

REPÚBLICA DE CHILE
PROGRAMA DE EXPLORACION MINERA

INFORME DE RECONOCIMIENTO GEOLOGICO DE LA REGION ARAUCANA
SEGUN EL PLAN DE LA GRAN COMISIÓN

Lima, 1945

COMISIÓN NACIONAL DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS
INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS
SERIE C

GOBIERNO DE CHILE
MINISTERIO DE REFINANCIA Y OBRAS PÚBLICAS
D. O. N. 10.000/45

JICA
704
66.1
MPN
LIBRARY

LIBRO
10-114

REPUBLICA DE CHILE
PROGRAMA DE EXPLORACION MINERA

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

FASE II

 **LIBRARY**



1030118[2]

Agosto, 1980

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

GOBIERNO DE CHILE
INSTITUTO DE INVESTIGACIONES
GEOLOGICAS

国際協力事業団	
受入 日 61. 7. 28	704
登録No. 12933	66.1
	MPN

PREFACIO

Con el trabajo realizado durante 1979 y parte de 1980 se completó la segunda fase del segundo convenio suscrito entre los Gobiernos de Chile y Japón. Esta segunda fase, al igual que la primera, se llevó a cabo en la franja andina situada al este de la ciudad de Concepción, y tuvo como objetivo efectuar las recomendaciones enunciadas el año 1978.

El trabajo de esta segunda fase estuvo principalmente enfocado a evaluar el potencial económico de los prospectos Las Minas del Prado, San José y Galletué; en el primero se realizó geología de detalle (escala 1:5.000) y prospección geofísica (P.I.), en los otros dos prospectos se efectuaron sondajes diamantinos de reconocimiento.

Estos estudios aportan valiosos antecedentes al conocimiento geológico-minero de la zona andina central-sur de Chile, la cual se encuentra relativamente poco explorada, contribuyendo además a continuar con las exploraciones en esa parte del territorio.

El programa para la tercera fase consulta seguir con los estudios geológicos exploratorios en el sector norte de este convenio.

Como en los años anteriores, por el Gobierno de Japón actuó la Metal Mining Agency of Japan (MMAJ), a través de la Japan International Cooperation Agency (JICA) y por el Gobierno de Chile el organismo ejecutor fue el Instituto Investigaciones Geológicas, con la coordinación general de la Comisión Nacional de Investigación Científica y Tecnológica (CONICYT).

Keisuke Arita

Keisuke Arita
PRESIDENTE
JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY

DIRECTOR
INSTITUTO DE INVESTIGACIONES GEOLOGICAS

Masayuki Nishiie

Masayuki Nishiie
PRESIDENTE
METAL MINING AGENCY OF JAPAN

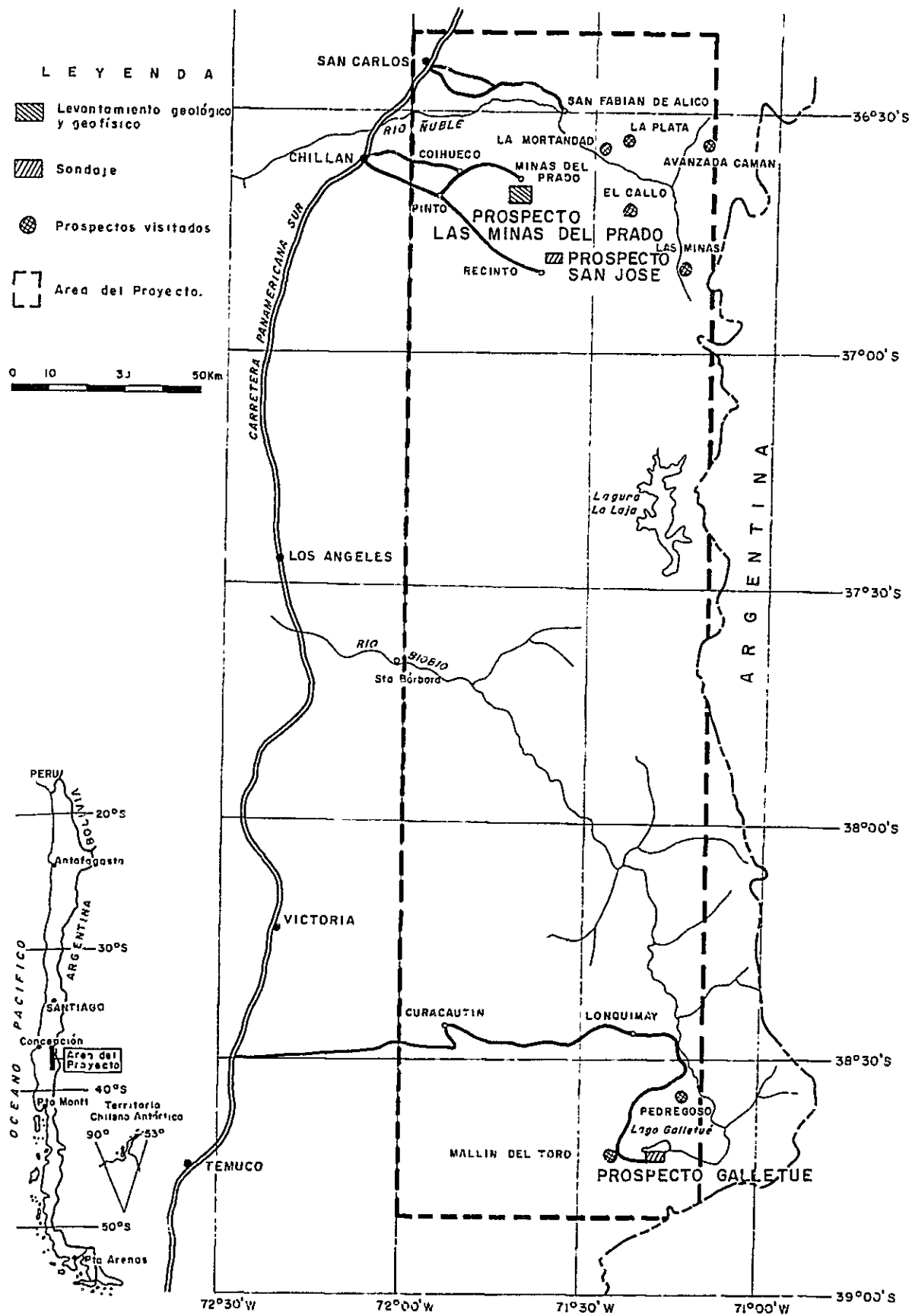


Fig. 1 MAPA DE UBICACION

CONTENIDO

	<u>Página</u>
PREFACIO	
MAPA DE UBICACION	
RESUMEN	1

INTRODUCCION

Capítulo 1	Objetivo del proyecto	7
Capítulo 2	Trabajo realizado en el 2º año	8
2.1	Area de trabajo	8
2.2	Método de trabajo y cantidad de trabajo realizado	9
2.3	Calendario de trabajo	10
2.4	Miembros de los equipos	10
2.5	Trabajos anteriores	13

PARTE I

EXPLORACION EN EL PROSPECTO LAS MINAS DEL PRADO

I-1 GENERALIDADES

Capítulo 1	Antecedentes generales	21
Capítulo 2	Geografía	22
2.1	Ubicación	22
2.2	Topografía	22
2.3	Clima y vegetación	23
2.4	Acceso	23
2.5	Recursos naturales	24

I-2 GEOLOGIA Y GEOQUIMICA DE DETALLE

Capítulo 1	Generalidades	25
Capítulo 2	Geología	26
2.1	Generalidades	26
2.2	Estratigrafía	26
2.2.1	Unidad volcánico-sedimentaria Pierna Blanca	26
2.2.2	Formación Cola de Zorro	29
2.2.3	Unidad sedimentaria La Segunda	31
2.2.4	Sedimentos fluviales recientes	33
2.3	Rocas intrusivas	33
2.3.1	Riolita	33
2.3.2	Andesita	34
Capítulo 3	Geología económica	35
3.1	Generalidades	35
3.2	Mineralización	36
3.2.1	Depósito primario	36
3.2.2	Depósito secundario	55
3.3	Alteración hidrotermal	58
3.4	Consideraciones	59
3.4.1	Mineralización	59
3.4.2	Estimación económica	60
Capítulo 4	Geoquímica	107
4.1	Generalidades	107
4.2	Recolección de muestras	107
4.3	Análisis de las muestras	108
4.4	Tratamiento estadístico de los datos	109
4.5	Resultados y discusión	113
Capítulo 5	Conclusiones	118

I-3 EXPLORACION GEOFISICA (PI)

Capítulo 1	Generalidades	120
1.1	Objetivos del trabajo	120
1.2	Area de trabajo y perfiles medidos	120
Capítulo 2	Método de exploración	123
2.1	Instrumentos utilizados	123
2.2	Método geofísico empleado	124
Capítulo 3	Método de análisis	127
3.1	Método de procesamiento de los datos obtenidos	127
3.2	Corrección topográfica	129
3.3	Diagrama de flujo de análisis e interpretación	132
Capítulo 4	Mediciones in situ y determinación de propiedades eléctricas de rocas en laboratorio	134
4.1	Instrumentos utilizados	134
4.2	Método de medición	136
4.3	Resultados	137
Capítulo 5	Resultados	158
5.1	Interpretación por perfiles	158
5.2	Interpretación en planta	183
5.3	Interpretación por modelos	187
5.4	Interpretación global	199
Capítulo 6	Conclusiones	202

I-4 CONCLUSIONES GLOBALES Y RECOMENDACIONES

1	Depósito primario	205
2	Depósito secundario	206

PARTE II

EXPLORACION EN EL PROSPECTO SAN JOSE

II-1 GENERALIDADES

Capítulo 1	Antecedentes	209
Capítulo 2	Geografía	211
2.1	Ubicación	211
2.2	Topografía	211
2.3	Clima y vegetación	211
2.4	Acceso	212
2.5	Recursos humanos	212

II-2 EXPLORACION MEDIANTE SONDAJES

Capítulo 1	Generalidades	213
1.1	Objetivo del trabajo	213
1.2	Elección de la ubicación de los sondajes	213
Capítulo 2	Trabajo de perforación	214
2.1	Generalidades	214
2.2	Método de perforación y maquinaria usada	214
2.3	Preparación	215
2.4	Traslado de equipo entre plataformas	215
2.5	Trabajos de desmantelamiento	216
2.6	Trabajo de perforación	216
2.7	Resultado del trabajo	220
2.7.1	Resultados de la perforación	220
2.7.2	Recuperación de testigos	220
2.7.3	Resultados globales de la perforación	220

	<u>Página</u>
Capítulo 3 Descripción de los sondeos	2 2 1
3.1 Sondeo S-1	2 2 1
3.2 Sondeo S-1A	2 2 7
3.3 Sondeo S-2	2 3 2
3.3.1 Litología	2 3 5
3.3.2 Alteración hidrotermal	2 3 6
3.3.3 Mineralización primaria	2 3 9
3.3.4 Oxidación	2 4 1
II-3 INTERPRETACION GLOBAL DEL PROSPECTO SAN JOSE	
Capítulo 1 Geología	2 4 2
1.1 Batolito granodiorítico	2 4 2
1.2 Rocas de la unidad volcánico- sedimentaria Pierna Blanca	2 4 2
1.3 Formación Cola de Zorro	2 4 3
1.4 Intrusivos	2 4 4
Capítulo 2 Mineralización y alteración	2 4 5
2.1 Mineralización	2 4 5
2.2 Alteración hidrotermal	2 4 6
Capítulo 3 Resumen de resultados geofísicos	2 4 8
Capítulo 4 Consideraciones	2 4 9
4.1 Geología	2 4 9
4.2 Mineralización y alteración	2 5 3
4.3 Resultados geofísicos	2 5 4
Capítulo 5 Conclusiones y recomendaciones	2 5 5
5.1 Conclusiones	2 5 5
5.2 Recomendaciones	2 5 7

PARTE III

EXPLORACION EN EL PROSPECTO GALLETUE

III-1 GENERALIDADES

Capítulo 1	Antecedentes sobre el prospecto Galletué	259
Capítulo 2	Estudios anteriores realizados en el prospecto Galletué	260

III-2 EXPLORACION MEDIANTE SONDAJES

Capítulo 1	Generalidades	262
1.1	Objetivo del trabajo	262
1.2	Elección de la ubicación de los sondeos	262
Capítulo 2	Trabajo de perforación	264
2.1	Generalidades	264
2.2	Método de perforación y maquinaria usada	264
2.3	Preparación	265
2.4	Traslado de equipos entre plataformas	266
2.5	Trabajos de desmantelamiento	266
2.6	Trabajo de perforación	266
2.7	Resultado del trabajo	270
2.7.1	Resultados de la perforación	270
2.7.2	Recuperación de testigos	270
2.7.3	Resultados globales de la perforación	271

	<u>Página</u>
Capítulo 3 Descripción de los sondeos	272
3.1 Sondeo S-3	272
3.2 Sondeo S-4	281
3.3 Sondeo S-5	289
3.4 Sondeo S-6	296
3.5 Sondeo S-7	299
3.6 Sondeo S-8	306
III-3 ESTUDIO DE INCLUSIONES FLUIDAS	
1 Objetivo	313
2 Muestreo	314
3 Observación de inclusiones fluidas	316
4 Temperatura de llenado de las inclusiones líquidas	316
5 Temperaturas de homogenización y salinidad de inclusiones multifases	321
6 Salinidad de las inclusiones líquidas	325
7 Proporción entre el número de inclusiones multifases e inclusiones totales	326
8 Consideraciones	335
III-4 CONCLUSIONES FINALES GLOBALES DE LA EXPLORACION EN EL PROSPECTO GALLETUÉ	
Capítulo 1 Marco geológico del prospecto Galletué .	336
1.1 Geología regional del prospecto Galletué	336
1.2 Geología de detalle del prospecto Galletué	337
Capítulo 2 Mineralización y alteración	342
2.1 Mineralización	342
2.2 Enriquecimiento secundario	346
2.3 Alteración hidrotermal	346
Capítulo 3 Conclusiones y recomendaciones	351

PARTE IV

ESTUDIO PRELIMINAR DE OTROS PROSPECTOS EN EL AREA
DEL PROYECTO IIG-MMAJ

Antecedentes	353
1 Prospecto La Mina La Plata	353
2 Prospecto La Mortandad	357
3 Prospecto Avanzada Camán	361
4 Prospecto La Mina El Gallo	366
5 Prospecto Las Minas	370
6 Prospecto Zona de Pedregoso	373
7 Prospecto Zona de Mallín del Toro	379

PARTE V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES FINALES DEL
TRABAJO REALIZADO ESTE AÑO

1 Prospecto Las Minas del Prado	385
2 Prospecto San José	386
3 Prospecto Galletué	387
4 Prospecto Visitados	388
ANEXO	391
REFERENCIAS	397
APENDICES	A1

LISTA DE TABLAS INCLUIDAS EN EL TEXTO

Tabla 1	Resumen de trabajos realizados
2	Calendario de trabajo
I-2-1	Resultados de los estudios en microsonda de la muestra Nº 146
I-2-2	Contenido de oro en la zona de diseminación de pirita
I-2-3	Contenido de oro en los conglomerados (concentrado manualmente)
I-2-4	Estadígrafos básicos de las muestras de suelos del prospecto Las Minas del Prado
I-2-5	Coeficientes de correlación en las muestras de suelos del prospecto Las Mines del Prado
I-2-6	Asociaciones de elementos (Au,Ag,As,Zn) resultantes del análisis de factores, prospecto Las Minas del Predo
I-3-1	Resumen mediciones en perfiles
I-3-2	Resumen mediciones in situ
I-3-3	Resumen mediciones en muestras
I-3-4	Contenido de S versus E.F. en muestras
I-3-5	Clasificación de rocas según resistividad y E.F.
I-3-6	Resultados Schlumberger
II-2-1	Descripción geológica del sondaje S-1 del prospecto San José
II-2-2	Descripción geológica del sondaje S-1A del prospecto San José
II-2-3	Descripción geológica del sondaje S-2 del prospecto San José
III-2-1	Descripción geológica del sondaje S-3 del prospecto Galletué

- III-2-2 Descripción geológica del sondaje S-4 del prospecto Galletué
- III-2-3 Descripción geológica del sondaje S-5 del prospecto Galletué
- III-2-4 Descripción geológica del sondaje S-6 del prospecto Galletué
- III-2-5 Descripción geológica del sondaje S-7 del prospecto Galletué
- III-2-6 Descripción geológica del sondaje S-8 del prospecto Galletué
- III-3-1 Temperatura de llenado de las inclusiones líquidas y proporción de las inclusiones multifases con respecto al total de las inclusiones fluidas
- III-3-2 Salinidad de las inclusiones líquidas

LISTA DE FIGURAS INCLUIDAS EN EL TEXTO

Fig. I	Mapa de ubicación
I-2-1	Croquis geológico y muestreo del socavón "H"
I-2-2	Croquis geológico y muestreo del socavón "I"
I-2-3	Croquis geológico y muestreo del socavón "C"
I-2-4	Bosquejo de una muestra de conglomerado con oro nativo
I-2-5	Ubicación de los bloques de mineralización tipo stockwork en Las Minas del Prado
I-2-6	Croquis geológico y muestreo del sector VIII
I-2-7	Croquis geológico y muestreo del sector I
I-2-8	Croquis geológico y muestreo del sector II
I-2-9	Croquis geológico y muestreo del sector III
I-2-10	Croquis geológico y muestreo del sector IV
I-2-11	Croquis geológico y muestreo del sector V
I-2-12	Croquis geológico y muestreo del sector VI
I-2-13	Croquis geológico y muestreo del sector VII
I-2-14	Croquis geológico y muestreo del sector IX
I-2-15	Croquis geológico y muestreo del sector X
I-2-16	Croquis geológico y muestreo del sector XI
I-2-17	Croquis geológico y muestreo del sector XII
I-2-18	Croquis geológico y muestreo del sector XIII
I-2-19	Croquis geológico y muestreo del sector XIV
I-2-20	Croquis geológico y muestreo del sector XV
I-2-21	Croquis geológico y muestreo del socavón "A"
I-2-22	Croquis geológico y muestreo del socavón "B"

- I-2-23 Croquis geológico y muestreo del sector de los socavones "D" y "E"
- I-2-24 Croquis geológico y muestreo de los socavones "F-1", "F-2" y "F-3"
- I-2-25 Croquis geológico y muestreo de los socavones "G-1" y "G-2"
- I-2-26 Croquis geológico y muestreo de los socavones "J" y "K"
- I-2-27 Croquis geológico y muestreo del sector del socavón "L"
- I-2-28 Croquis geológico y muestreo del sector de los socavones "M" y "N"
- I-2-29 Histograma de distribución de Au, Ag, Zn y As en sedimentos fluviales
- I-3-1 Localización de las mediciones dipolo-dipolo en pseudosección
- I-3-2 Efecto de la topografía en la ubicación de puntos de medición
- I-3-3 Efecto de la topografía en las mediciones de resistividad
- I-3-4 Esquema de medición para corrección topográfica
- I-3-5 Diagrama de flujo para análisis e interpretación
- I-3-6 Método de medición de muestras
- I-3-7(a) Resumen de resistividad in situ
- I-3-7(b) Resumen de efecto frecuencia in situ
- I-3-8 Relación efecto frecuencia vs. resistividad in situ
- I-3-9(a) Resumen de resistividad en muestras
- I-3-9(b) Resumen de efecto resistividad en muestras
- I-3-10 Relación efecto frecuencia vs. resistividad en muestras

- I-3-11 Relación efecto frecuencia vs. contenido de sulfuro en muestras
- I-3-12 Histograma de distribución de efecto frecuencia
- I-3-13 Sondaje eléctrico (Schlumberger) estación Nº28, Perfil 7
- I-3-14 Sondaje eléctrico (Schlumberger) estación Nº29, Perfil 7
- I-3-15 Sondaje eléctrico (Schlumberger) estación Nº30, Perfil 7
- I-3-16 Cálculo de modelo Perfiles 6 y 14
- I-3-17 Cálculo de modelo Perfil 15
- I-3-18 Cálculo de modelo Perfil 11
- I-3-19 Cálculo de modelo Perfil 13
- II-3-1 Perfil geológico A-A' del prospecto San José
- III-3-1 Temperatura de disolución de los cristales de NaCl, KCl y burbujas
- III-3-2 Relación entre la temperatura de llenado y salinidad de inclusiones líquidas
- III-3-3 Relación entre la temperatura de llenado promedio de las inclusiones líquidas y proporción de las inclusiones multifases con respecto al total de las inclusiones fluidas
- III-3-4 Relación entre la salinidad promedio de las inclusiones líquidas y proporción de las inclusiones multifases con respecto al total de las inclusiones fluidas
- IV-1 Croquis geológico de la mina La Plata
- IV-2 Mapa de ubicación del prospecto La Mortandad
- IV-3 Mapa de ubicación del prospecto Avanzada Camán

- IV-4 Croquis geológico de la mina El Gallo
- IV-5 Croquis geológico del prospecto "Las Minas"
- IV-6 Croquis geológico de la zona de Pedregoso
- IV-7 Croquis geológico de la zona de Mallín del Toro
- V Area proyecto 1980

APENDICES

APENDICE 1 TABLAS FUERA DE TEXTO

- | | |
|---------|---|
| Tabla 1 | Dataciones radiométricas por el método K-Ar |
| 2 | Determinaciones de minerales por Rayos-X (difracción) |
| 2.1 | Prospecto Las Minas del Prado |
| 2.2 | Prospecto San José |
| 2.3 | Prospecto Galletué |
| 3 | Análisis químicos de menas del prospecto Las Minas del Prado |
| 4 | Análisis químicos de los sedimentos fluviales del prospecto Las Minas del Prado |
| 5 | Análisis químicos de muestras de suelos del prospecto Las Minas del Prado |
| 6 | Resultados de mediciones in situ |
| 7 | Resultados de mediciones en muestras de rocas |
| 8 | Insumos utilizados, prospecto San José |
| 9 | Equipo de sondeo utilizado, prospecto San José |
| 10 | Detalles de operaciones de traslado, prospecto San José |
| 11 | Resumen de la ejecución de sondajes, prospecto San José |
| 12 | Tiempo de trabajo por pozo, prospecto San José |
| 13 | Registro de ejecución del sondaje S-1, prospecto San José |
| 14 | Registro de ejecución del sondaje S-1A, prospecto San José |
| 15 | Registro de ejecución del sondaje S-2, prospecto San José |

Tabla 16	Especificaciones de coronas de diamante, escariadores y zapata, prospecto San José
17	Metraje de sondeo con corona de diamante, escariador y zapata, prospecto San José
18	Avance sondaje S-1, prospecto San José
19	Avance sondaje S-1A, prospecto San José
20	Avance sondaje S-2, propsecto San José
21	Equipo de sondeo utilizado, prospecto Galletué
22	Insumos utilizados, prospecto Galletué
23	Detalles de operaciones de traslado, prospecto Galletué
24	Resumen de la ejecución de sondajes, prospecto Galletué
25	Tiempo de trabajo por pozo, prospecto Galletué
26	Registro de ejecución del sondaje S-3, prospecto Galletué
27	Registro de ejecución del sondaje S-4, prospecto Galletué
28	Registro de ejecución del sondaje S-5, prospecto Galletué
29	Registro de ejecución del sondaje S-6, prospecto Galletué
30	Registro de ejecución del sondaje S-7, prospecto Galletué
31	Registro de ejecución del sondaje S-8, prospecto Galletué
32	Especificaciones de coronas de diamante, escariadores y zapata, prospecto Galletué
33	Metraje de sondeo con corona de diamante, escariador y zapata, prospecto Galletué

Tabla 34	Avance sondaje S-3, prospecto Galletué
35	Avance sondaje S-4, prospecto Galletué
36	Avance sondaje S-5, prospecto Galletué
37	Avance sondaje S-6, prospecto Galletué
38	Avance sondaje S-7, prospecto Galletué
39	Avance sondaje S-8, prospecto Galletué

APENDICE 2 DESCRIPCIONES MICROSCOPICAS DE SECCIONES TRANS-PARENTES

- 2.1 Prospecto Las Minas del Prado
- 2.2 Prospecto San José
- 2.3 Prospecto Galletué

APENDICE 3 DESCRIPCIONES MICROSCOPICAS DE SECCIONES PULIDAS

- 3.1 Prospecto Las Minas del Prado
- 3.2 Prospecto San José
- 3.3 Prospecto Galletué

APENDICE 4 ANTECEDENTES DE EXPLORACION GEOFISICA DEL PROSPECTO SAN JOSE

- 4.1 Plano ubicación perfiles polarización inducida, San José, provincia de Ñuble, VIII región .
- 4.2 Polarización inducida, San José, perfil B
- 4.3 Polarización inducida, San José, perfil D

LISTA DE PLANOS (FUERA DE TEXTO)

- PL. I-2-1 Mapa geológico del prospecto Las Minas del Prado
Escala 1:5.000
- I-2-2 Mapa de ubicación de muestras del prospecto Las Minas
del Prado Escala 1:5.000
- I-2-3 Mapa de ubicación de sectores y socavones del prospecto
Las Minas del Prado Escala 1:5.000
- I-2-4 Mapa de ubicación de muestras de suelos y de sedimentos
fluviales del prospecto Las Minas del Prado
Escala 1:5.000
- I-2-5 Mapa geoquímico del prospecto Las Minas del Prado.
Distribución de oro en suelos y sedimentos fluviales
Escala 1:5.000
- I-2-6 Mapa geoquímico del prospecto Las Minas del Prado.
Distribución de plata en suelos y sedimentos fluviales
Escala 1:5.000
- I-2-7 Mapa geoquímico del prospecto Las Minas del Prado.
Distribución de arsénico en suelos y sedimentos fluvi-
ales Escala 1:5.000
- I-2-8 Mapa geoquímico del prospecto Las Minas del Prado.
Distribución de zinc en suelos y sedimentos fluviales
Escala 1:5.000
- I-3-1 Plano de perfiles, puntos de medición geofísicos y
mapa geológico Escala 1:5.000
- I-3-2 Mapa de ubicación de mediciones in situ, Schlumberger
y muestras Escala 1:5.000
- I-3-3 Sección geoelectrica (método de polarización inducida),
prospecto Las Minas del Prado, perfil 1 Escala 1:5.000
- I-3-4 Sección geoelectrica (método de polarización inducida),
prospecto Las Minas del Prado, perfil 2 Escala 1:5.000

- PL. I-3-5 Sección geoelectrica (método de polarización inducida), prospecto Las Minas del Prado, perfil 3
Escala 1:5.000
- I-3-6 Sección geoelectrica (método de polarización inducida), prospecto Las Minas del Prado, perfil 4
Escala 1:5.000
- I-3-7 Sección geoelectrica (método de polarización inducida), prospecto Las Minas del Prado, perfil 5
Escala 1:5.000
- I-3-8 Sección geoelectrica (método de polarización inducida), prospecto Las Minas del Prado, perfil 6
Escala 1:5.000
- I-3-9 Sección geoelectrica (método de polarización inducida), prospecto Las Minas del Prado, perfil 7
Escala 1:5.000
- I-3-10 Sección geoelectrica (método de polarización inducida), prospecto Las Minas del Prado, perfil 8
Escala 1:5.000
- I-3-11 Sección geoelectrica (método de polarización inducida), prospecto Las Minas del Prado, perfil 9
Escala 1:5.000
- I-3-12 Sección geoelectrica (método de polarización inducida), prospecto Las Minas del Prado, perfil 10
Escala 1:5.000
- I-3-13 Sección geoelectrica (método de polarización inducida), prospecto Las Minas del Prado, perfil 11
Escala 1:5.000
- I-3-14 Sección geoelectrica (método de polarización inducida), prospecto Las Minas del Prado, perfil 12
Escala 1:5.000
- I-3-15 Sección geoelectrica (método de polarización inducida), prospecto Las Minas del Prado, perfil 13
Escala 1:5.000

- PL. I-3-16 Sección geoelectrica (método de polarización inducida), prospecto Las Minas del Prado, perfil 14
Escala 1:5.000
- I-3-17 Sección geoelectrica (método de polarización inducida), prospecto Las Minas del Prado, perfil 15
Escala 1:5.000
- I-3-18 Sección geoelectrica (método de polarización inducida), prospecto Las Minas del Prado, perfil 16
Escala 1:5.000
- I-3-19 Sección geoelectrica (método de polarización inducida), prospecto Las Minas del Prado, perfil 17
Escala 1:5.000
- I-3-20 Sección geoelectrica (método de polarización inducida), prospecto Las Minas del Prado, perfil 7
Escala 1:500
- I-3-21 Sección geoelectrica (método de polarización inducida), prospecto Las Minas del Prado, perfil 11
Escala 1:500
- I-3-22 Sección geoelectrica (método de polarización inducida), prospecto Las Minas del Prado, perfil 12
Escala 1:500
- I-3-23 Planta de resistividad aparente, prospecto Las Minas del Prado, N=1 Escala 1:5.000
- I-3-24 Planta de efecto frecuencia, prospecto Las Minas del Prado, N=1 Escala 1:5.000
- I-3-25 Planta de factor metálico, prospecto Las Minas del Prado, N=1 Escala 1:5.000
- I-3-26 Planta de resistividad aparente, prospecto Las Minas del Prado, N=3 Escala 1:5.000
- I-3-27 Planta de efecto frecuencia, prospecto Las Minas del Prado, N=3 Escala 1:5.000

- PL. I-3-28 Planta de factor metálico, prospecto Las Minas del Prado, N=3 Escala 1:5.000
- I-3-29 Planta de resistividad aparente, prospecto Las Minas del Prado, N=5 Escala 1:5.000
- I-3-30 Planta de efecto frecuencia, prospecto Las Minas del Prado, N=5 Escala 1:5.000
- I-3-31 Planta de factor metálico, prospecto Las Minas del Prado, N=5 Escala 1:5.000
- I-3-32 Mapa de interpretación cuantitativa, prospecto Las Minas del Prado Escala 1:5.000
- II-2-1 Mapa geológico y ubicación de sondajes del area prospecto San José Escala 1:10.000
- II-2-2 Descripción geológica del sondaje S-1 del prospecto San José Escala 1:200
- II-2-3 Descripción geológica del sondaje S-1A del prospecto San José Escala 1:200
- II-2-4 Descripción geológica del sondaje S-2 del prospecto San José Escala 1:200
- III-2-1 Mapa geológico y de alteración del prospecto Galletué Escala 1:10.000
- III-2-2 Descripción geológica del sondaje S-3 del prospecto Galletué Escala 1:200
- III-2-3 Descripción geológica del sondaje S-4 del prospecto Galletué Escala 1:200
- III-2-4 Descripción geológica del sondaje S-5 del prospecto Galletué Escala 1:200
- III-2-5 Descripción geológica del sondaje S-7 del prospecto Galletué Escala 1:200
- III-2-6 Descripción geológica del sondaje S-8 del prospecto Galletué Escala 1:200

RESUMEN

1. El trabajo de este año corresponde a la Fase II del segundo convenio IIG-MMAJ, en la región andina situada al este de la ciudad de Concepción.
2. El trabajo de este año se efectuó de acuerdo a las recomendaciones del año pasado (fase I). Las áreas de trabajo y los estudios realizados son los siguientes:
 - 1) Prospecto Las Minas del Prado (segundo año de estudio)
 - Geología y geoquímica de detalle: área 9 km²
 - Geofísica: longitud total de I.P.: 34 km
 - 2) Prospecto San José (segundo año estudio):
 - Exploración con sondajes: 2 sondajes (607,80 m)
 - 3) Prospecto Galletué (tercer año de estudio):
 - Exploración con sondajes: 6 sondajes (1.033,20 m)
 - 4) Prospectos visitados
 - Estudio geológico preliminar de 7 prospectos
3. Los trabajos se iniciaron el 10 de Octubre de 1979 en su fase de terreno, con excepción del prospecto San José y terminaron el 10 de Enero de 1980. Desde esa fecha hasta el 15 de Marzo se realizaron los análisis, la interpretación y la redacción del informe. El prospecto San José constituye un trabajo adicional que tuvo su fase de terreno desde el 16 de Marzo de 1980 al 24 de Junio, luego se realizó la interpretación y redacción del informe respectivo en Chile.

El 19 de Julio estuvo finalizado el informe borrador final completo del estudio de la 2a. fase. La impresión final se realizó en Japón.

Los técnicos que participaron en este trabajo son:
11 japoneses y 9 chilenos, con un total de 20 personas.

4. Resultados de los estudios en el prospecto Las Minas del Prado

En esta zona existen dos tipos de mineralización:

a) mineralización de oro epitermal y b) placeres auríferos.

El primer tipo de mineralización se ubica estratigráficamente en la unidad volcánico-sedimentaria Pierna Blanca de edad Terciario Inferior principalmente y también en la formación Cola de Zorro de edad Terciario Superior.

El mineral principal es oro nativo, presentándose en vetas de cuarzo y arcilla y stockwork de cuarzo. Las primeras tienen potencia de 1 a 5 cm y ley de oro de 0,932 g/t. El stockwork de cuarzo se observa en dos sectores, de los cuales el situado más al norte (sector A) tiene una extensión de 300 m x 100 m y ley promedio de oro de 0,73 g/t, siendo de mayor extensión y mejor mineralización que el sector B.

El principal mineral del prospecto es el oro, además de pirita, no existiendo otros minerales económicos.

La alteración está representada por sericitización débil. La edad de la mineralización sería post-Mioceno (17 m.a.).

De acuerdo a lo mencionado anteriormente, este yacimiento posee mineralización de oro escasa y según los antecedentes geofísicos no hay anomalías de interés que indiquen otras áreas con posible mineralización.

La mineralización de los placeres de oro se presenta en los clastos y matriz de conglomerados de la unidad sedimentaria La Segunda, de edad Pleistoceno.

Las reservas posibles de conglomerados con oro son 6.000.000 de toneladas aproximadamente, con ley de oro de 0,026 g/t. Según lo anterior la ley de oro es baja y en consecuencia los placeres no son económicamente explotables. Se recomienda no efectuar nuevos estudios en el prospecto.

5. Resultados de los estudios en el prospecto San José

El prospecto San José está situado en el margen suroeste de un batolito granodiorítico de edad Cretácico Superior-Terciario Inferior.

La mineralización principal corresponde a pirita y calcopirita y escasa molibdenita; morfológicamente se observa diseminada y en vetillas.

En los afloramientos del prospecto y a lo largo del sondaje S-2 se presenta una zona con alteración propilítica que posee las siguientes leyes: Cu: 0,08%; Mo: 2 ppm y S: 0,442%, de lo cual, se deduce que la mineralización es débil.

Cerca de la superficie existe una zona oxidada con cobre nativo y malaquita y luego se presenta una zona primaria.

La ley promedio de la zona oxidada en el sondaje S-2 es: Cu: 0.06%; Mo: <1 ppm y S: 0,006%. La ley promedio de la zona primaria del sondaje S-2 es Cu: 0,05%, MO: 0,5 ppm y S: 0,684%.

Esiste la posibilidad que exista una zona fílica cubierta en entre los sondajes S-1A y S-2, pero aunque existiera, tendría una longitud aproximada de 250 m, por lo cual, la dimensión del posible yacimiento sería más pequeña aún.

En base a que la cantidad de pirita que se observa en la zona propilitizada es muy pequeña, la alteración propilitica es débil y las fracturas premineralización son escasas se concluye que el posible yacimiento económico sería de tamaño muy pequeño.

Para explotar el posible yacimiento económico se necesitaría de gran cantidad de labores para el transporte del mineral, lo cual, debido al supuesto pequeño tonelaje que existiría, no justificaría la preparación de una infraestructura para tal efecto.

En consideración a lo anterior, no se recomienda efectuar nuevos estudios de mayor detalle en el prospecto San José.

6. Resultados de los estudios en el prospecto Galletué

La mineralización de Galletué corresponde a stockwork y disseminación de cobre y molibdeno. El centro de la mineralización, donde ésta es más intensa, está constituido por stockwork y disseminación de calcopirita, molibdenita y pirita; sus dimensiones son: 1.000 m de largo en sentido E-W, 500 m de ancho en sentido N-S y 150 m de profundidad aproximadamente. Las leyes de este sector son: Cu: 0,15%; Mo: 0,012%; en algunas partes alrededor del sondaje S-2 se presentan leyes relativamente altas (Cu: $\geq 0,6\%$; Mo: $\geq 0,06\%$), pero su distribución es puntual.

En Galletué, la alteración se presenta zonada desde el centro hacia el exterior; la zona cuarzo-sericita, que se ubica al centro del prospecto es de tamaño reducido y el grado de alteración es bajo, comparado con otros depósitos similares.

La mineralización se aloja en un batolito de carácter tonalítico, él cual fue erosionado en parte, por lo que se supone que no puede esperarse un gran yacimiento en profundidad.

De lo expresado anteriormente, el prospecto no reviste interés económico, además no existe posibilidad de detectar nuevas áreas mineralizadas en la zona, por lo que se recomienda no efectuar nuevos trabajos de detalle.

7. Prospectos visitados

Dentro del área del proyecto IIG-MMAJ existen otras zonas de interés, fuera de las estudiadas, que fueron visitadas y reconocidas en forma preliminar durante el trabajo de este año.

Las áreas visitadas corresponden a los siguientes 7 prospectos:

- 1) Prospecto La Mina La Plata
- 2) Prospecto La Mortandad
- 3) Prospecto Avanzada Camán
- 4) Prospecto La Mina El Gallo
- 5) Prospecto Las Minas
- 6) Prospecto Zona de Pedregoso
- 7) Prospecto Zona de Mallín del Toro

Estos prospectos presentan mineralización y alteración muy débiles, por lo que se recomienda no estudiarlos con mayor detalle.

A pesar que los prospectos mismos no revisten interés, la zona en que estos se ubican es interesante de estudiar desde el punto de vista geológico y prospectivo. Dicha zona presenta actividad volcánica andesítica asociada a los movimientos orogénicos andinos y en varios sectores afloran stocks de pórfidos ácidos intruyendo ese volcanismo; cerca de los stocks se observa mineralización y alteración.

Desde el punto de vista estructural, la zona presenta fallamiento intenso, correspondiendo a un área tectónica débil, lo que constituye otro motivo para hacerla interesante desde el punto de vista económico.

La topografía de la zona al este de Chillán es abrupta, su acceso difícil y el clima es duro, por lo que no ha sido anteriormente estudiada en detalle.

De acuerdo a lo mencionado anteriormente se recomiendan los siguientes estudios en esta zona:

- 1) Mapeo de un área de 850 km² aproximadamente, cuyo centro está situado a 75 km al este de Chillán.
- 2) El método de trabajo debe consistir en un estudio fotogeológico y levantamiento geológico a escala 1: 50.000, acompañado de prospección geoquímica con muestras de sedimentos de drenaje y análisis químico por los siguientes elementos: Cu, Mo, Zn, Au, Ag y Pb.

INTRODUCCION

INTRODUCCION

Capítulo I Objetivo del proyecto

El objetivo del trabajo de este año (fase II del 2º Convenio IIG-MMAJ) fué, de acuerdo a las recomendaciones de la fase I, continuar la exploración con más detalle de los prospectos Galletué y Las Minas del Prado. Además, se visitaron varios prospectos con el objeto de contar con mayores antecedentes para el estudio de la fase III.

La fase I del proyecto recomendó el estudio de las áreas de Las Minas del Prado, San José y Galletué; las dos primeras áreas se eligieron del mapeo geológico regional que se efectuó en el área Coihueco-Recinto, y Galletué se recomendó en base a estudios geofísicos y sondajes diamantinos realizados el año pasado. Además, se disponía de antecedentes para algunos prospectos situados en el área del convenio, los cuales se juzgó interesante visitar este año, y ellos son:

1. Prospecto La Mina La Plata
2. Prospecto La Mortandad
3. Prospecto La Mina El Gallo
4. Prospecto Avanzada Camán
5. Prospecto Las Minas
6. Prospecto zona de Pedregoso
7. Prospecto zona de Mallín del Toro

Las áreas y prospectos antes mencionados, representan todas las áreas interesantes dentro de la zona del 2º convenio IIG-MMAJ.

Capítulo 2 Trabajo realizado en el 2° año

2.1 Area de trabajo

Las áreas de trabajo que se estudiaron este año son:

1) Prospecto Las Minas del Prado

Este prospecto se ubica al NW del área Coihueco-Recinto, estudiada en la fase I, y en el centro del prospecto está situado el yacimiento de Las Minas del Prado. El área de este estudio es: 3 km en dirección N-S y 3 km en dirección E-W, abarcando aproximadamente 9 km². Sus límites son:

Límite norte: 36°39'32" lat. sur
Límite sur : 36°41'23" lat. sur
Límite este : 71°39'56" long. oeste
Límite oeste: 71°42'00" long. oeste

2) Prospecto San José

El área del prospecto está ubicada en la parte sur-central de la zona Coihueco-Recinto y coordenadas del sondeos son:

S-1 : 5.922.797N, 267.694E, cota 910 m s.n.m.
S-1A: 5.922.750N, 267.616E, cota 910 m s.n.m.
S-2 : 5.922.421N, 267.419E, cota 688 m s.n.m.

3) Prospecto Galletué

El área está ubicada en el extremo sur del cuadrángulo Sierra Nevada y el trabajo consistió en la continuación de la campaña de sondeos diamantinos iniciada el año anterior.

Sus límites son:

Límite norte: 38°41'19" lat. sur
Límite sur : 38°43'17" lat. sur
Límite este : 71°17'23" long. oeste
Límite oeste: 71°21'35" long. oeste

El área abarca 22 km² y en su centro está situado el prospecto Galletué. La ubicación de los sondajes se indica en el plano III-2-1.

4) Prospectos visitados

Dentro del área del proyecto IIG-MMAJ existen otras zonas de interés, fuera de las estudiadas, que fueron visitadas y reconocidas en forma preliminar durante el trabajo de este año.

Las áreas visitadas corresponden a los siguientes 7 prospectos:

- a) Prospecto La Mina La Plata
- b) Prospecto La Mortandad
- c) Prospecto Avanzada Camán
- d) Prospecto La Mina El Gallo
- e) Prospecto Las Minas
- f) Prospecto zona de Pedregoso
- g) Prospecto zona de Mallín del Toro

La ubicación de los prospectos visitados se indica en la parte IV de este informe.

2.2 Método de trabajo y cantidad de trabajo realizado

El método de trabajo y cantidad de trabajo realizado se indican en la tabla 1.

2.3 Calendario de trabajo

El calendario de trabajo se indica en la tabla 2.

2.4 Miembros de los equipos

1) JAPON

Administración general: Kyuzo Tadokoro (MMAJ)
Kazunori Kano (MMAJ)

Jefe del Equipo: Yuya Furukawa (MMAJ) Coordinación
general, trabajo de terreno y
preparación del informe.

Miembros:

Ken Obara (MMAJ): geología, descripción de testigos
y preparación del informe.

Toshimasa Tajima (MMAJ): exploración geofísica y
preparación del informe.

Norio Watanabe (MMAJ): exploración geofísica y
preparación del informe.

Mitsuhiko Mogami (MMAJ): sondajes y preparación
del informe.

Tetsuo Ishi (MMAJ): sondajes.



Kiyoji Ozaki (MMAJ): sondajes.

Kiyoshi Sakashita (MMAJ): sondajes.

Mitsuo Ishikawa (MMAJ): sondajes.

Tabla 2 CALENDARIO DE TRABAJO

Area de trabajo	Método	Personal	Octubre 1974	Noviembre	Diciembre	Enero 1975	Febrero	Marsu	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	
Prospecto Las Minas del Prado	Geología de detalle	Japón 1 Chile 1	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	
		Japón 1 Chile 2	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	
	Geofísica	Japón 2 Chile 4	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
		Japón 4 Chile 4	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16
Prospecto San José	Perforación	Japón 4 Chile 4												
		Japón 6 Chile 4	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	
Prospecto Galletué	Perforación	Japón 2 Chile 2												
		Japón 2 Chile 2	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	
Prospecto Visitados	Geología	Japón 2 Chile 2												
		Japón 2 Chile 2	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	

 Trabajo en Japón
 Trabajo en Chile

2) CHILE

Jefe del Equipo: Rafael Felipe Díaz Fulle (IIG)
coordinación general, trabajo de
terreno y preparación del informe.

Miembros:

Carlos Felipe Ramírez Ramírez (IIG): trabajo de terreno
y preparación del
informe.

Guillermo Alfaro Hanne (IIG): trabajo de terreno
prospectos San José

Juan Carlos Parra Espinoza (IIG): exploración geofísica
y preparación del
informe.

Humberto Leonardo Glasser Cortés (IIG): exploración
geofísica.

Pedro Hiplán Julio (IIG): levantamiento topográfico.

Heriberto Ley Wong (IIG): levantamiento topográfico.

Arnoldo González Araneda (IIG): sondajes.

Héctor Quiroz Cabrera (IIG): sondajes.

2.5 Trabajos anteriores

1) INFORMES GENERALES DEL AREA DEL PROYECTO IIG-MMAJ

ALFARO, G., 1973. "Geología general y yacimiento
minerales de la Cordillera de los Andes
entre las latitudes 37°20' sur y 39°30'
sur". IIG. Informe inédito.

ALFARO, G., 1974. "Prospección placeres auríferos
en la región del Alto Bío-Bío". IIG.
Informe inédito.

- ALFARO, G., 1975. "Áreas mineralizadas o con eventual interés para prospección en la zona sur". IIG. Informe inédito.
- ALFARO, G., 1976. "Prospección de minerales en la zona Central-sur de Chile". IIG. Informe inédito.
- ALFARO, G., 1977. "Reconocimiento geológico de los prospectos del Sr. Rosendo Galvéz Sánchez (San Fabián de Alico)". IIG. Informe inédito.
- ALFARO, G., 1979. "Carta preliminar 1:250.000 "Laguna del Maule" (Sector VIII Región)". Geología Económica. IIG. Informe inédito.
- ALFARO, G., 1979. "Carta preliminar 1:250.000 "Laguna de La Laje" (Sector VIII Región)". Geología Económica. IIG. Informe inédito.
- ALFARO, G. Y GAJARDO, A., 1977. "Carta Metalogénica de la VIII Región Administrativa de Chile y Provincia de Malleco, IX Región". IIG. Informe inédito.
- CRUZAT, A. y CHAVEZ, C., 1968. "Reconocimiento geológico de la Cordillera de Los Andes entre los 38° y 39° de latitud". IIG. Informe inédito.
- GONZALEZ, O. y VERGARA, M., 1962. "Reconocimiento geológico de la Cordillera de Los Andes entre los paralelos 35° y 38° latitud sur". Publicación N°24, U. de Chile, Fac. de Ciencias Físicas y Matemáticas.

- GONZALEZ, F., 1978. "Exploración geológica en la región cordillerana de la provincia de Ñuble". IIG. Informe inédito.
- GUZMAN, R., 1977. "Reconocimiento preliminar mina El Gallo". IIG. Informe inédito.
- INSTITUTO DE INVESTIGACIONES GEOLOGICAS, 1968. "Mapa Geológico de Chile escala 1:1.000.000".
- INSTITUTO DE INVESTIGACIONES GEOLOGICAS (IIG) y METAL MINING AGENCY OF JAPAN (MMAJ) 1978. "Informe del reconocimiento geológico del área Coihueco (Ñuble)-Lonquimay (Malleco)". Convenio de los Gobiernos de Chile y Japón. Fase III.
- INSTITUTO DE INVESTIGACIONES GEOLOGICA (IIG) y METAL MINING AGENCY OF JAPAN (MMAJ) 1979. "Informe de reconocimiento geológico de la región Andina situada al este de la ciudad de Concepción". Convenio de los Gobiernos de Chile y Japón. Fase I.
- SANDOVAL, R., 1975. "Recursos auríferos de las regiones VII-VIII-IX-X". IIG. Informe inédito.
- SANDOVAL, R., 1977. "Estudio geológico de la región del Alto Bío-Bío, Comuna de Lonquimay, Departamento de Curacautín, IX Región, Chile". Memoria de Prueba para optar al título de geólogo. U. de Chile, Fac. de Ciencias Físicas y Matemáticas.

SANCHEZ, J. y ESPINOZA, W., (sin fecha). "Informe geológico preliminar de las pertenencias mineras "Pasillo 1 al 1.000". Provincia de Ñuble, Chile". IIG. Inf. inédito.

SERRANO, L., 1975. "Prospección minera en la región cordillerana de la provincia de Bío-Bío". IIG. Informe inédito.

2) INFORMES DEL AREA DE SAN JOSE

ALFARO, G., 1976. "El Prospecto San José (Chillán)". IIG. Informe inédito.

AMBRUS, J., y SOZA, H. 1969. "Reconocimiento geológico de las pertenencias Copihue 1-200". Informe particular.

BETTANCOURT, E., 1979. "Polarización Inducida, San José". Sección Geofísica. IIG. Informe inédito.

GACITUA, C., 1977. "Estudio geoquímico y geológico del área de San José, provincia de Ñuble, VIII Región". Memoria de Prueba para optar al título de geólogo. U. de Chile. Fac. de Ciencias Físicas y Matemáticas.

INSTITUTO DE INVESTIGACIONES GEOLOGICAS (IIG) y METAL MINING AGENCY OF JAPAN (MMAJ) 1979. "Informe de reconocimiento geológico de la región andina situada al este de la ciudad de Concepción". Convenio de los Gobiernos de Chile y Japón. Fase I.

3) INFORMES DEL AREA DE MINAS DEL PRADO

ALFARO, G., 1975. "Areas mineralizadas o con eventual interés para prospección en la zona sur". IIG. Informe inédito.

GONZALEZ, F., 1978. "Exploración geológica en la región cordillerana de la provincia de Ñuble", IIG. Informe inédito.

INSTITUTO DE INVESTIGACIONES GEOLOGICAS (IIG) y METAL MINING AGENCY OF JAPAN (MMAJ) 1979.

"Informe de reconocimiento geológico de la región andina situada al este de la ciudad de Concepción". Convenio de los Gobiernos de Chile y Japón. Fase I.

4) INFORMES DE GALLETUE

ALFARO, G., 1973. "Geología General y Yacimientos Minerales de la Cordillera de Los Andes entre las latitudes 38°00' lat. sur y 39° long. oeste". IIG. Informe inédito.

ALFARO, G., 1974. "Interpretación del levantamiento geoquímico de suelos en el Prospecto Galletué". IIG. Informe inédito.

ALFARO, G., 1975. "Interpretación del muestreo de suelos de los perfiles 100W-800E- 1000E del Prospecto Galletué. IIG. Informe inédito.

BETTANCOURT, E., 1975. "Estudio geofísico del lado sur de la laguna Galletué". IIG. Informe inédito.

CRUZAT, A., 1974. "Prospección geoquímica del yacimiento Galletué, provincia de Malleco". IIG. Informe inédito.

INSTITUTO DE INVESTIGACIONES GEOLOGICAS (IIG) y METAL MINING AGENCY OF JAPAN (MMAJ) 1978.

"Informe del Reconocimiento geológico del área Coihueco (Ñuble)-Longuimay (Malleco)". Convenio de los Gobiernos de Chile y Japón. Fase III.

INSTITUTO DE INVESTIGACIONES GEOLOGICAS (IIG) y METAL MINING AGENCY OF JAPAN (MMAJ) 1979. "Informe de

reconocimiento geológico de la región andina situada al este de la ciudad de Concepción". Convenio de los Gobiernos de Chile y Japón. Fase I.

OSSANDON, G., 1976. "Geología y Geoquímica del Prospecto Galletué, provincia de Malleco". IIG. Informe inédito.

REVERA, A., 1974. "Estudio geofísico preliminar lado sur laguna Galletué". IIG. Informe inédito.

5) INFORMES DE LOS PROSPECTOS VISITADOS

ALFARO, G., 1977. "Reconocimiento geológico de los prospectos del Sr. Rosendo Galves Sánchez. (San Fabián de Alico)". IIG. Informe inédito.

GONZALEZ, F., 1978. "Exploración geológica en la región cordillerana de la provincia de Ñuble". IIG. Informe inédito.

GUZMAN, R., 1977. "Reconocimiento preliminar mina El Gallo". IIG. Informe inédito.

INSTITUTO DE INVESTIGACIONES GEOLOGICAS (IIG)
y METAL MINING AGENCY OF JAPAN (MMAJ) 1978.

"Informe del Reconocimiento Geológico del área Coihueco (Ñuble)-Lonquimay (Malleco)". Convenio de los Gobiernos de Chile y Japón. Fase III.

PARTE I

EXPLORACION EN EL PROSPECTO LAS MINAS DEL PRADO

PARTE I EXPLORACION EN EL PROSPECTO LAS MINAS DEL PRADO

I-1 GENERALIDADES

Capítulo 1 Antecedentes generales

Durante la 1ª. fase del programa de exploración minera llevado a cabo por los Gobiernos de Chile y Japón, en la región andina situada al este de Concepción, se recomendó el estudio de detalle del Prospecto las Minas del Prado en el área Coihueco-Recinto.

En este prospecto existen dos tipos de depósitos minerales. Estos corresponden a un depósito epitermal de oro que se encuentra en forma de vetas y en un stockwork de cuarzo, y un depósito de placer aurífero.

En el estudio realizado en la fase I se determinó que la zona silicificada del depósito primario constituye un área favorable para continuar la exploración de detalle con el fin de evaluar el posible yacimiento. El depósito de tipo placer también fue evaluado en esta fase.

Los trabajos realizados corresponden a un levantamiento geológico de detalle a escala 1:5.000 y un estudio geofísico de polarización inducida (PI). Estos estudios permitieron determinar la distribución de la zona silicificada, como así mismo, la profundidad y distribución de la pirita. En lugares sin afloramientos del depósito primario se hizo un muestreo geoquímico de suelos y, de acuerdo con los resultados de PI, se realizó un muestreo geoquímico de sedimentos fluviales.

La información analizada permitió efectuar una evaluación geológico-económica del prospecto.

Capítulo 2 Geografía

2.1 Ubicación

El prospecto las Minas del Prado está situado al noreste de la ciudad de Concepción, capital de la VIII Región del Bío-Bío. Administrativamente se sitúa en la comuna de Coihueco, Provincia de Ñuble, VIII Región.

La localidad de Las Minas del Prado está a 18 km al este del pueblo de Coihueco, cabecera de la comuna homónima; a su vez Coihueco está a 25 km al oriente de Chillán.

2.2 Topografía

Desde el punto de vista morfológico, la zona de las Minas del Prado corresponde a la faja de relieve poco conspicuo denominada "la montaña" (Fuenzalida, 1965). Esta unidad se caracteriza por colinas bien diferenciadas constituidas por depósitos aluviales, y sedimentos glaciolacustres que descansan sobre rocas volcánicas porfíricas. Específicamente en el sector del prospecto se puede distinguir un cordón montañoso constituido por el Cerro Alto del Padre y las serranías ubicadas al noreste y suroeste que alcanzan en promedio 750 m s.n.m. aproximadamente.

El estero las Cajas constituye la principal red de drenaje del sector con rumbo preferente noroeste; su cota media en la zona es de 680 m s.n.m. En general, las quebradas tienen un cauce bien diferenciado y angosto, en partes con paredes abruptas y se encuentran en permanente erosión.

2.3 Clima y vegetación

El clima del sector estudiado puede clasificarse como "templado-cálido con estación seca y lluviosa semejante". (Fuenzalida, 1965); la temperatura media del mes más cálido (Enero) es de 21,9°C y del mes más frío (Julio) es de 9,1°C. La precipitación media anual es de 909,3 mm siendo Julio (217,0 mm) el mes más lluvioso.

La asociación vegetacional natural del área corresponde al bosque abierto andino sin coníferas, caracterizado por la presencia entre otros de *Nothofagus obliqua* (roble), *Lithraea caustica* (litre), *Aristotelia chilensis* (maqui). Este bosque se extiende en las nacientes del estero Las Minas y en las quebradas tributarias. En los sectores del Alto del Padre y al sureste del poblado de Las Minas del Prado se encuentran plantaciones de coníferas alóctonas, principalmente pino insigne.

Si bien el clima es favorable para el desarrollo de trabajos de terreno, la cobertura vegetacional y la gruesa capa de suelo vegetal impide la observación directa de afloramientos en algunos sectores.

2.4 Acceso

Las ciudades de Concepción y Chillán están unidas por un camino pavimentado de 112 km.

El acceso al área desde Chillán se realiza por un camino asfaltado de 26 km de extensión que permite arribar a Coihueco. Desde aquí existe un camino ripiado hasta el caserío de Niblinto, donde se separa un camino secundario ripiado parcialmente hasta el poblado de Las Minas del Prado. En el área de estudio sólo los caminos del Alto

del Padre y de la mina fueron acondicionados para vehículos de doble tracción, lo cual fue suficiente para las necesidades del estudio, pues existen numerosos senderos que permiten recorrer toda el área.

2.5 Recursos naturales

La zona dispone en general, de abundantes recursos naturales que facilitan cualquier trabajo. Los recursos hídricos son abundantes incluyendo caídas de agua. El combustible más usado para fines domésticos es el carbón vegetal que se obtiene del bosque nativo. Existen varios aserraderos en la zona donde se puede encontrar madera de diferentes tipos y calidades.

El pueblo de Las Minas del Prado cuenta con energía eléctrica y teléfono. La mano de obra es barata y adecuada para los trabajos de exploración.

I-2 GEOLOGIA Y GEOQUIMICA DE DETALLE

Capítulo 1 Generalidades

El levantamiento geológico fue realizado con el objeto de evaluar económicamente el Prospecto Las Minas del Prado poniendo énfasis en la determinación del contenido de oro de la zona silicificada.

Para el estudio geológico se usó un mapa topográfico a escala 1:5.000. El Servicio Aérofotogramétrico de la Fuerza Aérea de Chile realizó una restitución, a escala 1:10.000, de fotografías aéreas verticales a escala 1:60.000; este mapa fue ampliado fotográficamente a escala 1:5.000.

En el sector del yacimiento se efectuó un levantamiento con brújula y huincha a escala 1:500 en superficie y a escala 1:200 en las labores mineras. En el área de afloramientos de la Unidad Volcánico-Sedimentaria Pierna Blanca, en el sector del yacimiento, se efectuó un muestreo geoquímico de suelos en un área de 0,35 km². En el extremo norte y en la parte noreste se realizó un muestreo geoquímico de sedimentos fluviales.

La nomenclatura geológica utilizada en este trabajo fue definida en el informe de la Fase I de este mismo convenio (IIG-MMAJ, 1979).

Los análisis químicos de Rayos-X, cortes transparentes y pulidos, fueron realizados en los laboratorios del IIG en Santiago. Las dataciones radiométricas fueron realizadas en la Universidad de Sao Paulo, Brasil. El estudio de la mineralización aurífera mediante microsonda electrónica (X-ray microanalyser) se efectuó en la Universidad de Akita, Japón. El trabajo fue realizado por un geólogo japonés y un geólogo chileno, en el muestreo de suelos colaboró un topógrafo chileno.

Capítulo 2 Geología

2.1 Generalidades

Las unidades que afloran en el sector estudiado corresponden a la Unidad Volcánico-Sedimentaria Pierna Blanca asignada al Terciario Inferior (IIG-MMAJ, 1979), Formación Cola de Zorro del Terciario Superior, Unidad Sedimentaria La Segunda de edad Pleistoceno (IIG-MMAJ, 1979) y sedimentos fluviales recientes; varios diques de andesita y riolita intruyen a la Unidad Volcánico-Sedimentaria Pierna Blanca.

La Formación Cola de Zorro cubre un 70% del área y es la unidad de más amplia distribución.

En el área estudiada no existen fallas ni pliegues importantes; en el sector del yacimiento primario hay bastantes fracturas y fallas pequeñas de rumbo preferente N60°-70°E.

La mineralización primaria está emplazada en este sistema de fracturas y fallas.

2.2 Estratigrafía

2.2.1 Unidad Volcánico-Sedimentaria Pierna Blanca

Los afloramientos de esta unidad se encuentran en el sector de las Nacientes del Estero Las Cajas, en la parte central del área, y en la parte noreste en forma de ventana geológica.

Esta unidad corresponde a la roca huésped principal de la mineralización primaria de Las Minas del Prado. Está constituida por rocas piroclásticas andesíticas y dacíticas; cerca del yacimiento aflora una lava

dacítica de poca distribución intercalada entre las rocas piroclásticas.

Las rocas piroclásticas consisten en tobas finas, tobas de lápilli, tobas brechosas y brechas volcánicas; las tobas brechosas son las rocas más abundantes, en tanto que las demás se presentan como intercalaciones de poco espesor.

Las rocas piroclásticas presentan generalmente color verde claro a blanco grisáceo. Los clastos de las rocas piroclásticas están constituidos principalmente por andesitas, también se presentan dacitas, riolitas y escasos esquistos, esquirlas de vidrio y raramente rocas piroclásticas. La clasificación y selección de los clastos es mala y son angulosos a subangulosos. No hay evidencias que los materiales que componen las tobas y brechas hayan sufrido un transporte prolongado.

Al microscopio las tobas brechosas (R48-6-1) presentan textura clástica formada por fragmentos de rocas (70%) y feldespatos (5%), de contornos subangulares a subredondeados; el tamaño varía entre 0,75 y 4,12 mm. Los fragmentos de roca corresponden a rocas de textura pilotaxítica a traquítica, en algunos casos porfírica con fenocristales de plagioclasa alterados a ceolita, algunos clastos de roca presentan alteración a clorita en la masa fundamental; la matriz de la roca está constituida por fragmentos de roca cuyo tamaño varía entre 0,15 y 0,60 mm; el cemento está formado por cuarzo secundario y ceolita.

Las rocas de la Unidad Volcánico-Sedimentaria Pierna Blanca presentan alteración de carácter regional consistente en cloritización; en el sector del yacimiento la alteración está representada por silicificación, argilización y piritización.

Las tobas brechosas tienen carácter masivo y la estratificación es mala, lo que no permite determinar su actitud estructural; en algunas partes, en la toba fina se midió una estructura EW/45°N. Los afloramientos de la parte noreste también poseen mala estratificación pero de acuerdo con el informe IIG-MMAJ (1979) la estructura principal de la unidad es N-S, por lo tanto el sistema EW del sector del yacimiento es local.

La distribución de las lavas dacíticas está restringida a un afloramiento ubicado a unos 100 m al norte de la "Mina". Las lavas son gris claro a gris verdoso y verde oscuro; la parte más fresca es más oscura y compacta. Al microscopio la roca tiene textura porfírica y masa fundamental constituida por plagioclasa alterada a sericita; la textura de la masa fundamental es traquítica y presenta clorita, cuarzo y mineral opaco diseminado entre los cristales de plagioclasa. Se observa plagioclasa y minerales máficos como fenocristales; la plagioclasa está alterada a sericita y los máficos están alterados completamente a clorita, sericita y cuarzo; en los bordes de los cristales de minerales máficos existe mineral opaco. Se observa diseminación y microvetillas de limonita.

El contacto entre las lavas dacíticas y las tobas brechosas es gradual, la parte superior de las lavas dacíticas presenta un aspecto brechoso y pasa gradualmente a constituir una brecha volcánica dacítica, en niveles aún más altos presenta una matriz tobácea similar a las tobas brechosas de esta unidad.

La mayor parte de las rocas están alteradas y casi no se observan afloramientos de roca fresca. La alteración consiste en silicificación de grado medio localizada principalmente entre los clastos de la brecha, los cuales son de 5 a 10 cm de tamaño.

La edad de la Unidad Volcánico-Sedimentaria Pierna Blanca determinada por dataciones K/Ar y análisis de polen (IIG-MMAJ, 1979) es Terciario Inferior.

2.2.2 Formación Cola de Zorro

Los extensos afloramientos de andesitas han sido asimilados a la formación Cola de Zorro basados principalmente en similitudes litológicas y de distribución de la unidad.

La formación Cola de Zorro está constituida por andesitas de piroxeno, localmente se observan capas de rocas piroclásticas de litología similar.

La andesita de piroxeno presenta color verde oscuro a gris oscuro y es muy compacta. En los lugares donde ha sufrido meteorización presenta coloración gris claro y es deleznable. Al microscopio presenta textura porfírica y masa fundamental de textura traquítica; como fenocristales se observa plagioclasa (andesina) subhedral, augita y mineral opaco. La plagioclasa está maclada y presenta zonación; el tamaño máximo alcanza a 1,26 mm. Los cristales de augita poseen 0,60 mm de tamaño y en los bordes y a lo largo del clivaje están reemplazados por limonita. El mineral opaco es anhedral y subhedral y el tamaño máximo es 0,22 mm.

Generalmente la roca no está alterada, pero en las cercanías del yacimiento, en un radio de 200 m, presenta silicificación débil, argilización, piritización, cloritización y sericitización; existe en la andesita una veta de cuarzo y arcilla con oro (F81-2: 1,9 g/t Au). En los lugares en que la andesita presenta carácter brechoso se presenta riolita y cuarzo, dispuesto como stockwork, producto de una alteración regional sin relación con la alteración hidrotermal y la mineralización del prospecto.

Los afloramientos de rocas piroclásticas se distribuyen en la parte sur del área estudiada. Están constituidas por tobas brechosas de color pardo verdoso; los clastos son de andesita similares a las coladas de lava.

El espesor máximo de la formación Cola de Zorro es de 150 m en el sector del cerro Alto del Padre.

Esta formación se dispone en discordancia angular sobre la Unidad Volcánico-Sedimentaria Pierna Blanca.

Las dataciones realizadas en la Fase I del convenio (IIG-MMAJ, 1979) indican una edad Plioceno-Pleistoceno para esta unidad, pero hay evidencia que la actividad volcánica no ha sido continua. Las dataciones radiométricas K/Ar realizadas en este estudio indican un valor de $19,72 \pm 1,87$ m.a. para una muestra de andesita estratigráficamente baja y de $17,05 \pm 0,60$ m.a. para una muestra del Cerro Alto del Padre, lo que indica una edad Mioceno para las rocas consideradas.

2.2.3 Unidad Sedimentaria La Segunda

Los afloramientos de esta unidad se exponen en la parte noroeste del área estudiada. Está constituida por conglomerados, areniscas y limolitas en forma alternada. En la parte inferior de la unidad predominan los conglomerados, en tanto que en la parte superior abundan las limolitas. En esta unidad se encuentra un placer aurífero.

Los conglomerados son de color pardo amarillento a café rojizo y la compactación es mala. En varios lugares se observan finas capas de limonita en los conglomerados; el tamaño de los clastos varía generalmente entre 5 y 10 cm y raramente con 1 m de diámetro. El 75% de los clastos corresponde a andesitas de piroxeno de la formación Cola de Zorro; la composición de los restantes incluye andesitas, dacitas, rocas piroclásticas silicificadas y riolitas. Los clastos generalmente son redondeados a subredondeados; la clasificación es regular y es común observar una mezcla caótica de clastos de diferentes tamaños. La matriz de los conglomerados es arenosa y está constituida por fragmentos de andesita, rodados de cuarzo con oro, limonita, magnetita, hematita, pirita, rutilo, zircón y oro. El tamaño de los fragmentos de cuarzo aurífero varía entre 0,5 y 1 cm, son angulosos y raramente se puede observar oro nativo de tamaño mayor de 1 mm.

Desde el siglo XVIII se explota el oro contenido en la matriz de los conglomerados.

Las areniscas son de color gris amarillento, pardo, pardo rojizo y de mala compactación; los clastos de las areniscas son subangulosos y corresponden a rocas andesíticas, cuarzo, plagioclasa y matriz de ceniza

volcánica; se observan bandas de limonita paralelas a la estratificación y en forma oblicua donde existe estratificación cruzada. El espesor de los estratos varía entre 20 cm y 1 m y presenta intercalaciones de limolita. El contenido de oro es menor que en los conglomerados.

Las limolitas contienen óxidos de fierro y su color es pardo a pardo rojizo, raramente tienen color gris oscuro. La compactación es mala y en partes son arcillosas y contienen restos de plantas.

La Unidad Sedimentaria La Segunda se ubica con discordancia angular y de erosión sobre las lavas andesíticas de la formación Cola de Zorro.

La inclinación de las capas es horizontal a subhorizontal, los manteos varían entre 0° y 5° y no hay evidencias de haber sido deformadas después de la sedimentación. Se presentan pocas fallas.

La Unidad Sedimentaria La Segunda se encuentra meteorizada intensamente; en algunas localidades se puede observar los clastos de los conglomerados completamente disgregados.

La edad de esta unidad es Pleistoceno debido a la escasa compactación y a que contiene clastos de la formación Cola de Zorro.

Estas rocas se depositaron en un ambiente lacustre continental basados en su distribución (IIG-MMAJ, 1979), mala clasificación y redondeamiento de los clastos, y por el contenido de restos de plantas y limonitas.

2.2.4 Sedimentos fluviales recientes

Los sedimentos fluviales recientes corresponden a arenas y gravas, y se encuentran a lo largo del Estero Las Cajas y en el estero que se ubica inmediatamente al este del pueblo Las Minas del Prado.

2.3 Rocas intrusivas

Las rocas intrusivas del área estudiada corresponden a diques de riolita y andesita que atraviezan la Unidad Volcánico-Sedimentaria Pierna Blanca.

2.3.1 Riolita

Los diques de riolita afloran en la parte noreste del área; son de color gris, poseen estructura fluidal y no presentan alteración.

Al microscopio (R14) se observa textura porfírica con masa fundamental fluidal con cuarzo. Los fenocristales están constituidos por: plagioclasa (andesina) en cristales subhedrales maclados de hasta 1,60 mm de tamaño, ferromagnesianos totalmente alterados a mica blanca y los minerales opacos se presentan en cristales anhedrales a subhedrales diseminados. Se observan guías de cuarzo secundario en el sentido de la fluidez.

Los diques de riolita tienen forma lenticular y elongación ENE-WSW, intruyen a la Unidad Volcánico-Sedimentaria Pierna Blanca y están cubiertos por la formación Cola de Zorro, por lo tanto habrían intruído en el espacio comprendido entre la depositación de la Unidad Pierna Blanca y la efusión de las andesitas de la formación Cola de Zorro.

2.3.2 Andesita

Los diques de andesita se distribuyen en el sector del yacimiento primario; la potencia de estos diques varía entre 3 y 5 m, son de forma tabular y están dispuestos paralelamente. En el sector del yacimiento primario, en una longitud de 800 m, se pueden observar 15 diques. La orientación de los diques generalmente es $N60^{\circ}-80^{\circ}E$ y coincide con la orientación de las vetas de cuarzo aurífero. Las Fig. I-2-1, I-2-2 y I-2-3 muestran algunas vetas de cuarzo y arcilla con oro que están a lo largo del contacto con los diques. Las andesitas tienen color gris oscuro a verde oscuro y son muy compactas.

Al microscopio presentan textura porfírica y masa fundamental traquítica. Como fenocristales se observa plagioclasa alterada a sericita y mineral máfico alterado a clorita; la masa fundamental está constituida por plagioclasa, clorita y mineral opaco diseminado.

Los diques están fuertemente alterados pero en el terreno son similares a las andesitas de la formación Cola de Zorro.

No se observó a estos diques intruyendo a la formación Cola de Zorro y, por similitud con las andesitas de esta formación, se considera que la actividad ígnea de la intrusión podría estar relacionada con la efusión de estas lavas.

Capítulo 3 Geología económica

3.1 Generalidades

El prospecto Las Minas del Prado presenta dos tipos de depósitos auríferos. Estos consisten en un yacimiento epitermal (depósito primario) de oro y un placer aurífero (depósito secundario) originado en el yacimiento epitermal.

El yacimiento epitermal se ubica en el sector de las nacientes del Estero Las Cajas y la roca huésped es la Unidad Volcánico-Sedimentaria Pierna Blanca principalmente. El yacimiento consta de tres tipos de mineralización:

- 1) Vetas de cuarzo y, vetas de cuarzo y arcilla
- 2) Stockwork de cuarzo
- 3) Diseminación de pirita en zona de alteración argílica

Los dos primeros tipos poseen una concentración de oro significativa.

El placer aurífero está ubicado en el sector noroeste del área estudiada, y el oro se encuentra en la matriz o como fragmentos de cuarzo aurífero en los conglomerados de la Unidad Sedimentaria La Segunda.

Las vetas presentan poca potencia (1 a 5 cm y en una longitud de 800 m hay alrededor de 20 vetas de rumbo N60°-80°E, paralelas, con 70° de inclinación generalmente al sur. El contenido de oro promedio de las vetas es aproximadamente 1 g/t.

El stockwork de cuarzo, está en la dacita, entre los clastos de la brecha dacítica y en tobas brechosas de la Unidad Volcánico-Sedimentaria Pierna Blanca. Este tipo de mineralización se presenta en tres bloques de

forma irregular, el bloque del sector norte posee mayor concentración de oro y su distribución en superficie ocupa un área de 300 m de longitud por 100 m de ancho con una ley de aproximada de oro de 0,73 g/t.

La mineralización del yacimiento primario se extiende por parte de la formación Cola de Zorro y además del cuarzo aurífero se presentan pirita, trazas de plata, arsénico, zinc y cobre.

Las reservas de los placeres auríferos son 6×10^6 toneladas con una ley media de 0,026 g/t. La edad de estos placeres es Pleistoceno.

3.2 Mineralización

3.2.1 Depósito primario

El depósito primario consiste en tres tipos de mineralización:

- 1) Vetas
- 2) Stockwork
- 3) Diseminación

1) Vetas

Las vetas se ubican predominantemente a lo largo del contacto de los diques andesíticos (ver a Fig. I-2-1, Fig. I-2-2 y Fig. I-2-3) con la Unidad Volcánico-Sedimentaria Pierna Blanca; algunas vetas se encuentran en andesitas de la formación Cola de Zorro (ver a Fig. I-2-6).

Las vetas están orientadas según un sistema principal $N60^{\circ}-80^{\circ}E$ e inclinación 70° generalmente al sur, y un sistema secundario $N0^{\circ}-20^{\circ}W$ e inclinación 60° al este

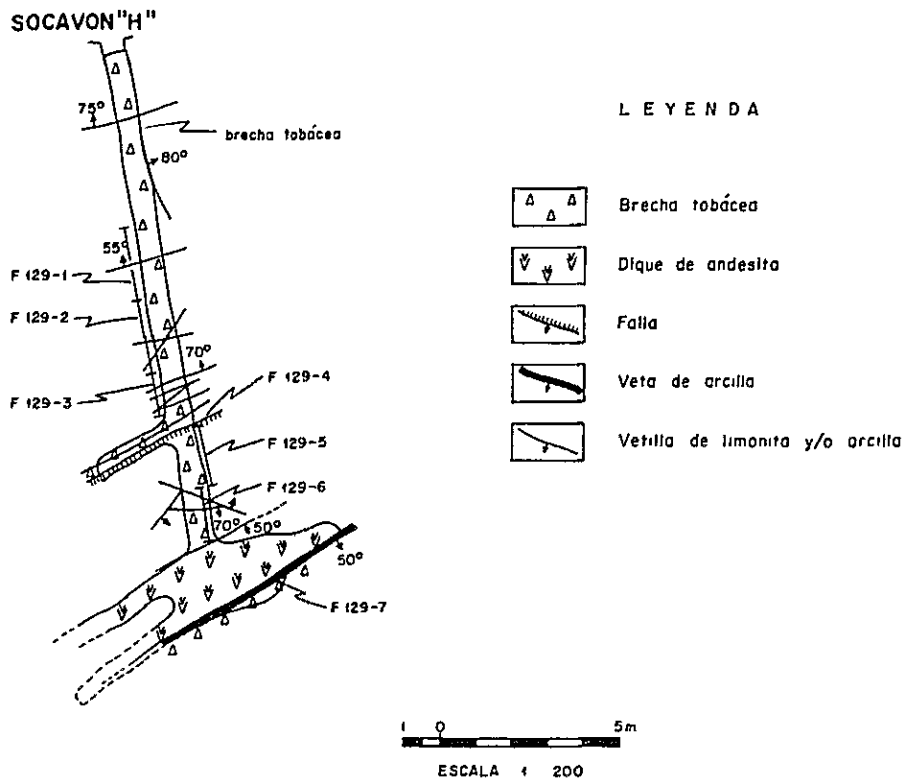
de densidad menor. La intersección de estos dos sistemas produce clavos mineralizados con mayor concentración de oro, según se deduce de los laboreos mineros existentes. En el estudio se encontró 18 vetas del sistema principal y 2 vetas del sistema secundario.

Las vetas del sistema principal se distribuyen en dos grupos: el grupo norte se ubica cerca de la confluencia del Estero Las Cajas con una quebrada proveniente del SSE, existiendo 10 vetas en una longitud de 150 m, lo que indica una distancia media de 15 m entre las vetas. El grupo sur se encuentra a unos 300 m al sur del punto antes mencionado y se reconocen 6 vetas en una longitud de 50 m, lo que indica una distancia media de 8 m entre vetas. Existen otras vetas aisladas y su separación es de 50 a 100 m.

Las vetas son generalmente angostas, de 2 a 5 cm de potencia y raramente sobrepasan los 20 cm. Fue difícil observar toda la corrida de una veta debido a la escasez de afloramientos, las observaciones realizadas en las labores permiten estimar que estas estructuras mineralizadas no tienen longitudes mayores de 30 m y su potencia es regular; sin embargo, en un mismo rumbo se observan 2 o más vetas de 20 a 30 m de largo espaciadas por algunas decenas de metros.

Los minerales de las vetas corresponden a arcillas, cuarzo, pirita, limonita, hematita y oro. Según el análisis de Rayos-X, las vetas están normalmente constituidas por halloysita, montmorillonita, sericita, feldespato potásico, clorita y caolín.

N.M

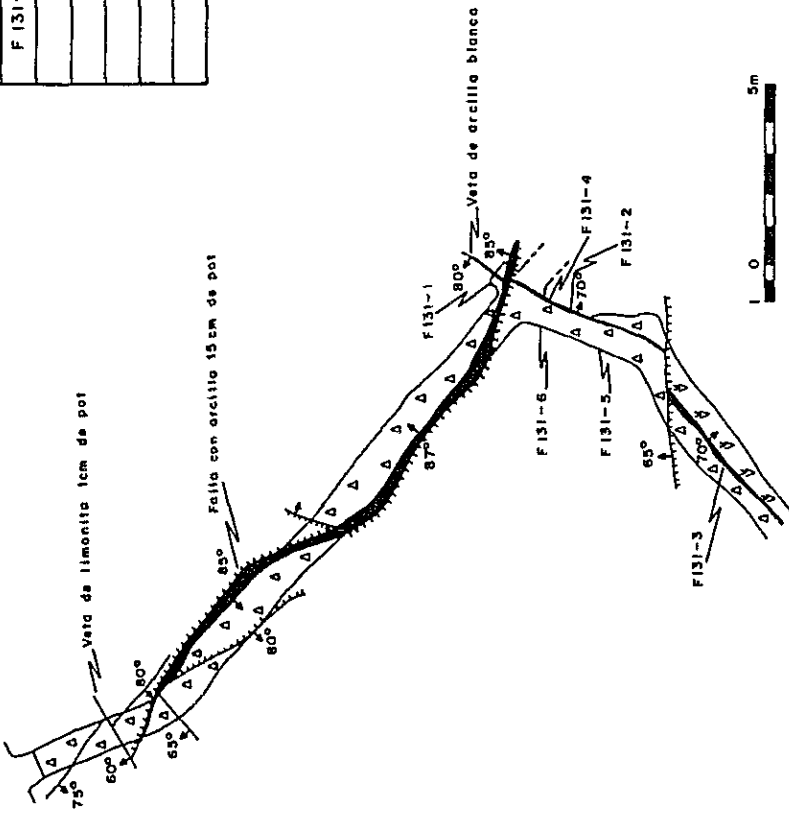


Nº de Muestras	Pot cm	Au ppb	Ag ppm	OBSERVACIONES
F 129 - 1	200	60	0,3	Brecha tobácea silicificada debilmente
2	200	40	0,3	id
3	120	< 40	< 0,2	id
4	12	80	< 0,2	Veta de arcilla
5	150	80	0,3	Brecha tobácea silicificada debilmente
6	150	100	0,4	id
7	15	1,6 ppm	0,5	Veta de arcilla con fragmentas de cuarzo y limonita

Fig.1-2-1 CROQUIS GEOLOGICO Y MUESTREO DEL SOCAVON "H"

N. M.

SOCAVON "I"



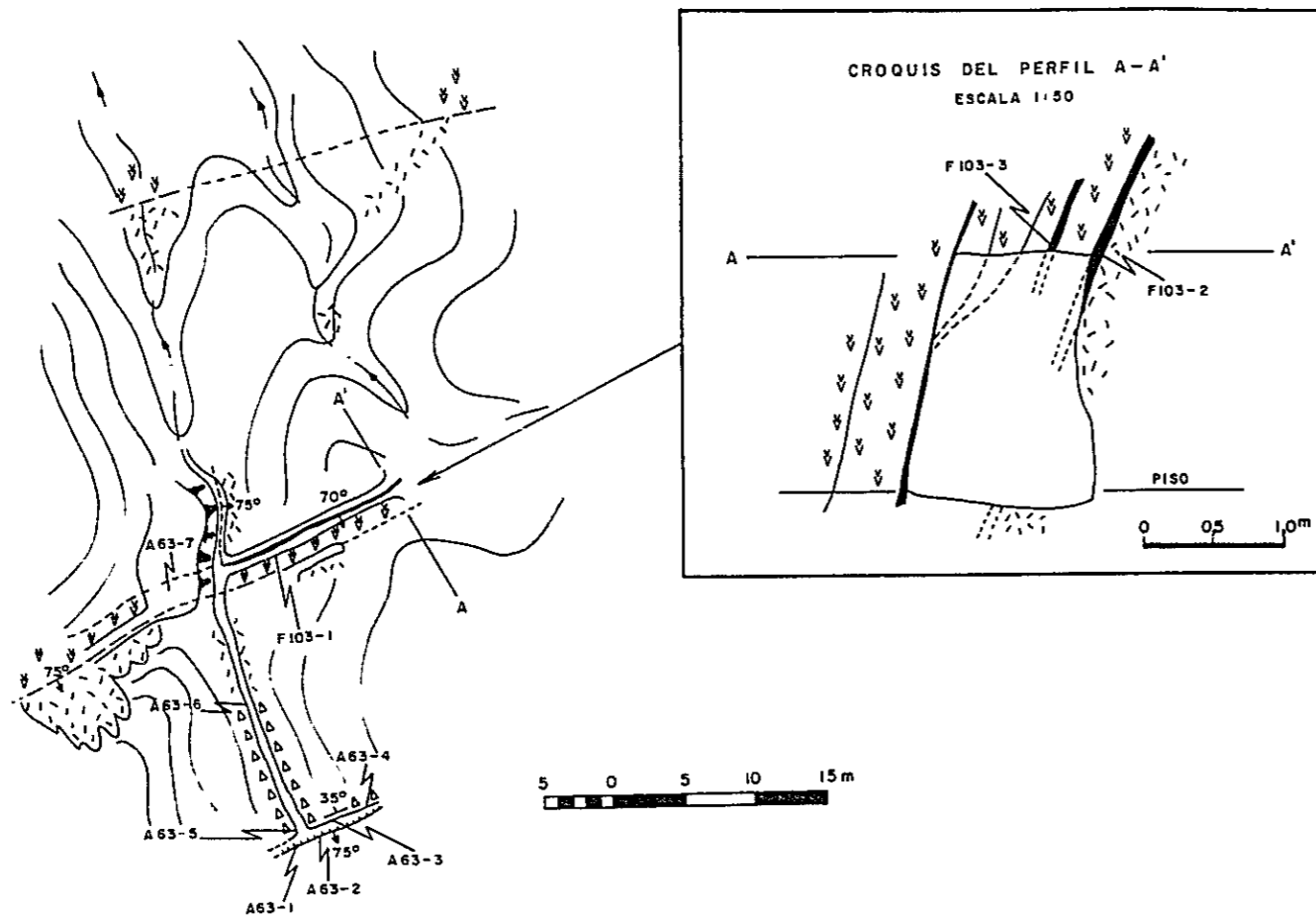
Nº de Muestra	Pot cm	Au ppb	Ag ppm	OBSERVACIONES
F 131-1	1	140	0,4	Veta de arcilla
2	2	280	0,7	Veta de arcilla
3	2	2,9ppm	2,0	Veta de arcilla
4	—	540	0,8	Fragmentos de cuarzo
5	170	240	0,3	Brecha tobácea
6	200	340	0,9	Brecha tobácea

LE Y E N D A

- Brecha tobácea
- Dique de andesita
- Falla con arcilla
- Vetilto de limonita

Fig.1-2-2 CROQUIS GEOLOGICO Y MUESTREO DEL SOCAVON "I"

N.M.



Nº de Muestra	Pot cm	Au ppb	Ag ppm	As ppm	S %	OBSERVACIONES
F103-1	10	180	0,2	20	0,03	Veta de arcilla con limonita
2	10	700	< 0,2	65	0,04	id
3	5	620	< 0,2	120	0,04	id
A63-1	30	0,20 ppm	0,4	—	—	Toba brechosa, silicificación media
2	70	0,38 ppm	0,4	—	—	id
3	70	0,12 ppm	0,3	—	—	id
4	50	0,80 ppm	0,5	—	—	id
5	40	0,38 ppm	0,5	—	—	id
6	40	<0,04 ppm	< 0,2	—	—	Toba brechosa, silicificación débil
7	—	0,38 ppm	1,3	—	—	Toba brechosa, silicificación fuerte (rodado)

LEYENDA

- Toba de lapilli
- Toba brechosa
- Dique de andesita
- Veta de arcilla y/o limonita
- Falla
- Contacto observado
- Contacto inferido
- Socavón abandonado
- Curvas topográficas (croquis)
- Rumbo y manta de estratos
- Escarpe

Fig.1-2-3 CROQUIS GEOLOGICO Y MUESTREO DEL SOCAVON "C"

La asociación más común de los minerales de las vetas corresponden a halloysita-feldespatos potásico-cuarzo o montmorillonita-cuarzo.

Estos tipos de asociación no presentan diferencias en el contenido de oro. Existe además una asociación clorita-feldespatos potásico y escaso cuarzo de ocurrencia, poco común, con un bajo contenido de oro.

El cuarzo es transparente a y microcristalino presentando estructura de "peineta" (comb structure) en el centro de la veta. La pirita se presenta en cristales pequeños euhedrales a subhedrales y en los márgenes de las vetas y en la roca de caja como disseminación; está reemplazada generalmente por limonita. La limonita se observa como pseudomorfa de pirita, asociada con minerales de arcilla en forma de vetillas. En las vetas, la limonita se presenta como película a lo largo de las fracturas y diaclasas de orientaciones diversas y sin contenido de oro.

El mineral de plata no se observa al microscopio y el análisis químico de mena dió un valor máximo de 16,5 g/t y el promedio fue de 0,76 g/t.

El oro se encuentra en estado nativo. El análisis de microsonda se indica en Tabla I-2-1.

El oro está disseminado en cuarzo y como muestra la figura I-2-4 se encuentra también en esferulita de limonita.

La distribución de los minerales desde el centro de la veta hacia afuera es el siguiente:

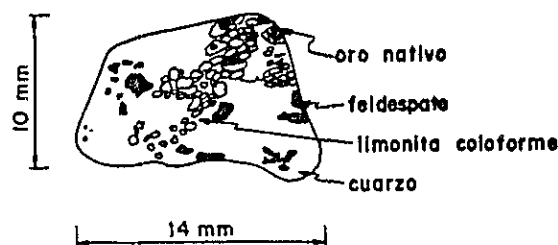


Fig.1-2-4 BOSQUEJO DE UNA MUESTRA DE CONGLOMERADO
CON ORO NATIVO

- cuarzo microcristalino color blanco (opaco) y lechoso (con oro diseminado.)
- arcilla blanca con diseminación de pirita y limonita
- roca huésped

Ocasionalmente en las vetas de cuarzo y arcilla se observa el cuarzo deformado por fallas posteriores a la mineralización.

El promedio del contenido de oro de las vetas de cuarzo es de 1,185 g/t, de un total de 30 muestras siendo el valor mayor 12 g/t.

El promedio del contenido de oro de las vetas de arcilla gris claro (halloysita, montmorillonita y escaso cuarzo) es de 956 ppb (0,956 g/t), en 34 muestras con una ley máxima de 16,5 g/t.

El promedio del contenido de oro de las vetas de cuarzo y arcilla es de 1.063 ppb (1,063 g/t) en 64 muestras, con una ley máxima 16,5 g/t.

El promedio del contenido de oro de las vetas de arcilla gris verdoso es 83 ppb en 7 muestras, con una ley máxima de 0,20 g/t. A pesar de que se

analizó pocas muestras de este tipo de vetas, en general puede estimarse que el contenido de oro es muy bajo.

El promedio del contenido de oro de las vetas de limonita es 127 ppb (0,127 g/t) en 3 muestras con una ley máxima 0,18 g/t. El origen de estas vetas probablemente se debe a oxidación de pirita cuyo producto se depositó en fracturas y diaclasas.

El promedio global del contenido de oro de las vetas es de 932 ppb, que aproximadamente corresponde a 1 g/t de oro, con una ley máxima 16,5 g/t.

2) Stockwork

El stockwork mineralizado se presenta en las zonas silicificadas y está constituido por cuarzo, pirita y limonita. La roca huésped corresponde a dacita, tobas brechosas y tobas de lápilli de la Unidad Volcánico-Sedimentaria Pierna Blanca. En la dacita brechosa, el cuarzo está contenido entre los clastos de la brecha; en las rocas piroclásticas, el cuarzo es microcristalino y se distribuye en la matriz, acompañado de pirita y limonita. La densidad de fracturamiento del stockwork es de 3 cm a 10 cm y las microvetillas presentan un ancho de algunos milímetros. El cuarzo es transparente y, en la dacita se observan drusas con estructuras de "peineta". La silicificación se extiende a partir de las vetillas hacia la roca huésped, la pirita y limonita asociada al cuarzo se encuentran en menor cantidad que este último. Los cristales de pirita son euhedrales a subhedrales y se observan como stockwork y disseminación en las rocas piroclásticas.

La presencia de oro en la mineralización tipo stock-work no es clara macroscópica ni microscópicamente, pero existen algunos rodados de toba de lápilli en que se observa mineral de oro en las vetillas de cuarzo que presentan estructura de peineta.

Observando un rodado en la microsonda (muestra F146), el oro se presenta como electrum y su proporción se indica en la Table I-2-1:*

Tabla I-2-1 RESULTADOS DE LOS ESTUDIOS EN MICROSONDA DE LA MUESTRA N° 146

		1	2	3	4	5	Promedio
Au	wt%	0,8185	0,8231	0,8151	0,8171	0,8167	0,8181
		0,8401	0,8448	0,8367	0,8387	0,8387	0,8398
	atm%	0,8295	0,8291	0,8287	0,8287	0,8260	0,8284
		0,7271	0,7265	0,7260	0,7259	0,7222	0,7255
Ag	wt%	0,0988	0,0997	0,0991	0,0993	0,1013	0,0996
		0,1726	0,1742	0,1730	0,1734	0,1767	0,1740
	atm%	0,1705	0,1709	0,1713	0,1713	0,1740	0,1716
		0,2729	0,2735	0,2740	0,2741	0,2778	0,2745
TOTAL	wt%	0,9173	0,9228	0,9142	0,9164	0,9181	0,9178
		1,0127	1,0190	1,0097	1,0122	1,0154	1,0138
	atm%	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000
		1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000

* Se midieron cinco puntos en una misma muestra.

La pirita y limonita no presenta mineralización de oro y el análisis químico de la pirita diseminada en la roca huésped dió el siguiente resultado:

Muestra N°	Au (ppb)	Ag (ppm)
F 140	< 40	2,2
F 142	< 40	3,5

La distribución de la mineralización en el stockwork se muestra en la figura I-2-5 y se pueden distinguir tres bloques.

Bloque A:

Está ubicado en el Estero Las Cajas y es el de mayor tamaño. Posee el mayor contenido de oro y densidad de vetillas de cuarzo, siendo la silicificación más intensa. Este bloque se presenta elongado en dirección norte-sur, su forma es irregular y sus dimensiones aproximada son 300 m de largo por 100 m de ancho. El stockwork de cuarzo se ubica en la brecha dacítica de la Unidad Pierna Blanca. En las tobas brechosas, la pirita aumenta y la silicificación disminuye, en tanto que la carbonatación y cloritización son más fuertes.

La parte oriental de este bloque está cubierta por andesitas de la formación Cola de Zorro. En este sector existe vetillas de cuarzo con pirita de 1-5 mm de potencia sin alteración importante de la roca huésped, observándose solamente el mineral máfico alterado a clorita y los fenocristales de plagioclasa alterados a calcita. Sin embargo, las andesitas de la formación Cola de Zorro presentan mineralización aurífera con alteración muy débil, lo que indica que estos procesos están controlados por el tipo de roca huésped.

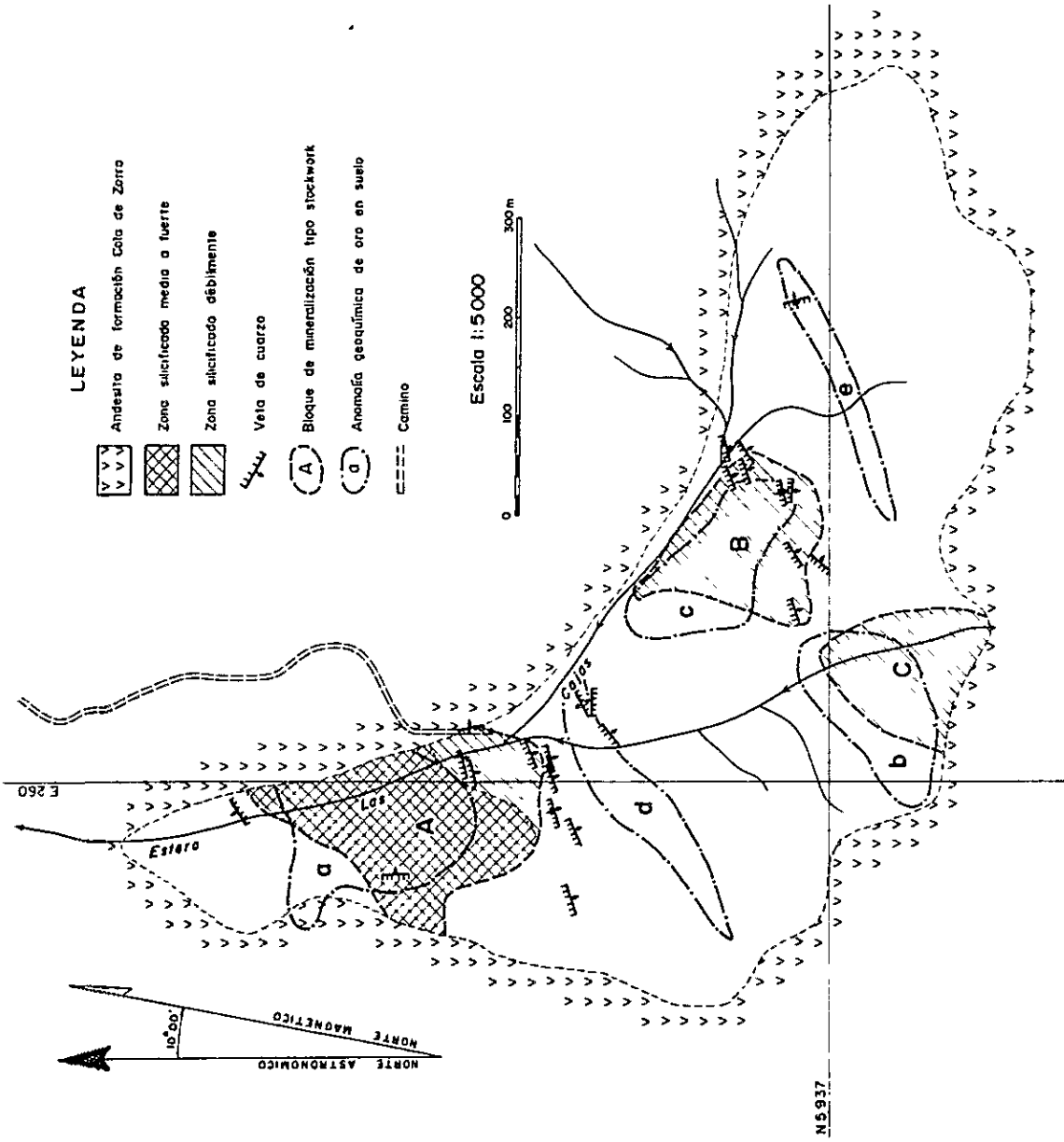


Fig. I-2-5 UBICACION DE LOS BLOQUES DE MINERALIZACION TIPO STOCKWORK EN LAS MINAS DEL PRADO



El contenido de oro de este bloque fue calculado de la misma manera que en las vetas. El promedio del contenido de oro es de 730 ppb (0,73 g/t) en 55 muestras.

Bloque B:

Es de forma irregular y está ubicado 300 m al sureste del Bloque A. Sus dimensiones son: 170 m de largo por 150 m de ancho.

El stockwork de cuarzo que se presenta en este bloque se desarrolla principalmente en una matriz de toba brechosa, y la densidad de stockwork y silicificación que lo afecta es más débil que en el Bloque A.

La ley promedio de oro es de 163 ppb (0,163 g/t) en un total de 96 muestras.

Bloque C:

Este bloque fue determinado por geoquímica de suelos y solamente se observó rodados de rocas dacíticas silicificadas. La distribución de estos rodados coincide con una anomalía fuerte ($>471,96$ ppb) y con varios valores anómalos débiles ($\geq 76,35 < 208,22$ ppb) de la geoquímica de suelos. La forma de la distribución es similar al bloque A, pero la silicificación observada en los rodados es más débil.

La figura I-2-5 muestra la distribución de vetas y stockwork. Las vetas de la parte norte están ubicadas en el extremo sur del Bloque A y también se extienden más al sur (fuera del bloque); las vetas de la parte sur están en el margen del Bloque B. La ley promedio de oro es de 0,089 g/t, en un total de 100 muestras.

3) Diseminación

A unos 1.000 m al noreste del Bloque A se observó pirita diseminada en una zona de alteración argílica. La roca huésped corresponde a una toba brechosa y toba de lápilli de la Unidad Pierna Blanca. La arcilla posee color gris verdoso, gris claro, gris amarillento y siempre presenta diseminación de pirita. Al microscopio se observa calcopirita en muy pequeña cantidad, no encontrándose mineral de oro. El análisis de Rayos-X determinó la presencia de cuarzo, clorita, montmorillonita y caolín (?).

Tabla I-2-2 CONTENIDO DE ORO EN LA ZONA DE DISEMINACION DE PIRITA

N° de muestra	Au (ppb)	Ag (ppm)	As (ppm)	S %
F 21	∠ 40	0,3	10	3,54
F 22	∠ 40	∠ 0,2	∠ 5	0,04
F 23	∠ 40	∠ 0,2	15	0,04
F 24	∠ 40	0,2	18	0,02
F 25	∠ 40	∠ 0,2	∠ 5	0,05
F 26	∠ 40	∠ 0,2	∠ 5	0,05
F 76	∠ 40	∠ 0,2	20	0,20
F 144*	160	4,6	-	-

* Muestra de pirita de la zona argilizada

En este sector no se observó mineral de oro en las muestras.

La razón Au/Ag de las vetas y stockwork cuando el contenido de oro es mayor de 1 g/t es 1:0,47; si el contenido de oro es menor de 1 g/t la razón Au/Ag es 1:3,96. Estos valores indican que no existe relación

directa entre estos elementos y que el contenido de oro es constante.

Edad de la mineralización

En las andesitas que se distribuyen en un radio aproximado de 100 m alrededor del yacimiento primario, existe una veta de cuarzo y arcilla con oro (muestra F81-2); además se observan vetillas de cuarzo y pirita diseminada.

Nº Muestras	Au (ppm)	Ag (ppm)	As (ppm)	S (%)
F81-2	1,9	0,4	40	6,3

La alteración de las andesitas consiste en plagioclasa reemplazada por sericita y mineral máfico alterado a clorita; de acuerdo a los resultados de la datación K/Ar, la edad de las andesitas es 17,05 m.a.; este valor corresponde al Mioceno y por consiguiente la edad de la mineralización sería post-Mioceno.

3.2.2 Depósito secundario

El depósito secundario consiste en placeres auríferos que están ubicados al sureste del pueblo Las Minas del Prado, a una distancia de 1,8 km, y que han sido sometidos a explotación esporádica desde el siglo XVIII con métodos rudimentarios. En el sector comprendido entre el Estero Las Cajas y el estero que escurre inmediatamente al este del pueblo, se encuentra la mayor concentración de oro y existe numerosos laboreos antiguos. El depósito de placeres se extiende en una área elongada en sentido este-oeste de 1,8 km de largo por

0,6 km de ancho y a unos 600 m al oeste del depósito primario; la diferencia de cota máxima es de 330 m.

En este sector afloran conglomerados, areniscas y limolitas, interdigitadas pertenecientes a la Unidad Sedimentaria La Segunda. El oro se encuentra en rodados de dacita silicificada y en cuarzo en la matriz del conglomerado en forma de granos del tamaño de arena fina. Los calstos de dacita silicificada tienen 3 a 10 cm de diámetro, son de formas subredondeadas y en estos clastos se puede observar el stockwork de cuarzo. Los fragmentos de cuarzo tienen 0,3 a 1 cm de diámetro, son angulosos y en ellos se pueden observar oro macroscópicamente. Los fragmentos no presentan buen redondeamiento, por lo que se supone que no fueron transportados una distancia apreciable. El origen de estos fragmentos se encuentra en las vetas de cuarzo del depósito primario.

Al lavar la matriz del conglomerado y concentrar los granos más densos, se pueden observar granos de oro de tamaño comprendido entre 0,12 y 1,32 mm, en forma de cabellos. El contenido de oro en los conglomerados se indica en Tabla I-2-3.

Tabla I-2-3 CONTENIDO DE ORO EN LOS CONGLOMERADOS (CONCENTRADO MANUALMENTE)

Muestra N°	Contenido (g/t)	Densidad (gr/cm ³)
F 133	0,0163	0,96
F 134	0,00	"
F 135	0,00	"
F 136	0,0038	"
F 137	0,0163	"
R 32-7	0,0890	0,86
R 29-7	0,0570	0,81
Ley promedio : 0,026 g/t.		

Los minerales pesados contenidos en la matriz del conglomerado corresponden a magnetita, pirita, ilmenita, zircón, apatita, hematita, rutilo y esfeno.

En este estudio se recolectó 287 muestras de los diversos estratos en forma de canaletas, con el fin de conocer el contenido de oro aproximado y su distribución de acuerdo al tipo litológico.

El promedio del contenido de oro de los conglomerados es de 128 ppb (0,128 g/t) con 114 muestras.

El promedio del contenido de oro de las areniscas es de 20 ppb (0,020 g/t) en 85 muestras.

El promedio del contenido de oro en las limolitas es de 38 ppb (0,038 g/t) en 88 muestras.

De acuerdo con estos resultados el mayor contenido de oro se encuentra en las capas del conglomerado.

Los resultados descritos permiten estimar en forma aproximada las reservas de este tipo de depósitos, los que corresponden a 6.000.000 de toneladas de conglomerados con ley de oro de 0,026 g/t, lo que arroja un total de 156 kg de oro.

Los factores considerados en esta estimación son los siguientes:

- el espesor de las capas de conglomerados es constante de 10 m.
- el peso específico es 0,96, lo que fue determinado en terreno.
- la ley media de oro se obtuvo de la concentración manual de los minerales pesados (7 muestras con ley promedio de 0,026 g/t).

La edad de este depósito tipo placer corresponde a la depositación de la Unidad Sedimentaria La Segunda, es decir al Pleistoceno.

3.3 Alteración hidrotermal

La alteración hidrotermal corresponde a silicificación, sericitización, cloritización, carbonatación y argilización (montmorillonitización); la alteración regional está representada por cloritización y ceolitización. No se observa una zonación de la alteración hidrotermal.

La distribución de la silicificación coincide con la distribución del stockwork, pero esta alteración no es intensa, y en ningún caso alcanza a reemplazar completamente la roca.

El Bloque A presenta silicificación de grado medio con vetas de cuarzo y arcilla rodeadas de aureolas de silicificación de 0,5 a 10 cm. La edad de la silificación es similar a la del cuarzo de las vetas y del stockwork.

Existen dos tipos de cloritización que corresponden al producto de la alteración hidrotermal y de la alteración regional. Las andesitas de los diques y de la formación Cola de Zorro, en las cercanías del depósito primario, están alteradas por cloritización; las tobas brechosas están cloritizadas regionalmente y presentan coloración verdosa, cambiando en el yacimiento a color gris claro debido a que el cuarzo y la montmorillonita reemplazan a la clorita.

Las rocas de la Unidad Pierna Blanca y de la formación Cola de Zorro presentan carbonatación débil y la plagioclasa está reemplazada por calcita.

La sericitización observada en el área es muy débil, solamente se encuentra donde los diques andesíticos y la formación Cola de Zorro están mineralizados, en estos lugares la plagioclasa está reemplazada por sericita.

La montmorillonitización se observa en las vetas de arcilla, en la parte exterior de la zona silicificada y en la zona de disseminación de pirita.

La ceolita se observa en la Unidad Pierna Blanca y en la formación Cola de Zorro en forma de vetillas o drusas generalmente.

3.4 Consideraciones

3.4.1 Mineralización

En las vetas del depósito primario predomina el sistema N50°-80°E, las fracturas y fallas de este sistema son locales y solamente se encuentran en el sector del yacimiento. La estructura regional tiene orientación norte-sur (IIG-MMAJ, 1979), por lo tanto las fracturas de este sistema probablemente se originaron por tensión de la estructura principal norte-sur. A lo largo de estas fracturas intruyeron los diques de andesita, posteriormente las soluciones mineralizadoras circularon por las zonas de fractura adyacentes a los diques.

El stockwork está localizado predominantemente en brecha dacítica, esto indicaría un desarrollo diferente de ambos tipos de depósito.

El depósito primario es epitermal y muy superficial; la asociación mineralógica halloysita-cuarzo-montmorillonita, la alteración débil y la ausencia de zonación, permiten suponer que el volumen de la solución mineralizadora fue

reducido, por lo cual, el depósito sería de tamaño relativamente pequeño.

De acuerdo con el tamaño del depósito de placer existente, que se ha originado a partir del depósito primario, por procesos de erosión, transporte y depositación, se estima que éste último ha sido erosionado considerablemente. De acuerdo a esto, el depósito primario probablemente poseía un contenido de oro más alto y debido a la erosión intensa que lo ha afectado quedan pocas probabilidades de persistencia en profundidad de la mineralización económica.

Los procesos de alteración y mineralización afectan también a la formación Cola de Zorro, por lo que se estima que existió una actividad ígnea posterior a la efusión de las rocas volcánicas, pero no existen evidencia de intrusiones relacionadas directamente con la mineralización en el área.

3.4.2 Estimación económica

1) Vetas

Se distinguen cuatro tipos de vetas por su asociación mineralógica como ya se indicó en las páginas precedentes. Dentro de ellos, las vetas de cuarzo con escasa arcilla contienen más oro que las de los otros tipos; su contenido promedio de oro es de 1,185 g/t.

Para realizar la estimación económica se han considerado los siguientes factores: valor del oro, US\$ 500 la onza; potencia de la veta, 3 cm, con una ley de 1,185 g/t y una ley del estéril de 0,089 g/t; un ancho de las labores de explotación de 150 cm (explotación subterránea). En estas condiciones,

el valor del mineral por tonelada es de US\$ 1,78 con un 100% de recuperación, este valor no alcanza a cubrir los costos de explotación, por lo cual estas vetas son antieconómicas.

2) Stockwork

En el caso del tipo stockwork, la estimación económica se realizó sobre el Bloque A, donde el contenido de oro es mayor.

Para la estimación se han considerado los siguientes factores:

- Método de explotación a rajo abierto;
- Recuperación 60%;
- Valor de oro US\$ 500 por onza;
- Reservas estimadas de mineral 1.800.000 toneladas, con una ley de oro de 0,73 g/t;
- Se estima que la planta concentraría a 20 g/t el mineral para ser enviado a fundición.

En este caso el precio del mineral por tonelada sería de US\$ 7,08 (0,73 g/t x 60% x US\$ 16,08 por gramo).

El costo de instalación se estima como sigue:

- Costo de exploración	US\$0,20/Ton
- Costo de construcción de la planta	US\$1,56/Ton
- Costo de construcción planta eléctrica;	
Costo de instalación agua para planta y mina;	
Costo de construcción de tranque de relave	US\$0,22/Ton
- Costo de construcción de caminos	US\$0,02/Ton
- Costo compra del terreno	US\$0,02/Ton
- Costo de administración	US\$0,07/Ton
- Intereses (15% sobre el costo de instalación)	US\$0,28/Ton
	<hr/>
Total costo de instalación	US\$2,37/Ton

El costo de producción se estima como sigue:

- Costo de explotación	US\$2,5/Ton
- Costo de la planta de concentración	US\$3,0/Ton
- Costo de transporte	US\$0,09/Ton
- Costo de fundición	US\$0,04/Ton
- Costo de administración	US\$1,0/Ton
	<hr/>
Total costo de producción	US\$6,63/Ton
Total del costo de producción e instalación	US\$9,00/Ton

De acuerdo a la estimación de costos, el precio del mineral sería casi equivalente al costo de producción y no alcanza a cubrir el costo de instalación por lo cual, en estas condiciones, este tipo de yacimiento tampoco es económicamente rentable. La ley crítica en este caso sería de 0,93 g/t.

No se estimaron los costos de remoción de sobrecarga por no existir.

3) Placer aurífero

El método de explotación del placer es similar al stockwork, es decir, a rajo abierto, con un contenido de oro promedio de 0,026 g/t, por lo cual, se puede señalar que no tiene importancia económica. Para explotar este depósito se necesita remover una sobrecarga igual o mayor al volumen del conglomerado, esto significaría igualar estos gastos a los gastos de explotación, lo que encarecería aún más los costos globales.

N° de muestra	Prof. cm	As ppm	Ag ppm	As ppm	%	OBSERVACIONES
176	40	+0.2	20	0.10		Tubo brochoso regularizado con diseminación de pirita
177	40	+0.2	25	0.10		Decito verdoso regularizado con diseminación de pirita
178	200	+0.2				
179	40	+0.2				
180	240	+0.2				
181	40	+0.2				
182	200	+0.2				
183	320	+0.2				
184	80	+0.2				
185	40	+0.2				
186	40	+0.2	60	0.10		voto de arcilla con cuarzo y pirita
187	920	0.4	40	0.30		voto de arcilla con cuarzo
188	25	+0.2	35	0.42		voto de arcilla
189	400	0.4				Decito verdoso con silicificación media y dia de pirita
190	11 ppm					
191	880	0.5				
192	880	0.7				
193	800	0.5				
194	340	0.5				
195	480	0.6				Decito verdoso con silicificación fuerte y dia de pirita
196	160	1.1				Decito con silicificación media y dia de pirita
197	3 ppm	1.9				
198	40	0.8				
199	580	0.5				
200	480	0.6				
201	780	1				
202	2 ppm					
203	310	1				
204	530	1				
205	2 ppm					Decito verdoso con silicificación media fuerte
206	60	0.4				
207	40	0.7				Decito con silicificación fuerte y dia de pirita
208	80					
209	40	0.5				Decito brochoso con matriz sílice
210	280	1				voto de arcilla
211	60	0.3				Decito brochoso con matriz sílice
212	800	0.7				Tubo brochoso con matriz sílice y cuarzo y dia de pirita
213	720	0.5				
214	420	0.8				
215	370	0.2				Decito con silicificación media y dia de pirita
216	300	0.7				
217	280	0.4				
218	200					
219	370	0.2				

N° de muestra	Prof. cm	As ppm	Ag ppm	As ppm	%	OBSERVACIONES
220-1	980	0.4	75	0.04		Decito con silicificación media y dia de pirita
2	140	+0.2	150	0.09		
3	240	0.2				
4	300	+0.2	180	0.04		
5	160	+0.2				
6	200	+0.2	110	0.03		
7	100	+0.2				
8	100	+0.2	140	0.04		
9	140	+0.2				
10	80	+0.2	110	0.04		
220-2	300	300	1.1			Tubo brochoso verdoso con silicificación media
2	300	800	0.7			
3	300	810	2.0			
220-3	400	400	0.2			Tubo brochoso con silicificación media
2	0.08 ppm	0.5				voto de arcilla
3	0.08 ppm	1.2				voto de arcilla
4	0.04 ppm	0.3				Tubo brochoso con silicificación media
5	1.2 ppm	1.1				Tubo brochoso con silicificación fuerte
6	2.7 ppm	1.1				Tubo brochoso con silicificación media
7	1.3 ppm	1.1				voto de arcilla con fragmentos de cuarzo
8	5.8 ppm	1.1				Tubo brochoso con alta fuerza de cuarzo y pirita
9	4.6 ppm	1.1				Tubo brochoso con silicificación de fuerte
10	1.0 ppm	1.2				voto de arcilla con fragmentos de cuarzo
11	0.3	0.04 ppm	4			Redondeo de voto de cuarzo

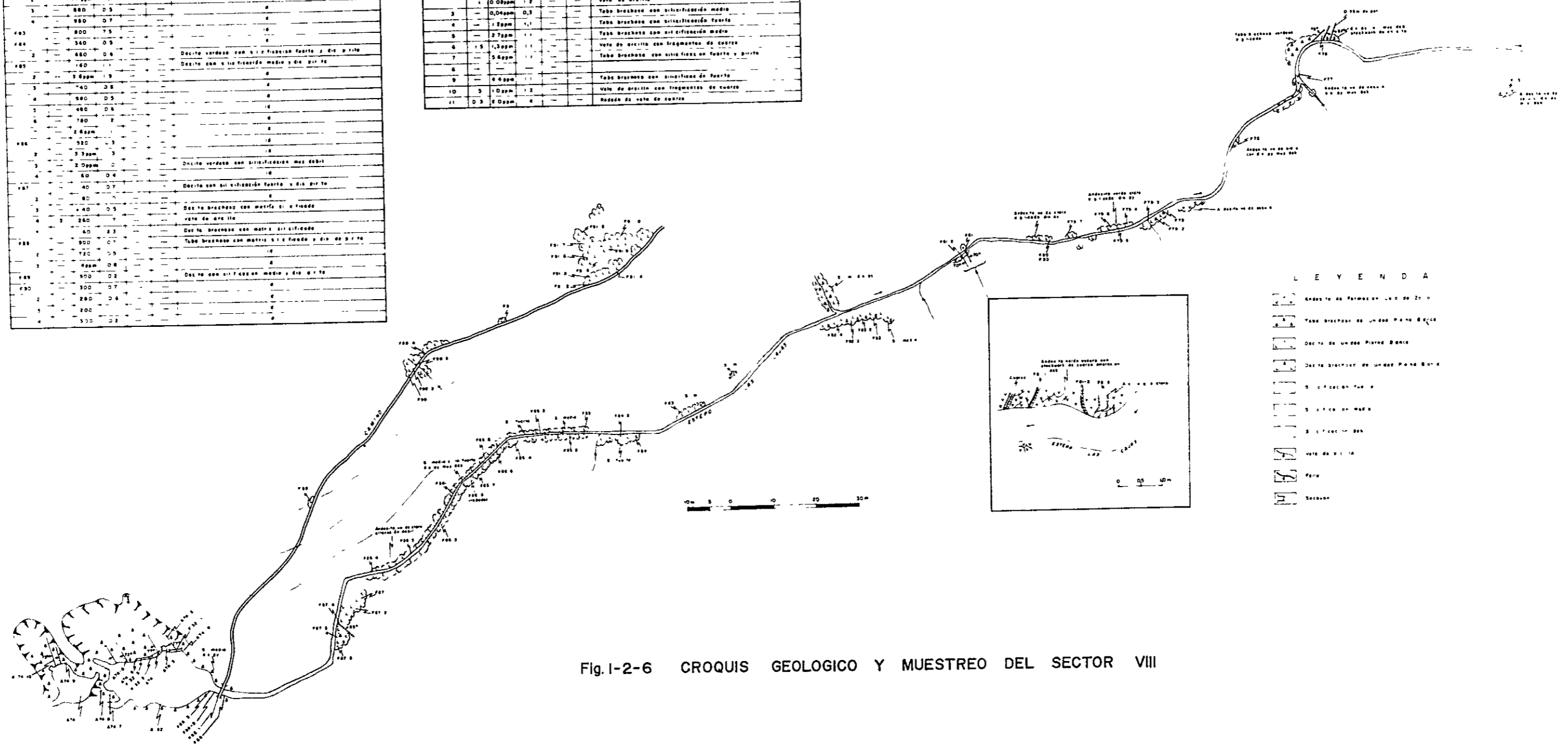


Fig. 1-2-6 CROQUIS GEOLOGICO Y MUESTREO DEL SECTOR VIII

- LEYENDA**
- Limolite
 - Arenisco
 - Conglomerado
 - Estero
 - Escorzo
 - Curvas de forma topografica
 - Ubicación de muestras
 - Tronco
 - Muestras de minerales pesados

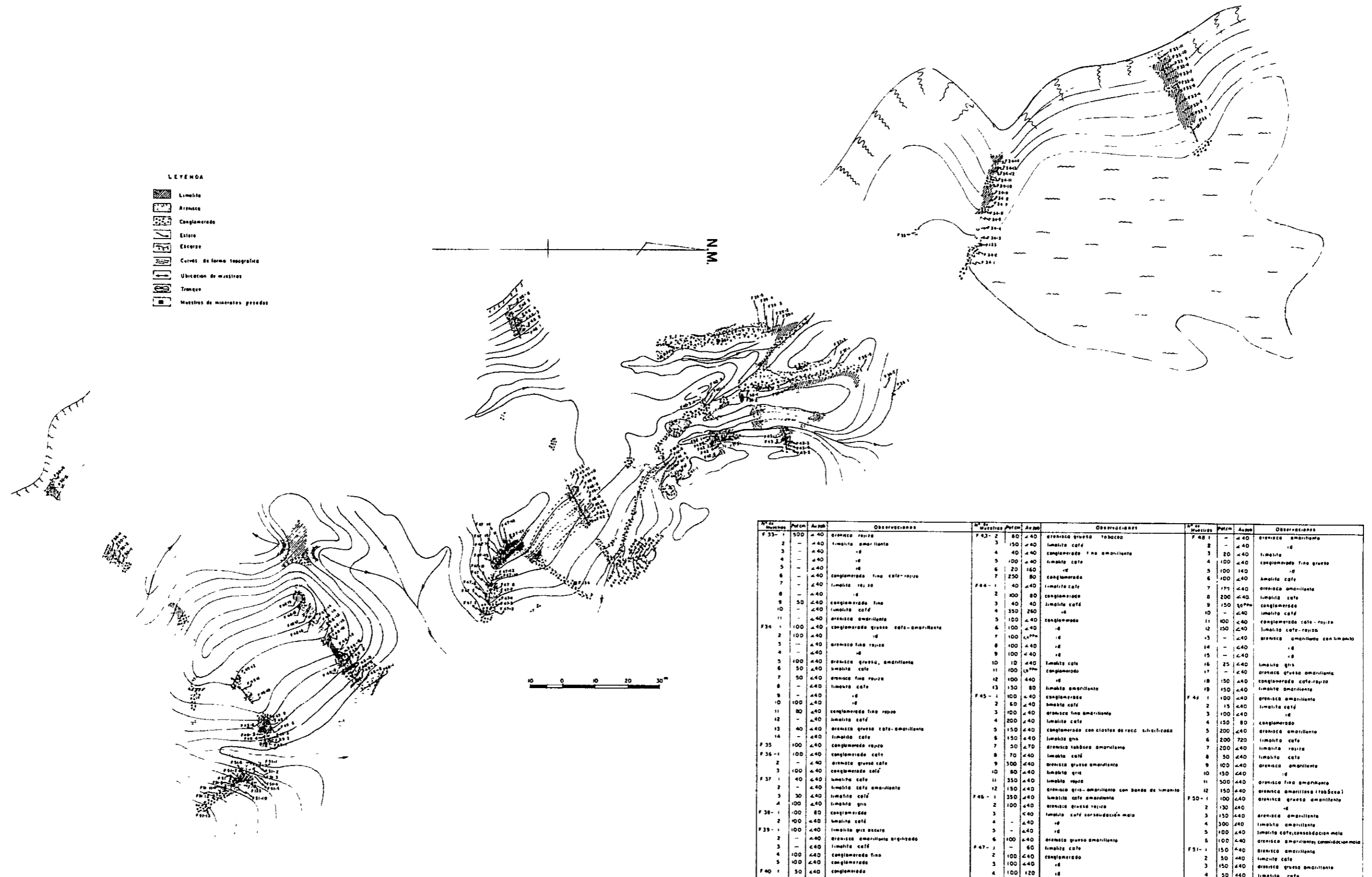


Fig. 1-2-7 CROQUIS GEOLOGICO Y MUESTREO DEL SECTOR I

Nº de Muestras	Profundidad	Altura	Observaciones	Nº de Muestras	Profundidad	Altura	Observaciones	Nº de Muestras	Profundidad	Altura	Observaciones
F 33-1	500	440	arenisco rajizo	F 43-2	80	440	arenisco grueso tabaco	F 48-1	-	440	arenisco amarillento
2	-	440	limolite amarillenta	3	150	440	limolite café	2	-	440	id
3	-	440	id	4	40	440	conglomerado fino amarillento	3	20	440	limolite
4	-	440	id	5	100	440	limolite café	4	100	440	conglomerado fino grueso
5	-	440	id	6	20	160	id	5	100	140	id
6	-	440	conglomerado fino café-rajizo	7	250	80	conglomerado	6	100	440	arenisco café
7	-	440	limolite rajizo	F 44-1	40	440	limolite café	7	175	440	arenisco amarillento
8	-	440	id	2	300	80	conglomerado	8	200	440	limolite café
9	50	440	conglomerado fino	3	40	440	limolite café	9	150	100	conglomerado
10	-	440	limolite café	4	350	250	id	10	-	440	limolite café
11	-	440	arenisco amarillento	5	100	440	conglomerado	11	100	440	conglomerado café-rajizo
F 34-1	100	440	conglomerado grueso café-amarillento	6	100	440	id	12	150	440	limolite café-rajizo
2	100	440	id	7	100	440	id	13	-	440	arenisco amarillento con limolite
3	-	440	arenisco fino rajizo	8	100	440	id	14	-	440	id
4	-	440	id	9	100	440	id	15	-	440	id
5	100	440	arenisco grueso, amarillento	10	10	440	limolite café	16	25	440	limolite gris
6	50	440	limolite café	11	100	440	conglomerado	17	-	440	arenisco grueso amarillento
7	50	440	arenisco fino rajizo	12	100	440	id	18	150	440	conglomerado café-rajizo
8	-	440	limolite café	13	150	80	limolite amarillento	19	150	440	limolite amarillento
9	-	440	id	F 45-1	100	440	conglomerado	F 49-1	100	440	arenisco amarillento
10	100	440	conglomerado fino rajizo	2	60	440	limolite café	2	15	440	limolite café
11	80	440	conglomerado fino rajizo	3	100	440	arenisco fino amarillento	3	100	440	id
12	-	440	limolite café	4	200	440	limolite café	4	150	80	conglomerado
13	40	440	arenisco grueso café-amarillento	5	150	440	conglomerado con ciastas de roca silíceas	5	200	440	arenisco amarillento
14	-	440	limolite café	6	150	440	limolite gris	6	200	720	limolite café
F 35-1	100	440	conglomerado rajizo	7	50	470	arenisco tabaco amarillento	7	200	440	limolite rajizo
F 36-1	100	440	conglomerado café	8	70	440	limolite café	8	50	440	limolite café
2	-	440	arenisco grueso café	9	300	440	arenisco grueso amarillento	9	100	440	arenisco amarillento
F 37-1	100	440	conglomerado café	10	80	440	limolite gris	10	150	440	id
F 38-1	40	440	limolite café	11	350	440	limolite rajizo	11	500	440	arenisco fino amarillento
2	-	440	limolite café amarillento	12	150	440	arenisco gris-amarillento con bandas de limonita	12	150	440	arenisco amarillento (tabaco)
3	30	440	limolite café	F 46-1	350	440	limolite café amarillento	F 50-1	100	440	arenisco grueso amarillento
4	100	440	limolite gris	1	100	440	arenisco grueso rajizo	2	130	440	id
F 39-1	100	80	conglomerado	3	-	440	limolite café consolidación media	3	150	440	arenisco amarillento
2	100	440	limolite café	4	-	440	id	4	300	440	limolite amarillento
F 39-1	100	440	limolite gris oscuro	5	-	440	id	5	100	440	limolite café consolidación media
2	-	440	arenisco amarillento irregular	6	100	440	arenisco grueso amarillento	6	100	440	arenisco amarillento consolidación media
3	-	440	limolite café	F 47-1	60	440	limolite café	F 51-1	150	440	arenisco amarillento
4	100	440	conglomerado fino	2	100	440	conglomerado	2	50	440	limolite café
5	100	440	conglomerado	3	100	440	id	3	150	440	arenisco grueso amarillento
F 40-1	50	440	conglomerado	4	100	120	id	4	50	440	limolite café
2	140	440	limolite café irregular	5	100	180	limolite café	5	100	440	arenisco amarillento rajizo
3	100	440	arenisco rajizo	6	150	440	id	6	100	440	limolite café
F 41-1	150	440	limolite café	7	100	440	conglomerado	7	100	440	id
2	220	440	conglomerado media gris amarillento	8	50	440	id	8	100	440	id
3	200	60	arenisco amarillento	9	-	440	limolite gris	9	40	440	arenisco fino
4	40	440	arenisco amarillento	10	100	440	arenisco amarillento (tabaco)	10	30	440	limolite café
5	100	440	limolite café	11	50	440	limolite café con limonita	11	120	440	arenisco grueso amarillento
6	100	440	arenisco rajizo	12	230	440	arenisco grueso amarillento	12	100	440	conglomerado rajizo
F 42-1	100	150	conglomerado café-amarillento	13	-	440	limolite café	13	100	440	id
2	100	440	id	14	-	440	arenisco amarillento	F 153	0.5m	0.5m	conglomerado
3	100	440	limolite gris	15	-	440	limolite café	F 154	0.5m	0.5m	id
4	150	440	arenisco grueso	16	-	80	conglomerado	F 155	0.5m	0.5m	id
5	100	440	arenisco grueso rajizo	17	-	440	limolite café con limonita				
F 43-1	75	440	limolite café	18	-	440	limolite café				

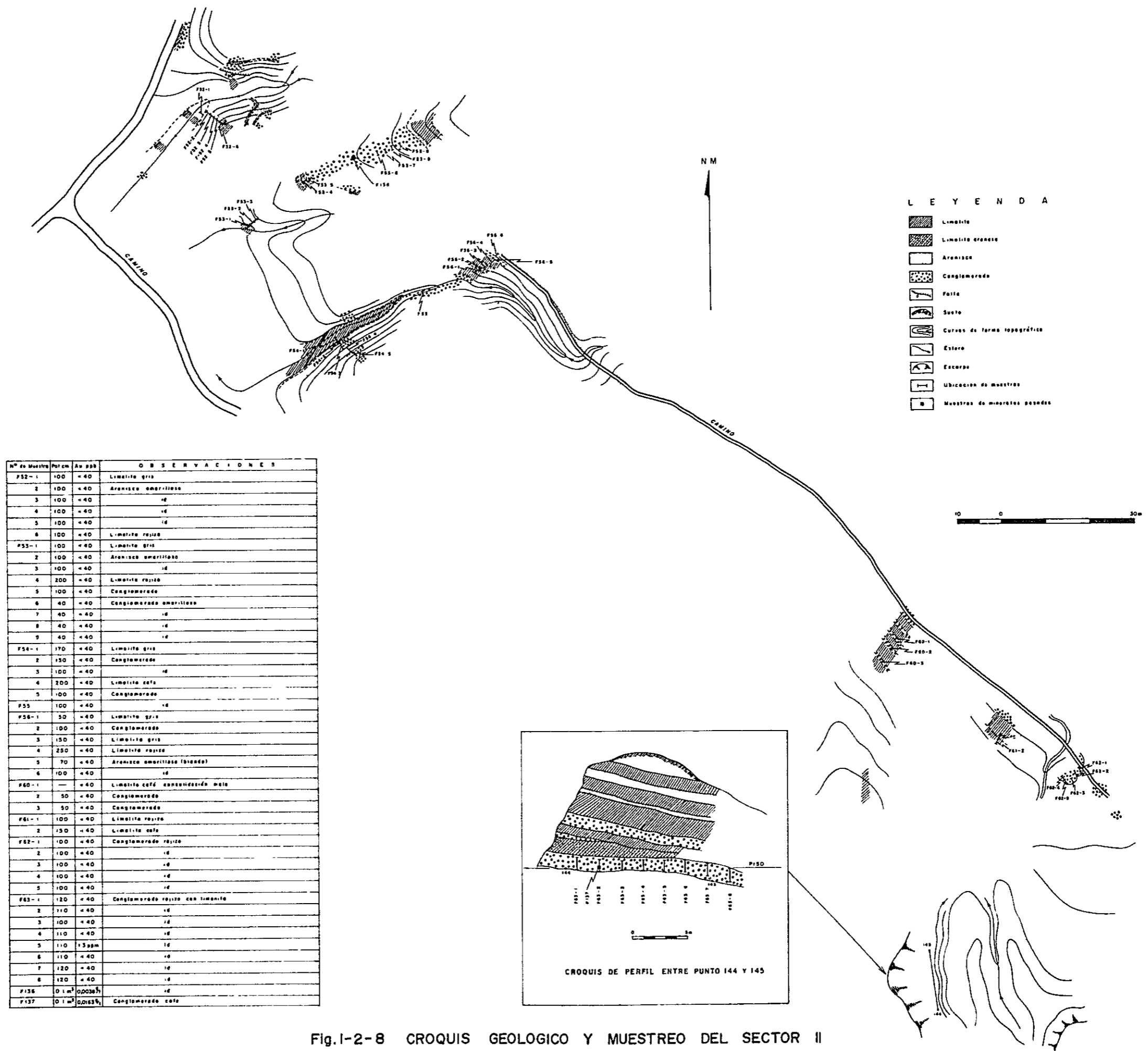


Fig. I-2-8 CROQUIS GEOLOGICO Y MUESTREO DEL SECTOR II

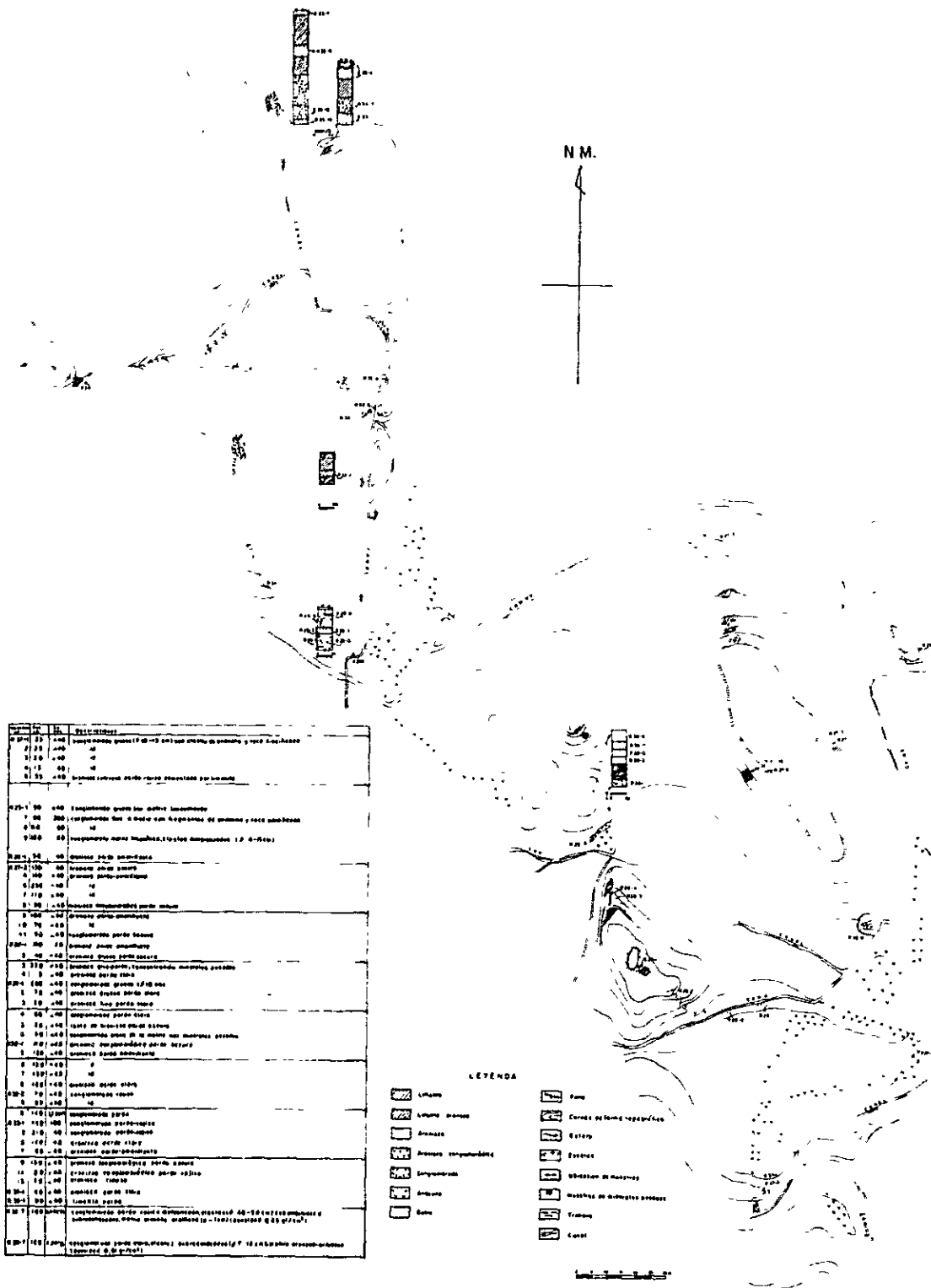





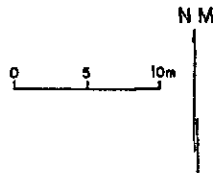
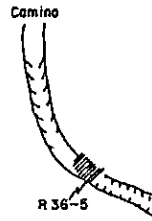


Fig.1-2-9 CROQUIS GEOLOGICO Y MUESTREO DEL SECTOR III

LEYENDA

-  Limolita
-  Arenisca
-  Conglomerado
-  Curvas de formas topográficas
-  Escarpe



Muestra N°	Pot. cm	Au ppb	Observaciones
R36-1	50	140	Conglomerado arenoso
R36-2	80	140	Arenisca gruesa parda.
R36-4	70	140	Arenisca gruesa parda.
R36-5	140	140	Limolita pardo-clara.

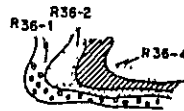











Fig 1-2-10 CROQUIS GEOLOGICO Y MUESTREO DEL SECTOR IV

LEYENDA

-  Limolita
-  Arenisca
-  Conglomerado
-  Cubierta de suelo
-  Curvas de formas topográficas
-  Estero o quebrada
-  Escarpe
-  Ubicación de muestras
-  Punto de geofísica

Muestra N°	Pot. cm	Au ppb	Observaciones
R38-1	70	40	Conglomerado; clastos subangulares de andesita ϕ 16 cm.
R38-2	90	140	
R38-3	60	140	
R38-4	60	140	Paleosuelo en andesita.
R38-5	110	140	Conglomerado
R38-10	130	140	Arenisca pardo-amarillenta.

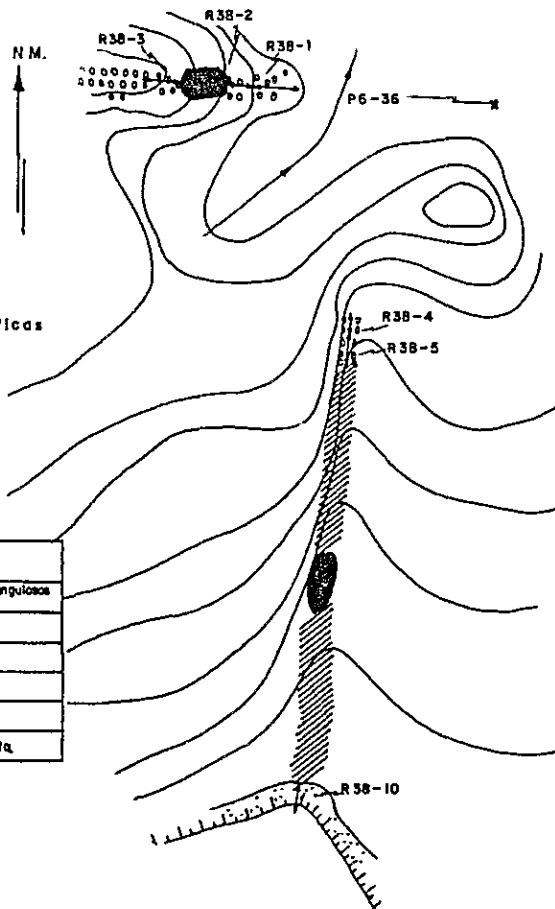
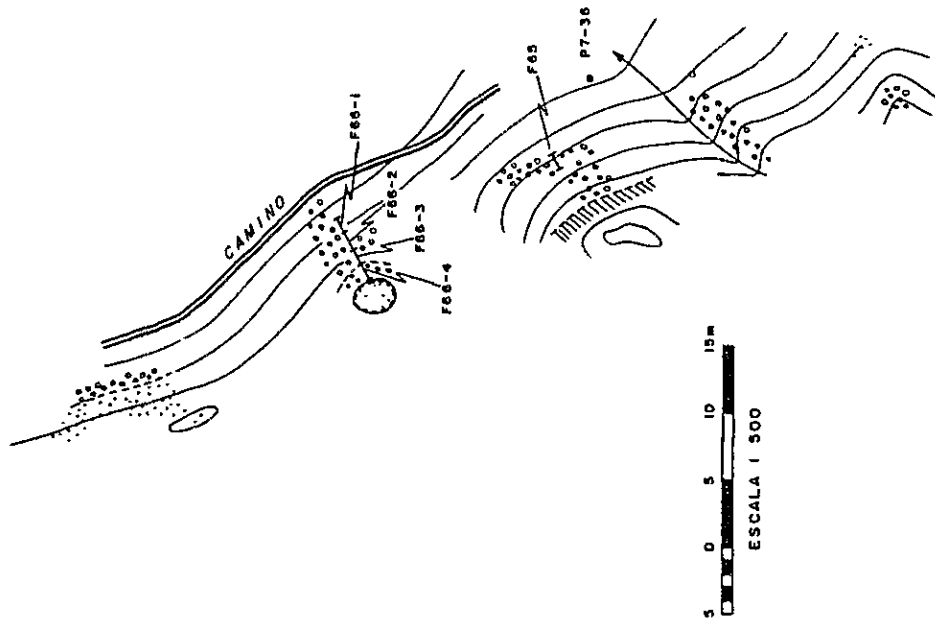


Fig.1-2-11 CROQUIS GEOLOGICO Y MUESTREO DEL SECTOR V

N M



Nº de Muestra	Pot cm	Au ppb	OBSERVACIONES
F65	120	< 40	Conglomerado rojizo
F66-1	130	< 40	id
2	130	< 40	id
3	130	< 40	id
4	150	< 40	Conglomerado amarillento

L E Y E N D A







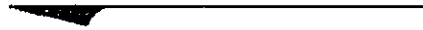
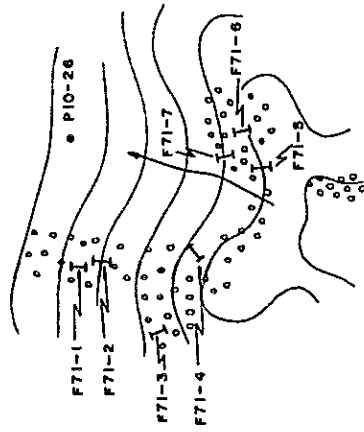
-  Limo lila
-  Arenisca amarillenta.
-  Conglomerado
-  Estero
-  Curvas de forma topográfica
-  Punto de geofísico

Fig. 1-2-12 CROQUIS GEOLOGICO Y MUESTREO DEL SECTOR VI

N. M.



Nº de Muestra	Pot.cm	Au ppb	O B S E R V A C I O N E S
F71-1	100	60	Conglomerado rojizo con bandas de Ilmanito
2	150	< 40	Id
3	100	< 40	Id
4	100	< 40	Id
5	100	< 40	Id
6	100	< 40	Id
7	100	< 40	Id



L E Y E N D A





-  Conglomerado rojizo
-  Estero
-  Curvas de forma topográfica
-  Punto de geofísica



Fig. 1-2-13 CROQUIS GEOLOGICO Y MUESTREO DEL SECTOR VII

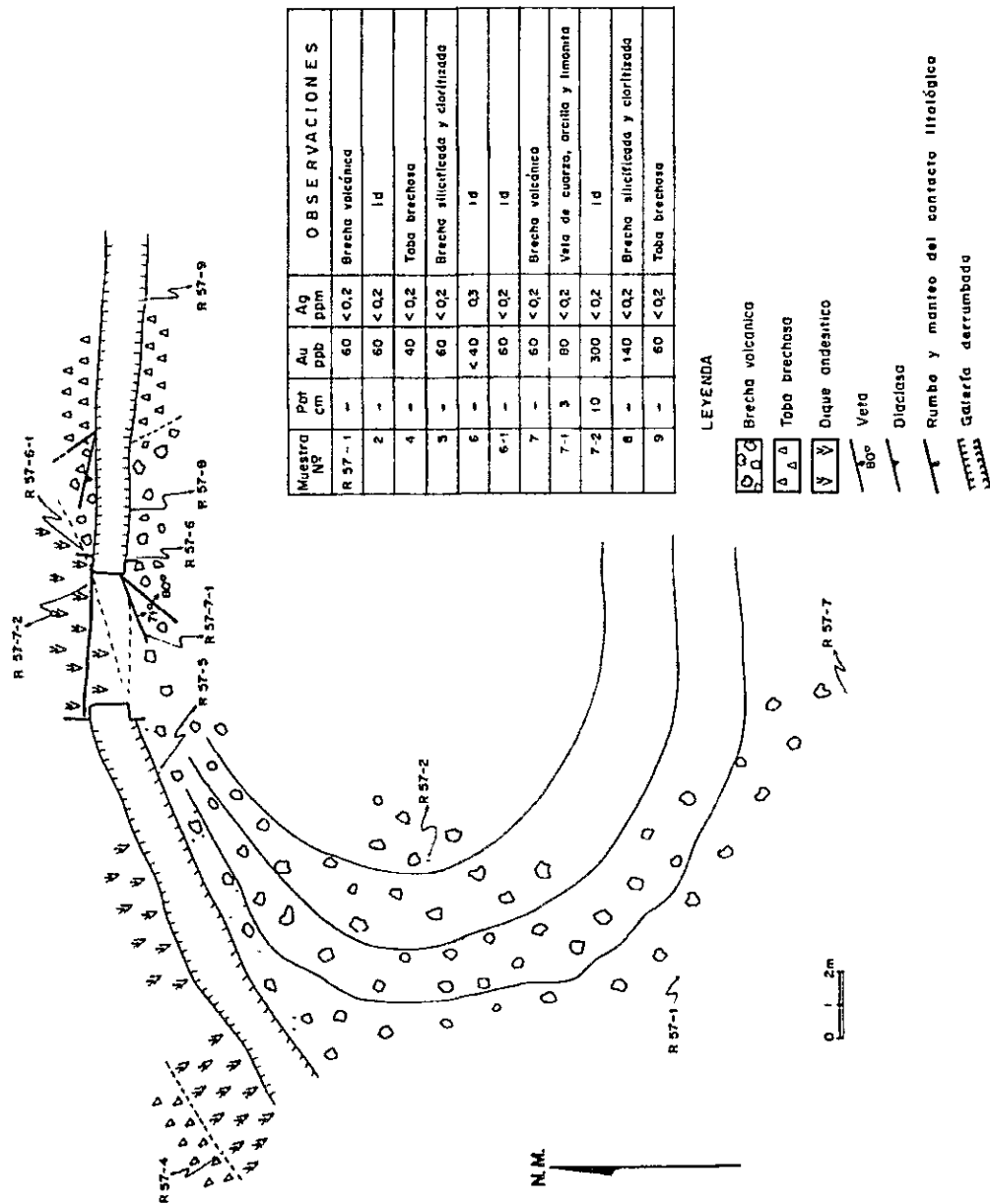
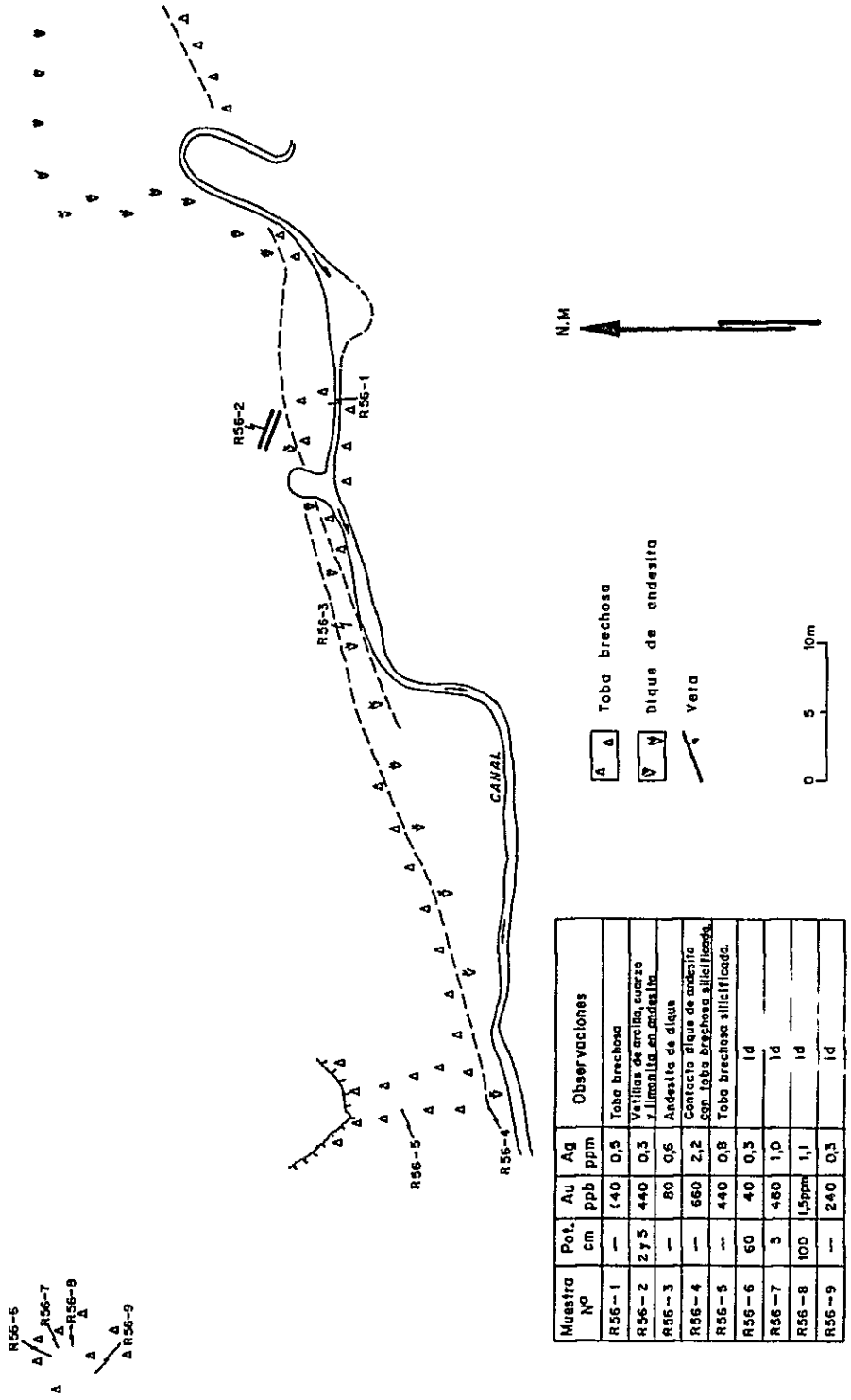


Fig. I-2-14 CROQUIS GEOLOGICO Y MUESTREO DEL SECTOR IX



Muestra No	Pot. cm	Au ppb	Ag ppm	Observaciones
R56-1	—	140	0,5	Toba brechosa
R56-2	275	440	0,3	Vetitas de arcilla, cuarzo y limonita en andesita
R56-3	—	80	0,6	Andesita de dique
R56-4	—	660	2,2	Contacto dique de andesita con toba brechosa silicificada.
R56-5	—	440	0,8	Toba brechosa silicificada.
R56-6	60	40	0,3	Id
R56-7	3	460	1,0	Id
R56-8	100	1,5ppm	1,1	Id
R56-9	—	240	0,3	Id

Fig.1-2-15 CROQUIS GEOLOGICO Y MUESTREO DEL SECTOR X

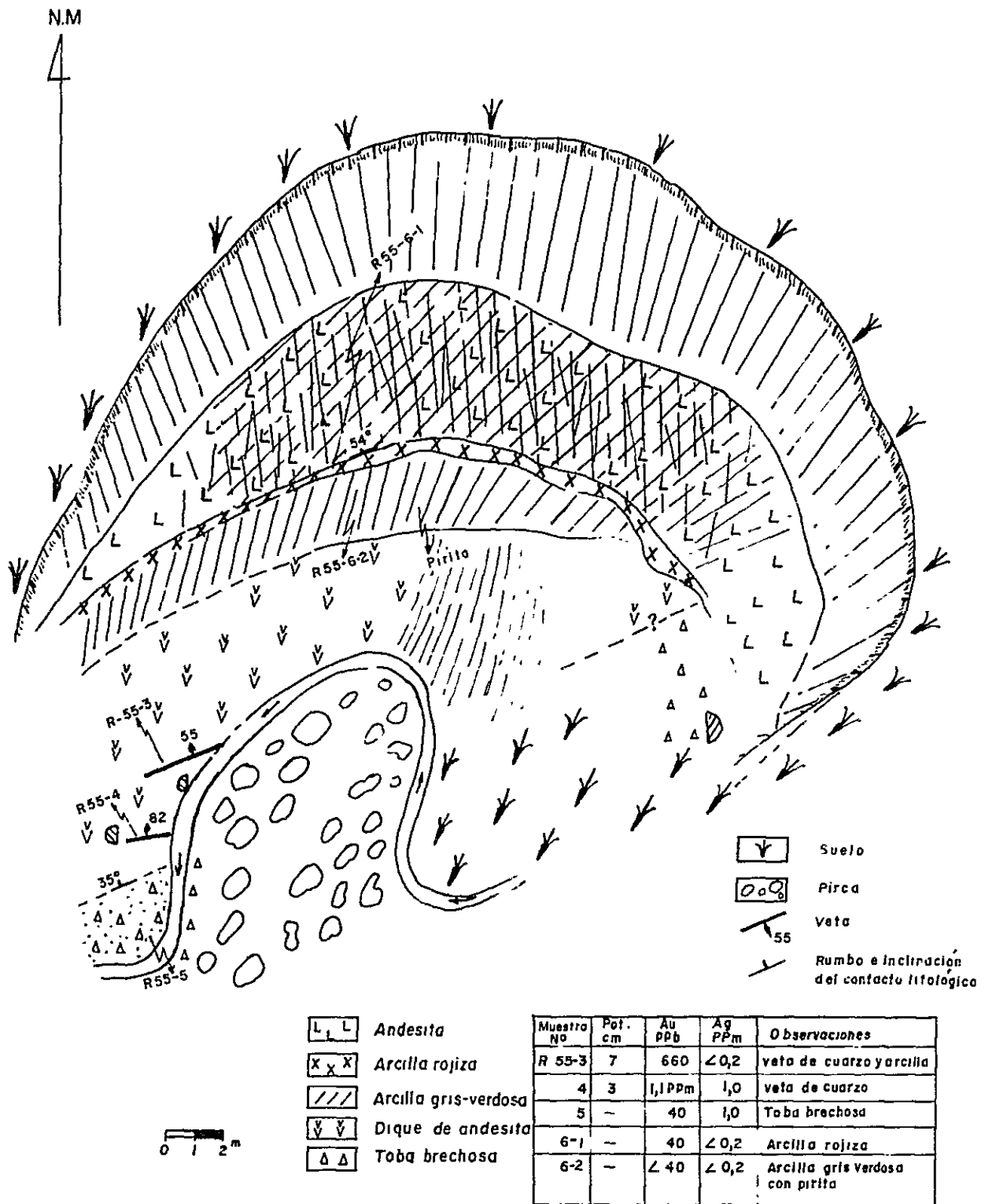


Fig.1-2-16 CROQUIS GEOLOGICO Y MUESTREO DEL SECTOR XI

Muestra N°	Pot. cm	Au ppb	Ag ppm	Observaciones
R 52-1	-	180	0,3	toba brechosa
2	-	100	<0,2	id
3	-	< 40	0,2	id
4	-	< 40	<0,2	id
5	-	< 40	<0,2	id
6	-	< 40	<0,2	id
7	-	100	< 0,2	id
8	-	460	<0,2	id
9	-	180	<0,2	id
10	-	80	<0,2	id
11	-	60	<0,2	id
12	-	60	0,3	id
13	-	< 40	0,4	id
14	-	< 40	0,5	id

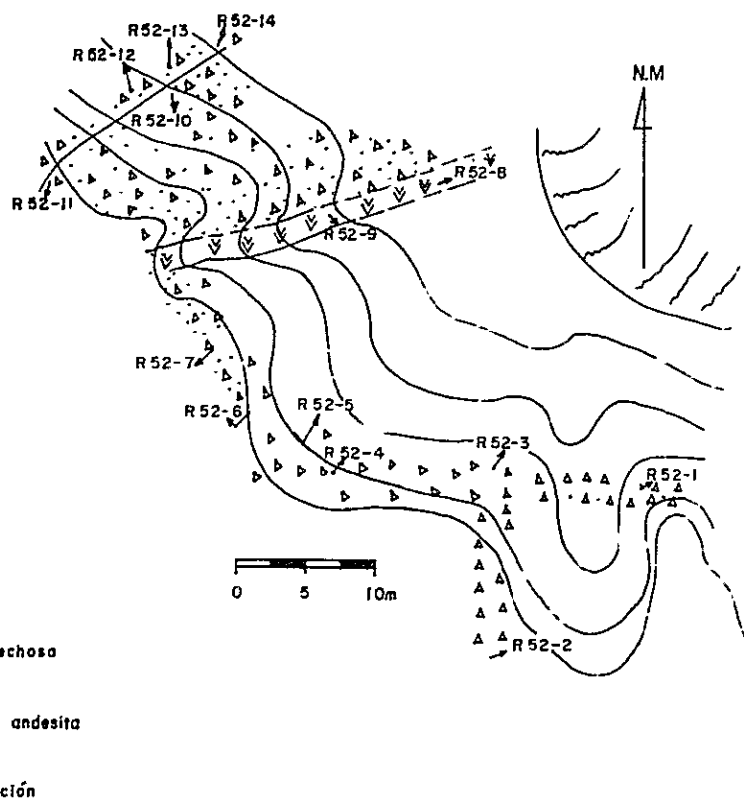
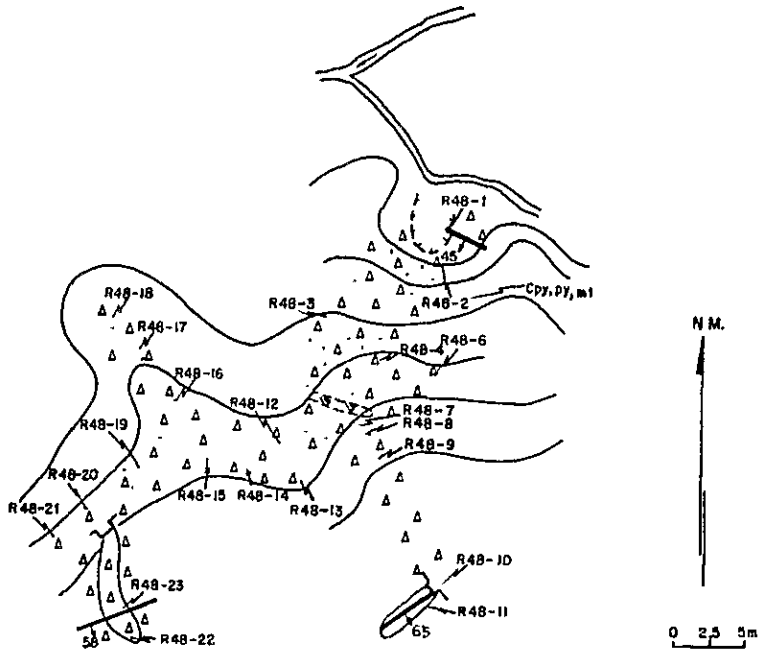


Fig.1-2-17 CROQUIS GEOLOGICO Y MUESTREO DEL SECTOR XII



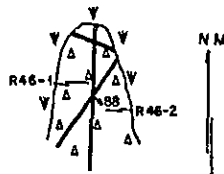
Muestra N°	Pot cm	Au ppb	Ag ppm	Observaciones
R48-1	8-11	100	1,3	Veta de cuarzo y arcilla
R48-2		<40	1,0	Toba brechosa silicificada
R48-3		60	0,4	Toba brechosa
R48-4		280	0,6	id
R48-6		<40	0,4	id
R48-7		60	<0,2	id
R48-8		<40	10,2	id
R48-9		<40	<0,2	id
R48-10	1-1,5	<40	0,7	Veta de cuarzo y limonita
R48-11		<40	0,2	Toba brechosa
R48-12		<40	0,2	id
R48-13		<40	0,2	id
R48-14		<40	<0,2	id
R48-15		<40	<0,2	id
R48-16		520	0,3	id
R48-17		100	<0,2	id
R48-18		80	<0,2	id
R48-19		40	0,3	id
R48-20		100	0,3	id
R48-21		220	0,5	id
R48-22		<40	0,4	id
R48-23	0,8	1,6 ppm	1,3	Veta de arcilla y limonita

LEYENDA

- Toba brechosa
- Dique andesítico
- Silicificación
- Socavón
- Veta

Fig.1-2-18 CROQUIS GEOLOGICO Y MUESTREO DEL SECTOR XIII

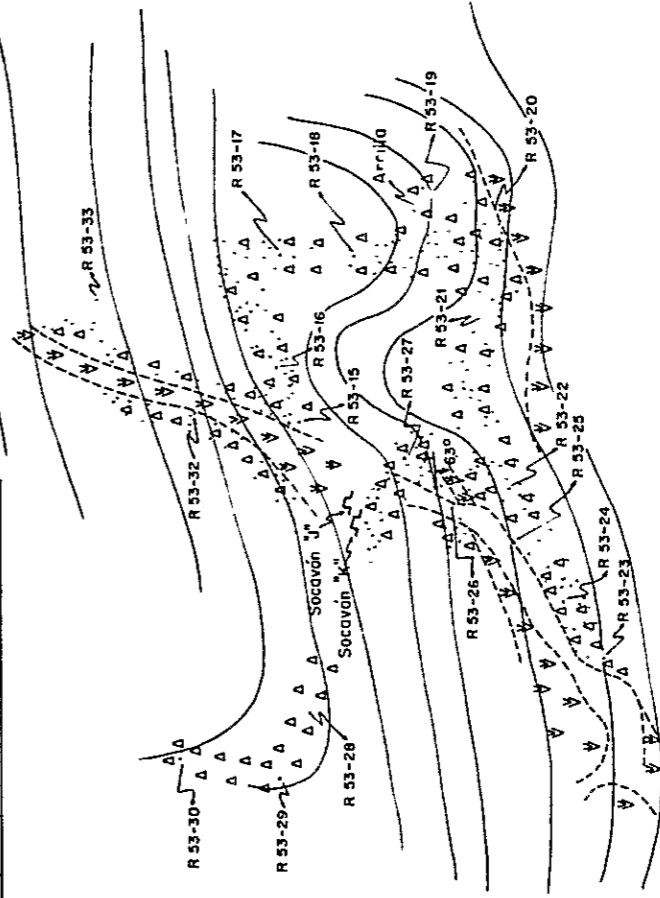
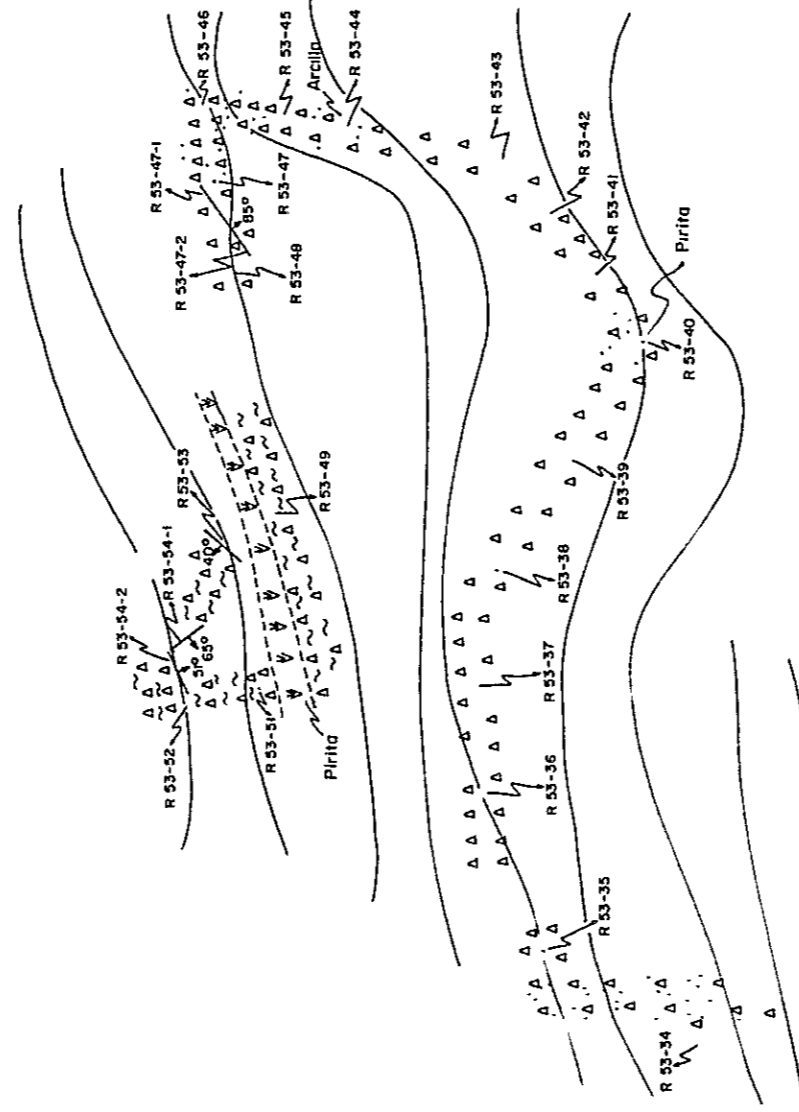
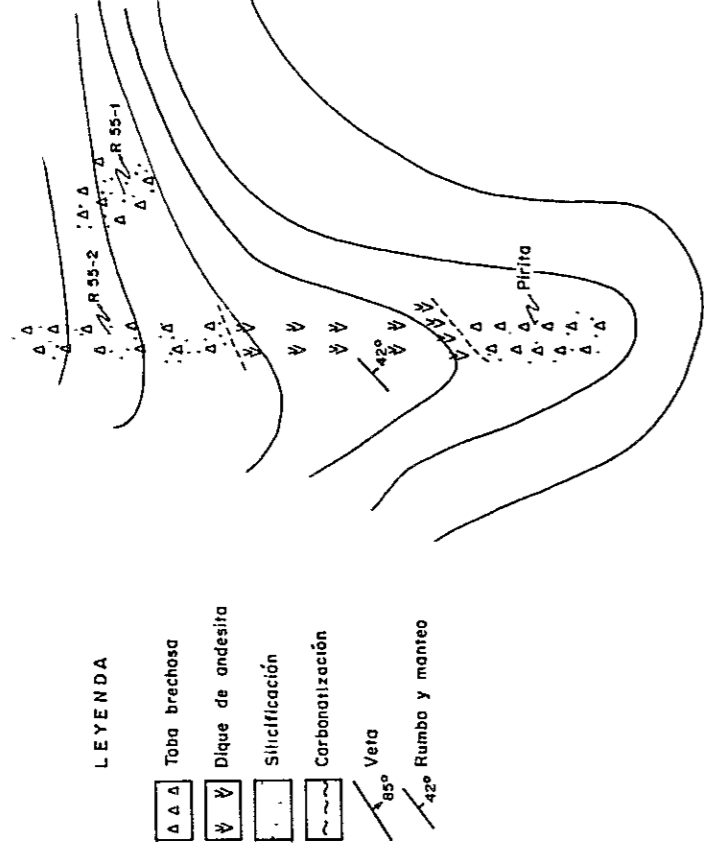
Muestra N°	Pot cm	Au ppb	Ag ppm	Observaciones
R46-1	2,3	12ppm	4,8	Veta de cuarzo
R46-2	—	160	0,3	Toba brechosa.



- Suelo
- Toba brechosa
- Veta

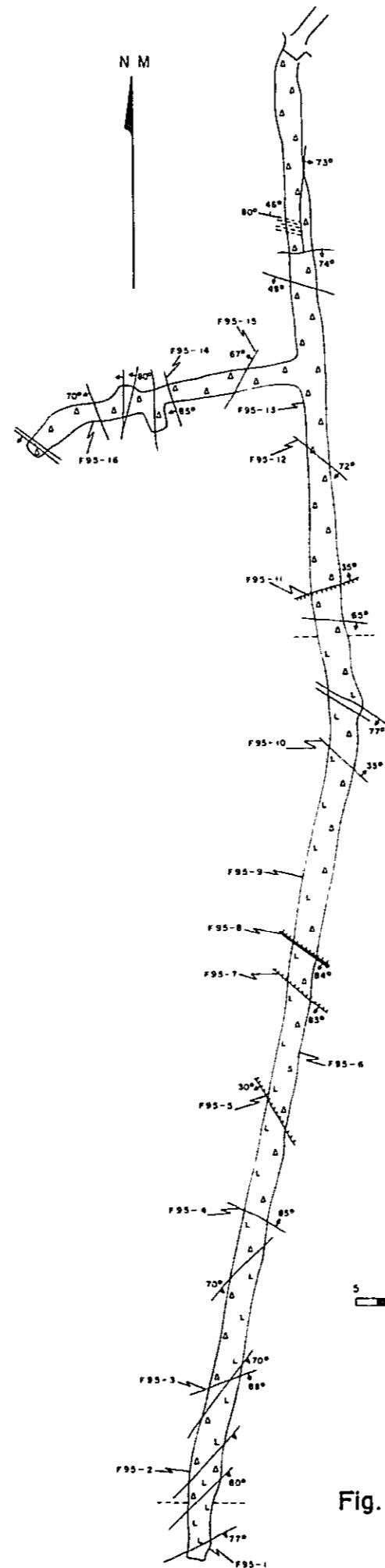
Fig.1-2-19 CROQUIS GEOLOGICO Y MUESTREO DEL SECTOR XIV

Muestra N°	Pot cm	Au ppb	Ag ppm	OBSERVACIONES
R 53-15	—	60	< 0,2	Toba brechosa silicificada
16	—	80	< 0,2	Toba brechosa
17	—	60	< 0,2	Id
18	—	60	0,2	Id
19	50	80	< 0,2	Toba brechosa, ébilo silicif y argilización
20	—	80	< 0,2	Contacto toba brechosa con dique andésítico
21	—	40	< 0,2	Toba brechosa
22	—	60	< 0,2	Id
23	—	260	< 0,2	Toba brechosa argilizada
24	—	40	< 0,2	Toba brechosa silicificada
25	—	< 40	< 0,2	Id
26	—	40	< 0,2	Id
27	—	60	< 0,2	Id
28	—	40	< 0,2	Toba brechosa
29	—	60	< 0,2	Id
30	—	40	< 0,2	Id
31	—	< 40	< 0,2	Id
32	—	< 40	< 0,2	Id
33	—	40	< 0,2	Id
34	—	40	< 0,2	Id
35	—	40	< 0,2	Id
36	—	< 40	< 0,2	Id
37	—	< 40	< 0,2	Id
38	—	< 40	< 0,2	Id
39	—	< 40	< 0,2	Id
40	—	340	< 0,2	Id
41	—	< 40	< 0,2	Id
42	—	40	< 0,2	Id
43	—	40	< 0,2	Id
44	—	40	< 0,2	Id
45	—	100	< 0,2	Id
46	—	40	< 0,2	Id
47	—	120	0,3	Id
47-1	2-7	220	1,6	Veta de arcilla
47-2	2-7	440	3,0	Id
48	—	< 40	< 0,2	Toba brechosa
49	—	< 40	0,2	Id
51	—	< 40	< 0,2	Id
52	—	< 40	0,3	Id
53	—	100	< 0,2	Veta de arcilla
54-1	7	60	0,2	Id
54-2	2	< 40	0,3	Id
R 55-1	—	40	< 0,2	Toba brechosa
2	—	40	< 0,2	Id



N.M.

Fig.1-2-20 CROQUIS GEOLOGICO Y MUESTREO DEL SECTOR XV



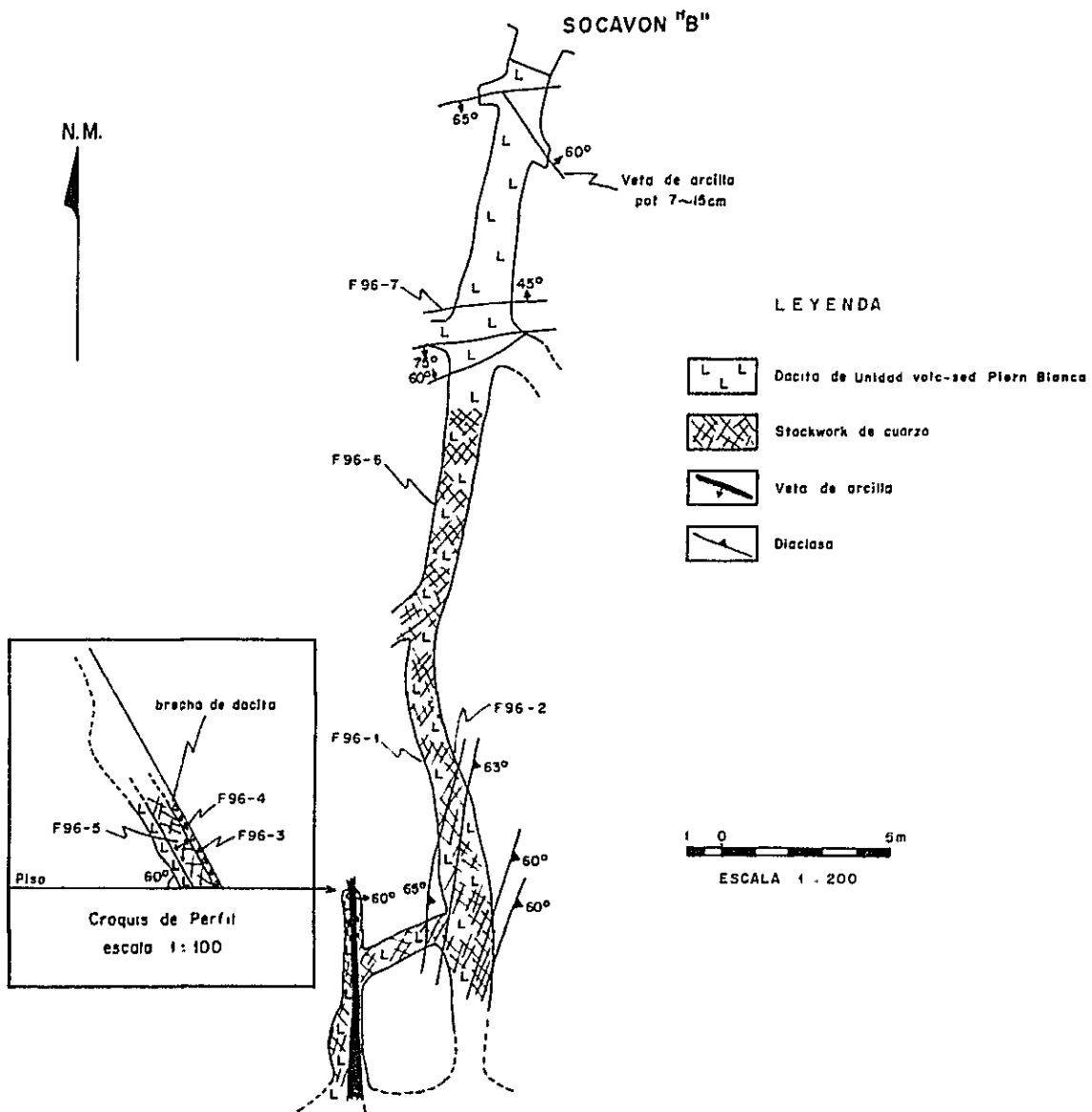
Nº de muestra	Pot cm	Au ppb	Ag ppm	As ppm	5%	OBSERVACIONES
F95-1	100	—	—	—	—	Dacita con pirita diseminada debi
2	100	800	1,6	—	—	Dacita brechosa
3	1	180	0,7	—	—	Vetilla de limonita
4	3	< 40	< 0,2	—	—	Vetilla de limonita
5	2	< 40	0,3	—	—	Arcilla de falla verdosa
6	100	< 40	0,3	—	—	Dacita brechosa verdosa
7	7	< 40	0,3	260	0,60	Arcilla de falla
8	7	120	0,3	95	0,02	Arcilla de falla con limonita
9	100	60	< 0,2	—	—	Dacita brechosa verdosa
10	4	60	0,3	—	—	Arcilla con limonita
11	4	200	0,4	—	—	Arcilla de falla verdosa
12	2	60	0,2	—	—	Vetilla de arcilla verde
13	100	< 40	0,2	—	—	Brecha tabacón clarificada
14	0,5	< 40	< 0,2	—	—	Vetilla de arcilla
15	1	< 40	< 0,2	—	—	Vetilla de arcilla verde
16	100	—	—	—	—	Brecha tabacón verdosa

LEYENDA

- Tabo de ceniza verdosa
- Brecha tabacón verdosa
- Dacita brechosa
- Dacita
- Falla con arcilla
- Veta de limonita con arcilla
- Diatasa



Fig. I-2-21 CROQUIS GEOLOGICO Y MUESTREO DEL SOCAVON "A"

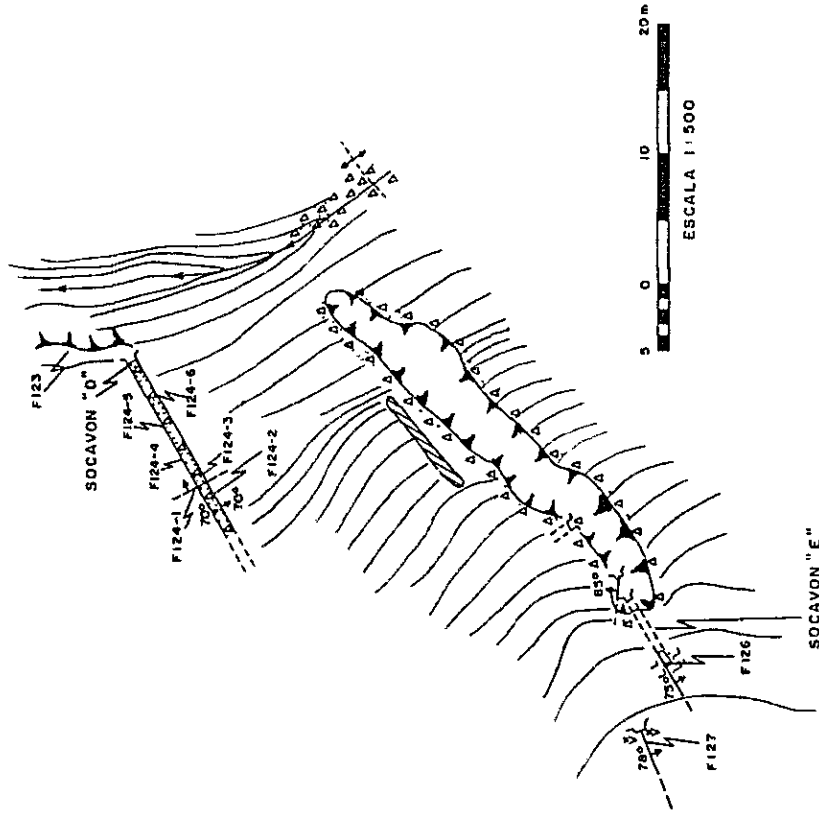


Nº de Muestra	Pot cm	Au ppb	Ag ppm	As ppm	S %	OBSERVACIONES
F 96 - 1	100	380	0,3	—	—	Stockwork de cuarzo en dacita
2	100	60	0,3	—	—	id
3	12	3,8 ^{ppm}	0,9	95	0,02	Brecha de falla con arcilla
4	12	180	< 0,2	85	0,03	id
5	32	1,7 ^{ppm}	0,3	130	0,02	Brecha de dacita con arcilla
6	100	240	< 0,2	—	—	Stockwork de cuarzo en dacita
7	4	< 40	< 0,2	35	0,02	Veta de arcilla con limonita

Fig. 1-2-22 CROQUIS GEOLOGICO Y MUESTREO DEL SOCAVON "B"

N.M.

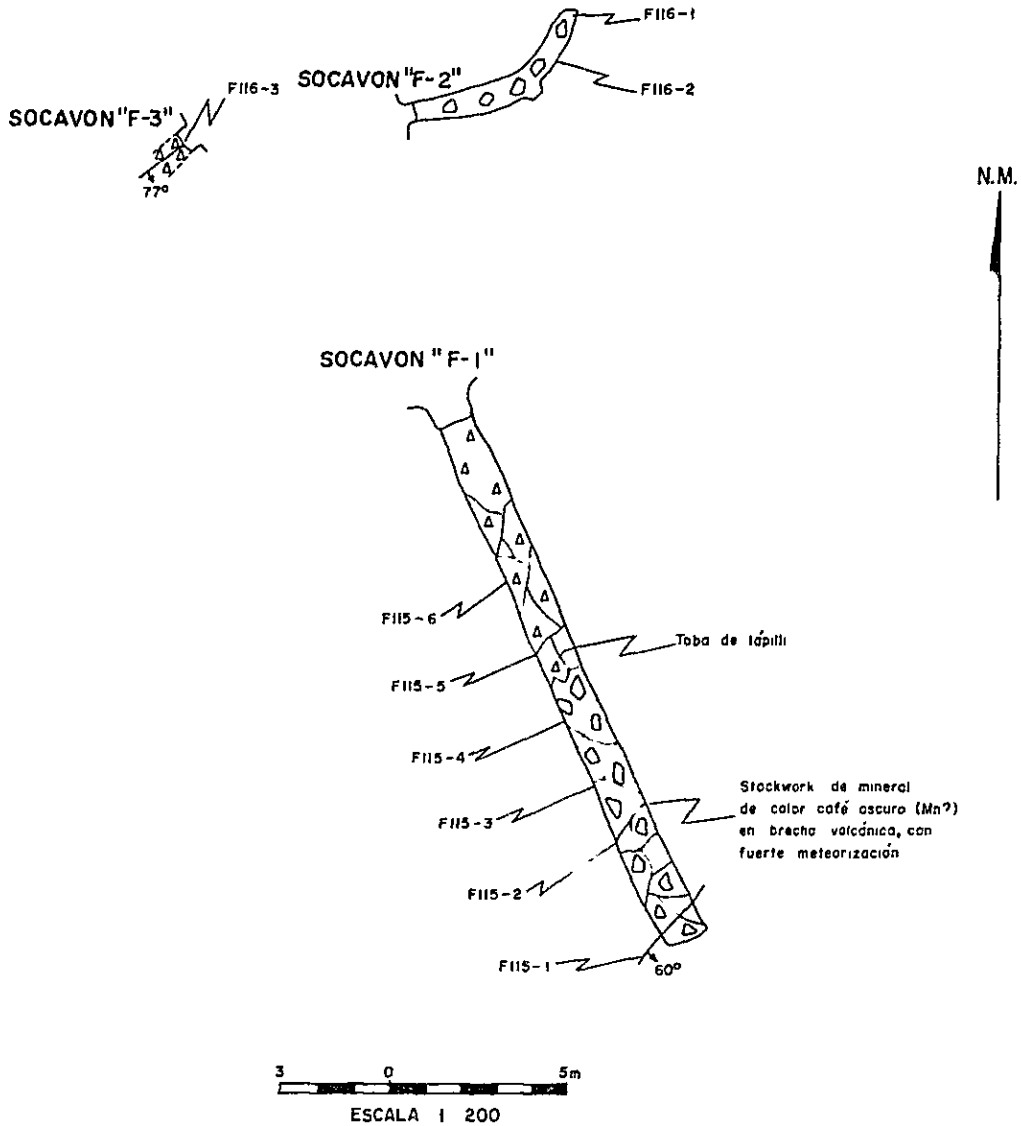
Nº de Muestra	Pot cm	Au ppb	Ag ppm	O B S E R V A C I O N E S
F 124-1	1	1,4	ppm	Vetilla de arcilla con limonita
2	100	80	0,6	Toba brechosa silicificada, fuerte
3	100	620	1,1	id
4	100	180	1,3	id
5	100	140	0,8	id
6	100	40	0,7	id
F 126	3	320	0,4	Veta de cuarzo con arcilla
F 127	5	420	<0,2	id



L E Y E N D A

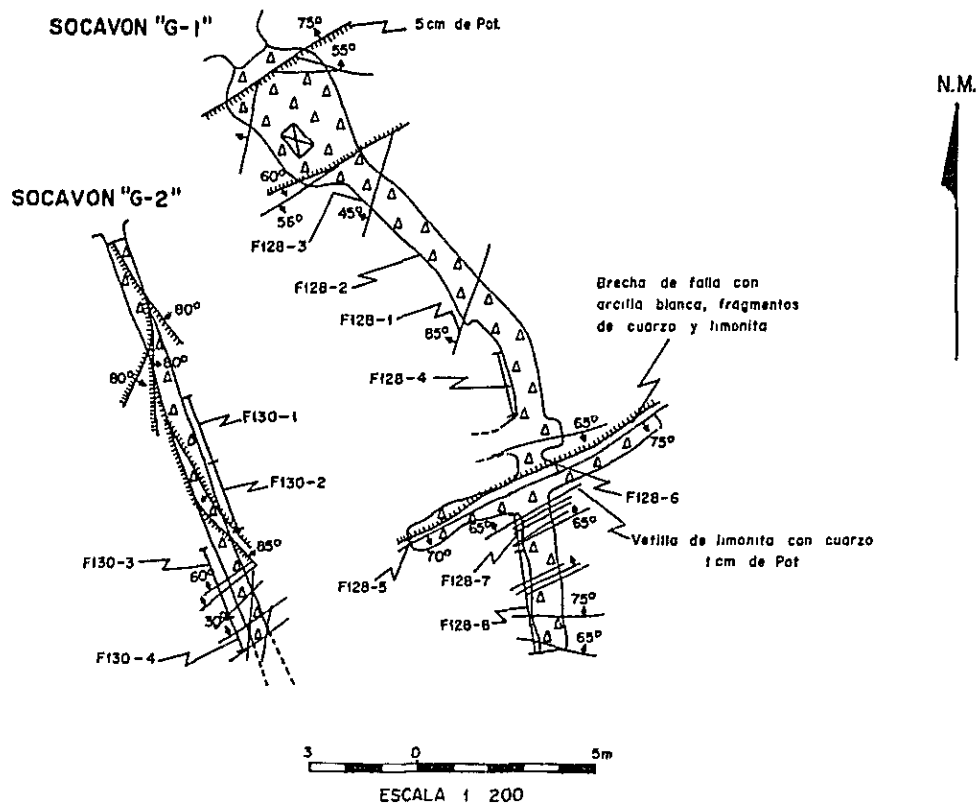
- Toba brechosa
- Dacito
- Dique de andesita
- Silicificación fuerte
- Silicificación débil
- Veta de cuarzo y/o arcilla
- Socavón abandonado
- Socavón abandonado (Nivel inferior)
- Estero
- Curvas de forma topográfica
- Salto
- Escarpe

Fig. 1-2-23 CROQUIS GEOLOGICO Y MUESTREO DEL SECTOR DE LOS SOCAVONES "D" Y "E"



Nº de Muestra	Pat cm	Au ppb	Ag ppm	OBSERVACIONES
F115 - 1	2	80	< 0,2	Vetilla de arcilla con limonita
2	100	60	0,3	Brecha volcánica con mineral de color café oscuro
3	100	80	< 0,2	id
4	100	160	< 0,2	id
5	100	60	< 0,2	Brecha tobácea con mineral de color café oscuro
6	100	60	< 0,2	id
F116 - 1	100	80	< 0,2	Brecha volcánica con stockwork de limonita
2	100	440	< 0,2	id
3	2	3,8 ppm	0,9	Vetilla de arcilla con limonita

Fig.1-2-24
 CROQUIS GEOLOGICO Y MUESTREO DE LOS
 SOCAVONES "F-1", "F-2" Y "F-3"



Nº de Muestra	Pot cm	Au ppb	Ag ppm	OBSERVACIONES
F128 - 1	1	180	0,9	Vetilla de limonita
2	120	< 40	0,3	Brecha tobácea, silicificación débil con limonita
3	120	60	0,7	id
4	200	180	1,0	id
5	10	180	0,7	Brecha de falla con arcilla, cuarzo y limonita
6	20	120	0,6	id
7	100	40	2,7	Vetilla de limonita con cuarzo
8	300	60	1,0	Brecha tobácea, silicificación débil con limonita
F130 - 1	200	60	0,4	Brecha tobácea
2	200	60	0,3	id
3	200	60	0,4	Brecha tobácea con vetilla de limonita
4	100	80	1,0	id

LEYENDA




-  Brecha tobácea
-  Falla
-  Veta de limonita

Fig. I-2-25

CROQUIS GEOLOGICO Y MUESTREO DE LOS SOCAVONES "G-1" Y "G-2"

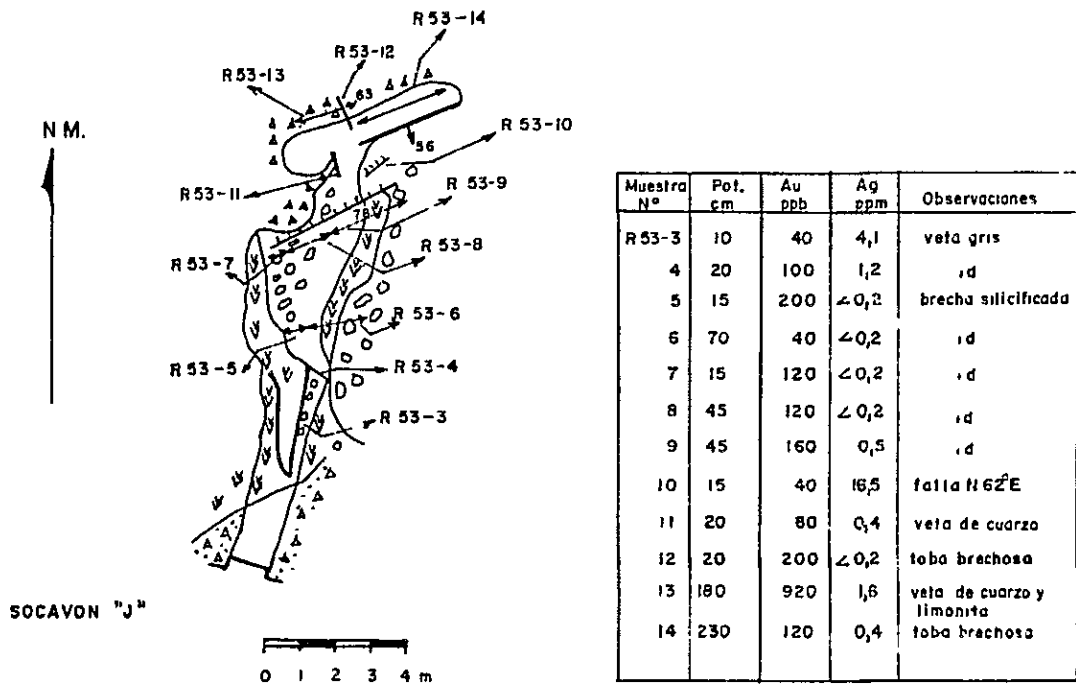
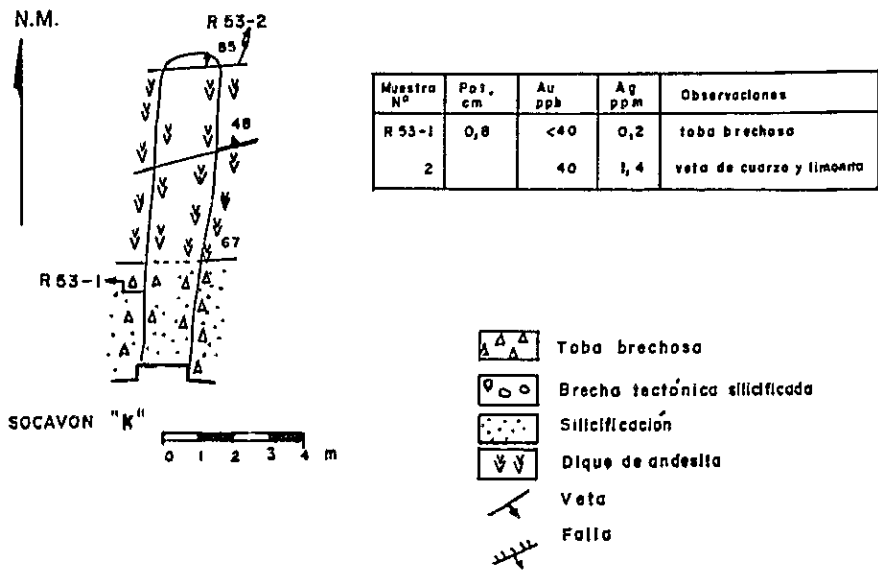
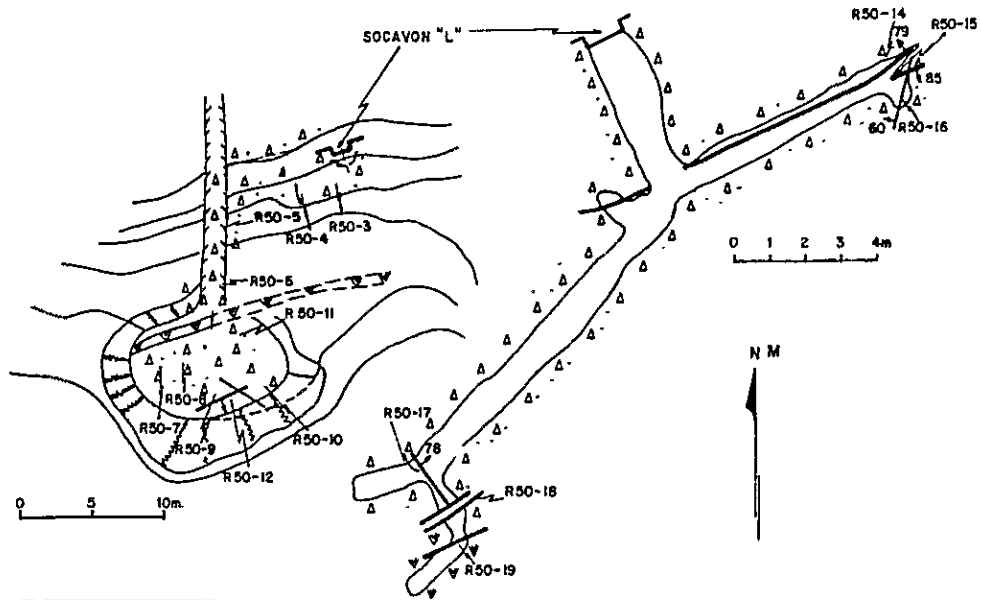


Fig.1-2-26 CROQUIS GEOLOGICO Y MUESTREO DE LOS SOCAVONES "J" Y "K"



Muestra N°	Pot cm	Au ppb	Ag ppm	Observaciones
R 50-3		740	0,5	Toba brechosa silicificada
4		240	0,3	Toba brechosa con silicificación fuerte
5		1,2 ppm	0,5	Toba brechosa
6		680	0,2	id
7		140	0,2	id
8		140	0,2	id
9		140	0,5	id
10		140	0,2	id
11		140	0,2	id
12	2-8	10,0 ppm	2,8	Veta de cuarzo y arcilla
14	6	280	0,4	Veta de cuarzo y arcilla
15	10	10,0 ppm	2,9	id
16	8	140	0,3	Veta de arcilla
17		60	0,2	id
18		140	0,3	Veta de cuarzo y arcilla
19		680	0,4	Veta de cuarzo en dique de andesita





-  Toba brechosa
-  Dique de andesita
-  Silicificación
-  Veta

Fig. I-2-27 CROQUIS GEOLOGICOS Y MUESTREO DEL SECTOR DEL SOCAVON "L"

•

Muestra N°	Pot. Ca	Au ppb	Ag ppm	Observaciones
R 49-1	3-4	< 40	0,6	veta de arcilla
2		240	0,4	toba brechosa silicificada
3		300	0,4	id
4		< 40	< 0,2	id
R 50-1		380	0,2	toba brechosa
2		320	0,3	id
R 51-1		40	0,6	toba brechosa silicificada
2	4-2	480	0,3	veta de cuarzo y arcilla
3	4-8	2,8ppm	2,0	id
4	50	180	0,2	toba brechosa
5	50	180	< 0,2	id
6	50	< 40	0,4	id
7	60	< 40	0,4	id
8	50	< 40	0,5	id
9	50	< 40	0,4	id
10	50	< 40	0,4	id
11	50	< 40	0,5	id
12	50	40	< 0,2	id
13	50	< 40	< 0,2	id
14	60	< 40	0,4	id
15	2	60	< 0,2	veta de cuarzo y arcilla
16		80	< 0,2	toba brechosa silicificada
17		700	0,3	id
18		< 40	< 0,2	id
19		60	< 0,2	id

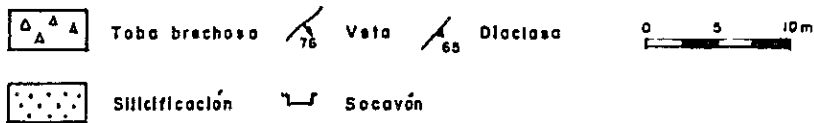
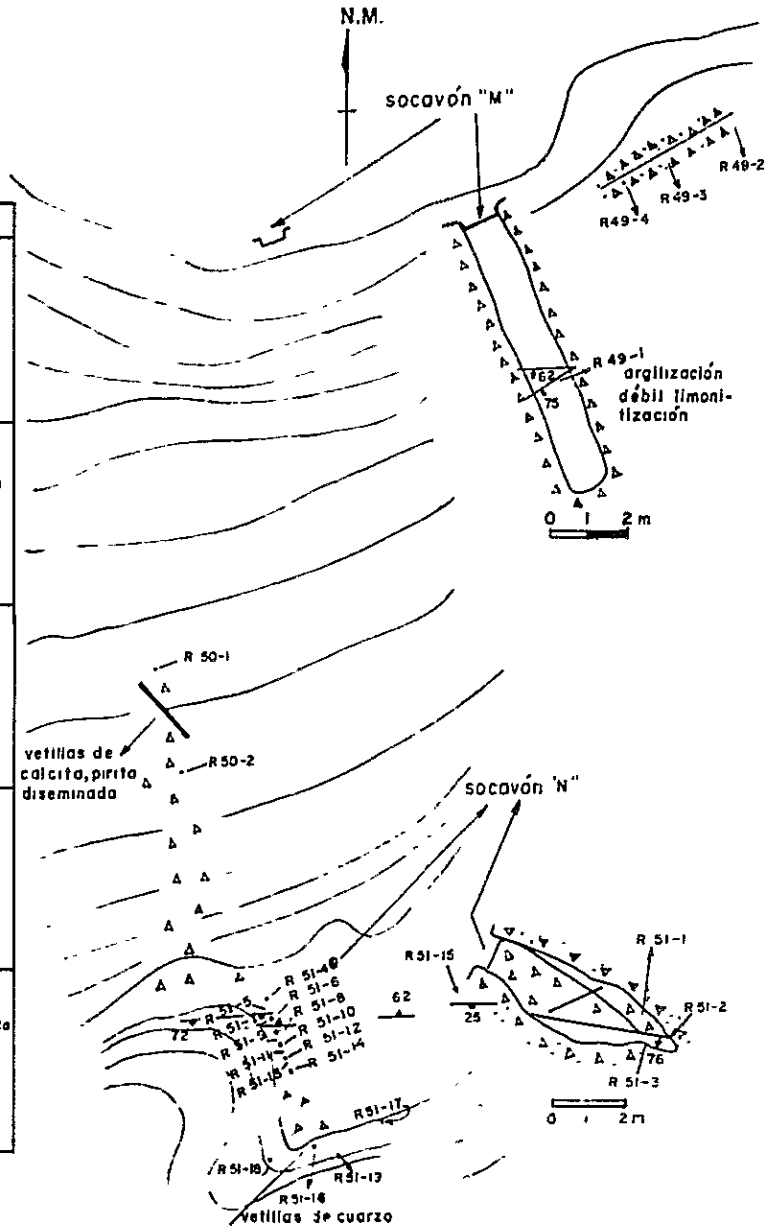


Fig.1-2-28 CROQUIS GEOLOGICO Y MUESTREO DEL SECTOR DE LOS SOCAVONES "M" y "N"

Capítulo 4 Geoquímica

4.1 Generalidades

Para complementar la exploración geológica de detalle a escala 1:5.000 del Prospecto Las Minas del Prado se realizó dos tipos de muestreo geoquímico:

- 1) Muestreo de suelos en la zona circundante al yacimiento hipógeno.
- 2) Muestreo de sedimentos fluviales en dos sectores aislados.

El muestreo de suelos se realizó de acuerdo con la distribución de las rocas volcánicas pertenecientes a la Unidad Volcánico-Sedimentaria Pierna Blanca, que es la roca encajadora de las vetas, y que está afectada por alteración hidrotermal. El objetivo principal de este muestreo fue contar con información geoquímica en aquellos sectores del depósito primario donde los afloramientos se encuentran cubiertos por una gruesa capa de suelo.

El muestreo de sedimentos fluviales en el sector suroeste fue orientado a chequear anomalías débiles del estudio geofísico de polarización inducida. El muestreo del sector nor-noreste se enfocó a conocer la distribución de los elementos analizados en una zona argílica con diseminación de pirita, cubierta por abundante vegetación y donde no se hizo un estudio geológico de detalle.

4.2 Recolección de muestras

Las muestras de suelo fueron obtenidas en los perfiles trazados para el estudio geofísico. Los perfiles están orientados N-S y distanciados 100 m, con puntos de muestreo cada 25 m. Las muestras fueron extraídas por

medio de un taladro introducido por presión-rotación manual hasta el contacto del suelo con la roca. La cantidad de muestra obtenida fue variable entre 200 y 400 cc. La profundidad máxima alcanzó a 3,80 m con un promedio de 1,24 m. La densidad del muestreo fue de 1 muestra por 6.045 m².

Las muestras de sedimentos fluviales fueron tomadas a distancias variables de 100-150 m y corresponden a sedimentos activos cuya granulometría varía entre arena y arcilla, con cierto contenido de materia orgánica. Las muestras fueron tamizadas húmedas en el terreno, a una malla menor de 50.

Se recolectó un total de 139 muestras de suelo y 34 muestras de sedimentos fluviales.

4.3 Análisis de las muestras

El análisis de las muestras se realizó en el Laboratorio Químico del IIG, en Santiago. Para la determinación de oro y plata, las muestras tamizadas bajo 80 mallas fueron sometidas a un ataque por agua regia. La determinación de oro se efectuó por extracción con metil-isobutil-betona. La determinación de plata se efectuó en una solución de HCl al 25%. Ambas determinaciones fueron realizadas por espectrofotometría de absorción atómica en un espectrofotómetro Perkin Elmer 403 con corrector de deuterio, usando standards apropiados para la calibración del instrumento.

Para la determinación de zinc y arsénico, las muestras tamizadas bajo 80 mallas fueron sometidas a un ataque con HCl-HNO₃ y la determinación se efectuó en una solución de HCl al 10% mediante espectrofotometría de absorción

atómica, en un espectrófotómetro Perkin Elmer 703 usando corrector de deuterio y standards apropiados para la calibración del instrumento.

El límite de detección y las longitudes de onda utilizadas son las siguientes:

Elemento	Límite de detección	Longitud de onda (Amstrong)
Au	40 ppb	2428
Ag	0,2 ppm	3281
Zn	0,2 ppm	2139
As	5 ppm	1937

La llama utilizada en todas las determinaciones fue de aire-acetileno.

4.4 Tratamiento estadístico de los datos

Los resultados de los análisis de oro en suelos fueron procesados manualmente para determinar la media y la desviación standard. Los valores erráticos altos fueron eliminados para el cálculo final. Los valores \bar{X} , $\bar{X} + S$, $\bar{X} + 2S$, $\bar{X} + 3S$ (Tabla I-2-3) fueron llevados a los mapas (PL. I-2-5, I-2-6, I-2-7, I-2-8) a escala 1:5.000 que muestran la distribución de las muestras. Los resultados de las análisis de plata, zinc y arsénico en suelos fueron procesados mediante el programa FACTOR en el computador I.B.M -360/50 de ECOM, que permite establecer asociaciones de elementos.

Respecto a las análisis de sedimentos fluviales, los resultados de oro muestran valores bajo el límite de detección y los elementos plata, zinc y arsénico no presentan valores anómalos significativos.

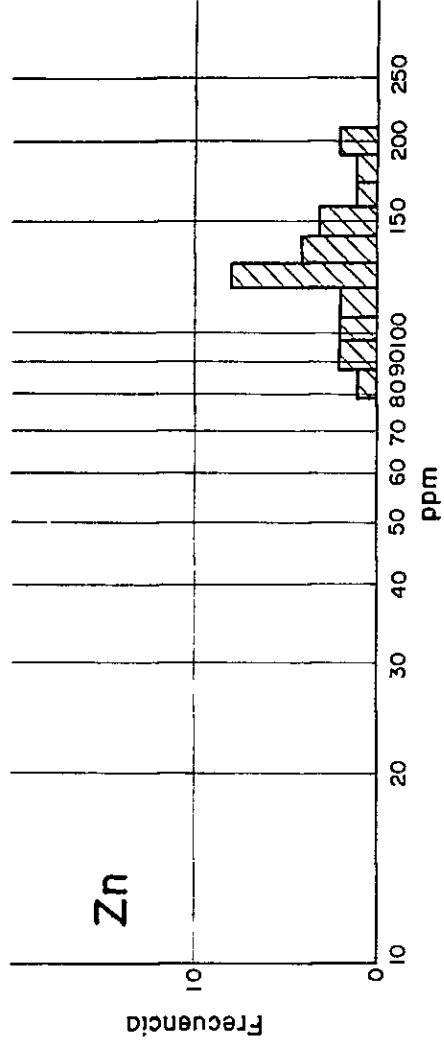
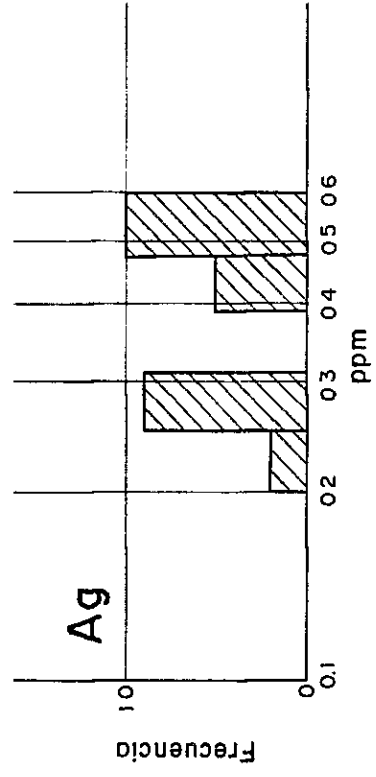
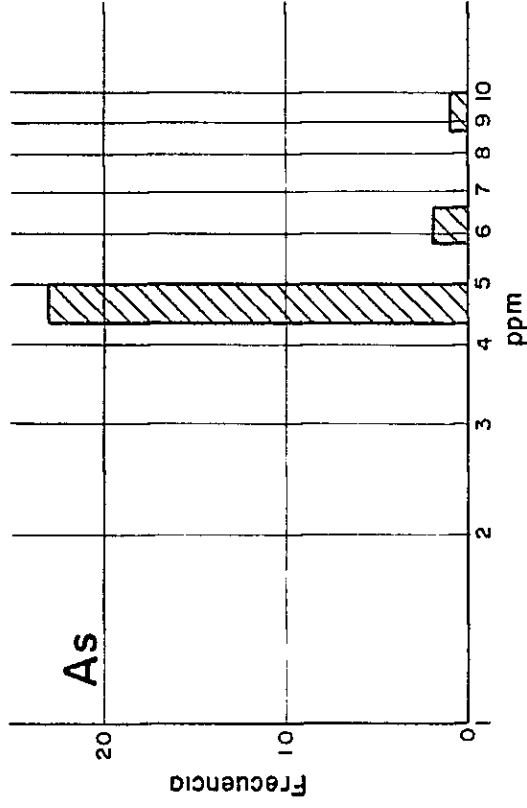
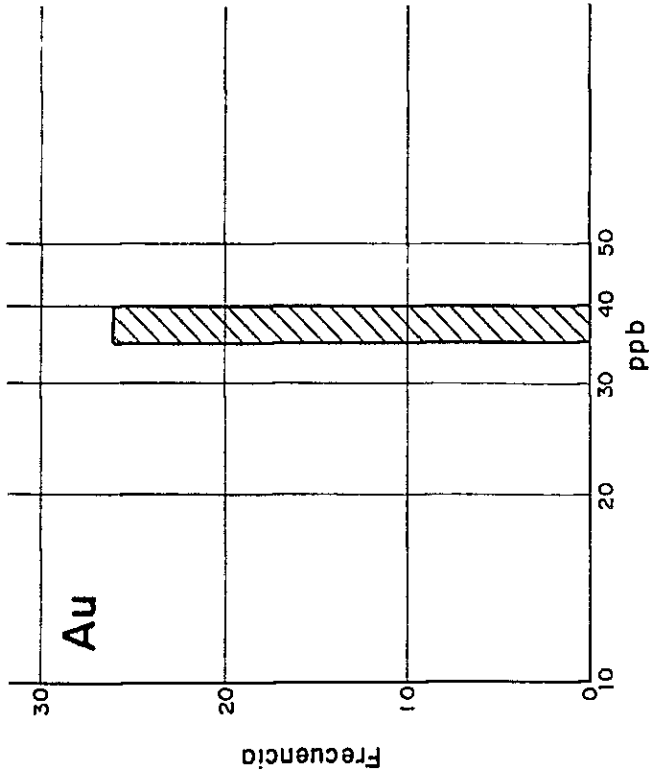


Fig. 1-2-29 HISTOGRAMA DE DISTRIBUCION DE Au, Ag, Zn Y As EN SEDIMENTOS FLUVIALES

Tabla I-2-4 ESTADIGRAFOS BASICOS DE LAS MUESTRAS DE SUELOS DEL PROSPECTO LAS MINAS DEL PRADO

Elemento	Media (ppm)	Desviación standard (S) (ppm)	$\bar{X} + S$ (ppm)	$\bar{X} + 2S$ (ppm)	$\bar{X} + 3S$ (ppm)
Au	0,76	1,32	2,08	3,4	4,72
Ag	0,37	0,28	0,65	0,93	1,21
As	23,59	33,85	57,44	91,29	125,14
Zn	77,59	37,45	115,04	152,49	189,94

4.5 Resultado y discusión

Oro

El análisis de oro (PL. I-2-5) en suelos pose una media de 76,35 ppb y una desviación standard de 131,87 ppb (Valor máximo 2.800 ppb y valor mínimo $\underline{\quad}$ 40 ppb). Se considera anomalía posible los valores mayores que la media y menores que la media más una desviación standard. La anomalía probable estaría dada por los valores comprendidos entre $\bar{X} + 1S$ y $\bar{X} + 3S$. Los valores sobre $\bar{X} + 3S$ corresponden a anomalías altamente probables puesto que son valores sobre 471,56 ppb de Au.

Al plotear estos valores en el mapa de muestreo se pueden delimitar 5 sectores que presentan valores anómalos que se ubican en la Figura I-2-5. El sector "a" coincide con una zona de alteración hidrotermal caracterizada por silicificación media con contenidos de oro importantes según el muestreo de rocas. El sector "c" coincide con otra zona de alteración hidrotermal, menos intensa que en "a" donde se ubican numerosas vetas y laboreos mineros. Estos dos sectores fueron bien identificados con el mapeo de detalle. El sector "b" corresponde a una zona donde no se observó afloramientos, pero donde valores anómalos posibles y un valor anómalo altamente probable indican la presencia de

mineralización aurífera. El sector "d" corresponde a una zona donde se ubican numerosas vetas con mineralización aurífera de rumbo preferente N70°E, que coinciden con la orientación de la zona anómala. En el sector "e" se detectó una veta aurífera de rumbo N-S con un contenido de 12 ppm de oro; la anomalía posible en este sector muestra una orientación similar al rumbo de las vetas detectadas en los sectores "a", "c" y "d".

Plata

Los valores obtenidos en las muestras de suelos poseen una media de 0,37 ppm y una desviación standard de 0,279 (valor máximo 1,3 ppm, valor mínimo \angle 0,2 ppm). Estos valores son similares al promedio en suelos (Mitchell, 1955), por lo tanto no indican áreas anómalas. Los valores tratados estadísticamente están ploteados en el mapa PL. I-2-6. Las cinco clases analizadas no presentan una distribución preferencial y no coinciden con las zonas de mineralización conocida.

Los valores obtenidos en las muestras de sedimentos fluviales son similares a los de las muestras de suelos con un contenido promedio de 0,38 ppm (valor máximo 0,6 ppm valor mínimo 0,2 ppm). Como se expresó anteriormente no indican distribuciones anómalas del elemento.

Arsénico

El promedio de los valores de arsénico en las muestras de suelos es 23,59 ppm (valor máximo 220 ppm, valor mínimo \angle 5 ppm); la distribución de las cinco clases analizadas se indica en el mapa PL. I-2-7. En algunos sectores, la distribución de los valores anómalos coincide con las áreas de mineralización conocida, pero en otros lugares se observa una distribución al azar. En general, los

depósitos epitermales de oro poseen una concentración alta de arsénico lo que no se observa en este depósito; en algunos sectores la concentración es más alta que el promedio en suelos (Mitchell, 1955).

Los valores del muestreo de sedimentos fluviales son muy bajos y la mayoría se presenta bajo el límite de detección (valor máximo 10 ppm, valor mínimo 5 ppm).

Zinc

El promedio de los valores de zinc en suelos es de 77,59 ppm y la desviación standard es 37,45 ppm (valor máximo 220 ppm, valor mínimo 18 ppm). Estos valores están en el rango del promedio para suelos (Mitchell, 1955) y no representan anomalías. La distribución de las cinco clases analizadas se indican en el Mapa PL. I-2-8. La distribución de los valores de zinc es similar a la distribución de los valores de plata, lo que implica que la mineralización aurífera no está asociada a la mineralización de zinc.

Los valores de zinc de los sedimentos fluviales poseen una media de 125,5 ppm (valor máximo 210 ppm, valor mínimo 79 ppm) que es mayor a los valores de suelos, lo que implica que éste ha sido transportado principalmente a los sedimentos fluviales. No existen valores anómalos significativos pues la distribución del elemento es casi homogénea.

El análisis de factores muestra una correlación débil entre los elementos oro y plata, lo cual es frecuente en la mayoría de los yacimientos auríferos epitermales. El coeficiente de correlación de ambos elementos es 0,4 de lo que se deduce que la asociación es débil (ver a Tabla I-2-5 y 6). Los otros elementos analizados no presentan

valores de asociación significativos. De acuerdo a la exploración geoguímica realizada en Las Minas del Prado se resumen los siguientes puntos:

Tabla I-2-5 COEFICIENTES DE CORRELACION EN LAS MUESTRAS DE SUELOS DEL PROSPECTO LAS MINAS DEL PRADO

	Valores de (r)			
N	(r) Significativo(*)	> 0,5	0,3 a 0,5	0,1 a 0,3
139	0,14		Au - Ag	

(*) Valor de (r) significativo al nivel de confianza 95%

Tabla I-2-6 ASOCIACIONES DE ELEMENTOS (Au,Ag,As,Zn) RESULTANTES DEL ANALISIS DE FACTORES, PROSPECTO LAS MINAS DEL PRADO

Elemento	Factor 1	Factor 2	Factor 3
Au	<u>0,906</u>	0,275	0,065
Ag	0,245	<u>0,718</u>	0,370
As	0,034	-0,025	<u>0,897</u>
Zn	-0,104	<u>0,732</u>	-0,376
% de varianza explicada por cada factor	38,1%	22,9%	19,0%
Varianza total	80,0%		

- 1.- Las zonas anómalas que presenta el elemento oro en suelos se distribuye en cinco sectores; hay tres sectores que coinciden con las zonas mineralizadas, lo que significa que el estudio geoquímico es útil para conocer la distribución de este elemento.
- 2.- Los valores geoquímicos de los elementos plata, zinc y arsénico corresponden a promedios normales y no ofrecen áreas anómalas, por lo que se considera que no se encuentran relacionados directamente a la mineralización hipógena de oro.
- 3.- Los elementos oro y plata, según el análisis de factores, muestran una asociación muy débil.
- 4.- No se puede esperar una extensión de las zonas mineralizadas en el sector suroeste del área, donde existe una anomalía geofísica muy débil, ni en la zona argílica con disseminación de pirita.

Capítulo 5 Conclusiones

1.- En el prospecto Las Minas del Prado se ha detectado dos tipos de depósitos minerales: un depósito primario que corresponde a un yacimiento epitermal de oro y un depósito secundario que constituye un placer aurífero.

El depósito primario consiste en cuarzo aurífero y no se presenta otro mineral de valor económico.

Se pueden distinguir tres tipos de ocurrencia de la mineralización aurífera:

- 1) Vetas
- 2) Stockwork
- 3) Diseminación

Los tipos 1) y 2) poseen mineralización de oro; el tipo 3) no presenta valores significativos de oro.

La roca huésped principal del depósito primario corresponde a rocas volcánicas piroclásticas de la Unidad Volcánico-Sedimentaria Pierna Blanca.

La asociación mineralógica de las vetas es generalmente cuarzo-montmorillonita-pirita o cuarzo-halloysita-pirita, el oro se encuentra diseminado en el cuarzo. Las vetas son generalmente angostas de 1 a 5 cm de potencia y corresponden a un sistema principal $N60^{\circ}-80^{\circ}E$, y uno secundario $N0^{\circ}-20^{\circ}W$. El contenido de oro promedio es de 0,932 g/t, presentándose las vetas a lo largo del contacto de los diques de andesita y las rocas piroclásticas. El valor del mineral por tonelada, del tipo veta, es US\$1,78; este valor no alcanza a cubrir los costos de explotación.

El sotckwork, está constituido por vetillas de cuarzo en brecha dacítica y rocas piroclásticas. Se pueden distinguir tres bloques: el bloque A, que corresponde al de mayor extensión con 300 m de largo y 100 m de ancho, su contenido de oro es de 0,73 g/t, estando bajo la ley de corte de 0,93 g/t.

- 2.- La alteración hidrotermal generalmente es débil; en el bloque A la silicificación es más intensa que en otros sectores, pero no oblitera completamente la textura original de la roca.
- 3.- La edad de la mineralización es posterior a 17 m.a. lo que significa que es Post-Mioceno.
- 4.- El centro del depósito de tipo placer está ubicado a unos 1,6 km distancia aguas abajo del depósito primario, y se encuentra en conglomerados de la Unidad Sedimentaria La Segunda. El oro está contenido en los rodados del conglomerado y en la matriz como partículas de tamaño arena.

El contenido de oro promedio del placer es de 0,026 g/t y las reservas se estiman en 6×10^6 ton.
- 5.- Los tipos de depósitos mineralizados estudiados presentan un contenido de oro bajo la ley de corte y se consideran antieconómicos.

En el depósito primario la alteración hidrotermal, especialmente la silicificación es débil, lo que estaría indicando que los procesos de alteración y mineralización que dieron origen al yacimiento se produjeron a pequeña escala.

I-3 EXPLORACION GEOFISICA (PI)

Capítulo 1 Generalidades

1.1 Objetivos del trabajo

El estudio geológico realizado el año 1978 en Las Minas del Prado por el IIG y la MMAJ señaló que la mineralización de oro de dicho lugar estaría asociada a mineralización de pirita en brechas silicificadas.

Con el objeto de reconocer la extensión de la mineralización y la extensión de la zona silicificada (media a fuerte) se recomendó una exploración geofísica con el método de Polarización Inducida (PI).

1.2 Area de trabajo perfiles medidos (PL.I-3-1)

El área cubierta por este trabajo es de 3,2 km². Es un rectángulo de 2 km de lado N-S y de 1,6 km de lado E-W, centrado aproximadamente el Las Minas del Prado.

La topografía del área es montañosa, su elevación está comprendida entre 500 m.s.n.m y 972 m.s.n.m. En general es relativamente suave, aunque en algunos lugares hay quebradas muy abruptas. Especialmente cerca de la mina y en el sector sureste del rectángulo, la topografía es más complicada.

El área de trabajo fué cubierta por 17 perfiles paralelos de 2 km de longitud, con dirección N-S y separados una distancia de 100 m entre sí. Los puntos de medición se marcaron cada 50 metros.

El trazado topográfico de los perfiles estuvo bajo la responsabilidad del IIG. Se trazó una línea base, sobre la montaña ubicada al sureste del área, en dirección E-W;

a partir de ella, se hicieron 14 perfiles hacia el este y 3 perfiles hacia el oeste.

Durante la realización de este trabajo, se detectaron zonas con valores relativamente altos de polarización en los perfiles 7, 11 y 12, por lo que se decidió reestudiar con más detalle los lugares anómalos correspondientes. Estas mediciones detalladas se hicieron sobre las mismas líneas de los perfiles indicados, aunque en una extensión menor. Los puntos de medición se marcaron cada 10 metros.

La longitud total de los perfiles medidos con dipolo de 50 m es de 34 km y se midió sobre un total de 3060 puntos. La longitud de los perfiles medidos con dipolo de 10 m es de 600 m y el número de puntos es de 240 (Tabla I-3-1).

Tabla I-3-1 RESUMEN DE MEDICIONES EN PERFILES

Perfil	Longitud (km)	Nº de puntos	Longitud dipolo (m)	Factor de separación (n)
1	2,0	180	50	1 ~ 5
2	2,0	180	50	1 ~ 5
3	2,0	180	50	1 ~ 5
4	2,0	180	50	1 ~ 5
5	2,0	180	50	1 ~ 5
6	2,0	180	50	1 ~ 5
7	2,0	180	50	1 ~ 5
8	2,0	180	50	1 ~ 5
9	2,0	180	50	1 ~ 5
10	2,0	180	50	1 ~ 5
11	2,0	180	50	1 ~ 5
12	2,0	180	50	1 ~ 5
13	2,0	180	50	1 ~ 5
14	2,0	180	50	1 ~ 5
15	2,0	180	50	1 ~ 5
16	2,0	180	50	1 ~ 5
17	2,0	180	50	1 ~ 5
Total	34,0	3.060		
7	0,2	80	10	1 ~ 5
11	0,2	80	10	1 ~ 5
12	0,2	80	10	1 ~ 5
Total	0,6	240		

Capítulo 2 Método de exploración

2.1 Instrumentos utilizados

1) Transmisor

Denominación : Transmisor de P.I; Modelo CH
505 A, 505 B

Fabricante : Laboratorio Electrónico de
Chiba (Japón)

Voltaje de Entrada : AC 115 ±15 (V)

Frecuencia de Entrada : 400 (Hz)

Voltaje de Salida : 100-800 (V)

Corriente de Salida : 0,1 - 3,0 (A)

Frecuencia de Salida : 0,1; 0,3; 1,0; 3,0; 10,0 (Hz)

2) Grupo motor - generador

Denominación, Modelo : Generador de PI, MK-II

Fabricante : Mc. Culloch Mite-E-Lite.Inc.
U.S.A.

Potencia : 2 (KW)

Voltaje de Salida : AC, 115 (V)

Frecuencia de Salida : 400 (Hz)

3) Receptor 1

Denominación : Receptor de PI

Modelo : CH-7802

Fabricante : Laboratorio Electrónico de
Chiba (Japón)

Voltaje de Entrada : 100 (µV) - 10 (V)

Frecuencias : 0,3; 3,0 (Hz)

Impedancia de Entrada : 1,0 (MΩ)

4) Receptor 2

Denominación : Receptor de PI
Modelo : 7505-B
Fabricante : Yokohama Electronics Laboratory
(Japón)
Voltaje de Entrada : 100 (μ V) - 10 (V)
Frecuencias : 0,1; 0,3; 1,0; 3,0 (Hz)
Impedancia de
Entrada : 10 (M Ω)

5) Electrodo de corriente

Estacas de acero

6) Electrodo de potencial

Tazas de cerámica

7) Probador de transmisor/receptor

Modelo : 522 A
Frecuencias : 0,3; 3,0 (Hz)
EF : 0,5 (%); 15 (%)
Voltaje de Salida : 10 (mV)

2.2 Método geofísico empleado

El método geofísico que se aplicó en este trabajo fue el de Polarización Inducida (PI), que consiste en medir el efecto de sobrevoltaje que se presenta en rocas que poseen dos medios diferentes de conducción eléctrica (conducción electrónica y conducción iónica).

Para medir el efecto de PI, existen dos modalidades:

- a) Dominio del Tiempo (Time Domain) o Transiente. En esta forma del método, se mide el tiempo que demora una corriente aplicada al terreno en caer a cero después que el circuito se ha interrumpido.
- b) Dominio de la Frecuencia (Frequency Domain) o Frecuencia Variable. En esta segunda forma, se emplean corrientes alternas de dos frecuencias diferentes para determinar el parámetro que mide la magnitud de la polarización, llamado "efecto de frecuencia" (EF), que está dado en porcentaje (%).

En el presente trabajo se empleó la modalidad de frecuencia variable con la disposición de electrodos conocida como "dipolo-dipolo" (Fig. I-3-1). En esta disposición electródica, se hace circular una corriente alterna de cierta frecuencia entre un par de electrodos (C_1 , C_2) y se determina la resistividad, midiendo la diferencia de potencial entre otro par de electrodos (P_1 , P_2). Al cambiar la frecuencia de la corriente se determina un nuevo valor de la resistividad. Con estos dos valores de la resistividad se puede determinar el valor de E.F.

Los cuatro electrodos se encuentran en una misma recta sobre la que se desplazan, de tal forma, que la distancia entre los centros de los dipolos es siempre igual a un múltiplo entero del dipolo. Este múltiplo entero se hace variar normalmente de 1 a 5 veces.

En la presente investigación se adoptó un intervalo de dipolo de $a = 50$ metros y un factor de separación $n = 1, 2, 3, 4$ y 5 (Fig. I-3-1).

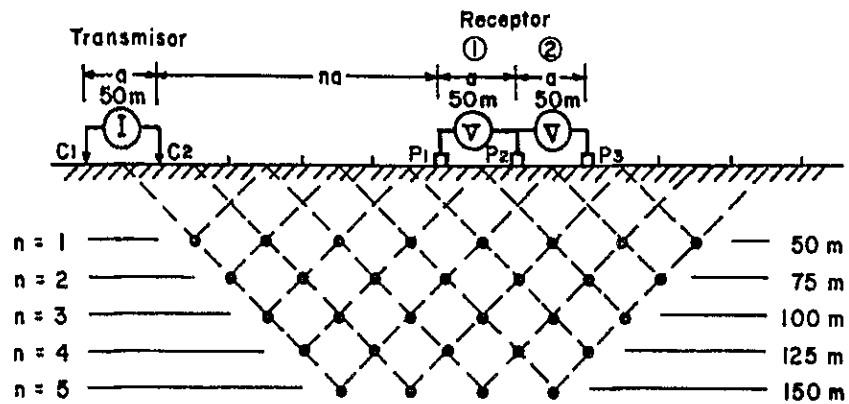


Fig. I-3-1 LOCALIZACION DE LAS MEDICIONES DIPOLO-DIPOLO EN SECCION

Las frecuencias de las corrientes empleadas en este estudio fueron 3 Hz y 0,3 Hz. Con el receptor empleado es posible leer directamente el Efecto de Frecuencia ya que corresponde a la desviación experimentada en la lectura del potencial al cambiar la frecuencia, manteniendo la corriente constante.

Los datos que se obtienen en el trabajo de terreno son los siguientes:

- Corriente de Transmisión (I)
- Diferencia de Potencial (ΔV), y
- Efecto de Frecuencia (EF)

De los valores (I) y (ΔV) se obtiene el valor de la Resistividad Aparente (ρ_a).

Capítulo 3 Método de análisis

3.1 Método de procesamiento de datos

Con los valores obtenidos en terreno, se calculan:

ρ_a , EF y FM de la siguiente manera:

1) Resistividad aparente (ρ_a)

$$\rho_a = K \cdot \Delta V_3 (\text{Hz}) / I$$

en que:

$\Delta V_3 (\text{Hz})$ = Diferencia de potencial entre los electrodos con frecuencia = 3 (Hz), en volts.

I = Corriente de Transmisión, en Amperes

K = es un factor geométrico que tiene dimensiones de longitud (m) y depende de la posición relativa entre los electrodos; tiene la siguiente fórmula general:

$$K = 2 / \left(\frac{1}{C_1 P_1} - \frac{1}{C_1 P_2} - \frac{1}{C_2 P_1} + \frac{1}{C_2 P_2} \right)$$

Como en este estudio se usó una configuración dipolo-dipolo coaxial, la expresión anterior se reduce a:

$$K = a \cdot n (n+1) (n+2)$$

donde : n = 1, 2, 3, 4, 5

a = longitud del dipolo (50 m)

2) Efecto de frecuencia (EF)

El Efecto de Frecuencia está definido por la siguiente relación:

$$EF = \frac{\Delta V_{0,3}(\text{Hz}) - \Delta V_{3,0}(\text{Hz})}{\Delta V_{3,0}(\text{Hz})} \times 100 (\%)$$

o bien,

$$EF = \frac{\rho_{0,3} \text{ Hz} - \rho_a}{\rho_a} \times 100 (\%)$$

en que:

$\Delta V_{0,3} \text{ Hz}$: Diferencia de Potencial entre dos electrodos de potencial a 0,3 Hz.

$\Delta V_{3,0} \text{ Hz}$: Diferencia de Potencial entre los mismos electrodos a 3,0 Hz.

$\rho_{0,3} \text{ Hz}$: Resistividad Aparente ($\Omega \cdot \text{m}$) a 0,3 Hz

ρ_a : Resistividad Aparente ($\Omega \cdot \text{m}$) a 3,0 Hz

3) Factor metálico (FM)

El Factor Metálico está definido por:

$$FM = \frac{EF}{\rho_a} \times 1.000 (\text{V/m})$$

Por lo general, existen muchos sulfuros metálicos que tienden a mostrar bajo valor de RA (Resistividad Aparente) y alto valor de EF (Efecto de Frecuencia), por ende, también alto valor de F.M. (Factor Metálico), de tal manera que, el parámetro F.M. es utilizado frecuentemente como una guía en la exploración de minerales metalíferos.

Como se muestra en la figura (I-3-3), la RA es baja en los valles y alta en las cimas de las montañas. Por consiguiente, los datos obtenidos en un perfil trazado en topografía abrupta son mucho más alterados que aquellos tomados en topografía suave.

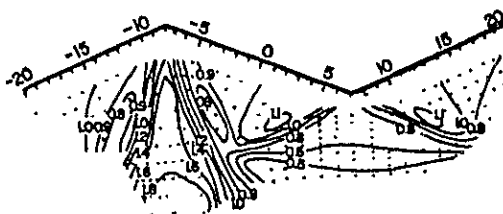


Fig. I-3-3 EFECTO DE LA TOPOGRAFIA EN LAS MEDICIONES DE RESISTIVIDAD

De lo anterior se desprende que es necesario aplicar correcciones por topografía a los datos recogidos en Las Minas del Prado, ya que la mayor parte de los perfiles fueron trazados sobre topografía accidentada.

Existen varios métodos prácticos para determinar el valor de la influencia topográfica, tales como el empleo de programas de computación, mediciones hechas sobre papel conductor eléctrico, o en estanque de agua, etc. En el presente trabajo, todas las correcciones topográfica fueron hechas mediante el método de papel conductor eléctrico, en el cual se puede reproducir fácilmente la topografía. Para determinar la corrección topográfica se mide la resistividad en forma análoga a como se hace en terreno (Fig. I-3-4).

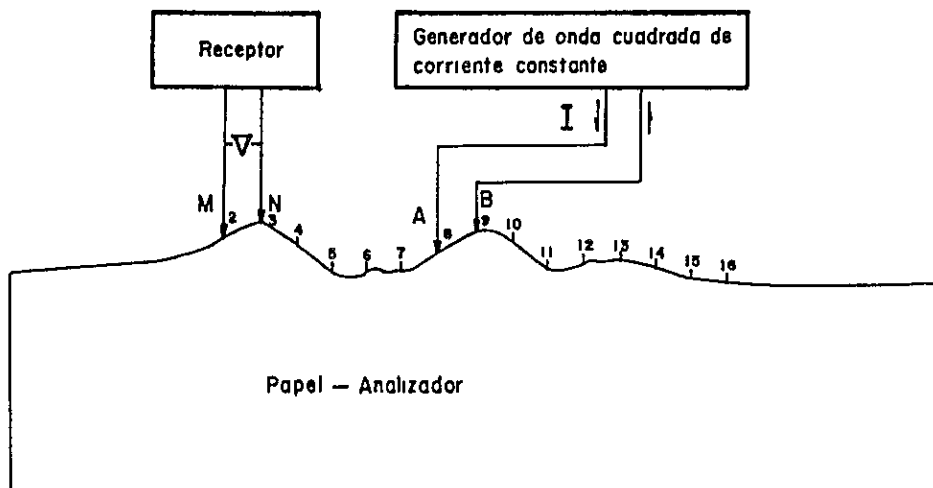


Fig.1-3-4 ESQUEMA DE MEDICION PARA CORRECCION TOPOGRAFICA.

En el caso de papel conductor, el modelo es bidimensional, de modo que la resistividad se calcula de la siguiente forma:

$$\rho = \frac{\Delta V}{I} \cdot \frac{\pi}{\ln \frac{(n+1)^2}{n(n+2)}}$$

donde:

ρ : Resistividad Aparente ($\Omega \cdot m$)

I : Corriente entre dos electrodos C_1 y C_2 (A)

ΔV : Potencial entre los electrodos P_1 y P_2 (V)

n : Factor de separación entre los dipolos
($n = 1, 2, 3, 4, 5$)

La relación C entre la RA y la resistividad del papel conductor eléctrico es el valor indicativo de la influencia topográfica, tiene la siguiente forma:

$$C = \frac{\rho}{\rho_r}$$

en que:

C : corrección topográfica

ρ : resistividad aparente ($\Omega.m$)

ρ_r : resistividad del papel conductor ($\Omega.m$)

Conociendo C, se procede a dividir el valor de ρ a obtenido con los datos de terreno por C y así se consigue el valor de la resistividad aparente debidamente corregida por topografía (ρ_{ac})

$$\rho_{ac} = \frac{\rho_a}{C}$$

3.3 Diagrama de flujo de análisis e interpretación

La Figura I-3-5 muestra el diagrama de flujo correspondiente al procesamiento y análisis de la información geofísica.

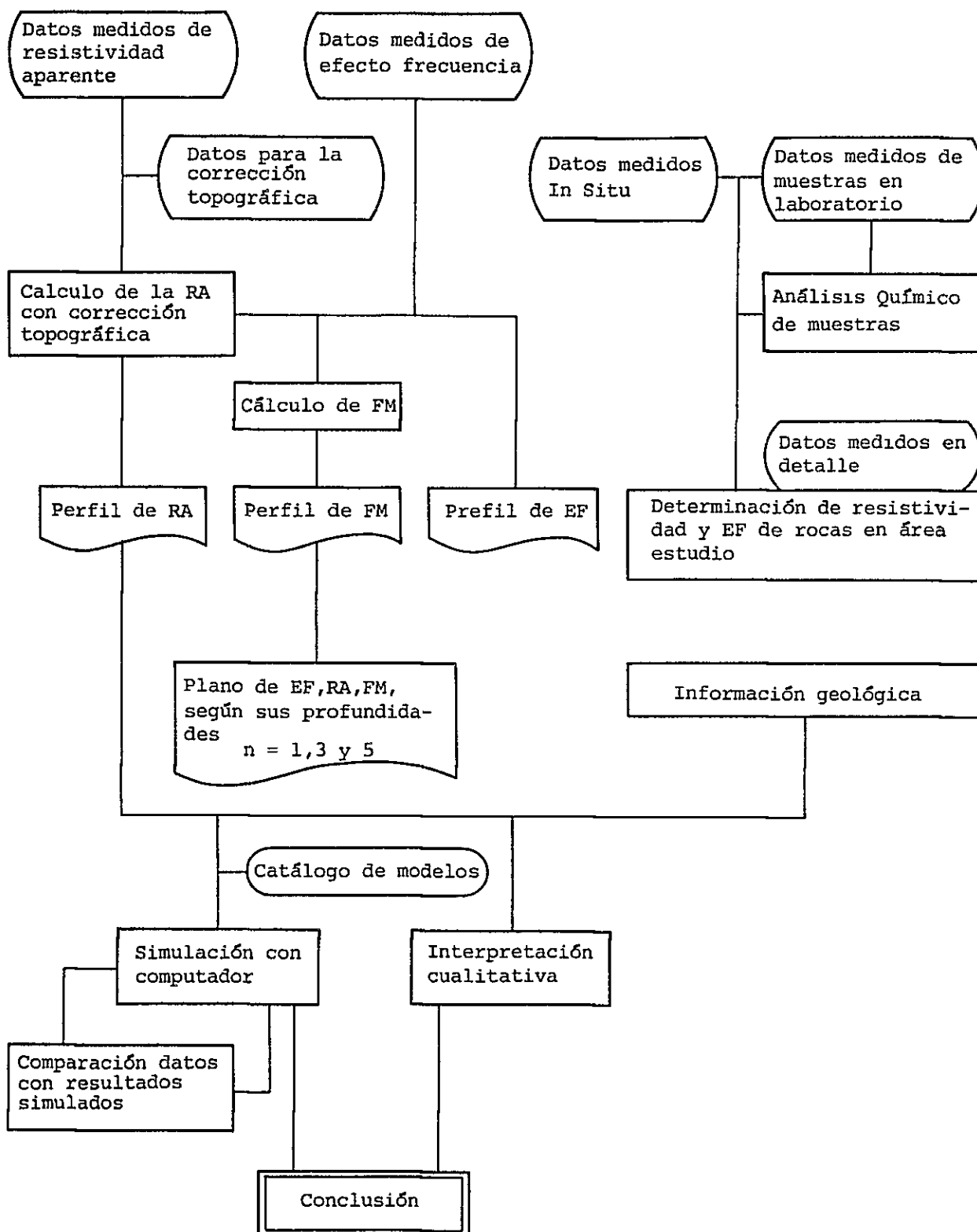


Fig. I-3-5 DIAGRAMA DE FLUJO PARA ANALISIS E INTERPRETACION

Capítulo 4 Mediciones in situ y determinación de propiedades eléctricas de rocas en laboratorio

Las propiedades físicas que se midieron en terreno no indican directamente las características de las rocas o minerales. Estos datos contiene información que está afectada por la influencia del suelo, agua subterránea y otras rocas. Pero, para la exploración geofísica, es muy importante conocer los verdaderos valores de RA y EF de las rocas presentes en el área de estudio. Para ello existen dos métodos:

- a) Hacer determinaciones en las rocas que afloran en terreno, que se denomina por "determinaciones in situ", y
- b) Hacer determinaciones de laboratorio en muestras de rocas, recogidas en terreno.

En el presente trabajo se emplearon estos dos métodos para ayudar a la interpretación.

4.1 Instrumentos utilizados

1) In situ

Los instrumentos utilizados para las determinaciones in situ fueron los siguientes:

a) Transmisor

Denominación	: Transmisor de PI
Modelo	: MF - 55 E
Fabricante	: Instituto Electrónico de Yokohama.
Corriente de salida	: 0,2 (mA) ~ 50 (mA)
Frecuencia	: 0,1, 0,3, 1,0, 3,0 (Hz)
Forma de onda	: cuadrada

b) Receptor

Denominación : Receptor de PI
Modelo : DF - 53 A
Fabricante : Instituto Electrónico de
Yokohama
Voltaje de entrada : 100 (μ V) - 10 (V)
Frecuencias : 0,3, 3,0 (Hz)
Impedancia de
entrada : 2 M Ω
Número de acumula-
ciones por medición : 1 y 10

2) Laboratorio

Para medir las propiedades eléctricas de las rocas en el laboratorio, generalmente se mantiene una temperatura constante. Sin embargo, por conveniencia se usó el método indicado en la Figura I-3-6. El instrumento usado es el mismo de las mediciones in situ.

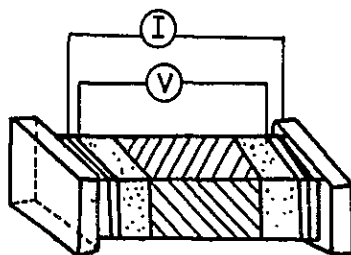


Fig. I-3-6 METODO DE MEDICION DE MUESTRAS

4.2 Método de medición

1) In situ

Para medir in situ se clavan diez ó más electrodos en el afloramiento, separados por distancias iguales. La medición se hizo con el dispositivo electródico dipolo-dipolo, para $n=1$. En el mismo afloramiento se hicieron 9 ó más mediciones, se determinaron los valores de las propiedades eléctricas y el que se consideró como definitivo fue el promedio de ellos.

Según el tamaño del afloramiento y la grava contenida en la roca, se cambió el intervalo de electrodos de 10 cm a 1,0 m.

La ventaja principal de este método es la de medir las propiedades de las rocas confinadas naturalmente. Los valores medidos indican las propiedades verdaderas.

Los puntos en los cuales se hizo medición in situ fueron 48 y la elección de los lugares se hizo atendiendo a que su distribución fuera más o menos uniforme en el área de estudio.

2) Laboratorio

Antes de efectuar las mediciones en las muestras, se sumergieron en agua hasta su impregnación. En estas condiciones se midió Resistividad y E.F.

Considerando que las muestras pueden presentar anisotropía, las medidas fueron hechas en tres direcciones perpendiculares entre sí.

El cálculo de la resistividad (ρ) se hizo según la siguiente fórmula:

$$\rho = \frac{S}{L} \times \frac{V}{I} \text{ (}\Omega \cdot \text{m)}$$

en que:

S : sección

L : longitud

V : voltaje

I : corriente

El valor de E.F. se midió directamente en el receptor.

4.3 Resultados

1) In situ

Los resultados de mediciones in situ aparecen en la Tabla 6 el Apéndice 1. Estos se han clasificado de acuerdo al tipo de roca, como se indica en la Tabla I-3-2, Figura I-3-7(a), (b), Figura I-3-8.

Por conveniencia se ha clasificado la resistividad en tres rangos: resistividad baja, para valores menores que 50 ($\Omega \cdot \text{m}$), resistividad intermedia, para valores entre 50 ($\Omega \cdot \text{m}$), y 300 ($\Omega \cdot \text{m}$) y resistividad alta, para valores mayores que 300 ($\Omega \cdot \text{m}$). De la misma manera, se entenderá por 'bajo efecto de frecuencia' los valores menores que 2%, intermedios, los valores entre 2% y 4%, y altos, aquellos valores mayores que 4%.

a) Resistividad (ρ_a)

Los valores altos de resistividad están asociados al suelo y a andesita meteorizada; los valores de

resistividad intermedia se encuentran asociados a toba, toba meteorizada, conglomerado y andesita, en tanto que los valores de resistividad baja se asocian con la andesita arcillosa.

La gran variación que se observa en los valores de resistividad asociados con la andesita meteorizada se debe al grado de meteorización y al contenido de agua en fisuras.

En el valle se pueden distinguir dos tipos diferentes de suelo, el suelo vegetal de color café o negro que se encuentra en la superficie y, a continuación, el suelo propiamente tal, que tiene color café claro con tonos rojizo y amarillento.

Se observa que el suelo vegetal presenta valores más altos de resistividad que el suelo propiamente tal, lo que se atribuye al bajo contenido de agua del suelo vegetal con respecto al suelo.

En las rocas con resistividad intermedia, la andesita presenta valores relativos de resistividad un poco mayores, sin embargo en las otras rocas no se advierte variación.

b) Efecto de frecuencia (E.F.)

Los valores mas altos de E.F. están asociados al suelo y a la andesita arcillosa, los valores intermedios de E.F. se asocian con andesita meteorizada y toba meteorizada, en tanto que los valores bajos están asociados a la andesita, toba y conglomerado.

Los valores altos de E.F. que se observan en el suelo se deben a su alta viscosidad y contenido

de arcilla, lo cual produce un efecto membrana que genera estos valores altos. Por su parte, ocurre lo mismo con la andesita arcillosa que también presenta valores altos de E.F.

Los valores intermedios de E.F. que se observan en la andesita, meteorizada y toba meteorizada, se deben principalmente a los minerales arcillosos productos de la meteorización.

Los valores bajos de E.F. que se han determinado en la toba, indican que el contenido de pirita presente no es suficiente para afectar la polarización de la roca. Debido a esto, no se observa diferencia alguna entre los valores de E.F. de la toba, andesita y conglomerado.

Tabla I-3-2 RESUMEN DE MEDICIONES IN SITU

Nombre de roca	Resistividad observada (Ωm)	EF observada (%)	Resistividad promedio (Ωm)	EF promedio (%)
Suelo A	1170 ~ 2180	3,7 ~ 5,4	1810	4,6
Suelo B	248 ~ 572	3,0 ~ 6,4	414	4,6
Toba brecha	101 ~ 367	0,8 ~ 1,8	187	1,3
Toba de lápilli Toba meteorizada	67 ~ 241	1,9 ~ 5,0	139	3,5
Andesita	237 ~ 290	1,6 ~ 1,7	264	1,7
Andesita meteorizada	66 ~ 2740	1,9 ~ 6,3	870	3,9
Andesita arcillosa	44	4,3	44	4,3
Conglomerado	68 ~ 254	1,3 ~ 1,8	146	1,5

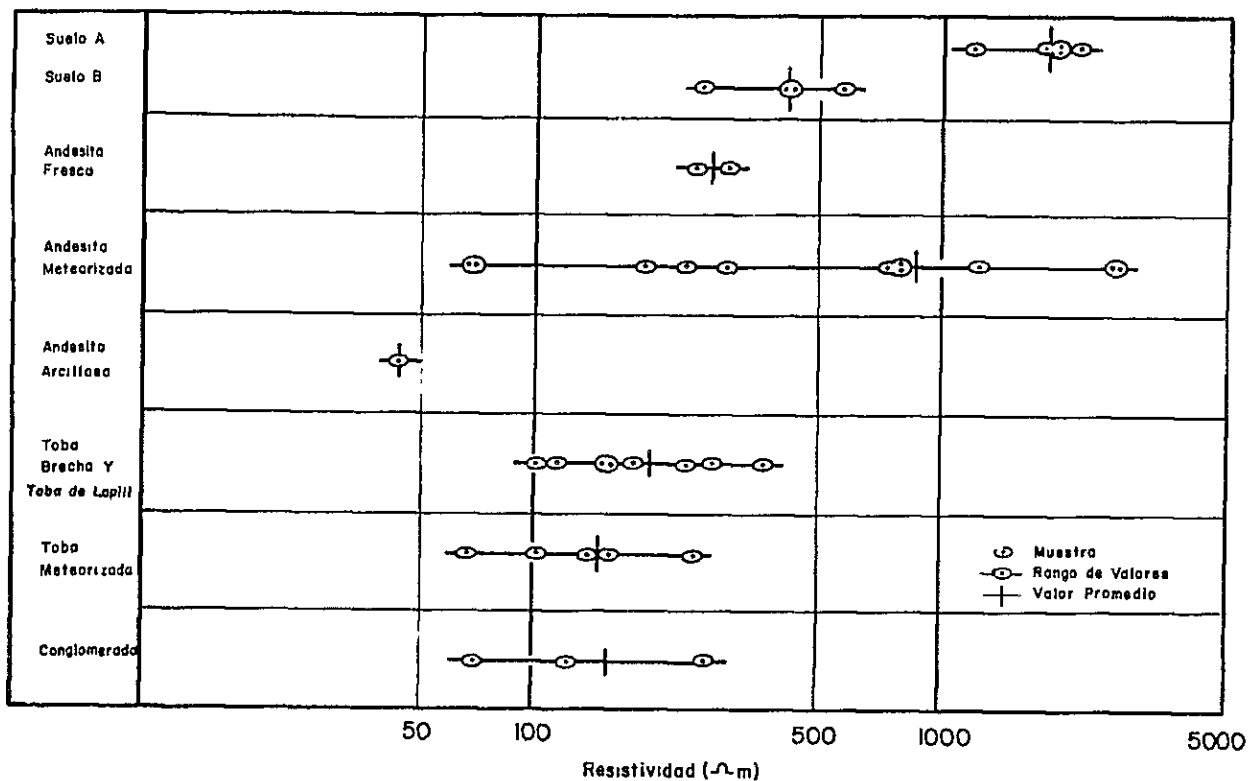


Fig. I-3-7 (a) RESUMEN DE RESISTIVIDAD IN SITU

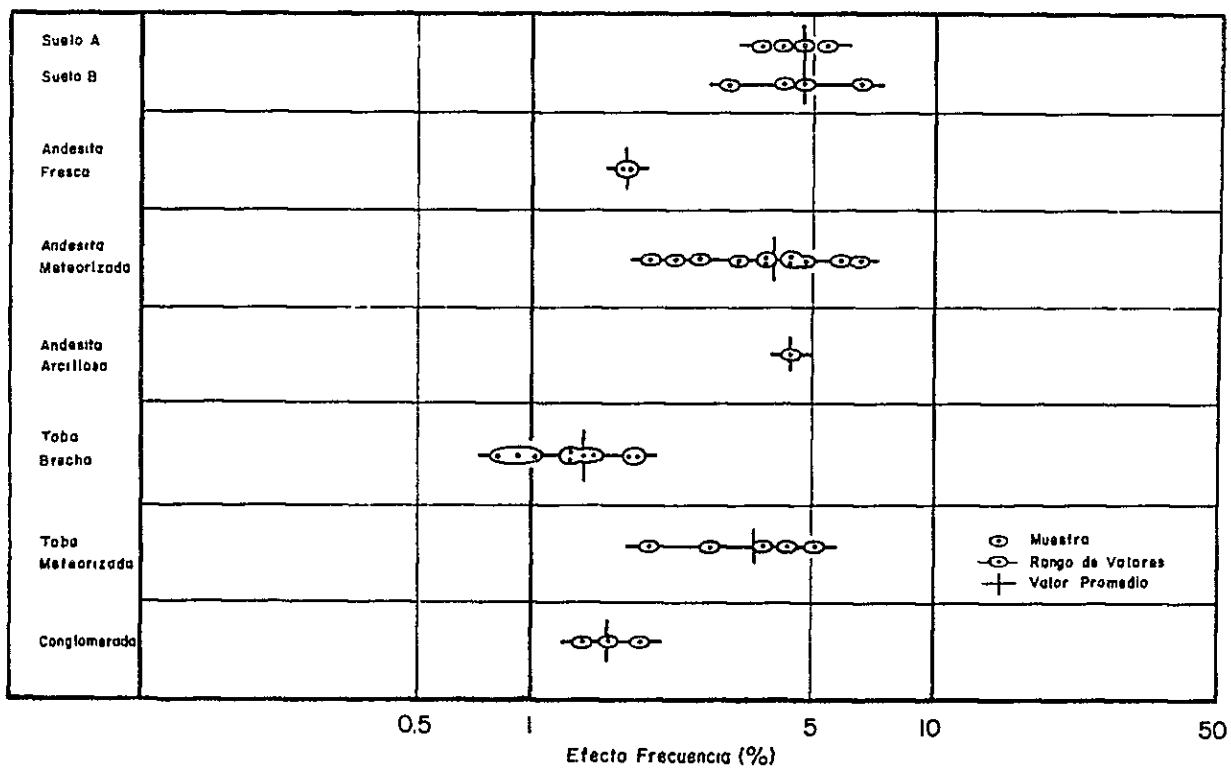


Fig. I-3-7 (b) RESUMEN DE EFECTO FRECUENCIA IN SITU

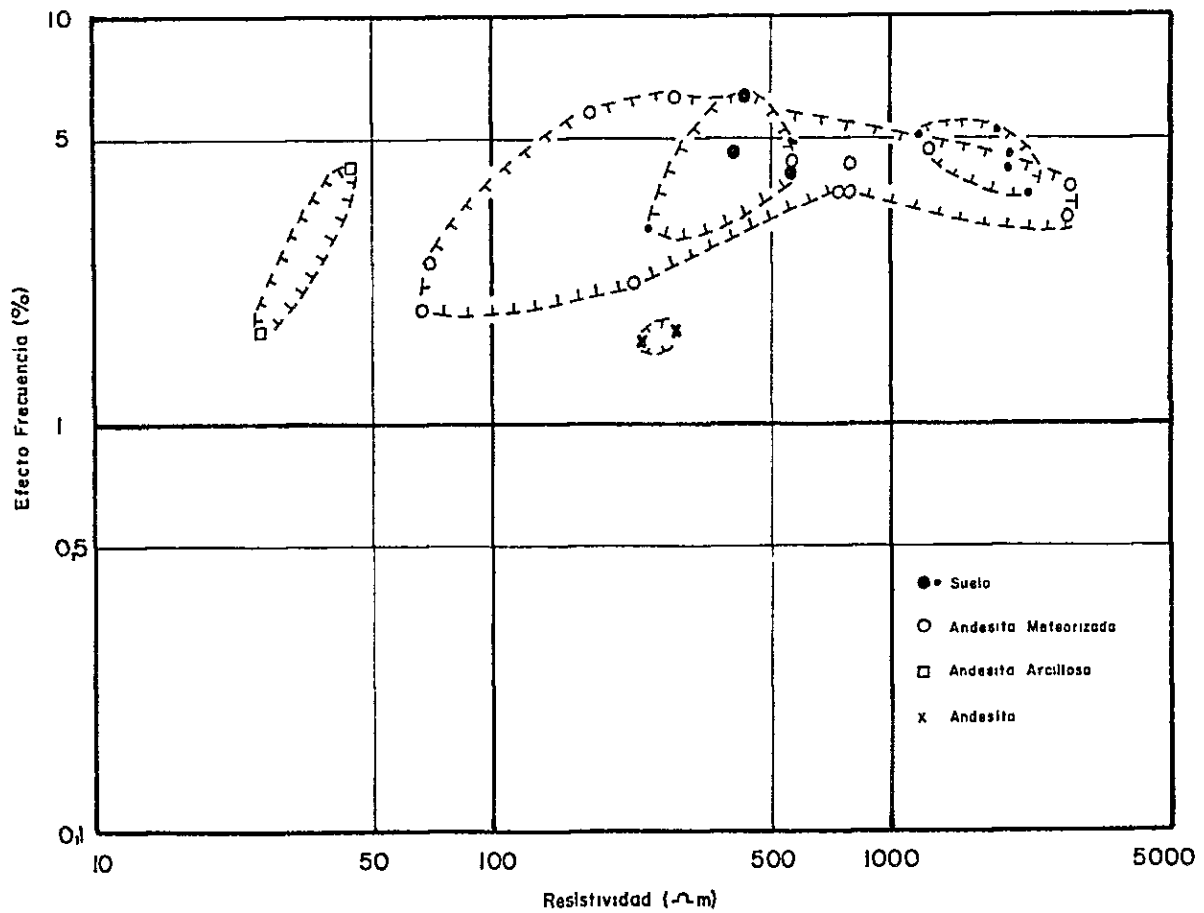
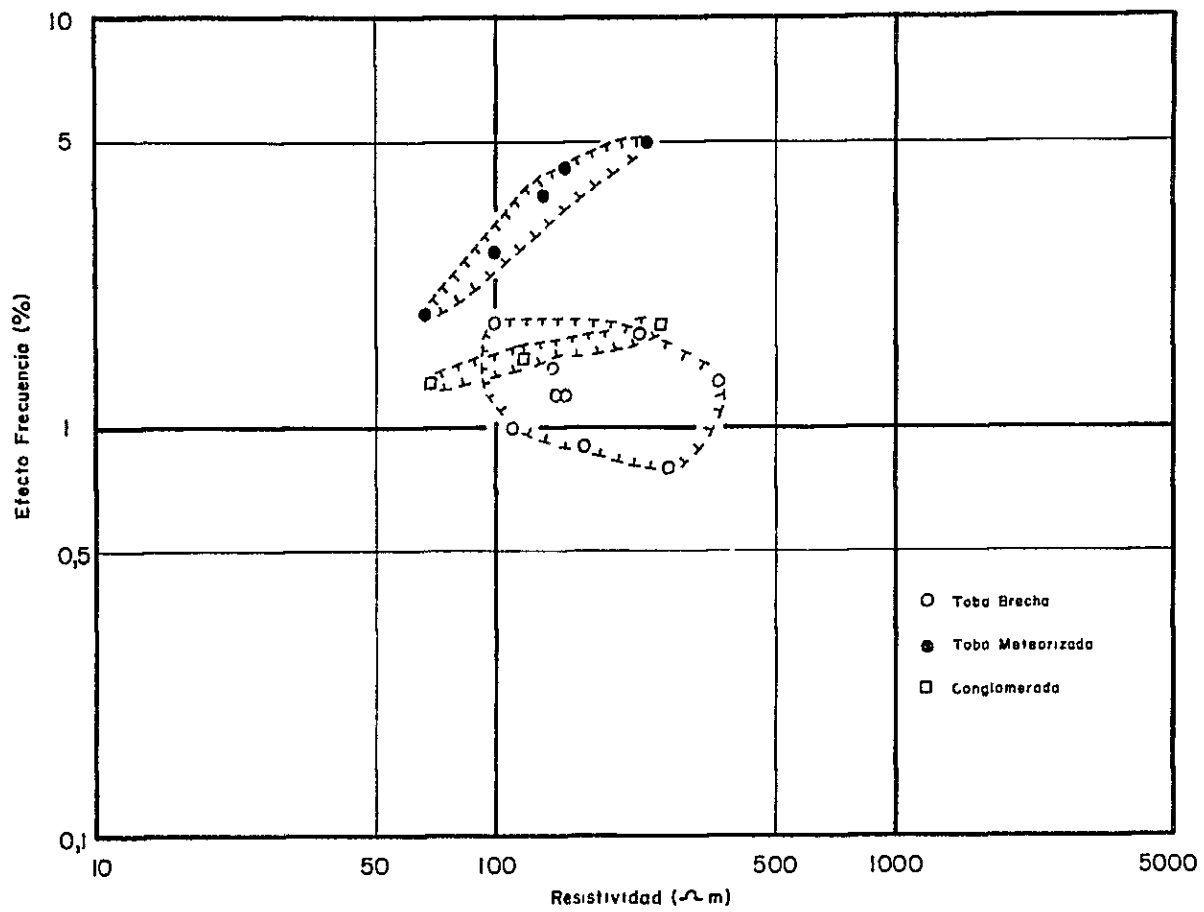


Fig I-3-8 RELACION EFECTO FRECUENCIA VS RESISTIVIDAD IN SITU

2) Laboratorio

Los resultados obtenidos en el laboratorio se indican en la Tabla 7 el Apéndice 1, Tabla I-3-3, Figura I-3-9 (a), (b) y Figura I-3-10.

Al igual que las mediciones in situ, se distinguen tres categorías para resistividad y para efecto de frecuencia.

a) Resistividad

Los valores altos de resistividad están asociados con el suelo, andesita y la toba brechosa. Los valores intermedios de resistividad se asocian a la andesita meteorizada, toba meteorizada y toba de lápilli. Los valores bajos de resistividad se encuentran asociados solamente a la andesita arcillosa. Los valores altos de resistividad medidos para las muestras de suelo concuerdan con los valores medidos in situ.

Se puede observar que la resistividad medida en laboratorio para la andesita y toba brechosa es relativamente alta, comparada con la determinada in situ, en que se observa una resistividad intermedia. Esto se debe a que la roca presenta macrofisuras que al estar rellenas con electrolitos permiten el paso de la corriente eléctrica mejorando así su conductividad in situ. Estas fisuras no están presentes en las muestras lo que determina los altos valores de resistividad que se midieron en la andesita y la toba brechosa.

La alta variación que se observa en los valores de resistividad medidos en las muestras de andesita meteorizada se debe al grado de meteorización.

Los valores medidos corresponden al grupo de rocas con resistividad intermedia, sin embargo las mediciones in situ determinaron una resistividad alta para la andesita. Esto se debe al grado de saturación de la roca en ambas circunstancias estando menos saturada la roca in situ. Esto mismo se observa en la toba meteorizada, en que los valores de resistividad medidos en laboratorio son menores que los medidos in situ, aún cuando ambos caen en la categoría de resistividad intermedia.

Se puede notar una gran diferencia en la resistividad de la toba brechosa y toba de lápilli. Debido a que la toba brechosa presenta una silicificación débil que no se observa en la toba de lápilli, la resistividad de la primera es menor.

b) Efecto de frecuencia

Los valores altos de E.F. están asociados con el suelo y andesita arcillosa, en tanto que los valores intermedios se asocian con la andesita meteorizada y toba meteorizada, y los valores bajos de E.F. están asociados a la andesita, toba brechosa y toba de lápilli. Estos resultados concuerdan con los obtenidos en las mediciones in situ.

La andesita y toba meteorizada presentan valores de E.F. aproximadamente 1 ~ 1,5% más bajo que los valores medidos in situ. Esto se debe a que las rocas meteorizadas in situ tienen sus macrofisuras rellenas con arcilla que es responsable del alto efecto de frecuencia. Sin embargo en las muestras la influencia de las macrofisuras es menor.