

PROVINCIA DE LA PAMPA

CONSEJO FEDERAL DE INVERSIONES

“IDENTIFICACIÓN Y ANÁLISIS
DE ÁREAS METALÍFERAS”

INFORME FINAL

OCTUBRE DE 2011

Lic. Mónica Adriana Pires

Índice

Prefacio	3
Agradecimientos	3
Resumen	4
Introducción	5
Ubicación del área de estudio	7
Marco Geológico	7
Antecedentes	7
Hipótesis de trabajo	8
Metodología	9
Consideraciones sobre el Informe Final	11
Resultados	12
Conclusiones	117
Recomendaciones	119
Bibliografía	120
Anexo	128

PREFACIO

Este trabajo ha sido realizado con el deseo de aportar nuevos conocimientos sobre el potencial minero de la Provincia de La Pampa.

Mas allá de las interpretaciones efectuadas, la intención es dejar un registro detallado del material que se halla en el campo, para que sirva de base en sucesivos estudios.

AGRADECIMIENTOS

Al Sr. Ministro de la Producción del Gobierno de la Provincia de La Pampa, Dr. Abelardo Ferrán, al Ing. Jorge Varela, Subsecretario de Hidrocarburos y Minería y al Lic. Martín Buss Jacob, Director de Minería, quienes con su invaluable apoyo me permitieron continuar con mi enriquecimiento profesional y académico.

Al Consejo Federal de Inversiones que financió en su totalidad este proyecto.

A la Dra. Diana Mutti, por su constante y desinteresada colaboración.

Al Intendente de la localidad de Puelches Sr. Julio Gerez, al Personal del Parque Nacional Lihué Calel, a los Destacamentos de Policía de Puelches y Cuchillo-Có y a todas las Familias que nos permitieron trabajar en sus campos, nos albergaron y cuidaron en todo momento.

A la Universidad de La Pampa, que me brindó sus instalaciones para el trabajo de laboratorio.

A Dolores Alvarez, Carolina Mendez, Eugenia Soreda quienes me sacaron amablemente, de apuros.

Por último quiero agradecer el apoyo incondicional de mi esposo e hija quienes SIEMPRE están ahí cuando los necesito.

12 de Octubre de 2011

Mónica Pires

RESUMEN

En el presente trabajo se estudió el complejo volcánico-plutónico aflorante en el oeste y centro de la Hoja Geológica Puelches, con el objetivo de identificar áreas que pudieran contener yacimientos de elementos metálicos.

Se trabajó sobre un área de 7000 Km², llevando a cabo un relevamiento de campo detallado. Se analizaron las alteraciones de las rocas, sus características geoquímicas y la relación existente entre ambas y las estructuras regionales evidenciadas en el campo y en los estudios geofísicos.

De todo el material analizado se seleccionaron 4 áreas:

- ❖ El Cerro Choique Mahuida, al oeste del Río Curacó, que se interpretó como un sistema epitermal de baja sulfuración.
- ❖ El cuadrante noreste del sector estudiado, que muestra características de contener un pórfido en profundidad.
- ❖ El área circundante, que incluye las antiguas Minas de cobre de Lihue Calel, y vetas cercanas que se interpretaron como sistemas distales relacionados al pórfido.
- ❖ Las Sierras de Choique Mahuida cercanas al Río Colorado en la que también se hallan caracteres relacionados a un pórfido en profundidad.

INTRODUCCIÓN

La faja meridional centro oeste del país (centro oeste de la provincia de La Pampa, oeste de la provincia de Córdoba y provincias de San Luis, La Rioja, Catamarca, Salta y Jujuy) posee un dominio metálico en el marco de la corteza terrestre caracterizado por elementos polimetálicos, entre ellos: Au, Ag, Pb, Cu, As, Zn, W, Mo y Sn, cuya génesis, en décadas recientes, se vincula con modelos yacimientológicos de sistemas magmático–hidrotermales principalmente (Zappettini, 1999).

El análisis de esta distribución, junto a la de otros elementos menores o asociados, permite delinear además, que las unidades geológicas de esta porción de terreno contienen yacimientos, depósitos y/o manifestaciones polimetálicos que acompañan fajas metalogenéticas vinculadas a una evolución geológica desde el protomargen de Gondwana hasta el margen andino actual (Zappettini, 1999).

Al respecto, si se analiza la distribución regional de los metales preciosos y base para este sector mencionado, se reconocen tres episodios principales de concentración de metales en el marco del territorio, luego del episodio orogénico precámbrico-eopaleozoico u orogenia pampeana.

1) el *famatiniano* ejemplificado por los depósitos de La Rinconada en Jujuy; Incahuasi en Catamarca y La Helvecia en La Rioja (Zappettini, 1999 y referencias allí)

2) el que para algunos investigadores está incluido en el famatiniano, evento *achaliano* y *el gondwánico*. Ellos poseen manifestaciones y depósitos representados por Pumahuasi en Jujuy; Distrito Papachacra, Sierras de Calalaste y Culampajá en Catamarca; Sierra de las Minas y Quebrada de La Cébila en La Rioja; Los Cóndores y Las Aguadas en San Luis y los Distritos Candelaria y Cerro Áspero en Córdoba entre otros. (Zappettini, 1999 y referencias allí)

3) el *ándico* al cual se atribuyen los ejemplos de Laguna Verde, distrito minero Agua del Dionisio y yacimiento Gualcamayo en Catamarca; Peñas Negras y La Mejicana en La Rioja; La Carolina en San Luis y manifestaciones de la Sierra de Pocho en Córdoba entre otros.

Los dos primeros episodios se interpretan con relación a mineralizaciones eopaleozoicas (aunque no hay fehacientes dataciones que lo acrediten), yacen en rocas del basamento con metamorfismo de grado variable y en intrusiones ígneas con un índice de Shand que las incorpora en el campo mayormente de magmas peraluminosos y metaluminosos (Rapela *et al.*, 1990, 1992, 1998 a y b, 2001; Sims *et al.*, 1997, 1998; Lira *et al.*, 1997; Stuart-Smith *et al.* 1999, Llambías 1999, Miró 1999, Quenardelle y Ramos 1999; Bonalumi y Baldo, 2002; Sato *et al.* 2003; Lopez de Lucchi *et al.*, 2004; Otamendi *et al.*, 2004; Coniglio *et al.*, 2006; y véase por ejemplo Rapalini 2005 y referencias allí). Además, este magmatismo posee características en su estado de oxidación que gradúa desde condiciones reductoras a moderadamente oxidantes (Pinotti *et al.*, 2004; Geuna *et al.*, 2007, 2008; Mutti *et al.*, 2009), rasgo que concuerda con la filiación de los depósitos portadores de W, Mo, Cu y Au respectivamente y que se hallan en la región.

Con la finalización de la fase orogénica San Rafael se desarrolla una etapa de distensión vinculada a episodios postcolisionales, que da lugar a un régimen de tipo extensional al que se asocian secuencias riolíticas (post orogénicas a anorogénicas) y granitos (postcolisionales) Este magmatismo tiene registro desde la Puna salteña en el norte, extendiéndose hacia el sur hasta la provincia del Neuquén y conlleva un importante episodio metalogenético evidenciado por mineralizaciones de tipo epitermal a transicional polimetálico (distrito Las Picazas-Río diamante, Mendoza), vetas de fluorita (distrito Pata de Indio, San Juan; Yaucha, Mendoza). Con las cúpulas graníticas se asocian depósitos vetiformes de W (Grupo Josefina, Mendoza). Sin duda el evento más importante corresponde a la mineralización uranífera asociada a depósitos volcanosedimentarios distales a esta actividad magmática Distrito sierra Pintada, Mendoza)

En La Pampa estos eventos están registrados, fundamentalmente en las áreas correspondientes a la Hoja Puelches, Gobernador Duval, La Reforma y Santa Isabel (Linares *et al.*, 1980; Llambías 1975, 1976; Llambías y Leveratto, 1975;

Llambías *et al.*, 2003; Melchor, 1999, 2000; Sruoga y Llambías, 1992; Tickyj, 1999; Tickyj y Llambías, 1994). No hay motivo para que la capacidad metalogenética de estos eventos, registrados en el resto del territorio argentino, no se hayan extendido hacia La Pampa y es lo que motiva el estudio de las áreas mencionadas.

Ubicación del área de estudio

El área de estudio está incluida en la Hoja Puelches 3966–11 (Espejo y Silva Nieto, 1996). Los límites geográficos son: los meridianos 64° 50' y 66° 00' de longitud oeste y los paralelos 38° 00' y 39° 00' de latitud sur. Abarca una superficie aproximada de 7000 km² en los departamentos Curacó y Lihue Calel.

Marco Geológico

Sobre el extremo oeste de la comarca afloran esquistos y rocas pegmatíticas asociadas, del Basamento Cristalino de edad precámbrica. Estas rocas están intruidas por granitos rosados correspondientes a la Formación Curacó de edad ordovícica que aflora en varios sectores del área. También se puede encontrar afloramientos de un granito muscovítico biotítico de la Formación Lonco Vaca de edad devónica.

De edad pérmica inferior se encuentran los afloramientos de areniscas y pelitas de la Formación Carapachas en el oeste del sector que son intruidas por granitos rosados a grises, riolitas y andesitas pertenecientes a las formaciones Zúñiga, Choique Mahuida y El Centinela de edad Pérmico Superior-Triásico Inferior.

Antecedentes

Son numerosas las referencias sobre información geológica que se han hecho sobre esta región, pero no son muchos los trabajos relacionados al potencial metalífero.

Doering (1882), Bailey Willis (1914), Bouchonville (1945), Stappenbeck (1913), Wichman (1928), realizaron expediciones de reconocimiento geológico e

hidrogeológico. Fue Sgrosso (1939) y luego Gonzalez Amorín y Soto (1953) quienes comenzaron a estudiar aspectos mineros del área, en las minas de cobre de Lihue Calel.

Luego Llambías (1974) estudió la mineralización del Cerro Choique Mahuida y más tarde las Minas de Cobre de Lihue Calel (Llambías 1975).

Otros trabajos relacionados a la geología del sector, son mencionados por contener información básica para el presente trabajo; Vilela y Riggi (1953); Llambías (1973), Llambías y Leveratto (1975); Linares *et al*, (1977 y 1980), Hoja Geológica 3966-11, Puelches (Espejo y Silva Nieto, 1996), Informe geofísico sobre el yacimiento de Lihue Calel, provincia de La Pampa (Garavilla, 1983), Chernicoff y Zapettini (2003) y Llambías (2003).

Hipótesis de trabajo

De las rocas aflorantes en el área, se dejaron pendiente, las correspondientes al Basamento Cristalino y a la formación Carapachas, debido al tiempo acotado del presente estudio.

Se trabajó sobre las facies volcánico-plutónicas, buscando evidencias de los procesos hidrotermales que afectaron a las mismas a lo largo de su desarrollo, ya que se consideran fundamentales en la formación de yacimientos metálicos. Se consideró como hipótesis de trabajo, el desarrollo de sucesivos pulsos mineralizantes relacionados con fuentes diversas y mecanismos de deformación.

METODOLOGÍA

Los trabajos realizados se dividieron en tareas de gabinete, tareas de campo y laboratorio.

Las tareas de gabinete

Las tareas de gabinete consistieron en la recopilación y análisis de los antecedentes geológicos de la Hoja Puelches y la utilización de imágenes aéreas y satelitales para la ubicación de vías de acceso.

Para las presentaciones se realizaron gráficos con el programa MapSource, Global Mapper y CorelDraw, con el fin de lograr una visualización de la disposición de los puntos y las muestras en las áreas de estudio.

Se realizaron 4 informes parciales diciembre 2010, marzo 2011, junio 2011 y agosto 2011, con toda la información recopilada en el campo a medida que se iba efectuando. Los mismos están en poder del consejo Federal de Inversiones y en la Dirección de Minería de la Provincia de La Pampa.

Tareas de Campo

Para el estudio de las rocas seleccionadas se dividió a la región en 6 subregiones. Se citaron como:

Subregión 1: entre las longitudes W65° 15´ y W65° 37´ y las latitudes S38° 00´ y S 38° 17´

Subregión 2: se enmarca entre las latitudes S38°29´ y S 38°40´ y las longitudes W65° 40´ y W65° 59´ Cerro Las Piletas, Cerro Choique Mahuida, Cerritos El Guanaco

La subregión 3: entre las longitudes W65° 45´ y W64° 46´ y las latitudes S38° 16´ y S38° 30´

La subregión 4: entre las longitudes W65° 37´ W66° 15´ y las latitudes S38° 00´ y S 38° 17´

La subregión 5: entre las longitudes W65° 45´ y W64° 46´ y las latitudes S38° 30´ y S 38° 43´

La subregión 6: se enmarca entre las longitudes W65° 34´ y W65° 16´ y las latitudes S38° 39´ y S38° 49´ Sierras del Choique Mahuida

Se solicitaron, a los propietarios de los campos involucrados, los permisos correspondientes para el ingreso y trabajo en las áreas.

Los trabajos en el campo consistieron en el recorrido de los circuitos y la ubicación de las unidades aflorantes, utilizando coordenadas geográficas tomadas con receptor GPS. De cada unidad se sacaron fotos, se tomaron muestras y se describieron las características geológicas relacionadas: rumbos, buzamientos, foliación, fracturamiento, alteración.

En el primer informe diciembre 2010, se describió las actividades realizadas en la subregión 2, en el informe de marzo 2011, las de las subregiones 1 y 4, en junio las de las subregiones 3 y 5 y en agosto del 2011 las actividades de la última subregión, la número 6.

De todas maneras algunos lugares han quedado pendientes, por su gran extensión y el tiempo acotado que se contó para las campañas.

Tareas de laboratorio

De todas las rocas halladas en el campo, se estudiaron las muestras en corte fresco y se realizaron cortes pulidos para observación con lupa binocular. Se describió cada muestra, se fotografió y la información obtenida se recopiló en el informe de avance correspondiente a su área. Se realizó una selección para cortes petrográficos y geoquímica de acuerdo a las características vistas en la lupa binocular. Los análisis geoquímicos fueron realizados en los laboratorios de Act-lab en Canadá.

Consideraciones sobre el informe final

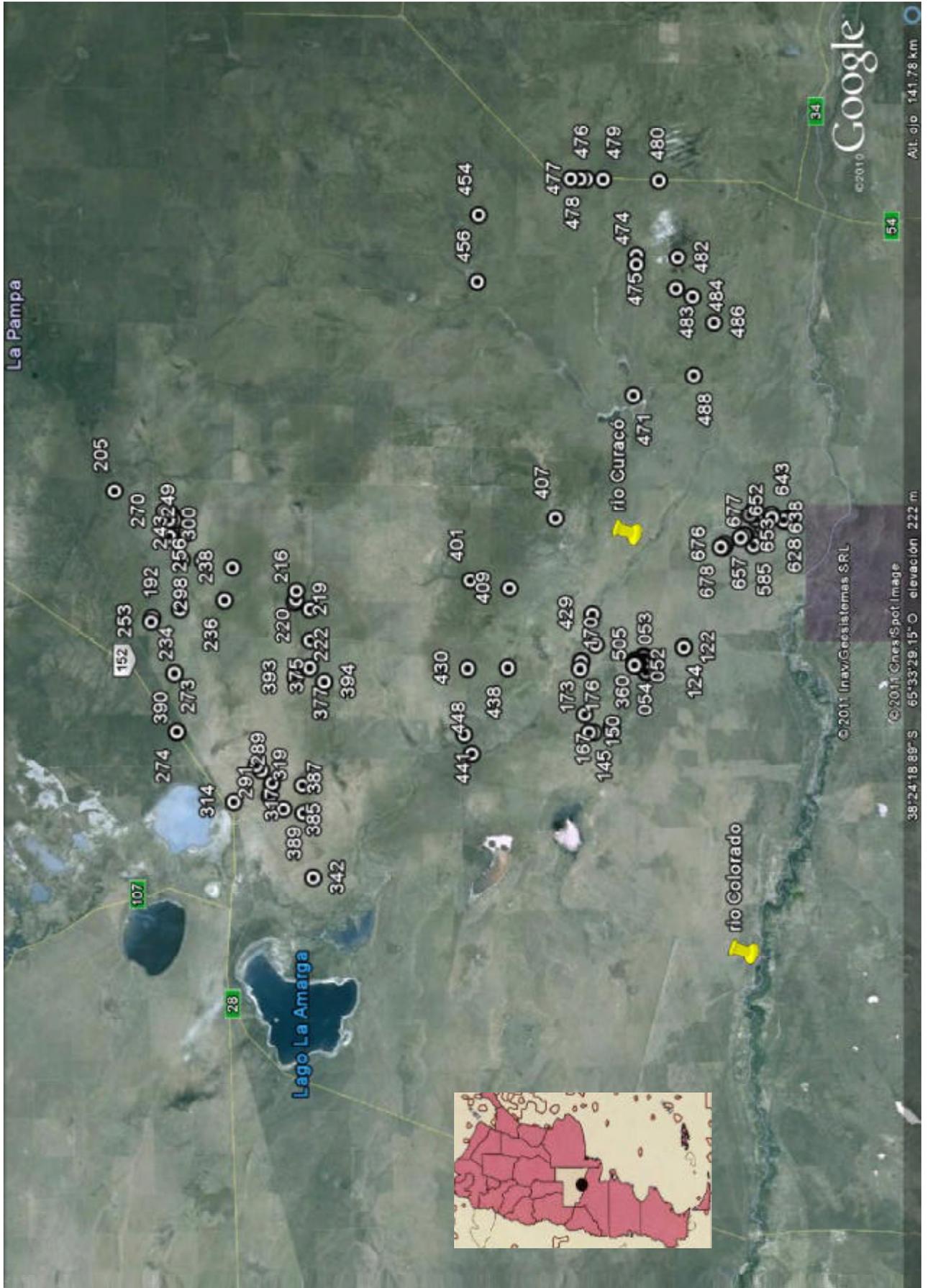
Los informes de avance presentados, como se cita anteriormente, contienen TODA la información obtenida en el campo, y discute sobre algunas temáticas aunque preliminares y expeditivas.

Posteriormente, con el análisis de los cortes delgados y la geoquímica se seleccionaron las áreas que, a criterio del autor, revisten mayor relevancia.

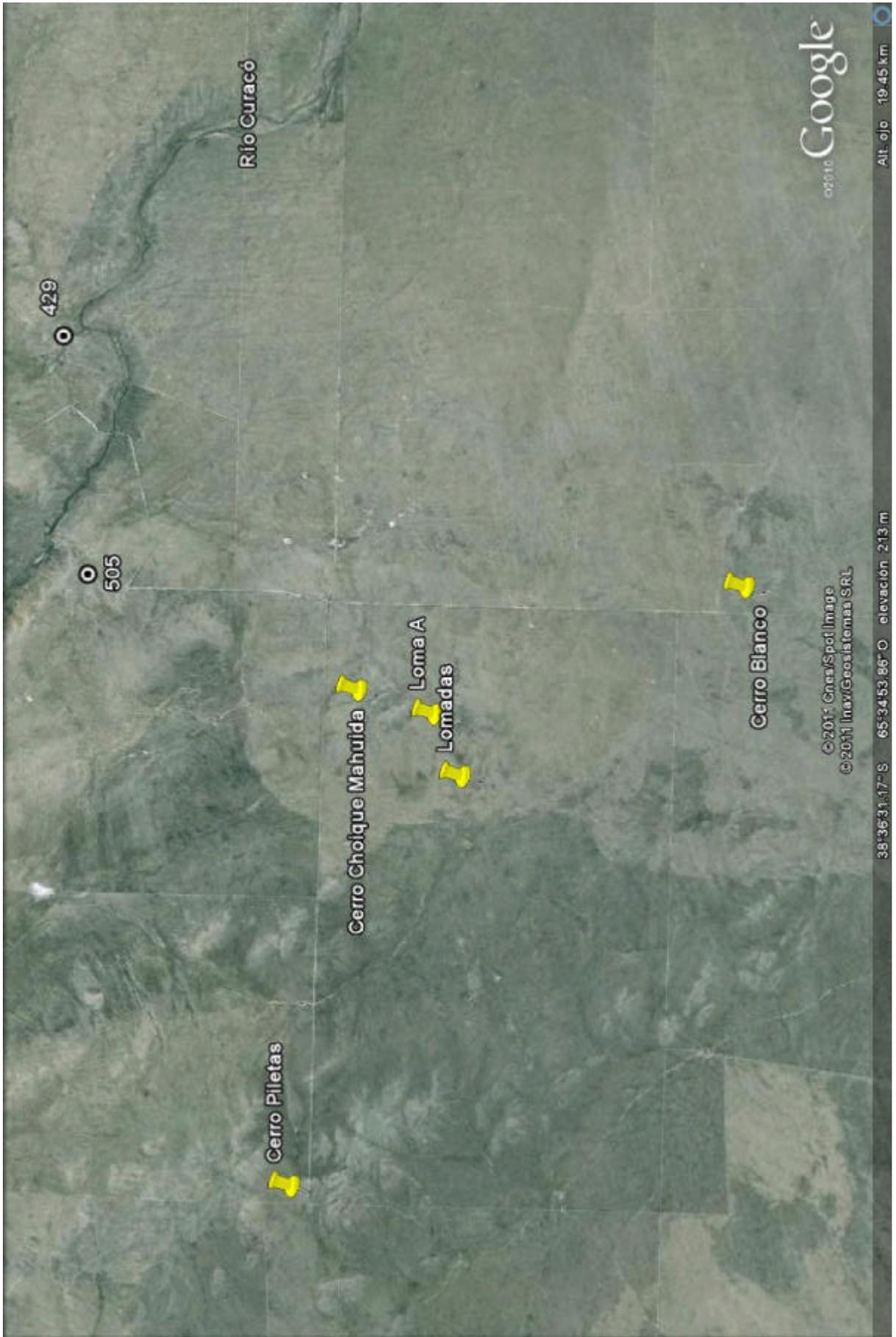
Sobre estas áreas seleccionadas, se trabajó en el informe final teniendo en cuenta que, por una cuestión de orden y facilidad para la comprensión de los nuevos datos obtenidos, se debió copiar parcialmente la información ya descrita en los informes de avance.

RESULTADOS

Mapa de ubicación de los afloramientos estudiados



CERRO CHOIQUE MAHUIDA



Cerro Choique Mahuida - 38°36'04.0''S - 65°35' 23.3''O

Forma de acceso

Se toma la Ruta provincial 107 (camino de tierra) desde la localidad de Puelches hacia el Sur, unos 60km. Sobre la margen izquierda de la ruta se accede al Establecimiento Las Piletas. Esa entrada, es un camino vecinal que se dirige hacia el Este y que llega en primer lugar al puesto del Establecimiento, luego pasa frente al Cerro las Piletas y atraviesa los campos de las Flias Calvo y Aramendi. Desde este último, se sigue hasta el contrafuego N/S límite entre las propiedades de las flias Aramendi y Trancamilla, a unos 30 km desde la ruta 107. En el Puesto Carcciofi, en la propiedad de la Flía Trancamilla, se ubica el Cerro Blanco, unos 7km al noroeste se encuentra el Cerro Choique Mahuida y lomas asociadas.

Característica generales

Conjunto de elevaciones que ocupan un área de aproximadamente 9 km².

La altura máxima corresponde al Cerro Choique Mahuida que está a 290msnm, con una topografía de 90m sobre la planicie que lo rodea.

Unos 1000m hacia el suroeste se halla un cerro más pequeño, a 237 msnm, (denominado loma A) 3 lomas más pequeñas (denominado lomas al sudoeste) y algunas lomadas (fotos 1:1, 2, y 3)

Cercano a este conjunto se encuentra el Cerro Blanco (a unos 7 km al suroeste) conformado por brechas volcánicas y el Cerro Las Piletas (9 km al noroeste) que es una sucesión de riolitas e ignimbritas con sectores caolinizados.



Foto 1:1 - Vista del Cerro Choique



Foto 1:2 -Vista del Cerro Choique (izquierda) y Loma A



Foto 1:3 - Vista de las lomas al suroeste del Cerro Choique
Loma A y Cerro Choique a la derecha

Es una secuencia volcánica estratificada con rumbo N30O, y buzamiento entre 35° y 90°, fracturada en varias direcciones y con una intensa alteración, que ha destruido totalmente la textura original. Las rocas tienen colores grises amarillentos, rosados, rojos o celestes grisáceos oscuros (fotos 1:4 y 5)



Fotos 1:4 y 5 – vista de la estratificación de los afloramientos

Predomina la silicificación, pero en los distintos afloramientos con esta intensa silicificación, alternan variados tipos y niveles de alteración.

En la ladera NE del Cerro Choique, en donde están aflorando los niveles más altos, se superponen procesos de oxidación y caolinización dando lugar a limonitización que conforman impregnaciones y venillas (fotos 1:6, 7 y 8).

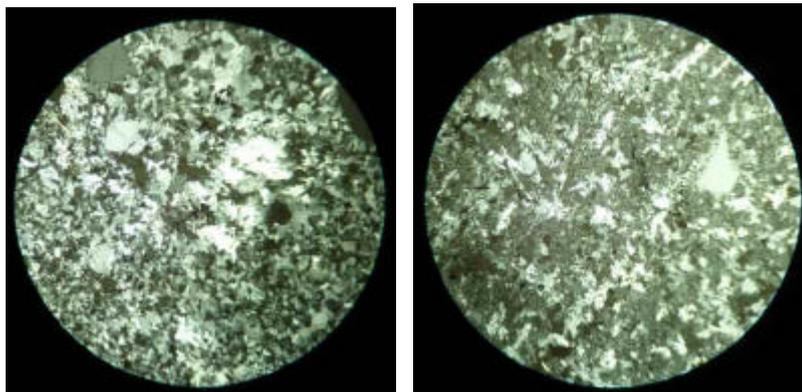


Foto 1:6 y 7 - Texturas coloformes con limonitas



Foto 1:8 – caolín

Bajando por el extremo sur de la ladera suroeste, desde el tope del cerro a los 290msnm hasta los 220 msnm todas las muestras están conformadas por una pasta de cuarzo multiepisódico, con distintos tamaños de cuarzo en rompecabeza en los que se puede hallar algunos relictos de fenocristales (foto 1:9).



CA: Foto 1:9

CA - Foto 1:10 Calcita espática

A los 275 m las muestras revelan texturas de reemplazo de calcita espática por cuarzo (foto 1:10).

La alteración argílica avanzada, también se pone en evidencia en la ladera suroeste hacia los 230m, donde está asociada a la lixiviación de fenocristales de feldespato alcalino que le confieren a la roca una textura de tipo vuggy (foto 1:11 y 12). Muchos de estos espacios vacíos son rellenados por alunita pseudoacicular (foto 1:13) .



Foto 1:11 – cuarzo vuggy

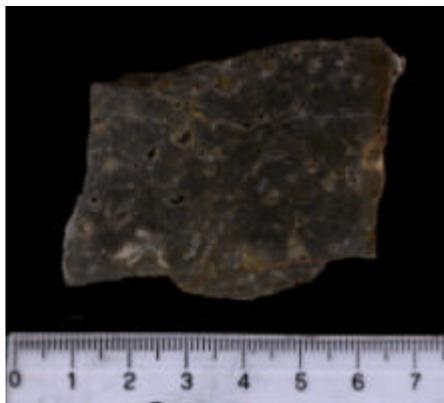
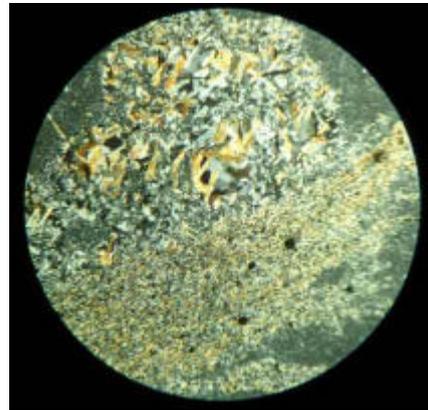


Foto 1:12 cuarzo vuggy



CA – Foto 1:13

Algunos niveles, en la ladera suroeste pero hacia el extremo norte (240m), están conformados por cuarzo multi episódico cruzado por venillas irregulares de anhidrita (foto 1:14, 15, 16). Toda la muestra está cubierta por sericita (fotos 1:17) y en algunos sectores caolinita (foto 1:18)

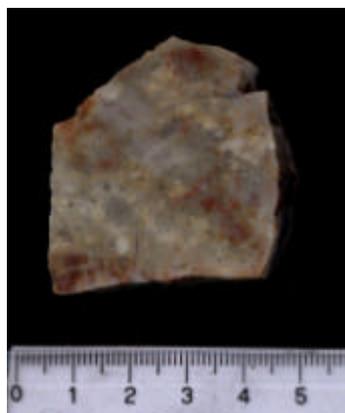
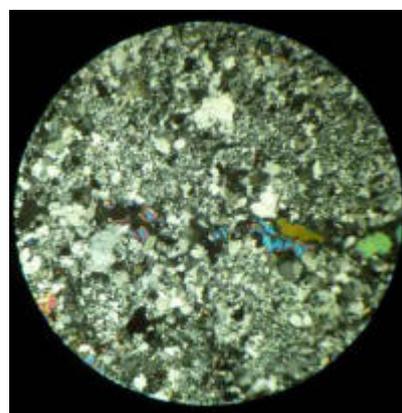
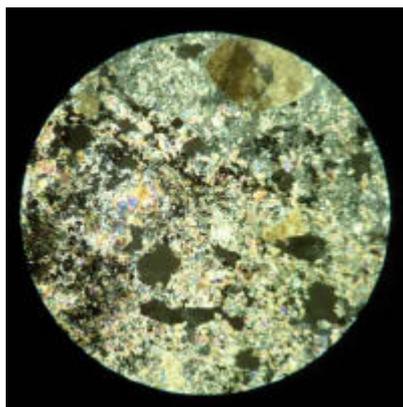


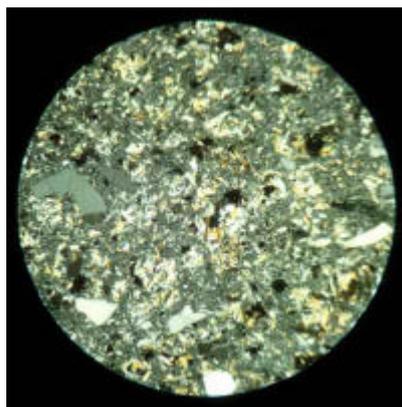
Foto 1:14



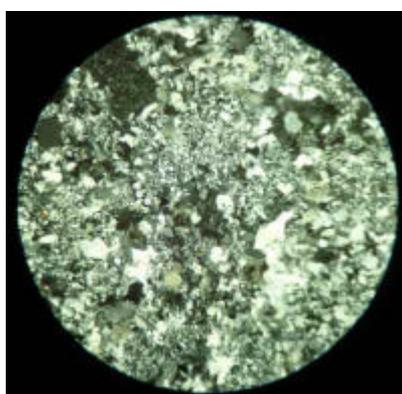
CA –Foto1:15 - anhidrita



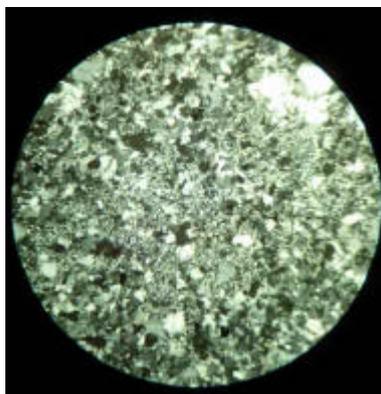
CA – Foto 1:16



CA – Foto 1:17



CA – Foto 1:18



CA –Foto 1:19

Asimismo, la silicificación es evidente por el reemplazo de fenocristales, la recristalización de la pasta y el relleno de vesículas por cuarzo (foto 1:19)

Un poco más hacia abajo, en el mismo lugar, hay rocas con rutilo en venillas, a la que se le sobreimpone alunita tabular fina; las venillas tienen acumulaciones de óxidos (fotos 1:20, 21 y 22).

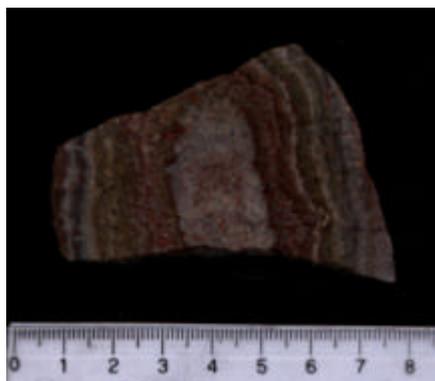
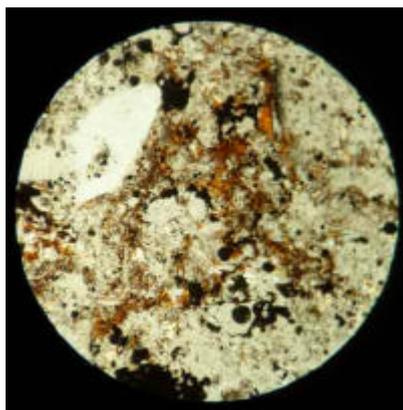
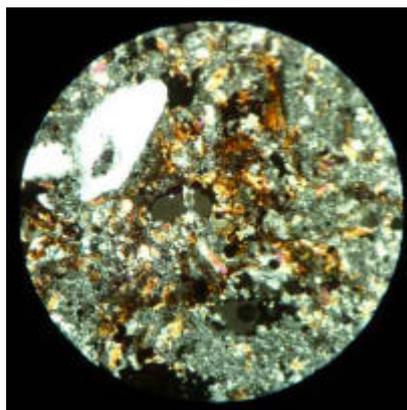


Foto 1:20



SA Foto 1:21



CA - Foto 1:22

A niveles medios (220 a 200msnm), en los afloramientos que están a unos 800 m del Cerro Choique, Loma A - S38 36 36.7 W65 35 29.5 predomina la silicificación total de las muestras pero asimismo aparecen carbonatos (foto 1: 23 y 24) y rutilo en vesículas (foto 1:25). La muestra del ejemplo (foto 1:23) está formada por grandes fenocristales de cuarzo en una pasta de cuarzo y feldespato??? con sectores recristalizados. Los fenocristales están engolfados por la pasta.

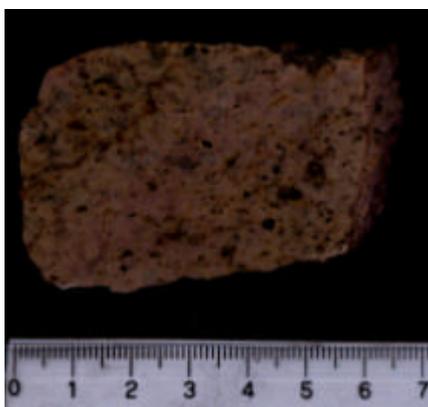
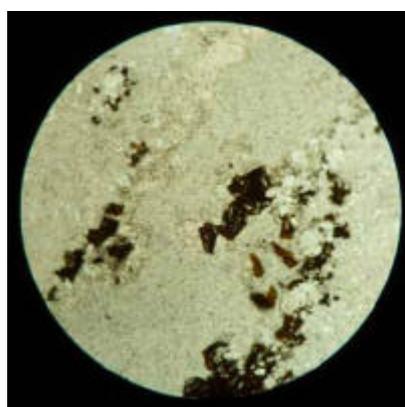


Foto 1:25



SA - Foto 1:23



SA - Foto 1:24

A los 200 metros las rocas tienen nuevamente texturas de reemplazo de calcita espática (foto 1:26) que al microscopio se remarcan por la presencia de opacos (foto 1:27). En un nivel más abajo las muestras tienen calcita. (foto 1:28)

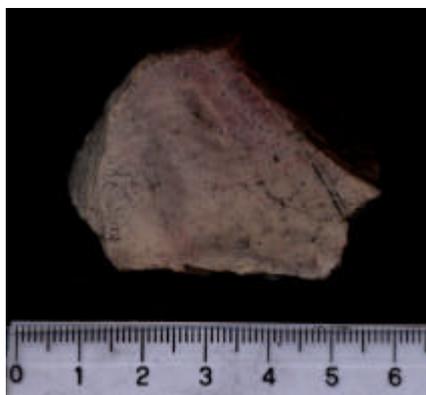
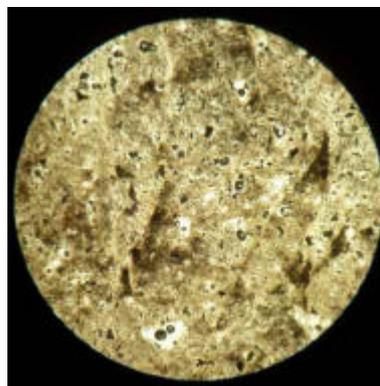


Foto 1:26



SA Foto 1:27

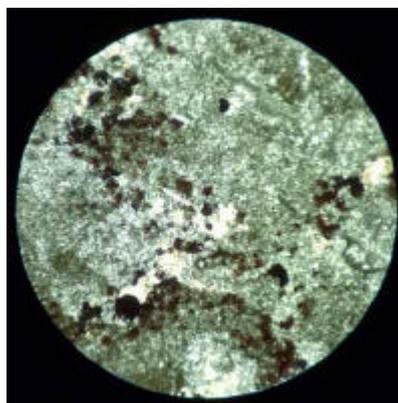
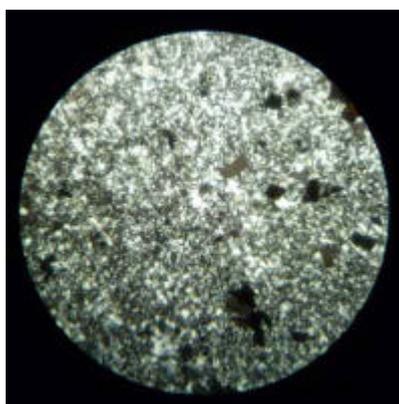


Foto 1:28

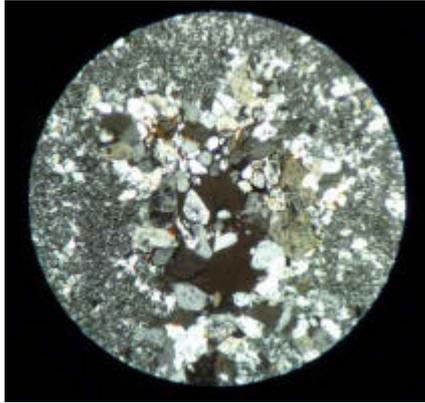
Hacia los niveles inferiores, que afloran en las lomadas finales por el suroeste del cerro **38 36 46.6S 65 36 02.5O** predomina el cuarzo calcedónico (foto 1:29) y el ópalo (foto 1:32), stockworks a brechas con venillas limoníticas (foto 1:33) y adularia diseminadas (1:30 y 31) y alunita pseudo-cúbica (1:39).



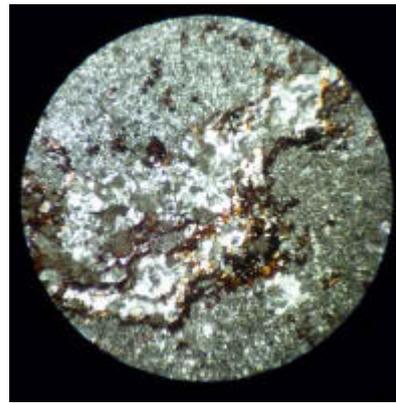
CA – Foto 1:29



CA – Foto 1:30 adularias .

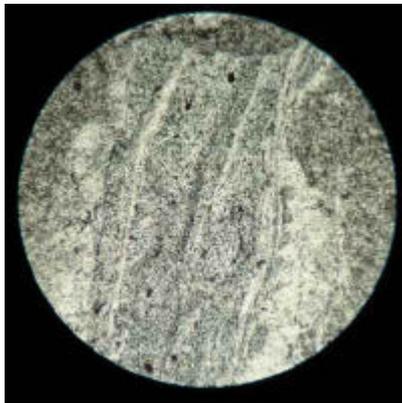


CA - Foto 1:31

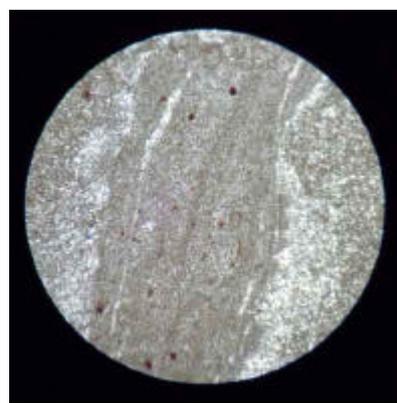


CA Foto 1:33

1:31 Adularia en secciones euhedrales rómbicas menos a 0,2 mm, dispersas en la masa de cuarzo recristalizado o calcedónico.



SA foto 1: 32 Opalo

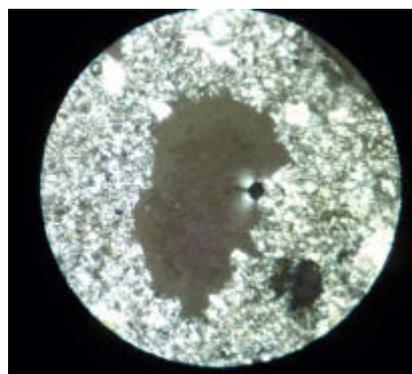


CA Foto 1:32

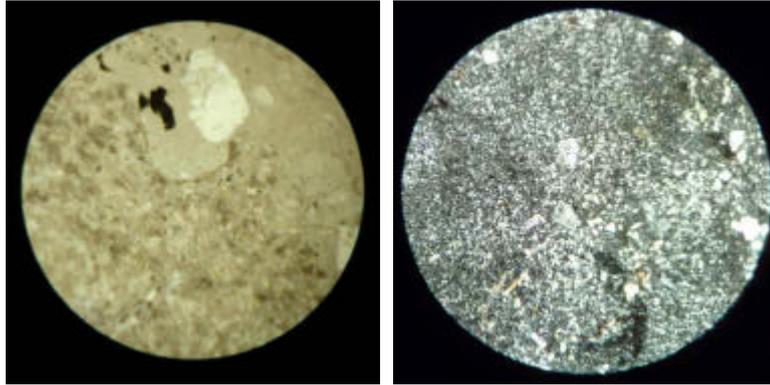
Texturas de relleno de vesículas con cuarzo bipiramidal (foto 1:35) y mosaico rompecabeza (1:36) carbonatos (foto 1:37), venillas de rutilo y pirita (foto 1:34) y bandeamientos con distintos tipos de cuarzo (1:38)



SA - Foto 1:34



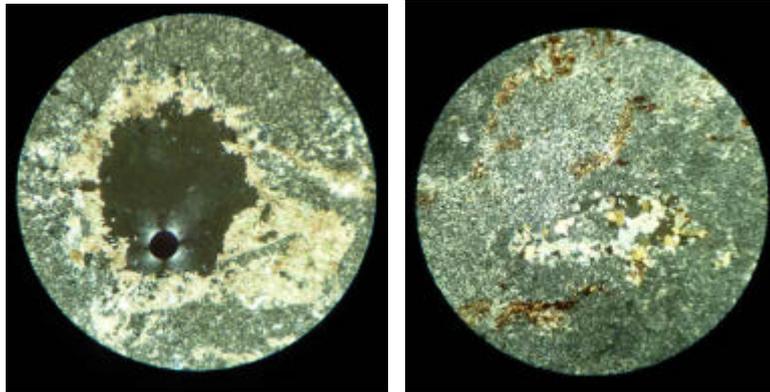
CA - Foto 1:35



SA – Foto 1:36 - Foto 1:39

Foto 1:36 Cuarzo anhedral y subhedral con contactos interpenetrados cubiertos por partículas de opacos

Foto 1:38 Alunita pseudo cúbica en el centro de la muestra



CA – Foto 1:37

CA - Foto 1:38

Análisis Químicos del área

Elemento	Au	Ag	Cu	Mo	Pb	Ni	Zn	As	Ba	Na	Sr	S	Masa
Unidad	ppb	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	%	ppm	%	gramos
Limite de detección	2	0.3	1	1	3	1	1	0.5	50	0.01	1	0,01	
53	<2	< 0.3	11	2	85	2	3	22.5	320	0.25	459	2	28.4
54	<2	< 0.3	10	13	64	3	7	37.5	280	0.8	273	5	25.2
65	41	0.4	23	4	20	6	8	37.4	900	0.2	407	5	25.2
89	<2	< 0.3	4	2	14	3	3	11.3	410	0.29	129	4	24.7
90	<2	0.3	5	3	<3	2	2	22.2	160	0.03	51	0	28.5
95	<2	< 0.3	8	2	62	3	8	11.7	680	0.15	190	3	26.5
106	19	< 0.3	23	6	4	3	6	22	80	0.02	11	0	30.2
124	<2	< 0.3	4	<1	25	2	29	9.7	510	2.08	56	0	26.7

Caracterización del Cerro Choique, loma A, lomadas y Cerro Blanco.

La ebullición de soluciones hidrotermales es citada como proceso formador de minerales de mena, de cuarzo y de calcita en los depósitos epitermales. La presencia en el Cerro Choique de calcita espática, adularia y alunita pseudo cúbica, sugieren procesos de ebullición en el sistema (Simmons y Christenson, 1994; Browne, 1978; Buchanan, 1981; Hedenquist y Henley, 1985; Deyell *et al.*, 2005) a soluciones de pH neutros

.Hay una estrecha relación entre la adularia rómbica y la mineralización aurífera (Dong y Morrison, 1995), ya que el oro al igual que la adularia precipita cuando el proceso de ebullición es prolongado. Este elemento es transportado principalmente como complejo bisulfurado (Berger y Henley, 1989) y su solubilidad aumenta en su primer estadio de ebullición debido al aumento de pH causado por la pérdida de CO₂. Sin embargo, si la ebullición continúa la pérdida de SH₂ sigue aumentando el pH, por lo cual el oro se torna inestable en el complejo y precipita. Entonces, el oro y

la adularia rómbica se asocian cuando la ebullición es prolongada por lo cual es un buen indicador de presencia de minerales nobles.

Luego la reactivación tectónica del sistema produjo variaciones en las condiciones del fluido y transformó este sistema de ph neutro en un sistema de soluciones ácidas oxidantes (cuarzo vuggy) que fueron capaces de lixiviar elementos alcalinos Na, K, Cs, Li, Rb y alcalinos térreos Ca, Fe, Mn dado los bajos valores detectados en estos elementos dentro del área (ver informe químico completo en el anexo).

El As caracteriza el ámbito del muestreo de riolitas alteradas y el área, muestra además los mayores contenidos de S detectados, con elevados valores de Fe. Estos rasgos sugieren presencia de arsenopirita y si tomamos en cuenta las anomalías de Au, podemos suponer que el oro puede estar en la estructura de la arsenopirita y/o pirita arsenical.

La calcita espática y la adularia predominan desde el nivel de ebullición hasta por lo menos 100 a 150 m por encima junto con el máximo de oro. El nivel aflorante en el Cerro Choique está ubicado entonces en el nivel de ebullición.

Por debajo de ese punto se puede hallar metales bases como Cu, Pb, Zn, Ag, aunque, como no hay en el área un sinter, el Au en este sistema no está asociado al tope del paleonivel topográfico por lo cual podría aún hallarse.

La muestra 124 cuya geoquímica está en el cuadro de arriba, corresponde al Cerro Blanco.

La muestra químicamente refleja lixiviación de alcalinos y alcalinos térreos por lo cual es factible que pertenezca al área de alteración hidrotermal ácida-oxidante correlacionable con los niveles del cuarzo vuggy del Cerro Choique. No posee valores destacables en metales como Cu, Pb, Zn; no obstante ellos están presentes en muy baja proporción y por ende, frente a los restantes sitios muestreados podrían inducir a considerarla como parte del Sistema del Cerro Choique.

ÁREA NORTE

AL ESTE DEL RIO CURACO



La región de estudio cubre una superficie de aproximadamente, 2500 km². Incluida en ella se hallan las Minas de Cobre de Lihue Calel. Se caracteriza por la gran cobertura de arena en la mayoría de su superficie y los afloramientos muy dispersos y pequeños que hacen casi imposible la correlación entre unidades.

Dada estas circunstancias, el estudio se abordó desde la litología de las rocas halladas, en búsqueda de alteraciones, por lo cual, se muestrearon todos los afloramientos, tratando de evidenciar algún patrón específico.

Asimismo, la observación de fotos satelitales a distintas escalas muestra un gran control tectónico-estructural en las zonas y considerando, que las estructuras condicionan la circulación de las soluciones hidrotermales, se trató de hacer una correlación estructural, de alteración, geoquímica y geofísica para intentar inferir las posibilidades de mineralización de estas áreas.

La interpretación estructural llevada a cabo se basó en los rasgos más destacados sobre imágenes obtenidas del Google Earth con patrones lineales claros y control de drenaje.

La litología de la región está conformada por filitas y pegmatitas pertenecientes al Basamento Cristalino de edad Precámbrica, intrusivos de edad Ordovícica y Pérmica Superior, extrusivos de edad Permo-Triásica y rocas sedimentarias de edad Pérmica inferior.

En el mapa que antecede se georeferenciaron aquellos puntos que permitieron caracterizar la zona, pero en los informes de avance de marzo se describe todo el material completo.

Las rocas estudiadas fueron las rocas volcánicas y plutónicas que afloran en el área, dejando para otra oportunidad, los estudios sobre las rocas sedimentarias y metamórficas.

A las zonas de trabajo, se puede acceder por la Ruta provincial 152, 107, 28, 13, 11 y 15.

Punto 342 y 295



Muestra 342

Stockwork de cuarzo criptocristalino rosado anaranjado con venas y venillas de cuarzo multiepisódico en distintas direcciones. Las venas de mayor tamaño encontradas en el sector de la muestra 342, tienen un ancho de 50 cm y conforman un espacio total de 20 m de ancho. Las venas y venillas son en general simétricas de bordes netos y crecimiento en drusas. Hay juegos de venas y venillas paralelas y perpendiculares entre si. Se realizó el estudio geoquímico de esta muestra (ver en geoquímica).

El afloramiento correspondiente al punto 295, tiene una estructura circular en la que aparece cuarzo en stockwork, en brecha y masivo.



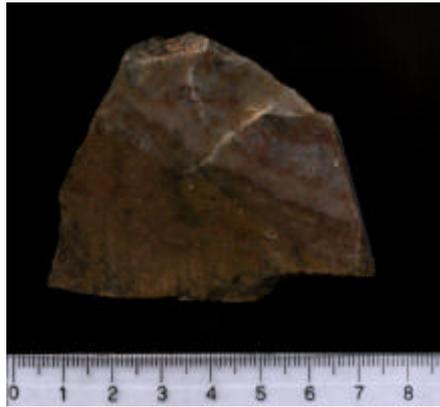
Muestra 295 a



Muestra 295 b

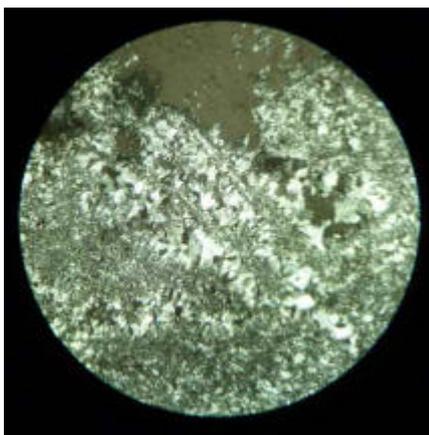


Muestra 295 c

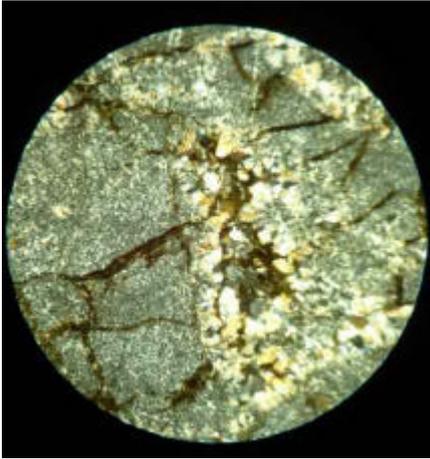


Muestra 295 d

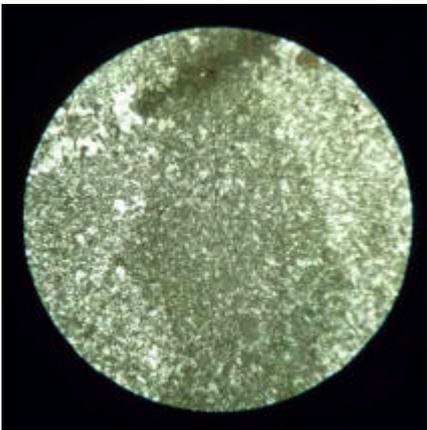
Al microscopio, se observan distintos tipos de textura: cuarzo calcedónico, en drusa, microcristalino, sombras de calcita espática reemplazada por cuarzo, venillas de óxidos y sectores de opacos diminutos entre el cuarzo calcedónico. Otra muestra del mismo sector corresponde a una brecha de fragmentos de opalo-cuarzo calcedónico de tamaños variados entre harina de roca y fragmentos de 5 mm y algunos cristales de feldespato. Los espacios vacíos entre fragmentos están rellenos de opacos y óxidos. A su vez están cruzadas por venillas rellenas por cuarzo en drusa.



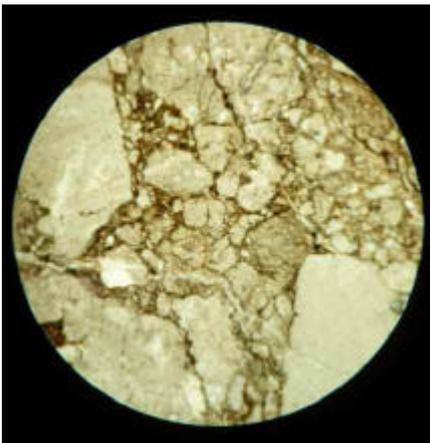
Muestra 295 - CA - cuarzo calcedónico reemplazando calcita espática, cuarzo en drusa, relleno de los espacios vacíos



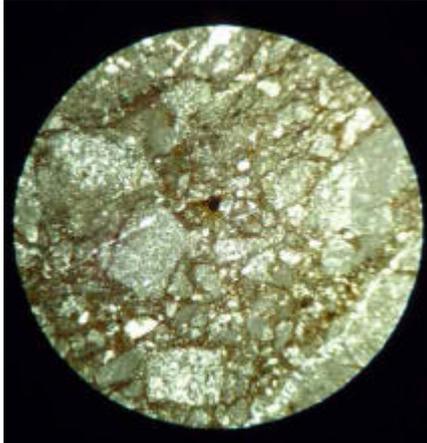
Muestra 295 - CA venillas de óxidos y cuarzo en drusa; reemplazo de calcita espática



Muestra 295 - SA y CA sectores con opacos



Muestra 295 SA - brecha



CA - otro sector

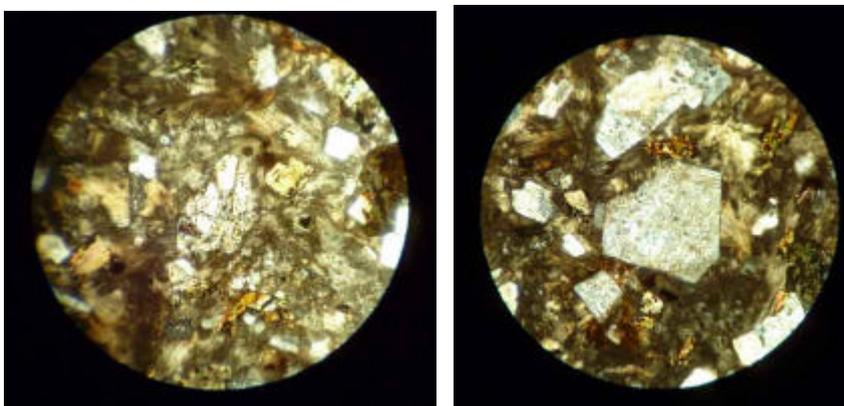
Tipo de alteración: silicificación

Punto 289



Muestra 289

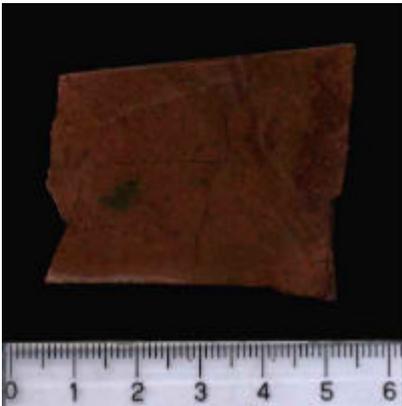
Roca porfírica con cristales de feldespato, plagioclasas, biotita en dos tamaños diferenciales en una pasta desvitrificada. Las plagioclasas están sericitizadas y reemplazadas en forma incipiente por carbonatos. También el reemplazo se observa en las biotitas.



Muestra 289 CA - feldespato sericitizado y reemplazado parcialmente por carbonatos, pasta desvitrificada

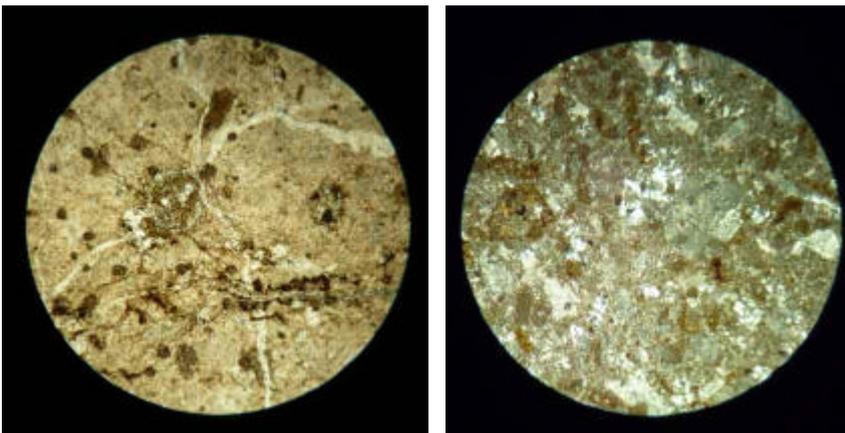
Tipo de alteración: argílica intermedia

Punto 291

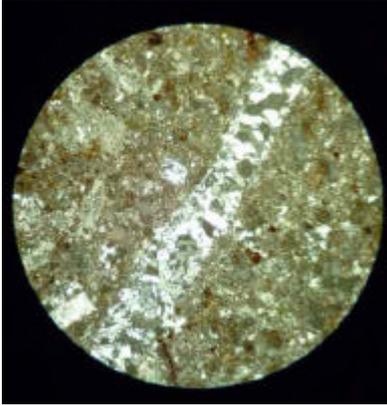


Muestra 291

Similar en composición y alteración a la muestra anterior, aunque el tamaño de los fenocristales corresponde al grupo de menor tamaño. La pasta es criptocristalina y no está desvitrificada. La característica más importante es la presencia de venillas que surcan la muestra. Estas venillas son de bordes netos pero desarrollo ondulado y anchos irregulares con cuarzo de contactos interpenetrados o en las más anchas con cuarzo en drusa. También se observan muchos fenocristales reemplazados por cuarzo y venillas de óxidos.



Muestra 291 - SA y CA - venillas de cuarzo - reemplazo de fenocristales



Muestra 291 - CA - cuarzo en drusa en venilla de bordes ondulados pero con contacto neto

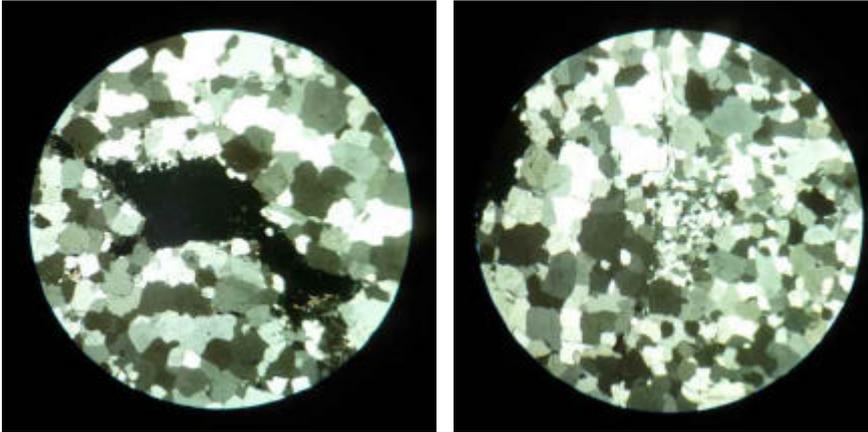
Tipo de alteración: silicificación con argilitización sobreimpuesta

Punto 317



Muestra 317

Formada por cuarzo anhedral a subhedral con contactos irregulares e interpenetrados tipo rompecabeza, en dos tamaños diferenciales, el más grande el que predomina en toda la muestra, 0,7 mm y en menor cantidad en tamaño 0,2 mm. La muestra en general está cubierta por finas partículas de opacos y surcada por venillas irregulares finas de opacos, que en sectores se engrosan y forman acumulaciones. Estas venillas se continúan a través de los límites de grano.



Muestra 317 – ca acumulaciones de opacos – varios tamaños de grano

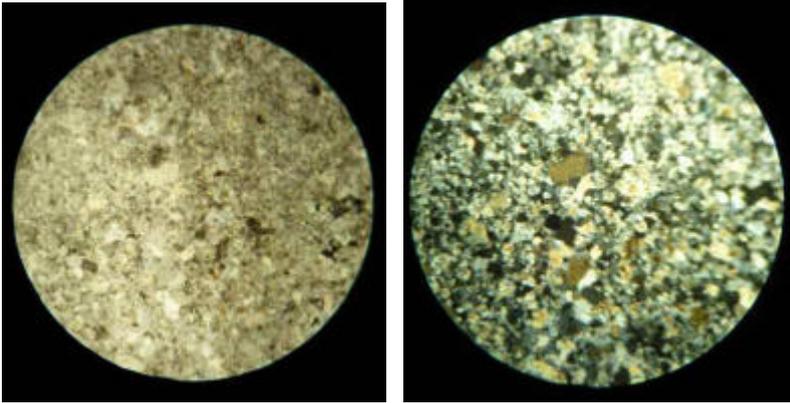
Tipo de alteración: silicificación

Punto 319



Muestra 319

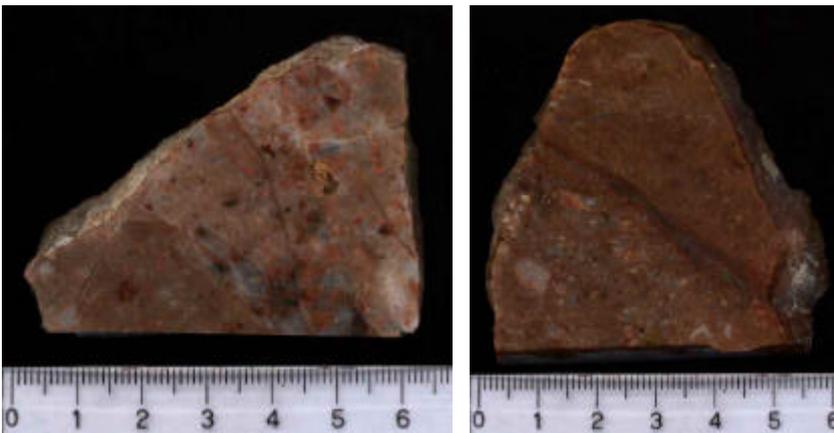
Feldespato potásico y cuarzo anhedrales a subhedrales con contactos irregulares de 0,4 mm y 0,1 mm. El feldespato potásico se observa amarillo remarcando la mayor proporción en la muestra. En algunos contactos de grano hay acumulaciones de opacos y toda la muestra está cubierta por finas partículas de opacos.



Muestra 319 sa y ca cuarzo-feldespatos alterados

Tipo de alteración: potásica

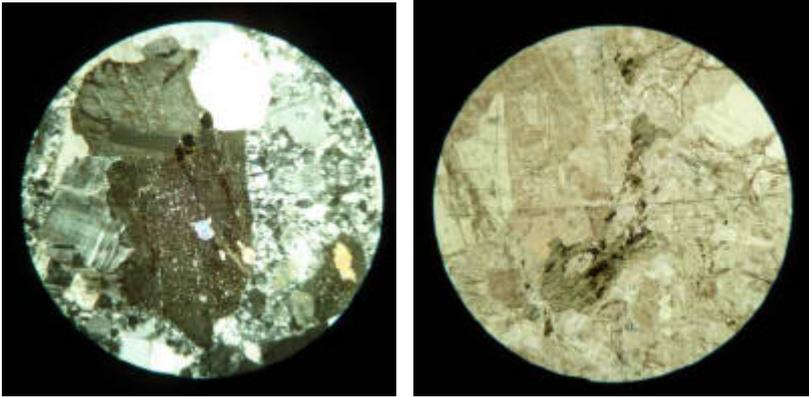
Punto 274



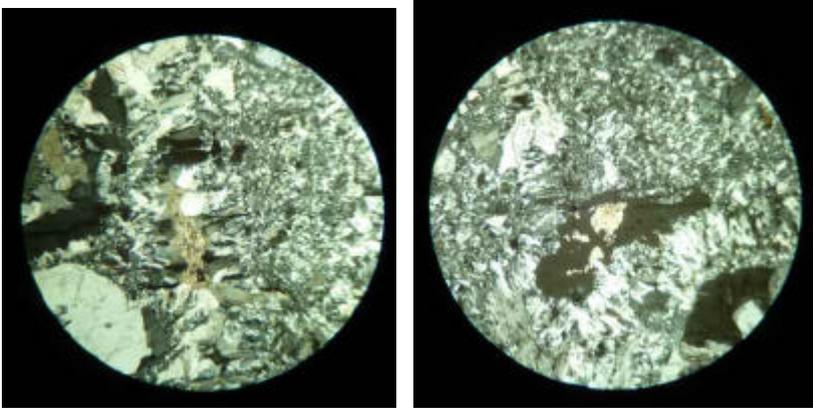
Muestra 273 y 274

Brecha hidrotermal formada por fragmentos de feldespato potásico, plagioclasa, y escasos fragmentos de muscovita y biotita cementados por distintas generaciones de cuarzo que también se halla en venillas que cortan al conjunto. Los feldespatos están sericitizados y los escasos fragmentos de biotita cloritizados. Acumulaciones de carbonatos entre el cuarzo en diente de perro de las venillas y espacios abiertos.

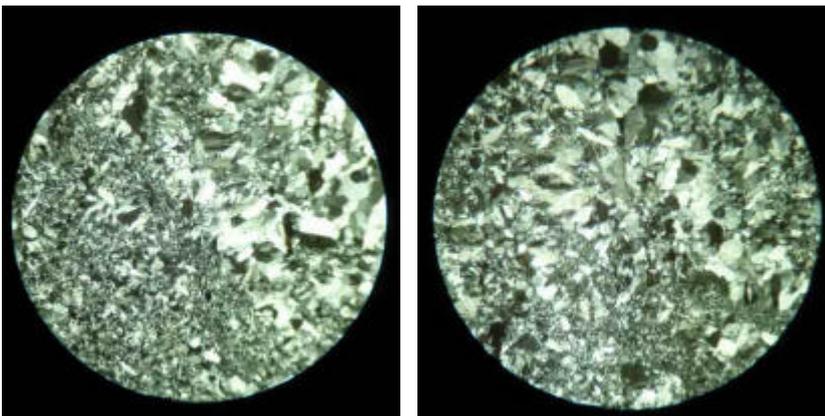
Entre las texturas de cuarzo se halla: tipo calcedónico, tipo mosaico en rompecabeza, en drusa y en diente de perro.



Muestra 274 ca y sa plagioclasas sericitizadas – biotita cloritizada



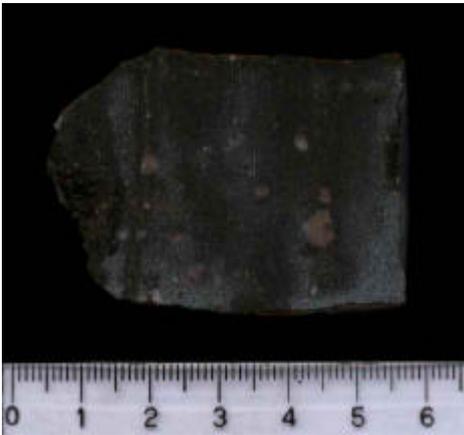
Muestra 274 - carbonatos



Muestra 274 - Texturas de cuarzo

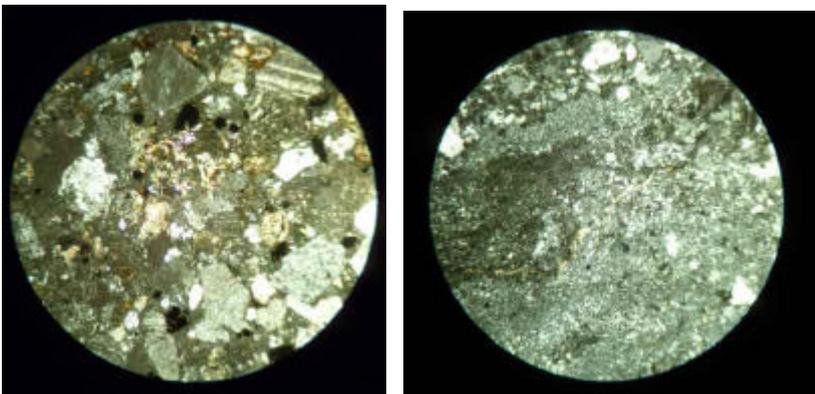
Tipo de alteración: silicificación

Punto 314



Muestra 314

Lava autobrechada matriz sostén. Fragmentos de diversos tamaños hasta 2 mm a harina de roca de plagioclasas y mafitos en una pasta de vidrio y harina fragmentos pequeños de minerales. Muchos fragmentos de feldespatos están alterados a carbonatos o epidoto, otros están recristalizados a cuarzo en mosaico. Se encuentra también algunas cloritas, opacos tanto acumulaciones como cristales euhedrales están diseminados por toda la muestra.



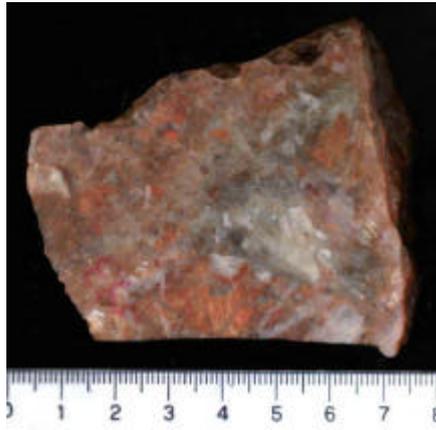
Muestra 314 CA - epidoto y carbonatos en feldespatos - CA feldespato recristalizado a cuarzo y cloritas

Tipo de alteración: propilítica - silicificación

Puntos 375 y 393 - 394

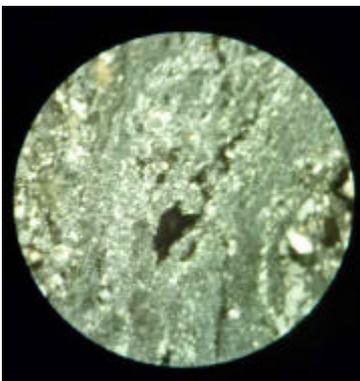


Muestra 375

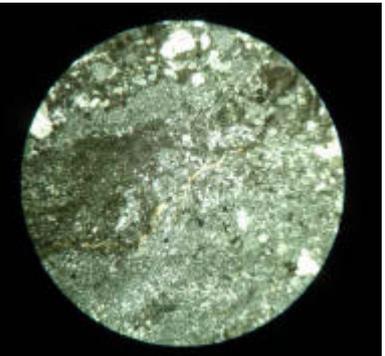
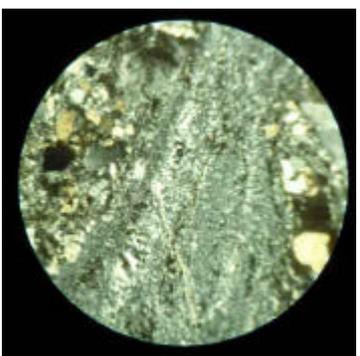


Muestra 394

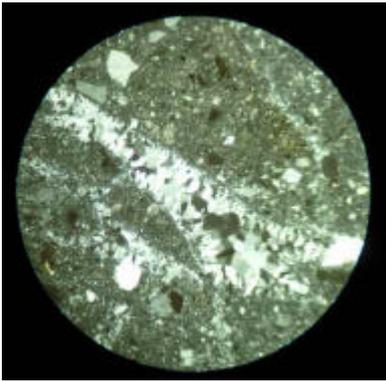
Brechas formada por fragmentos de fenocristales desde 3mm a fracción harina. Los fragmentos son de cuarzo y feldespato en un cemento de cuarzo y partículas de fragmentos, cruzada por venillas de cuarzo calcedónico y cuarzo en drusa. Varias venillas tienen como relleno sericita y/o carbonatos las venillas son de contactos netos pero formas ondulantes y espesores variables. Los fragmentos de feldespato están alterados a carbonatos.



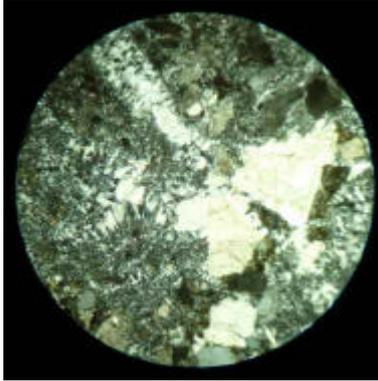
Muestra 394 CA - venillas de cuarzo calcedónico y opacos – cuarzo en drusa



Muestra 394 CA -cuarzo en drusa – sericita en venillas



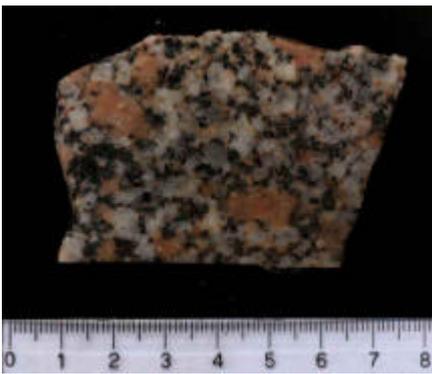
Muestra 375 – cuarzo drusiforme



Muestra 394

Alteración tipo: silicificación – alteración filica

Punto 377

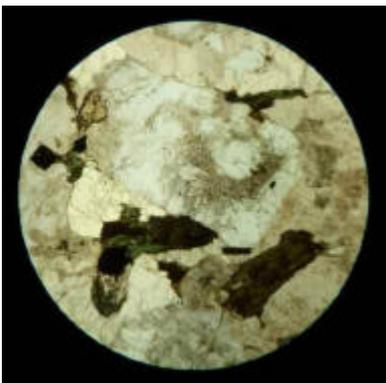


Muestra 377

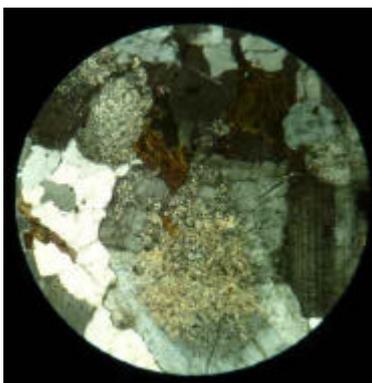


Muestra de calcita espática

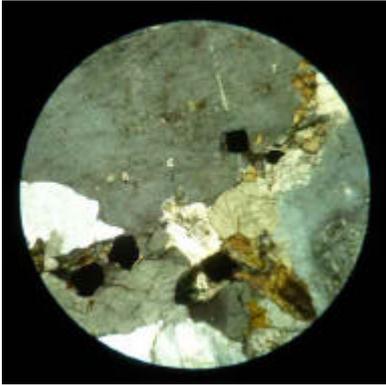
Roca granosa formada por grandes fenocristales de plagioclasa, feldespato potásico, cuarzo, biotita y magnetita subordinados. El tamaño de los cristales es de aprox 6 mm. Las plagioclasas están sericitizadas y la biotita parcialmente cloritizadas. Plagioclasas alteradas a feldespato potásico. Acompaña muy cerca en el afloramiento, venas de 15 cm de ancho de calcita espática.



Muestra 377 SA cloritas



CA plagioclasa sericitizada



Muestra 377 – magnetita euhedral

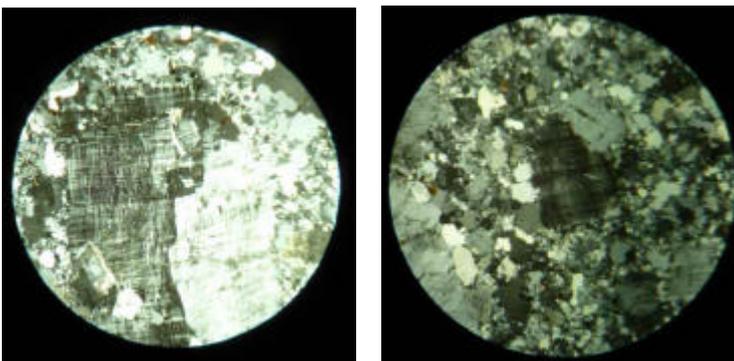
Tipo de alteración: potásica y propilítica

Punto 222

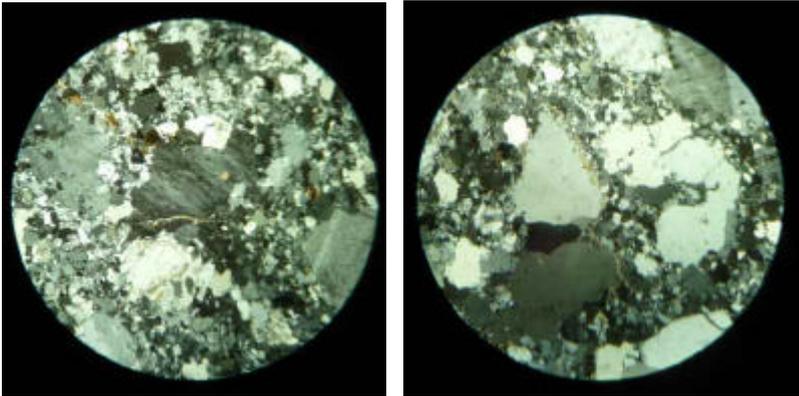


Muestra 222

Roca formado por una pasta granosa de cuarzo y feldespato en granos subhedrales a anhedrales con contactos interpenetrados en varios tamaños en la que se halla plagioclasas, microclinos, y cuarzo intersticial o reemplazando a feldespatos, acumulaciones de material opaco. Sericita bordeando cristales o en venillas. Restos de biotita se hallan en algunos límites de grano



Muestra 222 – CA microclinización



Muestra 222 CA sericita en venillas y restos de biotita

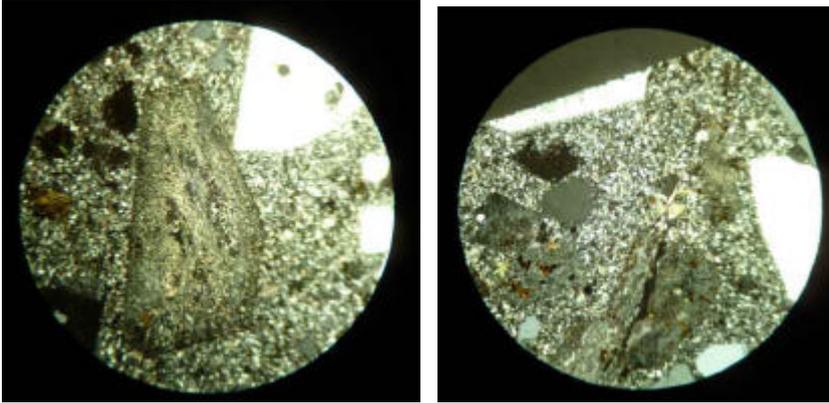
Tipo de alteración: potásica y fílica

Punto 219

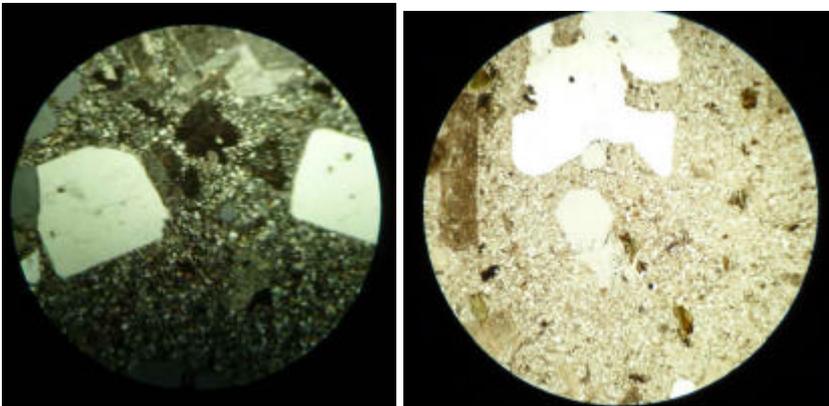


Muestra 219

Roca porfírica formada por una pasta microcristalina de cuarzo y feldespato. Grandes cristales de hasta 4 mm de feldespato, cuarzo y algunas biotitas. Los fenocristales están fracturados e invadidos por la pasta. Las plagioclasas están sericitizadas así también la pasta hay desarrollo de moscovita y biotitización que afecta a plagioclasas



Muestra 219 – CA sericita - muscovita
Fragmentos fracturados e invadidos por la pasta granosa de feldespato y cuarzo



Muestra 219 – CA y SA - vista general

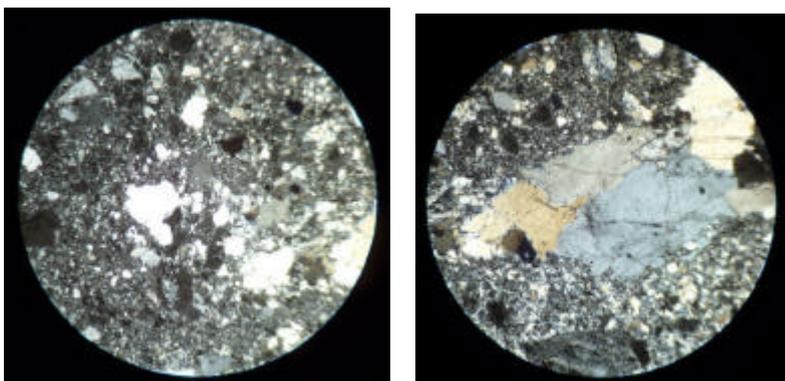
Alteración tipo: potásica y fílica

Punto 220

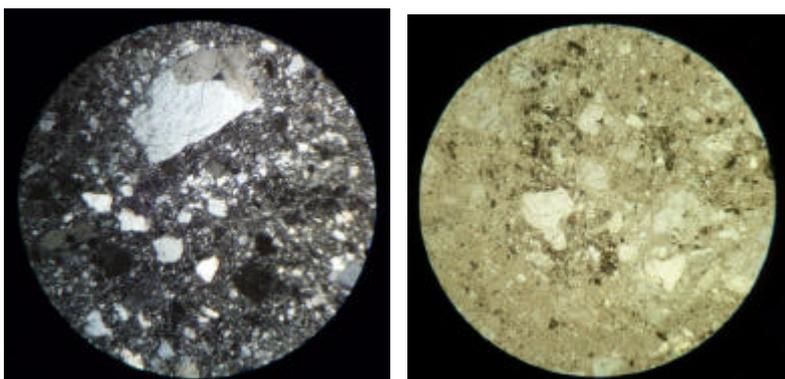


Muestra 220

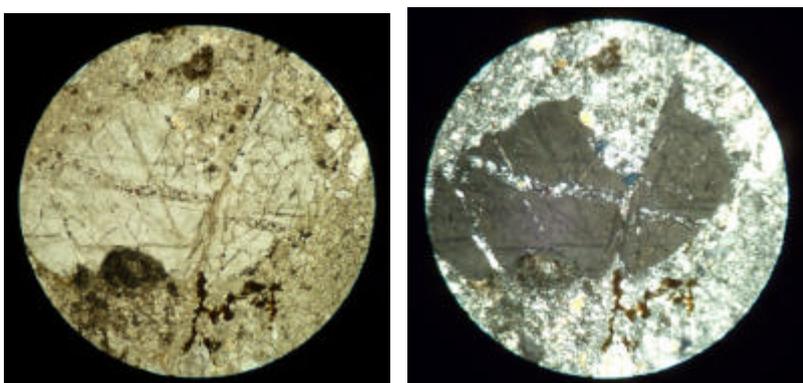
Material fragmentario de hasta 3 mm en una pasta de vidrio y harina de roca o fragmentos muy pequeños. Todo el material fragmentario es de cristales. La muestra está recorrida por venillas algunas muy pequeñas, otras que ocupan sectores grandes en las que se desarrolla feldespatos hidrotermal u óxidos-opacos. Los feldespatos están craquelados.



Muestra 220 CA material fragmentario – feldespatos hidrotermal



Muestra 220 CA y SA



Muestra 220 SA y CA . feldespatos craquelados

Tipo de alteración: potásica

Punto 216



Muestra 216a

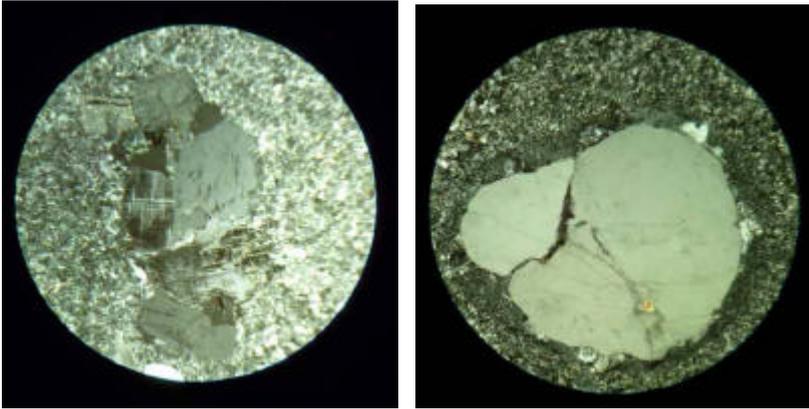


Muestra 216b

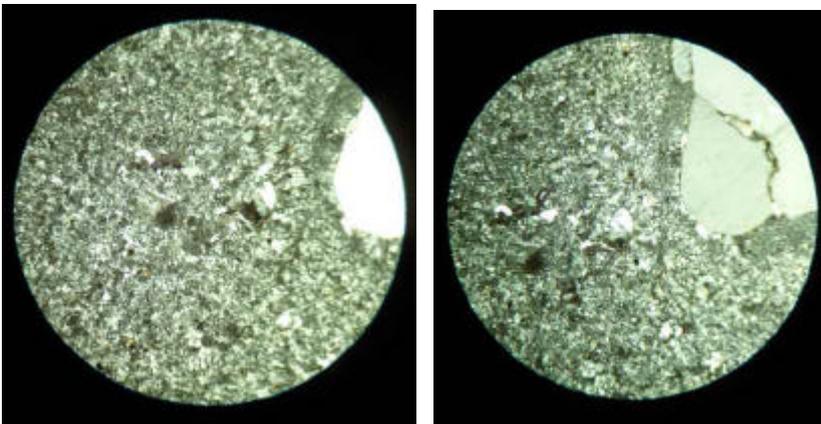


Muestra 216c

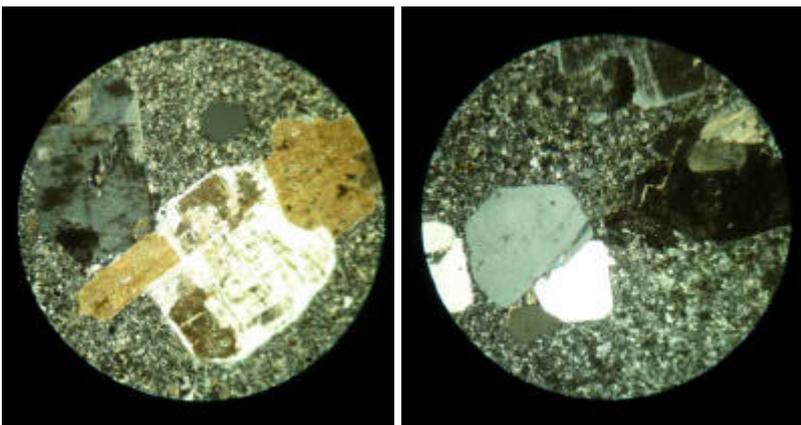
Rocas porfíricas de similar composición que se distinguen entre sí por el tamaño de grano de la pasta o la cantidad de fenocristales. Pasta microcristalina fina a media de cuarzo y feldespato en la que se hallan 2 tamaños de fenocristales de 2 a 4mm y de 0,5 a 1mm. Los cristales son de cuarzo y plagioclasa y en una de las muestras hay biotita hidrotermal. Los cristales de feldespato están muy alterados, con sericita y argilitización sobreimpuesta. Hay microclinización en algunas plagioclasas y la formación de pequeños microclinos alrededor de fenocristales. Sectores de la pasta tienen cuarzo y feldespatos de mayor tamaño y sericita diseminada. Alrededor de los fenocristales la pasta es de grano muy fino con desarrollo de microclinos de pequeño tamaño. Venillas con sericita, cúmulos de magnetita y magnetita dispersa de pequeño tamaño



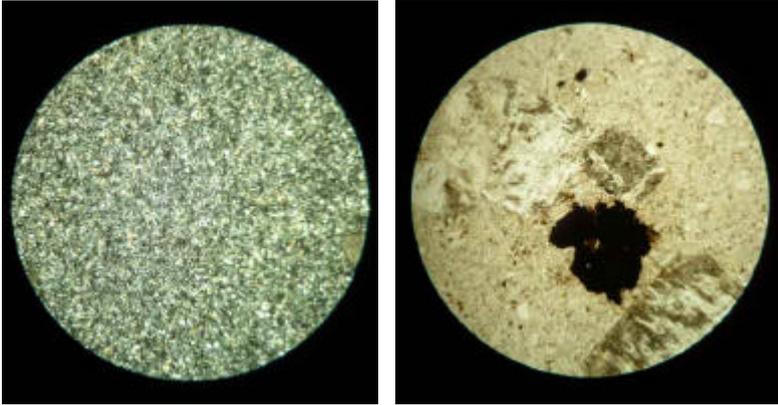
Muestra 216 – CA – microclinización y formación de microclinos pequeños alrededor de fenocristales



Muestra 216 – CA - pasta con variación en el tamaño de grano



Muestra 216 – argilitización y venillas con sericita



Muestra 216 - CA sericita en toda la pasta SA – magnetita

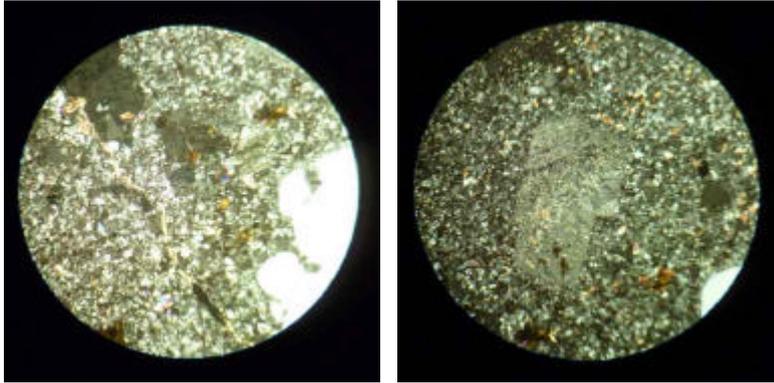
Tipo de alteración: potásica

Punto 236



Muestra 236

Roca porfírica con pasta microcristalina de cuarzo, feldespato. Cristales de hasta 6mm de feldespatos, cuarzo y biotitas. Muchos de los fenocristales están fracturados y separados por la pasta que rellena las fracturas. Las plagioclasas están sericitizadas y hay sericita y muscovita en la pasta. Alrededor de los fenocristales la pasta es de menor tamaño. Se observan varias venillas con carbonatos



Muestra 236 CA - venillas rellenas con carbonato, muscovita, fragmentos con engolfamientos de la pasta - plagioclasas y pasta sericitizada

Alteración potásica y fílica

Punto 238



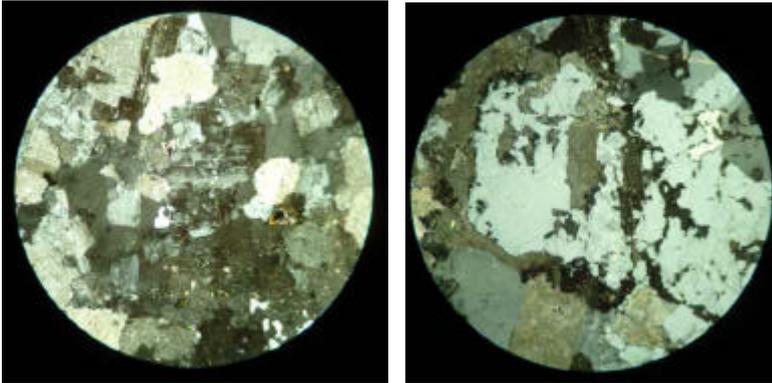
Muestra 238

Roca de textura granosa mediana, con cristales euhedrales de plagioclasa, algunos sectores con cuarzo intersticial y feldespato potásico hidrotermal anhedral que invade la muestra.

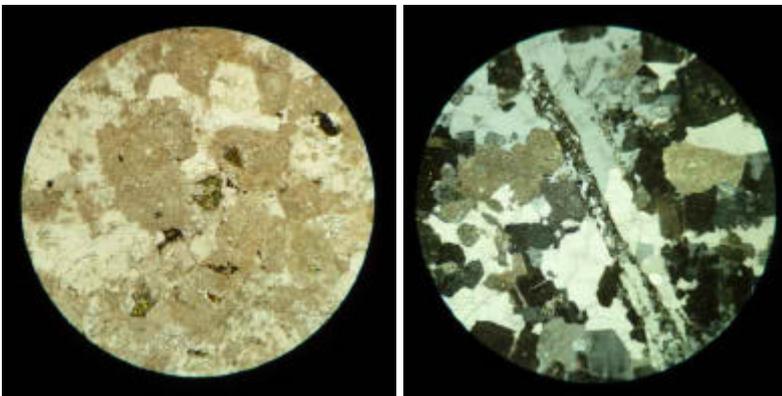
Las plagioclasas son reemplazadas por el feldespato potásico anhedral y en algunos casos hay microclinización.

Las plagioclasas están sericitizadas y el feldespato hidrotermal está sericitizado y argilitizado

Hay en algunos sectores epidoto y venillas de cuarzo y feldespato de otra generación.



Muestra 238 CA reemplazo de plagioclasa por feldespato potásico y microclinización, argilitización y sericitización



Muestra 238 SA epidoto CA venillas de cuarzo y feldespato de otra generación

Tipo de alteración: potásica y silicificación con argilitización sobrepuesta

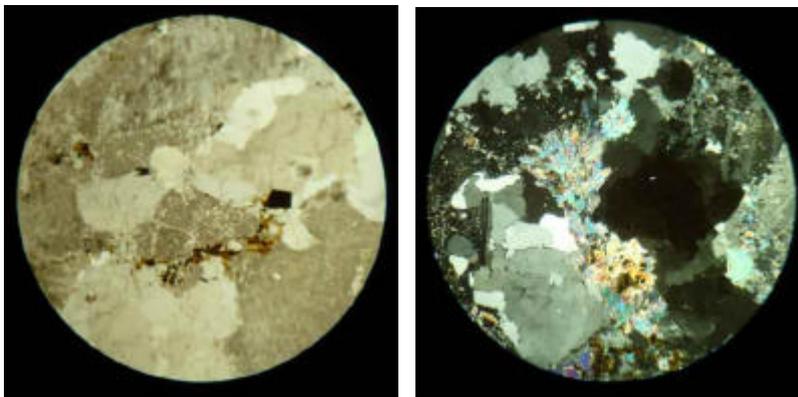
Punto 234



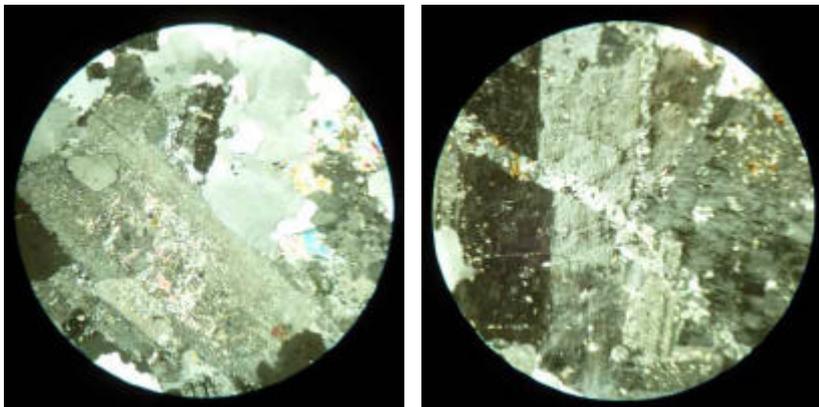
Muestra 234

Roca de textura granosa gruesa con cristales de plagioclasa, feldespato potásico, cuarzo de hasta 5 mm, muscovita, biotita hidrotermal y sericita

Las plagioclasas tienen formas euhedrales aunque se observan parte de ellas ya que muchas son reemplazadas por feldespato potásico. El cuarzo y el feldespato anhedral en rompecabeza es de neoformación. Los feldespatos están sericitizados y la mica blanca se desarrolla en las suturas de los granos. Se halla microvenillas con cuarzo feldespato y otras con biotita hidrotermal y opacos.



Muestra 234 SA biotita hidrotermal en microfracturas CA mica blanca



Muestra 234 – CA -feldespato sericitizado - venillas de cuarzo feldespato de episodio posterior

Tipo de alteración: potásica y fílica

Puntos 192 y 253

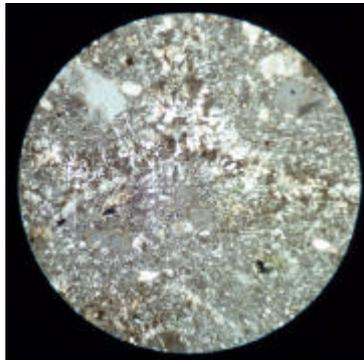


Muestra 192 - 194

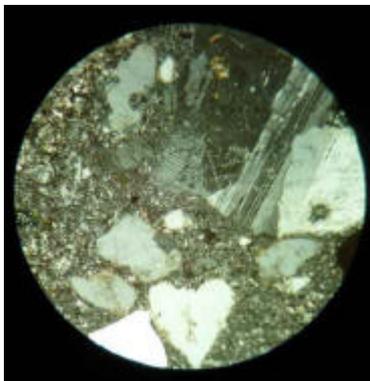


Muestra 253

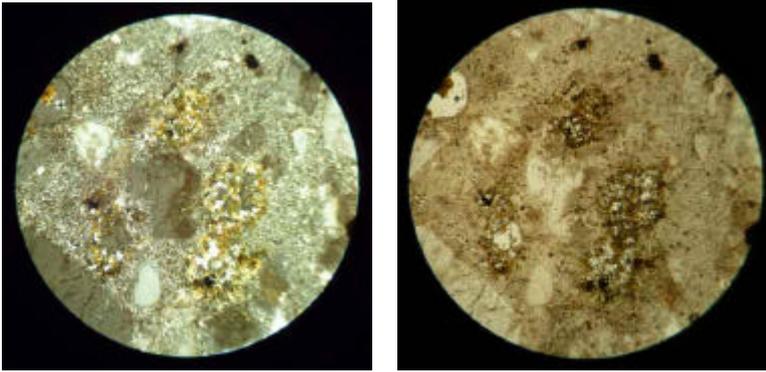
Brecha volcánica o lava autobrechada, textura porfírica formada por fragmentos de fenocristales de 3mm de feldespatos y cuarzo en una pasta microcristalina de vidrio, cuarzo y feldespato, pequeños fragmentos y opacos. Las plagioclasas están sericitizadas parcialmente. Halos de biotita hidrotermal, y alteración a carbonatos de algunos fenocristales. Sectores de la pasta y vesículas con relleno de cuarzo en mosaico.



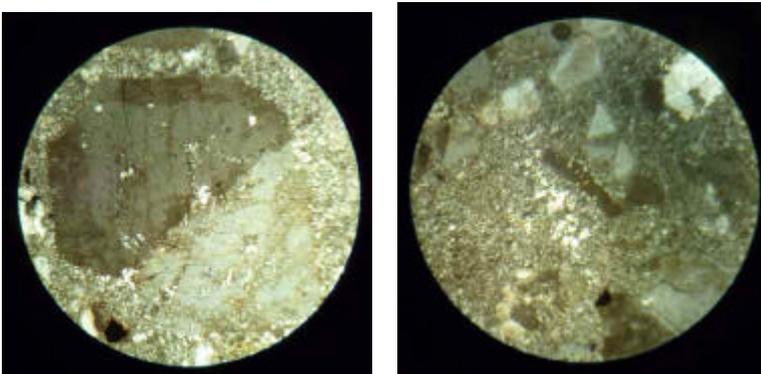
Muestra 192 - SA – CA venillas con cuarzo en drusa - Halos de biotitas desferrizadas cloritizadas.



Muestra 192 - ca sericita en bordes de grano y en plagioclasas - sa cloritas



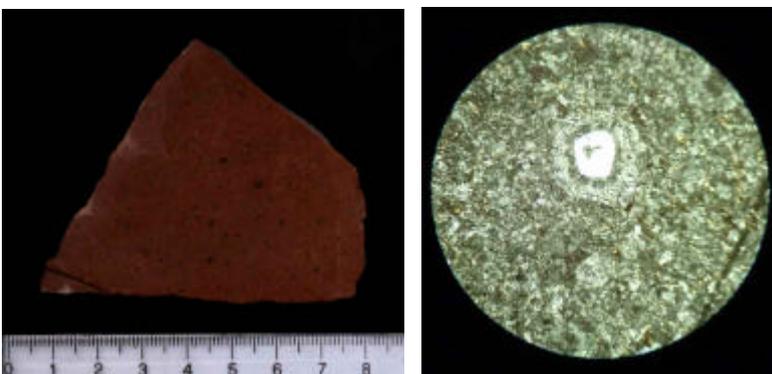
Muestra 253 CA y SA - halos de biotita hidrotermal



Muestra 253 - ca vesículas rellenas de cuarzo en mosaico y sericita - fenocristales fracturados y rellenos por pasta microcristalina

Tipo de alteración: potásica y fílica

Punto 298

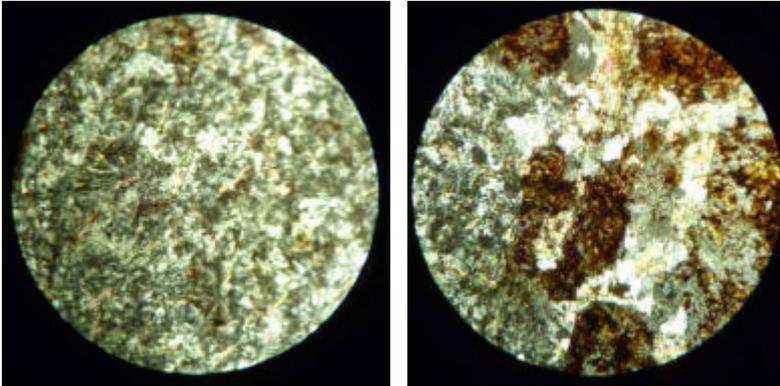


Muestra 298

Muestra 298 CA -Bordes de reacción

Roca porfírica con pasta granosa fina de cuarzo y feldespato, algunos fenocristales de plagioclasa completamente sericitizados en parte con muscovita y

con acumulaciones de óxido por desferrización de biotita. Tienen bordes de reacción en los que se desarrolla cuarzo y feldespato de neoformación. Toda la pasta está cubierta con sericita alineadas al flujo de la pasta



Muestra 298 CA - sericita diseminada y alineada en la pasta - óxidos por desferrización de biotitas sobre feldespato acompañados de muscovita

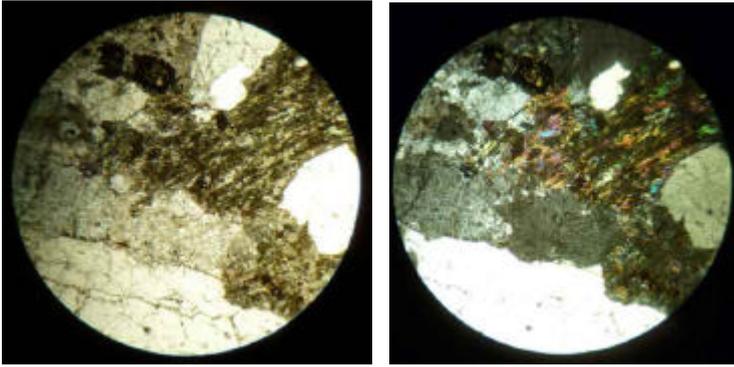
Tipo de alteración: potásica y fílica

Punto 299



Muestra 299

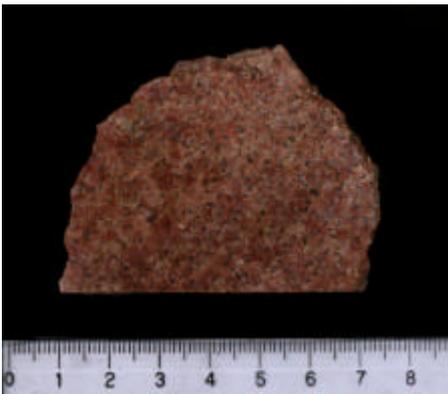
Roca de textura granosa gruesa con cristales de feldespato cuarzo, algunas plagioclasas y biotitas. Los feldespatos son euhedrales a anhedrales, las plagioclasas euhedrales y el cuarzo intersticial. La alteración predominante es la argilitización y epidotización de las plagioclasas, pero también se halla algún foco de cloritización.



Muestra 299 – SA y CA plagioclasas argilitizadas y epidotizadas

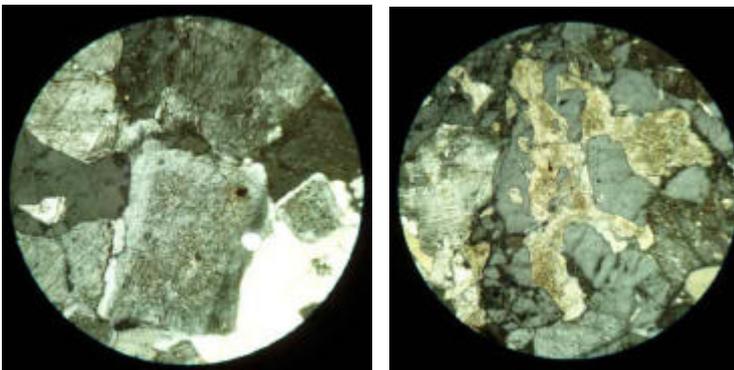
Tipo de alteración: argílica intermedia - Propilitica

Punto 300



Muestra 300

Roca de textura granosa media, con cristales de feldespatos y plagioclasa euhedrales de 2 mm y cuarzo y feldespato anhedral que invade parcialmente los fenocristales .



Muestra 300 CA - feldespato y plagioclasa euhedrales con principios de sericitización - dos tipos de feldespatos en contacto



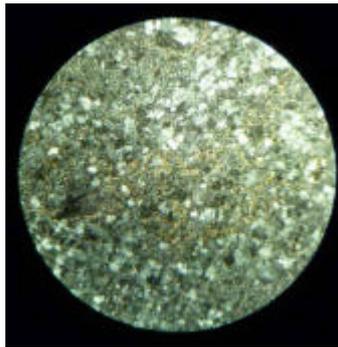
Muestra 300 CA - cuarzo anhedral y antipertita

Alteración potásica y fílica sobreimpuesta

Puntos 249 - 259

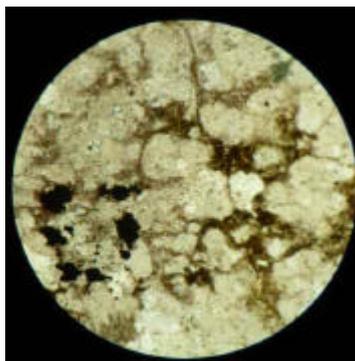
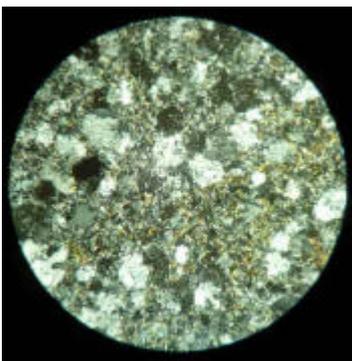


Muestra 249 y 259

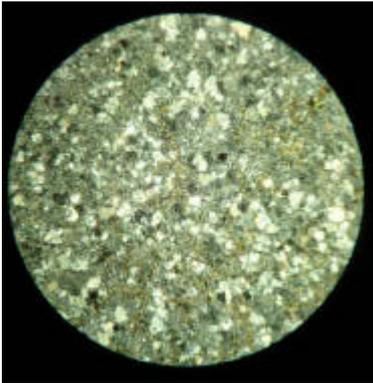


Muestra 249 –CA cuarzo y sericita

Muestra formado por cuarzo con textura rompecabeza y sericita que está sobre los cuarzos, alrededor de ellos y orientadas en venillas. Reemplazo de fenocristales de feldespato por cuarzo. Presencia de óxidos diseminados en venillas que siguen los contactos entre granos y cristales euhedrales a subhedrales de óxidos.



Muestra 259 – CA vista más puntual y SA venillas de óxidos y opacos subhedrales y anhedrales



Muestra 259 – reemplazo de feldespato por cuarzo

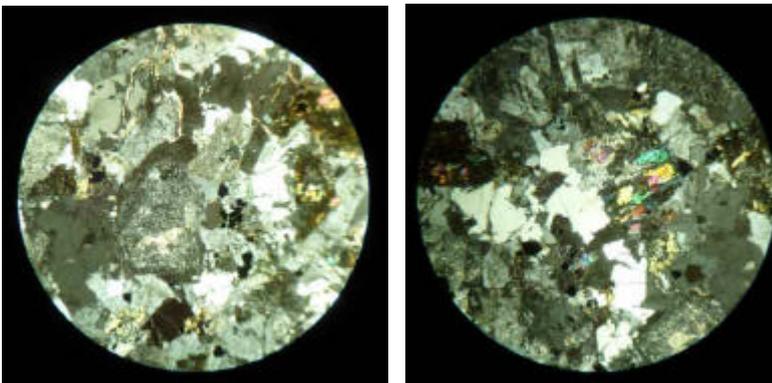
Tipo de alteración: fílica

Punto 243

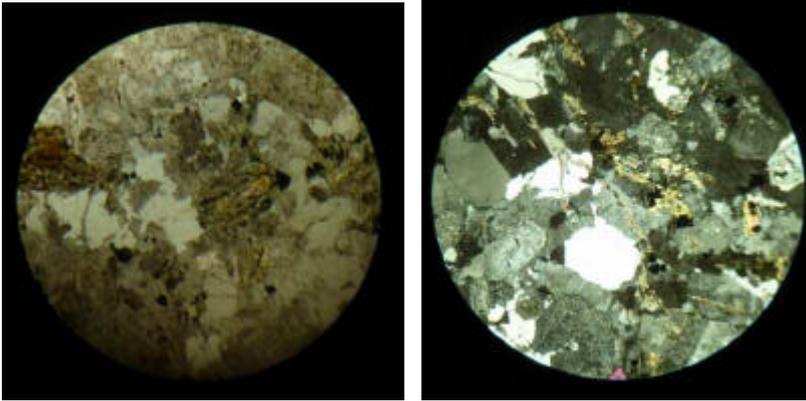


Muestra 243

Roca granosa de cristales de feldespatos, plagioclasa y biotitas de hasta 2 mm, con cuarzo intersticial. Los feldespatos están alterados a sericita, las biotitas cloritizados y epidotizados. Se halla opacos y magnetita, formando cúmulos entre los bordes de grano y venillas con carbonatos.



Muestra 243 CA - plagioclasas alteradas a carbonatos - clorita y epidoto



Muestra 243 - SA magnetita – CA venillas con carbonatos

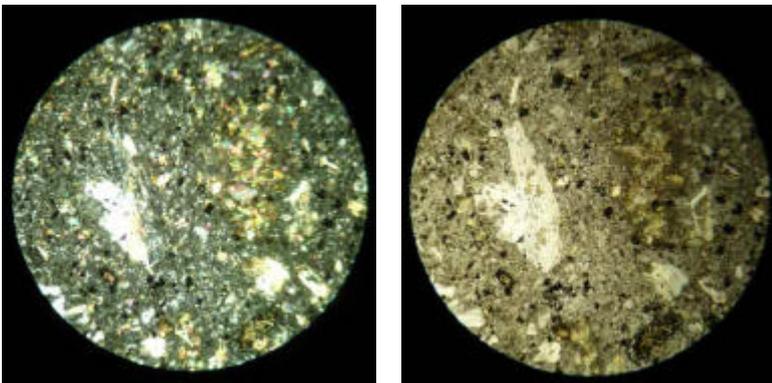
Tipo de alteración: argílica intermedia y propilítica.

Punto 256

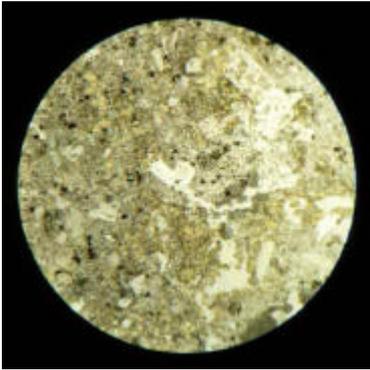


Muestra 256

Roca porfírica con fenocristales de feldespatos y mafitos. En una pasta criptocristalina oscura. Los fenocristales están totalmente cloritizados y epidotizados.



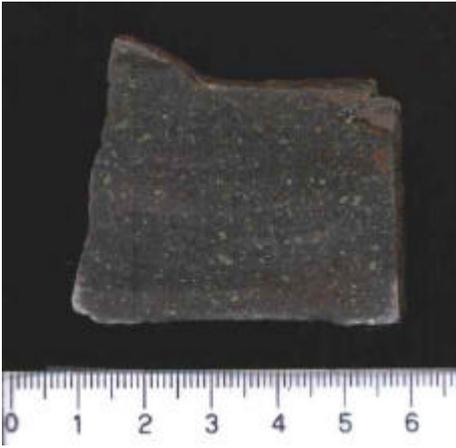
Muestra 256 CA y SA – cloritas y epidoto



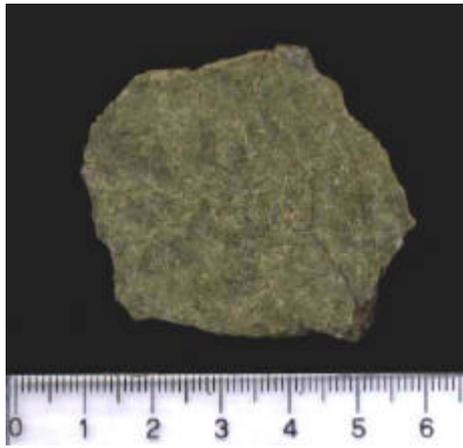
Muestra 256 – SA epidoto diseminado en toda la muestra

Tipo de alteración: propilítica

Punto 257

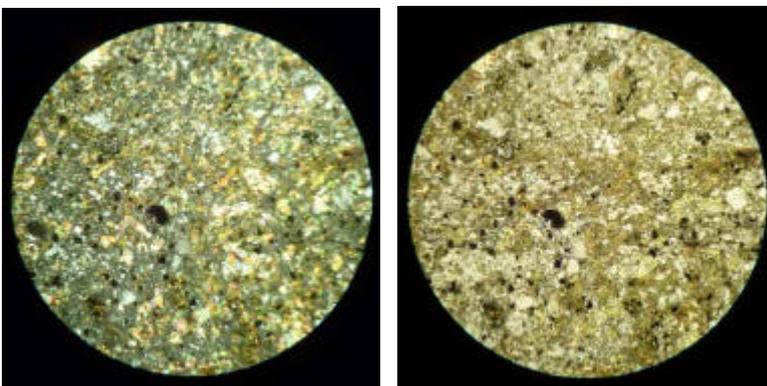


Muestra 257



Muestra 261

Muestra similar a la anterior pero la textura está más alterada a epidoto. La muestra 261 tiene epidoto en planos de fracturas y venillas



Ca y Sa presencia de epidoto en casi toda la muestra

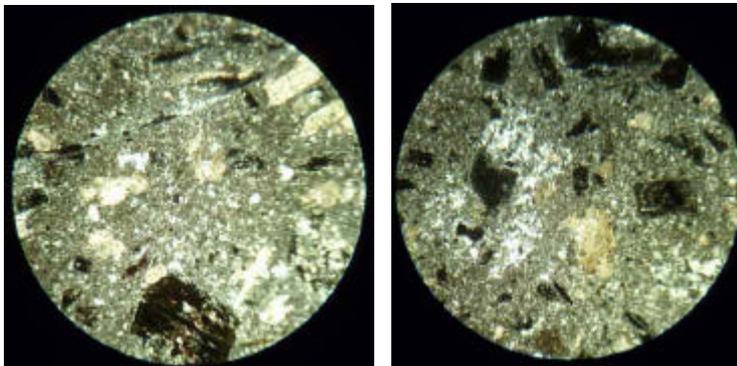
Tipo de alteración: propilítica

Punto 205

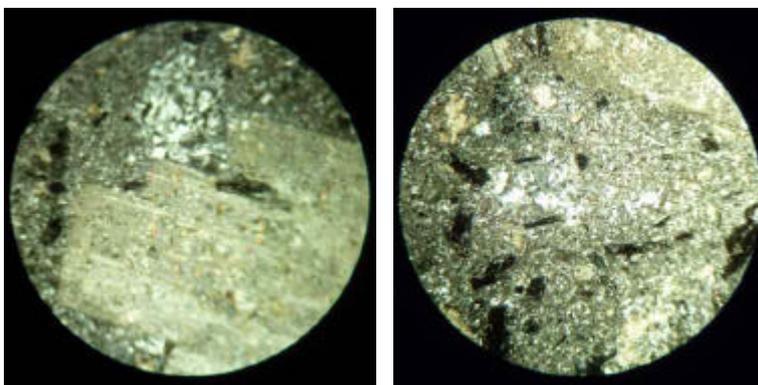


Muestra 205

Roca porfírica formada por 2 tipos de tamaños de fenocristales: plagioclasa de hasta 5 mm acompañada de biotitas de gran tamaño y fenocristales de feldespato y biotita de 0,5 mm en una pasta microcristalina de cuarzo, feldespato y vidrio. Los fenocristales de plagioclasa de gran tamaño, tienen principio de epidotización y recristalización a cuarzo rompecabeza, mientras que la moda más pequeña está completamente alterada a carbonatos. Las biotitas están todas oxidadas. Hay venillas de cuarzo y sectores con cuarzo de relleno y bipiramidal. También opacos euhedrales



CA - Muestra 205 venillas de cuarzo y sectores recristalizados – carbonatos y fenocristales oxidados



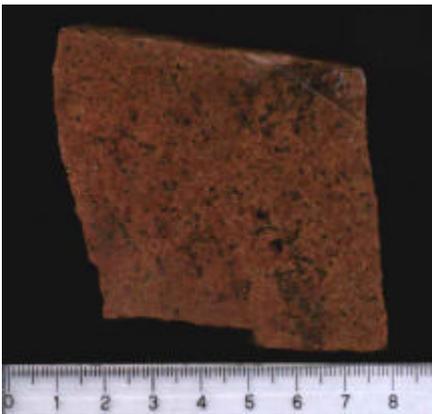
Muestra 205 –CA cristal de plagioclasa de gran tamaño epidotizado y recristalizado a cuarzo - cuarzo piramidal en espacio con relleno



Muestra 205 sa cuarzo piramidal (extremo superior) opacos euhedrales diseminados

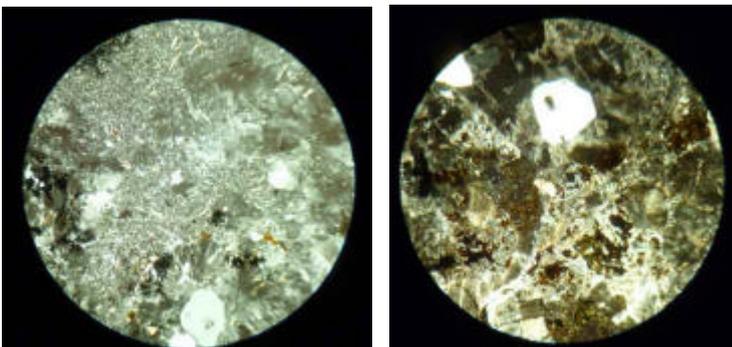
Tipo de alteración – silicificación y alteración propilítica

Punto 270

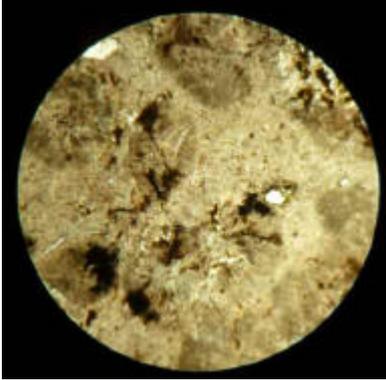


Muestra 270

Pasta de cuarzo y feldespato microcristalino sericitizada con algunos fenocristales de cuarzo y plagioclasa euhedrales, con desvitrificación en sus contornos. Las plagioclasas están sericitificadas o alteradas a carbonatos con acumulaciones de bioititas desferrizadas y óxidos. Magnetita euhedral y anhedral diseminada.



Muestra 270 -CA – pasta microcristalina con sericitas diseminadas, cristales desvitrificados
CA plagioclasas biotitizadas, en sectores desferrizadas con acumulación de óxidos (hematita)



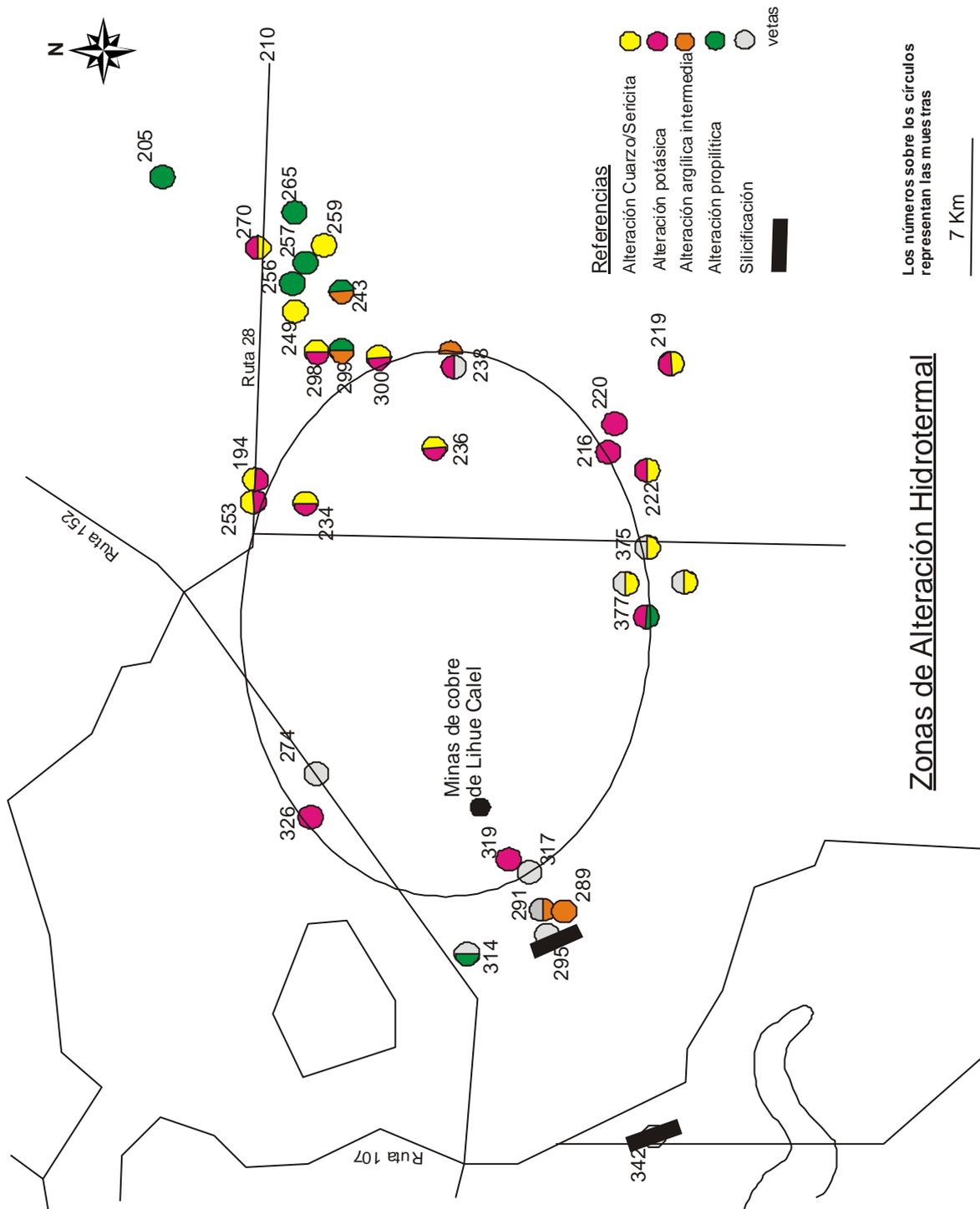
Muestra 270 – SA - magnetita euhedral y diseminada

Tipo de alteración: potásica y fílica

Análisis Geoquímicos

Elemento	Au	Ag	Cu	Mo	Pb	Ni	Zn	As	Ba	Na	Sr	S	Masa
Unidad	ppb	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	%	ppm	%	gramos
Limite	2	0.3	1	1	3	1	1	0.5	50	0.01	1	0.01	
216	<2	<0.3	5	<1	21	1	29	15.6	710	3.13	35	0	26
234	<2	<0.3	27	2	20	2	8	6.8	340	1.77	53	0.01	27.2
265	7	0.4	2	<1	131	50	52	6.3	<50	0.51	6840	0.01	30.2
274	6	<0.3	9	21	12	4	6	<0.5	430	0.29	67	0	24.9
295	136	<0.3	9	1	4	3	16	4	770	0.08	113	0.01	26.4
317	9	<0.3	78	12	97	7	11	7.7	1890	<0.01	41	0	29.5
342	21	<0.3	6	9	<3	3	2	8.1	110	0.03	26	0.01	27.9
385	<2	<0.3	7	1	<3	8	11	1.3	310	0.04	27	0.01	27
389	<2	<0.3	8	<1	35	16	47	7.7	770	0.3	106	0	27.3
393	<2	<0.3	5	2	7	3	9	<0.5	220	0.8	63	0.01	29.1
394	<2	<0.3	5	<1	48	2	14	4	<50	3	67	0.01	27.3
CE	<2	<0.3	3	<1	4	<1	4	5.5	<50	0.42	116	0.01	25.8
375	<2	<0.3	9	2	12	5	15	7.4	720	0.86	129	0	25.1
393b	<2	<0.3	6	1	4	6	7	6.9	130	0.58	59	0.01	24.9

Mapa de alteración



La información obtenida a partir de la observación de cortes petrográficos, se ha volcado en un mapa denominado “zonas de alteración hidrotermal”. La tendencia que se insinúa es la de una alteración aparente en halos concéntricos con diversos grados de silicificación, dominada por un núcleo con metasomatismo potásico, luego fílico-potásico que transita hacia la periferia del sistema a propilitación. Esta tendencia zonal puede ser interpretada por una zona central de mayor temperatura (entre 500°C a 300°C aproximadamente), generada bajo condiciones de pH neutro a básico, que con la presencia de magnetita indica una zona que a sido erosionada a un nivel de profundidad de unos 2 km aproximadamente. El halo fílico indicaría la hidrólisis del sistema y por lo tanto una leve disminución del pH desde neutro a débilmente ácido bajo condiciones potenciales de temperatura del orden de los 350-250 °C. Su pasaje a una propilitización reitera condiciones de pH neutro a básico y temperaturas menores a los 300- 250 °C, en donde el sistema moviliza CO₂ entre sus componentes.

Es factible interpretar dada la silicificación del núcleo y la propilitización que el patrón de alteración obedecería a la circulación de soluciones hidrotermales de posible carácter magmático que evolucionaron por descenso de temperatura desde la zona central hacia la periferia y que pudo estar controlada por la yacencia de un cuerpo subvolcánico (no necesariamente aflorante). Asimismo la introducción de agua entre la zona potásica y propilitica podría obedecer al aporte de aguas connatas o meteóricas calentadas, generando un aspecto de caparazón fílico para reestablecer el equilibrio en el sistema.

Este tipo de alteración puede ser asociado a sistemas de pórfiros, pero también puede vincularse con aguas neutras y relacionables a modelos epitermales de baja sulfuración, más si se tiene en cuenta las estructuras de cizallamiento relacionadas al sistema hidrotermal.

La presencia de calcita espática (esta última en zonas de brecha pto 377) hacen a la posible existencia de mecanismos de ebullición, los cuales suelen ser favorables para la depositación de oro, entre otros elementos.

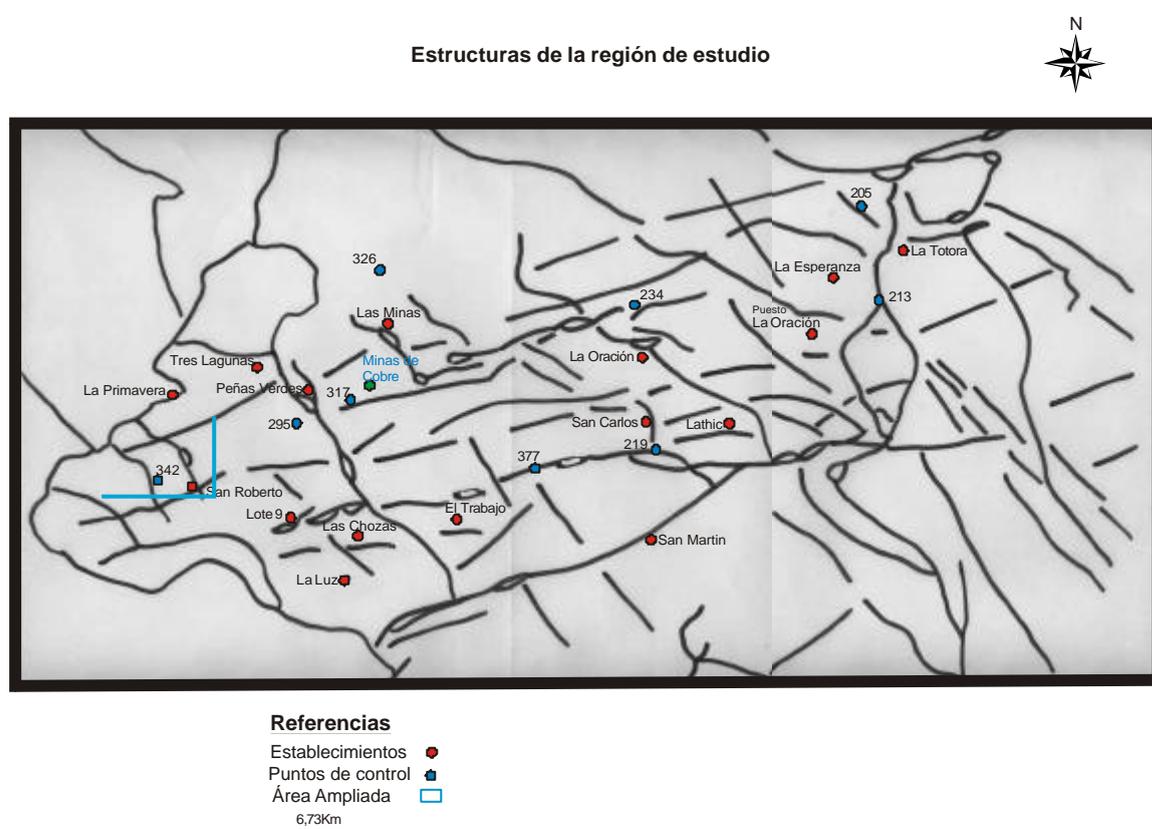
Es conveniente también destacar que la posible existencia de modelos del tipo porfírico (tal vez no aflorantes), las manifestaciones tabulares de cuerpos de sílice y de brechas, así como estadios de greisenización podrían enmarcar un sistema asociado a depósitos de pórfiro con la participación de mecanismos orogénicos que quedan de manifiesto en el cizallamiento de las rocas y cuerpos tabulares

mineralizados, pudiendo estos coadyuvar con una distribución metalífera controlada además por la dinámica de deformación o dinamometamorfismo, Se podría hallar depósitos orogénicos sobreimpuestos.

Descripción de las Estructuras

Una vista satelital del territorio permite la identificación de estructuras regionales de rumbos NO-SE. Luego un diseño en enrejado definido por lineamientos N-S y NNO-SSE así como NE-SO y NNE-SSO que se destacan dentro de los cuadrantes NE y SO

Y un tercer grupo de estructuras, con formas redondeadas o ramificaciones lineales de carácter areal o local.



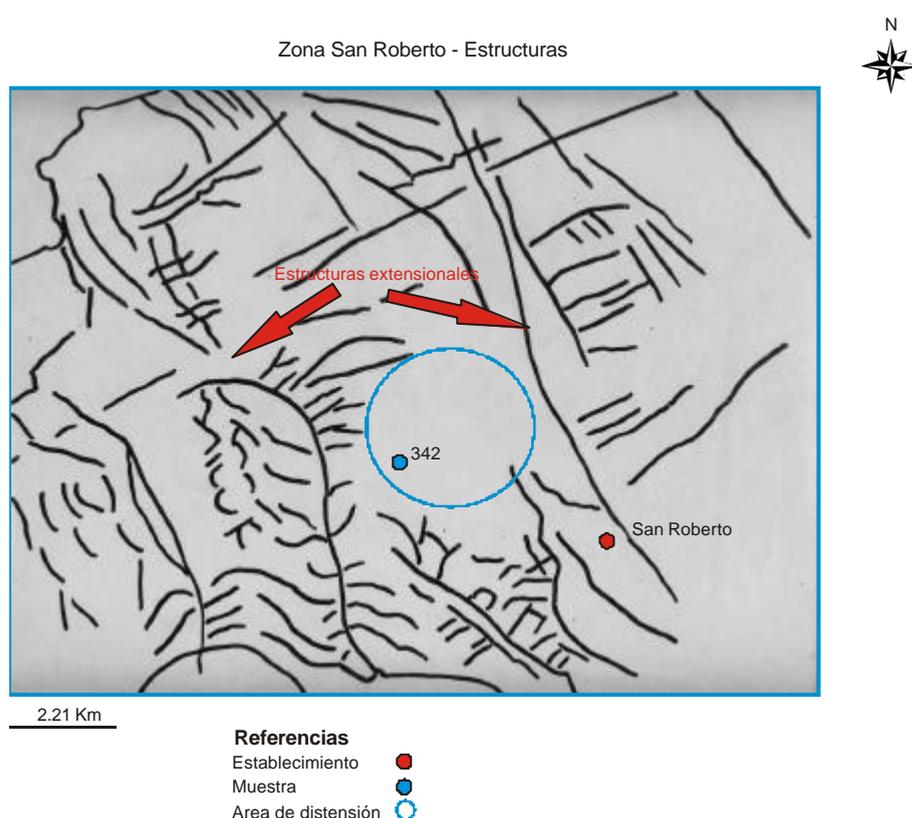
Las áreas de intercepción son formadoras de zonas de debilidad estructural, por donde se pueden emplazar intrusiones magmáticas e importantes yacimientos. Las estructuras redondeadas o sistemas semicirculares pueden considerarse generadas por emplazamientos de cuerpos ígneos. En algunos sectores estos cuerpos ígneos podrían tener un control subyacente a la superficie y generar superficialmente controles lineales. De todas maneras hay que tomar en cuenta los controles litológicos (sectores con rocas sedimentarias, ígneas y metamórficas), el

tamaño de grano, porosidad, cohesividad, ya que determina la mayor o menor capacidad para sostener el fracturamiento.

Si cambiamos a una escala con más detalle (mapa “Estructuras de la región de estudio”), otro rasgo remarcable, es la presencia de inflexiones con estructuras en ojo o también denominadas estructuras rómbicas (inflexiones en apertura) evidenciando cizalla simple en zonas de extensión.

Bajo el punto de vista de la exploración de yacimientos minerales, las inflexiones en apertura son las más interesantes, ya que es, en esos lugares geométricos, donde se generan espacios, y por ende, donde las soluciones hidrotermales pueden circular con mayor facilidad. Además, a escala regional, una inflexión en apertura es el lugar perfecto para el desarrollo de intrusiones menores bajo condiciones extensionales.

Y finalmente si analizamos las estructuras de carácter areal, se pueden visualizar gran cantidad de sistemas, paralelos, en enrejado rectangular, curvas sigmoides, cola de caballo, sigmoides múltiples que acompañan a las estructuras rómbicas, es decir, áreas de deformación densamente retrabajadas. Junto a esto, se hallan zonas que no muestran rasgos estructurales, éstas estarían representando áreas de distensión de esfuerzos y ambientes aptos para la depositación mineral.



No es raro, entonces, por ejemplo, que el pto 342, donde se halló vetas en stockwork se ubique en una zona que no muestra estructuras y que esas zonas estén junto a estructuras extensionales como se puede ver en el mapa de la “Zona San Roberto”. Sería de esperar, entonces que pueda haber en estas área algún tipo de mineralización. Habiendo hecho el estudio geoquímico de la muestra se observa lo siguiente.

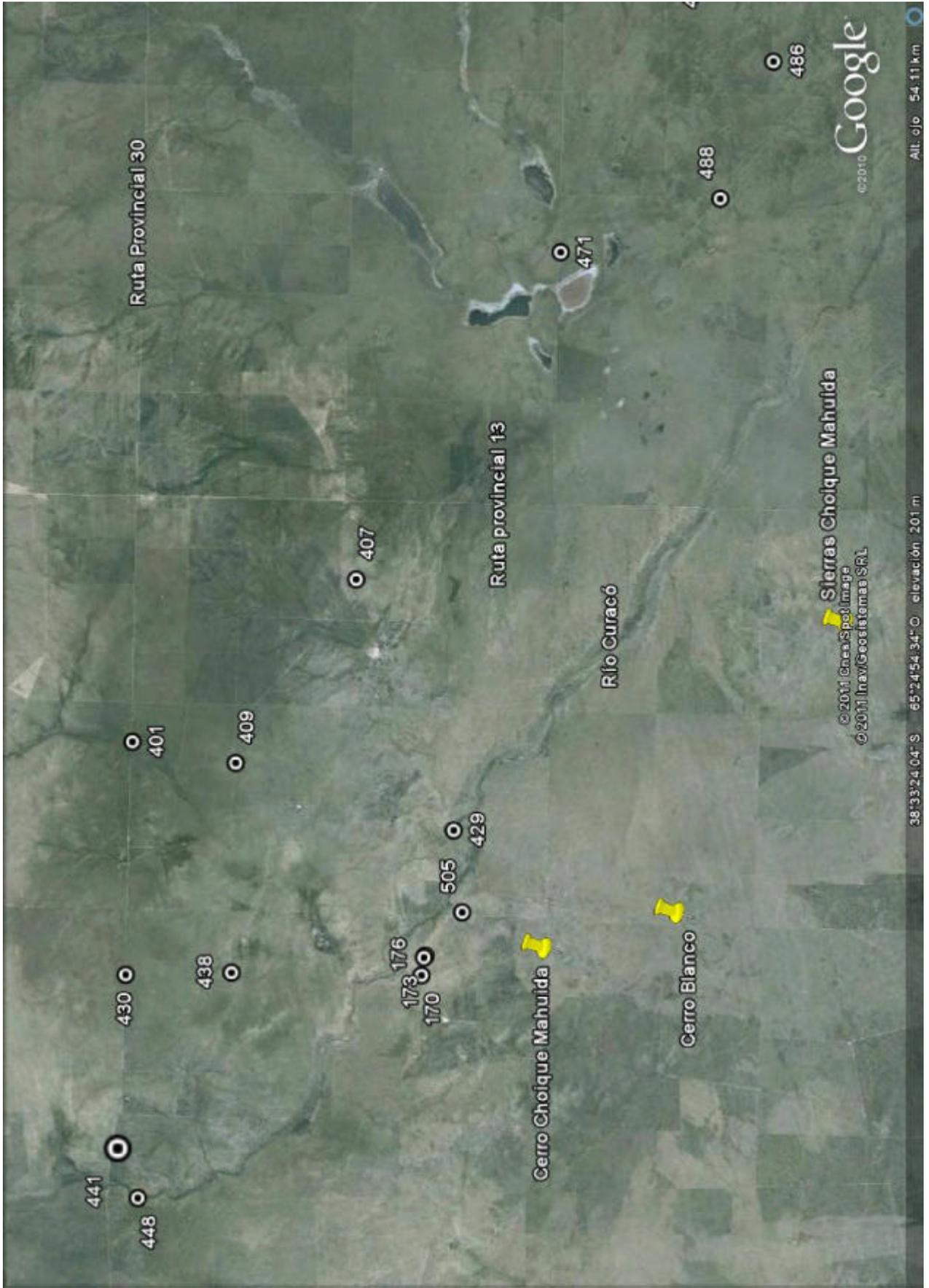
Elemento	Au	Ag	Cu	Mo	Pb	Ni	Zn	As	Ba	Na	Sr	S	masa
Unidad	ppb	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	%	ppm	%	gr
Limite de detección	2	0.3	1	1	3	1	1	0.5	50	0.01	1	0.01	
342	21	<0.3	6	9	<3	3	2	8.1	110	0.03	26	<0.01	27,9

Aunque pequeñas, las anomalías en Au Cu están presente.

ÁREA SUR

AL ESTE DEL RÍO CURACÓ

Mapas a y b



Sobre la margen del Río Curacó a la altura de la Ruta provincial 30, aflora un granito rosado con estructura estratificada y textura media a gruesa, muy alterado a caolín y otras arcillas (foto 3:1).



Foto 3:1

Asociado al granito, en el punto 448 (**38°24'59,5"S – 65°43'16,7"O**) se halla un filón de cuarzo de 10m de ancho, con venas y venillas en stockwork (fotos 3:2, 3, 4, 5).



Foto 3:2



Foto 3:3



Foto 3:4



Foto 3:5

Las venillas están verticales y su rumbo es N40O. Son venillas multiepisódicas, de bordes netos y rectos, rellenos por cuarzo blanco lechoso, en drusa o diente de perro (fotos 3:6, 7, 8 y 9).



Foto 3:6 - Fragmento de venilla



Foto 3:7 - Venillas

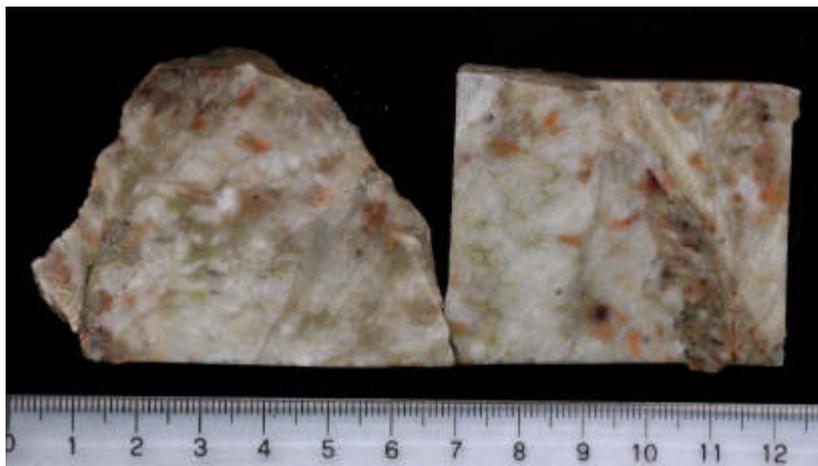


Foto 3:8 - Cuarzo de venillas



Foto 3:9 - Fragmento de venilla

En un área de 500m en los alrededores, se hallan venillas de cuarzo de 20 y 30cm de ancho, con texturas en diente de perro y pequeños filones de hasta 50cm con venillas simétricas multiepisódicas. La dirección de estas estructuras es de N45O/40O y 20O y buzan 70°NE o son verticales; cruzan la zona hacia ambos lados y desaparecen en el terreno (Fotos 3:10, 11)



Foto 3:10 - diente de perro



Foto 3:11 venillas simétrica

Elemento	Au	Ag	Cu	Mo	Pb	Ni	Zn	As	Masa
unidad	ppb	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	gramos
Límite de detección	2	0.3	1	1	3	1	1	0.5	
448	<2	<0.3	11	<1	5	2	5	4.3	27,4

La muestra del punto 441 (**38°24'21,39''S – 65°41'35,24''O**) está formada por una pasta de calcedonia y una mezcla caótica de fragmentos redondeados a subredondeados de roca. Los fragmentos varían entre 0,5 cm y harina de roca. La alteración a epidoto de los clastos no permite definir si todos son de la misma composición (foto 3:12)



Foto 3:12

Elemento	Au	Ag	Cu	Mo	Pb	Ni	Zn	As	Masa
Unidad	ppb	ppm	gramos						
Limite de detección	2	0.3	1	1	3	1	1	0.5	
441	<2	0.4	5	2	74	18	69	15.4	30.5

En los puntos 430 (**38°24'36,29''S - 65°35'48,99''O**), 409 (**38°27'28''S - 65°28'47''O**) y 438 (**38°27'20,45''S - 65°35'45,68''O**) se han encontrado gran cantidad de fragmentos sueltos, dispersos en todo el lugar, entre la vegetación y la arena, pero no se pudo encontrar afloramientos. Las muestras 430 (foto 3:13) y 409 (foto 3:14) son brechas de calcedonia, los espacios abiertos están rellenos de cuarzo y fragmentos angulares de cuarzo blanco de diversos tamaños (menos de 1mm a 4mm), con sectores en los que se halla harina de roca amarillo, rojo y anaranjado probablemente carbonatos. Estos espacios abiertos y venillas que acompañan el conjunto tienen contactos netos y en algunos casos crecimiento tipo drusa en los bordes. Toda la muestra tiene dispersa pirita.

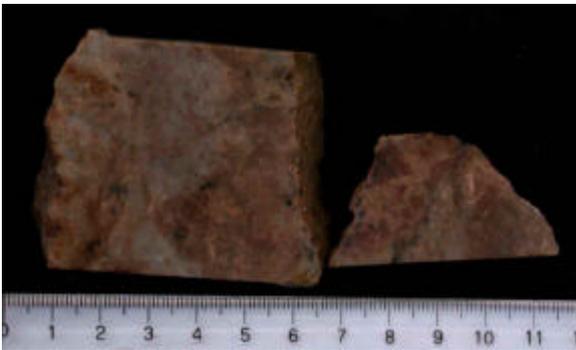


Foto 3:13 - Muestra 430

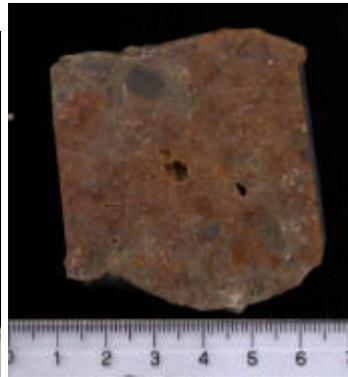


Foto 3:14 - Muestra 409

Punto 401 (**38° 24' 47,9''S - 65° 28' 4,35''O**). Ubicado sobre la ruta 30 a unos 500 m de la laguna. Al costado de la ruta, sobre el suelo descubierto, aflora una sucesión de capas entre las que se halló estas brechas hidrotermales. Monomítica, clasto soportada con cemento de cuarzo. Los fragmentos son de la roca de caja, angulosos a subredondeados desde harina de roca dispersa en el cemento hasta fragmentos de 15cm. Hay presencia de fragmentos de alrededor de 5cm tabulares alargados paralelos entre sí (foto 3:15)

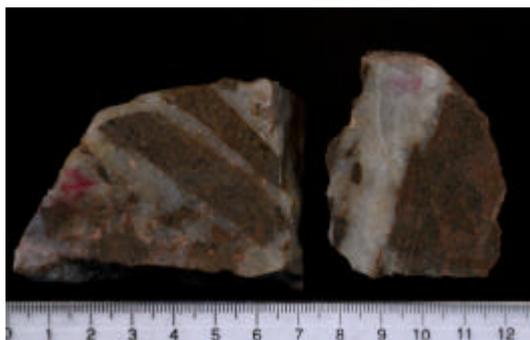


Foto 3:15 - muestra 401

Punto 407 (38°30'35,6S – 65°22'41,1”O)



Foto 3:16 – afloramiento

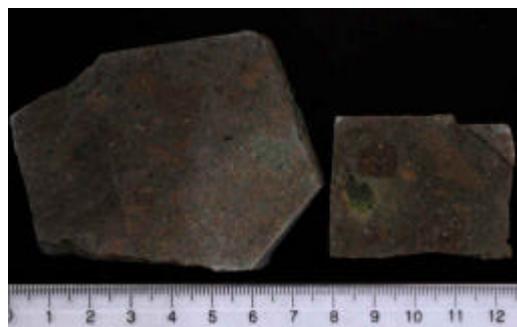


foto 3:17

Afloramientos tabulares con rumbo N20O y buzamiento 30°NE (foto 3:16). Variedades brechoides de las rocas porfíricas gris verdosas. Tienen aspecto bastante masivo, en algunos casos con textura fluidal, en donde los fragmentos de 2mm a 1,5cm están dispersos en la matriz. En la mayoría de los casos, estas brechas son de carácter monomítico, pero en algunas se encuentran fragmentos volcánicos que pueden ser de distinta procedencia. En estas últimas, la composición es aproximadamente 70% fragmentos de roca y 30% fragmentos de cuarzo blanco. Los clastos de roca están completamente oxidados. La matriz es microcristalina marrón o gris casi negra en la que se hallan además de los clastos, fenocristales de plagioclasa y feldespatos parcialmente recristalizados a cuarzo (foto 3:17).

Elemento	Au	Ag	Cu	Mo	Pb	Ni	Zn	As	Masa
Unidad	ppb	ppm	gramos						
Limite de detección	2	0.3	1	1	3	1	1	0.5	
401	36	<	9	8	16	7	31	24.7	26.3
407	4	0.3	7	<1	18	48	43	19.1	28.1
407E	<2	0.6	17	<1	11	50	60	26.9	24.4
438	<2	0.3	3	<1	37	9	30	12.6	28.5
409	279	0.3	10	<1	5	7	4	7.4	26.2
430	<2	0.3	13	1	3	6	7	5.7	25.3

En el punto 429 sobre la margen Este del Río Curacó (**38°33'5,99''S – 65°31'3,06''O**) dentro del Establecimiento El Silencio, afloran sedimentitas de la Formación Carapacha, y sobre ellas, en forma concordante, rocas porfíricas gris verdosas. Entre las sedimentitas y las rocas porfíricas, aparecen en algunos sectores, lentes de 6m de corrida y 3m de altura (foto 3:18) de riolitas silicificadas similares a las del Cerro Choique Mahuida (ubicado al Oeste del Río Curacó). Los niveles superiores tienen vesículas, y los inferiores están cruzados por venillas en varias direcciones formando un stockwork (foto 3:19). Las vesículas recuerdan a marcas dejadas por un cristal del tipo de la pirita; estas rocas además se ven muy manchadas en color rojo.



Foto 3:18 Lentes de cuarzo



Foto 3:19 sobre el Afloramiento

En el área también se observan venas y venillas con texturas de relleno en diente de perro, que recorren con rumbo N40O y buzamiento de 80°NE (foto 3:19). Tienen un ancho entre 1 m y 10 cm (foto 3:20).



Foto 3:20

Si cruzamos el río, unos 4km al Oeste (punto 505 **38°33'18,73''S – 65°33'46,70''O**), también dentro del Establecimiento El silencio hallamos un filón de cuarzo con estructura en stockwork. El rumbo es N40O y la inclinación 80° NE (foto 3:21). Tiene un ancho de 3m y una potencia de 6m. Las venas y venillas que forman la estructura tienen varias direcciones. Las más gruesas de 20cm N280 y 300 W las intermedias rumbo N/S y las más finas E/O. Las texturas de las venas y venillas son de relleno, simétricas, en diente de perro, coliformes, en escarapela y en brecha. (fotos 3:22 a 27)



Foto 3:21 - Vista general - venas simétricas Vista lateral



Foto 3:22 - Texturas en escarapela

Foto 3:23 - Venillas en varias direcciones



Foto 3:24 - Diente de perro



Foto 3:25 - Texturas coliformes



Foto 3:26 - Texturas en brecha



Foto 3:27 - Venas accesorias

En un área de 800 metros a la redonda, se hallan venillas con direcciones principalmente E/O y N40O, de hasta 15 cm de ancho con texturas en diente de perro. Estas venillas cruzan la zona y desaparecen en el terreno (foto 3:28 y 29)



Foto 3:28



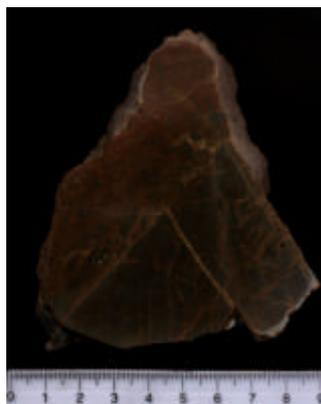
Foto 3:29

Unos 3km al NO en una loma contigua a un distributario del Río Curaco (**38°32' 19.1''S – 65° 35' 17.4''O**), el filón descrito más arriba, reaparece aflorando rocas del techo.

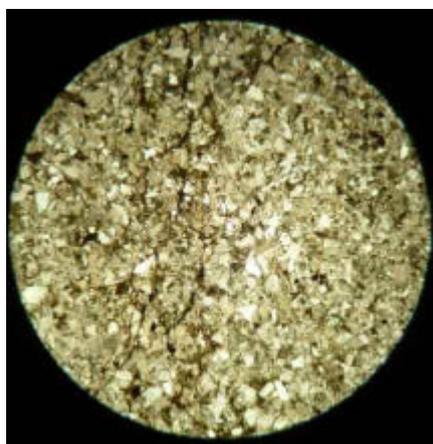
Se accede desde la Ruta provincial 107, km 56, hacia el E y por caminos vecinales.

La entrada corresponde al límite de los campos de la flía de A. Baldomé (entrada hacia el Cro. Guanacos). Se sigue por el camino unos 10 km .

En la base de la loma, sobre el cauce (seco) del río, aflora una sucesión de rocas grises castañas que gradan de color a castañas oscuras, de estructura tabular planar, de potencia por lo menos de 25m (foto 3:30). Al microscopio, se observa una textura clasto sostén fina, con cemento de material criptocristalino. Los clastos son fragmentos de cristales de tamaño menor a 0,1mm, en general angulosos, aunque algunos redondeados. Ésta porción del afloramiento posee venillas transgresivas tipo stockwork, que hacia el techo van cubriendo mayores áreas (fotos 3:31 y 32).



Fotos 3:30



Fotos 3:31 SA

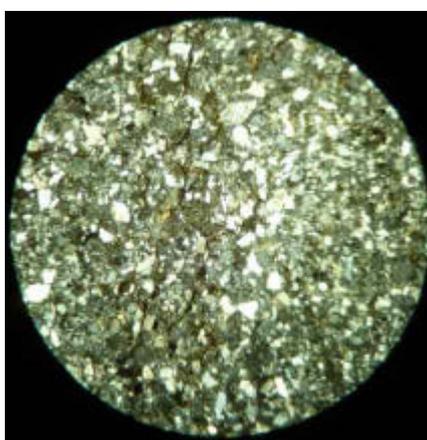
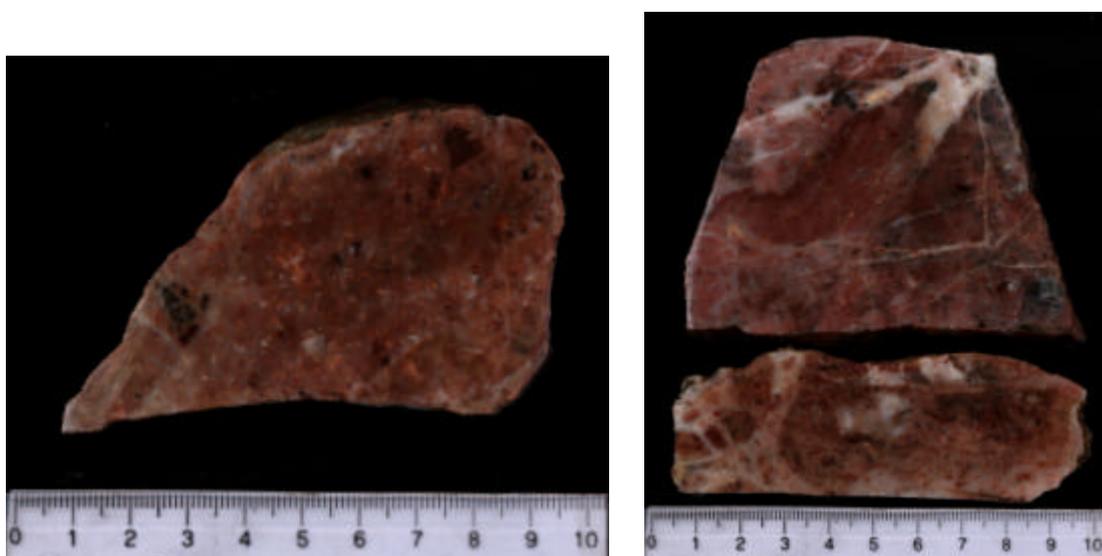


Foto 3:32 CA

Las venillas se entrecruzan, pero sus límites netos y formas rectilíneas indicarían un comportamiento frágil de la roca y como respuesta a ello, el relleno deja espacios libres que en ocasiones presentan drusas o geodas especialmente en sitios donde se intersectan.

Las venillas están rellenas, básicamente, por cuarzo coloreado teñido por material limonítico. En el sector de color más oscuro, se presentan acumulaciones de minerales oscuros que no se pueden distinguir con la lupa.

Sin observarse el contacto, la roca grada a una variedad de aspecto graso, sedoso al tacto, que en superficie fresca posee un tinte rojo rosado con sectores blancos grisáceos (fotos 3:33 a y b).

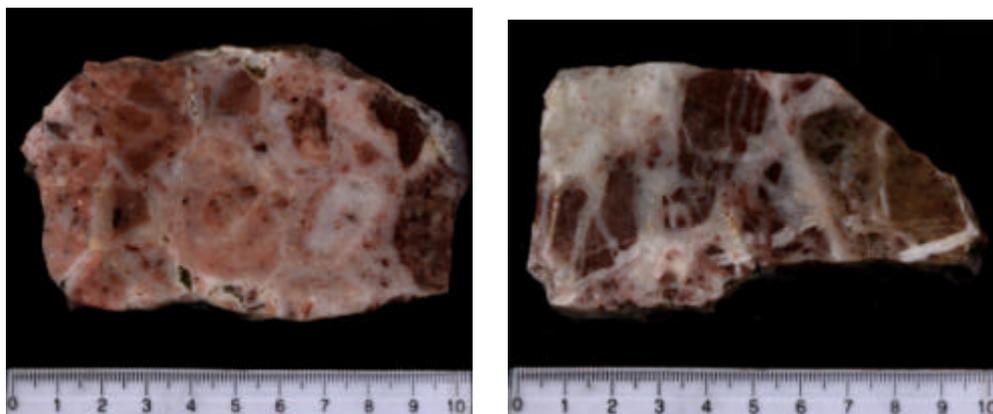


Fotos 3:33 a y b

Esta porción del afloramiento, se trata de la roca subyacente con una alteración penetrante del tipo cuarzo jasperoide, que además tiene superpuesto, de un evento posterior, venillas rellenas por cuarzo lechoso. También en esta porción, el aspecto es de stockwork.

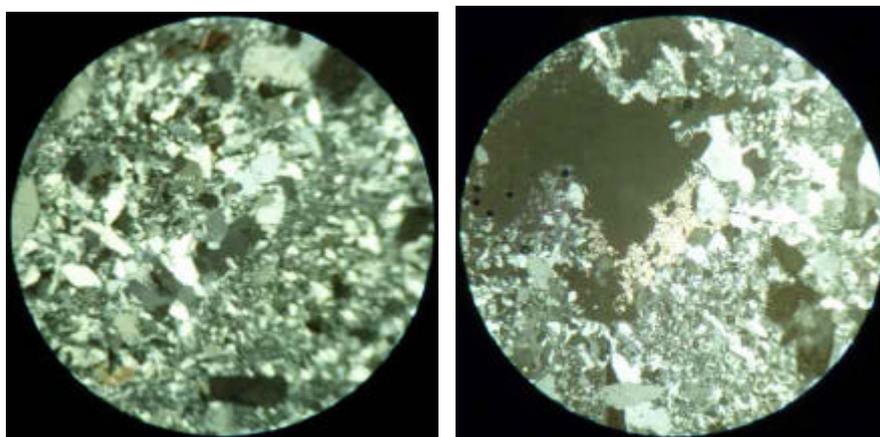
Hacia el techo del sistema, la textura cambia al tipo brechosa (muestra 175), en donde aún se conservan fragmentos líticos de los niveles subyacentes de tamaño variado, contornos redondeados, cóncavo convexos y otros conformados por fragmentos alóctonos de tamaño menor al cm y bordes angulosos. Esta porción del afloramiento muestra una alteración penetrante que refleja una intensa silicificación aunque también en ella se identifican sectores constituidos por sílice jasperoidal color castaño rojizo que contrasta con la variedad de sílice microcristalina color

blanco lechoso. La roca adquiere porosidad secundaria debido a la presencia de pequeñas drusas, venillas parcialmente rellenas por cuarzo blanco lechoso de escaso milímetros de espesor (foto 3:34 a y b)



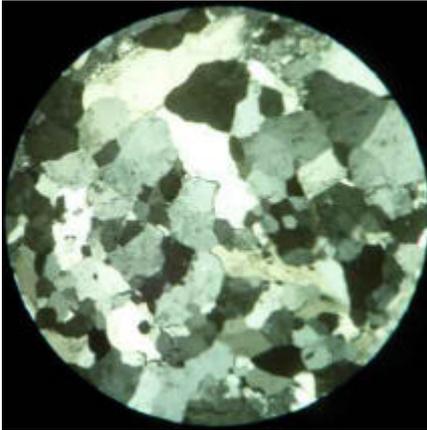
Fotos 3:34 a y b – Muestra 175

Al microscopio se observa una textura en brecha, formada por cuarzo multiepisódico (foto 3:35), calcedónico (foto 3:36), en drusa (foto 3:37), en mosaico, (3:38), de recristalización con bordes en rompecabeza asociado a fenocristales de feldespatos (foto 3:39), carbonatos como relleno de huecos (foto 3:40), cristales de cuarzo con zonación por la presencia de inclusiones (foto 3:41), cuarzo piramidal (foto 3:42) y ópalo (foto 3:43)

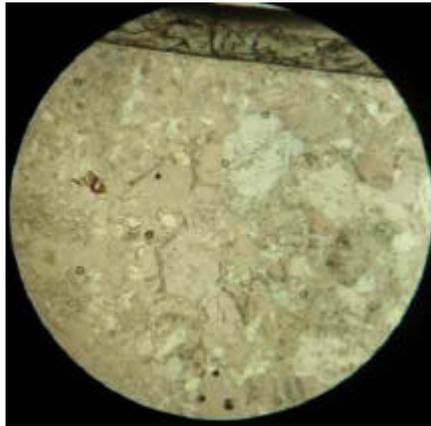


CA - Foto 3:35 y 37

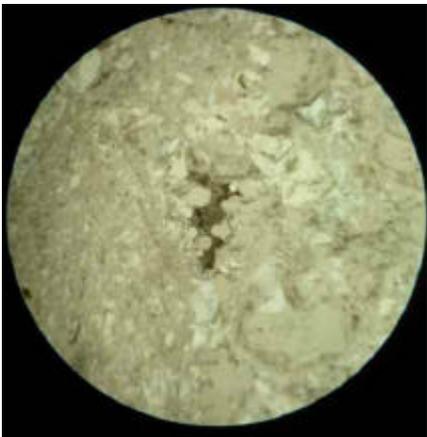
CA - Foto 3:36 y 40



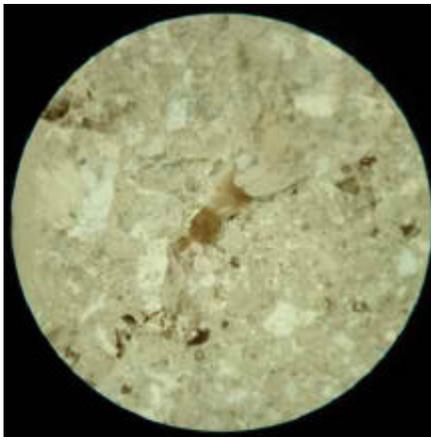
CA - Foto 3:38 y 39



SA - Foto 3:41



SA - Foto 3:42



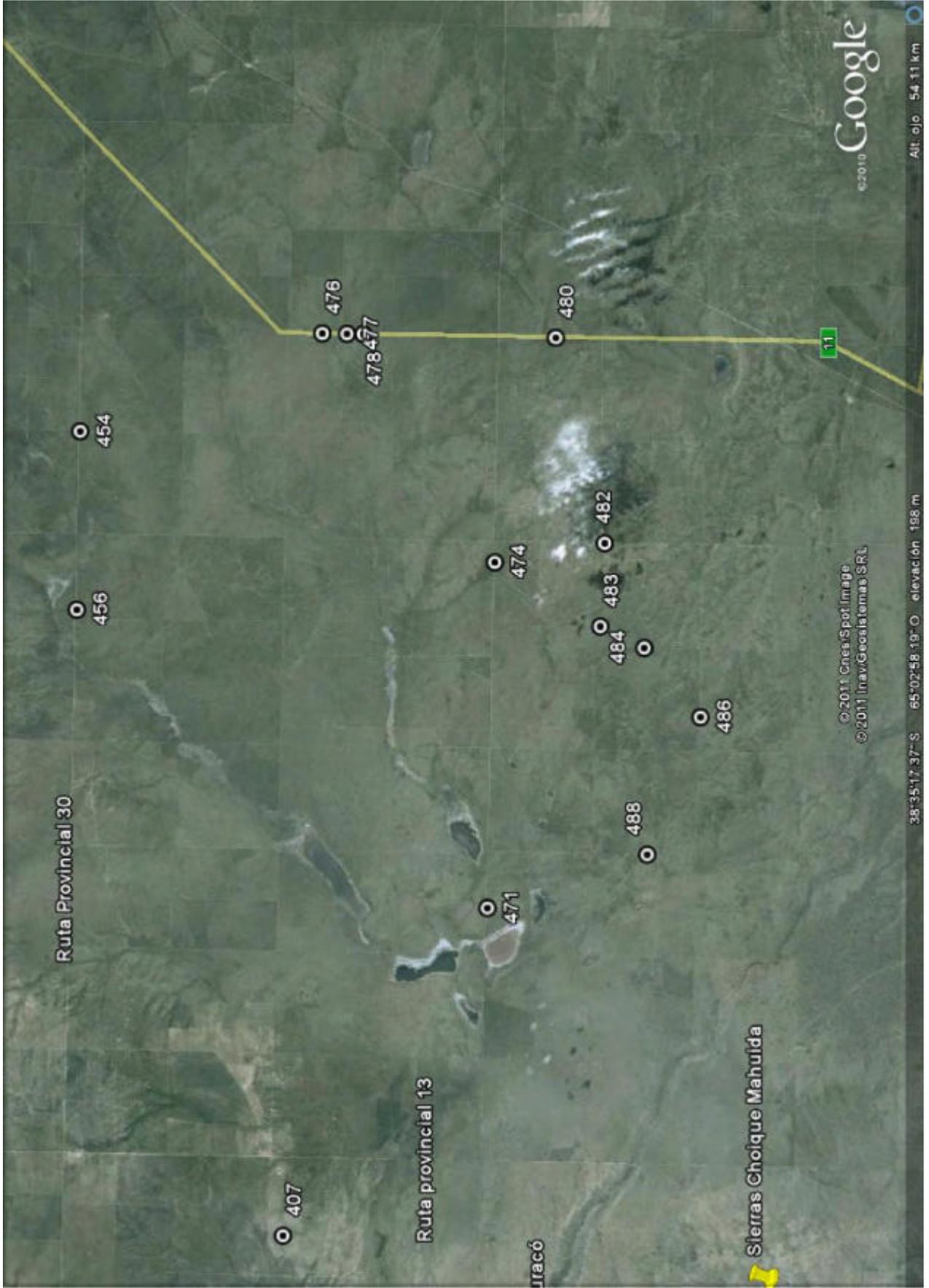
SA - Foto 3:42 y 43

Inmediatamente por encima, se observan afloramientos vetiformes de cuarzo lechoso. Muestran variación desde sus contactos hacia el centro de la cavidad, determinada por 30 cm de cuarzo lechoso masivo que pasa con bandeo simétrico a la variedad de cuarzo drusiforme blanco lechoso con un espesor de 10 cm (foto 3:44 a y b). Esta última porción de la veta (se interpreta como un segundo pulso mineralizante); posee contactos netos con el cuarzo masivo y en ocasiones se resuelve a través de cristales con crecimiento sintaxial desarrollado por mecanismos de disolución por presión. Un detalle que fue observado sin tener una representación areal convalidada, fue la presencia de escasos fragmentos líticos angulosos de 2 a 3 cm en su eje mayor, que se disponen en la zona de cuarzo masivo blanco. Este rasgo permitiría inferir la proximidad del contacto entre la veta y la roca de caja.



Fotos 3:44 a y b

Elemento	Au	Ag	Cu	Mo	Pb	Ni	Zn	As	Masa
Unidad	ppb	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	gramos
Limite de detección	2	0.3	1	1	3	1	1	0.5	
175	<2	<0.3	6	<1	<3	2	2	4.4	28.6
429	<2	<0.3	16	4	<3	3	4	2.6	27.3
505a	<2	0.3	10	2	3	7	5	5.4	24.5
505b	<2	<0.3	11	1	<3	9	8	3	24.8
505c	<2	<0.3	5	<1	<3	7	2	2.9	24.6
505d	<2	<0.3	12	3	<3	7	3	6.2	24.8
505F	<2	<0.3	8	<1	<3	8	6	2.2	24.1



Punto 454 (**38°25'19,16''S – 64°55'54,55''O**)

Roca granosa de color rosada anaranjada, con cristales de tamaño mediano anhedrales de cuarzo, feldespato y escasa biotita. La muestra está recorrida por venillas irregulares y ramificadas de cuarzo ahumado (foto 3:45).

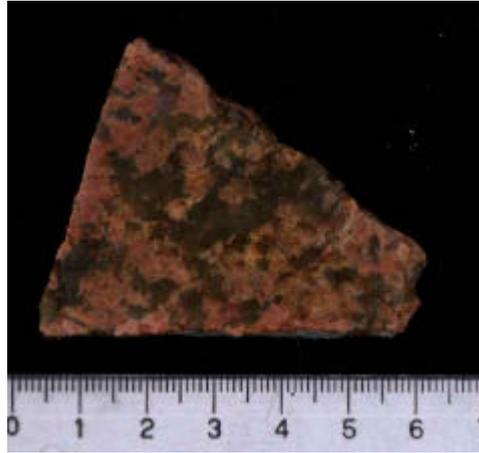


Foto 3:45

Punto 456 (**38°25'14,64''S – 65°01'50,70''O**)

Corresponde al Cerrito La Payana. Brecha de estructura masiva y fragmentos de roca en matriz volcánica. Los fragmentos de roca son subangulosos a redondeados, de hasta 2cm, la composición no puede definirse a simple vista porque están muy alterados. Están dispersos en una matriz de grano fino de feldespato y cuarzo. El feldespato tiene formas euhedrales a subeuhedrales de diversos tamaños 2mm o menores, mientras que el cuarzo es intersticial. Los fragmentos de feldespato muestran roturas en rompecabeza y engolfamientos así como recristalización a cuarzo (foto 3:46)



Foto 3:46

Punto 471 (38°35'53,04''S – 65°11'45,84''O)

Brecha volcánica formada por fragmentos de roca, fragmentos de cristales y cristales de varios tamaños desde 2 mm a harina de roca en un cemento criptocristalino. Los fragmentos están epitotizados, cloritizados y alterados a carbonatos con rebordes de óxidos probablemente desferrización de biotitas (foto 3:47, 48 y 49). Alteración Propilítica

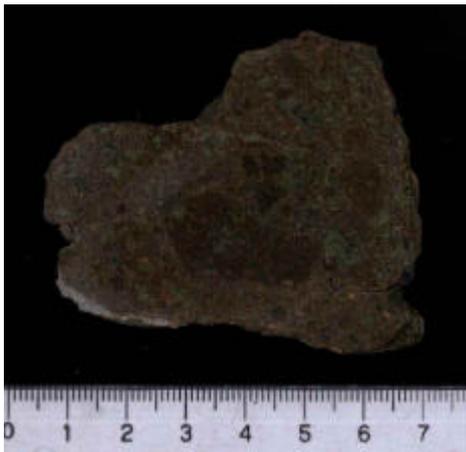
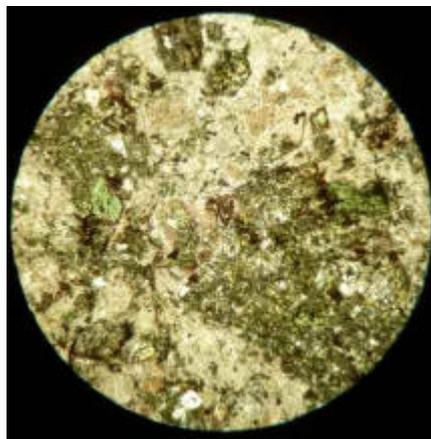
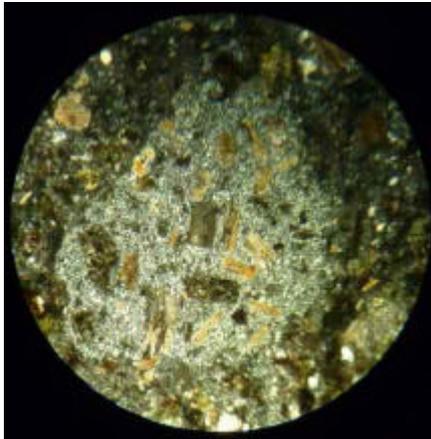


Foto 3:47



CA -Foto 3:48 - fragmento de roca SA -Foto 3:49 - cloritas, epidoto

Punto 474 (38°36'3,38''S – 65°00'13,55''O)

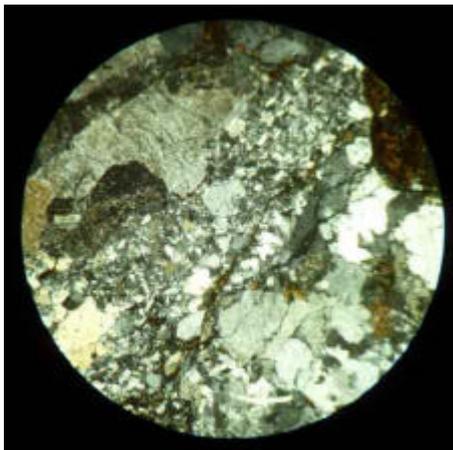
Roca granosa formada por cristales de plagioclasa, feldespato potásico y cuarzo intersticial de gran tamaño (4 mm). Los cristales de plagioclasa son euédral y con incipiente sericitización.

La muestra está brechada por varias venillas que están rellenas de fragmentos de cristales, pero en los contactos se observa crecimiento en drusa o mosaico, de cuarzo

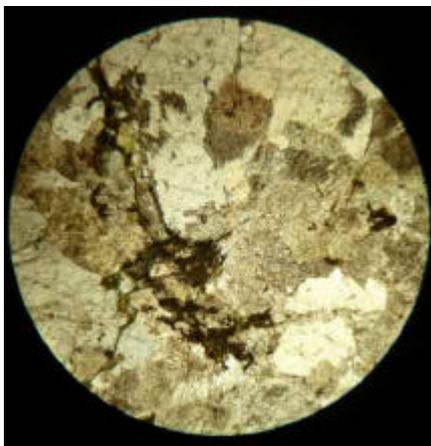
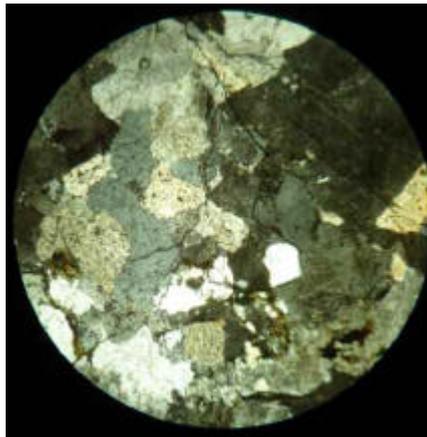
Venillas con biotita hidrotermal que también recubren fenocristales. Alteración Potásica (foto 3:50, 51, 52, 53 y 54). Alteración potásica y argílica intermedia sobreimpuesta



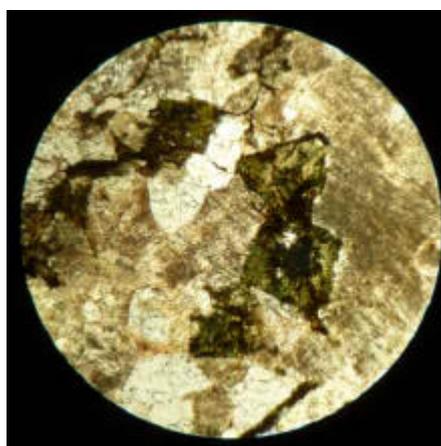
Foto 3:50



CA - Foto 3:51 crecimiento en drusa en el contacto de la venilla
CA – Foto 3:52 roca tipo



SA - Foto 3:53 - biotita hidrotermal en venillas



SA – Foto 3:54 - biotitización y cloritización sobreimpuesta

Punto 476 (**38°31'34,25"S – 64°52'37,24"O**)

Roca porfírica de pasta cuarzo feldespática, sericita y arcillas diseminada.
Los fenocristales tienen engolfamientos y fracturas por donde invade la pasta.
Alrededor de los cristales hay contactos de reacción con pasta de grano mas fino,
(foto 3:55, 56, 57, Alteración potásica y fílica sobreimpuesta.

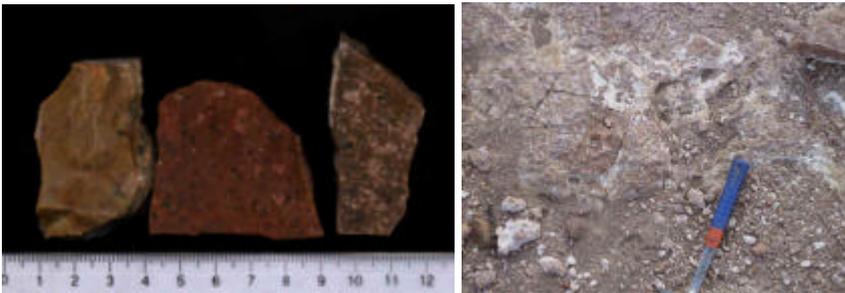
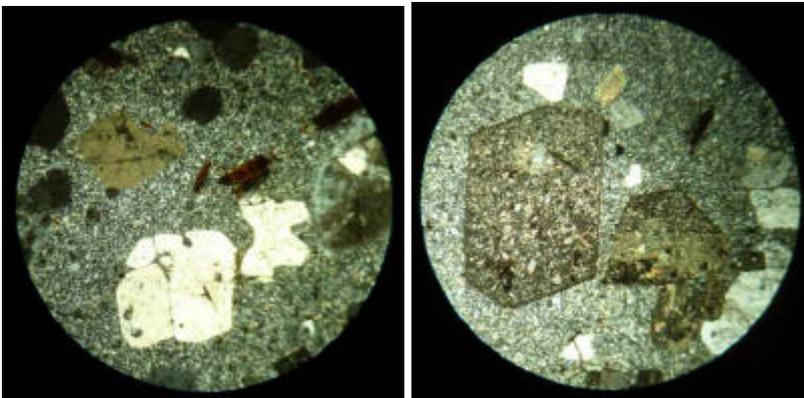


Foto 3:55 centro y b



CA – Foto 3:56 y 3:57
vista de pasta y fenocristales de plagioclasa sericitizados

Puntos 477-478 (**38°32'37,86"S – 64°52'38,06"O**)

Roca porfírica de pasta microcristalina de cuarzo y feldespato con sericita diseminada.

La plagioclasas euhedrales están sericitizadas y con bordes de reacción con sericitas.

Venillas de cuarzo cruzan la muestra, estas venillas son apenas ondulantes, de bordes netos y rellenas de cuarzo anhedral en rompecabeza. Algunos fenocristales de plagioclasa están recristalizados a cuarzo (foto 3:58 a y b, 59, 60, 61 y 62).

Alteración fílica



Fotos 3:58 a y b - afloramientos

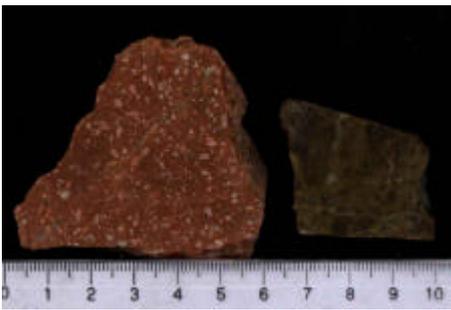
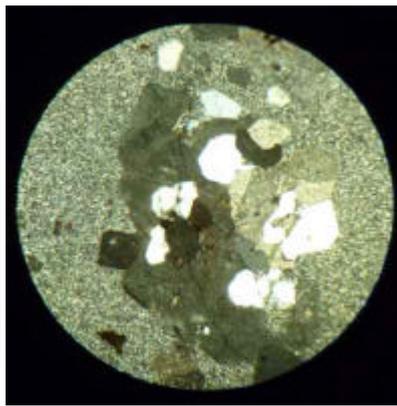


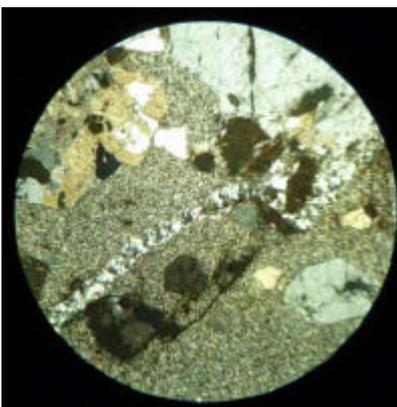
Foto 3:59



CA – Foto 3:60



CA - Foto 3:61



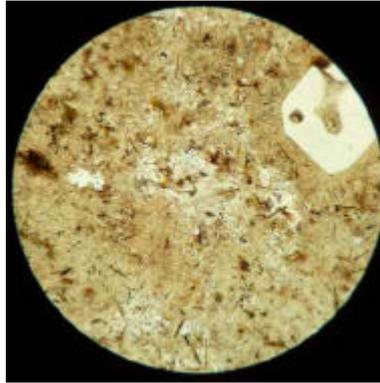
CA – Foto 3:62

Punto 480 (**38°37'36,87"S – 64°52'43,48"O**)

Roca porfírica microcristalina de cuarzo anhedral y fenocristales de cuarzo y feldespato euhedral, biotita hidrotermal diseminada y bordes de reacción en los fenocristales (foto 3:63 y 64).



Foto 3:63



SA Foto 3:64

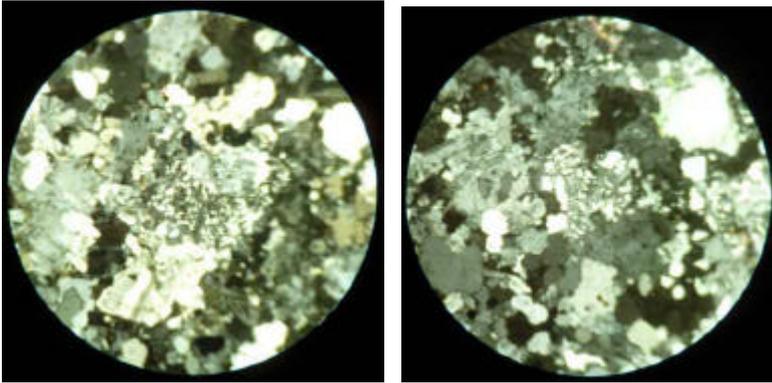
Alteración potásica y silicificación

Punto 482 (**38°38'54,11"S – 64°59'34,72"O**)

Roca de textura granosa gruesa con cuarzo, feldespato potásico y plagioclasas
Procesos de silicificación sobreimpuestos (fotos 3:65, 66 y 67).



Foto 3:65-izquierda



CA Fotos 3:66 y 67 -Tecturas mirmequiticas

Punto 484 (**38°39'55,66"S – 65°03'4,15"O**)

Dique de rumbo N340W, vertical, con un ancho de 20cm. Pasta criptocristalina con textura fluidal, magnetita diseminada y fragmentos de cristales de menos de 0,1 mm. Se halla diseminada biotita hidrotermal (fotos 3:68, 69, 70 y 71).

Alteración potásica



Foto 3:68 Afloramiento

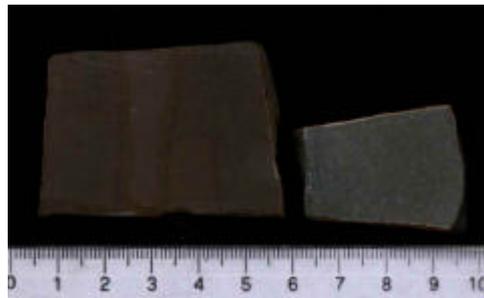
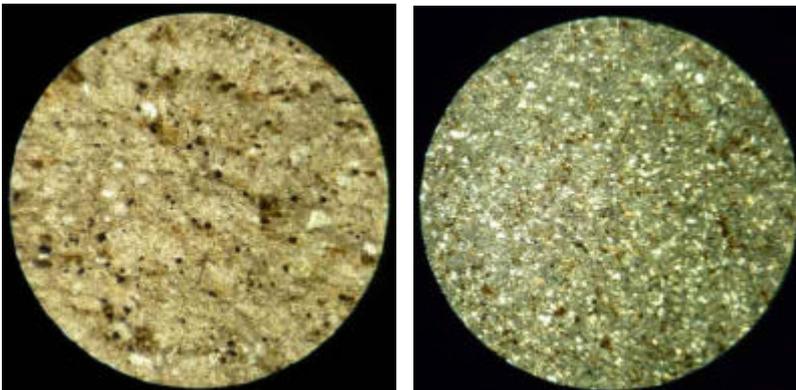


Foto 3:69 muestra - izquierda



SA – Foto 3:70 y CA 3:71 biotita y magnetita diseminadas

Punto 486 (38°41'23,32"S – 65°05'22,64"O)

Textura porfírica, en sectores fluidal, con fragmentos de roca y de fenocristales de feldespato, plagioclasa, cuarzo y algunos mafitos en una pasta microcristalina. Los fragmentos son de variado tamaño hasta 1mm y aquellos correspondientes a feldespatos están caolinizados. Hay presencia de pirita diseminada (fotos 3:72, 73)

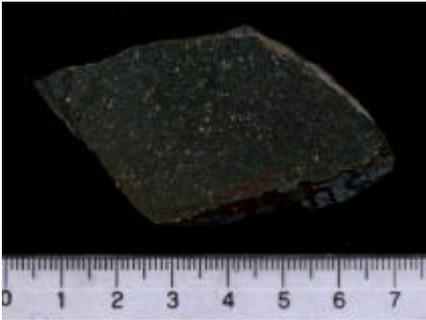


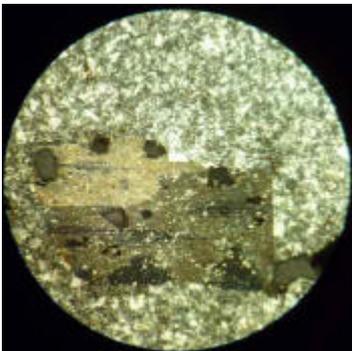
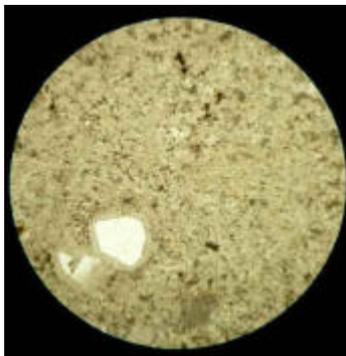
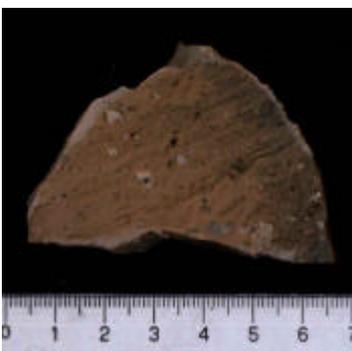
Foto 3:72



CA -Foto 3:73 -

Punto 488 (38°40'0,99"S – 65°09'58,27"O)

Pasta microcristalina de cuarzo anhedral y bordes irregulares con sericita y muy pocos fenocristales de cuarzo y plagioclasa de 2 mm sericitizadas, partículas opacas dispersas entre los bordes del cuarzo.



CA -Fotos: 613 fenocristal de plagioclasa sericitizado

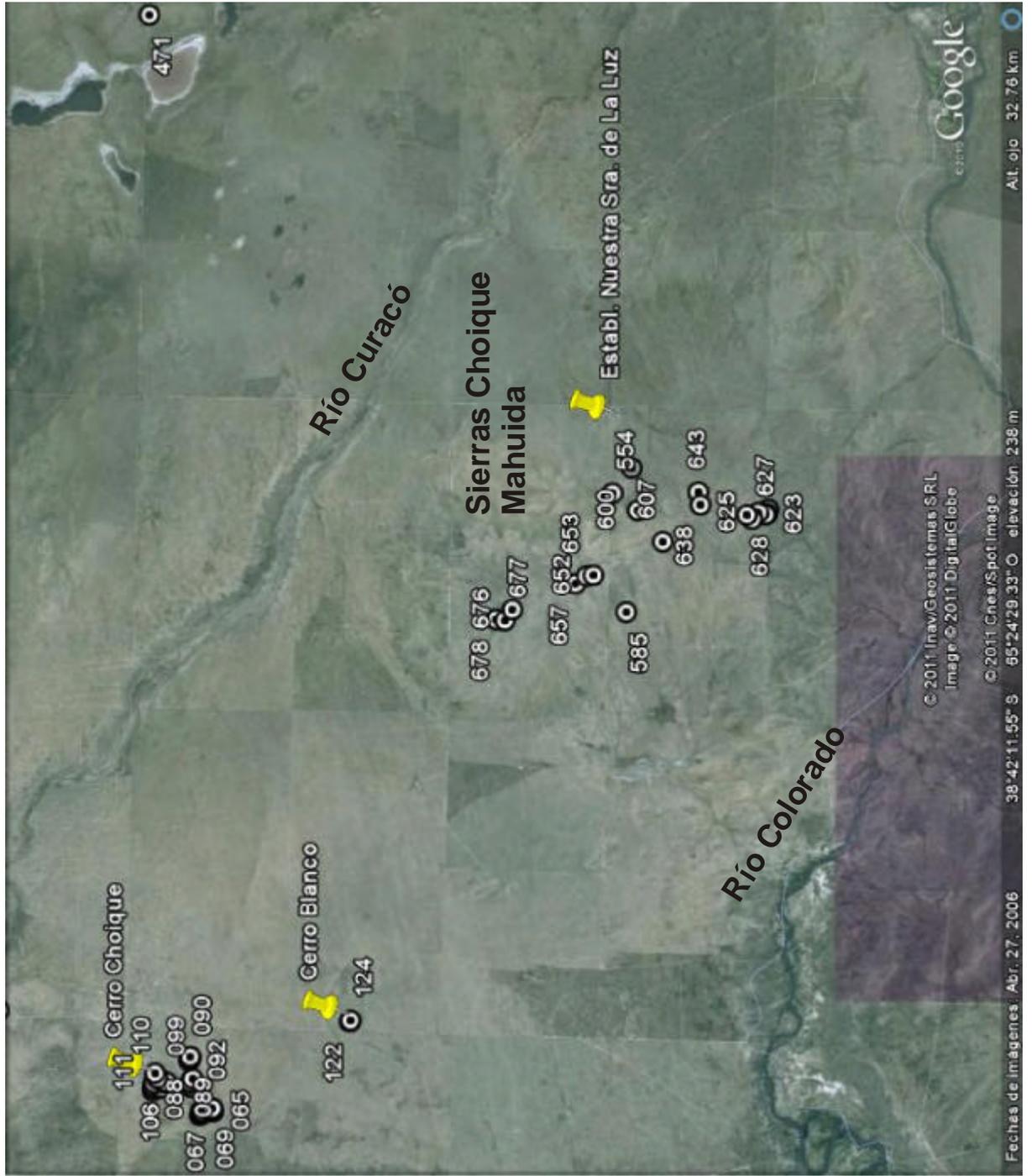
CA 614 fenocristales con bordes de reacción y sericitas – pasta sericitizada

Alteración filica

Análisis Geoquímicos

Elemento	Au	Ag	Cu	Mo	Pb	Ni	Zn	As	Masa
Unidad	ppb	ppm	gramos						
Limite de detección	2	0.3	1	1	3	1	1	0.5	
454	<2	<	11	2	29	6	18	12.5	25.7
456	<2	0.5	160	4	8	11	35	3.6	23.2

SIERRAS CHOIQUE MAHUIDA



Sierras Choique Mahuida $38^{\circ}43'41,90''\text{S}$ – $65^{\circ}24'21,69''\text{O}$

El paisaje está conformado por lomadas, lomas y cerros que alcanzan una altura de 90 metros sobre el terreno (fotos1, 2, 3 y 4). Los afloramientos están bien expuestos sobre sus superficies pero muy fracturados. Las fracturas principales son N320O, E/O, N20E, N280W, N40E produciendo bloques triangulares a pentagonales con tamaños entre 15 a 20 cm y espesores de 1 a 5 cm. (fotos 5 y 6)



Foto1- Paisaje y afloramiento



Foto 2 - Paisaje



Foto3 - Paisaje



Foto 4 - Paisaje



Foto 5 y 6 – Estructura de los afloramientos

Predominan las rocas porfíricas, en menor cantidad las brechas volcánicas que se las hallan en general hacia el norte y algunos afloramientos de rocas granosas finas a medianas, oscuras. En el sector sur estudiado, predominan las rocas ricas en cuarzo y venillas de cuarzo asociadas a ellas.

Se ha muestreado un sector muy importante de las Sierras, todo el material ha sido descrito expeditivamente en el informe de avance de agosto 2011. De ello se seleccionaron algunas muestras para geoquímica y para el reconocimiento de alteraciones.

Alteraciones

Punto 554



Muestra 554

Ignimbrita con fragmentos sericitizados y con carbonatos. Acumulaciones de opacos en los rebordes de las fiamas, y diseminadas en la pasta.

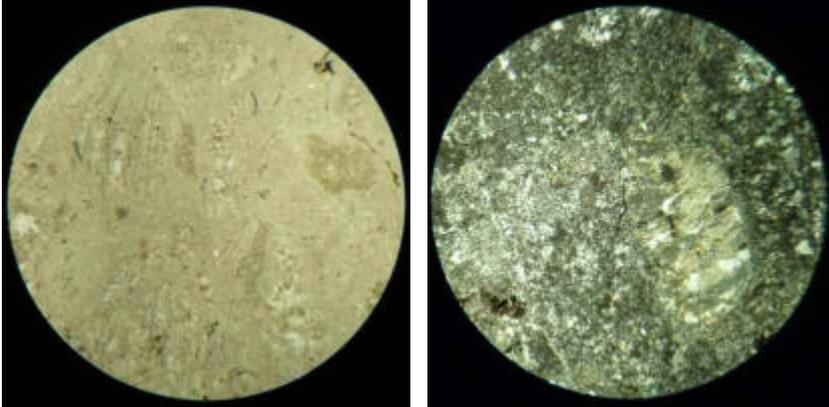
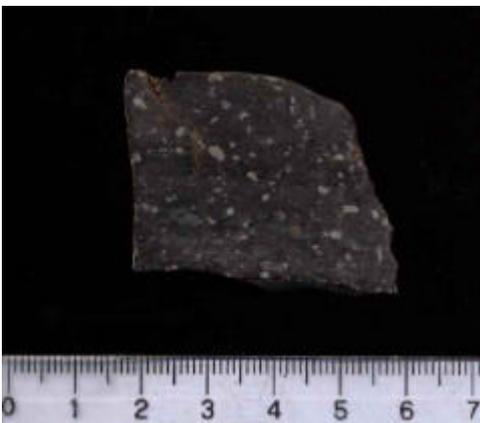


Foto 637 – presencia de sericitas en la pasta y en venillas. Opacos formando acumulaciones, de cristales euhedrales y depositadas en los bordes de las fiamas

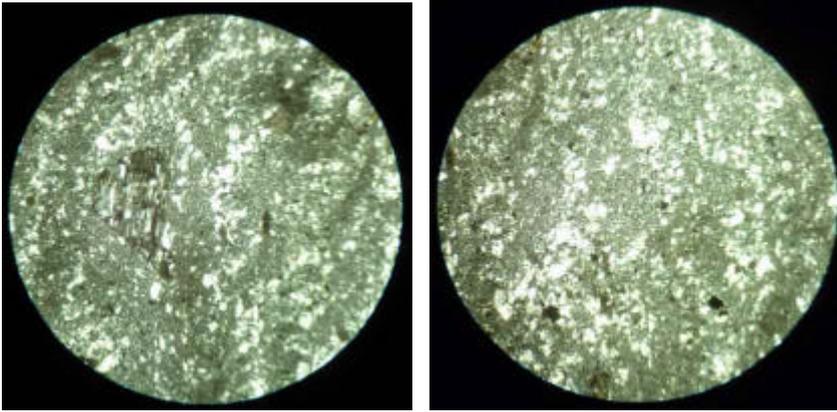
Tipo de alteración: argílica intermedia

Punto 562



Muestra 562

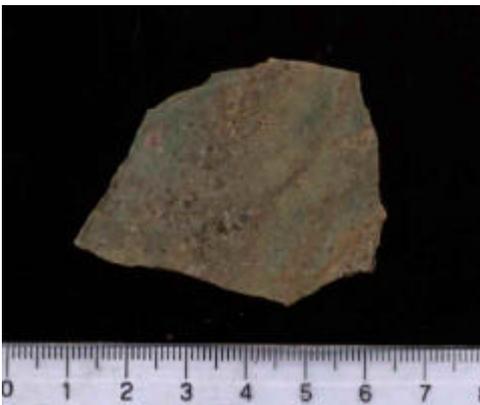
Roca porfírica de pasta criptocristalina, con fenocristales de plagioclasa de hasta 3 mm y fragmentos de cristales. La pasta tiene textura fluidal, alineación de fenocristales y parches con cuarzo de bordes interpenetrantes. Estos parches corresponden a cristales que han sido reemplazados por cuarzo. Los fenocristales de plagioclasa están parcialmente sericitizados y caolinizados . Se hallan opacos (magnetita?) diseminados .



Muestra 562 – CA – pasta y recristalización de cuarzo y opacos - plagioclasas parcialmente recristalizadas

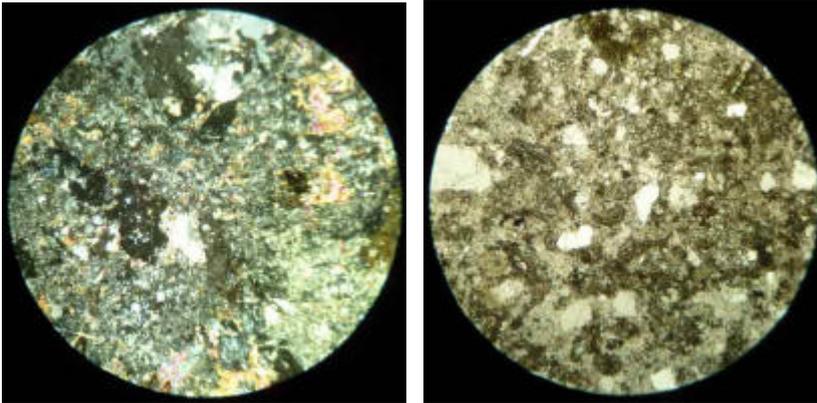
Tipo de alteración: silicificación y argilitización intermedia

Punto 585

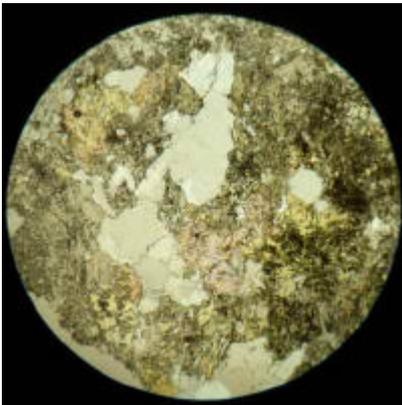


Muestra 585bis

Ignimbrita con fragmentos pumíceos recristalizados, fragmentos de cristales y líticos en una pasta cristocristalina totalmente alterada a calcita y epidoto.



Muestra 585b CA Cristales de calcita euhedrales – SA fragmentos de cristales



Muestra 585b SA epidoto y fragmento relicto de plagioclasa

Tipo de alteración: Silicificación y alteración propilítica

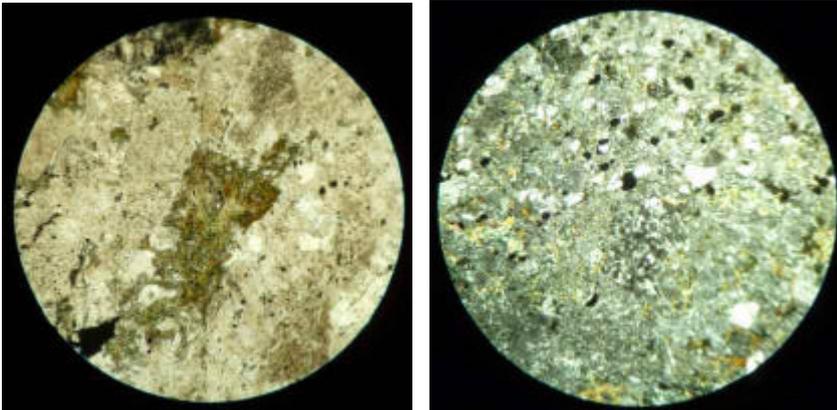
Punto 600



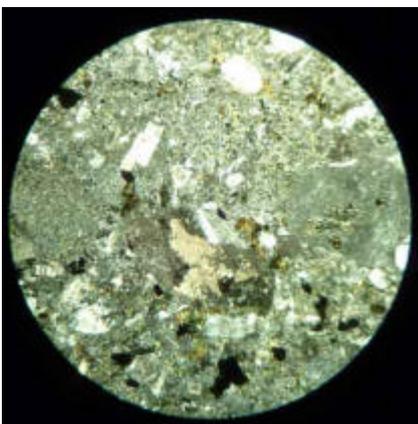
Muestra 600

Ignimbrita con fragmentos líticos y de cristales, pómez recristalizadas y plagioclasas. La pasta es cristocristalina y las plagioclasas en dos tamaños, 3 mm y 1 mm. Los feldespatos de mayor tamaño están biotitizados y posteriormente, desferrizados.

Los fragmentos y aquellos de menor tamaño están sericitizados o con principios de alteración a carbonatos. Hay sericita dispersa en la pasta y acumulaciones de material opaco. Algunos sectores tienen carbonatos.



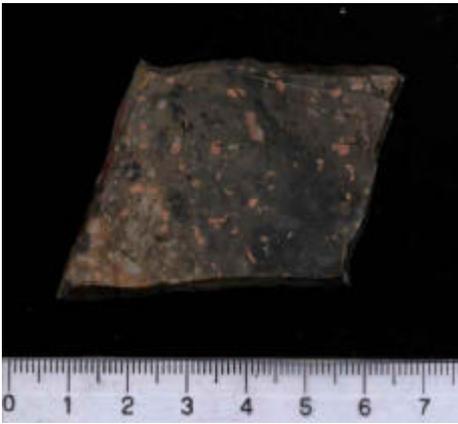
Muestra 600 - SA feldspatos biotitizados y CA fragmento de roca y minerales



Muestra 600 – CA carbonatos

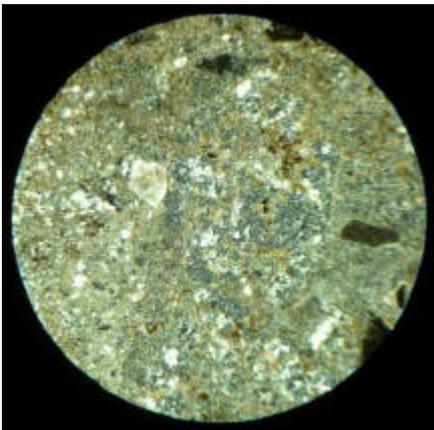
Tipos de alteración: Alteración potásica – alteración argílica intermedia

Punto 607



Muestra 607

Ignimbrita con fragmentos líticos, pómez y fragmentos de cristales, en una pasta de cuarzo anhedral en rompecabeza en 3 tamaños diferentes. Toda la muestra está surcada por venillas de biotita hidrotermal.



Muestra 607 – CA biotita hidrotermal

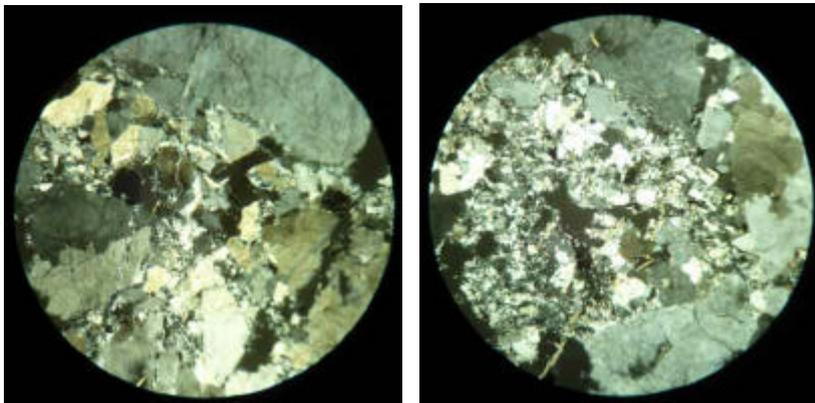
Tipo de alteración: potásica y silicificación

Punto 622



Muestra 622

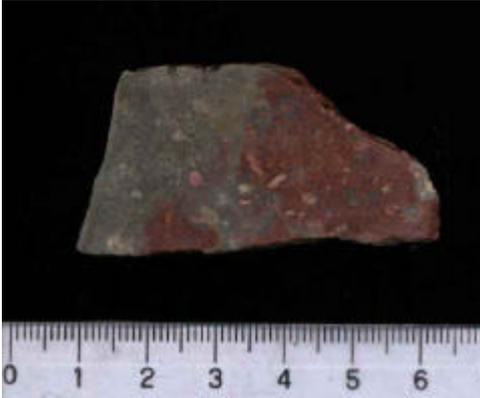
Cristales anhedrales de cuarzo de gran tamaño brechados por venillas con cuarzo microcristalino, drusiforme, anhedral multiepisódico y de diferentes tamaños. Las fracturas la fracturas tienen sericita Finas partículas oscuras cubren toda la muestra



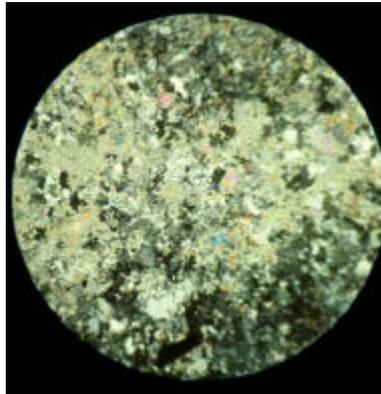
Muestra 622 – CA – sericita - acumulaciones de opacos subhedrales y en venillas

Tipos de alteración: fílica

Punto 625

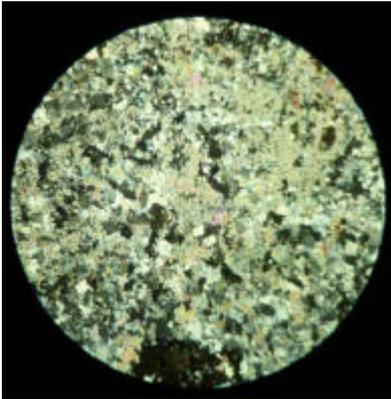


Muestra 625



Muestra 625 - muscovita

Pasta de cuarzo subhedral con contactos interpenetrados en los que se halla fragmentos de feldespatos caolinizados, sericita en venillas y acumulaciones irregulares de muscovita



Muestra 625 – CA - cuarzo sericita y muscovita/ feldespato caolinizado

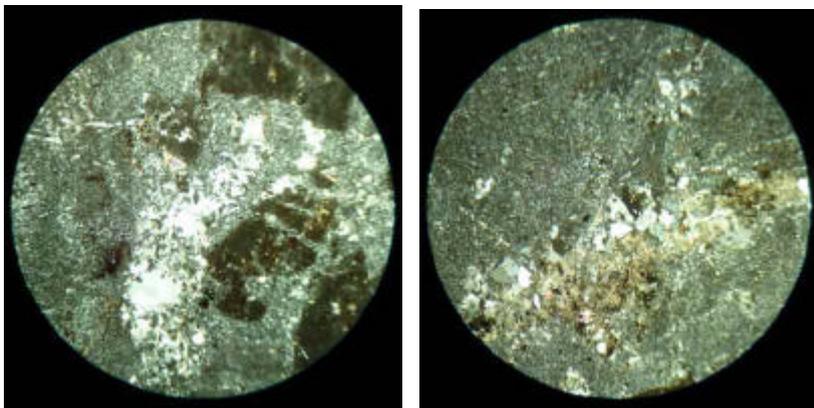
Tipo de alteración: potásica -fílica

Punto 628



Muestra 628

Ignimbrita recristalizada: Cristales de plagioclasas de hasta 4mm fracturados y caolinizados, fragmento de cristales, líticos y pómez en una matriz microcristalina. Las pómez están reemplazadas por cuarzo anhedral en rompecabeza, hay venilla de cuarzo y sericita



Muestra 628 – CA- feldspatos caolinizados - sericita en venillas de cuarzo

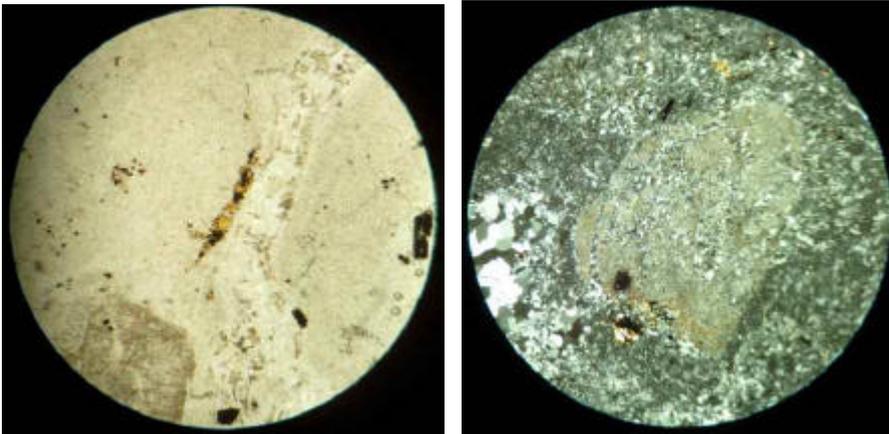
Tipo de alteración: fílica

Punto 638



Muestra 638b

Ignimbrita con pasta cripto y microcristalina con sericita. Cristales de hasta 3 mm y fragmentos más pequeños, de plagioclasas caolinizadas, recristalizadas a cuarzo y sericitizadas. Biotitización de feldespatos. Lapilli recristalizado a cuarzo



Muestra 638b – SA biotita en venillas, venillas de cuarzo - fenocristal de plagioclasa . sericitizado y silicificado

Tipo de alteración: potásica - sericita

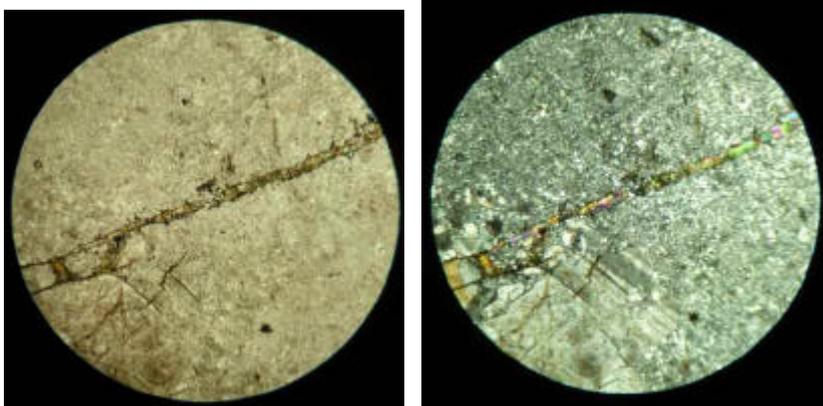
Punto 643



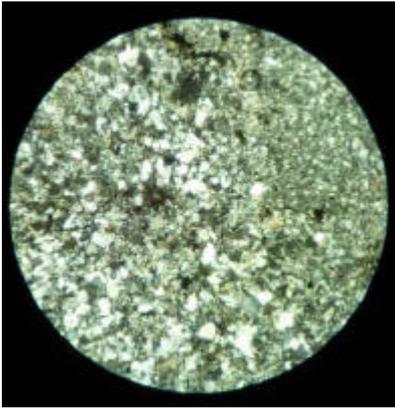
Muestra 643

Pasta microcristalina de cuarzo con fenocristales de plagioclasa fracturados y fragmentos sueltos. Los fenocristales están caolinizados

La pasta tiene sectores con cuarzo de mayor tamaño y textura anhedral en rompecabeza. Cruzan venillas de epidoto clorita



Muestra 643 SA y CA - venillas de epidoto clorita



Muestra 643 CA - cuarzo con textura subhedral y sericita

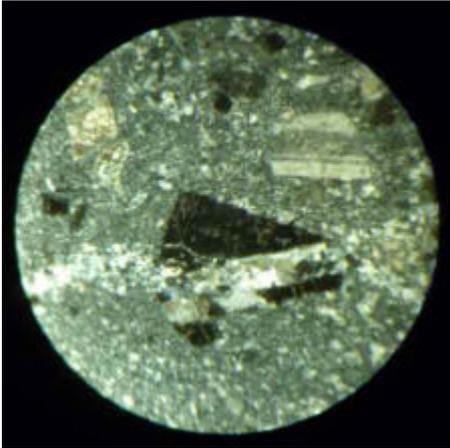
Tipo de alteración: propilítica

Punto 653



Muestra 653 y 653 bis

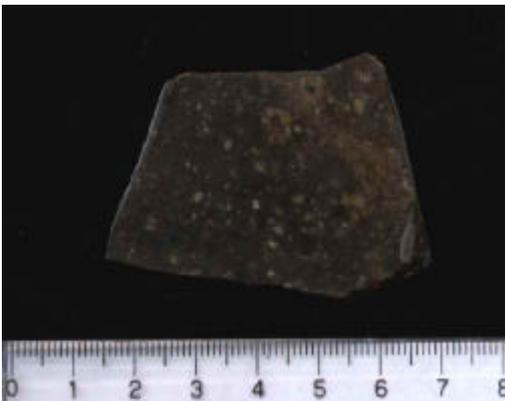
Roca porfírica con pasta criptocristalina con textura fluidal, en sectores recristalizada a cuarzo. Se hallan fenocristales de plagioclasa de 2m fracturados y recristalizados por cuarzo. La muestra es cortada en varias direcciones por venillas, apenas ondulantes de bordes netos y rellenas por cuarzo subhedral en mosaico



Muestra 653 CA cristal de feldespato cruzado por venilla de cuarzo

Tipo de alteración: silicificación

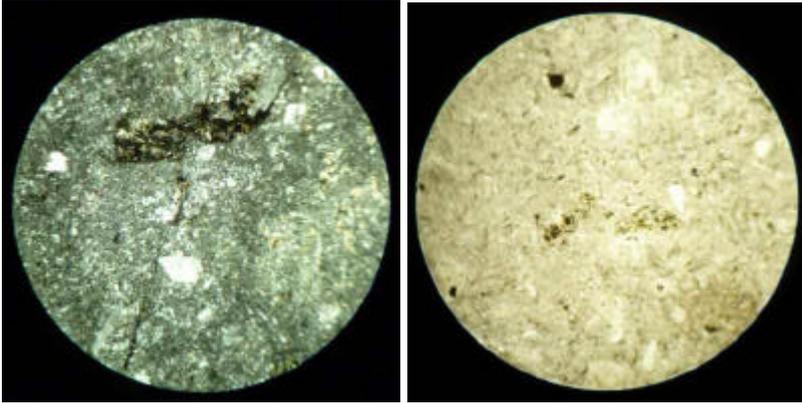
Punto 657



Muestra 657

Pasta criptocristalina con cristales de plagioclasa y adularia? sericitizados y fragmentados biotitizados.

Biotitas sericitizadas, con impregnaciones de óxidos

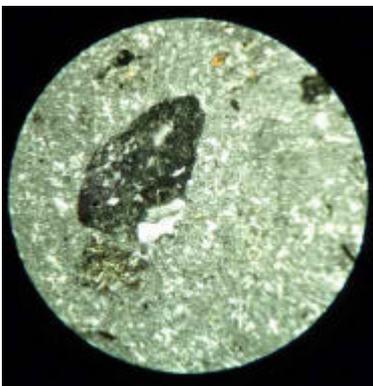


Muestra 657 - CA adularia SA fragmentos biotitizados y desferrizados

Alteración potásica – argílica intermedia

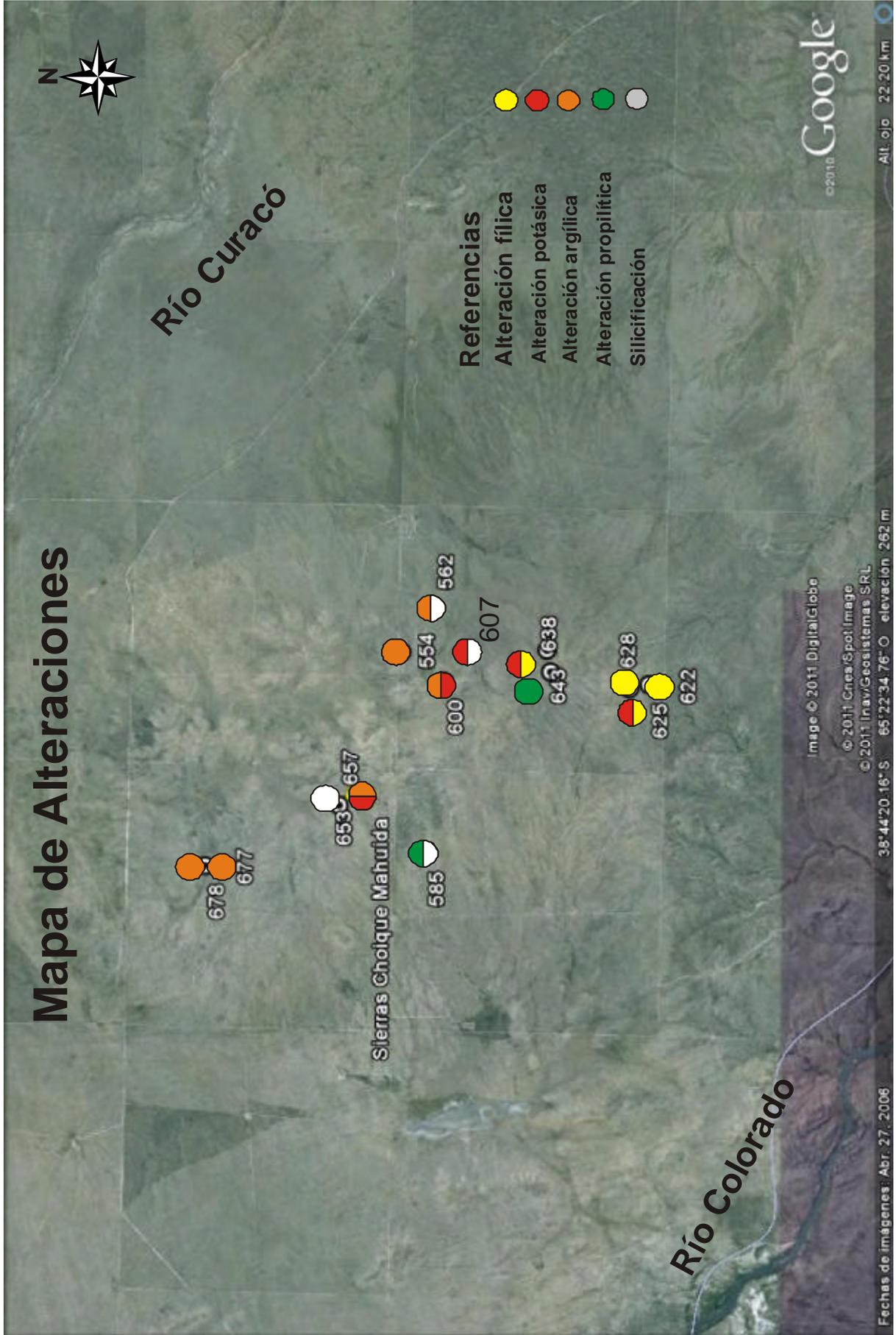
Puntos 677 y 678

Ignimbritas formadas por fragmentos de roca y trizas en una matriz vítrea. Presencia de carbonatos en algunos fragmentos



Muestras 677 – pómez y trizas

Mapa de Alteraciones



Análisis geoquímicos

Elemento	Au	Ag	Cu	Mo	Pb	Ni	Zn	As	Ba	Na	Sr	S	Masa
Unidad	ppb	pp m	pp m	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	%	ppm	%	gramos
Limite de detección	2	0.3	1	1	3	1	1	0.5	50	0.01	1		0.01
652	< 2	0.4	48	< 1	27	7	87	3.6	620	2.17	255	< 0.01	25
676	< 2	0.4	23	< 1	25	9	70	8.3	980	2.44	254	< 0.01	24.4
621	< 2	0.7	44	37	19	5	49	5.5	170	0.16	15	< 0.01	24.7
623	< 2	0.4	29	35	24	6	38	5.3	< 50	0.1	7	< 0.01	26.6
627	< 2	0.3	62	13	19	3	43	5.9	290	0.19	25	< 0.01	24.4

Consideraciones sobre las alteraciones detectadas

Los tipos de alteración descriptos responden a ambientes relacionados a intrusiones. Las muestras se ubicaron en el mapa, intentando visualizar su patrón aunque, no son suficientes para poder definirlo; lo mismo ocurre con las muestras geoquímicas. De todas maneras para lograr datos más específicos dentro del área, es fundamental el análisis de las estructuras, que a simple vista, en la imagen satelital, se pueden observar.

Conclusiones

Regionalmente hay una tendencia general de lineaciones NO-SE, marcada por el Río Curacó y un pronunciado diseño en enrejado definido por lineamientos N-S y NNO-SSE así como NE-SO y NNE-SSO, que son más destacados dentro del cuadrante NE y SO sobre ambas márgenes del río.

El corredor de anomalías positivas magnéticas coincide con el corredor NNO-SSE (o parcialmente NO-SE) de lineamientos y polos con valores de susceptibilidad mayores de una dirección de NNE-SSO a NE-SE.

La muestra del punto 456 tiene anomalías en Cu, Ba, Sr y Na y cae en intercepción de lineamientos N-S y NNE-SSE secundarios con respecto al NNO-SSE y también las brechas volcánicas-hidrotermales, con valores anómalos de Au (puntos 409, 401 y 295). Estas rocas muestreadas se alojan en un área que posee una densidad mayor de fracturamiento con respecto al área comprendida al N-NE de las muestras 456 y 454 y que refleja un polo máximo de susceptibilidad magnética. Estas características, junto con la alteración y rasgos texturales y paragenéticos están reflejando la presencia en el subsuelo de un pórfido hacia el cuadrante N-NE.

Las muestras 401, 409, 407, 375, 438, 389, 317, 295, 441, tienen valores de Ba mayores a 490 hasta 2.520 ppm y rodean el área sugerida para el pórfido y se correlacionan con los lineamientos y los sitios próximos o de anomalías en Au. Estos sitios son distales con respecto al sector indicado para el pórfido y reflejan un sistema epidermal periférico. En particular, el Cerro Choique ubicado al SW de este corredor, también refleja anomalía positiva magnética.

El sector de las muestras 265, 389 y CE al lado de la 377, también poseen anomalías en Pb, Zn que marcan posiciones distales de un sistema de pórfido y si consideramos la calcita espática (CE) al lado del punto 377, se estaría cerca de un sitio de ebullición (tal vez el punto 295 con Au, es la evidencia).

Volviendo a la faja del corredor sobre el río NNO-SSE, la muestra 441 posee anomalías en S, Pb y Zn junto a As, Ba, Mn. Ello puede marcar, además de

mineralización de sulfuros de metales base, condiciones de ambiente de depositación, neutras, dado el As y una zonación hacia menor temperatura de depositación periférica al Cerro Choique y al área propuesta para el pórfido que se mencionó antes.

Por otro lado, al evaluar en forma particular, la posición de las muestras 441, 409, 401 y 426 con las imágenes satelitales, todas ellas se posicionan justo en áreas que circunscriben lineamientos con diseños esféricos en planta (ver informe de avance de junio/11). Así, lo mismo sucede con el Cerro Choique y las Sierras Choique Mahuida. Esta característica, junto a los valores de Au y anomalías de Cu, Pb, Zn, señalarían que, además del control mencionado de las direcciones NNE, NE, NNO, NO, existe un fuerte condicionamiento en el área, por trazas que podrían reflejar cuerpos subcirculares más profundos.

Finalmente el sector de la muestra 295 y el área entre la 200 y 300 se corresponde con sitios de máximos pequeños, de anomalías geofísicas pequeñas, que denotarían cuerpos subprofundos o mineralización portadora de magnetita/pirrotina o minerales magnéticos (biotita-anfíboles) de grano fino y/o en posibles diseminaciones o como parte de mecanismos de alteración hidrotermal-magmáticos.

Con respecto a la zona de las Sierras Choique Mahuida, las anomalías geofísicas poseen similar trayectoria a lo explicado anteriormente. Las muestras estudiadas presentan correlación positiva en S, Ag, Cu, Pb y Zn que dan indicios de venas, venillas y brechas volcánicas relacionadas con mineralización vetiforme asociada a sulfuros de metales base, pudiendo también relacionarse con un sistema de pórfido subyacente.

RECOMENDACIONES

Continuar los estudios de superficie (petrográficos, geoquímicos y estructurales) para profundizar los datos logrados hasta el momento con el fin de integrar aun más los conceptos regionales.

Continuar con el estudio de áreas hacia el norte, ya que esta modalidad de trabajo provee evidencias, en un marco no invasivo y de menor costo que los métodos que se generan en la prospección minera tradicional.

Bibliografía

Berger, B.R. y Henley, R.W., 1989. Advances in understanding of epithermal gold-silver deposits, with special reference to the Western United States. *Economic Geology* V.84, p.405-423.

Bonalumi, A. y Baldo, E., 2002. Ordovician magmatism in the Sierras Pampeanas of Córdoba. En: Aceñolaza, F.G. (Ed.): *Aspects of the Ordovician System in Argentina*. INSUGEO.

Bouchonville, A., 1945. Un reconocimiento expeditivo de la sierra de Lihue Calel. *Inst. Mus. La Plata, X, Geol. N°37*. La Plata.

Browne, P.R.I. 1978. Hydrothermal alteration in active geothermal fields: *Annual Reviews in Earth and Planetary Sciences* V.6, p.229-250.

Buchanan, L.J., 1981. Precious metal deposit associated with volcanic environments in the southwest. En Dickinson, W.R. y Payne, W.D. eds., *Relations of tectonics to ore deposits in the southern cordillera*. Arizona Geological Society, *Digest, XIV*, p.237-262.

Chernicoff, C.J., y Zapettini, E.O., 2003. Delimitación de los terrenos tectonoestratigráficos de la región centro-austral Argentina: evidencias aeromagnéticas. *Revista geológica de Chile* vol. 30, N°2, p. 299-316.

Coniglio, J., D'Eramo, F., Pinotti, L., Demartis, M. y Petrelli, H., 2006. Magmatismo devónico de las Sierras de Córdoba: El ejemplo del batolito Cerro Aspero. 8 Congreso de Mineralogía y Metalogenia, Actas: 227 - 232, Buenos Aires.

Criado Roqué, 1972. Cinturón Móvil Mendocino-Pampeano. En Leanza, A.F. (Ed.) *Geología Regional Argentina*:297-303. Academia Nacional de Ciencias. Córdoba.

Deyell, C.L., Rye, R.O., Landis, G.P., Bissig, T., 2005. Alunite and the role of magmatic fluids in the Tambo high-sulfidation deposit, El Indio-Pascua belt, Chile. *Chemical Geology*, 215, p. 185-218.

Dong, G. Y Morrison, G.W., 1995. Adularia in epithermal veins, Queensland: morphology, structural state and origin. *Mineralium Deposita*, V.30(1), p.11-19

Doering, A., 1982. Geología. Inf. Com. Científica al Estado Mayor General de la Expedición al Río Negro (Patagonia). III: 300-530. Buenos Aires.

Espejo P.M. y Silva Nieto, D., 1996 Hoja Geológica 3966-II Puelches, provincias de La Pampa y Río Negro. Dirección Nacional del Servicio Geológico, boletín 216:1-35, 1 mapa. Buenos Aires

Espejo, P.M. y Silva Nieto, D., 2007. Hoja Geológica 3966-I Gobernador Duval. 1: 250.000. Provincias de La Pampa y Río Negro. Dirección Nacional de Servicio Geológico. Boletín 368:1-67. Buenos Aires

Garavilla, R., 1983. Informe Geofísico sobre el yacimiento de Lihué Calel. Provincia de La Pampa. Direc. General de Fabricaciones Militares. (Inédito).

Geuna, S.E., Escosteguy, L.D. y Miró, R., 2007. Palaeomagnetism of the Late Devonian-Early Carboniferous Achala Batholith, Córdoba, central Argentina: implications for the Gondwana apparent polar wander path. *Gondwana Research*, Special Issue "The Western Gondwana Margin: Proterozoic to Mesozoic". En prensa. Disponible on-line en <http://dx.doi.org/10.1016/j.gr.2007.05.006>.

Geuna, S.E., McEnroe, S., Robinson, P. y Escosteguy, L.D., 2008. Magnetic petrology of the Devonian Achala Batholith, Argentina: titanohaematite as an indicator of highly oxidized magma during crystallization and cooling. *Geophysical Journal International*, 175(3):925-941.

Gonzalez Amorin, R.O. y Soto A., 1953. Informe geológico minero sobre el distrito cuprífero Lihue Calel, Departamento Cura C6, Provincia de La Pampa. Dir. Gral. de Fabricaciones Militares. Buenos Aires. (Inédito).

Hedenquist, J.W y Henley, R.W., 1985. The importance of CO₂ on freezing point measurements of fluid inclusions:evidence from active geothermal systems and implications for ephitermal ore deposition. *Economic Geology* V.80, p. 1379-1406.

Linares, E., Llambías, E.J., Latorre, C.O., 1980. Geología de la provincia de La Pampa, República Argentina y geocronología de sus rocas metamórficas y eruptivas. *Revista de la Asociación Geológica Argentina* 35:87-146. Buenos Aires

Lira, R., Millone, H.A., Kirschbaum, A. M. y Moreno, R.S., 1997. Calc-alkaline arc granitoid activity in the Sierra Norte-Ambargasta Ranges, Central Argentina. *Journal of South American Earth Sciences*, 10:157-177.

Llambías, E, J., 1973. Las ignimbritas de la Sierra de Lihué Calel, Provincia de La Pampa. *Actas XV Congreso Geológico Argentino*, Tomo IV: 55-67. Carlos Paz, Córdoba.

Llambías, E, J., 1974. Geología del Cerro Choique Mahuida, Depto de Lihue Calel, provincia de La Pampa. Dirección de Minería de la provincia de La Pampa. (Inédito).

Llambías, E.J., 1975. Geología de la provincia de La Pampa y su aspecto minero. Inf inédito Dirección Minería de la provincia de La Pampa. Santa Rosa

Llambías, E.J., 1976. Alunita en el cerro Choique Mahuida, provincia de La Pampa. Dirección de Minería de la provincia de La Pampa. Inédito

Llambías, E.J., 1999. Las rocas ígneas gondwánicas 1. El magmatismo Gondwánico durante el Paleozoico Superior-Triásico. En R. Caminos (ed.) *Geología Argentina*, Servicio Geológico Minero Argentino. Instituto de Geología y Recursos Minerales, *Anales* 29(14):349-376, Buenos Aires

Llambías, E.J. y Leveratto, M.A., 1975. El plateau riolítico de la provincia de La Pampa, república Argentina. *II Congreso Iberoamericano de Geología Económica*, Actas 1:99-114

Llambías, E.J., Quenardelle, S. y Montenegro, T., 2003. The Choiyoi Group from central Argentina: a subalkaline transitional to alkaline association in the craton adjacent to the active margin of the Gondwana continent. *Journal of South American Earth Sciences* 16(4):243-257. Gran Bretaña

López de Luchi, M., Rapalini, A.E., Siegesmund, S, Steenken, A., 2004. Application of magnetic fabrics to the emplacement and tectonic history of Mid-Paleozoic granitoids in Central Argentina: La Titora batholith. En: F. Martín-Hernández, C. Luneburg, C. Aubourg and M. Jackson (Eds.), *Magnetic Fabrics: Methods and applications*. Geological Society of London, Special volume, N° 238, 447-474.

Melchor, R.N., 1999. Redefinición estratigráfica de la Formación Carapacha (Pérmico), Provincia de La Pampa. *Revista de la Asociación Geológica Argentina* 54(2):99-108. Buenos Aires

Melchor, R.N., 2000. Stratigraphic and biostratigraphic consequences of a new $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ date for the base of the Cochicó Group (Permian), Eastern Permian Basin, San Rafael, Mendoza, Argentina. *Revista de la Asociación Paleontológica Argentina* 37:271-282. Buenos Aires

Mutti, D.I., Geuna, S.E., Di Marco, A. y Bollert Bredeston, C., 2009. El magmatismo Famatiniano-Achaliano como metalotecto en las Sierras Pampeanas de Argentina. 9º Congreso Argentino de Geología Económica, Actas: 59-85. Catamarca

Otamendi, J.E., Castellarini, P.A., Fagiano, M.R., Demichelis, A.H. y Tibaldi, A.M., 2004. Cambrian to Devonian geologic evolution of the Sierra de Comechingones, Eastern Sierras Pampeanas, Argentina: evidence for the

development and exhumation of continental crust on the Proto-Pacific margin of Gondwana. *Gondwana Research*, v. 7(4), pp. 1143-1155.

Pinotti, L., D'Éramo, F., Vegas, N., Tubia, J.M. y Coniglio, J., 2004. Mineralogía magnética de granitoides de las Sierras de Córdoba. *Actas 7mo Congreso de Mineralogía y Metalogenia*: 379-384.

Quenardelle, S. y Ramos, V., 1999. The ordovician Western Sierras Pampeanas Magmatic Belt: Record of Argentina Precordillera accretion. In: Ramos, V. and Keppie, D.(Eds.), *Laurentia Gondwana connection before Pangea*. Geological Society of America, Special Paper 336:63-86.

Rapalini, A.E., 2005. The accretionary history of Southern South America from the latest Proterozoic to the Late Paleozoic: Some Paleomagnetic Constraints. In A. Vaughan, Leat, P. & Pankhurst, R.J. (Eds.) *Terrane Processes at the Margins of Gondwana*, Geological Society of London, Special Publication, 246:305-328.

Rapela, C.W., Toselli, A., Heaman, L. y Saavedra, J., 1990. Granite plutonism of the Sierras Pampeanas; an inner cordilleran Paleozoic arc in the Southern Andes. In: Kay, S.M. and Rapela, C.W. (Eds.), *Plutonism from Antarctica to Alaska*. Geological Society of America, Special Paper, v. 241:77-90.

Rapela, C.W., Coira, B., Toselli, A. y Saavedra, J., 1992. El magmatismo del Paleozoico Inferior en el sudoeste de Gondwana. En: Gutiérrez Marco, J.G., Saavedra, J. y Rábano, I. (Eds.), *Paleozoico Inferior de Ibero-América*: 21-68. Universidad de Extremadura, 630 pp.

Rapela, C.W., Pankhurst, R.J., Casquet, C., Baldo, E., Saavedra, J. y Galindo, C., 1998a. Early evolution of the Proto-Andean margin of South America. *Geology*, v. 26(8):707-710.

Rapela, C.W., Pankhurst, R.J., Casquet, C., Baldo, E., Saavedra, J. y Galindo, C., 1998b. The Pampean Orogeny of the southern Proto-Andes: Cambrian continental collision in the Sierras de Córdoba. In: Pankhurst, R.J. and Rapela, C.W.

(Eds.), Proto-Andean margin of Gondwana. Geological Society of America, Special Publications, v. 142:181-217.

Rapela, C.W., Pankhurst, R.J., Baldo, E.G., Casquet, C., Galindo, C. y Fanning, C.M., 2001. Ordovician metamorphism in the Sierras Pampeanas: new U-Pb SHRIMP ages in central-east Valle Fértil and the Velasco batholith. 3^o South American Symposium on Isotope Geology, Actas: 616-619. Pucón, Chile.

Stappenbeck, R., 1913. Investigaciones hidrogeológicas en los valles de Chapalcó y Quehué y sus alrededores. Min. de Agric. Dirección Gral. De Minas. Serie B (Geol.) N°4. Buenos Aires.

Sato, A.M., González, P.D. y Llambías, E.J., 2003. Evolución del orógeno Famatiniano en la Sierra de San Luis: magmatismo de arco, deformación y metamorfismo de bajo a alto grado. Revista de la Asociación Geológica Argentina, v. 58(4):487-504.

Sgrosso, P., 1939. Las Minas de cobre de Lihue Calel, Departamento de Cura Cói, Tyerritorio de La Pampa. Direc. Nac. Geol. Y Miner. Carpeta 37. Buenos Aires. (Inédito).

Simmons, S.F. y Christenson, B.W. 1994. Origin of the calcite in a boiling geothermal system: American Journal of Science, V.294, p.361-400.

Sims, J., Skirrow, R., Stuart-Smith, P., y Lyons, P., 1997 Geology and Metallogeny of the sierras de San Luis y Comechingones (provincias de San Luis y Córdoba), 1: 250.000, Instituto de Geología y Recursos Minerales, SEGEMAR, Anales 28:148 p., Buenos Aires.

Sims, J.P., Ireland, T.R., Camacho, A., Lyons, P., Pieters, P.E., Skirrow, R.G., Stuart-Smith, P.G. y Miró, R. (1998) U-Pb, Th-Pb and Ar-Ar geochronology from the southern Sierras Pampeanas, Argentina: implications for the Palaeozoic tectonic evolution of the western Gondwana margin. In: Pankhurst, R.J. and Rapela, C.W.

(Eds.) The Proto-Andean margin of Gondwana. Geological Society, London, Special Publications, v. 142:259-281.

Stuart-Smith, P.G., Camacho, A., Sims, J.P., Skirrow, R.G., Lyons, P., Pieters, P.E., Black, L.P. y Miró, R., 1999. Uranium-lead dating of felsic magmatic cycles in the southern Sierras Pampeanas, Argentina: implications for the tectonic development of the proto-Andean Gondwana margin. En: Ramos, V.A. y Keppie, J.D. (Eds.), *Laurentia-Gondwana connections before Pangea*, p. 87-114. Geological Society of America, Special Paper, 336.

Sruoga, P. y Llambías, E.J., 1992. Permo-Triassic leuchorhyolitic ignimbrites at Sierra de Lihue Calel, La Pampa Province, Argentina. *Journal of South American Earth Sciences* 5(2):141-152. Gran Bretaña

Tickyj, H., 1999. Estructuras y petrología del basamento cristalino en la región centro-sur de la provincia de La Pampa, Argentina. Tesis doctoral, Facultad de Ciencias Naturales y Museo, UNLP, 229 pp, La Plata

Tickyj H. y Llambías, E.J., 1994. El gneis milonítico del cerro de Los viejos, provincia de La Pampa. 7° Congreso Geológico Chileno 2:1239-1243. Chile.

Vilela, C.R. y Riggi, J.C., 1953. Descripción Geológica de las hojas Geológicas: 33h (Sierra de Lihue Calel), y 33i (Sierra Chica). Dirección de Minería de la Provincia de La Pampa. (Inédito).

Wichman, R., 1928. Contribución a la Geología de los Deptos. Chical C6 y Puelen, de la parte Occidental de La Pampa Central. Direc. Gral. De Minas, Geol. E Hidrogeol., Public. 40. Bs. As.

Zappettini, E.O. 1999., Recursos minerales de la República Argentina. IGRM-SEGEMAR, Anales 35. 2 volúmenes. Buenos Aires.

ANEXO