

THE UNIVERSITY OF CHICAGO

PHYSICS DEPARTMENT

RESEARCH REPORT

NO. 100

1966

1966

704
66.1
MPN

100
100
100

704
66.1
MPN
13974

REPUBLICA DE CHILE
PROGRAMA DE EXPLORACION MINERA

INFORME DE RECONOCIMIENTO GEOLOGICO DE LA REGION ANDINA
SITUADA AL ESTE DE LA CIUDAD DE CONCEPCION

FASE III

JICA LIBRARY



1000116163

Junio, 1981

GOBIERNO DE JAPON
METAL MINING AGENCY OF JAPAN
JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION
AGENCY

GOBIERNO DE CHILE
INSTITUTO DE INVESTIGACIONES
GEOLOGICAS

國際協力事業団	
参入 月56.11.26	1704
登録 09169	66.1 MPN

PREFACIO

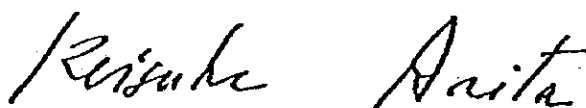
Con la campaña de terreno del año 1980, se completó la última fase del programa de exploración minera conjunta que convinieron los Gobiernos de Chile y Japón, para su realización en la franja andina situada al este de la ciudad de Concepción (Fig. 1).

La información obtenida, entregada en informes anuales, ha permitido avanzar en el conocimiento geológico de los recursos naturales no-renovables de la VIII Región del Bío-Bío y IX Región de la Araucanía.

Durante el desarrollo del convenio se hicieron sondajes de exploración con corona de diamante en los prospectos San José (VIII Región) y Galletué (IX Región), los cuales han demostrado la existencia de mineralización tipo pórfido cuprífero al sur de El Teniente, con leyes de Cu y Mo sub-económicas.

Es de esperar que estos convenios continúen estableciéndose en el futuro, en otras zonas del país, para mejorar el conocimiento de los recursos minerales.

Keisuke Arita
PRESIDENTE




JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY

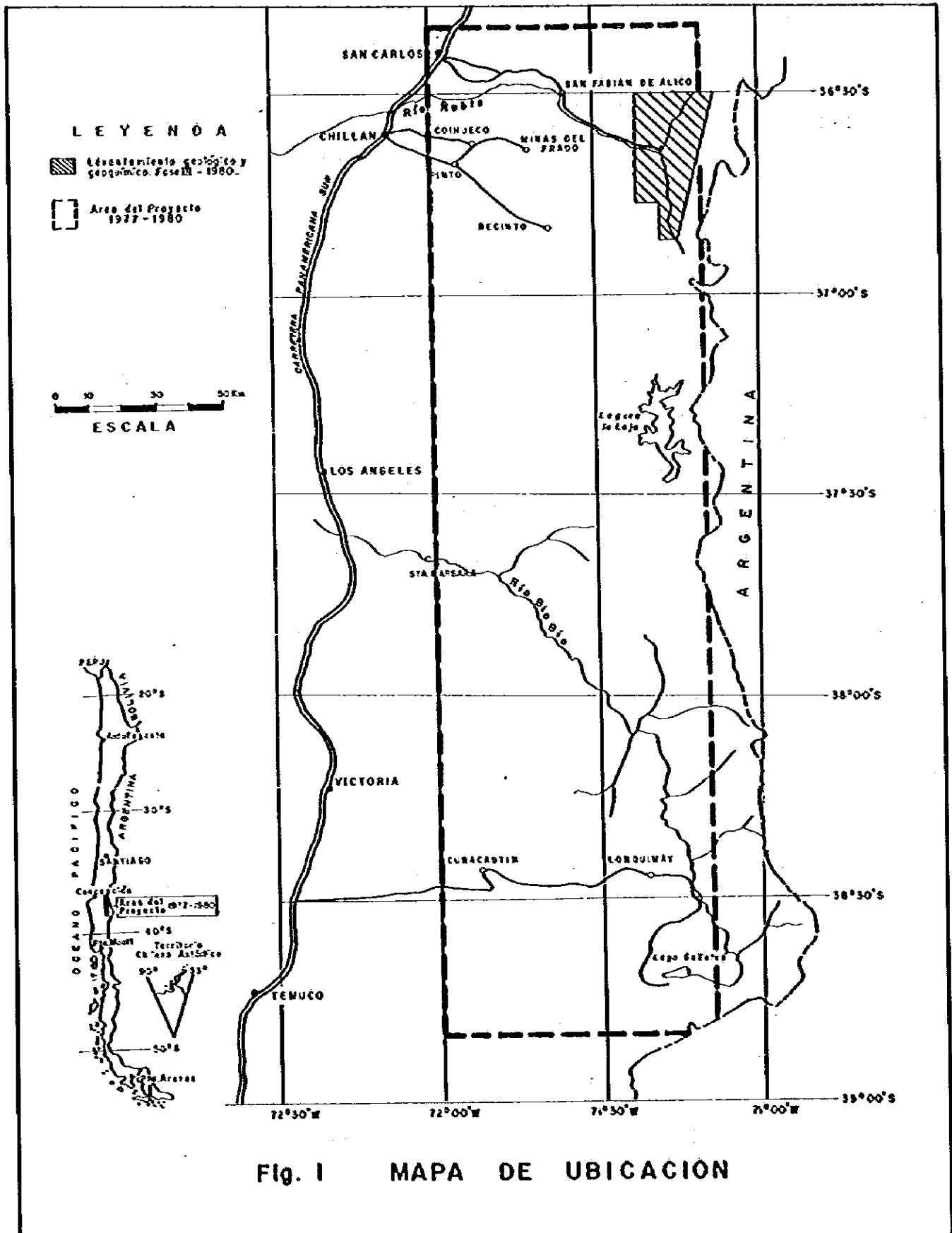
DIRECTOR

INSTITUTO DE INVESTIGACIONES GEOLOGICAS

Masayuki Nishitani
PRESIDENTE



METAL MINING AGENCY OF JAPAN



LEYENDA

▨ Elevamiento geológico y geofísico, Fozzi - 1980.

▭ Área del Proyecto 1977-1980.

0 10 20 30 40 50 Km

ESCALA

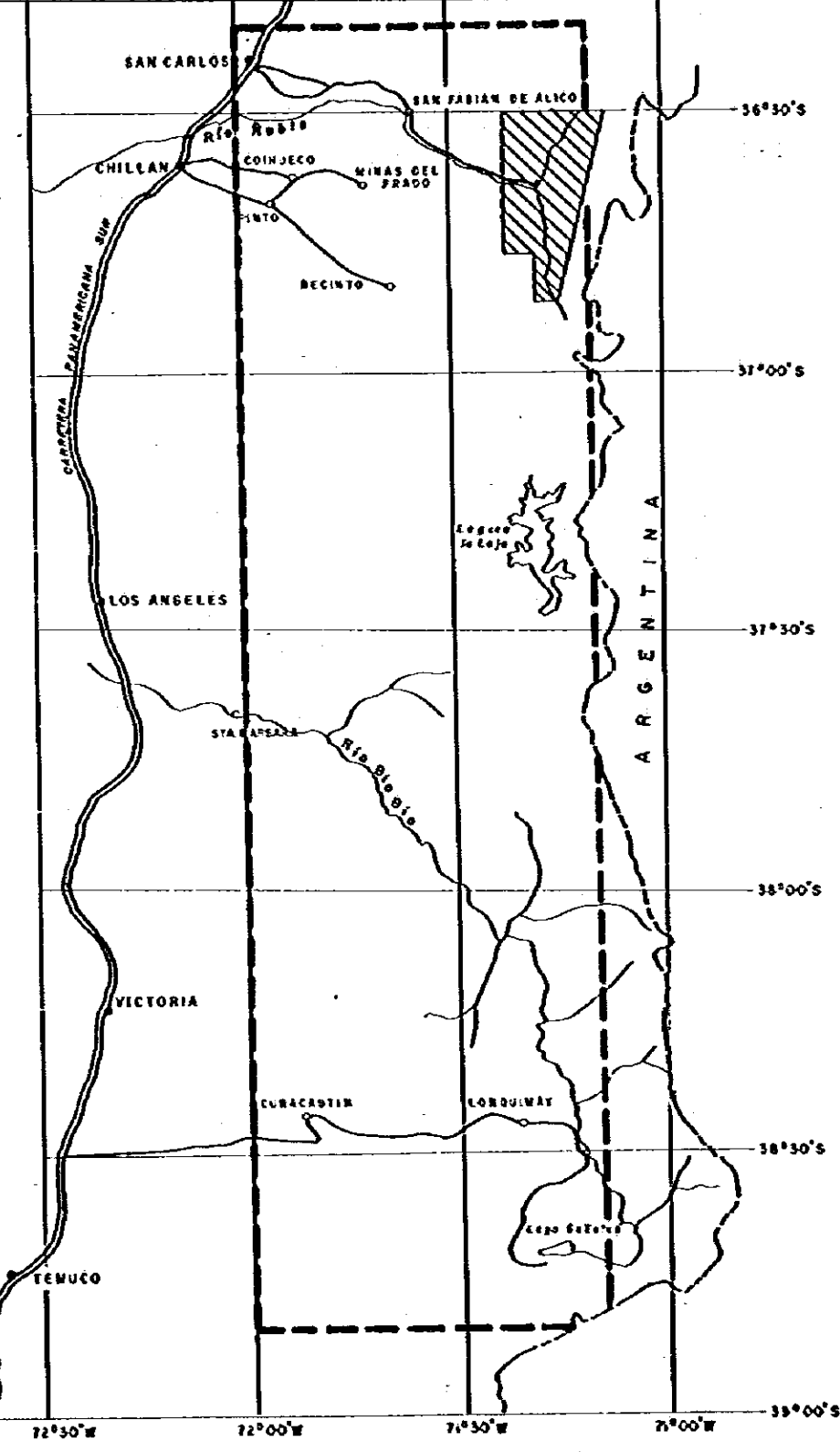
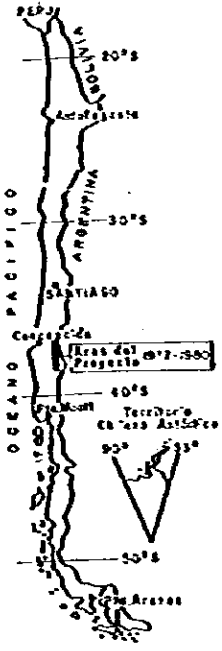


Fig. 1 MAPA DE UBICACION

CONTENIDO

PREFACIO

RESUMEN	1
---------------	---

INTRODUCCION

Capítulo 1.	Generalidades	3
Capítulo 2.	Trabajo realizado en el 3º año	4
2.1.	Area de trabajo	4
2.2.	Método y cantidad de trabajo realizado	4
2.3.	Tiempo de trabajo	5
2.4.	Miembros de los equipos	5
2.5.	Trabajos anteriores	5

GEOLOGIA Y PROSPECCION GEOQUIMICA

Capítulo 1.	Geografía	7
1.1.	Ubicación	7
1.2.	Topografía	7
1.3.	Clima y vegetación	7
1.4.	Acceso	9
1.5.	Recursos naturales	9
Capítulo 2.	Geología	10
2.1.	Generalidades	10
2.2.	Estratigrafía	10
2.2.1.	Unidad Río Ñuble (unidad informal)	10
2.2.2.	Formación Cola de Zorro	24
2.2.3.	Unidad Coladas de Valle (unidad informal)	27
2.2.4.	Depósitos aluviales, coluviales y glaciales	29
2.3.	Rocas intrusivas	30
2.3.1.	Granodiorita	30
2.3.2.	Dacita	33
2.3.3.	Diorita	36
2.3.4.	Tonalita	37
2.3.5.	Pórfido tonalítico	38
2.3.6.	Andesita	40

2.4.	Estructura	41
2.4.1.	Pliegues	41
2.4.2.	Fracturas	41
2.5.	Historia geológica	43
Capítulo 3.	Geología económica	45
3.1.	Generalidades	45
3.2.	Mineralización y alteración	45
3.3.	Consideraciones	61
Capítulo 4.	Exploración geoquímica	65
4.1.	Generalidades	65
4.2.	Muestreo	65
4.2.1.	Obtención de las muestras	65
4.2.2.	Análisis de la distribución de los puntos de muestreo	66
4.2.3.	Control de muestreo	67
4.2.4.	Precisión de muestreo	67
4.3.	Método de análisis	68
4.3.1.	Elementos guías usados	68
4.3.2.	Método de análisis	68
4.3.3.	Precisión analítica	68
4.4.	Resultados, estadígrafos básicos e interpretación estadística	69
4.4.1.	Resultados y Estadígrafos básicos	69
4.4.2.	Curvas de distribución de los elementos	72
4.4.3.	Correlación entre los elementos	81
4.4.4.	Análisis de factores	84
4.4.5.	Análisis de las superficies de tendencia para Cu y Zn	85
4.4.6.	Análisis de la función discriminante	91
4.5.	Resultados y discusión	95
Capítulo 5.	Conclusiones y recomendaciones	97
5.1.	Conclusiones	97
5.2.	Recomendaciones	98

REFERENCIAS	99
ANEXO	
Anexo 1 Informe geocronológico de muestras de área San Fabián de Alico ..	101
Anexo 2 Análisis palinológico de muestras del área San Fabián de Alico	108
APENDICES	A-1

LISTA DE TABLAS (En Texto)

- Tabla 1** **Resumen de trabajos realizados**
- Tabla 2** **Calendario de trabajo**
- Tabla 3** **Restos fósiles encontrados en Unidad Río Ñuble**
- Tabla 4** **Composición química de rocas seleccionadas**
- Tabla 5** **Características de las zonas mineralizadas**
- Tabla 6** **Precisión de muestreo (unidades logarítmicas)**
- Tabla 7** **Precisión analítica (unidades logarítmicas)**
- Tabla 8** **Estadígrafos básicos (población primitiva)**
- Tabla 9** **Estadígrafos básicos (población tamizada)**
- Tabla 10** **Muestras erráticas**
- Tabla 11** **Test Kolmogorov-Smirnov para la normalidad**
- Tabla 12** **Coefficiente de correlación**
- Tabla 13** **Matriz de factores ajustados**
- Tabla 14** **Superficie de tendencia para cobre**
- Tabla 15** **Superficie de tendencia para zinc**

LISTA DE FIGURAS (En Texto)

- Fig. 1** Mapa de ubicación
- Fig. 2** Columna geológica generalizada de área San Fabián de Alico
- Fig. 3** Mapa geológico del área San Fabián de Alico
- Fig. 4** Perfil P1 (estero Pedernales)
- Fig. 5** Perfil P2 (cajón González)
- Fig. 6** Perfil P3 (cordillera La Mortandad)
- Fig. 7** Perfil P4 (sierra Tábanos)
- Fig. 8** Perfil P5 (río Ñuble alto)
- Fig. 9** Diagramas triangulares
- Fig. 9a** Clasificación model de rocas intrusivas (Streckeisen, 1974)
- Fig. 9b** Composición normativa de roca intrusiva en diagrama APQ (Streckeisen, 1974)
- Fig. 10** Diagrama de fotolineamientos
- Fig. 11** Plano tectónico y ubicación de zonas del área San Fabián de Alico
- Fig. 12** Croquis del prospecto Las Tragedias
- Fig. 13** Plano de muestreo del prospecto Las Tragedias
- Fig. 14** Mapa de muestras geoquímicas erráticas (población primitiva)
- Fig. 15** Histograma y curva frecuencia acumulativa para cobre

- Fig. 16** Gráfico de frecuencia acumulativa para cobre
- Fig. 17** Histograma y curva frecuencia acumulativa para molibdeno
- Fig. 18** Gráfico de frecuencia acumulativa para molibdeno
- Fig. 19** Histograma y curva frecuencia acumulativa para zinc
- Fig. 20** Gráfico de frecuencia acumulativa para zinc
- Fig. 21** Histograma y curva frecuencia acumulativa para manganeso
- Fig. 22** Gráfico de frecuencia acumulativa para manganeso
- Fig. 23** Histograma y curva frecuencia acumulativa para arsénico
- Fig. 24** Gráfico de frecuencia acumulativa para arsénico
- Fig. 25** Diagrama Factor I (Cu-Mo-As) vs Factor II (Zn-Mn)
- Fig. 26** Relación entre Factor I (Cu-Mo-As) y Factor II (Zn-Mn)
- Fig. 27** Superficie de tendencia de grado 3 para cobre
- Fig. 28** Valores residuales para la superficie de tendencia de grado 3 para cobre
- Fig. 29** Superficie de tendencia de grado 3 para zinc
- Fig. 30** Valores residuales para la superficie de tendencia de grado 3 para zinc
- Fig. 31** Función discriminante bivariable (Cu y Zn) para sedimentos de ambiente granitoide y volcánico

APENDICES

APENDICE 1 TABLAS Y FIGURA (Fuera de Texto)

- Tabla 1 Determinación de minerales por difracción de Rayos X
- Tabla 2 Análisis químicos de menas
- Tabla 3 Análisis químicos de sedimentos fluviales
- Figura 1 Diagramas de variación del índice de diferenciación (I.D.) vs composición química

APENDICE 2 DESCRIPCIONES MICROSCOPICAS DE SECCIONES TRANSPARENTES

APENDICE 3 DESCRIPCIONES MICROSCOPICAS DE SECCIONES PULIDAS

LISTA DE PLANOS (Fuera de Texto)

- | | | |
|-------|---|-----------------|
| PL. 1 | Mapa geológico del área San Fabián de Alico | Escala 1:50.000 |
| PL. 2 | Mapa de muestreo del área San Fabián de Alico | Escala 1:50.000 |
| PL. 3 | Plano tectónico y ubicación de zonas mineralizadas del área San Fabián de Alico | Escala 1:50.000 |
| PL. 4 | Mapa geoquímico del área San Fabián de Alico | Escala 1:50.000 |

RESUMEN

1. El trabajo realizado corresponde al tercer año de exploración minera en la región andina situada al este de la ciudad de Concepción.
2. El área, próxima a la localidad de San Fabián de Alico, cubre una superficie de 630 km² y fue objeto de análisis fotogeológico, levantamiento geológico a escala 1:50.000 y exploración geoquímica en sedimentos fluviales.
3. El estudio fotogeológico se realizó en Japón. El trabajo de terreno se inició el 16 de octubre de 1980, participaron 5 geólogos japoneses y 3 chilenos, este terminó el 10 de diciembre del mismo año. La interpretación de la información y redacción del informe final se completó en Santiago el 24 de febrero de 1981. Posteriormente, en Japón, se hizo la revisión final con participación de especialistas de ambos países.
4. En el área se reconocieron las siguientes unidades estratigráficas: Unidad Río Ñuble, constituida por rocas volcánicas andesíticas, de edad pre-miocena; Formación Cola de Zorro, compuesta por lavas andesítico-basálticas, de edad pliocena superior-pleistocena; Unidad Coladas de Valle, constituida por rocas volcánicas andesíticas, de edad pleistocena-holocena. Además, aparecen depósitos aluviales, coluviales y glaciales del Cuaternario.
5. Las rocas intrusivas corresponden a un batolito de granodiorita y a "stocks", diques y filones manto de diorita, tonalita, pórfido tonalítico, dacita y andesita. Edades radiométricas K-Ar permiten asignarles una edad mínima miocena.
6. En el área sólo se encuentra plegada la Unidad Río Ñuble, la que presenta un suave plegamiento de orientación principal N-S. La Formación Cola de Zorro y la Unidad Coladas de Valle se presentan subhorizontales. En terreno sólo se observan fallas menores y el rumbo principal de los fotolineamientos es NNE. Entre la Unidad Río Ñuble y la Formación Cola de Zorro se reconoce una discordancia angular, y entre esta última formación y la Unidad Coladas de Valle, una discordancia de erosión.

7. En el área se individualizaron 33 zonas mineralizadas, la mayoría (30) corresponde a disseminación de pirita y el resto y vetas. De las zonas con disseminación, destacan las denominadas prospectos Las Tragedias y Las Minas, ambos tienen pirita y cantidades microscópicas de calcopirita, magnetita y pirrotina. En general las rocas con disseminación de pirita están silicificadas, los otros tipos de alteración son muy débiles. Genéticamente la disseminación se relaciona con las unidades intrusivas dacita y pórfido tonalítico (A). Las vetas reconocidas son de pequeñas dimensiones (potencia menor de 20cm).
8. La prospección geoquímica permitió detectar una zona anómala por Cu, Mo, y As relacionada con el prospecto Las Minas y 4 zonas sub-anómalas que se sitúan en el sector Las Minas (relacionada con la zona 30); frente a la laguna Chacayal (relacionada con las zonas 13 y 15); en la unión del río Los Saucés y Nuble (relacionada con la zona 11) y en el estero Lara (relacionada con la zona 5). El valor absoluto de estas anomalías y subanomalías son bajo, por lo tanto no presentan expectativas económicas.
9. De acuerdo a lo señalado precedentemente, en el área de estudio existen numerosas zonas con mineralización de pirita y alteración hidrotermal débil, las cuales carecen de importancia económica. Es improbable que existan otras zonas de interés económico diferentes a las ya reconocidas; en consecuencia, no se recomiendan nuevos estudios en la zona.

INTRODUCCION

Capítulo 1. Generalidades

El trabajo realizado durante el tercer año de exploración de acuerdo al convenio entre los Gobiernos de Chile y Japón se llevó a cabo en la zona andina situada al este de la ciudad de Concepción. Consistió en el levantamiento geológico a escala 1:50.000 del área de San Fabián de Alicó (NE de Concepción), como consecuencia de las conclusiones emitidas en el informe correspondiente al segundo año de exploración. En ella hay varias manifestaciones de mineralización y alteración hidrotermal asociadas a rocas volcánicas e intrusivas.

Capítulo 2. Trabajo realizado en el 3º año

2.1. Area de trabajo

El centro del área de trabajo se ubica a 75 km al este de Chillán; sus límites están señalados por las coordenadas:

norte	:	36°30' lat. S
sur	:	36°51'28" lat. S
este	:	71°06'24" long. W
oeste	:	71°22'28" long. W

La zona corresponde a parte de los cuadrángulos, a escala 1:50.000, denominados Nevados de Chillán, Laguna Las Truchas y El Roble, del Instituto Geográfico Militar.

2.2. Método y cantidad de trabajo realizado

El levantamiento fotogeológico, geológico y geoquímico en sedimentos se hizo a escala 1:70.000. La distribución del trabajo se indica en la Tabla 1.

Los análisis de las muestras se efectuaron en los siguientes organismos:

Estudios microscópicos (secciones pulidas y transparentes), rayos X y análisis químicos

Instituto de Investigaciones Geológicas

Datación radiométrica (método K-Ar)

Universidad de Sao Paulo, Brasil

Análisis de polen

Universidad de Concepción, Depto. de Geociencias

2.3. Tiempo de trabajo

Se indica en la Tabla 2.

2.4. Miembros de los equipos

Japón:	Katsunori Kano	:	Administrador del proyecto
	Yuya Furukawa	:	Jefe del proyecto
	Ken Obara	:	Geólogo
	Miroru Kamezawa	:	Geólogo
	Minoru Saito	:	Geólogo
	Ryohei Otsubo	:	Geólogo
	Susumu Takeda	:	Fotogeólogo
Chile:	Guillermo Alfaro	:	Jefe del proyecto
	Ricardo Guzmán	:	Geólogo
	Ricardo Borié	:	Geólogo

2.5. Trabajos anteriores

Los trabajos anteriores en el área corresponden a los siguientes informes:

González, O. y Vergara, M., 1962. "Reconocimiento geológico de la Cordillera de Los Andes entre los paralelos 35° y 38° latitud sur." Anales de la Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas. v.19, pp. 18-121.

González, F., 1977. "Informe de avance de la prospección minera de la región cordillerana de la provincia de Ñuble". Informe Inédito IIG.

González, F., 1978. "Exploración geológica en la región cordillerana de la Provincia de Ñuble, VIII Región". Informe Inédito, IIG.

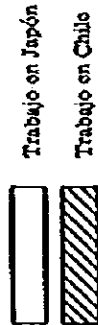
Alfaro, G. y Gajardo, A., 1978. "Carta Metalogénica de la VIII Región Administrativa de Chile y Provincia de Malleco, IX Región", VII Congreso Geológico Argentino, Neuquén, Argentina.

Tabla 1 RESUMEN DE TRABAJOS REALIZADOS

Área de trabajo	Método	Escala	Área cubierta (km ²)	Análisis de sedimentos fluviales										Análisis de monas							Rayos X	Sección transparente	Sección pulida	Datación radiométrica	Poles
				Au	As	Cu	Zn	Mo	As	Mn	Total	Au	Ag	Cu	Pb	Zn	Mo	S	Fe	Total					
San Fabián de Alico	Geología	1 : 50.000	630	-	-	-	-	-	133	133	133	133	133	133	133	133	133	1.064	16	45	210	41	10	12	-
	Geoquímica	1 : 50.000	630	18	410	410	410	2.478	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Tabla 2 CALENDARIO DE TRABAJO

Área de trabajo	Método	Personal	Octubre 1980	Noviembre	Diciembre	Enero 1981	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio
San Fabián de Alico	Geología y Geoquímica	Japón 5	11	16	11	25	25	22	22	30	30
		Chile 3	11								
			Preparación	Trabajo en terreno	Interpretación e informe	Redacción de informe final	Redacción de informe final	Redacción de informe final	Redacción de informe final	Redacción de informe final	Imprenta



GEOLOGIA Y PROSPECCION GEOQUIMICA

Capítulo 1. Geografía

1.1. Ubicación

El área estudiada (630 km²) está situada en la Cordillera de Los Andes, al este de la ciudad de Chillán. Su forma es aproximadamente rectangular, limitada por las coordenadas 36°30' y 36°51'28" latitud sur y 71°06'24" y 71°22'28" longitud oeste (Fig. 1).

De acuerdo a la división política de Chile, se ubica en la comuna de San Fabián de Alico, provincia de Ñuble, VIII Región del Bío-Bío.

1.2. Topografía

El relieve es abrupto, caracterizado por cordones montañosos que son disectados por quebradas profundas.

La cota media del fondo de los valles principales varía entre 800 y 1.000 m s.n.m., en tanto que las cimas más destacadas alcanzan los 2.600 m s.n.m. (cordillera La Mortandad).

Dos sistemas de drenaje principales cruzan el área: El río Los Sauces en sentido norte-sur y el río Ñuble en sentido surnorte; ambos se unen en el sector denominado Chacayal para continuar con sentido este-oeste, bajo la denominación de río Ñuble. Otros cauces menores, principalmente afluentes del río Ñuble, se desarrollan en sentido norte-sur.

El sistema hidrológico del área se ve complementado por numerosos lagos pequeños (área inferior que 0,3 km²), de origen glacial (formados por represamiento de aguas debido a morrenas en circos glaciales) o volcánicos (captura de agua por coladas de lava).

1.3. Clima y vegetación

El clima es típicamente cordillerano con precipitaciones de nieve generalizadas entre junio y septiembre. En la parte occidental principalmente en los valles, las precipitaciones son tipo lluvia.

Las temperaturas promedio estimadas corresponden a los meses de febrero con 18°C y junio con 7°C.

Es normal que en los meses secos y aún durante el estío, se produzcan tormentas eléctricas y de granizos en las partes altas.

Los valores normales medios de pluviosidad y temperatura registrados en la estación Chillán (lat. 36°35'S y long. 72°02'W) durante el período 1931-1960 (Atlas Geográfico de la Región del Bío-Bío, Universidad Católica de Talcahuano, 1977) fueron:

Mes	Pluviosidad (mm)	Temperatura(°C)
Enero	22,2	21,9
Febrero	17,7	20,8
Marzo	26,2	17,9
Abril	26,2	13,8
Mayo	69,5	11,4
Junio	189,4	9,4
Julio	217,0	9,1
Agosto	167,0	9,4
Septiembre	72,5	11,3
Octubre	48,6	14,3
Noviembre	31,4	16,1
Diciembre	21,6	17,9

La asociación vegetal del área corresponde al bosque abierto andino sin coníferas (Fuenzalida, H., en "Geografía Económica de Chile", CORFO, 1965) caracterizada por la presencia, entre otros, de Nothofagus obliqua (roble), Nothofagus dombeyi (coihue), Persea lingue (lingue), Lonnatia ferrugina (romerillo) y Lithraea caustica (litre). Entre las especies arbóreas se desarrollan comunidades de Aristotelia chilensis (maqui). Sobre los 1.300 m s.n.m. la cubierta vegetal desaparece imponiéndose solamente Aristida pallens (coirón).

El clima puede considerarse favorable para los trabajos de terreno durante el lapso octubre-abril; sin embargo la cubierta vegetal dificulta parcialmente la visibilidad y desplazamiento en la zona.

1.4. Acceso

El acceso al área de trabajo es posible con vehículo mediante el único camino, en precarias condiciones, que sale de la localidad de San Fabián de Alico y se interna hacia la cordillera, hasta la localidad de Camán (junta de los ríos Ñuble y Los Sauces), siguiendo el curso del río Ñuble por su ribera norte.

Otro sendero de penetración para caballares existe en la costa sur del río Ñuble.

En general, cualquier punto del área es accesible en cabalgadura.

En el borde oriental hay numerosos senderos que alcanzan el límite con la República Argentina a través de pasos bajos (aproximadamente a una cota promedio de 1.300 m s.n.m.) y fáciles.

El principal centro poblado del área es San Fabián de Alico, aldea de 2.000 habitantes situada a unos 25 km del límite occidental del área. Este villorrio está unido por un buen camino ripiado de 47 km con la ciudad de San Carlos, que a su vez se sitúa a 29 km de Chillán y 141 km de Concepción.

1.5. Recursos naturales

La zona dispone, en general, de recursos naturales que facilitan cualquier trabajo. Los recursos hídricos son abundantes incluyendo caídas de agua.

El combustible más usado para fines domésticos es el carbón vegetal y leña. Es abundante la carne caprina y miel de abeja.

Para el desplazamiento en la zona es posible conseguir fácilmente caballares y baqueanos.

No existen centrales ni redes de transmisión de energía eléctrica.

Capítulo 2. Geología

2.1. Generalidades

Las secuencias estratificadas expuestas en el área de estudio están constituidas por rocas volcánicas pre-miocénas (Unidad Río Ñuble), rocas volcánicas del Plioceno-Superior-Pleistoceno (Formación Cola de Zorro), rocas volcánicas del Pleistoceno-Holoceno (Unidad Coladas de Valle) y por depósitos aluviales y coluviales recientes. Las rocas intrusivas corresponden a un batolito de granodiorita y a stocks, diques y filones mantó de diorita, tonalita, pórfido tonalítico, dacita y andesita; todas ellas intruyen a la Unidad Río Ñuble (Figs. 2 y 3).

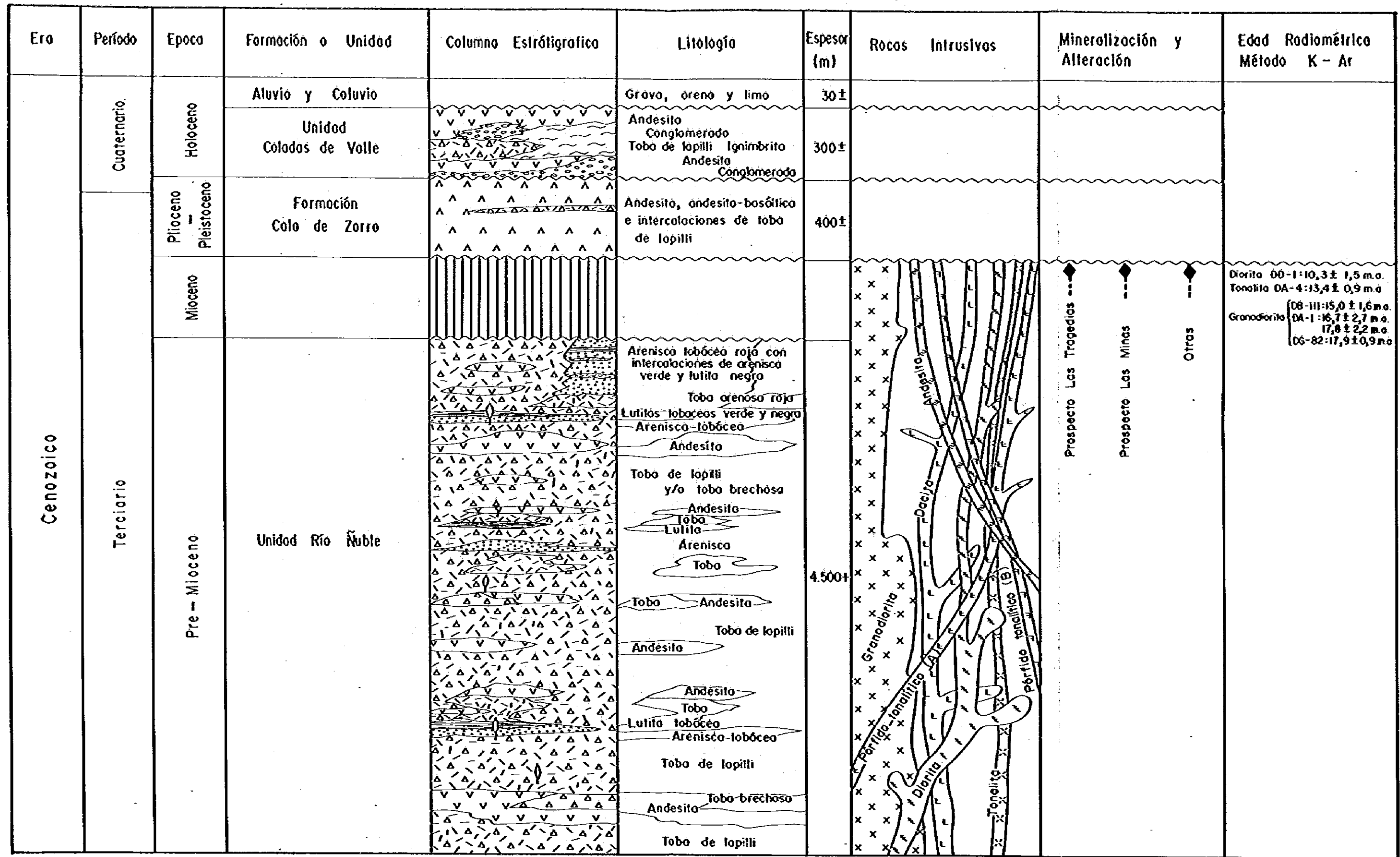
La Unidad Río Ñuble presenta un suave plegamiento de orientación principal N-S, mientras que la Formación Cola de Zorro y la Unidad Coladas de Valle se presentan subhorizontales. Fotolineamientos de rumbo NNE se observan en la Unidad Río Ñuble y en rocas intrusivas. Discordancia angular se reconoce entre la Unidad Río Ñuble y la Formación Cola de Zorro y entre esta formación y la Unidad Coladas de Valle se observa una discordancia de erosión.

2.2. Estratigrafía

2.2.1. Unidad Río Ñuble (unidad informal)

Definición y relaciones estratigráficas

Se denomina informalmente Unidad Río Ñuble a un conjunto de rocas volcánicas andesíticas y escasas rocas clásticas que aflora en el curso del río Ñuble y presenta una amplia distribución en el área de estudio. La base de esta unidad no aflora y ella subyace discordantemente a la Formación Cola de Zorro (sectores norte y sur del área, Fig. 4), a la Unidad Coladas de Valle (sector sur) y a sedimentos recientes.



Simbología ; Tronco carbonizado y/o hoja fósil

Fig. 2 COLUMNA GEOLOGICA GENERALIZADA DE AREA SAN FABIAN DE ALICO

Distribución y litología

Afloramientos de esta unidad aparecen distribuidos prácticamente en toda el área estudiada. Su secuencia estratigráfica se encuentra mejor expuesta en el sector de la cordillera La Mortandad (Figs. 5, 6 y 7) y en el curso superior del río Ñuble, al este de Carrizal (Fig. 8).

Esta unidad está constituida por rocas piroclásticas (75%), lavas andesíticas (20%) y rocas clásticas (5%).

Las rocas piroclásticas son esencialmente andesíticas; aunque algunos tipos dacíticos se observaron en las cercanías del cerro Lara. Texturalmente se reconocen tobas, tobas de lapilli, tobas brechosas, brechas volcánicas e ignimbritas (tobas soldadas); el mayor desarrollo lo presentan las tobas de lapilli, mientras que las ignimbritas se observaron sólo al este de Carrizal (Fig. 8). En general no se reconoce una gradación granulométrica de estas rocas en la secuencia estratigráfica. Localmente, al este de Carrizal (Fig. 8), se observó alternancia rítmica entre tobas de lapilli y tobas, en estratos de 10 a 30 cm de espesor.

Las rocas piroclásticas son predominantemente de colores verde y gris verdoso, y en menor grado de colores gris violáceo y pardo rojizo, estos dos últimos colores son más frecuentes en el sector NE del área de estudio y en la parte media a superior de la secuencia estratigráfica.

Sin embargo, en la parte oeste del área se encuentran intercaladas rocas de color gris verdoso con las de color pardo rojizo.

Estas rocas tienen mala selección y están constituidas por fragmentos angulosos a subangulosos. Los fragmentos líticos son esencialmente andesíticos y en forma subordinada dacíticos.

Fragmentos incompletos de vegetales carbonizados se han encontrado en diversos afloramientos de estas rocas piroclásticas (Tabla 3).

Tabla 3 RESTOS FOSILES ENCONTRADOS EN UNIDAD RIO ÑUBLE

Ubicación			Roca	Descripción
Lugar	Coordenadas U.T.M.			
	km(E)	km(N)		
Este Carrizal	300	5926,4	toba	restos de troncos carbonizados, tamaño 5 x 10 cm.
Este Carrizal	300	5926,4	toba de lapilli	restos de troncos carbonizados. tamaño: largo 70 cm, diámetro 10 cm; largo 70 cm, potencia 3 cm.
Quebrada Huemula	292,8	5934,9	toba arenisca tobácea	restos de troncos carbonizados, tamaño 5 x 6 cm.
Quebrada Huemula	293,2	5935,3	toba de lapilli	restos de troncos carbonizados, tamaño 5 x 5 cm.
Sierra Huémules	291,9	5955	toba de lapilli	restos de troncos carbonizados, tamaño 2 x 8 cm.
Cerro Bandurrias	292,7	5946,5	toba	restos de numerosos troncos carbonizados, tamaño 0,5 x 10 cm.
Río Los Sauces y Cajón González	292,7	5951,5	toba de lapilli	restos de troncos, tamaño, 1 x 5 cm.
Este Cordillera Pedernales	300,4	5955,8	toba	restos de hojas, tamaño 5 x 1 cm.
Norte Cajón González	305	5953,4	toba	restos de una hoja, tamaño 4 x 1,5 cm.

Microscópicamente, los diversos tipos de tobas y las brechas presentan una textura clástica con fragmentos angulosos a subangulosos dentro de una matriz recristalizado a vítrea. Los fragmentos son de líticos, con textura traquítica, pilotaxítica o microgranular, alterados a clorita, calcita, epidota y/o cuarzo; plagioclasa, alterada a sericita, zeolita, clorita y/o calcita; y escasos de cuarzo, minerales opacos, piroxeno y pómez. La mayor parte de estas rocas son de carácter andesítico, pero algunas por su mayor contenido de cuarzo tienen carácter dacítico. Las ignimbritas presentan una composición andesítica, contienen fragmentos de rocas con textura traquítica, pilotaxítica y microcristalina, además fenocristales de plagioclasa y minerales opacos. La matriz es vítrea y presenta "shards".

Las lavas andesíticas afloran como numerosos cuerpos que se distribuyen en toda el área siendo más comunes en los sectores del río Los Sauces, cordillera La Mortandad y cordillera La Negra. Aparecen como intercalaciones en las rocas piroclásticas o como sucesivas coladas (cordillera La Mortandad). Estratigráficamente se ubican en distintos niveles de la secuencia (mínimo 6, Fig. 3, perfil B-B'). Estos cuerpos de lava tienen un espesor mínimo de 2 a 5 m y un máximo de 200 m (cordillera La Mortandad); su longitud máxima es de aproximadamente 15 km (sierra Tábanos-cordillera La Mortandad).

Macroscópicamente, son en general macizas, compactas y duras, de color gris oscuro a gris verdoso y en menor grado púrpura-rojizo (Fig. 6). Su textura es afanítica a porfídica constituida por fenocristales de plagioclasa. Algunas presentan estructura fluidal y otras, amígdalas rellenas con clorita. En pocos sectores se reconocieron brechizadas con cemento hematítico entre los fragmentos.

Microscópicamente presentan textura porfídica, con masa fundamental traquítica a intergranular compuesta por plagioclasa y mineral opaco. Los fenocristales son de plagioclasa (andesina), subhedral y euhedral (0,3-3,0 mm), zonada, generalmente alterada a clorita, sericita y arcillas y a veces a epidota y calcita; clinopiroxeno, subhedral (0,18-2,0 mm), alterado en parte a clorita; ferromagnesianos (0,12-0,75 mm), alterados a clorita y mineral opaco.

Las rocas elásticas de la unidad presentan un mayor desarrollo en el sector noreste del área estudiada (cajón González), mientras que en el resto de la misma aparecen sólo esporádicamente. Estratigráficamente, se ubican principalmente en la parte media a superior de la secuencia (Figs. 5 y 8). Afloran intercaladas con rocas piroclásticas de aspecto muy similar por lo que en algunos sectores es difícil separarlas entre sí. Están constituidas en un 90% por areniscas y en un 10% por lutitas.

Las areniscas varían entre gruesas y finas con mayor desarrollo de las primeras; están compuestas por material tobáceo y andesítico y su color es verde o pardo rojizo (noreste del área). Presentan buena selección y una consolidación regular. Localmente (curso superior del cajón González y al este de Carrizal) se observó en ellas estratificación gradada.

Los mejores afloramientos de las areniscas están en el sector del cajón González, donde se reconocen en capas de 5 a 100 cm con un espesor total mínimo de 250 m y en el sector al este de Carrizal, donde aparecen en estratos de 10 a 30 cm con una potencia total de 160 m. Fuera de estos lugares sólo se observan como intercalaciones de 5 a 20 m.

Al microscopio las areniscas presentan textura elástica, con fragmentos subangulosos a subredondeados. Los fragmentos mayoritarios son de líticos (0,15 a 2,70 mm), con textura traquítica, pilotaxítica, intergranular o microgranular, algunos con arcilla, mineral opaco o venillas de cuarzo y plagioclasa (0,15 y 1,80 mm), alterada a zeolita, clorita y epidota. En menor grado se observan fragmentos de piroxeno (alterado a clorita y calcita), cuarzo y mineral opaco. El cemento es escaso y está constituido por clorita, zeolita, cuarzo, limonita y mineral opaco.

Las lutitas son en general de color gris o negro y están constituidas por material tobáceo. Afloran como delgadas intercalaciones (10-30 cm) subordinadas en las areniscas. Excepcionalmente, al este de Carrizal alcanzan espesores de 2 a 7 m (Fig. 8).

Metamorfismo y alteración hidrotermal

La Unidad Río Ñuble presenta como minerales secundarios: clorita, epidota, sericita, muscovita, calcita, zeolita (laumontita y wairakita), arcillas, cuarzo, biotita, anfíbola (tremolita) y limonita. Estos minerales son de origen de metamorfismo de carga, contacto y alteración hidrotermal o, en algunos casos ambos fenómenos en conjunto.

a) Metamorfismo de carga

En la Unidad Río Ñuble se presentan principalmente: clorita, zeolita y calcita. La clorita, generalmente reemplaza a minerales máficos y las zeolitas se presentan rellenando amígdalas o en algunos casos en pequeñas venillas. La especie principal de zeolita es wairakita y laumontita.

De acuerdo a lo anterior, las rocas de la Unidad Río Ñuble no han sufrido metamorfismo de nivel regional, pero si la asociación mineralógica corresponde a metamorfismo de carga (Utada, 1977).

b) Metamorfismo de contacto

En la zona del contacto entre la Unidad Río Ñuble y granodiorita, se desarrolla una aureola de metamorfismo de contacto, representada por alrededor de 500 m de rocas córneas. Las andesitas que están entre los 250 y 300 m del contacto intrusivo presentan textura blastoporfídica. En esta área, en general, se observan minerales secundarios como: epidota, cuarzo con estructura de mozaico, biotita, tremolita, muscovita en cristales grandes, andalucita y magnetita.

c) Alteración hidrotermal

En el área de estudio las rocas de la Unidad Río Ñuble presentan alteración hidrotermal como en las localidades Las Tragedias y Las Minas. Los minerales observados en las zonas con alteración son: sericita, calcita, cuarzo, clorita, epidota y limonita.

Más detalle de este tipo de alteración se describe en el capítulo 3 Geología económica.

Estructura y espesor

La Unidad Río Ñuble se encuentra plegada. Los pliegues tienen ejes con rumbo preferencial N-S y son en general suaves, a excepción de los observados en el sector noreste del área que son apretados. No se reconocieron en esta unidad fallas mayores, pero el estudio fotogeológico indicó la presencia de fotolineamientos de orientación NNE. El espesor de la unidad se estima en un mínimo de 4.500 m, según perfiles estructurales.

Edad y correlaciones

En la unidad sólo se encontraron escasos fósiles vegetales que no fueron identificados y por lo tanto no tienen valor cronológico. Análisis de polen efectuados en muestras escogidas no dieron resultados positivos (Anexo 2).

Debido al metamorfismo de carga que presentan las rocas de esta unidad no fue posible hacer dataciones radiométricas de ellas. En consecuencia no existen datos propios que permitan determinar la edad de esta unidad. Como no se conoce su base, tampoco se le puede asignar una posición cronostratigráfica precisa.

Sin embargo, se cuenta con una serie de dataciones (K-Ar) de rocas que intruyen a esta unidad.

Estas edades indican para la unidad una edad pre-miocena.

Además se realizó una datación (K-Ar) en roca total (Anexo 1) de una roca córnea de la unidad, la cual aflora como un "roof pendant" del batolito de granodiorita. Se obtuvo un resultado de $19,5 \pm 4,3$ m.a. (Mioceno Inferior).

De lo anterior se concluye que la Unidad Río Ñuble tiene una edad pre-miocena.

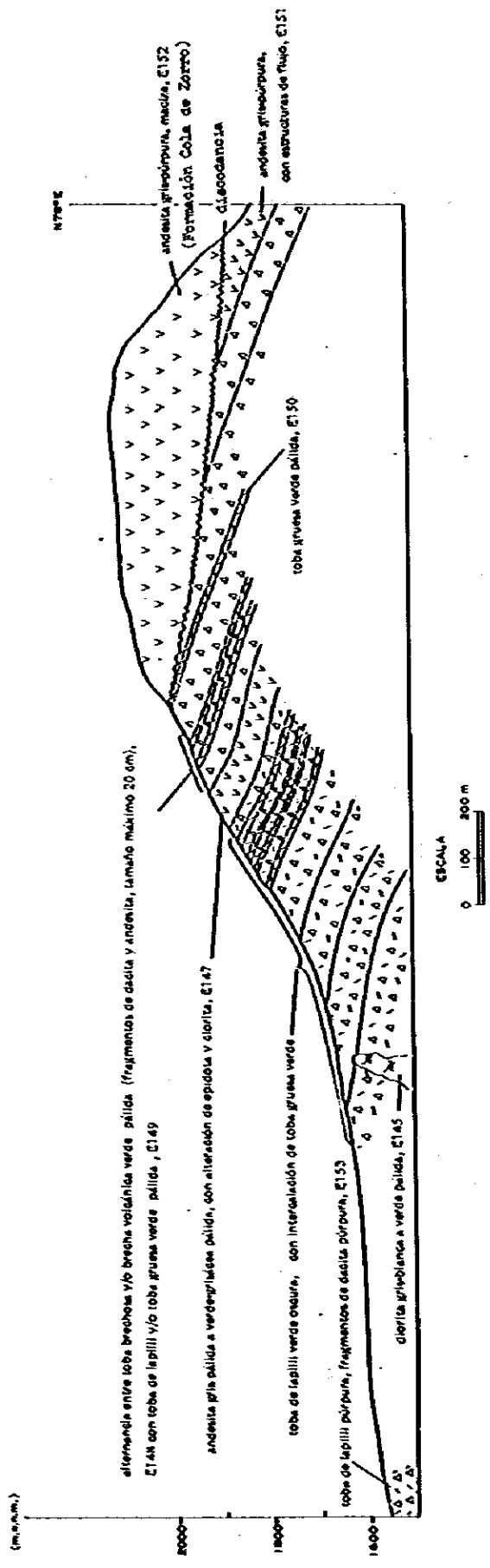


Fig.4 PERFIL P1 (ESTERO PEDERNALES)

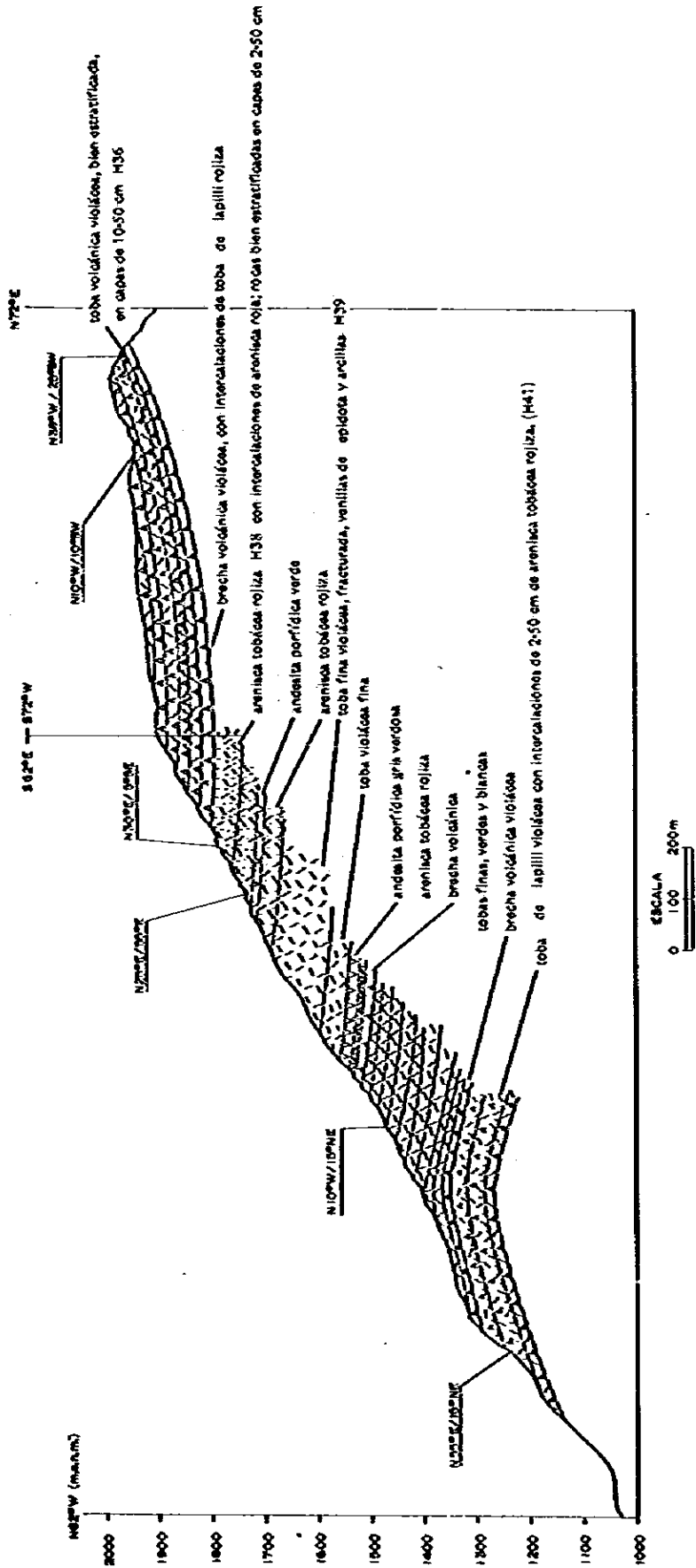


Fig.5 PERFIL P2 (CAJÓN GONZALEZ)

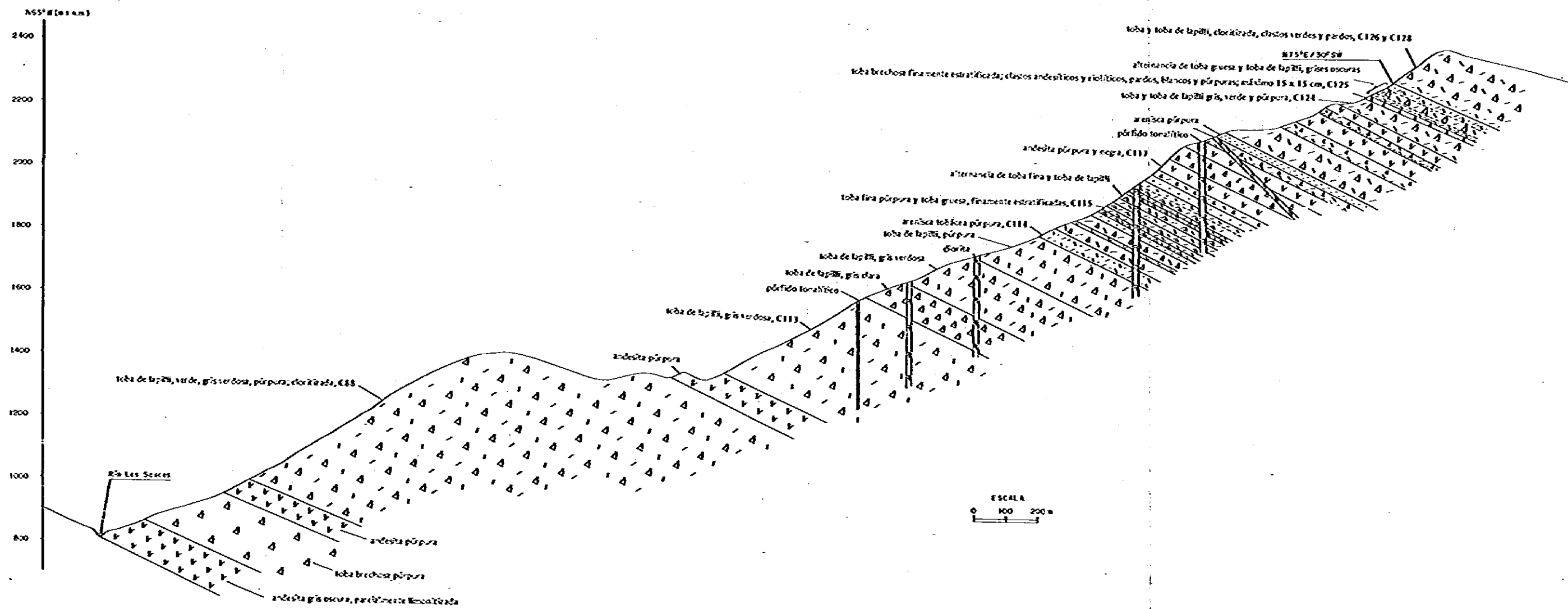


Fig.6 PERFIL P3 (CÓRDILLERA LA MORTANDAD)

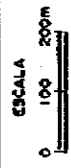
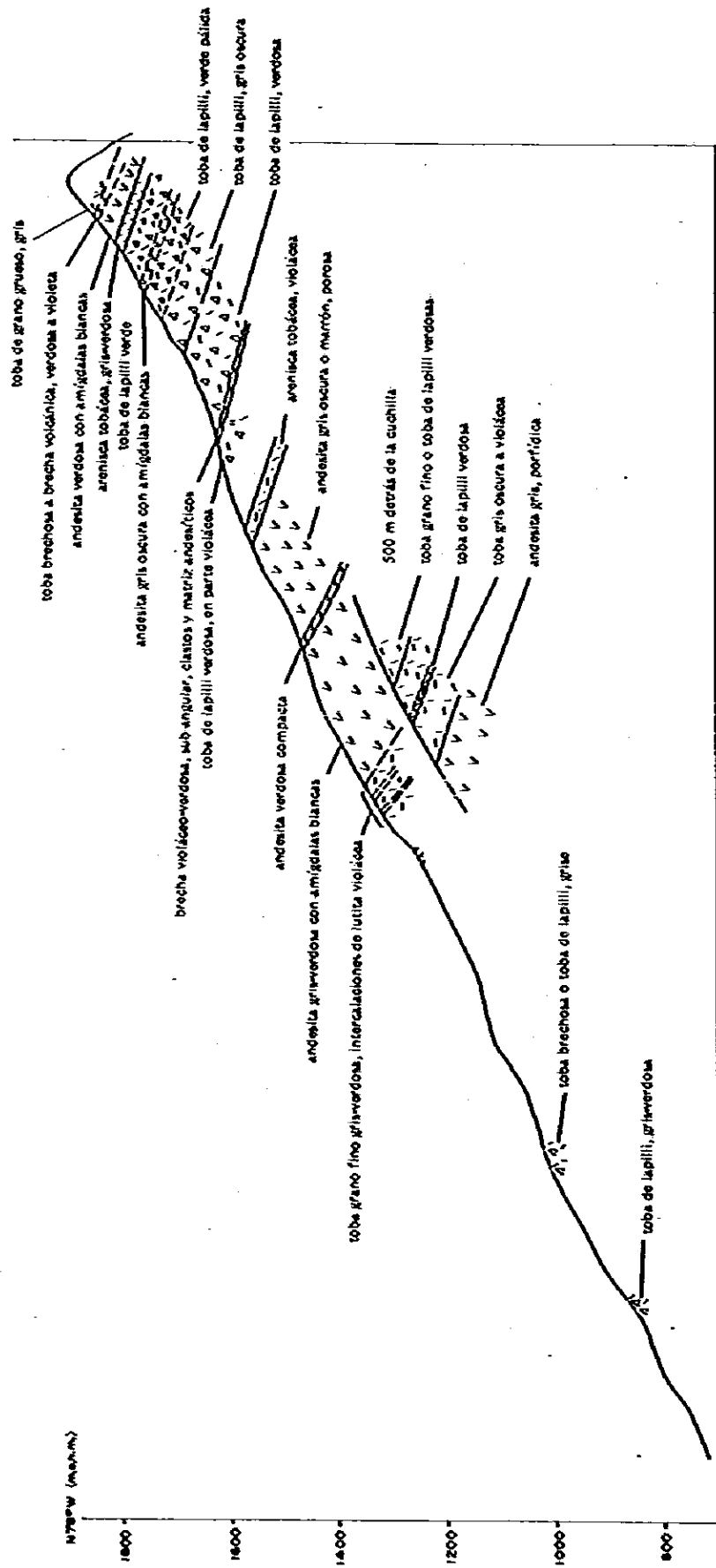


Fig.7 PERFIL P4 (SIERRA TABANOS)

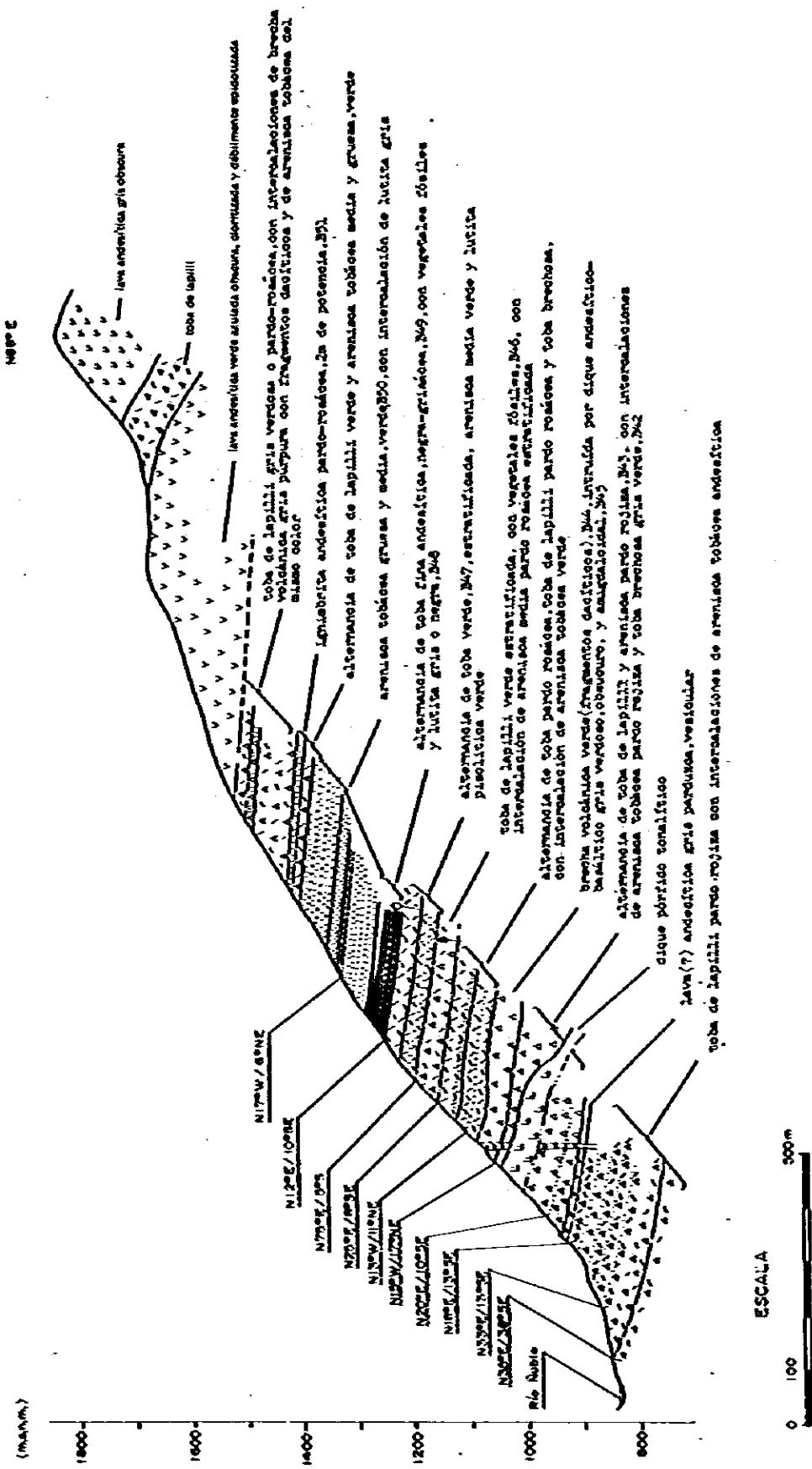


Fig.8 PERFIL P5 (RIO ÑUBLE ALTO)

La unidad puede correlacionarse por similitud litológica y posible continuidad areal con la Formación Río Blanco (Gardeweg, 1980), definida aproximadamente 15 km al norte del área de este estudio; la cual según dicho autor, tiene una edad pre-miocena o pre-oligocena, de acuerdo a la datación K-Ar en biotita de una granodiorita que la intruye (24 ± 12 m.a.).

También, por similitud litológica y posible continuidad areal, la Unidad Río Ñuble puede correlacionarse con la Formación Curamallín (Serrano, 1975; Niemeyer, 1979) reconocida respectivamente por dichos autores a unos 45 y 15 km al sur del área de estudio. Respecto a la edad de esta formación se conoce lo siguiente: Serrano (1975) encontró fauna fósil de posible edad eocena; Niemeyer (1979) encontró fauna fósil terciaria y Drake (1974) realizó dataciones (K-Ar) de rocas volcánicas de la formación que dan $18,2 \pm 0,8$; $15,4 \pm 0,5$; $14,7 \pm 0,7$ y $14,5 \pm 1,4$ m.a. (Mioceno). Estos antecedentes indican que la edad de la Formación Curamallín es dudosa aún pero si Terciaria. Es posible entonces que la correlación de la Unidad Río Ñuble pueda extenderse sólo a una parte de la Formación Curamallín.

2.2.2. Formación Cola de Zorro (González y Vergara, 1962)

Definición y relaciones estratigráficas

Esta formación fue definida por González y Vergara (1962) como un conjunto de rocas volcánicas de carácter andesítico basáltico, que tienen su mejor exposición en la quebrada Cola de Zorro, afluente del río Los Sauces, ubicado aproximadamente 5 km al norte del área de este estudio.

En el sector norte de la zona de estudio, aflora un conjunto de rocas volcánicas pertenecientes a esta formación el cual presenta continuidad areal con su lugar tipo (González y Vergara, 1962). Cubre discordantemente a la Unidad Río Ñuble (Fig. 4) y a dacitas intrusivas, y su techo corresponde a la superficie actual de erosión.

Diversos afloramientos reconocidos en el sector sur del área estudiada son incluidos en esta formación por similitud litológica y posición estratigráfica. Cubren discordantemente a la Unidad Río Ñuble y subyace de la misma manera a la Unidad Coladas de Valle y a sedimentos recientes. Algunos de ellos ya fueron incluidos en la Formación Cola de Zorro por González y Vergara (1962).

Distribución y litología

Como ya se mencionó afloramientos de esta unidad se reconocen tanto al norte como al sur del área de estudio. Los del sector norte se ubican en el extremo septentrional de la cordillera Pedernales y cubren un área de 1,5 x 2 km. Los del sur se encuentran en 5 lugares distintos que son: quebrada Corrientes, Morros Negros, Salto de Las Minas, Los Corredores y al sur de Salto de Las Minas; presentan un área máxima de 2 x 4 km pero todos se extienden fuera del área (Fig. 3).

La litología de la Formación Cola de Zorro está constituida esencialmente por lavas andesíticas a andesíticas-basálticas. Excepcionalmente en el sector sur de Salto de Las Minas se observó una intercalación de toba de lapilli de carácter andesítico.

Las lavas tienen color gris a gris oscuro, textura afanítica a porfídica; generalmente son macizas, duras y se encuentran sin alteración.

En los afloramientos del sector norte se observan, sobre el contacto discordante, aproximadamente 150 m de lavas andesíticas de piroxeno, porosas (los poros tienen diámetro variable desde 1,0 a 2,0 mm); y sobre estas rocas, aproximadamente 150 m de lavas andesíticas basálticas con olivino y piroxeno.

En afloramientos del sector sur se reconocen andesitas de piroxeno con estructuras de flujo, sin embargo en la quebrada Corrientes y al sur de Salto de Las Minas se observan además lavas andesíticas-basálticas de olivino y piroxeno con diaclasamiento columnar.

Al microscopio, las andesitas basálticas de piroxeno y olivino presentan textura porfídica con masa fundamental intergranular formada por cristales de plagioclasa, piroxeno, mineral opaco y escaso olivino. Los fenocristales son de plagioclasa (andesina), subhedral (0,6 - 5,2 mm), zonada, albitizada; olivino subhedral (0,30 - 1,65 mm); piroxeno subhedral (0,24 - 1,35 mm). La clasificación petrográfica de estas rocas como andesitas-basálticas se confirmaría con el análisis químico de una muestra (Tabla 4, muestra B-101), el que permite clasificarla, según Taylor (1969), en el límite entre "basaltos aluminosos" y "andesitas pobres en sílice"; y según Streckeissen (1979), en el límite entre andesitas y basaltos.

Al microscopio, las andesitas de piroxeno presentan textura porfídica con masa fundamental intergranular a interseccional compuesta por cristales de plagioclasa, piroxeno, minerales opacos y vidrio. Los fenocristales son de plagioclasa (andesina) euhedral a subhedral (0,2 - 4,0 mm), con inclusiones de piroxeno, algunas zonadas; clinopiroxeno subhedral (0,2 - 3,0 mm); mineral opaco subhedral, asociado a piroxeno.

En el sector al sur del Salto de Las Minas, se reconoció entre lavas andesíticas-basálticas una delgada intercalación (5-10 cm de espesor) de toba de lapilli de carácter andesítico, color gris, con débil consolidación y constituida por fragmentos angulosos de andesita fresca.

En general, las rocas de la Formación Cola de Zorro son muy frescas, no presentan efectos de alteración hidrotermal o metamorfismo. Al microscopio se observó, sin embargo, una débil albitización.

Estructura y espesor

Esta formación se ubica topográficamente en las partes altas, es sub-horizantal, no observándose en ellas pliegues ni fallas.

El espesor de la unidad se estima en un mínimo de 400 m en los afloramientos del sector sur y en un mínimo de 300 m en los del sector norte.

Edad y correlaciones

Los afloramientos de esta unidad ubicados en el sector norte del área de estudio se correlacionan por continuidad areal y similitud litológica con aquellos del lugar tipo de la Formación Cola de Zorro; en cambio los afloramientos del sector sur del área de estudio se correlacionan con dicha formación por posición estratigráfica y similitud litológica.

En el área de estudio no se reconocieron evidencias para determinar la edad de la Formación Cola de Zorro.

González y Vergara (1962) no mencionan edades radiométricas para esta formación en su lugar tipo. Sin embargo, una muestra de andesita-basáltica recolectada en afloramientos de la Formación Cola de Zorro ubicados aproximadamente 4 km al norte de su lugar tipo y en continuidad areal con aquél, datada por el método K-Ar en roca total, dió una edad de $1,0 \pm 0,5$ m.a. (Gardeweg, 1980); por otra parte, 20 km al oeste del área de estudio, otra muestra de andesita basáltica de esta formación datada por el mismo método dió $1,46 \pm 0,84$ m.a. (IG-MMAJ, 1979).

De acuerdo a lo anterior se concluye una edad pliocena superior a pleistocena para la Formación Cola de Zorro.

2.2.3. Unidad Coladas de Valle (unidad informal)

Definición y relaciones estratigráficas

Se ha denominado informalmente Unidad Coladas de Valle a un conjunto de rocas volcánicas y escasos conglomerados, cuyos afloramientos se restringen a los valles del sector sur del área de estudio. La mejor exposición de esta unidad se reconoce en el estero Las Cabras (Fig. 3).

Estas rocas, cubren discordantemente a la Unidad Río Ñuble, a la Formación Cola de Zorro y a la granodiorita. Su techo corresponde a la superficie de erosión actual y a sedimentos recientes.

Distribución y litología

Los afloramientos de esta unidad se observan en dos sectores del área estudiada: parte sur oeste (río Santa Gertrudis-estero Las Cabras) y parte sur (ladera oeste río Ñuble-río Gato). Estos afloramientos tienen formas alargadas, siguiendo los valles (Fig. 3).

La litología está constituida, en orden de abundancia, por lavas andesíticas, ignimbritas, tobas de lapilli y conglomerados.

En el sector de Santa Gertrudis-Las Cabras se observa, de abajo hacia arriba, la siguiente secuencia generalizada; conglomerado basal (10 a 30 m), lavas andesíticas (200 m), conglomerado (5 a 20 m), toba de lapilli e ignimbritas interdigitadas entre sí (aproximadamente 50 m).

En los afloramientos de la ladera oeste del río Ñuble, se observa, de abajo hacia arriba, la siguiente secuencia generalizada: conglomerado basal (sólo local, 10 m), lavas andesíticas (50m), ignimbritas (aproximadamente 50 m), conglomerados (10-30 m) y andesitas (200 m).

Las lavas andesíticas corresponden a andesitas de piroxeno y andesitas de piroxeno y olivino. En general son compactas y duras, de color gris a gris oscuro; las lavas de piroxeno olivino tienen color oscuro a negro con diaclasamiento columnar.

Al microscopio, las andesitas presentan textura porfídica con masa fundamental intergranular, pilotaxítica o hialopilitica, constituida por plagioclasa, piroxeno y mineral opaco. Los fenocristales son de plagioclasa (andesina-labradorita) subhedral (0,15-2,1 mm), zonada; piroxeno (augita) (0,12 - 0,75 mm); olivino, subhedral (0,12-0,45 mm). Los minerales no están alterados.

Las ignimbritas son andesíticas, gris a gris oscuro; están constituidas por fragmentos de andesita y vidrio negro y presentan textura soldada muy característica paralela al plano de positación. Litológicamente son iguales a las tobas de lapilli, salvo su textura y una mayor consolidación.

Microscópicamente presentan textura elástica con fragmentos angulosos a subangulosos de andesita, plagioclasa y piroxeno. La matriz es vítrea.

Los conglomerados son grises y están constituidos por clastos de granodiorita, andesita y rocas piroclásticas. Los clastos son redondeados y tienen un tamaño máximo de 50 cm (promedio 5-10 cm). La matriz es ceniza andesítica, arena y limo; la consolidación es débil.

Cabe destacar que las rocas de ésta unidad son en general muy frescas.

Edad y correlación

No existen antecedentes que permitan datar directamente las rocas de esta unidad, pero su posición estratigráfica indica que ellas son posteriores a la depositación de la Formación Cola de Zorro (Plioceno Superior-Pleistoceno).

Las coladas que conforman esta unidad, continúan al suroeste del área de estudio a una cota cada vez más alta, lo cual indica que provienen del centro volcánico Nevados de Chillán, ubicado 10 km al suroeste. Este centro tiene actividad actual representada por fumarolas y escasa erupción de ceniza y registra actividad histórica desde 1750 (Brüggen, 1948; Deruelle y Deruelle, 1975).

Con los datos señalados es posible ubicar cronológicamente esta unidad en el lapso Pleistoceno-Holoceno.

Cabe señalar que una erupción de Los Nevados de Chillán producida en 1861 depositó flujos volcánicos en el río Santa Gertrudis (Brüggen, 1948; Deruelle y Deruelle, 1975), sin embargo, no es posible determinar si estos flujos corresponden exactamente a la Unidad Coladas de Valle definida en este estudio.

2.2.4. Depósitos aluviales, coluviales y glaciales

Depósitos aluviales se reconocen en el valle del río Ñuble y en otros esteros y quebradas menores. Depósitos de coluvio se observan localmente en las faldas de los cerros.

Los sedimentos aluviales presentan mala selección, están constituidos por gravas (tamaño 5-30 cm), arenas y limos cuyos clastos tienen buen redondeamiento y son de las diversas rocas componentes del área.

Topográficamente, el área es muy abrupta, por lo que existen abundantes depósitos de piedemonte, especialmente desarrollados en quebradas menores. Las formas de erosión glacial y fluvio glacial son mayoritarias, sin embargo no se reconocen abundantes depósitos glaciales. Localmente en la laguna Las Truchas (al norte del río Las Truchas), existe desarrollo de morenas, estas están constituidas por fragmentos angulosos de formas variables, no consolidados ni estratificados. Los componentes son de rocas de la Unidad Río Ñuble, diorita, y dacita.

2.3. Rocas intrusivas

En el área existen, en orden de antigüedad, las siguientes rocas intrusivas: granodiorita, dacita, diorita, tonalita, pórfido tonalítico y andesita.

Las rocas se presentan: como parte de un batolito, y en diversos "stocks", diques y filones mantos.

Las dataciones efectuadas (método K-Ar) indican claramente la existencia de un evento termal de edad miocena, y permiten asignar dicha edad como mínima para las rocas intrusivas del área.

Los cuerpos de pórfido tonalítico están relacionados con mineralización.

A continuación se describe cada tipo de roca, en orden de antigüedad.

2.3.1. Granodiorita

Rocas de esta composición afloran en el extremo occidental del área estudiada, en una franja de elongación norte-sur que cubre un área de aproximadamente 16 km². Podrían corresponder al margen este del Batolito Santa Gertrudis (González y Vergara, 1962).

Macroscópicamente las rocas son de color gris claro a gris verde, con color de meteorización ocre a amarillento; presentan una textura granular de grano medio a fino con abundantes xenolitos de color gris oscuro con formas redondeadas y textura microgranular a porfídica. En general las rocas son macizas, homogéneas, y medianamente disgregable.

Al microscopio, la textura es hipidiomorfa a panhidiomorfa granular, ocasionalmente porfídica. Los minerales constituyentes son: cuarzo, anhedral (0,3 - 1,3 mm); plagioclasa, euhedral a subhedral (0,3 - 2,0 mm), con alteración incipiente a clorita y epidota; feldespato potásico, euhedral a subhedral (0,5 - 2,0 mm), débilmente alterado a clorita y epidota; biótita subhedral (0,5 - 2,0 mm), alterada débil a fuertemente a clorita; anfíbola, anhedral (1,0 - 1,5 mm), frecuentemente cloritizada. Ocasionalmente se observó piroxeno de hasta 2mm, anhedral, cloritizado. Minerales accesorios son apatita, esfeno y minerales opacos.

El estudio modal de 5 muestras permite clasificarlas como granodiorita (Ströckelissen, 1974) (Fig. 9a).

Por otra parte, la composición normativa de 6 muestras ploteadas en un diagrama triangular APQ, tiene una distribución similar a la anterior (Fig. 9b).

Se calculó el Índice de diferenciación (I.D.) y las razones moleculares de elementos mayores, los cuales se presentan a continuación:

Muestra N°	I.D.	$\text{Na}_2\text{O}/\text{CaO}$	$\text{Na}_2\text{O}+\text{K}_2\text{O}$	$\frac{\text{K}_2\text{O}+\text{Na}_2\text{O}+\text{CaO}}{\text{Al}_2\text{O}_3}$
DA-1	71,8	0,86	6,91	1,21
B-111	66,1	0,81	6,25	1,06
D-3	76,2	1,09	6,85	1,10
E-118	66,9	0,85	6,19	1,08
FD-88	72,3	0,94	6,54	1,11
G-82	78,1	1,76	7,16	1,02

Los datos mencionados anteriormente corresponden a una granodiorita (Daly, 1933).

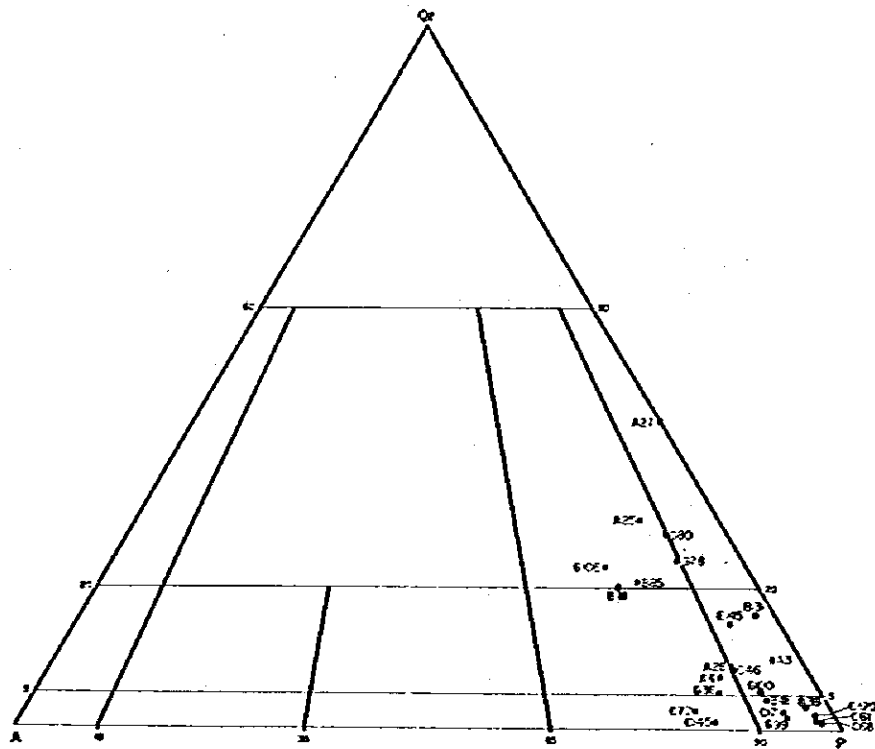


Fig 9a Clasificación modal de rocas intrusivas (STRECKEISEN, 1974)

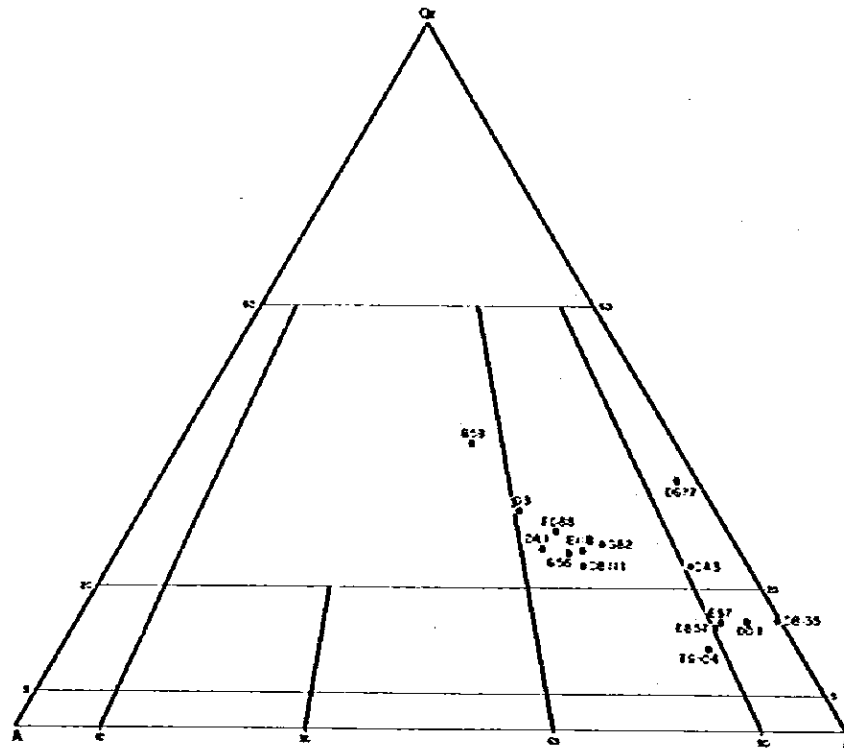


Fig 9b Composición normativa de rocas intrusivas en diagrama APQ (STRECKEISEN, 1974)

Fig 9 DIAGRAMAS TRIANGULARES

Relaciones de contacto y edad

Estas rocas intruyen a la Unidad Río Ñuble, desarrollando metamorfismo termal en una zona de hasta 500 m del contacto. A su vez, en la vertiente occidental del río Santa Gertrudis, un "stock" de diorita las intruye.

Tres muestras de granodiorita fueron datadas por el método K-Ar, obteniéndose las siguientes edades:

DA-1	Biotita	$17,8 \pm 2,2$ m.a. $16,7 \pm 2,7$ m.a.
DB-111	Biotita	$15,0 \pm 1,6$ m.a.
DG-82	Roca total	$17,9 \pm 0,9$ m.a.

Estas edades permiten asignar una edad mínima miocena a la granodiorita. Esto, no corresponde a lo anteriormente referido por González y Vergara (1962) para el Batolito Santa Gertrudis, sin embargo no hay evidencias suficientes para explicar esta diferencia.

A su vez dataciones radiométricas por método K-Ar en biotita obtenidas por IIG-MMAJ (1979) en granitoides, que originalmente fueron asignados al "Batolito Santa Gertrudis" (González y Vergara, 1962) indican edades de $83,9 \pm 3,8$ m.a., $85,4 \pm 5,2$ m.a. y $14,4 \pm 1,6$ m.a. Los antecedentes anteriores sugieren que el "Batolito Santa Gertrudis" (op. cit.) correspondería a un complejo intrusivo formado en más de una fase magmática.

2.3.2. Dacita

En el área de estudio se identificaron dos tipos petrográficos de dacita.

Uno de ellos, macroscópicamente, presenta un color pardo rojizo a gris, estructura fluidal, y fenocristales de plagioclasa. El otro tipo tiene color gris verdoso félsico y un aspecto aparente de toba fina.

El primero, se presenta principalmente como "stock", el segundo, como filones manto de algunos metros de potencia.

En ambos tipos no se reconoce margen de enfriamiento, pero claramente se observan cortando a la Unidad Río Ñuble, por lo que se los interpreta como intrusivos.

De preferencia estas dacitas se distribuyen en el sector noroccidental del área de estudio (estero Pedernales-cerro Lara) y al este del curso medio del río Ñuble (sierra Tábanos-quebrada Batea).

Al microscopio, el primer tipo tiene textura porfídica y masa fundamental fluidal. Los fenocristales son de plagioclasa (oligoclasa), subhedral. La masa fundamental está constituida por microlitos de plagioclasa (albita-oligoclasa) que conforman un enrejado, cuarzo en poca cantidad y feldespato potásico entrecrecido con plagioclasa. También se observan zeolitas en amígdalas. El segundo tipo tiene textura porfídica con fenocristales de plagioclasa (oligoclasa), anhedral. La masa fundamental está constituida por microlitos de plagioclasa (oligoclasa) alterada a sericita, feldespato potásico, cuarzo y escasa biotita alterada a clorita.

El resultado del análisis químico de una muestra de dacita del primer tipo se indica en la Tabla 4. El Índice de diferenciación (I.D.) y las razones moleculares de elementos mayores se presentan a continuación:

$$\text{I.D.} = 91,4, \quad \frac{\text{Na}_2\text{O}}{\text{CaO}} = 20,0, \quad \text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O} = 9,11, \quad \frac{\text{K}_2\text{O} + \text{Na}_2\text{O} + \text{CaO}}{\text{Al}_2\text{O}_3} = 0,92$$

Estos valores concuerdan mejor con riolita que con dacita (Dalz, 1933). Pero considerando que es sólo un análisis se prefiere mantener el nombre de dacita, que corresponde a las características petrográficas, macroscópicas y microscópicas de estas muestras.

En terreno se observó gradación entre ambos tipos petrográficos de dacita, lo que permite pensar que son producto de la misma actividad ígnea.

Relaciones de contacto y edad

En general, estas rocas intruyen a la Unidad Río Ñuble. A su vez son intruidas por diorita y por un dique andesítico al sur de la localidad La Veranada.

Tabla 4 COMPOSICION QUIMICA DE ROCAS SELECCIONADAS

Muestra	Roca	Coordenadas U.T.M.	SiO ₂ %	Al ₂ O ₃ %	Fe ₂ O ₃ %	FeO %	MgO %	CaO %	Na ₂ O %	K ₂ O %	H ₂ O ⁺ %	TiO ₂ %	P ₂ O ₅ %	MnO %	CO ₂ %	S %	Ba ppm	Ni ppm	Cr ppm	Sr ppm	Suma Total %
B-59	pórfido tonalítico	291-5929	76.56	12.20	0.31	1.52	0.18	0.98	3.28	4.13	0.56	0.17	0.05	0.04	0.14	<0.01	490	8	59	93	100.12
D-3	granodiorita	299-5929	69.45	13.49	1.03	3.39	1.13	3.05	3.33	3.52	0.66	0.45	0.09	0.08	<0.01	<0.01	320	11	64	113	99.67
DA-1	id	287-5950	66.78	14.03	1.46	3.56	1.58	4.13	3.57	3.34	0.61	0.57	0.12	0.09	<0.01	<0.01	390	8	32	148	99.84
DA-3	tonalita	304-5947	61.08	16.29	2.69	4.51	2.54	5.72	3.59	0.97	2.14	0.65	0.18	0.14	<0.01	<0.01	270	17	76	290	100.50
DB-57	diorita	291-5929	57.52	16.61	3.31	4.44	3.35	6.80	4.00	0.94	1.66	1.05	0.22	0.12	<0.01	<0.01	250	38	69	428	100.02
DB-101	andesita basáltica	287-2929	52.41	16.69	2.87	6.82	5.37	10.12	3.01	0.72	1.11	1.00	0.16	0.15	0.11	<0.01	100	20	105	466	100.54
DB-111	granodiorita	287-5957	63.09	15.59	4.16	3.69	1.72	4.26	3.46	2.79	0.76	0.57	0.11	0.09	0.07	<0.01	370	12	38	157	100.26
DB-135	ducita	296-5956	68.45	16.98	2.06	1.71	0.05	0.45	9.00	0.11	0.87	0.50	0.12	0.08	0.11	<0.01	<20	<5	72	48	100.49
DD-1	diorita	303-5930	54.73	16.30	6.08	5.59	3.23	7.43	3.79	0.53	0.87	1.25	0.25	0.13	0.11	<0.01	100	9	46	192	100.29
DC-77	cómeu	285-2935	70.71	13.24	3.04	3.07	0.56	3.05	5.06	0.42	0.91	0.32	0.07	0.08	<0.01	<0.01	80	10	63	150	100.53
DC-82	granodiorita	286-5937	68.36	14.96	1.87	2.52	0.83	2.67	4.69	2.47	0.92	0.45	0.14	0.10	<0.01	<0.01	390	12	51	146	99.98
E-97	monzodiorita	291-5931	58.59	17.21	1.99	4.29	3.47	6.42	3.94	1.17	1.59	0.83	0.17	0.12	<0.01	<0.01	300	44	92	352	99.79
E-118	granodiorita	289-5940	65.34	14.94	1.63	4.16	1.86	4.17	3.56	2.63	1.15	0.63	0.13	0.12	<0.01	<0.01	390	12	57	168	100.32
FD-88	id	287-5952	67.89	14.36	1.28	3.35	1.44	3.74	3.53	3.01	0.65	0.48	0.12	0.08	<0.01	<0.01	430	11	35	131	99.93
G-56	id	291-5931	66.93	15.02	1.50	3.43	1.58	3.51	3.84	3.04	0.78	0.60	0.13	0.08	0.04	<0.01	570	24	70	215	100.48
TC-104	monzodiorita	295-5956	54.12	14.32	4.54	7.68	2.87	6.25	4.08	1.20	2.98	1.65	0.32	0.22	<0.01	<0.01	280	8	67	180	100.23

No existen antecedentes directos para determinar su edad. A la diorita se le ha asignado una edad mínima de $10,3 \pm 1,5$ m.a. por método K-Ar en roca total, datación efectuada en un "stock" diorítico. Por lo tanto la dacita sería anterior a dicha edad. Cabe hacer notar que el "stock" diorítico datado, no tiene relación de contacto en terreno, con la dacita.

2.3.3. Diorita

Rocas de esta composición afloran en el área de estudio como numerosos "stocks", diques y filones manto, los que se distribuyen de preferencia en el sector norte de la misma.

Macroscópicamente, son en general de color gris medio a gris verdoso claro, con un color de meteorización ocre, amarillento o blanquizco. Presentan textura fanerítica de grano medio a fino o porfídica con fenocristales en un 5-15%, en una masa fundamental microgranular.

Al microscopio, tiene textura hipidiomorfa granular subofítica, raramente porfídica. Como minerales principales se presentan plagioclasa anhedral (1,0 - 2,0 mm), hornblenda euhedral y anhedral (1,0 - 1,5 mm), biotita y feldespato potásico (1,0 - 2,0 mm). Como minerales accesorios se presentan zircón, esfeno, y minerales opacos. Generalmente esta roca es fresca pero en algunos sectores tiene alteración hidrotermal, estando los minerales máficos alterados a clorita y epidota, y la plagioclasa a sericita y minerales de arcilla.

Diseminación de pirita débil también se observó en estas rocas. El estudio modal de 15 muestras permite clasificarlas (Streckeisen, 1974) mayoritariamente como diorita (11) y en menor grado como monzodiorita (4) (Fig. 9a).

A su vez, la composición normativa de muestras (5) ploteadas en un diagrama APQ, tiene una distribución similar a la modal (Fig. 9b).

El Índice de diferenciación (I.D.) y las razones moleculares de elementos mayores de las mismas muestras anteriores se indican en siguiente tabla.

Muestra N°	I.D.	Na ₂ O/CaO	Na ₂ O+K ₂ O	$\frac{K_2O+Na_2O+CaO}{Al_2O_3}$
TG-104	49,6	0,65	5,28	1,36
DD-1	46,4	0,51	4,32	1,24
G-56	72,3	1,09	6,88	1,07
E-97	51,7	0,61	5,11	1,12
B-57	51,3	0,59	4,94	1,20

En general los resultados anteriores corresponden a diorita (Dalz, 1933), sin embargo la muestra G-56 corresponde a granodiorita, lo que indicaría un cambio de facies.

Relaciones de contacto y edad

La diorita, en general, intruye a la Unidad Río Ñuble y, en sectores, a la dacita y granodiorita. A su vez está intruida por pórfido tonalítico "A" y "B".

En este estudio se efectuó una datación de un "stock" de diorita por el método K-Ar en roca total, la que dió una edad de $10,3 \pm 1,5$ m.a.

Esta edad se asigna como mínima para la diorita.

2.3.4. Tonalita

Dos cuerpos de esta composición afloran en el área de estudio en el sector de la cordillera de La Mortandad. El cuerpo más occidental corresponde a un "stock", mientras que el otro, a un filón manto.

Macroscópicamente son rocas de color verde claro a blaquizco, con color de meteorización ocre y textura granular de grano medio.

Al microscopio, se observa una textura hipidiomorfa granular. Los minerales constituyentes son plagioclasa (andesina) euhedral, alterada en forma débil a moderada a sericita; cuarzo, anhedral; biotita, subhedral a anhedral, alterada a clorita; y, hornblenda, subhedral. Minerales accesorios son esfeno, apatita y minerales opacos.

El resultado del análisis químico de una muestra de tonalita se indica en tabla 4. El Índice de diferenciación (I.D.) y las razones moleculares de elementos mayores de esa muestra se presentan a continuación:

$$\text{I.D.} = 54,9, \quad \frac{\text{Na}_2\text{O}}{\text{CaO}} = 0,63, \quad \text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O} = 4,56, \quad \frac{\text{K}_2\text{O} + \text{Na}_2\text{O} + \text{CaO}}{\text{Al}_2\text{O}_3} = 1,06$$

Estos valores concuerdan con el análisis petrográfico (Dalz, 1933).

Relaciones de contacto y edad

Estos cuerpos intruyen a la Unidad Río Ñuble. Una muestra datada por el método K-Ar en roca total dió $13,4 \pm 0,9$ m.a., lo que permite asignar esta edad como mínimo a la tonalita.

2.3.5. Pórfido tonalítico

Se distinguen dos tipos de estas rocas por edad relativa y por petrografía. Se denomina "A" al más antiguo y "B" al más nuevo. El primero se encuentra asociado con mineralización en el área.

2.3.5.1 Pórfido tonalítico "A"

Constituye numerosos "stocks", diques y filones manto, los que se distribuyen principalmente en el sector nor-oriental (cordillera La Mortandad) y sur-occidental (cordón Las Cabras) del área de estudio.

Macroscópicamente son rocas de color gris claro a gris verdoso, con color de meteorización ocre amarillento; pardo, blanquiceo o amarillento. Tienen textura porfídica con fenocristales en un 20-30%, de 1-5 mm de tamaño, y una masa fundamental afanítica y microgranular. Los fenocristales son de feldespato (plagioclasa), ferromagnesianos y en algunas rocas, de cuarzo.

Al microscopio, presenta textura porfídica con masa fundamental microcristalina. Los fenocristales son de plagioclasa euedral (1,0 - 2,0 mm), alterada a sericita, calcita y/o epidota, y de cuarzo anhedral. La masa fundamental está formada por microlitos de plagioclasa y agregados de cuarzo y se encuentra alterada a sericita, calcita, clorita y epidota.

El resultado del análisis químico de una muestra de pórfido tonalítico "A" se indica en la Tabla 4. Este corresponde a una composición granítica (Dalz, 1933). El Índice de diferenciación (I.D.) y las razones moleculares de elementos mayores de esa muestra se presentan a continuación:

$$\text{I.D.} = 90,6, \quad \frac{\text{Na}_2\text{O}}{\text{CaO}} = 3,35, \quad \text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O} = 7,41, \quad \frac{\text{K}_2\text{O} + \text{Na}_2\text{O} + \text{CaO}}{\text{Al}_2\text{O}_3} = 0,95$$

Estos últimos valores son concordantes también con los de un granito (Dalz, 1933).

Relaciones de contacto y edad

En general, las rocas de esta composición intruyen a la Unidad Río Ñuble y en particular en algunos sectores (norte cordillera La Mortandad, cordón Las Cabras) intruyen a "stocks" dioríticos. A su vez, al norte de la cordillera La Mortandad diques de pórfido tonalítico "A" son intruídos por diques de pórfido tonalítico "B".

No existen antecedentes directos que permitan datar esta roca, sin embargo diques de pórfido tonalítico "A" intruyen a diorita datada por método K-Ar en roca total de edad $10,3 \pm 1,5$ m.a. Esto sugeriría que el pórfido tonalítico "A" es posterior a esa edad.

2.3.5.2 Pórfido tonalítico B

Es de escasa distribución en el área donde se presenta en forma de diques exclusivamente (cordillera La Mortandad y sector sureste del curso superior del río Ñuble).

Macroscópicamente es porfídico con masa fundamental microgranular de color gris verdoso. Comparado con pórfido tonalítico "A" es más cristalino y tiene mayor cantidad de minerales máficos, por lo que su color es más verdoso.

Al microscopio, presenta textura porfídica con escasos fenocristales de plagioclasa, cuarzo y hornblenda. La masa fundamental está constituida principalmente por plagioclasa y en menor grado por cuarzo y clorita. Se encuentra débilmente alterada a sericita y clorita.

Relaciones de contacto y edad.

Este pórfido intruye a la Unidad Río Ñuble y a su vez al pórfido tonalítico "A", cortando la mineralización producto de este último.

En el sector de la cordillera de La Mortandad intruye a un "stock" de diorita de edad mínima $10,3 \pm 1,5$ m.a. (K-Ar).

Por lo tanto este pórfido es más nuevo que dicha edad y más nuevo que el pórfido tonalítico "A".

2.3.6. Andesita

Andesitas intrusivas aparecen como escasos diques de hasta 250 m de potencia distribuidos en el sector norte del área.

Macroscópicamente son rocas de color gris oscuro y duras.

Al microscopio se observa textura porfídica con fenocristales de plagioclasa alterada a zeolita, sericita y calcita, y ferromagnesianos alterados a clorita, posiblemente hornblenda. La masa fundamental consta de plagioclasa clorita, minerales opacos, esfeno, cuarzo secundario y calcita.

Relaciones de contacto y edad.

Estos dique andesíticos intruyen a la Unidad Río Ñuble.

No existen evidencias para asignarle una edad, en el área.

2.4. Estructura

2.4.1. Pliegues

En el área de estudio solo se encuentra plegada la Unidad Río Ñuble, con un plegamiento suave, de ejes paralelos, con longitud de onda entre 1 y 8km y cuya orientación principal es nortésur con ejes que varían desde NNW-SSB hasta NE-SW. La inclinación de los rumbos de los pliegues son, en general, menores de 30°; sin embargo en el sector del cajón Gonzáles estos mantean fuertemente, entre 70° y 80°, encontrándose incluso en sectores pliegues volcados.

A su vez localmente en áreas próximas al intrusivo granodiorita, la Unidad Río Ñuble se presenta con inclinaciones mayores, del orden de 60° a 80°, probablemente por la acción del emplazamiento de la roca intrusiva.

Los antecedentes de terreno indicarían que el plegamiento principal del área se produjo Post-Unidad Río Ñuble y Pre-Formación Cola de Zorro.

2.4.2. Fracturas

En el área no se observaron fallas mayores que afecten grandes extensiones de ésta, localmente se reconocieron fallas menores con algunos metros de desplazamiento, con orientación principal N 20° - 40°E presentando desarrollo de salvanda de falla, la que en algunos casos se presenta con clastos orientados. Además se observaron fracturas menores.

Este fallamiento es difícil de reconocer en terreno, por causa de la densa vegetación, por lo que su extensión y expresión areal se ha estudiado a través de fotolineamientos. La distribución, orientación y magnitud, de los fotolineamientos se indican en la Figura 3.

La mayor densidad se observa en el sector centro-este del área (cerro Maravilla), donde se reconocieron 122 fotolineamientos con una longitud total de 172 km. Se observan cuatro sistemas: N20°- 40°E, N60°- 80°E, N30°W y N70°W. Los dos primeros son principales, representando los N20°-40°E el 36% de la densidad, y los N60°-80°E el 24% de la densidad en el área (Fig. 10).

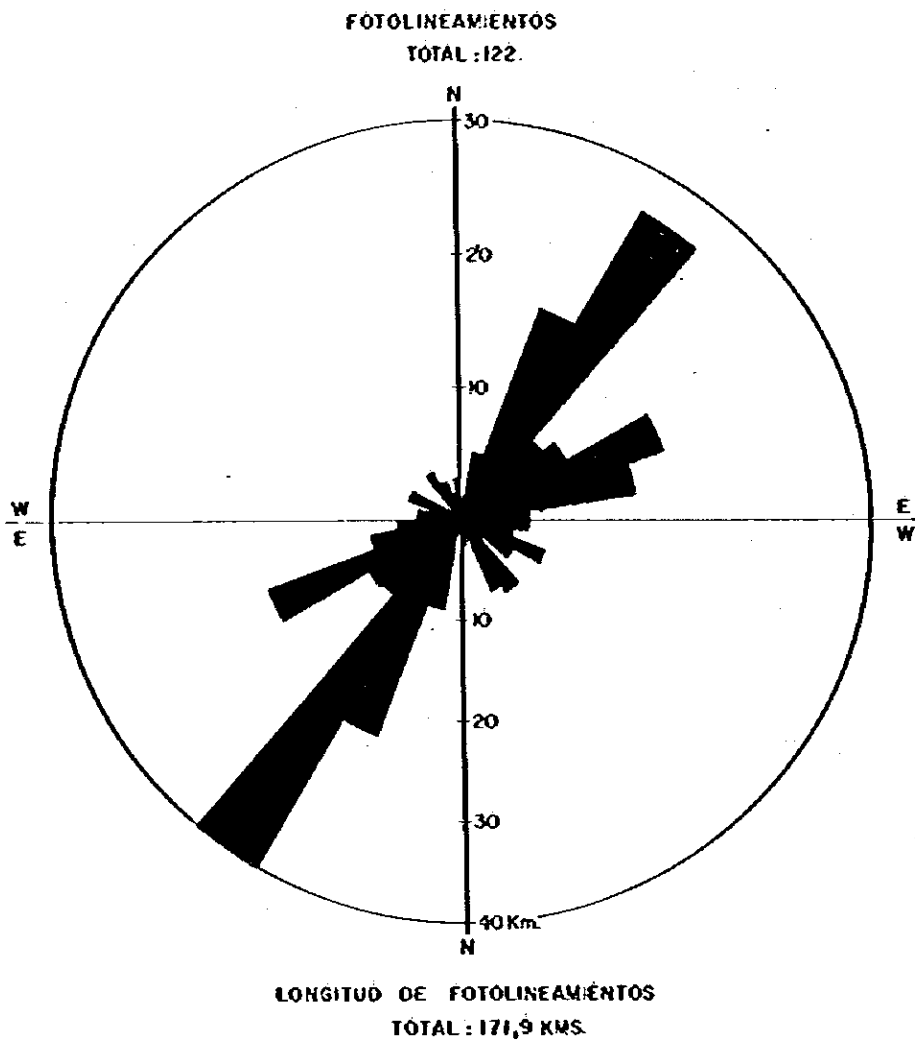


Fig.10 Diagrama de fotolineamientos.

En el sector este del río Los Sauces, se desarrolla el fotolineamiento de mayor longitud, alcanzando éste a los 12 km, y corresponde al sistema principal de orientación N20°-40°E; mientras que el promedio de longitud en el área es de 1,4km.

La Unidad Río Ñuble es, la que está mayoritariamente afectada por fotolineamientos, pero algunos también se observan en los intrusivos del área; basado en estos antecedentes, permitiría asignarles una edad post-miocena. A su vez, en atención a la elongación N-S de los ejes de pliegues y a los sistemas de fracturas, aproximadamente en 45° con respecto a los anteriores, se podría interpretar una compresión regional en dirección E-W para el área del estudio.

2.5. Historia geológica

Los datos obtenidos en el presente estudio permiten reconstituir la siguiente historia geológica:

El primer evento reconocido en el área corresponde a una intensa actividad volcánica, desarrollada antes del Mioceno y producto de la cual se depositaron rocas piroclásticas y lavas de carácter andesítico que conforman la Unidad Río Ñuble. Intermitentemente, en períodos de cese de la actividad volcánica, se habrían depositado las rocas clásticas de esta secuencia. La presencia en esta unidad de fósiles vegetales, ignimbritas, rocas clásticas limonitizadas y la no evidencia en la misma de depósitos marinos, hacen pensar que la actividad volcánica que la generó se desarrolló en un ambiente continental, en parte subaéreo.

Posteriormente la Unidad Río Ñuble, fue plegada e intruida, pero se desconoce la relación entre estos dos fenómenos. La actividad intrusiva generó rocas de caracteres intermedio a ácido, y habría comenzado como mínimo en el Mioceno.

Al cesar esta actividad se produce una etapa de erosión que persista hasta la depositación de la Formación Cola de Zorro.

En el Plioceno Superior a Pleistoceno, comienza una nueva actividad volcánica de carácter andesítico a andesítico-basáltico producto de la cual se deposita la Formación Cola de Zorro. Al término de esta actividad se produce una nueva etapa de erosión que incluye acción glacial.

Con posterioridad, se produce un evento volcánico relacionado con el centro volcánico Nevados de Chillán, el cual presenta manifestaciones hasta el presente; producto de éste se depositan en los valles del área, lavas y rocas piroclásticas andesíticas que conforman la Unidad Coladas de Valle. Al mismo tiempo, posiblemente por medio de lahares, se habrían depositado los conglomerados de esta unidad.

Capítulo 3. Geología económica

3.1. Generalidades

En el área estudiada se reconocen los prospectos Las Tragedias y Las Minas además de 31 zonas mineralizadas. La mineralización en estas zonas consiste principalmente en disseminación de pirita con escasa cantidad de cobre y molibdeno. La mayor parte de la mineralización se presenta en o relacionada con pórfido tonalítico "A" y dacita intrusiva. En general las zonas mineralizadas son pequeñas, teniendo como máximo 2 km de extensión.

La mineralización y alteración hidrotermal más intensa del área se presenta en el prospecto Las Tragedias, el cual corresponde a un pórfido cuprífero con leyes bajas de cobre y molibdeno y sin zona de enriquecimiento secundario (Fig. 11).

La edad de la mineralización correspondería al Mioceno.

La alteración hidrotermal asociada a la mineralización generalmente es silicificación débil a media y sericitización débil.

3.2. Mineralización y alteración

De las 33 zonas mineralizadas, 30 corresponden a disseminación y "stockwork" y el resto a vetas. De estas 30, 25 zonas, están en "stocks" y diques o en aureolas de estos intrusivos; 15 están relacionadas con dacita, 8 con pórfido tonalítico "A" y 2 con diorita.

La disseminación consiste principalmente en pirita; al microscopio se observan además calcopirita, magnetita y pirrotina. Está asociada en general con silicificación y con débil sericitización, carbonatización y cloritización.

La mineralización vetiforme es en general muy angosta (menor que 20 cm) y consiste principalmente en pirita. Algunas vetas tienen esfalerita y galena y otras calcosina y bornita. Las vetas no se presentan según una orientación preferencial.

En la Tabla 5 se resumen las características de las diferentes zonas mineralizadas.

Descripción de las zonas mineralizadas.

Prospecto Las Tragedias (Figs. 12 y 13).- Era conocido anteriormente (González, 1977) por Avanzada Camán, lugar que no corresponde exactamente a la zona mineralizada. Está ubicado 3 km SSW de la unión de cajón González y estero Las Tragedias. La mineralización consiste en una diseminación de pirita y pequeñas cantidades de calcopirita acompañada por vetillas de los mismos minerales; en la roca huésped hay también óxidos de hierro y cobre. Al microscopio se observa pirita, calcopirita, pirrotina, magnetita, ilmenita, hematita, limonita y marcasita. Con excepción de pirita, los otros minerales son escasos.

Los cristales de pirita (0,35 a 0,95 mm) son euhedrales a subhedrales. La calcopirita anhedral aparece como inclusión en pirita (0,2 a 0,7 mm). También hay calcopirita con pirrotina a lo largo del clivaje de ilmenita.

La pirrotina aparece en cristales de pirita, raramente aislados y suele tener inclusiones de marcasita. La magnetita, anhedral o subhedral, se presenta sola, raramente en venillas; la ilmenita está diseminada en la roca y muestra clivaje ortogonal. La limonita aparece en los bordes de los cristales de pirita.

La ley promedio de este prospecto es: Au 20(ppb), Ag 0,4 (ppm), Cu 223 (ppm), Mo 17 (ppm), Pb (7 ppm), Zn 24 (ppm), Fe 3,96(%), S 0,62 (%).

Los resultados del análisis químico de la mena son:

Muestra N°	Cu(ppm)	Mo(ppm)	Pb(ppm)	Zn(ppm)	Fe (%)	Au(ppb)	Ag(ppm)
MC-146	100	2,2	12	105	7,55	20	0,3
MC-147	49	0,6	30	33	7,20	20	0,6
MC-148	121	1,8	9	91	7,30	20	0,3
MC-149	28	0,4	9	15	4,60	20	0,1
MC-150	19	0,8	8	9	5,65	20	0,1
MC-151	19	0,2	7	18	6,20	20	0,1
MC-152	197	2,5	5	14	2,75	20	0,2
MC-153	225	26,0	6	17	3,00	20	0,9
MC-154	258	2,9	7	14	3,25	20	0,2
MC-155	453	118,0	6	23	2,85	20	0,8
MC-156	40	4,0	13	26	1,85	20	0,2
MC-157	610	30,0	5	14	2,25	20	0,3
MC-158	1500	20,0	5	21	2,50	20	1,0
MC-159	220	18,0	5	30	2,15	20	0,2
MC-160	530	44,0	5	18	3,05	20	0,5
MC-161	88	5,6	6	8	2,95	20	1,2
MD-1	238	1,5	10	86	8,45	20	0,3
MD-2	36	1,4	11	19	4,00	20	0,2
MD-3	41	4,8	4	17	2,90	20	0,1
MD-4	203	15,0	5	13	4,90	20	0,4
MD-5	269	8,2	7	19	5,25	20	0,4
MD-6	1200	46,0	7	26	7,20	20	1,5
MD-7	198	218,0	4	13	2,20	20	0,1
MD-8	440	9,6	6	13	2,75	20	0,3
MD-9	351	8,8	6	28	3,25	20	0,5
MD-10	476	1,3	12	36	8,30	20	0,7
MD-11	84	2,7	5	18	2,70	20	0,2
MD-12	69	2,0	4	16	2,70	20	0,4
MD-13	47	1,3	5	16	2,70	20	0,5
MD-14	12	0,6	5	15	2,40	20	0,1
MD-15	101	270,0	5	6	2,50	20	0,6
MD-16	165	3,4	7	12	3,40	20	0,2
MD-17	219	2,6	5	19	2,65	20	0,5
MD-18	211	5,1	6	17	3,05	20	0,2
MA-21	26	1,2	5	15	2,50	20	0,1
MA-22	42	1,4	5	21	3,80	20	0,1
MA-23	640	1,3	9	73	10,30	20	1,1

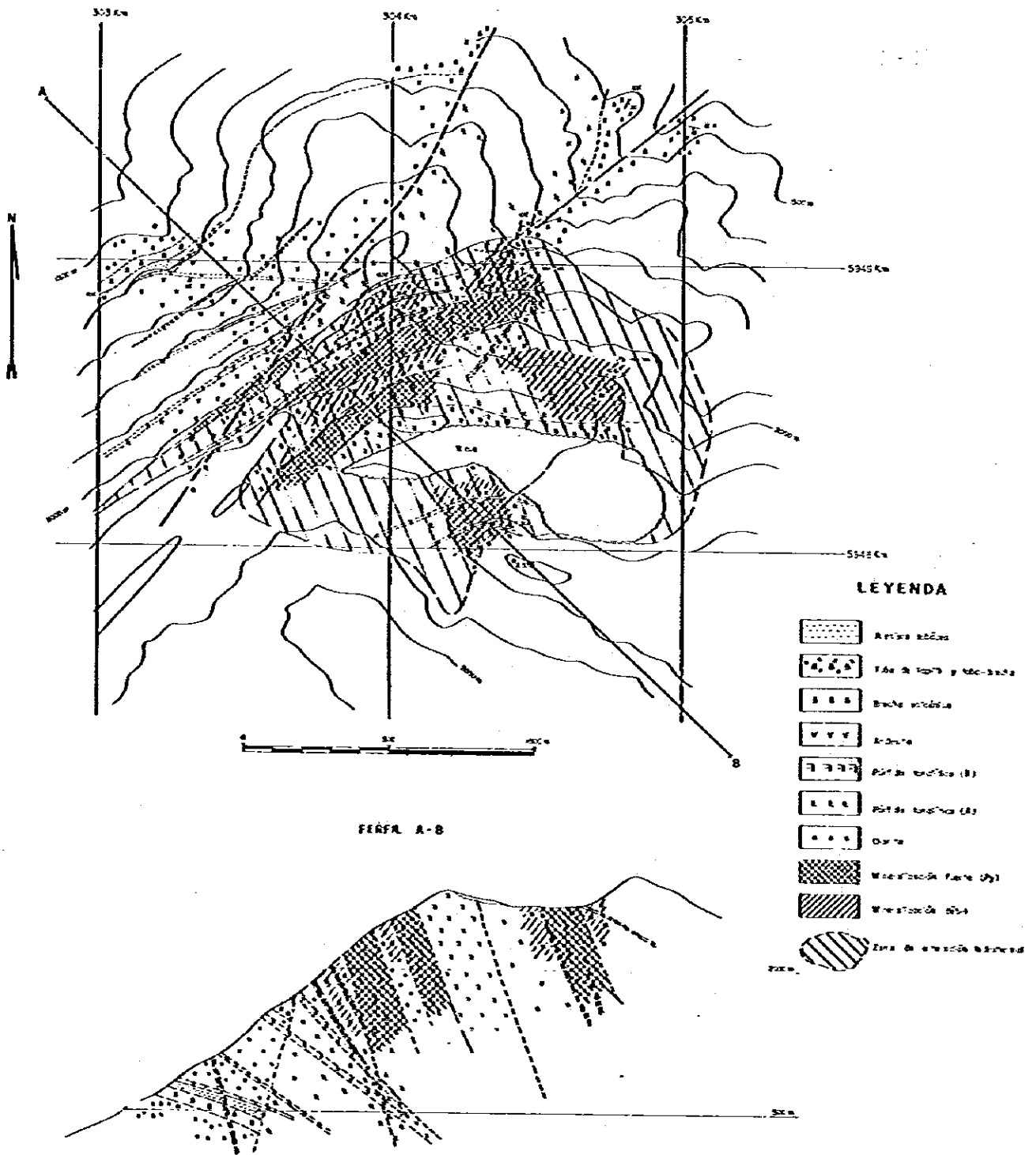


Fig 12 CROQUIS DEL PROSPECTO LAS TRAGEDIAS

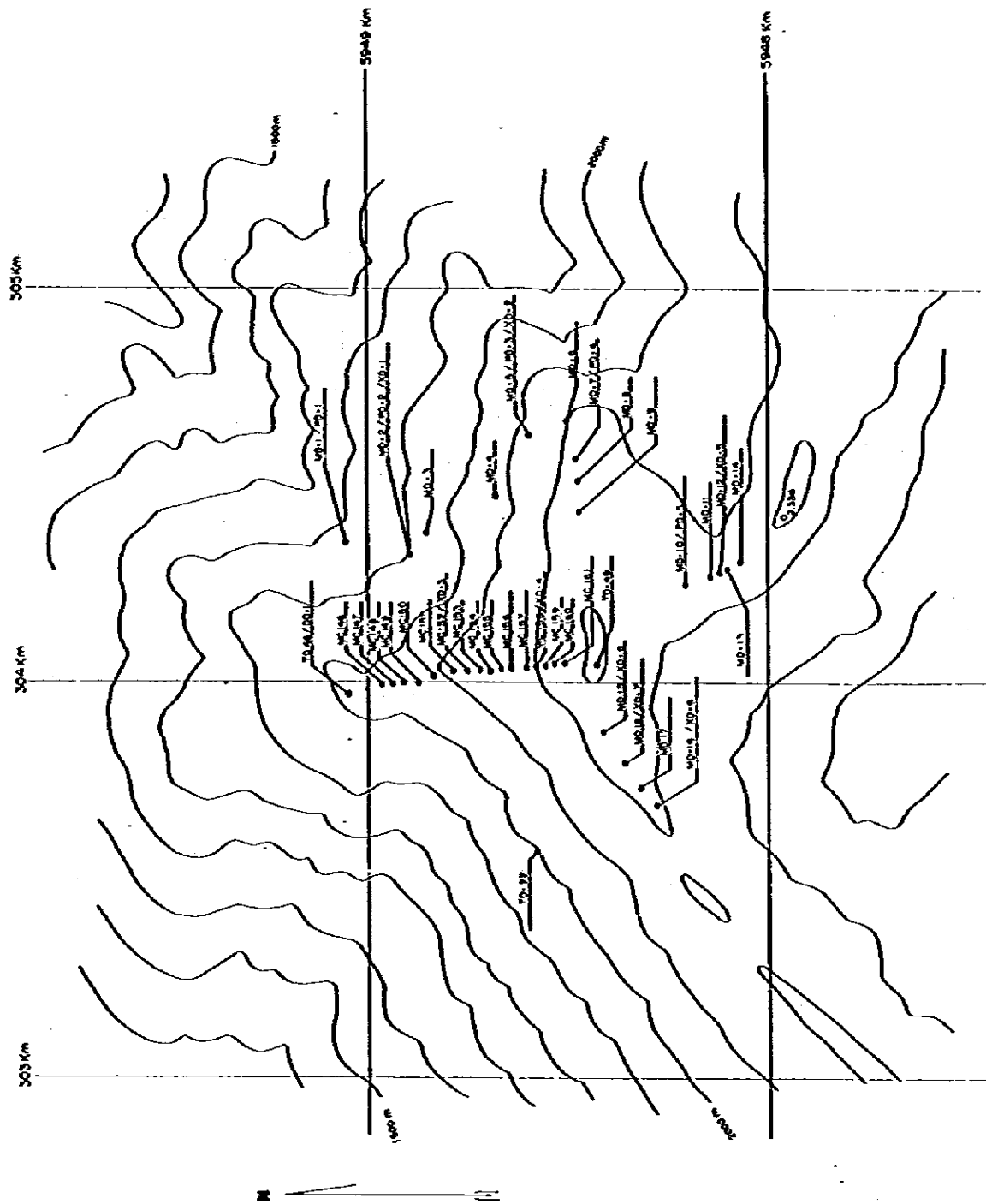


Fig. 13 PLANO DE MUESTREO DEL PROSPECTO LAS TRAGEDIAS

La roca huésped del prospecto Las Tragedias son el pórfido tonalítico "A" y las andesitas de la Unidad Río Ñuble. Este pórfido tonalítico aflora como diques que intruyen a las andesitas. También se han reconocido diques dioríticos débilmente alterados y mineralizados con pirita. El pórfido tonalítico "A" muestra alteración cuarzo-sericitica localmente fuerte; los minerales máficos están cloritizados.

El tamaño del área alterada tiene una superficie de aproximadamente 1x1 km.

Las características del prospecto Las Tragedias permiten asociarlo con un pórfido cuprífero pero con mineralización de Cu y Mo muy débil.

Prospecto Las Minas (Fig.11)

Está ubicado en la ladera oriental del río Ñuble. Presenta disseminación de pirita y algunas vetillas de cuarzo con pirita acompañadas por óxidos de Cu. Al microscopio se observan pequeñas cantidades de pirita, pirrotina, esfalerita y calcopirita. La pirita es anhedral (0,14 a 0,85 mm) con inclusiones de calcopirita y pirrotina; la esfalerita es anhedral y aparece tanto en la roca como inclusión de pirita. La roca huésped es pórfido tonalítico "A" encajado en andesitas de Unidad Río Ñuble. La alteración hidrotermal es silicificación y algo de sericitización. Las dimensiones del prospecto abarcan una superficie de 800 x 800 m, tiene forma irregular y coincide con la distribución del pórfido tonalítico "A".

El análisis químico de mena disseminada es:

Muestra N°	Au(ppb)	Ag(ppm)	Cu(ppm)	Mo(ppm)	Pb(ppm)	Zn(ppm)	Fe (%)	S (%)
MA-6	20	0,2	40	6,8	4	5	1,95	0,28
MA-7	20	0,3	63	8,0	18	9	2,65	0,16
MA-8	20	0,2	62	1,7	7	8	2,10	2,16
MA-9	20	0,1	20	5,3	3	4	1,95	<0,10
MA-10	20	0,2	249	0,5	5	6	2,35	2,84
MA-11	20	0,2	49	13,0	4	6	2,15	<0,10
MA-12	20	0,2	90	50,0	8	10	2,10	0,28
MA-13	20	0,4	862	2,0	5	76	3,40	1,12
MA-14	20	2,4	260	145,0	20	38	2,25	<0,10
MB-37	20	0,9	221	0,8	14	208	6,40	0,10

De acuerdo a los resultados de los análisis químicos las leyes son muy bajas; lo cual, conjuntamente con la alteración hidrotermal débil, permiten descartar cualquier posibilidad económica.

La prospección geoquímica regional indicó una anomalía de Cu y As en sedimentos que se relacionan con este prospecto.

Esta zona mineralizada es tipo pórfido cuprífero.

A continuación se describen las restantes zonas oxidadas o mineralizadas detectadas y que han sido numeradas correlativamente (Fig. 11).

Zona 1

Está situada en la parte norte del área estudiada. Corresponde a un "gossan" en dacita, en el cual no se reconocen minerales primarios. Los minerales oxidados son limonita y hematita. El tamaño es 100 x 50 m. El resultado del análisis químico de 1 muestra de roca es:

Muestra N°	Au(ppb)	Ag(ppm)	Cu(ppm)	Mo(ppm)	Pb(ppm)	Zn(ppm)	Fe (%)	S (%)
MD-136	20	0,4	6	1,6	19	20	1,75	0,16

Zona 2

Se ubica al oeste del río Los Sauces, al igual que la zona No.1, es una oxidación de hierro sin mineralización pero con silicificación. El análisis químico de una muestra indicó:

Muestra N°	Au(ppb)	Ag(ppm)	Cu(ppm)	Mo(ppm)	Pb(ppm)	Zn(ppm)	Fe (%)	S (%)
MD-20	20	0,1	17	0,6	11	26	3,75	0,20

Zona 3

Consiste en diseminación de pirita en un stock de dacita. Las dimensiones son 1 x 0,5 km. La roca intruída tiene silicificación débil y pirita. Los resultados del análisis químico de 4 muestras de rocas son:

Muestra N°	Au(ppb)	Ag(ppm)	Cu(ppm)	Mo(ppm)	Pb(ppm)	Zn(ppm)	Fe (%)	S (%)
MH-81	20	0,1	14	0,8	15	88	1,60	<0,10
MH-82	20	0,1	17	1,4	18	66	1,80	<0,10
MH-85	20	0,1	12	0,6	16	53	1,85	<0,10
MH-86	20	0,1	12	0,5	22	22	1,20	<0,10

Los análisis microscópicos indican que la mineralización consiste únicamente en pirita.

Zona 4

Es una veta de calcosina emplazada en una toba de lapilli de la Unidad Río Ñuble con rumbo N80°E/90° y 10 cm de potencia. En las proximidades no hay otros indicios de mineralización. Al microscopio se observa calcosina reemplazada por covelina, en los bordes de la veta hay especularita radial y venillas de malaquita, hay también pequeñas inclusiones de bornita. Como ganga aparece calcita y clorita.

El análisis químico de 1 muestra de la veta es:

Muestra N°	Au(ppb)	Ag(ppm)	Cu(ppm)	Mo(ppm)	Pb(ppm)	Zn(ppm)	Fe (%)	S (%)
MC-96	60	180	6,80	0,6	17	146	5,25	1,32

A pesar de su alta ley de cobre, esta veta no tiene importancia económica por su escasa dimensión.

Zona 5

Es una diseminación de pirita y localmente un "stockwork" situada en el NW del área. La roca de caja principal es pórfido tonalítico "A". Microscópicamente se observa solamente pirita (0,28 a 2,8 mm) oxidada a limonita; el resultado del análisis químico indica que además existe cobre, aunque no se observa. La silicificación de la roca es fuerte y en parte va acompañada por sericitización; los minerales máficos están totalmente cloritizados, el análisis de 8 muestras de rocas indica:

Muestra N°	Au(ppb)	Ag(ppm)	Cu(ppm)	Mo(ppm)	Pb(ppm)	Zn(ppm)	Fe (%)	S (%)
MA-14-1	20	0,3	85	0,9	11	57	6,60	1,84
MA-15	20	0,2	488	2,3	12	128	6,70	2,36
MA-16	20	0,2	745	0,8	11	133	7,30	2,26
MA-17	20	0,1	19	0,3	4	8	2,35	1,18
MA-18	20	0,1	7	0,7	4	6	1,80	1,08
MA-19	20	0,1	12	1,2	3	5	1,65	0,16
MA-20	20	0,1	17	1,2	3	5	0,80	0
MA-21	20	0,2	69	84,0	25	92	4,95	0,26

Las dimensiones de la zona son 300 x 900 m, tiene form ovalada, elongada N-S. Aunque la dimensión de la superficie alterada es grande, no hay indicios de mineralización interesante.

Zona 6

Es un "gossan" de limonita de pequeño tamaño situado en el borde de un "stock" dacítico con silicificación débil. El análisis químico de una muestra orientativa es:

Muestra N°	Au(ppb)	Ag(ppm)	Cu(ppm)	Mo(ppm)	Pb(ppm)	Zn(ppm)	Fe (%)	S (%)
MD-19	210	0,2	8	2,1	15	50	3,8	0,20

Zona 7

Corresponde a 2 vetas; una de ellas tiene rumbo N70°E/90° con 2 m de potencia, rellena por pirita y limonita, su ley media es:

Au(ppb)	Ag(ppm)	Cu(ppm)	Mo(ppm)	Pb(ppm)	Zn(ppm)	Fe (%)	S (%)
20	0,2	33	129	14	100	6,30	1,92

La otra veta está ubicada 400 m de la primera veta, tiene 2 m de potencia y rumbo N-S/90°. Presenta también pirita y limonita. La ley media es:

Au(ppb)	Ag(ppm)	Cu(ppm)	Mo(ppm)	Pb(ppm)	Zn(ppm)	Fe (%)	S (%)
20	0,1	21	1,1	8	67	4,30	0,12

Zona 8

Es un "gossan" limonítico de 50 x 100 m con leve diseminación de pirita emplazado en un "stock" dacítico. Cubre una superficie de 250 x 500 m y el análisis de 2 muestras orientativas es:

Muestra N°	Au(ppb)	Ag(ppm)	Cu(ppm)	Mo(ppm)	Pb(ppm)	Zn(ppm)	Fe (%)	S (%)
MII-1	20	0,1	19	0,8	4	5	1,55	0,12
MII-2	20	0,1	10	0,4	6	6	1,25	0

Zona 9

Corresponde a un "stockwork" de pirita emplazado en andesitas de la Unidad Río Ñuble. La mayor parte de la pirita está alterada a limonita. La roca no muestra alteración hidrotermal. El análisis químico de una muestra con pirita diseminada es:

Au(ppb)	Ag(ppm)	Cu(ppm)	Mo(ppm)	Pb(ppm)	Zn(ppm)	Fe (%)	S (%)
20	0,1	22	0,6	10	48	3,85	<0,10

Zona 10

Está situada a 800 m al sur de la zona 9. Es una diseminación de pirita en una capa de toba de la Unidad Río Ñuble. La pirita está parcialmente alterada a limonita. La corrida es 800 m y tiene 50 m de potencia. No se observa alteración hidrotermal. El análisis de una muestra entregó el siguiente resultado:

Au(ppb)	Ag(ppm)	Cu(ppm)	Mo(ppm)	Pb(ppm)	Zn(ppm)	Fe (%)	S (%)
20	0,3	19	0,8	12	9	7,95	3,03

Zona 11

Corresponde a diseminación de pirita en un filón manto de dacita. La pirita se distribuye en tres capas con potencias de 1,0, 1,5 m y 10 m respectivamente. La orientación del manto varía entre N80°E y E-W y su manto es vertical. A simple vista no se observan minerales de cobre.

Muestra N°	Au(ppb)	Ag(ppm)	Cu(ppm)	Mo(ppm)	Pb(ppm)	Zn(ppm)	Fe (%)	S (%)
MC-21	20	0,9	180	1,1	9	66	5,90	0,26
MC-23	20	0,9	200	9,0	160	323	10,00	0
MC-26	20	0,2	126	1,6	9	22	3,55	<0,10

Zona 12

Es un "stock" de pórfido tonalítico "A" de 100 x 500 m con diseminación de pirita. La roca está débilmente silicificada.

Zonas 13, 15, 18, 19, 20, 21, 23 y 24

Todas ellas se han agrupado para la descripción atendiendo a sus similitudes. Corresponden a diseminación de pirita en un "stock" de dacita, con silicificación débil a media y leve sericitización y argilitización. En promedio abarcan un área de 100 x 200 m. En general se sitúan en el borde del intrusivo.

Las zonas 15, 18 y 20 tienen mineralización en la roca caja. La zona 20 tiene limonita en la matriz de una brecha de dacita. En general, macroscópicamente tienen sólo pirita y limonita.

Las leyes promedios por zonas son:

Zona 13

Muestra N°	Au(ppb)	Ag(ppm)	Cu(ppm)	Mo(ppm)	Pb(ppm)	Zn(ppm)	Fe (%)	S (%)
MH-66	20	0,1	9	0,6	15	92	3,30	0,26
MH-67	20	0,1	11	0,5	9	105	4,10	1,34
MH-68	20	0,3	18	13,0	13	35	2,40	0,48
MH-69	20	0,2	13	1,3	10	89	3,95	0,24
MH-70	20	0,1	12	7,6	13	100	4,30	1,67
MH-72	20	0,1	12	1,1	14	62	3,80	0,92

Zona 15

MA-26	20	0,1	9	6,3	16	52	2,15	0,52
MA-27	20	0,2	12	27,0	10	83	3,80	0,28

Zona 18

Muestra N°	Au(ppb)	Ag(ppm)	Cu(ppm)	Mo(ppm)	Pb(ppm)	Zn(ppm)	Fe (%)	S (%)
MMP-57	20	0,1	5	1,6	14	89	2,35	0,16
MF-60	20	0,1	7	0,2	33	119	3,55	0,40
MF-62	20	1,2	7	5,4	22	30	2,25	1,90
MF-63	20	0,2	5	2,3	11	62	2,50	0

Zona 19

MA-3	20	0,1	6	2,9	16	57	2,65	<0,10
MA-4	20	0,1	7	5,4	16	30	3,20	0,10

Zona 20

MA-1	20	0,1	26	1,9	13	74	1,83	0
------	----	-----	----	-----	----	----	------	---

Zona 21

MA-24	20	0,1	5	0,2	13	70	2,25	0
-------	----	-----	---	-----	----	----	------	---

Zona 24

MA-2	20	0,1	7	19,0	6	11	0,65	<0,10
------	----	-----	---	------	---	----	------	-------

Zona 14

Corresponde a diseminación de pirita y magnetita en un dique de dacita. Sus dimensiones son 150 x 300 m. La roca huésped tiene silicificación y cloritización débil.

Muestra N°	Au(ppb)	Ag(ppm)	Cu(ppm)	Mo(ppm)	Pb(ppm)	Zn(ppm)	Fe (%)	S (%)
ME-114	20	0,2	9	2,8	18	32	2,15	0,58
ME-115	20	0,2	105	0,6	16	38	5,30	0,12

La magnetita es proporcionalmente menor que pirita.

Zona 16

Es una diseminación de pirita en el contacto de un dique de pórfido tonalítico "A" con andesitas de la Unidad Río Ñuble.

Tiene forma ovalada, elongada N-S. Al microscopio se observa pirita y cristales muy finos de magnetita; la roca huésped está levemente silicificada. El resultado del análisis químico de una muestra orientativa es:

Au(ppb)	Ag(ppm)	Cu(ppm)	Mo(ppm)	Pb(ppm)	Zn(ppm)	Fe (%)	S (%)
20	0,2	9	0,5	9	5	2,15	3,38

Zona 17

Corresponde a diseminación de pirita y magnetita en toba de la Unidad Río Ñuble. Cubre un área de 150 x 400 m. La roca huésped tiene silicificación débil. Al microscopio se observa pirita asociada a los minerales máficos, magnetita e inclusiones de pirrotina en pirita. El contenido químico de una muestra orientativa es:

Au(ppb)	Ag(ppm)	Cu(ppm)	Mo(ppm)	Pb(ppm)	Zn(ppm)	Fe (%)	S (%)
20	0,3	25	3,3	7	80	4,45	0,74

Zona 22

Es un stock de pórfido tonalítico "A" con diseminación de pirita que abarca una superficie de 200 x 200 m. La roca tiene silicificación débil; la pirita está limonitizada. La ley de una muestra representativa es:

Au(ppb)	Ag(ppm)	Cu(ppm)	Mo(ppm)	Pb(ppm)	Zn(ppm)	Fe (%)	S (%)
20	0,1	39	0,4	23	70	4,75	1,10

Zona 25

Se sitúa a 1,5 km al suroeste de la zona 22 y corresponde a diseminación de pirita en pórfido tonalítico "A". Sus dimensiones son 200 x 350 m. Microscópicamente se observa pirita anhedral y pequeñas cantidades de magnetita. La alteración es silicificación débil. La ley media es:

Au(ppb)	Ag(ppm)	Cu(ppm)	Mo(ppm)	Pb(ppm)	Zn(ppm)	Fe (%)	S (%)
20	0,1	47	0,7	8	39	3,65	0,48

Zona 26

Está ubicada 1 km al sur de la zona 25. Corresponde a disseminación de pirita limonitizada en andesita; sus dimensiones son 200 x 300 m. Al microscopio hay pirita anhedral, magnetita y pirrotina como inclusión de pirita.

La roca huésped muestra una fuerte silicificación que oblitera la roca original.
La ley es:

Au(ppb)	Ag(ppm)	Cu(ppm)	Mo(ppm)	Pb(ppm)	Zn(ppm)	Fe (%)	S (%)
20	0,1	30	0,8	17	77	5,75	1,06

Es posible que esta zona tenga continuidad hasta la zona 25.

Zona 27

Se presenta disseminación de magnetita en el borde de un "stock" de diorita. La roca caja es roca córnea. Al microscopio se observa inclusiones de pirita en magnetita.
La ley media es:

Au(ppb)	Ag(ppm)	Cu(ppm)	Mo(ppm)	Pb(ppm)	Zn(ppm)	Fe (%)	S (%)
20	0,1	29	1,3	9	29	14,80	0

Zona 28

Corresponde a una veta de limonita de algunos centímetros de potencia, con rumbo N25°E/40°S. La ley de una muestra orientativa es:

Au(ppb)	Ag(ppm)	Cu(ppm)	Mo(ppm)	Pb(ppm)	Zn(ppm)	Fe (%)	S (%)
20	0,3	30	3,9	11	11	12,5	0

La veta carece de importancia.

Zona 29

Es un "gossan" de limonita. La mineralización está en toba de lapilli de la Unidad Río Ñuble, en la zona de contacto con un "stock" de diorita.

La ley es:

Au(ppb)	Ag(ppm)	Cu(ppm)	Mo(ppm)	Pb(ppm)	Zn(ppm)	Fe (%)	S (%)
20	0,1	4	1,4	10	24	2,85	0,12

Posiblemente se habría formado por metamorfismo de contacto del "stock" de diorita.

Zona 30

Se sitúa en el extremo sur del área. Es una diseminación y "stockwork" de pirita limonitizada, elongada en dirección NNE-SSW y que abarca una superficie de 300 x 2.000m. La roca huésped es una toba de lapilli de la Unidad Río Ñuble, con silicificación media. Al microscopio se observa pirita anhedral y pequeñas inclusiones de calcopirita en pirita. El análisis químico de 5 muestras entregó los siguientes resultados:

Muestra N°	Au(ppb)	Ag(ppm)	Cu(ppm)	Mo(ppm)	Pb(ppm)	Zn(ppm)	Fe (%)	S (%)
ME-13	20	0,6	514	3,8	12	59	7,9	1,06
ME-14	20	1,0	2400	12,0	58	39	7,2	15,20
ME-15	20	0,4	392	3,2	18	60	14,2	9,60
ME-16	20	0,4	14	0,4	29	216	9,6	0,81
ME-18	20	4,5	269	11,0	205	270	15,9	0,52

De acuerdo a estas leyes se supone que existen esfalerita y galena, aún cuando no se observaron.

Zona 31

En la región se conoce como Mina Urrutia. Es una veta con pirita, esfalerita y cuarzo emplazada en andesitas de la Unidad Río Ñuble. Alrededor de la veta hay diseminación y venillas de pirita. La potencia de la veta es 30 cm y rumbo N32°W/85°E, la corrida observada es 30 m. Microscópicamente se observa pirita, esfalerita con inclusiones de galena y calcopirita. La ley de una muestra representativa es:

Au(ppb)	Ag(ppm)	Cu(ppm)	Mo(ppm)	Pb(ppm)	Zn(ppm)	Fe (%)	S (%)
20	4,5	82	1,8	91	220	10,30	30,9

La zona alterada, alrededor de la veta, cubre una superficie mínima de 60 x 300 m. La alteración es silicificación débil. Al microscopio se observa pirita y pequeñas cantidades de esfalerita, galena, calcopirita y pirrotina. El análisis químico de 2 muestras entregó el siguiente resultado:

Muestra N°	Au(ppb)	Ag(ppm)	Cu(ppm)	Mo(ppm)	Pb(ppm)	Zn(ppm)	Fe (%)	S (%)
MB-18A	20	2,1	28	1,7	2000	4000	9,30	1,16
MB-18B	20	0,7	25	2,5	530	1100	8,70	0,78

3.3. Consideraciones

Existe una distribución regional de la mineralización ya que en el sector del cordón Las Cabras (central-oeste del área) se agrupan zonas mineralizadas con pirita y magnetita (zonas 16, 17, 25, 26 y 27), mientras que en el extremo sur del área se encuentran zonas con pirita, esfalerita y parcialmente galena (prospecto Las Minas, zonas 30 y 31). No se observa relación entre esta distribución y la geología. Posiblemente las soluciones mineralizadoras tendrían distinto origen.

La mineralización relacionada con dacitas intrusivas es solamente pirita; este hecho implica una alta fugacidad de azufre y déficit de elementos metálicos.

Tabla 5 CARACTERISTICAS DE LAS ZONAS MINERALIZADAS

Nombre de la zona	Mineralización		Roca huésped	Alteración	Roca que genera la mineralización	Edad de la mineralización	Dimensión	Contenido químico (promedio)							
	Tipo	Mineral						Au	Ag	Cu	Mo	Pb	Zn	Fe	S
Prospecto Las Tragedias	diseminación, "stockwork"	py, ep, pyr, mt, il, mar, lim, hm	pórfido tonalítico(A), y Unidad Río Nuble	qz-ser, arg, chl	pórfido tonalítico(A)	Mioceno	1.000 x 1.000 m	<20	0.4	223	17.0	7	24	3.96	0.62
Prospecto Las Minas	diseminación, vetilla	py, ep, sp, pyr	pórfido tonalítico(A)	silic media	id	id	800 x 800 m	<20	0.5	192	23.3	9	37	2.73	0.72
Zona No 1	diseminación	lim, hm	dacita (intrusivo)	arg.	dacita	id	50 x 100 m	<20	0.4	6	1.6	19	20	1.75	0.16
Zona No 2	id	id	id	silic media	id	id		<20	0.1	17	0.6	11	26	3.75	0.20
Zona No 3	id	py	id	(silic)	id	id	500 x 1.000 m	<20	<0.1	14	0.8	18	57	1.61	<0.10
Zona No 4	vetz	cc=spec, mal, bo, cv	Unidad Río Nuble				pot. 0.10 m	60	180	6.80	0.6	17	146	5.25	1.32
Zona No 5	id	py	pórfido tonalítico(A), y diorita	silic media (ser)	pórfido tonalítico(A)	Mioceno	300 x 900 m	<20	0.2	180	1.9	9	54	4.03	1.14
Zona No 6	id	lim	dacita (intrusivo)	(silic)	dacita	id		120	0.2	8	2.1	15	50	3.80	0.20
Zona No 7	vetz	py, lim	Unidad Río Nuble				pot. 2.0 m N70°E/90° pot. 2.0 m N-S/90°	<20	0.2	33	129	14	100	6.30	1.92
Zona No 8	diseminación	id	dacita (intrusivo)	(silic)	dacita	Mioceno	250 x 500 m.	<20	0.1	15	0.6	5	6	1.40	0.06
Zona No 9	"stockwork"	id	Unidad Río Nuble				50 x 100 m.	<20	0.1	22	0.6	10	48	3.85	<0.10
Zona No 10	diseminación	id	id				50 x 800 m.	<20	0.3	19	0.8	12	91	7.95	3.03
Zona No 11	id	id	dacita (munte)	(silic)	dacita?	Mioceno	pot. 1.0 m, N80°E/90° pot. 1.5 m N80°E/90° pot. 10.0 m E-W/90°	<20	0.9	180	1.1	9	66	5.90	0.26
								<20	9.9	0.22	9.0	160	323	10.00	0
								<20	0.2	126	1.6	9	22	3.55	<0.10

Tabla 5 CARACTERÍSTICAS DE LAS ZONAS MINERALIZADAS
(Continuación)

Nombre de la zona	Mineralización		Roca huésped	Alteración	Roca que genera la mineralización	Edad de la mineralización	Dimensión	Contenido químico (promedio)									
	Tipo	Míneral						Au	Ag	Cu	Mo	Pb	Zn	Fe	S		
Zona No 12	diseminación	py, lim	porfido tonalítico(A)	(silic)	porfido tonalítico(A)	Mioceno	100 x 500 m	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Zona No 13	id	id	dacita (intrusivo)	silic media, (ser), (arg)	dacita	id	200 x 300 m	<20	0,2	1,3	4,0	12	81	3,64	0,82		
Zona No 14	id	py, mt	id	(silic), (op)	id	id	150 x 300 m	<20	0,2	5,7	1,7	17	35	3,73	0,35		
Zona No 15	id	py, lim	id	silic media, (ser), (arg)	id		300 x 350 m	<20	0,2	1,1	4,5	13	68	5,95	0,40		
Zona No 16	id	py>mt	porfido tonalítico(A)	silic media	porfido tonalítico(A)	Mioceno	150 x 700 m	<20	0,2	9	0,5	9	5	2,15	3,38		
Zona No 17	id	py>mt>pyr	Unidad Río Nuble	(silic)			150 x 400 m	<20	0,3	25	3,3	7	80	4,45	3,38		
Zona No 18	id	py, lim	dacita (intrusivo)	silic media, (ser), (arg)	dacita	Mioceno	100 x 600 m	<20	0,4	6	4,0	20	75	2,66	0,82		
Zona No 19	id	id	id	id	id		100 x 150 m	<20	0,1	7	4,2	16	44	2,93	0,10		
Zona No 20	id	id	id	id	id	Mioceno	150 x 450 m	<20	0,1	26	1,9	15	74	1,85	0		
Zona No 21	id	id	id	id	id	id	50 x 150 m	<20	0,1	5	0,2	13	70	2,25	0		
Zona No 22	id	id	porfido tonalítico(A)	(silic)	porfido tonalítico(A)	id	200 x 200 m	<20	0,1	39	0,4	23	70	4,75	1,10		
Zona No 23	id	id	dacita (intrusivo)	id	dacita	id	100 x 300 m	-	-	-	-	-	-	-	-		
Zona No 24	id	id	id	id	id	id	100 x 300 m	<20	0,1	7	1,9	6	11	0,65	<0,10		
Zona No 25	diseminación "stockwork"	py>mt	porfido tonalítico(A)	id	porfido tonalítico(A)	id	200 x 350 m	<20	0,1	47	0,7	8	39	3,65	0,48		
Zona No 26	id	py>mt>pyr	Unidad Río Nuble	silic fuerte	id(?)		200 x 300 m	<20	0,1	30	0,8	17	77	5,75	1,06		

Tabla 5 CARACTERISTICAS DE LAS ZONAS MINERALIZADAS
(Continuación)

Nombre de la zona	Mineralización		Roca huésped	Alteración	Roca que genera la mineralización	Edad de la mineralización	Dimensión	Contenido químico (promedio)								
	Tipo	Mineral						Au	Ag	Cu	Mo	Pb	Zn	Fe	S	
Zona No 27	diseminación	mt>py	Unidad Río Nuble	"hornfels", reconstitución	diorita	Mioceno		ppb	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	%	%
Zona No 28	veta	lim	id				pot. 3 cm, N25°E/40°S	<20	0,3	30	3,9	11	11	12,50	0	0
Zona No 29	diseminación	id	id		diorita	Mioceno	100 x 150 m	<20	0,1	4	1,4	10	24	2,85	0,12	
Zona No 30	diseminación "stockwork"	py, lim>ep	id				500 x 2.000 m	<20	1,4	718	6,1	64	129	10,96	5,44	
Zona No 31 (Mina Urrutia)	diseminación, "stockwork"	py, cl>sp>ep, pyf	id	(silic)			diseminación 70x30x60m ² pot. 30 cm, N32°W/85°E, 30x5m ²	<20	1,4	32	2,1	1,265	0,26	9,00	0,97	
	veta	py, sp>gal, ep,	id					<20	4,5	82	1,8	91	220	10,30	30,90	

Abreviatura: py : pirita, ep : calcopirita, sp : esfalerita, pyf : pirofina, pyr : piroxena, max : marcauita, mt : magnetita, lim : limonita, silic : silicificación, silic : alteración sílica, lim : limonita, ser : sericitización, chl : clorita, arg : argilización, ep : epidotización, ser : sericitización

Capítulo 4. Exploración geoquímica

4.1. Generalidades

La exploración geoquímica mediante sedimentos fluviales ha sido utilizada con éxito en la búsqueda de depósitos minerales en la región andina central-sur de Chile (Ossandón, Alfaro y Cruzat, 1978). Los mejores resultados se han relacionado con el hallazgo de mineralización tipo "pórfido cuprífero", en que los elementos principales Cu y Mo tienen una distribución diseminada en la roca encajadora y presentan contenidos superiores a los valores regionales normales. La mayoría de las veces ha sido posible detectar zonas mineralizadas ubicadas a algunos kilómetros de distancia, cuando procesos de alteración hidrotermal u otros fenómenos que indiquen mineralización se presentan ocultos a la observación directa.

Simultáneamente al levantamiento geológico regional a escala 1:50.000 efectuado en el área, se realizó la exploración geoquímica mediante sedimentos fluviales. La información lograda con el análisis de 410 muestras por 6 elementos (0,65 muestras/km²), fue procesada estadísticamente mediante un computador IBM-360 disponible en el Centro Regional de Computación e Informática de Concepción; usándose los programas disponibles en el IIG y otros preparados para el efecto. El estudio de la información geoquímica se dirigió fundamentalmente hacia el conocimiento del comportamiento de cada elemento en forma individual, identificación de áreas anómalas, interrelación de los elementos, tendencias regionales, control de muestreo y análisis, etc. La información obtenida fue presentada en forma de gráficos, tablas y planos, con coordenadas UTM, que pueden ser sobreimpuestos.

4.2. Muestreo

4.2.1. Obtención de las muestras

Las muestras, de alrededor de 100 gr de peso, se obtuvieron en sedimentos fluviales activos, en general del tamaño arena. Para disminuir el tamaño, la muestra se cribó "in situ" mediante un tamiz de plástico de aproximadamente malla 50. El material colectado, en general húmedo, fue envasado en bolsas plásticas y enviado al laboratorio químico del IIG, en Santiago, para su secado y análisis químico.

La ubicación de los puntos de muestreo se hizo sobre una hoja topográfica a escala 1:25.000.

4.2.2 Análisis de la distribución de los puntos de muestreo

Para conocer la uniformidad de los puntos de muestreo, que constituye un aspecto importante en la interpretación de la información analítica y aplicación de algunas técnicas estadísticas se probó su distribución.

El "test" para determinar la uniformidad es simple y se basa en la sub-división del área en cuadrantes; si los puntos están uniformemente distribuidos se debe esperar la misma cantidad de puntos en cada sub-área (44 en total). La cantidad de puntos, independientemente de la forma de cada sub-área elegida, es probada usando el método Chi-cuadrado (λ^2). El "test" es más eficiente si el número de sub-áreas es máximo (aumenta el grado de libertad), siempre que ellas no tengan menos de 5 puntos de muestreo (Davis, 1973).

El número total de puntos esperados en cada sub-área (E) es:

$$E = \frac{\text{total de puntos de muestreo}}{\text{número de sub-áreas}}$$

Para el área explorada se consideraron 360 puntos de muestreo :

$$E = \frac{360}{44} = 8,18$$

La prueba de la hipótesis es:

$$\lambda^2 = 59,47$$

El valor Chi-cuadrado (λ^2) para 42 grados de libertad y nivel de confianza 0,05 es 60, es decir levemente superior al calculado ($\lambda^2 = 59,47$); por lo tanto la distribución de puntos en el área explorada, con $\alpha = 0,05$, puede ser aceptada.

4.2.3. Control de muestreo

Para conocer el error de muestreo, suponiendo constante el error analítico, se obtuvieron muestras duplicadas de cada 10 muestras colectadas.

Las muestras fueron numeradas correlativamente de modo que siempre la muestra 1,21,31 . . . , n10 (n= 1,2 . . . , i)+ 1 es el duplicado de la muestra 10,20,30, . . . ,n10 (n= 1,2, . . . ,i).

4.2.4. Precisión de muestreo

La precisión de muestreo fue calculada mediante un programa de computación disponible en el IIG. Dicho programa entrega el "test" "F" de Fisher, cociente entre la varianza de las replicadas y la varianza analítica. La precisión se calcula para un nivel de confianza del 95%.

Los resultados obtenidos se indican en la Tabla 6.

Tabla 6 PRECISION DE MUESTREO (UNIDADES LOGARITMICAS)

Elem.	\bar{X}	S^2	S	\bar{X}_{RP}	S^2_{RP}	S_{RP}	V_{an}	S_{an}	Test "F"	Pr (%)
Cu	36	637	25	33	557	24	31	5	18	67
Mo	0,76	4,46	2	0,71	4	2	0,01	0,12	260	67
Zn	94	907	30	91	764	28	41	6	19	86
Mn	884	121263	348	858	129265	359	4937	70	26	84
As	8,42	90,76	9	8	97	10	2	1,3	58	68

\bar{X} = media de los datos originales

S^2 = varianza de los datos originales

S = desviación estándar de los valores originales

\bar{X}_{RP} = media de las muestras replicadas

S^2_{RP} = varianza de las muestras replicadas

S_{RP} = desviación estándar de las muestras replicadas

V_{an} = varianza analítica

S_{an} = desviación estándar analítica

4.3. Método de análisis

4.3.1. Elementos guías usados

El objetivo principal de la exploración minera realizada fue la búsqueda de yacimientos tipo "pórfidos cupríferos" por lo cual se analizaron los elementos cobre y molibdeno. El zinc se usó debido a su alta movilidad geoquímica, lo que permite detectarlo a gran distancia de la fuente que lo genera, además se consideró su relación con los yacimientos tipo "pórfido cuprífero" a los cuales se asocia en vetas periféricas. La plata se usó como trazador de sus yacimientos y a la asociación con otros metales "básicos" tales como Pb, Zn y Cu. El arsénico se aplicó por su relativamente alta movilidad geoquímica como por su asociación con mineralización aurífera hipóxigena. El manganeso, en forma de óxido, tiene la particularidad de concentrar metales lo cual puede conducir a la detección de falsas anomalías geoquímicas, por lo tanto, este efecto debe ser considerado en la interpretación. Entre los elementos que son retenidos fuertemente por los óxidos de Mn está el Zn y algo más débilmente el Cu y Mo (Meyer, Theobald y Bloom, 1979). Oro se analizó en 17 muestras de sedimentos cuyos valores de As eran mayores que $\bar{X} + 3S$.

4.3.2. Método de análisis

Los análisis de las muestras de sedimentos se realizaron en el Laboratorio Químico del IIG en Santiago. Las muestras fueron secadas y tamizadas a malla 80; luego fueron sometidas a un ataque químico parcial con HCl, HNO₃ y HClO₄.

Los elementos Cu, Zn, Mn, Ag y As fueron analizados en un espectrofotómetro de absorción atómica Perkin-Elmer 2000 usando una llama acetileno-aire. El Mo se analizó en el mismo instrumento pero con llama NO-acetileno.

El límite de detección para Cu, Zn, Mn, Ag, As y Mo, en las condiciones de trabajo, fueron 2; 5; 5; 0,1; 5 y 0,3 ppm respectivamente.

4.3.3 Precisión analítica

La determinación de la precisión analítica se hizo mediante el análisis duplicado del 5% de las muestras tomadas aleatoriamente.

El programa usado en el presente trabajo, incluye el test "F" de Fischer, que compara la varianza de los duplicados con la varianza analítica. La precisión se calcula para un nivel de confianza del 95%.

Los resultados obtenidos se indican en la Tabla 7.

Tabla 7 PRECISION ANALITICA (UNIDADES LOGARITMICAS)

Elem.	\bar{X}	S^2	S	\bar{X}_{RP}	S^2_{RP}	S_{RP}	V_{an}	S_{an}	Test "F"	Pr (%)
Cu	27,90	125	11,0	28,35	114	11	0,66	0,81	171,80	94,37
Mo	0,44	0,34	0,58	0,45	0,36	0,6	0,00	0,02	964,20	91,56
Zn	91,20	12,53	35,40	91,85	1194	34,56	1,44	1,19	830,92	97,44
Mn	904,00	171270	414	889	163533	404	889,4	29,82	183,87	93,42
As	6,70	48	7,0	6,9	55	7,0	0,47	0,69	115,44	80,42

4.4. Resultados, estadígrafos básicos e interpretación estadística

4.4.1. Resultados y Estadígrafos básicos

Los estadígrafos básicos de la población primitiva se presentan en la Tabla 8. El error de la media fue calculado para un nivel de confianza de 95% de acuerdo a la fórmula:

$$E_{5\%} = \frac{2S}{N}$$

La Tabla 9 muestra los estadígrafos básicos de la población tamizada. Todos los valores de Ag están bajo el límite de detección por lo cual no ha sido considerada en la interpretación geoquímica.

Tabla 8 ESTADIGRAFOS BASICOS (POBLACION PRIMITIVA)

Elem.	\bar{X}	S	C.V.	C.A.	Med.	V.Mín.	V.Máx.	$\bar{X}+2S$	$\bar{X}+3S$
Cu	35±2	24,79	70	0,54	31	10	216	85	110
Mo	0,62±0,1	1,36	221	0,70	0,3	0,3	13	3	5
Zn	92±7	34,26	37	-0,02	92	33	421	160	195
Mn	842±36	335,45	42	-0,91	950	12	1800	1553	1908
As	10±3	30,43	296	0,52	5	5	509	71	102

Tabla 9 ESTADIGRAFOS BASICOS (POBLACION TAMIZADA)

Elem.	\bar{X}	S	C.V.	C.A.	Med.	V.Mín.	V.Máx.	$\bar{X}+2S$	$\bar{X}+3S$
Cu	32 \pm 2	13	41	0,24	31	10	95	58	71
Mo	0,4 \pm 0,1	0,34	80	1,10	0,3	0,3	4,1	1,1	1,4
Zn	89 \pm 7	25	28	-0,15	90	33	186	139	164
Mn	831 \pm 36	351	42	-0,84	930	12	1700	1533	1883
As	7 \pm 3	8,2	114	0,81	5	5	87	23,60	32

Las muestras consideradas como "erráticas" (mayores que $\bar{X}+3S$ de la población primitiva) se indican en la Tabla 10 y en la Fig. 14. La columna "Au" indica los contenidos de oro en las muestras con valores altos de As (sensibilidad del método 20ppb).

Table 10 MUESTRAS ERRATICAS

Muestra N°	Cu(ppm)	Mo(ppm)	Zn(ppm)	Mn(ppm)	As(ppm)	Au(ppb)
A-8	<u>158</u>	<u>0,70</u>	<u>102,0</u>	<u>626</u>	<u>9</u>	-
B-15	<u>205</u>	<u>9,10</u>	<u>139,0</u>	<u>1044</u>	<u>165</u>	-
B-17	<u>195</u>	<u>7,10</u>	<u>134</u>	<u>1056</u>	<u>195</u>	120
B-18	<u>216</u>	<u>12,0</u>	<u>174</u>	<u>1500</u>	<u>509</u>	40
B-19	<u>137</u>	<u>9,70</u>	<u>96</u>	<u>438</u>	<u>195</u>	40
B-20	<u>158</u>	<u>13,0</u>	<u>109</u>	<u>1015</u>	<u>50</u>	40
B-21	<u>159</u>	<u>12,0</u>	<u>109</u>	<u>1037</u>	<u>48</u>	-
B-22	<u>131</u>	<u>7,10</u>	<u>114</u>	<u>1175</u>	<u>53</u>	-
E-4	<u>137</u>	<u>1,60</u>	<u>260</u>	<u>1200</u>	<u>42</u>	20
C-3	<u>163</u>	<u>5,30</u>	<u>285</u>	<u>1400</u>	<u>51</u>	20
P-35	<u>77</u>	<u>5,20</u>	<u>124</u>	<u>975</u>	<u>21</u>	-
G-12	<u>47</u>	<u>0,30</u>	<u>421</u>	<u>1045</u>	<u>12</u>	-

Se ha considerado que las poblaciones que tienen coeficiente de asimetría (o sesgo de Pearson) comprendido entre -0,5 y +0,5 presentan distribución normal y los inferiores a -0,5 o superiores a +0,5 como log-normal, de acuerdo a este criterio el cobre y zinc tiene comportamiento normal, en tanto que el Mo, Mn y As se comportan log-normalmente.

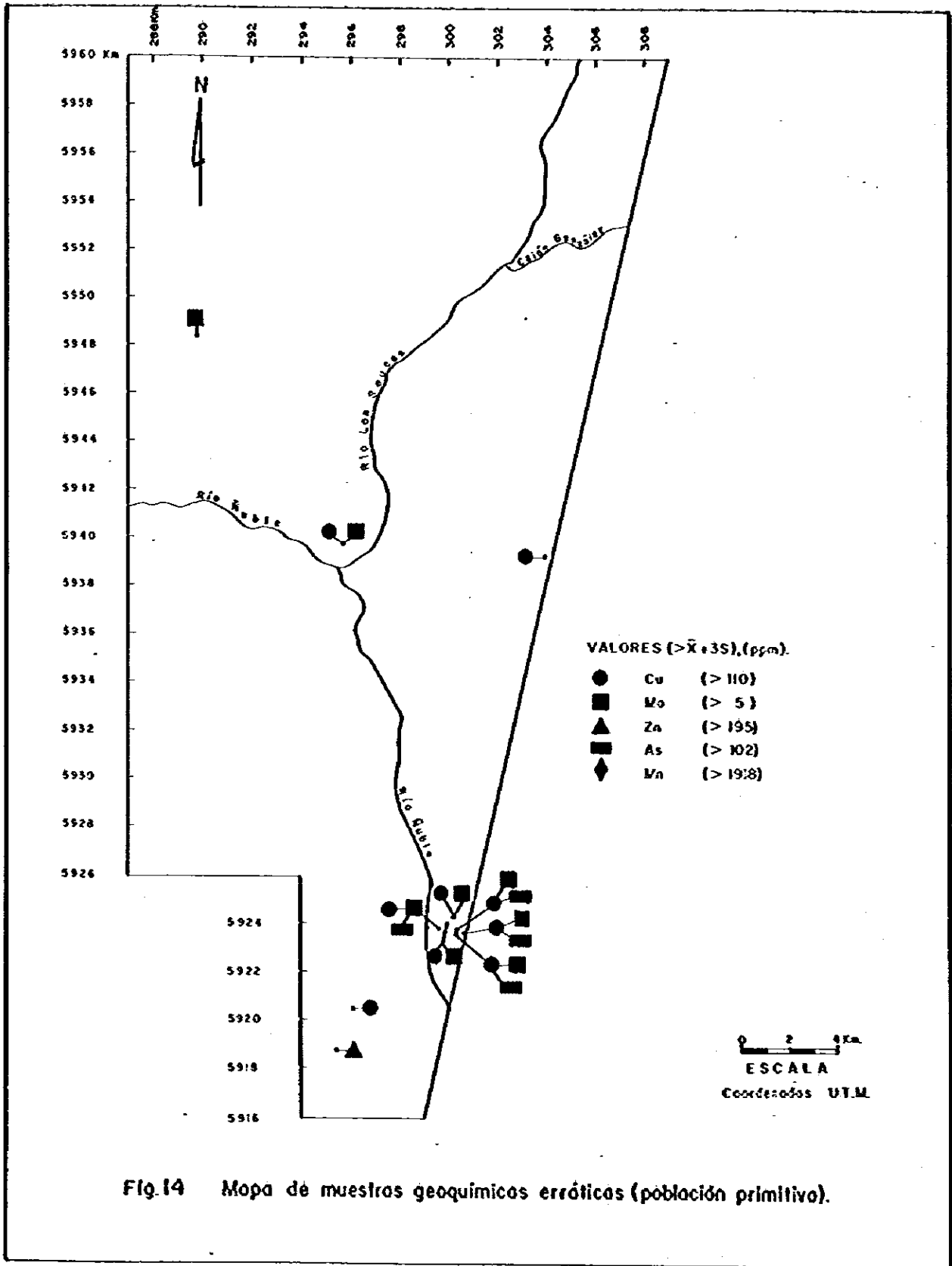


Fig.14 Mopa de muestras geoquímicas erráticas (población primitiva).

La normalidad de los diferentes elementos se probó también mediante el "test" de Kolmogorov-Smirnov, confirmándose el comportamiento determinado al usar como criterio de normalidad el coeficiente de asimetría o sesgo de Pearson. El resultado del "test" Kolmogorov-Smirnov es indicado en la Tabla 11.

Tabla 11 TEST KOLMOGOROV-SMIRNOV PARA LA NORMALIDAD

Elem.	D.máx.	Dn	Nivel de significancia
Cu	0,068	0,969	se acepta normalidad al 5%
Mo	0,442	0,083	se rechaza normalidad al 1%
Zn	0,077	0,083	se acepta normalidad al 1%
Mn	0,162	0,083	se rechaza normalidad al 1%
As	0,512	0,083	se rechaza normalidad al 1%

D.máx. = máxima desviación vertical medida directamente en el gráfico de distribución de frecuencia.

Dn = valor crítico; si Dn excede el valor dado por tablas a un determinado nivel de significancia, se rechaza la normalidad.

4.4.2. Curvas de distribución de los elementos

La forma de distribución de los elementos se presenta como histograma y curva frecuencia acumulativa (diagrama único) y como curva acumulativa con escala probalística para la frecuencia. En ambos casos la escala del rango de clases (ordenada) es logarítmica.

Cobre (Figs. 15,16). - La distribución es claramente normal (Fig. 15). en la Fig. 4 se observan pequeñas variaciones en la población normal que podrían corresponder a diferentes ambientes litológicos. Se aprecia una población anómala correspondiente aproximadamente al 5% de la población total.

Molibdeno (Figs. 17,18). - La distribución es log-normal y errática, se observan 4 clases predominantes. El 20% de la población tiene valores superiores a 2,5 ppm indicando al menos 2 poblaciones. Sin embargo, es imposible obtener conclusiones claras de las curvas de distribución de este elemento.

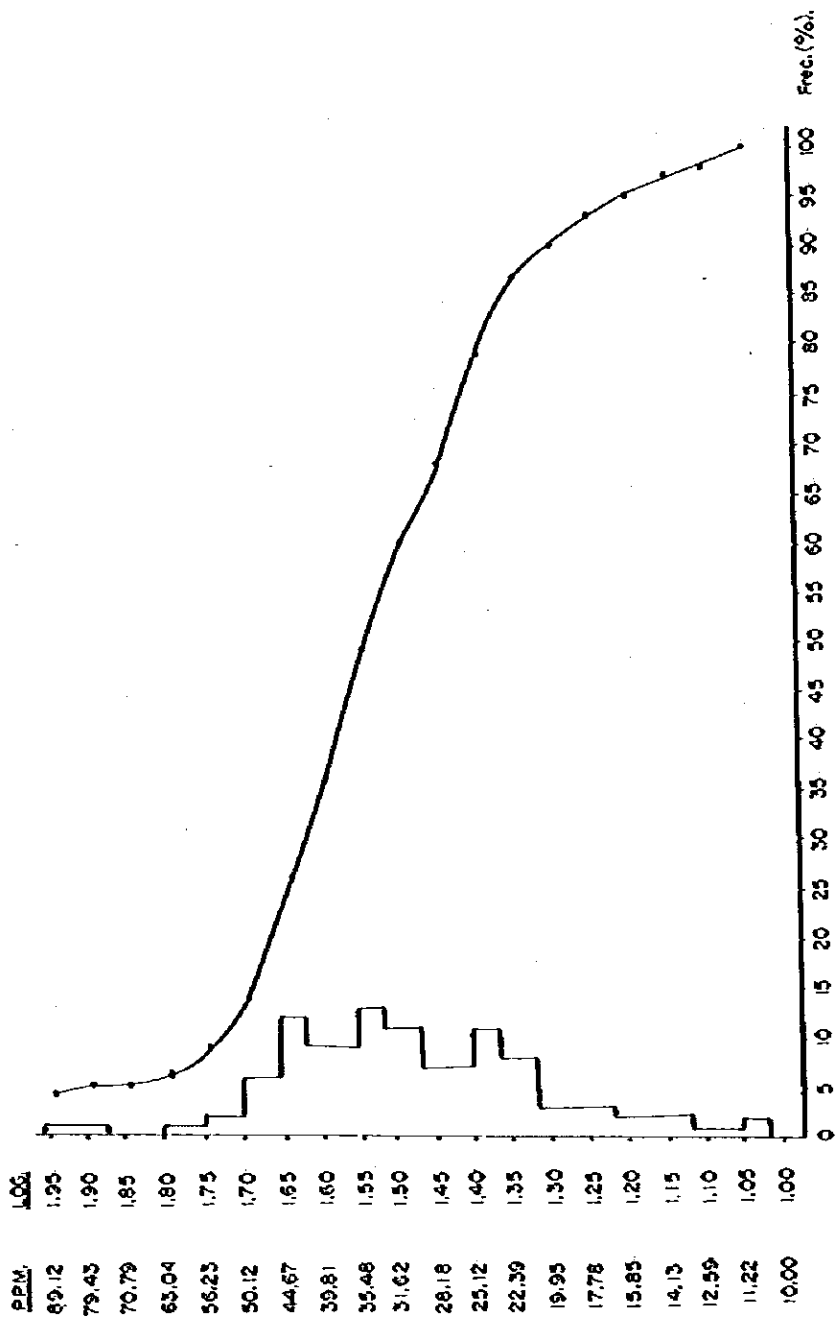


Fig.15 Histograma y curva frecuencia acumulativa para cobre.
 Rango de clases logarítmico.
 Tamaño del intervalo: 0,05.

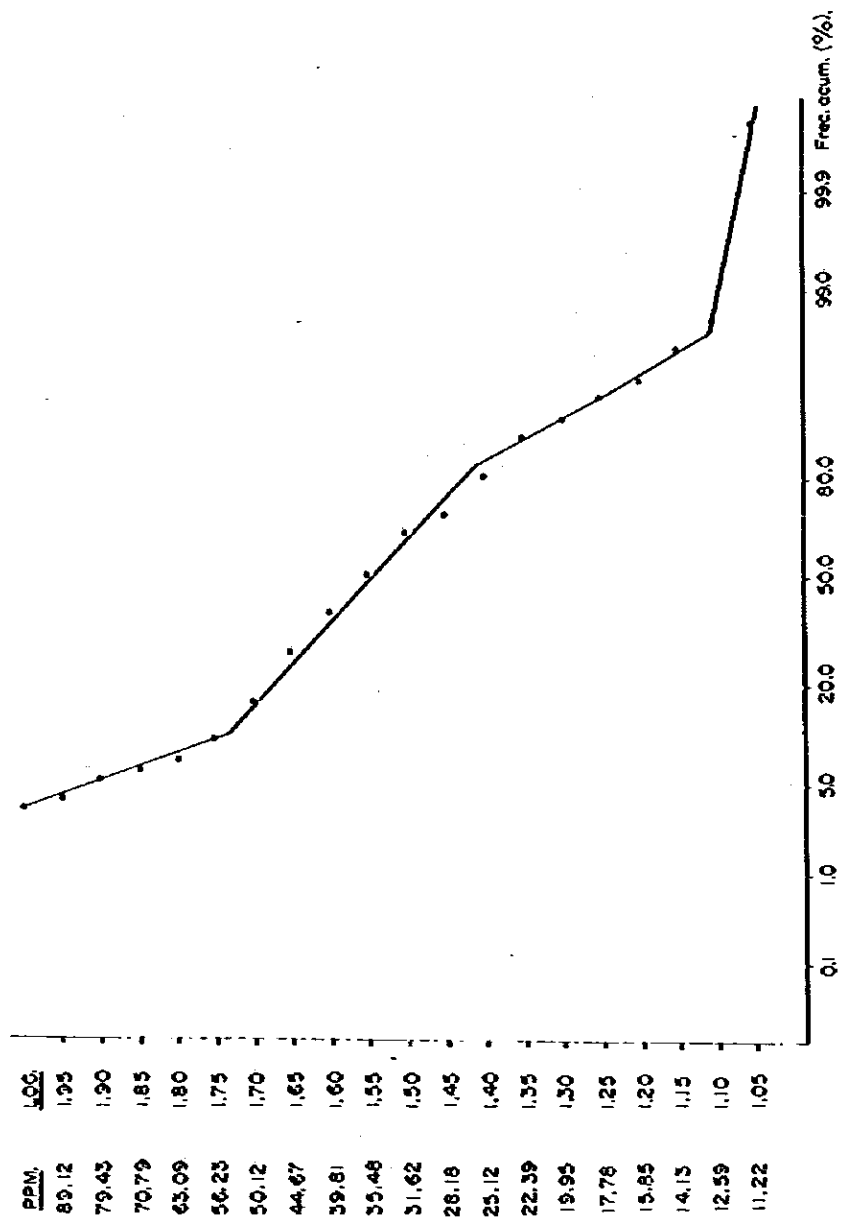


Fig. 16 Gráfico de frecuencia acumulativa para cobre.
 Rango de clases logarítmico.
 Frecuencia acumulativa en escala probabilística.

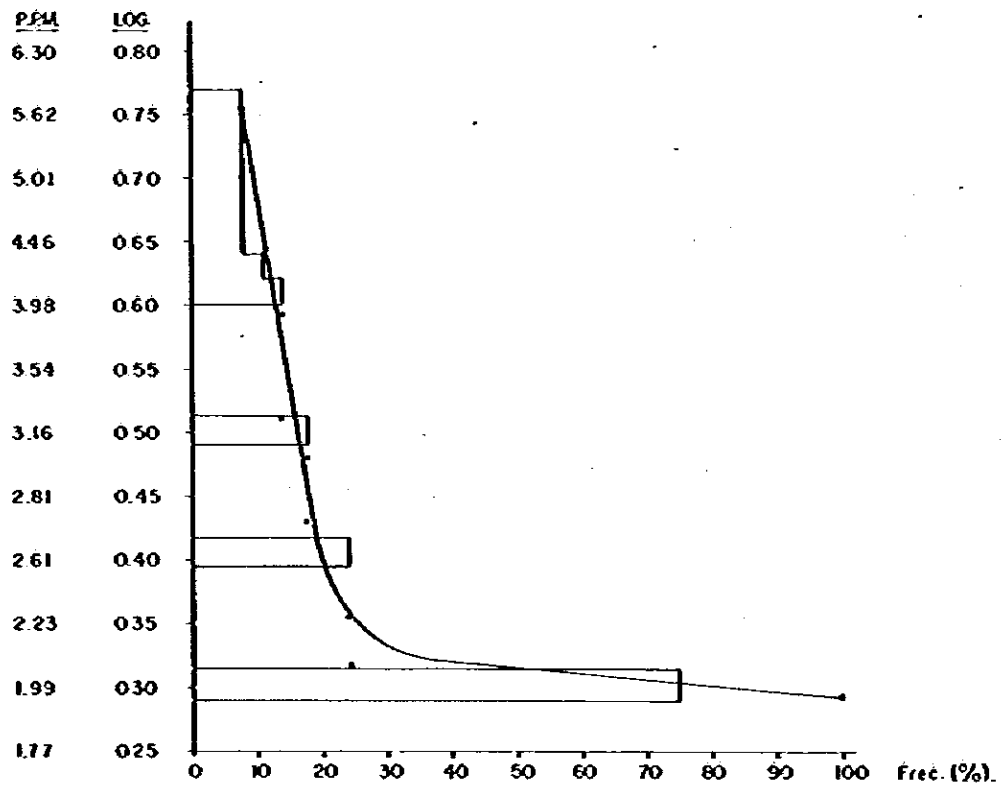


Fig. 17 Histograma y curva frecuencia acumulativa para molibdeno.
 Rango de clases logarítmico.
 Tamaño del intervalo : 0,05.

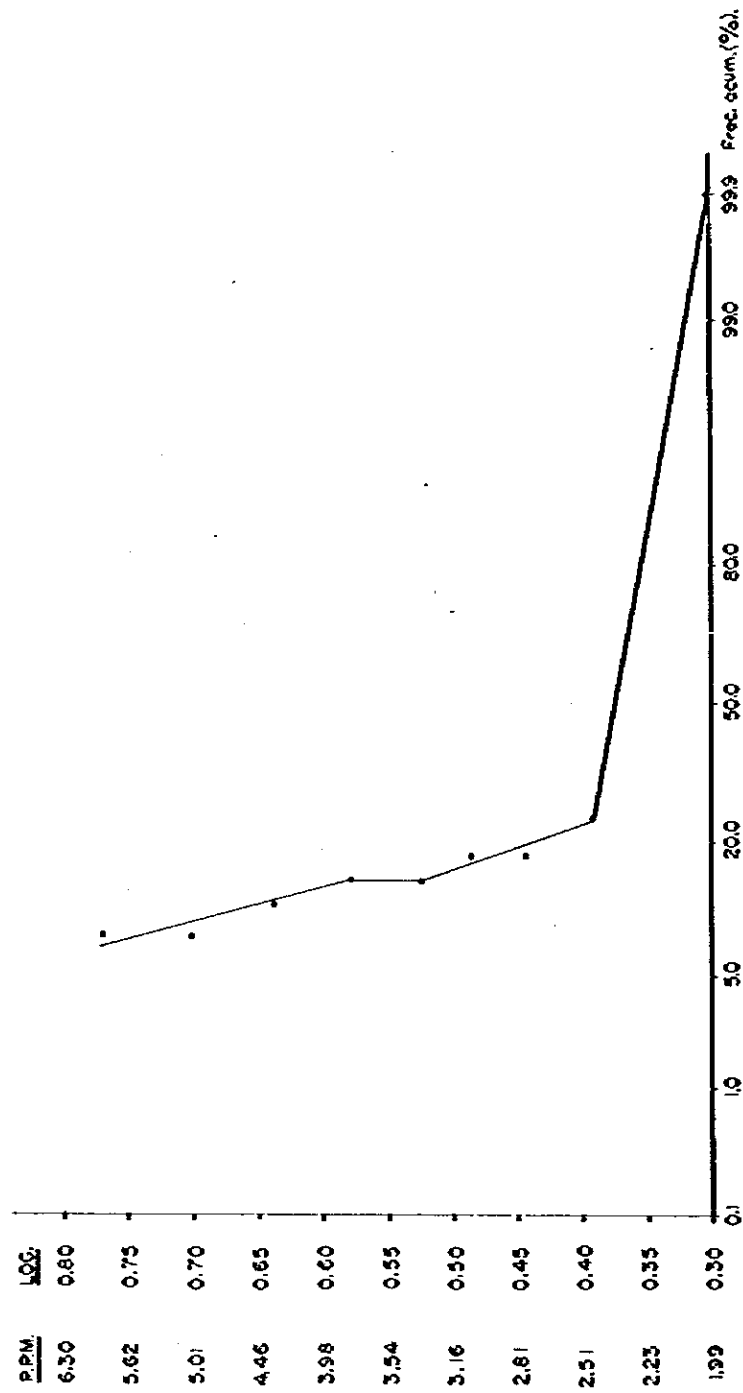


Fig. 18 Gráfico de frecuencia acumulativa para molibdeno.
Rango de clases logarítmico.
Frecuencia acumulativa en escala probabilística.

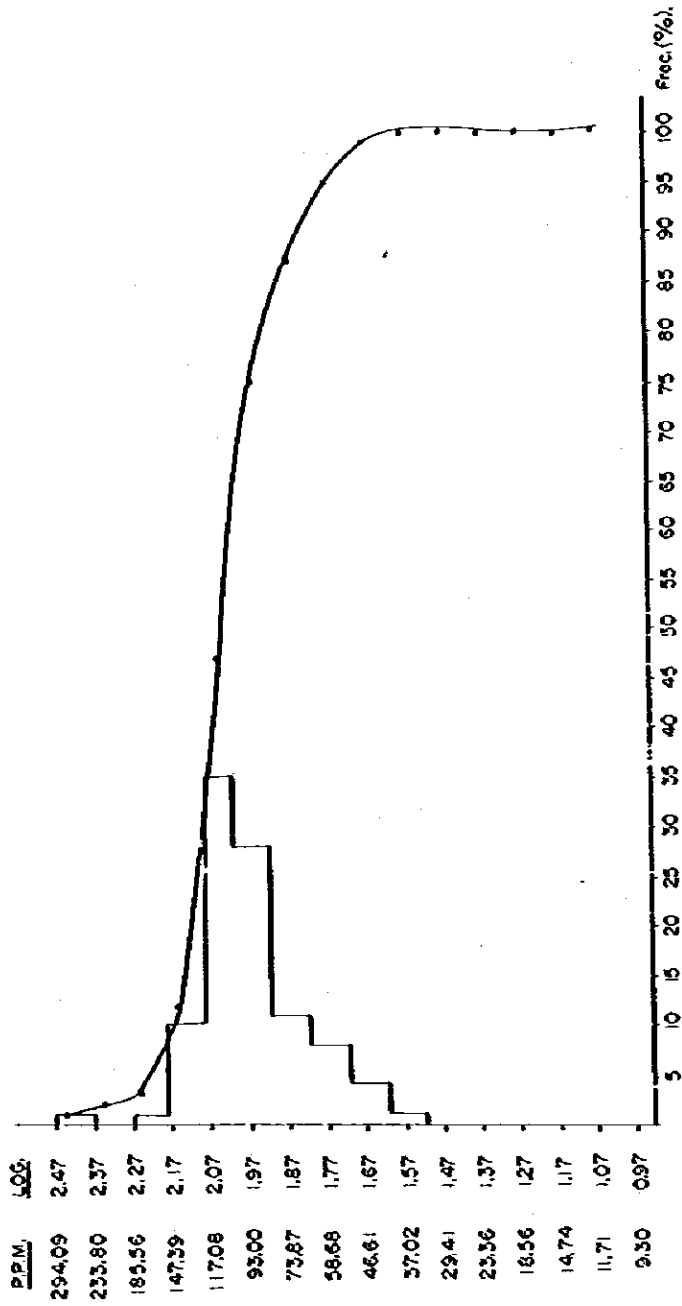


Fig. 19 Histograma y curva frecuencia acumulativa para zinc.
 Rango de clases logarítmico.
 Tamaño del intervalo: 0,1

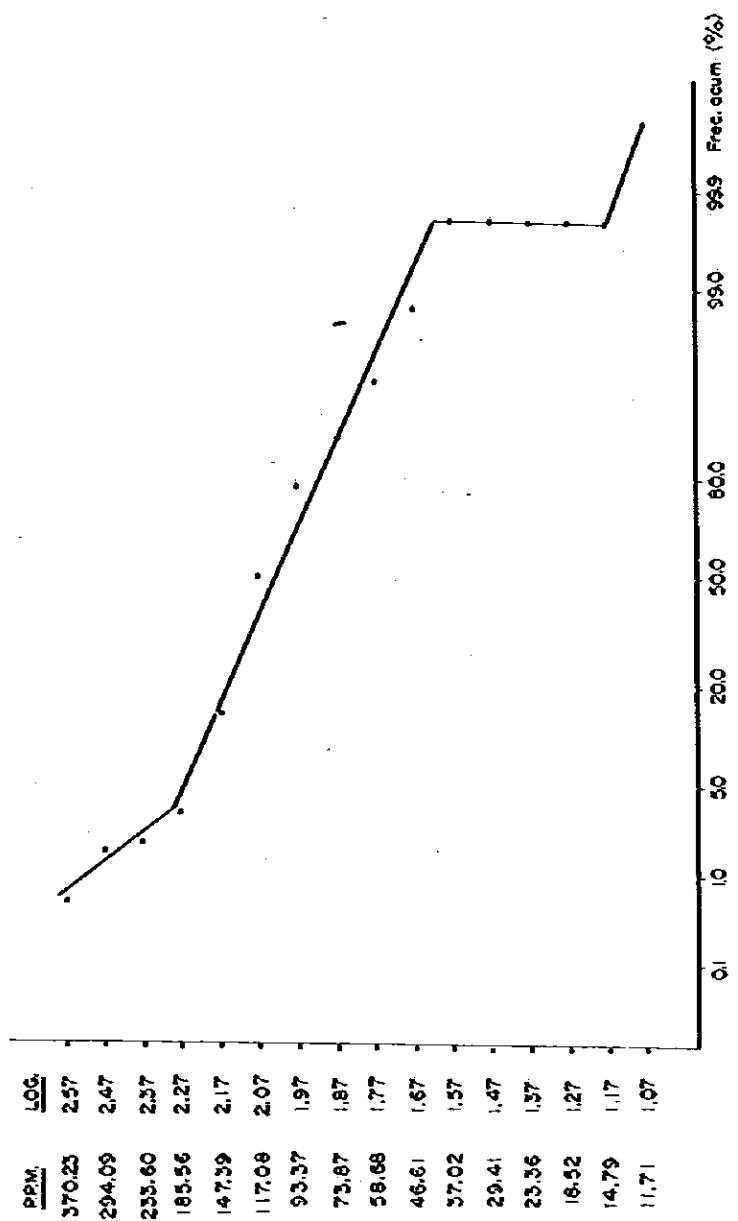


Fig.20 Gráfico de frecuencia acumulativa para zinc.
 Rango de clases logarítmico.
 Frecuencia acumulativa en escala probabilística.

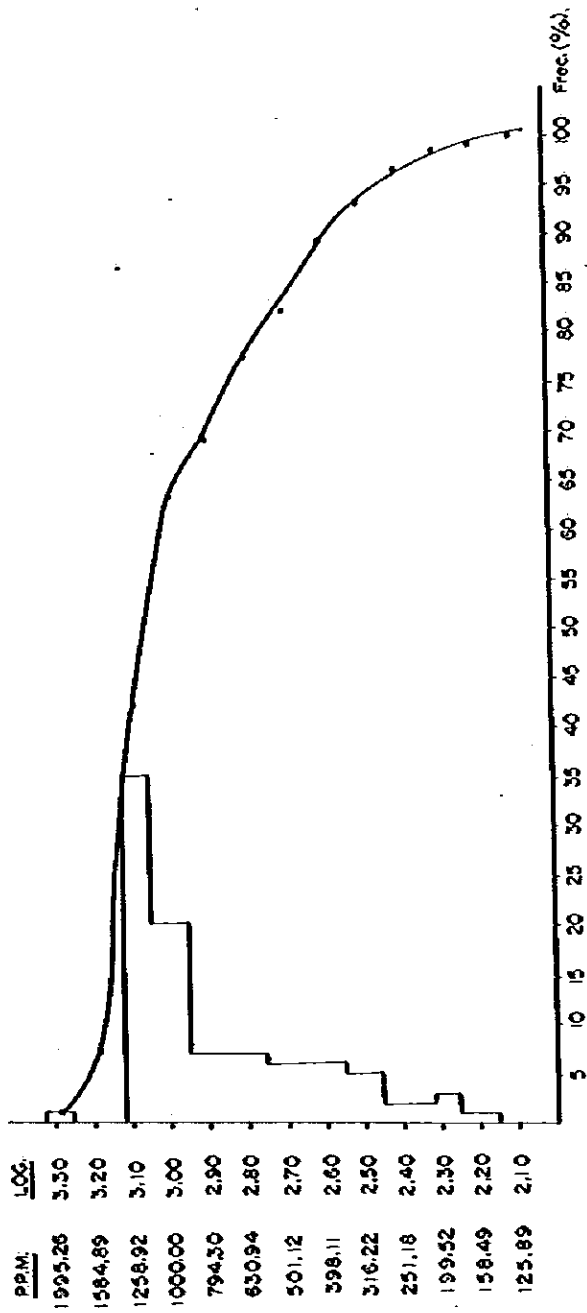


Fig. 21 Histograma y curva frecuencia acumulativa para manganeso.
 Rango de clases logarítmico.
 Tamaño del intervalo: 0,10.

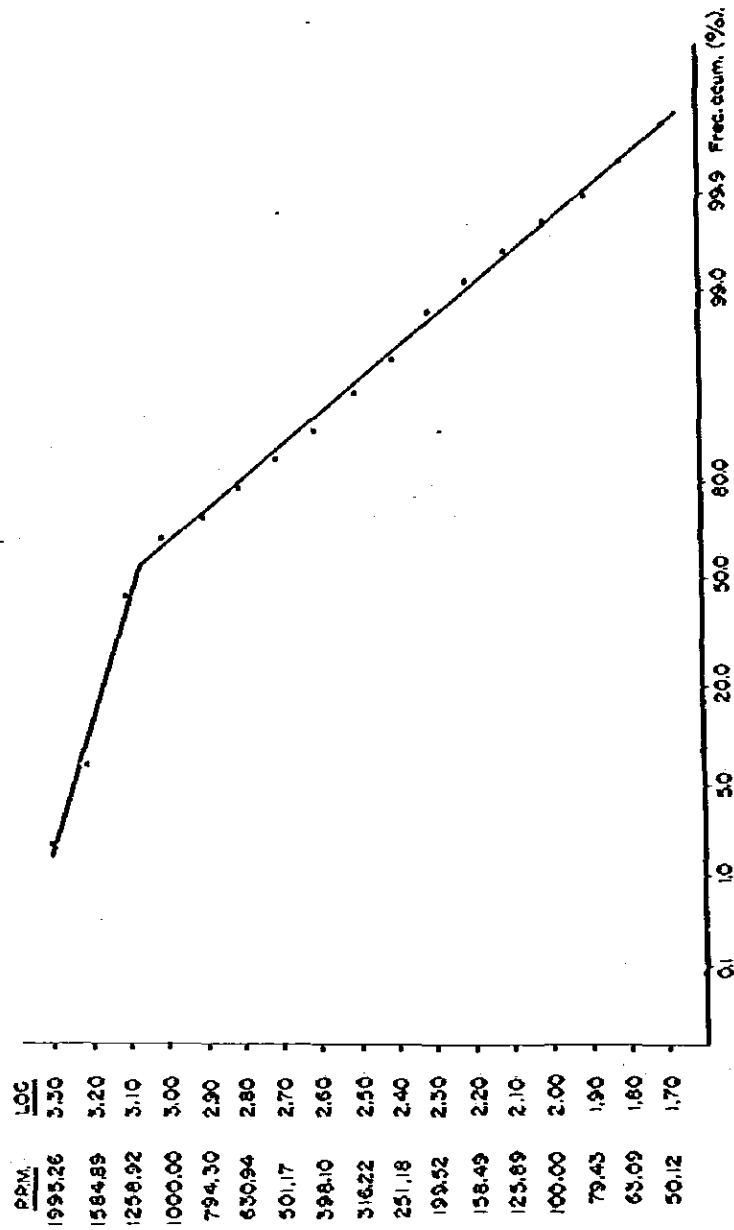


Fig.22 Gráfico de frecuencia acumulativa para manganeso.
 Rango de clases logaritmico.
 Frecuencia acumulativa en escala probabilistica.

Zinc (Figs. 19, 20). - La distribución es normal. En la curva de frecuencia acumulativa en escala probalística (Fig. 20) se observa una población "normal". El 2,5% del total de las muestras corresponden a una población anómala con valores superiores a 180 ppm.

Manganeso (Fig. 21). - La distribución es log-normal y corresponde a 2 poblaciones aproximadamente iguales.

Arsénico (Figs. 23, 24). - La distribución es log-normal. Existe un exceso de valores bajos (<10ppm) que corresponden al 80% de la población; un 18% a la población presenta valores comprendidos entre 10 y 190ppm y un 1% tiene valores sobre 200ppm los cuales pueden considerarse anómalos.

4.4.3. Correlación entre los elementos

Los coeficientes de correlación entre los elementos se muestran en la Tabla 12.

Tabla 12 COEFICIENTES DE CORRELACION

Elem.	Cu	Mo	Zn	Mn	As
Cu	1,0	0,69	0,34	0,14	0,63
Mo	0,74	1,00	0,21	0,10	0,71
Zn	0,34	0,22	1,00	0,64	0,23
Mn	0,14	0,10	0,64	1,00	0,11
As	0,63	0,71	0,23	0,11	1,00

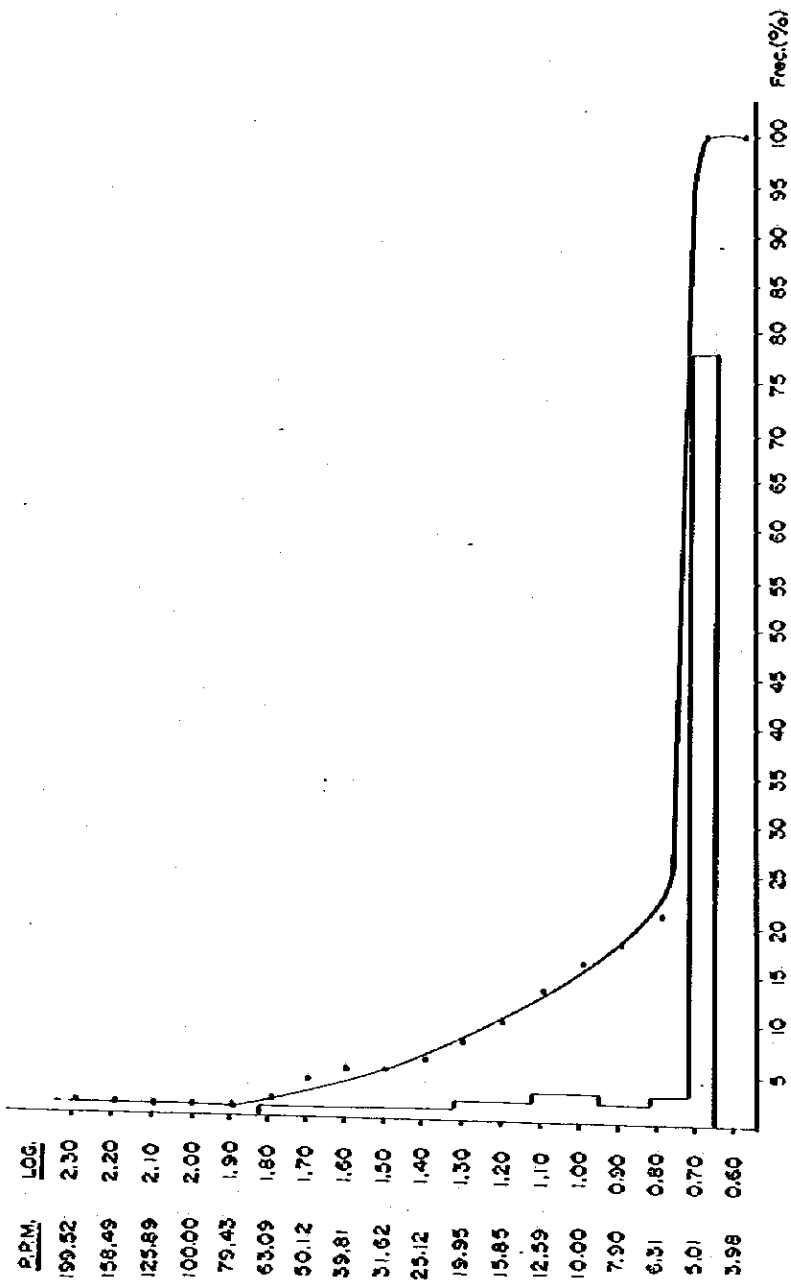


Fig.23 Histograma y curva frecuencia acumulativa para arsénico.
 Rango de clases logarítmico.
 Tamaño del intervalo: 0,10.

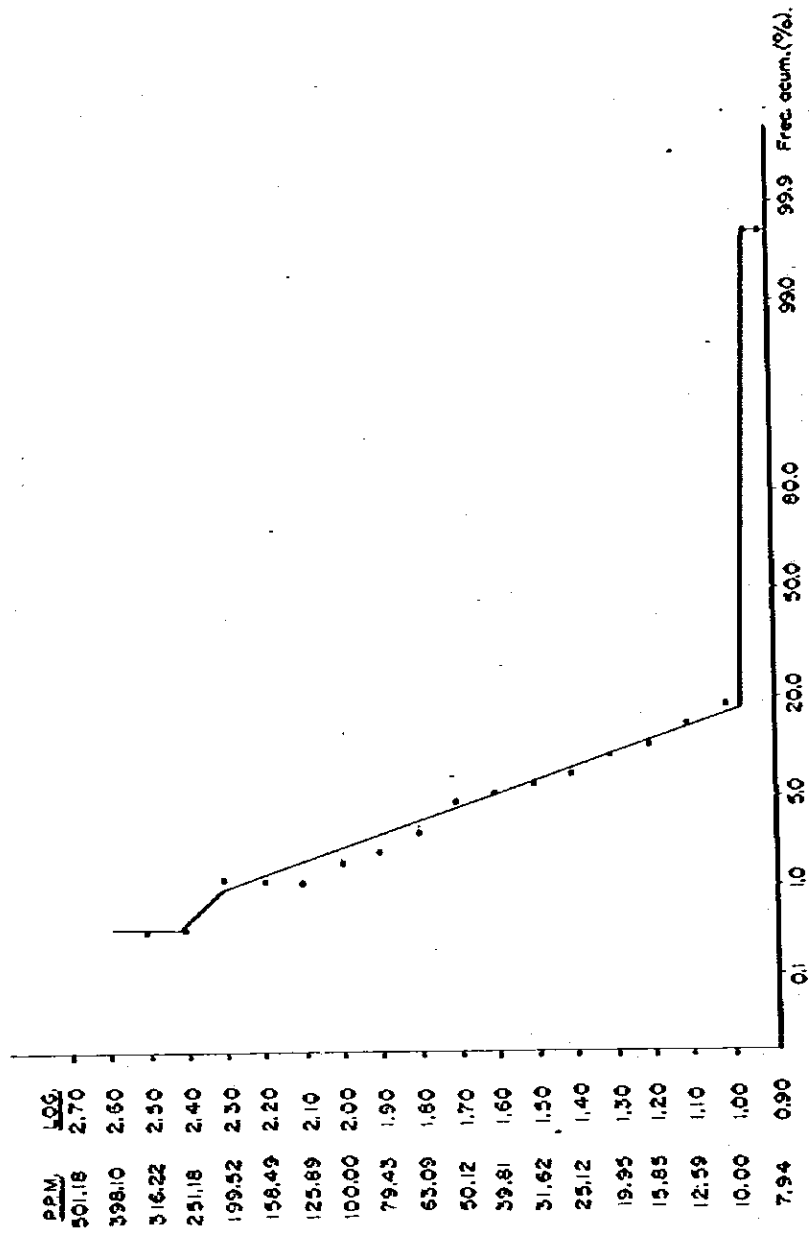


Fig.24 Gráfico de frecuencia acumulativa para arsénico.
 Rango de clases logarítmico.
 Frecuencia acumulativa en escala probabilística.

El coeficiente de correlación Cu-Mo, Cu-As y Mo-As debe considerarse altamente significativa para $\alpha = 0,001$. El coeficiente de correlación para el par Zn-Mn es significativo para $\alpha = 0,001$. El resto de los coeficientes no son significativos para $\alpha = 0,05$.

La buena correlación entre Cu-Mo-As se ve reflejada en la distribución similar de los valores anómalos de esos elementos (Fig. 14).

4.4.4. Análisis de factores

El análisis de factores es una técnica estadística de multivariantes que permite reducir el número de elementos que explican la varianza de la población. El análisis de factores agrupa las variables en grupos, denominados "factores", que tienen un comportamiento similar. Esta técnica es especialmente útil cuando hay muchas variables permitiendo exponer relaciones que parecían "escondidas" a simple vista. En geoquímica, los "factores" representan efectos combinados o integrados de diversos fenómenos (p. ej. alteración hidrotermal, mineralización, litología, etc.).

Durante el presente trabajo se han calculado los factores en modo "R", es decir usando relación entre los elementos.

La matriz de factores ajustados se muestra en la Tabla 13.

Tabla 13 MATRIZ DE FACTORES AJUSTADOS

	FACTOR I	FACTOR II
Cu	0,363	0,001
Mo	0,397	-0,078
Zn	-0,020	0,539
Mn	-0,109	0,584
As	0,374	-0,058

Los dos factores explican el 73,86% de la varianza total (valor del porcentaje acumulativo de los valores eigen).

Los resultados mostrados en la Tabla 13 permiten concluir que el factor I corresponde a la asociación Cu-Mo-As y el factor II a la asociación Zn-Mn. El primer factor se interpreta como correspondiente a mineralización tipo "pórfido cuprífero" en el cual además estaría presente otros minerales, posiblemente oro, en forma de arseniuros. El factor II es explicado por la captación de Zn por óxidos de Mn formando "falsas anomalías" de Zn. Este hecho es concordante por el alto coeficiente de correlación entre ambos elementos.

La Fig. 25 muestra la relación entre los factores I y II expresados como scores; se observa que para el factor II constante, el factor I se agrupa entre -0,5 y -0,7, valores mayores que -0,5 tienden a dispersarse; las muestras geoquímicas cuyo factor ponderado fue mayor que 0,5 ($P_{II} : P_I > 0,40$) fue llevada a un plano (Fig. 26) presentando un claro agrupamiento en el extremo sureste del área estudiada.

4.4.5. Análisis de la superficie de tendencia para Cu y Zn

El análisis de la superficie de tendencia consiste en ajustar una función lineal a un grupo de datos, en que la variable dependiente es función de las coordenadas geográficas, consideradas como variables independientes.

En el caso analizado, la variable dependiente, tomada separadamente, fueron Cu y Zn. El grado máximo del polinomio ajustado fue de grado 3.

En forma práctica, el análisis de la superficie de tendencia permite conocer en cada punto de muestreo las componentes "regionales" y "locales", permitiendo destacar, al llevar al plano los "valores residuales" (componentes regionales menos componentes locales", los valores geoquímicamente anómalos.

El cálculo matemático fue hecho mediante un programa de computación, preparado en el IIG, el cual imprime los coeficientes de los polinomios mediante un graficador lineal, de acuerdo al valor de referencia e intervalos de contornos ordenados. Los residuales fueron graficados separadamente mediante otro programa de computación.

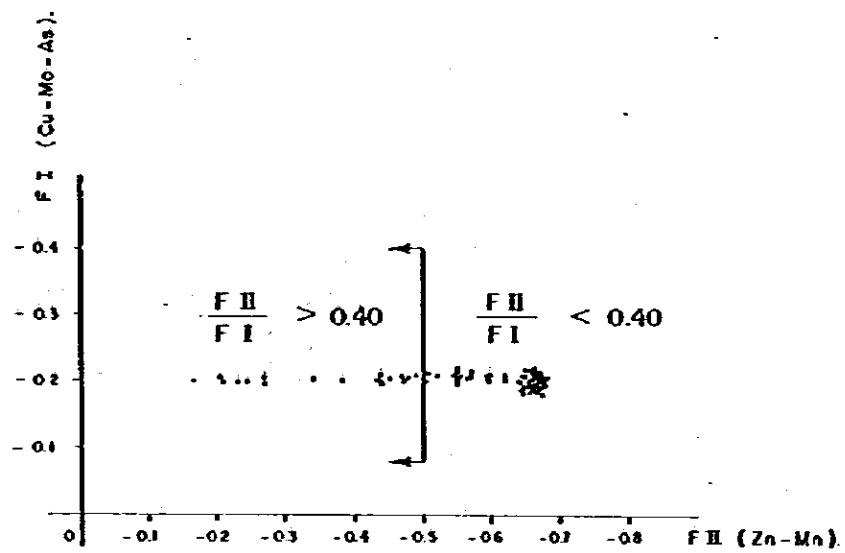


Fig.25 Diagrama factor I (Cu-Mo-As) vs. factor II (Zn-Mn).

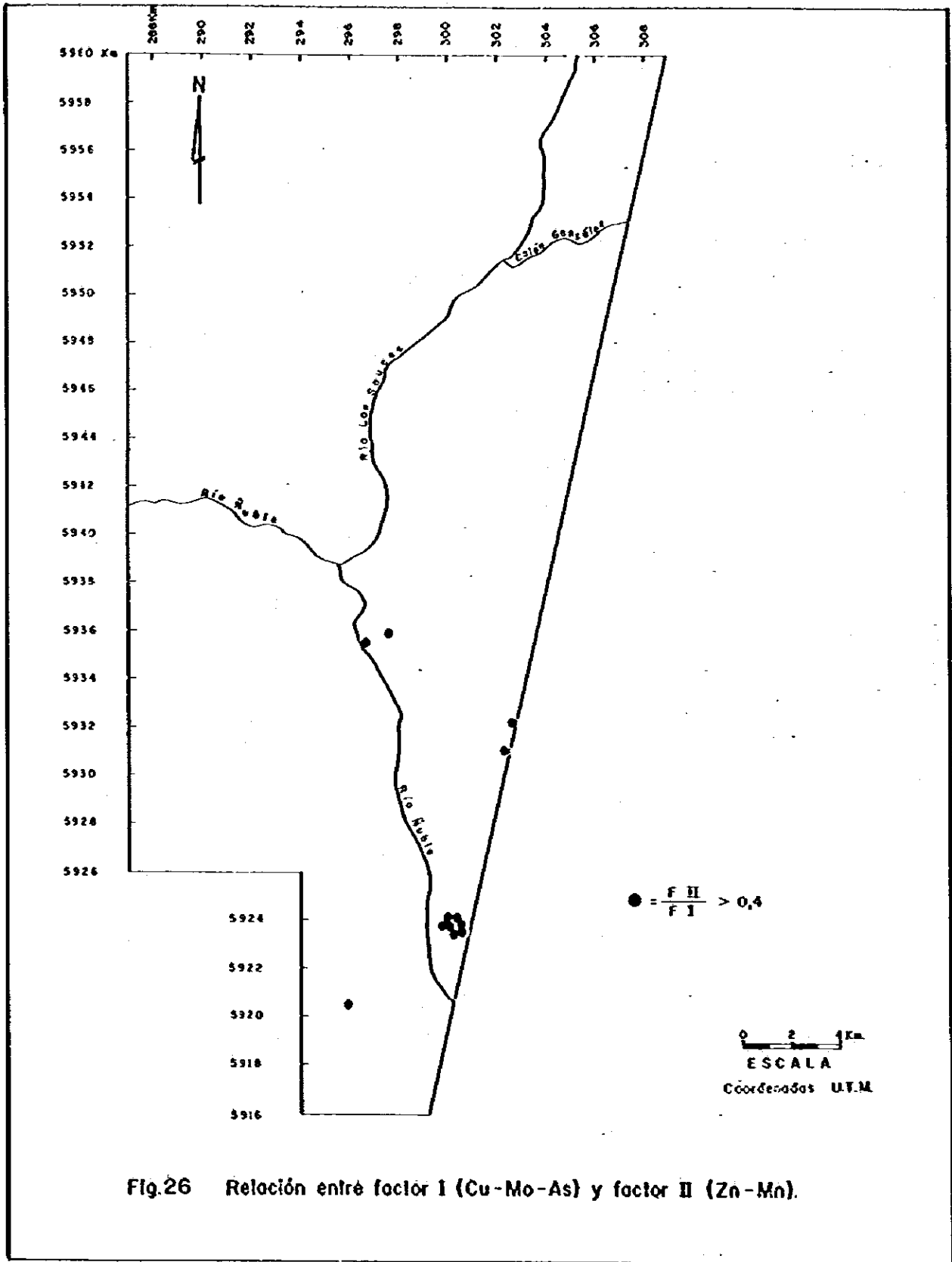


Fig.26 Relación entre factor I (Cu-Mo-As) y factor II (Zn-Mn).

La Tabla 14 muestra los parámetros calculados para cobre.

Tabla 14 SUPERFICIE DE TENDENCIA PARA COBRE

Grado	Suma de los regresión	Cuadrados desviación	Variación total	Calidad de ajust. (%)	Coef.de correl.	Test "F"
1	1320,25	265567,38	266887,63	0,49	7,0	1,01
2	852,94	266034,69	266887,63	0,30	5,0	0,25
3	1780,50	265107,13	266887,63	0,60	8,2	0,30

La Fig. 27 muestra un incremento de la tendencia "regional", al ajustar un polinomio de grado 3 (los ajustes de polinomio de grado 1 y 2 son similares) desde el NNE al SSW lo cual indicaría una tendencia regional de aumento del cobre hacia el norte. Esta explicación es especulativa pues hay fenómenos de borde que modifican la superficie ajustada a los datos; este hecho se ve complicado por la forma irregular del área estudiada.

La Fig. 28 muestra la distribución de los valores residuales de cobre. Aparecen tres zonas con valores notorios, de ellas la ubicada en el borde sureste del área presenta una configuración clara y areal interpretándose como generada por un conjunto de valores anómalos de cobre.

La Tabla 15 muestra los parámetros calculados para zinc.

Tabla 15 SUPERFICIE DE TENDENCIA PARA ZINC

Grado	Suma de los regresión	Cuadrados desviación	Variación total	Calidad de ajust. (%)	Coef.de correl.	Test "F"
1	17415	475739	493154	3,5	18,79	7,45
2	22484	470670	493154	4,5	21,35	3,85
3	27215	465939	493154	5,52	23,49	2,59

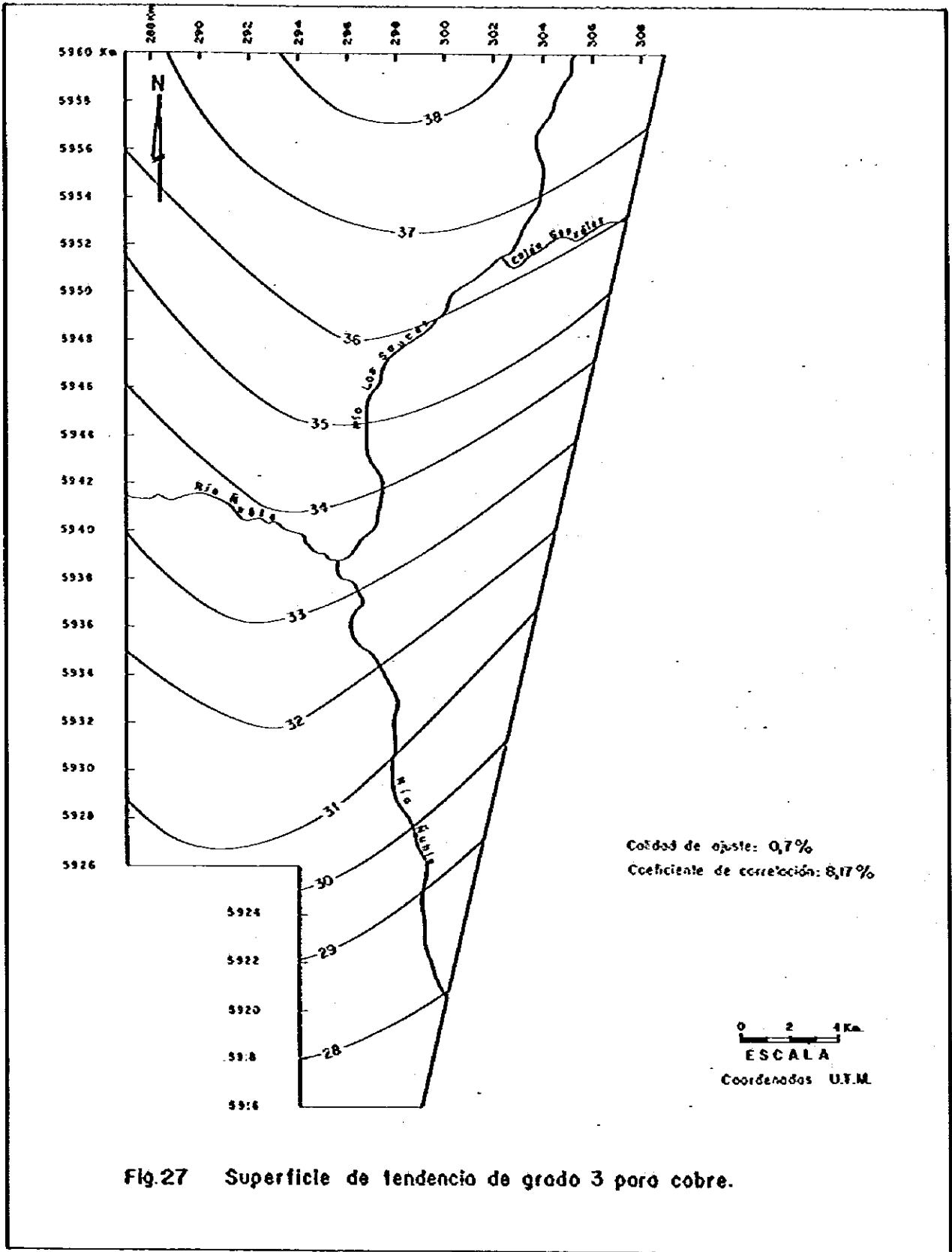


Fig.27 Superficie de tendencia de grado 3 para cobre.

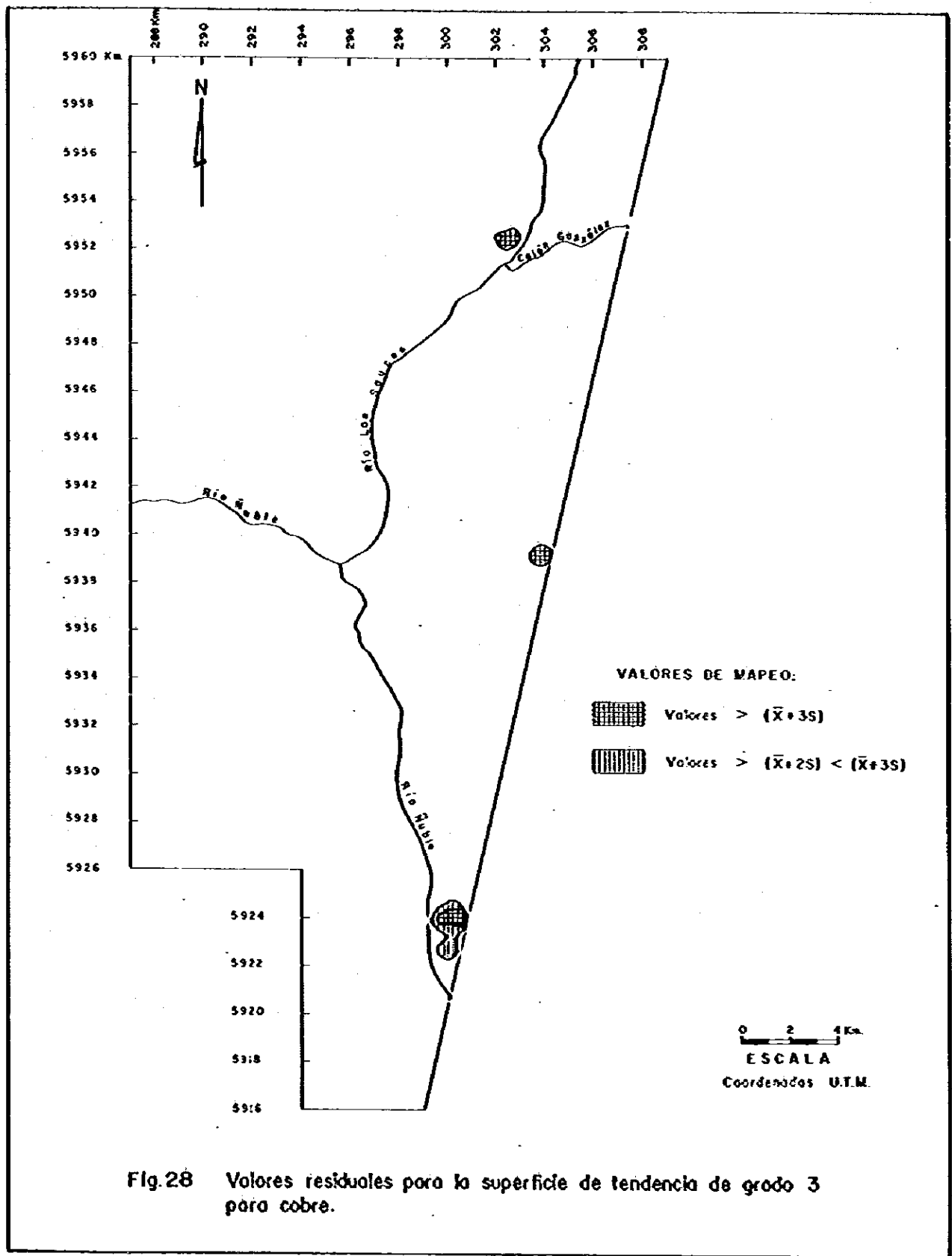


Fig.28 Valores residuales para la superficie de tendencia de grado 3 para cobre.

La Fig. 29 muestra un incremento de la tendencia regional de zinc desde el sector NE al SW para un polinomio de grado 3 (las superficies de grado 1 y 2 son similares).

Los valores residuales para la superficie de tendencia de grado 3 de zinc (Fig. 30) muestra 3 áreas anómalas ubicadas en las proximidades de Perquilauquen, la unión de los ríos Ñuble y Los Sauces y un sector de Las Minas; de ellos solamente el último tiene una dispersión destacada.

4.4.6. Análisis de la función discriminante

El análisis de la función discriminante es un procedimiento estadístico aplicado al estudio de multivariadas, que permite distinguir entre 2 poblaciones o en el caso de exploración geoquímica, asignar 1 muestra de origen o procedencia desconocida a uno de 2 grupos previamente definidos.

En el estudio de la información geoquímica se ha logrado individualizar las muestras geoquímicas, de acuerdo a su relación genética (asociadas con granitoides o volcanitas), usando como variables los elementos cobre y zinc.

El procedimiento de análisis de la función discriminante consiste en encontrar una recta que separe al máximo los dos grupos con menor dispersión. Los valores primitivos de las variables (elementos químicos considerados) son transformados en un puntaje que representa la posición de la muestra en la recta función discriminante (Davis, 1973).

Para la definición de las muestras provenientes de ambiente granitoide y volcánico se usaron 27 y 30 muestras respectivamente. Los puntajes de la función discriminante están representados en la Fig. 31.

Los valores $R_1 = 13,95$ y $R_2 = 20,58$ dividen en 2 mitades iguales los campos correspondientes a las muestras relacionadas con granitoides y volcanitas respectivamente. El punto $R_0 = 17,27$ corresponde al punto que separa idealmente ambos campos. La distancia entre R_1 y R_2 o distancia de Mahalanobis es 3,31 (mientras mayor es, mejor es la separación entre los 2 grupos).

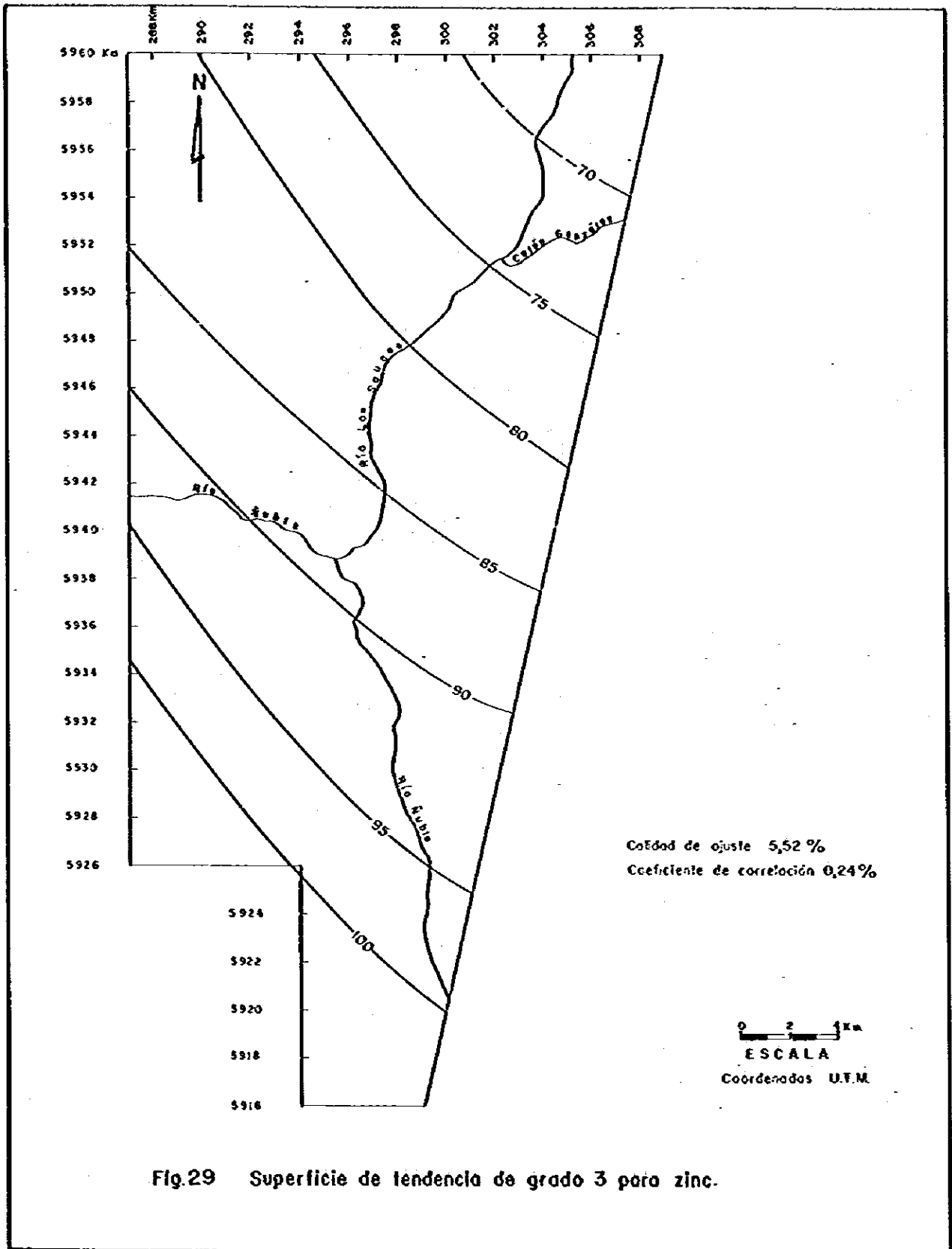
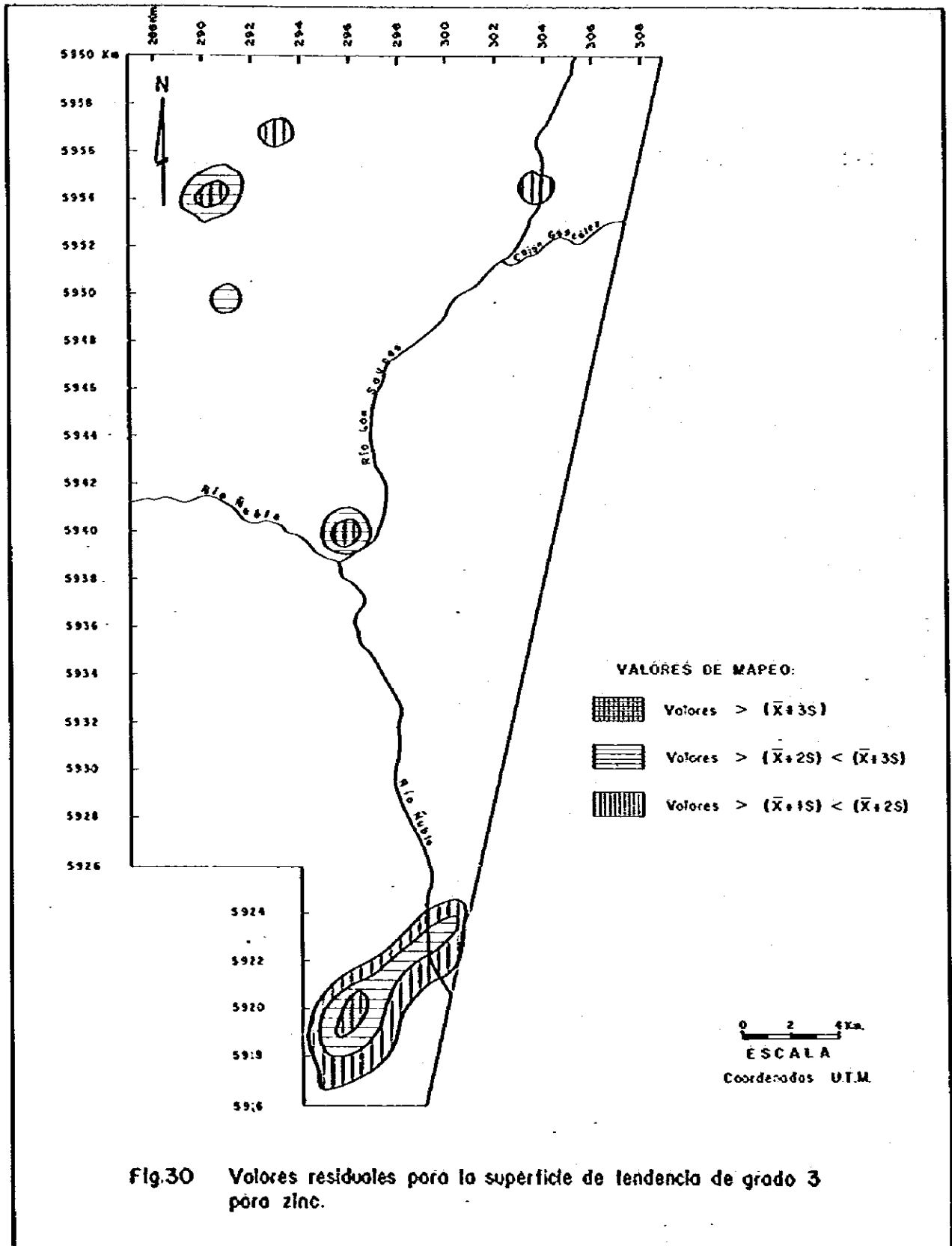


Fig.29 Superficie de tendencia de grado 3 para zinc.





GRUPO 1 : Muestras de ambiente granitoide (○).

GRUPO 2 : Muestras de ambiente volcánico. (●).

R_0 : Índice discriminante.

R_1 : Medio del grupo 1 (granitoide).

R_2 : Medio del grupo 2 (volcanitas).

Fig.31 Función discriminante bivariable (Cu y Zn) para sedimentos de ambiente granitoide y volcánico.

La aplicación del análisis de la función discriminante permite caracterizar los ambientes geológicos principales en base a los contenidos de elementos en trazas de los sedimentos.

4.5. Resultados y discusión

El análisis de la información geoquímica obtenida durante el trabajo permite concluir lo siguiente:

1. De los seis elementos utilizados (Cu, Mo, Zn, Mn, As y Ag), la plata presenta todos los valores bajo el límite de detección analítico.
2. Desde el punto de vista geoquímico, se identifica una sola área anómala (Las Minas, PL. 4) y 4 áreas sub-anómalas (Zona 1, 2, 3 y 4, PL. 4).
3. El análisis de la frecuencia de distribución de los elementos considerados concluye que el Cu y Zn presentan una curva normal, en tanto que los restantes son log-normales.
4. La distribución de Cu, Zn y As muestra una población claramente anómala; Mo tiene forma errática; en tanto que el Mn se distribuye en 2 poblaciones muy similares, sin valores anómalos.
5. La matriz de los coeficientes de correlación refleja claramente la relación entre las muestras consideradas como anómalas ($\bar{X} + 3S$ de la población tamizada). Es notoriamente significativa la correlación entre Cu-Mo, Cu-As y Mo-As.
6. La aplicación de la técnica para multivariados conocidos como "análisis de factores", indica que el 81% de la varianza de la población geoquímica es explicada por 2 factores. El factor I corresponde a Cu-Mo-As y el factor II a Zn-Mn. El factor I se explica como correspondiente a mineralización tipo "pórfido cuprífero" y el factor II a la formación de "falsas anomalías" de Zn por captación por óxidos de Mn, más bien que a mineralización de Zn. Tanto el factor I como el factor II corresponden a lo observado con la matriz de correlación.

El mapeo de los mayores valores del factor I (mayores que 0,5) expresado como "puntaje" (score), los ubica en el sector sureste del área estudiada, próxima al río Las Minas.

7. El análisis de la superficie de tendencia de grado 3 para Cu y Zn, si bien muestra un ajuste pobre, permite extraer valores residuales que se agrupan de la siguiente forma:

Cu: parte sureste del área
Zn: parte noroeste del área (nacientes del río Lara) y parte central, próximo a la unión de los ríos Ñuble y Los Sauces, sin embargo la distribución principal está en el sur de la zona estudiada, al oeste del río Ñuble. Los altos valores residuales de cobre se sitúan en una zona alterada hidrotermalmente y con mineralización.
8. Las muestras geoquímicas provenientes de diferentes ambientes geológicos (granitoides y volcánicos) pueden ser caracterizadas estadísticamente utilizando 2 elementos en traza (Cu y Zn), mediante el análisis de la función discriminante.
9. Las muestras que presentan valores anómalos de Cu, Mo y As tienen valores altos de Au, que podrían alcanzar magnitudes de orden de "ppm", si se considera la dilución que experimenta la muestra geoquímica.
10. Integrando la información obtenida es posible definir desde el punto de vista geogénico, una clara zona anómala de Cu, Mo y As situada en el límite sureste del área estudiada, al oriente del río Ñuble. Blancos geoquímicamente sub-anómalos por 1 más elementos aparecen en la laguna Chacayal; unión de los ríos Ñuble y Los Sauces; en la ribera oriental del río Lara y en el curso medio del río Las Minas.

Capítulo 5. Conclusiones y recomendaciones

5.1. Conclusiones

1. El trabajo realizado, corresponde al tercer año de exploración minera en la región andina situada al este de la ciudad de Concepción. Consistió en análisis fotogeológico, levantamiento geológico escala 1:50.000 y exploración geoquímica en sedimentos fluviales, del área próxima a la localidad de San Fabián de Alicó.
2. Las secuencias estratificadas expuestas en el área de estudio están constituidas por rocas volcánicas andesíticas pre-miocenas (Unidad Río Ñuble), rocas volcánicas andesítico-basálticas del Plioceno Superior-Pleistoceno (Formación Cola de Zorro), rocas volcánicas andesíticos-basálticas del Pleistoceno-Holoceno (Unidad Coladas del Valle) y por depósitos aluviales y coluviales recientes.
3. Las rocas intrusivas corresponden a un batolito de granodiorita y a "stocks", diques y filones manto de diorita, tonalita, pórfido tonalítico, dacita y andesita. Las edades radiométricas K-Ar permiten asignarles una edad mínima miocena.
4. La Unidad Río Ñuble está plegada, con pleigués de ejes paralelos y orientación principal N-S. La Formación Cola de Zorro y la Unidad Coladas de Valle se presentan sub-horizontales. En terreno sólo se observan fallas menores y el rumbo principal de los fotolineamientos es NNE.
5. En el área se individualizaron 33 zonas mineralizadas, la mayoría (30) corresponde a disseminación de pirita y el resto a vetas. De las zonas con disseminación destacan las denominadas prospectos Las Tragedias y Las Minas, ambos tienen pirita y cantidades microscópicas de calcopirita, magnetita y pirrotina. En general las rocas con disseminación de pirita están silicificadas, los otros tipos de alteración son muy débiles. Genéticamente la disseminación se relaciona con las unidades intrusivas dacita y pórfido tonalítico "A". Las vetas reconocidas son de pequeñas dimensiones (potencia menor de 20cm).

6. La prospección geoquímica permitió detectar una zona anómala por Cu, Mo, y As relacionada con el prospecto Las Minas y 4 zonas sub-anómalas que se sitúan en el estero Las Minas (relacionada con la zona 30); frente a la laguna Chacayal (relacionada con las zonas 13 y 15); en la unión del río Los Sauces y Ñuble (relacionada con la zona 11) y en el estero Lara (relacionada con la zona 5). El valor absoluto de estas anomalías y subanomalías es bajo, por lo tanto no presentan expectativas económicas.

5.2. Recomendaciones

De acuerdo a lo señalado precedentemente, en el área de estudio existen numerosas zonas con mineralización de pirita y alteración hidrotermal débil, las cuales carecen de importancia económica. Es improbable que existan otras zonas de interés económico diferentes a las ya reconocidas; en consecuencia, no se recomiendan nuevos estudios en la zona.

REFERENCIAS

REFERENCIAS

- Atlas Geográfico, 1977.- Atlas geográfico de la Región del Bío-Bío, Universidad Católica de Talcahuano, 1977.
- Brüggen, J., 1948.- "Contribución a la geología de los volcanes y termas de Chillán". Imprenta Universitaria, Santiago, Chile, 36 pp.
- Daly, R.A., 1933.- *Igneous Rocks and the Depths of the Earth*, Mc Graw-Hill, New York (reprinted by Hafner Publishing Co., 1968).
- Davis, J., 1973.- "Statistics and Data Analysis in Geology". John Wiley and Sons, Inc.
- Deruelle, B. y Deruelle, J., 1975.- "Géologie des volcans quaternaires des Nevados de Chillán (Chili)". Bull. Volcanologique (Italia) vol. 38 N° 2, pp.425-444.
- Drake, R., 1974.- "The chronology of cenozoic igneous and tectonics events in Central Andes". IAUCEI Internat. Sym. Volcanology, Santiago, Chile.
- Fuenzalida, H., 1965.- "Geografía Económica de Chile", CORFO.
- Gardeweg, M., 1980.- "Geología del área del Nevado de Longaví, Cordillera de Los Andes, VIII Región del Maule", Memoria de Prueba, Depto.Geol. Universidad de Chile, 247 pp.
- González, F., 1977.- "Informe de avance de la prospección minera de la región cordillerana de la provincia de Ñuble". Informe Inédito IIG.
- González, O., y Vergara, M., 1962.- "Reconocimiento geológico de la Cordillera de Los Andes entre los paralelos 35° y 38° Lat.Sur". Anales de la Fac.de Ciencias Físicas y Matemáticas, 19:19-121.
- MMAJ-IIG, 1979.- "Informe de reconocimiento geológico de la Región Andina situada al este de Concepción". Fase I, Informe Gobierno Japón y Gobierno de Chile.

- Meyer, Theobald and Bloom., 1979.- Stream sediment geochemistry. Geological Survey of Canada, Economic Geology Report 31, pp.411-434.
- Niemeyer, H., 1979.- "Zona Cordillerana de la VII Región al este del meridiano 71°30', en Carta Geológica de la VII Región, escala 1:250.000, Instituto de Investigaciones Geológicas. 3 pp.
- Ossandón, G., Alfaro, G., Cruzat, A., 1978.- "El prospecto cuprífero Galletué: Un pórfido cuprífero en la provincia de Malleco, IX Región, Chile". Revista Geológica de Chile, N° 5, pp. 33-48.
- Serrano, L., 1975.- "Prospección minera en la región cordillerana de la Provincia de Bío-Bío". Inédito, IIG.
- Streckeisen, A., 1974.- "Rocas Plutónicas". Clasificación y Nomenclatura recomendada por la Unión Internacional de Ciencias Geológicas (IUGS). Subcomisión en sistemática de rocas ígneas. IIG.
- Streckeisen, A., 1979.- "Classification and nomenclature of volcanic rocks, lamprophyres, carbonatic and melilitic rocks". Recommendations and suggestions of the IUGS subcomission on the Systematics of igneous rocks. Geology v. 7, pp. 331-335, July 1979.
- Taylor, S.R., 1969.- "Trace element chemistry of andesites and associated calc-alkaline rocks". Proceedings of the andesite Conference. Bul. 65, pp. 43-64.
- Utada, M., 1977.- Alteración de rocas huésped. Cap 10. en Base actualizada para el estudio de depósitos minerales Ed. Tatsumi, T.; 1977. Imprenta: Tokyo University Impres. (sólo en Japonés).

ANEXO

ANEXO I INFORME GEOCRONOLÓGICO DE MUESTRAS DEL AREA SAN FABIAN DE ALICO

Francisco Munizaga V.*

Francisco Hervé A.*

Introducción

El presente informe se refiere al análisis de 10 muestras por el método K-Ar, realizado por el personal del Laboratorio del Centro de Pesquisas Geocronológicas de la Universidad de São Paulo, Brasil.

Debido al tamaño y tipo de muestras, se analizaron 3 muestras en biotita y 7 en roca total. Las técnicas empleadas en los análisis son las descritas por Amaral et al. (1966)(†). Los resultados se presentan en la Tabla adjunta, en la cual las columnas tienen el siguiente significado:

SPK	- número de laboratorio
No.CAMPO	- número original de la muestra
MIN	- material analizado (ROT=roca total; PLG=plagioclasa; MUS=muscovita; BIO=biotita)
%K	- porcentaje de potasio en la muestra
75%K	- error en la determinación de potasio
AR40 RAD	- cantidad de argón radiogénico en la muestra
ATM	- porcentaje de argón atmosférico
IDAD M.A.	- edad de la muestra en millones de años
ID.MAX y ED.MIN.	- valores extremos de las edades considerando los errores analíticos del método
ERR.EDAD	- se señala el † analítico que acompaña a la edad (y entre paréntesis su valor en porcentaje)
ERR.EDAD DIFERENCIA	- no interesa para los fines de este trabajo

(†) Las constantes usadas para el cálculo de las edades son: $K^{40}/K \text{ total} = 0.01167 = 4.962 \times 10^{-11} \text{ a}^{-1}$, $K \text{ total} = 0.581 \times 10^{-10} \text{ a}^{-1}$

* Departamento de Geología, Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas, Universidad de Chile, Santiago, Chile

Se adjunta un anexo con las descripciones microscópicas de las muestras analizadas en que los porcentajes de minerales son estimados.

Discusión

El estudio petrográfico bajo el microscopio de las muestras analizadas aconsejaba practicar análisis radiométricos en las muestras N°s DA-1, DB-111, DA-4, DG-82, DB-57, DB-101, las restantes se hicieron en forma tentativa.

La muestra DA-1 presenta una edad concordante analíticamente, el estudio microscópico señala la existencia de dos tipos petrográficos diorita y microdiorita, no se pudo comprobar la proveniencia de las biótitas, luego la edad obtenida debe representar el último evento termal posiblemente la última intrusión. Es importante destacar la persistencia de los valores de Ar radiogénico obtenido en tres análisis diferentes.

De la muestra DB-57 se envió un concentrado de biotita que pesaba alrededor de un gramo. Esta cantidad está en el límite crítico que es necesaria en una determinación K-Ar, tal como se expresa en carta del Dr. Kawashita, fué necesario repetir la extracción de argón con una cantidad insuficiente de biotita, lo que produjo una edad anómala.

Las muestras DD-1, DE-97, y DB-135, todas presentan alteración incipiente, como sericita, venillas de cuarzo y otros minerales secundarios, en distintas proporciones, lo que incide directamente en las edades anómalas, especialmente la DB-135. La muestra DE-97 fue repetida sin lavar con ácido, entregando una edad de 36,67 millones de años, pero con una cantidad tan alta de Ar atmosférico que hace dudar de su valor analítico. La muestra DD-1 fue repetida pero también con un exceso de Ar atmosférico.

Respecto a la muestra DG-77, ésta tiene características petrográficas de roca córnea, debido a esto la edad que ella presenta, debe ser interpretada como la edad del metamorfismo. Es importante observar la relación en terreno respecto a los intrusivos más próximos, ya que esta edad pudiere corresponder a una edad rejuvenecida parcialmente, es decir una edad intermedia entre la edad de la secuencia metamorfizada y la edad del intrusivo que produce este metamorfismo.

Según expectativas de terreno llama la atención la edad de la muestra DB-101 que es un basalto de olivino bastante fresco. Además, el análisis de argón aparece normal. Es recomendable analizar las relaciones de terreno de esta muestra y en caso de que la edad obtenida sea discordante con las relaciones estratigráficas, aconsejamos repetir este análisis.

Los análisis de las muestras restantes parecen ser satisfactorios, y para una mejor interpretación es necesario conocer las relaciones de terreno.

DATACIONES RADIOMETRICAS POR EL METODO K-Ar

NO. CAMPO	MIN	UBICACION	ROCA	% K	75%K	AR40 RAD	ATM	ED. MAX	ED. MIN	EDADE M.A.	ERR EDADE COX E DAR	ERR EDADE DIFERENCIA
DA-1	BIO	Cordillera La Negra	Granodionta	4,6550	2,6133	.3222E-05	66,29	19,95	15,62	17,79	0,90 (5,1%)	2,16 (12,2%)
DA-1	BIO	id	id	4,6550	2,6133	.3023E-05	79,79	19,36	14,05	16,71	0,95 (5,7%)	2,65 (15,9%)
DA-1	BIO	id	id	4,6550	2,6133	.3054E-05	63,68	19,54	14,21	16,88	1,21 (7,2%)	2,66 (15,8%)
DB-111	BIO	Río Perquiñauquen	id	3,3467	1,4544	.1962E-05	51,89	16,63	13,47	15,05	0,66 (4,4%)	1,58 (10,5%)
DA-4	ROT	Cordillera La Mortandad	Tonalita	0,8300	1,3012	.4337E-06	49,63	14,33	12,50	13,41	0,34 (2,5%)	0,91 (6,8%)
DC-82	ROT	Río Santa Gertrudis	Granodionta	2,3522	1,5018	.1646E-05	35,57	18,82	17,06	17,94	0,36 (2,0%)	0,88 (4,9%)
DC-77	ROT	id	Cómea	0,3574	1,8257	.2714E-06	85,35	23,80	15,23	19,52	1,72 (8,8%)	4,28 (21,9%)
DD-1	ROT	Cordillera La Mortandad	Diorita	0,4753	1,8304	.9303E-06	102,28	356,22	-305,12	55,69	148,20(*****%)	300,54(*****%)
DD-1	ROT	id	id	0,4753	1,8304	.1907E-06	78,60	11,86	8,79	10,33	0,55 (5,4%)	1,54 (14,9%)
DB-57	BIO	Cordón Las Cabras	id	4,5367	1,7590	.4946E-06	97,51	7,40	-1,65	2,88	3,38(*****%)	4,52(*****%)
DB-101	ROT	Quebrada Corrientes	Andesita basáltica	0,6626	1,2564	.8575E-06	28,88	35,16	30,91	33,04	0,95 (2,9%)	2,13 (6,4%)
DB-97	ROT	Cordón Las Cabras	Diorita	0,9916	1,6186	.3009E-06	89,93	10,02	5,63	7,83	0,91 (11,7%)	2,19 (28,0%)
DE-97 FURIF	ROT	id	id	0,8873	2,6119	.1220E-05	97,97	97,17	-25,94	36,67	50,83(*****%)	60,51(*****%)
DB-135	ROT	Extoro Pedernales alto	Dacita	0,2877	1,7987	.6849E-05	30,72	553,56	502,14	528,03	13,21 (2,5%)	25,53 (4,8%)

Descripción petrográfica de las muestras

DG-82 GRANO DIORITA

Textura hipidiomorfa granular.

Compuesta por plagioclasa (50%, 0,3 a 1 mm) algo turbia; anfíbola (20%, 0,2 a 1,2 mm) alterada parcial o totalmente a clorita; cuarzo (15%, 0,2 a 0,4 mm) intersticial asociado a feldespato potásico (10%, 0,2 a 0,5 mm); biotita (4%, 0,2 a 0,5 mm) en cristales alargados de contornos muy irregulares y minerales accesorios como opacos y apatita.

DD-1 DIORITA

Textura hipidiomorfa granular.

Se distinguen cristales de clinopiroxeno uralitizado (15%, 0,5 mm); anfíbola de forma irregular (10%, 0,4 mm); plagioclasa subhedral (60%, 0,8 a 1,4 mm); cuarzo (12%) intersticial de forma irregular, minerales opacos y apatita. Se observan agregados de biotita y mineral opaco formando "manchas" en la roca, asociados a gránulos de esfeno, y venillas de cuarzo y clorita.

DA-4 TONALITA

Textura hipidiomorfa granular algo porfírica, con escasos fenocristales de plagioclasa y anfíbola.

La plagioclasa (60%, 2 a 4 mm) es subautomorfa, así como la anfíbola (0,5 a 1,5 mm; 15%); la biotita (5%, 0,4 a 0,6 mm) se presenta en cristales irregulares así como el cuarzo (10%, 0,2 a 0,4 mm); hay concentraciones de gránulos de mineral opaco (5%, 0,1 a 1 mm) asociado a los cristales de anfíbola.

Los cristales de plagioclasa tienen su núcleo recristalizado y la anfíbola está parcialmente cloritizada. Hay mineral transúcido secundario (hematita?).

DG-77 CORNEA

Roca de textura granoblástica en las que se observa concentraciones de forma irregular de gránulos de anfíbola (10%, 0,1 mm) en una masa de gránulos de plagioclasa (65%), cuarzo (15%) y mineral opaco (7%) de similar tamaño.

DB-57 DIORITA

Textura hipidiomorfa granular, algo porfírica.

Compuesta por cristales de plagioclasa (75%, 0,8 a 2 mm); clinopiroxeno (5%, 0,5 mm); biotita (4%, 0,4 a 1,2 mm); cuarzo (8%) intersticial y minerales opacos (4%, 0,1 a 0,2 mm) autómorfos.

La alteración principal es la clorita que altera parcialmente a la biotita.

DB-135 DACITA

Textura porfírica de masa fundamental microgranular.

Fenocristales subautomorfos de plagioclasa (15%, 1 a 2 mm) algo turbios y de agregados de cuarzo(?) y mineral opaco pseudomorfos según anfíbolos(?) originales de la roca (0,5 a 1 mm, 5%).

La masa fundamental (0,02 mm) es cuarzo feldespático y parece ser producto de devitrificación.

Hay algunas vetillas de cuarzo.

DB-111 GRANODIORITA

Roca de textura hipidiomorfa granular compuesta por plagioclasa (40%, 1 a 2 mm); biotita (10%, 0,4 a 1,5 mm); anfíbola (10%, 1 a 3 mm); cuarzo (15%, 0,6 mm); feldespato potásico (15%, 0,8 mm) y minerales opacos (1%, 0,4 mm) en cristales automorfos.

La roca está fresca.

DE-97 DIORITA

Textura porfírica, de masa fundamental micropegmatítica. Fenocristales subautomorfos de plagioclasa (2 a 3 mm) algo sericitizada en los núcleos, la que sumada a la plagioclasa de la masa fundamental (0,4 a 1 mm) constituye el 60% de la roca; de clinopiroxenos (0,4 a 1,4 mm) en parte uralitizados y de anfíbolos (0,6 a 1,2 mm) que en conjunto forman el 10% de la roca.

La masa fundamental contiene agregados micropegmatíticos de cuarzo y feldespato potásico (10%, 0,1 a 0,3 mm), biotita (5%, 0,3 a 0,4 mm) parcialmente cloritizada, y minerales opacos (4%, 0,1 a 0,4 mm) y apatita como accesorios.

DA-1 GRANODIORITA

Granodiorita textura hipidiomorfa granular, de tamaño de grano promedio 2 mm. Está compuesta por plagioclasa, anfíbola, biótita, cuarzo y feldespato potásico en orden decreciente de importancia.

La roca está surcada por venillas de biótita secundaria.

DB-101 ANDESITA BASALTICA

Textura porfírica en una masa fundamental microcristalina fluidal.

Fenocristales de olivina (15%, 0,8 mm) y de plagioclasa (10%, 1,0 mm) euhedrales en una masa fundamental compuesta por plagioclasa (55%, 0,2 mm), clinopiroxeno (12%, 0,2 mm), gránulos de opacos (2%, 0,1 mm) y algo de vidrio intersticial.

Algunos fenocristales de olivina presentan una leve iddingsitización.

ANEXO 2 ANALISIS PALINOLOGICO DE MUESTRAS DEL AREA SAN PABIAN DE ALICO*

- 1. MUESTRAS ANALIZADAS:** Las muestras analizadas fueron: Po D-82, Po H-24, Po F-101, Po F-8/Po F-4, Po B-75, Po B-70, Po B-64, Po B-73, Po E-72, Po E-26, Po E-80.
- 2. ANTECEDENTES ENTREGADOS AL INVESTIGADOR:** Ninguno, y por lo tanto el orden de presentación de las muestras es completamente arbitrario.
- 3. METODO EMPLEADO PARA TRATAR LAS MUESTRAS:** Molienda, tamizaje, tratamiento químico (HF, HCl, solución de Schulse, KOH y acetólisis), vibrador ultrasónico, montaje en geletinaglicerina.
- 4. RESULTADO DE LOS ANALISIS:** Todas las muestras son completamente estériles con respecto al contenido palinológico. Solamente se ha encontrado en algunas de ellas restos de materia vegetal (especialmente leño macerado), y restos de materia carbónosa.

Se estima conveniente mencionar algunos antecedentes que han surgido durante el tratamiento químico de las muestras y que pueden ser interesantes a pesar de no corresponder a un análisis paleopalínológico propiamente tal. Todas las muestras contienen bastante material silíceo lo cual dificultó en cierto grado la molienda y la desintegración de ellas.

- 4.1. Muestra Po D-82.** Es la única muestra que contiene gran cantidad de restos vegetales, especialmente leño macerado. No presenta materia carbonosa. No tiene similitud con ninguna otra muestra analizada. Es probable que al analizar muestras del mismo lugar, pero menos expuestas a la oxidación, se encuentren palinomorfos.

* Prof. Sylvia Palma, Departamento de Geociencias, Universidad de Concepción (Chile)

- 4.2 Muestra Po H-24. Tiene bastante materia carbonosa. Se ha comportado en forma semejante a la muestra Po F-101 con respecto al tratamiento químico, y también se parece a la muestra Po F-8/Po F-4.
- 4.3 Muestra Po F-101. Se observa bastante materia carbonosa. Es semejante a la muestra anterior como ya se mencionó.
- 4.4 Muestra Po F-8/Po F-4. Al igual que en las dos muestras anteriores se observa gran cantidad de materia carbonosa. Además esta muestra reaccionó notoriamente al HF.

Las tres muestras siguientes presentan cierta similitud entre ellas (Po B-75, Po B-70, y Po B-64).

- 4.5 Muestra Po B-75. Se observan escasos restos de materia carbonosa y bastante materia inorgánica en grumos.
- 4.6 Muestra Po B-70. Presenta solamente materia inorgánica en grumos. Reaccionó violentamente al HCl 10% y notoriamente al HF.
- 4.7 Muestra Po B-64. De esta muestra destaca el hecho de haber formado con el HNO₃ de la solución de Schulze un precipitado gelatinoso de color amarillo-verdoso. Además reaccionó violentamente al HF. Al microscopio se observa solamente materia inorgánica en grumos y escasos restos de materia carbonosa.
- 4.8 Muestra Po B-73. Se observa materia carbonosa, y materia inorgánica en grumos. Esta muestra reaccionó violentamente al HCl 10%.
- 4.9 Muestra Po E-72. Se observan rastros de materia vegetal macerada y algo de materia carbonosa. Hay bastante materia inorgánica en grumos.
- 4.10 Muestra Po E-26. Se observa bastante materia carbonosa. Lo más notable de esta muestra es el hecho de haber reaccionado violentamente con el HNO₃ de la solución de Schulze, formando un residuo rojizo. También reaccionó violentamente con el HF.

4.11 Muestra Po E-80. Tiene escasos restos de materia carbonosa y bastante materia inorgánica en grumos. Al igual que en la muestra anterior, se formó un residuo rejizo al tratarla con el HNO₃ de la solución de Schulze, aunque no tan notorio como en aquella.

5. CONCLUSIONES

Los ambientes fuertemente oxidantes o fuertemente reductores destruyen la esporopolenina. Es probable que esta sea la causa por la cual no se conservaron palinómorfos en las muestras que tienen restos vegetales o materia carbonosa, en las cuales teóricamente podrían haber palinómorfos. Este es especialmente el caso de la muestra Po D-82.

APENDICES



APENDICE I TABLA I DETERMINACION DE MINERALES POR DIFRACTOMETRIA DE RAYOS X.*

MUESTRA N°	LITOLOGIA	UNIDAD O FORMACION	CUARZO	FELDSPATO POTASICO	PLAGIOCLASA	CAOLINITA	SERICITA	BIOTITA	CLORITA	ANFIBOLA	ZEOLITA	APATITA	CALCITA	PIRITA	TIEMONITA	OBSERVACIONES
XA - 1	Mineral blanco en drusa en andesita	Río Nuble	+++	+++	+++	-	-	-	-	-	+++	-	-	-	-	Zeolita variedad wairakita
XA - 2	Andesita	id	+++	+++	+++	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
XA - 3	Dacita	Intrusivo	+++	+++	+++	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
XA - 4	id	id	+++	+++	+++	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	Magnetita
XA - 5	Pórfido tonalítico	id	+++	+++	+++	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
XA - 6	Diorita	id	+++	+++	+++	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Magnetita
XA - 7	Pórfido tonalítico	id	+++	+++	+++	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Sericita y/o biotita?
XA - 8	id	id	+++	+++	+++	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
XA - 9	id	id	+++	+++	+++	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Mineral no determinado; posible vermiculita
XB - 20	Veta de cuarzo	Corta a Río Nuble	+++	+++	+++	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
XB - 24	Roca alterada	Río Nuble	+++	+++	+++	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
XB - 94	Toba de lapilli limonitizada	id	+++	+++	+++	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
XD - 1	Pórfido tonalítico A silicificado	Intrusivo	+++	+++	+++	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
XD - 2	id	id	+++	+++	+++	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
XD - 3	Pórfido tonalítico A	id	+++	+++	+++	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
XD - 4	id	id	+++	+++	+++	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
XD - 5	Pórfido tonalítico A silicificado	id	+++	+++	+++	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
XD - 6	id	id	+++	+++	+++	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
XD - 7	id	id	+++	+++	+++	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	Sericita y/o biotita
XD - 8	id	id	+++	+++	+++	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
XC - 160	Diorita	id	+++	+++	+++	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Zeolita variedad laumontita
XE - 167	Andesita limonitizada	id	+++	+++	+++	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Hematita +
XF - 14	Andesita	Río Nuble	+++	+++	+++	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Apatita variedad pirromorfita
XF - 56	Brecha andesítica	id	+++	+++	+++	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
XF - 58	Dacita	Intrusivo	+++	+++	+++	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
XF - 61	Brecha andesítica	Río Nuble	+++	+++	+++	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
XF - 74	Pórfido tonalítico	Intrusivo	+++	+++	+++	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Clorita y caolinita?
XF - 99	Toba	Río Nuble	+++	+++	+++	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
XB - 54	Andesita de piroxeno y olivina	Coladas de valles	+++	+++	+++	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Magnetita? Zeolita variedad laumontita?
XB - 43	Andesita de piroxeno y olivina	id	+++	+++	+++	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Micas?;
XB - 67	Andesita brechosa	id	+++	+++	+++	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
XE - 112	Brecha andesítica	id	+++	+++	+++	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
XC - 65	Basalto de olivina andesita basáltica	Cerro de Zorro	+++	+++	+++	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Zeolita variedad laumontita
XD - 59	Arenisca	Río Nuble	+++	+++	+++	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
XE - 174	Andesita de piroxeno	id	+++	+++	+++	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Probable opatita; hematita
XC - 116	Toba	id	+++	+++	+++	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
XC - 128	id	id	+++	+++	+++	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
XB - 49	Toba cristalina fina	id	+++	+++	+++	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Zeolita variedad wairakita
XB - 41	Toba de lapilli andesítica	id	+++	+++	+++	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
XB - 43	Brecha andesítica tobácea	id	+++	+++	+++	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Zeolita variedad wairakita
XE - 131	Andesita	Dique	+++	+++	+++	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
XA - 34	Andesita basáltica	id	+++	+++	+++	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
XB - 111	Granodiorita	Intrusivo (batolito)	+++	+++	+++	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Anfíbolo, variedad tremolita
XB - 135	Dacita	Intrusivo	+++	+++	+++	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
XD - 79	id	id	+++	+++	+++	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	

* Análisis efectuados por Carmen Schwarze T., Laboratorio Rayos X I.I.G.

Contenido:

+++ mucho ++ bastante + regular = poco = muy poco
 | índices ? dudosos

ANEXOS

Tabla 2 ANALISIS QUIMICOS DE MENAS

Muestra N°	Coordenadas UTM		Au(ppb)	Ag(ppm)	Cu(ppm)	Mo(ppm)	Pb(ppm)	Zn(ppm)	S(%)	Fe(%)
	Este	Norte								
MA-1	303	5933	<20	0,1	26	1,9	15	74	0,00	1,85
-2	303	5932	<20	0,1	7	1,9	6	11	<0,10	0,65
-3	300	5934	<20	0,1	6	2,9	16	57	<0,10	2,65
-4	300	5934	<20	0,1	7	5,4	16	30	0,10	3,20
-5	301	5931	<20	0,6	19	5,0	11	52	0,00	2,10
-6	299	5926	<20	0,2	40	6,8	4	5	0,28	1,95
-7	300	5924	<20	0,3	63	8,0	18	9	0,16	2,65
-8	300	5924	<20	0,2	62	1,7	7	8	2,16	2,10
-9	300	5924	<20	0,1	20	5,3	3	4	<0,10	1,95
-10	300	5924	<20	0,2	249	0,5	5	6	2,84	2,35
-11	300	5924	<20	0,2	49	13	4	6	<0,10	2,15
-12	300	5924	<20	0,2	90	50	8	10	0,28	2,10
-13	300	5924	<20	0,4	862	2,0	5	76	1,12	3,40
-14	300	5924	<20	2,4	160	145	20	33	<0,10	2,25
-14-1	290	5943	<20	0,3	85	0,9	11	57	1,84	6,60
-15	290	5943	<20	0,2	485	2,3	12	128	2,36	6,70
-16	290	5943	<20	0,2	745	0,8	11	133	2,26	7,30
-17	290	5943	<20	0,1	19	0,3	4	8	1,18	2,35
-18	290	5943	<20	0,1	7	0,7	4	6	1,08	1,80
-19	290	5943	<20	0,1	12	1,2	3	5	0,16	1,65
-20	290	5943	<20	<0,1	17	1,2	3	5	0,00	0,80
-21	304	5943	<20	0,1	26	1,2	5	15	<0,10	2,50
-22	304	5943	<20	0,1	42	1,4	5	21	0,30	3,80
-23	304	5943	<20	1,1	640	1,3	9	73	4,64	10,30

Muestra N°	Coordenadas UTM		Au(ppb)	Ag(ppm)	Cu(ppm)	Mo(ppm)	Pb(ppm)	Zn(ppm)	S(%)	Fe(%)
	Este	Norte								
MA-24	295	5933	<20	0,1	5	0,2	13	70	0,00	2,25
-25	297	5935	<20	<0,1	11	3,1	5	33	0,00	2,25
-26	297	5935	<20	0,1	9	6,3	16	52	0,52	2,15
-27	297	5935	<20	0,2	12	2,7	10	63	0,28	3,80
MB-18a	296	5918	<20	2,1	28	1,7	0,20%	0,40%	1,16	9,30
-18b	296	5918	<20	0,7	35	2,5	530	0,11%	0,78	8,70
-20	296	5918	<20	4,5	82	1,8	91	220	30,9	10,30
-37	300	5923	<20	0,9	221	0,8	14	108	0,10	6,40
-90	290	5929	<20	0,1	29	1,3	9	29	0,00	14,80
-93	291	5928	<20	0,1	4	1,4	10	24	0,12	2,85
-94	290	5928	<20	0,3	30	3,9	11	11	0,00	12,50
-136	296	5956	<20	0,4	6	1,6	19	20	0,16	1,75
MC-21	295	5940	<20	0,9	180	1,1	9	66	0,26	5,90
-23	295	5940	<20	9,9	0,22%	9,0	160	323	0,00	10,00
-26	295	5940	<20	0,2	126	1,6	9	22	<0,10	3,55
-96	306	5948	60	180	6,80%	0,6	17	146	1,32	5,25
-149	300	5945	<20	0,1	22	0,6	10	48	<0,10	3,85
-146	304	5949	<20	0,3	100	2,2	12	105	<0,10	7,55
-147	304	5949	<20	0,6	49	0,6	30	33	3,16	7,20
-145	304	5949	<20	0,3	122	1,8	9	91	0,14	7,30
-149	304	5949	<20	0,1	28	0,4	9	15	0,12	4,60
-150	304	5949	<20	0,1	19	0,8	8	9	0,12	5,65
-151	304	5949	<20	0,1	19	<0,2	7	18	0,00	6,20
-152	304	5949	<20	0,2	197	2,5	5	14	0,24	2,75

Muestra s*	Coordenadas Este Norte	UTM	Au(ppb)	Ag(ppa)	Cu(ppa)	Mo(ppa)	Pb(ppa)	Zn(ppa)	S(%)	Fe(%)
MF-17	302	- 5936	<20	0,1	5	0,3	11	16	0,00	3,05
-18	302	- 5936	<20	0,1	9	0,7	10	61	0,00	2,65
-21	301	- 5936	<20	0,1	8	0,5	15	79	0,00	3,30
-39	306	- 5937	<20	0,1	10	0,5	19	20	<0,10	1,40
-57	298	- 5934	<20	0,1	5	1,6	14	89	0,16	2,35
-60	299	- 5933	<20	0,1	7	0,2	33	119	0,40	3,55
-62	298	- 5934	<20	1,2	7	5,4	22	30	1,90	2,25
-63	298	- 5934	<20	0,2	5	2,3	11	62	0,00	2,50
-65	298	- 5933	<20	0,1	6	<0,2	10	54	<0,10	2,55
-71	289	- 5947	<20	0,2	69	8,4	25	92	0,26	4,95
-95	291	- 5952	20	1,9	607	<0,2	12	228	<0,10	6,30
-96	291	- 5952	<20	0,2	16	0,3	15	179	0,00	7,20
-100	291	- 5953	<20	0,1	30	0,6	21	57	0,30	3,00
MG-60	295	- 5936	<20	0,1	10	1,5	11	45	<0,10	3,80
-71	287	- 5934	<20	0,2	84	1,8	7	23	1,43	3,15
-72	285	- 5934	20	0,2	85	1,8	13	40	2,58	5,55
-73	286	- 5934	<20	0,2	133	2,0	16	74	1,74	4,20
-74	286	- 5934	<20	0,1	19	0,8	18	48	0,83	3,45
-75	285	- 5934	<20	0,2	33	1,2	8	27	5,28	4,95
-76	285	- 5934	<20	0,1	32	0,6	7	15	0,20	1,90

Muestra s*	Coordenadas Este Norte	UTM	Au(ppb)	Ag(ppa)	Cu(ppa)	Mo(ppa)	Pb(ppa)	Zn(ppa)	S(%)	Fe(%)
MG-77	285	- 5935	<20	0,2	76	0,7	85	73	0,00	5,00
-93	294	- 5955	<20	0,1	22	1,0	8	49	0,10	4,15
-106	291	- 5933	<20	0,1	11	1,6	11	20	0,00	2,10
-107	287	- 5935	20	1,0	0,215	4,9	13	66	6,56	11,80
-109	287	- 5935	<20	0,1	105	2,5	16	73	<0,10	6,30
MG-1	291	- 5945	<20	0,1	19	0,8	4	5	0,12	1,55
-2	291	- 5944	20	0,1	10	0,4	6	6	0,00	1,25
-50	302	- 5949	<20	0,4	18	2,1	16	82	1,36	3,90
-57	304	- 5945	<20	0,2	33	129	14	100	1,92	6,30
-58	304	- 5946	<20	0,1	21	1,1	8	67	0,12	4,30
-66	298	- 5936	<20	0,1	9	0,6	15	92	0,26	3,30
-67	298	- 5936	<20	0,1	11	0,5	9	105	1,34	4,10
-68	298	- 5936	<20	0,3	18	13	13	35	0,45	2,40
-69	298	- 5936	<20	0,2	13	1,3	10	89	0,24	3,95
-70	298	- 5936	<20	0,1	12	7,6	13	100	1,67	4,30
-72	298	- 5936	<20	0,1	12	1,1	14	62	0,92	3,80
-81	296	- 5943	<20	0,1	14	0,8	15	83	<0,10	1,60
-82	296	- 5943	<20	0,1	17	1,4	18	66	<0,10	1,80
-85	296	- 5943	<20	0,1	12	0,6	16	53	<0,10	1,85
-86	296	- 5943	<20	0,1	12	0,5	22	22	<0,10	1,20

Muestra N°	Coordenadas UTM Este Norte	Au(ppb)	Ag(ppa)	Cu(ppm)	Mo(ppa)	Pb(ppa)	Zn(ppa)	S(%)	Fe(%)
MC-153	304 - 5949	20	0,9	225	16	6	17	0,12	3,00
-154	304 - 5949	< 20	0,2	258	2,9	7	14	1,04	3,25
-155	304 - 5949	20	0,8	453	118	6	23	0,40	2,85
-156	304 - 5949	< 20	0,2	40	4,0	13	26	0,14	1,85
-157	304 - 5949	< 20	0,3	610	30	5	14	0,41	2,25
-158	304 - 5949	< 20	1,0	0,15%	20	5	21	0,55	2,50
-159	304 - 5949	< 20	0,2	220	18	5	30	0,18	2,15
-160	304 - 5949	< 20	0,5	530	44	5	18	0,22	3,05
-161	304 - 5949	< 20	1,2	88	5,6	6	8	0,43	2,95
-167	300 - 5944	< 20	0,3	19	0,8	12	91	3,03	7,95
MD-1	304 - 5950	< 20	0,3	238	1,5	10	86	1,66	8,45
-2	304 - 5949	< 20	0,2	36	1,4	11	19	2,44	4,00
-3	304 - 5949	< 20	0,1	41	4,8	4	17	0,12	2,90
-4	304 - 5949	< 20	0,4	203	15	5	13	0,36	4,90
-5	305 - 5949	< 20	0,4	269	8,2	7	19	0,66	5,25
-6	304 - 5949	< 20	1,5	0,12%	46	7	26	0,66	7,20
-7	304 - 5949	< 20	0,1	198	218	4	13	< 0,10	2,20
-8	304 - 5949	< 20	0,3	440	9,6	6	13	0,46	2,75
-9	304 - 5949	< 20	0,5	351	8,8	6	28	0,16	3,25
-10	304 - 5949	< 20	0,7	476	1,3	12	36	1,18	8,30
-11	304 - 5949	< 20	0,2	84	2,7	5	18	0,30	2,70
-12	304 - 5949	< 20	0,4	69	2,0	4	16	0,24	2,70
-13	304 - 5949	< 20	0,5	47	1,3	5	16	0,16	2,70

Muestra N°	Coordenadas UTM Este Norte	As(ppb)	Ag(ppa)	Cu(ppa)	Mo(ppa)	Pb(ppa)	Zn(ppa)	S(%)	Fe(%)
MD-14	304 - 5949	< 20	0,1	12	0,6	5	15	0,20	2,40
-15	303 - 5949	< 20	0,6	161	270	5	6	0,22	2,50
-16	303 - 5949	< 20	0,2	165	3,1	7	12	1,30	3,40
-17	303 - 5949	< 20	0,5	219	2,6	5	19	< 0,10	2,65
-18	303 - 5949	< 20	0,2	211	5,1	6	17	0,29	3,05
-19	295 - 5945	120	0,2	8	2,1	15	50	0,20	3,80
-20	295 - 5951	< 20	0,1	17	0,6	11	26	0,20	3,75
ME-11	296 - 5920	49	0,1	34	0,5	8	63	0,71	8,10
-12	296 - 5920	< 20	0,4	136	0,7	32	111	1,39	11,15
-13	296 - 5920	< 20	0,6	514	3,5	12	59	1,06	7,90
-14	296 - 5920	< 20	1,0	0,21%	12	58	39	15,20	7,20
-15	296 - 5920	< 20	0,4	392	3,2	18	60	9,60	14,20
-16	296 - 5919	< 20	0,4	44	0,4	29	216	0,81	9,60
-18	295 - 5919	60	4,5	269	11	205	270	0,52	15,90
-59	292 - 5932	< 20	0,1	39	0,4	23	70	1,10	4,25
-66	292 - 5935	< 20	0,1	64	1,0	5	5	0,24	8,35
-95	290 - 5930	< 20	0,1	30	0,8	17	77	1,66	5,25
-101	291 - 5931	< 20	0,1	47	0,7	8	39	0,43	3,65
-106	287 - 5934	< 20	0,3	25	3,3	7	80	0,74	4,45
-114	289 - 5935	< 20	0,2	9	2,8	18	32	0,53	2,15
-115	289 - 5935	< 20	0,2	105	0,6	16	35	0,12	5,30
-167	290 - 5935	< 20	0,2	9	0,5	9	5	3,33	2,15

APENDICE 1

Tabla 3 ANALISIS QUIMICOS DE SEDIMENTOS FLUVIALES

Muestra N°	Coordenadas Norte	UIM Este	Cu (ppm)	Mo (ppm)	Zinc (ppm)	Mn (ppm)	Ag (ppm)	As (ppm)
1	5910,1	297,1	47	0,3	75	995	<0,1	<5
2	5910,3	299,0	34	<0,3	85	1031	"	"
3	5910,3	299,6	30	"	93	1021	0,1	"
4	5910,6	300,0	35	"	92	957	<0,1	"
5	5910,9	300,3	44	"	99	924	0,1	"
6	5910,4	299,1	33	"	93	967	0,1	"
7	5932,9	303,5	95	0,3	103	823	0,1	7
8	5939,3	303,8	158	0,7	102	626	0,2	9
9	5939,2	303,7	32	<0,3	97	1090	0,1	<5
10	5935,8	303,2	31	"	99	1126	0,1	"
11	5935,9	303,2	29	<0,3	94	1121	<0,1	<5
12	5935,8	303,9	40	"	94	1041	<0,1	"
13	5935,7	302,9	31	"	97	1175	"	"
14	5934,3	303,6	23	"	97	950	"	10
15	5934,3	303,4	29	"	109	1176	"	8
16	5933,5	303,2	13	0,8	68	502	"	20
17	5935,1	303,3	33	<0,3	109	1197	"	<5
18	5932,3	303,3	11	2,0	111	869	0,1	14
19	5935,1	302,0	15	0,3	83	869	<0,1	<5
20	5934,3	301,8	24	<0,3	115	1100	"	"
21	5934,3	301,8	22	"	104	1100	0,1	"
22	5934,1	301,7	24	0,3	102	1077	0,1	"
23	5934,5	301,4	22	<0,3	101	1150	0,1	"
24	5935,2	301,1	23	0,4	115	1189	0,1	"
25	5934,0	300,1	25	1,8	109	896	0,1	8

Muestra N°	Coordenadas Norte	UIM Este	Cu (ppm)	Mo (ppm)	Zinc (ppm)	Mn (ppm)	Ag (ppm)	As (ppm)
26	5932,9	301,3	23	1,2	125	0,131	0,1	17
27	5933,6	300,8	17	1,4	123	0,131	0,1	17
28	5932,5	301,5	21	0,6	116	1166	0,1	11
29	5931,2	300,3	25	0,3	116	1199	0,1	11
30	5931,5	301,4	20	0,7	111	1073	0,1	12
31	5931,5	301,4	25	1,0	122	1164	0,1	14
32	5931,6	299,7	14	1,2	121	1210	0,1	5
33	5943,4	288,8	45	0,7	83	623	<0,1	<5
34	5943,2	288,4	49	0,5	92	721	0,1	"
35	5949,2	288,3	44	0,7	74	318	0,1	"
36	5949,5	287,5	27	0,7	63	462	0,1	"
37	5949,9	287,5	32	<0,3	93	1152	<0,1	"
38	5948,2	306,1	30	<0,3	91	1181	0,1	"
39	5945,7	304,5	31	<0,3	94	906	0,1	"
40	5944,4	305,6	33	"	99	906	<0,1	"
41	5944,4	305,6	41	"	82	900	0,2	"
42	5943,5	305,7	39	"	104	1200	0,1	"
43	5943,9	305,7	40	"	99	1200	0,1	"
44	5943,9	305,5	41	"	98	1200	<0,1	"
45	5947,3	304,9	42	0,7	55	257	0,1	6
46	5932,6	298,9	11	0,8	112	1300	0,1	<5
47	5932,7	299,2	10	1,0	115	1300	0,1	<5
48	5935,9	297,6	35	1,1	133	1600	0,1	51
49	5932,1	302,5	25	0,5	75	512	0,1	12
50	5932,2	302,7	13	1,1	50	390	0,1	18
51	5932,2	302,7	15	1,1	51	351	0,1	15
52	5931,0	302,7	11	1,5	102	337	0,1	15

Muestra N°	Coordenadas Norte	UIM Este	Cu (ppm)	Mo (ppm)	Zinc (ppm)	Mn (ppm)	Ag (ppm)	As (ppm)
53	5941,6	293,6	29	< 0,3	103	1119	< 0,1	< 5
54	5940,5	292,7	32	"	104	1149	"	"
55	5945,9	296,6	25	0,3	92	950	"	"
56	5921,1	293,2	27	0,3	83	316	"	"
57	5919,2	297,6	23	0,4	70	317	"	"
58	5918,5	296,5	30	0,5	71	289	"	"
59	5918,6	296,5	79	0,4	129	549	0,1	70
60	5922,4	299,3	22	< 0,3	77	302	< 0,1	< 5
61	5928,0	293,1	20	"	61	401	< 0,1	"
62	5925,8	297,8	10	"	39	175	"	"
63	5925,8	297,8	11	"	40	183	"	"
64	5923,6	297,2	17	"	65	280	"	"
65	5923,7	297,2	13	"	47	204	"	"
66	5924,6	297,4	10	"	50	262	"	As(ppb)
67	5923,9	299,6	205	9,1	139	1044	0,7	165
68	5923,7	300,3	81	1,2	126	771	0,5	57
69	5923,7	300,6	195	7,1	131	1056	1,1	195
70	5923,8	300,4	216	12	174	1500	2,5	509
71	5924,2	300,3	137	9,7	96	438	0,9	195
72	5924,3	300,2	158	13	109	1015	0,9	50
73	5924,3	300,2	159	12	109	1037	0,8	48
74	5924,1	300,0	131	7,1	114	1175	0,7	53
75	5924,3	299,6	35	0,4	70	597	< 0,1	< 5
76	5922,6	293,6	26	< 0,3	43	260	"	"
77	5922,3	292,3	82	0,3	38	172	0,1	"
78	5927,6	292,2	22	0,6	78	323	0,1	11
79	5928,1	291,8	29	1,1	82	690	0,5	14
80	5929,0	291,9	19	0,4	45	190	0,1	5

Muestra N°	Coordenadas Norte	UIM Este	Cu (ppm)	Mo (ppm)	Zinc (ppm)	Mn (ppm)	Ag (ppm)	As (ppm)
80	5929,0	291,9	19	0,4	45	190	0,1	5
81	5930,7	296,6	26	< 0,3	35	119	< 0,1	< 5
82	5930,8	296,5	15	"	41	160	"	"
83	5930,8	296,5	20	0,3	43	165	< 0,1	"
84	5931,6	296,5	21	< 0,3	36	516	"	"
85	5934,2	294,1	31	0,7	49	262	"	5
86	5935,4	293,4	16	< 0,3	69	771	"	< 5
87	5935,5	293,5	29	0,6	97	860	"	"
88	5934,7	292,8	45	0,3	69	704	"	5
89	5929,1	293,7	26	0,3	78	350	"	< 5
90	5939,3	297,9	20	0,5	76	359	"	"
91	5933,5	288,5	14	< 0,3	74	258	"	"
92	5932,7	289,0	60	0,3	47	234	0,1	5
93	5932,7	289,0	26	0,4	41	211	0,1	< 5
94	5932,7	288,8	15	< 0,3	37	152	< 0,1	"
95	5931,4	290,1	12	"	66	245	"	"
96	5930,5	290,0	36	0,7	84	370	0,1	"
97	5928,9	289,0	27	< 0,3	97	733	0,1	"
98	5930,7	289,8	29	"	49	256	0,1	"
99	5929,3	288,6	29	"	33	147	0,1	"
100	5928,6	288,0	15	"	35	136	< 0,1	"
101	5931,8	287,8	46	0,7	67	343	0,1	< 5
102	5956,4	290,7	39	0,3	105	1210	0,1	"
103	5956,4	290,7	31	< 0,3	109	1164	0,1	"
104	5957,3	290,2	30	0,3	111	1200	< 0,1	"
105	5957,9	289,7	31	0,4	71	513	0,1	6
106	5957,0	288,5	42	0,3	45	325	0,1	6
107	5957,2	287,4	34	0,3	45	202	< 0,1	8
108	5957,5	293,0	47	< 0,3	105	1172	0,1	< 5

Muestra N°	Coordenadas Norte	UM Este	Cu (ppm)	Mo (ppm)	Zinc (ppm)	Mn (ppm)	Ag (ppm)	As (ppm)
109	5955,3	290,2	31	<0,3	99	931	<0,1	7
110	5955,1	290,1	34	0,3	102	1001	"	7
111	5955,2	290,0	53	<0,3	113	868	0,1	<5
112	5954,8	292,2	42	0,8	141	1166	0,1	"
113	5954,8	292,2	43	0,9	150	1300	0,1	"
114	5956,6	292,7	55	<0,3	161	1192	<0,1	"
115	5953,3	291,5	32	"	107	1084	"	"
116	5954,7	295,8	30	"	120	1042	"	"
117	5955,9	296,9	30	0,5	95	1172	0,1	21
118	5942,5	295,1	40	<0,3	103	1093	0,1	<5
119	5942,4	295,7	30	<0,3	103	1035	0,1	5
120	5942,4	297,4	38	<0,3	102	1300	0,1	5
121	5942,8	296,9	46	<0,3	100	1312	0,1	5
122	5952,7	305,8	34	<0,3	105	1127	<0,1	5
123	5952,1	305,1	27	<0,3	79	1111	<0,1	5
124	5952,1	303,5	34	<0,3	104	1103	0,1	5
125	5951,1	302,5	37	<0,3	108	1126	0,1	9
126	5951,2	302,1	26	0,6	114	1145	0,1	40
127	5951,0	297,3	35	<0,3	103	1137	<0,1	<5
128	5951,0	297,3	37	<0,3	103	1134	<0,1	<5
129	5952,5	299,6	43	<0,3	103	996	<0,1	5
130	5952,3	293,5	19	<0,3	84	957	<0,1	<5
131	5954,5	293,6	43	<0,3	90	978	<0,1	13
132	5956,9	305,8	28	<0,3	71	1032	<0,1	<5
133	5957,0	304,9	28	<0,3	90	1055	<0,1	<5
134	5957,7	303,9	33	<0,3	83	825	9,1	<5
135	5953,3	307,6	34	<0,3	96	1061	0,1	<5
136	5953,6	305,7	35	<0,3	115	1197	0,1	<5
137	5953,7	309,6	30	<0,3	92	1029	<0,1	<5

Muestra N°	Coordenadas Norte	UM Este	Cu (ppm)	Mo (ppm)	Zinc (ppm)	Mn (ppm)	Ag (ppm)	As (ppm)
138	5953,7	309,6	25	<0,3	90	1021	<0,1	<5
139	5950,9	304,1	24	"	139	1200	0,1	"
140	5952,6	308,7	24	"	92	1193	<0,1	"
141	5953,5	305,6	21	"	83	1169	0,1	"
142	5953,7	309,2	16	"	75	825	"	"
143	5954,4	309,5	32	"	99	967	<0,1	"
144	5955,1	309,4	23	"	99	1095	"	"
145	5955,2	309,2	28	"	97	1003	"	"
146	5956,9	305,5	31	"	100	963	"	"
147	5956,2	305,1	18	"	87	1031	"	"
148	5956,2	305,1	22	"	89	1017	0,1	"
149	5947,7	307,5	21	"	81	1151	"	"
150	5947,4	307,1	25	"	84	1124	"	"
151	5945,9	306,6	14	"	97	785	<0,1	"
152	5945,4	305,8	39	"	93	1162	"	"
153	5945,6	304,7	31	"	95	1003	"	"
154	5944,3	301,1	24	0,3	54	457	"	"
155	5938,2	298,5	31	<0,3	89	1049	"	"
156	5946,8	293,3	17	"	112	1095	0,1	"
157	5943,1	291,5	18	0,3	65	838	<0,1	6
158	5943,1	291,5	20	0,5	66	898	0,1	6
159	5947,3	292,4	18	0,4	73	819	"	<5
160	5943,6	294,9	57	<0,3	79	845	<0,1	"
161	5945,7	295,1	24	<0,3	96	1045	"	10 As (ppb)
162	5950,8	295,9	19	0,6	108	1200	0,1	61
163	5949,7	295,2	27	0,3	82	1001	<0,1	<5
164	5921,7	299,4	12	0,3	37	159	"	10
165	5921,2	299,5	12	<0,3	43	215	"	<5
166	5923,6	299,1	30	0,5	59	412	0,1	<5
167	5920,6	298,1	137	1,6	260	1200	"	42
168	5922,6	299,7	21	<0,3	53	440	<0,1	<5
169	5926,9	297,7	13	<0,3	40	162	"	"

Muestra N°	Coordenadas Norte	UIM Este	Cu (ppm)	Mo (ppm)	Zinc (ppm)	Mn (ppm)	Ag (ppm)	As (ppm)
170	5928,6	294,7	21	<0,3	49	193	<0,1	<5
171	5928,9	294,7	15	"	38	238	"	"
172	5933,6	295,5	24	0,6	89	718	0,1	"
173	5934,2	295,0	24	1,0	70	849	"	11
174	5938,3	292,4	20	0,3	86	724	"	<5
175	5935,3	292,4	17	0,4	69	496	"	"
176	5937,8	292,1	19	0,3	80	751	<0,1	"
177	5937,2	291,4	22	0,5	78	851	"	"
178	5935,6	292,1	18	0,4	60	724	0,1	"
179	5935,7	292,1	16	0,3	52	570	"	"
180	5929,8	300,6	14	<0,3	52	362	<0,1	"
181	5929,1	301,1	20	<0,3	59	451	0,1	"
182	5928,5	300,7	23	"	80	796	<0,1	"
183	5928,9	302,7	29	"	63	927	0,1	"
184	5930,8	250,1	12	"	50	170	"	"
185	5930,8	290,1	11	"	41	179	<0,1	"
186	5931,2	293,0	23	"	76	403	0,1	"
187	5931,4	291,3	25	0,4	56	600	"	"
188	5931,5	291,4	24	0,4	63	637	<0,1	6
189	5931,7	291,2	39	1,1	86	665	"	<5
190	5931,8	290,9	24	<0,3	63	620	0,1	"
191	5934,6	288,9	23	0,3	66	573	"	"
192	5934,5	288,8	24	0,3	52	323	<0,1	"
193	5933,3	290,4	30	<0,3	52	454	0,1	"
194	5933,3	290,4	37	<0,3	56	565	"	5
195	5953,0	293,1	30	"	95	1179	<0,1	<5
196	5952,1	293,2	32	0,3	89	1300	0,1	"
197	5952,2	294,7	26	<0,3	93	1047	"	"
198	5952,9	294,2	42	"	80	936	<0,1	"
199	5952,2	295,1	49	"	73	1300	"	"
200	5951,5	294,2	23	"	86	1097	"	"
201	5953,1	294,7	30	"	92	1093	"	8
202	5952,2	295,1	33	"	101	1191	"	<5
203	5952,1	296,1	25	"	105	1200	0,1	17 <20

Muestra N°	Coordenadas Norte	UIM Este	Cu (ppm)	Mo (ppm)	Zinc (ppm)	Mn (ppm)	Ag (ppm)	As (ppm)
204	5953,4	295,9	35	<0,3	86	1115	<0,1	<5
205	5952,8	295,9	54	"	87	1026	"	"
206	5952,8	295,9	50	"	81	934	"	"
207	5952,2	293,6	23	"	102	1176	"	"
208	5952,3	293,1	23	"	124	1157	"	"
209	5956,4	297,6	41	"	100	1163	0,1	27
210	5955,4	297,0	31	"	101	1200	<0,1	5
211	5955,6	296,3	25	"	136	1300	"	9
212	5955,3	296,3	35	0,3	111	1360	0,1	32
213	5954,3	295,8	25	"	93	1122	"	9
214	5953,8	295,7	24	<0,3	112	1024	"	<5
215	5953,8	295,7	37	0,3	131	1190	"	"
216	5949,4	290,5	42	<0,3	93	820	<0,1	7
217	5949,5	291,3	57	"	93	1067	0,1	<5
218	5939,8	295,7	163	5,3	285	1400	"	51 20
219	5952,5	302,4	42	<0,3	115	1150	"	<5
220	5954,6	303,5	32	0,4	156	1500	"	"
221	5957,2	303,4	40	<0,3	83	930	<0,1	"
222	5958,1	304,6	49	"	72	402	"	"
223	5956,4	304,6	41	0,3	76	992	"	"
224	5956,8	303,0	32	<0,3	116	1150	"	"
225	5956,2	303,2	57	0,5	119	662	"	"
226	5956,2	303,2	49	0,4	99	630	"	"
227	5955,0	303,6	41	0,3	85	1004	"	"
228	5953,4	303,2	43	<0,3	93	1460	0,1	"
229	5947,8	299,5	36	"	104	1043	"	"
230	5945,6	297,5	32	"	118	959	<0,1	"
231	5941,6	297,4	41	0,3	99	672	"	"
232	5943,5	299,1	39	<0,3	133	1155	"	"
233	5945,7	306,5	72	"	80	1045	"	"
234	5947,4	301,3	39	"	92	1130	"	"
235	5946,9	299,2	34	0,3	96	1010	"	"
236	5946,9	299,5	40	<0,3	95	1035	"	"

Muestra N°	Coordenadas Norte	UIM Este	Cu (ppm)	Mo (ppm)	Zinc (ppm)	Mn (ppm)	Ag (ppm)	As (ppm)
237	5946,9	293,7	50	< 0,3	105	1165	< 0,1	< 5
238	5946,6	293,2	60	0,3	86	1170	"	"
239	5945,3	307,9	55	0,5	101	1500	"	"
240	5945,1	307,8	21	< 0,3	78	1145	"	"
241	5946,7	307,9	29	"	63	1500	0,1	"
242	5946,4	307,7	40	"	85	1700	"	"
243	5945,7	307,5	31	"	83	1195	"	"
244	5946,2	304,3	35	"	84	630	< 0,1	"
245	5946,1	303,9	34	0,9	149	930	0,1	"
246	5946,0	302,7	45	< 0,3	93	920	< 0,1	"
247	5942,4	297,5	52	"	97	1150	"	"
248	5942,6	297,5	29	"	109	1115	"	"
249	5942,6	293,4	43	"	67	728	"	"
250	5946,9	302,2	45	1,1	54	490	"	"
251	5941,1	297,3	66	< 0,3	97	1035	"	"
252	5947,7	293,8	43	1,0	39	350	"	"
253	5949,2	293,4	26	< 0,3	92	1130	"	"
254	5949,3	293,2	21	0,4	75	839	"	5
255	5947,0	294,5	52	< 0,3	100	920	"	< 5
256	5947,0	294,5	27	0,3	87	905	"	"
257	5949,9	293,5	16	0,3	75	735	"	"
258	5940,9	291,5	44	0,3	95	555	"	"
259	5940,9	292,0	26	0,5	62	540	"	"
260	5942,0	292,2	34	0,4	75	655	"	"
261	5942,1	292,2	23	1,8	92	1055	"	"
262	5944,5	293,3	33	< 0,3	82	830	"	"
263	5945,2	292,5	45	< 0,3	67	770	"	"
264	5944,5	291,5	26	0,3	72	765	"	6
265	5944,2	291,5	80	0,8	118	510	"	< 5
266	5940,6	291,5	22	< 0,3	87	1010	"	"
267	5942,2	290,4	36	0,9	143	1095	"	Au(ppb) < 20
268	5942,2	290,4	37	0,7	146	1080	0,1	45

Muestra N°	Coordenadas Norte	UIM Este	Cu (ppm)	Mo (ppm)	Zinc (ppm)	Mn (ppm)	Ag (ppm)	As (ppm)
269	5947,3	259,8	46	0,6	135	1140	0,1	16
270	5947,3	290,2	41	0,6	126	1090	0,1	14
271	5947,7	255,8	43	0,8	113	939	0,1	< 5
272	5945,8	258,0	40	0,8	113	930	< 0,1	7
273	5941,6	289,5	41	0,6	63	450	< 0,1	< 5
274	5941,8	288,8	27	< 0,3	49	350	< 0,1	< 5
275	5941,9	257,3	24	"	45	330	"	"
276	5936,2	303,5	35	"	91	1095	"	"
277	5936,4	303,0	35	"	89	1040	"	"
278	5936,4	303,0	36	0,3	89	1050	"	"
279	5936,6	303,0	32	< 0,3	103	12	"	"
280	5935,2	303,6	21	"	84	935	"	"
281	5935,0	303,4	36	0,5	86	1195	"	6
282	5935,6	301,5	25	0,3	83	1165	"	10
283	5936,4	300,0	35	< 0,3	87	910	"	< 5
284	5937,8	299,8	37	"	79	930	"	"
285	5936,7	299,5	41	"	94	1500	0,1	22
286	5934,0	293,7	31	"	91	1000	"	< 5
287	5933,8	293,7	19	"	95	1300	"	"
288	5933,8	293,7	17	0,4	96	1300	"	"
289	5932,5	295,3	12	0,7	101	1200	"	"
290	5932,0	293,4	33	0,8	115	1090	"	"
291	5945,0	289,8	36	1,0	140	1170	< 0,1	"
292	5945,4	289,9	77	5,2	124	975	"	21
293	5945,3	289,9	19	0,3	77	890	"	< 5
294	5945,8	290,0	29	0,7	81	905	0,1	"
295	5949,0	289,8	30	0,3	62	595	< 0,1	"
296	5949,0	289,5	34	0,3	95	895	"	"
297	5949,0	289,5	28	< 0,3	106	1300	0,1	"
298	5949,0	289,5	30	0,4	103	1200	< 0,1	"
299	5952,2	290,9	32	0,4	95	950	"	"
300	5952,3	290,3	42	< 0,3	94	1190	0,1	"
301	5952,3	289,6	43	0,3	100	990	< 0,1	"

Muestra N°	Coordenadas Norte	UTM Este	Cu (ppm)	Mo (ppm)	Zinc (ppm)	Mn (ppm)	Ag (ppm)	As (ppm)
302	5951,7	288,7	30	0,8	61	475	< 0,1	< 5
303	5951,3	288,8	47	0,3	84	680	"	"
304	5951,6	289,3	25	< 0,3	95	1140	"	"
305	5951,5	290,2	47	0,6	237	1700	0,1	9
306	5953,9	290,4	34	< 0,3	80	835	< 0,1	< 5
307	5951,0	288,8	46	"	93	700	"	"
308	5954,0	288,8	44	"	91	715	"	"
309	5953,0	287,4	41	1,2	61	460	< 0,1	"
310	5953,0	287,2	43	< 0,3	74	460	< 0,1	"
311	5951,0	288,0	57	1,3	85	620	0,1	"
312	5951,7	287,8	41	0,8	82	525	< 0,1	6
313	5950,8	293,0	38	< 0,3	75	1090	"	< 5
314	5952,9	291,8	33	1,1	78	930	"	6
315	5952,9	293,0	42	< 0,3	85	1025	"	< 5
316	5953,0	293,0	47	< 0,3	113	960	"	8
317	5952,7	291,3	28	0,4	91	940	"	< 5
318	5952,7	291,3	32	0,3	93	970	"	"
319	5953,7	291,6	39	0,5	106	950	0,1	6
320	5946,8	295,2	30	< 0,3	92	860	< 0,1	< 5
321	5945,0	286,3	31	"	89	865	"	"
322	5942,0	298,0	31	"	92	1000	"	"
323	5942,8	299,6	43	"	88	800	"	"
324	5941,8	297,4	32	"	96	940	0,1	"
325	5923,6	298,8	20	"	51	260	< 0,1	5
326	5922,2	297,3	46	"	51	200	"	6
327	5920,5	245,5	44	"	77	285	"	7
328	5921,6	286,6	26	"	45	250	"	< 5
329	5919,4	291,8	37	"	51	260	"	"
330	5919,4	291,8	25	"	53	345	"	"
331	5918,8	295,4	47	"	421	1045	0,1	12
332	5925,4	297,6	34	"	67	515	"	< 5
333	5925,2	299,3	45	0,3	63	545	< 0,1	"

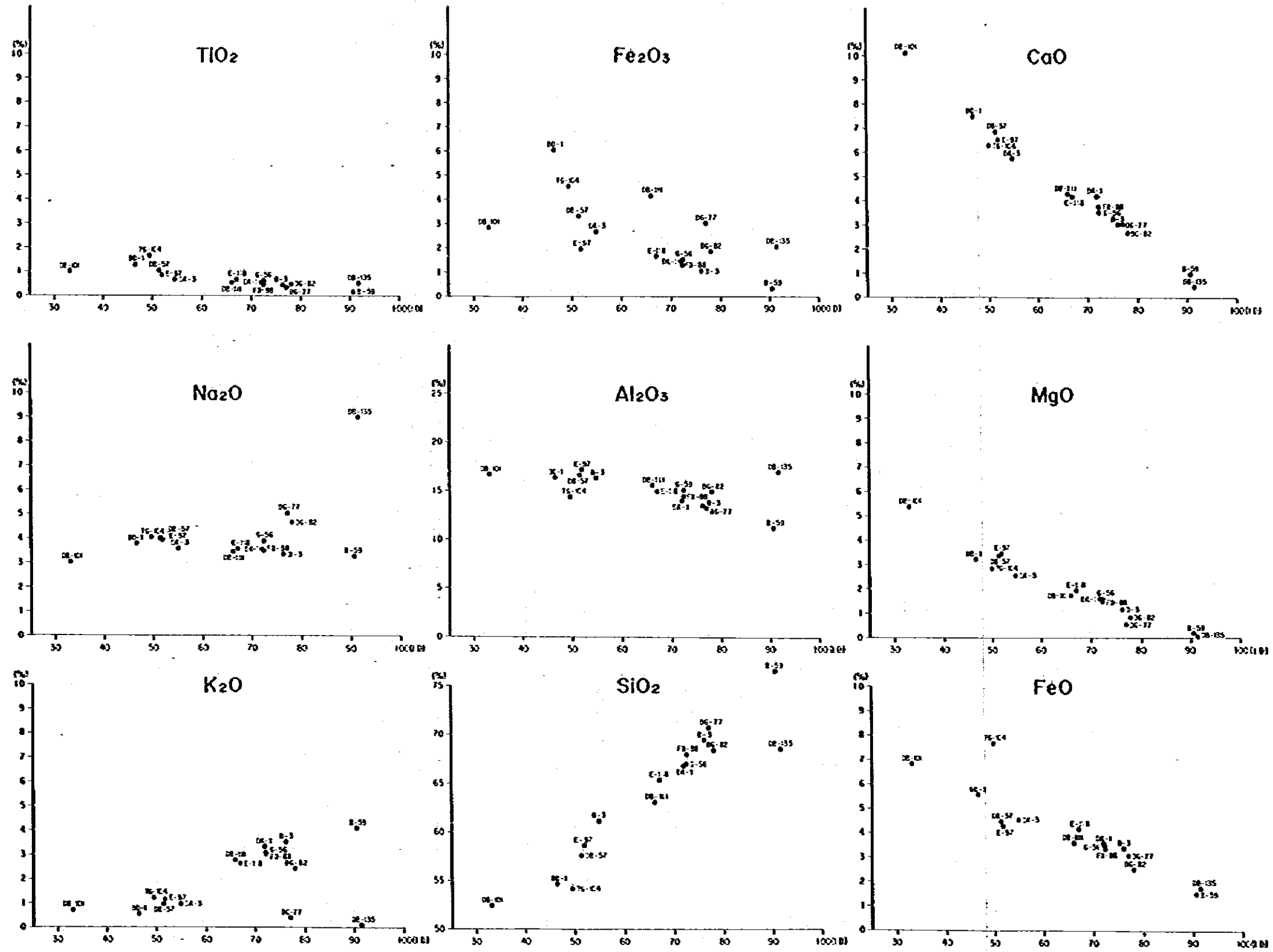
Au (ppb)
< 20

Muestra N°	Coordenadas Norte	UTM Este	Cu (ppm)	Mo (ppm)	Zinc (ppm)	Mn (ppm)	Ag (ppm)	As (ppm)
334	5928,2	291,9	33	< 0,3	80	575	< 0,1	< 5
335	5929,2	293,2	21	"	47	265	"	"
336	5930,4	296,0	22	"	59	450	"	"
337	5931,0	294,3	21	"	49	370	"	"
338	5932,5	293,6	27	"	79	575	0,1	"
339	5936,4	296,1	26	"	72	520	< 0,1	"
340	5936,4	296,1	24	"	74	515	"	"
341	5928,1	302,2	33	"	89	785	"	"
342	5927,5	301,7	24	"	64	430	< 0,1	"
343	5930,8	287,6	55	1,0	143	660	"	17
344	5934,3	287,7	34	< 0,3	56	340	"	8
345	5934,4	287,3	54	1,3	52	350	"	< 5
346	5938,0	288,8	37	< 0,3	58	310	"	"
347	5937,4	289,3	37	"	56	295	"	9
348	5936,6	288,5	35	"	67	455	"	< 5
349	5939,9	289,4	35	"	58	325	"	6
350	5939,9	289,4	29	0,4	58	315	< 0,1	6
351	5940,0	289,6	30	< 0,3	75	470	0,1	5
352	5938,6	289,3	77	0,6	75	350	< 0,1	7
353	5938,5	289,4	33	< 0,3	72	440	< 0,1	< 5
354	5938,6	288,4	19	"	51	275	"	"
355	5957,3	291,7	40	"	122	857	"	"
356	5957,3	293,0	40	0,4	137	930	0,1	28
357	5956,8	293,9	39	0,3	175	1200	< 0,1	< 5
358	5956,8	293,8	35	< 0,3	101	795	"	"
359	5955,8	292,7	33	"	153	1200	"	"
360	5955,8	292,7	42	"	142	1200	"	"
361	5954,2	291,9	41	"	124	957	0,1	14
362	5955,3	292,5	35	"	142	1000	0,1	14
363	5935,1	291,2	17	"	87	802	0,1	< 5
364	5933,2	291,3	24	"	94	510	< 0,1	"
365	5933,6	290,1	44	0,6	101	595	"	9

Muestra N°	Coordenadas Norte	UTM Este	Cu (ppm)	Mo (ppm)	Zinc (ppm)	Mn (ppm)	Ag (ppm)	As (ppm)
366	5933,5	290,0	16	< 0,3	64	311	0,1	< 5
367	5942,3	288,8	33	"	78	442	< 0,1	"
368	5943,7	288,7	23	"	67	369	"	"
369	5943,8	288,8	37	0,3	82	445	"	"
370	5943,4	297,7	30	< 0,3	120	1110	"	13
371	5953,1	301,0	65	"	122	912	"	< 5
372	5949,8	299,6	22	0,3	218	1800	"	"
373	5940,7	295,6	30	0,4	127	1130	"	12
374	5945,7	300,9	26	< 0,3	132	1120	"	29
375	5952,7	297,6	29	"	115	1090	"	< 5
376	5951,2	293,3	44	"	144	1190	"	"
377	5951,2	293,3	36	"	115	1000	"	"
378	5955,5	300,9	15	"	106	912	"	7
379	5954,3	301,3	21	"	137	1120	"	< 5
380	5950,0	302,0	21	"	93	944	"	"
381	5949,0	305,0	19	"	63	853	"	"
382	5950,2	306,2	26	"	101	1040	"	"
383	5950,5	305,7	53	"	120	1020	0,1	4
384	5952,4	305,8	32	< 0,3	95	1050	< 0,1	"
385	5943,2	307,6	23	"	100	1100	"	"
386	5946,2	305,1	36	0,3	95	812	< 0,1	"
387	5946,9	306,3	30	0,5	102	827	0,1	"
388	5946,2	304,0	33	0,7	60	371	< 0,1	"
389	5946,1	302,8	30	< 0,3	88	826	0,1	"
390	5946,2	302,7	26	"	98	774	< 0,1	"
391	5946,2	303,8	21	0,4	59	300	"	5
392	5953,1	306,1	38	< 0,3	97	909	"	< 5
393	5953,3	306,5	39	"	99	1050	"	"
394	5939,5	297,7	51	"	103	921	"	"
395	5933,1	296,6	36	"	109	1030	"	"
396	5933,1	296,6	31	"	113	952	"	"
397	5939,0	297,5	42	"	125	1070	"	"
398	5937,2	296,8	37	"	106	996	"	"
399	5933,6	297,5	29	3,0	140	1300	0,1	35

Au (ppb)
< 20

Muestra N°	Coordenadas Norte	UTM Este	Cu (ppm)	Mo (ppm)	Zinc (ppm)	Mn (ppm)	Ag (ppm)	As (ppm)
400	5936,2	297,4	24	1,0	117	1110	< 0,1	12
401	5946,1	293,2	34	< 0,3	117	1300	0,1	< 5
402	5947,4	295,3	24	"	101	969	< 0,1	5
403	5946,8	291,6	18	0,5	105	900	"	< 5
404	5945,9	291,6	24	0,4	104	945	0,1	"
405	5935,3	289,6	36	0,3	83	417	0,1	"
406	5934,6	289,7	27	0,7	69	327	< 0,1	"
407	5937,4	289,8	49	0,4	79	636	0,1	"
408	5935,9	289,9	17	< 0,3	82	589	0,1	"
409	5935,5	290,2	22	< 0,3	83	628	0,1	"
410	5934,6	290,2	26	"	89	805	< 0,1	"



APENDICE I Figura I DIAGRAMAS DE VARIACION DEL INDICE DE DIFERENCIACION (I.D.) VS COMPOSICION QUIMICA