

UNIVERSITY OF TORONTO


LIBRARY

1285 ALBANY STREET

TORONTO, CANADA M5S 1A5

MAY 20 1966

JICA LIBRARY



1122137(11)

UNIVERSITY OF TORONTO LIBRARY

701  
66.1  
HPN





INFORME FINAL  
SOBRE EXPLORACION DE MINERALES  
DEL AREA OESTE DE  
LA REPUBLICA ARGENTINA

MARZO, 1995

JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY  
METAL MINING AGENCY OF JAPAN



1122137(1)

0

0

0

## PROLOGO

En respuesta a la solicitud del gobierno de la República Argentina, el gobierno del Japón ha decidido realizar estudios geológicos y de exploración de minerales con el objetivo de identificar la potencialidad de recursos minerales metálicos en las áreas La Rioja y Salta al oeste de la República Argentina y se ha encargado la investigación a "Japan International Cooperation Agency", la cual ha decidido confiar la realización de los estudios a "Metal Mining Agency of Japan" debido a que el contenido de la investigación se refiere a campos especializados de geología, geofísica, geoquímica, perforación y al examen de recursos minerales.

Los estudios de campo se realizaron de acuerdo a lo programado, gracias a la cooperación de las instituciones pertinentes de la República Argentina, en especial a la Secretaría de Estado de Minería del Ministerio de Economía y el Ministerio de Producción y Desarrollo de la Provincia de La Rioja y la Dirección General de Minería y Recursos Energéticos de la Provincia de Salta.

Este informe general presenta los resultados de las investigaciones correspondientes a las 3 fases de estudios realizadas durante un período de 3 años.

Finalmente, queremos expresar nuestro agradecimiento por la cooperación recibida a las agencias pertinentes del gobierno de la República Argentina, al Ministerio de Relaciones Exteriores, al Ministerio de Comercio Internacional e Industria, a la Embajada de Japón en Argentina y a todo el personal relacionado con ésta investigación.

FEBRERO 1995

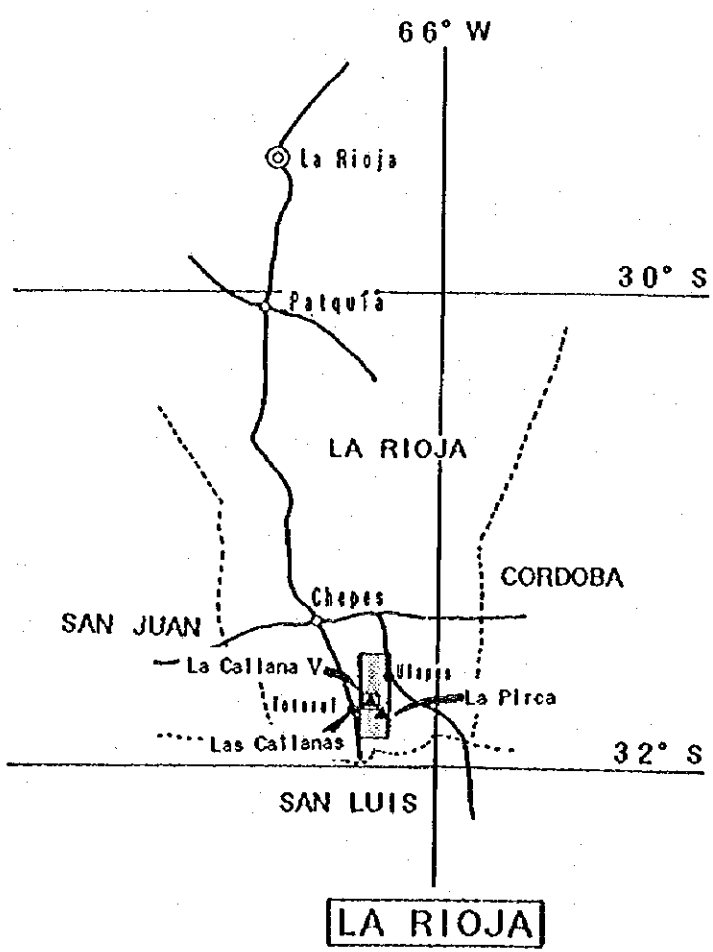
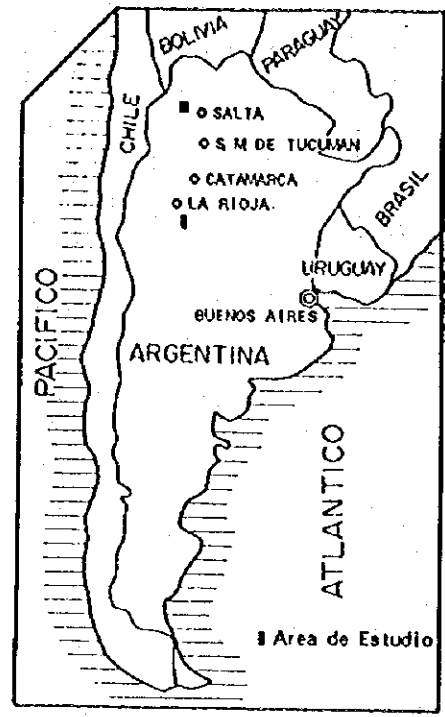
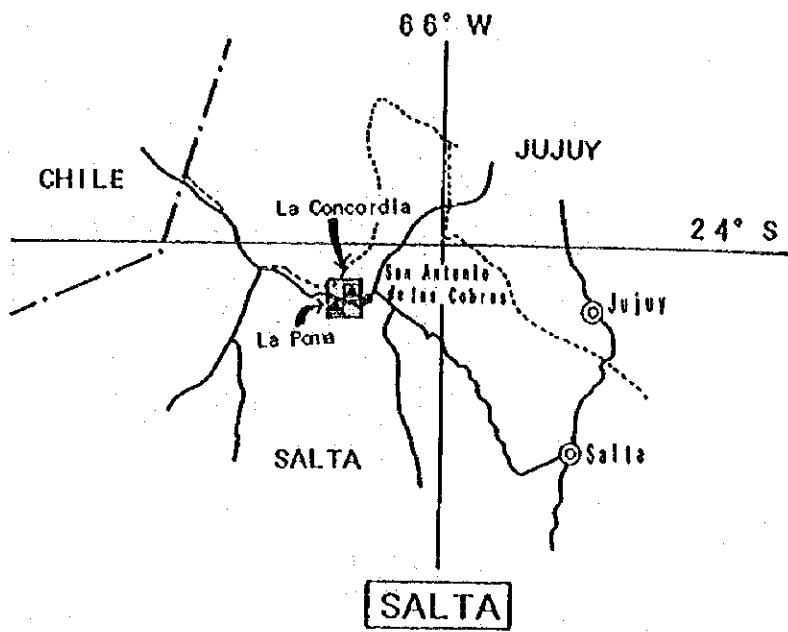


Kimio Fujita  
Presidente  
Japan International  
Cooperation Agency



Takashi Ishikawa  
Presidente  
Metal Mining Agency  
of Japan





REFERENCIAS

- Camino
- ⊙ Capital de Provincia
- • Pueblo
- ..... Límite Interprovincial
- - - Límite Internacional
- Área de Estudio (Fase I)
- Área de Estudio (Fase II)
- ▲ Área de Estudio (Fase III)

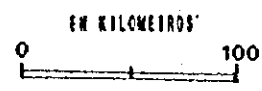


Fig. 1 Plano de Ubicación del Area de Estudio





## RESUMEN

Este informe final brinda los resultados de los trabajos geológicos preliminares encaminados al desarrollo minero en el oeste de la República Argentina.

En el se presentan los resultados alcanzados durante 3 años para cada una de las áreas investigadas, incluyendo la evaluación y perspectivas de las mismas, así como, las recomendaciones para los posibles estudios futuros a ejecutar.

### [Area La Rioja]

#### (Resultado de las Investigaciones)

(1) La geología está representada principalmente por las rocas metamórficas y graníticas del basamento Precámbrico y/o Paleozóico inferior. Los intrusivos de rocas graníticas se comprobó que son del Ordovícico inferior ( $472.11 \pm 4.12\text{Ma}$ ).

(2) Las manifestaciones que contienen vetas auríferas de tipo epitermal se distinguen en aproximadamente 30 lugares, muchas de las cuales se ubican sobre el sistema de lineamiento NW-SE.

(3) Las principales manifestaciones son las que se relacionan a continuación: El Espinillo I, El Espinillo II, La Florida, Las Callanas, La Pirca, El Cerco, Veta Ortiz, y Vallecito.

(4) De los resultados de los estudios por perforación en Las Callanas se comprobó la existencia de la Veta-4. En la parte superficial y en los testigos de perforación, en los cuales se comprobó mineralización, los espesores de las vetas (0.42m a 1.00m) en comparación con el largo intervalo que las separa (aproximadamente entre 80m y 100m) no permitió realizar el cálculo de reserva. No obstante, se supone que Las Callanas representa una manifestación de elevadas perspectivas para la existencia de minerales auríferos.

(5) De los resultados del estudio por perforación en La Callana V se encontró mineralización, que en la parte superficial posee de promedio 0.8m de ancho y su prolongación alcanza 20m o más (ley de Au 46.39g/t, ley de Ag 62.85g/t) y la parte inferior presenta mineralización de baja ley (1.33g/t para Au y 2.93g/t para Ag). De acuerdo a la temperatura de homogeneización de inclusión fluida y la tendencia de la mineralización en Las Callanas, existe la posibilidad de que la mineralización se continúe por debajo de la superficie hasta los 100m de profundidad. El cálculo de reserva no se realizó debido a que el ancho de las

vetas en comparación con la distancia que las separa es muy amplio. No obstante, la presente manifestación se supone posee elevada potencialidad para la existencia de minerales auríferos.

(6) De los resultados del estudio por perforación en La Pirca se observó que en la parte inferior de las vetas Labor Norte, Central y Sur la mineralización es muy débil y no se aprecia acumulación de oro y plata. La temperatura de homogeneización de inclusión fluida en la parte superficial (239°C) está muy cerca de la temperatura máxima de precipitación del oro, por lo que cerca de la superficie existen las vetas auríferas de alta ley, pero a partir de alrededor de los 70m de profundidad se supone que la potencialidad de existencia de minerales de oro de alta ley es baja.

#### **(Recomendaciones para Estudios Futuros)**

(1) En las manifestaciones Las Callanas y La Callana V, las vetas auríferas de alta ley, que se relacionan con el sistema de linamientos de la estructura geológica de rumbo NW-SE, presentan un elevado potencial. En la presente investigación se comprobó que la mineralización se presenta desde la superficie hasta los 100m de profundidad, no obstante, aun existen dudas con relación a la continuidad de dicha mineralización en el este intervalo, por lo que no se llegó a realizar el cálculo de reserva. En el futuro deben realizarse estudios por perforación en la parte somera donde se espera mineralización de alta ley, con el objetivo de comprobar la presencia y cantidad de minerales así como la ley.

(2) No pudieron llevarse a cabo investigaciones en las manifestaciones minerales El Espinillo I, II, La Florida, Vallecito, El Cerco y Veta Ortiz, en las cuales queda aun potencialidad de existencia de yacimientos auríferos de alta ley, por lo que se recomienda la ejecución de estudios geológicos detallados y por perforación en el intervalo comprendido hasta los 50m de profundidad.

#### **[Area Salta]**

#### **(Resultado de las Investigaciones)**

(1) La geología está representada por rocas metamórficas y graníticas hasta el Paleozóico inferior, rocas sedimentarias del Cretácico y rocas volcánicas del Cenozóico. De la datación se obtuvo que los granitos de la Faja Eruptiva tienen  $578.80 \pm 54.43$ Ma, la ignimbrita tiene  $10.0 \pm 0.2$ Ma y la dacita tiene  $13.9 \pm 0.2$ Ma dentro

de las rocas volcánicas del complejo Agua Caliente del Cenozoico.

En el área de estudio se observan 15 manifestaciones. La mineralización se relaciona con la actividad de las rocas volcánicas del complejo Agua Caliente que produce depósitos polimetálicos del tipo epitermal.

(2) De los resultados del método TEM de exploración electromagnética se evidenciaron anomalías de baja resistividad cerca de las manifestaciones La Concordia y Matilde y dentro de la manifestación La Poma en las cercanías de las vetas Vieja Esperanza y Zeta y en los lados norte y sur de la veta La Poma II.

(3) De los resultados de los estudios por perforación, la prolongación NW de la veta La Concordia y la supuesta mineralización se confirmaron. Las vetas contenidas en la zona de cizalla tienen pirita, tetraedrita, galena y blenda. La mineralización comprobada presenta una ley de Au que varía entre 4.98g/t y 5.83g/t. La continuidad de las vetas evidenciadas, es algo en que aun queda con dudas, debido a que la distancia que separa la mineralización alcanza 300m, por lo que no se realizó el cálculo de reserva.

(4) En la veta La Poma II y sus alrededores la mineralización es débil, por lo que se supone que es baja la potencialidad de existencia de alta ley de minerales de Ag con Pb y Zn.

#### **(Recomendaciones para Estudios Futuros)**

(1) En la prolongación NW de la veta la Concordia y en la parte profunda de la antigua mina, se recomienda la ejecución de estudios por perforación con el objetivo de comprender la presencia y contenido de minerales, así como su ley.

(2) Se recomienda la realización de investigaciones geofísicas por el método TEM en la zona con alteraciones hidrotermales de la manifestación La Concordia con el objetivo de comprobar la existencia de mineralización y de vetas minerales y las características de estas (rumbo e inclinación).

(3) Se recomienda la ejecución de estudios por perforación con el objetivo de comprobar la amplia zona en que se extienden las anomalías de baja resistividad de la parte inferior de la veta Vieja Esperanza de la manifestación La Poma, en la que cerca de la superficie existen abundantes laboreos mineros antiguos que fueron realizados en el pasado.

(4) Desde la parte sur de la manifestación La Poma hasta manifestación Incachule, donde los depósitos del Cuaternario cubren los posibles depósitos minerales ciegos del área, se propone la ejecución de investigaciones geofísicas, con el objetivo de comprobar la posible presencia de los mismos.



**INFORME FINAL**  
**SOBRE LA EXPLORACION DE MINERALES**  
**DEL AREA OESTE DE**  
**LA REPUBLICA ARGENTINA**

**INDICE**

**PROLOGO**

**MAPA DE UBICACION DEL AREA DE ESTUDIO**

**RESUMEN**

**PARTE I GENERALIDADES**

**CAPITULO 1 GENERALIDADES DEL ESTUDIO**

1-1	Area y Objetivos del Estudio .....	1
1-2	Métodos y Contenido del Estudio .....	1
1-3	Periodo e Integrantes del Estudio .....	5

**CAPITULO 2 ESTUDIOS PRECEDENTES**

2-1	Area La Rioja .....	7
2-2	Area Salta .....	7

**CAPITULO 3 GENERALIDADES GEOLOGICAS**

3-1	Area La Rioja .....	9
3-2	Area Salta .....	13

**CAPITULO 4 CONDICIONES DEL AREA DE ESTUDIO**

4-1	Ubicación, Medios de Comunicación y Transporte .....	17
4-1-1	Area La Rioja .....	17
4-1-2	Area Salta .....	17
4-2	Orografía y Red de Drenaje .....	18
4-2-1	Area La Rioja .....	18
4-2-2	Area Salta .....	18
4-3	Clima y Vegetación .....	18
4-3-1	Area La Rioja .....	18
4-3-2	Area Salta .....	18

## **CAPITULO 5 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

5-1 Area La Rioja .....	21
5-1-1 Conclusiones .....	21
5-1-2 Recomendaciones para Estudios Futuros .....	22
5-2 Area Salta .....	23
5-2-1 Conclusiones .....	23
5-2-2 Recomendaciones para Estudios Futuros .....	24

## **PARTE II DISCUSION**

### **CAPITULO 1 LA RIOJA**

1-1 Estudios Geológicos .....	25
1-1-1 Generalidades Geológicas .....	25
1-1-2 Estructura Geológica .....	29
1-1-3 Generalidades de las Manifestaciones .....	30
1-1-4 Resultados de Temperatura de Homogeneización de Inclusión Fluida ..	30
1-1-5 Resumen de los Estudios Geológicos .....	52
1-1-6 Examen .....	55
1-2 Estudios por Perforación .....	56
1-2-1 Generalidades del Estudio .....	56
1-2-2 Resultados del Estudio .....	57
1-3 Consideraciones .....	62

### **CAPITULO 2 AREA SALTA**

2-1 Estudios Geológicos y Geoquímicos .....	69
2-1-1 Generalidades Geológicas .....	69
2-1-2 Estructura Geológica .....	75
2-1-3 Estudios Geoquímicos .....	75
2-1-4 Generalidades de las Manifestaciones .....	76
2-1-5 Resultados de Temperatura de Homogeneización de Inclusión Fluida ..	76
2-1-6 Resultados de los Estudios Geológicos y Geoquímicos .....	88
2-1-7 Examen .....	91
2-2 Estudios Geofísicos .....	91
2-2-1 La Concordia .....	92
2-2-2 La Poma .....	100
2-2-3 Examen .....	107

1

2-3	Estudios por Perforación .....	113
2-3-1	Generalidades del Estudio .....	113
2-3-2	Resultados del Estudio .....	113
2-4	Consideraciones .....	115

### PARTE III CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

#### CAPITULO 1 AREA LA RIOJA

1-1	Conclusiones .....	117
1-2	Recomendaciones para Estudios Futuros .....	118

#### CAPITULO 2 AREA SALTA

2-1	Conclusiones .....	121
2-2	Recomendaciones para Estudios Futuros .....	122

#### BIBLIOGRAFIA

#### APENDICE

## LISTA DE FIGURAS

- Fig. 1 PLANO DE UBICACION DEL AREA DE ESTUDIO
- Fig. 2 MAPA GEOLOGICO DEL AREA LA RIOJA
- Fig. 3 MAPA GEOLOGICO DEL AREA SALTA
- Fig. 4 SECCION GEOLOGICA ESQUEMATICA (LA RIOJA)
- Fig. 5 MAPA GEOLOGICO Y DE MANIFESTACIONES
- Fig. 6 HISTOGRAMA DE TEMPERATURA DE HOMOGENEIZACION  
DE INCLUSION FLUIDA (LA RIOJA)
- Fig. 7 MAPA GEOLOGICO Y DE UBICACION DE POZOS (LAS CALLANAS)
- Fig. 8 MAPA GEOLOGICO Y DE UBICACION DE POZOS (LA CALLANA V)
- Fig. 9 MAPA GEOLOGICO Y DE UBICACION DE POZOS (LA PIRCA)
- Fig. 10 SECCION DE UBICACION MANIFESTACIONES  
PRINCIPALES DE ALTA LEY (LAS CALLANAS)
- Fig. 11 COLUMNA ESTRATIGRAFICA ESQUEMATICA (SALTA)
- Fig. 12 PLANO DE ANOMALIAS GEOQUIMICAS DEL SUELO (INCACHULE, SALTA)
- Fig. 13 MAPA GEOLOGICO Y DE MANIFESTACIONES
- Fig. 14 HISTOGRAMA DE TEMPERATURA DE HOMOGENEIZACION  
DE INCLUSION FLUIDA (SALTA)
- Fig. 15 MAPA DE RESULTADOS CONJUNTOS (LA CONCORDIA)
- Fig. 16 SECCION DE DISTRIBUCION DE LA RESISTIVIDAD (LA CONCORDIA)
- Fig. 17 PLANO DE DISTRIBUCION DE LA RESISTIVIDAD (CH-5, LA CONCORDIA)
- Fig. 18 RESULTADOS DE LA INTERPRETACION  
BIDIMENSIONAL C3-C4 (LA CONCORDIA)
- Fig. 19 MAPA DE RESULTADOS CONJUNTOS (LA POMA)
- Fig. 20 SECCION DE DISTRIBUCION DE LA RESISTIVIDAD (LA POMA)
- Fig. 21 PLANO DE DISTRIBUCION DE LA RESISTIVIDAD (CH-5, LA POMA)
- Fig. 22 RESULTADOS DE LA INTERPRETACION BIDIMENSIONAL P7 (LA POMA)



## LISTA DE CUADROS

- Cuadro 1 DIAGRAMA DE FLUJO DEL ESTUDIO
- Cuadro 2 METODOS Y CONTENIDO DE LOS ESTUDIOS
- Cuadro 3 DIAGRAMA DE FLUJO DE SELECCION DE ZONAS PERSPECTIVAS
- Cuadro 4 PERIODO DE ESTUDIO
- Cuadro 5 MISION PLANEAMIENTO Y NEGOCIACION
- Cuadro 6 MISION DE ESTUDIO EN EL TERRENO
- Cuadro 7 COLUMNA ESTRATIGRAFICA (AREA LA RIOJA)
- Cuadro 8 COLUMNA ESTRATIGRAFICA (AREA SALTA)
- Cuadro 9 GENERALIDADES DE LAS MANIFESTACIONES (LA RIOJA)
- Cuadro 10 RESULTADOS DE TEMPERATURA DE HOMOGENEIZACION  
DE INCLUSION FLUIDA (LA RIOJA)
- Cuadro 11 CUADRO GENERAL DE LAS MANIFESTACIONES (LA RIOJA)
- Cuadro 12 GENERALIDADES DE LAS PERFORACIONES
- Cuadro 13 CARACTERISTICAS DE LA MINERALIZACION (LAS CALLANAS)
- Cuadro 14 CARACTERISTICAS DE LA MINERALIZACION (LA CALLANA V)
- Cuadro 15 CARACTERISTICAS DE LA MINERALIZACION (LA PIRCA)
- Cuadro 16 RESULTADOS DE LOS ESTUDIOS GEOLOGICOS (SALTA)
- Cuadro 17 ANOMALIAS GEOQUIMICAS DEL SUELO, INCACHULE (SALTA)
- Cuadro 18 GENERALIDADES DE LAS MANIFESTACIONES (SALTA)
- Cuadro 19 RESULTADOS DE TEMPERATURA DE HOMOGENEIZACION  
DE INCLUSION FLUIDA (LA RIOJA)
- Cuadro 20 CUADRO GENERAL DE LAS MANIFESTACIONES (SALTA)
- Cuadro 21 GENERALIDADES DE LAS PERFORACIONES
- Cuadro 22 CARACTERISTICAS DE LA MINERALIZACION (LA CONCORDIA)

**LISTA DE APENDICE**

**Apéndice A SECCION DE LAS PERFORACIONES EN EL AREA LA RIOJA**

**Apéndice B SECCION DE LAS PERFORACIONES EN EL AREA SALTA**

0

0

0





## **PARTE I GENERALIDADES**



## **PARTE I GENERALIDADES**

### **CAPITULO 1 GENERALIDADES DEL ESTUDIO**

#### **1-1 Area y Objetivos del Estudio**

Las áreas de estudio se localizan hacia la parte oeste de la República Argentina. Dentro de estas el área La Rioja se encuentra dentro de la Sierra de las Minas, a una altura sobre el nivel del mar que varía entre 400m y 1,000m, en la parte sur de la provincia de La Rioja y el área Salta ubicada dentro de la puna elevándose sobre el nivel del mar entre 4,000m y 5,000m, en la parte noroeste de la provincia Salta.

La presente investigación fue solicitada por el gobierno de la República Argentina, siendo el ejecutor de la investigación de los recursos minerales el gobierno de Japón, el convenio fue firmado el 6 de Julio de 1992 y se empezó basándose en el "Scope of Work".

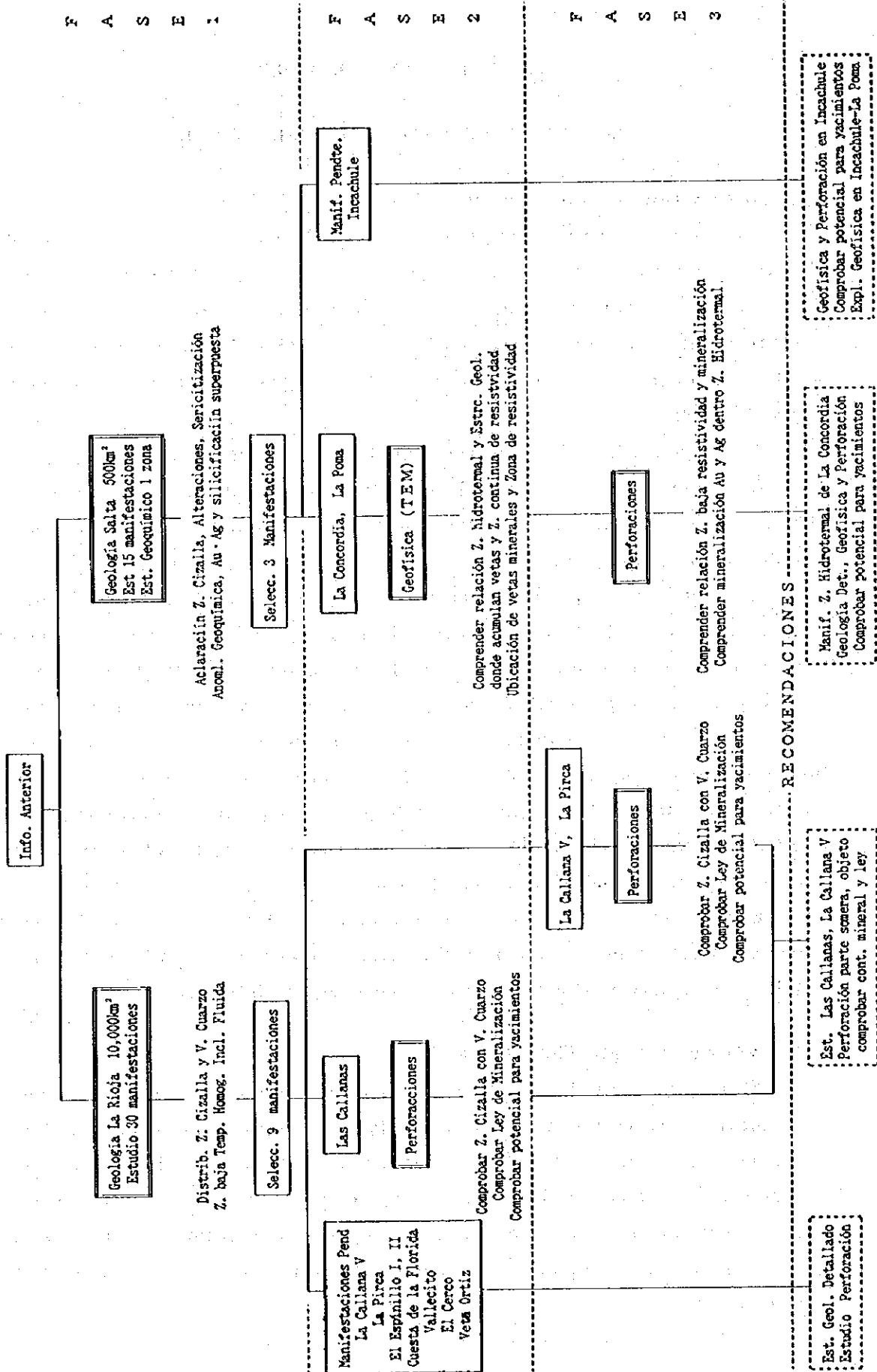
El objetivo principal del presente proyecto es descubrir nuevos yacimientos a través del esclarecimiento de las condiciones geológicas y el estado potencial de yacimientos minerales en las áreas de La Rioja y Salta, ubicadas al oeste del país. Concretamente, hacer un estudio del potencial industrial-minero en cada una de las áreas de escasos recursos minerales y en todo el sector, por medio de la investigación y el estudio geológico de las numerosas vetas auríferas existentes en la Sierra de las Minas. Además determinar el potencial industrial-minero mediante estudio geológico, de las minas de antimonio y plomo-plata ubicadas en la cordillera de los Andes en el área de Salta.

Considerar las posibilidades de transferencia técnica, métodos de análisis e investigación y presentarlas al Ministerio de Economía y Obras y Servicio Publico, Secretaría de Minería, a través del presente informe.

#### **1-2 Métodos y Contenido del Estudio**

El presente estudio se realizó en un período de 3 años durante los cuales se emplearon diversos métodos de investigación, estos y sus correspondientes volúmenes se presentan en el diagrama de flujo del Cuadro 1. Los métodos y volúmenes para cada uno de los estudios realizados se resumen en el Cuadro 2. Las investigaciones en las zonas perspectivas para la detección de mineralización, así como su selección, se llevaron a cabo como se indica en el diagrama de flujo del Cuadro 3.

Cuadro 1 Diagrama de Flujo del Estudio

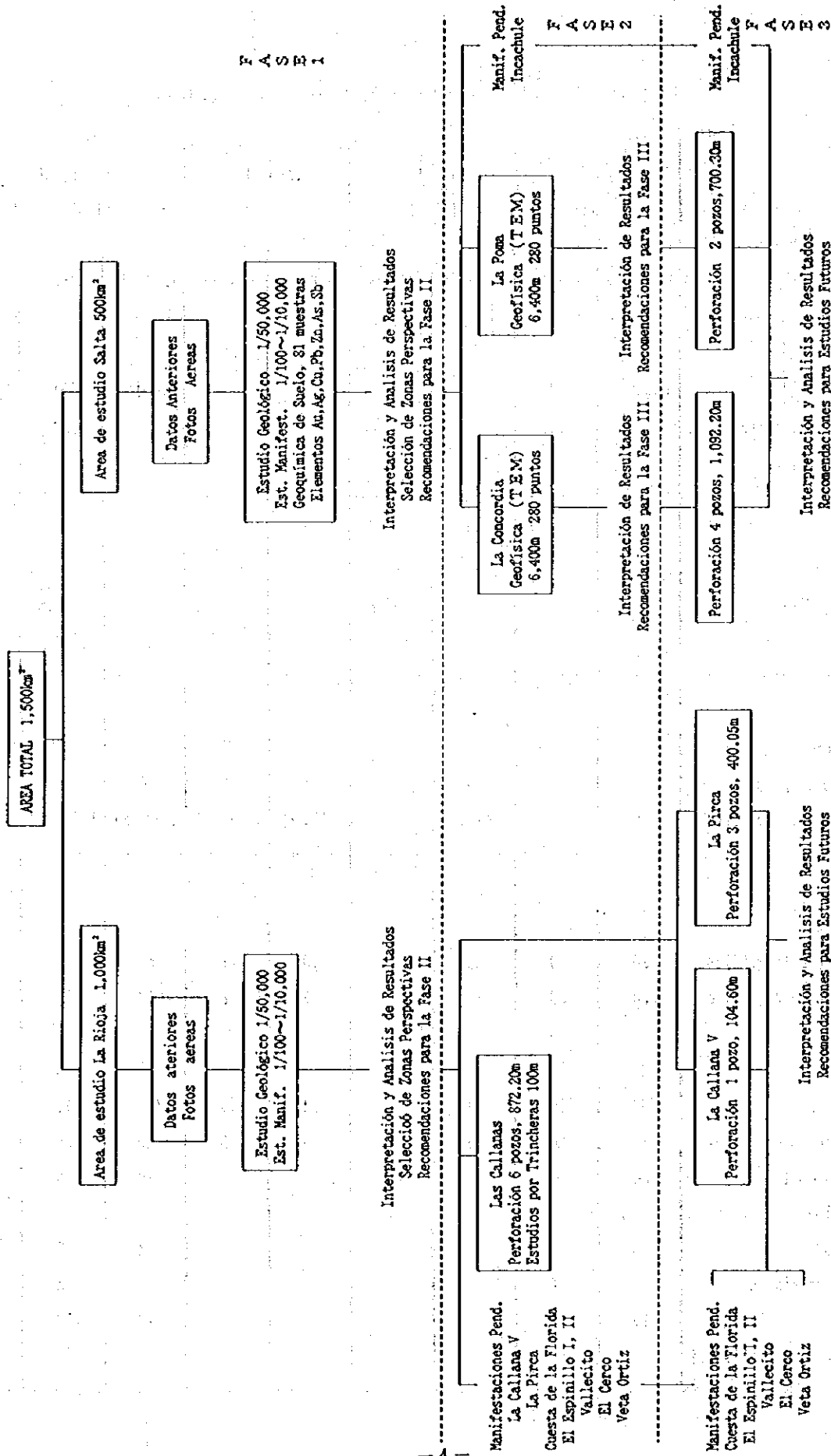




**Cuadro 2 Métodos y Contenido de los Estudios**

	Fase I (1992)		Fase II (1993)		Fase III (1994)		Total (1992 - 1994)		
	La Rioja	Salta	La Rioja	Salta	La Rioja	Salta	La Rioja	Salta	Total
Geología(km <sup>2</sup> )	1,000	500					1,000	500	1,500
Gequímica(muestras)		81						81	81
Trinchera(m)			100				100		100
Geofísica									
Longitud(km)				12.80				12.8	12.8
Puntos				520				520	520
Perforación									
Número de pozo			6		4	6	10	6	16
Longitud perforada(m)			872.20		504.65	1,792.50	1,376.85	1,792.50	3,169.35
Laboratorio									
Estudio petrográfico	20	30	20		10	21	50	51	101
Estudio calcográfico	30	50	20		8	22	58	72	130
Ensayo									
Roca	20	30					20	30	50
Mineral	300	250	104		54	225	458	475	933
Difracción por rayos X	30	30	5		5	5	40	35	75
Inclusión fluida	20	5					20	5	25
Datación									
Rb-Sr	3	3					3	3	6
Trazas Fisión		2						2	2
EPMA	10	10					10	10	20
Medida de resistividad				20				20	20

Cuadro 3 Diagrama de Flujo de Selección de Zonas Perspectivas



F A S E 1

F A S E 2

F A S E 3

### 1-3 Período e Integrantes del Estudio

Durante los 3 años en que se realizaron las investigaciones, para cada una de las fases se pueden resumir, como se muestra en el Cuadro 4, los períodos de trabajos en el terreno y de procesamiento e interpretación.

Cuadro 4 Período de Estudio

Fase	Estudio en campo	Interpretación
I	12, Sept. 1992 - 14, Dic. 1992	15, Dic. 1992 - 25, Feb. 1993
II	28, Junio 1993 - 17, Nov. 1993	18, Nov. 1993 - 25, Feb. 1994
III	27, Julio 1994 - 21, Dic. 1994	22, Dic. 1994 - 25, Feb. 1995

Los integrantes de cada misión de trabajo, para cada una de las fases, se relacionan en los Cuadros 5 y 6.

Cuadro 5 Misión de Planeamiento y Negociación

Japón	Argentina
(Fase I)	(Fase I)
Yasuo Noguchi MMAJ	Alfredo R. Córdoba SM
Yukiko Nakano MITI	Emore Borelli SM
Yuji Yamada MMAJ	José Mendía SM
Tetsuo Suzuki MMAJ	Hector Leanza SM
Kazuhiko Uematsu MMAJ	Roberto Page SM
(Fase II)	(Fase II)
Kousuke Takamoto MMAJ	José Mendía SM
(Fase III)	(Fase III)
Yoshiaki Igarashi MMAJ	José Mendía SM
Takafumi Tsujimoto MMAJ	

MITI: Ministry of International  
Trade & Industry

MMAJ: Metal Mining Agency of Japan

SM: Secretaría de Estado de Minería

**Cuadro 6 Misión de Estudio en el Terreno**

Japón	Argentina
(Fase I)	(Fase I)
Tsuyoshi Yamada(Jefe-geólogo)MINDECO	José Mendía (Jefe) SM B.
Noboru Fujii (geólogo) MINDECO	Oswaldo V.Cravero (geólogo) SM R.
Takashi Norikawa(geólogo) MINDECO	Eduardo Masramón (geólogo) MPD R.
	Graciela C. Lujan (geóloga) MPD R.
	Jorge A. Guillou (geólogo) SM S.
	Sergio G. Tomsic (Geólogo) SM T.
	Alfredo L. Castillo(geólogo)DGMRE S.
	Ricardo R.Battaglia(geólogo)DGMRE S.
(Fase II)	(Fase II)
Tsuyoshi Yamada(Jefe-geólogo)MINDECO	José Mendía (Jefe) SM B.
Akira Saito (geofísico) MINDECO	Oswaldo V.Cravero (geólogo) SM R.
Mitsuyoshi Saito(geofísico) MINDECO	Daniel E. Martos (geólogo) SM C.
Akimitsu Takebe(Geofísico) MINDECO	Jorge A. Guillou (geólogo) SM S.
	Raul Garavilla (geofísico) SM B.
(Fase III)	(Fase III)
Tsuyoshi Yamada(Jefe-geólogo)MINDECO	Oswaldo V.Cravero (geólogo) SM R.
	Jorge A. Guillou (geólogo) SM S.
	Eulogio E.Ramallo (geólogo) SM S.

MINDECO: Mitsui Mineral Development Engineering Co., Ltd.

SM : Secretaría de Estado de Minería

MPD : Ministerio de Producción y Desarrollo

DGMRE: Dirección General de Minería y Recursos Energéticos

B.:Buenos Aires, R.:La Rioja, S:Salta

T.:Tucumán, C.: Córdoba

## CAPITULO 2 ESTUDIOS PRECEDENTES

### 2-1 Area La Rioja

Las primeras referencias geológicas de importancia acerca de la región se deben a Bodenbender (1911, 1912), quien en su trabajo sobre el sur de la provincia de La Rioja y áreas vecinas incluyó a la Sierra de las Minas. Este autor distinguió las principales unidades que afloran en esta región: esquisto, gnéis y granito del Precámbrico al Cámbrico, rocas sedimentarias del Carbonífero al Terciario (Estratos de Paganzo), y depósitos del Terciario (Estratos Calchaqueños) y del Plioceno. Se refirió además a la distribución de manifestaciones metalíferas y otras de aplicación.

Luego por solicitud hecha a Groeber (1940), él completo un mapa geológico de la provincia de La Rioja en una escala de 1:1,000,000. En los últimos años Mastandrea (1961), Jutorán y Kejner (1961), Caminos (1979) y otras entidades como La secretaria de la Nación Plan La Rioja, La Dirección General de Minería, La Rioja, están realizando evaluaciones y estudios geológicos de yacimientos.

Entre esos se destacan las investigaciones geológicas y geoquímicas efectuadas por la Secretaria de Estado de Minería, como son las investigaciones geoquímicas de los sedimentos fluviales y las observaciones microscópicas de las rocas. Se están haciendo análisis del cobre, plomo y zinc. Como resultado se vio que tienen una baja ley, que no es posible su extracción. Existen los informes de Sarudiansky (1988, 1990) sobre la evaluación de manifestaciones de minerales. Casi todo este informe es acerca de la calidad, escala de los yacimientos, geología de las minas y las manifestaciones minerales difundidas dentro del área de estudio. Se llegó a la conclusión de que San Isidro, El Espinillo, Las Callanas y otros son buenas manifestaciones minerales, de fácil acceso, relativamente en alturas bajas de la parte occidental de los macizos de la Sierra de las Minas, que necesitan en un futuro de nuevos estudios.

### 2-2 Area Salta

La región que se describe ha interesado a los investigadores, en especial desde el punto de vista minero. Barnabé (1915) hizo los informes acerca de las minas La Concordia, La Poma y los estudios geográficos y geológicos de los yacimientos de toda la región de Puna. Catalano (1926) realizó un estudio geológico de ésta área y aclaró básicamente la estructura y estratigrafía. Vilela (1969) hizo un estudio de las minas, estructura geológica, estratigrafía y un amplio mapa del

área incluyendo San Antonio de los Cobres.

Muchos estudios e investigaciones están siendo efectuados como los siguientes: Estudio vulcanológico (Aguater, 1981), estudio de yacimientos (Sureda y otros, 1987), evaluación de las minas La Poma y La Concordia (Centro de Exploración de Salta, 1987) y otras, por los geólogos de la Universidad de Salta y organismos del gobierno de la provincia y especialistas en yacimientos.

### CAPITULO 3 GENERALIDADES GEOLOGICAS

#### 3-1 Area La Rioja

En el área de estudio las características geológicas fundamentales son: se describen rocas del basamento Precámbrico y/o Paleozóico inferior, tres formaciones diferentes: La Formación Chepes (en la que se reconocen tres facies: una de composición tonalítica, otra granodiorítica a veces migmatítica y la última porfiroídea), el Granito Las Asperezas (granito, aplita, etc.) y las Migmatitas Ulapes (migmatita, esquisto cristalino, gneis, etc.).

Sobre el basamento, se apoyan discordantemente rocas sedimentarias (depósitos continentales) de las Formación Malanzán (Carbónico) que pasa transicionalmente a la Formación La Colina (Pérmico), representadas fundamentalmente por conglomerado, arenisca, lutita, etc. Una discordancia separa el Terciario (Plioceno inferior) representado por la Formación Los Llanos compuesta por conglomerados, areniscas, etc. El Cuaternario esta constituido por sedimentos limosos y loésicos consolidados, conjuntamente con aluviones y conos, próximos a las sierras (Fig. 2).

En el Cuadro 7 se muestran las características de las formaciones, sus litotipos, edades geológicas, etc.

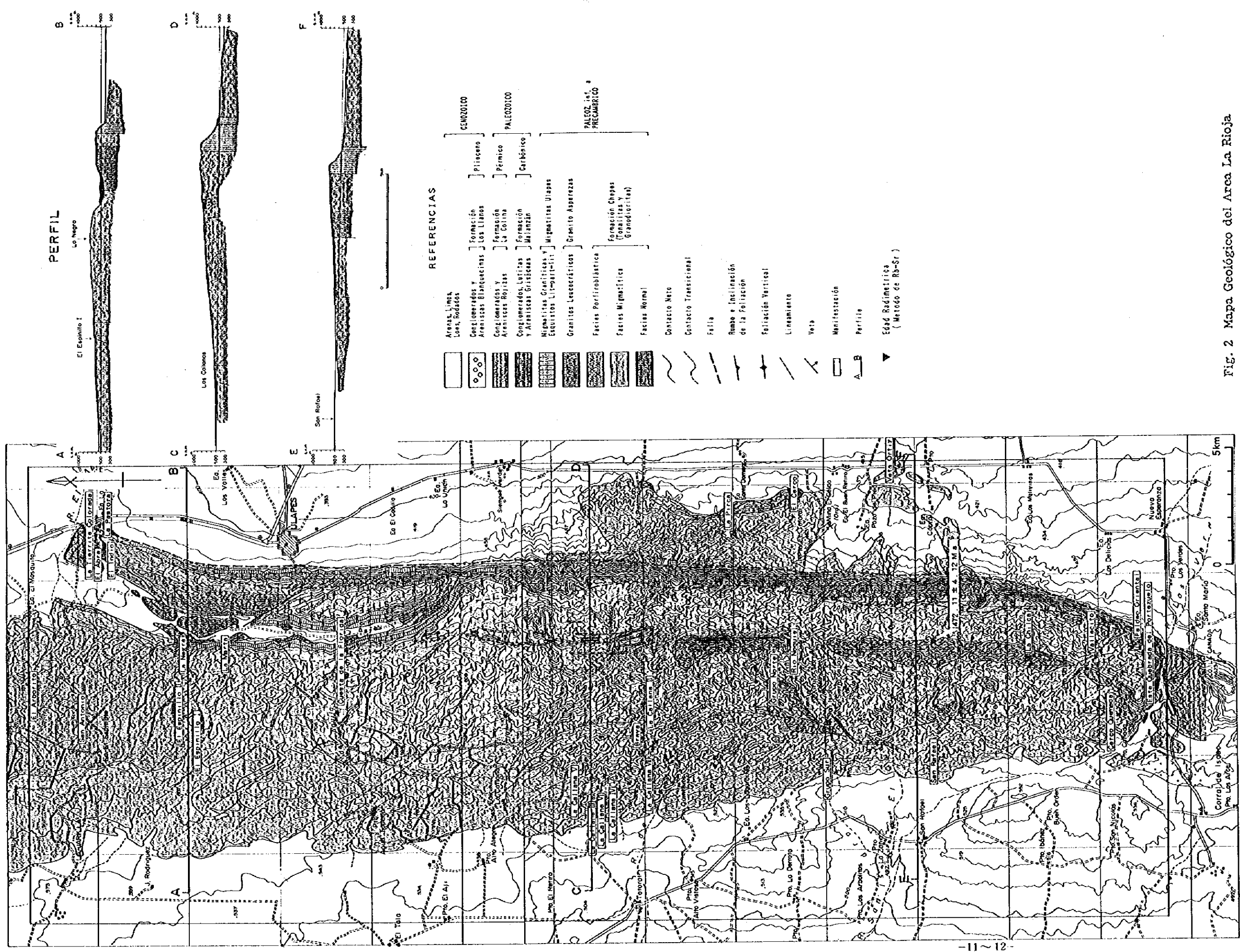
**Cuadro 7 Columna Estratigráfica (La Rioja)**

ERA	PERIODO	UNIDADES GEOLOGICAS	LITROGIA
Cenozoico	Cuaternario	Depósitos aluviales y salinos	Arenas, limos y gravas Salares
		Depósitos eólicos y fluviales	Arenas, limos (loess) y conglo. semiconsolidados
	Terciario	Discordancia	
		Fm. Los Llanos	Conglo. y areniscas cuarzosas y arcósicas, calcáreas, friables, blanquecinas
Paleozoico	Pérmico	Discordancia	
		Fm. La Colina	Conglo. y areniscas arcósicas friables, rojizas
	Carbónico	Fm. Malanzán	Conglo. y areniscas arcósicas lutita y limonitas, grisáceas
		Discordancia	
Precámbrico y/o Paleozoico inferior		Migmatitas Ulapes	Migmatitas bandeadas (gnéisi-ca), esquistos lit-par-lit, migmatitas y esquistos porfiroblásticos
		Granito Asperezas	Granitos biotíticos y leucocráticos, foliados; microgranitos, aplitas
		Fm. Chepes Facies normal Facies migmatítica Facies porfiroídea	Tonalitas y granodioritas biotíticas hornblendíferas, macizas o foliadas, a veces porfiroídeas

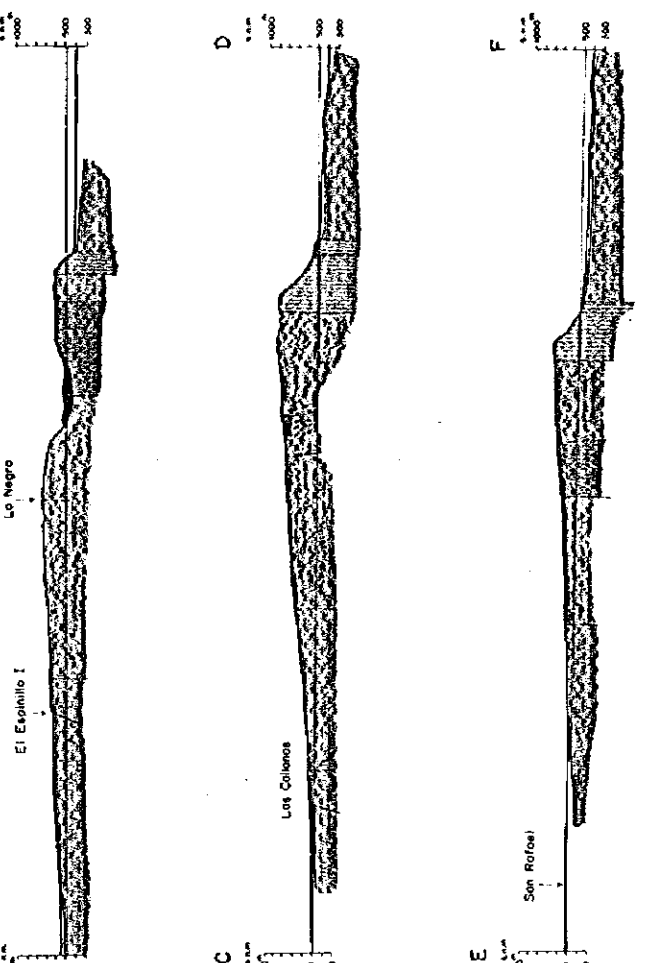








**PERFIL**



**REFERENCIAS**

- |  |  |  |  |  |           |  |            |
|--|--|--|--|--|-----------|--|------------|
|  | Arenas, Lomas, Loas, Rodados               |  | Formación Los Llanos                         |  | Plioceno  |  | CENOZOICO  |
|  | Areniscas Blanquecinas                     |  | Formación La Colina                          |  | Pérmico   |  | PALEOZOICO |
|  | Conglomerados y Areniscas Rojas            |  | Formación Malanzán                           |  | Carbónico |  |            |
|  | Conglomerados, Lajas y Areniscas Grisáceas |  | Migmatitas Ulapes                            |  |           |  |            |
|  | Equistas Lit-par-lit                       |  | Granito Asperanzas                           |  |           |  |            |
|  | Granitos Leucocráticos                     |  | Formación Chepas (Tonalitas y Granodioritas) |  |           |  |            |
|  | Facies Porfiriblastica                     |  |  |  |           |  |            |
|  | Facies Migmatítica                         |  |  |  |           |  |            |
|  | Facies Normal                              |  |  |  |           |  |            |
|  | Contacto Neto                              |  |  |  |           |  |            |
|  | Contacto Transicional                      |  |  |  |           |  |            |
|  | Falla                                      |  |  |  |           |  |            |
|  | Rumbe e Inclinación de la Foliación        |  |  |  |           |  |            |
|  | Foliación Vertical                         |  |  |  |           |  |            |
|  | Lineamiento                                |  |  |  |           |  |            |
|  | Veta                                       |  |  |  |           |  |            |
|  | Manifestación                              |  |  |  |           |  |            |
|  | Perfil                                     |  |  |  |           |  |            |
|  | Edad Radiométrica (Método de Rb-Sr)        |  |  |  |           |  |            |

Fig. 2 Mapa Geológico del Area La Rioja



### 3-2 Area Salta

Geológicamente, en esta área las rocas descritas son del Precámbrico, Paleozóico, Mesozóico y volcánicas del Cenozóico.

El basamento Precámbrico se observa en la parte oeste de San Antonio de los Cobres, representado por cuarcita, filita, esquisto y pizarra. El Paleozóico está representado por rocas sedimentarias, observadas en el este del área de estudio, describiéndose cuarcita del Cámbrico y arenisca, cuarcita, y lutita del Ordovícico. En la parte central del área de estudio están ampliamente extendidas las rocas graníticas de la llamada Faja Eruptiva. El metamorfismo se dice que es del Devónico (según informe de la Secretaría de Minería, fecha desconocida).

Del Mesozóico, el Cretácico está representado por conglomerados y arenisca, que se observan en los alrededores del yacimiento La Concordia, extendiéndose en una franja alargada norte-sur.

Las rocas volcánicas del Cenozóico se distribuyen ampliamente en los alrededores del yacimiento La Concordia y en las partes noroeste y suroeste del área de estudio. Estas rocas volcánicas son de composición andesítica a dacítica y están representadas por rocas piroclásticas, ignimbrita y lava. Una parte de estas rocas volcánicas presentan fuerte alteración hidrotermal, observándose manifestaciones que contienen plomo y zinc (Fig. 3).

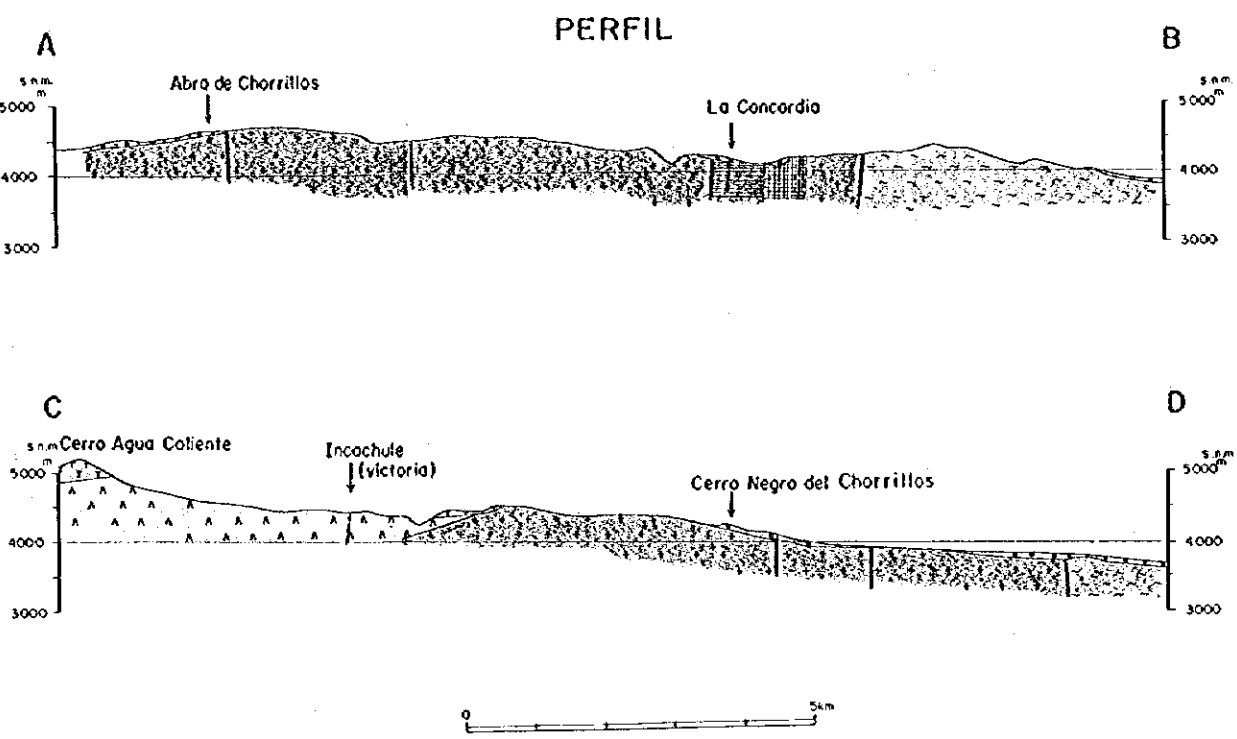
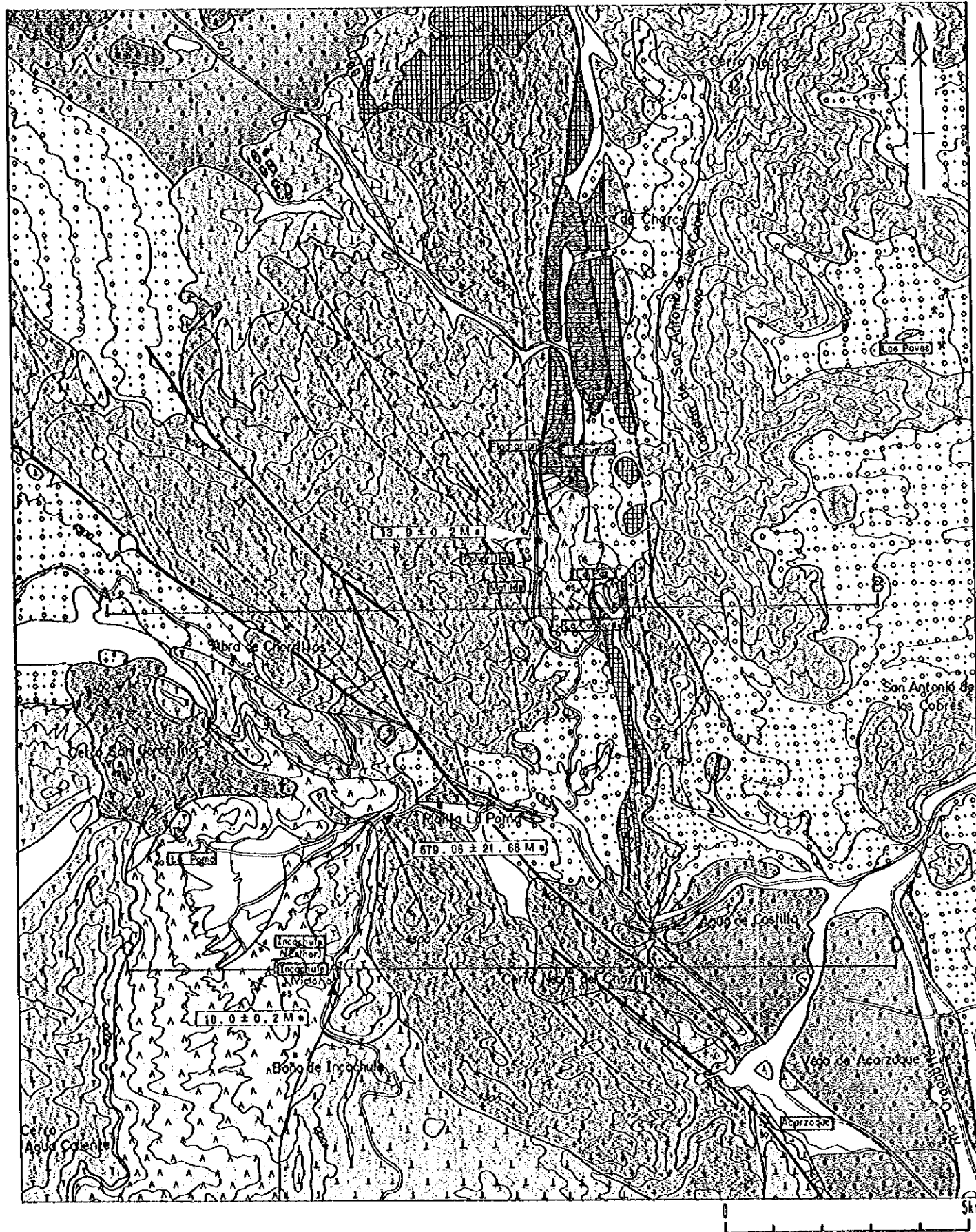
La clasificación de las rocas, sus edades, etc. se muestra en el Cuadro 8.

**Cuadro 8 Columna Estratigráfica (Salta)**

EDA	PERIODO	FORMACION	ESPESOR
Cenozoico	Cuartario	Evaporitas Coladas basálticas Aluviones no aterrizados y conos de deyección	0.05-5m — —
		Leves movimientos de ascenso (mov. póstumos)	
	Terciario Plioceno	Aluviones aterrizados Calizas travertínicas hidatógenas Dacitas y tobas de dacitas nuevas Discordancia	0-40m 12-13m 4-4.30m
		Formación Baño de Pompeya Piroclásticos y epiclásticos	100m
		Mioceno superior Ignimbrita Abra de Gallo Dacitas hornblendíferas biotíticas	
		Mioceno superior Ignimbrita Tajamal Ignimbritas de composición dacítica a riodacítica	
Mioceno superior	Complejo Agua Caliente Secuencia de flujos piroclásticos, lavas y cuerpos subvolcánicos de composición dacítica a andesítica Discordancia		
Mesozoico	Cretácico	Grupo Salta (Subgrupo Pirgua) Conglomerados y areniscas Discordancia	
Precámbrico y/o Paleozoico inferior	Cámbrico - Ordovícico	Cuarcita, areniscas silicificada y lutita	
	Precámbrico - Paleozoico inferior	Faja Eruptiva Rocas graníticas, milonitas	
	Precámbrico	Formación Puncoviscana Metamorfitas de bajo grado (esquistos cuarcíticos, filitas y pizarras)	







REFERENCIAS

	Arenas, Limos, Rodados		Basalto Chorrillos	] Pleistoceno		Contacto
	Basaltos		Basalto San Gerónimo			Falla
	Andesitas, Basaltos		Depositos Terrazas	] Plioceno		Lineamiento
	Conglomerados, Areniscas y Arcillas		Formación Baños de Pompaya			Veta
	Depositos piroclásticos y Conglomerados		Ignimbrita Abra de Gallo	] Mioceno		Manifestación
	Oacitas		Ignimbrita Injamar			Perfil
	Oacitas, Riodacitas		Complejo Agua Caliente	] Cretácico		Edad Radiométrica (Metodo de F. U.)
	Piroclásticos, Lavas, Dacíticas, Andesíticas		Formación La Yesera Grupo Salta			Edad Radiométrica (Metodo de Rb-Sr)
	Conglomerados, Areniscas		Paleozoico Sedimentarios	] Paleozoico Inferior -Cámbrico		
	Areniscas y Lutitas, Cuarcitas		Faja Eruptiva			
	Graníticas		Formación Puncoviscana			
	Esquintos, Filitas, Pizarras					

Fig. 3 Mapa Geológico del Area Salta



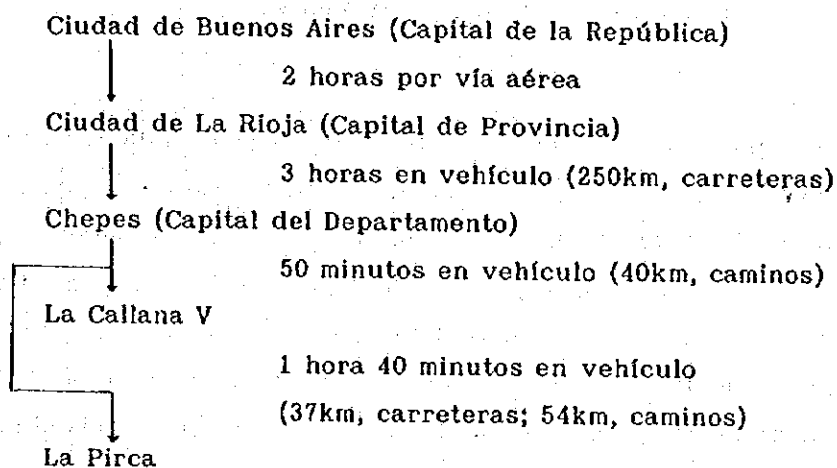


## CAPITULO 4 CONDICIONES DEL AREA DE ESTUDIO

### 4-1 Ubicación, Medios de Comunicación y Transporte

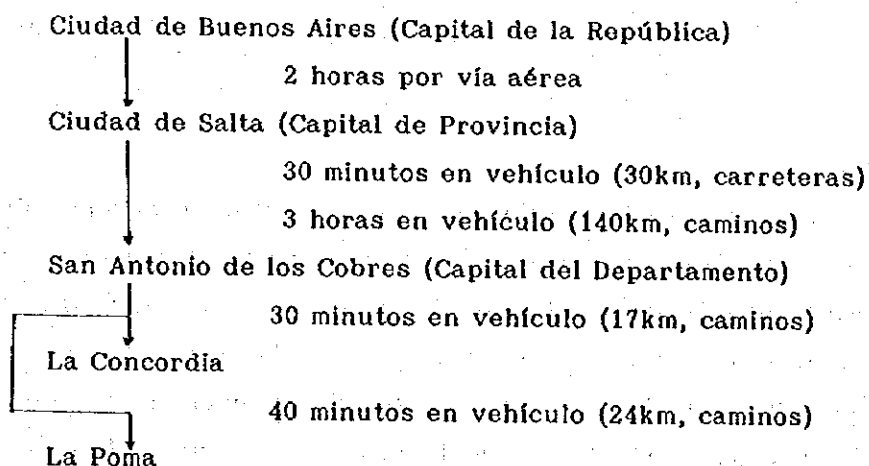
#### 4-1-1 Area La Rioja

La misma está ubicada al sur de la provincia de La Rioja. Para el traslado a la zona de los trabajos, se realiza de la siguiente forma:



#### 4-1-2 Area Salta

Está ubicada al noroeste de la provincia de Salta. Para el traslado a la zona de los trabajos, se realiza de la siguiente forma:



## 4-2 Orografía y Red de Drenaje

### 4-2-1 Area La Rioja

El área de estudio se localiza en la Sierra de las Minas, la cual se extiende unos 40km de norte a sur y unos 10km de este a oeste, con una elevación que va desde los 400m a los 912m s.n.m. Su topografía está constituida por llanos y montañas. La parte occidental es llana, mientras que la oriental se caracteriza por una fuerte pendiente. La red de drenaje es de tipo endorréica. Las quebradas y los ríos, a excepción de la época de lluvias, permanecen secos.

### 4-2-2 Area Salta

El área de estudio se localiza en la parte oeste de la Cordillera Oriental, dentro de la Cordillera de los Andes. Esta región, conocida como Puna, posee una elevación que va desde los 3,800m a los 5,000m s.n.m. La forma del relieve es, en general, ligeramente inclinada, pero la parte noreste, en las cercanías del Cerro Negro y la parte suroeste, en las cercanías del Cerro Aguas Calientes, presenta claramente, una fuerte pendiente de la serraña. La red de drenaje en la zona es muy escasa, no obstante, en la parte este del área de estudio, corre hacia el norte el Río Organullo y en la parte central, corre hacia el sur Quebrada Gave.

## 4-3 Clima y Vegetación

### 4-3-1 Area La Rioja

El clima de esta área de estudio es semiárido, la temperatura promedio anual es de 18°C. La precipitación pluvial anual es de 200mm, la humedad relativa promedio es de 55%. La vegetación muestra las características típicas del clima de esta región, plantas espinosas como cactus y otras, crecen abundantemente, de forma comparativa.

### 4-3-2 Area Salta

El clima de esta área es frío. La temporada de lluvias se extiende desde enero hasta marzo, mientras que la temporada de seca va desde abril hasta diciembre. La temperatura media anual es aproximadamente de 9°C, la temperatura máxima es de 27°C y la mínima pasa de los -26°C. La variación diaria de temperatura alcanza los 36°C. La precipitación pluvial promedio anual es de unos 100mm, ocurriendo la mayor parte de ésta, en la temporada de lluvias. Las nevadas se producen entre julio y agosto, acumulándose, en ocasiones, hasta 1m de potencia. La humedad relativa promedio es de 44%. La vegetación posee

características peculiares, como consecuencia de la severidad del clima. Predominan los "pastos duros", diversos géneros de gramíneas, que cubren las laderas de las serranías. También existen formas subarborescentes como la "tola", que se emplea como combustible. Abunda además la "pata de perdiz", que puede hallarse incluso a grandes alturas. En las vegas son comunes algunas Cyperáceas y Gramíneas.



## CAPITULO 5 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 5-1 Area La Rioja

#### 5-1-1 Conclusiones

(1) La geología del área está representada por rocas metamórficas del Precámbrico al Paleozóico inferior, fundamentalmente granitos. También existen granitos que se dataron como Ordovícico inferior ( $472.11 \pm 4.12\text{Ma}$ ). De la estructura geológica se observó que la tendencia general de los lineamientos presenta un sistema N-S y otro NW-SE.

(2) Las manifestaciones auríferas se observan en aproximadamente 30 lugares y son del tipo de vetas auríferas epitermales, muchas de las cuales coinciden con el sistema de lineamiento anteriormente explicado.

(3) De acuerdo a los resultados de la interpretación de los estudios geológicos y de laboratorio, las manifestaciones se agrupan por 2 parámetros: ley (Au mayor de  $10\text{g/t}$ ) y escala (prolongación de la veta mayor de  $30\text{m}$ ). Entre estas están: El Espinillo II, La Florida, Las Callanas, La Pirca, El Cerco y Veta Ortiz.

Las manifestaciones que son de pequeña escala, pero de los análisis se conoce que presentan alta ley se tienen: El Espinillo I y Vallecito.

(4) De los resultados de los estudios por perforación en Las Callanas se agrupan los lugares donde existe alta ley de Au, de los cuales se tienen: la perforación MJAL-3, en el intervalo de profundidad desde  $143.90\text{m}$  a  $144.50\text{m}$  de  $0.60\text{m}$  de ancho (ancho horizontal  $0.42\text{m}$ ), ley de Au  $24.30\text{g/t}$ , ley de Ag  $61.10\text{g/t}$ ; la perforación MJAL-6 en el intervalo de profundidad desde  $112.65\text{m}$  a  $114.20\text{m}$  de  $1.55\text{m}$  de ancho (ancho horizontal  $1.00\text{m}$ ), ley de Au  $9.11\text{g/t}$ , ley de Ag  $28.59\text{g/t}$ . De estos lugares con ley de Au, observados tanto en la superficie y en los testigos de perforación, debido a cada el espesor de las vetas ( $0.42\text{m}$  a  $1.00\text{m}$ ) en comparación con el largo intervalo que las separa de arriba hacia abajo ( $80\text{m}$  a  $100\text{m}$  aproximadamente), no permitió realizar el cálculo de reserva. No obstante, la manifestación Las Callanas se supone presenta elevada potencialidad de existencia de mineralización aurífera.

(5) En La Callana V los resultados del estudio por perforación revelan, en el intervalo de profundidad entre los  $74.60\text{m}$  y los  $88.70\text{m}$ , una zona de cizalla, dentro del cual, el intervalo de profundidad entre los  $77.70\text{m}$  y los  $78.40\text{m}$  se observa mineralización de baja ley, siendo la ley para el Au de  $1.33\text{g/t}$  y para la Ag de  $2.93\text{g/t}$ . En la superficie la veta mineral se encuentra dentro de la zona de cizalla con alto contenido de hematita, la cual posee como promedio  $0.8\text{m}$  de ancho

y se extiende a lo largo de 20m o más. La ley para el Au es de 46.39g/t y para la Ag es de 62.85g/t. La mineralización por debajo de la superficie, por lo menos, existe intermitentemente hasta aproximadamente la profundidad de 60m. De acuerdo a la temperatura de homogeneización de inclusión fluida y a la tendencia de la mineralización en Las Callanas, existe la posibilidad de que, en la presente manifestación, la mineralización se continúe por debajo de la superficie hasta los 100m de profundidad. No se realizó el cálculo de reserva debido a la enorme diferencia que existe entre el ancho de las vetas y la distancia que las separa. No obstante se supone que esta manifestación tiene elevada potencialidad de existencia de mineralización aurífera.

(6) De los resultados de los estudios por perforación en La Pirca se tiene que en el intervalo de profundidad entre los 8.10m y los 9.25m se recuperó 5cm de una veta de cuarzo aurífera (ley de Au de 17.1g/t). La ocurrencia de oro se presenta junto a las vetillas de limonita dentro del cuarzo, con granos de diámetro de 10 a 20 micras. La mineralización por debajo de la manifestación es muy débil, no observándose acumulación de oro y plata. La temperatura de homogeneización de inclusión fluida (239°C) está muy cerca de la temperatura máxima de precipitación del oro, hecho por el cual, cerca de la superficie aparecen las vetas auríferas de alta ley, pero a partir de alrededor de los 70m de profundidad, la potencialidad de existencia de minerales de oro de alta ley, se supone baja.

#### 5-1-2 Recomendaciones para Estudios Futuros

(1) En las manifestaciones Las Callanas y La Callana V, las vetas auríferas de alta ley, que se asocian con el sistema de lineamientos de la estructura geológica de rumbo NW-SE, presentan un elevado potencial. En la presente investigación se comprobó que la mineralización se presenta desde la superficie hasta los 100m de profundidad, no obstante, aun existen dudas con relación a la continuidad de dicha mineralización en el este intervalo, por lo que no se llegó a realizar el cálculo de reserva. En el futuro, en el intervalo hasta cerca de los 50m de profundidad, donde existe alta ley, se propone realizar estudios por perforación con el objetivo de comprobar la presencia y cantidad de minerales así como la ley.

(2) No pudieron llevarse a cabo investigaciones en las manifestaciones El Espinillo I, El Espinillo II, La Florida, Vallecito, El Cerco y Veta Ortiz, en las cuales queda potencialidad de ocurrencia de mineralización aurífera de alta ley, por lo que se recomienda la ejecución de investigaciones geológicas y estudios por

perforación hasta aproximadamente los 50m de profundidad.

## 5-2 Area Salta

### 5-2-1 Conclusiones

(1) La geología está representada por rocas metamórficas y graníticas del Precámbrico al Paleozóico inferior, rocas sedimentarias del Paleozóico al Cretácico y rocas volcánicas del Terciario al Cuaternario. Los resultados de datación indican que los granitos de la Faja Eruptiva tienen  $578.80 \pm 54.43$  Ma (Proterozóico), Dentro de las rocas volcánicas del complejo Agua Caliente del Terciario, la dacita tiene  $13.9 \pm 0.2$  Ma y la ignimbrita  $10.0 \pm 0.2$  Ma (ambas del Mioceno superior).

Dentro del área de estudio aparecen 15 manifestaciones. La mineralización que se presenta es de tipo de vetas polimetálicas epitermales con abundancia de oro, producida por la acción de las rocas volcánicas del complejo Agua Caliente. Las manifestaciones La Concordia y La Poma han sido explotadas por mucho tiempo.

(2) En la manifestación La Concordia se concentran 7 vetas dentro de la zona de alteraciones, entre las que se encuentran las vetas La Concordia, Matilde, etc., especialmente dentro de la parte sur. La mineralización de La Poma presenta dirección E-W y se aprecia por unos 2,000m.

(3) La exploración electromagnética por el método TEM se realizó en las manifestaciones La Concordia y La Poma. Como resultado, en La Concordia, en las cercanías de la manifestación Matilde se obtuvo una anomalía de resistividad. En la manifestación La Poma, en la veta Vieja Esperanza, en las cercanías de la veta Zeta y en los flancos norte y sur de la veta La Poma II, se presentaron anomalías de baja resistividad.

(4) De los resultados de los estudios por perforación en la manifestación La Concordia, la parte NW de la prolongación de la veta La Concordia, la mineralización esperada se observó dentro de conglomerado en los intervalos de profundidad de 228.80m a 229.60m y de 265.00m a 267.00m de la perforación MJAS-1. En el intervalo de profundidad entre los 131.30m y los 133.10m de la perforación MJAS-6 se aprecia mineralización, que además tiene posibilidad de ser la prolongación más al NW. La veta mineral contiene pirita, tetraedrita, galena y blenda en la zona de cizalla con minerales de arcilla y brecha de falla. En la perforación MJAS-1 se observó mineralización, que pudiera contener mineralización aurífera, pero al mismo tiempo los minerales de oro no se evidencian. La veta aunque fue comprobada, debido a que aun existen dudas sobre la continuidad de la misma, no se realizó el cálculo de reserva.

(5) Los resultados de los estudios por perforación en la manifestación La Poma, no evidenciaron mineralización en la parte este de dicha manifestación. En la veta La Poma II y sus alrededores la mineralización es débil, por lo que se supone que es baja la potencialidad de existencia de alta ley de minerales de Ag con Pb y Zn.

#### 5-2-2 Recomendaciones para Estudios Futuros

(1) En la prolongación NW de la veta la Concordia y la parte profunda de la antigua mina, se recomienda la ejecución de estudios por perforación con el objetivo de comprender la presencia y contenido de minerales, así como su ley.

(2) Se recomienda la realización de investigaciones geofísicas por el método TEM en la zona con alteraciones hidrotermales de la manifestación La Concordia, dentro de la cual aun quedan esparcidas otras áreas mineralizadas, con el objetivo de comprobar la existencia de vetas minerales y sus características (rumbo e inclinación).

(3) En la manifestación La Poma se recomienda realizar estudios por perforación en la zona de anomalías de resistividad asociada a la parte inferior de la veta Vieja Esperanza.

(4) Desde la manifestación La Poma hasta manifestación Incachule, donde los materiales de los depósitos deluviales del Cuaternario cubren los posibles depósitos minerales ciegos, se propone la ejecución de investigaciones geofísicas, con el objetivo de comprobar la posible presencia de los mismos.







## PARTE II DISCUSSION



## PARTE II DISCUSION

### CAPITULO 1 LA RIOJA

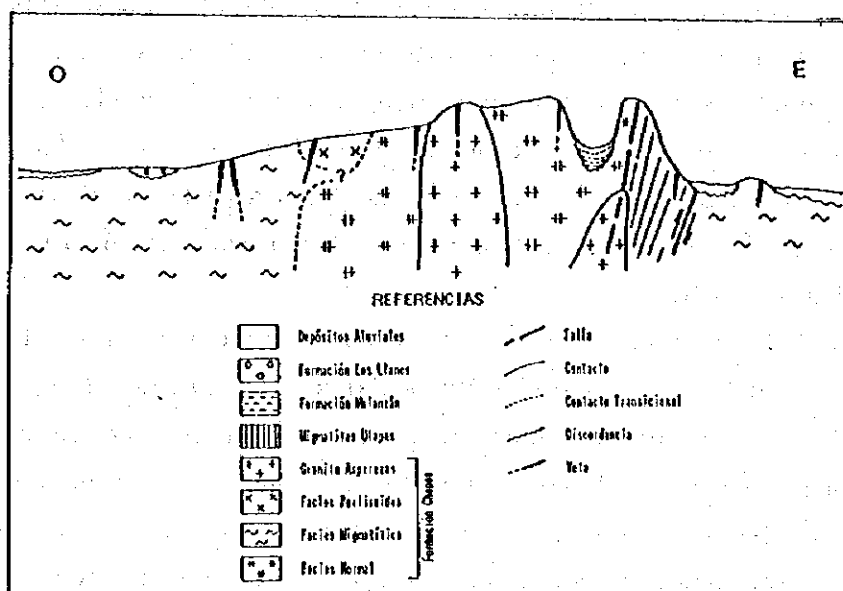
#### 1-1 Estudios Geológicos

##### 1-1-1 Generalidades Geológicas

Se reconoce para el basamento Precámbrico y/o Paleozóico inferior tres formaciones diferentes. La Formación Chepes, en la que se reconocen tres facies de composición: tonalítica, granodiorítica o a veces migmatítica y porfiríodea. El Granito las Asperezas y Migmatitas Ulapes. El resultado del análisis de datación isotópica (método de Rb-Sr) indica  $443.26 \pm 75.91$  Ma.

Sobre las rocas de basamento existe una discordancia sobre la cual se distribuyen las rocas sedimentarias de la Formación Malanzán del Carbónico inferior, la Formación La Colina del Pérmico y la Formación Los Llanos del Plioceno.

A continuación se detallan la distribución, facies, etc. para cada formación. El mapa geológico se presenta en la Fig. 2 y la sección geológica esquemática en la Fig. 4.



## (1) Formación Chepes

Formación Chepes: La Formación Chepes que ocupa gran parte del área, está compuesta por migmatita, granodiorita y tonalita. Existen 3 facies que son: facies normal, facies migmatítica y facies porfiroídea.

Caminos (1979) cuenta con análisis radiométricos de tres tonalitas de la Formación Chepes, se tomaron muestras de Olta del interior de la Sierra de Chepes en la parte norte de la zona de investigación. Las edades K-Ar de estas rocas son las siguientes:  $455 \pm 15\text{Ma}$ ,  $465 \pm 15\text{Ma}$  y  $470 \pm 15\text{Ma}$ .

Para medir la edad de la Formación Chepes y Granito Asperezas (3 tipos, 9 muestras) se tomaron de la facies migmatítica, la facies porfiroídea y granito, se aplicó el método Rb-Sr y dio como resultado:  $397.24 \pm 235.50\text{Ma}$ . Estos resultados indicarían que en esta región la actividad plutónica se relaciona con la época de plutonismo de Famatina y/o de Pampeanas.

### (1-1) Facies normal

[Distribución] Se distribuye extensamente de sur a norte (longitud 40km, ancho 5km a 6km).

[Litofacies] Formada por tonalitas y granodioritas, color gris blanquecino a veces ligeramente rosadas, de grano medio y está constituida por los siguientes minerales: plagioclasa, cuarzo, feldespato potásico, biotita, anfíbol y feldespato.

Según los resultados de la observación microscópica, la biotita-granodiorita está compuesta de cuarzo, microclina, oligoclasa y biotita. La deformación cataclástica de bajo grado se observó en la mayoría de estas rocas.

[Edad] Según Caminos (1979) es del Precámbrico y/o Paleozóico inferior.

### (1-2) Facies migmatítica

[Distribución] Hay una parte que se distribuye de sur a norte a lo largo en la parte occidental de la Sierra de las Minas (largo 50km, ancho 2-4km) y en la parte oriental de la Sierra de las Minas, hacia el sur de Ulapes se distribuye en las tierras comparativamente bajas y al oeste de la Sierra de Ulapes y El Abra.

[Litofacies] Están formadas por granodioritas y tonalitas, de grano mediano gris. Muestra la composición de minerales casi igual a la anterior (facies normal) pero por su textura es diferente, pues presenta una textura follada con orientación de biotita y anfíbol, además se observa una estructura milonítica.

Según la observación microscópica de biotita-tonalita, está formada por cuarzo, plagioclasa (andesina) y biotita (color parda). El cuarzo se quiebra y se alarga formando agregados lenticulares.

[Edad] Se considera del Precámbrico y/o Paleozóico inferior según Caminos

(1979).

**(1-3) Facies porfiroídea**

**[Distribución]** Se distribuye en la parte norte de la zona de estudio, cerca de El Espinillo, de sur a norte con una longitud de más de 10km y de oriente a occidente con un ancho de 6-7km.

**[Litofacies]** Esta facies se define con la aparición, en algunos lugares, de megacrístales de feldespato potásico en las rocas de dos facies, como normal y migmatítica. Caracterizada por la presencia de fenocrístales de microclina, en una matriz de grano mediano, de composición tonalítica a granodiorítica. La biotita-tonalita (cerca de San Antonio) está formada principalmente de plagioclasa (andesina), cuarzo, biotita y anfíbol.

**[Edad]** Según Caminos (1979) es del Precámbrico y/o Paleozoico inferior.

**(2) Granito Las Asperezas**

**[Distribución]** La mayor parte de estas rocas aflora en la Sierra de las Minas, en la parte central tienen una longitud de 30km y un ancho máximo 2.5km, también existe en la Sierra de Ulapes.

**[Litofacies]** El granito es de grano mediano a grueso, de color rosado, constituida por cuarzo, feldespato potásico, oligoclasa y biotita (color rojo oscuro) y se aprecia milonitización.

**[Relación superior e inferior]** Se observa una relación intrusiva entre las granodioritas de la facies normal cerca de Pto. Agua Blanca. Aquí el Granito Asperezas presenta un dique de granito aplítico de 10m de ancho y la parte del contorno enfriado, con la granodiorita de la Formación Chepes. Este granito está formado solamente por roca plutónica ácida en la zona de estudio. Se piensa que hay una relación con la mineralización de oro de esta región, pero esta investigación no reconoció una relación directa.

**[Edad]** Según Caminos (1979) pertenece a la edad Precámbrica y/o Paleozoica inferior.

El resultado de la medición de edad según el método Rb-Sr de las muestras que se tomaron indicó  $472 \pm 11$ Ma, muestra tomada aproximadamente a 2 km al oriente de Pto. Agua Escondida. Esta edad es del Ordovícico inferior.

**(3) Migmatitas Ulapes**

**[Distribución]** Se distribuyen en la parte oriental de la Sierra de Ulapes y Sierra de las Minas, de sur a norte (longitud 50 km, ancho máximo 2 km)

**[Litofacies]** Está compuesta por migmatitas de estructura bandeada, migmatitas y esquistos de lit-par-llt. Se reconoce estructura milonítica. El resultado de la observación microscópica de granodiorita milonítica gris oscuro, extraída de la parte occidental de Ulapes fue el siguiente: se observa que está formada especialmente por andesina, cuarzo, feldespatos potásico y biotita. La textura de estas rocas es porfidoclástica.

**[Relación superior e inferior]** En la parte occidental, estas rocas tienen relación de falla en el contacto con la facies normal. En la parte oriental tiene contacto con la facies migmatíticas por relación de falla. Tiene una altura comparativa promedio de 400m-500m de escarpa.

**[Edad]** Según Caminos (1979) corresponde a la edad Precámbrica y/o Paleozoico inferior.

#### (4) Formación Malanzán

**[Distribución]** En la Sierra de las Minas, está aflorando en el valle de El Abra como retazos de una cubierta sedimentaria originalmente continua. Esta formación también aflora en el extremo sur en el Portezuelo de los Arce.

**[Litofacies]** Está formada por conglomerados, arenisca de grano medio, gris a gris verdoso, que alternan con areniscas finas y lutitas finamente estratificadas. El conglomerado de forma redonda de 5cm a 40cm de diámetro, son rocas metamórficas y graníticas bien redondeadas. La matriz es de arcosa, presenta claramente un color gris a durazno claro. La arenisca presenta un grano mediano, muestra claramente un color gris oscuro a color gris verdoso. De vez en cuando la arenisca se alterna con lutita.

**[Relación superior e inferior]** Tiene contacto por relación de una discordancia, con un buzamiento de 10° a 15° con la Formación Chepes que se distribuye al sur del Abra como basamento.

**[Espesor de la formación]** Se observa que en el valle que va hacia el sur de El Abra tiene un espesor de 50m, en cambio, la formación que se distribuye al sur del área de investigación tiene un espesor de más de 20m.

**[Edad]** La edad de sedimentación de las rocas no se pudo determinar debido a que dentro del área de investigación no se reconocieron fósiles, pero según Caminos (1979) en la parte norte de la zona de investigación de Malanzán se encontraron plantas fósiles a partir de los cuales determinó que es del Carbónico superior.



#### (5) Formación La Colina

**{Distribución}** Se distribuye en pequeña escala en el sureste de Portezuelo de los Arce.

**{Litofacies}** Principalmente formada por lutita y arenisca en poca cantidad pero con contenido de conglomerado. La facies presenta claramente un color rosado y gris.

**{Espesor de la formación}** La formación superior por tener formas irregulares no se pudo aclarar bien su espesor pero la parte sur del área de investigación tiene aproximadamente 40m.

**{Edad}** Según Caminos (1979) la edad de esta formación es del Pérmico inferior.

#### (6) Formación Los Llanos

**{Distribución}** Son afloramientos de rocas sedimentarias, distribuidas en el sur de la zona, se presenta como unas facies de arenisca cuarzosa bastante constante.

**{Litofacies}** Se presenta constituyendo lomadas y relieve positivo, areniscas de grano mediano a grueso, con clastos angulosos; conglomerados con clastos de cuarzo de 2cm a 3cm, cementación arcillosa carbonática y en algunos casos presencia de yeso, predominan los colores blanquecinos a levemente rosado para estos sedimentos.

**{Edad}** Según Caminos(1979), la edad de sedimentación es del Plioceno inferior.

#### 1-1-2 Estructura Geológica

La Sierra de las Minas ocupa casi toda la zona de investigación, es un macizo rocoso alargado que se extiende de norte a sur y que en el occidente está inclinado. Las principales alineaciones de la estructura geológica (lineamientos) están representadas por el sistema N-S, que corren paralelamente a la dirección de la prolongación de la sierra. También se distinguen sistemas de lineamientos en las direcciones NW-SE, NE-SW y E-W (Fig. 2).

#### **{Características de la estructura geológica}**

La falla N-S es el lineamiento característico de esta zona y se encuentra en el lado oriental de Sierra de las Minas y Sierra de Ulapes. Limita con la Formación Chepes y Migmatitas Ulapes; se cree que estas dos fallas de oriente a occidente surgieron por cataclasis. En Migmatitas Ulapes que va estrechamente entre esta falla de rumbo N-S, se reconoce una estructura desarrollada milonítica y lit-par-lit de forma rayada. El ancho de esta zona es de 600m a 700m. Además, el lineamiento es muy notable pero también se reconocen las orientaciones NW-SE, NE-SW y E-W.

Dentro del occidente de esta zona y el extremo occidente de la Sierra de las Minas se reconoce el Granito Asperezas como lineamiento de rumbo N-S. El lineamiento NW-SE y NE-SW se sigue dentro del Granito Asperezas y la Formación Chepes. Se cree que estos dos lineamientos surgieron de la fractura secundaria, en la deformación de norte a sur. Los lineamientos de esta fractura secundaria se observan de fotografía aérea.

### 1-1-3 Generalidades de las Manifestaciones

La distribución de las manifestaciones se presenta en la Fig. 2. Las generalidades de cada una de las manifestaciones fundamentales se muestran en el Cuadro 9 y la Fig. 5.

### 1-1-4 Resultados de Temperatura de Homogeneización de Inclusión Fluida

El resultado de la medición de la temperatura de homogeneización de inclusión fluida dentro de las muestras de cuarzo tomadas de cada una de las manifestaciones se describen en el Cuadro 10 y los histogramas de distribución de la temperatura en la Fig. 6.

Cuadro 10 Temperatura de Homogeneización de Inclusión Fluida

No. de muestra	Manifestación	Tipo de muestra	MINERAL	Números	Rango (°C)	Media (°C)	Desviación estándar	Noticias	
1	2FL002	El Arbolito	Veta de cuarzo (lechoso)	Cuarzo	2	164 — 187	176	12	
2	2FL015	El Espinillo I	Veta de cuarzo (lechoso)	Cuarzo	15	142 — 220	197	17	Fase líquida (CO <sub>2</sub> )?
3	2FL067	Río Noquis	Veta de cuarzo (lechoso)	Cuarzo	12	170 — 325	291	44	Fase líquida (CO <sub>2</sub> )
4	2FL073	Grupo Norte	Veta de cuarzo (lechoso)	Cuarzo	8	234 — 302	274	25	Fase líquida (CO <sub>2</sub> )
5	2FL116	La Florida	Veta de cuarzo (lechoso)	Cuarzo	3	147 — 197	168	21	
6	2FL121	La Pirca	Veta de cuarzo (lechoso)	Cuarzo	2	211 — 266	239	28	
7	2FL132	El Retano	Veta de cuarzo (lechoso)	Cuarzo	3	283 — 332	317	26	id, Homogeneizada a fase vapor (2)
8	2NL005	La Negra	Veta de cuarzo (lechoso)	Cuarzo	5	189 — 267	230	30	Fase líquida (CO <sub>2</sub> )
9	2NL024	La Callana VI	Veta de cuarzo (lechoso)	Cuarzo	3	121 — 212	168	37	Fase líquida (CO <sub>2</sub> )
10	2NL036	La Callana V	Veta de cuarzo (lechoso)	Cuarzo	5	143 — 249	171	39	Fase líquida (CO <sub>2</sub> )
11	2NL045	La Callana III	Veta de cuarzo (lechoso)	Cuarzo	4	220 — 276	252	24	Fase líquida (CO <sub>2</sub> )
12	2NL083	La Callana IV	Veta de cuarzo (lechoso)	Cuarzo	6	110 — 297	250	64	Fase líquida (CO <sub>2</sub> )
13	2NL113	Grupo Sur	Veta de cuarzo (lechoso)	Cuarzo	20	200 — 240	221	10	Fase líquida (CO <sub>2</sub> )
14	2NL161	Vallecito	Veta de cuarzo (lechoso)	Cuarzo	15	151 — 264	231	30	Fase líquida (CO <sub>2</sub> )
15	2NL175	Cerco Quenada	Veta de cuarzo (lechoso)	Cuarzo	6	210 — 301	271	30	Fase líquida (CO <sub>2</sub> )
16	2NL180	El Abra	Veta de cuarzo (lechoso)	Cuarzo	9	134 — 298	262	47	Fase líquida (CO <sub>2</sub> )
17	2NL188	Los Arces	Veta de cuarzo (lechoso)	Cuarzo	4	218 — 287	247	28	Fase líquida (CO <sub>2</sub> )
18	2YL003	San Antonio	Veta de cuarzo (lechoso)	Cuarzo	10	225 — 249	241	8	Fase líquida (CO <sub>2</sub> )?
19	2YL019	La Callana VI	Veta de cuarzo (lechoso)	Cuarzo	6	143 — 299	223	61	Fase líquida (CO <sub>2</sub> )
20	2YL025	La Callana II	Veta de cuarzo (lechoso)	Cuarzo	25	150 — 283	212	31	Fase líquida (CO <sub>2</sub> )

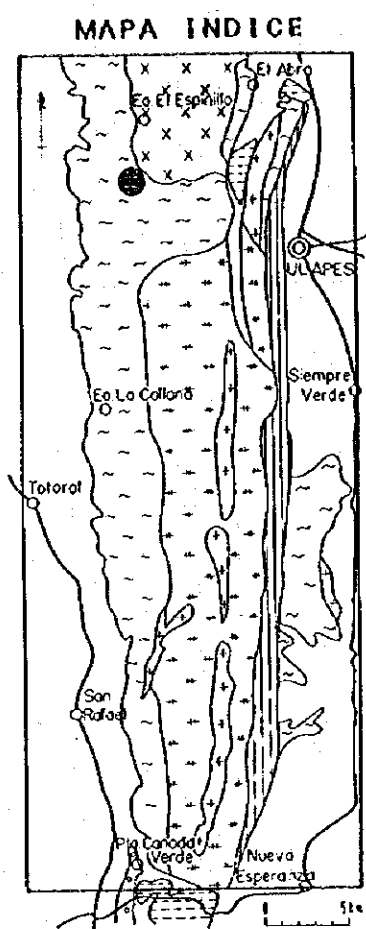
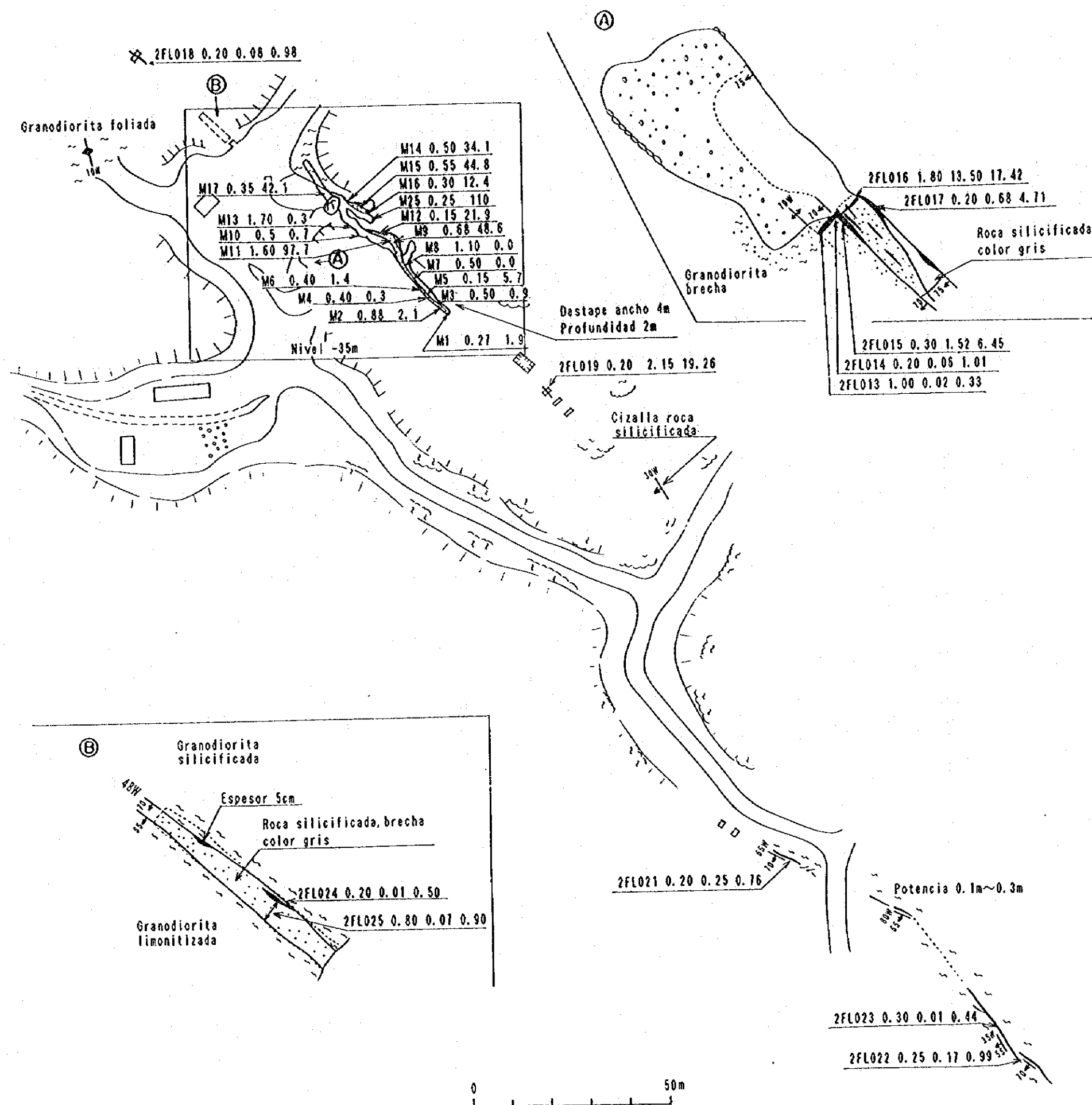
**Cuadro 9 Generalidades de las Manifestaciones (La Rioja)**

No. 1

Nombre	El Espinillo 1 (Fig.5-1)																		
Ubicación	31° 32' 2.5" S      66° 20' 27.2" W																		
Geología	<p>Esta manifestación de minerales está en la facies migmatítica. La caja de la veta es granodiorita y tonalita. La estructura de forma rayada por la distribución de los minerales máficos tiene un rumbo N10°W y el buzamiento es casi vertical. El rumbo de la veta es N45°W, buzamiento 70°SW, espesor de 0.2m. a 2.3m. La veta en superficie es intermitente pero se reconocen aproximadamente 300m. de extensión. El cuarzo que se observa en la zona de cizalla es de color lechoso y de forma lenticular.</p> <p>El resultado de la prueba del análisis por rayos X de la muestra tomada cerca del techo de la cizalla dentro de la caja reconoce sericita como mineral de alteración.</p>																		
Temperatura de Homogeneización de Inclusión Fluida	<p>La temperatura promedio de la muestra de cuarzo tomada de la veta de cuarzo es de 197°C.</p>																		
Mineral	<p>Por observación a vista normal, se reconoce malaquita, crisocola y hematita. Según la observación microscópica de la muestra, se reconoce pirita de grano fino y goethita.</p>																		
Yacimiento	<p>Según las muestras tomadas por la presente investigación (parte de la superficie) y las tomadas por YAMIRI-SEM-SGAB (galería, nivel -35m.) el resultado es el siguiente:</p> <table border="1" data-bbox="555 1473 1264 1601"> <thead> <tr> <th>LUGAR</th> <th>LONGITUD (m)</th> <th>ESPESOR (m)</th> <th>Au (g/t)</th> <th>Ag (g/t)</th> <th>(Au MAXIMO · ESPESOR) (g/t) (m)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Superficie</td> <td>300</td> <td>0.77</td> <td>4.01</td> <td>7.30</td> <td>( 13.50 · 1.80)</td> </tr> <tr> <td>Nivel -35m</td> <td>50</td> <td>0.6</td> <td>11.40</td> <td>--</td> <td>(110.00 · 0.25)</td> </tr> </tbody> </table>	LUGAR	LONGITUD (m)	ESPESOR (m)	Au (g/t)	Ag (g/t)	(Au MAXIMO · ESPESOR) (g/t) (m)	Superficie	300	0.77	4.01	7.30	( 13.50 · 1.80)	Nivel -35m	50	0.6	11.40	--	(110.00 · 0.25)
LUGAR	LONGITUD (m)	ESPESOR (m)	Au (g/t)	Ag (g/t)	(Au MAXIMO · ESPESOR) (g/t) (m)														
Superficie	300	0.77	4.01	7.30	( 13.50 · 1.80)														
Nivel -35m	50	0.6	11.40	--	(110.00 · 0.25)														







**REFERENCIAS**

- Facies Porfiroidea
  - Facies Migmatita
  - Facies Normal
- Formación Chepes
- Veta Cuarzo
  - Zona Cizalla
  - Foliación
  - Destape
- No.  
Potencia (m)  
Ley de Oro y Plata (g/t)  
(JICA/MMAJ)
- 2FLO01** 0.3 0.07 0.11
- No.  
Potencia (m)  
Ley de Oro (g/t)  
(YAMIRI-SGAB)
- M14** 0.50 34.1

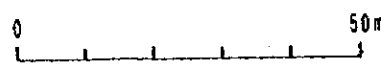


Fig. 5-1 Mapa Geológico y de Manifestaciones (El Espinillo I)



Cuadro 9 Generalidades de las Manifestaciones (La Rioja)

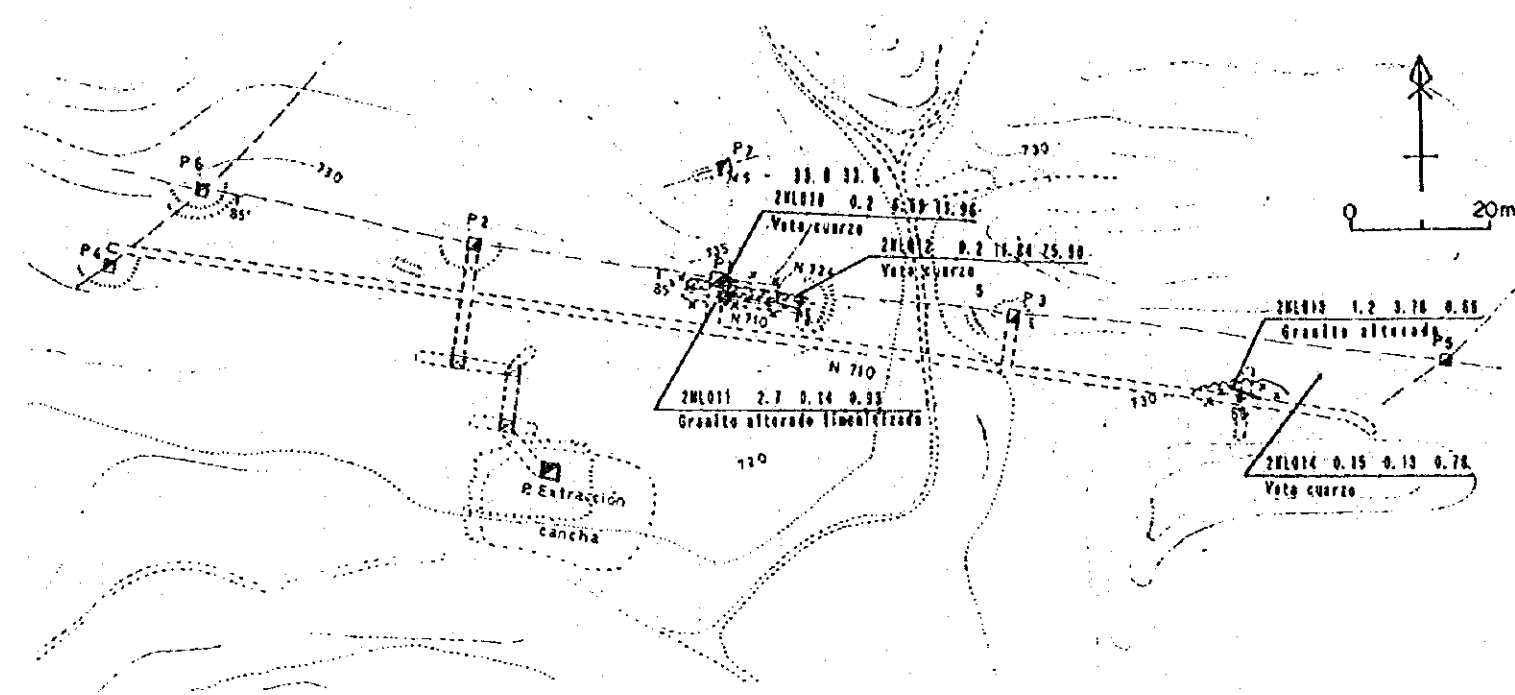
No. 2

Nombre	El Espinillo II (Fig. 5-2)																														
Ubicación	31°31' 39.5" S      66° 19' 48.9" W																														
Geología	<p>Se encuentra en la facies porfiroídea de la Formación Chapés. En la zona de cizalla se reconocen manifestaciones auríferas. La roca madre de la veta esta formada por granodiorita y/o tonalita que contiene fenocristales de feldespato potásico. La veta tiene un rumbo N60°-80°W, buzamiento 70°S y espesores de 0.2m. a 3.0m. Se hizo un muestreo y separación de la parte de la zona de cizalla que contiene hematita y de la parte de la cizalla con cuarzo de la superficie. Como resultado se reconoce existencia de oro dentro de la veta de cuarzo, pero dentro de la zona de hematita se encontró poca cantidad.</p> <table border="1" data-bbox="630 1019 1045 1153"> <thead> <tr> <th></th> <th>ESPESOR (m)</th> <th>Au (g/t)</th> <th>Ag (g/t)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Veta de cuarzo</td> <td>0.2</td> <td>6.59</td> <td>11.96</td> </tr> <tr> <td>Cizalla</td> <td>2.7</td> <td>0.14</td> <td>0.93</td> </tr> </tbody> </table>		ESPESOR (m)	Au (g/t)	Ag (g/t)	Veta de cuarzo	0.2	6.59	11.96	Cizalla	2.7	0.14	0.93																		
	ESPESOR (m)	Au (g/t)	Ag (g/t)																												
Veta de cuarzo	0.2	6.59	11.96																												
Cizalla	2.7	0.14	0.93																												
Mineral	<p>Según observación a vista normal, se reconoce malaquita, galena, blenda y granos finos de oro. El resultado por observación microscópica de la muestra tomada de la veta de cuarzo fué el siguiente: como minerales primarios: diseminación de pirita, euhedral y subhedral de grano fino, y poca cantidad de calcopirita. Como minerales secundarios: se ve covellina poca cantidad y hematita.</p>																														
Yacimiento	<p>Según las muestras tomadas por la presente investigación y las tomadas por la SM (en interior de galería), la potencia de la veta, ley, etc. son las siguientes.</p> <table border="1" data-bbox="518 1541 1220 1736"> <thead> <tr> <th>LUGAR</th> <th>LONGITUD (m)</th> <th>ESPESOR (m)</th> <th>Au (g/t)</th> <th>Ag (g/t)</th> <th>(Au MAXIMO · ESPESOR) (g/t) (m)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Superficie(726m)</td> <td>170</td> <td>0.95</td> <td>2.72</td> <td>6.46</td> <td>(11.84 · 0.2)</td> </tr> <tr> <td>Nivel 704m</td> <td>100</td> <td>0.73</td> <td>15.08</td> <td>43.39</td> <td>(59.30 · 1.1)</td> </tr> <tr> <td>Nivel 683m</td> <td>30</td> <td>1.12</td> <td>7.04</td> <td>--</td> <td>(10.80 · 1.3)</td> </tr> <tr> <td>Nivel 664m</td> <td>10</td> <td>1.67</td> <td>21.05</td> <td>--</td> <td>(177.0 · 1.3)</td> </tr> </tbody> </table> <p>Dentro de la mina, al nivel 704m. se está operando una galería de 270m. de longitud. La ley de oro es de alto grado está ubicada alrededor del pique 2. En el nivel 683m. y 664m. de la galería, en el centro, se esta explotando de 30m. y 10m. a lo largo.</p>	LUGAR	LONGITUD (m)	ESPESOR (m)	Au (g/t)	Ag (g/t)	(Au MAXIMO · ESPESOR) (g/t) (m)	Superficie(726m)	170	0.95	2.72	6.46	(11.84 · 0.2)	Nivel 704m	100	0.73	15.08	43.39	(59.30 · 1.1)	Nivel 683m	30	1.12	7.04	--	(10.80 · 1.3)	Nivel 664m	10	1.67	21.05	--	(177.0 · 1.3)
LUGAR	LONGITUD (m)	ESPESOR (m)	Au (g/t)	Ag (g/t)	(Au MAXIMO · ESPESOR) (g/t) (m)																										
Superficie(726m)	170	0.95	2.72	6.46	(11.84 · 0.2)																										
Nivel 704m	100	0.73	15.08	43.39	(59.30 · 1.1)																										
Nivel 683m	30	1.12	7.04	--	(10.80 · 1.3)																										
Nivel 664m	10	1.67	21.05	--	(177.0 · 1.3)																										



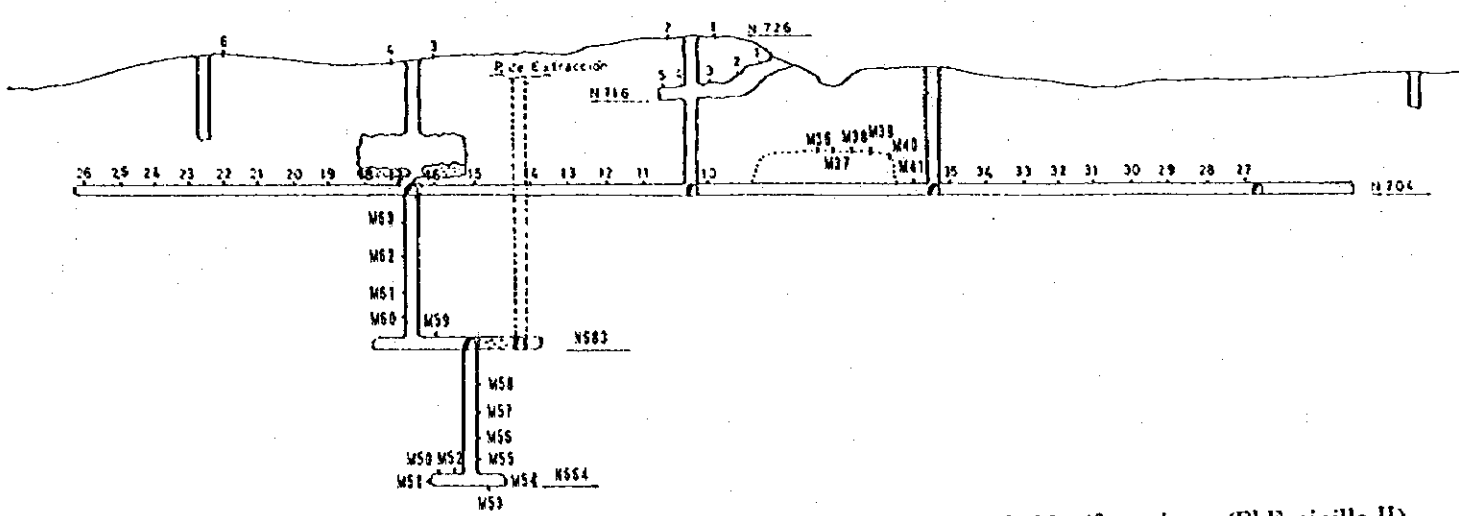
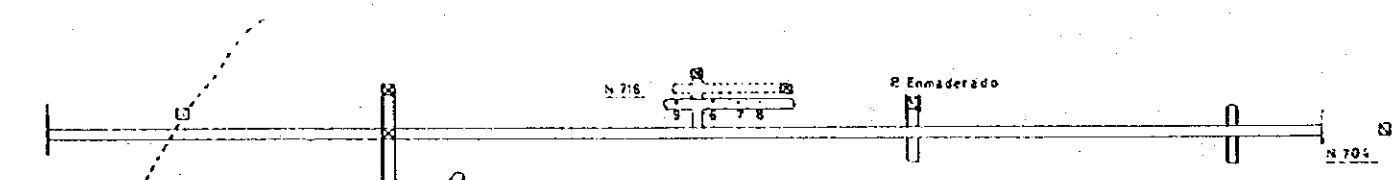
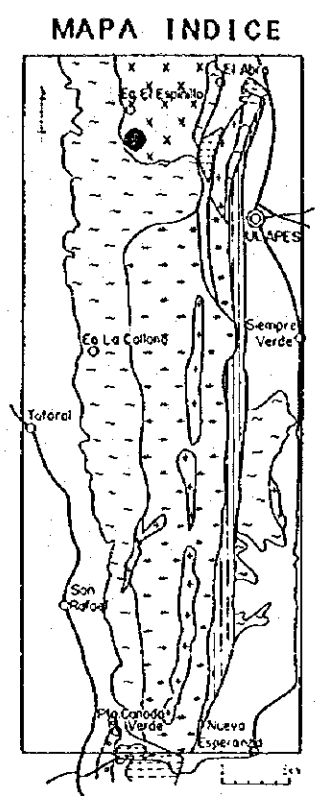






REFERENCIAS

- x x x Facies Porfiroidea
  - ~ ~ ~ Facies Migmatita
  - \* \* \* Facies Normal
  - Veta Cuarzo
  - Zona Cizalla
  - Foliación
  - Destape
- Formación Chapes
- No.  
Potencia (m)  
Ley de Oro y Plata (g/t)  
( IICA/MMAJ )
- 2FL001 03 0.07 0.11



Ubicación	No.	Potenc. (m)	Elementos	
			Au (g/t)	Ag (g/t)
N716	6	1.10	26.00	21.20
	7	0.30	21.20	18.20
	8	0.40	15.20	12.00
	9	0.20	7.40	9.00
N683	10	0.70	11.30	24.00
	11	0.40	22.00	37.00
	12	0.65	2.30	19.00
	13	0.65	2.00	13.00
	14	0.80	17.00	24.00
	15	0.80	16.00	56.00
	16	1.20	12.00	46.00
	17	1.10	59.30	102.00
	18	1.30	3.30	31.00
	19	0.70	6.70	32.00
	20	0.50	22.00	64.00
	21	0.60	15.30	41.00
	22	0.50	12.00	52.00
	23	0.50	3.00	24.00
24	0.50	14.00	66.00	
25	0.80	9.00	42.00	
26	0.70	2.00	10.00	
M59	1.30	10.80		
M60	1.40	105.00		
M61	1.10	2.00		
M62	1.00	6.10		
M63	0.80	2.95		

Ubicación	No.	Potenc. (m)	Elementos	
			Au (g/t)	Ag (g/t)
N726	1	2.00	30.00	18.20
	2	1.50	50.00	27.00
	3	0.50	42.70	14.90
	4	0.30	57.30	9.90
	6	0.90	30.00	46.10
N704	27	0.60	4.00	16.00
	28	0.90	3.00	12.00
	29	0.50	2.00	18.00
	30	1.00	0.80	12.00
	31	0.40	4.00	16.00
	32	1.10	2.00	24.00
	33	1.08	6.00	26.00
	34	1.20	2.00	12.00
	35	1.40	18.00	46.00
	N664	M50	1.60	3.80
M51		1.60	1.90	
M52		1.80	4.00	
M53		1.60	10.50	
M54		1.30	2.30	
M55		1.55	0.71	
M56		2.27	8.10	
M57		2.00	15.20	
M58	1.30	177.00		

( Secretaría de Estado de Industria Comercio y Minería )

Fig. 5-2 Mapa Geológico y de Manifestaciones (El Espinillo II)



Cuadro 9 Generalidades de las Manifestaciones (La Rloja)

No. 3

Nombre	La Callana V (Fig. 5-3)																								
Ubicación	31° 41' 24.4" S      66° 21' 34.4" W																								
Geología	<p>Son manifestaciones auríferas que están dentro de la facies migmatítica. La caja madre en las cercanías de la veta está formada por granodiorita-biotítico y tonalita. Se reconoce alteración de la caja muy débil. El sistema de las vetas tiene dos rumbos. La que se cree veta principal tiene rumbo N50°W, buzamiento 80°NE y su ancho, incluyendo la zona de cizalla, es de 1m. a 2m. Además se reconoce a 100m. al noreste de esta otra veta del mismo sistema. En el otro sistema, el rumbo y buzamiento de la veta varía y es de pequeña escala.</p> <p>La veta principal con contenido de cuarzo en la zona de cizalla aunque es intermitente se reconoce en 300m. de longitud. El cuarzo dentro de la zona de cizalla es de forma lenticular y de color lechoso.</p> <p>De acuerdo al análisis por rayos X de la muestra tomada del techo de la veta se reconoce sericita como mineral de alteración.</p>																								
Temperatura de Homogeneización de Inclusión Fluída	<p>La temperatura promedio de homogeneización de la muestra es de 171°C.</p>																								
Mineral	<p>A simple vista se reconoce galena, crisocola, hematita, limonita, pirita y otras. Al microscopio de la muestra tomada de los desmontes se observa hematita acicular fina y además de éstas hay formas concéntricas y "net work" de óxidos de minerales de hierro.</p>																								
Yacimiento	<p>Según las muestras tomadas de las vetas por el presente estudio la ley promedio es el siguiente:</p> <table border="1" data-bbox="526 1500 1228 1668"> <thead> <tr> <th>LUCAR</th> <th>LONGITUD (m)</th> <th>ESPESOR (m)</th> <th>Au (g/t)</th> <th>Ag (g/t)</th> <th>(Au MAXIMO · ESPESOR) (g/t) (m)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Veta Principal</td> <td>20</td> <td>0.80</td> <td>46.39</td> <td>62.88</td> <td>(87.30 · 0.8)</td> </tr> <tr> <td>Veta Paralela</td> <td>21</td> <td>0.70</td> <td>4.74</td> <td>17.93</td> <td>( 5.41 · 0.4)</td> </tr> <tr> <td>Veta N80°W</td> <td>51</td> <td>0.40</td> <td>2.28</td> <td>31.62</td> <td>( 2.28 · 0.4)</td> </tr> </tbody> </table>	LUCAR	LONGITUD (m)	ESPESOR (m)	Au (g/t)	Ag (g/t)	(Au MAXIMO · ESPESOR) (g/t) (m)	Veta Principal	20	0.80	46.39	62.88	(87.30 · 0.8)	Veta Paralela	21	0.70	4.74	17.93	( 5.41 · 0.4)	Veta N80°W	51	0.40	2.28	31.62	( 2.28 · 0.4)
LUCAR	LONGITUD (m)	ESPESOR (m)	Au (g/t)	Ag (g/t)	(Au MAXIMO · ESPESOR) (g/t) (m)																				
Veta Principal	20	0.80	46.39	62.88	(87.30 · 0.8)																				
Veta Paralela	21	0.70	4.74	17.93	( 5.41 · 0.4)																				
Veta N80°W	51	0.40	2.28	31.62	( 2.28 · 0.4)																				





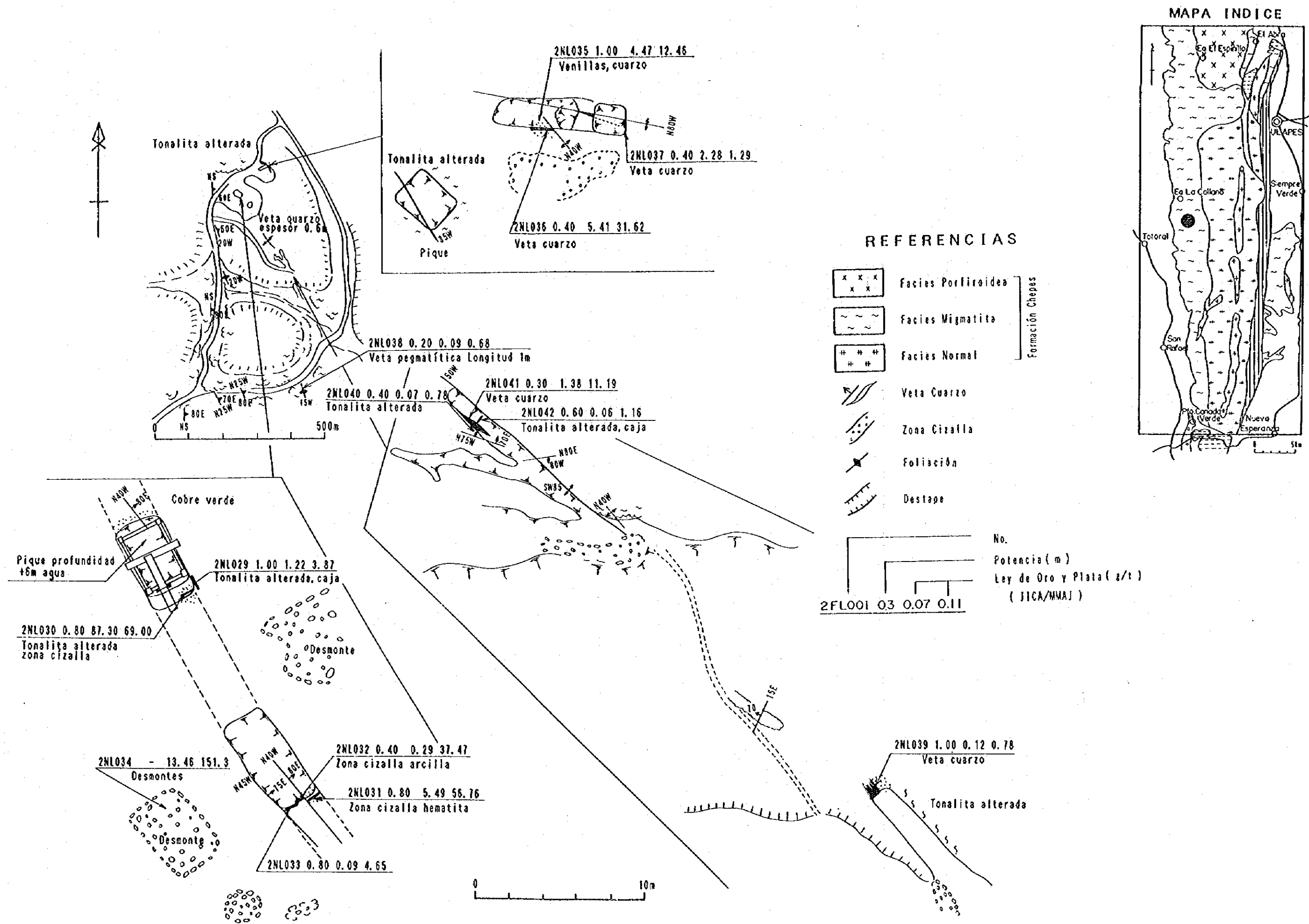


Fig. 5-3 Mapa Geológico y de Manifestaciones (La Callana V)





Cuadro 9 Generalidades de las Manifestaciones (La Rioja)

No. 4

Nombre	Las Callanas (Fig. 5-4)																																																			
Ubicación	La Callana III	31°41'39.8" S	66°21'39.8" W																																																	
	La Callana VI	31°41'47.6" S	66°21'30.2" W																																																	
	La Callana IV(El Chorruto)	31°41'54.4" S	66°21'21.5" W																																																	
	La Callana IV(La Mesada)	31°41'59.3" S	66°21'17.7" W																																																	
Geología	<p>Se encuentra en la facies migmatíticas.</p> <p>Es un tipo de veta aurífera. Las rocas cercanas a las manifestaciones son tonalitas. La foliación de tonalita que está cerca de La Callana IV muestra rumbo N20°W y buzamiento perpendicular. Se reconocen 7 vetas esta zona, de las cuales 5 vetas se distribuyen en La Callana VI. Las características de la veta son las siguientes:</p>																																																			
	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Yeta</th> <th>RUMBO</th> <th>BOZAMIENTO</th> <th>ESPESOR (m)</th> <th>LONGITUD (m)</th> <th>MINA</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Yeta 1</td> <td>N45°W</td> <td>70°SW-80°NE</td> <td>0.4-3.3</td> <td>200</td> <td>La Callana VI</td> </tr> <tr> <td>Yeta 2</td> <td>N55°W</td> <td>80°SE?</td> <td>0.9</td> <td>80</td> <td>La Callana VI</td> </tr> <tr> <td>Yeta 3</td> <td>N60°W</td> <td>70°NE-90°</td> <td>0.2-2.0</td> <td>170</td> <td>La Callana VI</td> </tr> <tr> <td>Yeta 4</td> <td>N40°W</td> <td>70°-80°SW</td> <td>0.3-1.8</td> <td>500</td> <td>La Callana III-VI</td> </tr> <tr> <td>Yeta 5</td> <td>N40°W</td> <td>?</td> <td>0.2-0.6</td> <td>140</td> <td>La Callana VI</td> </tr> <tr> <td>Yeta 6</td> <td>N25°-65°W</td> <td>70°SW-90°</td> <td>0.1-1.5</td> <td>550</td> <td>La Callana VI-IV</td> </tr> <tr> <td>Yeta 7</td> <td>N40°W</td> <td>70°NE</td> <td>0.3</td> <td>40</td> <td>La Callana III</td> </tr> </tbody> </table>					Yeta	RUMBO	BOZAMIENTO	ESPESOR (m)	LONGITUD (m)	MINA	Yeta 1	N45°W	70°SW-80°NE	0.4-3.3	200	La Callana VI	Yeta 2	N55°W	80°SE?	0.9	80	La Callana VI	Yeta 3	N60°W	70°NE-90°	0.2-2.0	170	La Callana VI	Yeta 4	N40°W	70°-80°SW	0.3-1.8	500	La Callana III-VI	Yeta 5	N40°W	?	0.2-0.6	140	La Callana VI	Yeta 6	N25°-65°W	70°SW-90°	0.1-1.5	550	La Callana VI-IV	Yeta 7	N40°W	70°NE	0.3	40
Yeta	RUMBO	BOZAMIENTO	ESPESOR (m)	LONGITUD (m)	MINA																																															
Yeta 1	N45°W	70°SW-80°NE	0.4-3.3	200	La Callana VI																																															
Yeta 2	N55°W	80°SE?	0.9	80	La Callana VI																																															
Yeta 3	N60°W	70°NE-90°	0.2-2.0	170	La Callana VI																																															
Yeta 4	N40°W	70°-80°SW	0.3-1.8	500	La Callana III-VI																																															
Yeta 5	N40°W	?	0.2-0.6	140	La Callana VI																																															
Yeta 6	N25°-65°W	70°SW-90°	0.1-1.5	550	La Callana VI-IV																																															
Yeta 7	N40°W	70°NE	0.3	40	La Callana III																																															
Temperatura de Homogeneización de Inclusión Fluida	<p>La veta esta formada por 2 tipos que son la veta de cuarzo y cizalla.</p> <p>El resultado de difracción por rayos X de alteración de la tonalita de la caja de la veta reconoce sericita y minerales arcillosos. La muestra de tonalita tomada a 60m. desde la veta no presenta notable mineral de alteración.</p>																																																			
Mineral	<p>La muestra tomada de la veta 4 de La Callana III y la tomada de la veta de cuarzo, veta 6 de La Callana IV presentan temperatura de 252°C y 250°C promedio.</p> <p>A simple vista se reconoce calcopirita, pirita, galena y otras como minerales primarios. En la veta 6 de La Callana IV se reconocen granos diminutos de oro nativo. Según el resultado de la observación microscópica de la veta 5 de La Callana VI no se reconocen minerales primarios. Como minerales secundarios se reconoció goethita. En la muestra del extremo sureste de la veta 6, se observa pirita euhedral, mineral de Bi, hematita y covellina.</p>																																																			
Yacimiento	<p>Según las muestras tomadas por el presente estudio y las muestras de Las Callanas S.R.L., la ley de cada una de las vetas es la siguiente:</p>																																																			

LUGAR	LONGITUD (m)	ESPESOR (m)	Au (g/l)	Ag (g/l)	(Au MAXIMO · ESPESOR) (g/l) (m)
Veta 1	200	1.37	6.69	26.14	(98.00 · 0.5)
Veta 2	80	0.90	6.00	286.00	( 6.00 · 0.9)
Veta 3	170	0.66	4.58	45.35	(16.00 · 1.1)
Veta 4	500	0.66	11.27	63.34	(40.35 · 0.5)
Veta 5	130	0.39	10.70	69.72	(21.00 · 0.4)
Veta 6	550	0.64	3.68	12.14	(42.00 · 0.5)
Veta 7	40	0.30	6.83	17.87	( 6.83 · 0.3)

En cada una de las manifestaciones de Las Callanas hay muchas labores antiguas pero solamente en La Callana VI se encuentra un pique. Su profundidad es 40m. En La Callana VI, en las vetas de 1 a 5 se reconocen manifestaciones centralizadas dentro de un ancho de 70m. El rumbo de la veta 1, 4 y 5 es casi el mismo. También tienen casi las mismas características. La veta 2 y 3 parece que son vetas entrecruzadas.



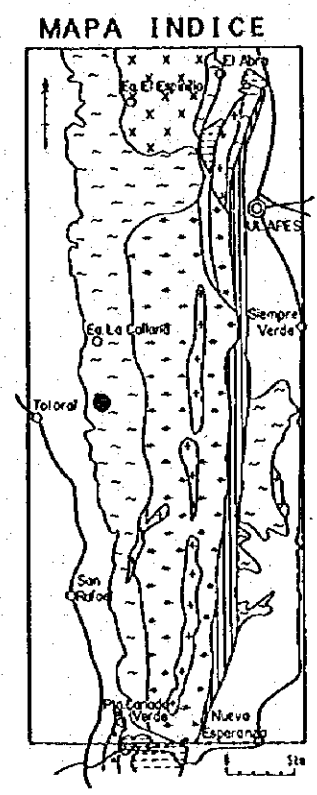
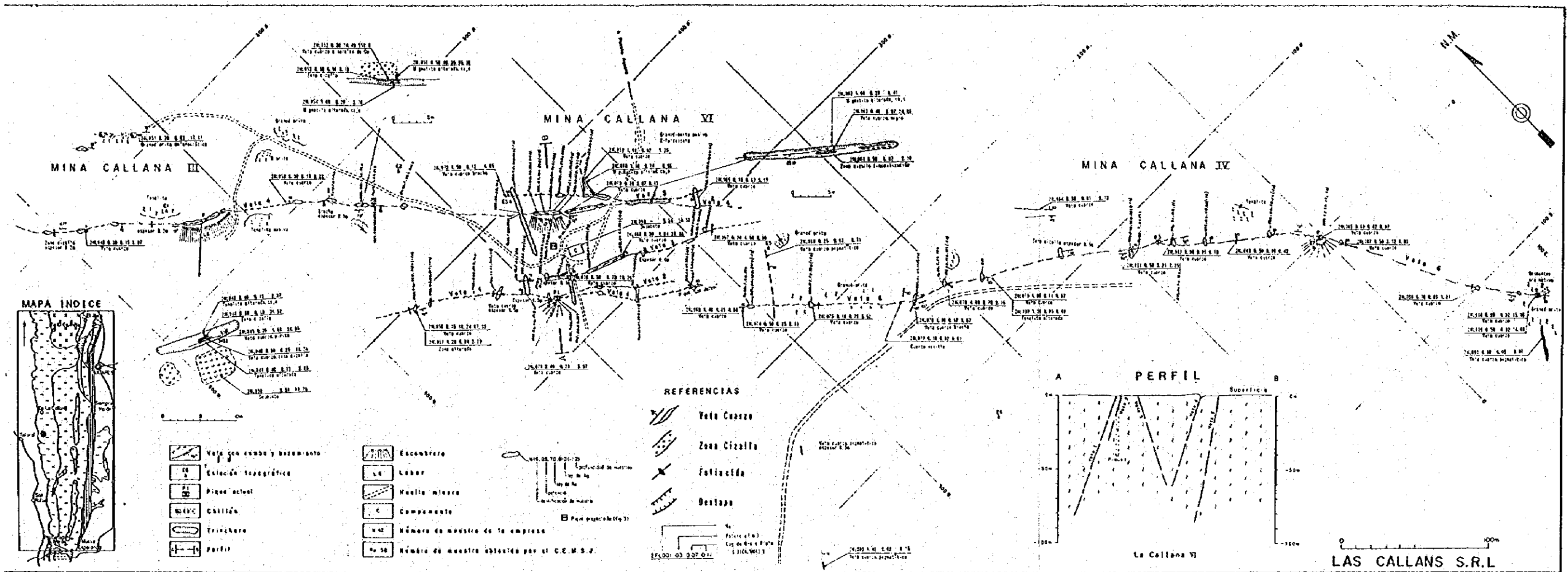


Fig. 5-4 Mapa Geológico y de Manifestaciones (Las Callanas)



Cuadro 9 Generalidades de las Manifestaciones (La Ríoja)

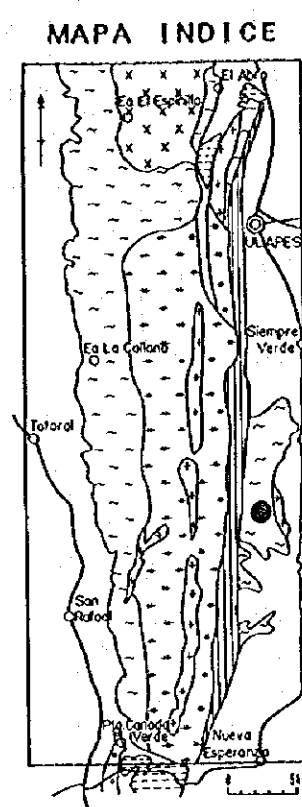
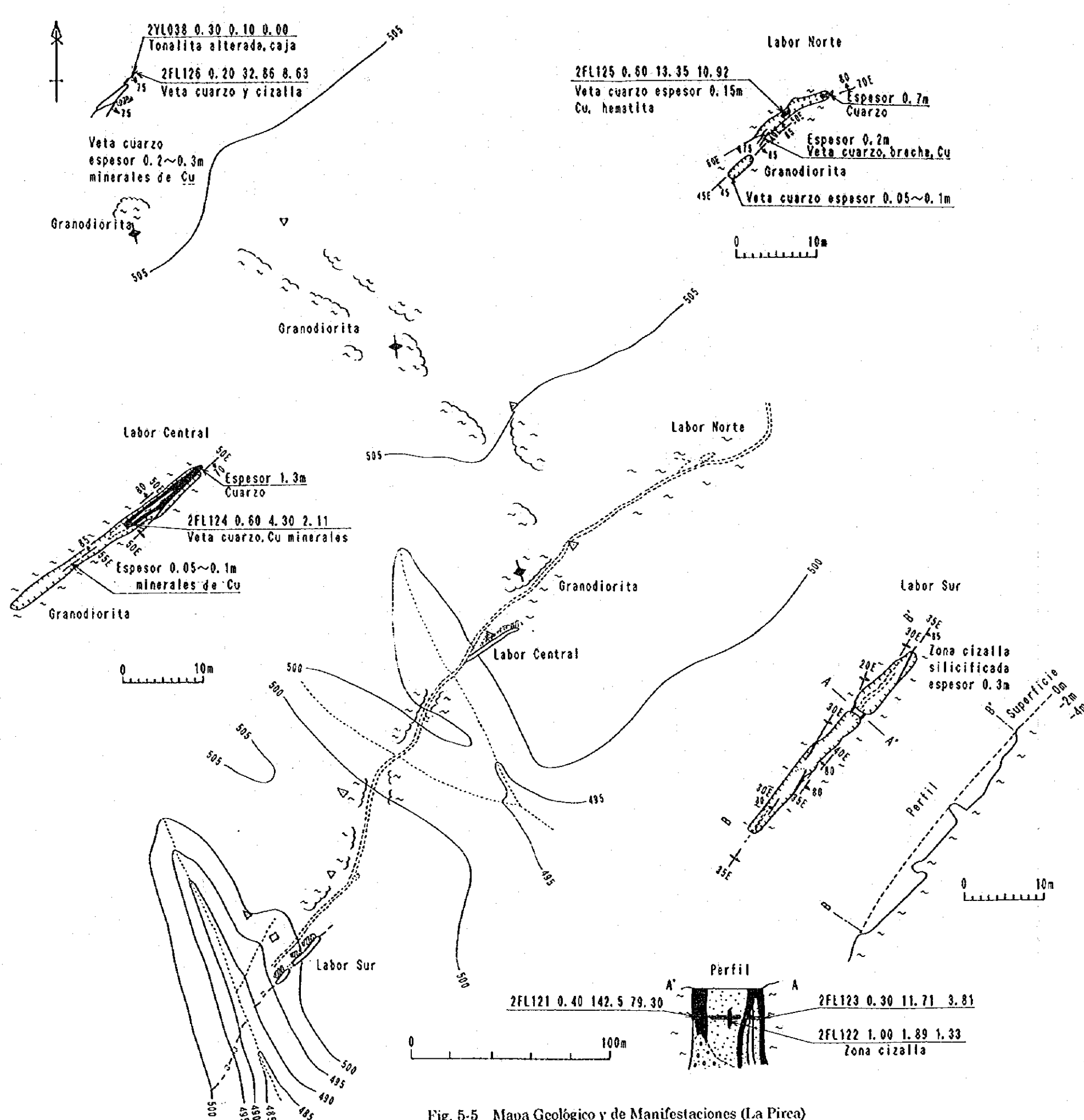
No. 5

Nombre	La Pirça (Fig. 5-5)																								
Ubicación	31° 45' 18.2" S      66° 15' 21.4" W																								
Geología	<p>Las manifestaciones se distribuyen dentro de la cizalla en la facies migmatíticas de la Formación Chepes.</p> <table border="1" data-bbox="558 672 1197 851"> <thead> <tr> <th>Veta</th> <th>RUMBO</th> <th>BUZAMIENTO</th> <th>ESPESOR (m)</th> <th>LONGITUD (m)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Labor Norte</td> <td>N50°E</td> <td>85°NW</td> <td>0.1-0.7</td> <td>50</td> </tr> <tr> <td>Labor Central</td> <td>N50°E</td> <td>70°SE-90°</td> <td>0.5-1.3</td> <td>30</td> </tr> <tr> <td>Labor Sur</td> <td>N20°-35°E</td> <td>90°</td> <td>1.7</td> <td>501</td> </tr> </tbody> </table> <p>Con excepción de las vetas arriba mencionadas, al noroeste de estas manifestaciones, aproximadamente a 400m., se reconoce otra veta de cuarzo casi del mismo rumbo. Según el análisis por difracción de rayos X de la muestra tomada dentro de la zona de cizalla se determinó muscovita, sericita y calcita como minerales de alteración.</p>	Veta	RUMBO	BUZAMIENTO	ESPESOR (m)	LONGITUD (m)	Labor Norte	N50°E	85°NW	0.1-0.7	50	Labor Central	N50°E	70°SE-90°	0.5-1.3	30	Labor Sur	N20°-35°E	90°	1.7	501				
Veta	RUMBO	BUZAMIENTO	ESPESOR (m)	LONGITUD (m)																					
Labor Norte	N50°E	85°NW	0.1-0.7	50																					
Labor Central	N50°E	70°SE-90°	0.5-1.3	30																					
Labor Sur	N20°-35°E	90°	1.7	501																					
Temperatura de Homogeneización de Inclusión Flúida	<p>La temperatura promedio de la muestra de cuarzo tomada de la Labor Sur es 239°C.</p>																								
Mineral	<p>A simple vista se reconoció pirita, hematita, limonita, malaquita y granos diminutos de oro nativo. Según la observación por microscopio de la muestra se reconocieron granos de oro nativo (diámetro:150<math>\mu</math>) distribuidos y concentrados dentro del cuarzo. El resultado de la prueba de EPMA de estos granos de oro fué el siguiente: Se aclaró que comparativamente están compuestos de Au:Ag=64:36, Au:Ag=86:14 de electrum. El mineral de color gris existente entre la misma muestra se analizó por medio de EPMA y se observó que es un mineral compuesto de Bi(86%), Cu(11%), Au(1.3%), Te(0.5%) etc. Pero su nombre no fue aclarado.</p>																								
Yacimiento	<p>El resultado del análisis de las muestras tomadas por el presente estudio es el siguiente:</p> <table border="1" data-bbox="510 1702 1244 1881"> <thead> <tr> <th>LUGAR</th> <th>LONGITUD (m)</th> <th>ESPESOR (m)</th> <th>Au (g/t)</th> <th>Ag (g/t)</th> <th>(Au MAXIMO · ESPESOR) (g/t) (m)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Labor Norte</td> <td>20</td> <td>0.6</td> <td>13.35</td> <td>10.92</td> <td>( 13.35 · 0.6)</td> </tr> <tr> <td>Labor Central</td> <td>20</td> <td>0.6</td> <td>4.30</td> <td>2.11</td> <td>( 3.30 · 0.6)</td> </tr> <tr> <td>Labor Sur</td> <td>30</td> <td>1.7</td> <td>14.94</td> <td>20.11</td> <td>(142.50 · 0.4)</td> </tr> </tbody> </table>	LUGAR	LONGITUD (m)	ESPESOR (m)	Au (g/t)	Ag (g/t)	(Au MAXIMO · ESPESOR) (g/t) (m)	Labor Norte	20	0.6	13.35	10.92	( 13.35 · 0.6)	Labor Central	20	0.6	4.30	2.11	( 3.30 · 0.6)	Labor Sur	30	1.7	14.94	20.11	(142.50 · 0.4)
LUGAR	LONGITUD (m)	ESPESOR (m)	Au (g/t)	Ag (g/t)	(Au MAXIMO · ESPESOR) (g/t) (m)																				
Labor Norte	20	0.6	13.35	10.92	( 13.35 · 0.6)																				
Labor Central	20	0.6	4.30	2.11	( 3.30 · 0.6)																				
Labor Sur	30	1.7	14.94	20.11	(142.50 · 0.4)																				









REFERENCIAS

- x x x  
x x x Facies Porfiroidea
  - ~ ~ ~ Facies Migmatita
  - \* \* \*  
\* \* \* Facies Normal
  - / / / Veta Cuarzo
  - / / / Zona Cizalla
  - - - Foliación
  - / / / Destape
- ] Formación Chepas

No.	Potencia (m)	Ley de Oro y Plata (g/t)	( JICA/MMAJ )
2FL001	0.3	0.07 0.11	

Fig. 5-5 Mapa Geológico y de Manifestaciones (La Pirca)



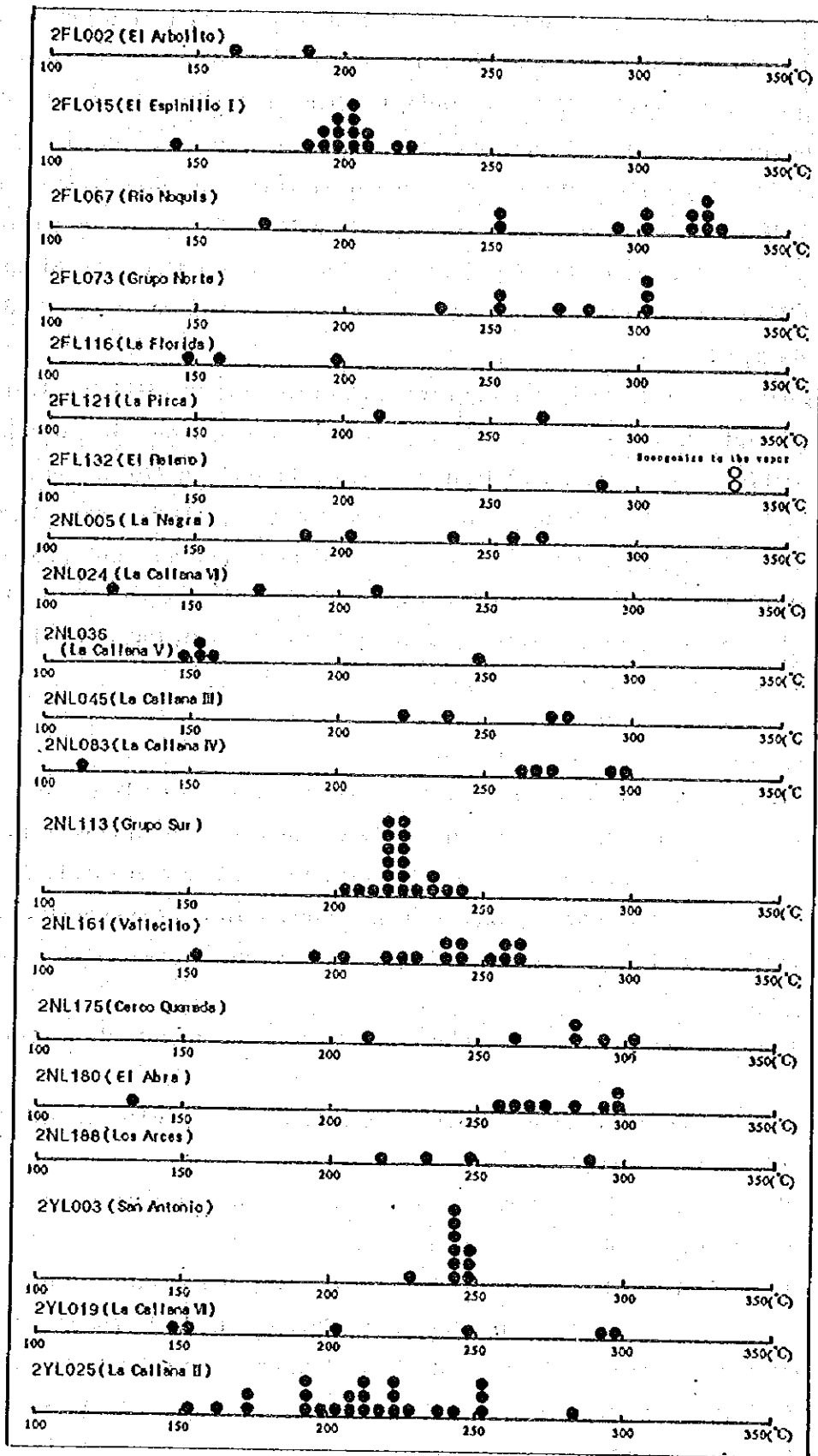


Fig. 6 Histograma de Temperatura de Homogeneización de Inclusión Fluida (La Rioja)

La temperatura de homogeneización de inclusión fluida dentro del yacimiento aurífero epitermal muestra por lo general rangos desde 200°C hasta 270°C aproximadamente. En el presente estudio, la temperatura de homogeneización de inclusión fluida obtenida, de las muestras tomadas, en algunas, llegó a alcanzar completamente los 271°C, entre estas se encuentra la muestra de la veta cuarzo de las pegmatíticas, tomada en la parte oeste de El Retamo. Entre las que pasaron de más de 271°C están las de Río Noquis, Grupo Norte y Cerco Quemada. El Arbolito, El Espinillo I, La Florida y La Callana V presentan la temperatura promedio por debajo de 200°C.

Las muestras que superaron la temperatura promedio de 271°C, mostraron ley de oro, excepto el Grupo Norte, de 8.97g/t. Las manifestaciones con contenido de oro algo elevado, cuyo rango de temperatura es de 201°C a 270°C, son la Veta 4 de La Callana III con una ley promedio de 11.27g/t, La Pirca con 11.97g/t y Vallecito con 8.95g/t. La ley de oro de las manifestaciones de valor promedio de temperatura de homogeneización por debajo de 200°C son baja para El Arbolito con 3.80g/t y elevada tendencia para El Espinillo II con 7.25g/t, Cuesta de la Florida de 38.58g/t y La Callana V de 46.39g/t.

#### 1-1-5 Resultados de los Estudios Geológicos

Según los resultados del estudio geológico y el análisis de laboratorio de los minerales, para cada una de las manifestaciones, se muestran en el Cuadro 11, las características y dimensiones de las vetas principales, la ley promedio de oro de las vetas, la temperatura de homogeneización inclusión fluida y las consideraciones y evaluación. En la presente área las manifestaciones poseen las siguientes características:

(1) Casi todas las manifestaciones se encuentran dentro de la Formación Chepes.

(2) El rumbo de las vetas coincide con el sistema de lineamiento NW-SE y su buzamiento es muy abrupto.

(3) El espesor de las vetas va de unos centímetros a unos metros. Gran parte de ellas tienen de 0.5m a 1.5m de espesor.

(4) Las vetas están dentro de la zona de cizalla con contenido de arcilla y los minerales de oro muestran una estrecha relación con el cuarzo. El cuarzo que está dentro de la zona de cizalla es de forma lenticular de color lechoso.

(5) A simple vista, el mineral de oro aparece, en muchos lugares, entre los óxidos de cobre y hierro.



Cuadro 11 Cuadro General de las Manifestaciones (La Rioja)

	Nombre	Caja de veta	V e t a				L e y				Temperatura homogeneización (°C)	Consideración
			Rumbo	Buzamiento	Ancho (m)	Longi- tud (m)	Au (g/t)	Ag (g/t)	Au max. (g/t)	Ancho (m)		
1	El Arbolito	Facies Porfiroidea	N65°W	60°W-90°	0.67	240	3.80	-	19.7,	1.0	167-187	Una veta pequeña
2	San Antonio	Facies Porfiroidea	N48°W	50°-55°SW	0.75	40	-	-	0.16,	2.5	225-249	Escala pequeña y baja ley
3	El Espinillo II	Facies Normal	N60° -80°W	70°S	1.12	170	12.70	22.50	177.0,	1.3		Zona de alta ley cerca de pique 2 Requiere estudio en zona de extensión y bajo nivel 664m
4	El Espinillo I	Facies Migmatítica	N45°W	70°SW	0.69	300	7.25	7.30	110.00,	0.25	142-220	Requiere estudio de superficie y bajo ésta
5	La Negra	Facies Porfiroidea	N55°W	90°	0.25	17	-	-	0.18,	0.2	189-267	Escala pequeña y baja ley
6	La Marta	Facies Migmatítica	N15°W	70°W	0.30	50	-	-	4.17,	0.3		Escala pequeña
7	El Abra I + II	Facies Migmatítica	N30°E	65°SE-90°	0.95	550	-	-	0.06,	0.4	134-298	Ley baja
8	El Indio	Facies Migmatítica	EW	60°S	1.00	?	-	-	0.02,	2.0		Escala pequeña y baja ley
9	La Tierrita Colorado	Facies Migmatítica	EW	70°S	0.50	7	-	-	1.51,	0.35		Escala pequeña y baja ley
10	La Pastora	Migmatitas Ulapes	N25°E	45°S	1.50	?	-	-	6.13	1.7		Faltan detalles
11	Cuesta de la Florida	Facies Normal	N80°W	70°S	0.28	150	38.58	15.70	82.20,	0.25	147-197	Escala pequeña pero con muestra de alta ley Requiere estudio detallado de superficie
12	La Callana V	Facies Migmatítica	N50°W	80°NE	0.80	300	46.39	62.88	87.30,	0.8	149-249	Existe ley alta Requiere estudio detallado de la veta intermitente
13	La Callana III	Facies Mig. Veta 1	N45°W	70°SW-80°NE	1.37	200	6.69	26.14	98.00,	0.5		Vetas reunidas de escala y ley buenas dentro del área de presente estudio
		Facies Mig. Veta 2	N55°W	80°SE	0.90	80	6.00	286.00	6.00,	0.9		
14	La Callana VI	Facies Mig. Veta 3	N60°W	70°NE-90°	0.66	170	4.58	45.35	16.00,	1.1		Requiere nuevo estudio de profundidad y extensión de las vetas
		Facies Mig. Veta 4	N40°W	70°-80°SW	0.66	500	11.27	63.34	40.35,	0.5	220-276	
15	La Callana IV	Facies Mig. Veta 5	N40°W	?	0.39	130	10.70	69.72	21.00,	0.4		Requiere estudio detallado de la veta intermitente
		Facies Mig. Veta 6	N25°-65°W	70°SW-90°	0.64	550	3.68	12.14	42.00,	0.5	110-297	
		Facies Mig. Veta 7	N40°W	70°NE	0.30	40	6.83	17.87	6.83,	0.3		
16	La Callana VII	Facies Migmatítica	N25°W	70°-85°N	1.50	800	-	-	0.28,	0.7	121-299	Ley baja
17	La Callana II	Facies Migmatítica	N40°W	65°-70°NE	1.00	?	-	-	6.50,	0.35	150-283	Requiere estudio detallado de la veta intermitente
18	Brava	Facies Migmatítica	N35°W	90°	1.00	30	-	-	5.16,	1.0		Requiere estudio detallado de la veta intermitente Faltan detalles
19	Grupo Norte	Facies Normal	N80°E	80°N	0.38	15	8.97	44.40	25.70,	0.25	234-302	Escala pequeña pero con muestra de alta ley
20	Rio Noquis	Facies Normal	N52°E	80°NW	0.45	50	-	-	3.45,	1.0	170-325	Escala pequeña y baja ley
21	Grupo Sur	Facies Migmatítica	N45°W	90°	1.10	200	3.52	31.02	11.50,	1.2	200-240	Requiere estudio detallado de la parte noroeste y sureste Existen vetas ramificadas
22	San Rafael	Facies Migmatítica	N20°W	80°SE	?	?	-	-	0.04,	-		Pegmatítica, baja ley
23	La Chilca	Granito Asperezas	N65°W	90°	0.50	?	-	-	7.12,	0.3		Escala pequeña
24	Vallecito	Facies Normal	N55°W	90°	0.45	100	8.95	7.15	131.00,	0.25	151-264	Existe alta ley y requiere estudio en zona de extensión
25	Cerco Quemada	Facies Normal	N75°E	70°NW	0.70	100	-	-	1.00,	0.6	210-301	Escala pequeña y baja ley
26	Portezuelo	Facies Normal	N5°E	90°	1.00	?	-	-	0.08,	2.0	218-287	Pegmatítica, baja ley
27	Faldeo Oriental	Facies Normal	N50°W	90°	0.30	30	0.00	0.11	0.00,	0.3		Manifestación de tungsteno y escala pequeña
28	La Pirca	Facies Migmatítica	N35°E	90°	1.70	30	11.94	20.11	142.50,	0.4	211-266	Existe alta ley, requiere estudio subterráneo y de superficie
29	El Cerco	Facies Migmatítica	40°-75°E	75°N	0.30	50	11.55	0.94	33.40,	0.1		Existe alta ley, requiere estudio detallado
30	Veta Ortiz	Facies Migmatítica	N70°E	70°N-90°	1.50	50	16.10	484.70	16.10,	1.5		Existe alta ley, requiere estudio detallado

※Intermitente





(6) El resultado de la prueba de EPMA de los minerales auríferos muestra que gran cantidad del oro es electrum.

(7) Muchas de las vetas se distribuyen sobre los lineamientos de dirección NW-SE. Especialmente, en los alrededores de Las Callanas existen dos lineamientos paralelos dentro de los cuales, a lo largo de 3km a 5km se encuentran distribuidas las manifestaciones minerales.

(8) Se supone que las rocas ígneas de Granito Asperezas tiene relación con la mineralización.

(9) Se supone que la mineralización ocurre en el intervalo que va desde el Ordovícico inferior ( $472.11 \pm 4.12\text{Ma}$ ), cuando se produce la intrusión de las rocas de Granito Asperezas, hasta el Carbónico.

(10) La alteración de la roca madre acompañada de mineralización es muy débil y casi no se aprecia.

(11) Según los resultados de la medición de la temperatura de homogeneización de inclusión fluida, en la actualidad la temperatura de cristalización del cuarzo en la cercanía de la superficie está en el rango de  $121^{\circ}\text{C}$  a  $332^{\circ}\text{C}$ .

(12) Existe una tendencia en la relación entre la temperatura de homogeneización de la inclusión fluida y el contenido de oro, que viene dada por: a temperaturas mayores de  $271^{\circ}\text{C}$  el contenido de oro es poco; en el intervalo entre  $270^{\circ}\text{C}$  a  $201^{\circ}\text{C}$  el contenido se vuelve algo mayor y para temperaturas por debajo de  $200^{\circ}\text{C}$  el contenido se hace mayor.

#### 1-1-6 Examen

A partir de las características de los yacimientos de oro y plata del área La Rioja se hacen las siguientes suposiciones:

(1) La distribución de muchas vetas está controlada por el sistema de lineamiento NW-SE. De estos lineamientos, una dirección está dada por el sistema N-S de movimiento de las fallas que produce la zona de cizalla, debido a lo cual se suponen actúan las fuerzas de extensión que crean las fisuras. La mineralización se supone se localiza siguiendo estas fisuras de la zona de cizalla.

(2) Se supone que generalmente la temperatura de homogeneización de inclusión fluida de los yacimientos auríferos epitermales está por debajo de los  $270^{\circ}\text{C}$ . En esta área a excepción de las manifestaciones dentro de las pegmatitas y en los alrededores del Granito Asperezas, la temperatura media está por debajo de los  $270^{\circ}\text{C}$ , y se piensa que en la parte profunda la temperatura aumenta, pero

teniendo la expectativa de que hacia abajo se continúe.

Por todo lo mencionado anteriormente, de aquí en adelante se espera un nuevo estudio para aclarar la potencialidad de las manifestaciones que mencionaremos a continuación:

(1) La manifestaciones que muestran vetas de alta ley de oro (más de 10g/t promedio) y se prolongan por más de 30m.

LUGAR	Au(PROMEDIO) (g/t)	Au(MAXIMO) (g/t)
El Espinillo II	12.70	177.00
La Florida	35.58	82.20
La Callana V	46.39	87.30
Las Callanas		
Veta 4	11.27	40.35
Veta 5	10.70	21.00
La Pirca	11.94	142.50
El Cerco	11.55	33.40
Veta Ortiz	16.10	16.10

(2) Con excepción de las manifestaciones anteriores, las vetas de escala pequeña pero tienen una alta ley de oro son:

LUGAR	Au(PROMEDIO) (g/t)	ESPESOR (m)
El Espinillo I	177.00	1.3
La Callana VI Veta 1	98.00	0.5
Vallecito	131.00	0.25

## 1-2 Estudios por Perforación

Las manifestaciones Las Callanas (incluyendo La Callana V) y La Pirca fueron estudiadas por perforación, en los lugares más prometedores, siguiendo los resultados del análisis conjunto de la información existente a partir de las investigaciones geológicas, geoquímicas y geofísicas.

### 1-2-1 Generalidades del Estudio

Los trabajos de perforación se ejecutaron con un equipo que emplea la

compañía GEOTEC BOYLES BROS. S.A. de la República de Chile. El equipo perforador utilizado fue el modelo L-44 de la compañía LONGYEAR, está montado sobre un camión, para el transporte del agua de perforación se usó un camión cisterna de 10m<sup>3</sup> de capacidad. Para la construcción de caminos, nivelación y acondicionamiento de los lugares a perforar, así como los laboreos mineros se realizaron con topadora.

El método de perforación empleado fue el de cable sacatestigos ("wire-line"), para garantizar la eficiencia y la recuperación de testigos. Para cada uno de los pozos se muestran sus generalidades en el Cuadro 12.

**Cuadro 12 Generalidades de las Perforaciones (La Rioja)**

Perforación (Manifestación)	Longitud perforada(m)	Inclinación	Rumbo
(Fase II)			
MJAL- 1 (Las Callanas)	150.85m	-45°	45°
MJAL- 2 (Las Callanas)	120.00m	-45°	225°
MJAL- 3 (Las Callanas)	165.15m	-45°	45°
MJAL- 4 (Las Callanas)	160.45m	-45°	45°
MJAL- 5 (Las Callanas)	137.65m	-45°	225°
MJAL- 6 (Las Callanas)	138.10m	-50°	225°
Sub total	(872.20m)		
(Fase III)			
MJAL- 7 (La Callana V)	104.60m	-45°	N40°E
MJAL- 8 (La Pirca)	130.00m	-50°	N45°W
MJAL- 9 (La Pirca)	150.05m	-55°	N45°W
MJAL-10 (La Pirca)	120.00m	-55°	N45°W
Sub total	(504.65m)		
<b>Total</b>	<b>1,376.85m</b>		

**1-2-2 Resultados del Estudio (Apéndice A Sección Geológica)**

**(Las Callanas)**

La geología y la ubicación de las perforaciones se muestran en la Fig. 7. La mineralización de oro y plata de los lugares en que se observó, se presentan en el Cuadro 13.





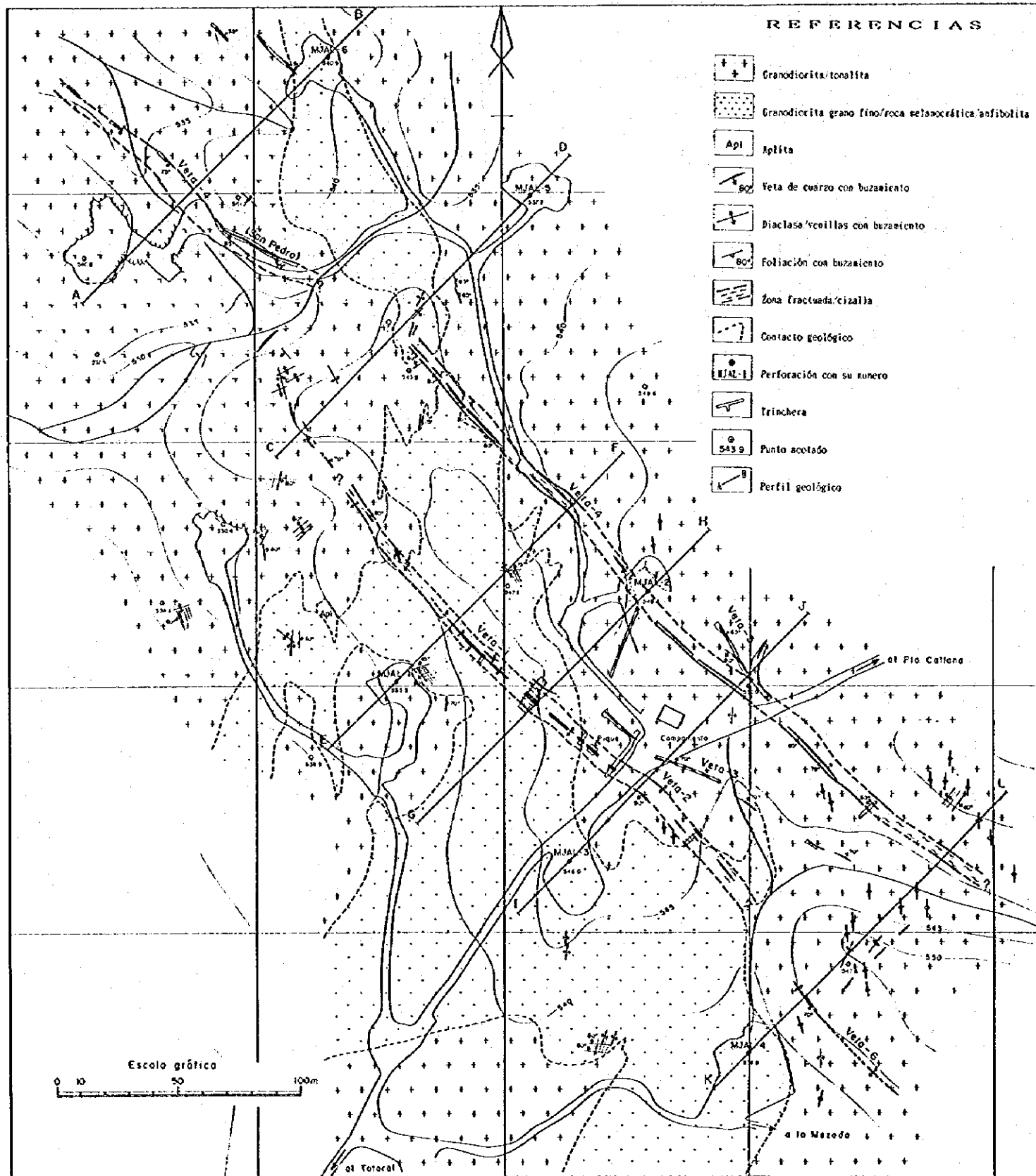


Fig. 7 Mapa Geológico y de Ubicación de Pozos (Las Callana)



Cuadro 13 Características de la Mineralización (Las Callanas)

Profundidad (m)	Espe-sor(m)	Au (g/t)	Ag (g/t)	Minerales
M J A L - 1 (Veta-4)				
133.20-135.05(1.85)	1.31	0.86	12.87	limonita, goethita, hematita electrum
139.80-141.10(1.30)	0.92	1.00	14.27	goethita, limonita, pirita calcopirita
143.80-144.20(0.40)	0.28	0.27	35.57	pirita
M J A L - 2 (Veta-4)				
1.20- 3.20(2.00)	1.41	0.39	1.10	hematita
8.80- 10.10(1.30)	0.92	0.20	15.27	hematita
10.60- 11.00(0.40)	0.28	0.33	2.30	hematita
(sin nombre)				
49.50- 49.90(0.40)	0.28	0.13	2.86	goethita, hematita, limonita galena, calcopirita, pirita
(Veta-3)				
67.40- 68.45(1.05)	0.74	1.10	26.20	goethita, limonita, pirita
(Veta-1)				
75.70- 76.50(0.80)	0.57	0.66	1.50	hematita
84.60- 85.60(1.00)	0.71	0.46	4.80	hematita
86.20- 87.90(1.70)	1.20	0.80	3.66	goethita, limonita, pirita oro nativo
M J A L - 3 (sin nombre)				
5.00- 5.10(0.10)	0.07	0.13	1.80	
(Veta-1)				
58.40- 64.20(5.80)	4.10	0.13	-	hematita, limonita
71.65- 72.70(1.05)	0.74	0.33	1.30	limonita, pirita
(Veta-4)				
140.80-142.75(1.95)	1.38	0.27	-	hematita
143.90-144.50(0.60)	0.42	24.30	61.10	hematita, limonita, energita digenita
156.90-161.50(4.60)	3.25	0.66	2.35	pirita, hematita
M J A L - 4 (Veta-6)				
38.20- 41.20(3.00)	2.12	0.87	-	hematita
50.10- 52.00(1.90)	1.34	0.38	2.93	hematita
(Veta-4)				
145.00-149.00(4.00)	2.83	0.95	5.90	cuprita, energita, pirita electrum
150.40-154.40(4.00)	2.83	0.36	4.56	hematita, pirita
156.10-158.10(2.00)	1.41	0.30	2.76	hematita, pirita
M J A L - 5 (sin nombre)				
45.90- 46.90(1.00)	0.71	0.56	19.14	galena, cerusita, digenita coveline
92.50- 92.90(0.40)	0.28	-	5.00	pirita
M J A L - 6 (Veta-4)				
112.65-114.20(1.55)	1.00	9.11	28.59	cuprita, limonita, tenorita calcopirita, oro nativo
115.30-116.00(0.70)	0.45	0.53	30.30	hematita, limonita
117.70-119.30(1.60)	1.03	2.00	12,53	limonita, oxidas de cobre tenorita



(La Callana V)

La geología y la ubicación de las perforaciones se muestran en la Fig. 8. La mineralización de oro y plata de los lugares en que se observó, se presentan en el Cuadro 14.

**Cuadro 14 Características de la Mineralización (La Callana V)**

Profundidad (m)	Espe- sor(m)	Au (g/t)	Ag (g/t)	Minerales
M J A L - 7 (Veta Principal)				
77.70- 77.90(0.20)	0.14	2.00	5.92	hematita
80.30- 82.70(2.40)	1.70	0.09	1.85	hematita
88.40- 88.70(0.30)	0.21	0.09	1.07	

(La Pirca)

La geología y la ubicación de las perforaciones se muestran en la Fig. 9. La mineralización de oro y plata de los lugares en que se observó, se presentan en el Cuadro 15.

**Cuadro 15 Características de la Mineralización (Las Pirca)**













Profundidad (m)	Espe- sor(m)	Au (g/t)	Ag (g/t)	Minerales
M J A L - 8 (sin nombre)				
8.50- 8.55(0.05)	0.03	17.1	27.6	limonita, oro nativo pirita, digenita
85.60- 85.65(0.05)	0.03	0.01	3.26	
105.70-105.75(0.05)	0.03	0.01	3.31	
M J A L - 9 (Labor Central)				
81.90- 82.80(0.90)	0.52	1.80	3.23	

### 1-3 Consideraciones

(Las Callanas)

De acuerdo a los resultados de los estudios por perforación de los 6 pozos, el área presenta mineralización de oro y plata como se muestra en el Cuadro 13. Las zonas de cizalla relacionadas con las Veta-1 y Veta-4, contenidas en esta manifestación, se comprobó que poseen un espesor horizontal, en los afloramientos, de aproximadamente 10m para la Veta-1 y de 7m para la Veta-4. El espesor horizontal, comprobado mediante las perforaciones, de las zonas de cizalla vinculadas con las Veta-1 y Veta-4, es para ambas de entre 10m y 15m. De los

REFERENCIAS

-  Gneodiorita/tonalita
-  Gneodiorita grano fino/roca metamórfica/anfífolita
-  Aplita
-  Veta de cuarzo con buzamiento
-  Diaclasas/veuillas con buzamiento
-  Polución con buzamiento
-  Zona fracturada/cizalla
-  Contacto geológico
-  Perforación con su número
-  Trincheros
-  Punto acotado
-  Perfil geológico

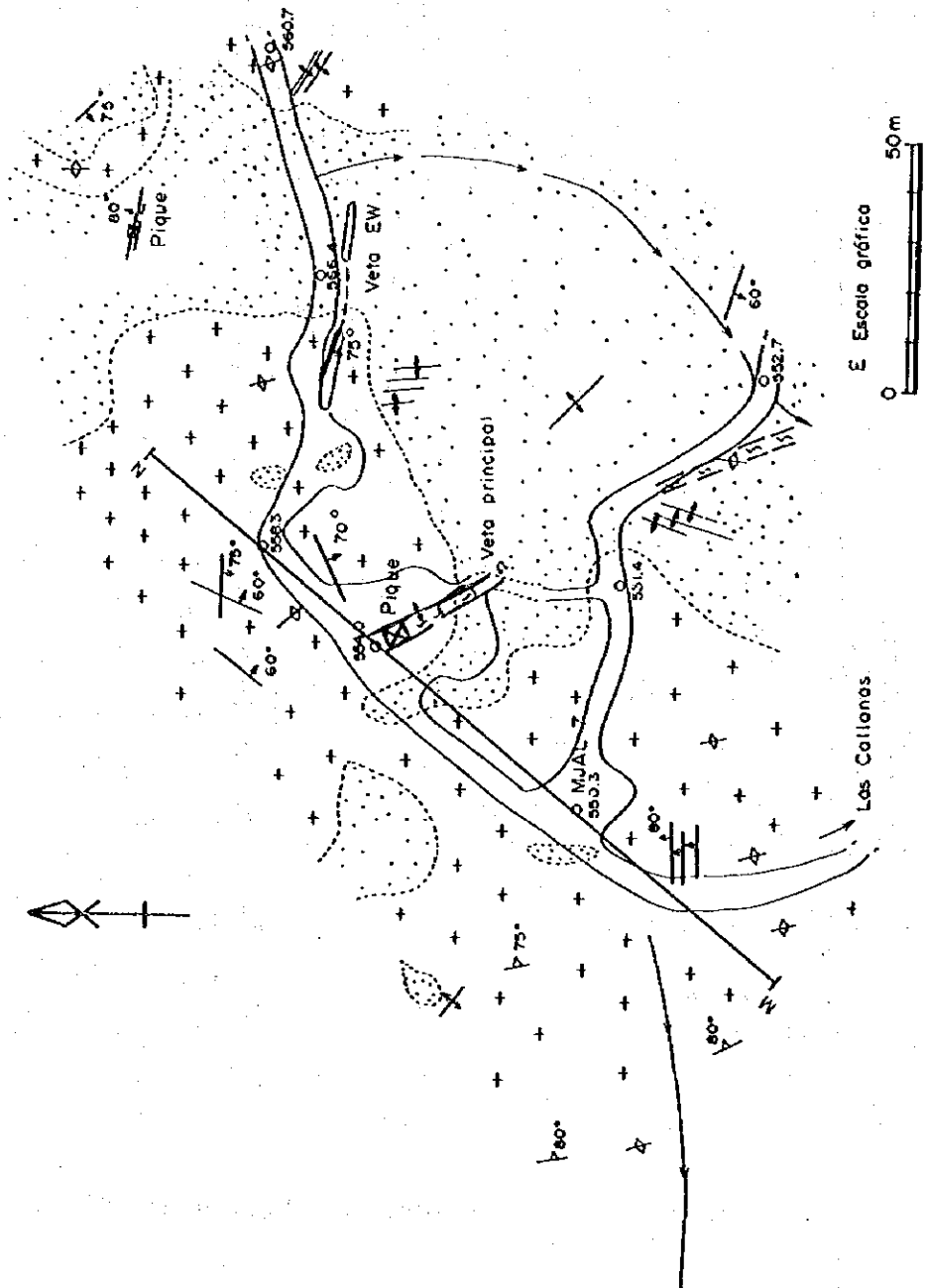


Fig. 8 Mapa Geológico y de Ubicación de Pozos (Las Callanas V)

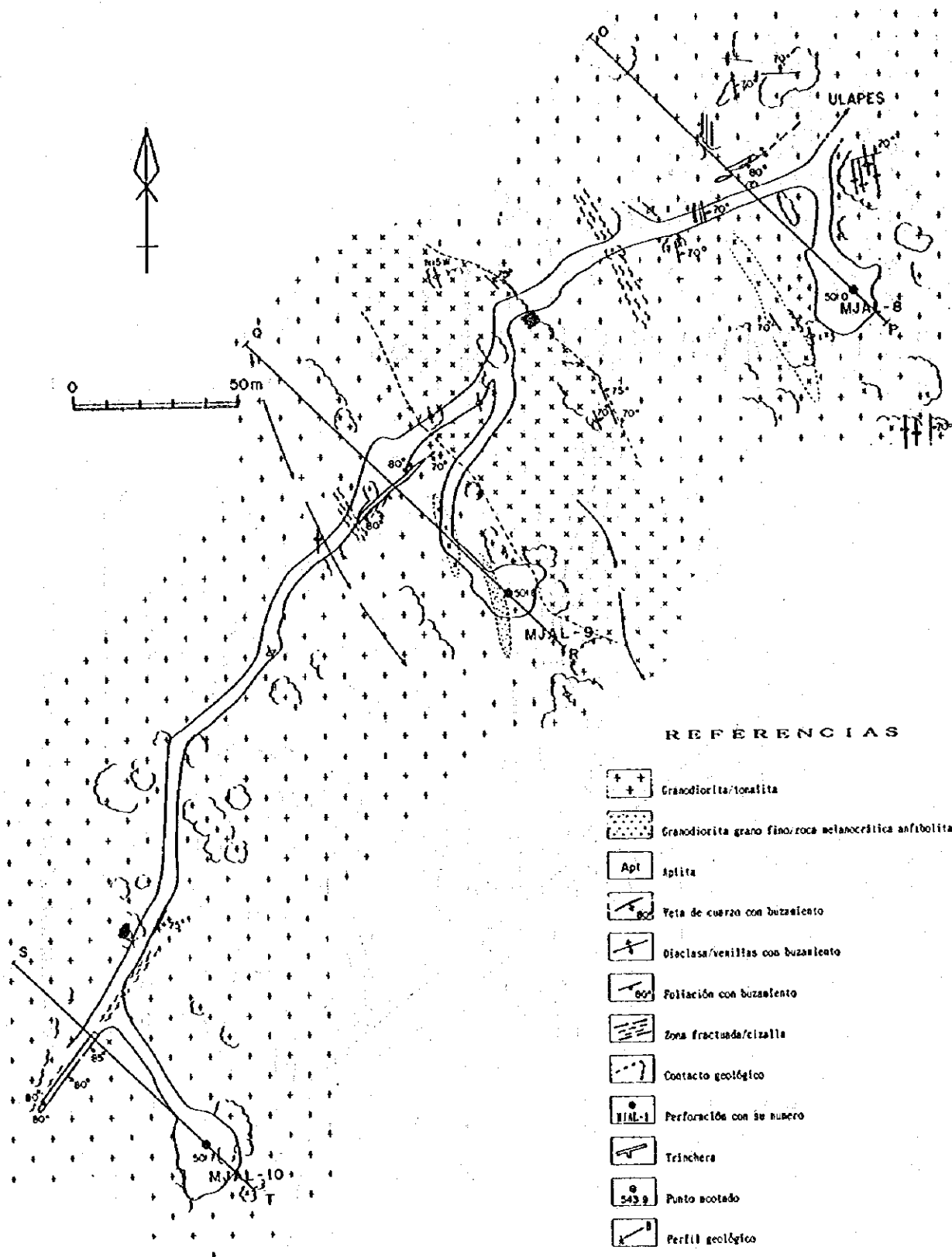


Fig. 9 Mapa Geológico y de Ubicación de Pozos (La Pirca)

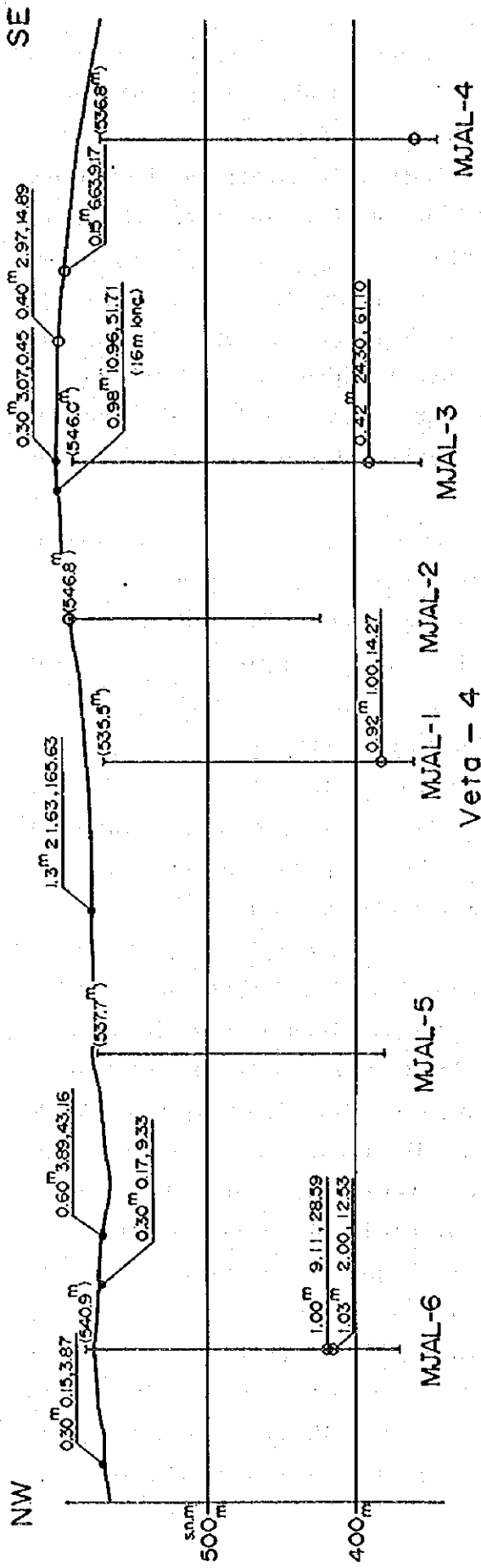
resultados anteriores se pudo inducir que la estructura de las zonas de cizalla con las que se asocia la mineralización de las Veta-1 y Veta-4 poseen un rumbo noroeste-sureste con inclinación casi vertical.

Se comprobó además que la mineralización se presenta en el intervalo comprendido entre la superficie y los 100m de profundidad. La ocurrencia de oro y plata observada en el área es de 2 tipos: el primer tipo, cerca de la superficie, es por enriquecimiento secundario dentro de las fisuras del cuarzo. El segundo tipo de ocurrencia, observado en los testigos de perforación, viene dado por la presencia de granos de electrum de 5 a 10 micras de diámetro en el interior del cuarzo. De la perforación MJAL-3, en la muestra tomada de la profundidad de 143.60m se describen algunos granos de electrum diseminados, en la zona de abundante hematita y limonita.

Según los resultados de las perforaciones, en las Veta-1 y Veta-4, se comprobó que la mineralización es continua desde la superficie hasta la profundidad de 100m. También se detectó que la mineralización de oro con una ley mayor que 1g/t en las Veta-1 y Veta-4 se localiza en su totalidad en 5 lugares (Fig. 10). De estos lugares los más representativos son: en la perforación MJAL-3, en el intervalo de profundidad entre los 143.90m y los 144.50m correspondiente a la Veta-4 (espesor horizontal 0.42m, ley de oro de 24.30g/t, ley de plata de 61.10g/t) y en la perforación MJAL-6, en el intervalo de profundidad entre los 112.65m y los 114.20m, correspondiente a la Veta-4 (veta San Pedro, espesor horizontal 1m, ley de oro de 9.11g/t, ley de plata de 28.59g/t).

De los resultados de la Fase I se conoce que la temperatura de homogeneización de inclusión fluida del cuarzo de la Veta-4 oscila entre 220°C y los 276°C con una media de 252°C. En general, esta temperatura se supone es la de precipitación del oro, inclusive a unos 100m de profundidad por debajo de la veta se observa mineralización, por lo que la temperatura de homogeneización de inclusión fluida, casi no aumenta con la profundidad, por esto se supone que son estas las condiciones de precipitación del oro. Pero de acuerdo a los contenidos de oro en los testigos de perforación, dentro del propio cuarzo existen partes mineralizadas y partes no mineralizadas, por lo que aun quedan dudas con relación a la continuidad de la mineralización aurífera.

De acuerdo a los resultados de la descripción de los afloramientos y los testigos de perforación se llegó a obtener los espesores de la zona mineralizada con oro y plata de alta ley, pero debido a la enorme diferencia en profundidad entre la mineralización observada en superficie y la observada en el pozo, no se



REFERENCIAS

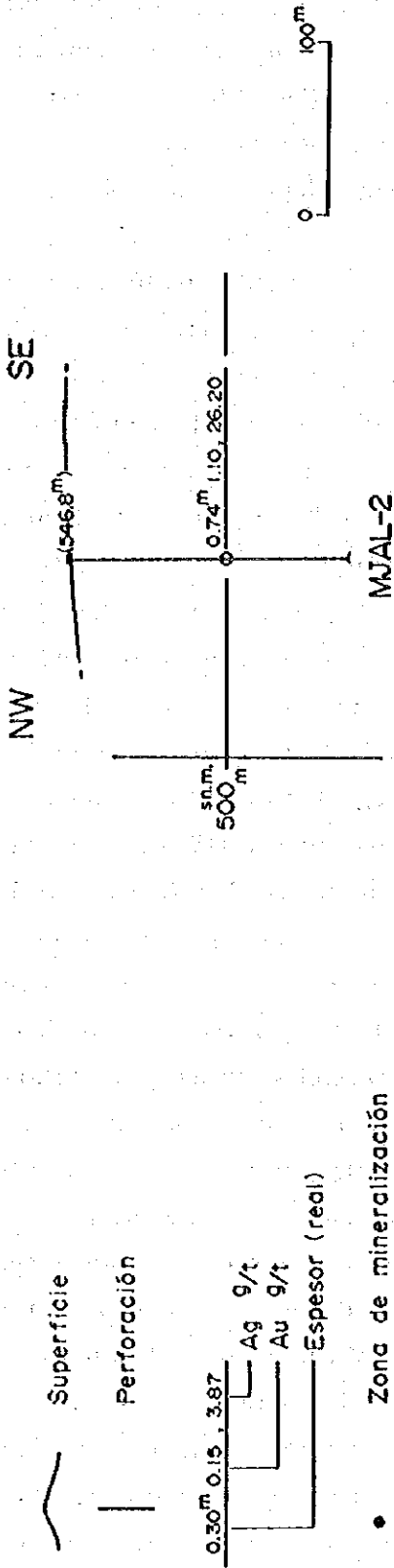


Fig. 10 Manifestaciones Principales de Alta Ley (Las Callanas)

pudo realizar el cálculo de reserva correspondiente a este yacimiento. No obstante, se puede afirmar que la manifestación de Las Callanas representa una zona de elevada potencialidad para la existencia de alta ley de minerales auríferos.

(La Callana V)

A partir de los resultados de las investigaciones precedentes se conocen las condiciones de la mineralización, en la parte superficial, dentro de la zona de cizalla de aproximadamente 5m de ancho se observa una veta mineral de cuarzo con hematita de 0.8m de ancho, en la cual la ley de Au es de 46.39g/t y la ley de Ag es de 62.85g/t (media de 2 muestras), su prolongación alcanza 20m o más.

Del estudio por perforación se conoció la existencia de una zona de cizalla en el intervalo de profundidad de 74.60m a 88.70m, dentro del cual el intervalo entre 77.70m y 78.40m (aproximadamente 5m de ancho) presenta una baja ley de 1.33g/t para Au y de 2.93g/t para Ag.

Teniendo en consideración lo anteriormente mencionado se supone que en la veta La Callana V, la mineralización se extiende por lo menos (pudiera ser intermitente ?) desde la superficie hasta los 60m de profundidad. Dentro de las muestras de cuarzo tomadas en superficie para el análisis de la temperatura de homogeneización de inclusión fluida se obtuvo una media de 171°C, que representa, en comparación, un valor de temperatura más bajo que los obtenidos en la Veta-4 de Las Callanas de 220°C a 276°C (media 252°C), por esta razón se puede decir que hasta la profundidad de alrededor de los 100m existe posibilidad de ocurrencia de mineralización aurífera en esta manifestación.

Los estudios por perforación de la presente fase revelaron vetas minerales de baja ley por lo que no se pudo realizar el cálculo de reserva. No obstante, al igual que en la manifestación Las Callanas, la continuidad de las vetas es algo dudoso todavía, pero la existencia de alta ley de minerales auríferos permite suponer que esta manifestación posee elevado potencial.

(La Pirca)

En esta manifestación se observan las vetas Labor Norte, Labor Central y Labor Sur, las cuales se encuentran desplazadas una con respecto a otra, extendiéndose de norte a oeste unos 400m, siendo el rumbo de las vetas NE-SW. Las anteriores vetas de esta manifestación, en la superficie, todas se localizan dentro de la zona de cizalla de ancho entre 1m y 2m, siendo el ancho de las vetas propiamente dichas, entre 0.3m y 1.7m y se prolongan entre 30m y 50m. En las vetas la ley de Au es bastante alta y oscila entre 4.30g/t y 14.94g/t. La temperatura de homogeneización de inclusión fluida dentro del cuarzo es de 239°C.

Del estudio por perforación, con el pozo MJAL-8 no se pudo comprobar la existencia de la prolongación de por debajo de la veta Labor Norte, pero dentro del intervalo de profundidad entre los 8.10m y 9.25m de granodiorita cizallada, se recuperó, en el testigo de perforación, 5cm de la veta de cuarzo aurífera (ley Au de 17.1g/t). El oro se presenta junto con vetillas de limonita dentro del cuarzo, con granos de diámetro entre 10 y 20 micras. En los pozos MJAL-9 y MJAL-10 se confirmó la zona de cizalla que se supone corresponde a la prolongación de la mineralización superficial, pero la misma presenta mineralización muy débil, por lo que no se pudo apreciar acumulación de oro y plata.

En esta fase, de los resultados de perforación, se aprecia que en general la mineralización es débil, con excepción del pozo MJAL-8 en el cual se observó vetas de cuarzo aurífero cerca de la superficie, todas las vetas superficiales se prolongan por el rumbo entre 30m y 50m, hacia abajo los pozos MJAL-9 y MJAL-10 evidencian zona de cizalla pero son de pequeñas dimensiones. Además, la temperatura de homogeneización de inclusión fluida es de 239° C en la parte superficial, la cual es muy cercana a la temperatura máxima de precipitación del oro. De todo lo expuesto anteriormente sobre la manifestación La Pirca se puede concluir que en la parte superficial existen vetas de alta ley de oro, pero la prolongación de estas a partir de alrededor de los 70m de profundidad presentan una mineralización débil, por lo que se supone que el potencial de existencia de mineral aurífero de alta ley es bajo.

## CAPITULO 2 AREA SALTA

### 2-1 Estudios Geológicos y Geoquímicos

#### 2-1-1 Generalidades geológicas

Los resultados geológicos se presentan en la Fig. 3, la geología y las características de las rocas se muestran en el Cuadro 16. De estas la columna estratigráfica esquemática se aprecian en la Fig. 11.

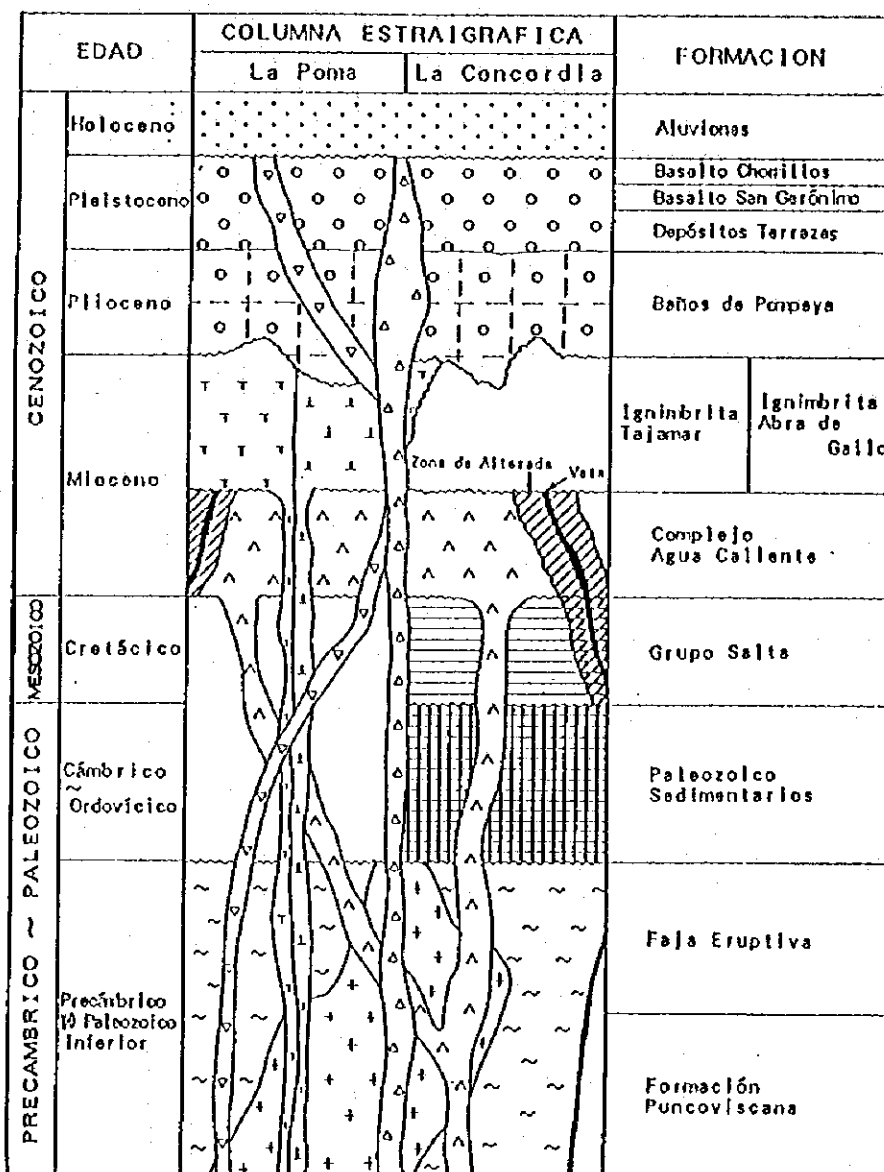


Fig. 11 Columna Estratigráfica Esquemática (Salta)







Cuadro 16 Resultados de los Estudios Geológicos (Salta)

1

Formación (Edad) y Distribución	Descripción
<p><b>Basalto Chorrillos (Pleistoceno)</b></p> <p>Se encuentra en Cerro Negro de Chorrillos. Edad de K-Ar: <math>0.25 \pm 0.08</math> Ma (Aguater, 1981)</p> <p><b>Basalto San Gerónimo (Pleistoceno)</b></p> <p>Se encuentra en Cerro San Gerónimo. Edad de K-Ar: <math>0.78 \pm 0.1</math> Ma (Aguater, 1981)</p> <p><b>Depósito de Terraza</b></p> <p>Se distribuye en la Vega de Acarzoque de la parte austral del área de estudio y en planicie que está hacia el sur del volcán Tuzgle.</p>	<p><b>Basalto Chorrillos</b></p> <p>Muestra claramente un color oscuro-negro y composición de basalto y/o andesita. El resultado de la observación microscópica presenta olivina, anfíbol alcalino, piroxeno y biotita. En la matriz de esta roca se observa feldespato alcalino, plagioclasa y minerales de opaco.</p> <p><b>Basalto San Gerónimo</b></p> <p>Muestra claramente un color rojo oscuro y negro. Constituye una colada más que una brecha volcánica. Según la observación microscópica, está formada por anfíbol, clinopiroxeno y minerales opacos. Parte de la matriz está constituida por plagioclasa, clinopiroxeno y otros minerales.</p> <p><b>Depósitos Terrazas</b></p> <p>Comprendida por los depósitos aterrazados de Pleistoceno integrados por conglomerados, areniscas y areniscas arcillosas. El buzamiento de estos depósitos es casi horizontal. Su espesor es de 100m. a 150m. en la parte oriental de la zona de estudio.</p>
<p><b>Formación Baños de Pompeya (Plioceno)</b></p> <p>Se distribuye en la parte oeste de San Antonio de los Cobres, La Concordia, la parte sur del volcán Tuzgle.</p> <p><b>Ignimbrita Abra de Calio (Mioceno superior)</b></p> <p>Se distribuye al sur de Incachule y en la vega de Tuzgle.</p>	<p><b>Formación Baños de Pompeya</b></p> <p>En su composición, se encuentran ignimbritas, piroclásticas y conglomerados. Su espesor máximo estimado está en alrededor de 100m (SM, 1985).</p> <p><b>Ignimbrita Abra de Calio</b></p> <p>Presenta color blanco y gris. Su composición es dacítica. A simple vista se reconocieron fenocristales de biotita, anfíbol y plagioclasa. La relación de fenocristal y matriz es de 1 : 1. En el sureste de Incachule en los afloramientos se reconoció toba. La roca que se encuentra al sur del volcán Tuzgle es la misma ignimbrita Tuzgle denominada por Aguater (1981). Según el resultado de la observación microscópica se ve que está formada por fenocristales: plagioclasa, cuarzo, biotita y anfíbol. La matriz muestra una textura de eutaxítico con pómes.</p>
<p><b>Ignimbrita Tajamar (Mioceno superior)</b></p> <p>Se encuentra distribuida en Cerro Agua Caliente, al este de Incachule y al suroeste de Abra de Chorrillos.</p> <p><b>Complejo Agua Caliente (Mioceno)</b></p> <p>Se distribuye en La Concordia, La Poma y Incachule. Edad de Trazas Fisión: <math>13.9 \pm 0.2</math> Ma (2FS054) Edad de Trazas Fisión: <math>10.0 \pm 0.2</math> Ma (2FS048)</p>	<p><b>Ignimbrita Tajamar</b></p> <p>Son ignimbritas de composición dacítica a riódacítica. A simple vista se reconocen fenocristales (1mm - 3mm) de plagioclasa, anfíbol, biotita y cuarzo. En la relación entre la matriz y los fenocristales la matriz es opaca. La roca al occidente de La Poma reconoce típica ignimbrita. El espesor de esta ignimbrita va desde 300m. hasta 400m. al oeste de Incachule. La observación microscópica de la muestra tomada de la cerca- nía de La Poma, es ignimbrita dacítica con anfíbol y biotita. El anfíbol es compacto y masivo; con fenocristales de plagioclasa, cuarzo y biotita.</p> <p><b>Complejo Agua Caliente</b></p> <p>El complejo es una secuencia de flujos piroclásticos y lavas, con importante alteración hidrotermal en la que se encuentran la mayoría de las manifestaciones mineralizadas del área. La toba lapilli al sur de Incachule contiene brechas de cuarcita y hornfels de tamaño de 1-3cm. de rocas de Paleozóicas. Sus aflora- mientos son de color blanquecino y la roca fresca presenta un color gris verdoso. Las composiciones de ignimbritas son dacítica a riódacítica. La toba lapilli de La Concordia incluye los fragmentos graníticos de la Faja Eruptiva. El resultado de la observación microscópica de la muestra tomada al</p>

Cuadro 16 Resultados de los Estudios Geológicos (Salta)

Formación (Edad) y Distribución	Descripción
<p>Formación La Yesera, Grupo Salta (Cretácico)</p> <p>Se distribuye en el valle al norte de La Concordia y la mina La Concordia.</p>	<p>occidente de La Concordia es de una dacita color gris con de plagioclasa, biotita, anfíbol, clinopiroxeno y poca cantidad de cuarzo y minerales opacos.</p> <p>La muestra de dacita ignimbrítica tomada en Incachule es compacto y color gris verdoso oscuro. Los fenocristales son de por plagioclasa, cuarzo, biotita y anfíbol.</p>
<p>Palaeozoico sedimentario (Cámbrico - Ordovícico)</p> <p>Se distribuye al sur y norte de La Concordia.</p>	<p>Formación La Yesera</p> <p>Está formada principalmente por areniscas y conglomerados de color violeta a rosadas. La roca de caja de la veta de La Concordia por estar con la galería inundada, no se pudo estudiar y los datos consignados son claros.</p>
<p>Faja Eruptiva (Precámbrico - Palaeozoico inferior)</p> <p>En el norte: En el área comprendida desde el oeste del Abra de Charco hasta el Abra de Chorrillos, La Concordia y Planta La Poma.</p> <p>En el sur: Desde la Planta La Poma hacia el oeste de Acarzoque.</p> <p>Edad de Rb-Sr: <math>579.08 \pm 54.43</math> Ma (3 grupos, 9 muestras)</p>	<p>Palaeozoico sedimentario</p> <p>Está formada por cuarcita, arenisca silificada y lutita. Según informe de SM, la edad de esta cuarcita que aflora al sur de La Concordia es del Cámbrico; arenisca y lutita son del Ordovícico.</p> <p>En el presente proyecto no se efectuó un estudio detallado de la Formación Palaeozoica.</p>
<p>Formación Puncoviscana (Pro Cámbrico)</p> <p>Se distribuye al occidente de San Antonio de los Cobres y en el Cordón de San Antonio de los Cobres.</p>	<p>Faja Eruptiva</p> <p>Presenta un color gris oscuro, gris verdoso y rojo oscuro.</p> <p>Petrográficamente está formada por milonita, granito milonítico, gneis y otras. La facie tiene fenocristal de plagioclasa en granodiorita desde 0.5cm. hasta 4cm. de diámetro.</p> <p>La textura milonítica que se observa cerca de La Concordia es notable. Casi todas las rocas de Faja son graníticas acidas, pero en una parte se presentan rocas básicas.</p> <p>La muestra tomada al sur de la Planta La Poma tiene un color gris en parte verdoso. Al microscopio se observan foliaciones débiles de biotita-granito. La roca está formada principalmente por cuarzo, feldespato potásico, plagioclasa y biotita.</p> <p>La muestra tomada al noroeste de La Concordia es una granodiorita de color gris.</p> <p>La roca está compuesta principalmente de cuarzo, feldespato potásico y biotita.</p> <p>Formación Puncoviscana</p> <p>Está formada por esquisto verde, cuarcita, filita y pizarra.</p>



### 2-1-2 Estructura Geológica

Las estructuras más notables dentro de la zona de estudio son los lineamientos de la estructura geológicas que van desde Abra de Chorrillos hacia Acarzoque del sistema con rumbo NW-SE y desde Abra de Charco hacia Agua de Castilla del sistema con rumbo N-S.

De los anteriores lineamientos el del sistema NW-SE se conoce como Toro (Aquater, 1981). De la interpretación de las imágenes del Landsat, el lado noreste del presente lineamiento se desplaza hacia la izquierda aproximadamente 10km con respecto al lado suroeste. El resultado de la investigación de esta área indica que la distribución del bloque suroeste de la Faja Eruptiva, se limita solamente al intervalo desde los alrededores de La Planta La Poma hasta la parte sureste, por lo cual también se supone el desplazamiento hacia la izquierda de la falla. El período de actividad de esta falla, que desplaza hacia el sur aproximadamente 4km el lineamiento Cerro Negro de Chorrillos con respecto al lineamiento Cerro San Gerónimo, es de  $0.2 \pm 0.08\text{Ma}$  y  $0.78 \pm 0.1\text{Ma}$  (Aquater, 1981) respectivamente, que sobre este último lineamiento se ubican los cuerpos volcánicos, por lo que se supone que la actividad volcánica también se desarrollo en estos lineamientos.

El lineamiento del sistema N-S recibe sus características del valle que va de sur a norte cerca de La Concordia. Este lineamiento es la frontera que limita la Puna con la Cordillera Oriental. El mismo presenta 2 fallas paralelas y el lugar más amplio tiene de ancho aproximadamente 2km. La parte que está entre estas dos fallas está constituida por rocas sedimentarias del Paleozóico y Mesozóico. El lado oeste del lineamiento está formado por las rocas de la Faja Eruptiva y las rocas sedimentarias antes mencionadas y poseen una relación de falla inversa de rumbo  $N10^{\circ}W$  y buzamiento  $80^{\circ}W$ .

El rumbo de las vetas principales La Concordia, Incachule y Acarzoque es el del sistema NW-SE y las vetas principales de La Poma es el sistema E-W. Estas vetas se supone se forman en las fisuras paralelas a la superficie de deslizamiento y en las fracturas por extensión producidas por el del sistema E-W de fuerzas de compresión.

### 2-1-3 Estudios Geoquímicos

Con el objetivo de revisar el estado de la existencia de mineralización en la manifestación Incachule, en particular, la posibilidad de existencia de yacimientos prometedores no confirmados, se recogieron muestras en la zona de alteración de la superficie del suelo y se sometieron a estudio geoquímico.