

THE HISTORY OF THE

REIGN OF

CHARLES THE FIRST

BY

John Waller

16

Printed by J. Waller, at the

Printers Office, in the Strand

REPUBLICA DE CHILE
PROGRAMA DE EXPLORACION MINERA

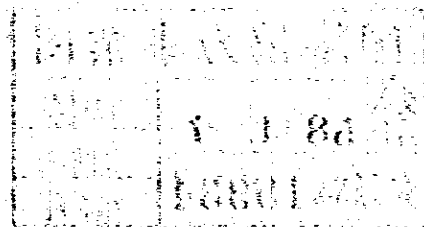
INFORME DE ESTUDIO FOTOGEOLOGICO
EN EL AREA NORTE DE MINA RIO BLANCO

JICA LIBRARY



1027446(2)

Febrero, 1982



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

INTERNATIONAL CO-OPERATION
FOR THE DEVELOPMENT OF THE
ECONOMY AND SOCIAL PROGRESS

INTERNATIONAL CO-OPERATION
FOR THE DEVELOPMENT OF THE
ECONOMY AND SOCIAL PROGRESS

INTERNATIONAL

国際協力事業団	
受入 月日 84.9.27	704 661
登録No. 00184	MPN

INTERNATIONAL CO-OPERATION
FOR THE DEVELOPMENT OF THE
ECONOMY AND SOCIAL PROGRESS
INTERNATIONAL
FOR THE DEVELOPMENT OF THE
ECONOMY AND SOCIAL PROGRESS

PREFACIO

Respondiendo a una solicitud de las autoridades de República de Chile, el Gobierno de Japón resolvió la ejecución de una serie de estudios fotogeológicos con el objeto de reconocer la potencialidad de encontrar recursos minerales en el área norte de la Mina Río Blanco de la República Chilena. Se recomendó esta tarea a la Agencia de Cooperación Internacional del Japón, la que a su vez encargó la ejecución de este estudio a la Organización Minera Metálica del Japón, organismo específico para estos aspectos relacionados con los recursos minerales.

Este estudio fue actuado en Japón entre el 14 de Septiembre de 1981 y el 10 de Febrero de 1982.

El presente informe constituye el resumen de los resultados obtenidos en el estudio fotogeológico.

Manifestamos nuestro profundo agradecimiento a las autoridades del Gobierno de Chile, a sus instituciones y a su personal que nos prestaron una valiosa cooperación.

Finalmente se hace extensivo este mismo agradecimiento, al Ministerio de Comercio Internacional e Industria, al Ministerio de Relaciones Exteriores y también a la Embajada del Japón.

Febrero de 1982

Agencia de Cooperación Internacional
del Japón

Keisuke Arita

Keisuke Arita
Président

Organización Minera Metálica del Japón

Masayuki Nishiie

Masayuki Nishiie
Président

Servicio Nacional de Geología y Minería

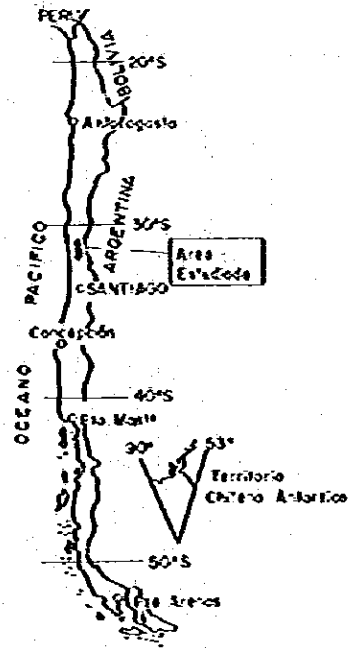
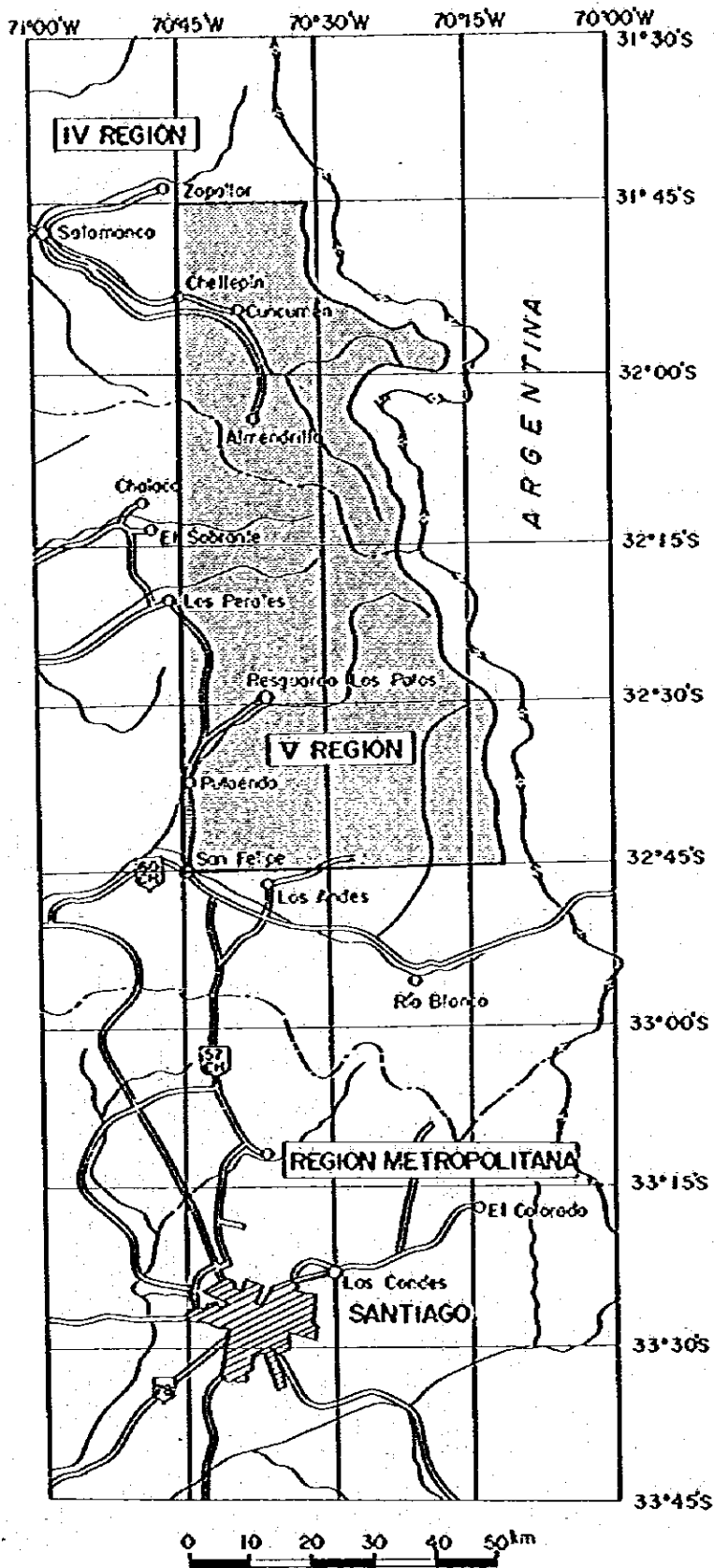


Fig.1 Mapa de Ubicación

CONTENIDO

PREFACIO	1
INTRODUCCION	
Capítulo 1. Generalidades	1
1.1. Objeto de trabajo	1
1.2. Area de trabajo	1
1.3. Período de trabajo	2
1.4. Miembros de los equipos	3
1.5. Trabajos anteriores	3
1.6. Generalidades sobre la geología y depósitos minerales del área estudiada	4
Capítulo 2. Geografía del área estudiada	10
2.1. Topografía	10
2.2. Clima y vegetación	10
2.3. Acceso	11
2.4. Recursos naturales	12
ANALISIS DE DATOS LANDSAT	
Capítulo 1. Generalidades	13
Capítulo 2. Datos usados y método de análisis	14
2.1. Datos originales usados	14
2.2. Datos de tratamiento analógico y digital	14
2.3. Método de análisis	21
Capítulo 3. Resultados del análisis	24
3.1. Resumen	24
3.2. Unidades geológicas	24
3.3. Estructura geológica	29

ANÁLISIS DE FOTOGEOLOGÍA

Capítulo 1.	Generalidades	32
Capítulo 2.	Datos usados y método de análisis	33
2.1.	Fotografías aéreas usadas	33
2.2.	Método de análisis	33
Capítulo 3.	Resultados	36
3.1.	Resumen	36
3.2.	Unidades geológicas	36
3.3.	Estructura geológica	52
3.4.	Discusiones	55

CONCLUSIÓN Y RECOMENDACIÓN

Capítulo 1.	Conclusiones	58
1.1.	Análisis de datos "Landsat"	58
1.2.	Análisis de fotogeología	58
Capítulo 2.	Recomendaciones	61
REFERENCIA	62

LISTA DE TABLAS (En Texto)

Tabla 1	Datos de "Landsat"
Tabla 2	Cuadro de Características de Análisis de Imágenes "Landsat"
Tabla 3	Fotografías Aéreas Usadas
Tabla 4	Cuadro de Características de Interpretaciones Fotogeológicas
Tabla 5	Lista de Zonas Alteradas del Área Estudiada

LISTA DE FIGURAS (En Texto)

Fig. 1	Mapa de Ubicación
Fig. 2	Mapa Geológico de la Hoja "Los Andes"
Fig. 3	Flujo Esquemático de Procedimiento de Área Estudiada
Fig. 4	Columna Geológica Generalizada del Área Estudiada
Fig. 5	Mapa de Interpretación con Imágenes "Landsat"
Fig. 6	Índice de Fotografías Aéreas
Fig. 7	Columna Fotogeológica Generalizada del Área Estudiada
Fig. 8	Mapa Fotogeológico en el Área Norte de "Río Blanco"
Fig. 9	Plano Tectónico y Ubicación de Zonas Alteradas en el Área Norte de "Río Blanco"

LISTA DE FOTOGRAFÍAS (En Texto)

Foto 1	Imágenes "Landsat" en Colores Blanco y Negro (Banda 7)
Foto 2	Imágenes "Landsat" Compositivas en Colores Complementarias (Imagen del Tipo Infrarrojo)
Foto 3	Imagen en Colores que se ha dado Énfasis al Borde para la Extracción de Lineamientos

LISTA DE PLANOS (Fuera de Texto)

- PL. 1** Mapa Fotogeológico en el Area Norte de "Río Blanco"
(escala 1:100.000)
- PL. 2** Plano Tectónico y Ubicación de Zonas Alteradas en el Area Norte
de "Río Blanco" (escala 1:100.000)

INTRODUCCION

PREFACIO

Respondiendo a una solicitud de las autoridades de República de Chile, el Gobierno de Japón resolvió la ejecución de una serie de estudios fotogeológicos con el objeto de reconocer la potencialidad de encontrar recursos minerales en el área norte de la Mina Río Blanco de la República Chilena. Se recomendó esta tarea a la Agencia de Cooperación Internacional del Japón, la que a su vez encargó la ejecución de este estudio a la Organización Minera Metálica del Japón, organismo específico para estos aspectos relacionados con los recursos minerales.

Este estudio fue actuado en Japón entre el 14 de Septiembre de 1981 y el 10 de Febrero de 1982.

El presente informe constituye el resumen de los resultados obtenidos en el estudio fotogeológico.

Manifestamos nuestro profundo agradecimiento a las autoridades del Gobierno de Chile, a sus instituciones y a su personal que nos prestaron una valiosa cooperación.

Finalmente se hace extensivo este mismo agradecimiento, al Ministerio de Comercio Internacional e Industria, al Ministerio de Relaciones Exteriores y también a la Embajada del Japón.

Febrero de 1982

De acuerdo a la división política de Chile, se ubica en la Provincias Petora, San Felipe y Los Andes de la Región V y Provincia Illapel de la Región IV.

Esta área tiene una dimensión de 4.100 km² y está limitada por las siguientes coordenadas:

Límite Norte : 31°45' Sur.

Límite Sur : 32°45' Sur.

Límite Este : desde la frontera de Chile con Argentina a 5 km al interior de Chile.

Límite Oeste : 70°45' Oeste.

Los cuadrangulos usados a 1:50.000 son los siguientes:

"Cuncuzén" "Río de Totoral" "Tranquilla" "Río Leiva"
"Estero Alicahue" "Río Rocín" "Paso del Rubio"
"San Felipe" "Río Colorado" "Río Los Leones"

Así como los cuadrángulos a escala 1:250.000 son "Illapel", "Morro Morado" y "Los Andes".

1.3. Período de trabajo

La distribución temporal del trabajo está señalada en lo siguiente:

- 1) Análisis de datos "Landsat", se ha realizado entre el 15 de Septiembre de 1981 y el 15 de Octubre de 1981.
- 2) Análisis de fotografías aéreas se ha realizado entre el 15 de Septiembre de 1981 y el 10 de Noviembre de 1981.
- 3) Interpretación é impreso se han hecho entre el 10 de Diciembre de 1981 y el 10 de Febrero de 1982.

1.4. Miembros de los equipos

Los Miembros técnicos que se han dedicado a este trabajo son los siguientes:

Yuya Furukawa	(IMAJ)
Hideo Suzuki	(IMAJ)
Haruo Kamata	(IMAJ)
Ken Obara	(IMAJ)
Masataka Ochi	(IMAJ)
Susumu Takeda	(IMAJ)
Tetsuo Sato	(IMAJ)

Por otra parte, el tratamiento de imagen del análisis digital de "Landsat" se ha realizado por el "Research Information Center of Tokai University" del Japón.

1.5. Trabajos anteriores

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

Aguirre (1960) : Geología de Los Andes de Chile Central, prov. de Aconcagua, IIG. vol. No. 9, Santiago.

IIG (1968) : Mapa geológico de Chile a escala 1:1.000.000, Santiago.

IIG (1981) : Carta geológica de Los Andes de Chile a escala 1:250.000, Santiago (en imprenta).

Instituto Geográfico Militar (1976) : Atla escolar de Chile con la micro-regionalización del país, 2do. Edic.

Muñoz C. J. (1973) : Geología de Chile, prepaleozóico - paleozóico y mesozoico.

Ruiz Fuller C. et al. (1965) : Geología y yacimientos metalíferos de Chile, Santiago, IIG.

Sillitoe R. H. (1973) : Geology of the Los Pelambres Porphyry Copper Deposit, Chile, Econ. Geol. vol. 68, No. 1.

1.6. Generalidades sobre la geología y depósitos minerales del área estudiada (ver figura 2)

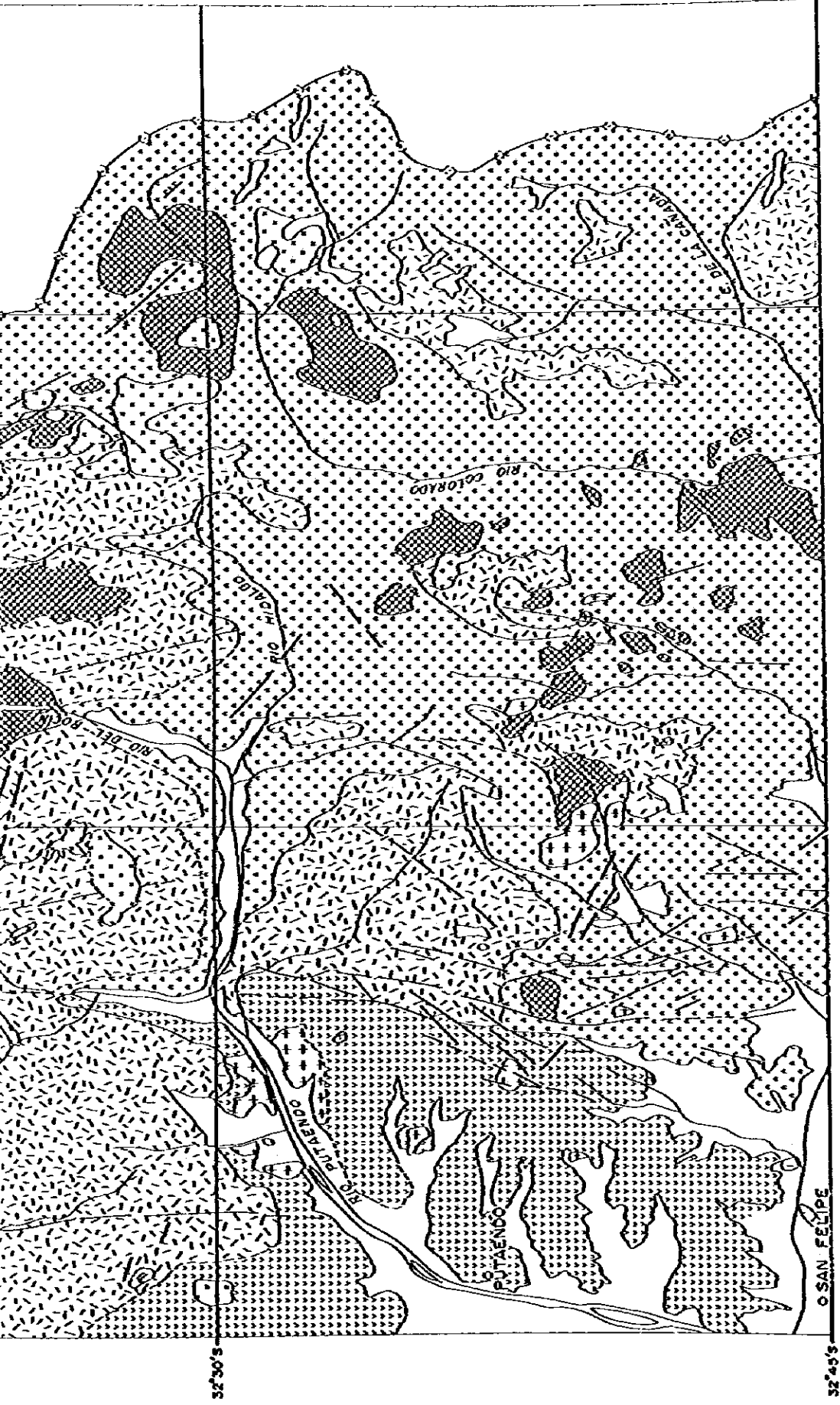
Las secuencias estratificadas expuestas en el área estudiada están constituidas por los sistemas cretácico superior y terciario neógeno sobre el basamento (Formación Laganilla, Aguirre 1960), constituido por la secuencia marina, además se desarrolla el sistema cuaternario a lo largo de los recientes ríos.

Además se presentan rocas intrusivas, de sus composiciones intermedia a ácida, que afectan los sistemas cretácicos y terciario.

Estructuralmente dos sistemas en sentido Norte - Sur y Noroeste - Sureste se dominan en el área estudiada; el anterior se presenta como ejes de pliegues que afectan la secuencia del Cretácico Superior y fallas principales, y el posterior se presenta principalmente como ejes de pliegues que afectan la secuencia del Terciario Neógeno.

El sistema cretácico se separa en dos formaciones como Formación Las Chilcas y Formación Abanico (IIG, 1981), y no está clara la relación entre ellas por estar en contacto con la falla en sentido Norte - Sur, pero se supone que posiblemente ambas formaciones serían facies heterotópica contemporáneas.

La Formación Las Chilcas se distribuye en la parte Suroeste del área y está constituida por lavas andesíticas, rocas piroclásticas andesíticas, conglomerados y areniscas; las dos anteriores tienen colores verde oscuro y un morado - verdoso, presentándose bastantes duras, están propilitizadas y son rocas huéspedes de yacimientos tipo vetiforme.



LEYENDA

Cuaternario	Depósitos recientes	Aluvios y glaciares
Terciario (Neógeno)	Formación Pateñones	Rocas volcanocénicas
Cretácico Superior	Formación Abanico	Rocas volcanocénicas
	Formación Los Chilicos	Conglomerados y rocas volcánicas
		Pórfido andesítico
	Rocas intrusivas	Pórfido dacítico
		Granitoide
		Zona de alteración hidrotermal
	Rumbo y buzamiento	Eje sinclinal
	Fallo y falla supuesta	Eje anticlinal

Fig. 2 Mapa Geológico de la Hoja "Los Andes" (por IIG, 1981)

La Formación Abanico está constituida por rocas volcánicas andesíticas parcialmente intercaladas de conglomerados, se desarrolla en la parte del extremo Este hacia el Sur, siendo muy potente y de un espesor aproximado de 1.000 m.

La columna estratigráfica de la Formación Abanico general se establece en lo siguiente, de abajo hacia arriba:

Lava andesítica
Toba brechosa y conglomerado
Brecha (intercalación de lava)
Lava andesítica (toba)
Traquita de soda
Toba brechosa y toba (parcialmente con intercalación de lava andesítica)

Todas las rocas dichas anteriormente tienen un color gris-verdoso y éstas rocas están alteradas a propilización y siendo rocas huéspedes de la zona alterada hidrotermal (posteriormente se dira sobre esto).

Las Formaciones Las Chilcas y Abanico son similares litológicamente pero Las Chilcas presenta más rocas clásticas.

La Formación Farellones que se explicará posteriormente sobreyace en éstas por lo cual se supone que la relación entre ellas serían facies heterotópica contemporánea (IIG, 1981). Según IIG (1981) la edad de éstas serían Cretácico Superior.

El Sistema Terciario Neógeno que se denomina Formación Farellones según Aguirre (1960) se distribuye desde la parte Central hacia el Noroeste del área.

Esta Formación se dispone sobre la Formación Las Chilcas y Abanico discordantemente pero en la parte Sureste ésta Formación se presenta con discordancia paralela por lo cual aparentemente se observa con concordancia entre Formación Farellones y Las Chilcas y Abanico.

La Formación Farellones está constituida por rocas volcánicas andesíticas y parcialmente por rocas piroclásticas riolitas, conglomerados y lutitas. En esta Formación se presentan yacimientos de tipo vetiforme y zonas alteradas.

El Sistema cuaternario se distribuye a lo largo de los recientes rios constituyéndose por sedimentos de aluvio, terraza fluvial, coluvios y glaciales.

Las rocas intrusivas en el área estudiada corresponden a granitoides, dacitas porfídicas y andesitas porfídicas. Las granitoides tienen composición de tonalita a granodiorita presentándose como parte de un batolito, diversos "stocks" y diques. Y los dos últimos se presentan como pequeños "stocks" y filones mantos.

Según estudio cronológico por el método K-Ar por Quirt et al. (1971) el "stock" de tonalita que se aflora en la Mina Los Pelambres, tiene la edad de 9,74 m. a. $\pm 0,16$ y 9,96 m. a. $\pm 0,18$ que corresponden al Mioceno Superior.

Se considera que las dacitas porfídicas y andesitas porfídicas intruyendo a las granitoides son más nuevas que las granitoides.

Las deformaciones que han afectado a las secuencias cretácicas superiores quedan de manifiesto por la presencia de pliegues de gran amplitud de onda con el eje principal de dirección Norte - Sur. Y también los esfuerzos deformativos han sufrido a la secuencia terciaria neógena por la presencia de pliegues de onda con el eje principal de las orientaciones variables de N - S a WNW - ESE.

Las fallas se desarrollan en la parte occidental del área siendo muy numerosas y el sistema dominante de fallas tiene orientación N - S. La falla principal es muy clara y continúa de la parte Norte a Sur en el área, y afecta hasta la secuencia terciaria.

En las cercanías del área existen dos yacimientos grandes del tipo cobre porfídico, uno de ellos denominado "Río Blanco" se ubica a 30 km. al Sur del área estudiada y el otro es "Los Pelambres" en donde está situada cerca de la parte del extremo Noreste del área.

Aemás, algunos yacimientos vetiformes pequeños como Mina El Gato, y aproximadamente 40 zonas alteradas hidrotermales en el área (IIG, 1981).

El depósito "Río Blanco" de CODELCO-CHILE está conformado por andesita mesozóica, pórfido dacítico y brechas de turmalina, las que se encuentran afectadas por un intenso fracturamiento, con la formación de brechas de turmalina, características del sector Andina-Disputada. Los minerales principales son: calcopirita en asociación con pirita, ambos diseminados en la roca porfídica en vetillas y en pequeños "clavos" mineralizados.

La alteración del depósito está compuesta por alteración potásica, sericitización, silicificación y propilización.

El depósito mide 600 m de largo y 400 m de ancho. Sus recursos son de 2.300 millones de toneladas de mineral sulfurado, con una ley media de 1,2% de Cu y alta concentración de molibdeno (Instituto de Ingenieros de Minas de Chile, 1980).

El yacimiento "Los Pelambres" fue estudiado por primera vez por Bradén entre 1915 y 1920. Entre 1969 y 1970 ENAMI-NU hizo levantamientos geológicos y alrededor de 6.000 m de sondajes. En Marzo de 1979 lo compró en licitación ANACONDA S. A. empresa que está realizando actualmente las exploraciones mediante sondajes. Un sector de la zona potásica ya reconocido por sondajes, de acuerdo al informe ENAMI-NU, mostró un total de 428 millones de toneladas con una ley de 0,78% de cobre, 0,03% de molibdeno y 0,23 gramos por tonelada de oro, incluidas las reservas probables y posibles.

Las exploraciones hechas por ANACONDA han puesto en evidencia de la existencia de una zona importante de enriquecimiento secundario con presencia de calcosina por tonalita miocena superior que intruye a la Formación Colimapu (Klohn, 1960), y constituida por rocas volcánicas andesíticas de la edad del Cretácico Medio.

Los minerales primarios son: calcopirita, bornita, pirita y molibdenita. Se presentan óxido de cobre, limonita y calcocina como minerales secundarios. La presencia de los minerales dichos anteriormente son de disseminación, "stockwork" y vetilla.

Una zonación de la alteración compuesta en su parte interior hacia el exterior es del siguiente orden: alteración potásica, sericitización - argilización, silicificación y propilización, reconocida por Sillitoe (1973). A su vez en el alrededor de la superficie existe la zona oxidada con una potencia de 40 m a 70 m constituida principalmente por limonita y escaso óxido de cobre.

En la Formación Farellones se desarrollan fracturas con orientación NNE - SSW y dentro de éstas se hallan depósitos vetiformes de cobre, localizadas en el sector Oeste del área.

Las 40 zonas alteradas hidrotermales que tienen las formas irregulares y ovaladas, se encuentran con alta densidad en el sector Este hacia el Sur. Las dimensiones de éstas son variables, de 200 m a 17.000 m de longitud. Estas zonas alteradas se desarrollan en las Formaciones Abanico y Farellones y en granitoides. La mayoría de los tipos de alteración son sericitización y argilización con "gossan" de limonitas, pero no están conocidas en detalle (IIG, 1981).

Capítulo 2. Geografía del área estudiada

2.1. Topografía

El área estudiada se localiza de la parte más apartada del Oeste a la zona Central en la Cordillera de Los Andes, se caracteriza por un relieve abrupto y quebradas profundas, excepto la llanura aluvial del área Suroeste. La altura de las montañas de la parte occidental va teniendo más altura hacia la zona Este; en el occidente la altura es de 2.000 m. s.n.m. aproximadamente y en el Este es de los 4.000 m. s.n.m. aproximadamente. La montaña más alta entre todas es la llamada "La Parva" que se encuentra en la zona más apartada al Sureste a los 4.857 m.s.n.m.

Los drenajes principales se desarrolla en dirección Este - Oeste; desde la línea divisoria de la frontera de Chile con Argentina; y en su rumbo éstos se vifurcan en pequeños ríos que corren a ambos sentidos de Norte-Sur. Además desde estos pequeños ríos nuevamente forman pequeñas vifurcaciones de aguas. Es por todo esto que el sistema de aguas en el área estudiada es en general muy compleja.

2.2 Clima y vegetación

El clima del área estudiada es como el de los tipos esteparios y montañosos y en los meses de Mayo hacia Octubre que entra en la estación del invierno cae abundante nieve en las montañas más altas de la zona central y Este.

Viendo en forma global desde la estación invernal y la cantidad de nieve caída es de los 10 m de espesor aproximadamente, y en la plenitud del invierno que es en el mes de Julio la cantidad de nieve caída en el mes es de los 3 m de espesor.

La temperatura de la estación invernal normalmente es de 0°C; pero raramente es más baja de los -10°C.

El verano que es desde el mes de Diciembre a Febrero llueve muy poco; el clima es bastante seco y el buen tiempo sigue. Y la temperatura en ésta época del verano es de los 20°C generalmente.

En la zona Oeste de las montañas bajas y llanuras casi nunca caen nevadas en la época invernal, la temperatura en ésta época no varía de los 10°C, normalmente; y en el verano es de los 25°C aproximadamente.

En las zonas montañosas a la entrada de la primavera en el mes de Noviembre el clima de un momento a otro se vuelve bastante variable y según opiniones, en general casi todo el tiempo caen granizos con fuertes lluvias y grandes truenos. Y desde el invierno hacia los comienzos de la primavera en los diferentes ríos se nota la corrida del agua; pero en la estación del verano aparte de los grandes ríos generalmente el agua se seca de éstos.

La vegetación en el área estudiada son muy escasas y es un desierto de rocas; pero relativamente la zona occidental tiene una vegetación más abrupta; y mucho más a lo largo de los ríos en la que se localiza la vegetación. La vegetación es del tipo de los arbustos montañosos y espinosos y no se encuentran en esta área bosques.

2.3. Acceso

El acceso mediante vehículos atraviesa en el área estudiada es solamente una ruta: desde Salazanca a la Mina Los Pelambres en el sector Norte del área, y ningún camino para vehículos crusa en su longitud.

La mayoría de los caminos mediante vehículos llega de afuera del área hasta el sector Oeste del área. Desde ahí al sector oriental se desarrolla numerosas huellas y senderos para caballares.

2.4. Recursos naturales

El población principal dentro del área es la ciudad San Felipe la que tiene 32.100 habitantes (Instituto Geográfico Militar, 1976). Los de más de ésta son muy escasas. En la época de verano se mueve la nómada en el área buscando pastos para ganados.

Producciones que están actuada en el área estudiada son los minerales de cobre principalmente con pequeña cantidad.

ANALISIS DE DATOS "LANDSAT"

Capítulo 1. Generalidades

Este Análisis fué desarrollado con el objeto de obtener un antecedente geológico en el área y evaluar muy preliminarmente la potencialidad de la existencia del yacimiento metálico. Los datos del análisis se han utilizado los del "Landsat 2". Este análisis se hizo primeramente por el método analógico para obtener macroscópicamente los caracteres geológicos y estructurales del área, luego por el método digital para extraer los lineamientos.

Después se ha considerado globalmente compilando con los antecedentes obtenidos.

El método del análisis en detalle se explica en lo siguiente.

1) Desciframiento de las informaciones geológicas

Es descifrada directamente la geología, la estructura, las rocas intrusivas (granitoides) y el lineamiento principal, como falla por imagen en colores negro y blanco de la banda adecuada, y si es posible, se extrae la zona alterada.

2) Extracción de lineamientos

Es difícil como lineamientos extraer con el método analógico por causa del cubrimiento, la escala del imagen y el grado de resolución de la imagen; pero utilizando el método digital también se podría resolver este problema; además se puede expresar en algún caso la estructura detallada además del lineamiento.

3) Correlación con los antecedentes geológicos

Después de los trabajos 1) y 2) se correlacionan con los datos obtenidos anteriormente, con lo cual se dirige a la fase del próximo estudio.

Capítulo 2. Datos utilizados y método de análisis

2.1. Datos originales usados

El satélite "Landsat" utiliza dos sistemas colectores de datos: a) un barredor multiespectral de cuatro canales (MSS) y b) un sistema de televisión (Vidicon) de tres cámaras con haz de retorno (RBV).

En este análisis se ha utilizado la película de 70 mm del MSS y el CCT (Cinta Compatible con Computador), y los datos obtenidos del "Landsat 2" por la Estación del Brazil.

Los datos originales detallados y utilizados se indican en la Tabla 1.

Tabla 1 Datos de Landsat

Fecha	Número de índice	Número de órbita de imagen		Coordenadas de puntos centrales	Sol	Calidad de imagen	Cubierta de nube (%)
		Pase	Línea transversar				
29 Enero 1978	278029-132109	250	082	S31°43', W70°39'	Alt. 39° Az. 087°	9999	00
29 Enero 1978	278029-132134	250	083	S33°08', W71°05'	Alt. 39° Az. 086°	9999	00

2.2. Datos de tratamiento analógico y digital

Las técnicas de análisis que fueron usadas para el presente estudio, son de método analógico y digital.

2.2.1. Tratamiento analógico

1) Obtención de la película de 70 mm por "Landsat"

El campo de visión en cada celda es de 79×79 m en el terreno. El sensor registra la intensidad de la energía reflectante en cada momento y en cada longitud de onda, por señales de espejo en la cinta de banda ancha. Estos datos son convertidos en señales digitables y enviadas a las estaciones receptoras.

En la Estación, los datos son incorporados ya sea en película de 70 mm y CCF, dependiendo del propósito que se tenga. La película de 70 mm tiene una escala de 1:3.369.000 y cubre un área de 185×185 km en el terreno. Cada escena consta de 4 tipos de imágenes (bandas 4, 5, 6, y 7).

2) Obtención de imágenes ampliadas a escalas 1:1.000.000 y 1:500.000

Se obtienen ampliaciones en blanco y negro a escalas 1:1.000.000 y 1:500.000 a partir de la película de 70 mm para controlar la calidad de la imagen seleccionar la banda adecuada para interpretar y obtener las características geológicas generales. Las dos imágenes que fueron usadas tienen buena calidad en todas las bandas.

Las bandas escogidas fueron la 5 (que tiene más información sobre vegetación) y la 7 (que muestra más claramente información geológica, por ejemplo, lineamientos). Estas imágenes se muestran en la Foto 1.

3) Ampliación de las imágenes blancos y negros a escala 1:250.000

Se obtienen ampliaciones en blanco y negro a escala 1:250.000 de las bandas 5 y 7 para interpretación. Después se hace un mapa de interpretación en la imagen 1:250.000.

La imagen 1:500.000 ayuda la interpretación, ya que la calidad de la imagen 1:250.000 baja al aparecer las líneas de barrido y su escala es demasiado grande para obtener información de estructuras y lineamientos mayores.

4) Imágenes de compuesto de color complementario

Estas imágenes son de un tipo de imágenes de compuesto de falso color que se obtienen mediante el procesamiento de fotos, las cuales se componen de película blanca y negra con algunos filtros de color. En este análisis se usaron los filtros de la banda 5 de colores azules y rojos y el filtro de la banda 7 de color verde, los cuales producen una imagen tipo natural de falso color. También combinando la banda 5 con azul y verde y la banda 7 con rojo produce una imagen de falso color tipo infrarrojo. Las imágenes de compósitos de color son ampliadas a 1:250.000, la misma escala que se ampliaron las imágenes en blanco y negro para interpretación. Estas imágenes son también usadas para interpretación. En ellas todas las características de las bandas 5 y 7 aparecen de una sola vez, de tal manera que la imagen es suficiente para obtener mayor información topográfica y general. Estas imágenes se muestran en la Foto 2.

2.2.2. Tratamiento digital

1) El formato de CCT

El CCT usado para este trabajo fue hecho por el Instituto de Pesquisas Espaciais de Brazil (INPE), y su formato es el siguiente:

Este CCT está registrado en el BIP-2 (Band Interleaved by Pixel Pairs).

Una escena del "Landsat" es dividida por 8 láminas verticales, que están registrados como 8 filas en los dos rollos de 2.400 de pie, y las láminas de número par se registran en un rollo y de número impar en otro.

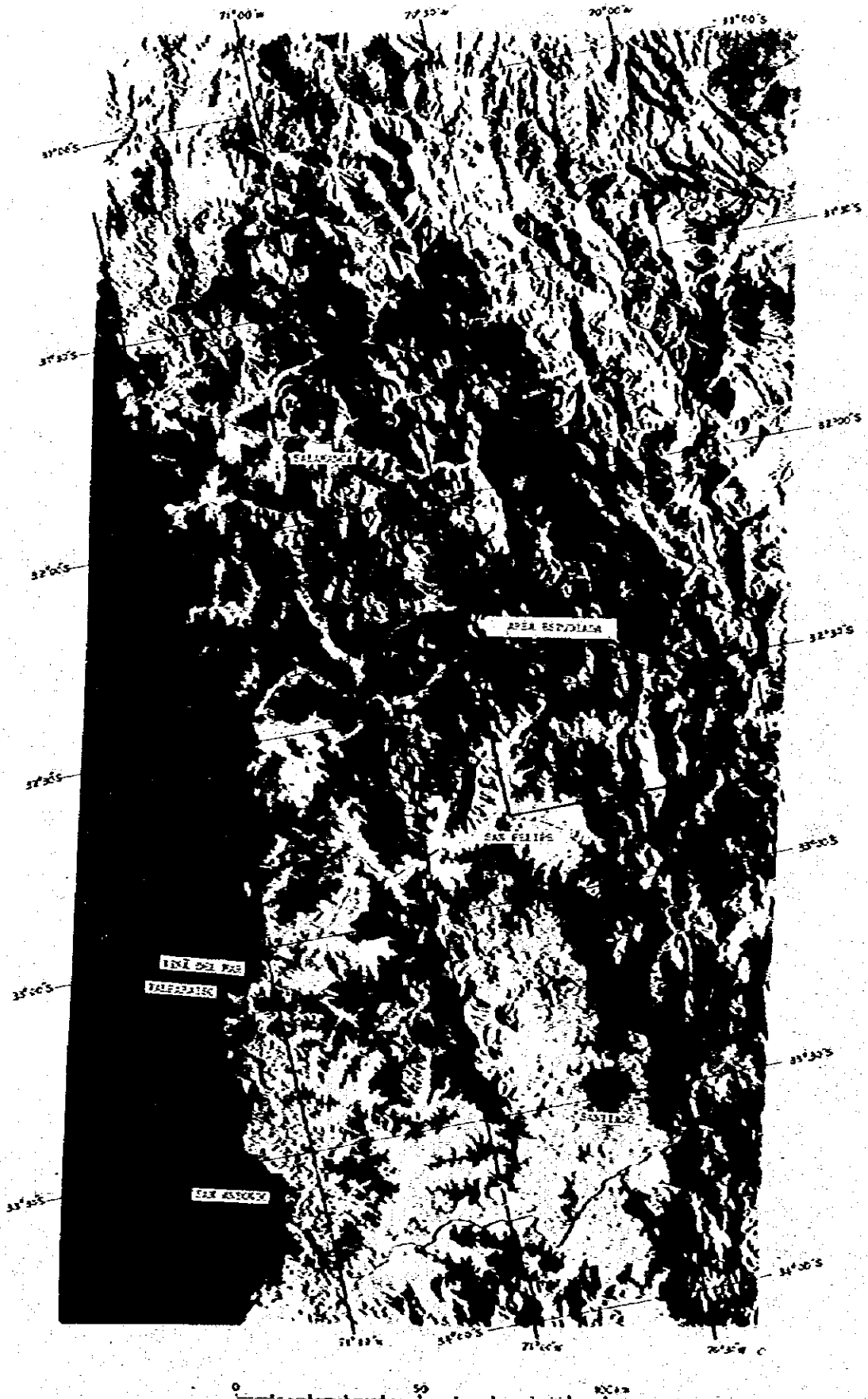
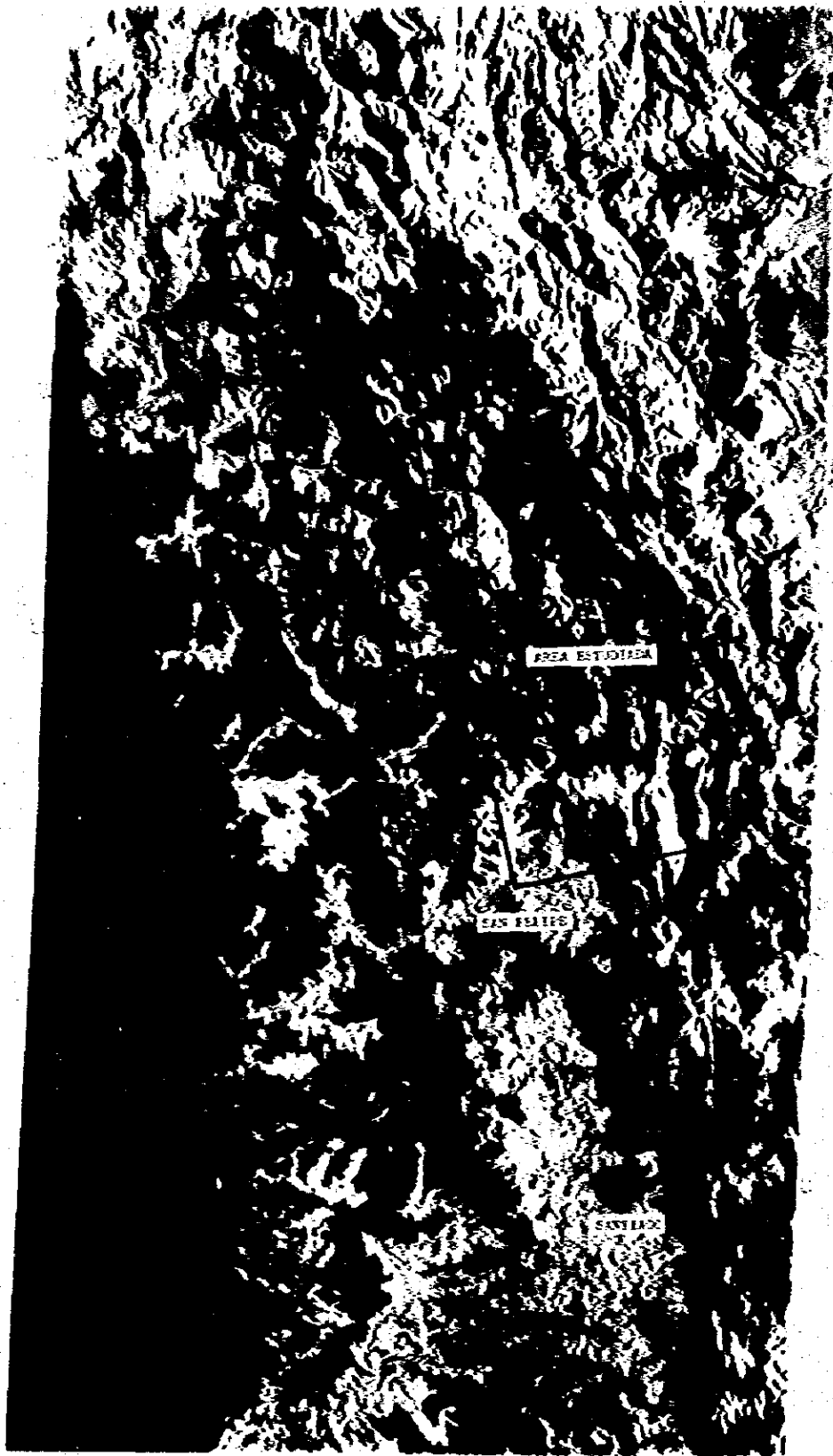


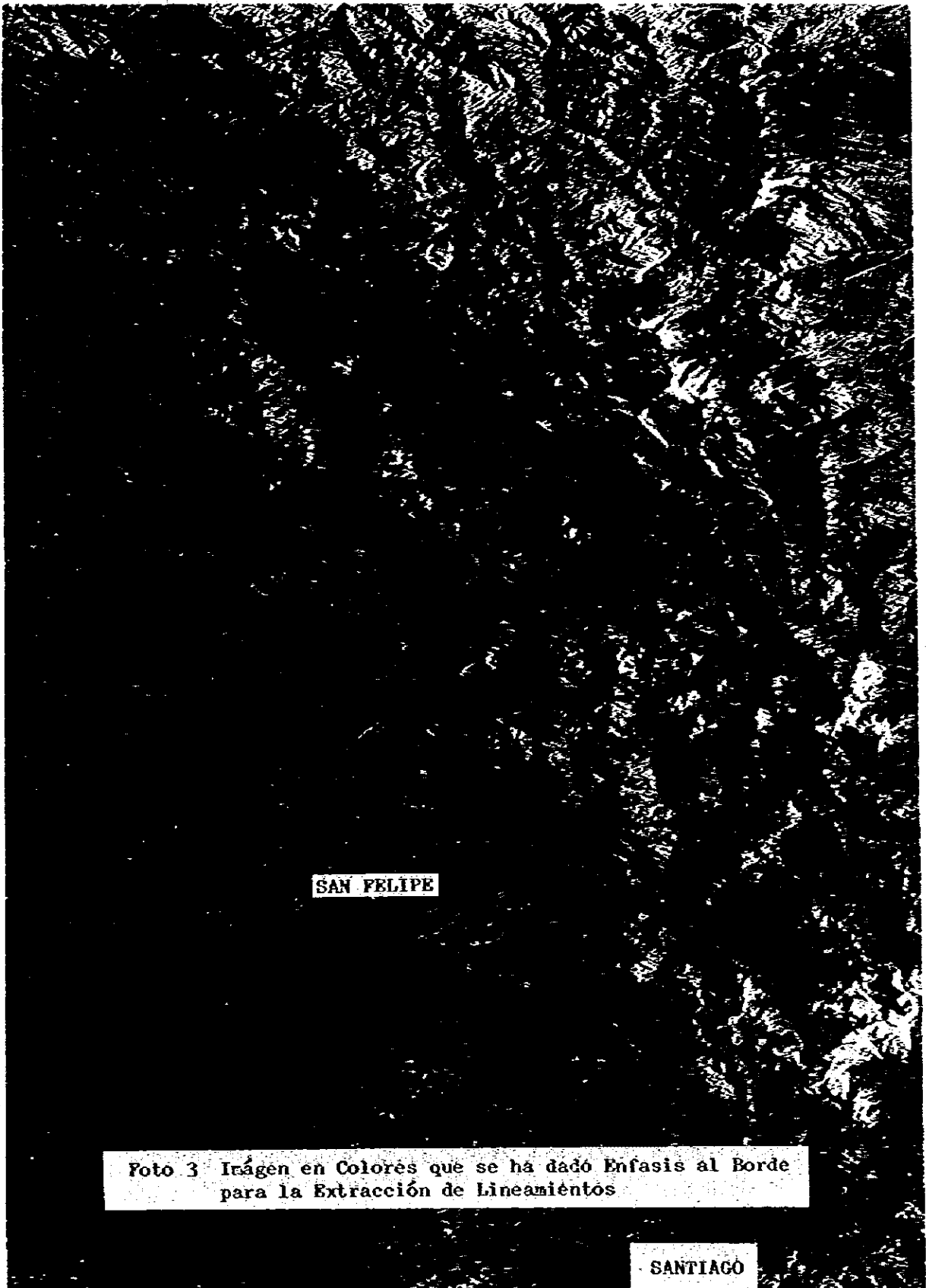
Foto 1 Imágenes "Landsat" en Blanco y Negro (Bando 7)



0 500 1000

Foto 2 Imágenes "Landsat" Compositivas en Colores Complementarios
(Imágen del Tipo Infrarrojo)

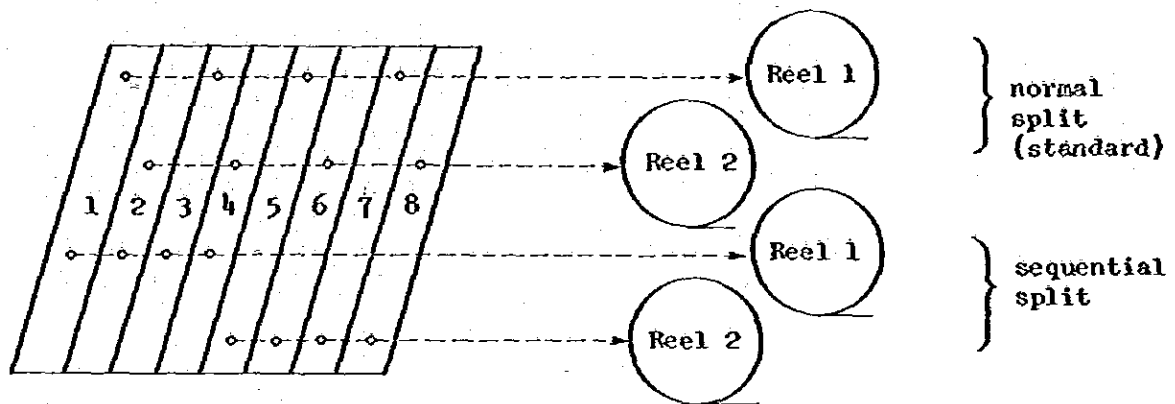
(Filtros rojo para la banda 4, verde para la banda 5)
(azul para la banda 7)



SAN FELIPE

Foto 3 Imágen en Colores que se ha dado Énfasis al Borde para la Extracción de Lineamientos

SANTIAGO



Existe aproximadamente un 10% de imbricación entre lámina adyacente. Cada fila consiste de un Id, Anotación y numerosos videos, correspondiendo a los 29 segundos de dato. El valor nominal es de 2.352 de registro correspondiendo a 392 de barrido de 6 líneas.

2) Instalación del análisis de imagen digitado

La instalación que fué utilizada para este trabajo es del sistema "TIAS-2000" de análisis de imagen por el Centro de Investigaciones informáticas de la Universidad de Tokai del Japón.

El sistema "TIAS-2000" consiste de 2 computadoras de serie "HX" por Hewlett Packard 21, Disco de 65 M - Bite, character console, 1600 bpi, magnetic tape (6 tracks), card reader, line printer, graphic console y graphic printer/plotter, TV-digitizer, color graphic display, intelligent tablet digitizer y drum digitizer/recorder.

Los sistemas de operación son RTE IV (Real Time Executive) y DS 1.000 (Sistema distribuido).

3) Análisis de imagen

Se ha realizado la extracción de lineamiento por tratamiento del método digital para conocer la fisura grande. Los imágenes extraídos se muestran en la Foto 3. Antes de que se halla tratado los imágenes digitados, se realizó la complementación para eliminar los ruidos de la línea exploradora.

El método que extrae los lineamientos expuestos en el área estudiada, es lo siguiente y en este método se utiliza una máscara que expone líneas y fillos; primeramente se considera que el material que se encuentra dentro del imagen ya sea línea o filo. En caso de línea se pone el valor, de acuerdo con la densidad de la línea; pensando en el caso de la máscara para extraer la línea longitudinal, se pone el signo de A-I en el punto independiente.

Y entonces la disposición del dibujo que pasa a través de B - E - H, se decide si es línea o no pasando satisfactoriamente esta condición:

$$A > B < C \cap D > E < F \cap G > H < I \quad \text{ó}$$

$$A < B > C \cap D < E > F \cap G < H > I.$$

A	B	C
D	E	F
G	H	I

Luego cuando las condiciones se satisfacen, se evalúa la línea de B - E - H por la suma de $|A - B| + |C - B| + |D - E| + |F - E| + |G - H| + |I - H|$.

En el caso mencionado anteriormente se ha considerado solamente la línea longitudinal pero también se puede definir para las orientaciones horizontales y trigonales, y además se puede extraer línea y filo de varios caracteres por la forma de función de la evaluación.

2.3. Método de análisis

Este estudio fué analizado por el programa de procedimiento que se muestra en la figura 3, en base de los datos del tratamiento analógico y digital.

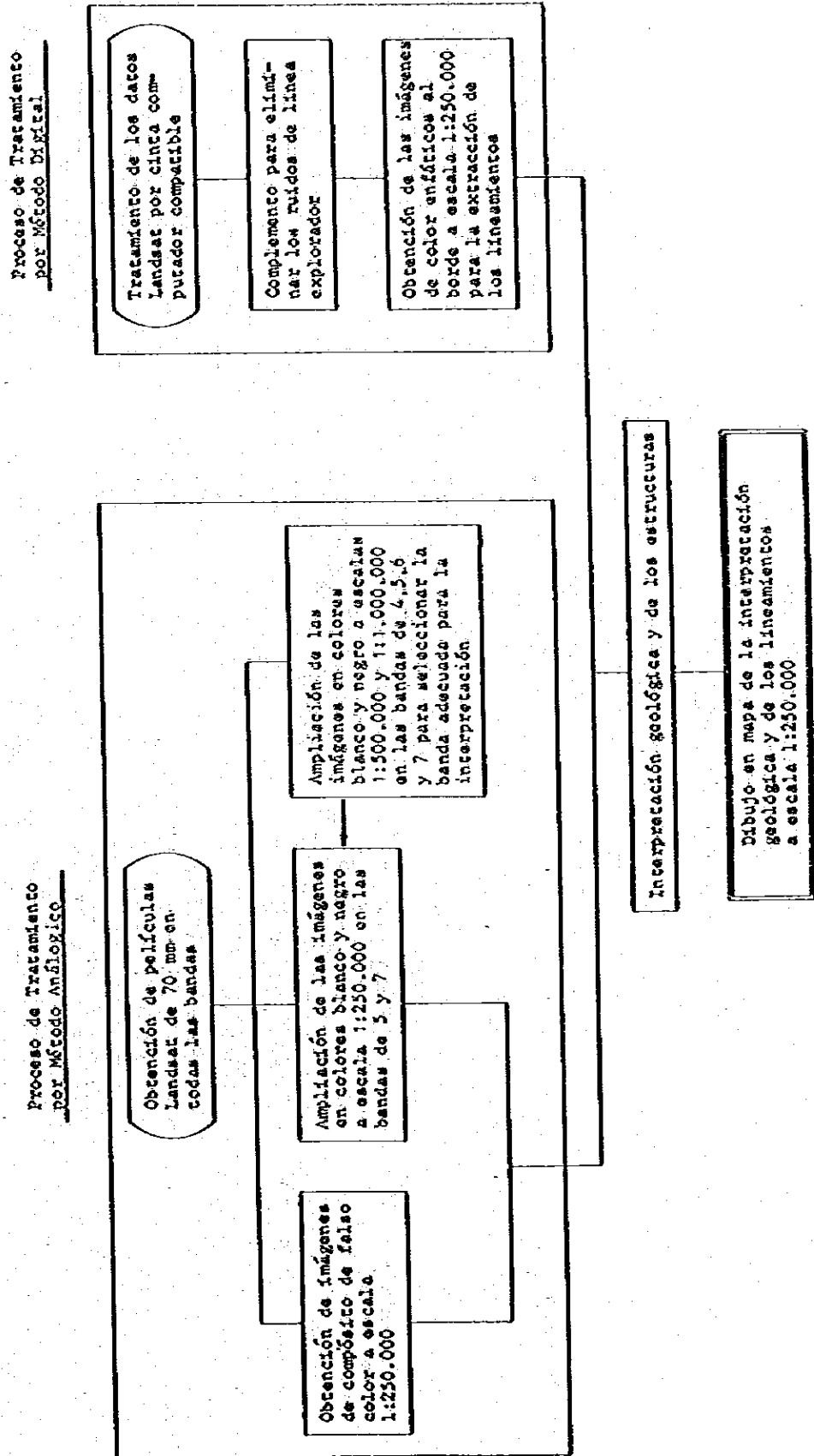


Fig. 3 Flujo Esquemático de Procedimiento de Análisis "Landsat"

2.3.1. Análisis de la imagen con los datos obtenidos por el tratamiento analógico

Se han utilizado las imágenes (escala 1:250.000) en colores blanco y negro, de bandas 5 y 7 adecuadas, y las imágenes (escala 1:250.000) de compuesto de falso color para el análisis que se indica en la figura 3.

El orden del análisis es lo siguiente: primeramente se fija la hoja sobrepuesta en la imagen de compuesto de falso color, considerando la información a través de la imagen de bandas 5 y 7, y pasan las informaciones geológicas descifradas a la hoja sobrepuesta. Al descifrar, se clasifica la unidad geológica observando las características topográficas y fotográficas, de la siguiente forma: modelo, densidad y longitud, drenaje, resistencia de roca, perfil de valle, forma de montaña, lineamiento (dirección, intensidad y tipo), textura y tono en fotografía. Y paralelamente se interpreta la estructura del área estudiada, por las informaciones de estratificación, falla y fractura.

2.3.2. Análisis de la imagen con los datos obtenidos por el tratamiento digital

El orden de este análisis es similar al método analógico.

Capítulo 3. Resultados del análisis

3.1. Resumen

Los mapas geológicos publicados (Ruis, 1965 y IIG, 1981) en ésta área indican que la geología del área está constituida por las secuencias volcánicas de Cretácico y Terciario, también se distribuyen granitoides terciarios que intruyen a las secuencias dichas anteriormente.

Se clasifican en 5 unidades geológicas por medio de este análisis, lo que se indica en la tabla 2, y la columna geológica generalizada del área se muestra en la figura 4, y el Mapa geológico de la interpretación en la figura 5.

A su vez en este estudio se está utilizando el nombre de la Formación según el IIG (1981).

3.2. Unidades geológicas

Las unidades geológicas realizadas por medio de éste análisis se clasifican en 5 unidades: A, B, C, D e E.

1) Unidad A

Esta unidad se distribuye solamente en la parte Suroeste del área estudiada.

Como se indican en la tabla 2 las características fotográficas y topográficas, se caracteriza por la textura (en fotografía) fina a media, drenaje denso, resistencia media a alta, cuchillas y valles abruptos ó escarpados y sin vegetación.

El contacto entre esta unidad y unidad C que sobreyace a esta es generalmente claro y parcialmente indistinto. De acuerdo a las características dichas anteriormente, esta unidad permite corresponder a la Formación

Tabla 2 Cuadro de Características de Imágenes de Análisis de Imágenes Landsat

UNIDAD	TEXTURA EN FOTO	CARACTERÍSTICAS TOPOGRAFICAS						VEGETACION	OBSERVACIONES	LITOLOGIA PROBABLE	CORRELACION CON DATOS CONOCIDOS (IIG, 1981)
		DRENAJE		RESISTENCIA		LINEAMIENTOS					
		MODELO	CONDICION	ROCAS	PERFIL	DIRECCION	INTENSIDAD				
D	fino suave porajo	meandriforme	baja	muy baja				moderada	generalmente entubado	degratitas resistentes	CENOSICO
		distribuido						seco			
C	fino o medio suave no porajo	dendrítico	baja o medio	mederada o alta		principalmente N-S NNE-SSW NW-SE	media	falla alguna (discontinua)	Predominan los lineamientos N-S.	lavas y rocas productivas	RESOZOCO
		dendrítico sub paralelo	media	id		principalmente NNE-SSW N-S	débil	falla	Los contactos litológicos no son claros.	lavas y rocas productivas	
A	fino o medio rugoso	dendrítico	alta	id		principalmente NE	media	falla alguna (continua)	Predominan los lineamientos NNE-SSW.	rocas cuarcíticas y lavas	RESOZOCO
		id	media	id		principalmente N-S	débil	falla	generalmente medido	conglomerado y rocas volcánicas	
E	fino, suave porajo no porajo	id	media	alta		principalmente N-S	débil	falla	generalmente medido	rocas intrusivas y/o zona entubado	ROCAS INTRUSIVAS Y/O ZONA ENTUBADO
										granitoides y/o ofitección Nuecesmar	

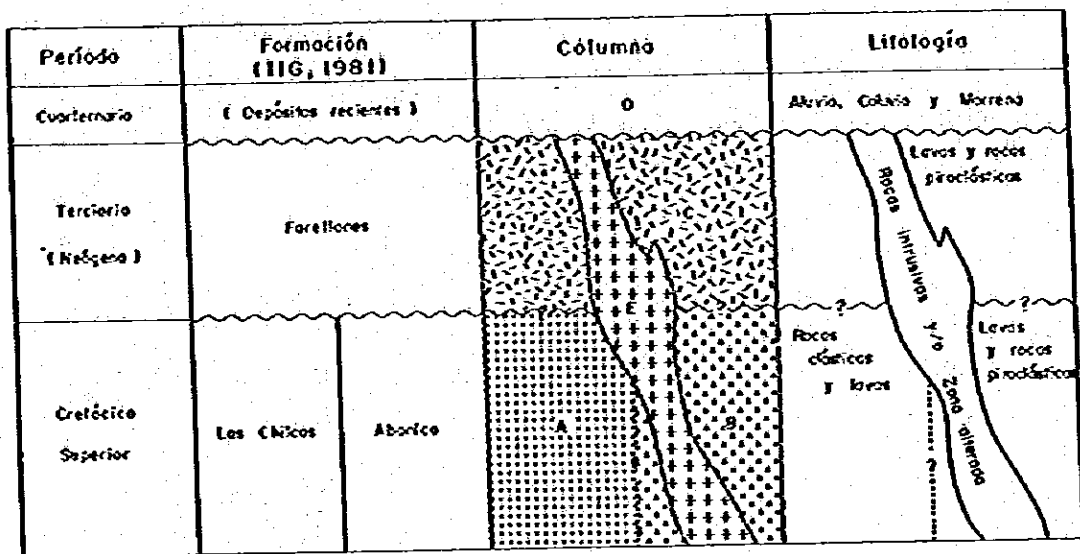


Fig. 4 Columna Geológica Generalizada del Area Estudiada

Las Chilcas por IIG (1981) que consiste de las rocas clásticas y volcánicas.

2) Unidad B

Esta unidad se distribuye con la estrecha dimensión en la parte del extremo Noreste del área estudiada; topográficamente y fotográficamente se caracteriza por textura fina y media, drenaje dendrítico a subparalelo con densidad media, resistencia media a alta, cuchilla suave y sin vegetación.

El contacto entre esta unidad y la unidad C que sobreyace a ella es generalmente no muy claro, y el contacto con la unidad E que corresponde a la roca intrusiva, es más claramente.

Esta unidad correspondería a la Formación Abanico (IIG, 1981), constituida por las rocas volcánicas principalmente.

3) Unidad C

Esta unidad se presenta con dimensión alta en el sector Noroeste hacia Sureste; topográficamente y fotográficamente se caracteriza por textura fina a media, drenaje dendrítico con la densidad baja a media, resistencia media a alta, cuchillas suaves y sin vegetación.

El contacto de ella con la unidad E es relativamente claro. Por las características mencionadas anteriormente esta unidad coincide con las rocas piroclásticas y lavas que corresponden a las Formaciones Farellones y parcialmente Abanico.

4) Unidad D

Esta unidad se encuentra principalmente a lo largo de los ríos recientes.

Topográficamente y fotográficamente se caracteriza por textura fina, drenaje de meandriforme, distributivo con la densidad baja, resistencia muy inferior y existencia de vegetación.

El contacto con las unidades escritas anteriormente es muy claro. Ella coincide con sedimentos inconsolidados constituidos por aluvios, coluvios y glaciares que corresponden a la secuencia cuaternaria por IIG (1981).

5) Unidad E

Esta unidad se distribuye principalmente en la parte central hacia Norte del área estudiada.

Topográficamente y fotográficamente se caracteriza por textura fina, drenaje dendritico con la densidad media, resistencia alta, cuchillas suaves y sin vegetación.

El contacto entre ella y otras unidades es claro excepto una parte.

De acuerdo a las características anteriormente y a la tonación (gris claro) de la imagen en colores negro y blanco, de banda 7; se permite coincidir con rocas intrusivas y zonas alteradas, pero no se pudo distinguir por las facies litológicas, y de la zona alterada.

3.3. Estructura geológica

1) Plegamiento y relación estratigráfica entre las unidades

Se interpreta que la geología del área estudiada está constituida principalmente por las rocas volcánicas, piroclásticas, sedimentarias inconsolidadas y intrusivas, pero no se observa claramente la estratificación con poca diferencia de la densidad del drenaje, excepto las rocas intrusivas y la secuencia cuaternaria, por lo cual es muy difícil interpretar el plegamiento.

Se interpreta que las unidades A y B están cubiertas concordantemente por la unidad C; sin embargo es muy difícil interpretar la relación entre las unidades A y B por la ausencia del contacto entre ellas. Todas las unidades anteriores están discordantemente cubiertas por la unidad D.

2) Lineamientos

Generalmente en el estudio fotogeológico globalmente se denomina como lineamiento, a los fenómenos lineales y de arco muy suave. Y la mayoría de ellos sean fallas.

En este estudio fue clasificado por 2 clases de lineamiento del área, considerando a la forma de distribución de la unidad respectivamente, el modelo y la densidad, del drenaje y la resistencia de la roca: a) falla y b) otro lineamiento que es difícil de interpretar. Las fallas que se desarrollan en el área estudiada se clasifican por los 2 sistemas: un sistema con la orientación N - S y otro con NE - SW.

El primero cruza del Norte al Sur intermitentemente en la parte central del área con una distancia de 80 km aproximadamente de longitud, y el último se desarrolla en el sector Norte y Sur del área con la longitud corta.

En todas las partes del área se encuentran otros lineamientos que no se pueden decidir como fallas por no observarse la variación del movimiento, y ellos corresponden a las fracturas que se relacionaría con las fallas anteriormente dichas. Y también en las unidades A y C se observan algunos lineamientos que corresponderían posiblemente diaclasas. Los lineamientos que se observan en la unidad A se desarrollan en el sector Norte de la Ciudad San Felipe con las orientaciones de NNE - SSW y NNW - SSE y los otros que se observan en la unidad C, se desarrolla en las cercanías de estero Chalaco de la parte central del área estudiada con las orientaciones de NNE - SSW y NW - SE.

No es clara la interpretación histórica por los lineamientos pero se permite pensar que la falla del sistema "N - S" sea más joven que del sistema "NE - SW" por el impedimento del uno por el otro, que se observa en las cercanías de los ríos de Los Pelambres y Tencadán de la parte Norte del área.

Debido a un tratamiento matemático y la dirección de irradiación del sol, se observó predominantemente un lineamiento en dirección NW - SE en la imagen que se indica en la Foto 3.

ANALISIS DE FOTOGEOLOGIA

Capítulo 1. Generalidades

Generalmente el estudio fotogeológico se completa con una comprobación del trabajo del terreno, sin embargo en este caso no está hecha la comprobación.

Este estudio fotogeológico se utilizó el resultado del análisis "Landsat" y los antecedentes geológicos (principalmente por IIG, 1981), y también este estudio se ha realizado con los objetivos de la obtención de geología, estructura y zona alterada en el área.

Finalmente se dieron unas recomendaciones por el resultado de este estudio, para una más adelante exploración en el área correspondiente.

Capítulo 2. Datos usados y método análisis

2.1. Fotografías aéreas usadas

En este análisis se utilizaron 206 fotografías en colores blanco y negro a escala 1:70.000, publicados por el Instituto Geográfico Militar de Chile. Se indican las fotografías aéreas en la tabla 3, y el índice de las fotografías aéreas en la figura 6.

2.2. Método de análisis

En el transparente dispuesto sobre cada foto y usando la imagen estereoscópica se volcó el drenaje, los lineamientos, la estratificación, etc. Después se compilaron estos datos en un mapa topográfico a escala 1:50.000. Finalmente se confeccionó un cuadro con las características aerofotográficas que incluyó la textura observada en las fotos y las características topográficas de cada unidad. Como mapa base fue utilizado el mismo mapa geológico a escala 1:250.000, usado en el análisis de los datos "Landsat".

Tabla 3. Fotografías Aéreas Usadas

Ruta de Aviación	Número de Foto	Cantidad de Fotos (Total 206)	Fecha de Rodaje	Dirección de Vuelo	Altura de Vuelo
R-33 L-21	5479 ~ 5498	20	29 Mar. '55	N → S	11.000 ^m
R-152 L- 21	25412 ~ 25425	14	?	N → S	id
R- 5 L-21	631 ~ 634	4	28 Dic. '54	N → S	id
R-33 L-20	5503 ~ 5519	17	29 Mar. '55	N → S	id
R-20 L-20	3301 ~ 3314	14	?	S → N	id
R- 7 L-19	1050 ~ 1073	24	8 Ene. '55	N → S	id
R-12 L-18	1821 ~ 1847	27	22 Ene. '55	S → N	id
R-25 L-17	4014 ~ 4040	27	21 Feb. '55	N → S	id
R-26 L-16	4181 ~ 4206	26	23 Feb. '55	N → S	id
R-26 L-16	4160 ~ 4170	11	23 Feb. '55	N → S	id
R-26 L-15	4311 ~ 4321	12	23 Feb. '55	S → N	id
R-27 L-14	4344 ~ 4353	10	24 Feb. '55	N → S	id

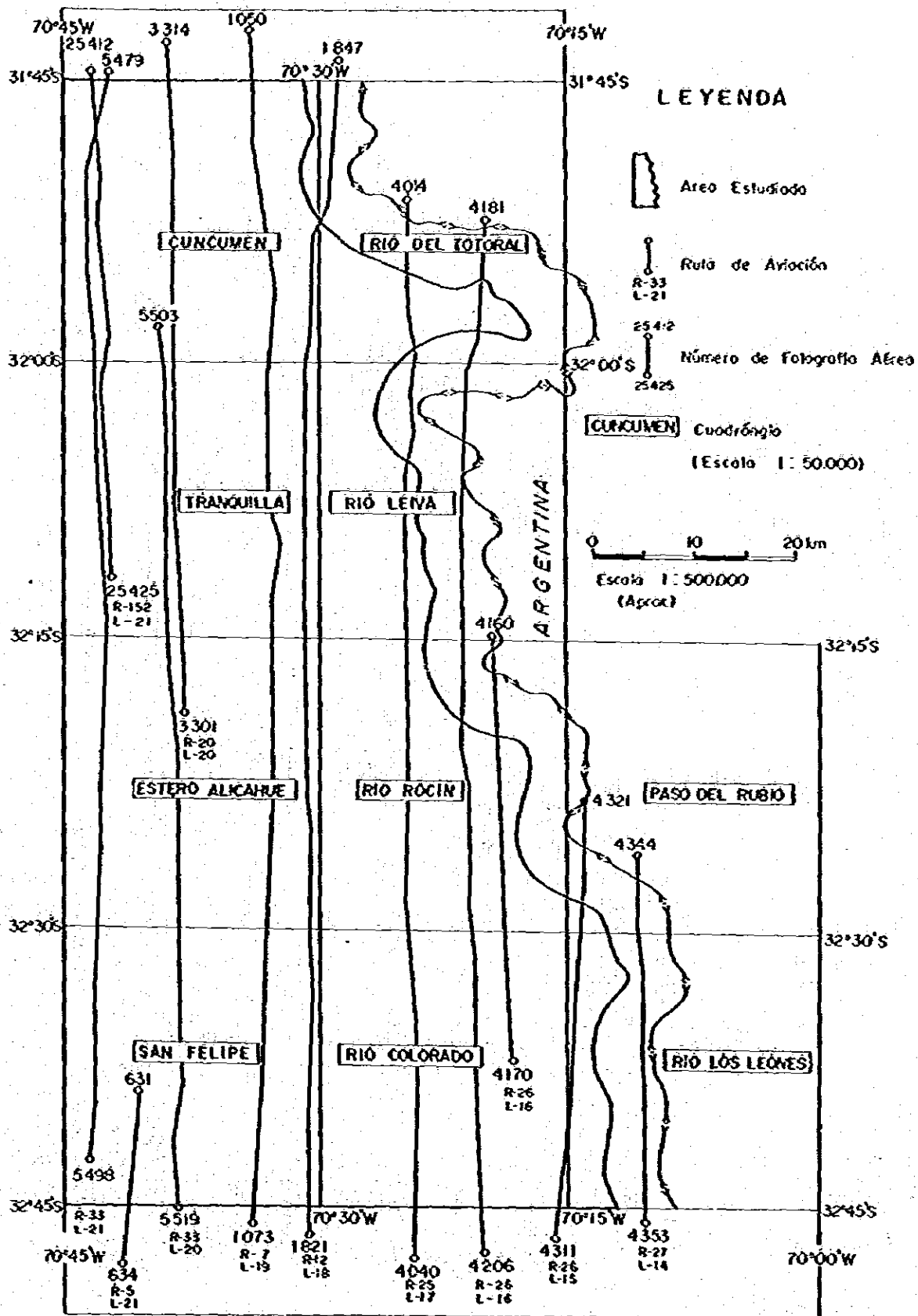


Fig. 6 Índice de Fotografías Aéreas

Capítulo 3. Resultados (ver PL. 1 y PL. 2)

3.1. Resumen

En la interpretación fotogeológica se distinguieron 15 unidades en el área estudiada como se muestra en la tabla 4.

Elas están constituidas por series estratificadas, sedimentos inconsolidados, rocas intrusivas y zonas alteradas. A su vez se muestra la columna geológica generalizada en la figura 7, el mapa geológico de la interpretación en la figura 8, el mapa tectónico con las rocas intrusivas y las zonas alteradas en la figura 9.

La estratificación de mayor unidad tiene principalmente la orientación de N - S. El plegamiento se desarrolla en el sector Norte del área. La falla denominante se desarrolla en la parte Central del área con la orientación de N - S.

3.2. Unidades geológicas

3.2.1. Unidades de rocas estratificadas

Las unidades de rocas estratificadas se clasifican en 3 unidades: A₁, A₂, y A₃.

1) Unidad A₁

Esta unidad se distribuye en el sector extremo Suroeste del área estudiada.

Fotográficamente ella se caracteriza por el tono gris oscuro a gris, la textura granulada a áspera, y topográficamente por un drenaje dendrítico o subdendrítico de alta densidad, resistencia media a alta y cuchillas escarpadas con estratificación suave y vegetación escasa.

Tabla 4 Cuadro de Características de Interpretaciones Fotogeológicas

UNIDAD	TONO EN FOTO	TEXTURA EN FOTO	CARACTERÍSTICAS TOPOGRÁFICAS				CORRELACION CON DATOS CONOCIDOS (1961-1981)			
			DRENAJE	RESISTENCIA PERFIL	ESTRATIFICACION	DIRECCION DE ROCAS DE LINEA CONTACTO INTRUSIVO/SEDIMENTAL	LITOLOGIA PROBABLE	CORRELACION CON DATOS CONOCIDOS (1961-1981)		
									MODELO	ROSCAS
SEDIMENTOS NO CONSOLIDADOS	B	Claro o gris grueso, líneas	sub líneas meandriforme distribuido	bajo	may baja	ondulado	clara	pobre o ninguno	sluvis, eluvio y marraza	arenas residuales
	A3	oscuro o gris claro	granoso o perforado sub	may alta	media o alta	irregular	NE-SW N-E NW-SE N-E-SW N-E	poor clare paralelas clara	rocas precipitadas y lavas	Formación Residuales
	A4	gris oscuro o gris perforado sub	línea o sub paralelo dendritico	media o alta	media o alta	irregular	NE-SW N-E NW-SE N-E-SW N-E	clara	rocas precipitadas y lavas con rocas efusivas	Formación Abasco
	A1	gris oscuro o gris perforado clara	granoso o áspero sub dendritico	alta	media o alta	irregular	NE-SW N-E NW-SE N-E-SW N-E	poor clare	lavas, rocas efusivas y efusivas	Formación Los Chicos
ROCAS	C7	oscuro	línea	irregular	alta	irregular	NE-SW E-W	clara	andesit y/o andesit basáltico	
	C6	clara	irregular	irregular	media o alta	irregular	NE-SW NW-SE E-W	may clara	escler y/o marra	
	C4	gris oscuro o gris	áspero	paralelo	may baja	alta	N-E NW-SE	compuestas mente clara	ácidos andesitico	ácidos andesitico
	C4	clara	irregular	sub paralelo dendritico	baja o alta	media o alta	N-E NW-SE	clara o poor clare	ácidos andesitico	ácidos andesitico
ROCAS INTRUSIVAS	C3	may clara	irregular	irregular	alta	irregular	N-E E-W	clara	granitoid (B)	granitoides
	C5	gris o clara	granoso o suave perforado áspero	sub paralelo paralelo	baja o media	irregular	N-E NW-SE E-W	clara	granitoid (A)	irregular
	C1	gris	poor suave	sub paralelo dendritico	baja o alta	media o alta	N-E NW-SE	poor clare o clara	ácidos	irregular
	D4	clara o gris	suave	irregular	media o baja	baja	irregular	compuestas mente clara	alteración principalmente (oxidación)	alteración residual
ZONAS	D3	clara o gris may clara	irregular	irregular	irregular	irregular	NE-SW	irregular	alteración media (10)	irregular
	D2	may clara	irregular	irregular	irregular	irregular	irregular	irregular	alteración fuerte (10)	irregular
ALTERADAS	D1	clara o gris	áspero y suave	irregular	baja o alta	irregular	irregular	irregular	alteración principalmente (alteración)	irregular
	D1	clara o gris	áspero y suave	irregular	baja o alta	irregular	irregular	irregular	alteración principalmente (alteración)	irregular

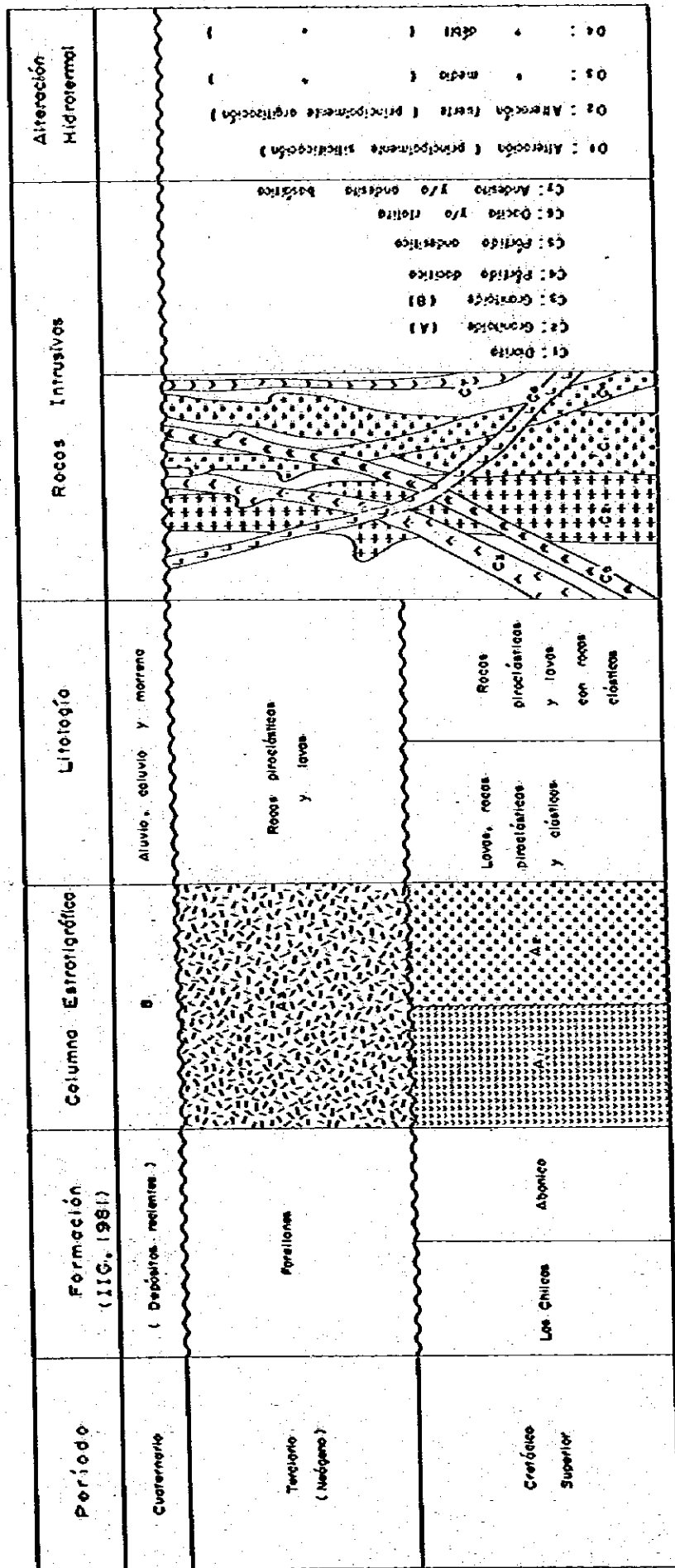


Fig. 7 Columna Fotogeológica Generalizada del Area Estudiado

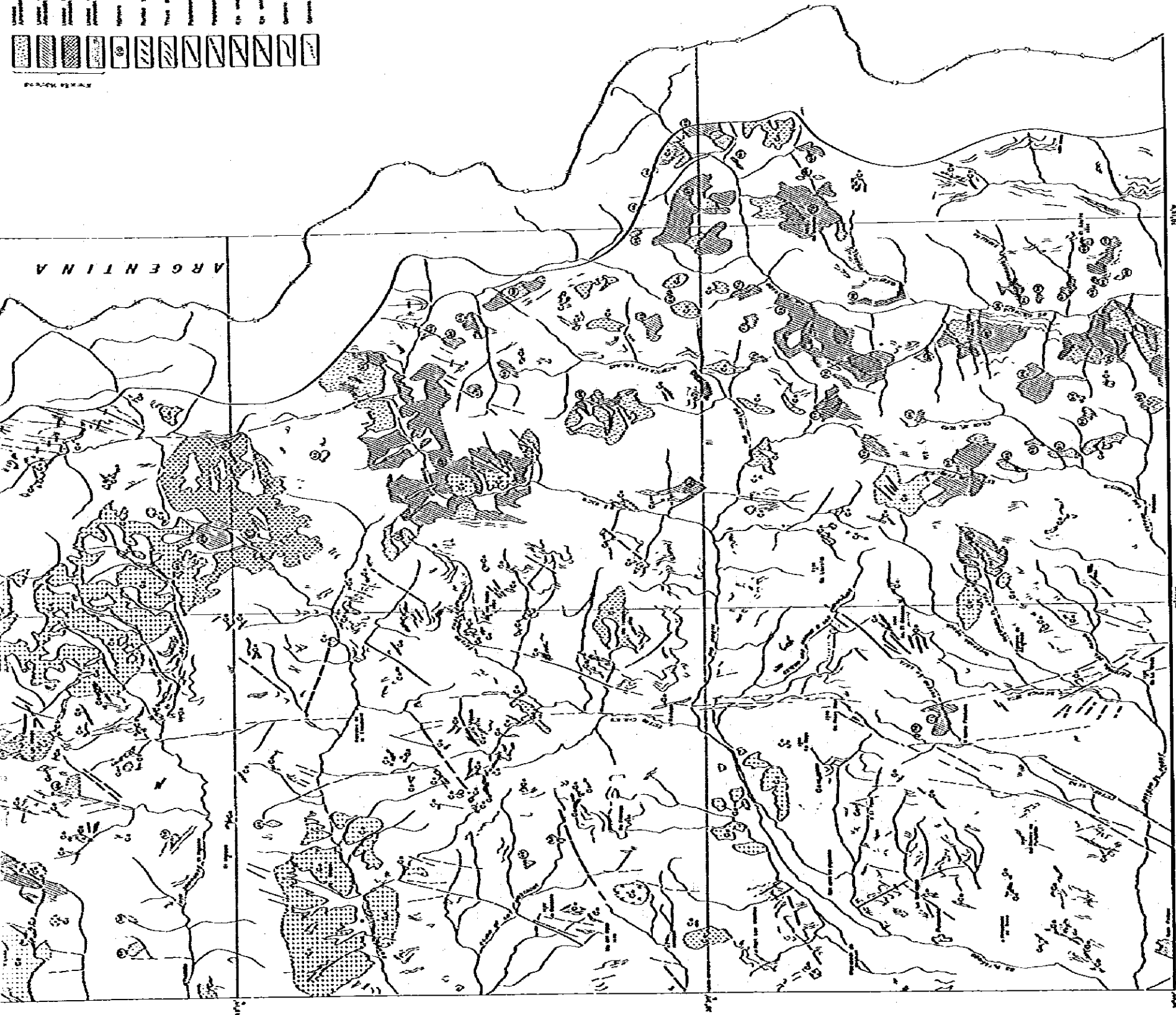
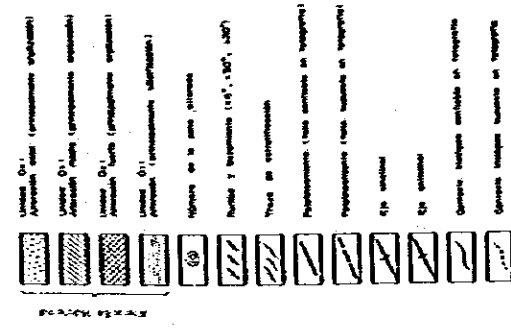


Fig. 9 Plano Tectónico y Ubicación de Zonas Alteradas en el Área Norte de "Río Blanco"

El contacto que se observa en el sector Noroeste del pueblo Arrayán, entre esta unidad y A₃, es claro; sin embargo en otra parte esto no es claro. Los contactos con la unidad A₂ y zona alterada no son claros, pero con la unidad B y rocas intrusivas son relativamente claros.

Se interpreta como rocas volcánicas y rocas sedimentarias de Formación Las Chilcas (IIG, 1981). Especialmente la parte que tiene características con estratificación suave y resistencia alta, se interpreta como una alternación de rocas clásticas, y la parte caracterizada por el tono claro se interpreta como rocas piroclásticas.

2) Unidad A₂

Esta unidad se encuentra en la parte Norte a Sur de la mitad del sector Este del área estudiada.

Fotográficamente ella se caracteriza por el tono gris oscuro a gris, textura áspera o en línea, y topográficamente por drenaje dendritico a subparalelo, de densidad alta, resistencia baja a alta, cuchillás escarpadas con estratificación buena y escasa vegetación.

El contacto entre esta unidad y A₃ no es claro generalmente, entre ella y B es claro, entre la unidad A₂ y la roca intrusiva en algunas partes es claro y en otras no. El contacto entre esta unidad y la zona alterada no es clara en la mayor parte.

Esta unidad se interpreta como lava y piroclástica con roca sedimentaria. La unidad que se interpreta como la roca sedimentaria se encuentra en la parte Sur del río Chicharra, y de acuerdo a las características por una banda con tono gris oscuro a gris, la unidad se interpreta como una alternación de arenisca y lutita. Esta unidad correspondería a la Formación Abanico (IIG, 1981).

3) Unidad A₃

Esta unidad se presenta en el sector Norte a Sur del área con estratificación.

Fotográficamente y topográficamente se caracteriza por un tono variable de gris claro a oscuro, textura granulada o áspera, drenaje dendrítico ó subdendrítico de densidad alta, resistencia media a alta, cuchillas suaves que la unidad A₂ y valles estrechos con escasa vegetación.

Esta unidad es cubrida por la unidad B y el contacto entre ella con B es claro. También el contacto entre esta unidad y roca intrusiva de dimensión alta no es claro aunque con la roca intrusiva pequeña sea claro, además el contacto entre ella con la zona alterada no es claro.

Esta unidad se interpreta como rocas piroclásticas y lavas que correspondería a la Formación Farellones por IIG (1981).

3.2.2. Unidad de sedimentos inconsolidados

Esta es solamente la unidad B.

La unidad B se distribuye a lo largo de los ríos principales y en terrazas también, en el área estudiada.

Esta unidad se caracteriza fotográficamente por el tono más claro que las unidades escritas anteriormente con la textura granulada y parcialmente en línea, y topográficamente por el drenaje sublineado, meandriforme distributivo, de muy baja densidad con resistencia inferior y la vegetación que se presenta a lo largo de los ríos principales.

Esta unidad cubre a todas las unidades con el contacto claro.

Ella se interpreta como sedimentos aluviales, coluviales, de terraza y morrena, y correspondería a sedimentos cuaternarios por IIG (1981).

3.2.3 Rocas intrusivas

En la unidad de rocas intrusivas se distinguieron 7 unidades: C₁, C₂, C₃, ... y C₇.

1) Unidad C₁

Esta unidad se distribuye en 5 partes separadas del sector Norte a Oeste y central del área estudiada, con la dimensión máxima de 7 × 11 km y con la mínima de 1 × 1 km.

Ella se caracteriza fotográficamente por drenaje subparalelo ó dendritico de densidad baja, resistencia media a baja y cuchillas suaves.

Esta unidad se interpreta como una roca intrusiva diorítica por tono más grisáceo, que una unidad se interpreta como granitoides, y ella corresponde a granitoides por el IIG (1981). Además se interpreta que esta unidad intruye a las unidades A₂ y A₃ y las unidades C₄ y C₆ afectan a ella.

2) Unidad C₂

Esta unidad se distribuye en todas las partes, predominantemente en el centro hacia el Norte del área con la dimensión máxima de 6 × 33 km y la mínima de 0,5 × 0,5 km.

Ella tiene fotográficamente el tono grisáceo a claro y la textura granulada ó suave, y topográficamente un drenaje subdendritico a paralelo de densidad media, resistencia alta y cuchillas suaves. En esta unidad la vegetación es muy escasa.

Ella se interpreta como batolito ó "stock" granítico, y la mayoría de la unidad coincide con granitoides por IIG (1981).

Debido a una pequeña diferencia por tono fotográfico se dividen los granitoides por 2 tipos: granitoide "A" caracterizado por un tono grisáceo a claro y granitoide "B" caracterizado por un tono muy claro.

La unidad C₂ corresponde a granitoide "A".

3) Unidad C₃

Esta unidad se distribuye predominantemente en la falda Sur de Cerro Amarillos (2,903 m.s.n.m.) con la dimensión relativamente pequeña: la máxima de 2 x 3 km y la mínima de 0,2 x 0,2 km.

Ella se caracteriza fotográficamente por el tono más claro entre todas las unidades de las rocas intrusivas y textura áspera, y topográficamente por drenaje subparalelo ó dendrítico, resistencia alta y cuchilla suave con una forma de "v" inversa.

Esta unidad se interpreta como granitoide de tipo "B" escrito anteriormente y corresponde a una parte de las granitoides por IIG (1981).

Esta unidad intruye a las unidades A₂, A₃, y C₂.

4) Unidad C₄

Esta unidad se encuentra en todas las partes del área con dimensión pequeña: la máxima de 2 x 4 km, la mínima de 0,1 x 0,2 km.

Ella se caracteriza fotográficamente por un tono claro y textura áspera y topográficamente por un drenaje subparalelo ó dendrítico de densidad baja, resistencia media a alta y cuchillas suaves con una forma de "v" inversa. Vegetación es muy escasa en esta unidad.

Esta unidad se interpreta como que se intruye a las unidades A₁, A₂, A₃ y C₁, y las unidades C₅ y C₆ intruyen a ella, y como un "stock", dique y filón capa de pórfido ácido, corresponde al pórfido dacítico por IIG (1981).

5) Unidad C₅

Esta unidad se distribuye en la parte central al Sur del área con una extensión puntual, y su dimensión máxima es de 1 x 2 km con una mínima de 0,2 x 0,2 km.

Ella se caracteriza fotográficamente por un tono gris oscuro a grisáceo y textura áspera y topográficamente por drenaje subparalelo de densidad alta y cuchillas en forma de "V" inversa. La vegetación es muy escasa en esta unidad.

Ella se interpreta como "stock" y dique, intruyendo a las unidades A₁, A₂, A₃, C₂ y C₄, con una elongación N - S, y como pórfido de composición intermedia que corresponde al pórfido andesítico por IIG (1981).

6) Unidad C₆

Esta unidad se distribuye principalmente en la mitad Oeste del área con un ancho de 50 m y 1,5 km de longitud máxima.

Ella se caracteriza fotográficamente por un tono claro, textura en línea, y presenta como una cuchilla con disposición en línea y discontinuada de modo que la resistencia es media a alta.

Ella se interpreta como un dique dacítico ó riolítico intruida a las unidades A₁, A₂, A₃, C₁, C₂ y C₄ con elongaciones NNE - SSW, NW - SE y E - W.

En el mapa del IIG (1981) no se presenta ninguna roca que corresponde a ella.

7) Unidad C₇

Esta unidad se distribuye solamente en el sector extremo Sureste del área con una extensión máxima de 1 km, 100 m de ancho.

Ella se caracteriza fotográficamente por un tono muy oscuro y textura lineada, y topográficamente por resistencia alta.

Ella se interpreta como un dique andesítico ó andesítico basáltico con elongación NNE - SSW y E - W, intruyendo a la unidad A₂.

En el mapa del IIG (1981) no se presenta ninguna correspondiente a ella.

3.2.4. Zonas alteradas

En el área estudiada se encuentran unas unidades que se caracterizan fotográficamente y topográficamente por las siguientes cualidades:

- i) Generalmente el tono más claro que otras unidades.
- ii) La textura suave.
- iii) La resistencia baja.
- iv) Las cuchillas suaves y en forma ondulada.
- v) La distribución pequeña, definitiva y en forma irregular. Por lo que se distinguen de las otras.

Las características mencionadas en parte superior se observan generalmente en las unidades de roca alterada, de modo que en este estudio también estas se han interpretado como una zona alterada.

Esta unidad que se interpreta como una zona alterada se distinguieron 4 unidades: D₁, D₂, D₃ y D₄ por diferencia topográfica y fotográfica aunque sea muy pequeña.

Cada una de estas unidades respectivamente se interpretan como en lo siguiente:

Unidad D ₁	:	zona de alteración con silicificación principalmente
Unidad D ₂	:	zona de alteración fuerte
Unidad D ₃	:	zona de alteración media
Unidad D ₄	:	zona de alteración débil

El número de las unidades es de 140 (D₁:3, D₂:26, D₃:77 y D₄:34). A su vez el número de las que fueron interpretadas como zona alterada fue del 105 (ver Pl. 2).

La característica de cada una de las zonas alteradas se indica en la tabla 5.

Tabla 5 Lista de Zonas Alternadas del Area Estudiada

Número de Zona Alternada	Coordenada		Dimensión	Unidades de Zona Alternada			Nombre de los Cuadrangulos Escala 1:50,000
	North	East		D1	D2	D3	
1	6484.5	342.0	800 x 150 m				CUNCUMEN
2	6484.0	347.2	1.800 x 600				Id
3	6482.5	348.0	1.500 x 700				Id
4	6482.0	351.5	1.500 x 800				Id
5	6465.8	341.5	1.400 x 300				Id
6	6463.5	341.5	1.400 x 700				Id
7	6462.0	341.0	1.400 x 800				Id
8	6460.8	339.2	400 x 200				Id
9	6460.6	339.7	1.400 x 100				Id
10	6458.5	334.8	3.100 x >500				CUNCUMEN, TRANQUILLA
11	6458.5	337.4	1.300 x 500				Id
12	6461.0	341.6	150 x 100				CUNCUMEN
13	6455.0	344.5	8.800 x 6.000				CUNCUMEN, TRANQUILLA
14	6459.3	344.5	500 x 300				CUNCUMEN
15	6465.2	358.0	700 x 300				CUNCUMEN, RIO DEL TOTORAL
16	6463.0	360.0	2.000 x 800				RIO DEL TOTORAL
17	6465.6	363.3	1.400 x 1.400				Id
18	6462.0	364.0	3.200 x 1.600				Id
19	6463.5	365.5	1.300 x 600				Id
20	6466.7	367.7	2.000 x 1.200				Id
21	6464.5	369.4	1.800 x 600				Id
22	6462.2	369.8	2.000 x 200				Id
23	6460.4	367.7	1.300 x 300				Id
24	6455.0	338.5	1.600 x 1.000				TRANQUILLA
25	6453.6	335.5	300 x 100				Id
26	6453.2	336.9	200 x 100				Id
27	6453.2	337.7	400 x 100				Id
28	6453.7	338.2	200 x 50				Id
29	6452.9	338.0	300 x 200				Id
30	6449.5	340.5	200 x 100				Id

Número de Zona Alterada	Coordenada		Dimensión	Unidades de Zona Alterada				Nombre de los Cuadrangulos Escala 1:50,000
	Norte	Este		D1	D2	D3	D4	
31	6449.5	341.1	150 x 100 m			o		TRANQUILLA
32	6450.3	342.8	1.200 x 700				o	Id
33	6446.5	342.5	8.100 x 1.800			o	o	Id
34	6448.8	347.0	6.000 x 1.200			o	o	Id
35	6446.2	350.2	2.000 x 1.500				o	Id
36	6440.5	347.5	2.000 x 1.000				o	Id
37	6436.5	337.8	1.100 x 700				o	Id
38	6436.8	339.6	1.000 x 300				o	Id
39	6434.2	344.4	800 x 400				o	Id
40	6451.3	361.7	4.300 x 2.800			o	o	RIO LEIVA
41	6448.0	366.0	800 x 500				o	Id
42	6448.5	366.5	1.000 x 150				o	Id
43	6449.5	367.5	2.500 x 800			o	o	Id
44	6447.5	368.8	1.100 x 600			o		Id
45	6433.8	361.5	1.000 x 800				o	Id
46	6432.0	363.0	3.500 x 1.600				o	Id
47	6431.7	368.8	2.300 x 700				o	RIO LEIVA, RIO ROCIN
48	6428.6	345.5	1.100 x 500				o	ESTERO ALICARUE
49	6419.4	343.2	700 x 600				o	Id
50	6411.5	344.7	500 x 300				o	Id
51	6429.0	362.5	2.100 x 400				o	RIO ROCIN
52	6425.7	367.5	800 x 600				o	Id
53	6419.0	367.0	14.000 x 5.000			o	o	Id
54	6419.5	375.2	900 x 100				o	Id
55	6418.0	374.6	1.400 x 500				o	Id
56	6416.8	375.8	2.000 x 700				o	Id
57	6416.8	371.9	900 x 400				o	Id
58	6416.7	379.3	1.600 x 400				o	Id
59	6414.5	377.8	4.000 x 900				o	Id
60	6409.0	370.0	5.300 x 3.000				o	Id

Número Zona Alcatrada	Coordenada		Dimensión	Unidades de Zona Alcatrada				Nombre de los Cuadrangulos Escala 1:50.000
	Norte	Este		D1	D2	D3	D4	
61	6404.5	365.7	3.000 x 700 m		o	o		RIO ROCIN.
62	6403.2	372.0	2.000 x 800		o			RIO ROCIN. RIO COLORADO
63	6406.3	375.7	1.700 x 1.200		o			RIO ROCIN.
64	6405.3	377.7	300 x 300		o			Id
65	6407.5	381.3	700 x 500		o			Id
66	6407.4	382.5	1.200 x 500		o			PASO DEL RUBIO
67	6404.0	382.0	6.000 x 4.400	o	o	o	o	PASO DEL RUBIO, RIO ROCIN, RIO LOS LEONES, RIO COLORADO
68	6407.0	384.5	1.700 x 1.000	o				PASO DEL RUBIO
69	6404.0	387.5	4.500 x 3.600	o	o	o	o	PASO DEL RUBIO, RIO LOS LEONES
70	6390.5	351.2	400 x 200		o			SAN FELIPE
71	6388.7	351.3	2.300 x 1.000		o			Id
72	6399.7	373.9	700 x 200		o			RIO COLORADO
73	6400.5	376.0	1.000 x 800		o			Id
74	6400.7	377.9	2.000 x 700		o			Id
75	6396.0	375.0	7.900 x 3.300		o	o		Id
76	6397.5	383.0	5.700 x 2.800		o	o	o	RIO COLORADO, RIO LOS LEONES
77	6395.5	371.0	2.300 x 1.200		o	o		RIO COLORADO
78	6395.0	372.7	1.600 x 400		o			Id
79	6393.3	368.7	2.000 x 1.000		o			Id
80	6391.7	377.6	5.400 x 900		o			Id
81	6390.3	370.4	900 x 600		o			Id
82	6390.3	374.3	1.000 x 600		o			Id
83	6386.0	362.0	4.400 x 2.000		o	o	o	Id
84	6387.5	367.0	5.700 x 2.600		o	o	o	Id
85	6385.0	367.5	1.800 x 600		o	o	o	Id
86	6383.0	372.5	4.300 x 2.500		o			Id
87	6386.7	375.3	5.600 x 2.000		o	o	o	Id
88	6385.0	377.3	600 x 200		o			Id
89	6384.7	378.3	1.800 x 1.300		o	o		Id
90	6383.3	377.7	700 x 500		o			Id

Número de Zona Alterada	Coordenada		Dimensión	Unidades de Zona Alterada				Nombre de los Cuadrangulos Escala 1:50.000
	Norte	Este		D1	D2	D3	D4	
91	6380.2	368.6	4.700 x 700 m				0	RIO COLORADO
92	6380.2	370.8	1.000 x 500				0	Id
93	6383.3	369.0	1.000 x 200				0	Id
94	6380.6	371.8	500 x 300				0	Id
95	6376.3	371.5	1.600 x 1.000				0	Id
96	6378.0	376.0	6.500 x 3.800				0	Id
97	6381.4	378.5	1.200 x 600				0	Id
98	6379.9	378.6	200 x 100				0	Id
99	6379.8	378.9	500 x 400				0	Id
100	6378.3	379.1	500 x 200				0	Id
101	6379.1	380.3	2.800 x 800				0	Id
102	6380.3	381.4	700 x 400				0	Id
103	6401.3	385.7	1.000 x 200				0	RIO LOS LEONES
104	6396.0	384.5	2.300 x 800				0	Id
105	6397.0	386.7	1.800 x 700				0	Id
			Total	3	26	77	34	

1) Unidad D₁

Esta unidad se encuentra cerca de la naciente del Río Colorado en la parte Sureste del área estudiada con la dimensión máxima de 2 x 1 km y la mínima de 0,5 x 0,5 km.

Ella se caracteriza fotográficamente por el tono grisáceo a claro y la textura áspera y suave, topográficamente por drenaje subparalelo y dendrítico de densidad baja, resistencia respectivamente alta y cuchillas en forma de "y" inversa.

Esta unidad se interpreta como una zona alterada con silicificación principalmente y coincide con una parte de la zona alterada hidrotermal por el IIG (1981).

Ella se presenta en la unidad A₂ (Formación Abánico) con la extensión N - S en la mayoría.

2) Unidad D₂

Esta unidad se distribuye en todas las partes del área, excepto a la parte Suroest del área con la dimensión máxima de 5,5 x 3 km donde se encuentra en el sector Norte del Cerro Cencero (3.404 m.s.n.m.).

Ella se caracteriza fotográficamente por tono muy claro y textura suave y topográficamente por drenaje subparalelo de densidad media a baja, resistencia baja y cuchillas suaves.

Ella se interpreta como una zona alterada fuertemente y coincide con la zona alterada por el IIG (1981).

A su vez ella se presenta en las unidades A₂, A₃, C₂ y C₅ con la extensión general N - S.

3) Unidad D₃

Esta unidad es de una extensión muy grande, se encuentra en el Río Rocín, con la máxima de $9,5 \times 5$ km. Ella se caracteriza por un tono levemente oscuro que la unidad D₂ y resistencia levemente alta que D₂, de todas maneras las dos son similares por las características topográficas y fotográficas.

Esta unidad se interpreta como una zona de alteración media y se presenta en las unidades A₂, A₃, C₂ y C₅. Ella coincide con la zona alterada hidrotermal por el IIG (1981).

4) Unidad D₄

Esta unidad corresponde al segundo lugar en número, con la dimensión máxima de $5 \times 2,5$ km donde se encuentra cerca de la naciente del Río Rocín.

Ella se caracteriza por un tono levemente grisáceo que la unidad D₃ y la resistencia un poco alto, de modo que las dos son semejantes por la característica topográfica y fotográfica, por lo cual ella también se interpreta como una zona alterada, pero su grado de alteración sería más débil que la unidad D₃.

Esta unidad se presenta en las unidades A₂, A₃, C₂ y C₃ y corresponde a la zona alterada hidrotermal por el IIG (1981).

3.3. Estructura geológica

La estratificación y fotolineamiento son muy importantes como los factores de la estructura.

1) Relación entre las unidades de roca estratificada y pliegues

El contacto entre las unidades A_1 y A_2 es por una falla probable de modo que la relación entre ellas no es clara, sin embargo se considera que la relación entre ellas es una facies heterotópica contemporánea debido a que la unidad A_3 sobreyace a ellas.

Se interpreta que la unidad A_3 sobreyace concordantemente a la A_1 por la estratificación que se desarrolla en cada una de ellas y la continuación del contacto geológico claro.

Se interpreta que la unidad A_3 aparentemente se encuentra sobre la A_2 con discordancia en la parte Norte del área en cambio en la parte Sur del área la relación entre ellas se observa aparentemente como una concordancia de modo que la relación estratigráfica entre ellas no es clara.

La unidad B (sedimentos inconsolidados) sobreyace discordantemente a todas las otras unidades.

En las unidades A_1 , A_2 y A_3 se desarrollan pliegues de 1 ~ 2 km de longitud de onda con ejes de orientaciones N - S y NNW - SSE.

Se interpreta que la unidad A_1 tiene generalmente el NNW - SSE con la inclinación suave hacia el Este y en el sector de "La Quebrada" un pliegue sinclinal suave con eje de orientación NNW - SSE; además ella tiene un par de pliegues de 2 km de longitud de onda con la orientación NW - SE en el sector Suroeste de Las "Minillas".

La unidad A_2 se interpreta como que tiene el rumbo N - S con la inclinación suave hacia Este o Oeste distribuyéndose en la parte Sur del área, con un pliegue suave en forma ondeada, y se observa un anticlinal dominante en confluencia del Río Rocín con el Río Hidalgo, y a su vez ella tiene con el rumbo N - S y la inclinación hacia Este (suave o muy inclinada) en el sector Noreste a Este del área estudiada y parcialmente estructuras anticlinales y sinclinales con 1 ~ 2 km de longitud de onda en la parte Este del área.

Se interpreta como que la unidad A₃ donde se distribuye en la parte occidental de la falla principal tiene generalmente un rumbo de NNW - SSE con una inclinación hacia Este, en cambio en la parte oriental de la estructura de la falla, de la A₃ varia en la parte Norte por el Sur; en la primera se desarrolla predominantemente una estructura sinclinal con orientación NNW - SSE y en la última se observa una estructura muy suave.

2) Fallas

La mayoría de lineamiento en el área estudiada se interpreta como una falla por las siguiente razones: a) existencia de movimiento en ambos estratos por el límite, b) existencia de drenaje con gran énfasis a la orientación definida y c) un lineamiento con gran longitud (más de 1 km).

Las fallas son predominantemente de dirección N - S y NE - SW concentrándose en el sector donde se presenta la unidad A₃. La dirección N - S se desarrolla en el centro del área pasando de Norte a Sur en forma discontinuada y ésta se interpreta como una línea recta de 80 km de longitud por análisis de imagen "Landsat".

Esta falla N - S en la parte Sur del área se continua en forma de filon.

La falla de dirección NE - SW se desarrolla en la periferia de falla N - S con elongación corta.

No se pudo interpretar la relación entre las fallas, distribución de las unidades de roca intrusiva y las zonas de alteración.

3.4. Discusiones

Una discusión se hizo con los resultados del estudio "Landsat" y los antecedentes obtenidos principalmente por el IIG (1981).

1) Rocas estratificadas

Las unidades de roca estratificada por este trabajo coincide aproximadamente con la clasificación de roca estratificada por IIG (1981), sin embargo se encuentra litológicamente una diferencia; por ejemplo en el análisis de fotogeología se interpreta que existen algunas capas de arenisca y lutita en la unidad A₂ que correspondería a la Formación Abanico en que no está escrito en el IIG (1981) sobre ellas, en cambio unas capas de lutita de que está escrita en el IIG (1981) no fueron encontrados por este análisis fotogeológico debido a que las capas de lutita fueron delgadas.

2) Rocas intrusivas

La distribución de las unidades de rocas intrusivas por este análisis no coincide bien con el del IIG (1981); sin embargo se considera que los contactos de las unidades de roca intrusiva sean bastantes confiables por la razón de que en el análisis de fotogeología se observan trigonalmente todos materiales expuestas en la fotografía y la característica del material tiene ella misma se presenta obedientemente en la fotografía.

3) Zona de alteración

La distribución de zona de alteración coincide aproximadamente con el del IIG (1981), pero hay la diferencia en detallé entre ellos.

En este análisis fotogeológico se ha dividido la zona de alteración por el grado de alteración, pero su pertinencia se debe confirmán por el trabajo de terreno, a su vez si es comprobada su pertinencia, sea más útil este método como un estudio previo en el futuro.

4) Estructura

Estructuralmente el resultado de este análisis coincide aproximadamente con el levantamiento geológico regional por el IIG (1981).

Como está escrito, anteriormente no hay gran diferencia entre este estudio y el trabajo anterior (IIG, 1981), sin embargo se encuentra la diferencia en detalle entre ellos, de tal manera que se debe hacer un chequeo en el terreno para aclarar la diferencia.

5) Posibilidad de la existencia del yacimiento metalífero en el área estudiada

Se interpreta globalmente que la geología del área estudiada se constituye por los siguientes;

- i) actividad volcánica de composición media (andesítica) tuvo mucho auge en el área estudiada.
- ii) también intrusión de la roca granitoide fue muy activa.
- iii) Plegamiento y fallamiento acompañados por el movimiento orogénico fueron actuados positivamente.
- iv) Se puede considerar que hayan más de 100 zonas de alteración.
- v) además esta área estudiada se ubica dentro de la franja de cobre porfídico y también se presentan dos yacimientos grandes de tipo cobre porfídico (Los Pelambres y Río Blanco) en la cercanía del área.

Desde los puntos de vista dichos anteriormente; el área estudiada permite tener una gran potencialidad para encontrar mineralización económica.

A su vez las zonas de alteración de los No. 5, 6, 13, 14, 24, 34, 40, 45, 46, 47, 51, 53 y 83 se permiten relacionar con las rocas de granitoides y ellas tienen una gran dimensión en forma irregular o ovalada, de tal manera que es posible que ellas sean más alteraciones relacionadas con la mineralización de tipo cobre porfídico.

Además, vale la pena hacer un estudio en el terreno para las zonas alteradas en que no se observan en la cercanía de estas rocas ígneas que haya traído su alteración por cubrimiento ó debido a que es difícil distinguir las por alteración fuerte.

Hay una poca posibilidad de encontrar mineralización económica que tiene la relación con los intrusivos de pórfido dacítico (unidad C₄), pórfido andesítico (unidad C₅), dacita ó riolita (unidad C₆) y andesita ó andesita basáltica (unidad C₇).

No se pudo obtener información por este estudio sobre el yacimiento de tipo vetiforme que se encuentra en el sector Oeste y no se pudo interpretar unas zonas alteradas por este trabajo que tienen la relación con las fallas y otros lineamientos escritos anteriormente de tal manera que hay pocas esperanzas de encontrar mineralización económica de tipo vetiforme en gran dimensión.

Se resume que el área estudiada es muy interesante como una zona de mineralización (especialmente para el tipo del cobre porfídico).

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Capítulo 1. Conclusiones

1.1. Análisis de datos "Landsat"

Se hizo un análisis de datos de "Landsat" utilizando las imágenes en colores blanco y negro, las imágenes de los compósitos de falso color a escala 1:250.000, por los métodos analógicos y digitales, y se han obtenido los siguientes resultados:

- 1) Las unidades geológicas se han distinguido en 5 unidades, es decir A ~ E. Las unidades A y B se interpretaron como rocas volcánicas, piroclásticas y sedimentarias cretácicas superiores, según el mapa del IIG (1981). La unidad C se interpretó como rocas piroclásticas y lavas de terciario neógeno. Las unidades D y E se interpretaron como sedimentos no consolidados y rocas intrusivas respectivamente.
- 2) En el sector central del área se distribuyen predominantemente los lineamientos que se interpretaron como fallas y fracturas con dirección N - S, y otros lineamientos pequeños se desarrollan en todas las partes del área estudiada con las direcciones NNE - SSW y NE - SW.

1.2. Análisis de fotogeología

Por el análisis fotogeológico se han obtenido las informaciones de geología, estructuras y zonas alteradas.

1) Unidades geológicas

En el área estudiada se dividen 5 unidades geológicas, constituidas por las rocas estratificadas, sedimentos inconsolidados, rocas intrusivas y zonas alteradas.

Las unidades de rocas estratificadas se distinguen en 3 unidades: A₁, A₂ y A₃. La unidad A₁ se constituye por rocas efusivas y clásticas que corresponden a la Formación Las Chilcas del IIG (1981). La unidad A₂ que corresponde a la Formación Abanico se constituye por lavas y rocas piroclásticas con intercalación de rocas sedimentarias de Cretácico Superior. Y la unidad A₃ que corresponde a la Formación Farellonés se constituye por rocas efusivas de Terciario Neógeno.

Debido a que pasa una falla entre las unidades A₁ y A₂ no es clara la relación entre ellas. Se interpreta como que la unidad A₃ sobreyace aparentemente en la unidad A₂ con concordancia, y existe una discordancia angular entre las unidades A₂ y A₃.

La unidad B se interpreta como los sedimentos inconsolidados constituidos por aluvios, coluvios y morrenas.

Las rocas intrusivas se distinguen en 7 unidades (C₁ ~ C₇) que corresponden a la diorita, granitoides "A" y "B", pórfido dacítico, pórfido andesítico, dacita ó riolita y andesita ó andesita basáltica, y dentro de ellos el granitoide "A" se desarrolla más dominante.

2) Estructura

La orientación principal de estratificación que se presenta en las unidades de rocas estratificadas es de Norte a Sur, con inclinación general suavemente hacia el Este.

Los pliegues sinclinales y anticlinales predominantes se presentan en la unidad A₂, donde se encuentra en la parte Noroeste del área estudiada y sus ejes tienen las direcciones N - S. Y también en las unidades A₁ y A₃ se desarrollan pliegues con los ejes en las direcciones NNW - SSE y NW - SE.

La Falla principal se desarrolla discontinuadamente en el centro del área con la dirección N - S.

3) Posibilidad de hallar el yacimiento metalífero en el área estudiada.

Son 105 zonas alteradas las que se han interpretado en el área estudiada y algunas de ellas corresponden por las zonas alteradas hidrotermales (40 zonas) por el IIG (1981), de tal manera que las 65 zonas alteradas son nuevamente obtenidos por este estudio.

Además las zonas alteradas se distinguieron en detalle (unidad $D_1 \sim D_6$) por sus grados de alteración, lo cual se debe chequear en el terreno.

Como está mencionado anteriormente esta área corresponde a una zona de actividad ignea muy fuerte con unas 100 zonas de alteración, además se ubica en una franja de cobre porfídico, de tal manera que hay una gran esperanza de hallar mineralización económica, especialmente del tipo cobre porfídico, en esta área estudiada.

Capítulo 2. Recomendaciones

En su situación general no existe la diferencia entre este estudio y el levantamiento geológico regional por el IIG (1981) sin embargo se encuentran diversas diferencias en detalle entre ellos, especialmente respecto a la distribución de roca intrusiva y zona alterada.

Y también en este trabajo se ha tratado una clasificación para las zonas alteradas según el grado de alteración, y si se comprueba la pertinencia de este estudio será muy útil para el próximo trabajo.

Para aclarar estos asuntos es muy necesario un chequeo en el terreno, y también se necesitará hacer un levantamiento geológico en detalle acompañado de un estudio geoquímico para las zonas de alteración.

REFERENCIA

REFERENCIA

- Aguirre (1960) : Geología de Los Andes de Chile Central, prov. de Aconcagua, IIG. vol. No. 9, Santiago.
- IIG (1968) : Mapa geológico de Chile a escala 1:1,000,000, Santiago.
- IIG (1981) : Carta geológica de Los Andes de Chile a escala 1:250,000, Santiago (en imprenta).
- Instituto Geográfico Militar (1976) : Atla escolar de Chile con la microregionalización del país, 2do. Edic.
- Instituto de Ingenieros de Minas de Chile (1980) : La Minería en Chile.
- Muñoz C. J. (1973) : Geología de Chile, prepaleozóico - paleozóico y mesozóico.
- Quirt S., Clark, A. H., Farrar E. and Sillitoe R. H., (1971) : Potassium - argon ages of porphyry copper deposits in northern and central Chile abs., Geol. Soc. America Mtgs., Abs. with Programs, vol. 3, No. 7, p. 676 - 677.
- Ruiz Fuller C. et al. (1965) : Geología y yacimientos metalíferos de Chile, Santiago, IIG.
- Sillitoe R. H. (1973) : Geology of the Los Pelambres Porphyry Copper Deposit, Chile, Econ. Geol. vol. 68, No. 1.