

Figure II-1-17 JERS-1 OPS false color composite of the Cordón de la Brea area and the Macho Muerto area. BGR:358

0

0

0

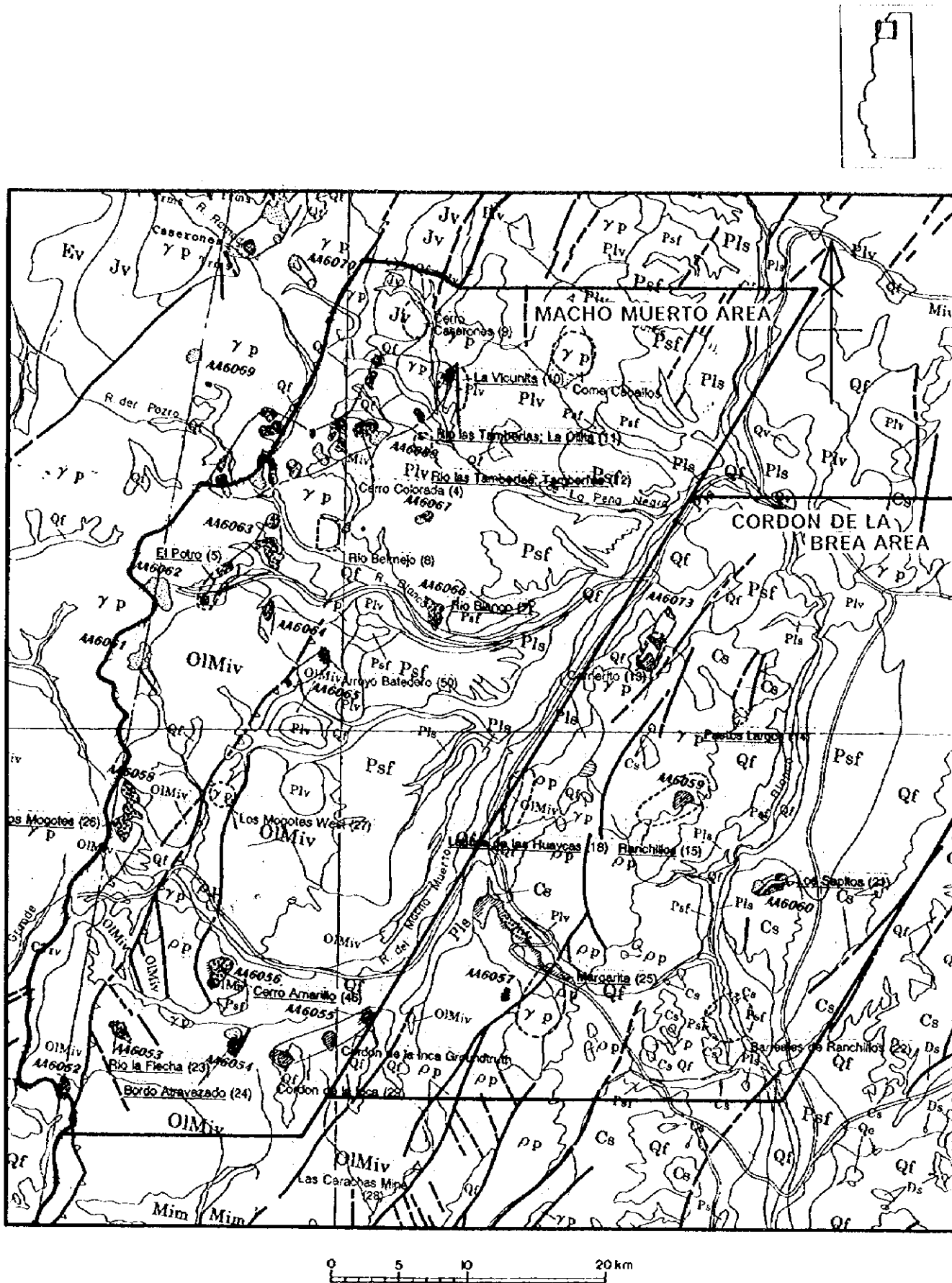


Figure II-1-18 Lithology, structure, and hydrothermal alteration interpreted from 1:250,000 Landsat TM color-ratio composite, false color composite, and JERS-1 OPS data, Cordon de la Brea and Macho Muerto area.

Assay value of the Ranchillos prospect, Cordon de la Brea area

Sample		Au(ppb)	Ag(ppm)	Cu(ppm)	Pb(ppm)	Zn(ppm)	As(ppm)	Mo(ppm)
AKY352b	alt. hornfels	10	2.0	39	14	162	1890	1
	w/qz+limo vein							
AKY352c	ditto	50	0.8	35	16	124	792	1
	w/limo vein							
AKY353b	tor_+qz vein	45	0.2	4	10	8	1000	1
ASM370	limo vein	95	tr	34	44	410	1690	tr
ASM371	sil.ser.Gr	60	tr	35	20	156	64	tr
ASM373	ser. hornfels	15	tr	141	10	164	1845	tr
	w/limo vein							
ATH413	ser. hornfels	65	tr	85	20	36	450	3

**Evaluación:** Esta zona se asemeja a la alteración del distrito de Tocota por las anomalías geoquímicas de oro-arsénico, la sericitización, la presencia de las vetillas de cuarzo con halos de feldespato potásico, y por la presencia de turmalina. Sin embargo, se diferencia de Tocota, porque en ésta hay mayor cantidad de turmalina y por la ausencia de argilitización penetrante. Es probable que en esta área, se haya superpuesto la sericitización asociada con los diques más jóvenes sobre la alteración y mineralización similares a las que ocurrieron en Tocota.

(2) Pastos Largos

Es una zona de alteración localizada en las proximidades de Ranchillos. Se visitó el sitio durante el regreso de Ranchillos.

**Acceso:** Está a 6 Km al NE de Ranchillos. Desde el campamento de la mina Margarita, en el Cordón de la Brea, se llega en 1 hora mediante vehículos de doble tracción. Tiene altitudes de 3.800 a 4.000 m.n.s.m.

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

**Geología:** Afloran diques andesíticos y aplíticos que intruyen a granitos (similares a los observados en Ranchillos: ATH418). Los granitos son ricos en xenolitos dioríticos de textura fina, de 10 a 15 cm de diámetro. Los diques andesíticos no están alterados.

**Alteración y criaderos:** Se observan múltiples vetas de epidota +cuarzo+/-turmalina en los granitos. Las vetas de epidota presentan halos blancos y rosados (feldespato) como se muestra en la foto. El rumbo de los diques de epidota es, en general, N75E.

Las vetas de cuarzo pueden ser solamente de cuarzo o cuarzo+calcita. Los cristales de cuarzo son transparentes a blancos y gruesos, y presentan drusas o estructura en forma de peine. Las vetas de cuarzo son pobres en sulfuros, y frecuentemente están asociadas con especularita. Las vetas de cuarzo+calcita aparecen predominantemente al oeste del área de estudio (AKY354). En el caso de las vetas de cuarzo+calcita, se deduce que la calcita es posterior a cuarzo, puesto que ocupa el centro de las vetas o aparece relleno los poros de las vetas. Al oeste de esta área, también se distribuyen brechas silicificadas asociadas con calcita. En este caso, se puede observar que el substrato de calcita aparece relleno los poros de las brechas fuertemente silicificadas. Entre las vetas emplazadas en las rocas graníticas se encuentran también las vetas de cuarzo tipo stringer potentes, que pueden llegar a medir hasta un máximo de 1,2 m incluyendo la ganga. Estas vetas tienen rumbo N-S e inclinación vertical.

Alrededor de los diques aplíticos finos (ATH422) se concentran de las vetillas de cuarzo (con un espesor de varios centímetros a 2 cm). La densidad de venillas es variable, con intervalos de 10 a 50 cm (ATH421). Se observa el cobre oxidado así como calcopirita primaria. En el contacto de estas vetas con aplita (ATH422), aparecen múltiples zonas rosadas de varios centímetros (ATH421). No se ha identificado sericitización. El rumbo de

este grupo de vetas es de N60O.

Assay value of the Pastos Largos prospect, Cordon de la Brea area

Sample	Au(ppb)	Ag(ppm)	Cu(ppm)	Pb(ppm)	Zn(ppm)	As(ppm)	Mo(ppm)
AKY354 silicified r. w/qz stockwork	tr	1.2	9	26	34	12	tr
AKY355 granite w/qz stockwork	tr	tr	4	14	140	6	tr
AKY356 qz+specular Hm v	20	1.2	4130	166	68	60	25
ASM375 qz vein	tr	tr	529	18	102	34	1
ASM376 qz+specular Hm v	tr	0.4	16	88	34	6	tr
ASM378 qz vein, 1.2m wd	20	1.0	253	1460	208	64	17
ATH420 qz+cc vein	tr	0.4	26	94	544	8	tr
ATH421 qz v. in aprite	tr	1.8	1815	140	50	12	1

**Evaluación:** Probablemente las vetas relacionadas con plutón de las vetas aplíticas intervinieron en la formación de las venillas de cuarzo con mineralización cuprífera. Es comparable con la parte profunda de la zona de alteración de Ranchillos.

El reconocimiento de campo fue realizado solamente en un espacio limitado de la zona de alteración Pastos Largos. Para hacer una evaluación, es necesario llevar a cabo un estudio más amplio.

### (3) Margarita

Hay múltiples labores de explotación de oro asociada a brechas de turmalina. El reconocimiento de campo fue realizado en el área explotada, a lo largo de una cresta que se extiende al SO de las labores. En 1993, la firma Minera Macho Muerto realizó un estudio, mediante el cual se identificaron pequeñas anomalías geoquímicas de oro. Actualmente, el trabajo de explotación se halla suspendido.

**Acceso:** Desde Jagüe (La Rioja) se llega al Campamento de Margarita (28. 4101, 69. 1918) en el cordón de la Brea en 5 horas (200Km) mediante vehículos de doble tracción. Desde este campamento hasta el lugar de las antiguas labores se llega en una hora aproximadamente en vehículos de doble tracción, debiendo buscar la huella en tierra árida puesto que el camino se encuentra destruido. Está a 4.450 m.n.s.m. La vertiente oriental del cordón de la Brea es relativamente acentuada, por lo que es necesario utilizar un vehículo que tenga estabilidad en las pendientes.

**Fecha del reconocimiento:** 16 de noviembre de 1998

**Geología:** Afloran estratos de areniscas alternando con fangolitas de la Formación Ranchillos del Carbonífero. La estratificación es de rumbo N70O y la inclinación de 30S.

**Alteración y criaderos:** Afloran más de 300 m de chimeneas de brechas constituidas por turmalina+cuarzo. A lo largo de la cordillera, se encuentran piques de explotación antiguas de unos 2 m de diámetro. Asimismo, también se encontraron esporádicamente las zanjas antiguas en la vertiente baja.

Las chimeneas de brechas de turmalina están intruidas tanto en las fangolitas como en las areniscas y su distribución abarca la cresta que se extiende con rumbo E-O. Estas chimeneas están constituidas por turmalina+cuarzo que pueden ser identificados macroscópicamente. Incluyen también clastos de las rocas encajantes de fangolitas fuertemente silicificadas.

Las chimeneas de brechas de turmalina+cuarzo se hallan cortadas por venas de cuarzo, las cuales tienen varios centímetros de espesor, rumbo N25E, inclinación vertical, y presentan pequeñas manchas de limonita. Las venas están constituidas sólo por partículas gruesas de cuarzo transparentes a blancas, y contienen muy pocos sulfurados.

Las pequeñas manchas de cobre oxidado (malaquita, cyanotriquita: AKY358) sólo aparecen esporádicamente en las vetas de cuarzo, pero no en las brechas de turmalina+cuarzo que son las rocas encajantes. Además de las venas de cuarzo, se identifican las brechas hidrotermales ricas en sílice que cortan brechas de turmalina+cuarzo (AKY357). Estas brechas contienen limonita (hematita indigena) de color castaño y presentan abundantes manchas de limonita.

Al comparar las leyes de las muestras ASM379 y ATH424, se observa que la primera (constituída solamente por brechas de turmalina) casi no presenta mineralización, mientras que la segunda (que emplaza venillas de cuarzo) presenta mineralización fuerte.

#### Assay value of the Margarita, Cordón de la Brea area

Sample		Au(ppb)	Ag(ppm)	Cu(ppm)	Pb(ppm)	Zn(ppm)	As(ppm)	Mo(ppm)
AKY357	hydrothermal br.	70	1.4	3070	58	36	1565	390
AKY358	qz vein	tr	tr	1%+	32	58	594	438
ASM379	tour.breccia	tr	tr	5	4	6	14	3
ATH424	tour.breccia w/Cu-stained qz vein	tr	tr	1%+	26	40	484	366

**Evaluación:** De las leyes (comparación de ASM379 y ATH424) y de las características descritas es evidente que la mineralización se produjo no por las chimeneas de brechas de turmalina+cuarzo, sino por las vetas de cuarzo y las brechas hidrotermales que las intruyen. Sin embargo, se desconocen si estas dos últimas se relacionan o no.

La mineralización en el área estudiada se limita a una reducida superficie. El reconocimiento fue llevado a cabo en la cresta, que parece tener una diferencia de altitudes del orden de 200 m en comparación con el conjunto de labores antiguas de Margarita ubicadas en las quebradas. Es probable que esta área sea los indicios superficiales de una zona de mineralización en la profundidad.

#### (4) Sudoeste de Margarita

Este distrito fue visitado por ubicarse cerca de Margarita. La firma Minera Macho Muerto efectuó un estudio en esta zona, en el que se detectaron las pequeñas anomalías geoquímicas de oro en el sudoeste de Margarita, según el Geól. Cravero de SEGEMAR.

**Acceso:** El sector se ubica a 2 Km al SO del Margarita y se llega en 15 minutos en vehículos de doble tracción. Su altitud es de 4.600 m.n.s.m.

**Geología y alteración:** Afloran riolitas y pórfidos dacíticos de edad desconocida. Parece que los segundos están intruidos en las primeras (foto). En ambas rocas existen venillas de cuarzo. Estas son de varios milímetros de espesor y forman un enrejado de rumbo variable. Se detecta ligera diseminación de limonita. Casi no hay sulfuros. También se identifican vetas de cuarzo+calcita, en la misma proporción o con predominio de calcita ("lattice quartz", AKY360).

Los minerales secundarios de las rocas encajantes son sericita, estrato mixto de sericita-esmectita y calcita. También se observa lixiviación de las rocas de origen.

Assay value of the Southwest of Margarita, Cordón de la Brea area

Sample		Au(ppb)	Ag(ppm)	Cu(ppm)	Pb(ppm)	Zn(ppm)	As(ppm)	Mo(ppm)
AKY359b	qz vein	tr	0.4	45	82	14	8	82
AKY360	Cal-qz vein	tr	1.8	89	34	176	14	4
ASM381	alt. rhyolite	tr	tr	8	38	64	8	3
ATH426	Rhyodacite	tr	tr	75	42	8	28	1
ATH427	Porphyry	10	tr	118	20	16	466	tr

**Evaluación:** Se detectaron indicios de mineralización a nivel de anomalías geoquímicas en los pórfidos dacíticos, sin llegar a constituir una mineralización. El análisis arrojó una ley elevada de arsénico y reducida de molibdeno, por lo que se asemeja a los valores de Ranchillos.

(5) Laguna de las Huaycas

**Acceso:** Se ubica a 12 Km al oeste del Campamento de Margarita, desde donde se llega en una hora aproximadamente en vehículos de doble tracción.

**Fecha del reconocimiento:** 16 de noviembre de 1998

**Geología:** Afloran tobas cristalinas ricas en minerales máficos, riolitas e ignimbritas. Las tobas cristalinas contienen, además de cuarzo y plagioclasa, partículas de minerales máficos sustituidos por pseudomorfos de anfíbol y serpentina. Asimismo, contienen una reducida cantidad de clastos de areniscas. Se desarrollan en el área estudiada fallas de N28E y 80E, a lo largo de las cuales se observan bloques calcáreos fuertemente deformadas por la fuerza cortante. El rumbo del corte concuerda con el de la falla lateral izquierda que abarca desde el este del Río del Macho Muerto hasta el Río Salado.

**Alteración y criaderos:** Corresponde a la zona de alteración ácida caracterizada por la presencia de rocas silicificadas (silice vuggy), representadas por pequeños filones de 2 m de espesor, 2 m de altura y están ubicadas directamente al oeste de la falla con forma paralela a ésta. Los filones tienen 50 m de largo, y en la quebrada de rumbo NNO, se pierden debajo del aluvio. Las rocas silicificadas forman masas isotrópicas y son de color rojo a pardo rojizo a efectos de la disseminación de limonita. Se caracterizan por la presencia de oquedades de lixiviación con forma de cuña y de oquedades cúbicas pseudomorfas de pirita.

En las riolitas e ignimbritas se emplazan venillas blancas constituidas por alunita y una reducida cantidad de caolinita (ATH431, 432) (foto). Esta alunita parece ser supergénica por su forma. Además, también se identifican las venillas de cuarzo en el contacto entre las tobas cristalinas dacíticas y las riolitas (AKY361). Estas son venillas de 1 cm de espesor que se emplazan en riolitas y están constituidas por las partículas de cuarzo de colores que varían de blanco a transparente.

Assay value of the Laguna de las Huaycas, Cordón de la Brea area

Sample		Au(ppb)	Ag(ppm)	Cu(ppm)	Pb(ppm)	Zn(ppm)	As(ppm)	Mo(ppm)
AKY361	qz vein	tr	tr	3	tr	tr	14	1
ASM382	rhy.tf + v.silica	20	tr	45	4	74	692	26
ATH431	rhyolite w/wht.v	tr	tr	13	4	tr	60	8
ATH432	welded tf	tr	tr	19	4	tr	26	tr
ATH436	sil.weld.tf	tr	0.2	15	4	tr	48	6

**Evaluación:** Corresponde a la alteración ácida epitermal del tipo alta sulfidación controlada por el sistema de fallas de rumbo NNE-SSO. Los criaderos superficiales son reducidos tanto en su magnitud como en la ley de mena, por lo que difícilmente sería objeto de interés económico.

### 1-2-5 Macho Muerto (Noviembre de 1998)

En la parte NE de La Rioja, en la cercanía de los ríos de la Peña Negra, Blanco y Macho Muerto se localizan múltiples zonas de alteración hidrotermal relativamente pequeñas (Fig. II-1-18). Este grupo de las zonas de alteración está entre la Faja Maricunga y Valle del Cura (Faja El Indio). Por lo tanto, se dedujo que la mayoría de las zonas de alteración de Macho Muerto también se asocian con las rocas intrusivas terciarias. Sin embargo, aún no se tienen informaciones detalladas de Macho Muerto, puesto que carecen de datos geológicos básicos y pocos criaderos han sido explorados hasta la fecha, en comparación con las dos Fajas del norte y sur que colindan con esta área.

Por este motivo, el equipo de estudio decidió realizar un estudio relativamente detallado en esta área, y se llevó a cabo el reconocimiento de campo en dos oportunidades (marzo y noviembre de 1998). El estudio estuvo orientado a conocer integralmente el grado mineralización para identificar las áreas promisorias de tantas zonas de alteración existentes.

#### (1) Río La Flecha

El reconocimiento de campo de este sitio se efectuó por recomendación del Geól. Cravero de SEGEMAR, La Rioja. Este sector coincide con la zona de alteración AA6053 (2 Km x 1 Km) La firma Minera Macho Muerto, que tiene la concesión de esta área, realizó un estudio geológico en los años 1995-96, que incluía también una exploración geoquímica y perforaciones de prueba (DDH, RC). Existen en el sitio varias zanjas abandonadas y caminos de acceso construidos para la perforación.

**Acceso:** Desde el Campamento de Margarita en el cordón de la Brea se llega al sector en unas cinco horas, recorriendo aguas arriba los ríos Macho Muerto y del Inca. El viaje debe realizarse en vehículos de doble tracción y por caminos abruptos. Las altitudes varían entre 4.500 y 4.600 m.n.s.m. El área de estudio es una loma de suave pendiente que permite el recorrido en cualquier dirección con vehículos de doble tracción. Sin embargo, el reconocimiento de campo debe realizarse en verano (de noviembre a marzo) por la cobertura de nieve en el resto del año.

**Fecha del reconocimiento:** 17 de noviembre de 1998

**Geología:** Afloran andesitas y brechas tobáceas del Terciario. Las primeras alternan con brechas volcánicas.

**Alteración:** La silicificación y la alteración ácida abarca todo el área de La Flecha. La alteración refleja las propiedades de las rocas encajantes y es muy intensa en las rocas tobáceas. Por otro lado, las andesitas masivas se encuentran propilitizadas y los minerales oscuros están reemplazados parcialmente por epidota-clorita. El centro de la zona de alteración y la cima de la montaña tienen color pardo rojizo. Además de sílice vuggy, hay las rocas fuertemente silicificadas en este sector (foto). Estas rocas están asociadas con elevada cantidad de limonita (constituida predominantemente por jarosita), lo que sugiere que son ricas en pirita primaria.

En la cima de la montaña, se extiende ampliamente una zona de alteración de color blanco a blanco amarillento, relativamente pobre en pirita. Se identifican filones silicificados y alunitizados en este sector. Los filones se desarrollan con rumbo E-O a N80E en la parte oeste de la zona de alteración. Paralelamente a estos se observan múltiples fisuras (N78E) que contienen manchas de limonita. Dado que este rumbo es paralelo al rumbo de los diques riolíticos (N75E), se deduce que esta es la estructura predominante de esta zona de alteración. El nivel de silicificación y alunitización varía dependiendo de los lugares. La alunita forma vetas blancas dentro de los filones (ASM389) o sustituyen a las gravas de las brechas tobáceas (ATH438, 441). En el área



estudiada, se observó alunita de colores blanco, marrón claro y rosado claro. Los cristales son, en general, finos. De la forma del cristal, difícilmente se pueda identificar la alunita. Parte de los filones silicificados y alunitizados está fuertemente brechados. En estos filones se emplazan venillas de cuarzo. Las zonas silicificadas o alunitizadas están asociadas con pirofilitas y diáspora. También se observa ampliamente los cristales idiomorfos de azufre nativo de hasta 3 cm de diámetro.

La alteración supergénica de la zona es muy intensa. Además de la limonitización y caolinitización, frecuentemente se forman cristales de yeso de más de 5 cm de largo, en grandes cantidades.

El único sulfuro identificado en esta zona es pirita. Además, se observaron pequeñas manchas de cobre oxidado en algunas partes (ATH444).

Selected assay value of the Río la Flecha, Cordón de la Brea area

Sample	Au(ppb)	Ag(ppm)	Cu(ppm)	Pb(ppm)	Zn(ppm)	As(ppm)	Mo(ppm)
AKY362 silica vein	10	tr	6	2	10	10	1
AKY363 sil.breccia	tr	tr	5	4	tr	64	1
AKY365 sil.and w/py dis.	tr	tr	41	14	124	36	tr
ASM386 alt.tuff breccia	35	0.4	1	74	tr	8	tr
ASM388 leached silica r.	40	0.2	74	24	28	24	tr
ASM389 alunitized rock	10	0.2	tr	18	tr	18	tr
ASM390 qz v w/o sulfides	10	tr	3	60	6	6	1
ATH438 alunitized tf.br.	375	0.2	27	44	10	526	1
ATH441 ditto	10	tr	20	18	8	54	4
ATH442 vuggy silica	tr	tr	7	6	2	12	2
ATH443 highly sil.alu.r	45	0.2	20	80	tr	146	tr
ATH444 surface clay w/oxidized Cu	tr	tr	2120	22	114	58	tr

**Evaluación:** Es una zona de alteración ácida del tipo alta sulfidación formada en condiciones epitermales. Parece ser una zona formada por el fluido ácido rico en SO<sub>2</sub> controlado por la porosidad de las rocas encajantes andesíticas. La silicificación no es intensa, excepto en la cima de la montaña, lo que sugiere que el fluido ácido ha sido el "dominante".

Se ha detectado mineralización de Au, As, Sb y Cu a nivel de anomalías geoquímicas, aunque su valor económico en la superficie no parece ser muy elevado. Por lo tanto, se propone realizar perforaciones de prueba para conocer el nivel de mineralización en profundidad en la zona de alteración, especialmente en la cima de la montaña.

## (2) Oeste del Bordo Atravesado

Actualmente no hay literatura referente a esta área y la visita tuvo como objetivo encontrar nuevos criaderos. En el área estudiada se distribuyen las zonas de alteración Cerro Amarillo y Bordo Atravesado mientras que en el SO se extiende una zona de argilización. Esta área se ubica en el centro de este grupo de zonas de alteración. Mediante el reconocimiento en campo realizado en año pasado, se ha identificado que en el Cerro Amarillo existe la zona de alteración de alta sulfidación y de sericitización; que en el Bordo Atravesado, se ha identificado la sericitización, y alteración parcial de alta sulfidación. Al suponer que estos corresponden al sistema hidrotermal, en particular al sistema porfídico, es probable que en su centro se extienda una zona de alteración potásica y de mineralización. En las imágenes de satélite no se identifica argilización en esta zona, pero esto no es contradictorio porque la composición mineral de la alteración potásica carece de los minerales arcillosos. Esta área, desde lejos, se ve revestida de color pardo rojizo.

**Evaluación:** En las zonas bajas afloran riolitas terciarias y diques dacíticos que las intruyen. Las riolitas contienen elevada concentración de magnetita (AKY369), pero es completamente diferente a la alteración potásica. Tampoco se identifica la diseminación de minerales sulfurados. En las zonas altas se distribuyen las rocas de alteración hidrotermal predominantemente de silicificación, y parcialmente de propilitización, lo que sugiere que corresponde a la alteración del perímetro del sistema hidrotermal.

### (3) Sur del Bordo Atravesado

El equipo de estudio recorrió el camino construido para la ejecución de perforación de Bordo Atravesado con el fin de buscar una vía de acceso a la zona de alteración ubicada en el sur del Río Macho Muerto. En el sitio de perforación al final del camino (28° 43'09", 69° 35'52") corresponde a la cordillera de 4.530 m.n.s.m., desde donde se puede visualizar las zonas de alteración Los Sapitos, Bordo Atravesado, Cerro Amarillo, etc. El camino de exploración de Bordo Atravesado fue construido por la firma Minera Macho Muerto.

En este sitio se observó el afloramiento ubicado en el sitio de la perforación.

**Geología y alteración:** En la zona afloran las rocas dacíticas brechadas y silicificadas. También hay rocas silicificadas con "stockwork" vetillas de cuarzo (ATH449). Estas rocas aflorantes muestran una superposición de la alteración neutra de sericita y de la alteración ácida de alunita-pirofilita. Las rocas están asociadas con elevada cantidad de pirita y a efectos de la alteración supergénica se formaron jarosita, geotita y hematita. Existe una elevada concentración de limonita que rellena la mayor parte del sustrato de las brechas silicificadas (AKY370, ASM391). Además, la difracción radiográfica ha detectado la presencia de caolinita, aunque se desconoce si es supergénica o hipogénica.

Assay value of the Rio la Flecha, Cordón de la Brea area

Sample	Au(ppb)	Ag(ppm)	Cu(ppm)	Pb(ppm)	Zn(ppm)	As(ppm)	Mo(ppm)
AKY370 hydrothermal br.	160	0.2	326	28	10	8	tr
ASM391 ditto	20	tr	5	18	tr	22	2
ATH449 silicified rock	30	tr	130	8	2	20	1

### (4) Cordón de la Inca

Esta zona coincide con la zona de alteración AA6055 (8.5 Km x 1.5 Km) La alteración esta constituida por tres zonas, y en este estudio sólo se efectuó el reconocimiento de la zona de alteración ubicada en el extremo este. En 1993 la firma norteamericana Norwest realizó un estudio de cooperación en el que se tomaron y analizaron seis muestras de las dos zonas de alteración en el este de la zona de alteración AA6055. Las leyes más importantes de las vetas limonitizadas de cuarzo son las siguientes Au: 0,37, Cu: 65, Pb: 324, Zn: 204 (unidad: ppm); y de las vetas de cuarzo-turmalina-pirita: Au: 0,17, Cu: 64, Pb: 324, As: 184 (ppm). También se caracteriza por la concentración relativamente elevada de selenio (13ppm). Esta zona ha sido sometida a la exploración geoquímica y geofísica, y se realizaron zanjas y perforaciones con extracción de testigos hace varios años.

**Acceso:** El sitio se ubica en el margen sur del Río Macho Muerto. Desde el Campamento de Margarita se llega en unas dos horas (aprox. 40 Km) en vehículos de doble tracción. Las altitudes varían entre 4.200 y 4.500 m.n.s.m.

**Fecha del reconocimiento:** 18 de noviembre de 1998

**Geología:** En el área estudiada afloran rocas dacíticas a andesíticas fuertemente alteradas (Terciario?). Son abundantes los cantos rodados de granitos, pero no se observan afloramientos.

**Alteración:** La zona de alteración abarca una pequeña superficie montañosa, en cuya cima se distribuyen las rocas fuertemente silicificadas de color pardo (ATH454, foto) que se extienden hacia el sur a lo largo de la cordillera formando filones resistentes a la erosión. En la cima se observan varios de estos filones (foto).

Por debajo de las rocas fuertemente silicificadas se desarrolla la argilización, donde se emplazan las vetas predominantemente de pirofilita (ATH455, foto). La combinación de pirofilita-baritina-diáspora, detectada por la difracción radiográfica, corresponde a la alteración ácida hipogénica. Se deduce que es una combinación que corresponde a la "raíz" de las rocas silicificadas tipo alta sulfidación.

La parte media de la superficie de alteración está constituida casi por completo por sílice. También hay arcilla correspondiente a la zona de sericita-esmectita y brechas silicificadas asociadas a baritina en cantidades reducidas (ASM395). Este sector probablemente corresponde a la zona de alteración neutra formada en un entorno de elevado pH, después de las actividades del fluido ácido. También se observan múltiples vetas de cuarzo, así como el stockwork de vetillas de cuarzo (AKY373) y las vetas de cuarzo asociadas al estrato brechado (AKY372).

Los cantos rodados que están en el medio de la vertiente oriental contienen riolitas con alteración blanca (ATH451) y los fenocristales de feldespato están reemplazados por alunita de color rosado claro. Las partículas de alunita son laminadas y gruesas (hipogénicas?).

Además de los minerales de alteración mencionados, el yeso supergénico se distribuyen en toda el área. Además se observan evidentes manchas de limonita. Este mineral rellena casi todo el substrato de las brechas hidrotermales (ASM395).

#### Assay value of the Cordón de la Inca, Cordón de la Brea area

Sample	Au(ppb)	Ag(ppm)	Cu(ppm)	Pb(ppm)	Zn(ppm)	As(ppm)	Mo(ppm)
AKY372 qz vein	25	tr	4	14	2	28	8
AKY373 sil.r.w/qz stkwk	100	tr	2	14	2	292	5
ASM395 hydrothermal br.	tr	tr	19	8	4	82	tr
ATH451 silicified rock	15	0.2	22	46	4	16	tr
ATH454 ditto	tr	0.2	4	12	tr	8	3

**Evaluación:** El reconocimiento fue efectuado sólo en una área limitada de la zona de alteración. De este estudio se destaca la ley de oro detectada en la parte media de la vertiente (AKY373: Au 0,1g/t). Este valor sugiere que merece realizar exploración en la alteración neutra de la corteza de la zona de alteración ácida. Este hecho constituiría el fundamento para planificar la exploración en el sur del Río Macho Muerto incluyendo La Flecha, Cerro Amarillo, etc.

## 1-2-6 Macho Muerto (marzo de 1998)

### (1) Río las Tamberías: La Ollita

Este distrito ha sido objeto de la exploración geoquímica, prospección por trinchera y perforación de prueba de la firma canadiense El Dorado desde octubre de 1994. Actualmente el proyecto se halla suspendido temporalmente. El personal de SEGEMAR La Rioja realizó el reconocimiento de terreno en febrero de 1995 y cuyos resultados fueron resumidos en el Informe de Ing. Cravero (1995). Este informe engloba a La Ollita y Tamberías con el nombre de "Río Las Tamberías".

#### [Fundamentos de selección]

Es una zona de alteración promisoría identificada en el análisis de las imágenes de satélite efectuado en el primer año del estudio. La zona de alteración aparece claramente en las imágenes y llamó la atención el hecho de estar asociada con los cuerpos de rocas plutónicas del Pérmico a Triásico (AA6068).

#### [Reconocimiento de terreno]

**Acceso:** Aguas arriba del Río de la Peña Negra, a 6 Km al este de la frontera con Chile se ubica el campamento de la firma El Dorado (28° 19'07", 69° 25'26"), donde residen dos personas. En este estudio, se accedió a la zona de alteración de la Peña Negra desde este campamento. Hasta este lugar se llega desde Jagüe (La Rioja) en ocho horas utilizando vehículos de doble tracción, debiendo recorrer por caminos no pavimentados y atravesando Laguna Brava (110 Km) Desde el campamento hasta La Ollita se llega en 15 minutos en vehículos de doble tracción.

**Fecha del reconocimiento:** 8 de marzo de 1998

**Geología:** Los granitos pérmicos a triásicos y rocas sedimentarias carboníferas están cubiertos por andesitas y dacitas porfídicas. Las dacitas forman cuerpos de rocas de forma de domo e intruyen en andesitas. La perforación de prueba realizada por El Dorado parece haber detectado la presencia de dioritas en la profundidad (según el Geól. Osvaldo Cravero)

**Alteración:** La zona de alteración se extiende con rumbo N70E. En la parte central se encuentran las rocas débilmente silicificadas de origen dacítico abundantes en silíceo formando un acantilado de 2 m de altura por 300 m de largo (foto).

La mayoría de la zona de alteración corresponde a la alteración cuarcífera y sericitización. Parcialmente se observa la zona de sericita-esmectita. En la zona de alteración cuarcífera y sericitización incluye ocasionalmente pirofilita, zunyita y rutilo que sugieren un entorno ácido de temperaturas altas (ATH205, ATH211).

Las andesitas de la zona de alteración cuarcífera y sericitización presentan ampliamente propilitización asociada con diseminación de pirita (ATH210).

La alteración supergénica es fuerte en la superficie, a tal grado que es difícil identificar los minerales de alteración hipogénica. Entre los minerales de alteración están caolinita, jarosita, alunita y yeso. Los sulfuros están oxidados en su mayoría y no se observan los minerales primarios.

Además de lo anterior, se observa también la alteración potásica. De la perforación realizada por la firma El Dorado se extrajeron dioritas con alteración potásica, según el Ing. Carrizo de SM.

**Criadero:** Existen las venillas de cuarzo brechadas. Estas se concentran en el NE de la zona de alteración con forma de afloramientos y cantos rodados (ATH-204, 208, 209, 212; ASM-201, 204, 206, 207). De acuerdo con la observación de los afloramientos, las venillas de cuarzo son de varios centímetros de espesor, y se hallan fragmentadas como resultado de fuerte brechación y corte (foto) dando lugar a pequeños bloques discontinuos dentro de las rocas alteradas. El cuarzo es en general grueso y transparente, asociado ocasionalmente con manchas de limonita. No hay sulfuros residuales.

Los cantos rodados de las venillas de cuarzo se distribuyen de manera concentrada casi en el extremo NO del área, en un diámetro de 100 m. Estos son predominantemente de 10 a 20 cm de diámetro y están cubiertos por películas de limonita. También se observan numerosos cantos rodados porosos que se deben probablemente a la lixiviación de la roca de caja (ASM207). En el centro de esta área existen varias zanjas de 3 m de profundidad perforadas por El Dorado. En el interior de la zona de fallas, se observan las venillas de cuarzo formando conglomerados (foto) con leyes de Au y de Ag del nivel de menas (Au: 2980ppb, Ag: 71,2ppm, As: 118ppm, Bi: 36 ppm, Cu: 125ppm, Sb: 148ppm). También las anomalías geoquímicas de As, Bi y Sb son altas. La mayoría de las muestras de venillas de cuarzo tomadas en este sitio presentan Au: 100 - 3000ppb. La temperatura media de homogeneización de la inclusión fluida de las venillas de cuarzo es de 190 a 230°C, y la concentración de sal es del orden de 10wt-% NaCl.

**Evaluación:** Se deduce que el afloramiento corresponde a la parte profunda del entorno epitermal. La presencia de pirofilita y la existencia de la zona de alteración cuarcifera y sericitización sugieren la existencia de una zona de transición hacia el sistema pórfido en la profundidad de alta sulfidación. Esta hipótesis es sustentada también por la presencia de la alteración potásica en la profundidad, así como por la forma de las venillas de cuarzo, combinación de los elementos acumulados y por los valores relativamente elevados de la temperatura de homogeneización de la inclusión fluida y de la concentración de sales.

En el caso de explorar el criadero tipo pórfido, probablemente la zona de mineralización se halla en la profundidad, y en este sitio la profundidad de denudación no es suficiente.

## (2) Río las Tamberías: Tamberías

Es una zona de alteración ubicada cerca del campamento de la firma El Dorado, en el sur de La Ollita. Es una alteración continua con una longitud de 700 m a lo largo del Río Tamberías. Anteriormente, la firma Solitario ha realizado la perforación de prueba en este lugar, cuyos detalles se desconocen. Existe un camino de exploración por varios kilómetros.

### [Fundamentos de selección]

El reconocimiento de terreno fue realizado por estar cerca de otras áreas candidatas de exploración como La Ollita, La Vicuña, etc. En las imágenes de LANDSAT TM aparece en tonos similares a La Ollita.

### [Reconocimiento de terreno]

**Acceso:** Se llega en unos 5 minutos en vehículos desde el campamento de la firma El Dorado, aguas arriba del Río de la Peña Negra.

**Fecha del reconocimiento:** 8 de marzo de 1998

**Geología:** Este sitio está constituido por andesitas terciarias con fuerte alteración supergénica y pórfidos dacíticos en menor extensión. La alteración de dacitas es relativamente débil, y se observan ocasionalmente anfíbol y biotita no alteradas.

Se extiende una fuerte "shear zone" con rumbo N10-20E.

**Alteración:** Se extienden las zonas de silicificación y argilización en la parte central de la zona de alteración con rumbos N50E y N20W. Estas son zonas continuas de 10 m(?) de espesor y 100 m de largo, que forman pequeños filones que cortan las laderas. La argilización está constituida principalmente por la alteración de la zona de cuarzo-sericita-esmectita, o alteración de cuarzo-esmectita. El área sufre ampliamente la alteración supergénica, y se observan comúnmente caolinita y limonita. Aparecen esporádicamente segmentos verdes por efecto de propilitización, que son sustituidos gradualmente por andesitas blancas con fuerte alteración supergénica. La "shear zone" es abundante en yeso supergénico.

**Criadero:** No se observan sulfuros residuales, y las venillas de cuarzo son muy raras. El análisis de un canto rodado de la venilla de cuarzo (ATH216) arrojó las siguientes leyes: Au: 2920ppb, Ag: 107ppm y Pb: 3510ppm. Por otro lado, la ley de las venillas de cuarzo y jarosita de los filones débilmente silicificados es de Au: 69ppb. La muestra de una pequeña venilla de arcilla (de 50 cm de espesor, rumbo N30E) discontinua y caolinitizada muestra una ley de oro del nivel de anomalía geoquímica (10ppb).

**Evaluación:** Por la cercanía y semejanza geológica, probablemente es una zona de alteración ubicada en la parte superior del sistema pórfido, al igual que La Ollita. Sin embargo, la distribución esporádica de las partes propilitizadas dentro de la zona sugiere que corresponde al margen exterior de la zona de alteración tipo pórfido. Su potencial es menor que Ollita o Vicuña.

### (3) La Vicuña

Es una zona de alteración que colinda con La Ollita en el NO. La corporación minera de La Rioja, YAMIRI SEM tiene la concesión. Esta luego de realizar un proyecto conjunto de exploración geoquímica y geofísica y la prospección por trinchera con la firma El Dorado, se retiró del sitio. El análisis de muestras arrojó parcialmente la mineralización con una ley de Au: 2,5-3,3g/t. YAMIRI es una corporación en que el gobierno provincial de La Rioja tiene el 51% del derecho, y posee varias concesiones en los criaderos de la provincia, incluyendo Famatina. La exploración dentro de su concesión requiere realizar en modalidad del proyecto conjunto por aportación en especie de YAMIRI.

#### [Fundamentos de selección]

Es una zona de alteración promisoría identificada en el análisis de las imágenes de satélite del primer año. En estas imágenes aparece claramente la alteración hidrotermal, y llamó la atención por estar asociada con las rocas plutónicas del Pérmico a Triásico (AA6068). También ha sido seleccionado sobre la base de la literatura existente sobre la mineralización en este sitio.

#### [Reconocimiento de terreno]

**Acceso:** Se llega en unos 20 minutos desde el campamento de la firma El Dorado aguas arriba del río de la Peña Negra. Se requiere viajar en los vehículos de doble tracción de suficiente despeje libre puesto que se tiene que cruzar el río Peña Negra. Las altitudes del sitio varían entre 4.000 y 4.100 m.n.s.m.

**Fecha del reconocimiento:** 9 de marzo de 1998

**Geología:** Está constituido por andesitas, rocas piroclásticas dacíticas y pórfidos dacíticos del Terciario. En el área estudiada (una ruta) se superpone de abajo hacia arriba andesitas, rocas piroclásticas dacíticas, pórfidos dacíticos y andesitas. Y estas son cubiertas por andesitas cuaternarias.

En el sitio se encuentran varias zanjas (más de diez) con rumbo E-O, de unos 4 m de ancho, 2 m de profundidad y de 50 a 100 m de largo. El intervalo de una zanja y otra es de 100 m aprox. (foto). En estas zanjas se puede observar el espesor del Cuaternario de 0,5 a 1 m.

**Alteración:** La parte central de la zona de alteración está constituida por la zona de alteración cuarzo-sericita penetrante. Esta es sustituida por la alteración sericita-esmectita y propilitización a medida que se va alejando del centro. Las andesitas de color gris verdoso oscuro que conforma la montaña ubicada en el sur de la zona de alteración (foto) corresponde al Cuaternario. Sin embargo, dado que epidota está fuertemente propilitizada, tampoco se podría descartar la posibilidad de que sean andesitas prealteradas del Terciario. En la zona donde están las andesitas propiliticas se observan los cantos rodados de las venillas de cuarzo asociadas con manchas de cobre oxidado (ATH219). Por otro lado, no hay venillas de cuarzo en las zonas de sericitización. Tampoco

se observan sulfuros residuales, los cuales parecen haber sido lixiviados como consecuencia de la alteración supergénica.

**Mineralización:** Las muestras tomadas por la firma El Dorado han arrojado leyes de Au: 0,01-0,5 g/t, con un máximo de Au: 2,5-3,3g/t. Las leyes elevadas coinciden con la zona de silicificación. En el análisis efectuado en el marco del presente estudio se observó mineralización de oro del orden de Au:200ppb en las rocas de alteración cuarcífera y sericitización penetrante. Por otro lado, de un canto rodado de venillas de cuarzo asociados con manchas de cobre oxidado tomado de la zona de andesitas propilitizadas en el sur del área estudiada (ATH219), se obtuvieron leyes de Au: 6,68 g/t, Ag: 117 g/t, Cu: 3,39% y Zn: 1920ppm.

**Evaluación:** Por la cercanía y semejanza geológica con La Ollita y Tamberías, se deduce que es una zona de alteración perimétrica del sistema pórfido. Dado que existe alteración filica dentro de la zona, se deduce que está más cerca al centro del sistema pórfido que Tamberías, pero más lejos que La Ollita. Sin embargo, la ausencia de stockwork de cuarzo, es probable que está muy por encima de la zona de mineralización. Da la impresión de que el volumen de denudación no es suficiente.

#### (4) El Potro

Es un criadero de cobre en la zona fronteriza con Chile, descubierto por la exploración geoquímica de las tierras arenosas a lo largo de las quebradas en el Plan La Rioja (Plan Cordillerano Norte) ejecutado en los años '70, Un proyecto conjunto de exploración por YAMIRI y Minera El Dorado fue ejecutado a partir de '94 que incluía la exploración geoquímica, prospección por trinchera y perforación DDH/RC. Posteriormente, la firma El Dorado suspendió el proyecto.

##### [Fundamentos de selección]

Es una zona de alteración promisoría identificada en el análisis de las imágenes de satélite del primer año. Se puede observar claramente la alteración hidrotermal en estas imágenes, y llamó la atención por estar asociada con las rocas plutónicas del Pérmico a Triásico (AA6063). También ha sido seleccionado sobre la base de la literatura existente sobre la mineralización en este sitio.

##### [Reconocimiento de terreno]

**Acceso:** Se ubica aguas arriba del río Blando, de 7 a 8 Km al este de la frontera con Chile. Se llega desde el campamento del río Peña Negra de la firma El Dorado en unas tres horas. Para su acceso es necesario seleccionar cuidadosamente la ruta por la presencia en la cordillera aún en verano. Las altitudes del criadero El Potro varían entre 4.500 y 4.600 m.n.s.m.

Existe un camino de exploración de varios kilómetros entre el campamento de El Dorado hasta El Potro que permite incluso llegar hasta el centro de la zona de alteración si las condiciones son favorables. Sin embargo, en este estudio no se ha podido utilizar los vehículos por la cobertura de nieve, debiendo acceder al lugar a pie.

Fecha del reconocimiento: 10 de marzo de 1998

**Geología:** El basamento constituido por granitos pérmicos a triásicos se halla intruido por diques de diabasa de edad desconocida, stock de dioritas, riolitas del Terciario (?) y pórfido dacítico. El pórfido dacítico intruye formando domos, y se deduce que constituye rocas intrusivas portadoras de menas por la relación con las zonas de mineralización y de alteración (según los resultados del estudio de la firma El Dorado y el Ing. Carrizo de SM). El cuerpo de roca de dioritas de edad desconocido constituido por anfíbol-biotita-plagioclasa +/-magnetita corresponde al Pérmico a Triásico (según el Ing. Carrizo de SM). Sin embargo, por la diferencia de litofacies y de composición típicos de las rocas graníticas pérmicas a triásicas, es también probable que sea un cuerpo de intrusivos

terciarios.

**Alteración y criaderos:** La ley de oro según el estudio efectuado por El Dorado es del orden de 0,3g/t. La literatura indica que las muestras tomadas anteriormente arrojaron una ley de Au: 15g/t. Sin embargo, los valores son dispersos.

El reconocimiento fue realizado a lo largo del camino de exploración existente, y se pudo observar zonas de alteración de cuarzo-sericita (alteración filica) y alteración potásica en El Potro (foto). La zona de alteración de cuarzo-sericita tiene color pardo amarillento a rojizo, mientras que la zona de alteración potásica es de color pardo marrón. En ambas se observa stockwork de venillas de cuarzo. Este se extiende desde el extremo norte de la zona de distribución de riolitas con un espesor de más de 200 m. Las venillas de cuarzo son de 1mm a 3cm de espesor y están constituidas por partículas de cuarzo gruesas de color transparente a blanco grisáceo (ASM-212, 214 y 216). Ocasionalmente se observa pirita residual en las venillas (ASM213), pero la mayoría está oxidada y limonitizada.

La alteración potásica presenta diseminación de cobre oxidado (ATH238, 239, 240). Las zonas de diseminación de cobre están en el interior del stockwork de cuarzo con un diámetro de 500 m aprox. Se observan también manchas de cobre oxidado aunque en forma muy esporádica. Las formas del cobre oxidado son variadas, predominando la cristalización a lo largo de las fisuras. Ocasionalmente se observa deposición de cobre oxidado en la superficie junto con caliche (sales transportados y cristalizados en la superficie por efecto de capilaridad) (foto). Las rocas graníticas que constituyen la principal roca encajante de la zona de alteración potásica se caracteriza por ser de partículas finas, en comparación con los granitos típicos del Pérmico a Triásico. Los minerales de composición son plagioclasa, feldespato potásico, cuarzo biotita y magnetita. La biotita primaria no queda en la zona de alteración, sino que está descompuesta en sericita, clorita y minerales opacos. La muestra ATH238 de granitos de partículas finas a medianas presenta alteración de feldespato potásico. En el análisis microscópico se observa que las venillas de sericita cortan el feldespato potásico, indicando la superposición de alteración potásica y filica. Por otro lado, la muestra ATH239 de pórfido de plagioclasa presenta biotita secundaria muy fina en forma de venillas o dentro del sustrato de pórfido. También se observa stockwork de venillas de cuarzo-feldespato potásico. Microscópicamente se observa biotita fina asociada con venillas de cuarzo-feldespato potásico. En el borde de biotita fina aparece sericita fina, lo que sustenta la superposición de la alteración filica sobre la alteración potásica. Las leyes de la muestra ATH239 fueron Au: 11ppb, Cu: 329ppm y Mo:24ppm. Por otro lado, la muestra ATH240 (tomada del afloramiento, a unos 50 m del sitio de muestreo de ATH239) presenta manchas de cobre oxidado y arrojó leyes de Au: 330ppb, Cu: 3190pp y Mo: 80ppm.

Al avanzar por la zona de alteración potásica con rumbo NE a lo largo del camino de exploración, se intensifica la superposición de la alteración de cuarzo-sericita a tal grado que se hace difícil distinguir la alteración potásica. En este lugar, se observa molibdenita dentro de las venillas de cuarzo (ATH241). Una roca que contiene venillas arrojó las leyes de Au: 42ppb, Cu: 190ppm y Mo:449ppm. La roca de caja varía desde granitos relativamente finos hasta granitos gruesos típicos del Pérmico a Triásico. Está presente hematita especular en estos granitos gruesos.

Se identifican dos tipos de inclusión fluida de las venillas de cuarzo: la que presenta alta concentración de sales (ASM212: 25,5 wt-% NaCl; ASM214: 50,9% y ATH238: 47,8% como promedio), y la que presenta concentraciones bajas a medianas de sales (ASM216: 2,1%, ATH231: 2,3%). La temperatura de homogeneización entre ambas no presenta gran diferencia. La inclusión de alta concentración de sales presenta inclusiones polifásicas de minerales como halita y convive con la inclusión gaseosa, mientras que la inclusión de concentración mediana de sales no presenta inclusiones polifásicas, sino de gas.

Se deduce que la alteración potásica constituye el centro de la zona de mineralización, y que las rocas graníticas relativamente finas presentes han provocado la mineralización tipo pórfido. En este estudio se analizó la edad K/Ar de las muestras ATH232 de granitos finos sericitizados y ATH244 de alteración débil semejante a la de granitos finos de la zona de mineralización. La segunda ha sido tomada en la parte baja del área estudiada y



presenta propilitización pero el grado de alteración es relativamente débil. Ambas muestras fueron de  $73,7 \pm 1,2$  Ma y  $88,9 \pm 1,4$  Ma, respectivamente (Cretácico Superior).

**Evaluación:** La presencia de la alteración potásica asociada con sulfuros de hierro como hematita y magnetita sugiere la presencia de yacimientos tipo pórfido. Sin embargo, las muestras tomadas de la superficie arrojaron una ley de oro del orden 50ppb con un máximo de 330ppb. El grado del desarrollo de la capa de enriquecimiento secundario y sus leyes constituyen la clave del potencial de esta zona. Por la superposición de la alteración cuarzo-sericita y por la lixiviación de piritita oxidada, es probable que exista una capa de enriquecimiento secundario. Sin embargo, la exploración se ve fuertemente restringida por los factores climatológicos, además que la falta de infraestructuras se traduce en costos elevados de trabajo. La mineralización tipo pórfido corresponde al Cretácico Superior, según los estudios recientes.

#### (5) Río Blanco

Es una zona que presenta una anomalía geoquímica de Au:10-150ppb. La literatura indica que se ha encontrado fragmentos de oro. La firma El Dorado realizaba hasta hace poco un proyecto de exploración, cuyo perfil y resultados se desconocen.

#### [Fundamentos de selección]

Se realizó el reconocimiento por estar cerca del campamento del Río Blanco y porque en las imágenes de satélite se observó claros indicios de la alteración hidrotermal.

#### [Reconocimiento de terreno]

**Acceso:** Se ubica aguas arriba del río Blanco, entre las altitudes de 4.000 a 4.100 m.n.s.m.

**Fecha del reconocimiento:** 11 de marzo de 1998

**Geología:** Afloran en esta zona las rocas volcánicas, piroclásticas e hipabisales del Terciario. Los tipos de rocas observados son riódacitas, andesitas, tobas volcánicas e ignimbritas. Además también se observan intrusivos de diabasa y basalto (según el Ing. Carrizo de SM). De acuerdo con el estudio realizado por El Dorado, las dacitas son rocas hipabisales que forman domo de lava que parecen haber provocado la alteración de andesitas y rocas piroclásticas cercanas (según el Ing. Carrizo de SM).

**Alteración:** Esta zona de alteración se divide en el sector norte y sector sur por medio de una quebrada. El sector norte se caracteriza por la fuerte silicificación en toda el área, y sericitización en menor grado (ASM217). La alteración es más intensa en las rocas piroclásticas debido a su permeabilidad. En las rocas volcánicas se observa ocasionalmente lixiviación de fenocristal (plagioclasa?). Ocasionalmente se observan venillas de cuarzo en esta zona de silicificación. Por otro lado, en la zona de alteración blanca se identifica la combinación de minerales de alteración ácida de temperaturas altas como pirofilita y diáspora (ATH245, 247).

La alteración supergénica es intensa y se observan las manchas de limonita predominantemente de jarosita y hematita. También es común la caolinita en fase supergénica.

De acuerdo con el estudio realizado por la firma El Dorado, el pórfido dacítico que forma domo de lava sufre alteración potásica (según el Ing. Carrizo de SM). Durante el reconocimiento de campo, se observó la fuerte silicificación de dacitas y la alteración de cuarzo-sericita, por lo que se deduce que existe superposición de alteración filica. No se observó alteración potásica en la superficie.

Las temperaturas de homogeneización de inclusión fluida de las venillas de cuarzo son del orden de  $250^{\circ}\text{C}$ , y la concentración de sales es baja (de 1,4 a 3,8 wt% NaCl). Esto no contradice con las temperaturas deducidas para la convivencia de pirofilita-diáspora.

**Criadero:** Se extienden las venillas de cuarzo de 2 a 3 cm de espesor (ASM219, 220).

Muchas veces están asociadas con litofacies fuertemente silicificados. Las venillas forman enrejado poco denso (foto). Las partículas de cuarzo son gruesas y de color transparente a blanco grisáceo a gris oscuro. En el área estudiada las venillas de cuarzo carecían de sulfuros, lo cual se debe a la oxidación de pirita asociada con la alteración supergénica. La muestra de las venillas de cuarzo (ASM219) arrojó una ley de Au: 175ppb. Las rocas de alteración ácida y de silicificación muestran anomalías del orden de Au: 55ppb y Au: 15ppb.

En el sector sur predominan ignimbritas. La alteración es menos fuerte en comparación con el sector norte, y tampoco se obtuvieron anomalías de Au.

**Evaluación:** Sobre la base de las características de la zona de alteración y de los datos de temperaturas, se deduce que ésta corresponde a la zona de transición del sistema de alta sulfidación al sistema porfídico que se extiende encima del sistema pórfido. Podría ser objeto de exploración dependiendo de los resultados del análisis de las venillas de cuarzo, aunque la zona de alteración es pequeña para ser sistema pórfido, y se deduce que su potencial no es muy grande.

#### (6) Bordo Atravesado

La firma Minera Macho Muerto realizó la exploración geoquímica y tres perforaciones de prueba en 1996, cuyos detalles se desconocen.

#### [Fundamentos de selección]

Es una zona de alteración promisoría identificada en el análisis de las imágenes de satélite del primer año. Se puede observar claramente la alteración hidrotermal en estas imágenes, y se dedujo que está asociada con los intrusivos terciarios (AA6054).

#### [Reconocimiento de terreno]

**Acceso:** Se llega en media hora aprox. desde el campamento de la firma Minera Macho Muerto aguas arriba del río del Macho Muerto.

**Fecha del reconocimiento:** 11 de marzo de 1998

**Geología:** Las riolacitas y andesitas terciarias intruyen en areniscas carboníferas. El Carbonífero está constituido principalmente por areniscas gruesas de cuarzo de 1 mm de diámetro. El informe del Geól. Osvaldo Cravero (1995) indica la presencia de calizas, además de areniscas en esta zona. Se extienden las fallas normales de gran buzamiento con rumbo de E-O a lo largo del río del Macho Muerto e inclinación hacia el norte. Desde esta zona hasta la zona de alteración Las Carachas se forma una faceta triangular en el contacto entre la cordillera y el río Macho Muerto.

**Alteración y criaderos:** Las areniscas y las rocas volcánicas se hallan fuertemente silicificadas. Las areniscas silicificadas forman un filón continuo que se extiende con rumbo NE. Este filón termina al ser cortado por una falla a lo largo del río Macho Muerto, y forma un acantilado (foto). En el margen opuesto del río se extiende la zona de alteración de Filo Amarillo, sugiriendo la continuidad de ambas zonas de alteración.

En general, predominan las zonas de alteración cuarzo-sericita. En las areniscas silicificadas que conforman el filón se observa el enrejado de venillas de cuarzo. Estas venillas son de menos de 1 cm de espesor. Ocasionalmente hay también alunita hipogénica asociada con silicificación (ASM221) Se observa ampliamente la sericitización en el borde del filón.

La alteración supergénica es tan intensa que normalmente no quedan sulfuros. Se observan muchas manchas de limonita constituida principalmente por jarosita y hematita. En el borde del filón silicificado se extienden las venillas masivas de limonita de 20 a 30 cm de espesor, rumbo N25O y de inclinación vertical (ASM222). Las vetas de sulfuros son poco continuas, y presentan mineralización de Au y Cu (Au: 405ppb y Cu: 810ppm).

**Evaluación:** En términos generales predominan la alteración de cuarzo-sericita, aunque también se observa ocasionalmente alteración ácida. Dos de las muestras analizadas arrojaron leyes de Au: 0,2 a 0,4 g/t, mientras que cuatro arrojaron Cu: 100ppm o más. De estas últimas, dos superaron el orden de 800ppm. También existe stockwork de venillas de cuarzo aunque su distribución es limitada. Por lo anterior, se deduce que esta zona no es en sí el sistema pórfido pero corresponde a una zona de alteración perimétrica.

#### (7) Filo Amarillo (Cerro Amarillo)

Es una zona de alteración ácida asociada con la zona de lixiviación ácida o de silicificación acompañada de alunita. La firma Minera Macho Muerto realizó un proyecto de exploración geoquímica que incluía varias perforaciones. Los resultados detallados de dicho estudio se desconocen.

##### [Fundamentos de selección]

Es una zona de alteración promisoría identificada por el análisis de las imágenes de satélite. En estas imágenes la alteración hidrotermal aparece claramente, y se interpretó que se asocia con los intrusivos terciarios (AA6056).

##### [Reconocimiento de terreno]

**Acceso:** Se llega al sitio en 30 minutos aprox. desde el campamento de la firma Minera Macho Muerto, aguas arriba del río del Macho Muerto. Las altitudes varían entre 4.300 y 4.500 m.n.s.m.

**Fecha del reconocimiento:** 11 de marzo de 1998 (vertiente sur) y 12 de marzo de 1998 (vertiente norte)

**Geología:** Además de lutitas carboníferas, afloran pórfidos de riódacitas, andesitas, ignimbritas y brechas tobáceas del Terciario. En la cordillera estudiada se observan andesitas y brechas tobáceas. Las primeras conforman diques o rocas efusivas; en ambos casos, casi no hay alteración.

**Alteración:** Se distingue claramente la alteración ácida de la parte central y la sericitización del borde. En el centro de la zona de alteración, a lo largo de la cordillera, se observa la sílice residual porosa por lixiviación (foto). La roca de caja está constituida por brechas tobáceas. Los fragmentos de rocas (cantos rodados) están casi todos lixiviados y alterados en rocas de bajo peso específico conformada solamente por sílice muy porosa. (foto). La sílice en sí es de color blanco grisáceo; no obstante, por la abundancia de las manchas de limonita, principalmente de jarosita y hematita, su color varía de pardo amarillento, rojo a negro. La sílice residual está asociada con alunita hipogénica y gran cantidad de caolinita que rellenan los poros.

La alteración caracterizada por sericita-pirita se extiende a lo largo de una quebrada con rumbo NO, en el oeste del área estudiada (foto). Existen dos perforaciones realizadas por Minera Macho Muerto que permite visualizar la alteración a través del corte. En ambos sitios de perforación se observan riódacitas, dacitas e ignimbritas dacíticas. Todas presentan silicificación de grado variable y sericita y pirita finas (ASM224). Las dos perforaciones de Minera Macho Muerto están diseñadas con rumbo SO, inclinación de -45° y han sido excavadas hacia el exterior de la zona de alteración.

Al subir la ladera suave hacia la cima del cerro Amarillo se distingue la alternación de las zonas de propilitización de color gris verdoso y las zonas de sericita-esmectita de color blanco (foto). Aquí afloran ignimbritas dacíticas, y se observa clorita en las piedras pumíticas planas. El filón de la colina relativamente baja está constituido por la zona de propilitización, mientras que el filón silicificado de la parte relativamente alta corresponde a la alteración de cuarzo-alunita, y los conglomerados de las rocas piroclásticas se hallan sustituidos por alunita gruesa de color beige a rosado (ATH265). La edad K-Ar de alunita se estima en 23,1±0,6 Ma (Mioceno inferior).

De los resultados del estudio, se deduce que la parte relativamente oscura de la vertiente norte del cerro Amarillo es un domo dacítico, mientras que la parte pardo amarillenta de la vertiente sur (incluyendo la cima) es la alternación de las rocas piroclásticas (foto). Se considera que el domo dacítico intruye cortando el estrato de las rocas piroclásticas. La alteración de cuarzo-alunita puede extenderse en ambos, aunque en la alternación de las rocas piroclásticas es probable que esté emplazando las rocas volcánicas propilitizadas (foto).

Los cantos rodados de la quebrada son en su mayoría rocas piroclásticas silicificadas de sílice y alunita (ATH259, 261), y se observa gran cantidad de lavas. En este caso, existen poros de forma de columna a consecuencia de la lixiviación de plagioclasa. También se observan los cantos rodados de brechas silicificadas de origen desconocida que se aglomeradas y re-consolidadas durante o después de silicificación. No se observan las venillas de cuarzo.

Las brechas tobáceas de dacitas y las tobas volcánicas de la vertiente norte del Filo Amarillo están silicificadas y asociadas con alunita. Particularmente los fragmentos de las rocas pumíticas presentan fuerte silicificación, y se hallan sustituidos por sílice de color blanco grisáceo (ASM233). La biotita que es mineral máfico está lixiviada. En la vertiente norte se encuentran cantos rodados fuertemente silicificados, y además de alunita se observa el azufre nativo poroso (ASM231, dacitas). Ocasionalmente existen los minerales finos de color negro difíciles de identificar macroscópicamente (ASM232, origen desconocido).

**Criadero:** Sólo se encontró un fragmento de roca de menos de 1 cm de diámetro rico en manchas de cobre oxidado en el afloramiento de sílice residual. No se observan las venillas de cuarzo. Las rocas alteradas de cuarzo-alunita arrojaron anomalías de Au: 65ppb (ATH261) y Au: 45ppb (ATH265).

**Evaluación:** Se deduce que es un criadero epitermal tipo alta sulfidación. Se espera encontrar yacimientos masivos de oro-cobre en la zona de alta sulfidación, o yacimientos vetiformes de oro-cobre formados en la zona de baja sulfidación en su borde o profundidad. Su potencial es aún incierto puesto que no hay criadero en la superficie, y se desconocen los resultados de la perforación. Sin embargo, la zona de alteración es grande y en su falda se extiende una zona de sericitización, lo cual sugiere la transición hacia el sistema pórfido en la profundidad. Al considerar que esta zona no ha sido objeto de exploración anteriormente, merece realizar un estudio aquí.

La edad K-Ar de alunita es de  $23,1 \pm 0,6$  Ma y coincide con la edad de mineralización de la Faja de Maricunga que está en el norte de esta zona (La Coipa 24-20Ma, La Pepa 23-22Ma, Refugio 23Ma). Además por la semejanza de mineralización y alteración se deduce que dicha faja se extiende más al sur de esta zona.

## (8) Los Mogotes

Es un criadero tipo pórfido cuprífero explorado por la firma Minera Macho Muerto.

### [Fundamentos de selección]

Es una zona de alteración promisoría identificada en el análisis de las imágenes de satélite. En estas imágenes aparecen claros indicios de la alteración hidrotermal, y se interpretó que está asociada con las rocas intrusivas del Pérmico a Triásico (AA6058).

### [Reconocimiento de terreno]

**Acceso:** Se llega a una hora aprox. desde el campamento de la firma Minera Macho Muerto aguas arriba del río del Macho Muerto. Es necesario utilizar los vehículos de doble tracción de suficiente despeje libre puesto que se debe atravesar el río. Las altitudes varían entre 4.400 y 4.800 m.n.s.m. No se ha podido realizar el reconocimiento en las crestas por la presencia de nieve permanente.

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

**Geología:** El reconocimiento se realizó sólo en el pedregal puesto que la cordillera estaba cubierta de nieve. En el pedregal se encontraron los cantos rodados de pórfido dacítico del Terciario, sus brechas tobáceas e ignimbritas.

Se realizó el análisis de la edad K-Ar del pórfido de anfíbol-biotita-plagioclasa relativamente poco alterado que aflora en la ladera de la zona de alteración (ATH278:  $15,3 \pm 0,2$  Ma). Microscópicamente, la mayoría de anfíbol y biotita se halla cloritizado, aunque se observa parcialmente biotita primaria. También existen minerales de carbonato. El análisis microscópico indica la presencia de propilitización, y el análisis de la edad K-Ar puede arrojar un valor más joven que la edad real.

**Alteración y criadero:** Se observa una fuerte alteración filica de pórfido dacítico y sus rocas piroclásticas que se caracteriza por la combinación cuarzo-sericita-pirita. El grado de silicificación es variado, y tiende a intensificarse en las brechas tobáceas altamente permeables. Los pórfidos dacíticos y sus rocas piroclásticas presentan stockwork de venillas de cuarzo de menos de 5 cm de espesor, asociadas ocasionalmente con pirita y molibdenita (ATH267, 269, ASM230).

Se distribuye un pórfido con fenocristales de plagioclasa-biotita en la elevación del centro de la zona de alteración (foto). Junto con el stockwork, se observan las vetas de cuarzo de 6 cm a 40 cm de espesor (ATH269)(foto). El cuarzo es de color blanco grisáceo a transparente, y sus partículas son gruesas. En el borde de las venillas se observan las partículas gruesas de sericita, cuya edad K-Ar (ATH270) es de  $17,1 \pm 0,4$  Ma (alteración del Mioceno medio).

Se observa gran cantidad de pirita en la zona de alteración filica, que conforman diseminación o enrejado de vetillas. Parcialmente la concentración llega hasta 3 % aproximadamente. La alteración supergénica en esta zona es débil, y la pirita se conserva casi en su mayoría sin sufrir limonitización. Sin embargo, en la totalidad de esta zona de alteración se encuentra gran cantidad de yeso que es producto de alteración supergénica. En el área estudiada no se ha encontrado ni minerales de cobre ni manchas de cobre oxidado, por lo que se deduce que se trata de mineralización de molibdeno tipo pórfido. La temperatura de homogeneización de la inclusión fluida de las venillas de cuarzo (ASM230) asociadas con molibdenita es de 315 a 369°C, y la concentración de sales es de 13,4 a 14,4 wt-% NaCl. Se observan inclusiones gaseosas, pero no las inclusiones polifásicas de los minerales como halita.

**Evaluación:** Se espera encontrar un criadero pequeño o mediano de cobre-molibdeno tipo pórfido magnitud. Sin embargo, por las severas condiciones climatológicas, la falta de las infraestructuras, la ausencia de la capa de enriquecimiento secundario y la baja ley de cobre constituyen grandes limitantes de exploración. En este estudio no se ha observado la alteración potásica.

La edad K-Ar del pórfido de anfíbol-biotita-plagioclasa ( $15,3 \pm 0,2$  Ma) y la de sericita en los bordes de las venillas de cuarzo ( $17,1 \pm 0,4$  Ma) es comparable con la edad de formación del sistema pórfido de la Faja de (La Coipa 24-20Ma, Marte-Lobo 14-13Ma).

## 1-2-7 Valle del Cura

Corresponde al área más explorada de la Cordillera Oriental Andina. Se localiza ampliamente la alteración ácida, y muchos de los proyectos de exploración han sido realizados en los criaderos de oro de alta sulfidación, aunque los detalles se desconocen. En el reconocimiento en terreno se procuró recoger informaciones que sirvan de base para la evaluación global de la Cordillera Oriental Andina.

### (1) Carmen Norte (Del Carmen)

Este distrito corresponde a una gran zona de alteración ubicada en el extremo sur de Valle del Cura (San Juan), en la zona fronteriza con Chile (AA7043, 4kmx3,5km). Actualmente, las firmas Barrick (60%, ejecutor) y Argentina Gold (40%) están ejecutando conjuntamente un proyecto de exploración.

**Acceso:** Desde Pismanta (San Juan) se llega al campamento (30. 0304, 69. 4744) con vehículo de doble tracción en 6 horas aproximadamente. Desde aquí hasta el sitio de exploración se llega en 1 hora. Las altitudes varían entre 4.600 y 5100 m.n.s.m.

**Fecha del reconocimiento:** 26 de noviembre de 1998

**Geología:** En esta zona afloran las rocas volcánicas andesíticas a dacíticas y rocas piroclásticas de la Formación Tortolas del Mioceno medio a superior. Sobre esta unidad, afloran sedimentos de flujo piroclástico.

**Alteración y mineralización:** La mayor parte de la alteración está constituida por la silicificación y la alteración ácida. Rocas con silicificación relativamente fuerte aparecen en forma de filones angostos y largos, que frecuentemente coinciden con la distribución de las brechas hidrotermales (foto). En términos generales, la silicificación es más fuerte en las rocas permeables como las rocas piroclásticas y brechas, reflejando de esta manera las propiedades de las rocas encajantes. La sílice de la silicificación o de las vetas tienden a mostrar indicios de haberse formado a temperaturas más bajas en los relieves altos: entre las altitudes 4.900 y 5.120 m.n.s.m. (la cima de la montaña) se observa la sílice calcedónica a opalina.

Son pocas las rocas fuertemente silicificadas (con 100% de sílice), sino que predomina la silicificación débil o mediana asociada con alunita hipogénica. Esta última aparece en la totalidad de las brechas, sustituyendo los fenocristales de feldespato (ATH459, 461, 465, 468) o bien conformando vetas de cristales gruesos (ATH460). Además de alunita se observa comúnmente diseminación de pirita o de limonita formada por la oxidación de la primera. El contenido de pirita en las rocas silicificadas varía según el lugar. El color de las rocas varía según su contenido: cuando existe limonita en abundancia son de color pardo rojizo, mientras que cuando son pobres en limonitas son de color blanco. En algunos casos las brechas hidrotermales de color pardo rojizo aparecen en forma de agujas (ATH468 y 469) (foto). Como minerales asociados con las rocas silicificadas hay yeso (hipogénico?) en las brechas (sustituye a anhidrita) (AKY381) y azufre nativo en los poros de las rocas silicificadas lixiviadas.

Frecuentemente se observan venillas de cuarzo en las rocas silicificadas formando redes irregulares. En las lomas al oeste de la zona de alteración se observan las venillas de sílice coloidal que presentan franjas de color gris oscuro. Parece como si se hubiera derramado tinta encima. De éstas se obtuvo la ley de oro más alta en el presente estudio (AKY383). En este sector se observan múltiples vetas de cuarzo, y en la alteración de sus bordes se encuentra la zona de sericita-esmectita (AKY382b). Esto sugiere la incidencia relativamente fuerte de las aguas termales neutras y la débil influencia del sistema de alta sulfidación. Esta loma del oeste corresponde al distrito más explorado hasta la fecha. Por lo tanto, además de una red densa de los caminos de exploración, existen múltiples sitios de perforación.









Figure II-1-19 Landsat TM false color composite of the Valle del Cura area, from a regional mosaic image in JICA/MMAJ/JMEC (1998). BGR:1+5.

0

0

0

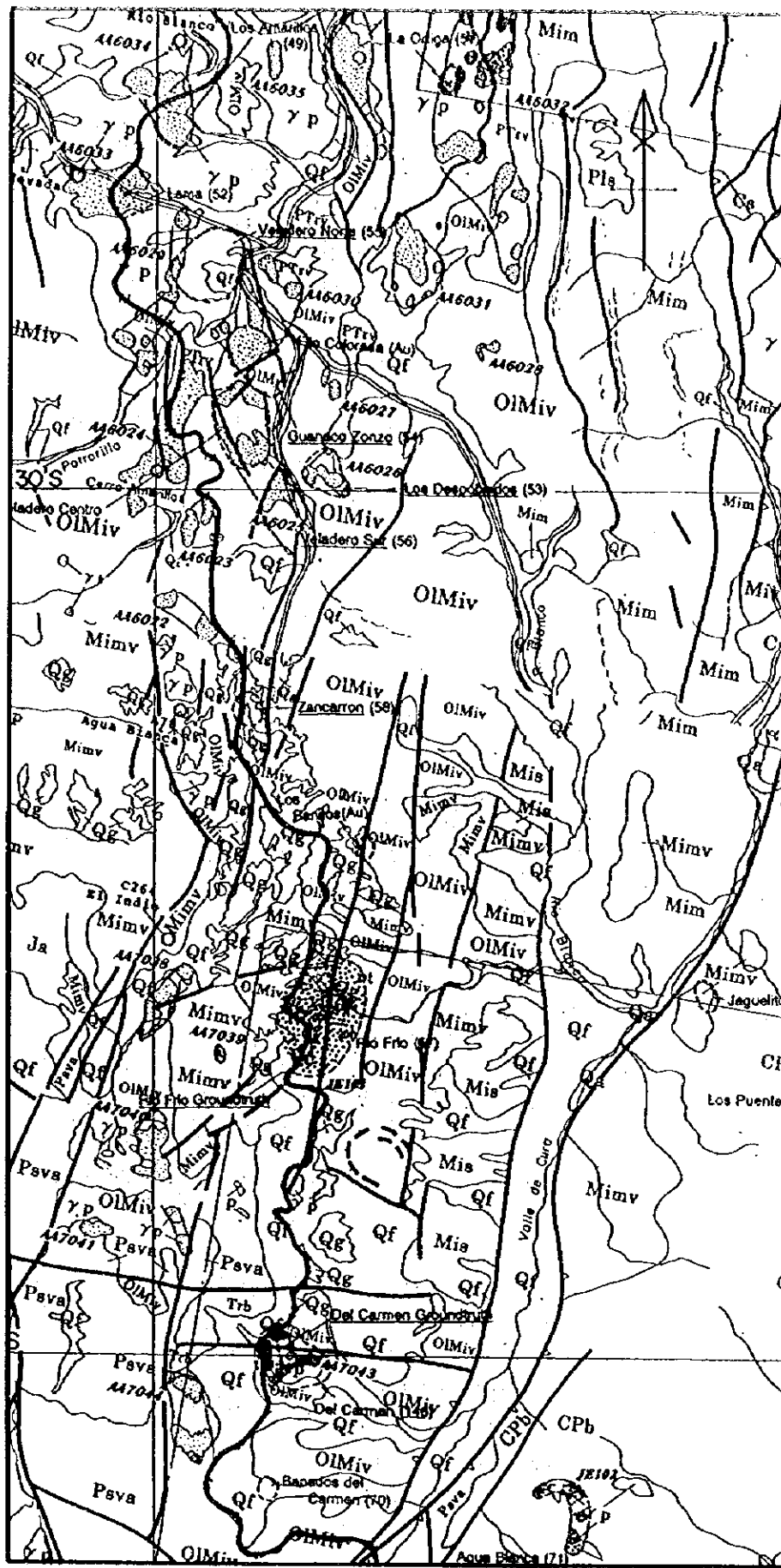


Figure II-1-20 Lithology, structure, and hydrothermal alteration interpreted from 1:250,000 Landsat TM color-ratio composite, false color composite, and JERS-1 OPS data, Valle del Cura area.

Por otro lado, en la vertiente del extremo NO de la zona de alteración, se distribuye el sílice vuggy, predominantemente de cuarzo asociado a limonita (ASM399). La sílice vuggy forma filones de un espesor de 20 m que se extiende más de 100 m con rumbos NE-SO o NNE-SSO. Estos rumbos coinciden con los filones de brechas hidrotermales (ASM398) que están 50 m. más al este del sílice vuggy. Los rumbos de los filones en toda el área son variados, pudiendo observar también el sistema de NO-SE.

La fuerte alteración supergénica da lugar a la formación de limonita (predominantemente jarosita), caolinita y yeso, además de jarosita.

Selected assay value of the Carmen Norte prospect, Valle del Cura area

Sample		Au(ppb)	Ag(ppm)	Cu(ppm)	Pb(ppm)	Zn(ppm)	As(ppm)	Mo(ppm)
AKY375	sil.breccia w/qz.network	695	7.8	6	80	92	64	1
AKY380b	qz.vein	1445	tr	4	2	2	12	1
AKY381	arg.sil.breccia	1060	0.2	4	6	2	6	1
AKY383	vuggy sil.rock w/qz.vein	2280	9.6	4	32	tr	26	1
ASM398	hydrothermal br.	75	0.8	162	406	66	1750	1
ASM399	vuggy qz	50	2.0	9	70	6	346	tr
ATH461	silicified rock	1155	0.6	4	30	tr	34	1
ATH463	Ditto	30	tr	3	22	tr	34	8
ATH466	qz.vein	15	tr	4	6	tr	34	24
ATH468	hydrothermal br.	tr	0.2	1	22	tr	30	5

En este distrito se distinguen dos alteraciones: la alteración ácida de high-sulfidation que ocupa una amplia superficie y la alteración neutra cuya distribución es limitada. Los resultados del presente estudio y los antecedentes de exploración sugieren el potencial de desarrollo en las proximidades de la alteración neutra.

## (2) Veradero Norte

Actualmente, las firmas Argentina Gold (60%, ejecutora) y Barrick (40%) están realizando conjuntamente un proyecto de exploración. Este criadero no ha sido identificado como zona de alteración en las imágenes de satélite, puesto que presenta solamente silicificación y casi no se observa argilización en la superficie de la tierra (Fig. II-1-20). El equipo de estudio pudo observar los afloramientos, acompañado por el Geól. Ismael Chavez de Argentina Gold.

Los resultados de la exploración realizada recientemente en Veradero Norte están a disposición del público en las revistas y en las páginas de internet ([www. argentinagold.com](http://www.argentinagold.com), o yahoo finance de EE.UU.)

**Acceso:** Valle del Cura. Corresponde a la confluencia del Río de las Taguas y el arroyo de los Despoblados. Desde Pismanta (San Juan) se llega al Campamento de JV (29° 24'40", 69° 53'44") en 6 horas aprox. en vehículos de doble tracción. Las altitudes varían entre 4.000 y 4.500 m.n.s.m. Cabe recordar que el recorrido por el camino a lo largo del Arroyo de los Despoblados requiere de vehículos con gran despeje libre, que permita atravesar vados.

**Fecha del reconocimiento:** 27 de noviembre de 1998

**Geología y yacimientos:** La geología de este distrito está constituida por las rocas piroclásticas andesíticas a dacíticas de la Formación Doña Ana del Oligoceno Superior al Mioceno Inferior. Afloran en este distrito múltiples zonas de brechas, algunas de las cuales incluyen las zonas de mineralización (Fig. II-1-21). En la figura se indican los afloramientos estudiados.

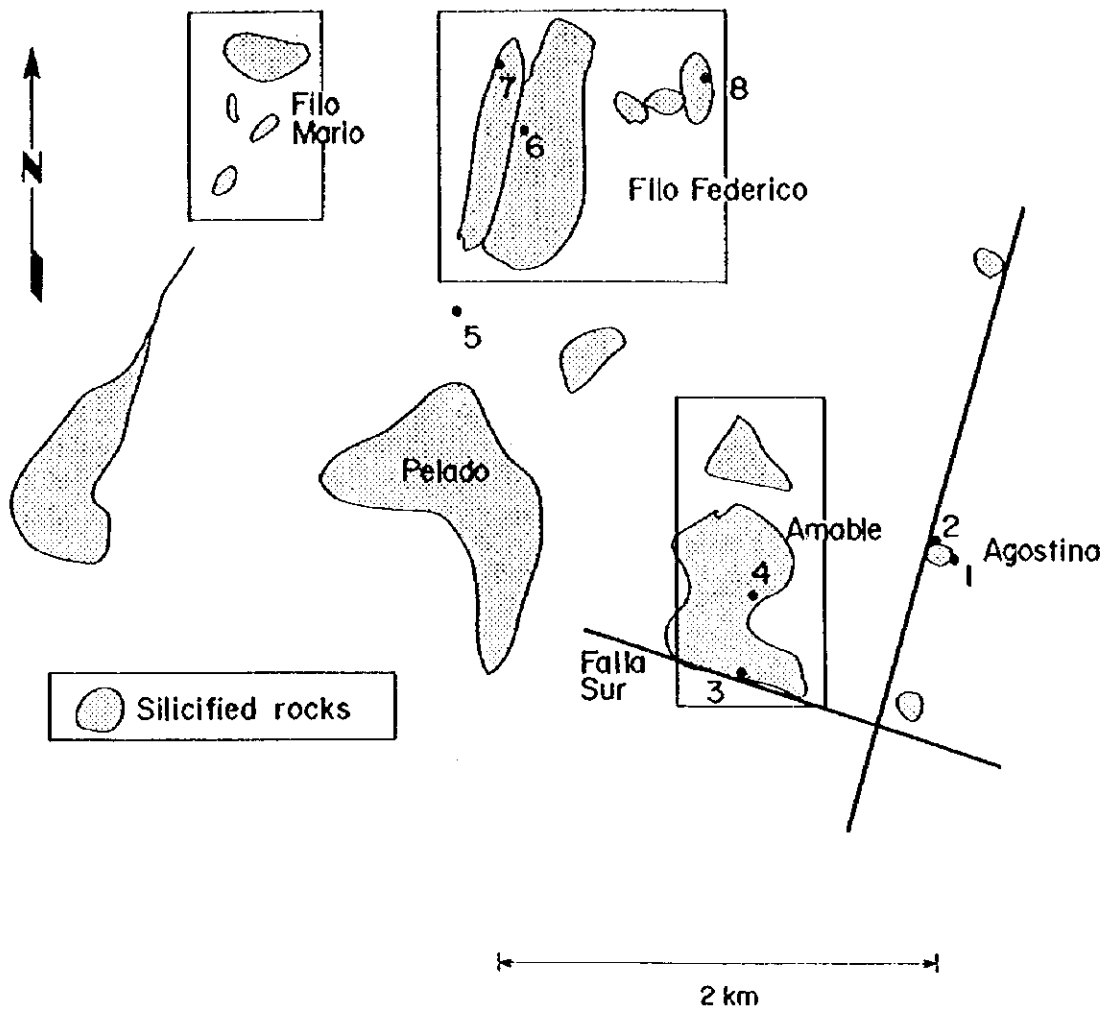


Figure II-1-21 Distribution of breccia pipes and seven excursion stop-point in the Veradero Norte prospect. (from Argentina Gold PR map)

#### Sitios 1 y 2: Agostina

De acuerdo con la publicación de la firma Argentina Gold, Agostina corresponde a una chimenea de brecha de 200 m. de diámetro con reservas (volumen de metales) Au: 100.000oz y Ag: 2.000.000oz.

En ambos sitios estudiados (1 y 2) se distribuye sílice vuggy rica en jarosita. Las muestras del sílice vuggy tomada en el Sitio 1 presentan anomalías geoquímicas de oro-plata y de los siguientes elementos: (ATH472: Au: 3310ppb, Ag: 46,4ppm, As: 124ppm, Bi: 10ppm, Hg: 31ppm, Pb: 138ppm, Sb: 10ppm; ASM402: Au: 2730ppb, Ag: 45,4ppm, As: 952ppm, Bi: 52ppm, Hg: 6ppm, Pb: 1695ppm, Sb: 42ppm). Los afloramientos de mineralización del Sitio 2 corresponden al primer sitio de perforación de prueba del distrito de Veladero Norte. En el estudio de la perforación se ha identificado la diseminación de piritarsenopirita en profundidad. La brechación de sílice vuggy no es muy fuerte, y se identifica la estructura en zigzag. Entre los poros de sílice vuggy hay alunita hipogénica. La edad metalogénica (K/Ar) de alunita, según las informaciones de Argentina Gold es del Mioceno Mediano a Superior (13-7Ma, Geól. Ismael Chavez).

#### Sitios 3 y 4: Amable

Se dice que la brecha Amable es la más explorada hasta la fecha a través del Proyecto de Veladero Norte. Su dimensión es de 500mx200m.

La mayoría de las rocas silicificadas presentes en el área de Amable son de las rocas piroclásticas como toba de lapili. También se distribuyen parcialmente brechas hidrotermales que contienen gravas de sílice vuggy, en cuyo substrato se observa la precipitación de sílice. También se observa esmectita en cantidades muy reducidas (ATH473). Todo esto sugiere que después de la formación del sistema hidrotermal de alta sulfidación capaz de formar sílice vuggy, se produjeron actividades hidrotermales en un entorno neutro con valores de pH suficientemente alto. El Geól. Ismael Chavez de Argentina Gold afirma que existen vetas de cuarzo+adularia en Filo Mario y de la incrustación de sílice en Pelado, que son indicios típicos de un yacimiento de baja sulfidación. El equipo de estudio también está de acuerdo con esta interpretación.

#### Sitios del 5 al 8: Filo Federico

Son las zonas de mineralización más importantes del distrito de Veladero Norte. De acuerdo con la publicación de la firma Argentina Gold, las zonas de mineralización se extienden a 350mx1100m y presentan reservas de Au: 2 millones de oz; y Ag: 70 millones de oz. Los yacimientos tienen por rocas encajantes a rocas fuertemente silicificadas de origen desconocido, denominadas localmente "brecha transitoria". Estas brechas silicificadas corresponden a la transición entre "brecha tobácea" y "brecha freática". Se distinguen de otros tipos de brechas, por la silicificación relativamente fuerte, por su densidad y por la abundancia del substrato (información del Geól. Ismael Chavez). Sin embargo, las diferencias entre los diferentes tipos de brechas que se pueden observar en los afloramientos son pequeñas, y por lo tanto, se considera casi imposible discriminar uno de los otros. En este estudio, se tomaron muestras de los tres tipos de brechas mencionados. En su análisis, no se detectaron diferentes niveles de ley de mena entre las brechas. A través de la observación de la superficie terrestre, no se identificaron sulfuros macroscópicamente. Tampoco las manchas de limonita son muchas. De acuerdo con la información del Geól. Ismael Chavez, en los cuerpos de brechas transitorias se detectan frecuentemente las anomalías geoquímicas de oro del orden de 4-500ppb en la superficie. En las profundidades los valores superan el orden de Au: 1g/t. Además de oro, las anomalías geoquímicas de Ag, As, Bi y de Hg constituyen los indicios de la presencia de zonas de mineralización. Además de esta brecha transitoria, las brechas de Veladero Norte en general presentan mayor concentración de sulfurosos mayor profundidad. La ley de oro-plata también tiende a aumentar en la misma proporción. Las zonas de mineralización tienen rumbos N30E.

Selected assay value of the Fillo Federico area, Veladero Norte prospect, Valle del Cura

Sample	Au(ppb)	Ag(ppm)	Cu(ppm)	Bi(ppm)	Hg(ppm)	As(ppm)
ASM403 tuffaceous breccia	10	0.2	2	tr	tr	2
ASM404 transitional breccia	10	tr	4	tr	tr	2
ASM405 breccia freatica	15	tr	3	tr	tr	10

(3) Guanaco Zonzo

Este distrito no ha sido identificado como zona de alteración en las imágenes de satélite por la escasez de arcillas silicificadas. Recientemente, la firma Argentina Gold realizó una perforación de prueba en cinco lugares; pero el proyecto de exploración ha sido suspendida. El equipo pudo realizar el reconocimiento de campo acompañado por el Geól. Ismael Chavez de AG.

**Acceso:** Desde el campamento del consorcio de Veladero Norte se llega al sitio en vehículos de doble tracción en unos treinta minutos. Su altitud es de 4.000 m.n.s.m. aproximadamente.

**Geología y alteración:** La geología del criadero está constituida por rocas piroclásticas de la Formación Doña Ana. Esta zona de alteración abarca una pequeña elevación. El equipo de estudio realizó un reconocimiento comenzando desde la zona de silicificación de la cima hacia abajo. A continuación se presentan los resultados del reconocimiento:

Summary of the observation results in the Guanaco Zonzo prospect, Valle del Cura area

	Lithology	Alteration	Assay results
Peak	Ignimbrite	White-colored silicification vuggy silica, native sulfur  ATH474: Qtz>Alu ASM406: Qtz, Alu	ATH474: Au:60ppb ASM406: Pb:180ppm, Sb:28ppm
80m below the Peak	Ignimbrite	Yellowish to brownish colored silicification, vuggy silica (quartz, alunite, barite)  ATH476: Qtz, Alu AKY385: Qtz>>>barite	ATH475: Au:40ppb, Ag:60ppm, Ba:2230ppm, Bi:108ppm, Hg:3ppm, Pb:202ppm, Sb:32ppm AKY385: Au:45ppb, Ag:245ppm, Ba:1910ppm, Bi:530ppm, Hg:26ppm, Sb:212ppm ASM407: Au:90ppb, Ag:91.6ppm, Ba:2820ppm, Bi:1020ppm, Hg:7ppm, Pb:160ppm, Sb:304ppm
100m below the Peak	Ignimbrite	Yellowish-brown to greenish argillization, (quartz, sericite-smectite interstratified clay, kaolinite) ATH477: Qtz, Kf>>>Kao, Ser/Smc AKY386: Qtz, Kf>>Kao, Ser/Smc	AKY386: As:316ppm, Sb:10ppm

La composición de los minerales de alteración así como los valores del análisis indican que esta zona de alteración se formó en un entorno epitermal. La combinación del sílice vuggy, azufre nativo, alunita y oro (con ley de 60ppb) en la cima constituyen los indicios de un sistema de alta sulfidación. La zona de sericita-esmectita, 100 m más abajo de la cima, podría ser la zona de alteración periférica. Por otro lado, teniendo en cuenta la ausencia de alunita y pirita de textura fina (difícil de identificar macroscópicamente),

tampoco se podría descartar la posibilidad de que sea una zona de alteración formada debido al calentamiento por vapor del sistema de baja sulfidación. De acuerdo con el análisis de la edad metalogénica K-Ar, la ATH478 que es una ignimbrita que tiene biotita no alterada corresponde a la misma edad que las rocas encajantes alteradas de Veladero Norte.

#### (4) Veladero Sur

Este distrito corresponde al criadero que incluye la zona de alteración AA6025. Desde 1996 hasta los primeros meses de 1998, las firmas Argentina Gold (60%, ejecutora) y Barrick Gold (40%) realizaron conjuntamente la exploración geoquímica y geofísica, así como la perforación de prueba en varios lugares. Actualmente el proyecto se halla suspendido. En los años 1987-88, SEGEMAR San Juan realizó un estudio en este distrito y obtuvo una ley de oro máxima de 3g/t en brechas. Por otro lado, la firma Norwest (1993) realizó el análisis geoquímico de cuatro muestras obtenidas en este distrito en el que se obtuvo una ley máxima de Au: 0,52g/t.

**Acceso:** Desde el campamento del consorcio de Veladero Norte se llega al sitio en media aproximadamente (5 km.) en vehículos de doble tracción. Las altitudes varían entre 4.000 y 4.100 m.n.s.m.

**Fecha del reconocimiento:** 28 de noviembre de 1998

**Geología y alteración:** El estudio fue efectuado en los extremos norte y sur de la zona de alteración AA6025.

En el extremo norte afloran andesitas afaníticas a microfenocristalinas e ignimbritas de la Formación Tortolas (Terciario). La alteración en esta área es silicificación y alunitización. La alteración es particularmente fuerte en la parte central de la cima de la elevación, donde la andesita presenta alteración de color blanco. Por otro lado, la alteración es relativamente débil en las quebradas y se distribuyen en forma de manchas. Muchas veces se observa propilitización de color verde oscuro en la alteración blanca. En la cresta del oeste de la colina se superponen rocas silicificadas y limonitizadas de origen desconocido (ASM409, foto). Estas son rocas de 2 m de diámetro y están fuertemente brechadas. En los afloramientos, se observa que la zona con fuerte alteración blanca no se extiende en forma masiva, sino en forma de vetillas delgadas. La silicificación no es fuerte, sino más bien es silicificación-argilización (ATH479, 480). Mediante la difracción radiográfica se identificaron cuarzo, alunita-Na y caolín en las vetillas. La concentración de caolín (dickite) aumenta en la zona de argilización en el contacto de estas vetillas.

En las zonas de silicificación-alunitización se observan ocasionalmente baritina y diáspora (AKY387a). La pirita está ampliamente diseminada y se extiende a las zonas de alteración blanca y de propilitización (ASM408). Los granos de pirita son idiomórficos y pueden ser identificados macroscópicamente. En la superficie, afloran concentraciones elevadas de yeso supergénico.

El yeso supergénico está incluido en cristales gruesos en sedimentos de talud y también aparecen con forma de láminas a lo largo de las diaclasas de andesitas (con rumbo predominante de N50E).

La parte sur de la zona de alteración corresponde a un criadero de vetas de cuarzo (con baja ley de mena) conocido como "Mula Tuerta". En esta zona, las vetas de cuarzo, con un máximo de 70 cm. de espesor, se emplazan en dacitas. Se identifican ocho vetas y vetillas (incluyendo las que tienen un espesor de 5 mm) que tienen rumbo de N12-300 e inclinación de 550. Las vetas y vetillas de cuarzo son pobres en sulfuros. Los cristales de cuarzo son medianos a grandes y transparentes. Parecen haber sido formados a temperaturas relativamente altas. El contacto de las vetas y vetillas están sericitizadas (sericita-esmectita, según la difracción radiográfica).



Assay value of the Veladero Sur area, Valle del Cura area

Sample	Au(ppb)	Ag(ppm)	Cu(ppm)	Pb(ppm)	Zn(ppm)	As(ppm)
<b>Northern area (silica-alunite alteration)</b>						
AKY387a arg.sil. rock	25	1.0	6	46	2	12
ASM408 propyritic and. w/py-diss	10	0.2	43	tr	148	50
ASM409 limo.sil.breccia	10	0.2	6	18	2	106
ATH479 qz vein	15	1.0	4	28	2	16
ATH480 sil.brecciated r.	25	0.8	8	28	2	26
<b>Southern area (Mula Twelta, qz.vein)</b>						
AKY390 sil.arg.r w/qz.v	25	tr	7	34	4	2
ASM410B qz vein	10	tr	18	140	12	12
ATH484 qz vein	15	tr	13	58	6	18
ATH485 qz vein	tr	tr	4	74	6	22

(5) Zancarrón

Este sitio corresponde a un yacimiento de oro-cobre que se extiende en la zona fronteriza entre Argentina y Chile. Las pequeñas labores de explotación fueron realizadas en los años 1984-85 por las empresas locales, cuyas menas fueron refinadas en Chile. El yacimiento fue explorado por Chezanco (Río Frío) en los años 1987-1995. La exploración se realizó mediante sondeos y galerías. El depósito se caracteriza por bonanzas de altas leyes similar a El Indio. Sin embargo, las zonas que presentan estos valores son muy limitadas y se distribuyen muy esporádicamente. Entrada a la década de los años '90, las firmas Argentina Gold y Western Mining Argentina están llevando a cabo conjuntamente una prueba de metalúrgica para establecer el sistema de recuperación húmeda.

**Acceso:** Desde el campamento del consorcio de Veladero Norte, se llega al sitio en vehículos de doble tracción atravesando el Río de las Taguas, en una hora y media. Se localiza a 4.200 m.n.s.m.

**Fecha del reconocimiento:** 28 de noviembre de 1998

**Geología y yacimientos:** Afloran ignimbritas dacíticas a andesíticas (Formación Doña Ana).

La zona de alteración se extiende más allá de la frontera, hasta el territorio chileno. En Chile también existe una zona de alteración denominada también Zancarrón y de mayor magnitud (foto).

Esta zona se caracteriza por la silicificación-alunitización que abarca una superficie extensa y está asociada a caolín. Se identifica una zona de mineralización de sílice vuggy+arsenopirita en una parte de la cresta. En este lugar se observa arsenopirita dentro de las drusas del sílice vuggy (ATH491, AKY393, ATH493). También escorodita de color verde y cobre oxidado (calcantita) que parecen haberse formado por la oxidación de la arsenopirita. Sin embargo, tampoco se podría descartar la posibilidad de que el cobre oxidado sea tennantita o calcopirita, y no necesariamente producto de oxidación de arsenopirita. También se observa la disseminación de cobre oxidado (covelina, malaquita, etc.) no sólo en la zona de distribución del sílice vuggy.

La alunita está presente dentro de la zona de alteración en las siguientes formas: (1) vetas de alunita+/-cuarzo (ATH486); (2) alunita blanca de textura fina que reemplaza a las piedras pómez y a fenocristales de feldespato (ATH486, 488); (3) alunita de forma de pétalo y de textura gruesa (ATH490, 492) y (4) alunita masiva de color blanco y textura fina que salen de las oquedades de las gravas de los taludes. La alunita es hipogénica en los casos del (1) al (3), y es supergénica en el (4). El rumbo de las vetas de alunita hipogénica es en general de N18E, que es paralelo con la zona silicificada y con las fisuras cercanas (foto).

La alunita supergénica se diferencia de la hipogénica también por la forma del pico. Se realizó el estudio de la edad metalogénica y de la segregación de alunita con la muestra ATH492.

Las muestras que contienen arsenopirita no sólo muestran altas concentraciones de cobre y arsénico sino también de oro y plata (AKY393, ATH493). También los elementos que se concentran en las zonas relativamente someras de las unidades epitermales, como mercurio y antimonio, arrojan elevados valores.

Selected assay value of the Zancarron prospect, Valle del Cura area

Sample		Au(ppb)	Ag(ppm)	Cu(ppm)	Pb(ppm)	Zn(ppm)	As(ppm)	Sb(ppm)
AKY391	sil.arg.weld.tf	tr	tr	91	6	14	78	tr
AKY392	weld.tf. w/py,cov diss	40	1.8	626	174	788	114	tr
AKY393	enargite+qz vein	6380	149	41200	150	20	N/A	N/A
ASM411	limonitized rock	20	1.8	171	32	48	418	16
ATH486	qz+alu vein	30	9.6	22	308	10	218	4
ATH487	silicified rock	15	7.2	3	16	4	16	8
ATH493	vuggy silica w/enargite in vug	8680	40.8	16400	22	2	1%+	874

(6) Río Frío

Este distrito corresponde a una gran zona de alteración identificada en las imágenes de satélite JERS-1. Tiene 7 km. de largo en dirección S-O. La alteración llega hasta Chile. En los años '90-91, la empresa Río Frío (chilena) realizó una exploración en este sitio. Posteriormente, Argentina Gold obtuvo la concesión y realizó un proyecto de exploración conjuntamente con Western Mining Argentina. El proyecto duró hasta 1993.

**Acceso:** El puesto de Gendarmería Nacional "La Sepultura" ubicada al SE del cerro Jardín del Río Valle del Cura sirvió de campamento para la excursión. Desde Pismanta (San Juan) hasta el campamento se llega en unas 5 horas en vehículos de doble tracción. Desde aquí hasta el sitio de reconocimiento se llega en 1 hora y media. Las altitudes varían entre 4.600 y 4.800 m.n.s.m.

**Fecha del reconocimiento:** 29 de noviembre de 1998

**Geología:** Afloran en esta zona rocas piroclásticas de la Formación Tórtolas (Terciario) y pórfidos dacíticos (biotita y anfíbol) que intruyen a las rocas piroclásticas.

**Alteración y criaderos:** La alteración consiste principalmente en silicificación y alunitización. Las zonas con predominio de silicificación se extienden con rumbo N78 a 450 en el área estudiada. También se observa disseminación de pirita en una superficie extensa y tiende a aumentar su concentración en zonas con predominio de silicificación. Por esta razón, los filones silicificados que tienen color pardo rojizo por efecto de la limonitización y contrastan con las zonas argilizadas circundantes de color blanco, aunque ambos están constituidos por cuarzo+alunita. Ocasionalmente, la arcilla blanca contiene pirofilita, además de cuarzo-alunita. En la muestra ATH497 se observa una paragénesis de pirofilita y diáspora, lo cual sugiere que se formaron en un entorno ácido a temperaturas altas. También es alta la concentración de caolín (dickita y caolinita) en las zonas de alteración.

Alrededor de los pórfidos dacíticos (biotita y anfíbol) se identifican, además de la alteración ácida, los minerales de alteración neutra como sericita o sericita-esmectita (AKY397, 399, ASM417). Estas rocas casi no presentan oxidación y lixiviación de plagioclasa o de las rocas clásticas. En el análisis microscópico de la muestra ASM417 se observó que los minerales de sericita pueden estar sustituidos por los minerales máficos

como biotita o anfíbol, o bien pueden aparecer formando vetas asociadas con cuarzo en el substrato. Mientras tanto, la alunita rellena selectivamente los poros de las rocas y aparecen en forma fascicular junto con cuarzo. El orden de la formación de ambos no ha podido ser aclarado por una sola muestra.

También se observó propilitización en el área estudiada. En este caso las andesitas se distribuyen formando pequeñas áreas negras dentro de las zonas de alteración de color blanco a pardo amarillento (ATH504). Como se observa en el corte de la zona de propilitización (Fig. II-1-22), las rocas piroclásticas alternadas con andesitas están alteradas y mineralizadas de manera selectiva, lo cual se debe a la permeabilidad diferente de ambas rocas.

También se observaron venillas de cuarzo en el área estudiada, aunque su concentración es baja.

La muestra AKY395 fue tomada de un enrejado de vetilla de cuarzo de calcedonia.

Como minerales de alteración supergénica hay yeso, presente en grandes cantidades, además de limonita. Parte del caolín y la alunita también son supergénicos (AKY396).

El análisis de las muestras arrojó concentraciones de Au, As, Bi, Pb y Sb a nivel de anomalías geoquímicas. La muestra ASM414 presenta enriquecimiento secundario provocado por la oxidación.

Assay value of the Río Frio prospect, Valle del Cura area

Sample		Au(ppb)	Ag(ppm)	Cu(ppm)	Pb(ppm)	Bi(ppm)	As(ppm)	Sb(ppm)
AKY396	siliceous rock(qz-Kfs-kln-s/s)	480	0.2	61	78	tr	400	4
AKY398	densely sil.rock w/native sulfur in druse	15	4.0	8	264	64	14	76
AKY399	sil.arg.rock(kln-ser-qz)	5	0.2	5	20	tr	18	2
ASM414	limonitized rock	9930	5.6	14	310	16	6150	50
ASM415	sil.tb.(ledge)	370	5.2	88	7140	2	2120	648
ASM416	leached sil.tb(ledge)	10	0.6	4	172	10	16	28
ATH494	silicified rock	80	4.6	28	740	tr	1340	78
ATH496	siliceous vein	105	1.6	37	152	6	74	10
ATH498	ditto w/jar.stain	40	0.6	15	4370	tr	768	106
ATH499	densely sil.r.	20	0.2	8	96	tr	14	6
ATH500	ditto	10	0.6	6	66	2	18	6
ATH503	qz vein	105	3.6	72	1530	148	246	116

**Evaluación:** Las zonas de silicificación y alunitización corresponden al sistema de alta sulfidación - epitermal. Sin embargo, en el área estudiada se detectaron las anomalías geoquímicas de plomo del orden de 0.n%, y además se observa la sericita y el estrato polimineral de sericita, lo que sugiere que este sistema se extiende hasta una zona relativamente profunda con valores de pH relativamente bajos.

Las rocas de caja alteradas son principalmente ignimbritas, al igual que en Zancarrón, Carmen Norte y Veladero Norte. En la Fig. Fig.II-1-23 se esquematiza esta relación geológica. El desarrollo del sistema hidrotermal posterior de la Formación de Doña Ana ha sido fuertemente controlado por las propiedades de las rocas de caja, y se deduce que ha provocado la alteración y mineralización a la Formación Doña Ana altamente permeable teniendo como rocas de cubierta a andesitas de la Formación Tórtolas. La alteración y mineralización también se localiza en la parte interior de la Formación Tórtolas.

La zona de alteración del Río Frio también es grande y merece un cuidadoso estudio.

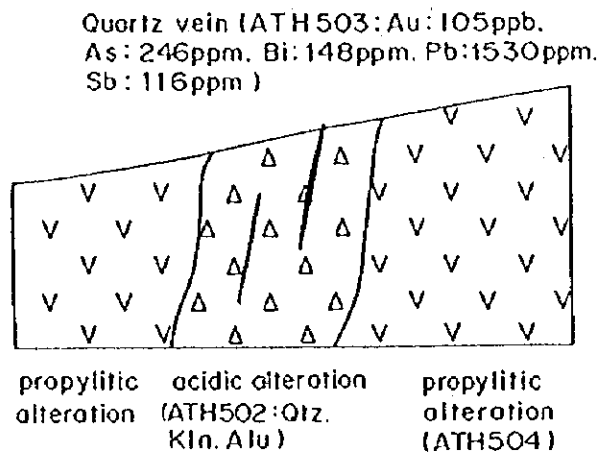


Figure II-1-22 Schematic relationship of alteration and veining to the nature of the host rocks, in the Rio Frio prospect, Valle del Cura area.

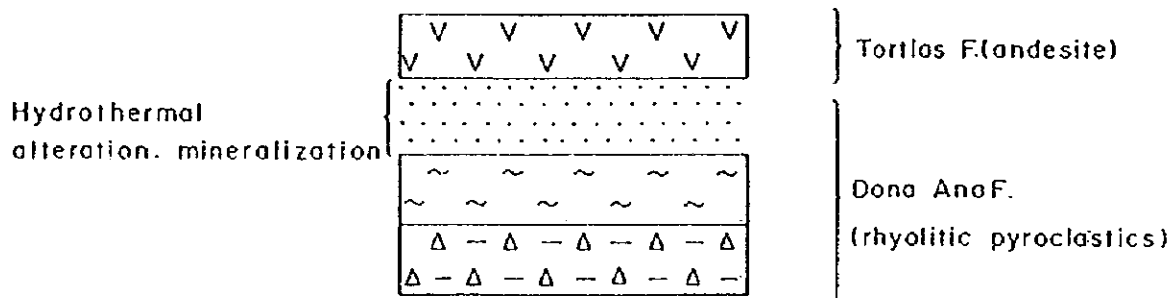


Figure II-1-23 Schematic geologic column with respect to hydrothermal alteration and mineralization in the Rio Frio prospect, Valle del Cura.

Puede ser considerado como uno de los distritos sujetos a exploración porque se detectaron los filones silicificados con una ley de oro del orden de 0,1 g/t. en limitados sectores de la superficie.

#### (7) Despoblados

Este distrito coincide con la zona de alteración AA6026 (3x3km) identificada a través del análisis de las imágenes de satélite realizado en el primer año de estudio. Inicialmente, el equipo de trabajo se propuso realizar el reconocimiento de terreno de la zona de alteración cercana al Codo de Río a lo largo del Valle del Cura. Sin embargo, por su difícil acceso se reemplazó con este distrito. Anteriormente, Despoblados fue objeto de exploración por la firma Peñoles, la que posteriormente se retiró del distrito. Actualmente, la concesión corresponde a IPEEM.

**Acceso:** Desde el puesto de Gendarmería Nacional "La Sepultura" se llega al sitio en unas 4 horas utilizando vehículos de doble tracción. Las altitudes son de 4.200 a 4.300 m.n.s.m.

**Fecha del reconocimiento:** 30 de noviembre de 1998

**Geología y alteración:** En esta zona afloran rocas piroclásticas dacíticas a andesíticas en las partes bajas, y riolitas en las partes altas (ATH508) (Formación Doña Ana).

En las partes bajas, se extiende ampliamente una argilización de caolín supergénico, mientras que en su interior se identifica una alteración propilitica parcial. Ocasionalmente, se emplaza un enrejado de venillas de cuarzo, que contienen sericita o minerales de arcilla de los estratos poliminerales (sericita-esmectita y sericita-clorita) (AKY400, 401, 402a, ASM419). Estas zonas forman fajas angostas. Desde lejos se visualizan sectores de color verde claro (clorita) dentro de la zona de caolinitización blanca. Las venillas de cuarzo se concentran en estas zonas. Su espesor no supera los 8 cm. Tienen rumbo de E-O y su inclinación es 80S a vertical. Además se observa también enrejado de venillas de varios milímetros. El cuarzo es transparente con textura variable y parece haber sido formado en temperaturas altas. En las zonas en que se emplazan las venillas de cuarzo se observa también diseminación escasa de pirita. Las venillas ocasionalmente contienen jarosita (AKY404). Esta muestra arrojó una ley de oro relativamente alta.

En la cima del cerro se observan silicificación y sericitización de riolitas, pero no hay venillas de cuarzo.

Selected assay value of the Despoblados, Veladero Norte prospect,  
Valle del Cura

Sample	Au(ppb)	Ag(ppm)	Cu(ppm)	Pb(ppm)	Zn(ppm)	As(ppm)
AKY401 sil.arg.r w/ qz v.let	20	1.0	4	8	2	6
AKY404 arg tb. w/ qz+jar ntwk	140	1.0	25	12	tr	202
ASM420A qz vein w/o sulfides	10	0.2	8	34	2	74
ASM421 qz vein w/ limonite stn.	30	1.8	11	14	2	116
ATH506 kaolinitized tuff	20	0.2	11	180	tr	108
ATH508 sil. rhyolite	tr	0.2	4	108	2	16

Esta zona corresponde a la alteración de un sistema de baja sulfidación o de la zona profunda del sistema epitermal. Se diferencia de las demás zonas de alteración del Valle del Cura cuya alteración es predominantemente ácida. De acuerdo con las informaciones disponibles, esta zona de alteración constituye un yacimiento polimetálico. Las propiedades de la alteración no contradice a esta interpretación.

### 1-3 Resumen de los resultados del estudio

Las informaciones recogidas en los dos años de estudio, incluyendo los resultados del reconocimiento de campo, criaderos, zonas de alteración, así como los resultados de la interpretación de los datos JERS-1 OPS fueron plasmados en un mapa de interpretación de LANDSAT TM de escala 1:250.000 (Fig. II-1-24, al final del informe). En cuanto a las zonas de alteración, además de las interpretadas por las imágenes de LANDSAT TM del primer año, se agregaron nuevas zonas identificadas (de JE101 a JE108) por las imágenes de falso color JERS-1 OPS 3-5-8 del segundo año.

En el Cuadro II-1-3 se resumen los resultados del estudio de campo realizados en estos dos años. En este cuadro, además de los tipos de la alteración hidrotermal, se indican las leyes máximas de cobre y oro de las muestras analizadas, la presencia o ausencia de las rocas intrusivas terciarias así como los resultados de la evaluación integral. En cuanto a esta última, los sitios reconocidos que presentaron cierto grado de potencial fueron calificados con A o B para facilitar la interpretación del cuadro. Cabe recordar que los sitios que no han sido suficientemente estudiados fueron excluidos del proceso de calificación. Los criaderos o zonas de alteración fueron clasificados en cuatro categorías (desde B hasta A+) aplicando los siguientes criterios:

- B: Corresponden los criaderos o zonas de alteración grandes con potencial de exploración relativamente alta, y que presentan posibilidad de ser explotados en el futuro.
- B+: Criaderos o zonas de alteración calificados como "B" y que presentan anomalías geoquímicas altas de cobre u oro.
- A-: Criaderos o zonas de alteración que presentan parcialmente leyes suficientemente altas de cobre u oro, y su potencial de explotación o explotación sea alto. También pertenecen a esta categoría los criaderos o zonas de alteración ya explorados pero que presentan reservas relativamente pequeñas.
- A: Yacimientos o criaderos sujetos a la explotación empresarial en un futuro próximo, o que se encuentran en la fase del estudio para la explotación empresarial.



Table II-1-3 Summary of groundtruth, Eastern Andean area.

	Area of Groundtruth	Style of Mineralization	Cu contents	Au contents	Dimension	Tertiary Intrusive	Evaluation	Comment
1	Helvecia	Mississippi valley type	0.33%	1.34ppm				
2	Las Sapitos	epithermal	(46ppm)		(3x1.7km)	?		
3	Salamanca-San Barrera (Corral)	skarn, possibly porphyry and carlin	(74ppm)	0.78ppm		X	B	sedimentary-hosted gold ?
4	Rio Gualcamayo (La Abundancia)	skarn, possibly porphyry and carlin	(0.38%)	1.34ppm		X	B	sedimentary-hosted gold ?
5	Guachi/Huachi (Q.de Agua Amarga)	epithermal style, possibly porphyry	3.58%	22.8ppm	(5.0x1.7km)	X	A-	high potential for both auriferous polymetallic vein and porphyry.
6	El Fierro Bajo	pluton-related vein?	no data	<0.005ppm		?		
7	El Fierro Alteration	porphyry	(130ppm)	0.005ppm	(3x1km)	?		
8	El Carrizal	pluton-related vein?	0.10%	0.06ppm				
9	Quebrada de Chita (Porphyry Cu)	porphyry	(1.61%)	0.42ppm	2x2.5km	?	A-	active exploration site
10	San Francisco de los Andes	porphyry	(>10%)	0.2ppm	(2.5x1km)	?	B+	porphyry mineralization expected around tourmaline breccia
11	El Retamal	porphyry	(230ppm)	0.18ppm	(2.5km)	X	B+	detailed survey, especially of potassic alteration, expected slightly low grade
12	Castano Nuevo	epithermal, possibly porphyry	0.40%	0.12ppm	(1.7km)	X	B+	
13	La Alumbra de Arriba	epithermal?	(50ppm)	no data	(0.75x0.5km)			
14	Leoncito (marginal alteration zone)	Cu and Mo mineralization in big porphyry style alteration zone	(26ppm)	<0.005ppm	1.0x1.5km(2km)	?		
15	Alcaparrosa	porphyry	(72ppm)	<0.005ppm	(5x1.5km)			
16	San Jorge	porphyry	(0.92%)	6.3ppm	0.5x1.1km(500m) 1.0km(under pediments)x1.1km		A	active exploration site
17	Yalguaraz	porphyry	(0.44%)	2.12ppm	0.6x0.8km (2.5x1.7km)		B+	active exploration site
18	Paramillos Sur	porphyry	(120ppm)	0.045ppm	1.5x1.5km (0.75x0.3km)	X	A	active exploration site
19	Paramillos Norte	porphyry	(950ppm)	18.14ppm	1.3x1.5km (0.75x0.5km)	X	A-	active exploration site
20	Paramillos Centro	porphyry	(791ppm)	0.01ppm	(0.75km outline is not clear)	X		
21	Uspallata-Paramillos	pluton-related vein ? marginal faces of porphyry ?	no data	no data		X		
22	Grupo Oro del Sur	pluton-related vein ? marginal faces of porphyry ?	Vein: (0.70%) Porphyry: (0.10%)	Vein: 10.59ppm Porphyry: 4.08ppm	(2x0.5km)	X	A-	high-grade ore, but small
23	La Negrita	pluton related vein ? marginal faces of porphyry ?	(0.32%)	3ppm		X	A-	high-grade ore, but small
24	Cortaderas-San Benicio	porphyry ? epithermal?	(578ppm)	0.31ppm	(2x1km)	X	A-	The area has been experienced very limited exploration.
25	Pampa Fria	porphyry	(0.55%)	0.01ppm	(0.3kmx2areas)			
26	Cerro Negro?	pluton related vein?	(132ppm)	0.015ppm	(1x0.5km)			
27	Granite?	no mineralization	no data	not analyzed				
28	Cerro Blanco	epithermal	(40ppm)	0.115ppm	(1.7x1.2km)	X		
29	Creston Amarillo	epithermal?	(60ppm)	0.02ppm	(1.7x0.5km)	X		
30	Rio las Tamberias: La Ollita	porphyry (upper part)	370ppm	2.98ppm	20X5.5km, a part	?	B+	slightly upper portion of porphyry system
31	Rio las Tamberias: Tamberias	porphyry (upper part) ?	66ppm	(2.92ppm)		?		
32	La Vicunita	porphyry (upper part)	(3.29%)	6.68ppm	20X5.5km, a part	?	A-	Huge hydrothermal system, extending to La Ollita
33	El Potro	porphyry	0.31%	0.33ppm	9X2.5km	Late Cretaceous	A-	well-known Porphyry Au-Cu-Mo mineralized site.
34	Rio Blanco	porphyry (upper part)	50ppm	0.175ppm	2X1.5km	X	B	upper portion of porphyry system
35	Bordo Atravezado	epithermal	960ppm	(0.405ppm)	1.5X0.5km	?	B+	probably a marginal portion of Filo Amarillo alteration
36	Filo Amarillo (Cerro Amarillo)	epithermal, high-sulfidation	30ppm	0.065ppm	1.5X0.5km	?	B	neutral pH alteration of western flank would be a target
37	Los Mogotes	porphyry	0.077ppm	0.024ppm	4X1.5km	X	B	porphyry Mo
38	Venezuera	epithermal	(20ppm)	0.065ppm	2.5X1.5km	?	B	eroded high-sulfidation system ? Target would be at deep.
39	Condor	pluton-related vein (Ag-Pb-Zn)	0.13%	0.52ppm	small vein	?		



40	San Nicholas	pluton-related vein (Ag-Pb-Zn)	0.59%	6.10ppm	small vein	?		
41	Animas	pluton-related vein (Ag-Pb-Zn)	80ppm	0.040ppm	small vein	?	B	altered porphyry stock hosting Animas vein would be a target.
42	Cuatro Amigos	pluton-related vein (Ag-Pb-Zn)	0.17%	0.22ppm	vein	?		
43	Portezuero de Amarillo	epithermal	29ppm	tr	3.5X1.5km	?	B	eroded high-sulfidation system ? Target would be at deep.
44	Potrerillos	epithermal	19ppm	tr	aggregate of small alteration clots	?	B	eroded high-sulfidation system ? Target would be at deep.
45	Sarnoso	pluton-related vein	3ppm	tr	old adit	?		
46	Vizcachas	porphyry-related ?	3ppm	0.010ppm	small vein	?		
47	Avestruces	epithermal	61ppm	0.005ppm	5X2km	?		
48	Manrique	epithermal gold	44ppm	0.2ppm	5.5X1km	?	B+	Epithermal gold mineralization. Vast area has been experienced very limited exploration.
49	Tocota	pluton-related	0.29%	6.2ppm	not detected by satellite sensor		B+	Area of interest has large dimension. Exploration in active ?
50	Chita (Au-vein)	pluton-related, peripheral of porphyry	0.10%	2.6ppm	small vein	?		
51	Quebrada de Conconta	no mineralization	N/A	N/A	0.5km			
52	Quebrada Potrereros de Pancha	no mineralization	N/A	N/A	2x1km			
53	El Salado	pluton-related	0.10%	0.045ppm	vein	?		
54	Vicunita (El Salado)	porphyry gold	0.78%	1.5ppm	1.5km	?	A-	Secondary enrichment might be in limited scale.
55	Las Openas	pluton-related	(565ppm)	(38.7ppm)	vein		A-	Good for small-scale mining ventures.
56	Las Aguditas	pluton-related	(230ppm)	(3.6ppm)	not detected by satellite sensor	X		
57	Leonardo	pluton-related	tr	0.020ppm	not detected by satellite sensor			
58	Pastran	pluton-related			not detected by satellite sensor			
59	Criollita	skarn	1%+ (skarn), 15ppm (sil. brec.)	0.19ppm (skarn), 0.022ppm (sil. brec.)	not detected by satellite sensor	?		
60	Ranchillos	pluton-related ?	141ppm	0.095ppm	1.5X1km	?	B	eroded high-sulfidation system ? Target would be at deep.
61	Pastos Largos	pluton-related ?	0.41%	0.02ppm	smallish	?		
62	Margarita	pluton-related	0.30%	0.07ppm		?		
63	Southwest of Margarita	epithermal	118ppm	0.01ppm		?		
64	Laguna de las Huaycas	epithermal	45ppm	0.02ppm		?		
65	La Flecha	epithermal, high-sulfidation	0.21%	0.37ppm	2X1km	?	B	Target would be at deeper portion or frank of acid alteration.
66	South of Bordo Atravesado	epithermal	0.32%	0.16ppm		?		
67	Cordon de la Inca	epithermal, high-sulfidation	22ppm	0.10ppm	8.5x1.5km	?	B+	Target would be at deeper portion or frank of acid alteration.
68	Garmen Norte	epithermal, high-sulfidation	162ppm	2.2ppm	4X3.5km	X	A-	active exploration site
69	Veladero Norte	epithermal	4ppm	0.015ppm	4km (silicified hill)	X	A	active exploration site
70	Guanaco Zonzo	epithermal	調査	0.09ppm	not detected by satellite sensor	X		
71	Veladero Sur	epithermal	43ppm	0.025ppm	8X2.5km	X	B	alteration huge, but geochem results not so good
72	Zancarron	epithermal, high-sulfidation	4.10%	8.6ppm		X	A-	mineralized area (vuggy qz + enargite) might be smallish
73	Rio Frio	epithermal, high-sulfidation	88ppm	(9.9ppm)	7.5X5km	X	A-	huge alteration, little exploration, nice mineral showing. one of the best targets in the Eastern Andean area
74	Despoblados	polymetallic, pluton-related	25ppm	0.140ppm	3x3km	X	B+	Target would be at deep. neutral pH alteration



## Capítulo 2 Análisis de los sedimentos fluviales

Se volvió a analizar las muestras tomadas de las arenas de las quebradas y de las rocas durante la exploración geoquímica en el marco del Plan Cordillerano Norte. Dado que el primer análisis estaba orientado sólo a tres elementos (cobre, plomo y zinc), esta vez se investigaron en total 48 elementos, incluyendo las tierras raras. Estas muestras han sido sometidas al tratamiento de -80mesh, y habían sido conservados de 20 a 30 g (en algunos casos de 3 a 5 g) de cada una de ellas. El número total de las muestras brindadas por SEGEMAR (La Rioja) fue de 2.271. La labor fue efectuada por XRAL Laboratories (Canadá). Los métodos aplicados fueron INAA (28 elementos) y ICP-AES (20 elementos) (Table II-2-1, 2).

Table II-2-1 Elements & Detection Limits (INAA Method)

Element	D.L.	Element	D.L.	Element	D.L.
As	0.5ppm	Au	2ppb	Ba	50ppm
Br	0.5ppm	Ce	3ppm	Cs	1ppm
Co	1ppm	Cr	5ppm	Eu	0.2ppm
Fe	0.01%	Hg	1ppm	Hf	1ppm
Ir	5ppm	La	0.05ppm	Lu	0.05ppm
Rb	5ppm	Na	0.01%	Nd	5ppm
Sb	0.1ppm	Sc	0.1ppm	Sm	0.1ppm
Se	3ppm	Ta	0.5ppm	Th	0.2ppm
W	1ppm	Tb	0.5ppm	U	0.5ppm
Yb	0.2ppm				

Table II-2-2 Elements & Detection Limits (ICP-AES Method)

Element	D.L.	Element	D.L.	Element	D.L.
Ag	0.2ppm	Al	0.01%	Be	0.5ppm
Bi	5ppm	Ca	0.01%	Cd	0.5ppm
Cu	0.5ppm	K	0.01%	Mg	0.01%
Mn	1ppm	Mo	1ppm	Ni	1ppm
P	0.001%	Pb	2ppm	Sr	0.5ppm
Sn	10ppm	Ti	0.01%	V	2ppm
Y	0.5ppm	Zn	0.5ppm		

Los resultados del análisis se muestran en el CD-ROM del Apéndice, en el archivo "Arc Info" junto con las informaciones de los sitios de muestreo. En la Fig. II-2-1 se muestra un ejemplar de la hoja impresa de los valores de oro-cobre. Se observa que las anomalías geoquímicas de oro y cobre son altas en las rocas que se distribuyen esporádicamente a 25 Km al SO de Vicuña. La geología de esta zona está constituida por las rocas sedimentarias silúricas a devónicas y por granitos precámbricos. Si bien es cierto que no se disponen de informaciones detalladas, en



# MOSAICO project geochemical analysis

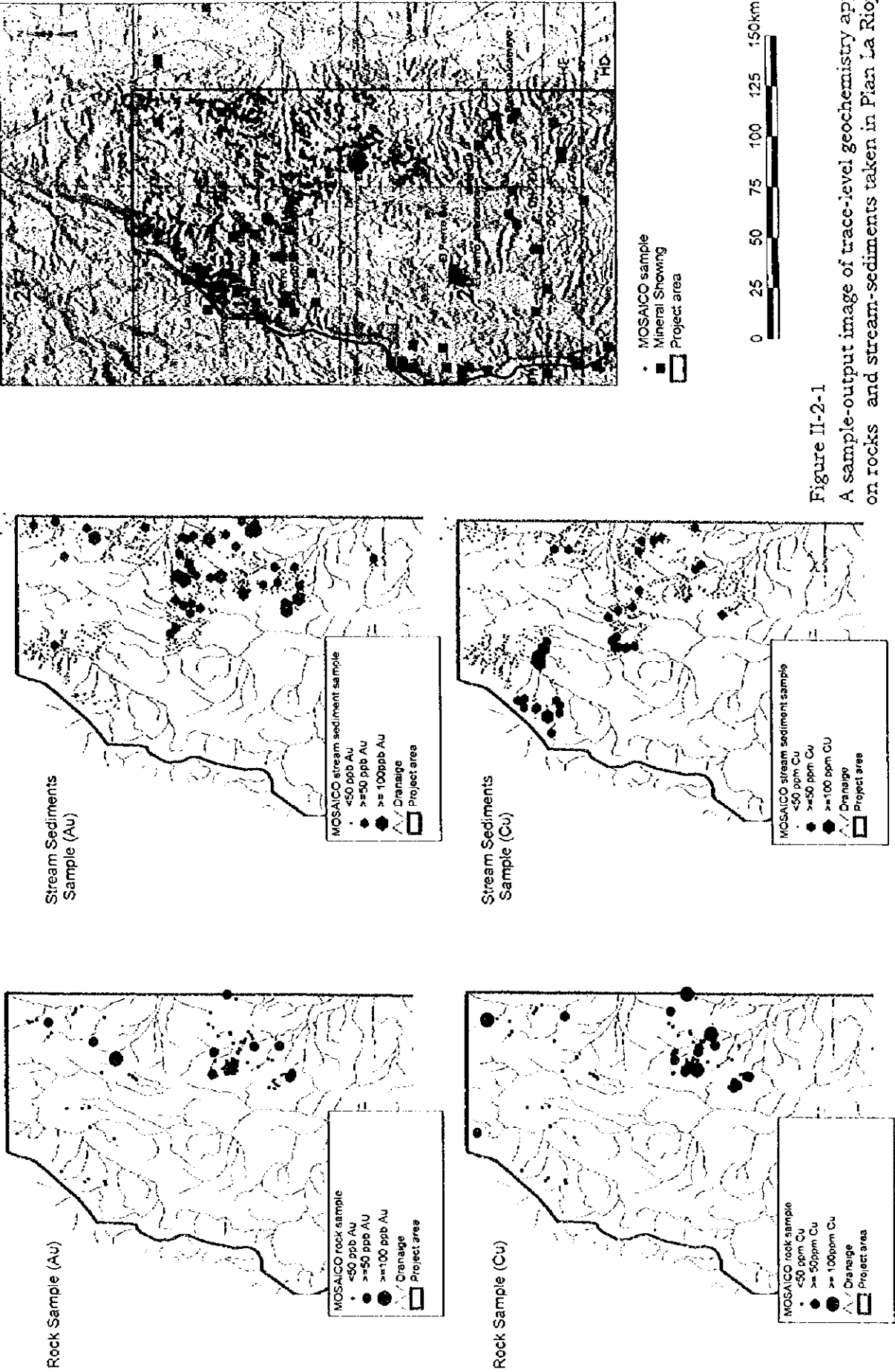


Figure II-2-1

A sample-output image of trace-level geochemistry applied on rocks and stream-sediments taken in Plan La Rioja.

①

②

③

el mapa topográfico de escala 1:250.000 están representadas las minas La Jarilla (Pb, Barite), Santa María II (Pb, Barite) y San Nicolás (Barite) desde NO. Se deduce que las anomalías geoquímicas se asocian con la mineralización de estas minas. Sin embargo, por problemas de accesibilidad, no se ha llegado a realizar el reconocimiento de campo en esta zona.

## Capítulo 3 Análisis Integral

### 3-1 Comparación de la interpretación de los minerales de alteración según los datos de JERS-1 OPS y los resultados del reconocimiento de campo

Además del análisis de las imágenes de satélite LANDSAT TM del primer año, se realizó la interpretación de los minerales de alteración utilizando los datos de JERS-1 OPS con el fin de obtener informaciones más detalladas de las zonas de alteración. Por lo general, la identificación de las zonas de alteración mediante los datos de satélite se basa sobre el comportamiento de absorción de la gama de infrarrojo cercano entre 2,0 y 2,4  $\mu\text{m}$  de los minerales de arcilla. En el caso de los minerales de arcilla o alunita, se conoce que cada mineral tiene su respectivo patrón de reflectancia en la gama de infrarrojo cercano (Hunt y Salisbury, 1970, etc.) y por lo tanto al aplicar la tecnología de "multi spectral scanner" que subclasifica la gama de infrarrojo cercano no sólo se hace posible conocer la presencia o ausencia de las zonas de alteración, sino que además se puede identificar cada uno de los minerales de alteración. Los sensores de JERS-1 OPS (japoneses) lanzados en 1992 están dotados de tres bandas en la gama de infrarrojo cercano (entre 2,0 y 2,4  $\mu\text{m}$ ) y es considerado como el satélite artificial con alto potencial de aplicación para la identificación de los minerales de alteración (MMAJ, 1995; MMAJ, 1996a; MMAJ, 1996b) (Fig. II-3-1).

En el segundo año de estudio se obtuvieron los datos de JERS-1 OPS correspondientes a las Cordilleras Principal y Frontal de la Cordillera Oriental Andina. Estos fueron sometidos al análisis teniendo como miembros finales a cuatro minerales (alunita, caolinita, sericita y goetita), los que fueron representados en las imágenes. Los métodos de generación de las imágenes y los resultados obtenidos se describen detalladamente en el informe suplementario. En este capítulo se hace la comparación de los resultados del análisis y las informaciones obtenidas en el reconocimiento de campo.

#### (1) Zonas con predominio de alunita

El conjunto de las zonas de alteración de alunita se halla asociado con la alteración epitermal del tipo alta sulfidación. Del área analizada, Macho Muerto es el que alberga mayor número de zonas de alteración de este tipo, y las zonas de alteración ácida como La Flecha y el Filo Amarillo corresponden a estos casos. Muchas veces se observan que estas zonas están compuestas por alunita en el centro y caolinita en sus bordes. Frecuentemente, se observa también sericitización en la zona periférica.

En este estudio no se ha podido verificar cada pixel debido al limitado tiempo disponible y por el uso de los mapas de escala 1:150.000. Sin embargo, durante el reconocimiento de campo, los miembros tuvieron la impresión de que existe un alto grado de correspondencia entre la zona de alunita representada en el mapa y la geología superficial. Por ejemplo, el análisis de JERS-1 OPS del Filo Amarillo describía a zona de alunita en el centro (cima del cerro) y la zona de sericita en el oeste, lo cual coincidía con la distribución real, aunque también es cierto que los detalles no siempre coinciden con la realidad. En una zona de alteración ácida compuesta por zonas de sericitización y alunitización, se solía identificar predominantemente caolinita que alunita. Probablemente la interpretación sea correcta cuando existe suficiente concentración de alunita, y a medida que ésta se va reduciendo se confunde más con la categoría de otros minerales. Otro ejemplo de la interpretación errónea fue la confusión con el yeso supergénico. Por ejemplo, en Los Mogotes los minerales de alteración aflorantes discurren a lo largo de las quebradas. Esta parte aparece en el mapa como zona con predominio de alunita. Sin embargo, en realidad, esta parte está compuesta



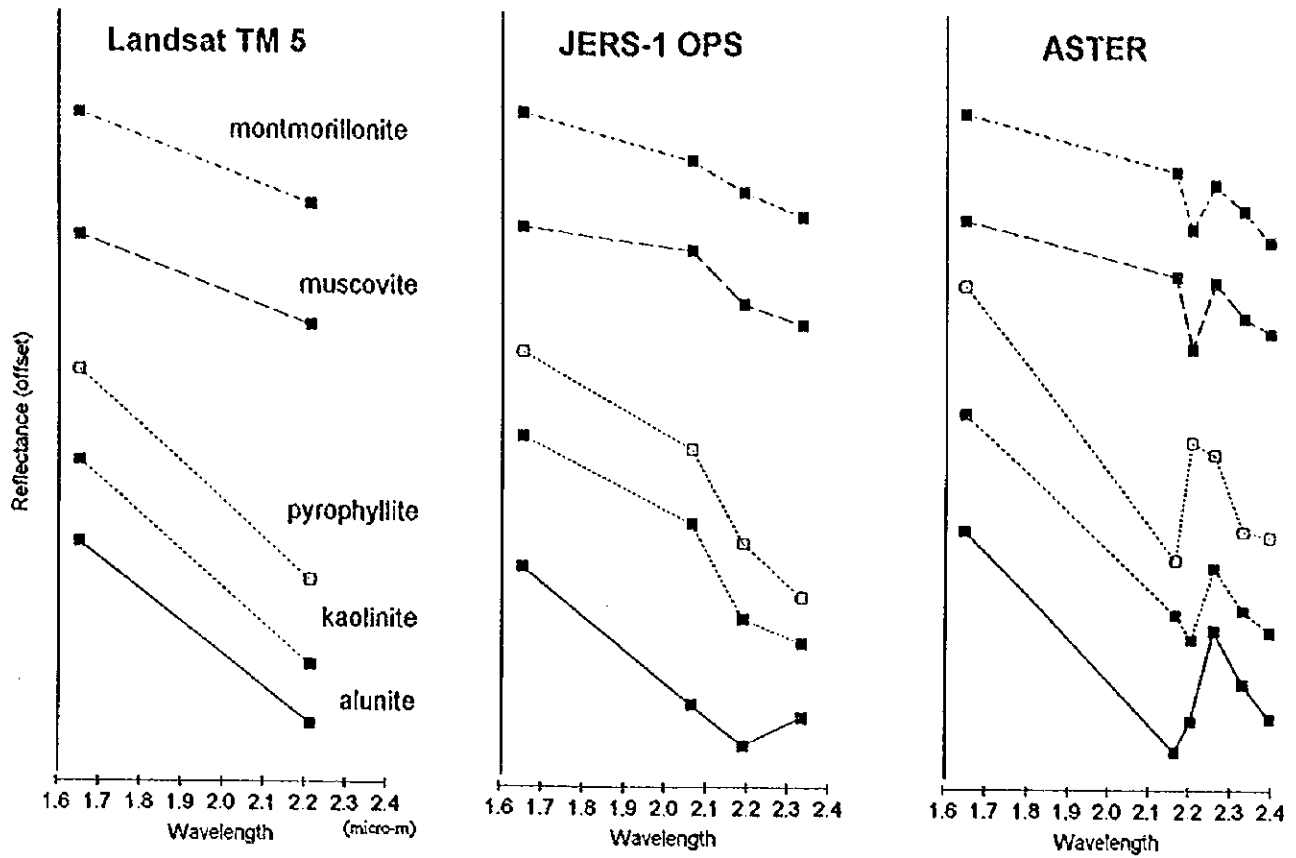


Fig. Convoluted reflectance spectra of USGS spectral library data: alunite GDS84 Na03 (solid line), kaolinite KGa-1 (dotted line), pyrophyllite PYS1A <850 micro-meter (dotted line with hollow box), muscovite GDS108 (broken line), and montmorillonite SWy-1. The band configuration of each satellite seonsor was refered from EOSAT brochure and Yamaguchi et. al., (1996).

Figure II-3-1 Convoluted reflectance spectra of USGS spectral library data.(after unpublished data of Miyatake, S.)

principalmente por yeso en fase supergénica. Los resultados del análisis de laboratorio que se entregan en el informe suplementario indican que el comportamiento de reflectancia de alunita y yeso se asemejan en las bandas de JERS-1 OPS, haciendo difícil distinguir uno del otro. Por otro lado, también se confunden con alunita, los ruidos producidos en los sensores por el retraso de respuesta al momento de cambiar los píxeles de alta a baja intensidad. Esto podría evitarse comparando los resultados con las imágenes de falso color (3-5-8).

## (2) Zonas con predominio de caolinita

Las zonas de caolinita identificadas utilizando los datos de JERS-1 OPS, muchas veces colindan con las zonas de alunita. Probablemente esto se debe a que además de las zonas de caolinitización se clasifican en esta categoría los afloramientos con relativamente baja concentración de alunita o taludes que contienen cierta concentración de caolinita, alunita y yeso. Tal es el ejemplo de la zona de alteración del Río Frío.

En el mapa de clasificación de las zonas de alteración según JERS-1 OPS, la zona del Río Frío aparece sólo con el tono de la zona con caolinita. Sin embargo, en realidad, aquí se distribuyen ampliamente la alteración ácida de alunita, además de caolinita. Parcialmente, también existe alteración neutra con sericita o zona de sericita-esmectita. El mapa de JERS-1 OPS no ha podido representar estos detalles, y por lo tanto, es importante tomar nota al respecto al momento de utilizar estos mapas. Similar resultado se ha obtenido en Carmen Norte, aunque en este caso el mapa indica la existencia de una zona pequeña de alunita, y los resultados de clasificación se asemejan a la geología superficial real.

## (3) Zonas con predominio de sericita

Las zonas con predominio de sericita aparecen de manera concentrada en Castaño (San Juan), y en el Cordón de la Brea según el mapa, y estas informaciones coinciden muchas veces con la distribución real. De ellas, Avestruces, Manrique, Portezuelo de Amarillo, Ranchillos y Los Sapitos están constituidas en su mayoría por la zona de sericita-esmectita, y parcialmente por caolinita, según los resultados del reconocimiento de terreno. En el caso de la zona de alteración Venezuela de Castaño, la zona de alunita de la cima del cerro fue confundida con la zona de caolinita en el mapa. Sin embargo, en lo que concierne a las laderas, las informaciones del mapa coinciden con la geología real. En conclusión, la interpretación de sericita en las zonas de alteración hidrotermal ha sido relativamente satisfactoria. Sin embargo, en otras zonas que no sean de alteración hidrotermal, la confusión ha sido muy notoria. Particularmente, los sedimentos de las quebradas fueron confundidos con sericita. A veces se confundía también con caolinita o alunita en estas partes, pero en la mayoría de los casos aparecía como sericita. Por lo tanto, al momento de interpretar estos mapas es sumamente necesario verificar las zonas de alteración hidrotermal con las imágenes de falso color (3-5-8).

Por otro lado, el reconocimiento de campo fue precedido por estos preparativos, u aún así cuando se visitó las quebrada de Conconta y de Potreros de Pancha con la expectativa de encontrar la alteración hidrotermal de sericita, se encontró que la interpretación ha sido errónea y que en realidad se distribuyen las rocas graníticas meteorizadas asociadas con sericita (muscovita). Por lo tanto, esta metodología debe ser aún más mejorada.

#### (4) Zonas con predominio de goetita

La goetita, normalmente es identificada aprovechando que presenta evidente absorción en la gama de visibles entre 0,4 y 0,5 $\mu$ m (azul). Sin embargo, los resultados de este análisis no han sido lo suficientemente correctos por lo que es necesario resolver este punto en el futuro. Por ejemplo, la zona de alteración de Ranchillo del Cordón de la Brea, pese a que la disseminación de goetita se extiende ampliamente en el cerro, esta geología no ha sido representada en las imágenes de JERS-1 OPS. Una de las alternativas para resolver este problema sería generar un mapa que represente sólo la concentración de goetita, y complementar el método de análisis con los mapas de interpretación de minerales de arcilla, imágenes de falso color (3-5-8) y el mapa de interpretación de goetita.

Al comparar las informaciones recogidas en el reconocimiento de campo con los resultados del análisis, se detectaron los siguientes hechos:

- En el mapa de análisis de JERS-1 OPS frecuentemente se confunden alunita con caolinita, aunque cuando éstas son englobadas como minerales de alteración ácida, los resultados del análisis son lo suficientemente precisos.
- Las zonas de alteración hidrotermal identificadas relacionadas con sericitización según las imágenes de LANDSAT TM (primer año del estudio) coinciden en la mayoría de los casos con la geología superficial real
- Los resultados del análisis pueden ser falsos en otras áreas que no sean zonas de alteración hidrotermal, especialmente en los cuerpos de agua, lo que plantea la necesidad de verificar su validez comparando con las imágenes de "ratio" o de falso color.

Para el análisis se tomó en cuenta estos factores, y se utilizó la tecnología para la deducción de los minerales de alteración en los criaderos conocidos y para descubrir nuevos criaderos basándose sobre la distribución de las zonas de sericitización.

Dado que el análisis de los datos de JERS-1 OPS todavía presenta varios problemas que se deben resolver, estos datos no habían sido utilizados en un estudio práctico hasta la fecha; aún hoy en día se utilizan los datos de LANDSAT TM para la exploración en diferentes países. Sin embargo, en lo que concierne a la capacidad de identificación de minerales, el volumen de informaciones que ofrece JERS-1 OPS es mucho más grande que LANDSAT TM, y es posible aplicar esta tecnología al análisis como el que se efectuó en el presente estudio. Por lo tanto, sería muy práctico utilizar los datos de LANDSAT TM y complementar las informaciones con JERS-1 OPS para obtener informaciones geológicas más específicas y precisas.

### **3-2 Características de las zonas de mineralización de la Cordillera Oriental Andina**

En la Fig.II-3-2 se muestra la ubicación de las zonas de alteración y de mineralización del Area del Estudio, las principales estructuras, así como los sitios donde se llevaron a cabo el reconocimiento de los dos años del estudio. Las zonas de alteración y de mineralización, tal como se describió en el informe del primer año se caracterizan por los siguientes factores: (1) muchas de las zonas de alteración y de mineralización de la Cordillera Oriental Andina corresponden al Terciario; (2) muchas de las rocas volcánicas y plutónicas del Terciario se encuentran ampliamente en la zona fronteriza con Chile, y la mayoría de las zonas de alteración y de mineralización se emplazan en estas áreas (Cordilleras Principal y Frontal); (3) las rocas intrusivas terciarias asociadas con las zonas de alteración y de mineralización se distribuyen esporádicamente en la Pre-Cordillera, Sierras Pampeanas y en Famatina, formando frecuentemente grandes zonas de mineralización, y; (4) existen también zonas de mineralización que no sean terciarias, y yacimientos y criaderos asociadas con el arco ígneo del Pérmico (Alcaparossa, Yalguaraz y San Jorge). El informe del primer año concluye que las zonas donde las rocas terciarias intruyen en el basamento de las rocas ácidas pérmicas a terciarias pueden ser consideradas como áreas promisorias. Además, también indica que las zonas donde las rocas terciarias intruyen al conjunto ordovícico, o el margen este de las zonas de distribuyen de las rocas ígneas del Pérmico a Triásico también constituyen áreas que merecen ser exploradas. En esta sección se entrega un resumen y evaluación de las características de las zonas de alteración y de mineralización de las siguientes áreas:

- (1) Area donde se distribuye ampliamente el conjunto de rocas volcánicas terciarias, incluyendo la zona fronteriza con Chile (Macho Muerto y el Valle del Cura)
- (2) Area de distribución de las rocas volcánicas y plutónicas del Pérmico a Triásico en el este del (1) (Cordón de la Brea, Tocota-Colanguil y Castaño)
- (3) Las zonas de mineralización asociadas con el conjunto ordovícico

#### **3-2-1 Zonas de mineralización en la zona fronteriza con Chile (Macho Muerto y el Valle del Cura)**

En el Cuadro II-3-1a se resumen los resultados del reconocimiento de campo. Las zonas de alteración y de mineralización de Macho Muerto se clasifican en dos grandes grupos. El primero es el grupo de las zonas comparables con el sistema porfídico o a un sistema alto superior a éste. El segundo es el grupo de las zonas de alteración tipo alta sulfidación y epitermal.

El primero se localiza en el norte de Macho Muerto, desde el río de la Peña Negra hasta el río Blanco. Corresponde a este grupo los criaderos hidrotermales La Ollita-Tamberias-Vicuñita, El Potro, Río Blanco, Los Mogotes, etc. En estos criaderos aflora la alteración potásica, o de no ser así, se esconde en el subterráneo pero a una profundidad que permite ser identificada a través del sondeo. También se observa ampliamente la alteración filica (Table II-3-1a). En su exterior suele encontrarse la zona de alteración propilitica (La Ollita-Tamberias-Vicuñita). En El Potro se observa la distribución zonal típica de un pórfido. Por otro lado, a pesar de pertenecer al sistema porfídico, los criaderos se difieren uno del otro en lo que concierne a su mineralización. La mineralización de El Potro es de oro-cobre-molibdeno (Max. Au: 63ppb, Mo: 499ppm, con manchas de cobre oxidado), mientras que en Los Mogotes, la mineralización sólo es de molibdeno (Au: 24ppb, Cu:100ppm, molibdeno visible). El sistema hidrotermal de La Ollita-Tamberias-Vicuñita por su lado se caracteriza por la abundancia en oro, y se obtuvieron muestras de venillas de cuarzo que arrojaron una ley máxima de Au:6,6g/t (Ag:117g/t, Cu:3,2% y Mo:tr). Al comparar la geología de estos tres criaderos, se observa

