

## Segunda Parte



## SEGUNDA PARTE INFORME ESPECIFICO

### Capítulo 1 Reconocimiento de campo

#### 1-1 Selección del Area del Estudio

Los sitios de reconocimiento de campo fueron seleccionados tomando en cuenta los siguientes elementos geológicos regionales identificados en el análisis del primer año como indicios de las áreas promisorias: (1) cuerpos intrusivos terciarios, (2) margen oriental de la zona de distribución de las rocas plutónicas ácidas del Pérmico a Triásico, y (3) las calizas ordovícicas (Formación San Juan). Además, se tomó en cuenta los criaderos promisorios según la literatura existente, las zonas de alteración identificadas en los datos de JERS-1 OPS y las recomendaciones del organismo de contraparte (SEGEMAR). De esta manera, se escogió un total de 40 sitios de las siguientes seis áreas (Fig. II-1-1): (1) Area de Castaño, (2) Tocota - Colanguil, (3) Criadero La Criollita, (Pre-Cordillera, La Rioja), (4) Cordón de la Brea, (5) Macho Muerto, y (6) Valle del Cura. El reconocimiento de campo fue realizado prioritariamente en los distritos de Castaño, Macho Muerto y el Cordón de la Brea donde se disponen de informaciones relativamente escasas, procurando recoger los datos geológicos detallados. En cuanto al distrito de Tocota-Colanguil se estudió la zona de sericitización calificada como área promisoría según los datos de JERS-1 OPS, pero no se llegó a descubrir nuevos criaderos.

Con el fin de visitar mayor número posible de criaderos, el tiempo invertido al reconocimiento de campo ha sido de medio día o un día (incluyendo el viaje). El tiempo de estudio fue programado tomando en cuenta el tamaño, potencial y accesibilidad de cada área.

En Macho Muerto se realizó el reconocimiento complementario por los Geól. Hayashi y Miyatake de JMEC y el Ing. Carrizo de SEGEMAR (La Rioja) en marzo de 1998 (correspondiente a la primera etapa del estudio), cuyos resultados se incluyen en esta sección junto con las informaciones recogidas en la segunda etapa del estudio.



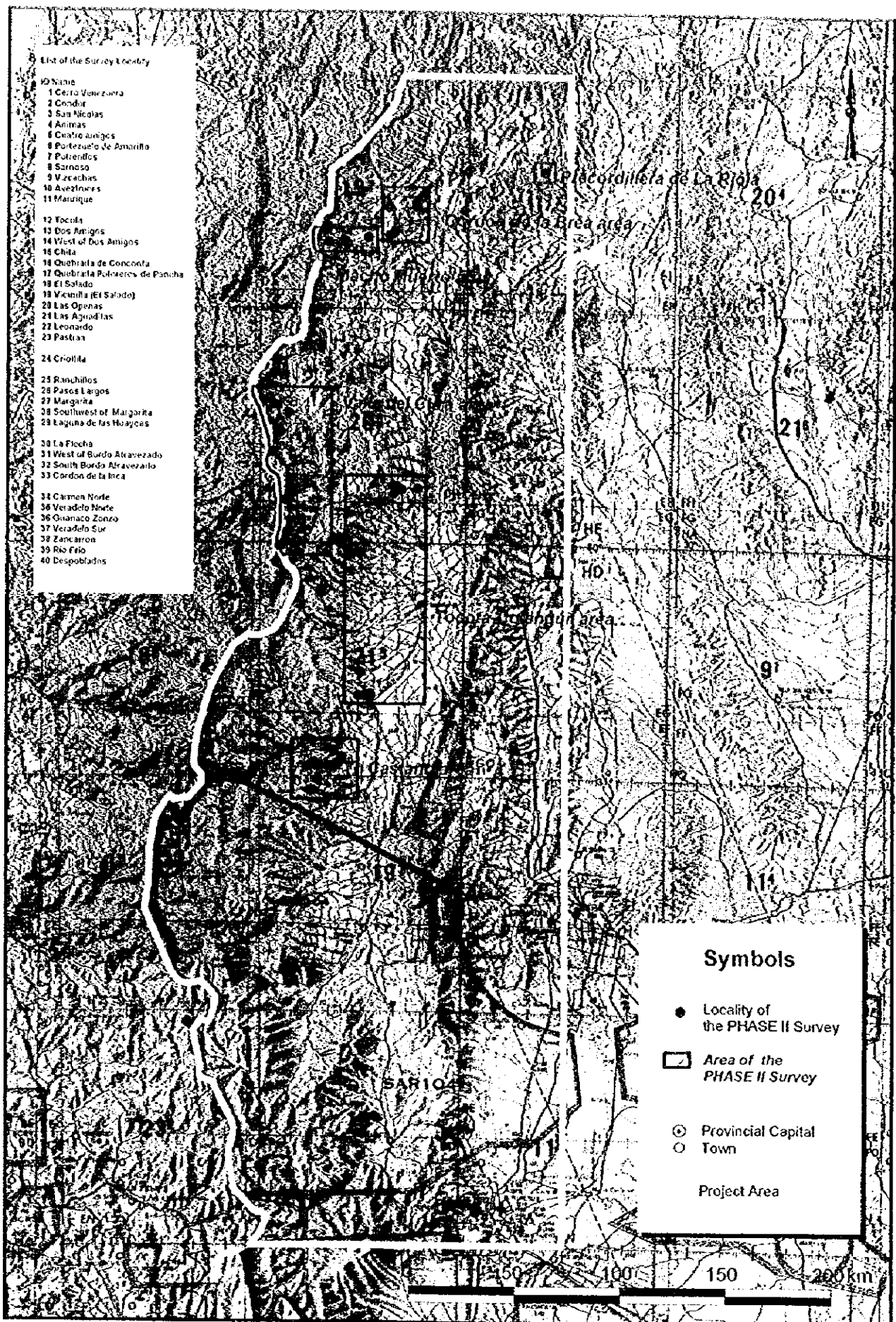


Figure II-1-1 Location of groundtruth-site in the phase II survey, Eastern Andean area.

0

0

0

## 1-2 Resultados del estudio

### 1-2-1 Castaño

Este corresponde al distrito que mayor puntaje ha obtenido durante la evaluación de las zonas de alteración realizada en el primer año del estudio. La evaluación fue realizada para un total de 96 zonas de alteración de la Cordillera Oriental Andina identificada en el análisis de las imágenes de LANDSAT TM, atribuyendo puntajes a la geología de cada zona de alteración, potencial de la alteración hidrotermal y estructuras. Las zonas que mayor puntaje obtuvieron fueron AA7066(Avestruces) , AA7069 (Manrique) que se localizan en este distrito.

Aquí se distribuyen las areniscas y fangolitas carboníferas (Formación Agua Negra) y las andesitas y rocas piroclásticas andesíticas del Pérmico a Triásico (Grupo Choyoi) que superponen de manera irregular. Estas últimas se hallan intruidas por los diques riolíticos y granitos del Pérmico a Triásico (Fig. II-1-2 a II-1-4). La mayoría de las labores antiguas y la alteración hidrotermal se encuentran en el Grupo Choyoi. En el centro de este distrito se ubican de manera concentrada las antiguas labores de los yacimientos vetiformes de plomo-zinc ricos en plata (Castaño Viejo: Lic. Cardó, 1998). La Compañía es la mina más productiva del Castaño Viejo con reservas de 630.000 t., leyes medias de Pb: 6,5%, Zn: 8,5%, Cu: 0,4% y Ag: 80g/t. A ésta le sigue la mina Cuatro Amigos con reservas de 200.000 a 300.000t, leyes medias de Pb:15,0%, Zn:24,3% y Ag:270g/t (Lic. Cardó, 1998). Además se localizan varios yacimientos vetiformes pequeños en esta área que en conjunto se estima que tiene reservas de 800.000 t, y leyes de Pb:3-9%, Zn:1 a 7,4%, Ag:114-507g/t, Cu:<1% y Au:<2g/t. En el área de Castaño también se encuentran numerosas zonas de alteración hidrotermal con mineralización desconocida (Fig. II-1-5, II-1-6). En las imágenes de satélite aparecen múltiples zonas de alteración de tamaño variable dentro un diámetro de 50 Km (Fig. II-1-2, II-1-3). El área de Castaño fue interpretada como estrato volcán con avanzado grado de denudación según un estudio realizado por la firma norteamericana Northwest a principios de la década de los '90 (Norwest Mining Service Inc., 1993).

El reconocimiento en esta área fue realizado en las zonas de alteración hidrotermal de mineralización desconocida, con el objetivo de verificar el potencial de los yacimientos tipo porfídico. Algunas literaturas indican la existencia de dos criaderos tipo pórfido en el área de Castaño (El Retamal y Guanaquero) además que en la Cordillera Oriental Andina frecuentemente los yacimientos tipo pórfido colindan con los yacimientos vetiformes de plata-plomo-zinc, como son los casos de Paramillos Sur (Cu y Mo) y Paramillos de Uspallata (Ag, Pb y Zn) o la alteración Vicuña (Cu y Au) y El Salado (Ag, Pb y Zn). Si bien es cierto que aún no ha sido informada la edad de alteración, se deduce que parte de las zonas de alteración corresponde al Terciario (Jones et al., 1996), y en ese caso es posible que se haya desarrollado una mineralización de gran envergadura (JICA/MMAJ/JMEC, 1998).

#### (1) Venezuela

Es la zona de alteración AA7068 identificada en el análisis de las imágenes de LANDSAT TM. La zona alterada se extiende en la ladera y cima del cerro Venezuela. De acuerdo con el Estudio del Plan Cordillerano Centro, no hay anomalías geoquímicas aquí (Fig. II-2-1-6).

**Acceso:** Se localiza a 15 Km al NO de Villa Nueva (San Juan). Desde Villa Nueva se llega en cuatro horas aprox. en vehículo de doble tracción al Campamento de Castaño Viejo (30°56'40", 69°38'34"); desde aquí hasta la zona de alteración de Venezuela no hay caminos. Se llega en una hora y media a caballo. Las altitudes varían entre 2.300 y 2.900





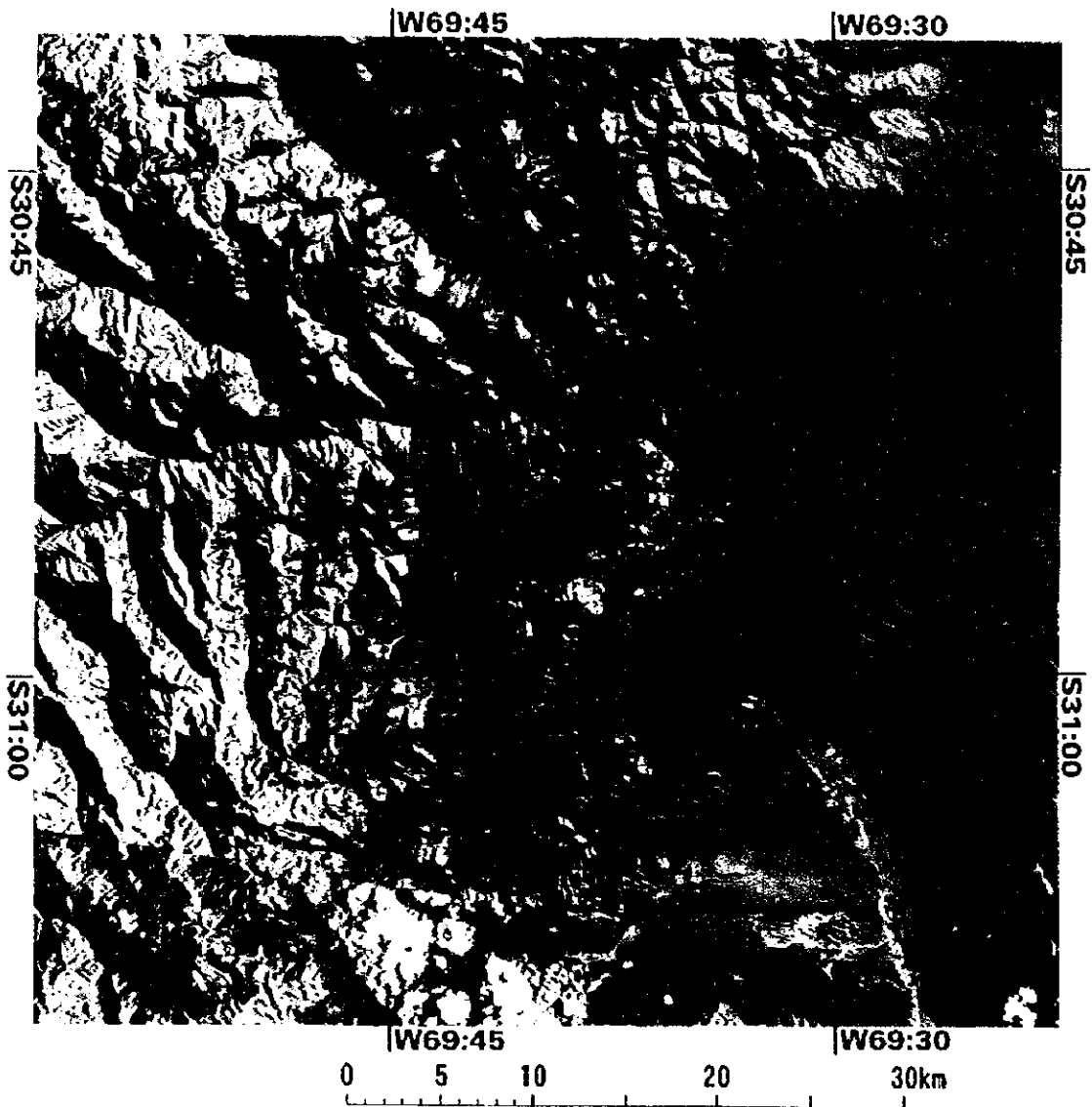


Figure II-1-2 Landsat TM color-ratio composite of the Castano area. after JICA/MMAJ/JMEC (1998), BGR: 3/1 4/5 5/7



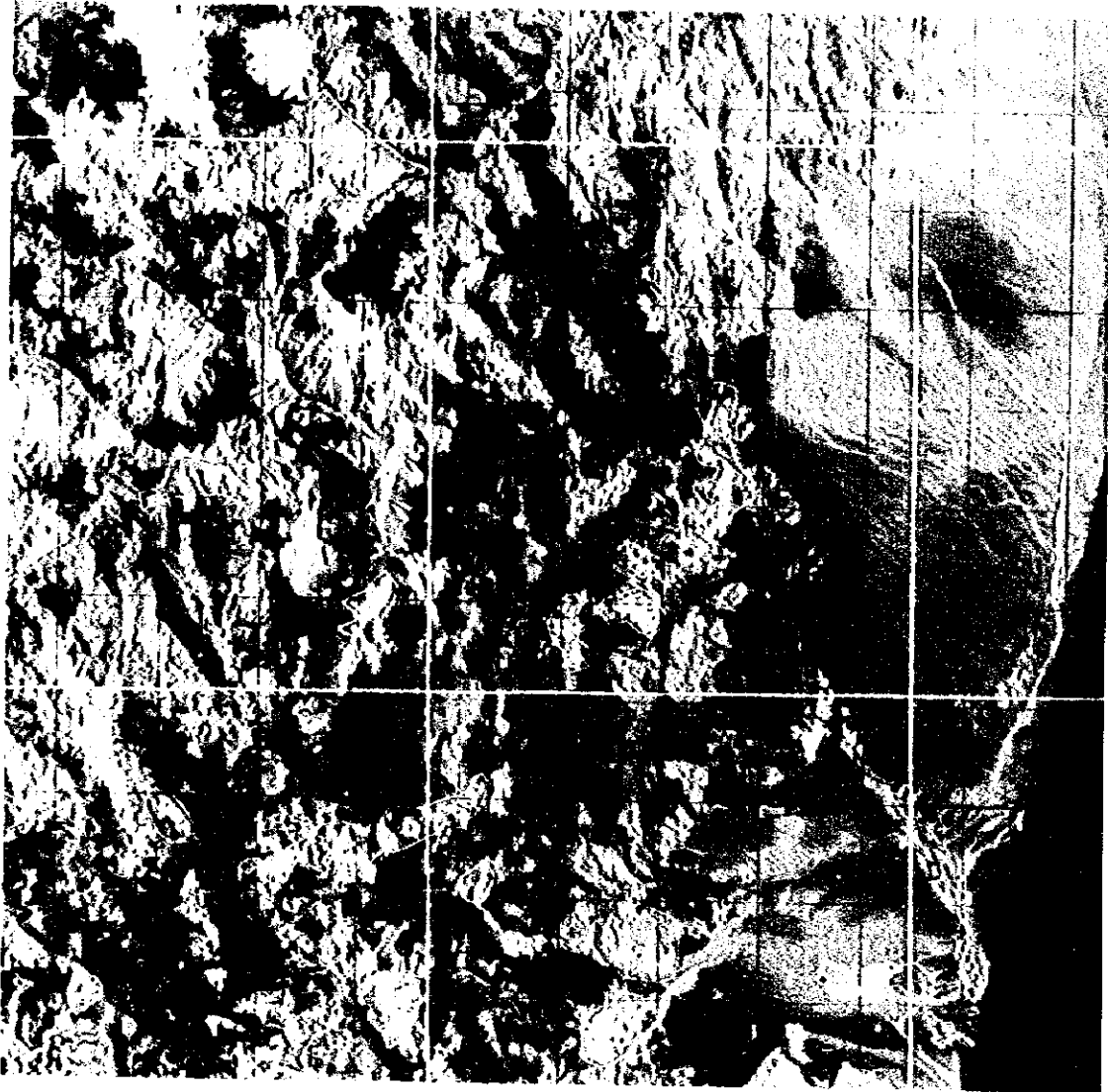


Figure II-1-3 JERS-1 OPS false color composite of the Castano area.BGR:358



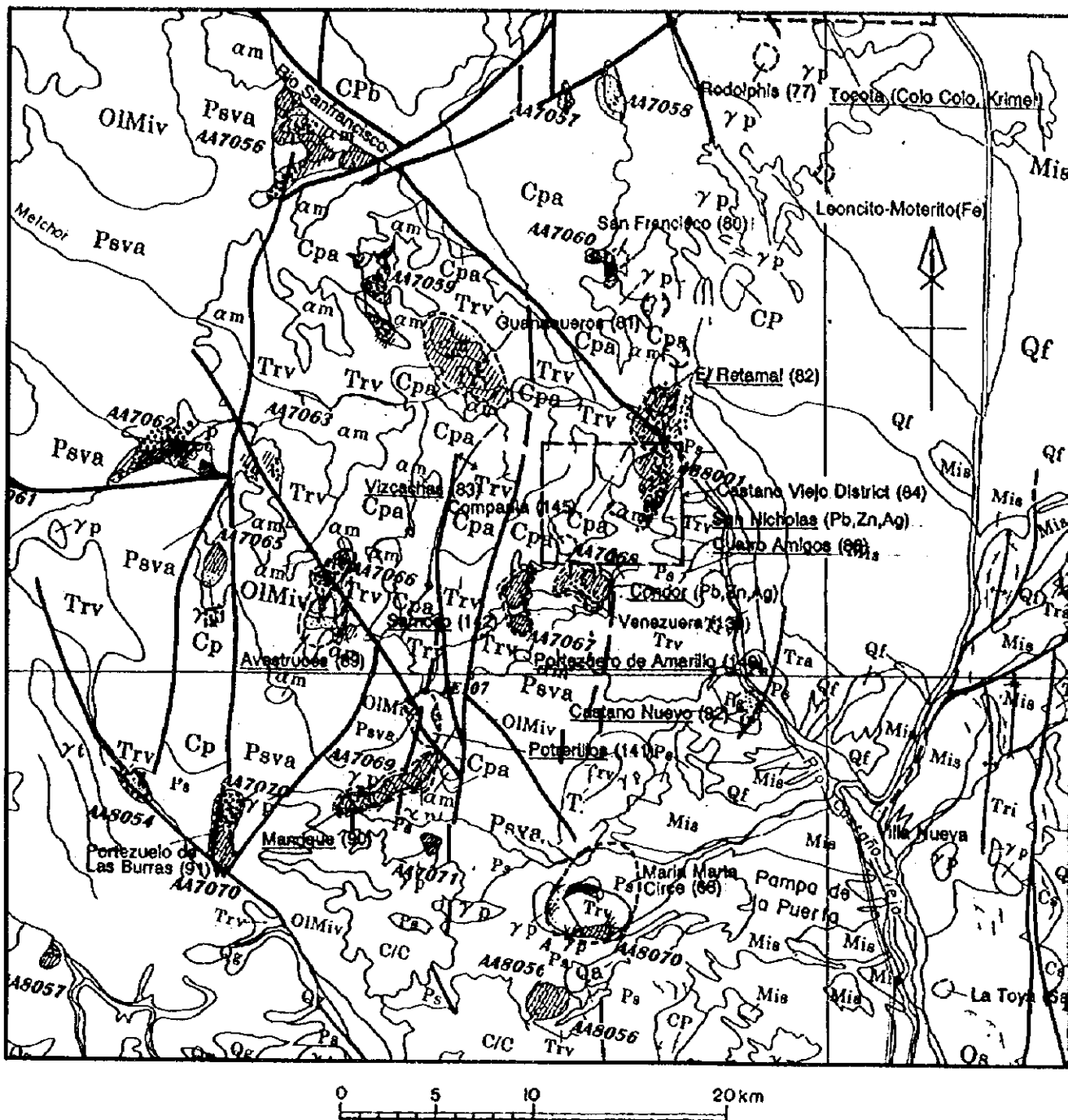


Figure II-1-4 Lithology, structure, and hydrothermal alteration interpreted from 1:250,000 Landsat TM color-ratio composite, false color composite, and JERS-1 OPS data, Castano area.









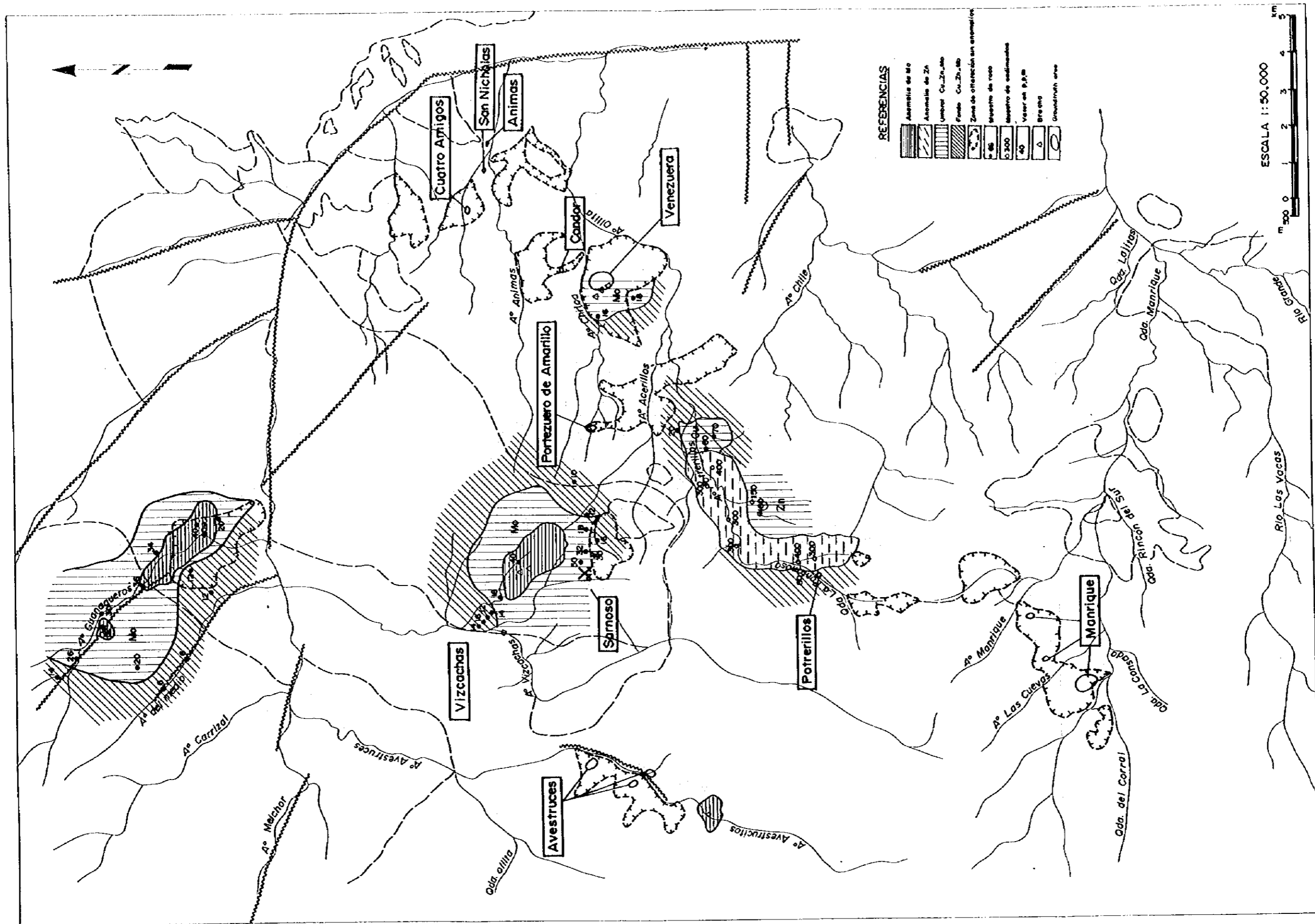


Figure II-1-6 Regional geochemical map in the Castano area, Eastern Andean area.  
 (from Direccion General de Fabricaciones Militares y Provincia de San Juan, 1969)



m.n.s.m. Para llegar al Campamento de Castaño Viejo desde Villa Nueva, se debe cruzar el río Castaño, y por lo tanto se necesita un vehículo que tenga suficiente despeje libre como UNIMOC.

**Fecha de reconocimiento:** 17 de octubre de 1998

**Geología:** Los estratos alternados de andesitas y de rocas piroclásticas andesíticas del Pérmico a Triásico constituyen la parte principal de la zona de alternación (Formación Castaño que constituye la unidad inferior del Grupo Choyoi). En la vertiente sur del cerro Venezuela se distribuyen las rocas piroclásticas ácidas desde la cima (unidad superior del Grupo Choyoi). Macroscópicamente estas rocas no están alteradas.

**Alteración:** Se identificaron tres zonas de alteración (Fig.II-1-7) . Como se observa en la figura, se localiza una zona de alteración de color pardo rojizo en la ladera acantilada de la cima; otra de color pardo amarillento a blanco, parcialmente de gris verdoso en las laderas suaves.

- **Zona de pardo rojizo:** Corresponde a una zona de silicificación y de caolinización. Las vetas de cuarzo casi no existen. Es rica en cantos rodados fuertemente silicificados, y también contiene brechas hidrotermales y sílice vuggy. En ésta última se identifican partículas relativamente gruesas de alunita dentro de las cavidades. Los minerales de alteración ácida de la zona de silicificación están compuestos por alunita y caolinita. La caolinita es "dickite" (ATH307, 308, AKY301) a veces asociada a Goyazite. Algunas veces, se identifica minamiita dentro de alunita (AKY304, 305). Las zonas de alteración ácida se asocian con goetita.

- **Zona de color amarillo a blanco:** Corresponde a la zona de argilización de sericita y esmectita. Las rocas piroclásticas son blanquecinas o tienen el color pardo amarillento. Parcialmente presentan ligera silicificación que consiste en pequeños filones (ASM305) y en el caso específico de la zona de alteración del este se extienden con rumbo N400-N600. La silicificación está asociada a partículas muy finas de turmalina (magnesiánica), y con las vetillas de cuarzo. Estas zonas de vetillas tienen formas dendríticas de 1 m de espesor, en enrejado o pueden estar sustituidas por las brechas hidrotermales. La diseminación de pirita es común en esta zona y la alteración supergénica asociada da lugar a una red de vetas de yeso. La difracción por rayos X pone de manifiesto que la sericitización sólo se da en AKY302, y corresponde a la zona de sericita-esmectita, incluyendo las brechas blancas (ATH302) de la zona de brechas hidrotermales. También se ha detectado turmalina en ATH302, 303, AKY303, ASM301-305.

- **Zona de color gris verdoso:** Corresponde a la zona de propilitización que se desarrolla en litofacies densas como los diques andesíticos y rocas volcánicas andesíticas, excepto rocas piroclásticas. Los minerales de alteración presentes son clorita, sericita (escasa albíta?), epidota y pirita. Al oeste de la zona está el contacto entre brechas y la zona propilitica con rumbo N850/57N. Este rumbo es coherente con el de las diaclasas de la zona propilitica (N800). Se identifica una veta continua de cuarzo de unos 20 m (AKY306, N550 78NE) dentro de la zona propilitica.

**Criaderos:** Se tomaron en total 19 muestras. Los análisis sólo registraron valores de anomalías geoquímicas. A continuación se presentan las leyes más representativas:

Selected assay value, Venezuela alteration, Castaño area

Sample	Au(ppb)	Ag(ppm)	Cu(ppm)	Pb(ppm)	As(ppm)	Mo(ppm)
AKY304 silicified rock	tr	tr	1	6	224	tr
AKY306 limo-qz.vein	tr	tr	20	100	200	tr
ASM304 altered andesite w/ qz.veinlet	tr	tr	5	4	4	10
ATH302 Hydrothermal Breccia	15	0.2	10	10	64	tr
ATH306 silicified rock	30	tr	2	12	16	tr
ATH309 qz.vein	65	1.6	8	54	24	tr

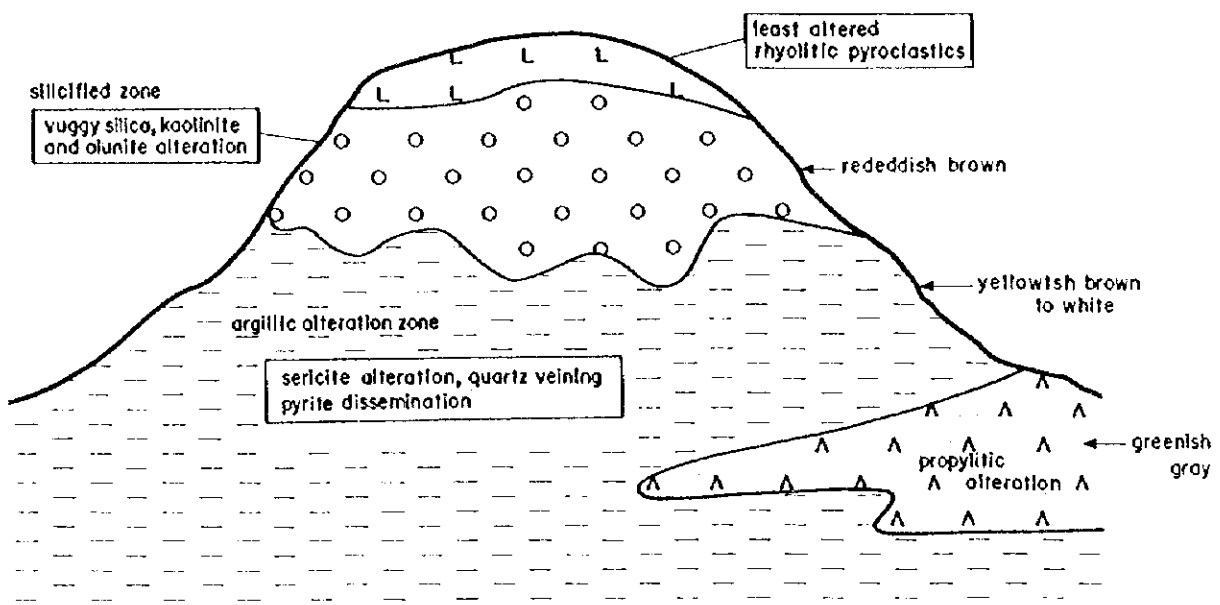


Figure II-1-7 Three alteration zones in the Venezuela alteration

**Evaluación:** Dada su alteración ácida se deduce que la zona de alteración Venezuela es una zona de argilización neutra que se desarrolla en el sistema epitermal de alta sulfidación y sus alrededores. Por lo tanto, si hubiese existido un entorno porfídico, la denudación hubiera sido mucho menor que actual. Por la ausencia del stock intrusivo en los afloramientos probablemente la zona sea más joven (Terciario). La mineralización en el sitio estudiado es muy débil y se identifican muy pocas señales promisorias como yacimiento epitermal.

Dado que no toda la zona pardo rojiza muestra alto grado de silicificación, sino más bien predomina la zona caolinitizada, probablemente la contribución del gas magmático en el fluido que incidió a la alteración ácida haya sido poco, y que la zona se formó en un entorno de pH relativamente elevado. También podría ser que la cantidad del fluido segregado del magma haya sido reducido. En tal caso, no se puede esperar que exista la mineralización de gran magnitud.

## (2) Cóndor

Es uno de los grupos de vetas de plata, plomo y zinc del distrito Castaño Viejo. Se realizó su reconocimiento por estar ubicado entre el Campamento Castaño Viejo (base del reconocimiento de la región de Castaño) y la zona de alteración Venezuela (Fig. II-1-6).

**Acceso:** Se localiza a unos 45 minutos a caballo desde el Campamento de Castaño Viejo. La altitud de la zona es de 2.000 m.n.s.m.

**Fecha de reconocimiento:** 17 de octubre de 1998

**Geología:** Afloran andesitas de la Formación Castaño, unidad inferior del Grupo Choyoi (Pérmico a Triásico) y diques de dacitas y riolitas que se extienden con rumbo N-S que intruyen a la Formación Castaño.

**Alteración y criaderos:** Existen en el sitio varios pozos pequeños de unos 2 m de diámetro a lo largo de las vetas de rumbo E-O. Estas vetas son de 100 m+ de largo y de 1 m de espesor. Son vetas de cuarzo-pirita-blenda-galena. Las partículas de los minerales de mena pueden identificarse macroscópicamente. La blenda es de color verde transparente. De las muestras tomadas, la plata muestra una ley alta.

### Assay value of the Mina Cóndor, Castano area

	Sample	Au(g/t)	Ag(g/t)	Cu(%)	Pb(%)	Zn(%)
ASM307	qz-py-sph-gn ore	0.52	117	0.136	2.84	2.6
ATH310	qz.vein	0.095	10	0.019	0.18	0.022

Los rumbos de los diques del Castaño Viejo son de N-S o E-O (mapa de Castaño Viejo, escala 1:100.000) De acuerdo con el Lic. Cardó, los diques de N-S (triásicos) después de intruirse en el Grupo Choyoi durante Pérmico a Triásico, fueron a su vez intruidos por los diques de E-O por efecto de múltiples corrimientos formados por la orogenia Andina del Terciario. Por lo tanto, se deduce que los diques de E-O son del Terciario. Además de su estructura, ambos diques se difieren porque los de N-S no han sido alterados, mientras que los de E-O sufren fuerte alteración.

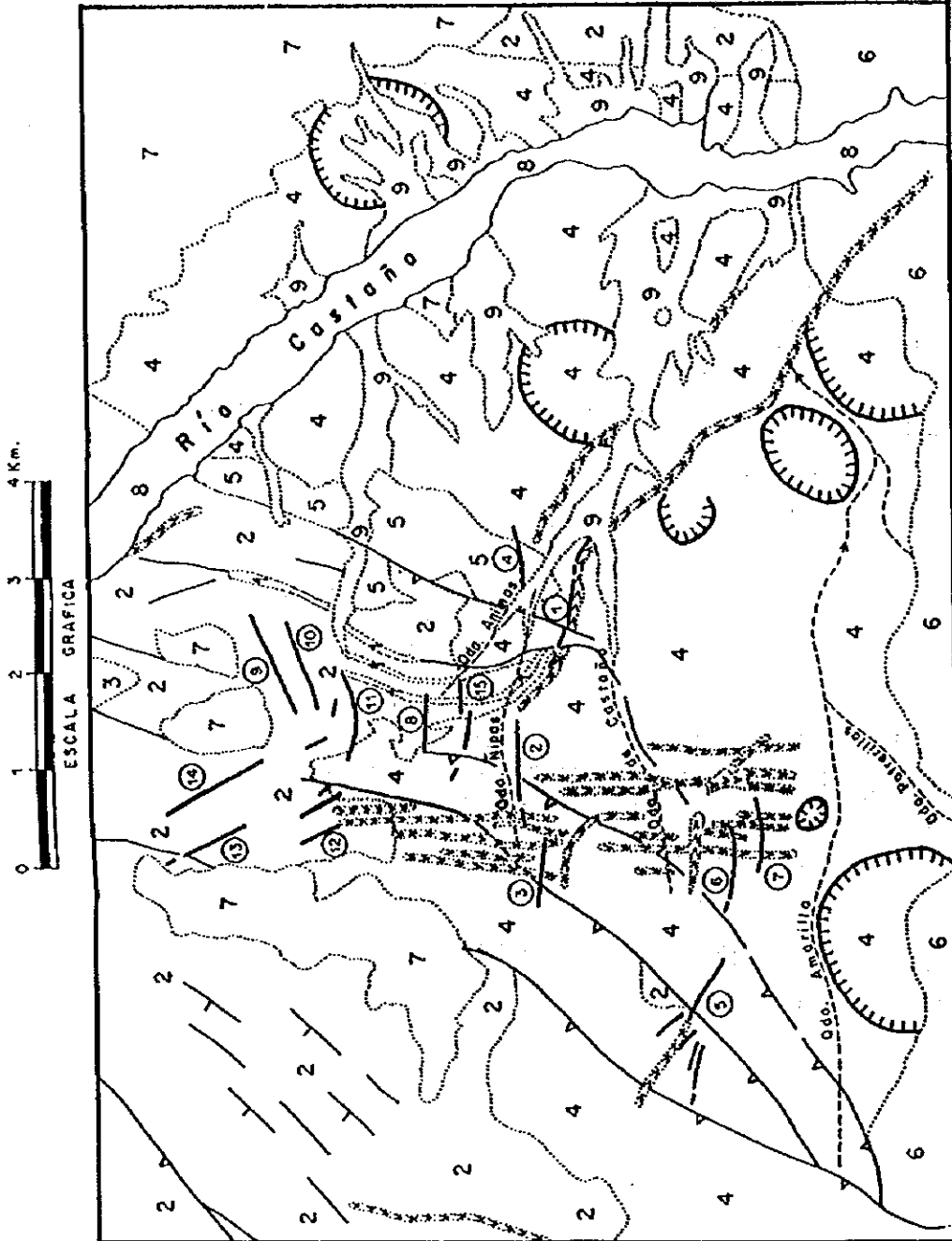
Las vetas de cuarzo aparecen asociadas a los diques de NO-SE, aunque los rumbos de las vetas varían dependiendo del tipo de las rocas encajantes. Por ejemplo, cuando la roca encajante está constituida por las rocas volcánicas del Grupo Choyoi, las vetas de cuarzo se desarrollan por lo general con rumbo E-O, y cuando la roca encajante es de rocas sedimentarias, las vetas son controladas por su estratificación y estructuras, y presentan los rumbos variables, o con inclinación hacia NE (Fig. II-1-8) .

**REFERENCIAS LITOLÓGICAS**

- 1 FM. San Ignacio (Silúrico - Devónico)
- 2 FM. Agua Negra (Carbonífero)
- 3 Tonolito "El Leoncito" (Carbonífero Sup.)
- 4 FM. Castaño (Permo-Triásico)
- 5 Río Dacota San Ignacio (Permo-Triásico)
- 6 Grupo Choyoi - FM. Acerillos (Permo-Triás.)
- 7 FM. Iglesia (Pleistoceno)
- 8 Aluvial (Cuaternario)
- 9 Aluvial-Coluvial (Cuaternario)
- Dique Riolítico Triásico

**VETAS**

- 1 San Nicolás
- 2 Cuatro Amigos
- 3 Mariano Moreno
- 4 Animas
- 5 Compañía
- 6 Flor de Castaño
- 7 Condor
- 8 Cormen
- 9 San Ignacio
- 10 Manto Capetón
- 11 Delino
- 12 El Rodado - Ojos de Plomo
- 13 Juan Lavalle
- 14 Cafamarca
- 15 Luther King - Staley - Lo Contro



ESCALA 1:50.000

REFERENCIAS TOP.-GEOLOGICAS

- Red de Drenaje
- Contacto Geológico
- Caldera
- Falla Inversa
- Rumbo y buzamiento
- Veto

Figure II-1-8 Geology and vein system in the Castaño Viejo mining district. (after Cardo, 1998)

**Evaluación:** Todos los yacimientos vetiformes de plata, plomo y zinc de la provincia de Castaño Viejo son pequeños, y pocas firmas mostrarían interés en realizar exploración. Se dice que las vetas de la provincia de Castaño Viejo se formaron en el Triásico, considerando que los diques de riodacitas son las portadoras de menas, aunque tampoco se puede descartar la posibilidad de que sea Terciario.

### (3) San Nicolás

Es uno de los yacimientos vetiformes de plata-plomo-zinc del distrito de Castaño Viejo (Fig. II-1-8). Se ubica entre el Campamento de Castaño Viejo y Animas del que se hablará más tarde.

**Acceso:** Se ubica al E del Campamento de Castaño Viejo a una hora aprox. a caballo. Su altitud es de 2.000 m.n.s.m.

**Fecha de reconocimiento:** 18 de octubre de 1998

**Geología:** Afloran andesitas y rocas piroclásticas andesíticas del Pérmico a Triásico de la Formación Castaño. En esta unidad se intruye un dique de riodacitas de 1,5 m aprox. de espesor. El dique tiene un rumbo de N66°O/68°NE.

**Alteración:** Las andesitas que conforman el piso del dique de riodacitas presentan la sustitución por cuarzo-sericita, pudiendo observarse también el enrejado de vetillas de cuarzo. La alteración en los bordes de las vetas no es fuerte y la alteración de cuarzo-sericita se extiende por varias decenas de centímetros de espesor.

**Criaderos:** Las vetas se emplazan dentro de los diques dacíticos y en el contacto entre los diques y andesitas del piso. La veta principal se asienta en las fisuras paralelas a la estructura de los diques dacíticos. De la veta principal se derivan vetillas laterales, formando un enrejado de vetillas que se extiende en las andesitas.

Las vetas contienen minerales de mena como pirita, calcopirita, galena, blenda, magnetita y rodocrosita, y ganga como cuarzo y calcita. Presentan manchas de óxidos de manganeso. A continuación se resume los resultados de la muestra ASM308 tomada del depósito de minerales del sitio.

Assay value of the Mina San Nicolás, Castaño area

Sample	Au(g/t)	Ag(g/t)	Cu(%)	Pb(%)	Zn(%)	Mn(%)
ASM308 qz-ccp-gn-sph ore	6.10	397	0.593	2.76	0.69	5.26

Además, Bi: 120ppm y Mo: 60ppm presentaban ley de mena alta.

**Evaluación:** Todos los yacimientos vetiformes de plata-plomo-zinc del Distrito de Castaño Viejo son de reducida magnitud, y pocas firmas extranjeras se interesarían en realizar una exploración.

Las vetas parecen haberse desarrollado selectivamente en las fisuras enfriadas de los diques dacíticos, lo cual plantea la posibilidad de que las aguas termales que incidieron en la formación de las vetas controlaron la localización de los diques dacíticos, y después de enfriarse dio formación al sistema de fisuras abiertos que sirvió de corredor. Por lo tanto, es poco probable que el magma que dio formación a los diques dacíticos incidió directamente a la formación de las vetas.

### (4) Animas

Este criadero es uno de los yacimientos vetiformes del distrito polimetálico de Castaño Viejo (Fig. II-1-8). Se diferencia de los demás yacimientos por tener como roca encajante a

un stock intrusivo, y por la ausencia de calcopirita en las vetas. Existen trincheras realizadas por la empresa Opauika en 1997. La exploración por esta misma firma ha sido suspendida.

**Acceso:** Se llega desde el Campamento de Castaño Viejo a caballo en una hora y 45 minutos. Su altitud es de 2.000 m.n.s.m.

**Fecha de reconocimiento:** 18 de octubre de 1998

**Geología:** Las rocas que afloran en el área son: andesitas pérmicas a triásicas del Grupo Choiyoi, lavas riolíticas con clara estructura fluidal y rocas piroclásticas riolíticas intruidas por un stock dacítico. Los minerales componentes de las dacitas son cuarzo y plagioclasa, con presencia de poros de lixiviación que parecen ser pseudomorfos de biotita. La diseminación de turmalina es notoria. Las galerías abandonadas de la mina Animas se localizan en los intrusivos dacíticos.

**Alteración y criaderos:** Las vetas de cuarzo se emplazan en los pórfidos dacíticos fuertemente alterados por cuarzo-sericita-pirita. La roca encajante está parcialmente brechada en los contactos de estas vetas. En los afloramientos se encuentran las vetillas finas de cuarzo asociadas a pirita, que se extienden con rumbo ONO-ESE. Estas vetillas también están asociadas con galena. En afloramientos cercanos, se detectaron escasa fluorita y pirofilita mediante la difracción radiográfica. La alteración cuarzo-sericita-pirita, pasa a sericita-esmectita en los bordes.

Selected assay value of the Mina Animas, Castano area

Sample	Au(ppb)	Ag(g/t)	Cu(ppm)	Pb(ppm)	Zn(ppm)
ASM309 dacite w/tour.	40	0.6	4	86	tr
ASM310 sil.de w/qz.vlt	tr	tr	5	8	2
ATH312 qz + silicified vein	15	0.8	23	110	24
ATH313 fluorite+gypsum vein	20	20.6	80	10000+	988

**Evaluación:** Los pórfidos dacíticos están asociados a turmalina. En el caso de la Cordillera Oriental Andina, la turmalina se halla intruido de manera peculiar en las masas de rocas carboníferas a triásicas y la turmalina probablemente sea también de esta edad.

Se deduce que los minerales de alteración como fluorita, turmalina, pirofilita, sericita, etc. que forman los yacimientos corresponden a la alteración de los intrusivos formados a alta temperatura, lo cual plantea la posibilidad de que sean yacimientos vetiformes relacionadas con las rocas plutónicas. De acuerdo con el análisis de las inclusiones líquidas de las venillas de cuarzo, la temperatura de homogeneización varía de 239 a 291°C, y la salinidad media es de 11,0 wt-% NaCl. Estos resultados sustentan también la hipótesis expuesta.

La zona de alteración y vetas de la mina Animas se localizan en una faja de alteración que se extiende 5 Km hacia el NNE hasta el depósito porfídico denominado El Retamal. Las zonas alteradas que se distribuyen entre Animas y El Retamal merecen un cuidadoso estudio. Se recomienda realizar una perforación de prueba sobre la base de los resultados del reconocimiento preliminar de superficie y del presente estudio.

#### (5) Cuatro Amigos

Las labores subterráneas de la mina Cuatro Amigos han sido realizadas en las décadas de '50 a '70 (Fig. II-1-8). La producción ha sido de 200.000 a 300.000 t., y las leyes medias son de Pb: 15%, Zn: 24%, Ag: 270g/t, Au: 2-4g/t Es la segunda mina más productiva de todos los depósitos vetiformes del distrito de Castaño Viejo, después de Compañía (800.000t).



**Acceso:** Se llega en dos horas aprox. a caballo desde el Campamento de Castaño Viejo. Su altitud es de 2.200 m.n.s.m.

**Fecha de reconocimiento:** 18 de octubre de 1998

**Geología:** Las rocas encajantes de las vetas de la mina Cuatro Amigos son vulcanitas de la Formación Castaño y los sedimentos de las unidades paleozoicas: 1) Formación San Ignacio (Silúrico - Devónico) calizas y margas; 2) Formación Agua Negra (Carbonífero Superior a Pérmico Inferior) areniscas, lutitas y calizas. Estas rocas están afectadas por la tectónica Andina. Las distintas unidades geológicas están repetidas conformando una estructura imbricada.

**Alteración y criaderos:** Las vetas son de rumbo N80 a 600, e inclinación de 80N; a juzgar de la ubicación de las antiguas bocaminas, se estima que la longitud es de 1 Km aproximadamente. De acuerdo con el Lic. Cardó (1998), existen tres vetas de 30 m, 250 m y 100 m de largo, y 0,39, 0,23 y 0,85 m de espesor, respectivamente. Las menas del depósito son galena, blenda (pardo claro), calcopirita, cuarzo y calcita, y los minerales de menas pueden ser identificados macroscópicamente.

En el sitio estudiado se identificaron las vetas de brechas silicificadas de 50 cm de espesor en las rocas piroclásticas andesíticas. Estas vetas tienen rumbo N640/78N y afloran entre el dique dacítico (techo) y las rocas piroclásticas andesíticas silicificadas (piso). Las vetas están compuestas por el substrato fuertemente silicificado y las brechas ricas en minerales de mena (galena+pirita o pirita+cuarzo) (AKY307). También se identificaron varias vetillas de brechas silicificadas de rumbo semejante, incluyendo las brechas constituidas por las partículas gruesas de galena+blenda. En algunos casos, en el borde de estas brechas, se encuentra galena+cuarzo en forma de peine (AKY308a, AKY308b). Al hacer una comparación macroscópica de las menas de las labores a diferentes alturas (con una diferencia de 50 m aprox.), las menas de la parte inferior contienen mayor porcentaje de blenda (blenda > galena), mientras que en la parte superior, el contenido de blenda se reduce (blenda < galena) y se registra un mayor porcentaje de pirita.

En el análisis microscópico, la inclusión fluida de cuarzo es predominantemente de monofase líquida; aunque también se observaron de gas líquido o inclusión rica en fase gaseosa, y poca inclusión polifásica con minerales como halita.

#### Assay value of the Cuatro Amigos, Castano area

Sample	Au(g/t)	Ag(g/t)	Cu(%)	Pb(%)	Zn(%)
AKY307 silicified breccia	0.185	32	0.173	0.247	0.142
ATH317 qz.sph.gn. ore	0.225	29	0.030	4.160	7.240

**Evaluación:** Pocas empresas extranjeras muestran interés por los yacimientos vetiformes de plata-plomo-zinc del Distrito de Castaño Viejo por ser, en general, reducidos de tamaño. El Yacimiento Cuatro Amigos se caracteriza por la relativamente baja ley de plata, pero en términos generales, se asemeja a Cóndor y San Nicolás, descritos anteriormente.

#### (6) Portezuelo Amarillo

Portezuelo Amarillo coincide con AA7067 (3,5 Km x 1,5 Km) calificada como la zona de alteración promisoría en la evaluación realizada en el primer año del estudio. El reconocimiento en terreno fue realizado en el extremo norte de la zona de alteración (Fig. II-1-6).

**Acceso:** Se llega en una hora y media aprox. a caballo desde el Campamento de Castaño Viejo Su altitud es de 2,700 m.n.s.m.

**Fecha de reconocimiento:** 19 de octubre de 1998

**Geología:** Afloran andesitas, brechas tobáceas andesíticas y gravas volcánicas tobáceas

de la Formación Castaño del Pérmico a Triásico.

**Alteración:** Se observa la silicificación y una alteración de color blanco y pardo amarillento por la presencia de arcillas (sericita-esmectita). La silicificación aparece en forma de filones angostos y continuos, donde se emplazan las vetas de sílice coloidal fino y las vetas con textura brechosa. Los rumbos de las vetas de sílice son los siguientes:

ATH318: N60

ATH319: N45E, 68° NO buzamiento

ATH321: N40O

Parte de los filones silicificados se asocian con turmalina magnesiana (ATH318, ATH321). También hay cuerpos silicificados de rumbo indefinido (AKY309).

La alteración blanca a pardo amarillento de las arcillas se desarrolla solamente en las rocas piroclásticas, mientras que las rocas volcánicas presentan propilitización (clorita, calcita) de color verde. Ambos litofacies tienen fuerte disseminación de pirita; particularmente en el caso de las rocas piroclásticas. Presentan alteración supergénica representada por limonita y yeso, distribuidos en forma esporádica.

**Criaderos:** Se destacan por la concentración de molibdeno a nivel de anomalía geoquímica. Las muestras con anomalía de molibdeno (AKY309, ATH321) han sido tomadas de las vetas de sílice coloidal.

#### Assay value of the Portezuelo Amarillo, Castano area

Sample		Au(ppb)	Ag(ppm)	Cu(ppm)	Pb(ppm)	Zn(ppm)	Mo(ppm)
AKY309	py-silica vein	tr	tr	13	6	2	56
AKY310	argillized rock	tr	tr	2	12	18	tr
ASM312	andesite w/py-qz v.let	tr	tr	23	12	80	tr
ATH318	silicified vein	tr	0.6	15	418	22	10
ATH319	silicified vein	tr	3.2	19	8	6	1
ATH320	argillized rock	tr	2.6	29	10	10	tr
ATH321	br.silicified vein	tr	Tr	15	14	10	29

**Evaluación:** El distrito presenta las características similares a la zona de alteración aledaña (Venezuela). Por ejemplo, el filón silicificado compuesto por turmalina+cuarzo y la alteración blanca de sericita-esmectita, las cuales demuestran la semejanza de ambas zonas de alteración. Se diferencia por el contenido de molibdeno mucho más elevado que en Venezuela, y por el contenido relativamente superior de plata-cobre.

Dado que el reconocimiento se efectuó solamente en el extremo norte de la zona de alteración, no se puede hacer una evaluación precisa de toda la zona. Se propone realizar el reconocimiento geológico y la exploración geoquímica de la parte sur de la zona de alteración con el fin de obtener una información más detallada.

#### (7) Potrerillos

Potrerillos es un grupo de pequeñas zonas de argilización localizado en las cabeceras del arroyo Potrerillos entre el Cerro Sarnoso y la zona de alteración Manrique. Las zonas de alteración de varias centenas de metros de diámetro se distribuyen esporádicamente en un área de 3 Km x 2 Km con rumbo S-N. El estudio en este sitio ha sido recomendado por el Lic. Cardó de SEGEMAR. Se realizó el reconocimiento en la zona de alteración que corresponde al extremo oeste de anomalía geoquímica identificada en el Plan Cordillerano Centro en los años '60, (Fig.II-1-6).

**Acceso:** Desde el Campamento de Castaño Viejo se llega a la base sur del Cerro Sarnoso (30° 59'46", 69° 43'17") en tres horas y 50 minutos a caballo, desde donde se llega al lugar en 45 minutos a caballo. Las altitudes varían entre 3.000 y 3.500 m.n.s.m.

**Fecha de reconocimiento:** 19 de octubre de 1998

**Geología:** Afloran lavas dacíticas del Grupo Choiyoi (Pérmico a Triásico) y diques riolíticos que las intruyen (Triásico?)

**Alteración y criaderos:** La argilización y silicificación se desarrollan en las lavas dacíticas. La plagioclasa de las dacitas (roca de caja) permanece, mientras que biotita es sustituida por arcilla. La arcilla de la zona de sericita-esmectita ha sido detectada por la difracción por rayos X. No se ha identificado diseminación de pirita.

Assay value of the Potrerillos, Castaño area

Sample	Au(ppb)	Ag(ppm)	Cu(ppm)	Pb(ppm)	Zn(ppm)	Mo(ppm)
ASM313 rhyolite dyke	tr	tr	19	20	6	6
ATH322 wk. sil. arg. rock	tr	tr	6	12	2	tr

**Evaluación:** No se puede evaluar este sitio, puesto que el estudio ha sido ejecutado solamente en los afloramientos del extremo norte.

(8) Sarnoso

Consiste en una veta de Ag, Pb, Zn explotada antiguamente. Se localiza al extremo oeste de la anomalía geoquímica de molibdeno identificada en los años '60 a través del Plan Cordillerano Centro (Fig.II-1-6).

**Acceso:** Desde la base sur del Cerro Sarnoso, se llega a caballo en aprox. dos horas 30 minutos. La altitud es de 3.000 m.n.s.m.

**Fecha de reconocimiento:** 20 de octubre de 1998

**Geología:** En la zona afloran rocas sedimentarias de la Formación Agua Negra del Carbonífero, intruidas por riolitas cuya edad se desconoce. Las riolitas forman los cuerpos masivos con estructura fluidal, de lo que se deduce que es un domo de lava.

**Alteración y criaderos:** Las pequeñas labores antiguas se localizan en la parte alta del domo de riolitas. Los detalles de producción se desconocen. Las labores tienen rumbo N70O. Se identificaron algunos cantos rodados de las vetas cuarcíferas, en algunos casos con manchas de malaquita. La muestra ATH324 es un canto rodado de las vetas de cuarzo-calcita con sericita en sus bordes. Además se identificaron en los cantos rodados de las vetas de cuarzo con estructuras de forma de peine o de bandas.

En el análisis microscópico no se observan minerales primarios de la riolita, puesto que todos están recristalizados o sustituidos por los minerales secundarios. Los minerales de alteración son pirita, clorita, cuarzo, feldespato potásico (adularia?), minerales carbonosos, jarosita y hematita. El feldespato potásico (adularia?) crece hacia los poros en forma de cristales.

Assay value of the Sarnoso, Castano area

Sample	Au(ppb)	Ag(ppm)	Cu(ppm)	Pb(ppm)	Zn(ppm)	Mo(ppm)
ATH324 qz vein (float)	tr	tr	3	12	8	1

**Evaluación:** Los yacimientos son sumamente reducidos, y no se han identificado concentraciones que merezcan especial atención.

(9) Vizcachas

Se localiza al extremo oeste de la anomalía geoquímica de molibdeno identificada en los años '60 a través del Plan Cordillerano Centro (Fig.II-1-6).

**Acceso:** Desde la base sur del Cerro Sarnoso se llega en aprox. tres horas a caballo. La altitud es de 3.000 m.n.s.m.

**Fecha de reconocimiento:** 20 de octubre de 1998

**Geología:** Afloran lavas riolíticas y granodioritas del Pérmico a Triásico. Los criaderos se hallan en las riolitas, cerca del contacto con granodioritas.

**Alteración:** Se identifica la alteración de cuarzo-sericita-pirita (ASM313, ATH322), de los cuales la pirita está oxidada y lixiviada. Como consecuencia de la silicificación, la mayor parte de riolitas están constituidas por sílice. Además de la alteración filica, se identifica también una alteración potásica. En las rocas silicificadas, además de los agregados de cuarzo+magnetita asociados con el halo de la alteración de feldespato potásico, se identifican también las vetillas de feldespato (AKY311) y de magnetita (ATH328) asociadas con el halo de magnetita fina. El análisis de los cortes pulidos de AKY311 muestra que las vetillas de feldespato están compuestas por feldespato potásico y que parcialmente están sustituidos por sericita. Se observa una textura zonal, con feldespato potásico en la zona interna, cuarzo en la zona intermedia y magnetita fina en la zona periférica. Estas vetillas de feldespato se hallan cortadas por las vetas de cuarzo-turmalina.

Estos resultados sugieren que la zona de alteración se ha formado en un entorno porfídico. Probablemente, el magma intruido por debajo de las riolitas que constituyen la roca encajante de la alteración, dio origen a la alteración potásica asociada a magnetita y posteriormente con el enfriamiento del sistema y el desarrollo del sistema hidrotermal, se produjo simultáneamente la alteración filica. Sin embargo, en las muestras analizadas durante el presente estudio, no se detectó anomalía geoquímica relacionada con el pórfido.

#### Assay value of the Vizcachas, Castano area

Sample	Au(ppb)	Ag(ppm)	Cu(ppm)	Pb(ppm)	Zn(ppm)	Mo(ppm)
AKY311 silicified rock	tr	tr	1	6	22	tr
ASM315B silicified rhy	tr	tr	3	18	tr	3
ATH325 silicified rock	tr	tr	2	6	2	1
ATH327 br.qz.vein	10	tr	1	22	154	4
ATH328 mgt vein in rhy	10	tr	1	22	154	4

**Evaluación:** El Plan Cordillerano Centro ha detectado las anomalías geoquímicas de molibdeno (18-32ppm) al SE de la zona de alteración Vizcacha en un área de 3 Km aprox. de diámetro (Fig.II-1-6). Se propone realizar el estudio geológico en las zonas de anomalías geoquímicas, además de la zona de alteración Vizcachas para aclarar el potencial de mineralización.

#### (10) Avestruces

Este distrito corresponde a la zona de alteración promisorio AA7066 identificada en el análisis de las imágenes de LANDSAT TM realizado el primer año del estudio. De acuerdo con el Plan Cordillerano Centro, no se han detectado valores de anomalías geoquímicas en esta zona (Fig.II-1-6). En el presente estudio se ha llevado a cabo el reconocimiento en la vertiente oeste del extremo norte de la zona de alteración y en el Arroyo los Avestruces de la parte central.

**Acceso:** Desde el campamento del sur de la zona de alteración Sarnoso se llega al campamento del extremo norte de Avestruces (30° 57'34", 69° 46'47") en unas cinco horas a caballo. Su altitud es de 3.500 m.n.s.m.

**Fecha de reconocimiento:** 21 de octubre de 1998

**Geología:** Afloran andesitas, dacitas y rocas piroclásticas andesíticas y dacíticas del

Grupo Choiyoi (Pérmico a Triásico). En la margen derecha del Arroyo Avestruces afloran granitos. Se observan diaclasas de rumbo EO en las lavas masivas de argilización débil.

**Alteración:**

**<Sector Norte>**

Se caracteriza por la presencia de los filones silicificados y una extensa argilización blanca. El espesor de los filones varía de 10 a 50 m y se distribuyen en grupos paralelos con un intervalo de 100 a 150 m. Cada filón se extiende con rumbo N80O que es paralelo al rumbo de diaclasas, y presentan una disposición escalonada con rumbo N50-60E. Las rocas silicificadas están compuestas principalmente por cuarzo y óxidos de titanio, sin mantener la composición de la roca madre. La disseminación de pirita es evidente, pero la mayor parte está oxidada y descompuesta, presentando pseudomorfismo. La sílice es calcedonia, y ocasionalmente se observan grietas opalinas. Estos filones silicificados colindan con las zonas de argilización cuyo contacto es muy definido. Por lo general, las zonas de argilización conservan la composición de las rocas madres. Estas son, en su mayoría, brechas tobáceas. La argilización está compuesta predominantemente por sericita-esmectita, y frecuentemente contiene también óxidos de titanio. La pirita disseminada está oxidada, al igual que los filones silicificados. Contienen caolín (caolinita y dickite) probablemente, supergénico. Además, se distribuyen vetas cuarcíferas de 1 m de espesor (AKY312b). Además de los filones silicificados y las zonas de argilización blanca, se ha identificado la propilitización parcial en los afloramientos de lavas masivas.

**<Sector Centro>**

La configuración es básicamente igual a la parte norte de la zona de alteración. Está compuesta por filones silicificados y una zona de argilización. Sin embargo, se diferencian porque en la parte central de la zona de alteración se observan los indicios de temperaturas elevadas; por ejemplo, la argilización está constituida solamente por sericita (AKY320); la sílice es densa y gruesa, del tipo que se forma en temperaturas elevadas (ASM323), etc. En el término estudiado, la argilización es más fuerte que en la parte norte, y la composición de la roca madre raras veces se conserva. Parte de las rocas silicificadas contiene turmalina (magnesiana). La presencia de vetas cuarcíferas es menor en la parte central que en la parte norte.

Criaderos: Las 26 muestras tomadas en este estudio sólo arrojaron concentraciones a nivel de anomalías geoquímicas. A continuación se muestran los resultados más representativos.

Selected assay value of the Avestruces, Castaño area

Sample		Au(ppb)	Ag(ppm)	Cu(ppm)	Pb(ppm)	Zn(ppm)	As(ppm)	Mo(ppm)
AKY313	silicified rock	tr	tr	4	50	tr	52	25
AKY315b	silica vein	tr	tr	tr	18	tr	312	tr
AKY320	arg. sil. rock*	tr	tr	tr	20	tr	30	tr
ASM319	silicified rock	5	tr	5	46	tr	50	6
ASM323	densely sil. rock*	tr	tr	4	4	tr	44	2
ASM324	argillized rock*	5	tr	5	166	6	54	tr
ATH332	sil. arg. rock	tr	tr	2	36	tr	154	tr
ATH338	silicified rock	tr	tr	11	28	tr	138	3
ATH340	quartz vein	tr	0.6	61	38	2	14	3

\*: Central alteration part, no mark: Northern alteration part

**Evaluación:** De las características descritas se deduce que Avestruces es una zona de alteración formada en un entorno epitermal. Los componentes estructurales identificados en la parte norte de la zona sugieren que la alteración estaba controlada por la fuerza asociada a la falla lateral derecha de rumbo N50-60E.

La argilización de esta área está constituida por los filones silicificados que contienen turmalina y la zona de sericita-esmectita, características que se asemejan a las alteraciones de Venezuela y Portezuelo Amarillo. De los sitios estudiados, Venezuela se

caracteriza por su ley de oro relativamente alta, mientras que Portezuelo Amarillo, por los valores de molibdeno-plata-cobre. Avestruces, se asemeja más al segundo. Si bien es cierto que no se puede hacer una evaluación integral de la zona de alteración ya que el reconocimiento fue efectuado en un área localizada: se deduce que muy difícilmente se descubriría un yacimiento del tipo porfídico, puesto que aún en la parte central de la zona donde aflora el segmento formado en el entorno epitermal arroja apenas los valores del nivel de anomalías geoquímicas de arsénico-plomo.

#### (11) Manrique

Este sector corresponde a la zona de alteración promisoría AA7069 identificada por el análisis de las imágenes de LANDSAT TM. La zona de alteración se extiende con rumbo ENE-OSO. Tiene un espesor de 1 Km y 5,5 Km de largo. En la década de los '60 se tomaron 11 muestras de la zona de Manrique en el marco del Plan Cordillerano Centro, pero no se han detectado anomalías geoquímicas que merezcan atención (Fig. II-1-6). Recientemente, se ha llevado a cabo un estudio detallado de esta zona de alteración (Cardó y Pérez, 1995) que ha determinado: (1) que la alteración consiste en silicificación, cuarzo-sericitización y propilitización; y (2) que el máximo grado de menas de las 92 muestras tomadas a lo largo de la zona mostraron los valores de Cu: 126ppm, Zn: 155ppm, Pb: 92ppm, Ag: 68ppm, y Au: 1,0ppm (Fig. II-1-9, II-1-10, Table II-1-2). En el presente estudio, se ha llevado a cabo el reconocimiento en la vertiente oriental del extremo sur y en la parte central de la zona de alteración (Fig. II-1-6).

**Acceso:** Desde el campamento del extremo norte de Avestruces se llega al campamento situado al SO de Manrique (30° 58' 23", 69° 47' 25") en unas cinco horas a caballo. El sitio se ubica detrás del sitio de campamento. Las altitudes varían entre 3.500 y 3.800 m.n.s.m.

**Fecha de reconocimiento:** 23 de octubre de 1998

**Geología:** Con respecto a las calizas que afloran en las proximidades de la zona de alteración Manrique, de acuerdo a las interpretaciones y estudios palinológicos realizados durante el reconocimiento de la hoja Castaño Nuevo (escala 1:100.000) estas rocas tienen edad pérmica y corresponden al miembro Manrique que integra el Grupo Choiyoi y no a la Formación Agua Negra del Carbonífero como se pensaba. El Carbonífero aparece solamente en las tierras altas, mostrando plegamientos notorios con ejes de rumbo NO-SE.

**Alteración:** Se llevó a cabo el reconocimiento en la línea divisoria entre el Arroyo La Choca y Arroyo Las Cuevas, y en otros dos sitios más (en el este de Las Cuevas, y entre los arroyos Las Cuevas y Manrique). El tiempo disponible fue muy limitado (Fig. II-1-6).

Esta zona alterada se caracteriza por los afloramientos de las zonas de silicificación, vetillas de cuarzo y argilización. Los cuerpos silicificados aparecen con forma de filones o masas que se distribuyen en la línea divisoria del área. Los filones son en general discontinuos. Muchos se extienden con rumbo N55-80O, en forma escalonada con respecto a la zona de alteración Manrique cuyo rumbo es N70E. Además de las rocas silicificadas de origen volcánico, afloran en el área rocas sedimentarias calcáreas o calizas fuertemente silicificadas. A lo largo de la línea divisoria del este del Arroyo la Choca, aparecen pequeños corrimientos del Carbonífero, donde las litofacies fuertemente silicificadas, constituidos casi en su totalidad por sílice que conserva su estratificación, se distribuyen a lo largo de las fallas de N70E N15. (Foto).

Múltiples vetas de cuarzo se distribuyen en esta área, en su mayoría, en forma de venas de menos de 10 cm de espesor. Los rumbos son, en general, dos: los que se desarrollan paralelamente a los filones silicificados dispuestos en forma escalonada (N40-80O), y los que coinciden con el rumbo de las zonas de alteración de Manrique (N60-80E). Muchas de las venas de cuarzo relativamente gruesas (de más de 5 cm de espesor), corresponden al primer grupo. Las vetas de cuarzo tienden a desarrollarse de manera concentrada desde

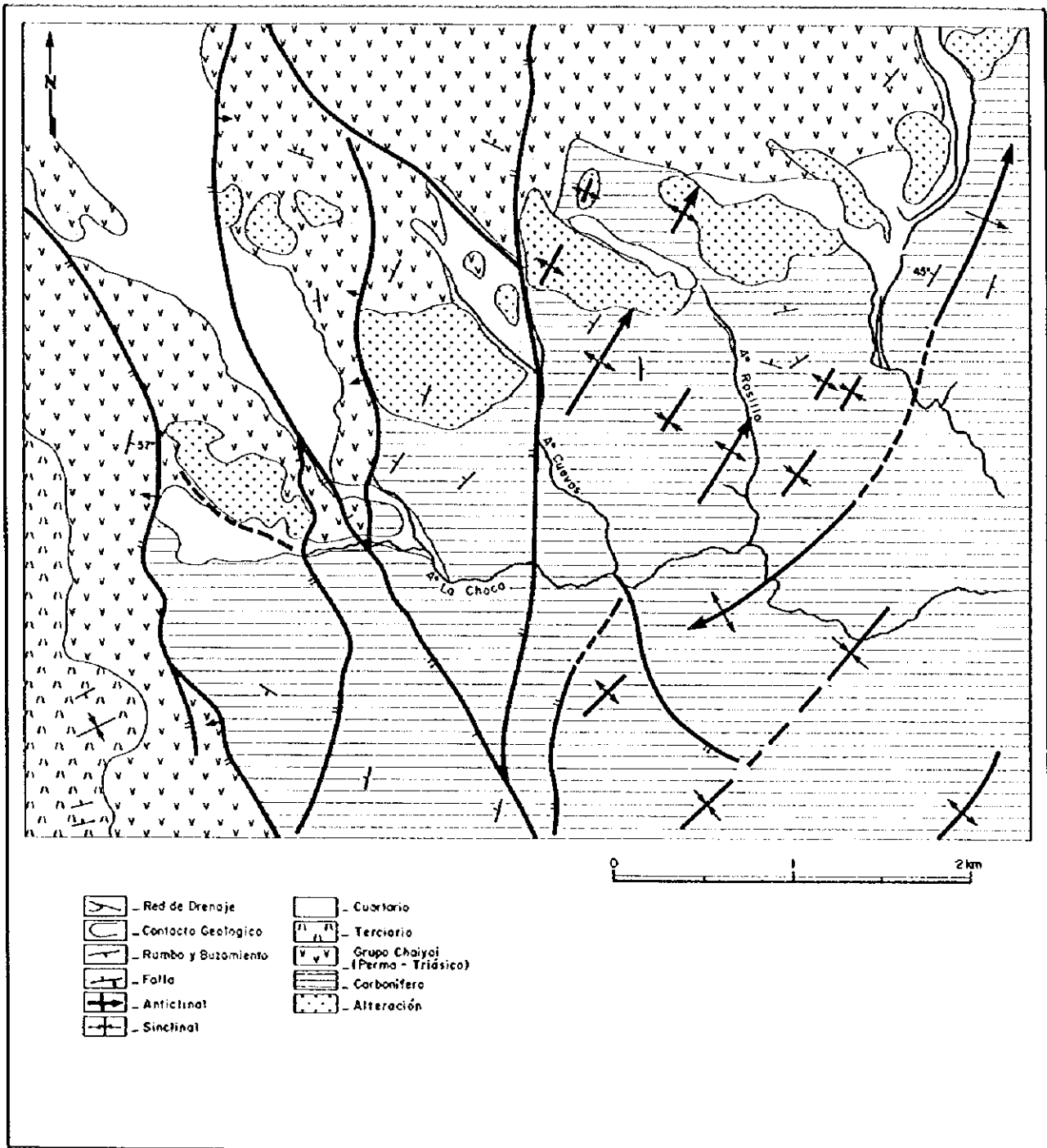


Figure II-1-9 Geologic map in the Manrique alteration, Castano area. (after Cardo and Perez, 1995)

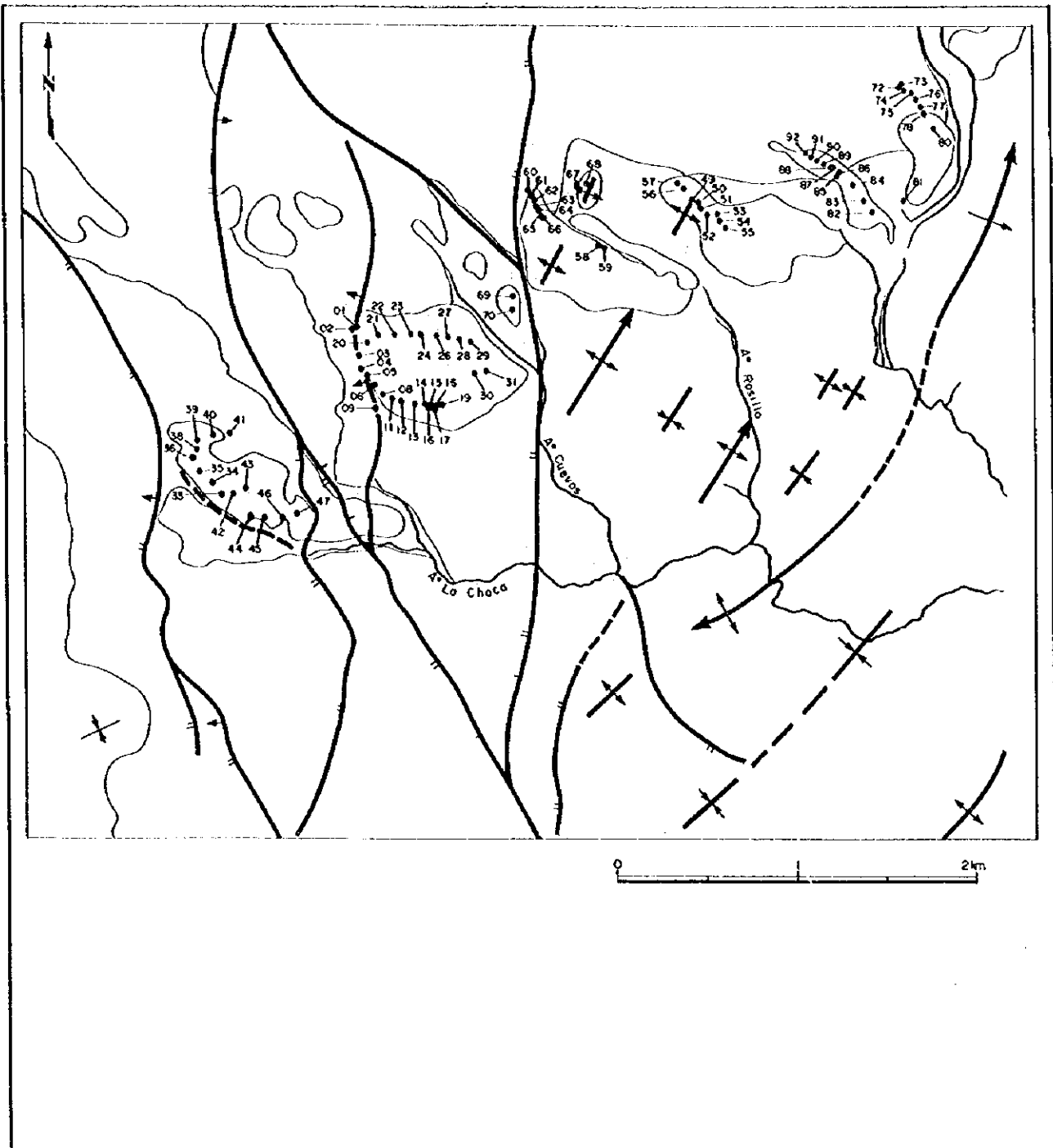


Figure II-1-10 Sample location of the previous survey in Manrique alteration:  
Cardo and Perez (1995)



Table II-1-2 Assay results of the previous surveys in Manrique alteration. (after Cardo and Perez, 1995)

Número de Muestra	Elementos en ppm					Número de Muestra	Elementos en ppm					Número de Muestra	Elementos en ppm				
	Ag	Au	Cu	Zn	Pb		Ag	Au	Cu	Zn	Pb		Ag	Au	Cu	Zn	Pb
01	2.0	n/r	8.0	770	4.0	33	2.0	n/r	6.0	19.0	3.0	65	3.0	n/r	18.5	n/r	N/R
03	N/R	"	59.0	43.0	4.0	34	n/r	"	20.0	11.0	3.0	66	5.0	"	11.5	"	"
04	1.0	"	18.0	77.0	N/R	35	"	"	5.0	2.0	3.0	67	15.0	"	12.5	2.0	"
05	2.0	0.2	25.0	17.0	"	36	"	"	8.8	n/r	N/R	68	3.0	"	22.9	1.0	"
06	3.0	n/r	10.0	16.0	"	38	4.0	"	3.0	7.0	"	69	n/r	"	12.7	14.0	"
08	3.0	"	20.0	10.0	"	39	n/r	"	13.0	n/r	"	70	"	"	20.0	n/r	"
09	2.0	"	9.0	7.0	"	40	"	"	19.0	"	3.0	72	5.0	"	59.0	56.0	"
11	2.0	"	5.0	18.0	"	41	"	"	33.0	23.0	N/R	73	7.0	"	22.0	71.0	"
12	6.0	"	4.0	16.0	"	42	6.0	"	45.0	20.0	"	74	n/r	"	14.0	28.0	74.0
13	6.0	"	10.0	14.0	"	43	n/r	"	41.0	34.0	4.0	75	8.0	"	30.0	98.0	N/R
14	4.0	"	126.0	7.0	"	44	"	"	30.0	6.0	4.0	76	n/r	"	36.0	38.0	8.0
15	5.0	"	14.0	13.0	"	45	"	"	40.0	25.0	2.0	77	"	"	29.0	59.0	N/R
16	2.0	"	5.0	28.0	"	47	2.0	"	30.0	3.0	N/R	78	"	"	31.5	59.0	"
17	2.0	"	9.0	17.0	"	49	n/r	"	19.0	13.0	3.0	79	"	"	29.0	80.0	12.0
18	50.0	"	15.0	6.0	"	50	9.0	"	16.0	11.0	N/R	80	68.0	1.0	77.2	79.0	N/R
19	n/r	"	7.0	n/r	"	51	2.0	"	24.2	n/r	"	81	4.0	n/r	15.0	13.0	"
20	5.0	"	6.0	14.0	"	52	6.0	"	37.0	11.0	"	82	n/r	"	7.3	57.0	4.0
21	4.0	"	33.0	30.0	"	53	4.0	"	3.1	10.0	4.0	83	"	"	34.4	23.0	N/R
22	n/r	"	25.8	35.0	"	54	n/r	"	21.0	107.0	N/R	84	"	"	28.0	19.0	"
23	"	"	75.0	51.0	6.0	55	1.0	"	6.0	15.0	"	85	3.0	"	18.0	37.0	"
24	2.0	"	29.0	30.0	N/R	57	4.0	"	10.0	9.0	"	86	n/r	"	33.0	73.0	3.0
26	n/r	"	20.0	38.0	3.0	58	n/r	"	59.0	155.0	92.0	87	"	"	48.0	63.0	3.0
27	"	"	15.0	30.0	4.0	59	3.0	"	14.0	36.0	N/R	88	5.0	"	33.0	42.0	N/R
28	"	"	44.0	34.0	8.0	60	n/r	"	53.0	4.8	8.0	89	1.0	"	5.1	40.0	3.0
29	1.0	"	23.0	4.0	N/R	61	n/r	"	74.0	9.0	6.0	90	n/r	"	23.5	9.0	N/R
30	n/r	"	17.0	16.0	"	62	n/r	"	117.0	2.0	3.0	91	"	"	13.5	25.0	3.0
31	"	"	15.0	102.0	6.0	63	15.0	"	17.0	20.0	N/R	92	"	"	18.7	n/r	N/R
32	"	"	41.0	38.0	3.0	64	15.0	"	26.0	5.0	"						

N/R: No Realizado

n/r: no registro

los bordes de las rocas dacíticas, que parecen haber intruido a las andesitas, hacia las andesitas colindantes. En estas partes, algunas vetas tienen forma de enrejado de vetillas blancas y negras (ATH353). También las fases de formación de las vetas de cuarzo son variadas. El enrejado de vetillas blancas se halla cortada por las vetas de cuarzo (Foto). Del análisis de las inclusiones líquidas de las cinco muestras de vetillas de cuarzo se obtuvieron los siguientes resultados: AKY324b Th:142-203°C salinidad: 0.04wt-%NaCl, AKY325 133-164°C 0,05%, ASM329 144-192°C 0,29%, ATH349 144-192°C 0,27%, ATH350 162-198°C 0,31%. Las vetillas de cuarzo de la zona de alteración Manrique se caracterizan por la baja salinidad.

La argilización blanca se extiende ampliamente. Aparece cerca de las zonas de silicificación o como alteración de las rocas de caja de las vetas de cuarzo. La zona argílica está compuesta por sericita-esmectita. De los resultados de la difracción radiográfica, se deduce que la zona de sericita-esmectita fue formada a temperatura relativamente alta, con elevada concentración de sericita. Además de la argilización blanca, también se desarrolla parcialmente la propilitización.

En la zona de alteración que se extiende entre los arroyos Rosillo y Manrique las rocas de caja son ignimbritas. Aquí, existen pocas vetas de cuarzo y el grado de silicificación es bajo.

En la zona de alteración Manrique, la pirita está casi siempre presente; también es común la presencia de limonita y caolinita formada por la oxidación de la pirita.

**Mineralización:** El presente estudio incluyó el análisis geoquímico de 24 muestras, cuyos resultados más representativos se muestran en el siguiente cuadro:

Selected assay value of the Manrique, Castaño area

Sample		Au(ppb)	Ag(ppm)	Cu(ppm)	Pb(ppm)	Zn(ppm)	As(ppm)	Mo(ppm)
AKY325	qz-limo vein	30	tr	40	26	48	22	11
AKY328	sil breccia	10	tr	26	10	2	20	3
AKY329	silica vein	200	8.6	44	2410	1240	214	22
ASM329A	arg-sil andesite	15	tr	22	18	2	26	5
ASM329B	qz vein	25	tr	37	64	18	22	36
ASM333	sil limestone	20	6.8	28	14	18	78	5
ASM334	sil limestone	10	0.2	tr	64	tr	6	8
ATH349	qz vein	tr	tr	2	4	18	14	214
ATH352	qz vein	5	tr	2	4	2	10	98
ATH356	sil rhyolite	tr	tr	3	50	tr	120	3

De los resultados del análisis del Cuadro II-1-2, esta zona de alteración fue reconocida por Cardó y Pérez (1995) como criadero de oro-plata. De los valores obtenidos en el presente estudio, se destaca la muestra AKY329; parcialmente se identificó el contenido 0,1% en la ley de plomo-zinc. Por otro lado, como se observa en ATH349 las vetillas de cuarzo en enrejado contienen más de 200ppm de molibdeno. Es también interesante que las calizas silicificadas (ASM333, 334) hayan mostrado concentraciones de oro y plata a nivel de anomalías geoquímicas.

**Evaluación:** La presencia del enrejado de vetillas asociado a la mineralización de molibdeno, y la estrecha relación entre los intrusivos dacíticos y el enrejado de vetillas, sugieren la mineralización porfídica de molibdeno. El sistema de las vetas de cuarzo que contienen oro-plata-cobre-plomo probablemente sea la zona de mineralización periférica. Sin embargo, aún existen varias dudas: los minerales arcillosos que la acompañan son minerales de la zona sericita-esmectita formada en un entorno epitermal; la alteración potásica es poco evidente a pesar de estar cerca de los intrusivos, etc. Estos hechos sugieren que el sistema es más bien epitermal.

El área Manrique puede ser calificada como la más promisoría dentro del distrito Castaño. Se propone, para el futuro, realizar un cuidadoso estudio en la totalidad del área y una perforación de prueba hasta por debajo de las vetas de cuarzo donde los grados de menas son relativamente altos.

## 1-2-2 Tocota-Colanguil

La geología de esta área está constituida fundamentalmente por el conjunto de rocas sedimentarias carboníferas intruido por las rocas graníticas del Pérmico a Triásico. Estas últimas, a su vez, se hallan intruidas parcialmente por las rocas intrusivas y extrusivas del Terciario (Fig. II-1-11 y II-1-12). La mineralización es variada y se observan los yacimientos tipo porfídico (Chita), yacimiento epitermal de oro del Terciario (La Poposa), yacimientos vetiformes polimetálicos asociados con las rocas graníticas pérmicas a triásicas (El Salado y Las Openas), así como los yacimientos de oro y cobre asociados con chimeneas de brecha pérmicas a triásicas (Tocota y Las Aguaditas). De este conjunto de yacimientos conocidos de la Pre-Cordillera, casi no se ha efectuado exploración en los últimos años con excepción de los criaderos tipo porfídico.

Las imágenes de JERS-1 OPS identificaron múltiples zonas de sericitización con criaderos desconocidos (quebradas de Conconta y de Potreros de Pancha). Estas zonas de alteración se ubican en la cercanía de las rocas graníticas pérmicas a triásicas, en una geología similar a Chita donde se halla la mineralización tipo porfídico.

El reconocimiento en esta área fue realizado con el fin de verificar la posibilidad de que los criaderos o zonas de alteración conocidos correspondan a criaderos de los yacimientos grandes, y para comprobar si existe una mineralización terciaria que da lugar a la formación de grandes yacimientos, además de La Poposa.

### (1) Distrito de Tocota

La literatura disponible indica la presencia en este distrito, de múltiples laborcos en depósitos de oro-plata-bismuto asociadas a chimeneas de brecha del Pérmico a Triásico. Las chimeneas de brechas constituyen en sí el potencial de mineralización, además que es probable que exista un yacimiento tipo pórfido en la cercanía. El distrito de "Tocota" está compuesto por cuatro siguientes minas que fueron explotadas de manera intensiva en los años 1940-45: Colo-Colo, Krimer (Azocar), Ranqueles y Chimborazo. De estas, en Colo-Colo y Krimer quedan aún restos de sus respectivas plantas de destilación que servían para recuperar arsénico.

**Acceso:** Desde la localidad Pismanta (San Juan) se dirige hasta Tocota por la ruta 412 (55 Km, rumbo sur) en unos 40 minutos en vehículo. Las Minas Colo-Colo y Krimer están a unos 10 Km al oeste, y Dos Amigos, a unos 2 Km al NO de Tocota. El viaje debe realizarse en vehículos de doble tracción de suficiente despeje libre puesto que los caminos están parcialmente destruidos. Las altitudes varían entre 2.700 y 2.900 m.n.s.m.

**Fecha de reconocimiento:** 27 de octubre de 1998 (Colo-Colo, Krimer), y 28 de octubre (Dos Amigos y oeste de Dos Amigos)

### (a) Minas Colo-Colo y Krimer

**Geología y yacimientos:** El basamento de estas minas está constituido por areniscas y lutitas de la Formación Agua Negra del Carbonífero (ATH362 y 367) y los diques andesíticos (ATH369), intruidos por la granodiorita de Tocota del Pérmico Superior (267-269Ma, Sato et al.(1990), ATH). En el contacto entre los intrusivos y las sedimentos carboníferos se localizan brechas hidrotermales con rumbo N60O. Sobreyaciendo a las unidades mencionadas afloran andesitas terciarias (ATH363) y sedimentos de flujo piroclástico de igual edad (foto).

Las rocas encajantes de las vetas son areniscas carboníferas tanto en las minas Colo-Colo como en Krimer. Sin embargo, mientras que en Colo-Colo las vetas se emplazan, en su mayoría, en litofacies de brechas hidrotermales fuertemente silicificadas, en Krimer se emplazan en litofacies argilizadas homogéneas y masivas (Fig. II-1-13). Todas las vetas se desarrollan con rumbo E-O, con inclinación casi vertical.





Figure II-1-11 Landsat TM false color composite of the Tocota-Colanguil area from a regional mosaic image in JICA/MMAJ/JMEC (1998). BGR:145.

0

0

0

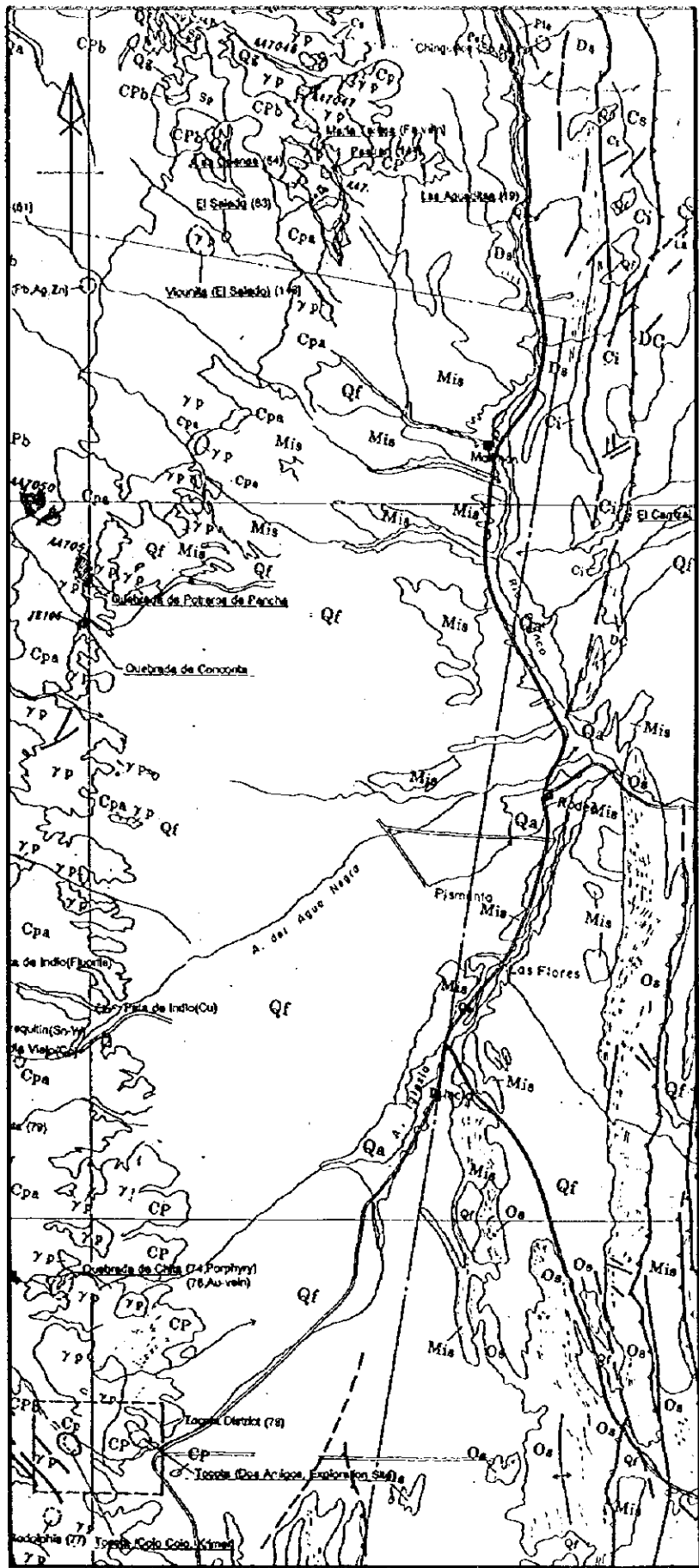


Figure II-1-12 Lithology, structure, and hydrothermal alteration interpreted from 1:250,000 Landsat TM color-ratio composite, false color composite, and JERS-1 OPS data, Tocota-Colanguil area.

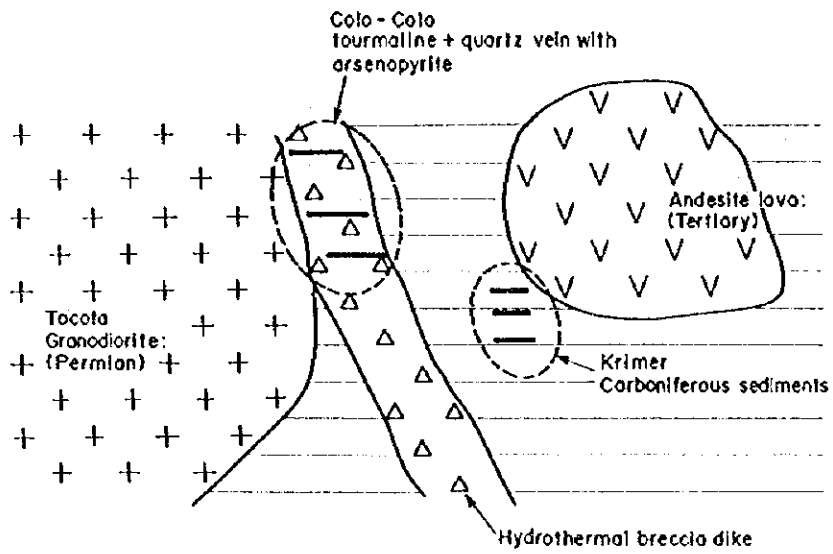


Figure II-1-13 Geologic setting of the Mina Colo-Colo and Mina Krimer, Tocota area.



En Colo-Colo aún existen los antiguos piques que indican que la explotación se realizaba en dos niveles con una diferencia de altitud de unos 20 m (foto). Las vetas conforman filones delgados de varios centímetros de espesor, y el rumbo es predominantemente de N70E a N60O. Las vetas están compuestas por la combinación de minerales de turmalina + cuarzo + arsenopirita + – pirita, cuya disseminación se extiende en la roca de caja. En la cercanía de los piques existen canchas de minerales de arsénico y menas sulfurosos.

En este estudio no se llegó a verificar las galerías de la mina Krimer. A juzgar de los afloramientos y de las canchas de minerales de Krimer es semejante a Colo-Colo, salvo por la ausencia de brechas hidrotermales de turmalina en la caja. La composición de los minerales de las vetas también es similar. Sin embargo en Krimer, algunas menas presentan disseminación de malaquita y cobre oxidado de color verde azulado, lo cual sugiere la presencia de los minerales cupríferos. Asimismo, en Krimer, se identificaron vetas de arsenopirita-cuarzo-turmalina, con fragmentos de granodioritas.

Las vetas de ambas minas presentan frecuentemente alteración en sus bordes, donde se desarrolla el halo de feldespato potásico de color rosado claro de menos de 1 cm de espesor (ATH365, ASM339). Las areniscas argilizadas contienen sericita. En el análisis microscópico, se observa sericita formada entre las partículas de cuarzo clástico (ATH362). Por otro lado, la veta de cuarzo de la misma muestra presenta diferentes inclusiones fluidas, que varía desde la monofase líquida, rica en vapor, hasta inclusiones polifásicas que contienen las fases sólidas como cristales de halita y turmalina.

El análisis de las inclusiones líquidas de la muestra de mena de arsenopirita-turmalina (ATH361) y la de mena de feldespato potásico (ATH365) arrojó los siguientes resultados: temperatura de homogeneización: 157-227°C y 165-212°C respectivamente, y salinidad media 7,4 wt-% NaCl y 10,7 wt-% NaCl, respectivamente.

En el interior de granodioritas de Tocota que se extiende hasta Colo-Colo se observan múltiples venillas de turmalina-cuarzo asociadas con halo de feldespato potásico. Casi ninguna de ellas está asociada con los minerales sulfurosos.

Selected assay value of the Mines Colo-Colo and Krimer, Tocota-Colanguil area

Sample		Au(ppb)	Ag(ppm)	Cu(ppm)	Pb(ppm)	Zn(ppm)	As(ppm)	Mo(ppm)
AKY332	silicified rock	20	0.2	306	10	46	254	6
AKY333	andesite porphyry	tr	tr	101	8	32	128	tr
ASM335	sil breccia w/asp	35	0.2	218	6	66	282	5
ASM336	sandstone w/tour-qz vlet	tr	tr	48	6	16	240	1
ASM337	tour-qz-asp ore	10	tr	15	2	10	6510	tr
ASM339	qz-tour-asp ore w/cu-oxide diss	6210	9.0	2910	180	210	N/A	10
ATH361	tour-asp- scorodite ore	5400	1.0	89	28	18	1%†	2

(b) Dos Amigos (Fig. II-1-12)

**Geología y yacimientos:** Dos Amigos es una mina abandonada donde antiguamente se explotaban vetas cupríferas. Existen aún varias labores pequeñas. La producción real se desconoce.

Las vetas de Dos Amigos se diferencian de las vetas de Colo-Colo y Krimer en tres aspectos: (1) Se localizan completamente dentro del cuerpo de rocas granodioríticas de Tocota; (2) casi ninguna de las vetas de cuarzo están asociadas a turmalina, y; (3) están asociadas a calcopirita. Por otro lado, se asemejan a Colo-Colo y Krimer por el rumbo de las vetas de E-O, y por la presencia de las vetas de turmalina asociadas con el halo de feldespato potásico y cuarzo dentro de granodioritas. El análisis de inclusiones líquidas de una muestra de una venilla de cuarzo con disseminación de cobre (ATH371) arrojó una

temperatura de homogeneización de 175-243°C y salinidad media de 8,4wt-% NaCl. De acuerdo con la información del Lic. Cardó de SEGEMAR, la mineralización de Tocota presenta una distribución zonal: al centro de la zona de mineralización se localizan las vetas de oro-arsénico, y en sus alrededores las vetas de cobre. Colo-Colo y Krimer corresponden al primero, y Dos Amigos al segundo. Sin embargo, en el presente estudio se observó que la diferencia de las temperaturas de homogeneización y la salinidad de las inclusiones líquidas de cuarzo en ambas zonas de mineralización no es muy grande.

(c) A 2,5 Km al oeste de Dos Amigos

A 2,5 Km al oeste del Yacimiento Dos Amigos afloran brechas hidrotermales de cuarzo-turmalina en areniscas de la Formación Agua Negra del Carbonífero, y existen varias trincheras antiguamente explotadas. Las vetas de turmalina-cuarzo-sulfuros se emplazan en las brechas. Las brechas hidrotermales tienen rumbo N200, y las vetas N15-500 e inclinación vertical. La geología de este sitio se asemeja a la de la mina Colo-Colo, aunque su magnitud es más reducida.

Selected assay value of the exploration site located in 2.5Km west of Dos Amigos, Tocota-Colanguil area

	Sample	Au(ppb)	Ag(ppm)	Cu(ppm)	Pb(ppm)	Zn(ppm)	As(ppm)	Mo(ppm)
ASM340	sil breccia w/tour,sulfides	35	1.2	102	120	112	1695	2
ATH373	breccia ore w/tour,qz,sulfides	20	0.6	19	14	26	730	1
ATH374	sil breccia w/tour	205	0.4	14	4	6	5290	2
ATH375	qz-tour-asp vein w/scorodite	480	1.6	114	114	36	1%+	1
ATH376	tour-asp vein	635	8.4	100	30	20	1%+	1

**Evaluación:** Las vetas de Tocota tienen rumbos E-O ó N20-500, y estructuras similares a las vetas de Castaño Viejo. Estas se ubican 20 Km al sur de Tocota.

Los sedimentos carboníferos que constituyen las rocas de caja se diferencian substancialmente de las estructuras comunes (N20E, 60E) del Carbonífero, y se deduce que corresponde al sistema de fisura formada bajo la tectónica extensional en el Pérmico.

Al analizar la relación entre granodioritas y los yacimientos, se deduce que cuando las granodioritas terminaban de consolidarse, los fluidos ricos en elementos volátiles librados de la presión litostática a una temperatura suficientemente alta incidieron selectivamente a las líneas de fisuras, dando lugar a la formación de las vetas de turmalina-cuarzo acompañadas con el halo de feldespato potásico. Posteriormente, a efectos de la tectónica y del aumento del volumen del mismo cuerpo de rocas intrusivas asociado con la descarga de fluidos, las líneas de fisuras fueron agrandándose, dando lugar a la formación explosiva de las brechas hidrotermales acompañadas de turmalina-cuarzo bajo la presión hidrostática. La fase de mineralización probablemente tuvo lugar algo más tarde que la formación de brechas hidrotermales, casi en la misma época que la sericitización o poco más antes.

La ley de oro es en general alta, lo cual sugiere que este distrito es una área promisoría. Recientemente la firma Battle Mountain Gold parece haber realizado tres perforaciones de prueba en la prolongación sur de las brechas hidrotermales que emplazan el Yacimiento Colo-Colo. Salvo estas perforaciones, Tocota es aún poco estudiada y valdría la pena llevar a cabo una exploración en esta área. Considerando que las brechas hidrotermales y que la zona de turmalina se destacan tanto por su topografía como por las características de las tonalidades, se podría analizar detalladamente su distribución mediante las fotografías aéreas infrarrojos a color de escala 1:50.000 ó menos. Se recomienda llevar a cabo el estudio de las áreas promisorias identificadas, así como la

perforación de prueba en base a los resultados de dicho estudio.

## (2) Chita (Veta de Au)

Es una mina abandonada localizada a 1 Km aprox. al este de Chita (pórfido) investigado en el primer año del estudio. Este año se volvió a visitar la zona para tomar muestras de sericita (ATH377) con el fin de conocer la edad metalogénica de Chita, y para observar la antigua galería (veta de Au) que no se había visitado el año pasado.

**Acceso:** Desde Villa Nueva (San Juan) se llega a Chita atravesando por el paraje de Tocota. El viaje se realizan en unas dos horas (105 Km) en vehículos de doble tracción o automóviles pasajeros. Desde la Localidad de Pismanta está a una hora aprox. (30 Km).

**Fecha de reconocimiento:** 28 de octubre de 1998

**Geología y yacimientos:** Las vetas de cuarzo+arsenopirita se emplazan dentro de granodioritas de Tocota del Pérmico Inferior. Las vetas se localizan en el borde de granodioritas, y a varias decenas de metros al NO afloran las rocas sedimentarias carboníferas. La explotación se realizó a través de las pequeñas galerías en un grupo de vetas de 1 m de espesor y rumbo N70-75O/70N (foto). Las venillas son de cuarzo de varios centímetros de espesor asociadas con arsenopirita, pirita y baritina. El cuarzo de las venillas está compuesto por partículas medianas a gruesas formadas en altas temperaturas. El periodo exacto de explotación se desconoce; se deduce que fue en la década de los '50, época en que muchas minas de Tocota han sido explotadas. Las vetas presentan leyes relativamente elevadas de oro, plata, cobre y zinc relativamente alto.

Assay value of the Chita (Au vein), Tocota-Colanguil area

Sample	Au(ppb)	Ag(ppm)	Cu(ppm)	Pb(ppm)	Zn(ppm)	As(ppm)	Mo(ppm)
ASM342 qz vein w/asp	140	8.2	17	482	2090	334	tr
ATH378 qz v w/py,barite	2660	100+	1020	544	1280	334	1

**Evaluación:** Se desconoce la relación con el Pórfido de Chita. La mina estudiada no merece ser explotada.

## (3) Quebrada de Conconta, Quebrada de los Potreros de Pancha o Potreritos

Ambos constituyen los sitios de reconocimiento identificados por las imágenes de satélite, pero que no existen literaturas referentes. Estos dos sitios fueron seleccionados porque presentan una geología similar a la Quebrada de Chita, que es un criadero porfídico conocido, y porque aparecen en las imágenes de JERS-1 los indicios de sericitización. Por otro lado, la Quebrada de Pancha corresponde a la zona de alteración AA7051 (de 2x1Km) de identificada en el análisis de imágenes de LANDSAT TM realizado en el primer año del estudio.

### **Acceso:**

(Q. de Conconta): Está a un lado del camino que comunica Pismanta (San Juan) con Valle del Cura. El recorrido (20 Km) se demora una hora aprox. desde Pismanta en vehículos de doble tracción. Las altitudes varían entre 3.200 y 3.400 m.n.s.m.

(Q. de Pancha): Es una quebrada que discurre unos 2 Km al norte de Conconta. Desde la entrada de la Q. de Conconta se llega en vehículos de doble tracción atravesando por tierras desérticas. El viaje demora unas dos horas. La altitud es de 3.100 m.n.s.m.

**Fecha de reconocimiento:** 29 de octubre de 1998

**Geología y alteración:** De acuerdo con los resultados del reconocimiento de campo, afloran las rocas graníticas (granito Conconta) relativamente erosionadas en ambas

zonas que fueron identificadas como posibles zonas de alteración. El feldespato y biotita de las rocas graníticas son sustituidos por caolinita, sericita (ocasionalmente sericita-esmectita?), lo que provocó la confusión y se dedujo que era una zona de alteración hidrotermal (foto). El granito de Conconta forma parte de la unidad denominada Granito Los Puentes. La edad Sr de Los Puentes es de 256 a 257Ma (Sato et al., 1990).

#### (4) El Salado

Son yacimientos vetiformes de plata-plomo-zinc explotados por una firma inglesa entre los años '20 y '40. Sus reservas varían entre 25.000 y 30.000t, con ley media de Ag: 1.500-1.900g/t. Quedan todavía las oficinas y viviendas de los mineros abandonadas, que sirvieron de campamento para el equipo del presente estudio para el reconocimiento del distrito (29°49'22", 69°23'53").

**Acceso:** Se localiza a 160 Km al norte de Calingasta (San Juan). Primero se llega al caserío Maliman por la Ruta 430, a lo largo del Río Blanco. Desde Maliman se llega en unas tres horas atravesando por el camino sin pavimentar (25 Km). Las altitudes varían entre 3.000 y 3.200 m.n.s.m.

**Fecha de reconocimiento:** 30 de octubre de 1998

**Geología:** El granito Los Puentes (257Ma, Sato et al., 1990) intruye a la Formación Agua Negra del Carbonífero superior. Los granitos son intruidos por los diques de andesitas y riolitas del Pérmico a Triásico (Fig.II-1-14). En las proximidades de las vetas, se identifica un dique andesítico a dacítico sumamente alterado.

**Yacimientos:** Las labores abandonadas se distribuyen al NE y SO del tributario del Río Salado. La bocamina del NE se extiende a lo largo de las vetas de 2,5 m de espesor, con rumbo N30E, e inclinación 85O. La explotación se realizó por lo menos en tres niveles con 50 m de diferencia. En los afloramientos se distinguen dos niveles de explotación (Fig.II-1-14). Salvo los diques formados en la cercanía de las vetas, ninguna de las rocas indicadas presenta alteración. Los diques fuertemente alterados que constituyen la roca de caja de la zona de vetas "stringer" son andesíticos. Microscópicamente se observan los minerales primarios de cuarzo, plagioclasa y anfíbol y los minerales secundarios de sericita, clorita, albita, actinolita, epidota y calcita. De estos, predomina sericita que ocupa la mayor parte del substrato. Las venillas se hallan emplazadas dentro o en el borde de los diques con un espesor de varios centímetros (Fig. II-1-14). Las vetas están constituidas por galena, blenda, pirita y baritina. La baritina aparece en cristales gruesos de 2-3 mm de largo que se extienden verticalmente al eje C. Estos minerales están diseminados en los diques, particularmente ricos en baritina.

En la bocamina de la parte SO, las vetas se localizan en el contacto entre los diques andesíticos y las rocas graníticas (foto) o en las rocas graníticas. En ambos casos, tienen rumbo N30-60E. El espesor varía de varios centímetros a 1,5 m Los minerales observados son baritina, minerales negros (goetita?), galena, calcopirita y blenda. Se observan múltiples vetas de cuarzo (N72O: perpendicular al rumbo de las vetas) en los granitos, pero el contenido de cuarzo dentro de las menas es poco.

#### Assay value of the El Salado mine, Tocota-Colanguil area

Sample	Au(ppb)	Ag(ppm)	Cu(ppm)	Pb(%)	Zn(%)
ASM342 ore (Northeast)	45	573	1050	15.45	5.29
ATH383 ore (Southwest)	10	100+	566	1+	0.35

La plata parece haber estado dentro de la galena y la explotación fue realizado a la acumulación secundaria de los productos de plata (óxidos, cloruros o sulfatos de plata). Esta concentración secundaria ha sido objeto de explotación. El contenido de oro es bajo.

**Evaluación:** Es probable que las líneas de fisura hayan sido rellenadas por diques y las

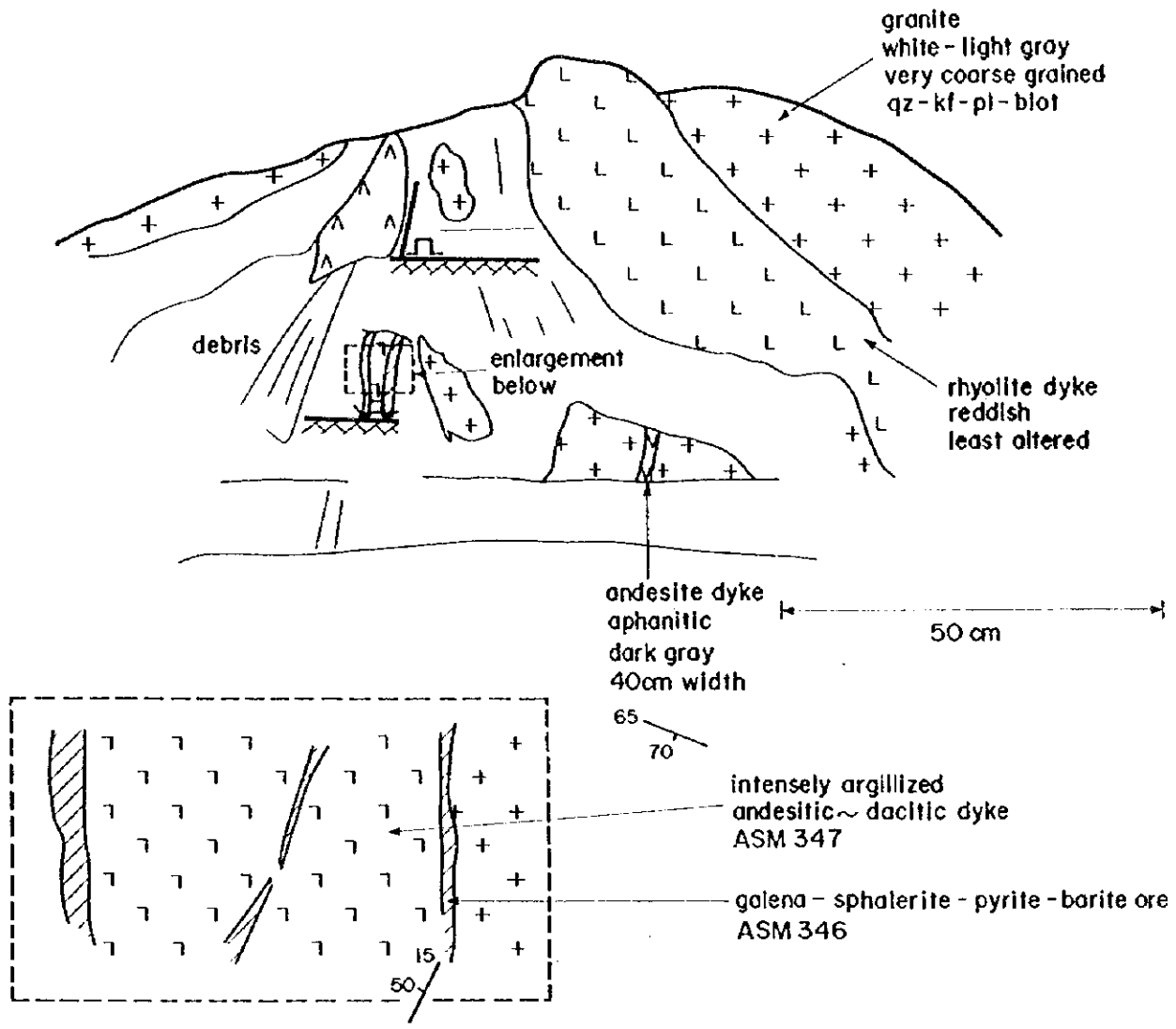


Figure II-1-14 A field sketch of north-east outcrop of El Salado Mine, Tocota-Colanguil area.

vetas en diferentes épocas, y no existen fundamentos suficientes que nos lleva a pensar que los diques constituyen la roca intrusiva portadora de menas. También se podría considerar que este yacimiento sea una zona de mineralización que circunscribe el sistema porfídico Vicuña. El propio yacimiento vetiforme El Salado presenta el grado de oro bajo, lo cual difícilmente atraería el interés de las firmas extranjeras.

#### (5) Vicuña (El Salado)

Es un criadero porfídico visitado por recomendación del Lic. Cardó de SEGEMAR. Ha sido descubierto recién en la presente década. La concesión ha sido otorgada a la firma Argentina Mineral Development (AMD). La firma Puma Minerals, afiliada de BEMA realizó las trincheras y perforaciones de prueba (aprox. 30) en los años '95 y '96, pero hasta ahora no se ha realizado un proyecto de exploración en el sitio. "Vicuña" es el nombre del campo definido por SEGEMAR y "El Salado" es el nombre del proyecto de la firma Puma Minerals.

**Acceso:** Desde el Campamento El Salado (veta de Ag-Pb-Zn) se llega en media hora a caballo. Existe un camino hasta el depósito, el cual con pequeñas reparaciones podría ser transitable en vehículo. 3.500 m.n.s.m.

**Fecha de reconocimiento:** 31 de octubre de 1998

**Geología:** Afloran pórfidos dacíticos de edad desconocida dentro del cuerpo de rocas graníticas Los Puentes del Pérmico. Dentro de este mismo cuerpo, se emplazan múltiples diques andesíticos; no obstante, dado que en él no se encuentran pórfidos dacíticos, se deduce que los pórfidos son rocas intrusivas posteriores a los diques andesíticos. Los pórfidos también podrían ser el cuerpo de rocas intrusivas terciarias (foto).

**Alteración:** Se observa una textura zonal de pórfido en la zona de distribución de los pórfidos dacíticos. La alteración puede ser clasificada en potásica y filica; la primera, a su vez, se divide en dos grupos según los óxidos de hierro asociados (Fig. II-1-15). Hacia el centro de la zona de alteración se desarrolla la zona de alteración potásica asociada con las vetillas o diseminación de magnetita. Hacia el exterior y superior de esta alteración potásica de magnetita, se desarrolla la alteración potásica carente de magnetita, y asociada con hematita en forma diseminada o rellenando fisuras (alteración potásica de hematita). En ambos casos, se observa una distribución característica de biotita hidrotermal de granos finos, gris verdosos y escamosos. Estas zonas de alteración potásica se hallan circunscritas por la alteración filica, cuyos minerales secundarios están constituidos por cuarzo, sericita y pirlita. Esta última sólo permanece esporádicamente como tal, y en muchos casos es identificada como pseudomorfo en los poros de lixiviación cúbica. La alteración filica se superpone parcialmente con la alteración potásica. Se identifica también la alteración supergénica. Como minerales de alteración supergénica se mencionan caolinita, haloisita y limonita. También se observan vetas de cuarzo-goetita-jarrosita.

En el área estudiada se identificaron múltiples vetillas de cuarzo, cuya concentración va aumentando desde las zonas de alteración filica, potásica de hematita y potásica de magnetita, en este orden. En las zona de alteración filica, las vetas de cuarzo son casi nulas; y cuanto menor sea la altitud, es decir, cuanto más cerca se encuentra la zona de alteración potásica, mayor número de vetas de cuarzo se identifica (foto). Las vetas de cuarzo en las zonas de alteración potásica de magnetita aparecen formando stockwork, pudiendo llegar a una densidad donde el intervalo entre las vetillas es de varios centímetros a 1 cm (foto). Las vetas de cuarzo tienden a distribuirse de manera paralela una y la otra tomando un rumbo determinado. El rumbo varía entre N20E-80E. Macroscópicamente, también se identifican las vetas que se extienden en forma radial desde el centro de la alteración potásica de magnetita. El rumbo de estas vetas de cuarzo coincide con el de los diques de aplita (N70-80E), y el de la alteración potásica (foto). Se realizó el análisis de tres muestras tomadas del criadero Vicuña, para conocer la

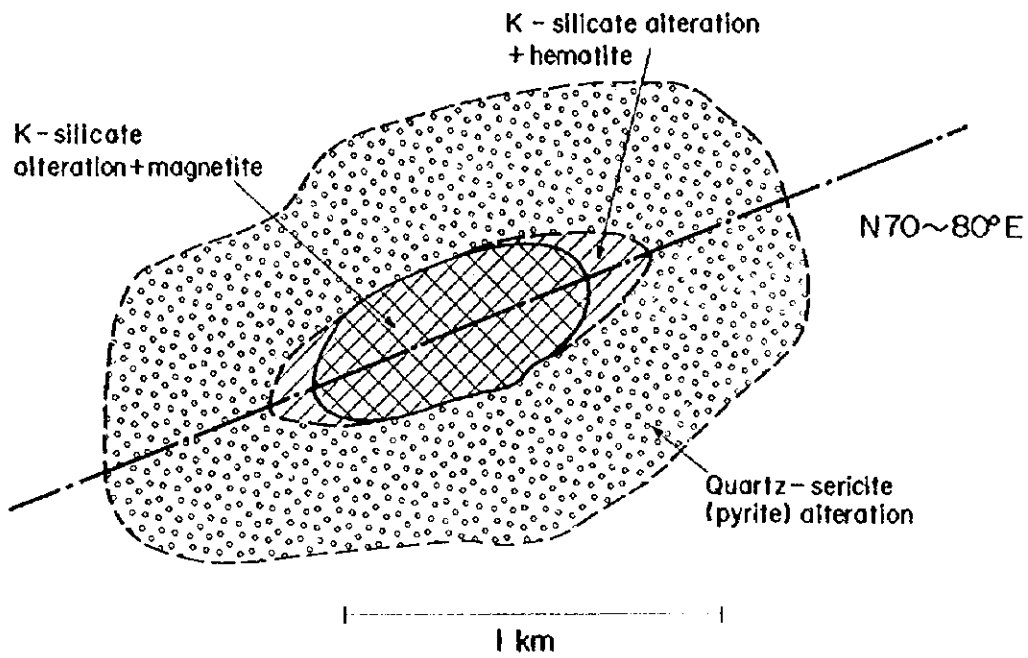


Figure II-1-15 Alteration zoning of the Vicunita (El Salado) porphyry system, Tocota-Colanguil area.

edad metalogénica K-Ar. Las tres muestras son: (1) de la roca de la zona de alteración filica (ASM348); (2) biotita primaria ígnea (ATH388: pórfido muy alterado que se localiza en el contado entre las zonas de alteración potásica y filica), y; (3) biotita hidrotermal de la zona de alteración potásica de magnetita. (ATH394). Los resultados de este análisis se detallan en el Apéndice.

**Mineralización:** Se identifica el cobre oxidado verde azulado (crisocola, malaquita?) y minerales cupríferos oxidados de color negro (neotocita, pitch limonita) dentro de la zona de alteración potásica (foto). En la zona de alteración filica, el cobre oxidado es casi nulo, con excepción del contacto con la zona de alteración, donde se identifican esporádicamente minerales cupríferos oxidados, predominantemente de malaquita.

De acuerdo con la información proporcionada por la firma BEMA, la zona de mineralización en la superficie llega a medir 1 Km<sup>2</sup> aprox. De acuerdo con la exploración geoquímica realizada en 1994, el promedio de ley es: en línea de 40 m, Cu: 2,16%, Au: 0,24g/t; en línea de 62 m, Cu: 0,85%, Au: 0,37g/t. En los afloramientos, no se identifica macroscópicamente calcopirita primaria. Sin embargo, en los lodos o en los testigos de perforación que se encontraron en la cercanía del campamento El Salado, se observó la diseminación de calcopirita y de bornita en los lodos y la diseminación de calcopirita y de molibdenita en los testigos. En el análisis microscópico, se comprobó la presencia de calcopirita fina incluida en magnetita que aparece en forma de vetas en la muestra ATH395 (foto). La calcopirita es sustituida por bornita o covelina en sus bordes. El borde de calcopirita se halla sustituido por bornita o covelina.

Selected assay value of the Vicuña (El Salado) prospect, Tocota-Colanguil área

Sample		Au(ppb)	Ag(ppm)	Cu(ppm)	Pb(ppm)	Zn(ppm)	As(ppm)	Mo(ppm)
AKY334	phyllitic alt.rock	15	tr	18	16	22	8	14
ASM349B	Hmt-potassic r.	115	tr	800	36	62	8	5
ASM351A	potassic+phyllitic alt.rock	80	tr	1890	14	88	2	tr
ASM351B	qz vein w/gmt-Cu staining	1530	5.6	2470	38	34	10	10
ATH390	qz vein w/porphyry	160	1.4	674	198	34	196	201
ATH395	mgt-qz vein	515	0.6	4690	18	54	8	1
ATH396	hydrothermal br. w/goethite	55	tr	7820	18	500	26	99

**Evaluación:** Las muestras de las rocas encajantes porfídicas extraídas de la zona de alteración potásica (ASM349B, ASM350, ASM351A, ATH391), arrojaron los siguientes leyes: Au: de 80 a 155ppb, Cu: de 645 a 1.890ppm, Mo: de 5 a 30ppm. La ley de molibdeno es comparativamente menor que oro-cobre. Salvo en la muestra ATH390, esta tendencia se mantiene en las muestras de veta, lo que sugiere que la mineralización primaria de Vicuña corresponde a la mineralización porfídica rica en oro. Por lo general, los yacimientos porfídicos con alteración potásica rica en minerales oxidados de hierro contienen elevada concentración de oro y este criadero parece mantener la misma tendencia.

El valor económico de los yacimientos porfídicos depende de la cantidad y calidad de las capas de enriquecimiento secundario. En el caso específico de Vicuña el contenido de cobre oxidado en la zona de alteración potásica es, en general, muy reducido, además carece de pirita, lo cual sugiere que el cobre no se halla fuertemente lixiviado. Por otro lado, la roca de caja de los sulfuros de cobre es rica en potasio, y su capacidad de reducción del fluido ácido es alto. Por lo tanto, aún cuando se hubiera producido el fluido ácido, éste se habría neutralizado antes de migrar. De todo esto se deduce que es poco probable que en este sector se haya producido una lixiviación ácida y una migración del fluido ácido necesarias para el enriquecimiento secundario y para la formación de las



capas de enriquecimiento secundario.

## (6) Las Opeñas

Es un yacimiento vetiforme de oro explotado en los años 1930-32. SEGEMAR (San Juan) realizó un reconocimiento en 1990, mediante el cual se obtuvieron leyes de Au: de 5 a 20g/t.

**Acceso:** Se ubica a 25 Km al NO del caserío de Maliman (San Juan). El recorrido es de cuatro horas (sólo ida) a caballo desde el Campamento de El Salado. Su altitud es de 3.200 m.n.s.m.

**Fecha de reconocimiento:** 1 de noviembre de 1998

**Geología:** La roca de caja es el granito Las Opeñas (254-258Ma: Sato et al., 1990). Esta unidad se clasifica como roca granítica tipo S constituida por cuarzo, feldespato potásico, plagioclasa, biotita y muscovita. En las proximidades de las vetas se distribuyen principalmente las rocas graníticas, sólo de muscovita, pero en los afloramientos más altas (a unos 50 m más al norte) afloran también los granitos binarios (que contienen mica negra y blanca).

**Yacimientos:** Las vetas de limonita+cuarzo de menos de 0,6 m de potencia fueron el objeto de la explotación antigua. La operación se realizaba solamente en la zona de oxidación y con fuerza manual, a pequeña escala. La veta más grande se extiende con rumbo N60E - N80E - EO -N55O (de oeste a este) formando un enorme arco (foto). La veta principal explotada tiene rumbo N70-80E, y cruza con una parte del enrejado de vetillas del este. Más al este de dicho enrejado, se halla sustituido por una zona de brechas de 1 m de espesor y unos 20 m de largo.

Los minerales de mena observados son pirita, arsenopirita, calcopirita, galena y blenda. Los minerales de ganga son cuarzo, y una cantidad apreciable de baritina. Además, como minerales secundarios supergénicos están presentes jarosita, escorodita, malaquita y otros minerales de cobre verde y óxidos de manganeso. El cuarzo que compone las vetas es de grano grueso y transparente, con evidente estructura en forma de peine. Parece haberse formado en temperaturas relativamente altas.

Además de las vetas descritas, también se identifican múltiples vetillas de cuarzo, pobres en sulfuros, que tienen rumbos variados; algunas son paralelas a las vetas principales, y otras se entrecruzan con rumbos N100, N10E, etc. El contenido de sulfuros en estas vetillas es sumamente reducido en comparación con las vetas principales.

A 1,2 Km al oeste de Las Opeñas, se encuentra una bocamina pequeña y abandonada denominada San Pedro, donde se observan vetas semejantes a Las Opeñas. Estas son de 1 m ó menos de espesor y se extienden de manera continua unos 50 m con rumbo E-O. Las vetas se emplazan en areniscas carboníferas cornubianitizadas cerca del contacto con granitos.

Assay value of the Las Opeñas prospect, Tocota-Colanguil área

Sample	Au(ppb)	Ag(ppm)	Cu(ppm)	Pb(ppm)	Zn(ppm)	As(ppm)	Fe(%)
AKY336 silicified br.	155	4.6	8	200	54	260	1.91
AKY337 qz vein	38710	100+	370	2230	7850	146	2.06
ASM353A qz v.(San Pedro)	590	465	120	2460	6740	N/A	1.70
ATH398 qz vein	25850	61.2	246	1685	104	10000+	4.88
ATH399 qz vein (Miranda)	3790	32.0	565	10000+	1355	10000+	5.66

AKY337 corresponde a una veta de pirita-galena-blenda-cuarzo con hematita en forma de tierra, y poco aglutinada.

ATH399 corresponde a una veta de cuarzo (veta Miranda). Se identifican los minerales secundarios de color amarillo a verde claro que parecen ser escorodita u oropimente

formados por la oxidación de la arsenopirita. Por la difracción radiográfica, se ha detectado beudantita  $[PbFe_3+(AsO_4)(SO_4)(OH)_6]$ . Los resultados del análisis de ATH399 reflejan la composición de este mineral, con valores elevados de Pb y As.

**Evaluación:** Son vetas del tipo filón mesotermal. Anteriormente, fueron explotadas las zonas de mineralización aurífera con alta ley, formadas como consecuencia del enriquecimiento secundario. Se deduce que el oro estaba presente en arsenopirita, y que fue liberado por oxidación en forma de oro libre, para posteriormente concentrarse dentro de las limonitas. La ley de oro primario sería comparable con el de la muestra ASM353A (Au: 0,59g/t) tomada de la labor San Pedro. ASM353A corresponde a una veta de cuarzo+pirita, pobre en limonita. De la ley del metal de base se deduce que el tipo de las vetas se asemeja al de Las Opeñas.

La explotación se efectuaba mediante trincheras a una profundidad de 1 a 2 m desde la superficie del suelo. Si bien es cierto que se desconoce la profundidad de la zona de oxidación, se deduce que la mayor parte de las vetas se mantiene intacta. Estas vetas podrían ser objeto de explotación para las firmas nacionales que buscan ejecutar pequeños proyectos.

#### (7) Las Aguaditas

Es un criadero de vetas de cuarzo aurífero asociados con rocas intrusivas turmalizadas. Existen literaturas que indican leyes de Au: 5-20g/t.

**Acceso:** Se ubica en los Llanos del Molle a 30 Km NNO de Maliman (San Juan). Se llega en vehículos de doble tracción. La altitud es de 3.200 m.n.s.m.

**Fecha de reconocimiento:** 2 de noviembre de 1998

**Geología:** Afloran rocas sedimentarias de la Formación Agua Negra del Carbonífero, intruidas por un cuerpo de rocas dioríticas que componen el Cerro Negro. En el mapa geológico de San Juan se diferencia como un cuerpo de rocas terciarias. Este cuerpo intrusivo de composición granodiorítica a diorítica es de edad Tc (Mioceno Inferior), según datación realizada por Sato y llambías. Se denomina granodiorita Leonardo y sería más o menos equivalente a la Unidad Infiernillo en el territorio chileno. En el análisis microscópico, predominan plagioclasa, cuarzo y feldespatos potásico, en este orden, indicando composición tonalítica. Las biotitas en forma de fibras de color verde ligeramente azulado sustituyen al anfíbol o en algunos casos aparecen en el contacto entre plagioclasa y cuarzo.

**Alteración y criaderos:** Se localizan en las dioritas fajas de turmalina+cuarzo. La zona de alteración de turmalina+cuarzo constituye pequeñas colinas muy resistentes a la erosión, con un espesor entre 50 a 100 m y largo de 200 a 300 m (continuo). El rumbo es de N60-80O y coincide con el rumbo de las diaclasas de las dioritas circundantes (foto).

En el interior de la faja de turmalina+cuarzo se emplazan múltiples vetas de cuarzo paralelas al rumbo de la faja. Estas vetas son, en el sitio estudiado, venas de menos de 5 cm de espesor. Las vetas se clasifican en aquellas que son muy ricas en sulfuros y otras que contienen solamente cuarzo. Las primeras están fuertemente limonitizadas y son muy porosas por efectos de la oxidación y lixiviación, y la ley de oro es elevada (ASM357).

Las segundas están constituidas por partículas gruesas y transparentes de cuarzo, y se caracterizan por la estructura en forma de peine y por la presencia de drusas. En el sitio estudiado se localiza una mayor cantidad y tamaño de este tipo de vetas. La diseminación de sulfuros (pirita) se identifica también en las rocas de caja constituidas por turmalina+cuarzo. Como consecuencia de la oxidación de éstas, se formaron jarosita y haloisita supergénicas (ATH402 y ATH404). Además, se observa frecuentemente la brechación de las rocas de caja de turmalina+cuarzo (foto). Los cuerpos de brechas tienen rumbo N80O, al igual que las vetas, y la potencia alcanza un máximo de 8 m. El substrato de las brechas está relleno por fragmentos gruesos de cuarzo (semejante al de las vetas

del segundo tipo) y se observan las drusas en el centro de las brechas.

Assay value of the Las Agusditas prospect, Tocota-Colanguil area

Sample		Au(ppb)	Ag(ppm)	Cu(ppm)	Pb(ppm)	Zn(ppm)	As(ppm)	Mo(ppm)
AKY339.	qz-tour br	50	17.6	7	6	12	4	1
ASM356	qz-tour rock	25	tr	29	2	6	10	tr
ASM357	limo-qz vein	3670	22	230	340	420	N/A	30
ATH404	argillized rock	80	0.2	20	114	18	148	9

**Evaluación:** No se ha podido comprobar la presencia de arsenopirita en el sitio; no obstante, por las anomalías de arsénico detectado en el análisis, probablemente se asemeje a la mineralización de Tocota. Las vetillas de cuarzo son delgadas y la concentración también es reducida, por lo que difícilmente sea objeto de exploración.

(8) Leonardo

Es un yacimiento vetiforme de hierro formado dentro del cuerpo de rocas graníticas. Parece haber sido explotado en pequeña escala hace varias décadas, cuyos detalles se desconocen. El equipo de estudio realizó el reconocimiento de campo esperando encontrar señales de skarn.

**Acceso:** Desde Las Aguaditas se llega a la cancha de minerales de la mina de Pastrán (tungsteno) de la que se describe más tarde. Desde este lugar a Leonardo se llega en una hora y media a caballo.

**Fecha de reconocimiento:** 2 de noviembre de 1998

**Geología y yacimientos:** Afloran rocas graníticas de la unidad granodiorita Las Piedritas (260-263Ma, Sato et al., 1990). Dentro del cuerpo de rocas graníticas se emplazan las vetas de magnetitas en forma de láminas gruesas; la veta principal tiene un espesor de 1.5 m, y rumbo N65-70E e inclinación vertical. Las vetas son masivas y homogéneas, y están constituidas por partículas finas de magnetita. Dado que las vetas de magnetitas son más resistentes a la denudación que los granitos, toman forma similar a una aguja (foto). Además, se distribuyen en las proximidades múltiples vetillas de magnetita de similar estructura. Su espesor es de varios centímetros. Algunas de ellas presentan alteración en los límites constituida por epidotas de 2mm de espesor. Las rocas encajantes graníticas son ricas en muscovitas, mientras que el contenido de magnetitas es casi imperceptible, por lo que se clasifica como el tipo S.

En las vetas de magnetita se observan múltiples cavidades pequeñas de gas, sugiriendo la incidencia de las soluciones ricas en gas. Estas vetas incluyen las vetas de cuarzo y las gravas graníticas, y aparecen como brechas hidrotermales. Múltiples vetas de cuarzo (con potencias que varían de 50 a 60 cm) se observan dentro de granitos, la mayoría de las cuales se desarrollan perpendicularmente (N300) a las vetas de magnetita.

El análisis arrojó anomalías geoquímicas de plomo y zinc.

Este criadero parece ser diferente al criadero skarn.

Assay value of the Las Agusditas prospect, Tocota-Colanguil area

Sample		Au(ppb)	Ag(ppm)	Cu(ppm)	Pb(ppm)	Zn(ppm)	Mo(ppm)	Fe(%)
AKY359	magnetite ore	20	1	tr	1580	700	tr	30+

(9) Pastran

Es un yacimiento de tungsteno donde se realizó explotación manual a pequeña escala hace cuarenta años. Este sitio fue visitado de regreso de Leonardo.

**Acceso:** Se ubica a 25 Km NNO de Maliman (San Juan). De Maliman se recorre en vehículos de doble tracción por caminos no pavimentados a lo largo de la quebrada del Molte. Desde aquí se llega al sitio en 30 minutos a caballo. Su altitud es de 3.500 m.n.s.m.

**Fecha de reconocimiento:** 2 de noviembre de 1998

**Geología y yacimientos:** Se localiza en el contacto entre fangolitas de la Formación Negra (Carbonífero) y granitos de Las Opeñas. En este sector se extiende la "shear zone" de 1 m de espesor asociada con silificación en el lado de fangolitas. En la superficie de corte se emplazan las venillas tipo stringer de color blanco que tienen un espesor de varios milímetros. El corte y las vetas tienen rumbo N300 e inclinación vertical. Se deduce que las vetas están compuestas por scheelita. El análisis geoquímico arrojó las anomalías de Ag, As y Zn (AKY341: Ag: 12,2g/t, As: 126ppm, Zn: 122ppm) .

### 1-2-3 Pre-Cordillera en La Rioja

El análisis del primer año del estudio identificó el potencial del conjunto ordovícico de la Pre-Cordillera. Este conjunto está constituida por las rocas de caja de calizas y rocas básicas que son relativamente susceptibles a la alteración hidrotermal. Los intrusivos terciarios frecuentemente están asociados con criaderos con leyes altas (Guachi y Salamanca). De este conjunto, se seleccionó La Criollita que es un criadero representativo de La Rioja aún no explorado.

La Criollita, según el Ing. Cravero (1995) está constituida por calizas skarnizadas y silicificadas asociadas con la mineralización de cobre-oro. La geología local está constituida por las rocas de caja ordovícicas que corresponden a la prolongación de los criaderos Guachi o Salamanca. Las rocas graníticas se deduce que son terciarias. El equipo de estudio realizó el reconocimiento con la expectativa de encontrar la mineralización tipo Carlin, más que del tipo skarn ya conocido.

#### (1) La Criollita

La firma Argentina Gold obtuvo la concesión de esta área en '96, y realizó perforaciones de zanjas y exploración geoquímica. Sin embargo, actualmente, la operación se halla suspendida.

**Acceso:** Desde Jagüe (La Rioja) se llega al campamento Las Juntas (28. 2612, 68. 3330) en 7 horas con vehículos de doble tracción, aguas arriba del río Jagüe (15 Km) Desde aquí hasta La Criollita se llega en 5 horas a caballo (unos 5 Km ), 3.600 m.n.s.m. La topografía es muy escarpada.

**Fecha del reconocimiento:** 12 de noviembre de 1998

**Geología:** El estrato de ofiolita (calizas, ftanita y rocas ultrabásicas) del Ordovícico está intruido por granodioritas probablemente devónicas. Se realizó el análisis de la edad K-Ar de la muestra de granodioritas ASM366 tomada cerca del skarn y corresponde a granitos-anfibol-biotita poco alterados. La biotita tampoco presenta alteración microscópicamente. Se realizó el análisis de biotita cuyos resultados se muestran en el Apéndice.

**Yacimientos:** Existen dos antiguas labores en el área estudiada. Ambas son muy pequeñas y fueron realizadas hace cuarenta años aproximadamente. El objeto de la explotación fue la zona de skarn que tiene un espesor de 3 m y está constituida por magnetita + epidota + minerales cupríferos. El skarn se desarrolla en el contacto entre granodioritas y calizas y está compuesto principalmente por malaquita. Además contiene minerales de cobre oxidado como criscolola y una pequeña cantidad de atacamita. El borde exterior está sustituido por mármol.

Al norte del área de estudio, en las proximidades de la bocamina abandonada, se desarrolla una zona de silicificación dentro de las calizas. La mayor parte de las calizas está sustituida por rocas silicificadas. Se observan algunas vetas de cuarzo y brechas hidrotermales. Las vetas de cuarzo son delgadas (venas) de 2 a 3 cm de espesor y tienen rumbo N30E, paralelo a "shear zone" circundante, mientras que su inclinación es de 40E (ASM368). Las brechas hidrotermales tienen un espesor de 1,5 m, un rumbo de N20E y la inclinación vertical y están asociadas con venillas de cuarzo paralelas. Se asocian con las vetas de cuarzo en su interior. Estas brechas constituyen un conjunto de gravas silicificadas fuertemente brechadas y son sumamente porosas en el substrato. Los sulfuros son muy escasos en las zonas de silicificación, en las vetas de cuarzo y en las brechas hidrotermales. De acuerdo con SEGEMAR, estas zonas de silicificación tienen una magnitud de 2 Km X 0,5 Km y se extienden con rumbo NE-SO. La ley de oro llega al orden de 4g/t (según el Ing. Osvaldo Cravero de SEGEMAR).

Assay value of the Criollita prospect, Pre-Cordillera in La Rioja

Sample	Au(ppb)	Ag(ppm)	Cu(ppm)	Pb(ppm)	Zn(ppm)	As(ppm)	Mo(ppm)
AKY350 qz vein or chert	10	12.2	28	12	122	4	1
AKY351 mgt+epi skarn	25	9.6	2120	2	22	14	tr
ASM363 epidote skarn	75	2.0	1985	12	50	20	tr
ASM365 mgt+epi skarn	40	3.0	2900	tr	220	N/A	tr
ASM367 silicified ls	tr	Tr	7	tr	4	2	1
ASM368 qz vein	tr	Tr	88	2	14	6	tr
ASM369 hydrothermal br.	22	Tr	15	8	88	20	tr
ATH410 skarnized schist	55	0.8	3050	84	40	42	tr
ATH411 mgt skarn	195	6.4	1%+	54	20	24	tr

**Evaluación:** La ley máxima de oro obtenida en la zona de silicificación ha sido de 22ppb, inferior a lo esperado. Por la escasez de sulfuros y por el bajo contenido de arsénico en el análisis, se dedujo que esta zona no corresponde a un criadero tipo Carlin. Las labores explotadas fueron de skarn de hierro y cobre son pequeñas y difícilmente pueden ser objeto de exploración.

## 1-2-4 Cordón de la Brea

En la parte NO del Area del Estudio, en la frontera entre las provincias La Rioja y San Juan se localizan múltiples zonas de alteración (Fig. II-1-16, II-1-17 y II-1-18). El Cordón de la Brea se localiza en el lado este de la frontera con Chile, entre los ríos Macho Muerto y Blanco, y constituye un área donde se concentran múltiples zonas de alteración. Se considera que esta área merece ser explorada puesto que carece de informaciones geológicas básicas y pocos proyectos de exploración han sido ejecutados aquí, en comparación con el área de Macho Muerto (entre el margen oeste del río Macho Muerto hasta la frontera con Chile).

### (1) Ranchillos

Corresponde a la zona de alteración AA6059 identificada en el análisis de imágenes de LANDSAT TM, cuya dimensión es de 1,5Km X 1,0 Km. La firma Solitario ha realizado tres perforaciones de prueba en los años '96-'97, pero actualmente la exploración se halla suspendida.

**Acceso:** Desde Jagüe (La Rioja) hasta el campamento de la mina Margarita (28. 4101, 69. 1918) en el Cordón de la Brea, se llega en 6 horas (unos 200 Km), atravesando la quebrada del Leoncito. Desde este campamento hasta el sitio de interés se deben recorrer 18 Km en vehículos de doble tracción (1 hora). 4.000-4.500 m. n. s. m.

**Fecha del reconocimiento:** 15 de noviembre de 1998

**Geología:** Las rocas sedimentarias (Formación Ranchillos) compuestas por areniscas y calizas del Carbonífero están intruidas por granitos del Carbonífero Superior, el cual ha producido una cornubianización ligera en las areniscas cerca del criadero. Estas unidades están intruidas por diques graníticos (ATH414 y 415) y por intrusivos monzoníticos (ATH416) posteriores a la alteración. Las monzonitas probablemente son terciarios (ATH416, K/Ar). La Formación Ranchillos corresponde a la Formación Agua Negra de la provincia de San Juan.

**Alteración y mineralización:** Los granitos y las rocas sedimentarias están fuertemente sericitizados y silicificados. Dado que la limonitización es fuerte, se deduce que existía una elevada concentración de pirita. Sin embargo, en el sitio estudiado no se encontraron sulfuros primarios. Los sectores particularmente alterados de la roca de caja de cornubianita se distribuyen en forma de franjas, con un espesor de varias decenas de centímetros. En el área estudiada se encontraron múltiples franjas de este tipo. La alteración de cornubianita puede ser identificada también en las vetas de cuarzo y en las de sulfuros limonitizados (jarosita-goetita). Todas consisten en vetillas de hasta 2 cm de espesor en cantidades muy reducidas.

Se identifican además vetillas de turmalina-epidota, y vetas de cuarzo en las rocas de caja graníticas. Estas vetillas, algunas veces, presentan alteración de feldespato potásico en sus bordes.

Asimismo, las vetas de cuarzo-turmalina están presentes en los diques de pórfido riolíticos. En esta parte, se observa la diseminación de turmalina también en las rocas encajantes.

Tanto las vetas como las rocas de caja contienen oro a nivel de anomalías geoquímicas y arsénico. Algunas muestras que presentan leyes de Au de 10g/t fueron tomadas anteriormente, según la información del Geól. Cravero de SEGEMAR, aunque no ha sido posible comprobarlo durante el presente estudio.







Figure II-1-16 Landsat TM color-ratio composite of the Cordon de la Brea area and the Macho Muerto area. BGR: 3/1 4/5 5/7 (after JICA/MMAJ/JMEC, 1998)

