

GENERAL INSTRUCTIONS  
FOR THE CONDUCT OF THE  
EXAMINATION

1. The examination shall be held on the 15th day of the month of June, 1900, at the University of California, Berkeley, California.

ARTICLE I

1900

UNIVERSITY OF CALIFORNIA  
BERKELEY, CALIFORNIA  
DEPARTMENT OF AGRICULTURE  
OFFICE OF THE SUPERVISOR

M. J. N.  
CHIEF  
1900



709  
66.1  
MPN  
13475

**REPUBLICA DE CHILE**  
**PROGRAMA DE EXPLORACION MINERA**

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

**(INFORME CONSOLIDADO)**



**Junio, 1981**

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

**GOBIERNO DE CHILE**  
**INSTITUTO DE INVESTIGACIONES**  
**GEOLOGICAS**

国際協働事業団	
加入 年月日 58.11.27	704
登録No. 100000000	6612
	MPN

## PREFACIO

Correspondiendo a la solicitud del Gobierno de Chile, el Gobierno de Japón realizó estudios geológicos, para reconocer áreas favorables en recursos minerales en la región andina al este de la ciudad de Concepción, Chile.

Por el Gobierno de Japón actuó Metal Mining Agency of Japan (MMAJ) a través de la Japan International Cooperation Agency (JICA) y por el Gobierno de Chile, actuó como organismo técnico el Instituto de Investigaciones Geológicas (IIG), con la coordinación general de la Comisión Nacional de Investigación Científica y Tecnológica (CONICYT).

Los trabajos fueron iniciados en 1977 y tuvieron una duración de 4 años. Este informe resume el estudio global realizado durante este período.

Se agradece la cooperación del Gobierno de Chile y a las Instituciones chilenas relacionadas con este proyecto; como también al Ministerio de Comercio Internacional e Industrias y al Ministerio de Relaciones Exteriores del Japón, y demás Instituciones japonesas relacionadas con este proyecto.

Keisuke Arita  
PRESIDENTE

JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY

DIRECTOR

INSTITUTO DE INVESTIGACIONES GEOLOGICAS

Masayuki Nishiie  
PRESIDENTE

METAL MINING AGENCY OF JAPAN

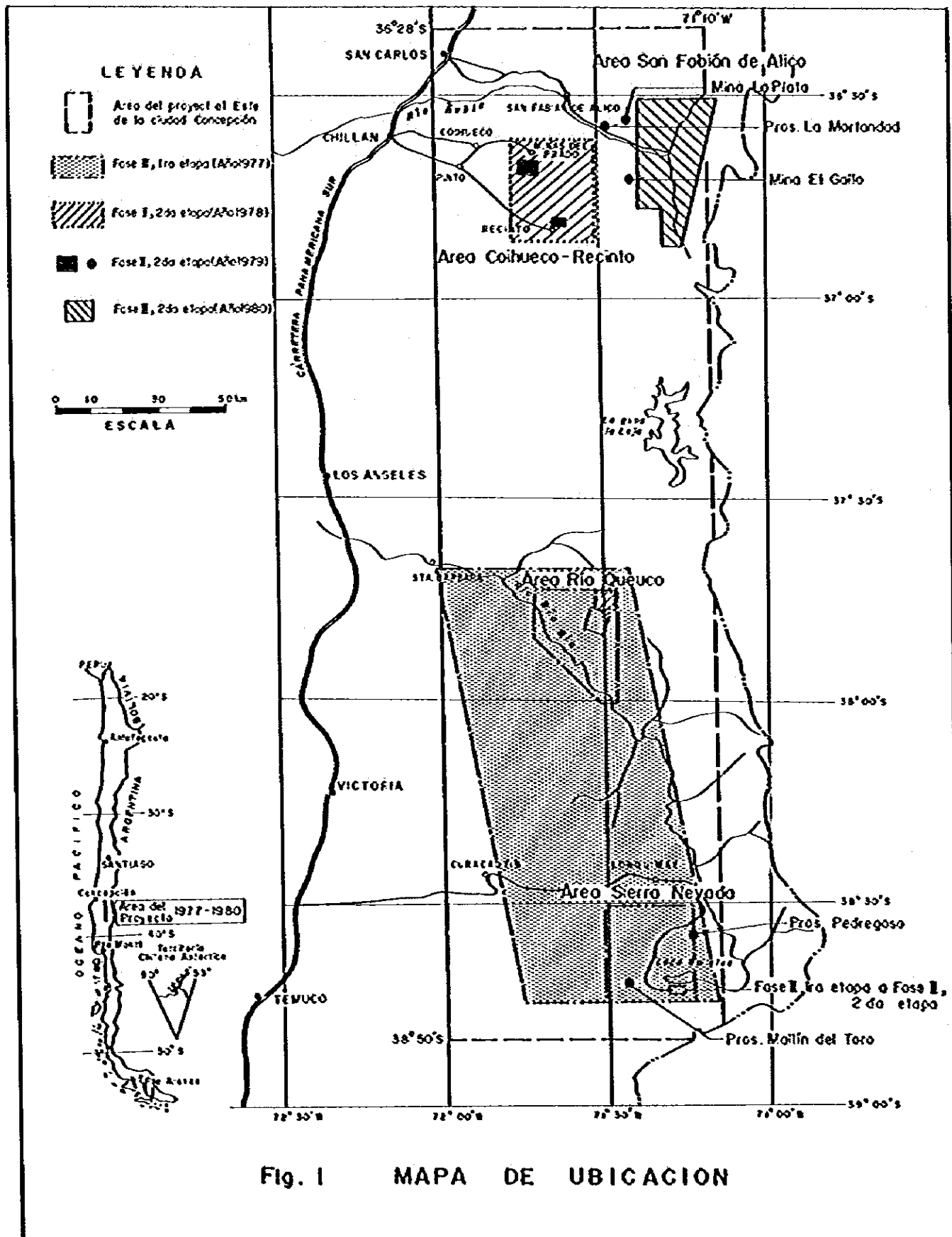


Fig. 1 MAPA DE UBICACION

## CONTENIDO

Prefacio	
Mapa de ubicación	
Resumen .....	1
Capítulo 1. Antecedentes .....	4
Capítulo 2. Geografía .....	6
2.1. Ubicación .....	6
2.2. Topografía .....	6
2.3. Clima y vegetación .....	6
2.4. Acceso .....	7
2.5. Demografía y recursos naturales .....	7
Capítulo 3. Trabajo realizado .....	8
3.1. Area de trabajo .....	8
3.2. Método de trabajo .....	10
3.3. Período de trabajo .....	10
3.4. Miembros de los equipos .....	10
Capítulo 4. Resumen del trabajo realizado .....	16
4.1. Area San Fabián de Alico .....	16
4.2. Area Coihueco-Recinto .....	19
4.2.1. Resultado del trabajo .....	19
4.2.2. Prospecto Las Minas del Prado .....	21
4.2.3. Prospecto San José .....	25
4.3. Area Río Queuco .....	27
4.3.1. Resultado del trabajo .....	27
4.3.2. Mina Curacarel .....	30
4.3.3. Prospecto Otué .....	35
4.4. Area Sierra Nevada .....	37
4.4.1. Resultado del trabajo .....	37
4.4.2. Prospecto Galletué .....	37
4.4.3. Prospecto zona de Pedregoso .....	51
4.4.4. Prospecto Mallín del Toro .....	53

4.5.	Otros prospectos .....	5 5
4.5.1.	Generalidades .....	5 5
4.5.2.	Mina La Plata .....	5 5
4.5.3.	Prospecto La Mortandad .....	5 7
4.5.4.	Mina El Gallo .....	5 7
Capítulo 5.	Geología y mineralización global .....	6 1
5.1.	Geología .....	6 1
5.2.	Estructura .....	6 5
5.3.	Mineralización y alteración hidrotermal .....	6 5
Capítulo 6.	Conclusiones .....	6 9
Referencias	.....	7 2

#### LISTA DE TABLAS (En texto)

Tabla 1	Método y trabajo realizado
Tabla 2	Análisis de muestras realizados en los cuatro años
Tabla 3	Período de trabajo
Tabla 4	Personal participante
Tabla 5	Miembros y distribución del trabajo
Tabla 6	Dataciones radiométricas por método K/Ar
Tabla 7	Características de zonas mineralizadas



## LISTA DE FIGURAS (En Texto)

- Fig. 1** Mapa de ubicación
- Fig. 2** Mapa geológico del área San Fabián de Alico
- Fig. 3** Plano tectónico y ubicación de zonas mineralizadas del área San Fabián de Alico
- Fig. 4** Mapa geológico preliminar del área Coihueco - Recinto
- Fig. 5** Mapa de interpretación cuantitativa prospecto Las Minas del Prado
- Fig. 6** Ubicación de los bloques de mineralización tipo stockwork en Las Minas del Prado
- Fig. 7** Mapa geológico y ubicación de sondajes del área del Prospecto San José
- Fig. 8** Perfil geológico A-A' del prospecto San José
- Fig. 9** Mapa geológico del área Río Queuco
- Fig. 10** Mapa geológico del área de La Mina Curacarel
- Fig. 11** Mapa geológico y muestreo de La Mina No. 1, Curacarel
- Fig. 12** Mapa geológico y muestreo de La Mina No. 2, Curacarel
- Fig. 13** Sección geológico de Las Minas No. 1 y 2, Curacarel (Sección N-S)
- Fig. 14** Mapa geológico del área del prospecto Otué
- Fig. 15** Mapa geológico del cuadrangulo Sierra Nevada

- Fig. 16** Mapa de Interpretación cuantitativa prospecto Galletué
- Fig. 17** Mapa geológico y de alteración del prospecto Galletué
- Fig. 18** Croquis geológico de la zona de Pedregoso
- Fig. 19** Croquis geológico de la zona de Mallín del Toro
- Fig. 20** Croquis geológico de la Mina La Plata
- Fig. 21** Mapa de ubicación del prospecto La Mortandad
- Fig. 22** Croquis geológico de Mina El Gallo
- Fig. 23** Columna geológica generalizada de la Región Andina Situada al Este de La Ciudad de Concepción

## RESUMEN

1. El trabajo realizado durante los 4 años es el siguiente:

Análisis de imágenes Landsat	5.800 km <sup>2</sup>
Análisis de fotogeología (4 áreas)	2.381 km <sup>2</sup>
Levantamiento geológico regional (4 áreas)	2.381 km <sup>2</sup>
Estudio geológico en detalle (5 proyectos)	95 km <sup>2</sup>
Estudio geoquímico	1.954 muestras
Estudio geofísico IP (2 prospectos)	66,6 km
Exploración con sondajes (2 prospectos)	1.942,10 m (11 sondajes)

2. Días de trabajo totales = 836 (promedio anual 209 días)

3. Personal técnico	Japón : 41
	Chile : 24
	Total : 65

4. Se eligieron 4 áreas para trabajos de detalle; ellas fueron:

- Area San Fabián de Alico
- Area Coihueco-Recinto
- Area Río Queuco
- Area Sierra Nevada

El trabajo en ellas permitió definir 5 prospectos para trabajos de mayor detalle:

- Prospecto Las Minas del Prado (en área Coihueco-Recinto)
- Prospecto San José (en área Coihueco-Recinto)
- Prospecto Outé (en área río Queuco)
- Prospecto Mina Curacarel (en área río Queuco)
- Prospecto Galletué (área Sierra Nevada)

5. Resumen del estudio de los 5 prospectos:

- Prospecto Las Minas del Prado: Presenta 2 tipos de mineralización aurífera, el más importante es un depósito epitermal y el segundo un placer aurífero. El depósito epitermal presenta 2 tipos de oro: vetas de cuarzo aurífero y "stockwork" con cuarzo y oro. La roca huésped pertenece principalmente a la Unidad Sedimentaria-Volcánica Pierna Blanca. Las vetas con cuarzo y oro tienen 1 a 5 cm de potencia. El contenido promedio de oro es 0,93 gr/ton. El "stockwork" se presenta en 3 sectores; la mineralización más intensa y de mayor grado es el conocido como sector A (300 x 100 m) con ley 0,73 gr/ton. El placer aurífero aparece en conglomerados en la Unidad Sedimentaria La Segunda, con tenor medio de Au de 0,026 gr/ton. Ninguno de los yacimientos mencionados anteriormente alcanza a leyes económicas, localmente el yacimiento tipo "stockwork" presenta leyes atractivas por lo cual su explotación puede constituir un yacimiento rentable.

- Prospecto San José: Es un pórfido cuprífero con molibdenita emplazada en un batolito granodiorítico. La mineralización en superficie y los datos obtenidos en sondajes indican leyes de corbe bajas. Es posible que estas leyes mejoren en las zonas cubiertas por las lavas de la Formación Cola de Zorro; en todo caso es posible estimar que ellas no serían grandes.

- Prospecto Mina Curacare: Es un yacimiento cuprífero mantiforme emplazado en las volcanitas de la formación Abanico. La mineralización se sitúa en varios mantos; las leyes de cobre varían entre 2 y 3%. Las zonas con mineralización son pequeñas y muy variables, lo cual hace dificultosa cualquier explotación.

- Prospecto Otué: es un "stockwork" y disseminación de Cu y Mo emplazado en una granodiorita. La ley media de Cu varía entre 0,18 y 0,20%. El Mo entre 0,004 y 0,003%. Su tamaño es pequeño lo cual permite descartar cualquier interés económico.

- **Prospecto Galletué:** Es un pórfido cuprífero con molibdeno ubicado en un intrusivo tonalítico. Localmente la alteración física es intensa llegando a obliterar la textura original de la roca. El estudio de detalle incluye levantamiento geofísico IP y sondajes. La ley de Cu en la parte central es 0,15% y la de Mo 0,012%, lo cual constituye un depósito sub-económico.

6. Se reconocieron (35) zonas mineralizadas fuera de los prospectos señalados anteriormente. En todos los casos la mineralización y alteración son débil por lo cual se desistió de mayores estudios.
7. En el área estudiada la mineralización es principalmente cobre, a veces acompañada por molibdeno, sigue la mineralización de oro. Otros elementos aparecen como curiosidad mineralógica.

Cronológicamente, la mineralización se agrupa en 4 ciclos:

- Cretácico Inferior
- Cretácico Superior
- Mioceno
- Plioceno-Pleistoceno?

La mineralización más importante se asocia a intrusivos granitoides del Cretácico Superior.

La mineralización corresponde a disseminación, "stockwork", mantos, vetas y placeres; destacan el tipo disseminación y "stockwork" tipo pórfido cuprífero.

La oxidación y enriquecimiento supérgeno no tienen importancia.

Se reconoció mineralización tipo pórfido cuprífero al sur del yacimiento El Teniente relacionada con intrusivos del Cretácico Superior.

## **CONCLUSIONES SOBRE LA EXPLORACION MINERA REALIZADA EN LA REGION ANDINA SITUADA AL ESTE DE LA CIUDAD DE CONCEPCION**

### **Capítulo 1. Antecedentes**

El trabajo de exploración minera se inició en 1975 y continuó durante 1976 en el área Quebrada Blanca-El Abra (norte de Chile). Los resultados logrados en dicha área fueron negativos por lo cual se cambió la zona de trabajo, en 1977, a la región cordillerana situada al este de Concepción, por recomendación del Instituto de Investigaciones Geológicas. El trabajo en dicho lugar se realizó durante 4 años. La exploración terminó en 1980, por lo cual este informe incluye la información global y considera la potencialidad minera de la región.

La superficie de la región explorada tiene aproximadamente 18.000 km<sup>2</sup> y fue estudiada en detalle, incluyendo sondajes en 2 zonas.

La secuencia de exploración fue:

- Primera etapa de exploración. Con los antecedentes geológicos disponibles en Chile y mediante el análisis de imágenes Landsat se eligieron 4 áreas y 3 prospectos con interés minero.
- Segunda etapa. En las áreas elegidas se realizó el levantamiento geológico a escala 1:50.000 y geoquímica regional mediante sedimentos fluviales.
- Tercera etapa. En las zonas de interés detectadas durante la 2ª etapa se realizó el estudio de detalle a escala 1:5.000 ó 1:10.000.
- Cuarta etapa. Estudio geofísico (IP) en aquellas zonas que resultaron positivas en la 3ª etapa.
- Quinta etapa. Se hizo exploración mediante sondajes en los prospectos definidos durante la tercera y cuarta etapa de exploración.

Las zonas estudiadas en las etapas señaladas precedentemente constituyen el 46% del área total (18.000 km<sup>2</sup>).

En total durante los 4 años participaron 66 especialistas durante 836 días.

Para realizar esta investigación, por la parte chilena participaron el Instituto de Investigaciones Geológicas (IIG) y Comisión Chilena del Cobre (CODELCO).

El análisis de las imágenes Landsat y fotogeológico se realizó en Japón.

El trabajo de interpretación, análisis y redacción fue hecho en Chile, en las dependencias del IIG.

Por razones climáticas el trabajo de terreno se realizó en el verano chileno (octubre a marzo).

Estudios especializados tales como geocronología, inclusiones fluidas, etc. se realizaron en la Universidad de São Paulo (Brasil), Universidad de Chile, Universidad de Concepción (Chile) y Universidad de Tohoku y Akita (Japón).

## **Capítulo 2. Geografía**

### **2.1. Ubicación**

El área estudiada está situada a 400 km al sur de Santiago, capital de Chile. El límite oriental está próximo a la frontera con la República Argentina. Administrativamente se distribuye en las regiones del Bío-Bío (VIII) y de La Araucanía (IX) y abarca la Cordillera de Los Andes de las provincias de Ñuble, Bío-Bío y Malleco.

### **2.2. Topografía**

En general la zona presenta un relieve abrupto con altura promedio de 1000 m s.n.m. Los cordones montañosos están elongados norte-sur y tienen relación con los rasgos estructurales más importantes.

Numerosos aparatos volcánicos centrales del Cuaternario constituyen rasgos distintivos en el área; algunos de ellos son activos e.g. los volcanes Chillán, Antuco, Callaqui, Lonquimay, etc.

Los ríos principales fluyen desde SE a NW y desde E a W, todos ellos llegan al océano Pacífico. Los sistemas hidrográficos más importantes corresponden a los ríos Ñuble y Bío-Bío.

El modelado glacial es importante y se caracteriza por los circos glaciales y valles con típica sección "U". Hacia el borde occidental del área, los valles son amplios y los cursos de agua desarrollan meandros.

En las partes cordilleranas altas, existen numerosos lagos relacionados con circos glaciales.

### **2.3. Clima y Vegetación**

El clima del área es del tipo "cordillerano" (Fuenzalida, H. en Geología Económica de Chile, CORFO, 1965). Las temperaturas medias varían entre 20°C en enero y 6°C en julio.



Las precipitaciones en invierno son abundantes en forma de nieve y lluvia. Próximo al lago Laja (centro del área) caen 1.700 mm de agua promedio (200 mm de agua en verano y 2.500 mm en invierno) (Almeyda y Saez, 1958).

Sobre la cota 1.000 m s.n.m., la nieve alcanza algunos metros.

La vegetación es abundante, con numerosos bosques que llegan hasta aproximadamente los 1.300 m s.n.m. en lugares más altos la vegetación está formada por coihón.

Los bosques autóctonos son predominantes y abunda Nothofagus obliqua (roble), Nothofagus dombeyi (lingue), etc., en la parte occidental del área hay plantaciones de pino.

La fauna mayor nativa está compuesta por pumas, liebres y zorros, entre otros.

#### 2.4. Acceso

El acceso al área es relativamente deficiente. Caminos de penetración este-oeste, que nacen de la carretera panamericana, siguen los cursos de los ríos, pero no hay caminos en sentido norte-sur y el desplazamiento debe hacerse mediante caballos.

Desde la carretera panamericana se demora entre 2 y 4 horas para alcanzar el área, a través de caminos ripiados.

En la parte sur hay un ferrocarril que une las localidades de Victoria-Lonquimay (provincia de Malleco).

#### 2.5. Demografía y recursos naturales

Hay numerosas aldeas con menos de 1.000 habitantes. La principal población es Lonquimay que tiene unos 5000 habitantes, luego Antuco con 2.500.

La industria principal es: forestal, ganadera y el complejo hidroeléctrico de El Abanico.

Para las faenas de terreno es relativamente fácil conseguir caballares, algunos comestibles y buenos baquianos.

## Capítulo 3. Trabajo realizado

### 3.1. Area de trabajo

El área de trabajo (Fig. 1) tiene los siguientes límites:

Norte : 36°26' lat. sur  
Sur : 38°50' lat. sur  
Este : 71°10' long. oeste  
Oeste : 72°00' long. oeste

longitud norte-sur : 257 km  
longitud este-oeste : 70 km  
Superficie : 18.000 km<sup>2</sup>

Las áreas y prospectos recomendados inicialmente, junto con sus límites son:

#### 1) San Fabián de Alico:

Norte : 36°30' lat. sur  
Sur : 36°51'28" lat. sur  
Este : 71°06'24" long. oeste  
Oeste : 71°22'28" long. oeste

#### 2) Coihueco-Recinto:

Norte : 36°36'23" lat. sur  
Sur : 36°51'00" lat. sur  
Este : 71°30'00" long. oeste  
Oeste : 71°45'00" long. oeste

#### 3) Rfo Queuco:

Norte : 37°43'00" lat. sur  
Sur : 38°00'00" lat. sur  
Este : 71°27'00" long. oeste  
Oeste : 71°44'00" long. oeste

4) **Sierra Nevada:**

Norte : 38°30'00" lat. sur  
Sur : 38°45'00" lat. sur  
Este : 71°15'00" long. oeste  
Oeste : 71°30'00" long. oeste

5) **La Plata (centro del prospecto)**

33°32'54" lat. sur  
71°24'04" long. oeste

6) **La Mortandad: (centro del prospecto)**

36°34'23" lat. sur  
71°29'20" long. oeste

7) **Mina El Gallo: (centro del prospecto)**

36°42'50" lat. sur  
71°24'56" long. oeste

En base a los estudios hechos en las áreas y prospectos señalados anteriormente se decidieron cuales necesitaban estudios de detalle.

- a) **Area San Fabián de Alico. Descartados nuevos estudios.**
- b) **En el área Coihueco-Recinto se seleccionaron 2 prospectos: Minas del Prado que está al NE del área Coihueco-Recinto (36°42'42" lat. sur y 71°41'10" long. oeste) y el prospecto San José que está en el límite sur (36°48'44" lat. sur y 71°36'08" long. oeste).**
- c) **En el área Río Queuco se seleccionaron el prospecto Otué (NE del río Queuco), con coordenadas 37°45'22" lat. sur y 71°28'36" long. oeste y Mina Curacarel (al NE del río Queuco) con coordenadas 37°47'00" lat. sur y 71°30'00" long. oeste).**
- d) **En el área Sierra Nevada se seleccionó el prospecto Galletué (SE del área) con coordenadas 38°42'39" lat. sur y 71°19'36" long. oeste.**

### 3.2. Método de trabajo

El método de trabajo fue (Tabla 1) :

análisis de imágenes Landsat	:	5.800 km <sup>2</sup>
fotogeología	:	2.381 km <sup>2</sup>
prospectos visitados	:	6
levantamiento geológico regional	:	2.381 km <sup>2</sup>
levantamiento geológico de detalle	:	95 km <sup>2</sup>
estudio geoquímico regional	:	1.954 muestras
estudio geofísico I.P. (2 prospectos)	:	66,6 km
sondajes de exploración (2 prospectos)	:	1.942,10 m (11 sondajes)

Las muestras fueron analizadas en los siguientes laboratorios:

Laboratorio IIG: geoquímico, menas, secciones transparentes, secciones pulidos, rayos X.

Universidad de Sao Paulo (Brasil): dataciones (método K-Ar).

Universidad de Concepción (Chile): estudios palinológicos.

Universidad de Tohoku (Japón): inclusiones fluidas

Universidad de Akita (Japón): análisis mediante microsonda electrónica.

En total se estudiaron 5.253 muestras cuyo detalle se señala en la Tabla 2.

### 3.3. Período de trabajo

En los 4 años se dedicaron 836 días al proyecto, considerando el trabajo realizado en Chile y Japón. El promedio anual de trabajo fue 209 días. El período de trabajo en terreno se indica en la Tabla 3.

### 3.4. Miembros de los equipos

El nombre de los participantes se señalan en las Tablas 4, y 5. En total participaron directamente 41 técnicos japoneses y 24 chilenos.

Tabla 1 METODO Y TRABAJO REALIZADO

Area	Análisis de imágenes Landsat	Fotogeología (1:50,000)	Prospectos visitados	Levantamiento geológico			Estudio geoquímico		Estudio geológico (L.P.)	Sondajes de exploración
				Regional (1:50,000)	Detalle (1:5,000 ~ 1:10,000)	Regional (muestra)	Detalle (muestra)			
Coihueco-Recinto-Sierra Nevada	5.800 km <sup>2</sup>									
(1) San Fabián de Alico		630 km <sup>2</sup>	○	630 km <sup>2</sup>		410 (med.)				
(2) Colhuco - Recinto		600 km <sup>2</sup>		600 km <sup>2</sup>		327 (med.)				
Prox. Las Minas del Prado			○	○	9 km <sup>2</sup>		173 (suelo)	34 km		
Prox. San José			○	○	○			4,4 km	607,80 m (3 sondajes)	
(3) Río Queuco	○	551 km <sup>2</sup>		551 km <sup>2</sup>		328 (med.)				
Prox. Otú				○	25 km <sup>2</sup>		88 (med.)			
Mina Curacanel				○	35 km <sup>2</sup>		229 (suelo)			
(4) Sierra Nevada	○	600 km <sup>2</sup>		600 km <sup>2</sup>		345 (med.)				
Prox. Galletué				○	26 km <sup>2</sup>		54 (med.)	28,2 km	1.334,30 m (8 sondajes)	
Pedregoso				○						
Mallín del Toro				○						
(5) Prospección Visitados										
Mina La Plata		○	○							
Prox. La Mortandad		○	○							
La Mina El Gallo		○	○							
Total	5.800 km <sup>2</sup>	2.381 km <sup>2</sup>		2.381 km <sup>2</sup>	95 km <sup>2</sup>	1.410	544	66,6 km	1.942,10 m (11 sondajes)	

**Tabla 2 ANALISIS DE MUESTRAS REALIZADOS EN LOS CUATRO AÑOS**

	<b>Año 1977</b>	<b>Año 1978</b>	<b>Año 1979</b>	<b>Año 1980</b>	<b>Total</b>
<b>Geoquímica</b>	956	415	173	410	1.954
<b>Mena</b>	316	571	640	133	1.660
<b>Químico en roca total</b>	16	—	—	16	32
<b>Sección transparente</b>	450	275	133	210	1.068
<b>Sección pulida</b>	53	49	30	41	173
<b>Rayos X</b>	74	59	96	45	274
<b>Datación radiométrica</b>	10	9	6	10	35
<b>Posilífero</b>	7	11	—	12	30
<b>Inclusión fluida</b>	—	—	18	—	18
<b>Microsonda</b>	—	—	9	—	9
<b>Total</b>	<b>1.882</b>	<b>1.389</b>	<b>1.105</b>	<b>877</b>	<b>5.253</b>



Tabla 4 PERSONAL PARTICIPANTE

		Año 1977	Año 1978	Año 1979	Año 1980	Total
Administración		2	1	2	1	6
Análisis de fotogeología	Japoneses	4	3	—	2	9
	Chilenos	0	0	—	0	0
Levantamiento geológico y geoquímico	Japoneses	5	3	2	5	15
	Chilenos	4	3	3	3	13
Estudio geofísico	Japoneses	—	2	2	—	4
	Chilenos	—	3	4	—	7
Sondajes de exploración	Japoneses	—	2	5	—	7
	Chilenos	—	2	2	—	4
Sub-total	Japoneses	11	11	11	9	41
	Chilenos	4	8	9	3	24
Total		15	19	20	11	65



Tabla 5 MIEMBROS Y DISTRIBUCION DEL TRABAJO

	Año 1977	Año 1978	Año 1979	Año 1980
Japones				
Jefe de equipo	Yuya Furukawa	Yuya Furukawa	Yuya Furukawa	Yuya Furukawa
Administración	Takeshi Ishibashi Tsuayoshi Konno	Tsuayoshi Konno	Kyuzo Tadokoro Kazunori Kano	Kazunori Kano
Análisis de fotogeología	Ken Obara Susumu Takoda Juro Kamata	Tokichuro Tani Hisano Koizumi	---	Susumu Takoda
Levantamiento geológico y geoquímico	Tokichuro Tani Junichi Nakamura Keiji Nakano Hiromitsu Nozawa	Ken Obara Wakaba Sakurai	Ken Obara	Ken Obara Minoru Kamezawa Minoru Saito Ryohsei Otsubo
Estudio geofísico	---	Tomimasa Tajima Hirosaki Fukuda	Tomimasa Tajima Norio Watanabe	---
Sondaje de exploración	---	Yuzo Kawamura Tetsuo Ichi	Mitsuhiko Mogami Tetsuo Ichi Seiji Ozaki Kiyoshi Sakashita Mitsuo Ishikawa	---
Chilenos				
Jefe de equipo	Guillermo Alfaro H.	Guillermo Alfaro H.	Rafael Felipe Díaz F.	Guillermo Alfaro H.
Levantamiento geológico y geoquímico	Ricardo Guzmán S. Hernán Vergara L. Víctor Maktsay J.	Rafael Felipe Díaz F. Carlos Felipe Ramírez R.	Guillermo Alfaro H. Carlos Felipe Ramírez R.	Ricardo Guzmán S. Ricardo Boric P.
Estudio geofísico	---	Humberto Leonardo Glaser C. Manuel Antonio Arancibia C. Pedro Hiplán J.	Juan Carlos Parra B. Humberto Leonardo Glaser C. Pedro Hiplán J. Heriberto Ley Wong	---
Sondaje de exploración	---	Arnoldo González A. Héctor Quiroz C.	Arnoldo González A. Héctor Quiroz C.	---

## Capítulo 4. Resumen del trabajo realizado

### 4.1. Area San Fabián de Alicó (Fig. 2)

Las secuencias estratificadas expuestas en el área de estudio están constituidas por rocas volcánicas andesíticas premiocenas (Unidad Río Ñuble), rocas volcánicas andesítico-basálticas del Plioceno Superior-Pleistoceno (Formación Cola de Zorro), rocas volcánicas andesítico-basálticas del Pleistoceno-Holoceno (Unidad Coladas del Valle) y por depósitos aluviales y coluviales recientes.

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 radio métricas K-Ar permiten asignarles una edad mínima miocena.

La Unidad Río Ñuble está plegada, con pliegues de ejes paralelos y 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.

En el área se individualizaron 33 zonas mineralizadas (ver Fig. 3), 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. Las vetas reconocidas son de pequeñas dimensiones (potencia menor de 20 cm).

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





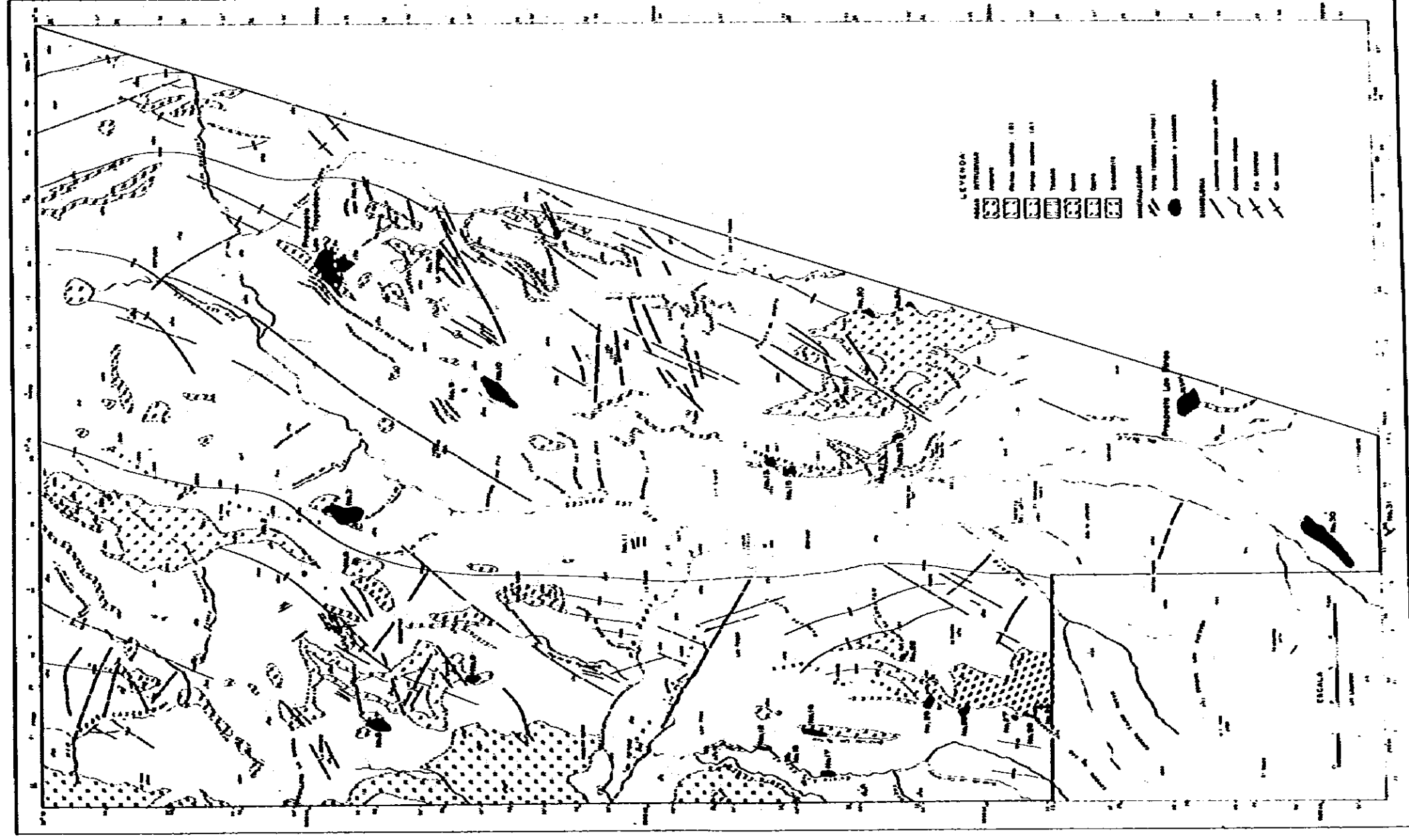


Fig. 3 PLANO TECTONICO Y UBICACION DE ZONAS MINERALIZADAS DEL AREA SAN FABIAN DE ALICO

## 4.2. Area Colihueco-Recinto (Fig. 4)

### 4.2.1. Resultado del trabajo

Las unidades geológicas que se reconocen son: Metamorfitas de Los Azules, asignadas al pre-Cretácico Superior; Unidad Volcánica El Sauce, asignada al pre-Cretácico Superior; Unidad Sedimentaria-Volcánica Pierna Blanca asignada al Terciario Inferior; Formación Cola de Zorro, del Plioceno-Pleistoceno; Unidad Sedimentaria La Segunda asignada al Pleistoceno; sedimentos recientes y granitoides intrusivos principalmente del Cretácico Superior. Litológicamente las rocas predominantes son piroclásticas y lavas.

Estructuralmente se reconocen pliegues y fallas con dirección norte-sur. Una gran falla con carácter regional cruza el área; asociada a ella hay indicios de mineralización de cobre.

En el área se reconocen tres tipos de mineralización, la primera corresponde a diseminación-"stockwork" y parcialmente a vetas; ésta se relaciona con granitoides asignados al Cretácico Superior. Se han reconocido seis zonas con mineralización de este tipo, la más importante es el prospecto San José (pórfido cuprífero).

La roca huésped del prospecto San José es un batolito granodiorítico; la mineralización es tipo "stockwork" con calcopirita, pirita y molibdenita. El centro de la mineralización está cubierta por las volcanitas de la Formación Cola de Zorro. Las leyes de cobre y molibdeno alcanzan puntualmente al 1% y 0,28% respectivamente. Para reconocer el prospecto bajo la formación Cola de Zorro se recomendaron estudios geofísicos y sondajes.

Otras zonas mineralizadas tipo diseminación-"stockwork" detectadas no presentan perspectivas económicas (mineralización y alteración hidrotermal muy débil).



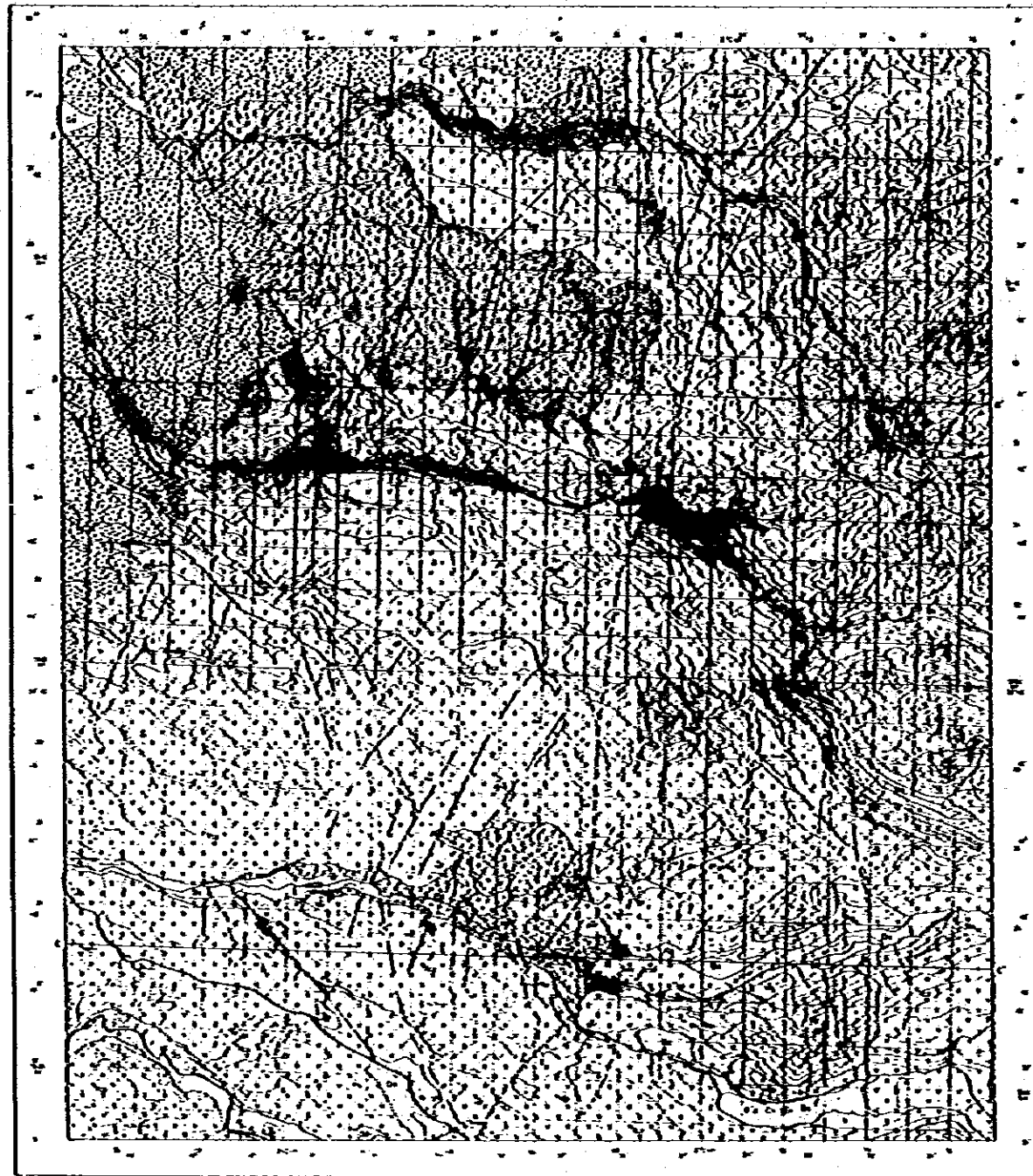


Fig. 4

RECONOCIMIENTO GEOLOGICO  
DE LA ZONA ENTRE RECINTO AL ESTE DE COIHUECO

**MAPA GEOLOGICO PRELIMINAR DEL  
AREA COIHUECO-RECINTO**

-----  
-----  
-----

MON DE COIHUECO

-----  
-----  
-----

PROGRAMA DE EMPLOO DE MINERALES  
GOBIERNO DE JAPON GOBIERNO DE CHILE

INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES GEOLOGICAS  
INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES GEOLOGICAS

**LEYENDA**

**AREAS SEDIMENTARIAS Y VOLCANICAS**

Depositos aluviales y de piedemonte		Escoria y cenizas
Aluvios		Expansivos recientes, con un desarrollo de vertientes de 10 a 15°
Formación de la zona		Unión de vertientes, vertientes de 10 a 15°
Depositos de la zona		Unión de vertientes, vertientes de 10 a 15°
Depositos de la zona		Unión de vertientes, vertientes de 10 a 15°

**ROCAS METAMORFICAS**

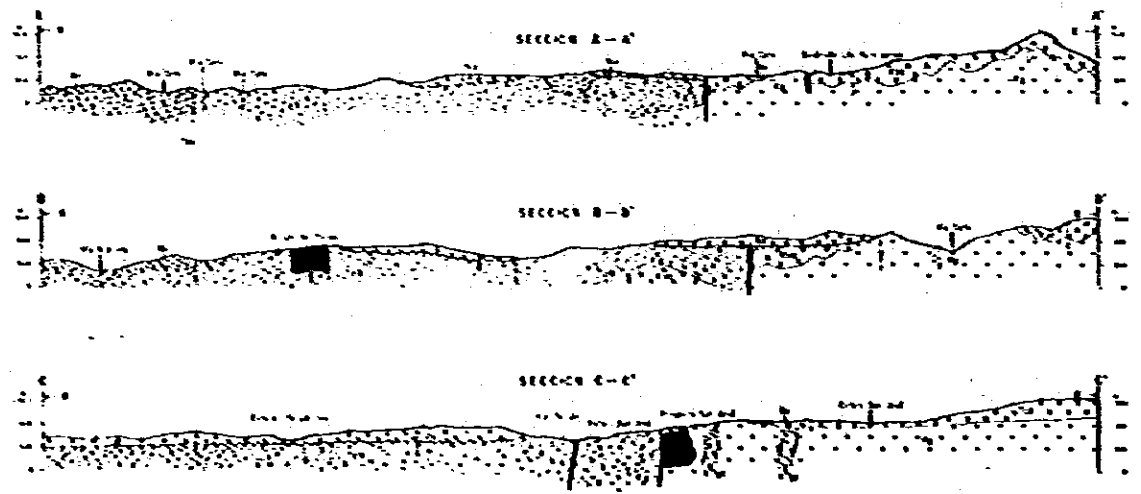
Micas y talcos		Grafito
Granulitas		Granulitas

**ROCAS IGMATICAS**

Granito		Granito
Granito		Granito

**SIMBOLOS**

Carretera		Rio	
Carretera		Rio	
Carretera		Rio	
Carretera		Rio	
Carretera		Rio	





El segundo tipo corresponde a mineralización vetiforme; se ha ubicado en tres localidades, de ellas, la conocida como Las Minas del Prado presenta mayor interés. Este depósito está formado por un enrejado de vetas con cuarzo y oro emplazado en la Unidad Sedimentaria-Volcánica Pierna Blanca. Las vetas de cuarzo-oro tienen 1 a 5 cm de potencia. En las zonas silicificadas se ha desarrollado un enrejado de vetillas cuyos contenidos de oro permitió recomendar estudios de detalle.

El tercer tipo de mineralización corresponde a placeres auríferos formados por la erosión de la mineralización primaria de Las Minas del Prado, los cuales han sido explotados. El oro de los placeres se encuentra en los sedimentos y conglomerados de la Unidad Sedimentaria La Segunda. El volumen y leyes de oro de los sedimentos fluviales y de los conglomerados de la Unidad Sedimentaria La Segunda es pequeño.

El resultado del levantamiento geoquímico del área indica una anomalía de Cu relacionada con el prospecto San José.

Como consecuencia de la exploración geológica y geoquímica en el área Coihueco-Recinto se recomendaron estudios de detalle en Las Minas del Prado y Prospecto San José.

#### 4.2.2. Prospecto Las Minas del Prado

Las rocas reconocidas en el prospecto (ver Fig. 5), de más antigua a más jóvenes, son: Unidad Sedimentaria-Volcánica Pierna Blanca (Terciario Inferior); Formación Cola de Zorro (Plioceno-Pleistoceno); Unidad Sedimentaria La Segunda (Pleistoceno) y sedimentos fluviales. La Unidad Sedimentaria-Volcánica Pierna Blanca está constituida por tobas brechosas andesíticas y tobas de lapilli andesíticas; estas rocas constituyen la roca huésped de la mineralización aurífera. La Formación Cola de Zorro tiene principalmente lavas andesíticas con piroxeno. La Unidad Sedimentaria La Segunda está compuesta por limolitas, areniscas y conglomerados; los conglomerados tienen granos de oro en la matriz.





El prospecto Las Minas del Prado presenta 2 tipos de mineralización: mineralización endógena y placeres. La primera de ellas consiste en cuarzo-oro-pirita sin que se haya detectado otros minerales; morfológicamente aparecen como vetas, "stockworks" y disseminación. Los dos primeros tipos tienen oro. A pesar que la mineralización está principalmente emplazada en la Unidad Volcánico-Sedimentaria Pierna Blanca, hay algunas vetillas de oro y cuarzo que cortan andesitas presumiblemente de la Formación Cola de Zorro. En las vetas la asociación mineralógica es cuarzo-montmorillonita-pirita ó cuarzo-jarósita-pirita; el oro está disseminado en el cuarzo. La potencia media de las vetas es 3 cm y su orientación es N50°-80°E y N0°-20°W; el primer sistema es el más abundante. La ley media de oro en las vetas es 0,932 gr/ton; la ley máxima encontrada es 16,5 gr/ton. Este tipo de mineralización está en el contacto de diques andesíticos. El oro se presenta como "electra" en la relación Au: Ag = 4 : 1.

Considerando el precio del oro en US\$ 500/onza y una explotación mediante laboreo subterráneo el valor de comercialización de la tonelada de la mena equivalente a US\$ 1,78/ton no alcanzaría a cubrir el costo de explotación.

La mineralización tipo "stockwork" consiste en un enrejado de venillas de cuarzo-oro que rodean fragmentos de dacita o tobas brechosas andesíticas. Se han detectado tres sectores (Fig. 6) con este tipo de mineralización, uno de ellos está ubicado en la parte norte (bloque A) y es el más importante, su tamaño alcanza a 300 x 100 m con una ley media de oro de 0,73 gr/ton; la ley mínima económica se ha estimado en 0,93 gr/ton (MMAJ-IG, 1978).

Los placeres auríferos están situados a 1,6 km aguas abajo de la mineralización hipógena y se ubican en las rocas de la Unidad Sedimentaria La Segunda. La reserva estimada de los sedimentos auríferos es 6.000.000 toneladas con 0,026 gr/ton. Esta ley está distante de ser económica.

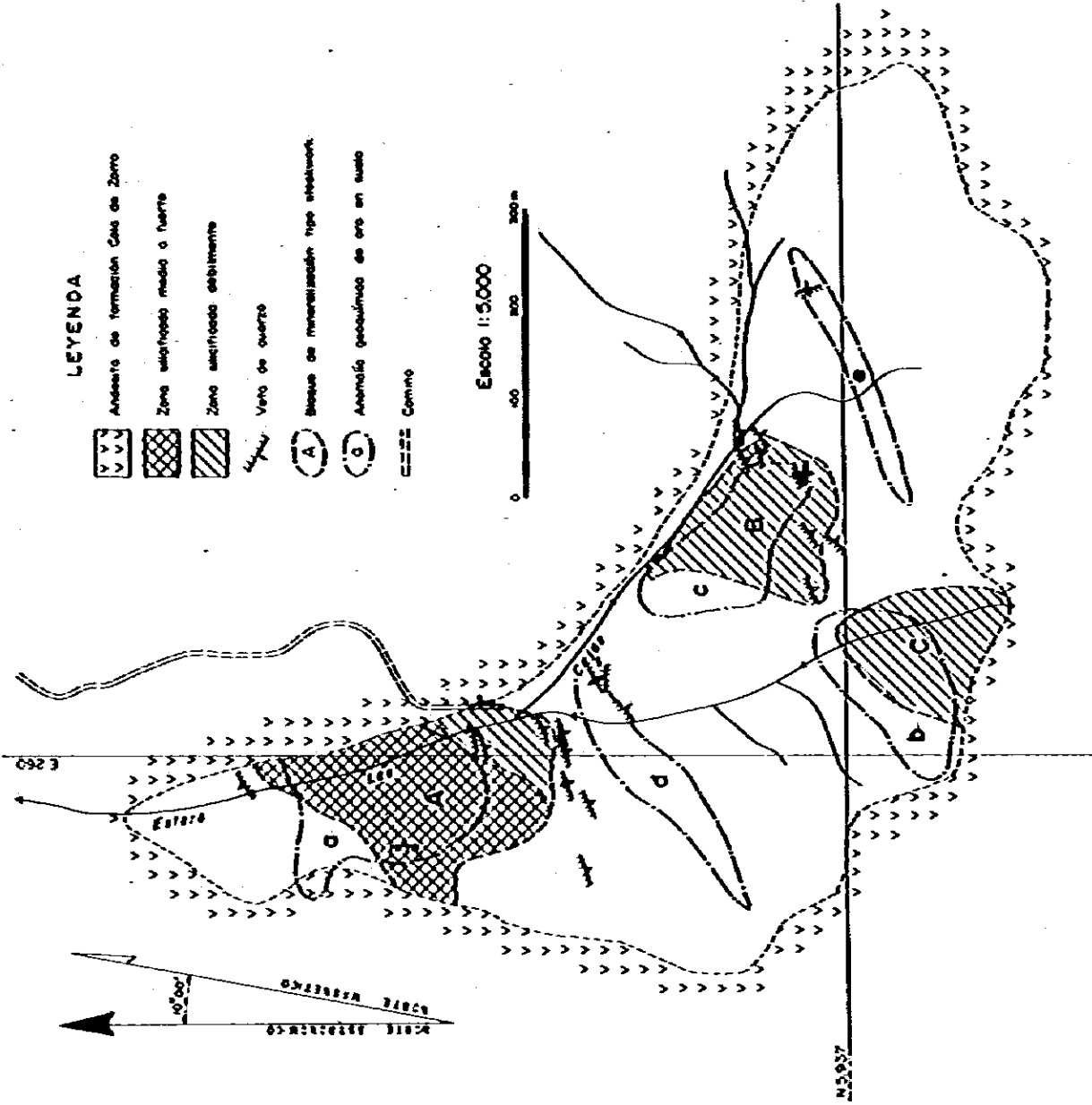


Fig. 6 UBICACION DE LOS BLOQUES DE MINERALIZACION TIPO STOCKWORK EN LAS MINAS DEL PRADO

Debido a la aparente relación de la pirita y oro se realizó un levantamiento geofísico de polarización inducida, los resultados fueron negativos, detectándose una zona con resistividad alta lo cual indicaría un cuerpo silicificado (sector A); los valores efecto frecuencia (E.F). fueron también bajos, esto permite descartar la presencia de pirita o de zonas argilizadas. La formación de placeres auríferos indican erosión del depósito hipógeno y por lo tanto disminución de su tamaño.

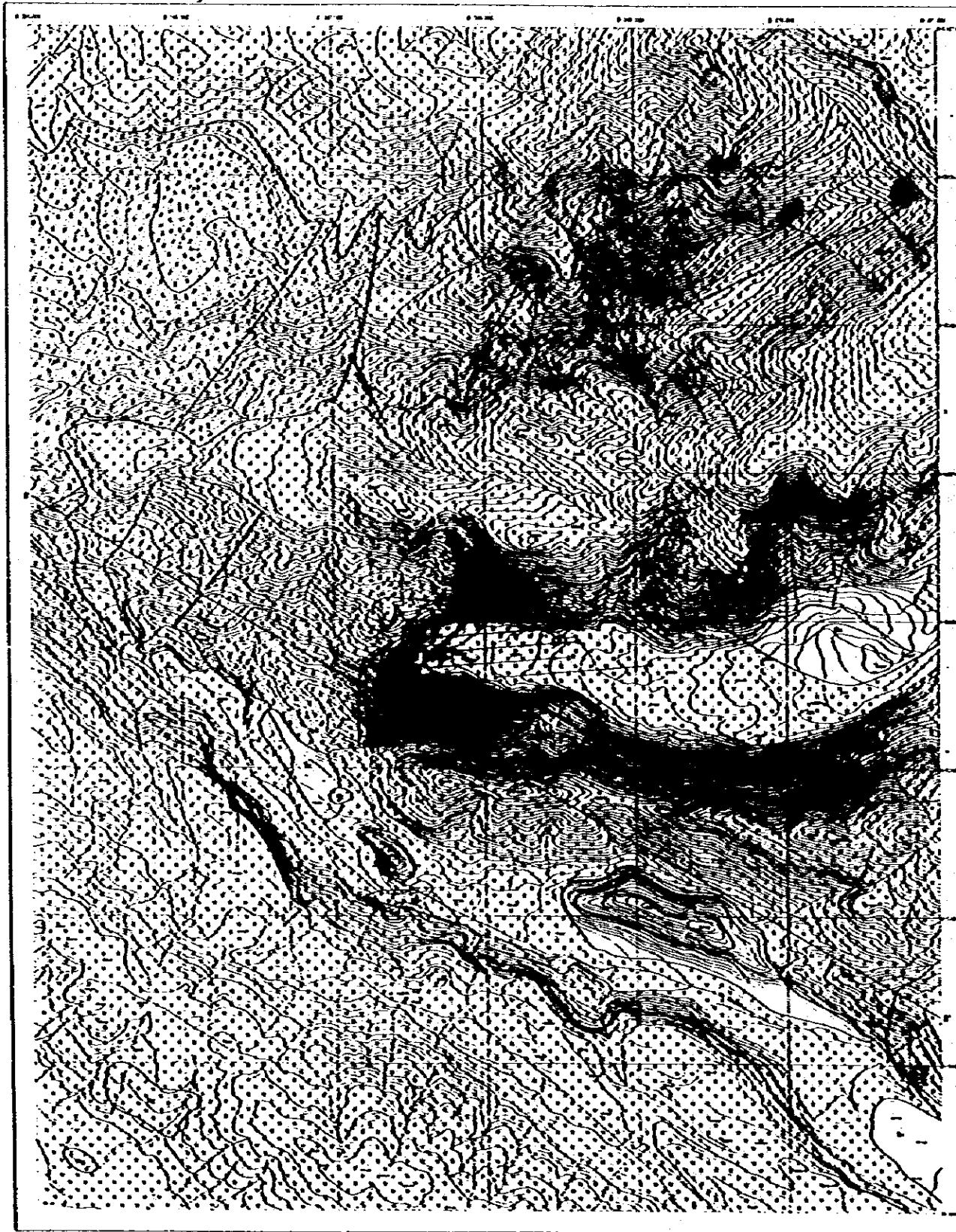
Aún cuando el depósito presenta leyes bajas de oro, algunas partes del "stockwork" tiene leyes lo suficientemente altas como para formar un yacimiento pequeño.

#### 4.2.3. Prospecto San José

El prospecto San José está ubicado 50 km al SE de Chillán. Los trabajos de exploración en el área fueron iniciados en 1968, por la Compañía Minera ITT Geophysical Inc. (Chile). En 1969, una compañía particular hizo sondajes diamantinos cortos en base a los resultados de un estudio geológico y geoquímico. La perforación fue suspendida por problemas técnicos. En los siguientes 7 años no se efectuaron otros estudios geológicos. En 1979 se hizo exploración geofísica, con el método IP, en las zonas posiblemente mineralizadas cubiertas por lavas de la Formación Cola de Zorro. En 1980 se hizo reconocimiento mediante sondajes.

La mineralización está emplazada en un batolito asignado al Cretácico Superior, por dataciones K-Ar; la mineralización de Cu-Mo está en vetillas y diseminada (Fig. 7); la forma del cuerpo es aparentemente ovalada con elongación mayor NNE-SSW. El tamaño real es desconocido por estar cubierto por las lavas de la Formación Cola de Zorro, pero se puede estimar una dimensión de 1300 x 700 x 300 m. La ley media en los afloramientos de la parte norte es 0,12% de Cu y 10 ppm de Mo. En el sector sur del prospecto la ley media de los afloramientos es 0,14% Cu y 7 ppm de Mo. Los testigos de sondajes (294 m) tienen 0,05% Cu, 0,3 ppm Mo, 0,412% de S. El promedio total en el prospecto es: Cu 0,08%; Mo 2 ppm; S 0,412%. La ley máxima de Cu alcanza a 0,63% (sondaje S-2) y Mo 110 ppm (afloramiento en estero San José). Verticalmente el prospecto presenta una delgada zona oxidada que aparece hasta los 110 m en el sondaje S-2. El resto de la mineralización corresponde a la zona primaria y está compuesta por: pirita, calcopirita y pequeñas cantidades de molibdenita, magnetita y esfalerita. Como ganga aparecen cuarzo, clorita y calcita.





**Fig. 7**

RECONSTRUCCIÓN DEL PASADO  
DE LA REGIÓN ANDINA SURADA AL ESTE DE COPIACABE

**MAPA GEOLOGICO Y UBICACION DE SONDAJES  
DEL AREA DEL PROSPECTO SAN JOSE**

-----  
-----  
-----  
-----  
-----

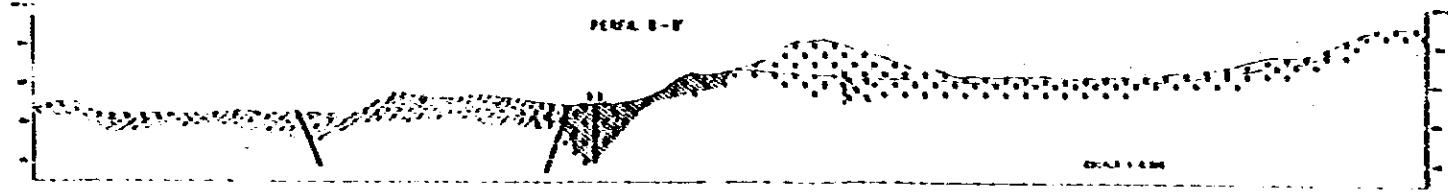
AREA DE UBICACION

-----  
-----  
-----  
-----  
-----

PROGRAMA DE EXPLORACION DE 6 MESES  
EMPRESA DE JAPON      GOBIERNO DE CHILE

SERVICIO GEOLOGICO NACIONAL      INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES GEOLÓGICAS

- LEGENDA**
- AREAS DE INTERES Y UBICACION**
- AREA DE INTERES
  - UBICACION
  - ESTRUCTURA GEOLOGICA
  - ESTRUCTURA GEOLOGICA
- ROCKS INTERESADAS**
- GRANITO
  - GNEIS
  - GNEIS
  - GNEIS
  - GNEIS
  - GNEIS
  - GNEIS
  - GNEIS
  - GNEIS
  - GNEIS
- TIPOLOGIA**
- Contorno topografico
  - Linea de drenaje
  - Linea de drenaje
  - Linea de drenaje
  - Linea de drenaje
  - Linea de drenaje
  - Linea de drenaje
  - Linea de drenaje
  - Linea de drenaje
  - Linea de drenaje
  - Linea de drenaje





La zona primaria del sondeo S-2 tiene ley media de cobre 0,05%; molibdeno 0,5 ppm y S 0,0684%. La zona oxidada tiene Ilmonita, hematita, malaquita, cuprita, plata nativa y cantidades microscópicas de calcosina. La presencia de calcosina podría indicar enriquecimiento supérgeno en algunos puntos.

La ley promedio de la zona oxidada en el sondeo S-2 es: Cu 0,06%; Mo 1 ppm; S 0,06%. La alteración principal es propilitica con fuerte cloritización y débil epidotización. Resumiendo lo expresado anteriormente: la parte superior del prospecto tiene mineralización vetiforme con alteración poco intensa; bajo esta zona hay disseminación de sulfuros con propilitización débil; más abajo hay disseminación con propilitización media.

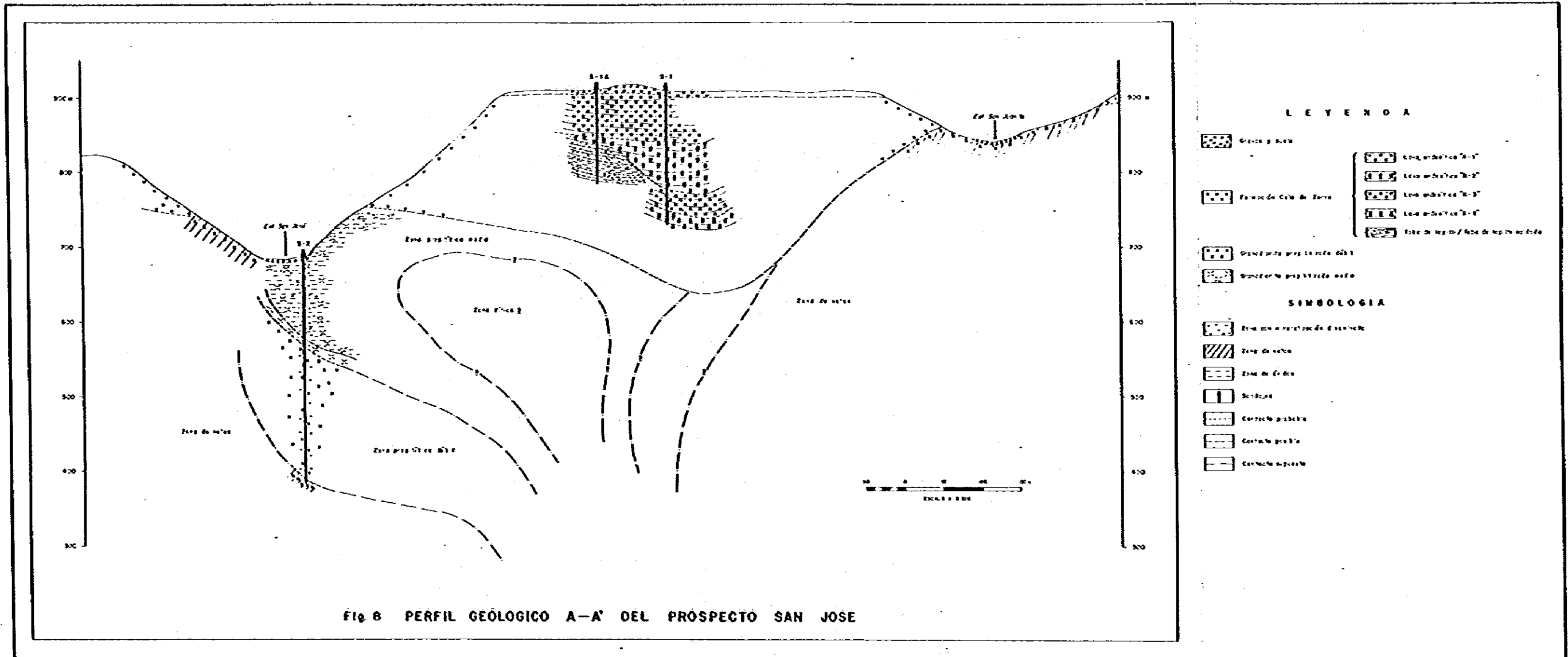
En general, las características geológicas del prospecto (fracturamiento, mineralización, alteración hidrotermal) son desfavorables. Esto concuerda con los resultados negativos del levantamiento geofísico. Todo lo señalado precedentemente permite descartar las posibilidades económicas de este prospecto (ver Fig. 8).

### 4.3. Area Río Queuco (Fig. 9)

#### 4.3.1. Resultado del trabajo

La geología del área está constituida por rocas estratificadas asignadas al Cretácico, Terciario Inferior, Terciario Superior y Cuaternario y por rocas intrusivas del Cretácico Superior. Las rocas del Cretácico son principalmente andesitas; las del Terciario Inferior tobas andesíticas y limolitas; el Terciario Superior está compuesto por andesitas-basálticas y el Cuaternario por depósitos de terrazas y aluvios y lavas andesíticas. Las rocas intrusivas son granitoides y diques andesíticos cuya edad es cretácica superior-paleocena; una datación radiométrica K-Ar en roca total permite asignar una muestra de tonalita al Mioceno. Se reconocen dos sistemas de fallas, uno de dirección NW-SE variable a WNW-ESE, y otro N-S variable a NNE-SSW.







En el área río Queuco se identificaron alrededor de 20 zonas con mineralización cuprífera, tanto mantiforme como diseminada y "stockwork"; en general, todas ellas carecen de importancia económica. La principal roca huésped de la mineralización es la tonalita del Cretácico Superior.

Desde el punto de vista geoquímico, las rocas intrusivas pueden separarse en 2 grupos: uno de ellos con 17,5 ppm de cobre en sedimentos (tonalita) y otro grupo con 60,3 ppm de cobre en sedimentos (granodiorita); esto permite suponer que la mineralización cuprífera está relacionada con la granodiorita.

Las mineralizaciones más importantes son la Mina Curacarel (mineralización de cobre mantiforme) y la de Otue ("stockwork" de cobre); en ambas zonas se recomendó exploración de detalle.

#### 4.3.2. Mina Curacarel

Está situada en la parte sur del río Otué; próximo a la mina hay 10 zonas mineralizadas con cobre en un radio de aproximadamente 1 km (ver Fig. 10). La mina fue explotada por Cu artesanalmente mediante labores subterráneas (180 m de galerías habilitadas). La mineralización más intensa está emplazada en rocas volcánicas asignadas al Cretácico Inferior. Morfológicamente son "mantos", pero también hay cuerpos macizos irregulares y pequeñas vetas. Los cuerpos N° 1 y N° 2 (ver Fig. 11, 12 y 13) se emplazan en tobas andesíticas conformando mantos con rumbo N70°W/20-45°N. Estratigráficamente el cuerpo N° 1 está bajo el N° 2, separados por 10 m. La continuidad de las capas en corrida no pasa de 20 m variando su espesor en esta extensión. Fallas post-minerales con rumbo NNE/SSW cortan y desplazan los mantos. Localmente los mantos van a vetas debido a rellenos de fracturas formadas en zonas silicificadas (1 m de espesor medio). El mineral primario es bornita, raramente hay calcopirita y esfalerita, no se ha identificado pirita. La ganga principal es calcita.

La bornita está reemplazada por calcosina (relación 7:3) y oxidada a malaquita. La matrix de la mineralización en las zonas silicificadas es un mosaico de cuarzo y sericita. Las leyes promedio de los cuerpos principales son:



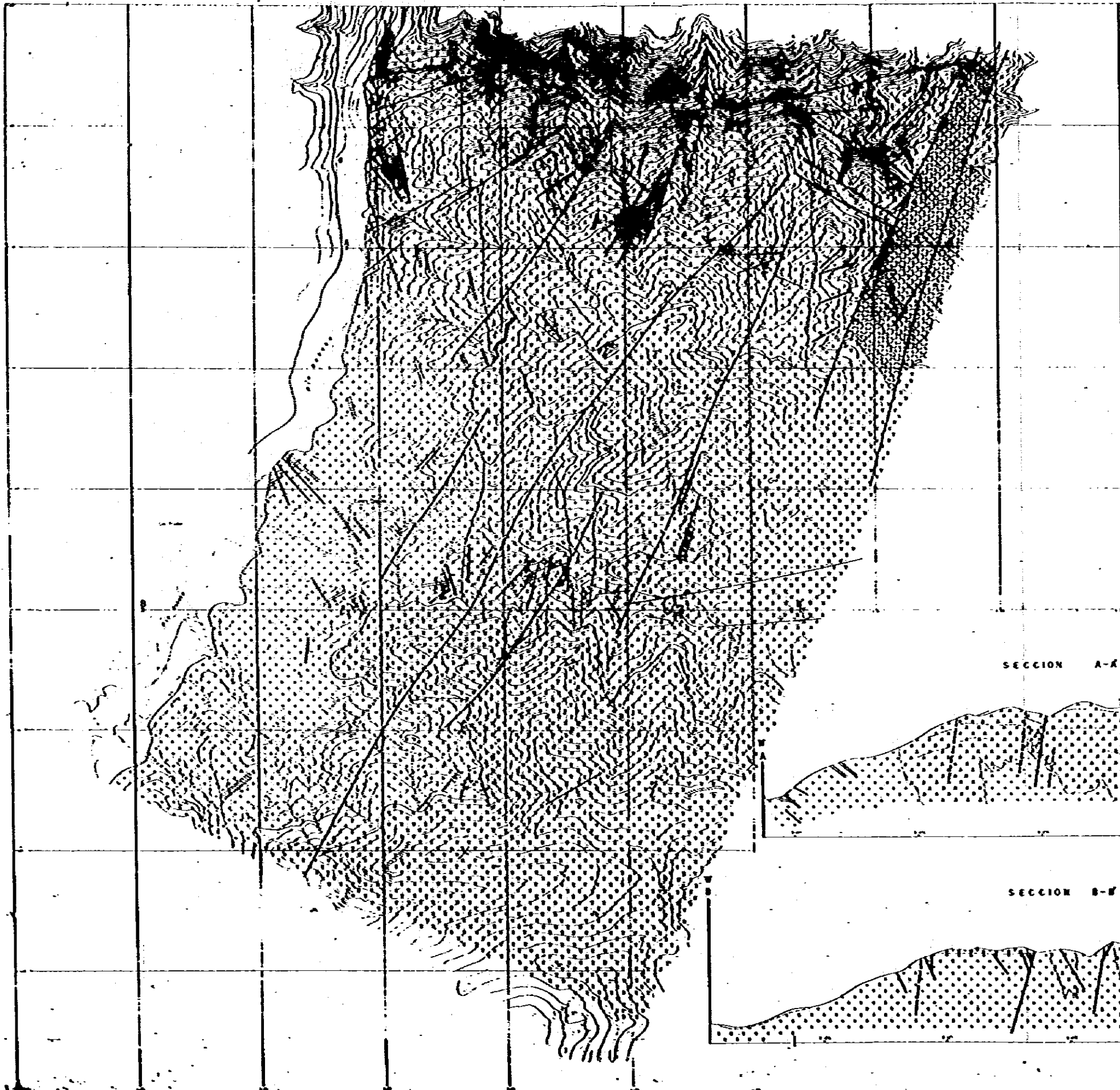
Fig.10

INSTITUTO VENEZOLANO DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS  
 COMISIÓN NACIONAL DE GEOLOGÍA Y MINERÍA

**MAPA GEOLÓGICO  
 DEL ÁREA DE LA MINA CURACAPÉL**

ESTADO DE SUCRE

INSTITUTO VENEZOLANO DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS  
 COMISIÓN NACIONAL DE GEOLOGÍA Y MINERÍA

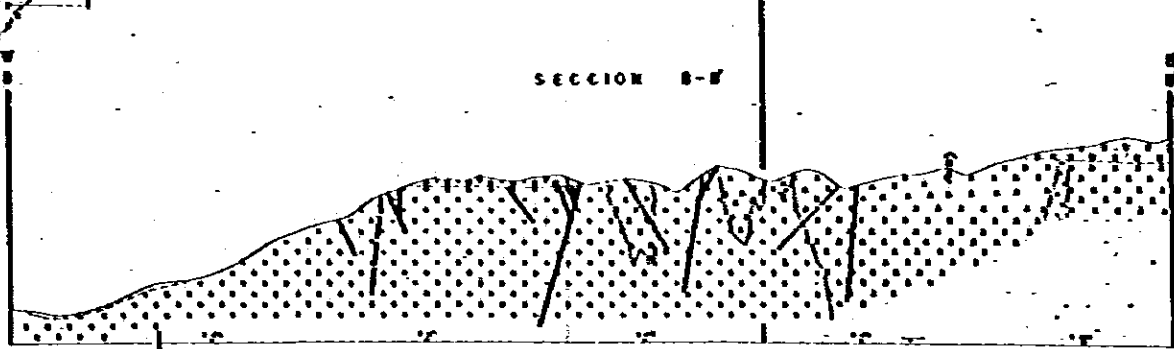
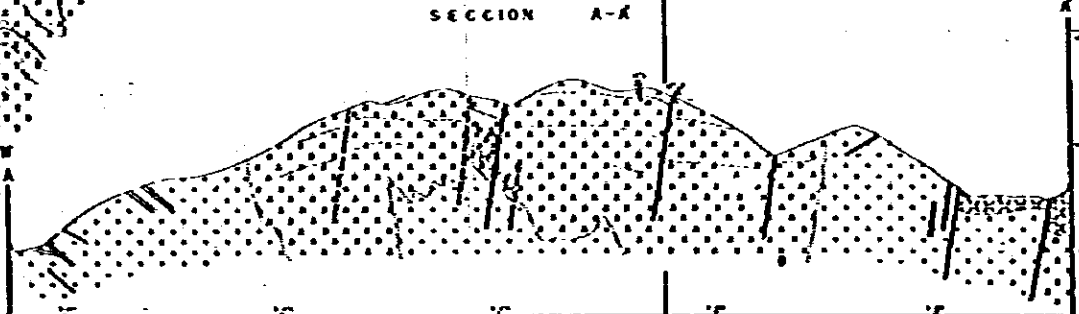


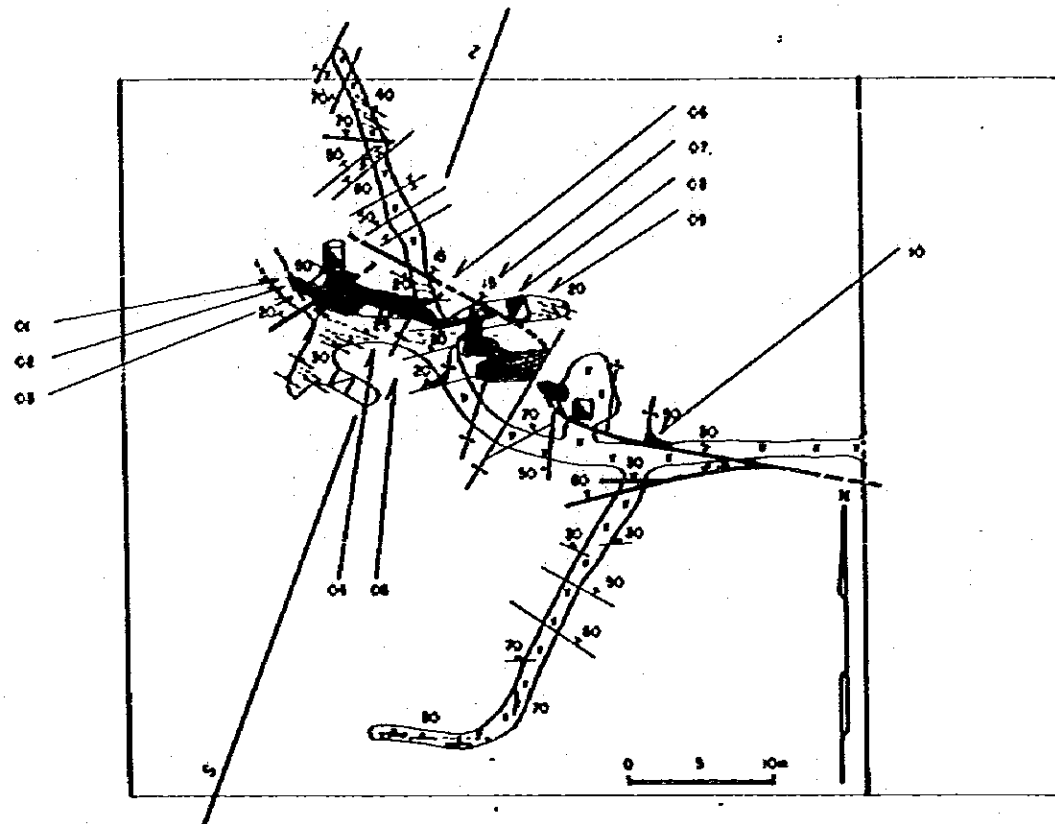
**LEYENDA**

- [Symbol] ...
- [Symbol] ...
- [Symbol] ...
- [Symbol] ...
- [Symbol] ...
- [Symbol] ...
- [Symbol] ...
- [Symbol] ...

**SYMBOLIC**

- [Symbol] ...
- [Symbol] ...
- [Symbol] ...
- [Symbol] ...
- [Symbol] ...
- [Symbol] ...
- [Symbol] ...
- [Symbol] ...





**Descripciones**

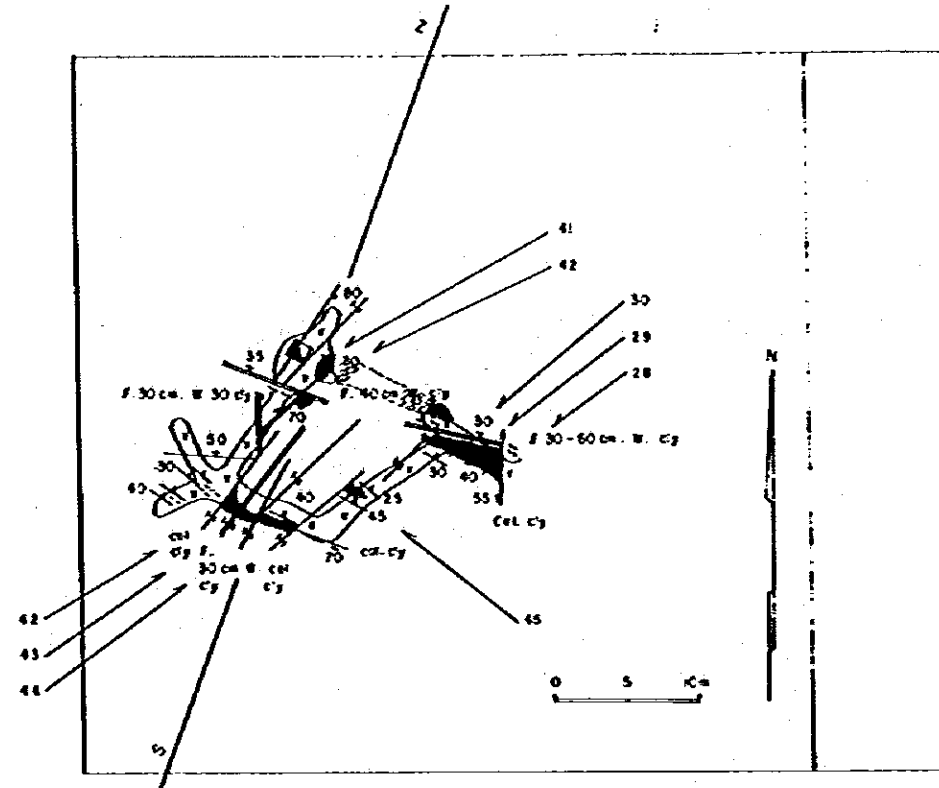
La mineralización ocurre en partes silicificadas intensamente de las rocas volcánicas alteradas. Las partes silicificadas y mineralizadas muestran forma lenticular irregular controladas por la estratificación y los sistemas de fracturas. La extensión medida varía entre 1 y 2 metros de espesor y 20 m de corrida elongada en la dirección N70° W y 20° de maneco al norte.

MUESTRA Nº	LONG DE LA MUESTRA (m)	ANÁLISIS											OBSERVACIONES
		Cu TOT. (%)	Cu SOL. (%)	Au (ppm)	Ag (ppm)	Pb (%)	Zn (%)	Mn (%)	Mo (ppm)	Fe (%)	S (%)	As (ppm)	
													(fracción de Cu Sol)
OA-01	1,0	0,71	(0,29)	40	5,1	0,01	0,01	0,07	5	6,28	0,18	15	( 41,2 )
OA-02	1,0	1,14	0,90	60	10	0,01	0,01	0,08	5	6,43	0,03	5	( 78,9 )
OA-03	1,0	8,29	0,93	40	44	0,02	0,01	0,08	7	4,40	0,70	5	( 28,3 )
OA-04	1,0	4,90	1,22	40	48	0,02	0,01	0,09	5	5,38	1,24	5	( 24,9 )
OA-05	1,0	3,62	2,17	80	29	0,01	0,01	0,10	5	5,78	0,34	30	( 59,9 )
OA-06	1,0	10,84	0,56	360	202	0,01	0,01	0,05	15	3,74	2,90	38	( 5,2 )
OA-07	1,0	0,63	(0,26)	40	8,2	0,01	0,01	0,06	49	5,17	0,04	25	( 41,2 )
OA-08	1,0	3,60	1,59	40	38	0,01	0,01	0,08	18	4,44	0,49	63	( 44,2 )
OA-09	1,0	2,99	1,40	160	40	0,01	0,01	0,08	15	4,97	0,47	25	( 46,8 )
<b>Promedio</b>	<b>1,0 ± 9</b>	<b>3,52</b>	<b>1,04</b>	<b>96</b>	<b>47</b>	<b>0,01</b>	<b>0,01</b>	<b>0,08</b>	<b>13,6</b>	<b>5,13</b>	<b>0,71</b>	<b>23</b>	<b>( 29,5 % )</b>
	<b>1,0 ± 1,0 ± 1,0</b>	<b>3,41</b>											
<b>Chp. Muest.</b>													<b>Factor de div. 30 %</b>
OA-10		3,04		160	40	0,01	0,01	0,14	14	7,90	0,22	125	

- Fallo.
- fractura ó veta.
- Diorita.
- Diorita menor y estratificación.
- Zona de cisalla.
- Zona alterada y mineralizada (confirmada).
- Zona alterada y mineralizada (infirma).
- Area con alto contenido de cobre.
- Acumulación de mineral de cobre.
- Lentes andesíticas.
- Partes tobáceas en volcanitas.
- 
- Stc** Silicificación.
- cl** Calcita.
- chl** Clorita.
- ep** Epifoto.
- cel** Celcita ó ceolita.
- clj** Aroillo.
- ba** Bontito.
- gr-Cu** Óxidos de cobre.
- lim-goe** Gessoon limonítico.
- Ess.** Osminociones.
- f** Foto.
- V** Veta.
- vlt** Vanita.
- J** Diorita.
- Sd** Zona de cisalla.
- zr.** Interreto.
- W** Aacho.
- X** Valor estimado.

Fig.11 MAPA GEOLÓGICO Y MUESTREO DE LA MINA Nº.1 CURACAREL





**Descripciones**

Las zonas silicificadas y mineralizadas están cortadas por sistemas de fallas NE y NNE y fracturas con arcilla y calcita que separan pequeñas porciones monótonas que 5 m de longitud.  
 Las porciones semejan lentes irregulares de 1 metro de espesor con óxidos de cobre diseminados y escasos parches de bornita.

MUESTRA Nº	LONG. DE LA MUESTRA (m)	ANÁLISIS											OBSERVACIONES
		Cu TOT. (%)	Cu SOL (%)	As (ppm)	Ag (ppm)	Pb (%)	Zn (%)	Mn (%)	Mo (ppm)	Fe (%)	S (%)	Al (ppm)	
													(razón de Cu Sol)
OA-28	1,0	3,63	2,60	440	180	0,01	0,01	0,08	21	6,10	0,80	38	(71,1 %)
OA-29	1,0	0,72	(0,46)	100	10	0,01	0,01	0,10	17	5,90	0,03	30	(53,1 %)
OA-30	1,0	1,73	1,09	160	29	0,01	0,02	0,10	20	6,38	0,14	8	(63,0 %)
OA-40	1,0	4,28	2,13	240	28	0,09	0,01	0,10	7	5,47	0,88	30	(44,6 %)
OA-41	1,0	2,83	1,62	580	40	0,02	0,01	0,10	18	5,10	0,78	5	(57,2 %)
Promedio	1,0 x 5	2,74	1,58	304	67	0,03	0,01	0,10	16,6	5,79	0,45	22	(57,1 %)
Chp. Mest.	1,0 x 1,0 x 9	2,23											Factor de dilución 30%
OA-42	1,0	0,83		320	16	0,01	0,01	0,07	15	5,53	0,16	25	
OA-43	1,0	2,34	1,64	520	20	0,01	0,01	0,07	13	5,60	0,14	5	
OA-44	1,0	0,19		240	29	0,01	0,01	0,08	18	6,43	0,02	20	
Promedio	1,0 x 3	1,14		360	13	0,01	0,01	0,07	15,3	5,85	0,21	17	
Chp. Mest.	1,0 x 1,0 x 5	1,01											Factor de dilución 30%
OA-45	1,0	0,84		280	19	0,01	0,01	0,07	12	5,65	0,09	18	

- Folio.
- Fractura o velo.
- Diaciso.
- Diaciso menor y estratificación.
- Zona de cizalla.
- Zona alterada y mineralizada (confirmada).
- Zona alterada y mineralizada (inferida).
- Área con alto contenido de cobre.
- Acumulación de mineral de cobre.
- Lentes onduladas.
- Piques taboques en volcanitos.
- Silificación.
- Cuarzo.
- Calcita.
- Epidoto.
- Calcita o caolita.
- Arcilla.
- Bornita.
- Óxidos de cobre.
- Gesso limonítico.
- Diseminaciones.
- Folio.
- Velo.
- Venito.
- Diaciso.
- Zona de cizalla.
- Integrale.
- Ancho.
- Valor estimado.

Fig12 MAPA GEOLÓGICO Y MUESTREO DE LA MINA Nº.2 CURACAREL

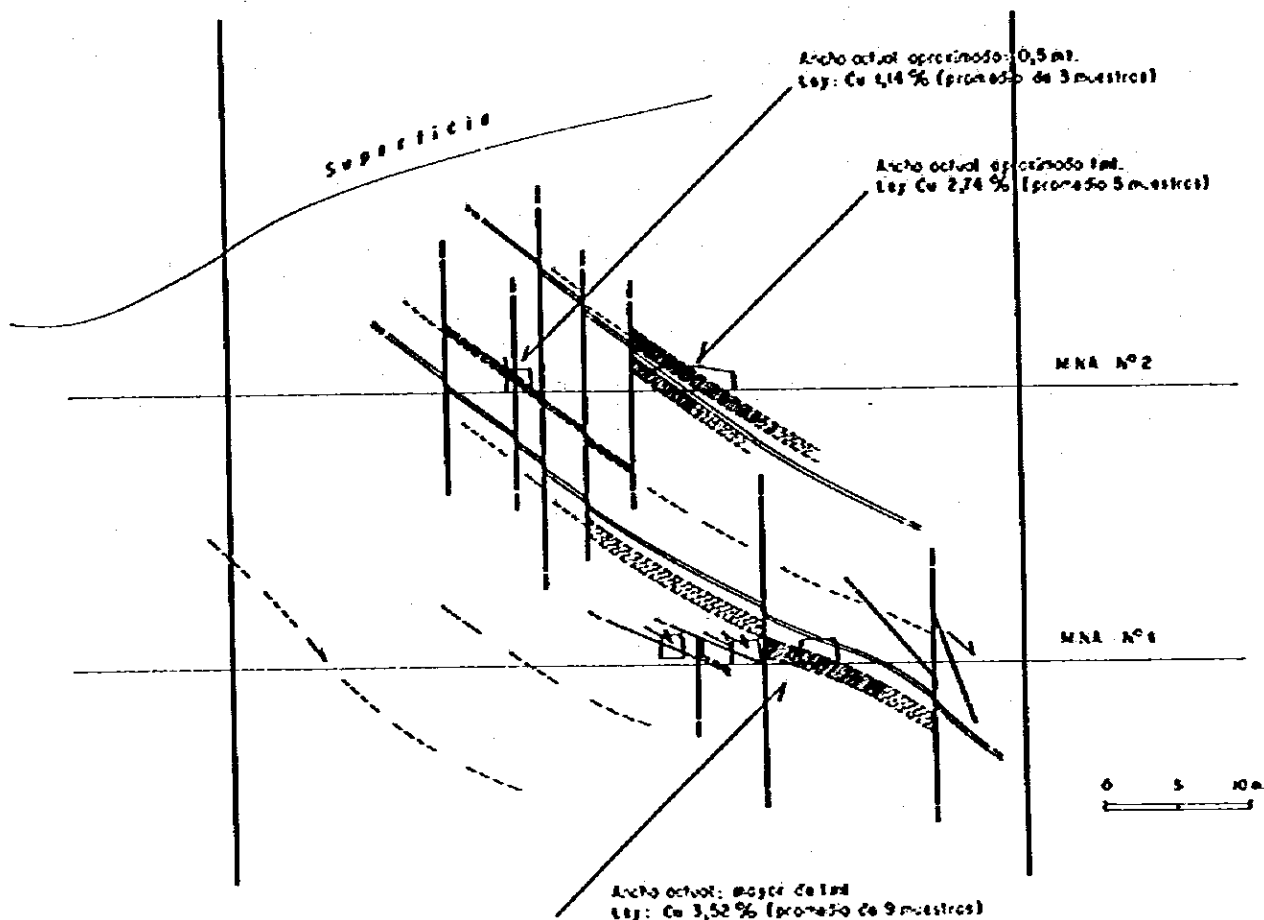


Fig 13 SECCION GEOLOGICO DE LAS MINAS No.1 Y 2, CURACAREIL  
(Sección S-N)

Elemento	Cuerpo N°1 (pot. = 1 m)	Cuerpo N° 2	
		capa sup (pot. = 1 m)	capa inf (pot. = 1 m)
Cu total	3,52%	2,74%	1,14%
Cu soluble	1,04%	1,58%	-
Au	96 ppb	30 ppb	360 ppb
Ag	47 ppm	67 ppm	13 ppm
Pb	0,01%	0,03%	0,01%
Zn	0,01%	0,01%	0,01%
Mn	0,08%	0,10%	0,07%
Mo	13,6 ppm	16,6 ppm	15,7 ppm
Fe	5,13%	5,79%	5,85%
S	0,71%	0,45%	0,2%
As	23 ppm	22 ppm	17 ppm

El promedio de Cu total es 2,87% y Cu soluble 1,23%; (Cu soluble constituye el 42% del Cu total).

Si bien las leyes de cobre son económicamente interesantes, las dimensiones de los cuerpos son pequeñas y por lo tanto carentes de interés. Esta situación se ve complicada por fallas post-mineralización que hacen difícil el reconocimiento.

La exploración geoquímica mediante suelos se hizo según una malla con celda unitaria de 50 x 250 m; su objetivo fue detectar mantos paralelos a los conocidos y la prolongación de los explotados; los resultados fueron negativos.

Las otras zonas mineralizadas, circundantes a la mina Cuaracaret, son pequeñas y de baja ley.

#### 4.3.3. Prospecto Otué (Fig. 14)

El prospecto Otué consiste en una franja de granodiorita mineralizada con un ancho promedio de 150 m y un máximo de 300 m y que posee inclinación del orden de 70°E a 90°. Las leyes de Cu y Mo son muy bajas (menores que 0,2% y 0,01% respectivamente) lo cual descarta cualquier tipo de explotación.

No es posible esperar aumento de las áreas mineralizadas en profundidad, debido a que la mineralización está restringida a una fractura en el borde del intrusivo.

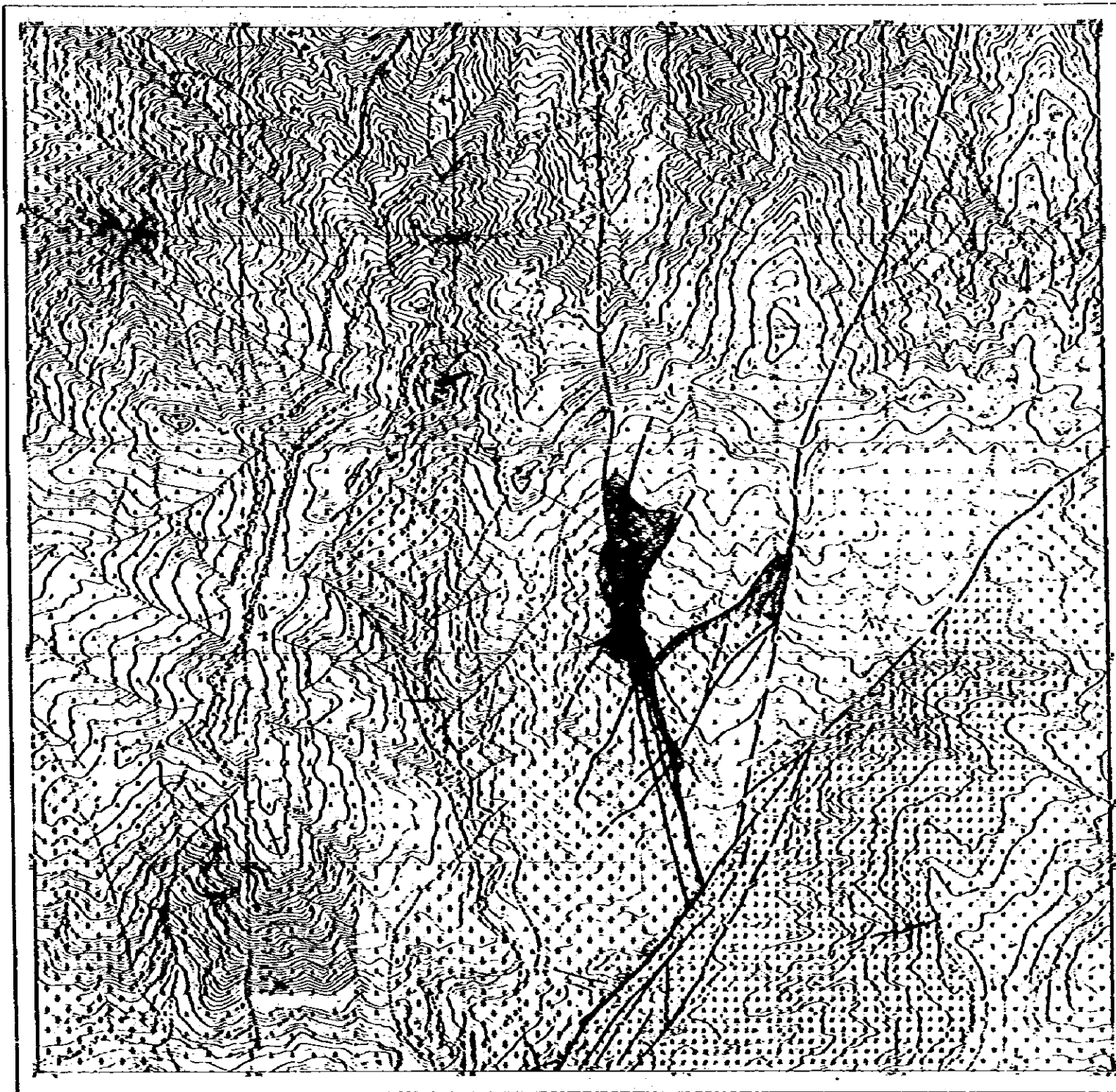


Fig. 14

RECONOCIMIENTO GEOLOGICO  
DE LA REGIÓN ANTIQUA SITUADA AL ESTE DE CONCEPCIÓN

**MAPA GEOLOGICO DEL AREA DEL PROSPECTO OTUE**

MAPA DE UBICACION

PROGRAMA DE EXPLORACION DE MINERALES  
GOBIERNO DE JAPON GOBIERNO DE CHILE

META MINING RESEARCH JAPAN INSTITUTE OF INVESTIGATIONS GEOLOGICAL  
JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION RESEARCH

MAYO 1961

**LEYENDA**

TERCIARIO - Formación de Concepción

CRETACIO - Formación de Concepción

ROCAS INTRUSIVAS

**SIMBOLOGIA**

Contorno

Rio

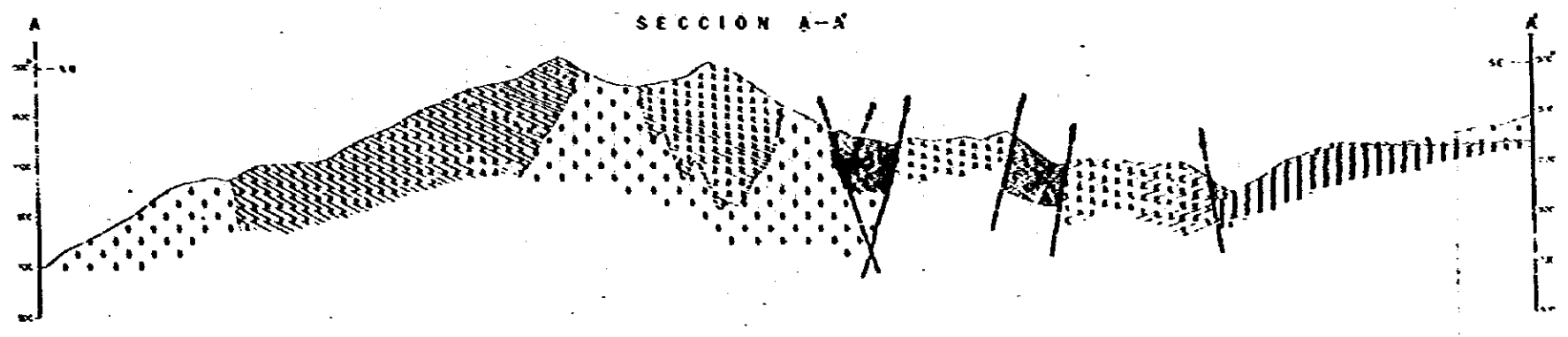
Carretera

Prospección

Minerales

Estación

Altimetría



La mineralización y alteración hidrotermal son débiles y no existe enriquecimiento secundario, por lo cual el prospecto Otué no ofrece expectativas económicas.

#### 4.4. Area Sierra Nevada (Fig. 15)

##### 4.4.1. Resultado del trabajo

Esta área presenta rocas metamórficas de edad desconocida; rocas sedimentarias del Jurásico Medio (areniscas y lutitas); volcanitas andesíticas del Cretácico (andesitas y tobas); rocas sedimentarias y piroclásticas del Eoceno (areniscas y tobas); volcanitas andesíticas asignadas al Mioceno (andesitas y tobas); y lavas basálticas y andesíticas del Plioceno- Pleistoceno. Batolitos y "stocks" de rocas graníticas que afloran en la zona han sido asignados, mediante dataciones K-Ar al Cretácico Superior. Las estructuras más destacadas corresponden a fallas cuyos rumbos son: NE-SW; N-S y NW-SE; el primero de ellos es predominante.

La mineralización cuprífera se presenta como "stockworks", disseminación y vetas. El principal cuerpo mineralizado es el prospecto Galletué ("stockwork" y disseminación). El prospecto Pedregoso es el cuerpo vetiforme más importante.

El levantamiento geoquímico regional confirmó una anomalía de Cu y Mo, generado por los plutones mineralizados en Galletué y Pedregoso.

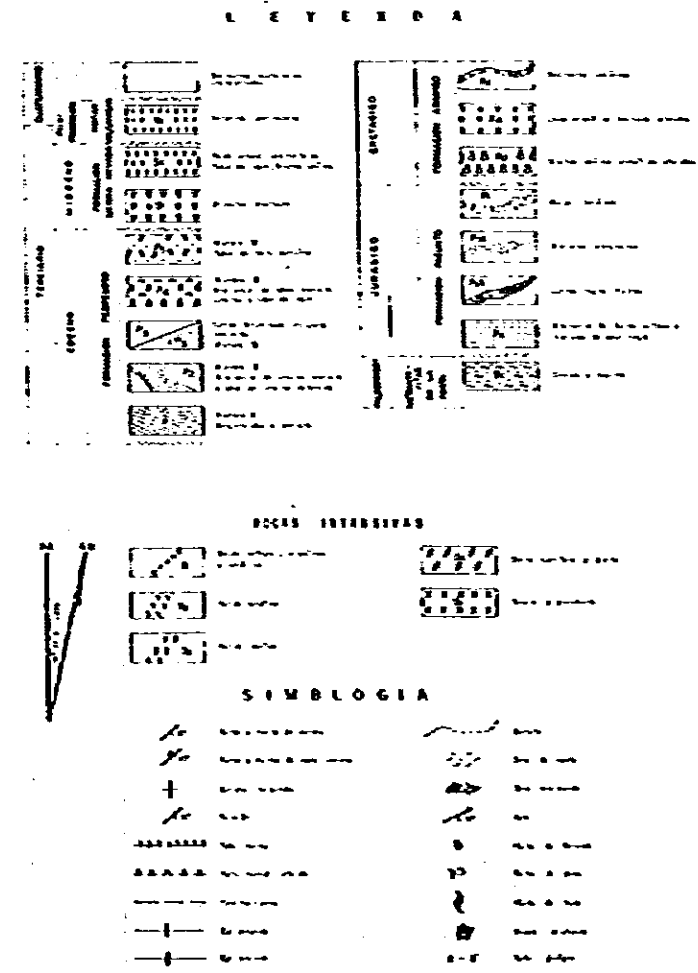
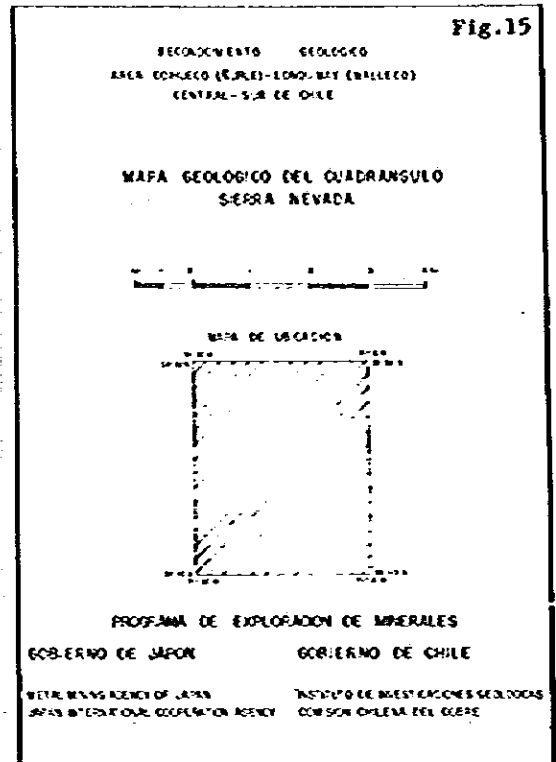
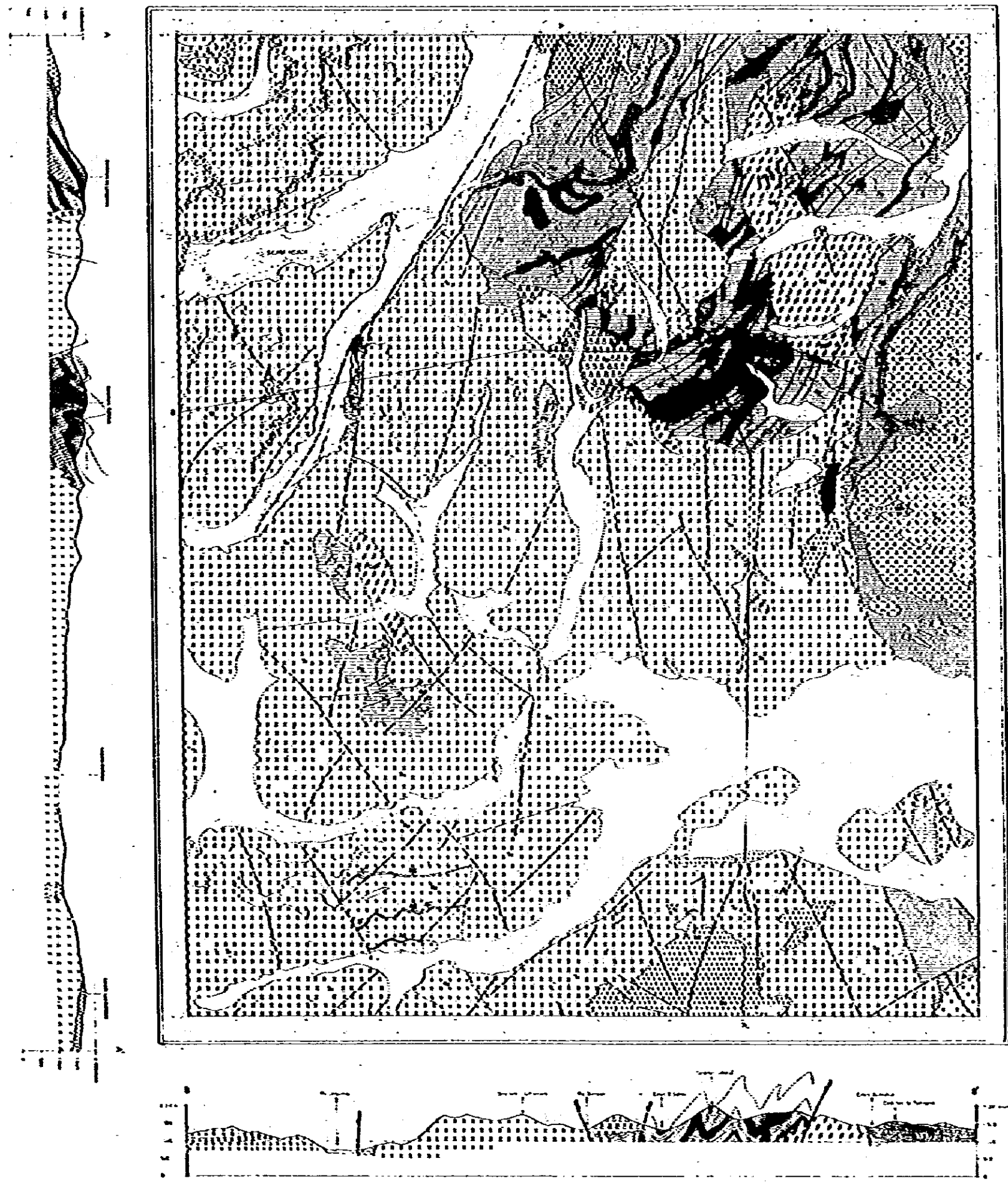
En Pedregoso se detectaron vetillas de cuarzo aurífero con tenores de hasta 37 ppm de Au.

##### 4.4.2. Prospecto Galletué

Fue descubierto el año 1973 por el IIG. Está ubicado 156 km al este de Victoria, provincia de Malleco.

La secuencia de exploración del Prospecto Galletué desde su descubrimiento, ha sido la siguiente:





#### **Año 1973:**

El IIG realizó un estudio geoquímico regional en gran parte de las Regiones del Bío-Bío (VIII) y La Araucanía (IX), detectando valores anómalos de cobre y molibdeno en la parte sur del lago Galletué.

#### **Año 1973 a 1976:**

El IIG efectuó en el área del prospecto, trabajos de geología de detalle, geoquímica de detalle en suelos, magnetometría y exploración geofísica (polarización inducida, magnetometría y radiometría). Los estudios geoquímicos encontraron anomalías de cobre y molibdeno; la exploración geofísica (IP) también detectó una anomalía interesante en el sector sur del prospecto, por lo cual se determinó continuar con los estudios exploratorios.

#### **Año 1977:**

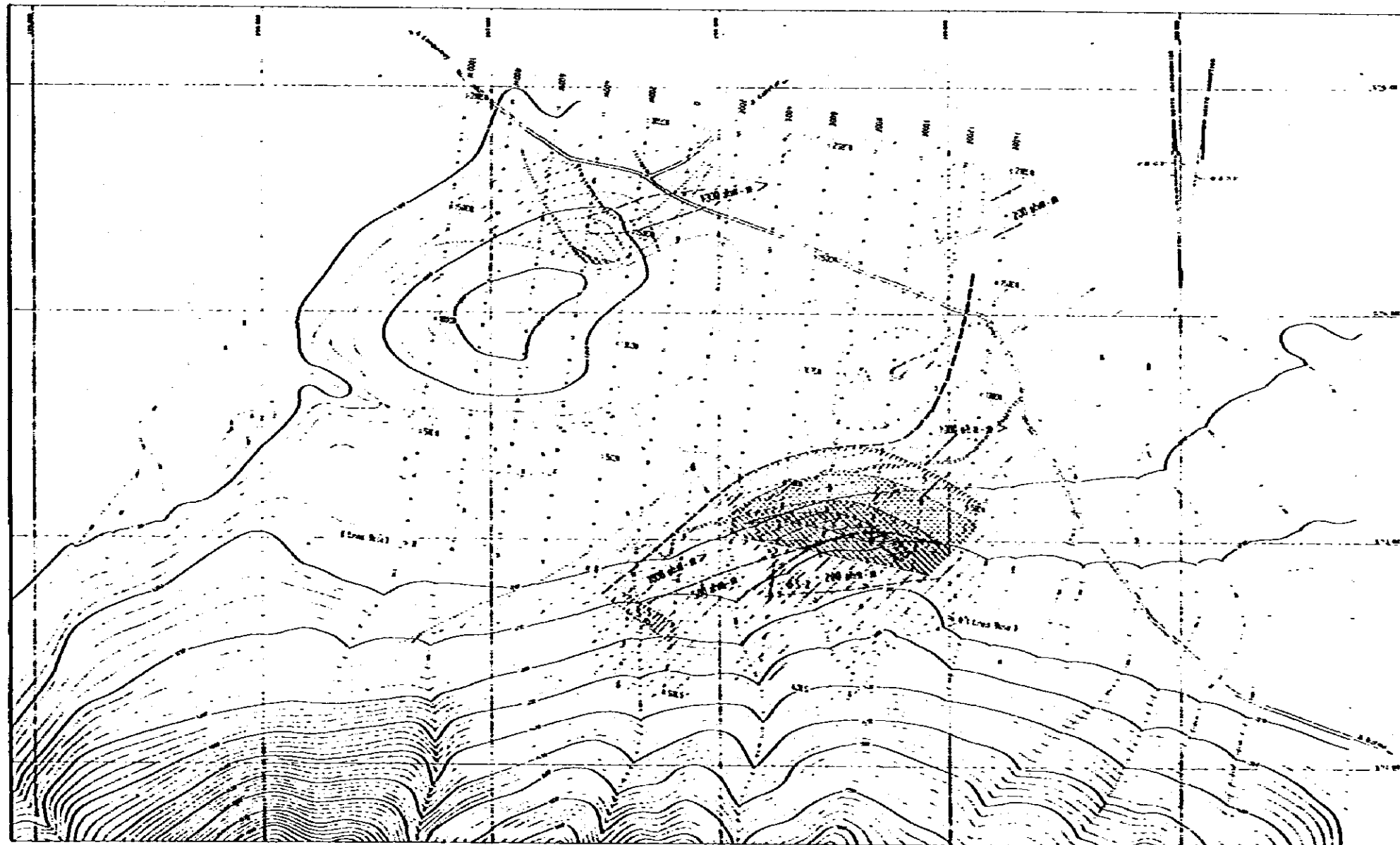
Desde octubre de este año se comenzó el estudio del prospecto como parte de los trabajos conjuntos MMAJ-IIG. Durante ese año se realizó la geología y la geoquímica regional, incluyendo el área del prospecto, a escala 1:50.000 y abarcando una zona de aproximadamente 600 km<sup>2</sup>; también se efectuó geología y geoquímica de detalle, a escala 1:10.000, abarcando 26 km<sup>2</sup>. Los estudios señalados precedentemente confirman la existencia de un yacimiento con cobre y molibdeno emplazado en un intrusivo de pórfido tonalítico, tipo stockwork y diseminado. La elongación del área mineralizada sería E-W, de forma elipsoidal, pensándose que, la mitad norte de esta elipse se encontraría bajo el relleno cuaternario del valle Trufquenlahue.

#### **Año 1978:**







De acuerdo a los resultados de la investigación del año anterior, en noviembre de ese año se realizó un estudio geofísico del relleno cuaternario (28,2 km de perfiles IP, cubriendo un área de 4,8 km<sup>2</sup>). Además, se realizaron dos sondajes diamantinos, uno de ellos para conocer una anomalía geoquímica de cobre en suelos y otro, en un área de afloramientos con fuerte alteración fílica (se perforaron en total 301,10 m). Los estudios geofísicos no detectaron indicios favorables para encontrar mineralización bajo el relleno cuaternario, sin embargo, se detectó una anomalía geofísica (ver Fig. 16) en el sector este del prospecto.







LEYENDA

	Elevacion 3%
	- - 5 -
	- - 3 -
	- - 4 -
	- - 15 -
	Sondaje

Como resultado de los estudios anteriores, incluidos los sondeos, se desprende que la zona más importante del prospecto corresponde al área con alteración fílica (Mo > Cu) que se ubica en la parte central, la cual es rodeada por una zona con alteración sericita-clorita (Cu > Mo) en dirección E-W y 500 m en dirección N-S; el área total alterada en forma notoria tendría 2.800 m en sentido E-W y 900 m en sentido N-S.

#### Geología regional del área del prospecto Galletué

El prospecto Galletué está situado en la parte oriental de la franja orogénica Andina y corresponde a una zona de actividad ígnea representada por volcanismo intermedio a ácido. La actividad ígnea en esta zona se inició con posterioridad a la depositación de una secuencia marina jurásica y está representada por efusiones volcánicas andesíticas en ambiente continental que tuvieron lugar en el Cretácico Medio. Posteriormente, en el Cretácico Superior, se producen intrusiones que generaron batolitos de composición granodiorítica. En el Eoceno, la depositación se realizó parcialmente en ambiente marino y la actividad ígnea se torna de tipo volcánico ácido con efusiones esporádicas, disminuyendo esta actividad en forma paulatina; posteriormente en el Mioceno se produce reactivación de la actividad volcánica.

La mineralización de Galletué está relacionada con un batolito elongado aproximadamente en dirección N-S, denominado Batolito Galletué (MMAJ-IIG, 1978). Desde la latitud de Talca al norte, los batolitos disminuyen en tamaño, dando lugar a stocks más jóvenes que los de la zona de Galletué.

Las estructuras del área del prospecto tiene orientación NE-SW, destacando por su importancia la falla Lonquimay. A lo largo de la cadena andina predominan rasgos tectónicos de orientación N-S, los que no se visualizan en el área de Galletué; por lo cual se considera que la tectónica NE-SW que se ha reconocido es propia del área del prospecto. Parte de la mineralización de Galletué, como asimismo, diques de esta área, son controlados por sistemas con orientación NE-SW.

## **Geología de detalle del prospecto Galletué**

**El Batolito Galletué presenta cambios de facies de tonalita a granito, es leucocrático y de grano medio a grueso. Posee dos facies principales: la parte oeste es tonalítica y la parte este es granodiorítica.**

**El contenido de SiO<sub>2</sub> del batolito varía de 56% a 66% y el índice de diferenciación de 51 a 69, siendo más alto en el sector este que en el oeste, alcanzando hasta un índice de diferenciación de 60; la alcalinidad aumenta proporcionalmente con el índice de diferenciación. El contenido de FeO y MgO varía inversamente con el índice de diferenciación. En el sector este del batolito, el grado de diferenciación se encuentra en una etapa más avanzada que en el sector oeste, la alcalinidad y la sílice aumenta más en la parte este, en cambio FeO y MgO disminuye en la parte este respecto a la oeste.**

**El prospecto Galletué se sitúa próximo al contacto entre ambas facies del batolito Galletué, pero dentro del sector oeste.**

**La roca mineralizada corresponde a una tonalita porfídica o pórfido tonalítico.**

**El pórfido tonalítico se identificó solamente en los sondajes, ya que en superficie se presenta cubierto por el relleno no cuaternario, de modo que su distribución y forma no es del todo clara; sin embargo, de acuerdo a los datos proporcionados por los sondajes, se trata de un cuerpo ovalado en sentido N70°E. El contacto del pórfido tonalítico con las rocas circundantes es irregular; además, este pórfido se ubica cerca del centro de la zona mineralizada, que corresponde a un stockwork con diseminación.**

**La tonalita porfídica está cubierta en gran parte por el relleno cuaternario; de acuerdo a los datos de los sondajes, posee la misma orientación que el pórfido tonalítico, aunque es más lenticular. Al alejarse del centro de la zona mineralizada, la tonalita porfídica cambia a tonalita con textura hipidiomorfa. Los contactos entre la tonalita porfídica, el pórfido tonalítico y la tonalita son graduales.**

**La datación radiométrica, usando el método K-Ar en roca total entregó los siguientes resultados:**

Muestra	Edad
D-80 (tonalita)	80,70 ± 1,26 m.a.
D-108 (tonalita)	77,24 ± 1,11 m.a.
SD-7-99 (pórfido tonalítico)	85,05 ± 3,01 m.a.

Todos estos valores corresponden al Cretácico Superior.

La tonalita está intruída por diques de andesita con rumbo N70°E, lo que indica la existencia de actividad volcánica post-mineralización de edad desconocida.

Existen 3 sistemas de fracturas: N30°W, N60°E y N75°W, de los cuales el sistema N30°W es el más dominante y amplio. Este último no se encuentra mineralizado ni alterado, excepto en el centro del área mineralizada. Este sistema corta al fracturamiento N60°E en la zona exterior mineralizada y su inclinación es 70° a 90° tanto al norte como al sur.

El sistema N60°E se presenta predominantemente en la parte noroeste del prospecto. En estas fracturas hay vetas de calcopirita, pirita y molibdenita con sericita, de potencia aproximadamente 5 cm e inclinación de 30° a 70° de preferencia al sur.

El fracturamiento N75°W se presenta en el centro de la zona mineralizada y es más débil que los otros dos sistemas mencionados. Su inclinación es 40° a 60° principalmente al sur.

Existe un área brechosa en la zona de alteración filica intensa, cuya extensión es 50 x 50 m aproximadamente.

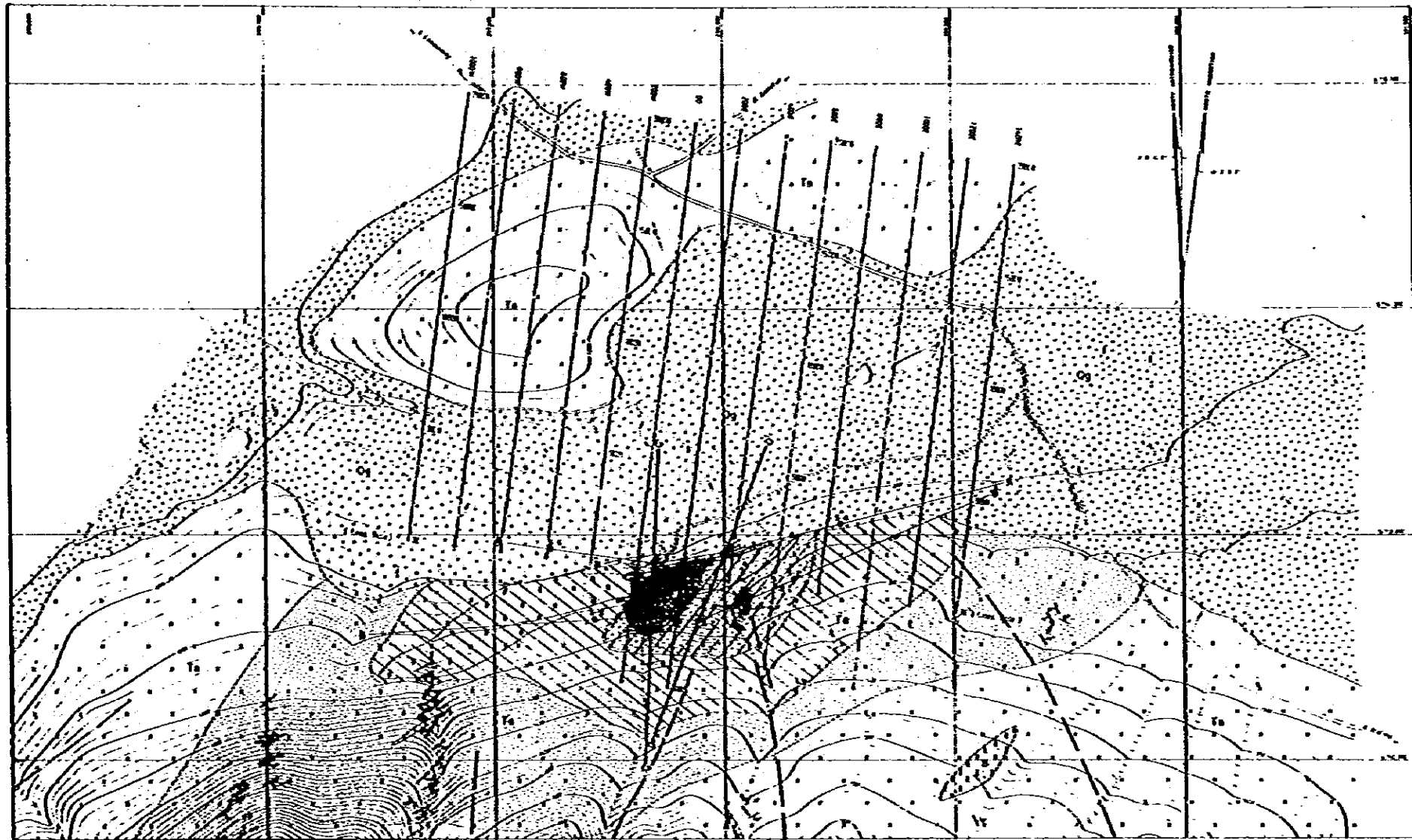
**Mineralización.** - Se distinguen 3 zonas (ver Fig. 17)

- Zona I. Mineralización tipo "stockwork" y disseminación
- Zona II. Mezcla de mineralización tipo "stockwork" y disseminación con vetas
- Zona III. Mineralización vetiforme

La zona I se ubica más al centro del área mineralizada, presentándose las zonas II y III hacia afuera.



Fig.17



SECCIONAMIENTO GEOLOGICO  
DE LA REGION ANONIMA SITUADA AL ESTE DE CONCEPCION

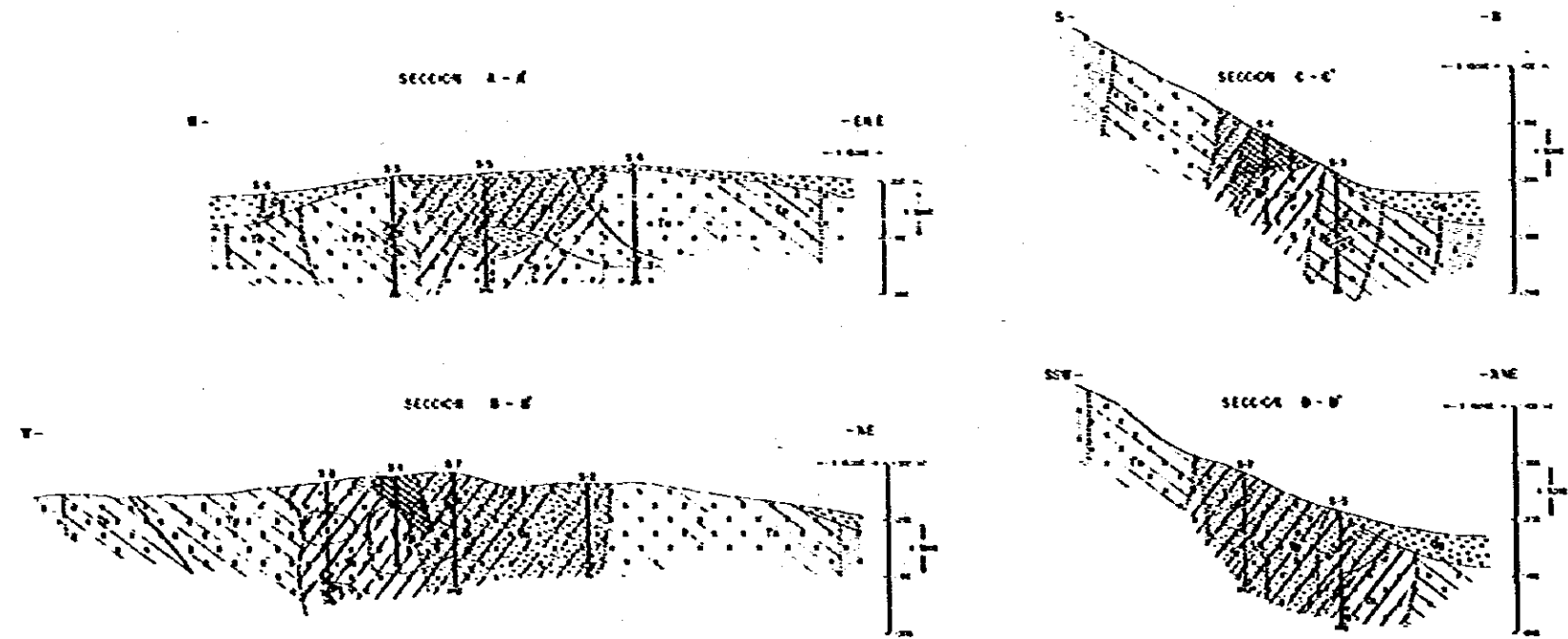
**MAPA GEOLOGICO Y DE ALTERACION  
DEL PROSPECTO GALLETUE**

E.S.

MAPA DE UBICACION

SERRA MEYADA  
2830 - 7115  
E 1:50000

PROGRAMA DE EXPLORACION DE MINERALES  
GOBIERNO DE JAPON      GOBIERNO DE CHILE  
METAL PLANEARIES JAPAN      INSTITUTO DE INVESTIGACIONES GEOLÓGICAS  
SABU INTERNATIONAL EMPLOYMENT AGENCY



- LEYENDA**
- Sedimentos cuaternarios interglaciales
  - ROCAS ÍMPRUSAS**
  - Diorita
  - Andesita
  - Riolita
  - Tufos de concha perforada
  - Tufos perforados
  - Tufos
  - ALTERACION Y MINERALIZACION**
  - Zona de alteracion I
  - Zona de alteracion II
  - Zona de alteracion III
  - Zona de alteracion IV
  - Zona de alteracion V
  - Zona de alteracion VI
  - SIMBOLOGIA**
  - Falla y movimiento de deslize
  - Falla y movimiento normal de deslize
  - Falla y movimiento de empuje
  - Falla y movimiento de deslize
  - Linea de contacto de rocas ímpuras
  - Linea de contacto de rocas ímpuras
  - Contacto ímpuro y de alteracion
  - Perfil geológico de alteracion zona I
  - Perfil geológico de alteracion zona II
  - Perfil geológico de alteracion zona III
  - Perfil geológico de alteracion zona IV
  - Perfil geológico de alteracion zona V
  - Perfil geológico de alteracion zona VI

## Zona I.

Esta zona presenta mineralización tipo "stockwork" y disseminación, es de forma ovalada en sentido NE-SW, con 1.000 m de largo por 500 m de ancho, abarcando un área de 0,35 km<sup>2</sup>.

Las rocas huéspedes corresponden a tonalita porfírica, tonalita y parcialmente a pórfido tonalítico. La alteración de esta zona es tipo cuarzo-sericita y sericita-clorita.

Los minerales primarios, en orden de abundancia son: pirita, calcopirita, molibdenita, magnetita, pirrotina y escasa blenda y galena. Como minerales de ganga se presentan cuarzo y sericita. La pirita se observa disseminada en un "stockwork" de cuarzo o en vetillas con calcopirita. La calcopirita aparece principalmente disseminada, a más raramente en vetillas; está concentrada en la zona con cloritización media a fuerte; en el halo exterior con cloritización débil existe en menor cantidad.

La relación entre los contenidos de cobre y los tipos de alteración es:

Zona cloritizada media a fuerte	Cu : 0,48%
Zona cuarzo-sericita (fílica)	Cu : 0,25%
Zona cloritizada débil	Cu : 0,06%

La razón pirita : calcopirita de la Zona I es aproximadamente de 4 a 1.

El molibdeno aparece en el stockwork en combinación con pirita y cuarzo, rara vez con calcopirita. También se observa como fina película o pecas en vetas de cuarzo. La disseminación de molibdeno es muy escasa. Este elemento se presenta en la zona fílica o en su margen. Los contenidos de molibdeno en relación a las zonas alteradas se detalla a continuación:

Zona cuarzo-sericita	Mo : 0,035%
Zona cloritizada media a fuerte	Mo : 0,008%
Zona cloritizada débil	Mo : 0,003%



La magnetita se observa diseminada ó en vetillas; en este último caso la combinación de minerales es: calcopirita-magnetita; calcopirita-magnetita-cuarzo; magnetita sola. Pequeña cantidad de pirrotina coexiste con pirita y calcopirita. Esfalerita y galena ha sido identificada solamente en el sondaje S-4, en una veta de 1 cm de potencia que además posee pirita, calcopirita y cuarzo.

La ley promedio de la zona I es Cu : 0,15% Mo : 0,012%.

Las concentraciones de cobre son relativamente altas en torno al sondaje S-2 y en tanto que los valores altos de molibdeno aparecen en los sondajes S-1 y S-2.

La zona I corresponde al centro de la mineralización de cobre y molibdeno aunque ella es débil.

#### Zona II.

Se presenta rodeando la zona I, en ella disminuye la mineralización diseminada y aumenta el tipo vetiforme. Su extensión es similar a la zona I, de forma ovalada en sentido NE-SW. La extensión de las zonas I y II es 2.700 m de largo y 1.100 m de ancho.

La roca huésped predominante es tonalita y sus variedades (tonalita porfídica y pórfido tonalítico).

La alteración es principalmente clorita-epidota y secundariamente sericita-clorita.

Los minerales primarios son: pirita, calcopirita, molibdenita y magnetita; estos minerales se presentan diseminados en vetas de cuarzo.

La ley media de esta zona (promedio de los sondajes S-3, S-4 y S-8) es Cu: 0,05% y Mo: 0,002%.

La alteración es débil e incluso existen sectores que no están alterados.

### Zona III.

Corresponde al halo más exterior del cuerpo mineralizado; es elongada en sentido NE-SW, y su extensión es similar a la de las zonas antes mencionadas. La parte norte está cubierta por relleno cuaternario, por consiguiente su extensión es desconocida estimándose que tiene 5 km de largo por 1,4 km de ancho.

La mineralización se presenta en vetas emplazadas en una tonalita. Dichas vetas son delgadas, con potencia media de 3 cm, llegando rara vez a los 15 cm. En la parte oeste de esta zona, el principal sistema de vetas es N60°E y en la parte oriental predomina el sistema N30°W; la inclinación del primero es 30° a 70° al sur y del segundo es 70° a 80° tanto al este como al oeste.

La mineralización de las vetas consiste en pirita, calcopirita y molibdenita; como ganga hay cuarzo y calcita. La pirita, calcopirita y molibdenita están diseminadas en las vetas.

La ley promedio de las vetas es Cu : 0,14% (máximo 0,82%) y Mo : 54 ppm (máximo 730 ppm).

En bandas de aproximadamente 5 cm paralelas a las vetas, hay alteración débil (plagioclasa alterada a sericita y minerales máficos alterados a clorita). Entre las vetas, la roca huésped no posee mineralización ni alteración.

#### Enriquecimiento secundario

En la zona del prospecto existe débil oxidación hasta los 20 m de profundidad, representada por crisocola, malaquita, limonita y hematita. Desde la superficie sólo se presentan minerales primarios, no existe zona lixiviada ni minerales secundarios.

#### Alteración hidrotermal

En el prospecto se distinguen 4 zonas con alteración hidrotermal (MMAJ-IIIG, 1978) desde su centro hacia el exterior son:

- Zona I. alteración cuarzo-sericita
- Zona II. alteración sericita-clorita
- Zona III. alteración clorita-epidota
- Zona IV. con alteración vetiforme

#### **Zona I. Alteración cuarzo-sericita**

Esta zona se ubica adyacente al sondaje S-1; es ovalada en sentido NE-SW con 400 m de largo y 200 m de ancho. La roca huésped corresponde a tonalita porfídica y tonalita. La roca está totalmente alterada a cuarzo y en sericita; la alteración más fuerte se presenta en la tonalita porfídica con textura brechosa. En sectores donde la alteración cuarzo-sericita es más débil, los máficos están alterados a clorita.

Dentro de esta zona hay enclaves con alteración sericita-clorita débil.

Este tipo de alteración corresponde a la zona I de mineralización (tipo "stockwork" y disseminación).

#### **Zona II. Alteración sericita-clorita**

Se presenta rodeando la zona cuarzo-sericita; posee forma ovalada en sentido NE-SW con 1.200 m de largo y 500 m de ancho. Las rocas afectadas son pórfido tonalítico, tonalita porfídica y tonalita.

En esta zona las plagioclasas están alteradas en un 20 a 100% a sericita y muscovita. La biotita y hornblenda están alteradas en un 50 a 100% a clorita y epidota. Localmente aumentan los ojos y venillas de cuarzo.

Este tipo de alteración se asocia a las zonas I y II de mineralización.

### **Zona III. Alteración clorita-epidota**

Se distribuye rodeando la zona sericita-clorita; es de forma ovalada y su extensión, incluidas las dos zonas antes nombradas, es 2.700 m de largo y 1.100 m de ancho.

La roca alterada es principalmente tonalita y parcialmente tonalita porfídica.

La plagioclasa se presenta alterada (menos de 20%) a sericita y parcialmente a calcita. La hornblenda y biotita están alteradas de un 20 a 80% a clorita y epidota. La textura de la roca se observa completamente, por consiguiente la alteración es muy débil.

Este halo de alteración se asocia al tipo II de mineralización.

### **Zona IV. Con alteración vetiforme**

Este tipo morfológico de alteración hidrotermal fue definido en el informe MMAJ-IIG (1978). Corresponde al borde más exterior de la parte mineralizada del prospecto. Su extensión es 5 km de largo por 1,4 km de ancho. La roca huésped es una tonalita.

Las asociaciones de minerales de alteración son cuarzo-sericita, cuarzo-clorita y clorita-epidota-calcita.

En el prospecto Galletué no se identificó alteración potásica ni alteración argílica. La relación entre mineralización y alteración es aproximadamente la siguiente:

- molibdenita se asocia con la alteración cuarzo-sericita.
- calcopirita se asocia con la alteración clorítica.

De lo anterior se desprende que las zonas de alteración definidas servirían como guías de prospección para los minerales indicados.

## **Análisis de inclusiones fluidas**

Las muestras para el estudio de las inclusiones fluidas, pertenecen a vetas de cuarzo con escasa pirita, calcopirita y molibdenita y se tomaron de la parte central de la zona mineralizada.

Las características de las inclusiones fluidas son las siguientes:

- La proporción promedio de las inclusiones multifases es de 20% (6-50%)
- La salinidad de las inclusiones multifases es de 30-55 wt %.
- el grado de llenado de las inclusiones líquidas generalmente es de 0,7 a 0,9.
- la temperatura promedio de llenado de las inclusiones líquidas varía entre 246° y 315°.

Estos valores son similares a los que se encuentran en algunos yacimientos de tipo cobre porfídico (Takenouchi, 1978).

El grado de llenado que tiene la fase líquida (sobre 0,9), indica la presencia de una solución post-mineralización.

Las temperaturas promedio de llenado de las inclusiones líquidas de la zona cuarzo-sericita, sericita-clorita y clorita-epidota, son 271°, 305° y 306° respectivamente y la proporción de las inclusiones fluidas es de 19%, 20% y 38% respectivamente. Estos valores indican temperaturas más altas en la zona exterior que en la zona interna y se deberían a que las muestras se sacaron muy cerca unas de otras.

En resumen, el prospecto Galletué es un depósito de cobre y molibdeno de tipo "porfido cuprifero", cuyo origen está relacionado con actividad ígnea del Cretácico Superior.

La zona con mineralización más fuerte abarca un área de 0,35 km<sup>2</sup> y posee una ley de cobre de 0,15% y de molibdeno de 0,012%. Existen algunos sectores con leyes más altas, pero muy puntuales, en los cuales el contenido de cobre alcanza 0,6%.

En la distribución del molibdeno, existen zonas con leyes de 0,06% en los primeros 57 m del sondaje S-1 y en los afloramientos alrededor del sondaje S-2. Sin embargo, en el resto de los sondajes el molibdeno está disperso y muestra leyes bajas.

La alteración hidrotermal del tipo cuarzo-sericita, abarca un área muy pequeña (400 x 200 m); los otros tipos de alteración hidrotermal son débiles.

La información obtenida del estudio de la mineralización, alteración hidrotermal, petrografía, inclusiones fluidas, etc. permite deducir que el nivel de erosión del prospecto es muy bajo, razón por la cual es improbable encontrar zonas con interés económico.

#### 4.4.3. Prospecto zona de Pedregoso (Fig. 18)

##### Ubicación

Este prospecto está situado a 10 km al sureste del pueblo de Lonquimay, en la comuna homónima; su límite son los ríos Paule por el norte y el río Pacunto por el sur; ambos afluentes del río Bío-Bío.

El prospecto consiste en la mina Nidol de coordenadas: 38°31'44" lat. sur y 71°17'58" long. oeste y cota 1400 m s.n.m. y otras vetas cercanas a la mina con coordenadas 38°32'00" lat. sur y 71°19'00" long. oeste y una altura de 1800 m s.n.m.

##### Geología y Mineralización

La geología del área está representada por areniscas, limolitas y calizas de la formación Pacunto de edad Jurásica. Esta secuencia está intruída por "stocks" de granodiorita de edad cretácica superior y diques de diorita cuarcífera.

Las mina Nidol es una antigua faena que fue objeto de explotación en pequeña escala. Geológicamente se trata de recemplazo en calizas y disseminación en limolitas, todo lo anterior acompañado de silicificación fuerte y disseminación débil de pirita, especialmente en los diques de diorita cuarcífera. En la zona de contacto del intrusivo con los sedimentos, la mineralización (pirrotina, calcopirita, pirita y limonita) se observa en una franja cuyo espesor es inferior a 10 m.

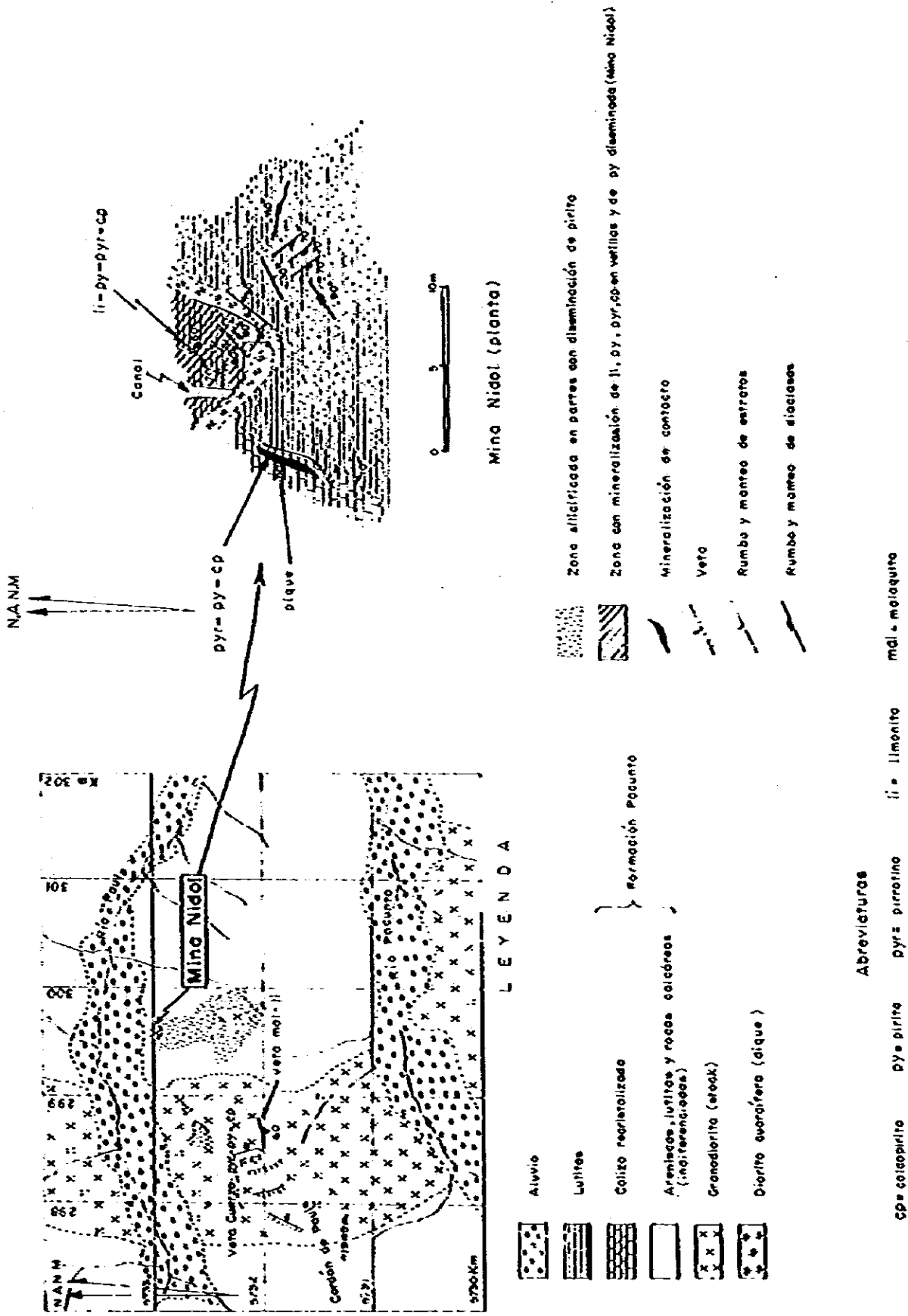


Fig. 18 CROQUIS GEOLOGICO DE LA ZONA DE PEDREGOSO

El otro tipo de mineralización del prospecto Pedregoso corresponde a vetillas de cuarzo-pirrotina-pirita-calcopirita y películas de malaquita y limonita que se presentan en granodiorita. La potencia máxima de las vetillas es de 20 cm, pero en promedio tienen 1 cm; sus rumbos son N-S/90°; la densidad es de 4 vetas por cada 50 m, no tienen gran extensión en corrida y a lo largo de ellas existe silicificación, cloritización y epidotización.

#### Conclusiones

Las vetillas de cobre tienen dimensiones reducidas por lo cual carecen de importancia económica.

Considerando la información proporcionada para esta área en el informe de la fase III, Cap. 2 de la parte III del proyecto MMAJ-IIG (1978), en que se menciona para el "prospecto Río Pacunto" un contenido de 38 gr/t en una muestra recolectada en una veta de cuarzo, la que no fue reconocida este año, como asimismo, la existencia de antiguos placeres de oro en el río Pedregoso, permiten sugerir un reconocimiento de mayor detalle en el área, con el fin de detectar las vetas de oro.

#### 4.4.4. Prospecto Mallín del Toro (Fig. 19)

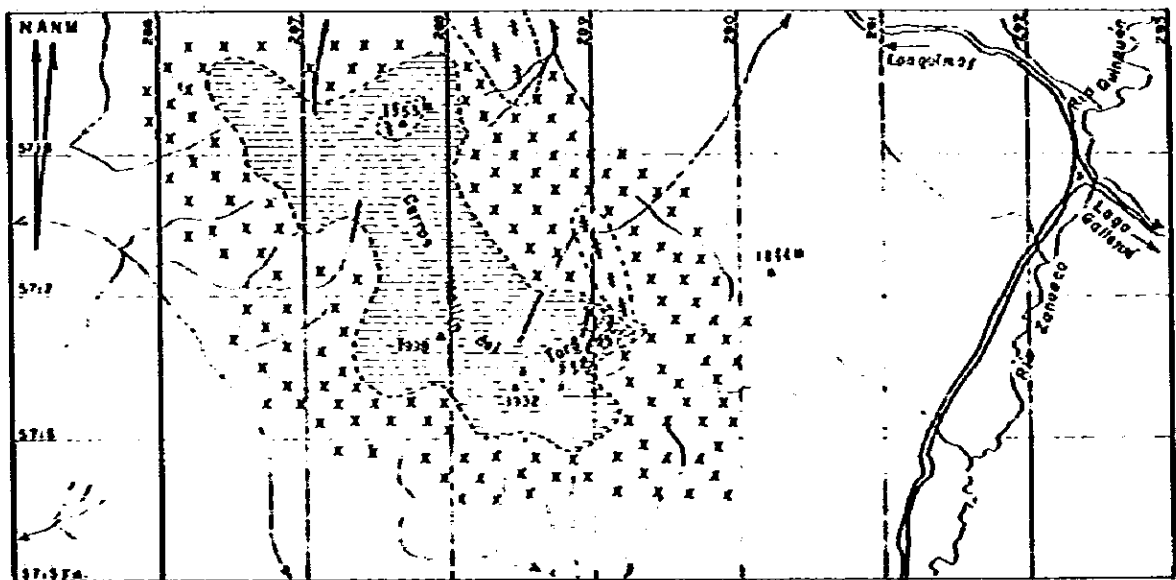
##### Ubicación

Este prospecto está situado a 21 km al suroeste de Lonquimay, en los cerros de Mallín del Toro, al noroeste del estero Zanueco, que desagua en el lago Galletué. Las coordenadas del centro del área son: 38°40'00" lat. sur y 71°26'30" long. oeste; su cota es 1850 m s.n.m.




##### Geología y Mineralización

En el área afloran limolitas y areniscas de la formación Pacunto. Esta secuencia es intruída por el batolito tonalítico de Galletué y por diorita cuarcífera. La formación Pacunto aflora como "roof-pendant" en el Batolito Galletué, presentando disseminación de pirita, pirrotina y escasa calcopirita, acompañada de silicificación, epidotización y cloritización. Tanto la mineralización como la alteración son débiles.





**LEYENDA**

-  Alteración de talitas y oraxiles. Existe silicificación en partes con diseminación de pirita y pirrotina (formación Pocante)
-  Tonalita (Batallito de Gallana)
-  Diorita calcifera

**Fig. 19 CROQUIS GEOLOGICO DE LA ZONA DE MALLIN DEL TORO**

## Conclusiones

La mineralización y alteración de este prospecto son resultados de la intrusión del batolito, pero el grado de alteración y mineralización es débil. El año 1978 se reconocieron anomalías de molibdeno y alteración hidrotermal débil, lo que indujo a pensar en una posible zona con interés económico, pero en el presente estudio se determinó que sólo se trata de mineralización muy escasa, asociada a la zona de metamorfismo de contacto, sin importancia.

### 4.5. Otros Prospectos

#### 4.5.1. Generalidades

Anteriormente se explicó la geología general y de detalle de las cuatro áreas elegidas a partir de los estudios geológicos iniciales.

Fuera de estas 4 áreas seleccionadas, se realizaron estudios preliminares en diferentes prospectos y minas de la zona.

A continuación se detallan los resultados de estos estudios preliminares.

#### 4.5.2. Mina La Plata (Fig. 20)

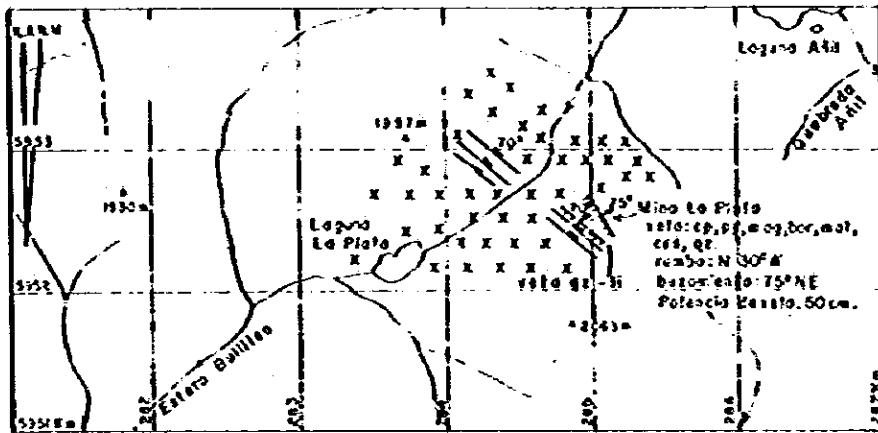
##### Ubicación

Este prospecto está ubicado al 51 km al este de San Carlos, en las nacientes del estero Bullileo, afluente del río Ñuble. Sus coordenadas son: 33°32'54" lat. sur y 71°24'04" long. oeste, la cota aproximada es 1.600 m s.n.m.

##### Geología y Mineralización

El prospecto consiste en una veta de cobre explotada entre año 1910 y año 1920 mediante dos socavones y una chimenea.

En el área de la mina aflora un batolito granodiorítico sin alteración (batolito Santa Gertrudis). La veta, emplazada en el batolito está controlada por fracturas de dirección noroeste.



Escala 1: 50.000

0 1 2 3 Km

**Leyenda**



Greasdierrite (borolite)



Yato



Ruedo y montes de dióxido

**Abreviaturas**

cp = calcopirita

py = pirita

mag = magnetita

bor = bornita

mal = malaquita

crs = crisocoba

qz = cuarzo

li = limonita

**Fig.20 CROQUIS GEOLOGICO DE LA MINA LA PLATA**

Los minerales de la veta son malaquita, crisocóla, calcopirita, bornita, pirita, magnetita y limonita. la ganga es: cuarzo, turmalina y sericita. la potencia de la veta es 50 cm y su rumbo N30°W/75°NE (González, 1978).

#### Conclusiones

En el área de la mina no se observan otras vetas, pese a presentarse buenos afloramientos. La roca huésped no está alterada, de lo que se desprende que el prospecto no reviste interés económico.

#### 4.5.3. Prospecto La Mortandad (Fig. 21)

##### Ubicación

Este prospecto está situado a 43 km al este de San Carlos, comuna de San Fabián de Alico, provincia de Ñuble, VIII Región. Sus coordenadas son: 36°34'23" lat. sur y 71°20'20" long. oeste.

##### Geología y Mineralización

El prospecto se sitúa a 1.200 m s.n.m., al este del estero El Imposible; su extensión es 150 m en dirección N-S por 180 m en dirección E-W. Geológicamente consiste en andesitas y brechas andesíticas, que presentan diseminación de pirita, acompañada por alteración propilítica y argílica débil. La pirita generalmente está limonitizada por consiguiente los afloramientos se ven de color café-rojizo. La pirita se observa microscópicamente como marcasita.

#### Conclusiones

De acuerdo a las observaciones realizadas en este prospecto, se concluye que la piritización es predominante y la alteración hidrotermal débil, por lo que el área no reviste interés económico.

#### 4.5.4. Mina El Gallo (Fig. 22)

##### Ubicación

El prospecto está situado 56 km al sureste de San Fabián de Alico, entre el estero Santa Gertrudis y el estero Las Damas, ambos afluentes del río Ñuble. Sus coordenadas son 36°42'50" lat. sur y 71°24'56" long. oeste. La cota es 1850 m s.n.m.

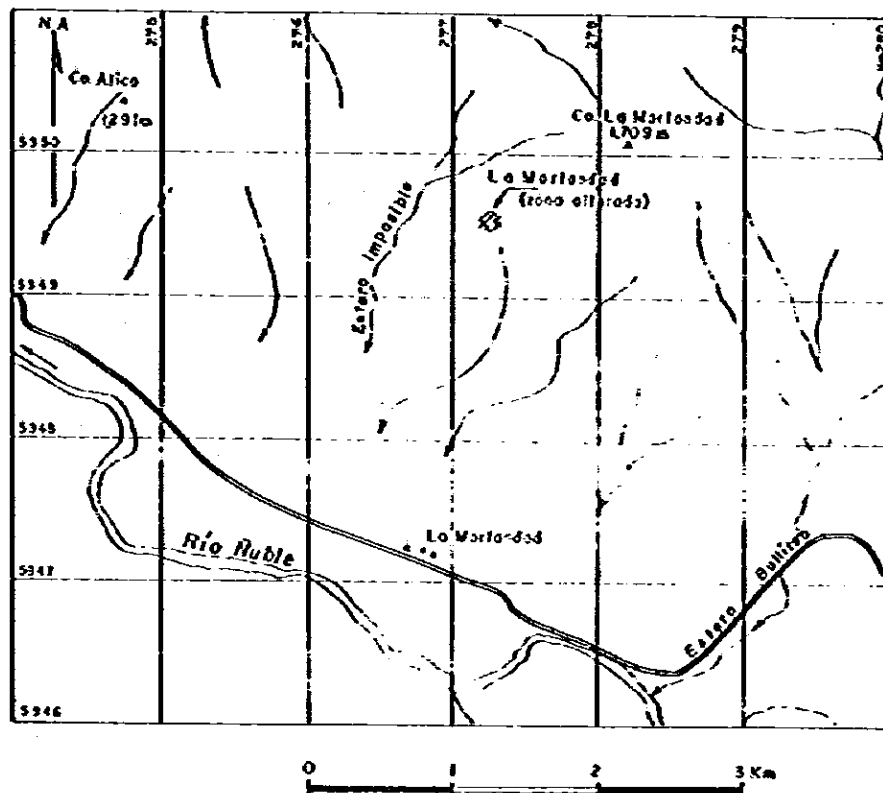


Fig. 21 MAPA DE UBICACION DEL PROSPECTO LA MORTANDAD

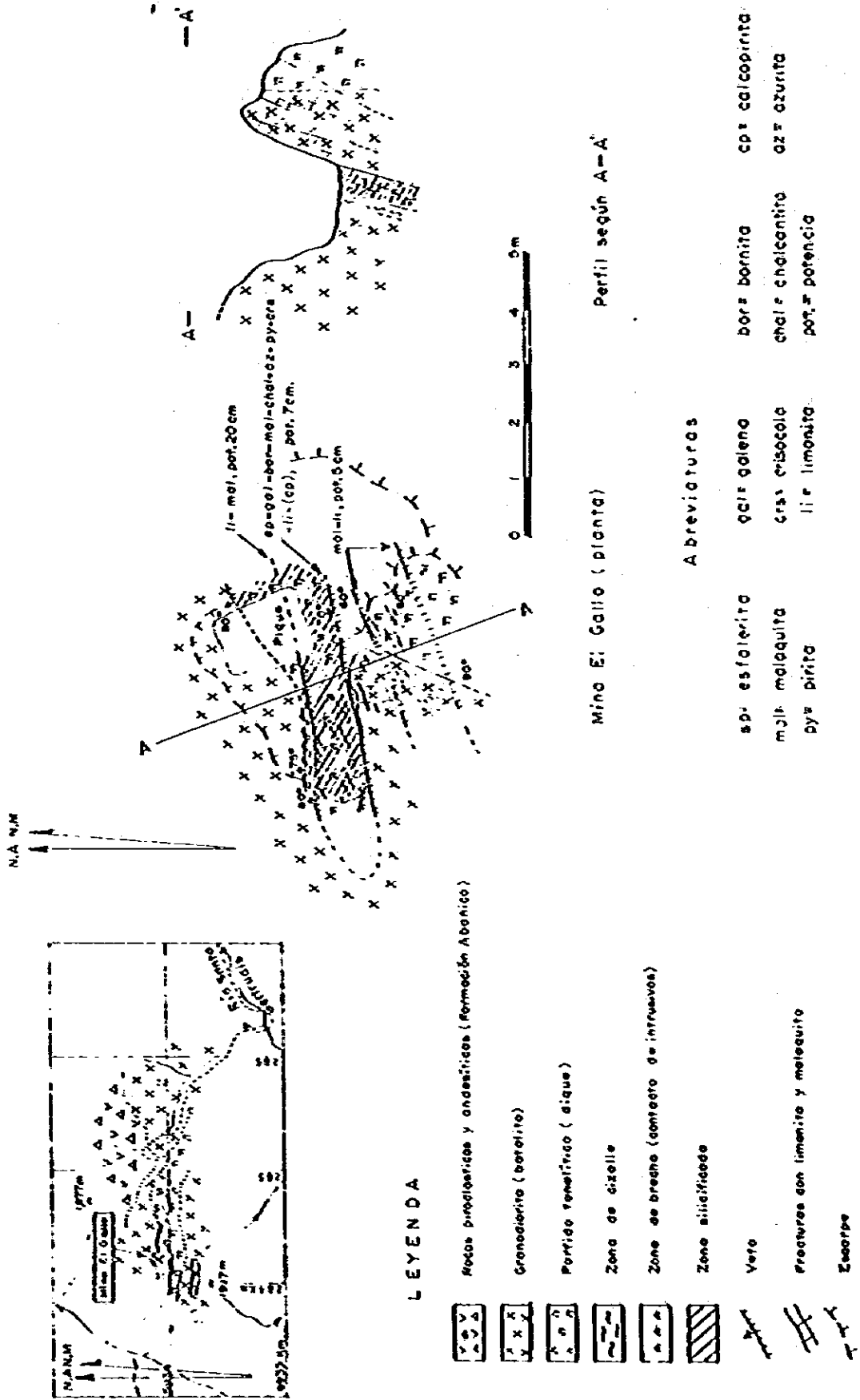


Fig.22 CROQUIS GEOLOGICO DE MINA EL GALLO

## **Geología y Mineralización**

La mina El Gallo consiste en un pique y un socavón, que servían para explotar una veta de cobre.

Según información de lugareños la explotación se paralizó en junio-julio de 1979. No se cuenta con antecedentes de producción pero en consideración a la cantidad de desmontes y al tamaño de las instalaciones (case, etc.) cercanos al pique, se estima que la explotación fue en pequeña escala.

La geología del área de la mina está constituida por lavas andesíticas y rocas piroclásticas y volcánicas andesíticas, un batolito de granodiorita (batolito Santa Gertrudis; González, 1978) de edad Terciario Inferior y diques de tonalita.

La roca encajadora varía entre un pórfido tonalítico y granodiorita. La mineralización está formada por: calcopirita, bornita, covelina, blenda, galena, malaquita, crisocola y limonita.

La potencia de la veta fluctúa entre 5 y 20 cm, la parte más ancha se produce en el contacto entre la granodiorita y el pórfido tonalítico.

Hay silicificación a lo largo de la veta en una banda de 60 cm de espesor, con diseminación de calcopirita y blenda. En fracturas se observa crisocola, malaquita y limonita, en pequeña cantidad. La ganga es cuarzo opaco.

Aparte de la veta mencionada, no existen en las cercanías otras áreas mineralizadas.

### **Conclusiones**

En el intrusivo no se observa otro cuerpo mineralizado aparte de la veta estudiada; la cual es pequeña en extensión, careciendo de importancia económica.

## Capítulo 5. Geología y mineralización global

### 5.1. Geología

En la Fig. 23 se muestra la columna geológica general de área situada al este de Concepción. Estratigráficamente, de abajo hacia arriba, se distinguen: gneisses y esquistos de edad desconocida; sedimentos marinos del Jurásico Medio; andesitas y rocas piroclásticas del Cretácico; rocas piroclásticas y andesitas asignadas al Mioceno; rocas volcánicas andesítico-basálticas del Plioceno-Pleistoceno y sedimentos y coladas del Cuaternario.

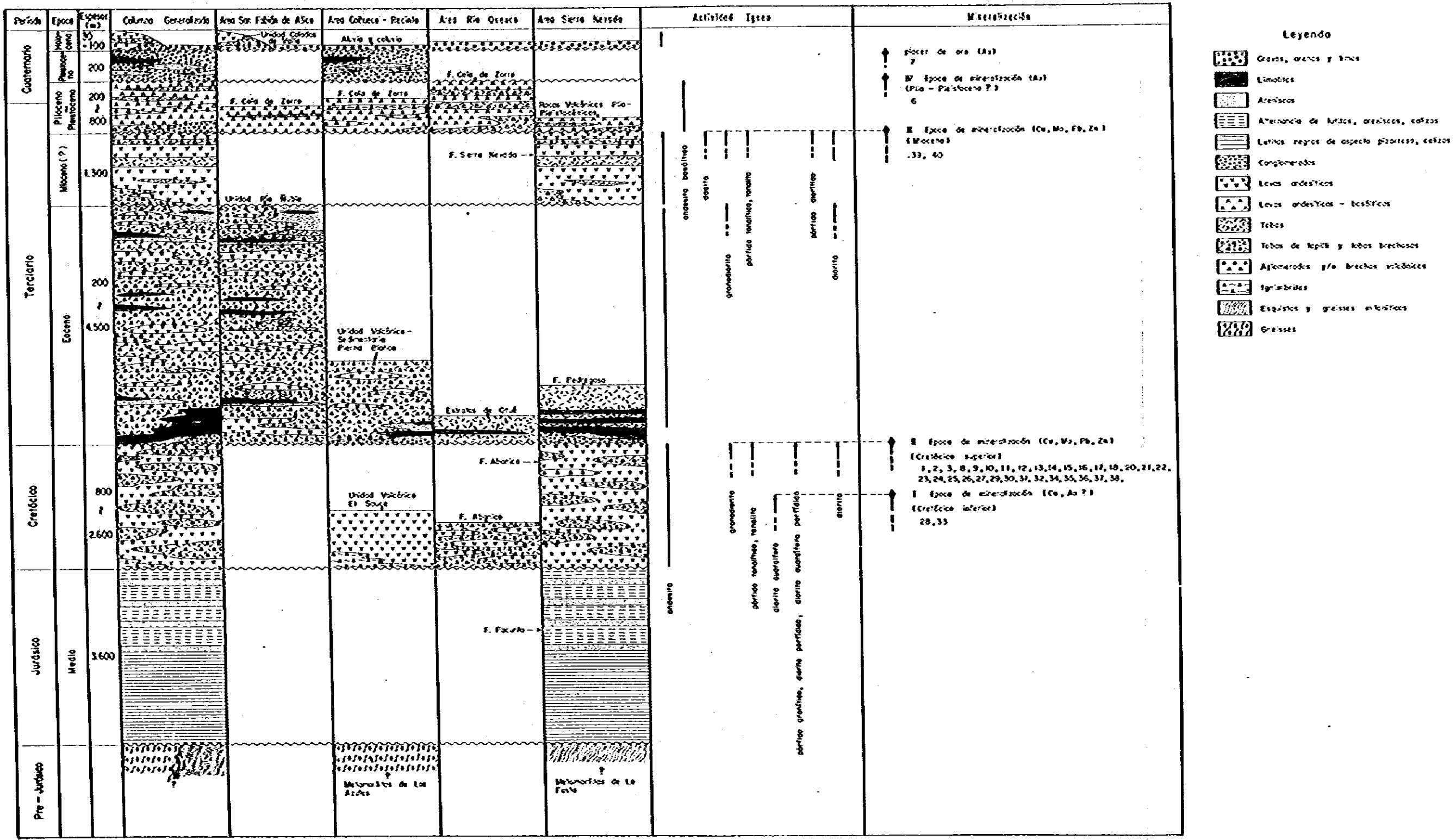
Las rocas de edad desconocida (Metamorfitas de Los Azules, Metamorfitas de La Pusta) se han identificado en las áreas de Coihueco y Sierra Nevada; Corresponden principalmente a gneisses de biotita y milonitas. Estas rocas están intruidas por granitoides del Cretácico Superior. Arealmente son de poca extensión.

Las rocas sedimentarias del Jurásico Medio (Fm. Pacunto) se encuentran al NE de Sierra Nevada, corresponden principalmente a lutitas, alternadas con limolitas y margas. Cronológicamente, en base a fósiles, es posible asignarlas al Dogger y posiblemente al Malm. Presentan pliegues de ejes NE a NNE y están intruidas por granitoides del Cretácico Superior.

Las rocas del Cretácico (Fm. Abanico, Unidad Volcánica El Sauce) son principalmente andesitas propilitizadas y rocas piroclásticas. Afloran en todas las áreas a excepción de San Fabián de Alico, y su potencia varía entre 800 y 2600 m. La gran distribución areal y espesor de estas rocas, indican un intenso y extenso episodio volcánico continental, el cual corresponde al inicio de una fase magmática que culmina en el Cretácico Superior con el emplazamiento de intrusivos de carácter intermedio a ácido. Sistemas de mineralización y alteración hidrotermal, en el áreas estudiada tienen relación con dicho magmatismo. Las rocas cretácicas están suavemente plegadas.







- Leyendo**
- Gravas, arenas y limas
  - Limolitas
  - Areniscas
  - Alternancia de lutitas, areniscas, calizas
  - Lutitas negras de aspecto glauco, calizas
  - Conglomerados
  - Lavas andesíticas
  - Lavas andesíticas - basálticas
  - Tefes
  - Tefes de lapilli y bombas brechosas
  - Aglomerados y/o brechas volcánicas
  - Trazimbrides
  - Esquistos y greses micáceos
  - Greses

Fig.23 COLUMNA GEOLÓGICA GENERALIZADA DE LA REGION ANDINA SITUADA AL ESTE DE LA CIUDAD DE CONCEPCION

Las rocas asignadas al Eoceno (Unidad Volcánico-Sedimentaria Pierna Blanca, Estratos de Otué, Fm. Pedregoso, Unidad Río Ñuble) son principalmente rocas piroclásticas y en menor grado andesitas y rocas clásticas. La presencia de rocas clásticas en la parte inferior de la secuencia eocena (Sierra Nevada) indicaría que en algunos sectores, al inicio de esta época la sedimentación ocurrió en un ambiente subacuático continental, para terminar en una depositación netamente volcánica continental. El espesor de la secuencia varía entre 200 y 4500 m y se presenta afectada por plegamientos de ejes N-S.

Las rocas asignadas al Mioceno (Fm. Sierra Nevada) se reconocen sólo en el área de Sierra Nevada; corresponden a andesitas y rocas piroclásticas, en disposición subhorizontal.

Las rocas del Plioceno-Pleistoceno (Fm. Cola de Zorro) tienen una gran distribución areal, y un espesor variable entre 200 y 800 m, corresponden a andesitas-basálticas con algunas intercalaciones de tobas soldadas y rocas piroclásticas. Su disposición es subhorizontal. Indican una intensa actividad volcánica.

El Cuaternario está representado por la Unidad Sedimentaria La Segunda (Pleistoceno) reconocida en el área Coihueco-Recinto, y corresponde a conglomerados, areniscas y limolitas con poca consolidación. Además está representado por sedimentos no consolidados por coladas en valles.

Las rocas intrusivas son de carácter intermedio a ácido, principalmente granodioritas y tonalitas. Afloran mayoritariamente como batólitos, en menor grado como "stock", diques y filones manto. Las edades radiométricas de las rocas intrusivas, por el método K-Ar, se indican en la tabla 6.

El "stock" Pacunto en Sierra Nevada presenta la edad más antigua del área con 123 ± 12 m.a. La mayor parte de los batólitos pueden ser asignados al Cretácico Superior, sin embargo otros batólitos y cuerpos menores presentan edades miocena.

Tabla 6 DATACIONES RADIOMETRICAS POR METODO K/Ar

Area	Litología	Edad y mineral (m.a.)	Tiempo geológico	Observaciones
San Fabián de Alico	granodiorita	15,0 ± 1,6 (biotita)	Mioceno	} batolito de Santa Gertrudis } stock
	id	17,8 ± 2,2 (biotita)	id	
	id	17,9 ± 0,9 (roca tot.)	id	
	diorita	10,3 ± 1,5 (roca tot.)	id	
	tonalita	13,4 ± 0,9 (roca tot.)	id	
Colihueco - Recinto	granodiorita	14,4 ± 1,6 (biotita)	Mioceno?	} alterada } mismo batolito
	id	82,9 ± 3,8 (biotita)	Cretácico superior	
	id	85,4 ± 5,2 (biotita)	id	
Río Queuco	tonalita	12,3 ± 0,36 (biotita)	Mioceno	} batolito } mismo batolito alterada débil } stock alterada débil
	granodiorita	76,50 ± 1,83(anfibola, biotita)	Cretácico superior	
	diorita	55,34 ± 1,88(anfibola)	Paleoceno~Eoceno	
	diorita porfídica	64,19 ± 3,07(roca tot.)	Cretácico superior~ Paleoceno	
Sierra Nevada	diorita cuarcífera	123,26 ± 2,32(anfibola)	Cretácico inferior	} cuerpo de paucunto } batolito de Galletué } cloritizada débil
	tonalita	82,66 ± 1,63 (biotita)	Cretácico superior	
	granodiorita	93,62 ± 5,03 (biotita)	id	
	id	80,70 ± 1,26 (biotita)	id	
	tonalita	77,24 ± 1,11 (biotita)	id	
	pófido granodiorítico	85,05 ± 3,01 (biotita)	id	
	tonalita	53,09 ± 1,39 (biotita)	Eoceno	

Esta información permite señalar que la actividad intrusiva comenzó, como edad mínima cretácica inferior. Aunque no es un estudio sistemático de las edades de los intrusivos del área, se puede interpretar que la actividad magmática fue más intensa en el Cretácico Superior, declinando hacia el Terciario.

Es propio observar que los intrusivos más jóvenes del área se ubican hacia el este de esta. En general esto, corresponde con la tendencia observada para otras localidades de Chile, respecto de las edades de los intrusivos.

## 5.2. Estructura

Las estructuras del área presentan en general un rumbo N-S a NNE-SSW; en Sierra Nevada, sin embargo, se observa un predominio de estructuras de orientación NE-SW. Los pliegues en el área se reconocen hasta en rocas estratificadas del Eoceno, en rocas más jóvenes no han sido observados. Las fallas afectan hasta rocas del Plioceno-Pleistoceno, pero son más comunes en las rocas terciarias.

Es posible, por lo tanto, suponer que la mayor actividad tectónica del área ocurrió antes del Mioceno.

## 5.3. Mineralización y alteración hidrotermal

Un resumen de la distribución de la mineralización se presenta en la Tabla 7. En general, corresponde a diseminación, "stockwork", mantos, vetas y placeres. Por su importancia predominan el tipo diseminación y "stockwork", tipo pórfido cuprífero, entre los cuales destacan los prospectos Galletué y San José; menos importancia tienen el yacimiento mantiforme epitermal de Curacaret, la diseminación aurífera de Minas del Prado y las vetas de Mina El Gallo, de La Plata, etc. El elemento más abundante es el Cu, luego Mo y Au; localmente hay mineralización de Ag, Pb y Zn carente de importancia económica.

En los yacimientos de cobre, se presenta como mineral primario principal calcopirita, y en menor grado bornita (Mina Curacarel), la pirita está casi siempre presente. La oxidación y enriquecimiento secundario son débiles y sin desarrollo; es común que los minerales hipógenos estén presentes en los afloramientos. Cuando hay oxidación y enriquecimiento aparecen malaquita, crisocola, calcosina, bornita y más raramente Cu y Ag nativos (San José).

El molibdeno se presenta en pórfidos cupríferos como molibdenita, en los afloramientos hay ferromolibdita.

El principal yacimiento de oro es el "stockwork" de cuarzo aurífero Las Minas del Prado, actualmente en explotación; el oro se presenta en forma de oro nativo o como "electra", acompañado por pirita. En general la mineralización se emplaza en la Unidad Volcánico-sedimentaria Pierna Blanca. Vetas de cuarzo con oro se emplazan en volcanitas que eventualmente podrían corresponder a la Formación Cola de Zorro, la determinación de la edad, en este caso, es un problema pendiente. Placeres auríferos, relacionados con este yacimiento, se observan en las rocas de la Unidad Sedimentaria La Segunda (Pleistoceno).

La alteración hidrotermal asociada con mineralización, en el área, principalmente es silicificación. También son comunes sericitización, cloritización, y carbonitización. En los prospectos Galletué y San José hay zonación en la alteración hidrotermal.

Las rocas intrusivas asociadas con mineralización, en el área son: granodiorita, tonalita, diorita cuarzifera, pórfido tonalítico, diorita cuarzifera porfídica y dacita.

La edad de la mineralización se distribuye en cuatro grupos:

1. Cretácico Inferior: Prospecto Pedregoso.
2. Cretácico Superior: a esta edad corresponde el 80% de la mineralización reconocida, principalmente cobre y molibdeno y localmente plomo-zinc. Los principales prospectos son San José, Galletué y Curacarel.

3. Mioceno: corresponde a los prospectos Las Tragedias y Las Minas, con mineralización débil de cobre y molibdeno.
4. Plioceno-Pleistoceno: el mejor representante es el prospecto Las Minas del Prado, aún cuando hay inseguridad respecto a su edad.

Resumiendo lo expresado anteriormente es necesario recalcar que la mineralización detectada es de baja ley o volúmenes pequeños. Las leyes de Curacareí son anormalmente altas (2,87% de Cu) pero su tamaño es pequeño, con fallas, lo cual hace difícil la exploración y explotación; en todo caso podría ser un yacimiento económico pequeño y eventualmente encontrarse nuevas reservas de mineral con una exploración adecuada.

Aquellas zonas de Las Minas del Prado con contenidos de oro próximo a 1 gr/tón pueden tener localmente leyes mayores y constituir pequeños yacimientos.

El pórfido cuprífero Galletué, con leyes media de Cu y Mo 0,15% y 0,012% respectivamente, es sub-económico. No hay posibilidades de enriquecimiento secundario por lo cual se considera difícil que con las condiciones económicas actuales, sea un yacimiento rentable.

El prospecto San José carece de exploración suficiente, pero de acuerdo a los antecedentes disponibles las posibilidades de encontrar mejores leyes y volúmenes atractivos son pobres.

De acuerdo a los resultados anteriores, es posible hacer una breve reseña a cerca de la potencialidad minera en el área.

Se reconoció mineralización del tipo pórfido cuprífero (prospecto San José y Galletué) al sur del yacimiento El Teniente, estos yacimientos están relacionados con intrusivos del Cretácico Superior. Sin embargo este tipo de yacimientos del área presentan generalmente muy débil lixiviación y oxidación.

Referente a las vetas, ellas son poco potentes y con escasa extensión en corrida. Se encuentra poca mineralización asociada a las fallas principales, de rumbo N-S a NNE-SSW, sino que en fallas menores de orientación NW-SE.

Los yacimientos mantiformes tipo Curacareí tiene leyes altas con volúmenes bajos, sin embargo su potencialidad debe ser tomada en cuenta en otros trabajos de exploración.

La mineralización relacionada con metamorfismo de contacto es de baja ley, carente de importancia; por las características de las rocas caja (sin rocas calcáreas) son escasas las posibilidades de encontrar yacimientos metasómáticos.

Los yacimientos de cuarzo aurífero tienen posibilidades económicas y deben ser estudiados cuidadosamente.



## Capítulo 6. Conclusiones

1. El trabajo realizado durante los 4 años es el siguiente:

Análisis de imágenes Landsat	5.800 km <sup>2</sup>
Análisis de fotogeología (4 áreas)	2.381 km <sup>2</sup>
Levantamiento geológico regional (4 áreas)	2.381 km <sup>2</sup>
Estudio geológico en detalle (5 proyectos)	95 km <sup>2</sup>
Estudio geoquímico	1.954 muestras
Estudio geofísico IP (2 prospectos)	66,6 km
Exploración con sondajes (2 prospectos)	1.942,10 m (11 sondajes)

2. Días de trabajo totales = 836 (promedio anual 209 días)

3. Personal técnico	Japón : 41
	Chile : 24
	Total : 65

4. Se eligieron 4 áreas para trabajos de detalle; ellas fueron:

- Area San Fabián de Alico
- Area Coihueco-Recinto
- Area Río Queuco
- Area Sierra Nevada

El trabajo en ellas permitió definir 5 prospectos para trabajos de mayor detalle:

- Prospecto Las Minas del Prado (en área Coihueco-Recinto)
- Prospecto San José (en área Coihueco-Recinto)
- Prospecto Outé (en área río Queuco)
- Prospecto Mina Curacareí (en área río Queuco)
- Prospecto Galletué (área Sierra Nevada)

5. Resumen del estudio de los 5 prospectos:

- **Prospecto Las Minas del Prado:** Presenta 2 tipos de mineralización aurífera, el más importante es un depósito epitermal y el segundo un placer aurífero. El depósito epitermal presenta 2 tipos de oro: vetas de cuarzo aurífero y "stockwork" con cuarzo y oro. La roca huésped pertenece principalmente a la Unidad Sedimentaria-Volcánica Pierna Blanca. Las vetas con cuarzo y oro tienen 1 a 5 cm de potencia. El contenido promedio de oro es 0,93 gr/ton. El "stockwork" se presenta en 3 sectores; la mineralización más intensa y de mayor grado es el conocido como sector A (300 x 100 m) con ley 0,73 gr/ton. El placer aurífero aparece en conglomerados en la Unidad Sedimentaria La Segunda, con tenor medio de Au de 0,026 gr/ton. Ninguno de los yacimientos mencionados anteriormente alcanza a leyes económicas, localmente el yacimiento tipo "stockwork" presenta leyes atractivas por lo cual su explotación puede constituir un yacimiento rentable.

- **Prospecto San José:** Es un pórfido cuprífero con molibdenita emplazada en un batolito granodiorítico. La mineralización en superficie y los datos obtenidos en sondajes indican leyes de corbe bajas. Es posible que estas leyes mejoren en las zonas cubiertas por las lavas de la Formación Cola de Zorro; en todo caso es posible estimar que ellas no serían grandes.

- **Prospecto Mina Curacare:** Es un yacimiento cuprífero mantiforme emplazado en las volcanitas de la formación Abanico. La mineralización se sitúa en varios mantos; las leyes de cobre varían entre 2 y 3%. Las zonas con mineralización son pequeñas y muy variables, lo cual hace dificultosa cualquier explotación.

- **Prospecto Olué:** es un "stockwork" y disseminación de Cu y Mo emplazado en una granodiorita. La ley media de Cu varía entre 0,18 y 0,20%. El Mo entre 0,004 y 0,008%. Su tamaño es pequeño lo cual permite descartar cualquier interés económico.

- **Prospecto Gallétué:** Es un pórfido cuprífero con molibdeno ubicado en un intrusivo tonalítico. Localmente la alteración sílica es intensa llegando a obliterar la textura original de la roca. El estudio de detalle incluye levantamiento geofísico IP y sondajes. La ley de Cu en la parte central es 0,15% y la de Mo 0,012%, lo cual constituye un depósito sub-económico.

6. Se reconocieron 35 zonas mineralizadas fuera de los prospectos señalados anteriormente. En todos los casos la mineralización y alteración son débiles por lo cual se desistió de mayores estudios.
7. En el área estudiada la mineralización es principalmente cobre, a veces acompañada por molibdeno, sigue la mineralización de oro. Otros elementos aparecen como curiosidad mineralógica.

Cronológicamente, la mineralización se agrupa en 4 ciclos:

- Cretácico Inferior
- Cretácico Superior
- Mioceno
- Plioceno-Pleistoceno?

La mineralización más importante se asocia a intrusivos granitoides del Cretácico Superior.

La mineralización corresponde a disseminación, "stockwork", mantos, vetas y placeres; destacan el tipo disseminación y "stockwork" tipo pórfido cuprífero.

La oxidación y enriquecimiento supérgeno no tienen importancia.

Se reconoció mineralización tipo pórfido cuprífero al sur del yacimiento El Teniente relacionada con intrusivos del Cretácico Superior.

## REFERENCIAS

## REFERENCIAS

- Alfaro, G., y Gajardo, A., 1978: Carta Metalógica de La VIII Región Administrativa de Chile y Provincia de Malleco, IX Región Congreso Geológico Argentino Neuquén, Argentina.
- Almeyda y Saez, F., 1958: Recopilación de Datos Climáticos de Chile y Mapas Sinópticos Respectivos. Ministerio de Agricultura de Chile. Santiago.
- Fuenzalida, H., 1965: Clima en Geografía Económica de Chile, CORFO.
- González, P., 1978: Exploración Geológica en la Región Cordillerana de La Provincia de Ñuble. VIII Región, Inst. Invest. Geol., Chile, informe inédito.
- Instituto de Investigaciones Geológicas, 1968: Mapa Geológico de Chile a escala 1:1.000.000 Santiago.
- MMAJ - IIG, 1978: Informe del reconocimiento geológico del área Coihueco (Ñuble) - Lonquimay (Malleco), Central-Sur de Chile, Fase III, Programa de Exploración Minera, Gobierno de Japón - Gobierno de Chile, MMAJ, JICA y IIG, informe inédito.
- MMAJ - IIG, 1980: Informe de reconocimiento geológico de La Región Andina Situada al Este de La Ciudad de Concepción. Fase II, Programa de Exploración Minera, Gobierno de Japón - Gobierno de Chile, MMAJ, JICA y IIG, informe inédito.
- Ruiz C., 1965: Geología y Yacimientos Metalíferos de Chile, Inst. Invest. Geol., Chile.
- Takenouchi, S., 1978: Fluid Inclusions and Ore-Forming Fluids of Porphyry Copper Deposits, Mining Geol., vol. 28, P. 117 - 130 (in Japanese).



Tabla 7 CARACTERÍSTICAS DE ZONAS MINERALIZADAS

Nombre de la zona	Ubicación		Mineralización			Roca huésped	Alteración	Roca que genera la mineralización	Edad de la mineralización	Dimensión	Contenido químico	Exploración realizada	Resultados y recomendaciones
	Localidad	Coordenadas	Tipo genético	Mineral metálico	Mineral de ganga								
1. Pros. San José	Est. San José, comuna Pinto, prov. Ñuble, VIII Región	36°48'44"S 71°36'08"W	pórfido cuprífero	py, cp, mo, sp, pyr, Ncu, NAg, bo, cup, cc, mal, ml	qr, cl, cal	granodiorita	clor, carb, seric, epid	granodiorita (batolito)	Cretácico superior	1,300 x 700 x 300 m(?)	Cu 0,08%, Mo 2 ppm, S 0,41%	Levantamiento geológico y geoquímico, estudio geofísico y exploración sondajes	Es posible que parte central de mineralización esté cubierta, sin embargo el cuerpo se interpreta de reducido tamaño.
2. Zona Río Chillán	Río Chillán, comuna Pinto, prov. Ñuble, VIII Región	36°50'10"S 71°33'54"W	disem y veta	py, cp	qr, cl, cal	id	clor, sil	id	id	pequeña	-	Levantamiento geológico y geoquímico	Cuerpo pequeño, de mineralización débil, sin interés económico.
3. Zona estero Pierna Blanca	Est. Pierna Blanca, comuna Pinto, prov. Ñuble, VIII Región	36°47'05"S 71°34'27"W	id	py, cp	qr	id	clor	id	id	id	-	id	id
4. Zona sur de Los Azules	Los Azules, comuna Cobueco, prov. Ñuble, VIII Región	36°43'03"S 71°34'14"W	veta (una veta)	cp, py	qr	id	clor	id	no conocida	vetilla	-	id	id
5. Zona de Los Azules	id	36°42'36"S 71°35'02"W	disem	py, pyr, sp	qr, mus	roca silicificada	sil, mus	id(?)	no conocida	2,0 x 0,5 km	Au < 40ppb, Ag < 0,2ppm, Cu 7-48ppm, Zn 2-33ppm, S 0,03-5,84%	Levantamiento geológico y geoquímico, socavón 8m + α	id
6. Pros. Las Minas del Prado (hípcgeno)	Las Minas del Prado, comuna Cobueco, prov. Ñuble, VIII Región	36°40'42"S 71°41'10"W	"stock" y veta	Au, py	qr, mont, halo	toba andesítica, dacita, andesita	sil, clor, seric, carb, montmo	no conocida	Plioceno ~Pleistoceno (?)	veta: pot. 1-5cm stock: 300 x 100m	veta: Au 0,932 g/t stock: Au 0,73 g/t	Levantamiento geológico y geoquímico, socavón 353m <sup>2</sup> , algunos piques, calicata, tajo abierto	Tipo "stockwork" es posible que tuviera expectativas económicas, con faenas a tajo abierto y de pequeña producción.
7. Pros. Las Minas del Prado (placer)	id	36°40'23"S 71°41'17"W	placer	Au	-	conglomerado, arenisca, limolita	-	-	Pleistoceno	1,8 x 0,6km	Au 0,026 g/t (en conglomerado)	Levantamiento geológico y geoquímico	Ley de oro baja, por lo que no es económica.
8. Zona sur de El Sauce	Est. Los Hormigones, comuna Cobueco, prov. Ñuble, VIII Región	36°38'18"S 71°32'08"W	disem	py	-	andesita	sil, seric	no conocida	Post-Cretácico inferior	pequeña	S 3% estimado	Levantamiento geológico y geoquímico	Cuerpo pequeño, de mineralización débil, sin interés económico.
9. Zona estero El Purgatorio	Est. Purgatorio, comuna Cobueco, prov. Ñuble, VIII Región	36°38'42"S 71°35'10"W	veta, N10° E/60° S	Au, py	qr	id	sil, clor	id	id	pot. 2-5cm	Au 105 g/t, Ag 32 g/t, Cu 8ppm, Zn 23ppm	Levantamiento geológico y geoquímico y calicata (14m)	id
10. Mina Curacavel	Río Otúé, comuna Santa Bárbara, prov. Bío-Bío, VIII Región	37°41'00"S 71°30'00"W	manto y veta	bo, mal, cr, cv, cp, tenor	cal, reo	toba andesítica (F. Abanko)	sil, clor, epid, carb	granodiorita (?)	Cretácico superior	pot. 1m, corrida 20m <sup>2</sup>	Cu 2,87% (tot.) Cu sol. 1,23%	Socavón 180m <sup>2</sup> , piques, Levantamiento geológico y geoquímico	Manto de mineralización irregular y discontinuo, sin interés económico.
11. Pros. Otúé	Est. Quilmahue, comuna Santa Bárbara, prov. Bío-Bío, VIII Región	37°45'19"S 71°28'30"W	disem. (parcial veta y "stock")	py, cp, mo, pyr, sp, ilm, ml, mal, cris	qr, ser	granodiorita, andesita (F. Abanko)	sil, seric, clor, carb, epid, arg	id	Terciario inferior	150m x 2,5km	Cu 0,18-0,20%, Mo 0,004-0,005%	Levantamiento geológico y geoquímico	Cuerpo pequeño, de mineralización débil sin interés económico.
12. Zona de estero Blanco Grande	Comuna Santa Bárbara, prov. Bío-Bío, VIII Región	37°44'00"S 71°30'30"W	"gossan"	lim	-	granodiorita, dique andesítico	sil	id	id	300 x 1,000ca	-	id	Mineralización muy débil
13. Zona Cañicu No. 1	id	37°41'30"S 71°30'00"W	veta	Ox-Cu	-	granodiorita	-	id	id (?)	pot. 1-2cm corrida 1m	-	id	Cuerpo pequeño, de mineralización débil sin interés económico.
14. Zona Cañicu No. 2	id	37°45'30"S 71°30'00"W	veta	Ox-Cu	-	andesita (F. Abanko)	-	id	id (?)	pot. 1-2cm	-	Socavón 5m, Levantamiento geológico y geoquímico	id
15. Zona de estero Azul Grande	id	37°43'30"S 71°31'00"W	"gossan"	lim	-	id	sil	id	id (?)	300 x 1,000ca	-	Levantamiento geológico y geoquímico	id
16. Zona Río Bío-Bío	id	37°47'30"S 71°40'30"W	disem	py, cp	-	andesita y roca piroclástica volcánica (F. Abanko)	sil	no conocida	Post-Cretácico superior	-	-	id	id
17. Veta Santa Rita	Est. Cephuco, comuna Santa Bárbara, prov. Bío-Bío, VIII Región	37°48'02"S 71°30'01"W	veta N30° W/65° S	bo, cp, py, Ox-Cu	cl	granodiorita	clor	granodiorita (?)	Terciario inferior (?)	pot. 0,5m, corrida 30m <sup>2</sup>	Cu 2% estimado	id	id

Tabla 7 CARACTERISTICAS DE ZONAS MINERALIZADAS  
(Continuación)

Nombre de la zona	Ubicación		Mineralización			Roca huésped	Alteración	Roca que genera la mineralización	Edad de la mineralización	Dimensión	Contenido químico	Exploración realizada	Resultados y recomendaciones
	Localidad	Coordenadas	Tipo genético	Mineral metálico	Mineral de ganga								
18. Veta Gatica	Est. Minquimilho, comuna Santa Bárbara, prov. Bío Bío VIII Región	38°49'20"S 71°33'10"W	veta, N70° E/90°	py, cp, mo, Ox-Cu, lim	qz	granodiorita	seric, clor	granodiorita	Terciario inferior	25m <sup>2</sup>	Cu 1,45% Pb 0,15% Zn 0,01% Ag 110ppm Au 200ppb	Levantamiento geológico y geoquímico	Cuerpo pequeño, de mineralización débil sin interés económico.
19. Veta Puente Angosto	Río Pangué, comuna Santa Bárbara, prov. Bío Bío, VIII Región	37°53'50"S 71°32'00"W	veta, N40° W/90°	py	-	andesita (F. Abanico)	sil, arg	no conocida	no conocida	pot. 3m	Cu 0,01% Pb 0,01% Zn 0,01% Fe 18,87% S 1,52% Au 160ppb	Levantamiento geológico y geoquímico	Mineralización débil, sin interés económico.
20. Veta La Unión	Est. Butaco, comuna Santa Bárbara, prov. Bío Bío, VIII Región	37°58'50"S 71°33'00"W	veta, N-S/70° E	py, gal, sp	qz	andesita y toba andesítica	sil	id	Post Cretácico superior	pot. 50-70cm corrida 3m	Ag 59 g/t	id	Cuerpo pequeño, de mineralización débil, sin interés económico.
21. Zona de Las Quemadas	Ralco, comuna Santa Bárbara, prov. Bío Bío, VIII Región	37°59'50"S 71°29'40"W	veta, N30° W/20° S	gal, sp, cp	qz	andesita (F. Abanico)	-	id	id	pot. 10cm, corrida 4m	Ag 81 g/t	id	id
22. Zona Estero Leu	Est. Leu, comuna Santa Bárbara, prov. Bío Bío, VIII Región	37°59'20"S 71°31'30"W	veta	gal, sp	qz	id	-	id	id	pot. 2cm corrida 30cm	-	id	id
23. Zona Río Pangué	Río Pangué, comuna Santa Bárbara, prov. Bío Bío, VIII Región	37°53'00"S 71°31'00"W	diseñ y veta	py	-	id	prop., sil	id	id	corrida 3km	S10% estimado	id	Mineralización muy débil.
24. Sector Alto de Pangué	Co. Alto de Pangué, comuna Santa Bárbara, prov. Bío Bío, VIII Región	37°54'30"S 71°35'40"W	diseñ	py	-	andesita (F. Abanico) y granodiorita	sil, arg, prop	id	Terciario inferior(?)	0,25km <sup>2</sup>	-	id	id
25. Pros. Galletué	Lago Galletué, comuna Lonquimay, prov. Mañeco, IX Región	38°42'36"S 71°19'19"W	"stock" diseñ parcial veta	py, cp, mo, ml py, sp, gal, mal	qz, ser	tonalita porfídica, tonalita, porfido tonalítico	de interior a exterior, qz-ser → ser-clor-clor-epid → epid → alteración débil	porfido tonalítico	Cretácico superior	1,0 x 0,5km	Cu 0,15% Mo 0,012%	Levantamiento geológico y geoquímico, geofísico (IP 28,2km), sondajes (1.334,30 en 8 sondajes)	Ley baja, por lo que no es económico.
26. Zona Río Quinquén	Río Quinquén comuna Lonquimay, prov. Mañeco IX Región	38°44'05"S 71°22'10"W	"stock", diseñ	ml, cp, py, hm	qz	porfido diorítico cuarcífero, lutita y arenisca (F. Pacunto)	sil, arg	porfido diorítico cuarcífero	Cretácico superior	250 x 300m	Cu 0,07% Mo 8ppm Fe 5,38% S 2,64% Ag 0,9ppm Au 40ppb	Levantamiento geológico y geoquímico	Metasomatismo de contacto, con mineralización débil.
27. Zona de estero El Saltillo	Est. El Saltillo, comuna Lonquimay, prov. Mañeco IX Región	38°34'05"S 71°22'10"W	diseñ	py	-	lutita, arenisca (F. Pacunto)	sil, arg	porfido diorítico	Cretácico superior	500 x 300m	-	Levantamiento geológico y geoquímico	Cuerpo pequeño, de mineralización débil, sin interés económico.
28. Zona de Cordillera Galletué	Est. cajón Chico, comuna Lonquimay, prov. Mañeco, IX Región	38°35'00"S 71°17'56"W	diseñ	py	-	id	sil	diorita cuarcífera	Cretácico inferior	500 x 200m	-	id	id
29. Zona de estero cajón Chico	Est. cajón Chico, comuna Lonquimay, prov. Mañeco, IX Región	38°35'29"S 71°18'56"W	diseñ y veta	py, py, cp	-	arenisca y lutita silíceas	sil	tonalita o diorita cuarcífera	Cretácico superior	400 x 300m	Cu 0,02% Fe 20,06% S 12,87% As 815ppm	id	Metamorfismo de contacto con intrusivo superficial, con mineralización débil.
30. Zona de Litarancura	Comuna Lonquimay, prov. Mañeco, IX Región	38°37'00"S 71°17'46"W	diseñ	ml, py, cp	córnea	toba andesítica (F. Abanico)	metamorfismo de contacto	diorita	id	1.500 x 600m	Cu <0,01% Pb <0,01% Zn 0,01% Fe 5,02%	id	Zona de alteración extensa y mineralización débil, sin interés económico.
31. Zona de Malin del Toro	Co. Malin del Toro, comuna Lonquimay, prov. Mañeco, IX Región	38°40'16"S 71°25'29"W	diseñ	py, py, cp	qz, K-feld	arenisca y lutita (F. Pacunto)	sil, clor, epid	tonalita	id	800 x 1.000m	-	id	id
32. Zona de La Fusta	Río Lonquimay, comuna Lonquimay, prov. Mañeco IX Región	38°35'31"S 71°26'41"W	diseñ	py	-	gneiss	sil, seric	id	id	100 x 300m	Cu <0,01% Pb <0,01% Zn <0,01% Fe 5,90% S 2,96%	id	Metamorfismo de contacto, con mineralización débil



Tabla 7 CARACTERÍSTICAS DE ZONAS MINERALIZADAS  
(Continuación)

Nombre de la zona	Ubicación		Mineralización			Roca hosped	Alteración	Roca que genera la mineralización	Edad de la mineralización	Dimensión	Contenido químico	Exploración realizada	Resultados y recomendaciones
	Localidad	Coordenadas	Tipo genético	Mineral metálico	Mineral de ganga								
33. Pros. Pedregoso (pros. Río Pacunto)	Río Paule, comuna Lonquimay, prov. Malleco, IX Región	38°31'44"S 71°17'58"W veta, 38°32'00"S 71°19'00"W	contacto, veta, (N-S/90°)	contacto: py, py, cp veta: py, py, cp, mal, Au (?)	veta: qz	contacto: arenisca lutita, caliza veta: diorita cuarcifera	contacto: sil veta: sil, clor, epid	diorita cuarcifera	Cretácico inferior	contacto: 10 x 10m veta: pot. 1-5cm corrida 5-10m	veta, Au 38 g/t Ag 9,18 g/t Cu 0,07% Mo 12ppm Fe 8,53% S 0,39%	Levantamiento geológico y geoquímico, calicata y pique	Cuerpo pequeño, sin interés económico.
34. Zona de Cordillera, Lonquimay	Cordillera Lonquimay, comuna Lonquimay, prov. Malleco, IX Región	38°32'04"S 71°21'41"W	veta, N50°W/15°N	py, ml	qz	arenisca, lutita (F. Pacunto)	-	calcita	Cretácico superior	vetilla	Cu < 0,01% Pb < 0,01% Zn 0,01%	Levantamiento geológico y geoquímico	Cuerpo pequeño, de mineralización débil sin interés económico.
35. Zona de estero Huemules	Est. Huemules, comuna Lonquimay, VIII Región	38°32'32"S 71°21'14"W	veta, N20°E/80°W	py	qz	tonalita	sil, seric	id	id	4 vetillas	Cu < 0,02% Pb < 0,01% Zn < 0,01% Fe 3,75% S 0,65% Au < 40ppb Ag < 0,2ppm	id	id
36. Mina La Plata	Co. Bullileo, comuna San Fabián de Alico, prov. Ñuble, VIII Región	36°32'34"S 71°24'04"W	veta, N30°W/15°N	mal, cris, ep, bo, py, ml	qz, furr, ser	granodiorita	-	granodiorita	id	3 vetas (pot. 5-50cm)	-	socavón, un pique	Cuerpo pequeño.
37. Pros. La Mortandad	La Mortandad, comuna San Fabián de Alico, prov. Ñuble, VIII Región	36°34'23"S 71°29'20"W	dis. n.	py	-	andesita (F. Abanco)	arg	no reconocida	post Cretácico superior	150 x 180m	-	Estudio preliminar	Mineralización muy débil.
38. La Mina El Gallo	Co. Las Damas, comuna San Fabián de Alico, prov. Ñuble, VIII Región	36°42'50"S 71°24'56"W	veta, parcial disem.	ep, bo, cr, sp, gal, mal, cris	qz	granodiorita, pórfido tonalítico	sil, clor, epid	pórfido tonalítico	no reconocida	pot. 5-20cm 4-5 vetas	-	id	Cuerpo pequeño.
39. Pros. Las Tragedias	Cordillera La Mortandad, comuna San Fabián de Alico, prov. Ñuble, VIII Región	36°34'21"S 71°11'21"W	disem "stock" (pórfido cuprífero)	py, ep, pyr, ml, il, mar, lin, hm	qz, ser	pórfido tonalítico, Unidad Río Ñuble	qz-seric-arg, clor	id	Mioceno	1,0 x 1,0km	Au < 20ppb Ag 0,4ppm Cu 213ppm Mo 17,0ppm Pb 7ppm Zn 24ppm Fe 3,96% S 0,62%	Levantamiento geológico y geoquímico	Mineralización muy débil.
40. Pros. Las Minas	Est. Las Minas, comuna San Fabián de Alico, prov. Ñuble, VIII Región	36°48'45"S 71°15'02"W	disem y vetilla (pórfido cuprífero)	py, ep, sp, pyr	qz, ser	pórfido tonalítico	sil	id	id	800 x 800m	Au < 20ppb Ag 0,5ppm Cu 192ppm Mo 23,3ppm Pb 9ppm Zn 37ppm Fe 2,73% S 0,72%	id	id

Abreviatura:

pros: prospecto  
moc: moshdenita,  
sp: esferita  
py: pirrotina  
il: ilmenita  
mar: marcavita  
mont: montmorillonita  
sil: silificación  
seric: sericitización

prov: provincia  
cc: calcocina  
N-Cu: cobre nativo,  
tenor: tenonita  
Ox-Cu: óxido de cobre  
qz: cuarzo  
halo: halloysita  
cl: clorita  
epid: epidotización  
prop: propilitización

disem: diseminación  
cup: cuprita  
N-Ag: plata nativa  
cv: covelina  
lin: lesonita  
cl: clorita  
zeo: zeolita  
epid: epidotización  
pot: potencia

py: pirita,  
bo: bornita  
Au: oro  
ml: magnetita  
gal: galena  
cal: calcita  
ser: sericita  
carb: carbonatización

ep: calcopirita  
hm: hematita  
mal: malaquita  
cris: crisocola  
F: formación  
mus: muscovita  
k-feld: feldespato potásico  
arg: argilización

