められる(Pl. 1-1, 1-2, 1-3参照)。南緯42°30'以北の北部の領域では单元群1の基盤変成岩類(Cushamen層)，单元2aのジュラ系下部(PiltriQuitron層)及び单元G₁(主として白亜紀後期の酸性貫入岩類)が卓越する。

单元群1を構成する古期岩類は調査地域の北端部(南緯42°00'以北)，南緯42°30'付近，中央部の南緯42°45'付近及び南東部領域の南緯43°45'付近にそれぞれ露出し，本調査地域の基盤を形成している。これらの基盤構成岩類をとりまいて单元群2及び3のジュラ系ないし白亜系の火山岩類を主体とする地層が全域にまとまりながら広く発達する。单元4aの始新統の火山岩類(Ventana層)は南緯43°30'以北の急峻な山岳地帯に広く分布する。单元群5及び6の漸新統と中新統(Nirihuau層とCollón Curá層)は南緯42°30'~43°30'の領域の丘陵地帯を占めて帯状(南北方向)に分布する。单元群Wの塩基性貫入岩類は南緯43°30'以南の領域に偏在する。

5-2-2 第3年次

第3年次の空中写真の解析の結果，対象地域の地質はC, PTr, J, K, T, Q, W, D及びGの9の单元群に大別され，それらはさらに合計で35の地質単元に細分された(C及びDは細分されない)。上記のうちCからQまでの各单元群は変成岩類，火山岩類，火砕岩類，堆積岩類及び未固結堆積物のいずれかに，单元群Wは中性ないし塩基性岩類(岩株状貫入岩類)に，单元群DはWと同質の岩床状岩体に，さらに单元群Gは酸性岩類(貫入岩類)に対比される。CからQまでの各单元群に対応する地層名，地質時代及び岩質は以下の通りである。

单元群C：石炭系の変成岩類

单元群PTr：二疊系ないし三疊系の火山岩類・火砕岩類 — Serie Porfirítica,
三疊系レート階の火砕岩類

单元群J：ジュラ系の堆積岩類 — Molles層, Lajas層, Lotena層, "Yeso Principal", Tordillo層

单元群K：主として下部白亜系の堆積岩類 — Vacamuerta層, Mulichinco層,
Agrido層, "Yeso de Transición" / Huitrin層, Rayoso層

単元群 T : 第三系の火山岩類・火砕岩類(鮮新統を除く) — Collón Curá 層等

単元群 Q : 第四系の未固結堆積物及び鮮新世以降の新期火山岩類

貫入岩類については単元群 W 及び D の中性ないし塩基性岩類が三疊紀ないし白亜紀及び第三紀, 単元群 Q の酸性岩類が三疊紀前期及び白亜紀後期ないし第三紀の活動によるものとみなされる。

第 2 章～第 4 章で既に述べた地形区分との関係では, 単元群 PTr が Cordillera Frontal に相当し, 単元群 J, K, T 及び Q の占める範囲が Cordillera Principal に属する。

細分された 35 の各地質単元についての写真的特徴及び地形的特徴等は Tabla 10 の総括表に示された通りである。単元群 Q を構成する 6 つの地質単元以外の各地質単元(単元に細分されていないものも含む)の上記の諸特徴のうち特筆すべきものは以下に掲げる通りである。

単元群 C : 暗色ないし暗灰色の階調, 高い抵抗度, 大きい起伏量

単元 PTr₁ : 粗粒の肌合, 極めて高い抵抗度, 大きい起伏量

単元 PTr₂ : 細粒の肌合, 高い抵抗度

単元 PTr₃ : 明色の階調, 細粒の肌合, 高い抵抗度

単元 J₁ : 多様に変化する階調と肌合

単元 J₂ : 単元 J₁ に類似するがそれよりやや低い抵抗度

単元 J₃ : 中灰色と暗灰色が細かく交互に現れる階調, 粗粒で凹凸の激しい肌合

単元 J₄ : やや高い抵抗度

単元 J₅ : 明灰色の階調, 低い水系密度, 低い抵抗度

単元 J₆ : 不均質な肌合, 高い抵抗度, 節理の発達

単元 J₇ を除く単元群 J の各地質単元では一般にベディングの発達が良好である。

単元 K₁ : 粗粒の肌合, やや低い抵抗度

単元 K₂ : 細粒で板状の肌合

単元 K₃ : 中灰色ないし明灰色の階調

単元 K₄ : 明灰色ないし明色の階調

単元 K₅ : 中灰色の階調, やや低い抵抗度

単元 K₆ : 明灰色の階調, 粗粒の肌合, 高い抵抗度

単元 K₇ : 中灰色の階調 — 高い水系密度と明灰色の階調 — 低い水系密度

单元K₁：中灰色ないし暗灰色の階調

单元K₂：中灰色の階調，均質で細粒の肌合，低い水系密度

上記单元群Kの各地質单元ではベディングの発達が極めて良好である。

单元T₁：中灰色ないし明灰色の階調，粗粒で凹凸の激しい肌合

单元T₂：中灰色ないし明灰色の階調，細粒でなめらかな肌合，高密度の垂格子状の
水系パターン

单元T₃：低い水系密度

单元T₄：明灰色の階調，粗い粒状の肌合，低密度の平行状の水系パターン

单元T₅：中灰色ないし暗灰色の階調，粗粒でざらざらした肌合，低密度の平行状の
水系パターン

单元W₁：中灰色の階調，粗粒で凹凸の激しい肌合，高い抵抗度

单元W₂：中程度の抵抗度以外W₁に類似

单元群D：粗粒で凹凸の激しい肌合，高い抵抗度

单元G₁：明灰色の階調，粗粒で凹凸に富む肌合，中程度の密度をもつ樹枝状の水系
パターン，中程度ないし高い抵抗度

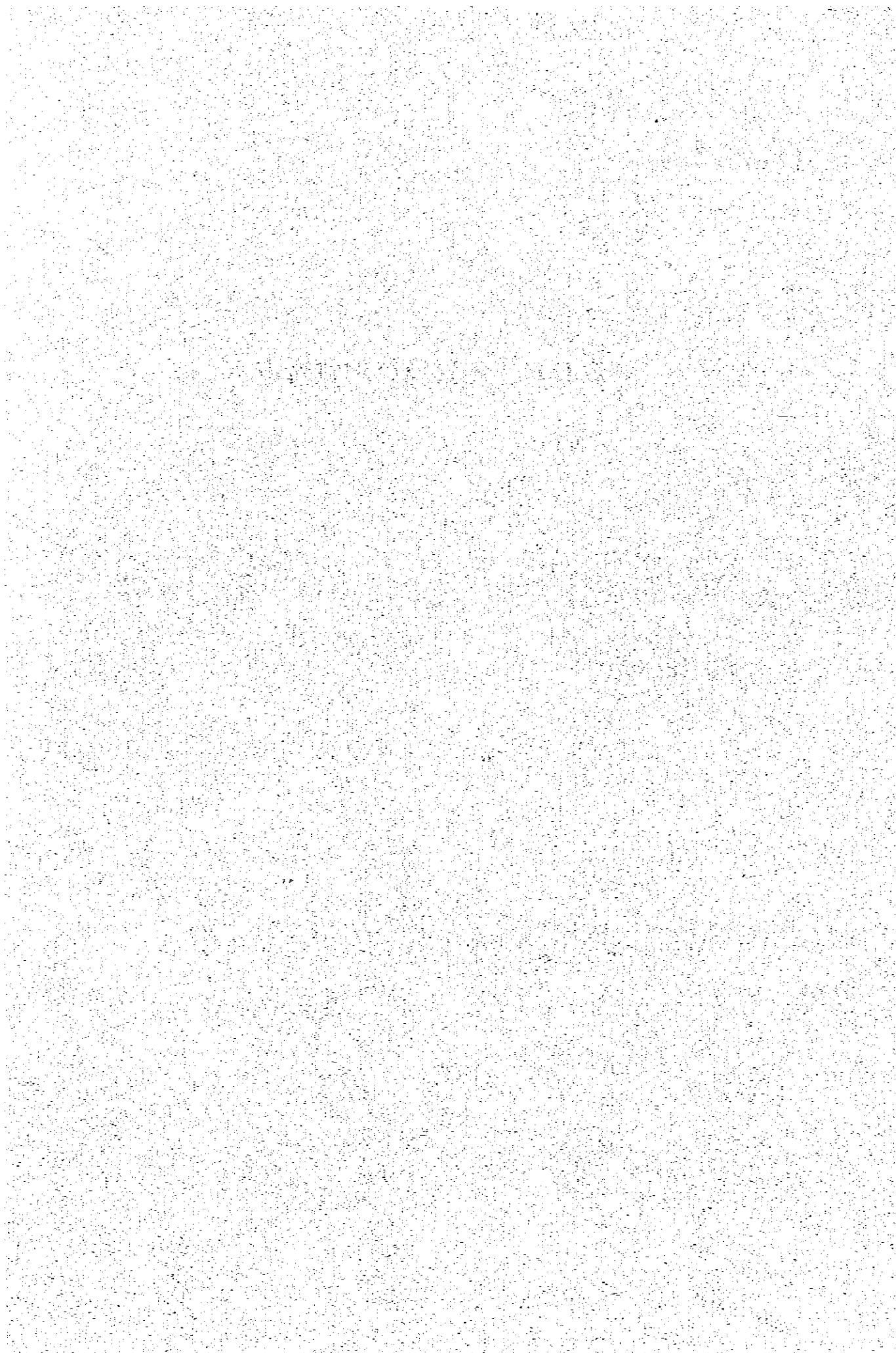
单元G₂：細粒の肌合以外G₁に類似

これら区分された各地質单元の分布状況には調査地域内で明瞭な偏在性が認められる
(P.L. 2-1, 2-2参照)。Zapala以北(南緯39°10'以北)の北東部の領域では单元群J及びKのジュラ系と下部白亜系の堆積岩類が激しい褶曲をくり返して広大に分布する。一方，Lago Alumíné東方の領域では单元群C, PTr, Jの石炭系変成岩類，二疊系ないし三疊系の火山岩類・火砕岩類や堆積岩類(ジュラ系下部ないし中部)がその中央部の山地を占めて卓越する。第三系の構成岩類もその領域に広く分布する。

Tabla 10. Cuadro de Características Obtenidas en la Interpretación Fotogeológica (Tercera Etapa)

Código	CARACTERÍSTICAS FOTOGRAFICAS						EXPRESION MORFOLOGICA										CUBIERTA			CONCLUSIONES	
	TONO		TEXTURA		DRENAJE		PROPIEDAD DE ROCA				CUBIERTA		CONCLUSIONES								
	roca	vegetación	cuño	roca	vegetación	cuño	externo o interno	modelo	densidad	perfil	resistencia	estratificación	inclinación	diacnasa	contacto	materia de superficie	vegetación	cuño	biología y estructura	chequeo en terreno	
C	oscuro a gris oscuro	-	-	finas	-	-	persistente	dendrítico	alta		alta	masivo	-	dos direcciones densidad baja	relativamente claro	nada a muy delgado	-	-	metamórficos o rocas volcánicas	metamórficos (esquistos)	
PI	gris oscuro a gris claro	gris oscuro	-	gruesa	gruesa	-	id	id	media		muy alta a alta	id	-	algunas direcciones	claro a vago	nada a delgado	dispersa	-	lavas y rocas volcánicas	andesitas, brecha tobacera, toba lapilli, riolita	
	id	gris medio	-	finas	id	-	id	id	id		alta	bien estratificada	leve a moderada	una dirección densidad baja	id	delgado	id	-	depósitos tobáceos	brecha tobacera, toba lapilli	
	claro	id	-	id	id	-	id	sub paralelo	id		id	id	id	algunas direcciones densidad baja	claro	id	id	-	id	lavas riolíticas, toba lapilli	
J	gris oscuro a gris claro	-	-	gruesa a fina bandada	-	-	id	paralelo a sub paralelo	media a alta		baja	muy bien estratificada	leve a acanalada	id	id	delgado a moderado	-	-	clásticos de finos y gruesos	marga, lutita, arenisca	
	gris medio a claro	-	-	id	-	-	id	paralelo	media		moderada a alta	id	leve a moderada	id	id	delgado	-	-	id	arenisca conglomerada	
	gris medio a gris oscuro	-	-	gruesa rugosa no pareja	-	-	persistente	sub dendrítico	media a alta		moderada	bien estratificada	leve	nada	claro	nada a muy delgado	nada a muy dispersa	nada	clásticos de granos gruesos y finos plegado levemente	arenisca fangolita	
J	id	-	-	finas a gruesa pareja	-	-	id	id	media		alta	id	id	nada a dispersa	id	id	id	id	clásticos de granos gruesos y finos, carbonatos plegado levemente	arenisca fangolita caliza conglomerada	
	claro	-	-	gruesa rugosa pareja	-	-	id	sub paralelo	baja		baja	no claramente observable	id	nada	id	id	id	id	carbonatos plegado levemente	yeso	
	gris medio a gris oscuro	-	-	finas a gruesa rugosa no pareja	-	-	id	sub dendrítico	media a alta		alta	muy bien estratificada	id	dos direcciones densidad alta	id	id	id	id	clásticos de granos gruesos plegado levemente	arenisca	
K	gris medio	-	-	finas a gruesa granular no pareja	-	-	id	sub dendrítico y dendrítico	baja a media		moderada	masivo	id	una dirección densidad baja	id	id	id	id	id	arenisca lutita, caliza marga	
	gris medio	-	-	finas bandada	-	-	id	id	media		id	bien estratificada	id	dos direcciones densidad baja	id	id	id	id	clásticos de granos gruesos y finos plegado levemente	id	
	gris medio a gris claro	-	-	finas a gruesa suave no pareja	-	-	id	dendrítico sub dendrítico sub paralelo	id		alta	muy bien estratificada	leve a moderada	algunas direcciones densidad media	id	id	id	id	clásticos de granos gruesos y finos, carbonatos, plegado y fallado moderadamente	arenisca fangolita caliza marga	
K	gris claro a claro	-	-	gruesa pareja	-	-	id	sub paralelo	baja		id	observable	id	id	id	id	id	id	clásticos de granos gruesos plegado moderadamente	arenisca	
	gris medio	-	-	finas suave no pareja	-	-	id	sub dendrítico	media a baja		moderada a baja	muy bien estratificada	id	nada	id	id	id	id	clásticos de granos gruesos y finos carbonatos plegado levemente	fangolita marga arenisca caliza	
	gris claro	-	-	gruesa pareja	-	-	id	sub paralelo	baja		alta	observable	leve	id	id	id	id	id	clásticos de granos gruesos	arenisca	
K	gris medio a gris claro	-	-	finas a gruesa rugosa no pareja	-	-	id	sub paralelo sub dendrítico	baja a alta		moderada	muy bien estratificada	leve a moderada	id	id	id	id	id	clásticos de granos gruesos y finos carbonatos plegado levemente	arenisca fangolita yeso	
	gris medio a gris oscuro	-	-	finas suave pareja	-	-	id	sub dendrítico	baja		id	bien estratificada	horizontal a leve	id	id	id	id	id	clásticos de granos gruesos y finos plegado levemente	arenisca fangolita	
	gris medio	-	-	finas pareja	-	-	id	paralelo	baja		id	bien estratificada	horizontal a leve	-	vago	delgado	-	-	clásticos de finos	-	
T	gris medio a gris claro	gris oscuro	-	gruesa rugosa	estructurada	-	id	dendrítico	id		id	id	leve	id	claro a vago	id	moderada	-	flujos de lava, depósitos tobáceos	-	
	gris claro a claro	-	-	finas suave pareja	-	-	id	sub dendrítico	id		moderada a baja	no claramente observable	horizontal a leve	id	relativamente claro	delgado	nada a muy dispersa	nada	depósitos tobáceos	toba	
	gris medio	-	-	gruesa rugosa no pareja	-	-	en parte interrumpido	sub paralelo	muy baja		moderada	temperamente estratificada	id	id	id	id	id	id	flujos de lava	basalto	
T	gris claro	-	-	gruesa granular pareja	-	-	id	paralelo	baja		id	id	id	id	claro	nada a muy delgado	id	id	depósitos tobáceos	-	
	gris medio a gris oscuro	-	-	gruesa rugosa	-	-	id	id	muy baja		moderada a alta	nada	-	id	id	id	id	id	flujos de lava	basalto	
	id	-	-	id	-	-	id	id	id		alta	id	-	id	id	id	id	id	id	-	
Q	id	-	-	id	-	-	id	id	id		alta	id	-	id	id	id	id	id	id	-	
	gris medio	gris medio a gris oscuro	-	finas suave pareja	finas suave pareja	-	id	paralelo y sub dendrítico	id		muy baja	id	-	id	id	nada	dispersa	id	clásticos de granos gruesos y finos	grava, arena, arcilla	
	id	-	-	finas a gruesa no pareja	-	-	id	paralelo	id		baja	id	-	id	id	nada a muy dispersa	id	id	id	id	
Q	id	-	-	gruesa rugosa	-	-	id	dendrítico	id		id	-	-	-	id	id	-	-	id	id	
	gris medio a gris claro	gris oscuro	-	finas suave	finas	-	id	distributivo	id		id	-	-	-	id	id	dispersa	-	id	id	
	id	id	-	id	id	-	id	masivo	id		id	-	-	-	id	id	-	-	id	id	
G	gris claro	oscuro a gris oscuro	-	gruesa rugosa	gruesa	-	persistente	dendrítico	media		moderada a alta	masivo	-	algunas direcciones	vago	delgado	id	-	batolitos o stocks de rocas graníticas	granitos	
	id	id	-	finas gruesa	id	-	id	id	id		id	id	-	id	relativamente claro	id	id	-	id	grafito, diorita cuarzifera	
	gris medio	-	-	gruesa	-	-	id	id	baja		moderada	id	-	-	vago	id	-	-	stocks	-	
V	id	-	-	gruesa rugosa	-	-	persistente	dendrítico	media		alta	nada	-	dos direcciones densidad baja	relativamente claro	nada a muy delgado	nada	nada	id	roca diorítica	
	id	-	-	id	-	-	id	sub paralelo	baja		id	temperamente estratificada	-	no observable	claro	id	id	id	diques y filón capes	andesita pórfido	

第6章 地質及び地質構造



第6章 地質及び地質構造

本調査地域約30万km²の地質及び地質構造は第1年次の地質鉱物資源等のデータコンパイルとランドサット・データの解析、第2年次と第3年次の空中写真の解析及びこれらに伴う地表地質チェックの結果から3つの大きな地質領域としてとらえることができる。即ち島状安定地塊域、古生代堆積盆地及び中生代～新生代堆積盆地である。

島状安定地塊域は調査対象地域北端から南緯33°付近まで発達するMacizo de Uspallata (ウスパジャータ地塊)及びほぼ南緯40°から44°まで分布するMacizo Norpatagónico (北パタゴニア地塊)である。前者は最大幅40kmで残留した古生界の地塊として露出しカンブリア系～オルドビス系を基盤に主としてデボン系、石炭系の海成層及び二疊系ないし三疊系(Serie Porfirítica)の火山岩類より構成され、ほぼ南北に伸長した形で分布する。後者は後述するアンデス堆積盆(Cordillera Principal及びCordillera Patagónica)を分断する形で分布しNW-SE方向に発達する。主として変成岩類とこれに古生代後期に侵入したと考えられる花崗岩類より成る。

古生代堆積盆地は調査地域北部地区ではCordillera Frontalと呼称され地域北端から南緯35°付近まで追跡されるもの、南緯37°付近及び39°付近に、南北にそれぞれ約80kmで伸長した形で分布するものがある。この3つの島状地塊のうち後2者はそれぞれCordillera del Viento及びEspinazo del Zorroと呼ばれる。これらは主として古生界と推察される変成岩類(二疊系ないし三疊系のSerie Porfirítica)より構成され、中性ないし酸性の貫入岩体を伴う。貫入岩類は部分的に底盤状構造を示し、活動の時代は二疊紀ないし三疊紀後期から白亜紀後期ないし第三紀の間と推察される。

一方Macizo Norpatagónicoの南に分布する古生代堆積盆はCuenca Paleozóica Superior(上部古生界堆積盆)と呼ばれデボン紀ないし石炭紀ないし二疊紀前期の弱変成作用を受けた砂岩・粘板岩の互層より成りEl Bolsón, Esquel, Tecka北東及びEl Corcovado等に分布している。北部地区で優勢な発達を示しているSerie Porfiríticaは中部地区では分布は小さく南緯41°30'～42°00'付近において北西～南東方向に酸性火山岩が分布するに過ぎない(Garamilla層、二疊系ないし三疊系)。

一方アルゼンティン及びチリー西共和国国境付近、ほぼ南緯47°から南域に広く発達する変成岩類はRío Lácteo層と呼ばれデボン系ないし石炭系下部の片岩類、頁岩、千枚岩及び石灰岩より成り後述するMagallánica堆積盆の基盤を形成している。Macizo de Deseado(デセア

ド地塊)と称して安定地塊に分類される場合もある。

中生代～新生代堆積盆地はMacizo Norpatagónicoの安定地塊を境にして北域をCordillera PrincipalとAntepais、南域を北からCordillera Patagónica、Cordillera Patagónica Austral及びMagallánica堆積盆と呼称されている。

Cordillera Principalはアンデス地向斜の海成層で特徴づけられ、アルゼンティン共和国側では最西部の地質ユニットであり西方への延長部はアンデス山脈の中央部を越えチリー共和国側でも広く発達する。アルゼンティン共和国側では主としてジュラ系から下部白亜系までの堆積岩類より構成される。ジュラ系は主として石灰岩・砂岩及び泥岩よりなる海成層と、上部の一部で中性の火山岩層及び蒸発残留岩を挟在する。下部白亜系はその下部が石灰岩・砂岩等の海成層を主体とするが蒸発残留岩の薄層を挟み上部では赤色砂岩・泥質岩等の陸成層で構成される。

一方、チリー共和国側では本地区の北部(Santiago周辺)を中心に、上部ジュラ系、白亜系(上下部に分けられる)及び第三系が発達する。Santiago南東方の領域では特に上部白亜系が著しく発達し、同市北東部のいわゆるポーフィリー・銅床のベルト地帯では第三系が偏在する。上部ジュラ系はアルゼンティン共和国側と同様に海成層を主体とし、蒸発残留岩(石膏層)、火山噴出物等より構成される。下部白亜系は海成の石灰岩層、上部白亜系は中性の火山岩類・火砕岩類及び若干量の堆積岩類(礫岩、砂岩等)よりなる。第三系も少量の非火山岩類(礫岩、砂岩)を伴うが、大部分は中性の火山岩類・火砕岩類で構成される。

これらはほぼ南北方向の伸長した分布をとり地質構造としては同斜構造と同方向の断層を伴った激しい褶曲構造で特徴づけられる。

上述したこれらの全体の構成岩類の分布域に大小の規模の中性ないし酸性の貫入岩類が多散在する。アルゼンティン共和国側では、これらは岩株状の形態を示し、地表露出で径10kmを越えないが、チリー共和国側のもは長径で30～50kmの規模もしばしば認められる。貫入岩類の活動時期は白亜紀ないし第三紀である。

Antepaisはアルゼンティン共和国側のCordillera Principalの東側に位置し、南緯34°30'付近から37°付近に分布する。上部白亜系と第三系の陸成層と第四系の玄武岩溶岩が主体であり、堆積岩層はほぼ水平層を形成する。

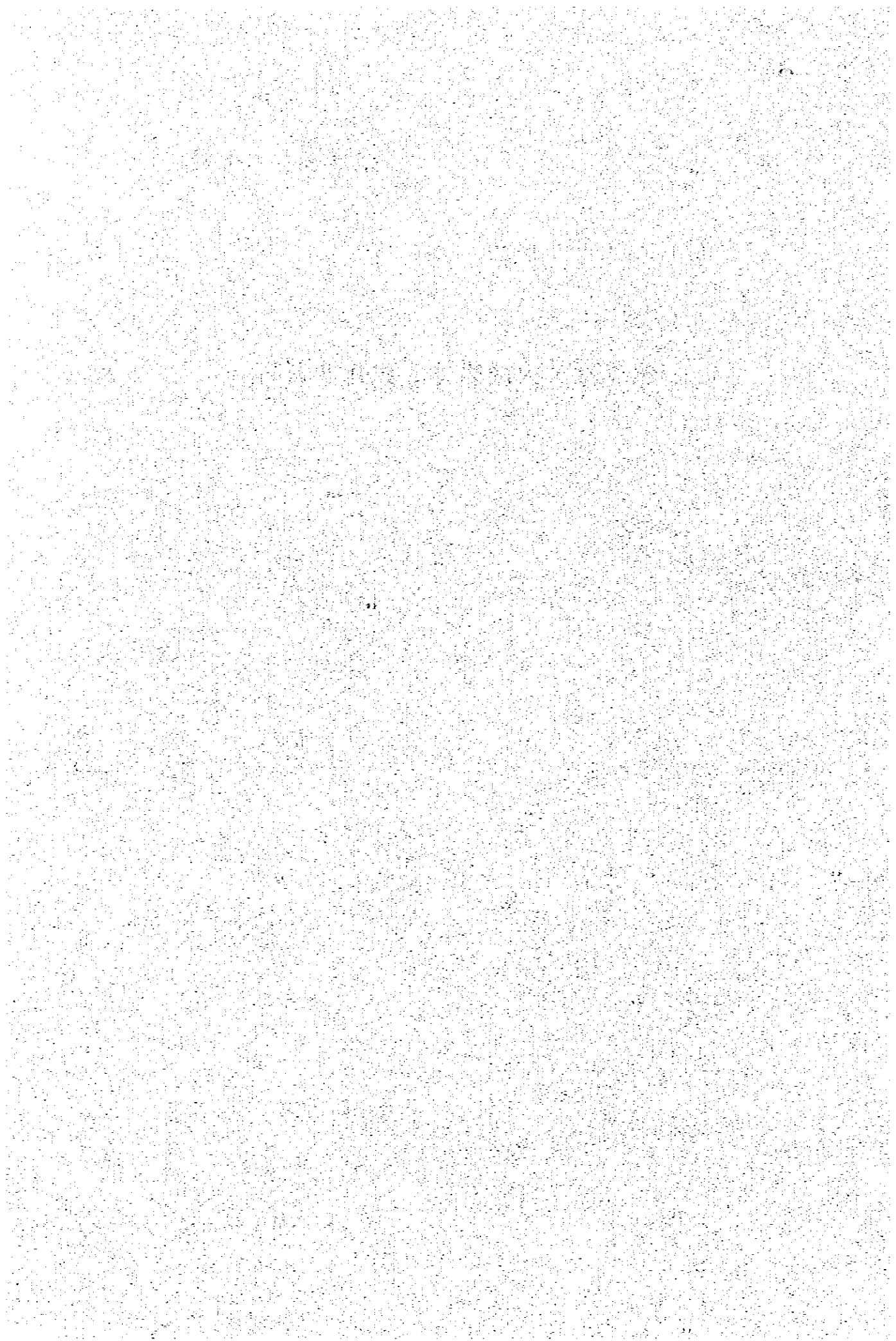
主として第四紀の火山活動は、平面的広がりでは上述のAntepaisの部分とCordillera Principalの国境付近に集中する。

Macizo Norpatagónico安定地塊よりさらに南部の中生代～新生代堆積盆のうち南緯

42° 00'から44° 30'にかけてはジュラ系及び白亜系に火山岩類及び酸性ないし中性の深成岩類が卓越し堆積岩類に乏しい地区として特徴づけられる。とくにCordillera Patagónicaは主として白亜系の花崗岩質バソリスよりなり本地区西縁からチリー共和国領土内に南北方向を示しながら発達する。

南緯44°以南のCordillera Patagónica Australでは既述のMacizo de Deseadoの変成岩類を貫き白亜系の花崗岩類が大規模に分布するとともに、この変成岩類を基盤にして、不整合にジュラ系下部の中性火山岩類、白亜系下部の海成層(砂岩、泥岩、石灰岩)、白亜系上部の陸成層(砂岩及び安山岩質火砕岩)及び第三系の堆積岩・火山岩類が累重し、ほぼ南北の向斜軸をもち南に開いた向斜構造を示す。このジュラ系、白亜系及び第三系の堆積盆をMagallánica堆積盆と称している。

第7章 火成岩体と鉍化変質帯



第7章 火成岩体と鉱化変質帯

7-1 火成岩の化学組成

本調査地域内特に中央アンデス～パタゴニアアンデスのポーフイリーカッパー鉱床あるいは鉱化変質帯及び銅—鉛—亜鉛鉱脈等は火山岩—貫入岩(深成岩)帯に主として生成している。

これらの鉱化変質帯生成に関連している貫入岩体は中性成分を示す典型的なカルクアルカリ岩系であり、岩石はトナル岩、花崗閃緑岩及び石英モンゾニ岩が主体を占めている(Sillitoe, 1981)。

第2年次調査地域(以下地域Iと称する)及び第3年次調査地域(以下地域IIと称する)では、空中写真判読結果の地表地質チェック調査実施の際、貫入岩及び火山岩分布域より岩石試料を採取し室内にて全岩分析を実施した。分析成分は SiO_2 , Al_2O_3 , Fe_2O_3 , TiO_2 , MgO , CaO , Na_2O , K_2O , P_2O_5 , FeO , MnO , LOI , Ba (地域Iのみ), F 及び Cl であり、両地域とも20試料である。

この分析結果から次の図・表を作成した。

即ち、

- (a) C.I.P.W. ノルム表 (Table 13)
- (b) 石英(Cz) — 斜長石(Ab + An) — 正長石(Or) ダイアグラム (Fig. 12)
- (c) MFA ダイアグラム (Fig. 13)
- (d) D.I. (Differentiation Index) 変化図 (Fig. 14) である。さらにモード分析に基づく岩石種は、(e) モード分析三角ダイアグラム (Fig. 15) にまとめた。

以上の諸データより地域(I～II)に生成している花崗岩質岩類及び火砕岩類は、酸性から増基性を示す典型的なカルクアルカリ岩系である。これらの花崗岩質岩類は主として花崗閃緑岩(14試料)、トナル岩(6試料)及び石英閃緑岩(3試料)よりなっている。

7-2 花崗岩類の帯磁率

7-2-1 帯磁率の測定

花崗岩類岩石が磁鉄鉱系列であるか、チタン鉄鉱系列であるかを分類する実用的基準として石原(1982)は次の3方法を提唱している。即ち、

- (a) 岩石帯磁率, $100 \times 10^{-6} \text{emu/cc}$

(b) 全岩 $\text{Fe}_2\text{O}_3/\text{FeO}$ (重量%), 0.5

(c) モード分析の不透明鉄物量, 0.1容量%以上の指数より大きい値を持つ岩石が磁鉄鉄系列, 小さい場合にはチタン鉄鉄系列と呼ばれるという。

調査地域の花崗岩類が磁鉄鉄系列であるかチタン鉄鉄系列の傾向を示すかを分類するため, 第2年次調査地域にて20個, 第3年次調査地域で6個の岩石試料を採取し帯磁率の測定を行った。その結果はTable 14及びTable 15に示す通りである。尚, 第2年次調査では帯磁率測定用岩石試料採取位置にてKAPPAMETER KT-5型による野外測定も行った。その結果はTable 14につけ加えた。

7-2-2 帯磁率測定結果の検討

第2年次調査にて採取した20個の岩石試料のうち帯磁率 $100 \times 10^{-6} \text{emu/cc}$ 以下を示したものは3個で他は $100 \times 10^{-6} \text{emu/cc}$ 以上を示している。一方全岩分析の結果 (Table 11) から考察すると, 全岩分析用岩石試料採取位置と必ずしも同一箇所ではないが, $\text{Fe}_2\text{O}_3/\text{FeO}$ (重量%) の値が0.5以下を示す試料はRS-58 (Table 12) のみである。さらにモード分析 (Fig. 15) の結果, 不透明鉄物の容量比で0.1%以下を示すものはない。

以上から第2年次調査地域に分布する花崗岩類は北部地区に分布する一部の花崗岩類を除いて磁鉄鉄系列に属すると考えられる。

第3年次調査にて採取した6個の岩石試料はいずれも帯磁率 $100 \times 10^{-6} \text{emu/cc}$ 以上を示し $\text{Fe}_2\text{O}_3/\text{FeO}$ (重量%) が0.5以上, さらにモード分析の不透明鉄物容量比も0.1容量%以上を示しており磁鉄鉄系列に属すると考えられる。

7-3 花崗岩類の進入時期

調査地域に分布する花崗岩類の進入時期を明らかにするために10個 (第2年次調査5個, 第3年次調査5個) の試料を選びK-Ar法による年代測定を実施した。

測定条件及び測定結果はTable 16の通りである。

試料採取位置はFig. 16とFig. 17に示した。尚, 地質時代は次の通りである。

	Número de Muestra	Edad(m. a.)	地質時代
Segunda Etapa	S-2	147 ± 7	ジュラ紀後期
	S-8	240 ± 12	三疊紀中期ないし前期
	S-16	132 ± 14	白堊紀前期
	S-22	85.4 ± 7.1	白堊紀後期
	S-24	998 ± 5.0	白堊紀前期
Tercera Etapa	SR-45	21.3 ± 1.1	新第三紀中新世
	SR-58	225 ± 11	三疊紀中期
	SR-75	642 ± 32	白堊紀後期
	MR-33	722 ± 3.6	白堊紀後期
	RT-29	222 ± 11	三疊紀中期

Fig. 16 には A. Lizuain (1981) がまとめた K-Ar 法による年代測定結果をつけ加えてある。

第2年次調査地域内の鉍化変質帯の中で地表での鉍化変質が優勢なものは Condorcanqui と Caquel であるが、鉍化作用をもたらしたと推定される花崗岩類の年代測定結果では、前者が 37 ± 2 m.a. (A. Lizuain, 1981), 後者が 85.4 ± 7.1 m.a. (今回調査) の年代が得られており、両者の花崗岩類の活動時期もアンデス山脈におけるボーフィリーカッパー鉱床生成に関連する火成活動の一時期 (S. R. Tilley · R. E. Beane, 1981) と矛盾しない。

一方第3年次調査地域内の La Voluntad 及び Carreri 鉍化変質帯近傍の花崗閃緑岩がいずれも三疊紀中期を示しているが、これは鉍化変質帯の項で後述するように Serie Porfirítica に伴う (あるいはこれに貫入した) パソリスであり La Voluntad 及び Carreri 鉍化帯をもたらしたと想定される岩株 (石英斑岩) とは時代的な関係はない。

7-4 火成作用と鉍化変質帯との関係

これまでの調査によって地域 I ではボーフィリーカッパー鉱床型鉍化変質帯が6ヶ所、マソト型が1ヶ所、地域 II においてはボーフィリーカッパー鉱床型鉍化変質帯が2ヶ所、鉍脈鉱床型が5ヶ所見出されている。これらの鉍化変質帯の概要は Tabla 17 及び Tabla 18

にまとめた。

地域Ⅰではバタゴニアアンデスの中でもジュラ系・白亜系(Lago La Plata層群等)、第三系(Ventana層, Serie Andesítica)の安山岩質火山岩類や酸性ないし中性の底盤状貫入岩類が卓越し堆積岩類に乏しい地区として特徴づけられ特に地域外北部に発達し、しかも南アメリカ大陸を横切るように分布する山塊Macizo Norpatagónico(変成岩類とこれら貫く古生代深成岩類)によってCordillera Principal(中生代～新生代堆積盆)即ち、地域Ⅱを含みチリー側に延長される地域とは地理的、地質的に大きく分断されている。

一方地域ⅡはCordillera Principal中でも火成活動が比較的少ない劣地向斜相(東斜)と火成活動の活発な優地向斜相(西斜)のほぼ境界付近にある。

従って、これらの地質環境、特に火成活動と酸化変質帯との関係という観点から、これら2地域の特徴を見ると、Tabla 17とTabla 18の酸化変質帯一覧表からも明らかなように地域Ⅰでは安山岩質火砕岩とこれに貫入する白亜紀の貫入岩という関係で酸化変質帯の生成を理解することができる。一方、地域Ⅱでは酸化変質作用にジュラ系ないし白亜系の堆積岩類と貫入岩という関係が大勢を占めている。しかし地域ⅡのLa Voluntadでは古世代堆積盆の1つであり、しかも安山岩質火砕岩を主とした二疊系ないし三疊系のSerie Porfiríticaを被貫入岩として、三疊紀の花崗岩質パソリス中にさらに貫入した石英斑岩(恐らく同時期の活動と推定されている)の岩株に銅・モリブデンの酸化作用が認められている。以上から2地域とも、酸化変質帯生成に有利な条件として、安山岩質火砕岩と花崗岩質貫入岩という地質環境が、本調査から導かれると考える。

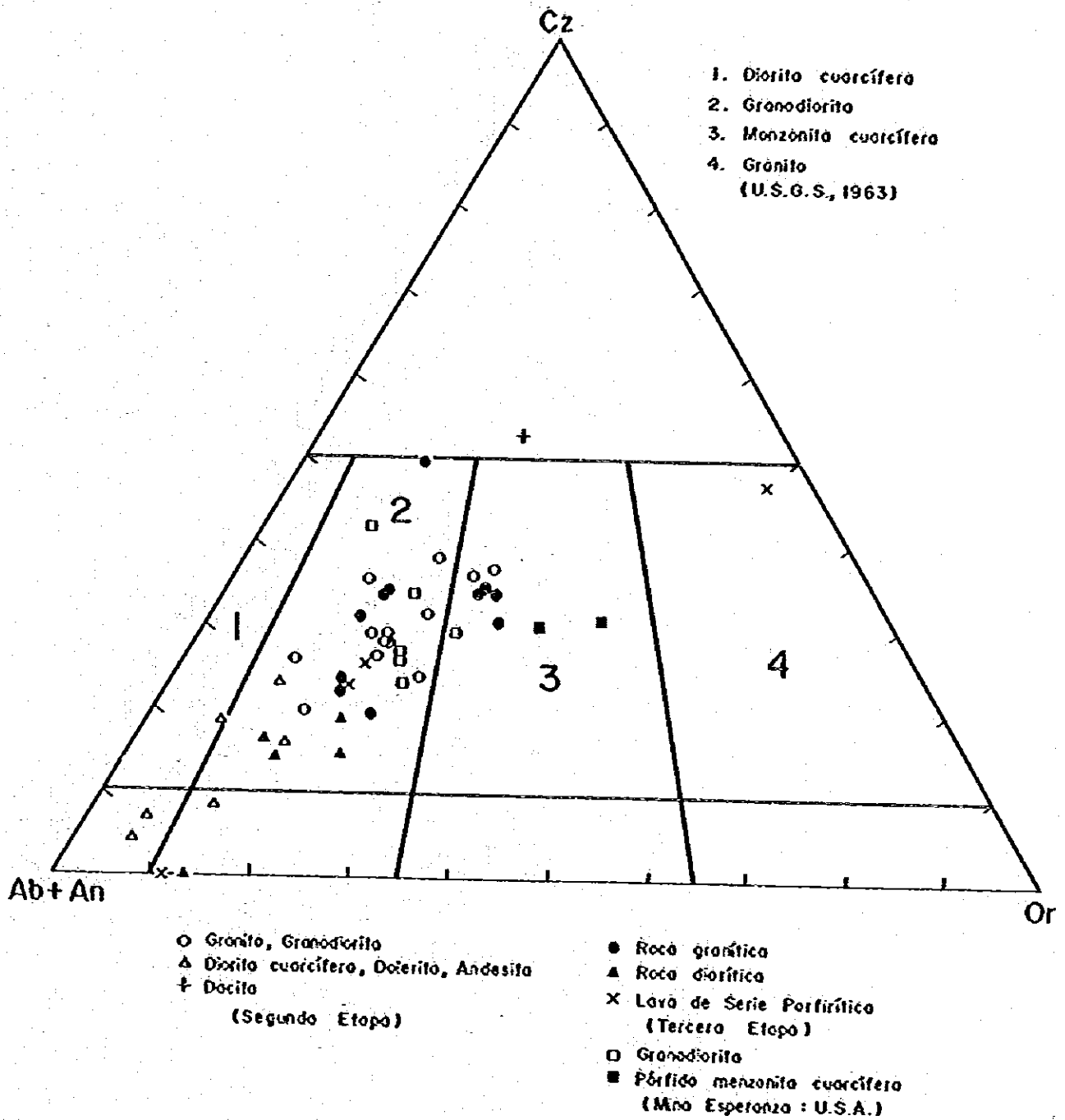


Fig.12 DIAGRAMA Or - Cz - Ab + An NORMATIVO (INTEGRAL)

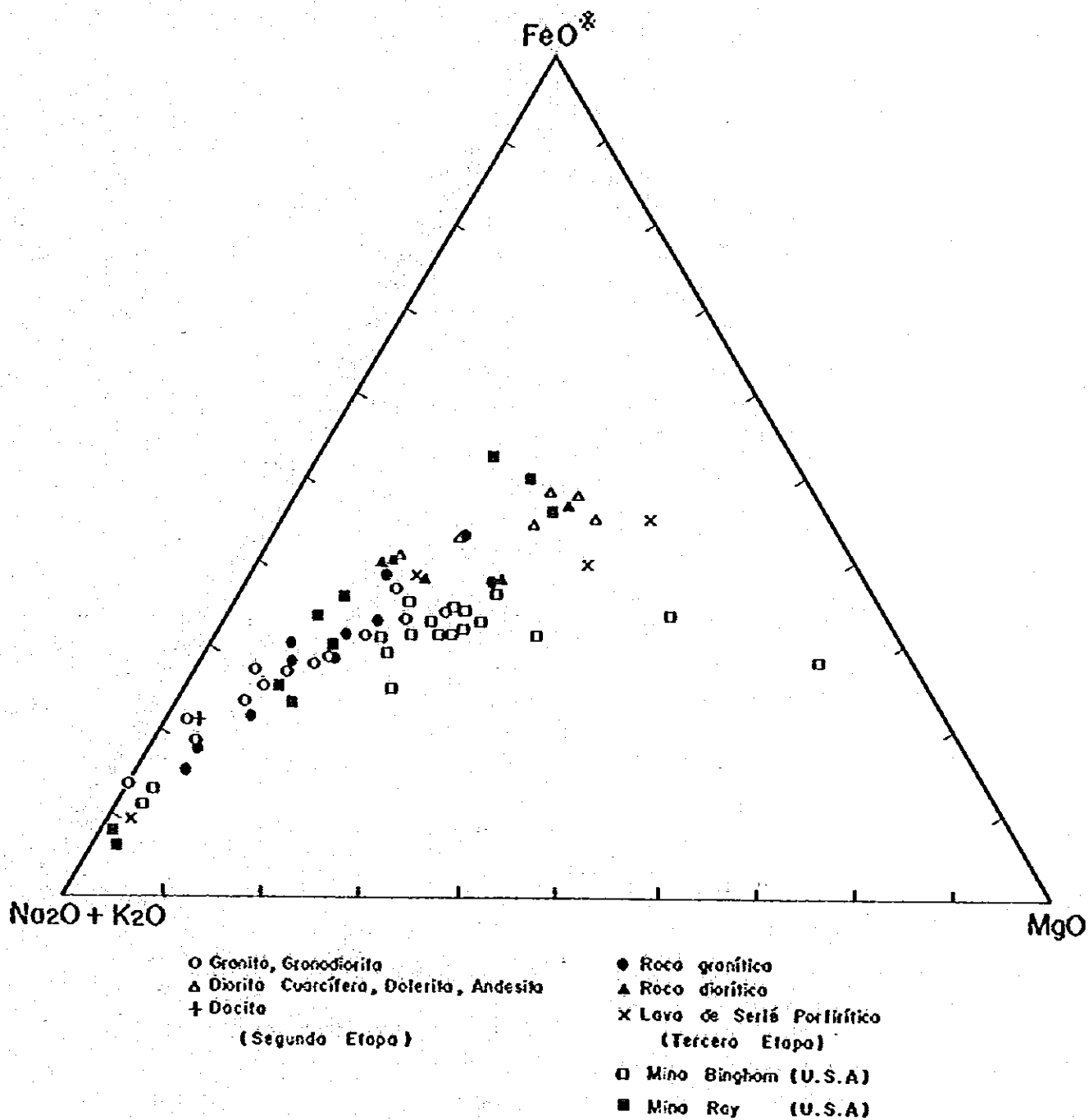
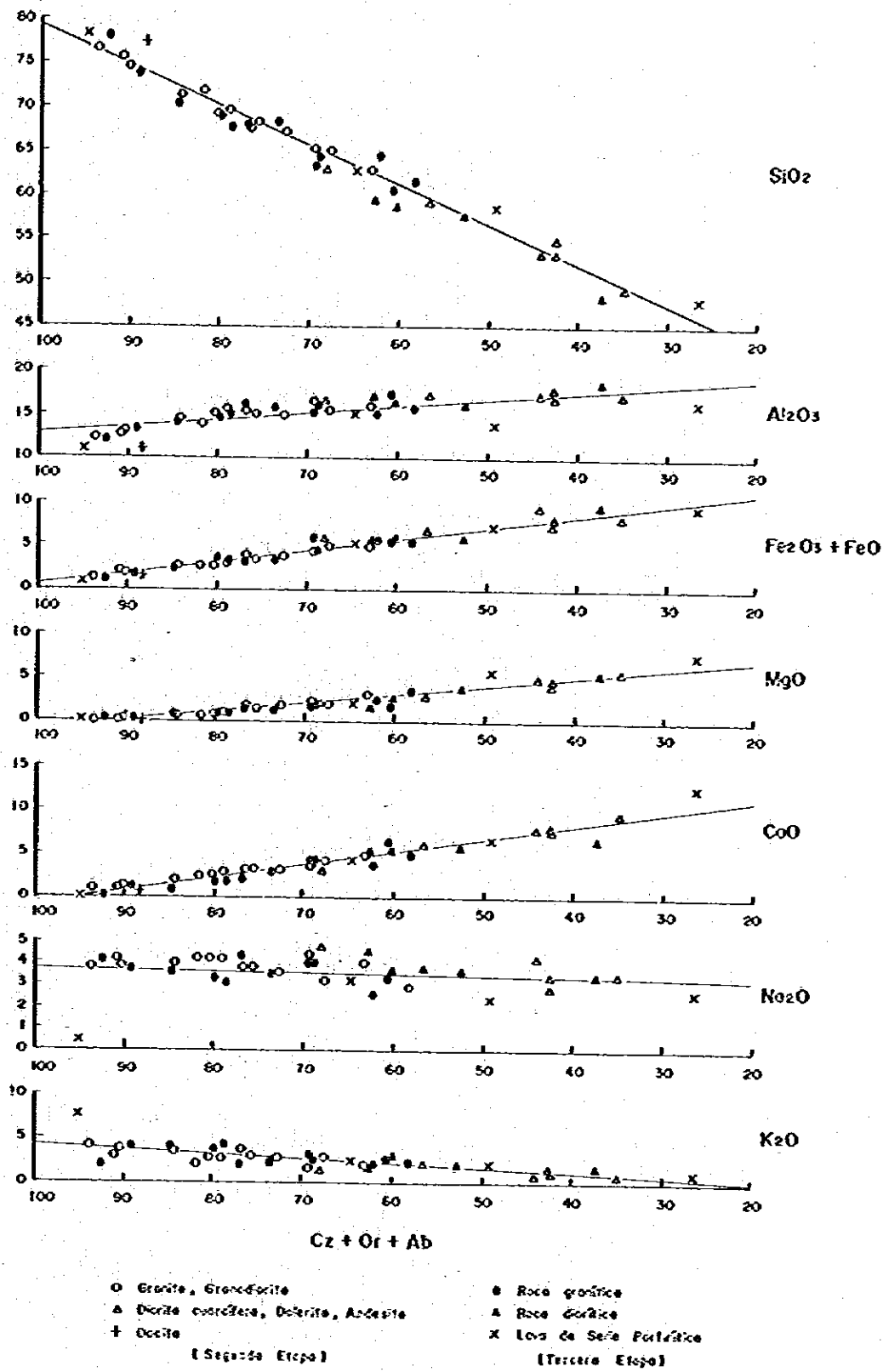


Fig.13 DIAGRAMA AFM (% en peso) - INTEGRAL



**Fig.14 DIAGRAMA DE OXIDOS DE ELEMENTOS MAYORITARIOS
CÓN RESPECTO AL INDICE DE DIFERENCIACIÓN
(INTEGRAL)**

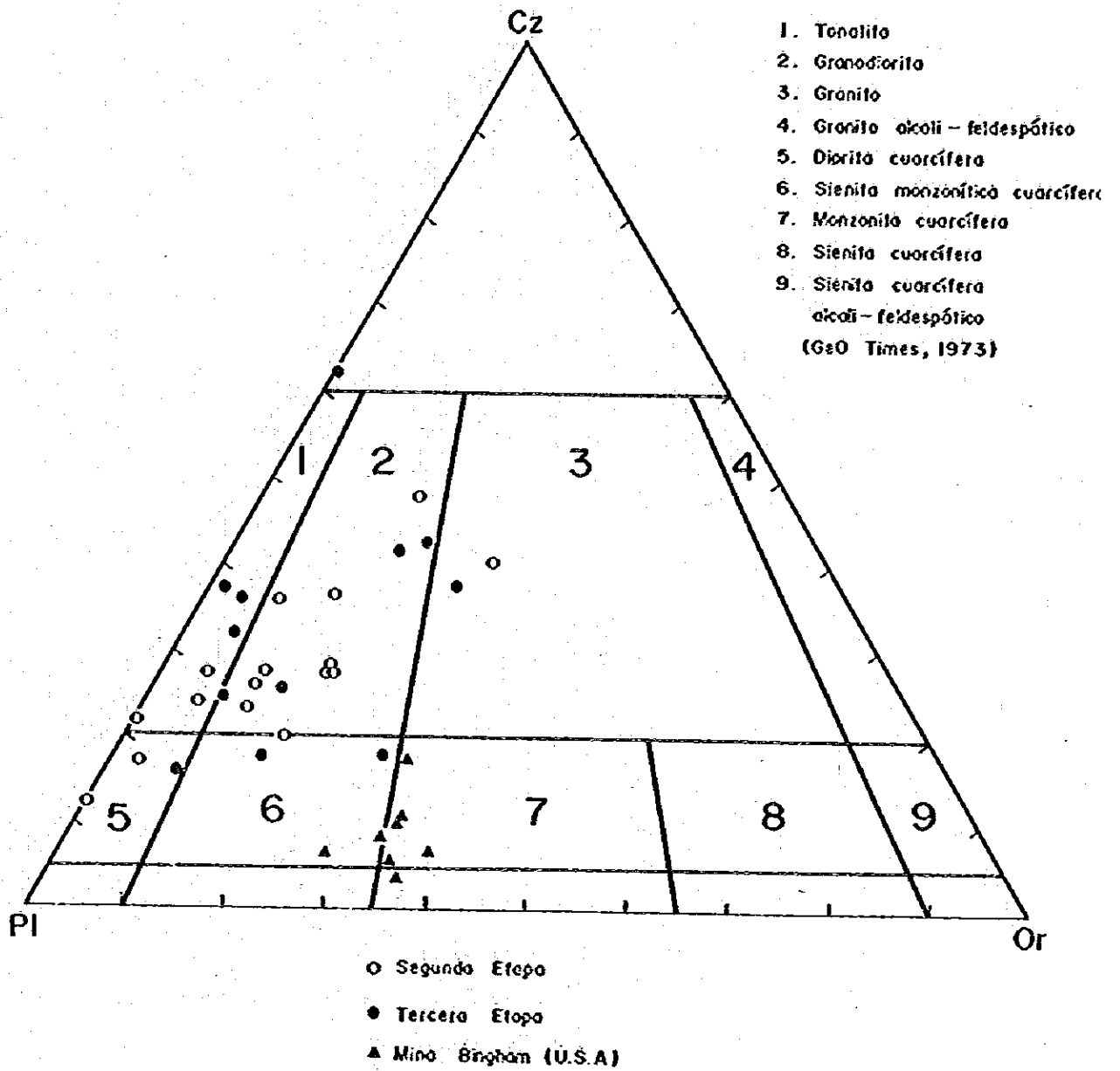
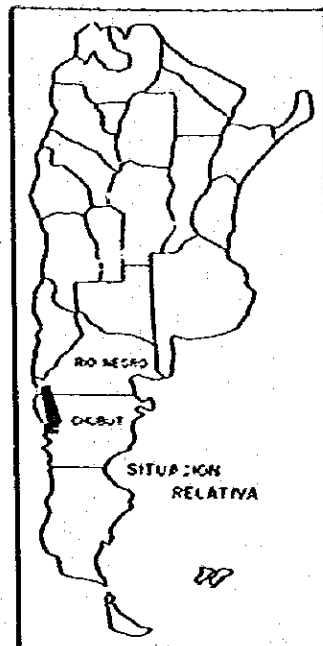
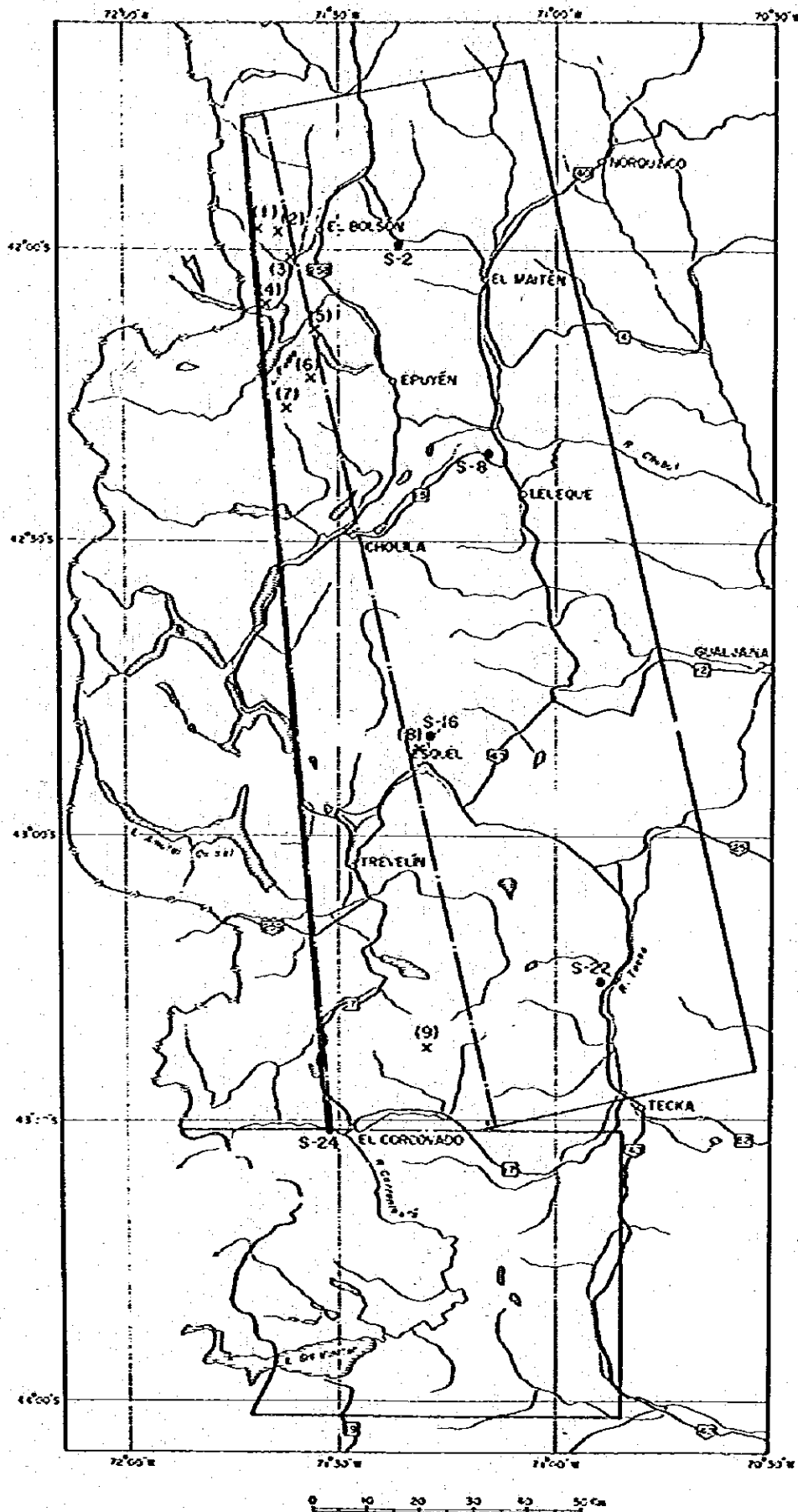


Fig.15 DIAGRAMA DE Or - Cz - Pl MODAL PARA ROCAS GRANÍTICAS (INTEGRAL)



Ubicación	Edad (my)
S - 2	147 ± 7
S - 8	240 ± 12
S - 16	132 ± 14
S - 22	85.4 ± 7.1
S - 24	99.8 ± 50

(MVAJ, 1983)

Ubicación	Edad (my)
(1)	{ 82 ± 3 169 ± 10
(2)	380 ± 15
(3)	{ 127 ± 5 173 ± 5
(4)	{ 135 ± 5 169 ± 10 90 ± 5
(5)	367 ± 15
(6)	37 ± 2
(7)	42 ± 2
(8)	174 ± 21
(9)	101 ± 5

(A Lizuain, 1981)

Fig.16 UBICACION DE MUESTRAS PARA DATACIONES RADIOMETRICAS (K/Ar)
(SEGUNDA ETAPA)

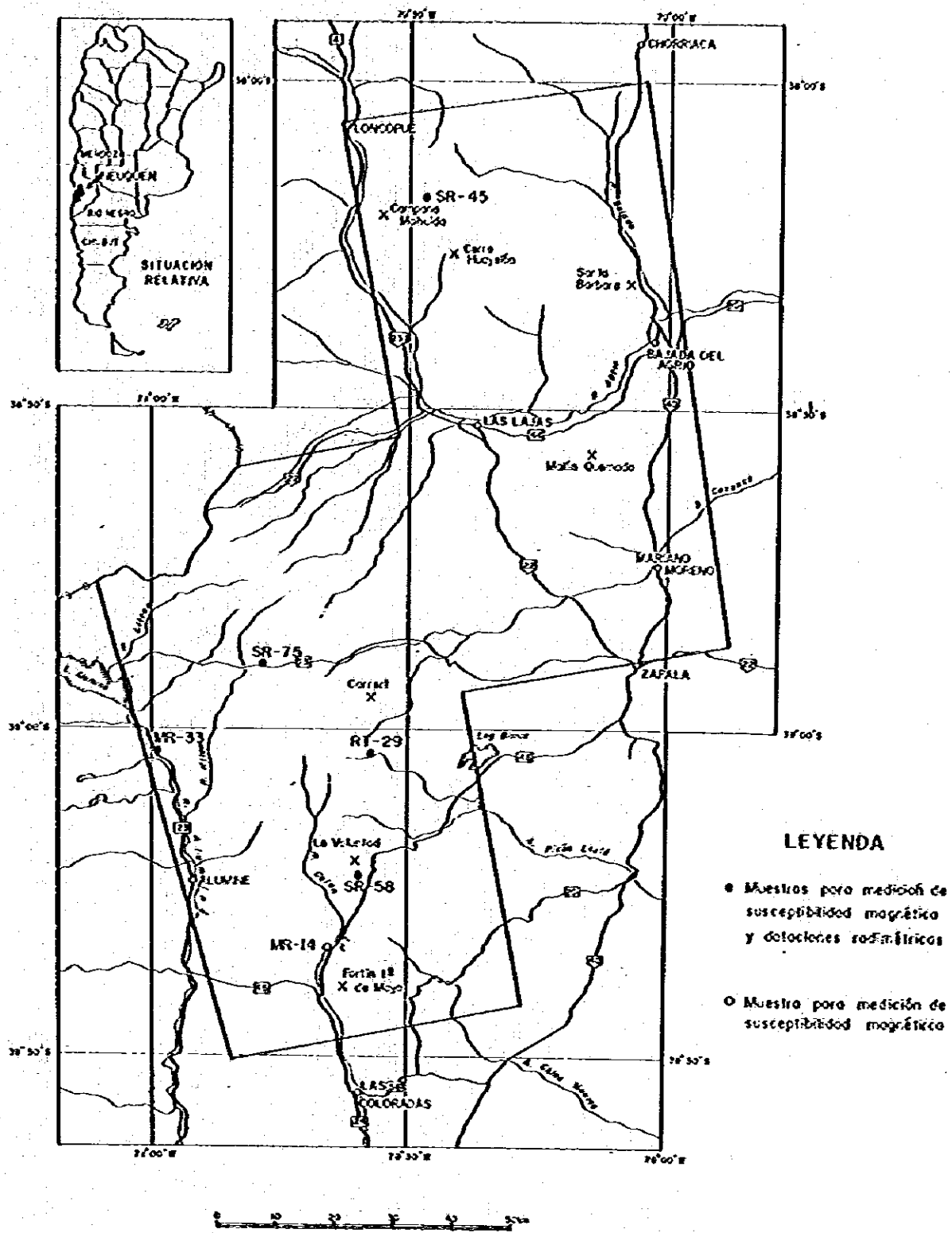


Fig.17 UBICACION DE MUESTRAS PARA MEDICION DE SUSCEPTIBILIDAD MAGNETICA Y DATACIONES RADIMETRICAS (K/Ar) (TERCERA ETAPA)

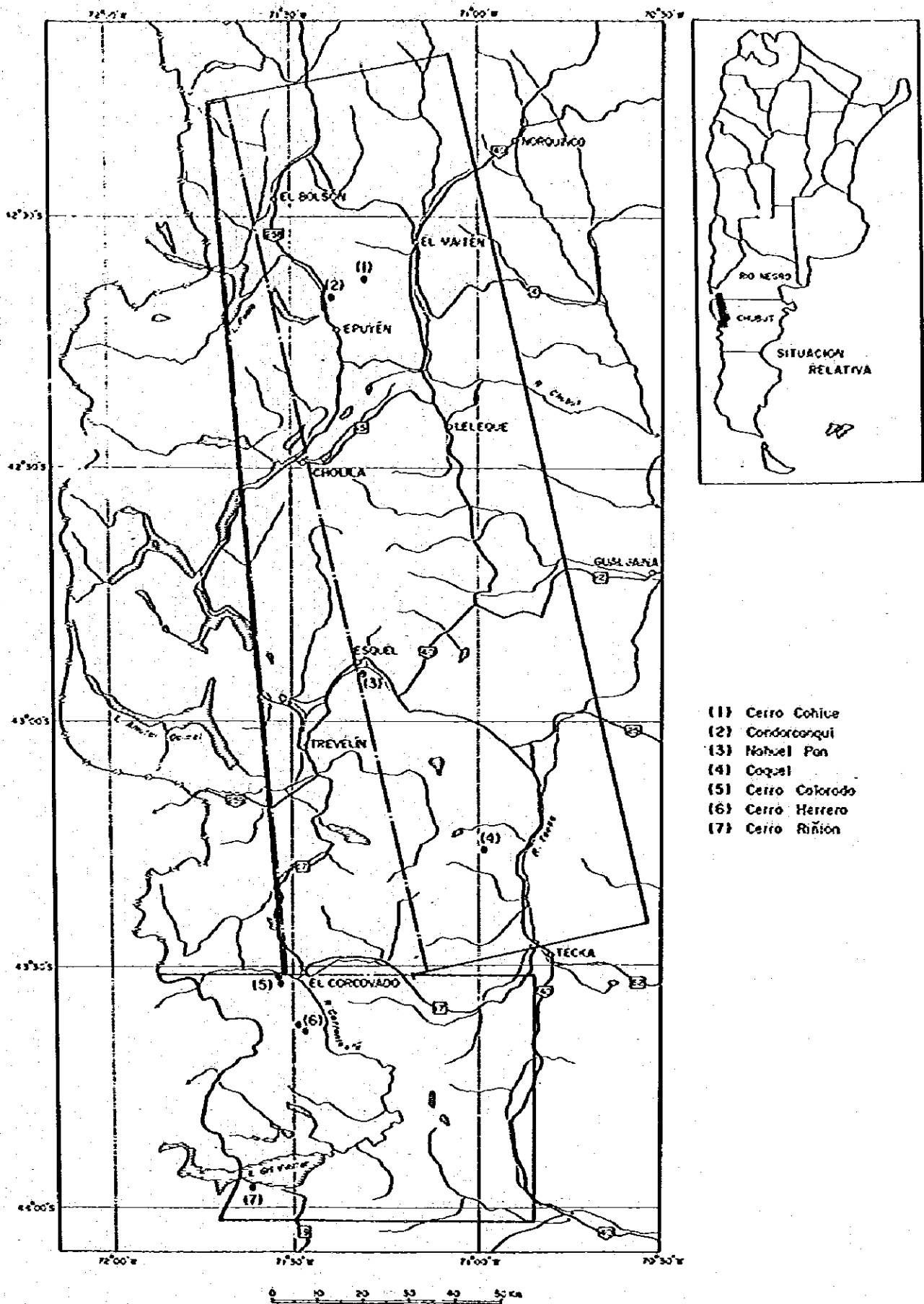


Fig.18 UBICACION DE LAS ZONAS DE ALTERACION Y MINERALIZACION
(SEGUNDA ETAPA)

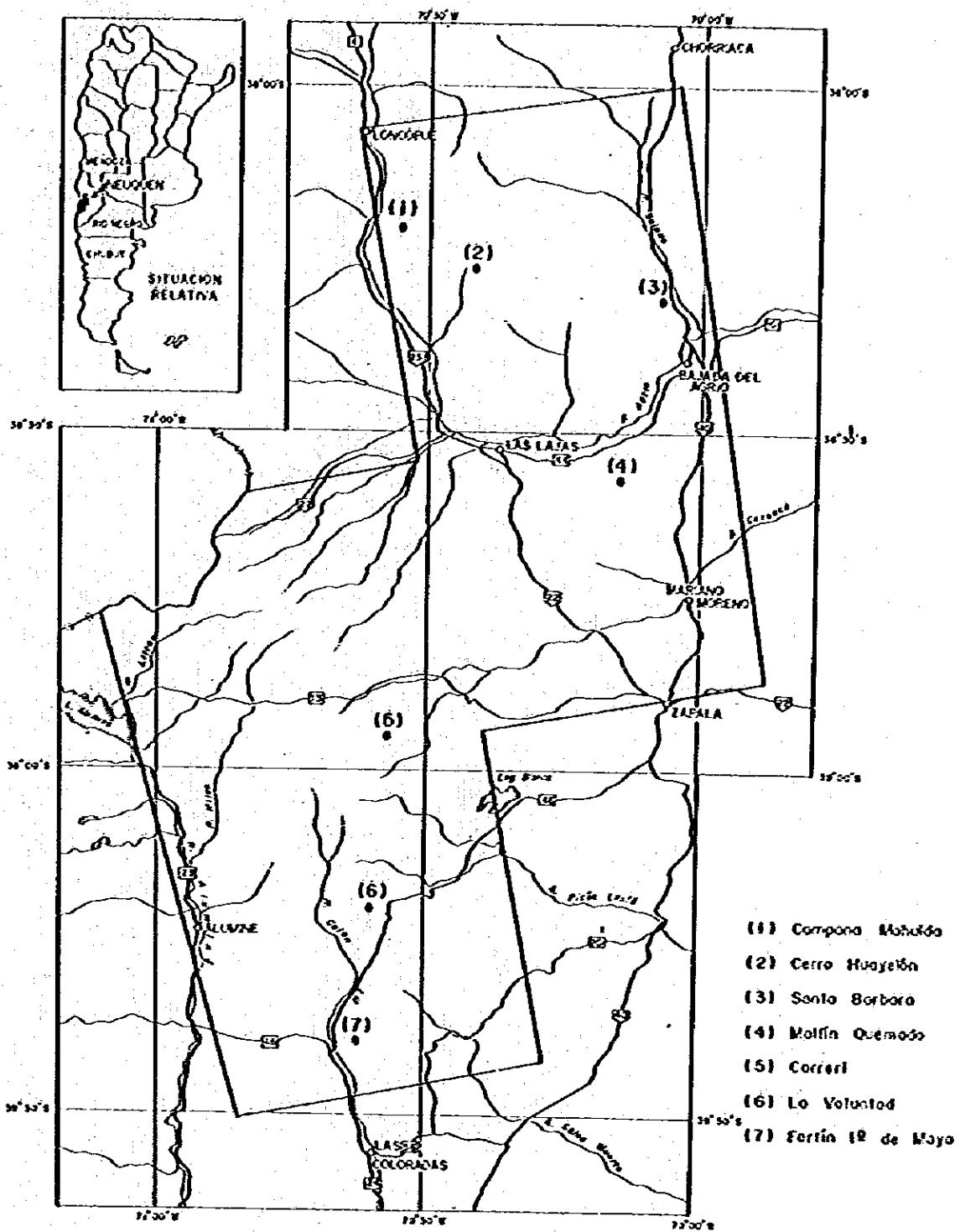


FIG. 19 UBICACION DE LAS ZONAS DE ALTERACION Y MINERALIZACION (TERCERA ETAPA)

Tabla 11. Composición Química de Rocas Igneas (Segunda Etapa)

Número de Muestra	RN-4	RN-7	RN-14	RN-15	RN-30	RN-47	RN-70	RC-2	RC-11	RC-12	RC-19	RC-23	RC-26	RS-21	RS-24	RS-29	RS-43	RS-58	RS-77	RS-94
Nombre de Roca	Do	A	A	D	GD	G	DC	GD	GD	A	DC	GD	GD	GD	G	GD	GD	DC	GD	GD
Oxidos y Elementos	GD	Do	A	D	GD	G	DC	GD	GD	A	DC	GD	GD	GD	G	GD	GD	DC	GD	GD
SiO ₂ %	75.74	49.20	53.25	77.44	69.35	76.75	53.25	69.83	72.03	55.06	59.35	68.47	65.42	65.19	74.67	71.54	63.03	63.03	67.39	67.76
TiO ₂ %	0.21	1.49	1.81	0.12	0.39	0.07	0.88	0.43	0.36	0.93	0.94	0.51	0.69	0.64	0.28	0.40	0.75	0.71	0.52	0.52
Al ₂ O ₃ %	12.86	17.04	17.07	11.00	15.13	12.41	17.62	15.49	14.05	16.78	17.18	15.07	16.62	15.62	13.18	14.35	16.03	16.40	15.07	15.39
Fe ₂ O ₃ %	1.13	4.16	3.97	1.05	1.66	0.64	2.72	1.65	1.55	4.46	2.97	1.66	2.05	2.43	1.55	1.56	1.87	1.89	1.73	1.64
FeO %	1.01	3.95	5.32	0.65	1.22	0.68	4.60	1.47	1.19	3.45	3.81	1.87	2.30	2.51	0.50	1.12	3.09	3.88	2.23	2.08
MnO %	0.07	0.11	0.12	0.06	0.07	0.06	0.09	0.07	0.06	0.12	0.11	0.07	0.07	0.09	0.06	0.08	0.10	0.15	0.10	0.08
MgO %	0.20	5.37	4.69	0.24	0.86	0.01	4.11	1.04	0.58	4.44	2.89	1.53	2.26	2.00	0.42	0.74	3.06	1.89	1.83	1.50
CaO %	1.00	9.17	7.54	0.84	2.49	0.85	7.63	2.93	2.36	7.76	5.89	3.18	3.70	4.16	1.15	1.96	4.85	2.99	3.30	3.22
Na ₂ O %	4.21	3.38	4.15	2.43	4.23	3.85	3.31	4.23	4.21	2.77	3.73	3.82	4.40	3.26	3.89	4.06	4.02	4.73	3.63	3.85
K ₂ O %	3.18	0.65	0.73	3.23	2.99	4.27	1.46	2.76	2.18	0.96	2.08	3.06	1.66	2.86	3.92	3.47	2.16	1.55	2.87	3.78
P ₂ O ₅ %	0.04	0.29	0.50	0.03	0.08	0.01	0.24	0.13	0.06	0.22	0.20	0.13	0.24	0.13	0.08	0.09	0.14	0.20	0.10	0.09
Ba ppm	451	127	175	589	564	28	439	834	545	394	430	414	363	639	510	529	412	411	484	516
F ppm	120	180	260	130	300	210	390	210	280	210	400	280	510	390	260	320	340	640	290	540
Cl ppm	100	<100	200	<100	100	100	<100	300	200	<100	400	400	300	400	200	400	300	<100	300	400
LOI %	1.58	4.00	1.25	1.83	0.95	0.71	2.66	1.08	0.97	3.99	1.92	0.71	1.46	1.41	0.65	0.54	1.00	2.42	1.38	0.64
*FeO %	2.02	7.69	8.89	1.39	2.71	1.25	7.04	2.95	2.58	7.44	6.48	3.36	4.14	4.69	1.89	2.52	4.77	5.58	3.78	3.55
Total	101.30	98.85	100.47	99.00	99.52	100.34	98.66	101.24	99.71	100.98	101.19	100.19	100.99	100.44	100.46	100.03	100.20	99.95	100.26	100.69

Nombre de Roca

G: Granito
GD: Granodiorita
DC: Diorita Cuarzosa

Do: Dolerita
A: Andesita
D: Dacita

FeO* : calculado Fe como FeO totalmente

Tabla 12. Composición Química de Rocas Ígneas (Tercera Etapa)

Número de Muestra	SR-38	SR-45	SR-58	SR-61	SR-70	SR-75	SR-80	SR-84	SR-101	GR-9	GR-10	MR-10	MR-12	MR-14	MR-33	RT-16	RT-29	RT-30	RT-31	RT-32	
Roca	Do	Dep	T	G	Gd	De	Gd	A	Gdp	B	T	Dep	A	Smc	Smc	T	T	A	R	Gd	
Oxidos y Elementos																					
SiO ₂ %	58.70	59.60	68.50	69.20	64.70	64.60	70.60	48.20	74.00	58.70	78.20	57.80	48.40	67.90	62.70	68.20	63.50	63.00	78.20	60.70	
Al ₂ O ₃ %	16.50	17.00	15.90	14.70	15.10	16.00	14.10	16.10	13.30	13.90	12.10	16.10	18.50	15.10	15.80	16.20	15.30	15.10	11.10	17.40	
CaO %	5.25	5.30	2.88	1.64	3.78	4.25	0.90	12.40	1.21	6.63	0.33	5.66	6.47	1.88	4.69	4.14	4.14	4.41	0.14	6.29	
MgO %	2.68	1.71	1.42	0.95	2.48	2.01	0.92	7.47	0.49	5.70	0.37	3.87	5.39	1.11	3.53	1.54	2.07	2.23	0.21	1.80	
Na ₂ O %	3.68	4.51	3.54	3.32	2.60	4.04	3.62	2.64	3.76	2.39	4.14	3.62	3.37	3.14	2.99	4.35	4.05	3.28	0.49	3.30	
K ₂ O %	2.95	1.84	2.42	3.76	2.22	2.62	4.09	1.03	4.15	2.18	1.94	1.93	1.50	4.32	2.35	2.22	3.14	2.63	7.75	2.81	
Fe ₂ O ₃ %	3.23	3.28	0.85	0.90	1.21	2.20	0.64	3.05	1.00	4.37	0.82	1.84	3.73	0.81	2.42	0.80	2.53	2.88	0.52	3.32	
FeO %	2.80	2.40	2.60	2.70	4.50	2.30	1.80	6.40	0.90	2.90	0.40	4.10	5.60	2.60	3.20	2.50	3.50	2.50	0.40	2.30	
MnO %	0.12	0.19	0.09	0.06	0.11	0.07	0.05	0.18	0.04	0.18	0.01	0.12	0.14	0.03	0.11	0.06	0.10	0.06	<0.01	0.16	
TiO ₂ %	0.67	0.61	0.40	0.48	0.62	0.54	0.30	1.23	0.20	0.70	0.23	0.62	0.98	0.56	0.66	0.44	0.98	0.52	0.10	0.54	
P ₂ O ₅ %	0.19	0.34	0.14	0.19	0.27	0.13	0.13	0.24	0.06	0.11	0.02	0.16	0.33	0.19	0.13	0.15	0.25	0.12	0.03	0.29	
LOI %	1.47	2.08	1.16	1.16	1.39	0.70	1.31	0.77	0.85	1.85	1.23	3.70	4.16	1.62	1.77	1.70	0.62	2.23	1.00	0.70	
F %	0.05	0.03	0.05	0.05	0.11	0.04	0.04	0.06	0.02	0.02	0.04	0.04	0.04	0.05	0.05	0.04	0.07	0.03	0.02	0.04	
Cl ppm	150	150	50	50	<50	300	<50	900	<50	<50	50	100	50	<50	50	<50	550	<50	<50	100	
FeO* %	5.71	5.35	3.37	3.51	5.59	4.28	2.38	9.15	1.80	6.83	1.14	5.76	8.96	3.33	5.38	3.22	5.78	5.09	0.87	5.29	
Total	98.29	98.89	99.95	99.11	99.09	99.50	98.50	99.78	99.98	99.63	99.63	99.56	98.61	99.31	99.40	100.18	100.25	98.99	99.97	99.65	

Roca

- G : Granito
- Gd : Granodiorita
- Gdp : Porfido granodiorítico
- Smc : Sienita monzonítica cuarcifera
- T : Tonalita
- De : Diorita cuarcifera
- Dep : Porfido diorítico cuarcifera

- B : Basalto
- A : Andesita
- R : Riolita

LOI : Pérdida por calcinación
FeO* : Calculado Fe como Fe total

Tabla 13. Normas C.I.P.W. (Integrati)

Número de Muestra Simbol		RM4	RM7	RM14	RM15	RM30	RM47	RM70	KC2	KC11	RC12	RC19	RC23	RC26	KS21	KS24	KS29	KS43	KS58	KS77	KS94
Segunda Etapa																					
Q		36.45	2.59	4.70	48.77	26.77	35.93	5.98	26.87	33.27	32.46	12.74	25.21	22.18	23.04	34.19	29.50	16.27	18.82	24.88	21.63
P	or	18.79	3.84	4.31	19.09	17.67	25.24	8.63	16.31	12.88	3.67	15.29	18.08	9.81	16.90	23.17	20.51	12.77	9.16	16.96	22.34
	ab	35.60	28.38	33.10	20.53	35.77	32.56	27.99	35.77	35.60	23.43	31.54	32.30	37.21	27.37	32.90	34.33	34.00	40.00	30.70	32.56
	an	4.70	29.41	25.80	3.97	14.83	3.98	28.91	13.69	11.52	30.82	24.00	14.93	16.80	19.55	5.19	9.14	19.32	13.54	15.72	13.55
C		0.77	0	0	2.05	0.60	0	0	0.33	0.62	0	0	0	1.43	0	0.64	0.57	0	1.96	0.23	0
P	di	0	11.18	6.09	0	0	0.16	3.96	0	0	5.13	3.16	0	0	0.20	0	0	3.08	0	0	1.48
	hy	1.20	9.68	12.20	0.84	2.50	0.66	12.26	3.25	1.87	9.99	8.86	3.16	7.15	6.60	1.03	2.10	9.21	9.37	6.33	4.77
Q	oi	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
H	mi	1.64	6.03	5.75	1.52	2.41	0.93	3.94	2.39	2.23	6.43	4.30	2.40	2.97	3.52	1.00	2.26	2.71	2.74	2.31	2.38
	hm	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.66	0	0	0	0	0
T	ii	0.40	2.83	3.44	0.23	0.74	0.13	1.67	0.82	0.68	1.77	1.79	0.97	1.31	1.22	0.33	0.76	1.42	1.35	0.99	0.99
A	ap	0.09	0.69	1.18	0.07	0.19	0.02	0.57	0.31	0.14	0.32	0.47	0.31	0.57	0.31	0.19	0.21	0.33	0.47	0.24	0.21
Total		99.64	94.83	99.17	97.09	98.48	99.61	95.91	100.04	93.63	96.94	99.15	96.37	96.43	98.91	99.72	99.38	99.11	97.43	98.78	99.91
Tercera Etapa																					
Número de Muestra Minerales		SR38	SR45	SR58	SR61	SR70	SR75	SR80	SR84	SR101	GR9	GR10	MR10	MR12	MR14	MR33	RT16	RT29	RT30	RT31	RT32
Q		11.67	33.63	29.14	29.51	27.12	19.14	29.89	0.00	32.85	16.14	45.94	10.65	0.00	26.49	19.02	26.79	16.36	21.28	45.09	16.09
P	or	17.43	10.87	14.30	22.22	13.72	15.48	24.17	6.09	24.53	12.88	11.47	11.41	8.87	25.53	13.49	13.12	18.56	15.54	45.80	16.61
	ab	31.12	36.14	29.94	28.08	21.99	34.17	30.61	20.32	31.80	20.21	35.01	30.61	28.50	26.35	25.29	36.79	34.25	27.74	4.14	27.91
	an	19.80	20.72	13.38	6.91	17.00	17.79	3.62	20.04	5.61	20.77	0.32	21.99	29.95	8.10	22.42	4.45	14.30	18.72	0.30	24.37
C		0.00	0.00	2.56	2.64	2.19	0.00	2.39	0.00	0.37	0.00	0.00	0.00	0.36	2.29	0.12	3.40	0.00	0.00	1.72	0.00
P	di	3.99	2.68	0.00	0.00	0.00	1.96	0.00	24.84	0.00	8.94	0.00	4.10	0.00	0.00	0.00	0.00	3.75	1.90	0.00	3.93
	hy	6.37	4.02	7.11	5.90	12.62	5.71	4.66	0.00	1.79	10.91	0.22	12.83	17.26	6.00	11.78	7.15	6.24	6.11	0.68	2.51
Q	oi	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	10.21	0.00	0.00	0.00	0.00	1.44	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
H	mi	4.68	4.75	1.23	1.30	1.75	3.19	0.93	4.42	1.45	6.33	0.66	2.67	3.41	1.17	3.31	1.16	3.67	4.17	0.75	4.81
	hm	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.37	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
T	ii	1.27	1.16	0.76	0.91	1.18	1.03	0.57	2.34	0.38	1.33	0.44	1.18	1.86	1.06	1.23	0.84	1.86	0.99	0.19	1.03
A	ap	0.45	0.80	0.33	0.45	0.64	0.31	0.31	0.57	0.14	0.26	0.03	0.28	0.78	0.43	0.31	0.36	0.39	0.28	0.07	0.69
Total		96.78	96.79	98.75	97.92	97.61	98.78	97.15	97.87	99.12	97.77	98.38	95.84	94.43	97.64	97.59	98.46	99.58	96.73	98.94	98.93

Tabla 14. Susceptibilidad Magnética de las Rocas Graníticas (Segunda Etapa)

Número de Muestra	Nombre de Roca	Densidad σ (g/cc)	emu x 10^{-6} /cc	S (ppm)	Valor de Conversión por emu/g unidad
S-1-M	Granito	2.58	88	921	340 (x 10^{-6})
S-2-M	Granodiorita	2.76	635	663	1360
S-3-M	Granito	2.61	51	742	1115
S-5-M	Granodiorita	2.72	880	586	1882
S-7-M	id	2.84	210	448	3352
S-9-M	id	2.92	888	415	998
S-10-M	id	2.65	533	321	1096
S-11-M	id	2.83	1308	610	3808
S-12-M	id	2.61	132	734	1149
S-13-M	id	2.79	1114	555	2438
S-14-M	Granito	2.77	99	43	111
S-15-M	Granodiorita	2.69	908	306	1650
S-16-M	id	2.64	452	50	1123
S-17-M	id	2.65	389	35	953
S-18-M	id	2.64	254	46	987
S-19-M	id	2.62	525	32	1043
S-20-M	id	2.61	355	181	1731
S-23-M	id	2.79	1206	885	1693
S-24-M	id	2.66	1320	20	473
S-34-M	id	2.59	306	25	979

Tabla 15. Susceptibilidad Magnética de las Rocas Graníticas (Tercera Etapa)

Número de Muestra	Roca	Densidad σ (g/cc)	emu x 10^{-6} /cc
SR-45	Pórfido diorítico cuarcífero	2,66	3619
SR-58	Tonalita	2,64	358
SR-75	Diorita cuarcífera	2,67	2384
MR-14	Sienita monzónica cuarcífera	2,64	461
MR-33	id	2,71	2471
RT-29	Tonalita	2,72	530

Tabla 16. Resultados y Método de Dataciones Radimétricas (Integral)

Segunda Etapa	Número de Muestra	Ubicación	Nombre de Roca	Mineral	40 Ar/Rad scc/gm x 10 ⁻⁵	40 Ar/Rad %	K %	Edad (m.a.)
	S-2	15 Km E de El Bolsón	Granodiorita	Biotita	0,829 0,838	70,4 57,0	1,40 1,40	147 ± 7
	S-8	10 Km NNO de Leleque	id	Hornblenda	0,292 0,308	43,3 39,4	0,30 0,30	240 ± 12
	S-16	La Hoya	"	Biotita	0,161 0,169	23,0 26,0	0,31 0,31	132 ± 14
	S-22	20 Km NNO de Tecka	"	Hornblenda	0,118 0,120	32,1 27,1	0,35 0,35	85,4 ± 7,1
	S-24	5 Km O de El Corovado	"	K-feldespato	0,978 1,020	72,5 68,1	2,50 2,51	99,8 ± 5,0

Tercera Etapa	Número de Muestra	Ubicación	Roca	40 Ar Rad scc/gm x 10 ⁻⁵	% 40 Ar Rad	% K	Edad (m.a.)	Epoca Geológica
	SR-45	17 Km SE de Loncopue	Pórfido diorítico cuarcífero	0,125 0,130	52,3 43,8	1,52 1,54	21,3 ± 1,1	Mioceno
	SR-58	La Voluntad	Tonalita	1,44 1,46	93,7 93,1	1,55 1,57	225 ± 11	Triásico
	SR-75	Arroyo Cochico Grande	Diorita cuarcífera	0,557 0,561	77,7 82,9	2,19 2,21	64,2 ± 3,2	Paleogeno
	MR-33	9 Km SSE de Lago Aluminé	Sienita monzonítica cuarcífera	0,799 0,818	80,9 84,2	2,82 2,83	72,2 ± 3,6	Cretácico superior
	RT-29	14 Km O de Lag. Blanca	Tonalita	1,39 1,43	92,1 90,3	1,53 1,54	222 ± 11	Triásico

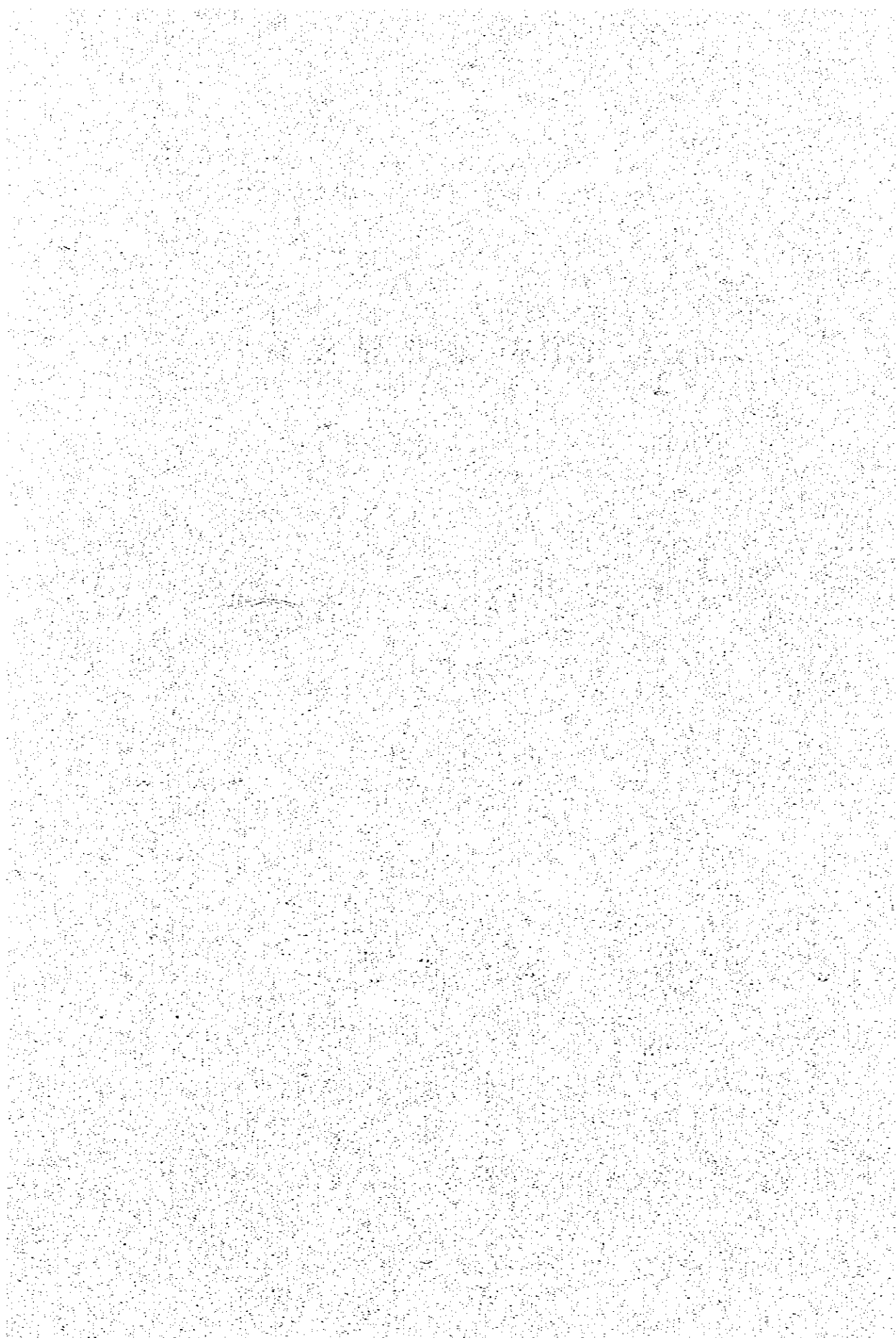
Tabla 17. Características de las Zonas de Alteración y Mineralización del Área de Estudio (Segunda Etapa)

Nombre de Zona	Ubicación	Geología	Mineralización	Tipo	Tamaño de Zona	Edad
Condorcanqui	42°10'S 71°26'W	F. Ventana (Terciario) Andesita Dolerita	Minerales primarios: calcopirita, bornita Minerales secundarios: calcoocina, covelina, malaquita azurita, cuprita	Manto	Distribución: 1 km x 1 km Potencia: 75 m (promedio)	Terciario
Cerro Cahué	42°08'S 71°18'W	Esquistos cristalinos y Migmatita (Mesozoico) Granodiorita y Tonalita - (Cretácico superior)	Pirita y calcopirita con turmalina y epidota en tonalita y granodiorita	Diseminación	2 km x 2 km	Cretácico superior
Caquel	43°17'S 70°58'W	G. Coyhaique (Jurásico superior ~ Cretácico inferior) Andesita (Cretácico inferior) Granodiorita (Cretácico superior) F. Ventana (Terciario)	Minerales primarios: pirita, calcopirita y molibdenita en granodiorita y pórfido-dacítico Minerales secundarios: malaquita, calcoocina, covelina y óxido de hierro en lava andesítica	Diseminación	2 km x 2 km (por lo menos)	Cretácico superior
Nahuel Pan	42°54'S 71°19'W	F. Esquel (Devónico ~ Carbónico) Lutita negra Grauwaca Conglomerado homfésico F. Ventana y Granodiorita	Veta: calcopirita, blenda, galena (curzo) Diseminación: pirita Alteración: silicificación	Veta y Diseminación	1 km x 1 km	Cretácico superior (?)
Cerro Colorado	43°32'S 71°32'W	G. Lago La Plata (Jurásico medio) Rocas volcánicas andesíticas Granodiorita (Cretácico superior)	pirita Alteración: silicificación	Diseminación	6 km x 4 km	Cretácico superior (?)
Cerro Rañón	43°57'S 71°37'W	G. Lago La Plata (Jurásico medio) Andesita verde Pórfido andesítico Intrusivos de granodioritas (Cretácico superior)	pirita Alteración: silicificación, sericitización propilitización	Diseminación	1 km x 1 km	Cretácico superior
Cerro Herrero	43°38'S 71°29'W	G. Lago La Plata (Jurásico medio) Rocas volcánicas andesíticas Granodiorita } (Cretácico superior) Tonalita }	pirita Alteración: silicificación sericitización	Diseminación	2 km x 1 km	Cretácico superior

Tabla 18. Características de las Zonas de Alteración y Mineralización del Área de Estudio (Tercera Etapa)

Nombre de Zona	Ubicación	Geología	Mineralización	Tipo	Tamaño de zona	Edad
Campana Mahuida	38°12'S 70°33'W	Diseminación { F. Tordillo (Jurásico superior) Diorita cuarcifera } (Terciario) { Andesita (dique) Veta } { F. La Manga } (Jurásico inferior - medio) { F. Lotena } (Terciario)	Diseminación: calcopirita, bornita, pirita Veta: galena, baritina	Diseminación y veta	3 km x 3 km	Terciario (?)
Cerro Huayelón	38°16'S 70°25'W	F. Vacamuerta (Jurásico superior - Cretácico inferior) Andesita Pórfido diorítico cuarcífero (Terciario ?)	galena, blenda Alteración: calcita, clorita, sericita	Veta	1 km x 2 km Veta ancho: 10 cm ~ 60 cm extensión: 200 m ~ 500 m	Terciario (?)
Santa Barbara	38°19'S 70°04'W	F. Agrio (Cretácico inferior)	baritina, celestina calcopirita, pirita	Veta	50 m x 500 m	Terciario (?)
Mallín Quemado { La Porfía Río Agrio Achalay Llao Llao Celestita }	38°24'S 70°09'W	F. Tordillo "Yeso Principal" } (Jurásico superior)	baritina, galena, celestina calcopirita, pirita	Veta	3 km x 18 km	Terciario (?)
Carreri	38°57'S 70°34'W	Granito (Triásico)	blenda, galena, calcopirita baritina, pirita Alteración: sericita, cuarzo	Veta	1 km x 2 km Veta ancho: 40 cm ~ 90 cm extensión: 40 m	Terciario (?)
La Voluntad	39°12'S 70°36'W	Granito ~ Granodiorita (Triásico) Pórfido granítico	Minerales primarios: calcopirita, molibdenita, pirita Minerales secundarios: malaquita, azurita, cuprita Alteración: sericita, cuarzo, clorita	Diseminación	1 km x 2 km	Triásico (?)
Fortín 1.º de Mayo	39°24'S 70°37'W	Esquisto (Carbónico)	blenda, galena, calcopirita, bornita	Veta	0,5 km x 0,5 km Veta ancho: 50 cm extensión: 50 m x 100 m	Triásico (?)

第8章 地化学探查



第8章 地化学探査

8-1 目的及び方法

調査地域には酸性の深成作用や中性ないし塩基性の火山活動と密接に関連したポーフィリー-銅-カッパー型や銅脈型の銅化帯が知られており、深成岩類に関連する銅化変質帯の中には地表付近に潜頭するものの存在も否定できない。

このような観点から第2年次及び第3年次調査では重要と思われる重金属元素についてそれらの分布状況とバックグラウンドを把握する目的で地化学探査が実施された。

対象は土壌であり指示元素は第2年次調査では、Au, Ag, Cu, Pb, Zn, As, Mo及びMnの8成分であり、第3年次調査では第2年次調査からAs, Mnの2成分を除いた6成分である。

8-2 調査方法

試料採取間隔は地表地質チェックのルート上で、原則として約1km~700mであるが、銅化変質帯の周辺ではその間隔をせよめて採取密度を高めた。その結果、第2年次調査にて403個、第3年次調査にて505個の試料が採取された。

採取にあたっては氷成堆積物等の第四紀未固結堆積物の卓越する部分からの採取を極力避け、丘陵地帯では尾根付近の、あるいは露岩に近い土壌(B層)の採取に努めた。試料は携帯用スコップにて剣土して採取され、十分乾燥している場合は採取点でそのまま-80メッシュ(200g)に篩分けされた。土壌水分のある場合は約1kgを採取し、宿舎での天日乾燥後、同様に-80メッシュ(200g)に篩分けされた。

8-3 分析法

分析法はAs以外の元素が原子吸光法、Asについては中性子放射化分析法である。

8-4 分析結果及び考察

採取試料の各分析成分の分析値より度数分布図、累積度数分布曲線図を作成した(Fig.20~Fig.23)。また、各分析成分の試料数(n)、平均値(\bar{x})及び標準偏差(σ)等はTable 19の通りである。

8-4-1 第2年次調査地域の threshold

Tabla 19より $\bar{x} + 2\sigma$ を threshold とした。

Cu :	60 ppm	Mo :	—
Pb :	23 ppm	Au :	22 ppm
Zn :	95 ppm	Ag :	—
Mn :	1038 ppm	As :	20 ppm

8-4-2 第2年次調査地域内の異常域

特筆すべき異常域として次の地区があげられる。

① Condorcanqui, Cerro Coihue 地区

ポーフリーカッパー型鉄化変質帯を反映したものと考えられ銅、鉛、ヒ素、金に異常値を示した。

② Arroyo Madera, Arroyo Montoso, Arroyo Rodeo 地区

鉛—亜鉛鉄床を反映したものと考えられ鉛、亜鉛、マンガン及びヒ素に異常値を示した。

③ La Hoya 地区

花崗岩類中に発達する鉄化変質帯を反映したものと思われ鉛の異常値が際立っている。

④ Caquel 地区

ポーフリーカッパー鉄床を反映したものと考えられとくに銅、鉛、亜鉛及びマンガんに異常値が見られる。

8-4-3 第3年次調査地域の threshold

Cu : 79 ppm, Pb : 118 ppm, Zn : 252 ppm, Mo : 20 ppm

8-4-4 第3年次調査地域内の異常域

特筆すべき異常域として次の地区があげられる。

① La Voluntad 地区

ポーフリーカッパー鉄床を反映したものと考えられ銅、亜鉛及びモリブデンで異常値を示した。

② Campana Mahuida 地区

ボーフィリーカッパー鉱床を反映したものと考えられ銅、鉛及び亜鉛で異常値を示した。

③ Carreri 地区

鉛 - 亜鉛鉱脈を反映したものと考えられ銅、鉛及び亜鉛で異常値を示した。

④ Fortín 1^o de Mayo 地区

鉛 - 亜鉛鉱脈を反映したものと考えられ鉛及び亜鉛で異常値を示した。

⑤ Chorriaca の西南西約 2.5 km の地区

鉛、亜鉛及びモリブデンで異常値を示した。モリブデンの異常値 (21~48 ppm) が特徴的である。

Tabla 19 PARAMETROS ESTADÍSTICOS GEOQUÍMICOS

Elemento	\bar{x}	σ *	$\bar{x} + \sigma$	$\bar{x} + 2\sigma$	$\bar{x} + 3\sigma$	n
Au ppm	63	0.266711	12	22	40	403
Ag "	0.1	0.178255	0.2	0.3	0.5	403
Cu "	25	0.184343	39	60	91	403
Pb "	43	0.364603	10	23	54	403
Zn "	64	0.0880398	78	95	117	403
Mo "	1.0	0.0860018	1.3	1.16	1.9	403
As "	5.6	0.277214	11	20	39	403
Mn "	5.4	0.152818	7.30	10.38	14.76	403

(第2年次調査)

* 対数の標準偏差

Elemento	\bar{x}	σ *	$\bar{x} + \sigma$	$\bar{x} + 2\sigma$	$\bar{x} + 3\sigma$	n
Cu ppm	30	0.208685	49	79	127	505
Pb "	30	0.301206	59	118	237	505
Zn "	89	0.226835	150	252	426	504
Mo "	0.4	0.834705	3	20	138	505

(第3年次調査)

* 対数の標準偏差

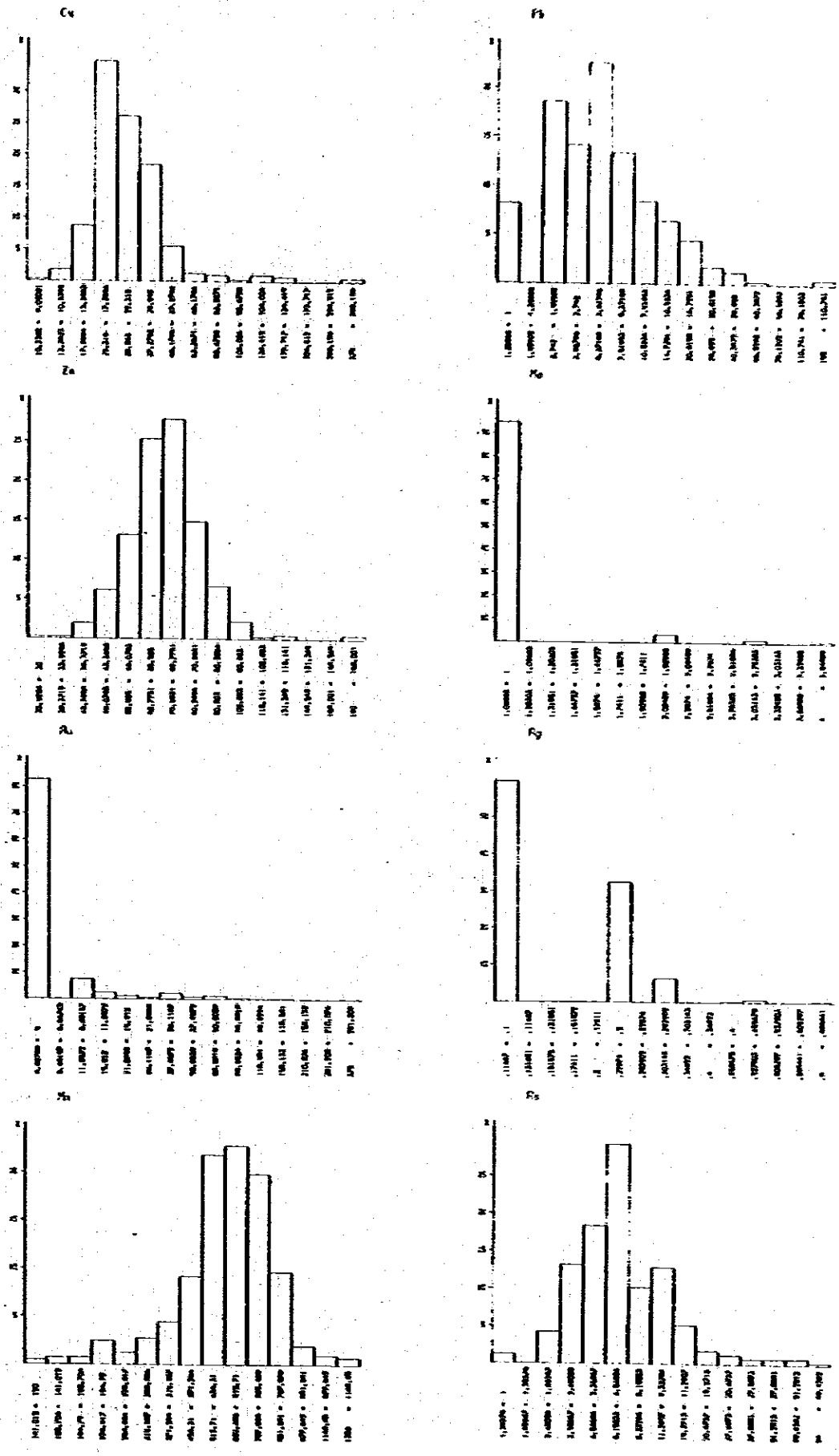


Fig. 20 Histograma de los Elementos Analizados – Suelo (Cu, Pb, Zn, Mo, Au, Ag, Mn, As) – Segunda Etapa

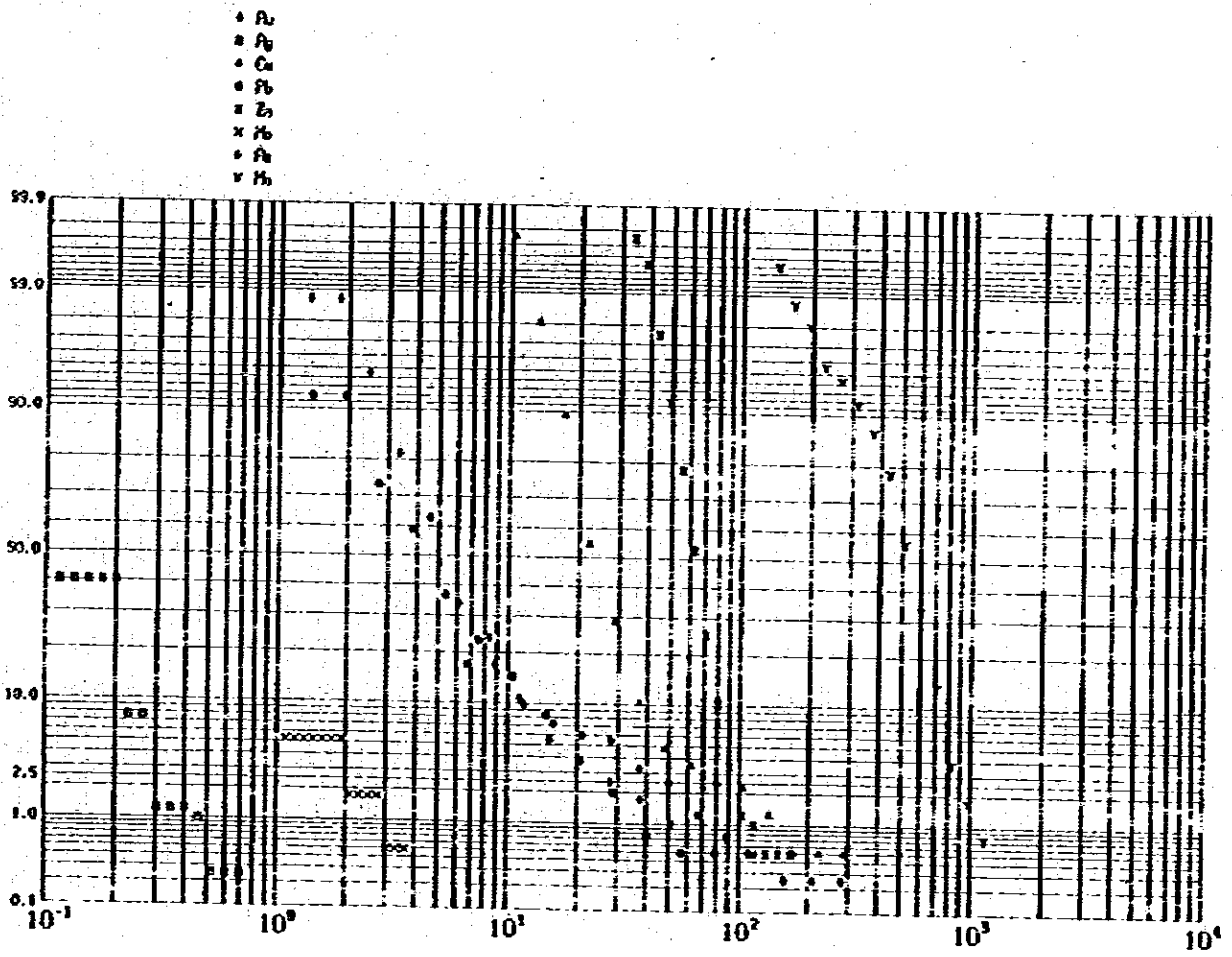


Fig. 21 Curva Acumulativa de los Elementos Analizados – Suelo (Cu, Pb, Zn, Mo, Au, Ag, Mn, As) – Segunda Etapa

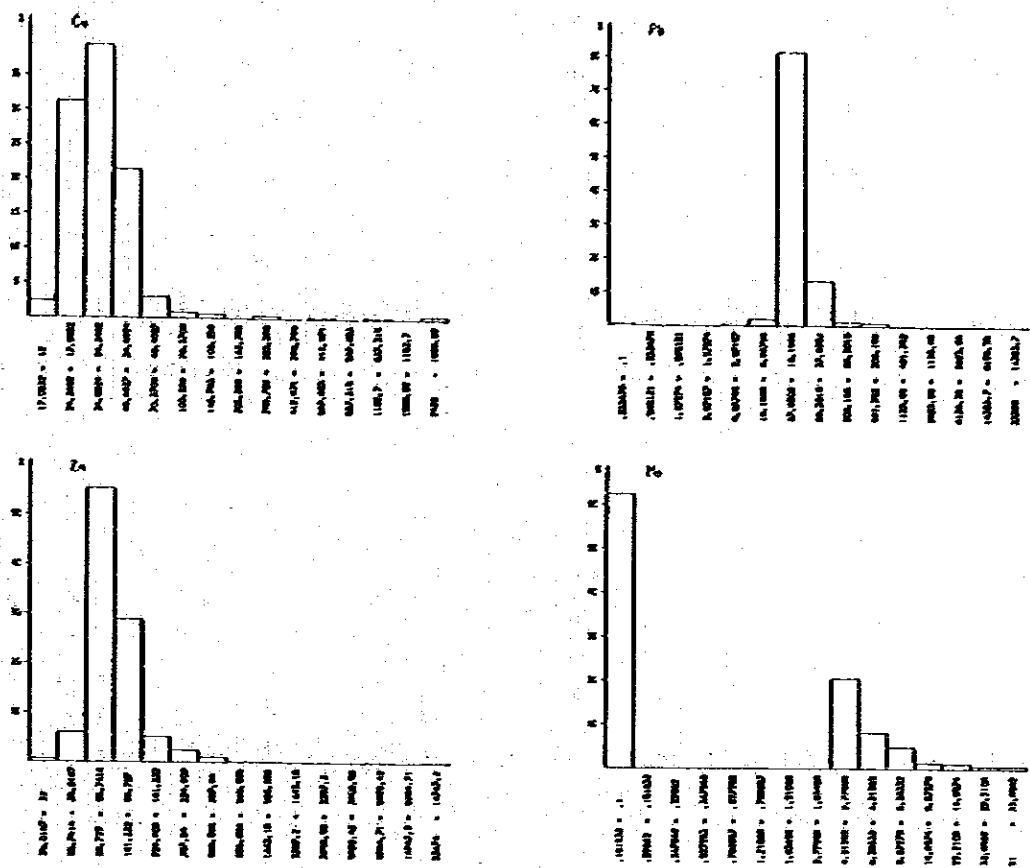


Fig. 22 Histograma de los Elementos Analizados – Suelo (Cu, Pb, Zn, Mo) – Tercera Etapa

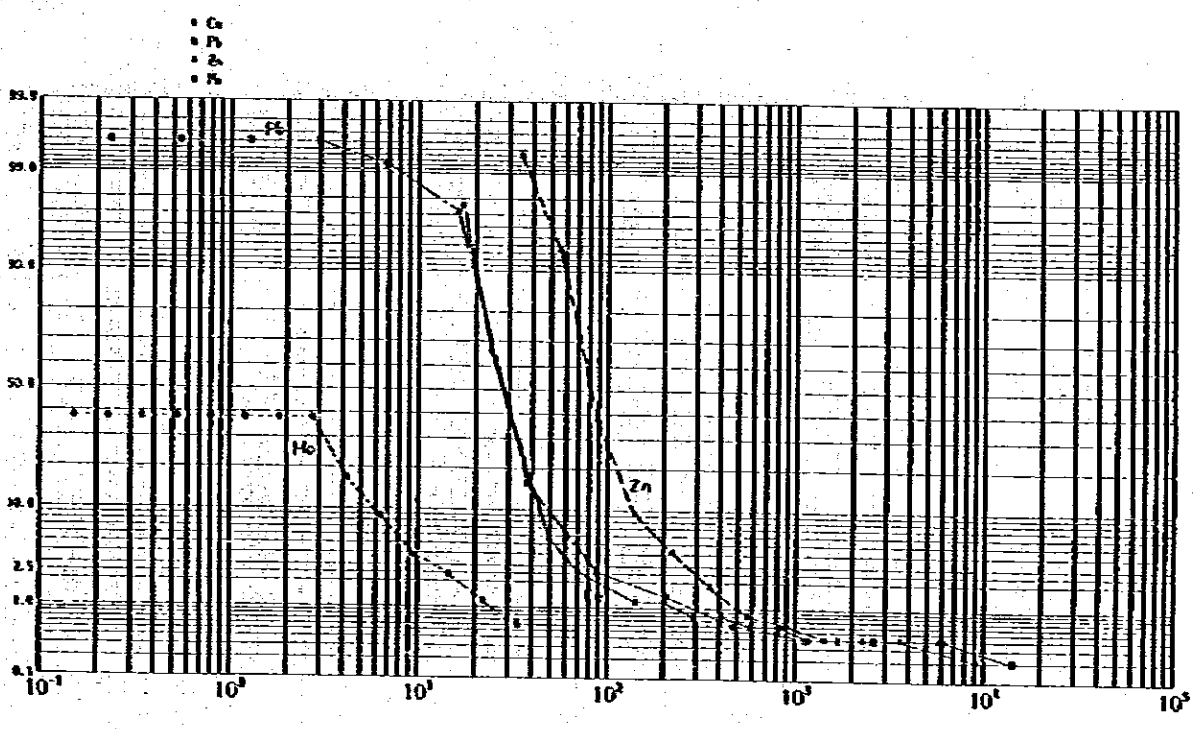


Fig. 23 Curva Acumulativa de los Elementos Analizados – Suelo (Cu, Pb, Zn, Mo) – Tercera Etapa

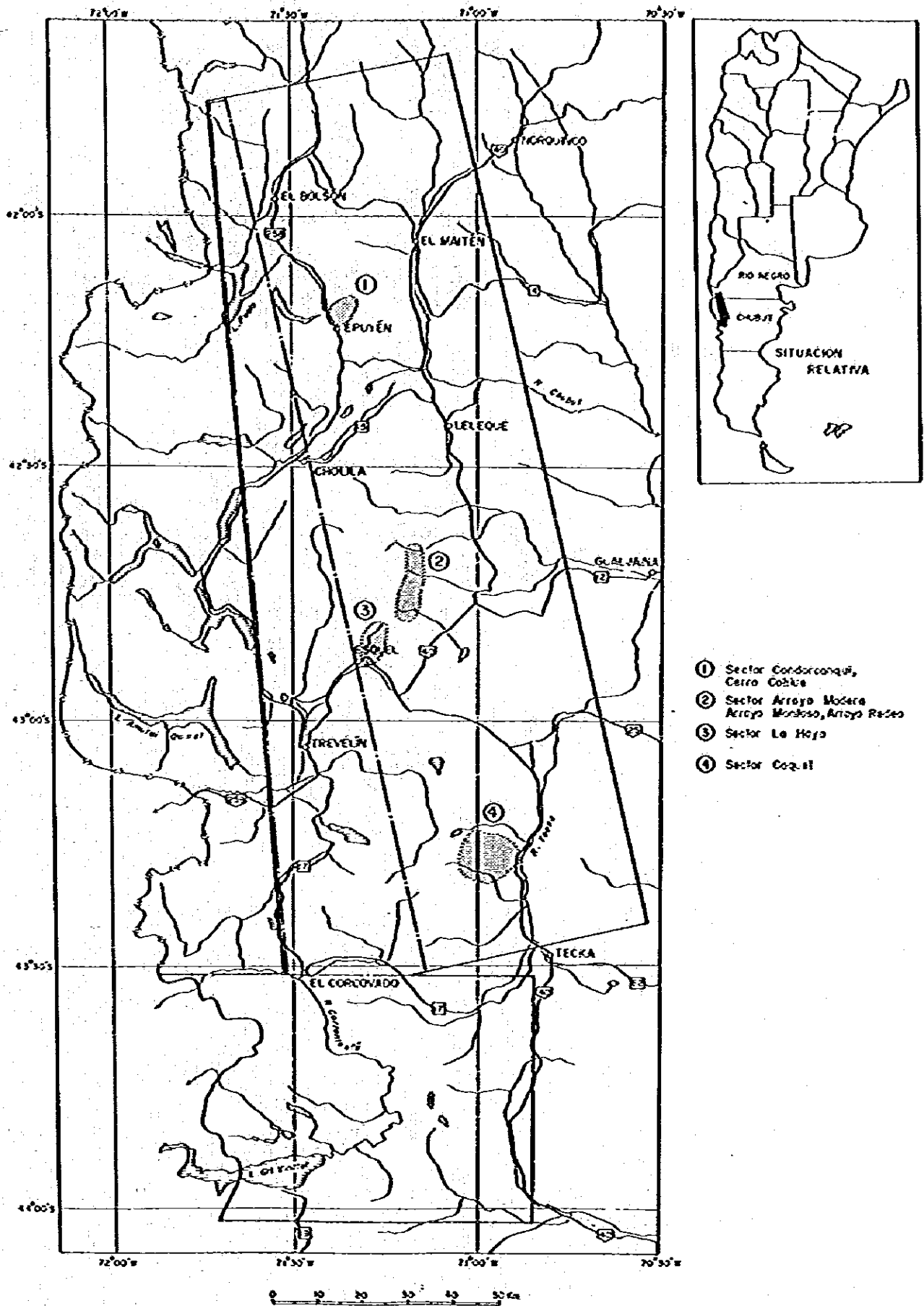


Fig. 24 BOSQUEJO DE DISTRIBUCIÓN DE AREAS ANÓMALAS SEGUN RELEVAMIENTO GEOQUIMICO (SEGUNDA ETAPA)

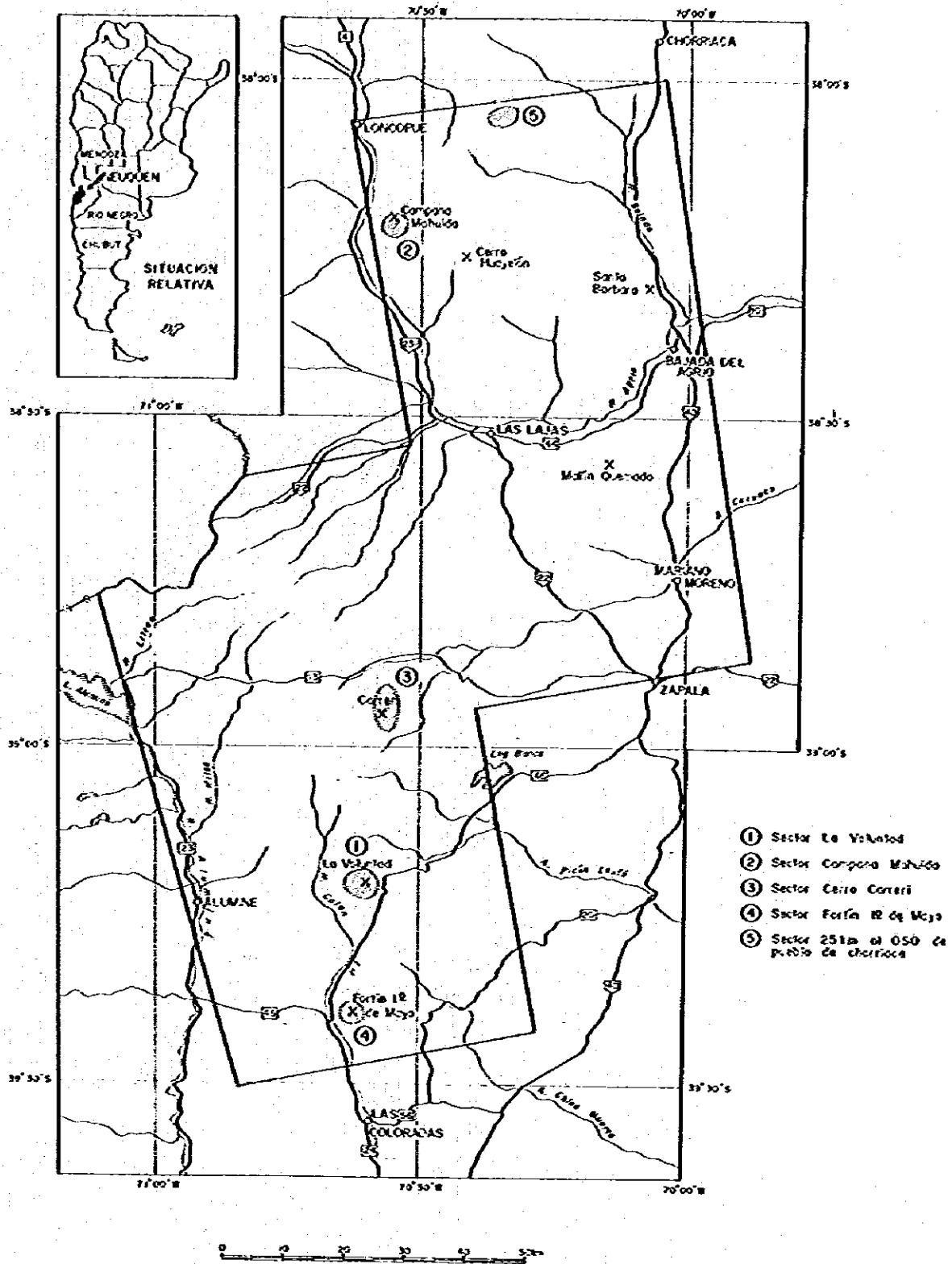
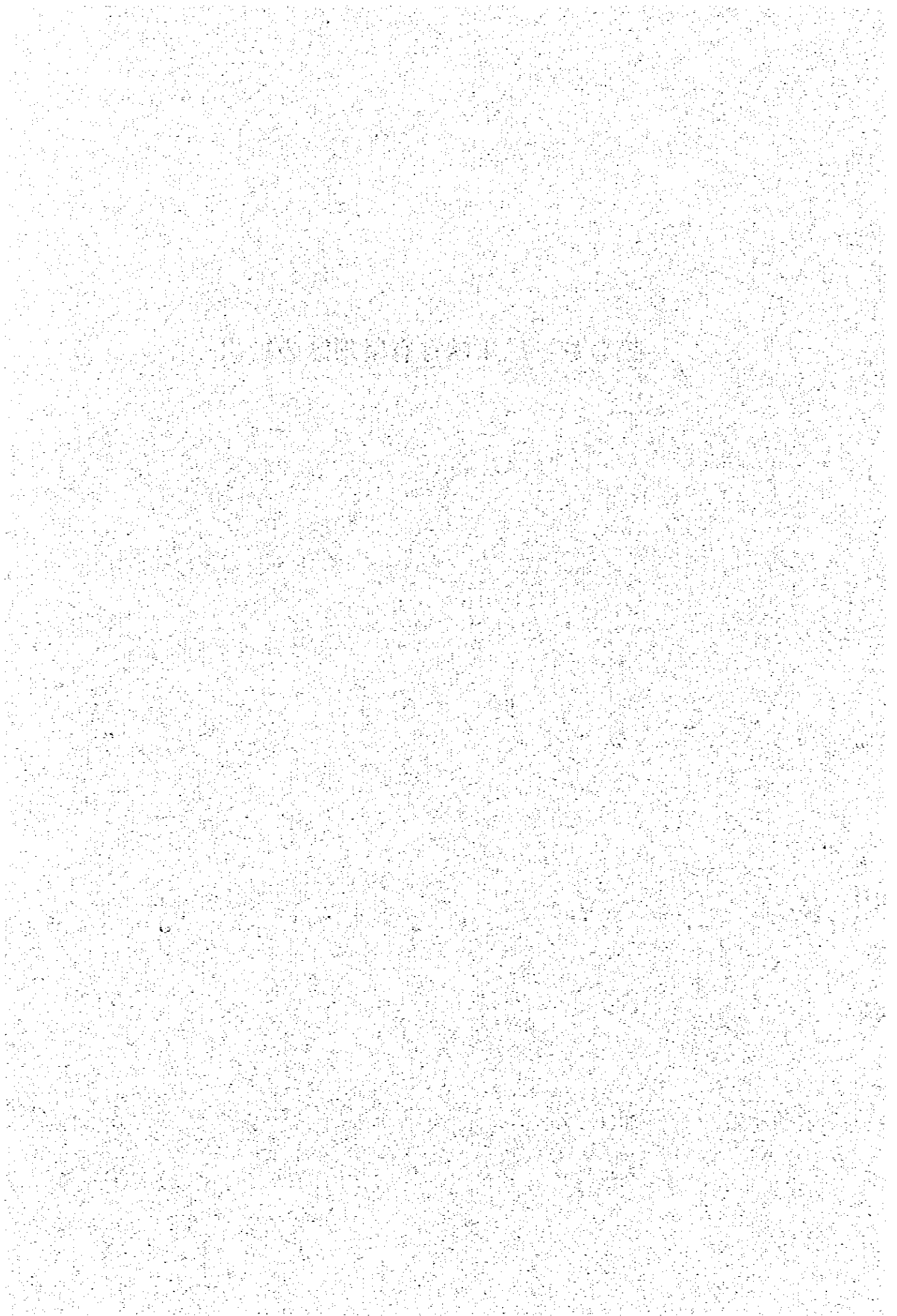


Fig. 25 BOSQUEJO DE DISTRIBUCIÓN DE AREAS ANOMALAS SEGUN RELEVAMIENTO GEOQUIMICO (TERCERA ETAPA)

第9章 鉍床賦存有望地区の抽出



第9章 鉱床賦存有望地区の抽出

9-1 第1年次調査

ランドサット・データの解析はチリー共和国の一部を含む南緯 $32^{\circ}50'$ から南緯 $49^{\circ}10'$ までの面積約300,000 km^2 の地域で実施され、使用した画像はフォールス・カラー・インフラレッド画像(縮尺1:250,000及び1:1,000,000)、スード・レイシオ画像(縮尺1:250,000)及び白黒画像バンド5及び7(縮尺1:250,000及び1:1,000,000)であった。

本解析に先だち地質鉱物資源等のデータコンパイル(以下コンパイルと称す)が実施され調査地域全体の一般地質・地質構造及び鉱化変質帯の概要が明らかにされた。

縮尺1:1,000,000のフォールス・カラー・インフラレッド画像では写真地質学的判読の基本的判定基準に基づき、16の地形—地質単元に区分されコンパイル結果と合わせ本地域の大局的な地質・地質構造が明らかになった。

縮尺1:250,000の各種画像からは本地域は30の地質単元に区分され、さらにコンパイルに基づく地質時代及び産状の対応関係から11の地質単元群に大別された。

一方、鉱化変質帯は判読の基準を本地域北西端部(チリー共和国)に位置するRío Blanco 鉱床に伴う鉱化変質帯(フォールス・カラー・インフラレッド画像での色調は淡黄ないし淡橙灰色を示し肌合は細粒である。白黒画像での色調は淡灰色である)におき、これを既知の鉱化変質帯とし、画像での色調と肌合が共に類似した部分を抽出した。この結果、植生等で被覆されていない部分から14地区が抽出された。

他方、コンパイルの結果チリー共和国に発達するポーフィリー・カッパー・鉱床型鉱化変質帯はジュラ系・白堊系ないし古第三系よりなる地形—地質単元Cordillera Principal を主として生成していることが明らかになるとともに本画像上で南緯 $34^{\circ}00'$ 付近から本地形—地質単元はアルゼンティン共和国側に発達することが判読された。

このためCampana Mahuida, La Voluntad等の既知鉱化変質帯を含む南緯 $38^{\circ}00'$ 以南におけるCordillera Principal及びSerie Porfiríticaとこれに貫入する花崗岩類発達地区が今後の1つの広域探査地区として抽出された。また、南緯 $41^{\circ}30'$ 以南のCordillera Patagónica及びCordillera Patagónica Australではフォールス・カラー・インフラレッド画像上で安山岩質火砕岩、バソリス状花崗岩類及び岩株状花崗岩類等が判読されCondorcanqui等の既知鉱化変質帯もこの部分に生成していること及び統計

的にポーフイリーカッパー鉄床型鉄化変質帯は上記の構成岩類の分布域に多く生成していることからこの地区も広域探査地区として抽出された。

9-2 第2年次調査

第1年次調査で抽出された南緯41°30'以南のCordillera Patagónica及びCordillera Patagónica AustralにおけるSerie Andesítica及びジュラ系上部から白亜系下部に属する安山岩質火山岩類とこれらに貫入する花崗岩類発達地域について写真地質解析(判読及び地表地質チェック)、地化学探査及び火成岩の特徴についての検討が実施された。

写真地質解析の結果、調査地域全体を構成する先カンブリア系から第四系に到るまでの変成岩類、堆積岩類、火山岩類・火砕岩類及び貫入岩類等が合計で43の地質単元に区分された。

写真地質解析による成果は以下の通りである。

- (1) アクセスの悪い急峻な山岳地帯を含め、地域全体で多数の酸性貫入岩体が抽出された。
- (2) 非植生被覆の領域で鉄化変質帯と認識される部分が既知の鉄化変質帯の周辺に限らず抽出された。
- (3) 始新統のVentana層(単元群4)の大局的な構造が把握された。
- (4) 第四系の未固結堆積物(単元群Q)のうち、氷成堆積物(単元Qm₁とQm₂)及び地すべり堆積物(単元Qs1)のように起伏量が小さく地表地質調査では正確な形態を把握できにくいものが明瞭な境界で区分された。

これらの成果を踏まえその調査結果をまとめると次の通りである。

調査地域の鉄化変質帯は、主として第三系Ventana層あるいはジュラ系のLago La Plata層群に属する安山岩質溶岩及び同質火砕岩類と酸性ないし中性の貫入岩類との接触部ないしはその付近に生成したポーフイリーカッパー鉄床型鉄化変質帯及び銅-鉛-亜鉛-金-銀鉄系鉄床より成る。本調査地域の火成岩はカルクアルカリ岩系を示すとともに花崗岩類は微鉄鉄系を示すこと、地化学探査での異常域及び異常地点が現在の地表に見られる鉄化変質帯賦存地域又は地点とはほぼ一致することが明らかになり、調査地域の地質と一般のポーフイリーカッパー鉄床賦存地域の地質環境とは深成岩類の化学組成及び微鉄鉄系花崗岩類という点において共通性がある。

9-3 第3年次調査

第1年次調査で抽出された Serie Porfirítica とこれに貫入する花崗岩類発達地域 (9,518 ㎢) について写真地質解析 (判読及び地表地質チェック), 地化学探査及び火成岩の特徴についての検討が実施された。本調査地域内にはポーフイリーカッパー-鉛床型の Campana Mahuida と La Voluntad 及び鉛床型の Mallín Quemado, Santa Barbara Cerro Huayelón, Carreri, Fortín I^o de Mayo の各既知鉛化変質帯が存在する。後者のうち, Mallín Quemado 及び Santa Barbara は蒸発残留岩の発達域に胚胎する。

写真地質解析の結果, 調査地域全体を構成する石炭系から第四系に到るまでの変成岩類, 堆積岩類, 火山岩類・火砕岩類や貫入岩類等が合計で35の地質単元に区分された。

Cordillera Principal に属するジュラ系・白亜系の堆積岩類は主として地域の北東部に分布し一般に N-S 走向を示す同斜構造と断層を伴う褶曲構造で特徴づけられる。Campana Mahuida 鉛化変質帯の東方では石英閃緑岩の貫入岩体が露出する。Cordillera Frontal に属する二疊系ないし三疊系の Serie Porfirítica は三疊紀に貫入した花崗岩類岩石とともに地域の南西部の脊梁地帯に分布する。新第三紀以降の火山岩類・火砕岩類及び第四系の未固結堆積物が上記の2つの地質体を取りまくように分布する。

判読で得られた結果は地表地質チェックで確認された事実に基づいた修正が加えられ最終的に写真地質解析図としてまとめられた。写真地質解析による具体的な成果のうち鉛床探査に直接関わる点は以下の通りである。

- (1) 調査地域全体で多数の貫入岩体が抽出された。
- (2) 主として地質単元 PTr₁ の Serie Porfirítica の分布域に鉛化変質帯と推定される部分が既知の鉛化変質帯に限らず抽出された。
- (3) Mallín Quemado 鉛化変質帯と関連の深い蒸発残留岩の分布が明らかになった。
- (4) Carreri 及び La Voluntad 両鉛化変質帯を内包する Serie Porfirítica と三疊紀の花崗岩類で構成される地塊とそれらの周辺を取りまくジュラ系ないし第三系との境界が正確に追跡された。

地化学探査の結果, La Voluntad, Campana Mahuida, Carreri, Fortín I^o de Mayo 及び Chorriaca の南西方域に銅, 鉛, 亜鉛を主とする異常地点が見出された。モリブデンは上記のうち La Voluntad 及び Chorriaca の南西方域に異常値を示した。Chorriaca 南西方域の場合, 下部白亜系の泥岩の分布域にあたり, その異常値の要因を容易に解釈できないが, 他の地区はいずれも既知の鉛化変質帯に認められている。

酸性ないし中性の貫入岩類及び Serie Porfirítica の火山岩類を対象とした全岩分析の結果、これらはいずれもカルクアルカリ岩系に属することが判明した。主要な貫入岩類についての帯磁率測定と絶対年代測定の結果からそれらは磁鉄鉱系列に属すること及び三疊紀から新第三紀に亘る3～4回の活動時期が確認された。

9-4 鉬物資源賦存有望地区の抽出

3年間の調査により鉬物資源賦存有望地区を抽出すると次の5地区があげられる。

- ① Caquel 鉬化変質帯及びその周辺地区(約300km²)
- ② La Voluntad 及び Carreri 鉬化変質帯を含み Serie Porfirítica 及びこれに貫入する花崗岩類発達地区(約1,050km²)
- ③ Condorcanqui 及び Cerro Coihue 鉬化変質帯を包含する地区(約200km²)
- ④ Esquel 北東域の La Cautiva 層, シュラ系の火山岩類及び花崗岩岩株発達地区(約210km²)
- ⑤ Campana Mahuida 鉬床の南東域で Cerro Huayelón 鉬化変質帯及び貫入岩類の分布する地区(約250km²)

第10章 結論及び勧告

THE UNIVERSITY OF CHICAGO

PHILOSOPHY DEPARTMENT

PHILOSOPHY 101

LECTURE NOTES

BY [Name]

DATE

CHAPTER 1

INTRODUCTION

1.1 THE SCOPE OF PHILOSOPHY

1.2 THE HISTORY OF PHILOSOPHY

1.3 THE PHILOSOPHER'S TOOLKIT

1.4 THE PHILOSOPHER'S MIND

1.5 THE PHILOSOPHER'S LIFE

1.6 THE PHILOSOPHER'S DEEDS

1.7 THE PHILOSOPHER'S LEGACY

1.8 THE PHILOSOPHER'S FUTURE

1.9 THE PHILOSOPHER'S PRESENT

1.10 THE PHILOSOPHER'S PAST

1.11 THE PHILOSOPHER'S WORLD

1.12 THE PHILOSOPHER'S HOME

1.13 THE PHILOSOPHER'S GARDEN

1.14 THE PHILOSOPHER'S PATH

1.15 THE PHILOSOPHER'S LIGHT

1.16 THE PHILOSOPHER'S FIRE

1.17 THE PHILOSOPHER'S WATER

1.18 THE PHILOSOPHER'S AIR

1.19 THE PHILOSOPHER'S EARTH

1.20 THE PHILOSOPHER'S HEAVENS

1.21 THE PHILOSOPHER'S UNIVERSE

第 10 章 結論及び勧告

10-1 結 論

本調査地域における鉱物資源賦存有望地区を抽出することを目的に広域調査を実施した結果、

- (1) ランドサット・データ解析によりポーフイリーカッパー鉱床及び鉄脈鉱床が賦存する可能性のある地域として北部・ネウケン州地域と南部・チュブット州地域が抽出された。つまり北部・ネウケン州地域はランドサット画像でCordillera Principal, Serie Porfiríticaとこれに貫入する花崗岩類の発達地域であることより抽出され、南部・チュブット州地域は、ランドサット画像上チリー共和国にあるポーフイリーカッパー鉱床の変質帯が示す色調と同じ色調の部分があること、かつ同じ岩石分類帯(Cordillera Patagónica, Cordillera Patagónica Austral)に存在すると考えられることにより抽出された。
- (2) 前述の2地域に対し空中写真の解析を実施した結果、ポーフイリーカッパー鉱床賦存有望地区として北部・ネウケン州地域より、La Voluntad及びCarreri 鉄化変質帯を含むSerie Porfirítica及びこれに貫入する花崗岩類発達地区、南部・チュブット州地域よりCaquet 鉄化変質帯及びその周辺地区とCondorcanqui及びCerro Coihue鉄化変質帯を包含する地区が抽出された。また、鉄脈鉱床賦存有望地区として北部・ネウケン州地域よりCampana Mahuida鉱床の南東域でCerro Huayelón鉄化変質帯及び貫入岩類の分布する地区、南部・チュブット州地域よりEsquel北東域のLa Cautiva層、ジュラ系の火山岩類及び花崗岩岩株の発達地区が抽出された。

つまり、ポーフイリーカッパー鉱床型の場合は地質が安山岩質岩の被貫入岩とカルデアルカリ岩系と磁鉄鉄系列に属する花崗岩類の貫入岩から構成されるという観点から、鉄脈型鉱床の場合は既知の鉄化変質帯の母岩と同質の岩石の分布及び地化学探査の異常地点の存在という観点からそれぞれ抽出された。

10-2 勧 告

- (1) 今後アルゼンティン共和国において、鉱床賦存有望地区の抽出等を実施する場合、ランドサット・データ解析と空中写真の解析は有効な手段のうちのひとつである。北部の植生の少ない地域では、地質構造の解明にとどまらず地質区分、変質帯の抽出が可能であり、南部の国境付近の植生が密な部分では、地質構造の解明、地質区分の把握として有効であ

る。

(2) 本調査において抽出された下記の地区について、今後アルゼンティン側が継続して調査することを提言する。

① ポーフイリーカッパー鉱床

① Caquel 欽化変質帯及びその周辺地区

② La Voluntad と Carreri 欽化変質帯を含み Serie Porfirítica やこれに貫入する花崗岩類発達地区

③ Condorcanqui と Cerro Colhue 欽化変質帯を包含する地区

② 鉍脈鉱床

① Campana Mahuida 鉍床の南東地区

② Esquel の北東地区

LISTA BIBLIOGRAFICA-I

1. ALESSI, V. y KEJNER, M. (1959): Estudio geológico – minero del "Cerro Huayelón" – pcia. Neuquén. Ministerio de Economía de la Nación Stría de Estado de Industria y Minería, Subsecretaría de Minería.
2. AMETRANO, S., COIRA, B., DONNARI, E., y PEZZUTI, M. (1979): Mineralización de cobre asociada al Pintonismo Terciario en la zona de La Mina Condorcanqui, provincia de Chubut. Ministerio de Económica, Secretaría de Estado de Minería, Informe Inédito.
3. ARCHER, A.R. and MAIN, C.A. (1971): Casino, Yukon – A Geochemical discovery of an unglaciated Arizona-type porphyry. *Geochemical Exploration Special Vol. 11*, 1971.
4. BLOOM, H. (1966): Geochemical Exploration as applied to copper-molybdenum deposits. *Geology of the porphyry copper deposits southwestern North America*, 1966.
5. CAMUS, F. (1975): Geology of the El Teniente orebody with emphasis on wall-rock alteration. *Econ. Geol. Vol. 70*, 1341 ~ 1372.
6. CAZAUBON, A. (1947): Una nueva flora Jurásica en el Cordón de Esquel en el Chubut meridional. *Asoc. Geol. Arg., Rev. II*, 41 ~ 59, Bs. As.
7. CUCCHI, R.J. (1981): La Formación Esquel, Nueva interpretación estratigráfica. *Asoc. Geol. Arg., Rev. XXXV (2)*, 167 ~ 173.
8. DANIELI, J.C., RONCONI, N., CASE, A.M. y GINGINS, M. (1979): Estudio comparativo de los distoritos mineros "Andacollo" y "Cerro Atravesada". pcia. de Neuquén, Rca. Argentina. Segundo Congreso Geológico Chileno.
9. DI, T.I. (1978): Geología del sector comprendido entre El Paraje El Molle y El Cerro Tres Picos, Tehekhes, provincia del Chubut. Univ. Bs. As. Fac. Cienc. Exac. y Nat. Trabajo final de Licenciatura. Informe Inédito.
10. DIEZ, O.M. y ZUBIA, M. (1981): Sinopsis estratigráfica de la región de "El Bolsón", provincia de Río Negro. *Asoc. Geol. Arg., Rev. XXXVI (1)*, 19 ~ 28.
11. DOMINGUEZ, E.A. (1981): Genesis y geoquímica de la mineralización de los yacimientos "Los Manantiales" y "Lago Fontana", provincia del Chubut. *Asoc. Geol. Arg., Rev. XXXVI (2)*, 123 ~ 142.
12. FERNANDEZ, G.C.A. (1977): Contribución a la estratigrafía de la zona comprendida entre Estancia Ferrarólli, Cerro Colorado y Cerro Negro, departamento de Tehuekhes, provincia del Chubut, Argentina. *Asoc. Geol. Arg., Rev. XXXII (2)*, 130 ~ 144, Bs. As.
13. FERUGLIO, E. (1927): Estudio geológico de la región Pre y Subandina en la latitud del Nahuel Huapi. *Bol. Inf. Petrol., IV*, 111 ~ 119, Bs. As.
14. FOSSA, M.E. (1937): La Formación continental de Paso Flores en el Río Limay. *Notas Museo La Plata, Geol. La Plata, 2 (3)*, 89.
15. FRANCHI, M.R. y PAGE, R.F.N. (1980): Los basaltos Cretácicos y la evolución magmática del Chubut Occidental. *Asoc. Geol. Arg., Rev. XXXV (2)*, 208 ~ 229.
16. FUENTES, A.L. (1980): Las formaciones Suprapaleozoicas y Jurásicas de la Cordillera Patagónica, provincias de Río Negro y Chubut. *Asoc. Geol. Arg., Rec. XXXV (2)*, 174 ~ 182.

17. FUENZALIDA, H. (1935): Observaciones geológicas en el territorio de Aysen. Mus. Nac. Hist. Nat., Bol., XIV, 1 ~ 15, Santiago.
18. GAMUNDI, O.R.L. (1980): La Formación Esquel, Litología y estructura. provincia del Chubut. Asoc. Geol. Arg., Rev. XXXV (2): 187 ~ 194.
19. GEOFFROY, J.D. and WIGNAL, T.K. (1972): A statistical study of geological characteristics of porphyry-copper-molybdenum deposits in the Cordilleran belt – Application to the rating of porphyry prospects. Econ. Geol., Vol. 67, 1972, 656 ~ 668.
20. GONZALEZ, B.F. (1973): Geología del área entre San Carlos de Bariloche y Liao-Liao, provincia de Río Negro. Fundación Bariloche, Publ. Depavf, Recursos Nat. y Energía No. 16, S.C. de Bariloche.
21. GONZALES, D.E.F. y ZUBIA, M.A. (1980): Un nuevo afloramiento del Terciario inferior continental (= Formación Norquínco) en el Cerro Piltriquitron, suroeste de Río Negro. Asoc. Geol. Arg., Rev. XXXV, (2), 203 ~ 207, Bs. As.
22. GROEBER, P. (1954): La Serie Andesítica Patagónica, su relaciones, posición y edad. Asoc. Geol. Arg., Rev. IX (1), 39 ~ 42, Bs. As.
23. GROEBER, P. (1956): Anotaciones sobre Cretácico, Supracretácico, Paleoceno, Eoceno y Cuaternario. Asoc. Geol. Arg., Rev. X (4), 234 ~ 261, Bs. As.
24. HALLER, M.J. y LAPIDO, O.R. (1980 a): El Mesozóico de la Cordillera Patagónica Central. Asoc. Geol. Arg., Rev. XXXV (2), 230 ~ 247.
25. HALLER, M.J. y LAPIDO, O.R. (1980 b): The Jurassic Cretaceous volcanism in the Patagonian septentrional andes. Trabajo Leído en el Simposio de la Evolución Magnética de Los Andes, XXVI Congreso Geológico Internacional, Paris y Aceptado para su Publicación en el Earth Science Reviews, Amsterdam.
26. HATCHER, J.B. (1897): On the geology of southern Patagonia. Am. Jour. Sc., IV (23), 327 ~ 354, N. Haven.
27. HEIM, A (1940): Geological observations in the Patagonian Cordillera (preliminary report): Eclug. Geol. Helvet, XXXIII (1), 1 ~ 25, Zurich.
28. HERRERO, J.C. (1979): Informe sobre la prospección regional área III, Lago Fontana – La Plata. Informe Inédito, Plan Patagónica Comahue.
29. HERRERO, J.C. (1980): Informe preliminar sobre la prospección regional del Cordón de Esquel, Mosaicos 4372 II, C4, C4, Plan Patagónica Comahue, Informe Inédito.
30. HERRERO, J.C. (1981): Informe sobre la prospección regional de yacimientos minerales, Mosaico 4172 IV B3 "La Veranada", proyecto 15AL Lago Mascardi, Plan Patagónica Comahue, Informe Inédito.
31. HERRERO, J.C. y PARISI, C. (1981): Informe sobre la prospección semidetallada del Cerro Riscoso, proyecto 0411B Esquel. Plan Patagónica Comahue, Informe Inédito.
32. HOLLISTER, V.F. (1978): Geology of the porphyry copper deposits of the western hemisphere. Society of Mining Engineers.
33. HUNT, J.P. (1980): Porphyry copper deposits. Minería de Cobres Porfídicos, 9 ~ 39.
34. ISHIIHARA, S. and TERASHIMA, S. (1977): Los contenidos de Sn de granitos en Japón y sus significaciones en la actividad de granito Cretácico (en Japonés). Revista de Sociedad Geológica de Japón, 83, 657 ~ 664.

35. ISHIIHARA, S. and ULRIKSEN, C.E. (1980): The magnetite-series and ilmenite-series granitoids in Chile. *Mining Geology*, 30 (3), 183 ~ 190.
36. ISHIIHARA, S. (1981): The granitoid series and mineralization, *Econ. Geol.*, 75th anniversary, 1981, 458 ~ 484.
37. LINARES, E. (1977): Catalogo de edades radiométricas determinadas para la Republica Argentina.
I) Años 1972 ~ 1974, *Asoc. Nac. Arg., Pub. Esp., Ser. B, No. 4, Bs. As.*
II) Años 1974 ~ 1976, Realizados por INGEIS sin publicar.
38. LIZUAIN, A.F. (1980): Las Formaciones Suprapaleozóicas y Jurásico de la Cordillera Patagónica, provincia de Río Negro y Chubut. *Asoc. Geol. Arg., Rev. XXXV (2)*, 174 ~ 182.
39. MALVICIN, L. (1980): "Virgen de Valvanera". Una transición entre depositos hipogénicos y supergénicos de Mn y Sn relación zonal con otros yacimientos del sureste de Los Menucos, provincia de Río Negro. *Asoc. Geol. Arg., Rev. XXXV (1)*, 4 ~ 17.
40. MARTINEZ, C.G. (1958): Informe geológico de las cartas San Martín de los Andes y Hua Hum. Secret, Ejerc., Dir. Gral. Ing. Bs. As. Informe Inédito.
41. NULLO, F. y PRUSERPIO, C. (1975): La Formación Taquetren en Cañadón del Zaino (Chubut) y sus relaciones estratigráficas en el ámbito de la Patagónica, de acuerdo a la flora, Republica Argentina. *Asoc. Geol. Arg., Rev. XXX (2)*, 133 ~ 150.
42. ORGANIZACION MINERA METALICA DEL JAPON, SECRETARIA DE ESTADO DE MINERIA (S.E.M.) (1982): Informe de estudios basicos sobre la exploración de recursos minerales en la zona Patagónica de la Republica Argentina (primera etapa).
43. ORGANIZACION MINERA METALICA DEL JAPON, SUBSECRETARIA DE MINERIA (1983): Informe de estudios basicos sobre la exploración de recursos minerales en la zona Patagónica de la Republica Argentina (segunda etapa).
44. ORGANIZACION MINERA METALICA DEL JAPON (1984): Informe de estudios basicos sobre la exploración de recursos minerales en la zona Patagónica de la Republica Argentina (tercera etapa).
45. PAGE, R.F.N. (1980 a): Los conglomerados de Cañadón Pelado, Languñero, Chubut. *Asoc. Geol. Arg., Rev. XXXV (1)*, 80 ~ 86, Bs. As.
46. PAGE, R.F.N. (1980 b): La edad del Cautivalitense en su area tipo, Chubut. *Asoc. Geol. Arg., Rev. XXXV (1)*, 151 ~ 155, Bs. As.
47. PEROT, C. (1961): Estudio geológico de las inmediaciones del Paraje el Molle, Depto. Tehuelches, provincia del Chubut. *Asoc. Geol. Arg., Rev. XV*, 53 ~ 79, Bs. As.
48. PETERSEN, C.S. (1946): Estudios geológicos en la región del Río Chubut medio. *Dir. Min. Geol., Bol. No. 59*, Bs. As.
49. PLOSZKIEWICZ, J.V. y RAMOS, V.A. (1977): Estratigrafía y tectónica de la sierra de Payaniyeu (provincia del Chubut). *Asoc. Geol. Arg., Rev. XXXII (3)*, 209 ~ 226, Bs. As.
50. RICCARDI, A.C. (1971): Estratigrafía en el oriente de Bahía la Lancha, Lago San Martín, Santa Cruz, Argentina. *Rev. Mus. La Plata (N.S.), Geol., VII*: 245 ~ 318, La Plata.
51. ROTH, S. (1899): Apuntas sobre la geología y la paleontología de los territorios de Río Negro y Neuquén. *Rev. Mus. La Plata*, 9, 143 ~ 197.

52. SABALUA, J.C. (1975): Informe final sobre la zona "Mina la Voluntad" área de reserva Nº 45 – "La Voluntad" (provincia del Neuquén – Dpto. Catan Lil). Dirección General de Fabricaciones Militares Centro Exploración Geológico – Minera I.
53. SEPULVEDA, E.G. (1980): Estudio palinológico de sedimentitas intercaladas en la "Serie Andesítica Andina", Cordón Oriental del Futalaufquen, Chubut. *Asoc. Geol. Arg., Rev. XXXV (2)*, 248 ~ 272.
54. SEPULVEDA, E.G. y VIERA, R.M. (1980): Geología y área de alteración en el Cerro Colorado y alrededores, Chubut noroccidental. *Asoc. Geol. Arg., Rev. XXXV (2)*, 195 ~ 202.
55. SESANA, F. (1968): Rasgos petrográficos de la comarca del Río Chico, Río Negro. *Act. Terc. Jorn. Geol. Arg.*, 3, 99 ~ 105, Bs. As.
56. SILLITOE, R.H. (1973): Geology of the Los Pelambres porphyry copper deposit, Chile, *Econ. Geol.* Vol. 68, 1 ~ 10.
57. SILLITOE, R.H. (1976): Permo-Carboniferous, Upper Cretaceous, and Miocene porphyry copper-type mineralization in the Argentinian Andes. *Econ. Geol.*, Vol. 72, 1977, 99 ~ 109.
58. SILLITOE, R.H. (1977): Scientific communications. *Econ. Geol.*, Vol. 72, 99 ~ 109.
59. SILLITOE, R.H. (1980): Regional aspects of the Andean porphyry copper belt in Chile and Argentina. *Trans. Instn. Min. Metall.* 90, Feb. 1981.
60. STIPANICIC, P.N. (1967): Consideraciones sobre las edades de algunas fases magnéticas del Neopaleozóicas y Mesozóica. *Asoc. Geol. Arg., Rev. XXII (2)*, 101 ~ 133, Bs. As.
61. STIPANICIC, P.N., RODRIGO, F., BAULIES, O.L. y MARTINEZ, C.G. (1968): Las Formaciones Presenonianas en el denominado Macizo Norpatagónico y regiones adyacentes. *Asoc. Geol. Arg. Rev.*, XXXIII (2), 67 ~ 98, Bs. As.
62. SUERO, T. (1947): Reconocimiento geológico de la zona comprendida entre Cordón Chenque, Putrachoique – Río Tecka y Sierra de Languiñeo (departamento Tehuelches y Languiñeo – territorio Nacional de Chubut). Y.P.F. Informe Inédito.
63. SUERO, T. (1948): Descubrimiento del Paleozóico en la zona Extraandina del Chubut. *Bol. Inf. Pet.* No. 287, Bs. As.
64. SUERO, T. (1953): Las sucesiones Suprapaleozóicas de la zona Extraandina del Chubut. *Asoc. Geol. Arg., Rev. VIII*, Bs. As.
65. SUTULOV, A. (1974): Copper porphyries.
66. TISHENDORF, G. (1977): Geochemical and petrographic characteristics of silicic magmatic rocks associated with rare-element mineralization. In metallization associated with acid magmatism (STEMPROK, M. BURNOL, L. and TISCHENDORF, G. eds). *Geol. Surv. Praha*, Vol. 2, 41 ~ 96.
67. TITLEY, S.R. and BEANE, R.E. (1981): Porphyry copper deposits part I. Geologic settings, petrology, and tectogenesis. *Econ. Geol.*, 75th anniversary 1981, 214 ~ 269.
68. TOUBES, R.O. y SPIKERMANN, J.P. (1973): Algunas edades K – Ar y Rb – Sr de la Cordillera Patagónica entre los paralelos 40° y 44° de latitud sur. *Asoc. Geol. Arg., Rev. XXVIII*, 4, 382 ~ 396.

69. **TURNER, J.C.M. (1965):** Estratigrafía de Aluminé y adyacencias (provincia del Neuquén). *Asoc. Geol. Arg., Rev. XX (2)*, 153 ~ 184, Bs. As.
70. **VAN, H.J.E. (1976):** A Jurassic time scale. *Am. Assoc. Petrol. Geol., Bull. 60 (4)*, 489 ~ 497, Oklahoma.
71. **VERA, M.C. (1980):** Geología de la región comprendida entre los altos de Quichaura y la sierra del Cañadón Calfo. Langaiñeo, provincia del Chubut. Univ. Bs. As., Fac. Cienc. Exac. y Nat. Trabajo final de licenciatura. Informe inédito.
72. **VIERA, R. (1981):** Geología y mineralización, Área 25A – Mallín Blanco. Plan Patagónia Comahue, Informe Inédito.
73. **VIERA, R. (1981):** Geología y mineralización, sector Cerro Nahuel Pan. Plan Patagónia Comahue, Informe Inédito.
74. **VOLKHEIMER, W. (1964):** Estratigrafía de la zona extrandina del departamento de Cushamen (Chubut) entre los paralelos 42° y 42°30' y los meridianos 70° y 71°. *Asoc. Geol. Arg., Rev. XIX (2)*, 85 ~ 107, Bs. As.
75. **VOLKHEIMER, W. (1965):** Bosquejo geológico del noreste del Chubut extraandino (zona Gastre – Gualjaina). *Asoc. Geol. Arg., Rev. XX (3)*, 326 ~ 350, Bs. As.
76. **VOLKHEIMER, W. (1973):** Observaciones geológicas en el área de Ingeniero Jacobacci y adyacencias (provincia de Río Negro). *Asoc. Geol. Arg., Rev. XXVIII (1)*, 13, Bs. As.
77. **ZANETTINI, J.C.M. (1979):** Geología del pórfido cuprífero Campana Mahuida, provincia del Neuquén. *Asoc. Geol. Arg., XXXIV (3)*, 224 ~ 234.
78. **ZANTOP, H., (1981):** Argentinas Porphyry Copper potential. Feb. 1981 Mining Engineer.

LISTA BIBLIOGRAFICA-II

1. Dirección de Minas y Geología (1933): Confluencia de los Ríos Grande y Barrancas. (Mendoza y Neuquén)
2. Dirección General de Yacimientos Petrolíferos Fiscales (1949): Descripción Geológica de la Patagónia. Tomo I.
3. Dirección General de Yacimientos Petrolíferos Fiscales (1949): Descripción Geológica de la Patagónia. Tomo II.
4. Dirección General de Yacimientos Petrolíferos Fiscales (1950): Descripción Geológica de la Patagónia. Tomo III.
5. Dirección General de Industria Minera (1950): Descripción Geológica de la Hoja 35c, Ramon M. Castro. (Neuquén)
6. Dirección Nacional de Minería (1951): Descripción Geológica de la Hoja 36c, Cerro Lotena. (Neuquén)
7. Dirección Nacional de Minería (1956): Descripción Geológica de la Hoja 35b, Zapala. (T.N. de Neuquén)
8. Dirección Nacional de Minería (1956): Descripción Geológica de la Hoja 27c, Cerro Diamante. (Provincia de Mendoza)
9. Dirección Nacional de Geología y Minería (1964): Descripción Geológica de la Hoja 33d, Auca Mahuida.
10. Dirección Nacional de Geología y Minería (1964): Descripción Geológica de la Hoja 25a, Volcan San José.
11. Dirección Nacional de Geología y Minería (1964): Descripción Geológica de la Hoja 26c, La Tosca.
12. Carlos Ruiz Fuller (1965): Geología y Yacimientos Metalíferos de Chile. Instituto de Investigaciones Geológicas Chile.
13. United Nations Development Programme (1968): Mineral Survey in the Andean Cordillera.
14. Dirección General de Fabricaciones Militares (1968): Cobre Plan Cordillerano.
15. United Nations Development Programme (1968): Investigation of Porphyry Copper Type Mineralization Part I - Text.
16. Dirección Nacional de Geología y Minería (1969): Descripción Geológica de la Hoja 35a, Lago Aluminé.
17. Dirección Nacional de Geología y Minería (1969): Descripción Geológica de la Hoja 38c, Piedra del Aguila.
18. Dirección Nacional de Geología y Minería (1969): Los Geosinclinales de la Argentina.
19. United Nations Development Programme (1970): Investigation of Porphyry Copper Type Mineralization in the Provinces of Mendoza, Neuquén and San Juan.
20. Dirección Nacional de Geología y Minería (1970): Descripción del Mapa Metalogenética de la Republica Argentina Minerales Metalíferos.
21. Dirección Nacional de Geología y Minería (1971): Descripción Geológica de la Hoja 22c, "Ramblon".
22. Dirección Nacional de Geología y Minería (1971): Descripción Geológica de la Hoja 48c, "Lago Musters".

23. Dirección Nacional de Geología y Minería (1971): Descripción Geológica de la Hoja 49c, "Sierra San Bernardo".
24. Dirección Nacional de Geología y Minería (1972): Descripción Geológica de la Hoja 33d, Payun-Matru.
25. Dirección Nacional de Geología y Minería (1972): Descripción Geológica de la Hoja 24a-b, Cerro Tupungato.
26. Servicio Nacional Minero Geológico (1972): Descripción Geológica de la Hoja 27d, San Rafael.
27. Servicio Nacional Minero Geológico (1973): Descripción Geológica de la Hoja 29b, Bardas Blancas.
28. Servicio Nacional Minero Geológico (1973): Descripción Geológica de la Hoja 37a-b, Junin de los Andes.
29. Servicio Nacional Minero Geológico (1973): Descripción Geológica de la Hoja 29d, Cerro Nevado.
30. Servicio Nacional Minero Geológico (1973): Descripción Geológica de la Hoja 32b, Chos Malal.
31. Buenos Aires/Argentina (1975): II Congreso Ibero – Americano de Geología, Económica "La Geología en el Desarrollo de los Pueblos", Tomo II.
32. Buenos Aires/Argentina (1975): II Congreso Ibero – Americano de Geología Económica "La Geología en el Desarrollo de los Pueblos", Tomo III.
33. Buenos Aires/Argentina (1975): II Congreso Ibero – Americano de Geología Económica "La Geología en el Desarrollo de los Pueblos", Tomo IV.
34. Servicio Nacional Minero Geológico (1975): Catalogo de Publicaciones del Servicio Nacional Minero Geológico. (Incluyendo Informes Ineditos).
35. Servicio Geológico Nacional (1976): Descripción Geológica de la Hoja 32c, Buta Ranquil.
36. Servicio Geológico Nacional (1976): Descripción Geológica de la Hoja 36a, Aluminé.
37. Servicio Geológico Nacional (1977): Descripción Geológica de la Hoja 41c, Río Chico.
38. Servicio Geológico Nacional (1978): Descripción Geológica de la Hoja 42d, Gastre.
39. Servicio Geológico Nacional (1978): Descripción Geológica de la Hoja 28b, Malargüe.
40. Servicio Geológico Nacional (1978): Descripción Geológica de la Hoja 27b, Cerro Sosneado.
41. Servicio Geológico Nacional (1978): Descripción Geológica de la Hoja 41d, Lipetren.
42. Servicio Geológico Nacional (1978): Descripción Geológica de las Hojas 49a, Lago Blanco y 49b, Paso Río Mayo.
43. Dirección Oficial de los Congresos Geológicos Argentinos (1978): Actas del Séptimo Congreso Geológico Argentino. Tomo I
44. Servicio Geológico Nacional (1979): Descripción Geológica de la Hoja 37c, Catan Lil.
45. Servicio Geológico Nacional (1979): Descripción Geológica de la Hoja 28d, Estación Soitué.
46. Servicio Geológico Nacional (1979): Descripción Geológica de la Hoja 39c, Paso Flores.

47. **Cordoba, República Argentina (1979): Geología Regional Argentina. Volumen I.**
48. **Cordoba, República Argentina (1980): Geología Regional Argentina. Volumen II.**
49. **"La Minería en Chile" (1980): Instituto de Ingenieros de Minas de Chile.**

